

SHIPPING

# 船舶

1972. VOL. 45

# 3

35隻目の水中翼船

ずいほう

本船は日立造船・シュブラマルPT-50型  
130人乗り水中翼船で、このほど日立造  
船神奈川工場にて完工、1月6日、阪急  
内海汽船(株)に引渡された。

本船は当社が建造した水中翼船では35  
隻目にあたり、PT-50型では11隻目であ  
る。



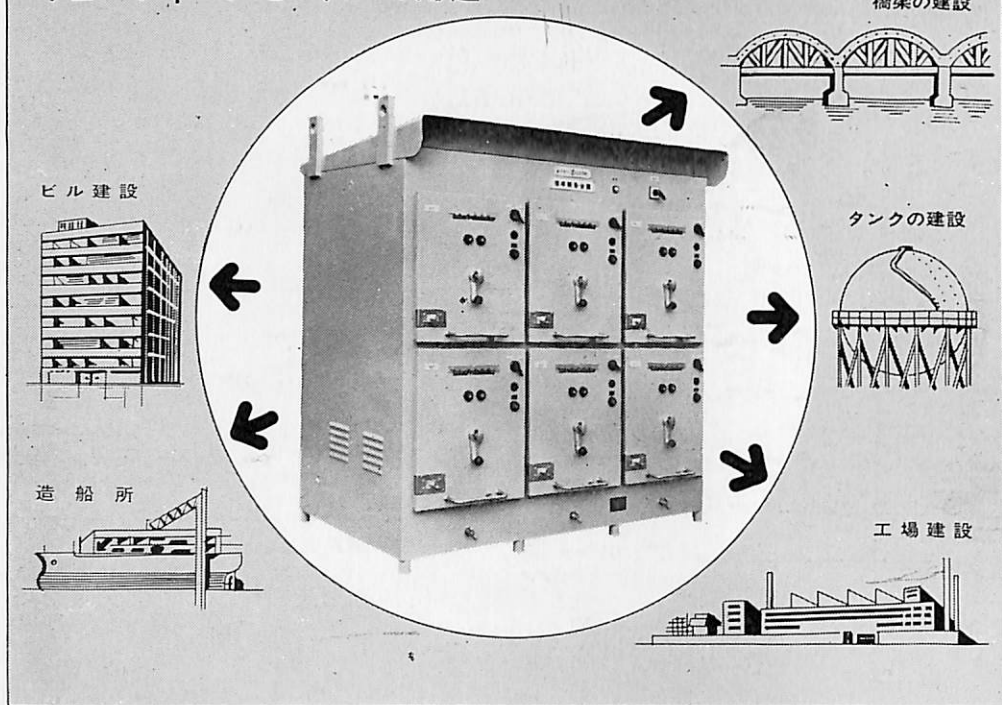
## 日立造船

天 然 社

昭和五十二年三月二十日 第二種郵便物認可  
毎月一回 十一月十二日発行  
昭和四十七年三月七日  
昭和二十四年三月二十八日臨時特別承認第4006号  
印刷  
発行

# 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

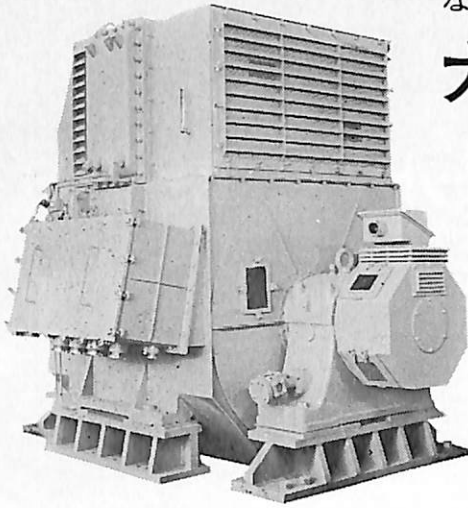
## 岩谷産業株式会社

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)

ながい経験と最新の技術を誇る。

# 大洋の船用電気機械



交流発電機 1100KVA 450V 600RPM

発 電 機  
各種電動機及制御装置  
船舶自動化装置  
電動ウインチ  
配 電 盤

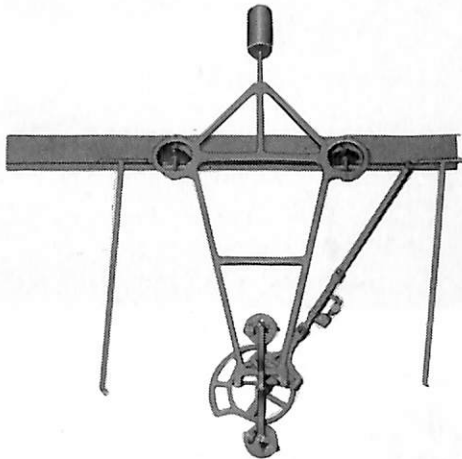


## 大洋電機

株式  
会社

本 社 東京都千代田区神田錦町3の16 電話 東 京 (293) 3 0 6 1 (代表)  
 岐阜工場 岐阜県羽島郡笠松町如月町18 電話 笠 松 (7) 4 1 1 1 (代表)  
 伊勢崎工場 伊勢崎市八斗島町7 2 6 電話 伊勢崎 (32) 1 2 3 4 (代表)  
 群馬工場 伊勢崎市八斗島町大字東七分川330の5 電話 伊勢崎 (32) 1 2 3 8 (代表)  
 下関出張所 下関市竹崎町 3 9 9 電話 下 関 (23) 7 2 6 1 (代表)  
 北海道出張所 札幌市北二条東二丁目浜建ビル 電話 札 幌 (241) 7 3 1 6 (代表)

# 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

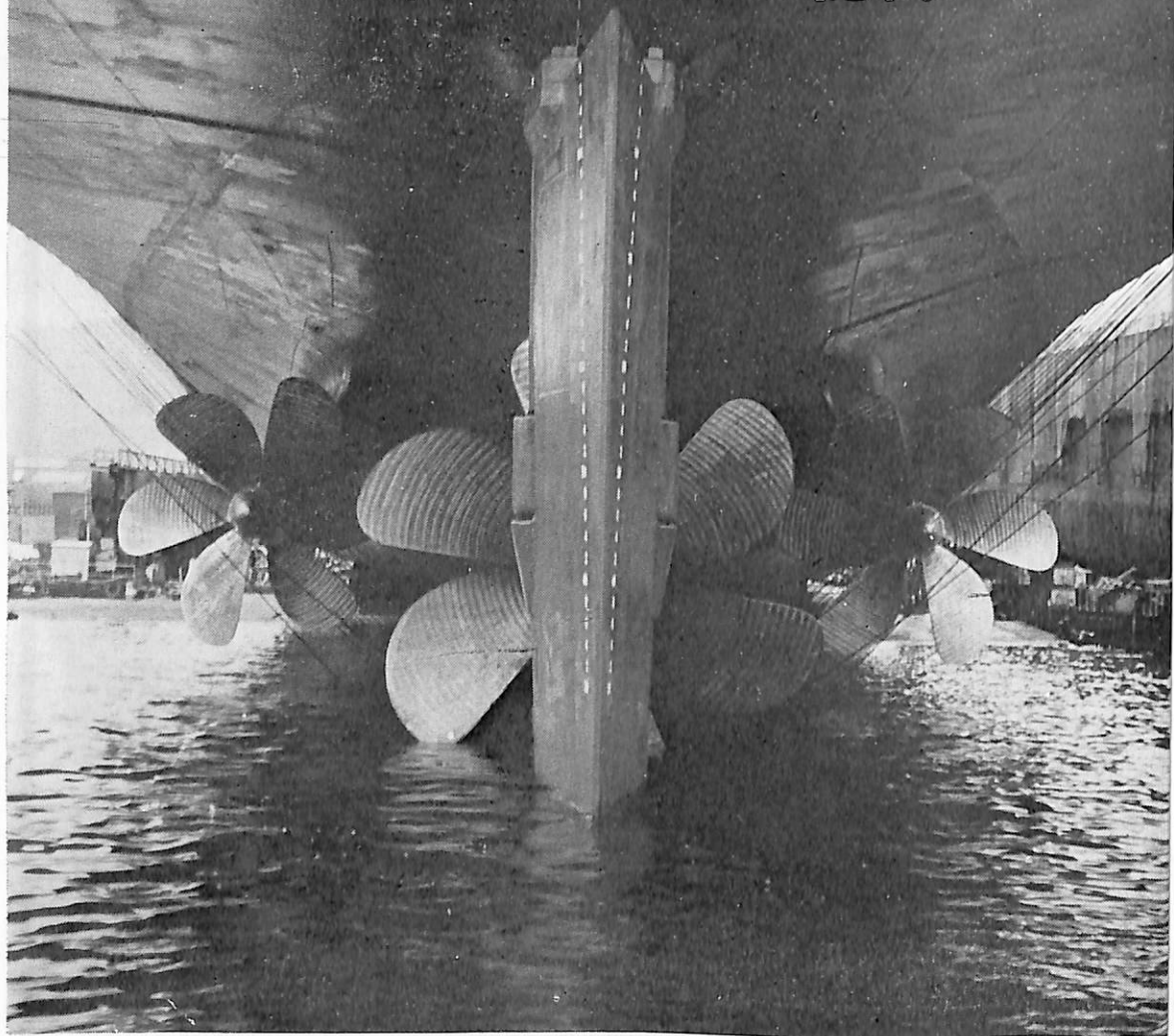
登録 商標 株式會社 玉屋商店

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)

# これが最高29.5ノットの秘密!



三井の高速コンテナ船《えるべ丸》の推進装置です。三基三軸の

ディーゼルエンジンは、世界最大出力の84,600馬力。日本、

ヨーロッパ間（パナマ経由）を23日で結びます。

コンテナは船倉内9段積み。デッキ1段262

個とあわせて1,842個を積載できます。

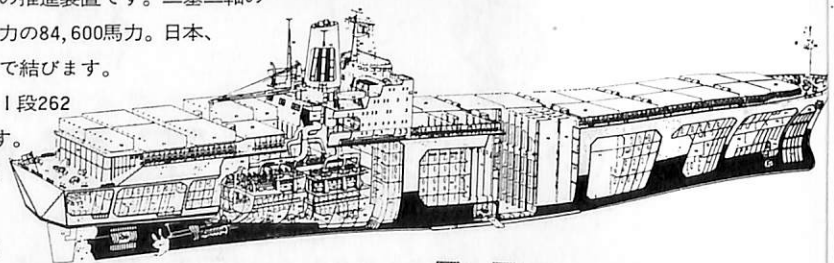
機関室無人化のために、日本海事協会のM O資格を取得しています。

このほか、船体中央部のフルーム式

減揺装置によるローリングの減少や、船首部にバウスラスターを設けるなど

三井造船の豊富な技術が各所に生かされています。三井の技術が生んだ世界

最大、最高速のコンテナ船は欧州航路に活躍しています。



人間と技術の調和に挑む

## 三井造船

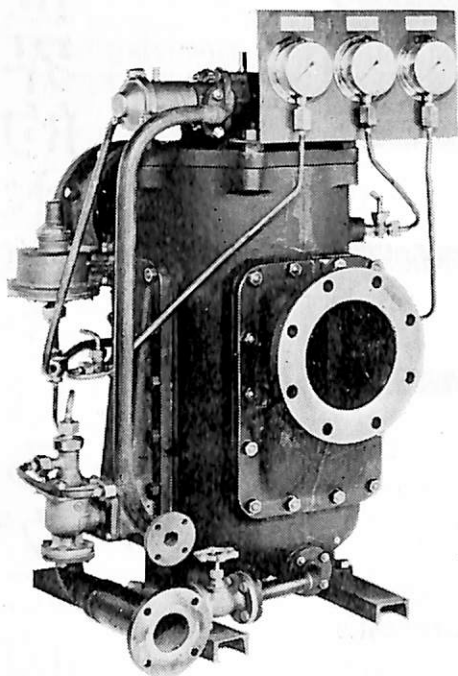
東京都中央区築地5丁目6番4号

油汙過作業の省力化…

機関室を広くする

# マックス・フィルターシリーズ

日本舶用機器開発協会助成品

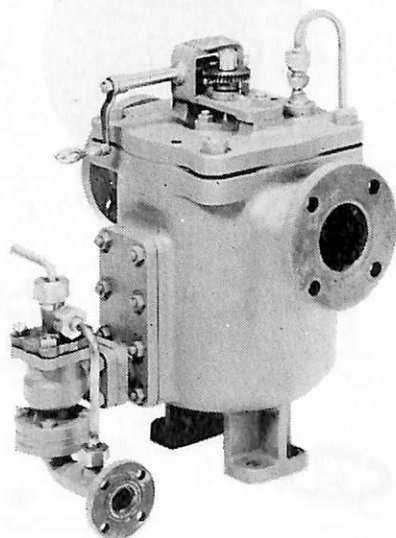


## MAX-FILTER LS型

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 横浜市戸塚区小菅ヶ谷町1703  
☎0467 (46) 6 2 7 1 (代)  
東京営業所 東京都品川区東五反田2-14-18  
☎03 (443) 6 5 7 1 (代)  
大阪営業所 大阪市北区梅田町34千代田ビル西館  
☎06 (345) 7 7 3 1 (代)

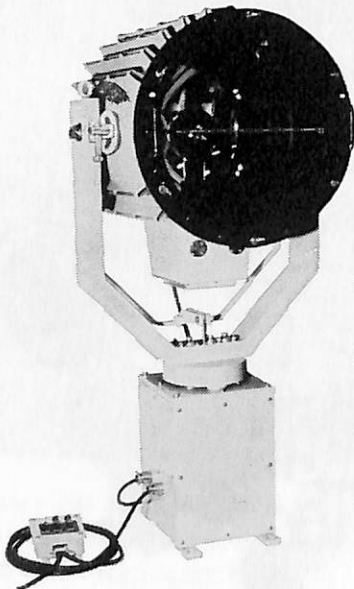
ボタンひとつで方向自在!!

## 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、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でも取付けられます。
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 3 号

昭和 47 年 3 月 12 日 発行

天 然 社

## ◇ 目 次 ◇

LNG 船 (LNG 船の概要 その1) (1) ..... 恵美洋彦・曾根 紘…(35)  
 海洋調査船「わかしお」について ..... 芙蓉海洋開発株式会社・日本鋼管株式会社…(42)  
 船舶技術研究所海洋開発工学部の研究の現状について ..... 伊藤 達 郎…(52)  
 BHS シュテッキヒト型遊星歯車減速機について ..... Dipl.-Ing. Dthner, 成瀬長太郎 訳…(68)  
 日本海事協会の昭和46年版鋼船規則改正解説 (船体および電気) ..... 日本海事協会…(70)  
 日本造船研究協会の昭和45年度研究業務について (5) ..... 日本造船研究協会研究部 (78)

日本海事協会造船状況資料 (昭和46年11, 12月) ..... (88)  
 [製品紹介] 日石丸と東京計器 ..... (94)  
 [製品紹介] 大気粉じん公害防止用二方電磁弁 ..... 金子産業株式会社…(95)  
 NK コーナー ..... (96)  
 [水槽試験資料 255] 長さ 135 m 前後の貨物船の水槽試験例 ..... 「船舶」編集室…(97)  
 昭和46年 (4月~12月) 建造許可船舶集計および12月分建造許可船舶集計 (船舶局造船課) ..... (102)  
 業界ニュース ..... (104)  
 [特許解説] ☆ 船舶内洗滌装置 ☆ 錨鎖の暴走防止装置 ..... (105)  
     三菱重工と LNG タンカー ..... (41)  
     IHI ビールスチック PC エンジン 100 万馬力達成 ..... (51)  
     世界最大級の 2,500 t 吊り起重機船 ..... (77)

写 真 解 説 ☆ 50,000 PS 船用主機タービン (石川島播磨重工)  
                   ☆ 45,000 PS 船用主機タービン (川崎重工)

艘 工 船 ☆ 第十七金生丸 ☆ 第八協和丸 ☆ 近洋丸 ☆ 諏訪丸 ☆ 千昌丸 ☆ 三鷗丸  
           ☆ せんだん丸 ☆ 敦智丸 ☆ 菱光丸 ☆ 徳伸丸 ☆ 住宝丸 ☆ 美穂丸  
           ☆ らいん丸 ☆ 天沙丸 ☆ HAMBULG ☆ ARISTARCHOS ☆ GOLAR SIGLI  
           ☆ INDOTANK ☆ MORNING PARK ☆ DIE LURELEI ☆ DORYFOROS  
           ☆ CHU FUJINO ☆ PONTOPORIA ☆ POINT CLEAR ☆ WORLD RAINBOW  
           ☆ GRAND ENTERPRISE ☆ EVER SAFETY ☆ INVERALMOND ☆ BUNGA CHEMAKA

監修 浅井栄資  
横田利男

# 航海辞典

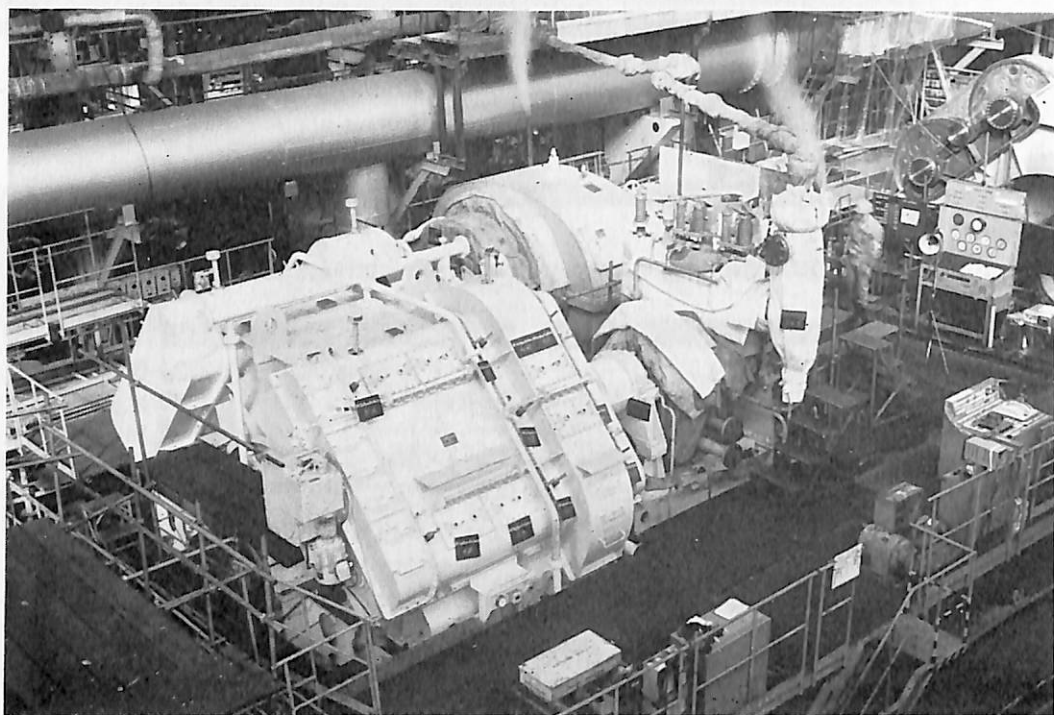
A 5 判 850 頁 布クロス装函入 定価 6,500 円 千120円

- 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: 天測曆, 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

天 然 社

振替 東京 79562 番



## 50,000 PS 船用主機タービン

(石川島播磨重工)

石川島播磨重工は、このほど国産最大級の50,000馬力船用主機タービンを完成し、1月19日陸上公試運転を行なった。

このタービンは、ジャパンライン株式会社が第27次計画造船として同社相生第一工場で建造中のニューヨーク航路用コンテナ船(35,000総トン、8×8×20フィートコンテナ1495個積み、速力25.1ノット)に主機関として搭載されるものである。

本タービンの特長および主要目は次のとおりである。

1. このタービンは、クロスコンパウンド型衝動式蒸気タービンで、高压タービンは、最大60,000馬力まで適用可能なものを使用している。また、機関長さを減少するため主復水器は、低压タービン下部に配置してある。
2. 操縦弁は、前・後進用とも高压タービン蒸気室にコンパクトに配置し、とくに前進用には、リモートコントロール上特性のすぐれたパー・リフト式を採用している。

3. 減速歯車装置は、2段減速式でもっともコンパクトなロックド・トレイン型であり、歯車は高硬度合金鋼から恒温、恒湿の工場で、高精度に加工されている。
4. 主復水器は、コンパクトにするため、若干真空度をさげ710 mmHgに計画され、さらに冷却管には、最近同社で実用化した2相ステンレス鋼(0.03 C—25 Cr—5 Ni 鋼)を採用している。
5. タービンには、通常航海時、夜間の機関室を無人化できる自動化装置を設けてある。

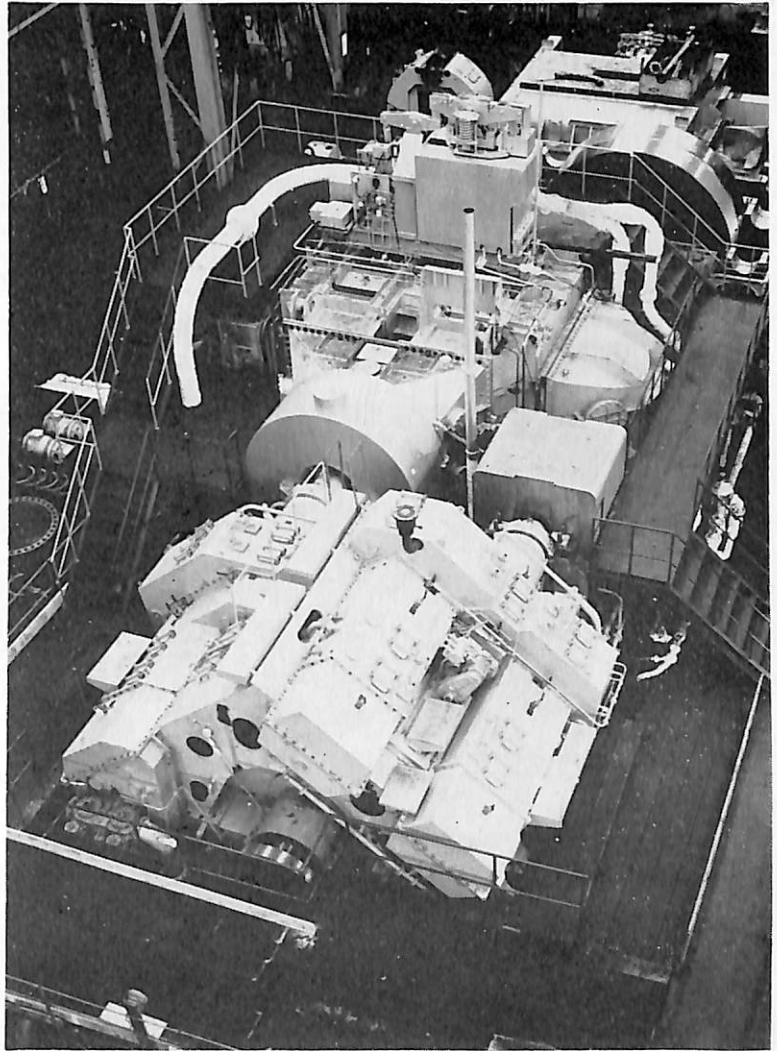
### 主要目

連続最大出力	50,000 PS
蒸気条件(タービン入口において)	59.8 kg/cm <sup>2</sup> g×510°C
主復水器冷却面積	2,050 m <sup>2</sup>
規 格	NK—M0



## 45,000 PS 船用主機タービン

(川崎重工業)



川崎重工では、このほど純国産技術による UB-450 型 45,000 PS の国産最大級船用主機タービンを完成した。

このタービンは、日立造船・因島工場で建造中の山下新日本汽船向けコンテナ船の主機関として搭載されるもので、これまでに同社が製作した船用主機タービンの最大出力 36,000 馬力を大幅に上回る大出力主機関であり 1 月 14 日、同社神戸工場で披露された。

本タービンの主要目、特長はつぎのとおりである。

### 船用主タービン主要目

軸出力:	45,000 PS
主軸回転数:	105 RPM
蒸気条件(操縦弁入口):	圧力 60 kg/cm <sup>2</sup> G
	温度 510 °C
主復水器真空:	722 mm Hg
蒸気消費率:	2.38 kg/PS・hr
タービン回転数:	
高压タービン	5,116 RPM
低压タービン	2,973 RPM

低压最終段羽根高さ: 525 mm

主復水器冷却面積: 2,600 m<sup>2</sup>

### 特長

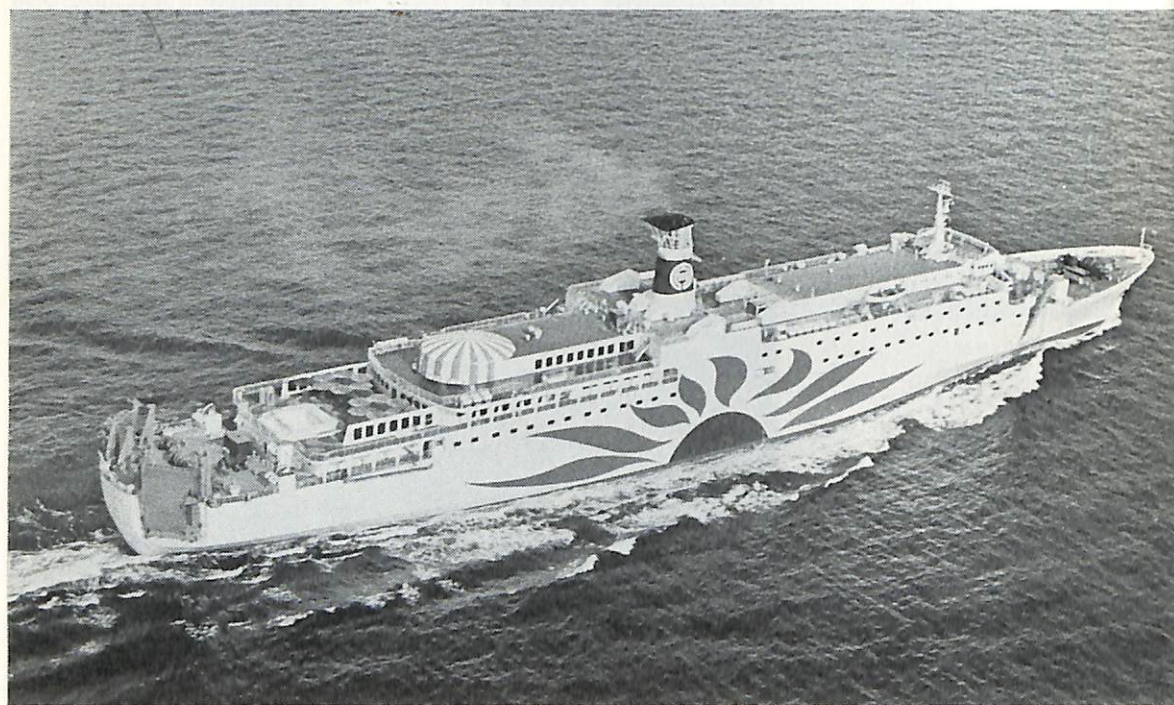
1. 低压タービン・主復水器の平面配置による機械台重量軽減と耐振強度の増大をはかるとともにセミロックド式減速装置により低回転・大出力範囲をもカバーしている。
2. 主タービンの高効率のもとより、オプションにより発電機・給水ポンプの主機駆動、さらには再熱型高中圧タービンの採用により高効率プラントに適用できる。
3. 機関幅と高さが小さい利点を活用して、タンカー、コンテナ船のいずれにも適した機関配置。
4. 特に主機中枢部の羽根・歯車の高信頼性は、川崎式タービンに共通している。
5. 運転・保守・解放・点検が容易である。

# 祝

日本高速フェリー株式会社殿

## さんふらわあ

### の就航



DENNY-BROWNフィン・スタビライザーは、“さんふらわあ”にクイーン・エリザベス2世号やキャンベラ号等世界の豪華客船の乗り心地をおとどけしました。

DENNY-BROWN(デニー・ブラウン)のお問合せは：—

本邦取扱店



## 極東貿易株式会社

第2産業機械部

本店：東京都千代田区大手町2丁目2番2号(新大手町ビル) TEL(270)7711(大代表)

支店：札幌・沼津・名古屋・大阪・福岡

出張所：室蘭・仙台・広畑・水島・岩国・八幡・大分

駐在員：釜石・千葉・知多・石山・堺・大牟田・長崎



## わが国最大の自動車航送客船 「さんふらわあ」

川崎重工では、日本高速フェリー株式会社向けわが国最大の自動車航送客船「さんふらわあ」を建造中であったが、去る1月18日完成引渡しを了した。

同船は2月1日、名古屋—高知—鹿児島を結ぶ新航路に就航した。

本船の主要目ならびに特長はつぎのとおりである。

### 主要目

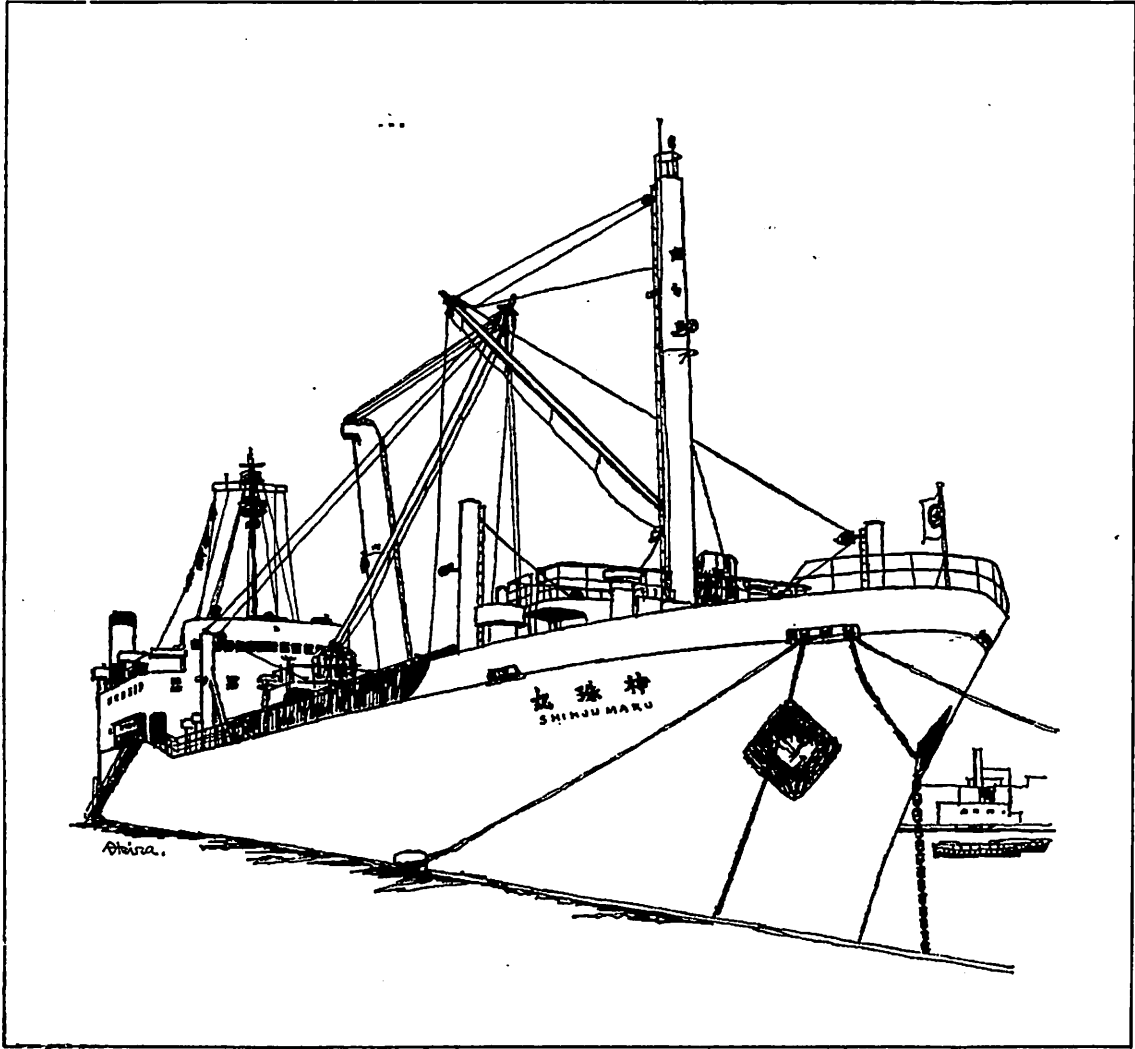
全長	長	185.00 m
長さ(垂線間)		170.00 m
幅	(型)	24.00 m
深さ(上甲板まで)		15.60 m
夏期満載吃水 (キール下面から)		6.40 m
総トン数		11,312 T
載貨重量		3,831 t
主機関	川崎 MAN V 6 V 40/54 型 ディーゼル機関 4基	
	連続最大出力 4×6,520 BHP×400 RPM	
	常用出力 4×5,870 BHP×約 386 RPM	
速力	試運転最大速力 25.489ノット	
積載能力	トラック(10トン車) 約 84台	
	乗用車 約 208台	
	合計 約 292台	
旅客定員	1,124名	
乗組員定員	87名(ほかに船主3名)	

### 特長

1. 本船は、長距離フェリーとして最大、最高速船である。
2. 航海速力24ノット強の高速を得るため、主機は中速ディーゼルエンジン4基をそれぞれ2基1軸の組合せとし、2軸推進方式をとっている。この推進機は、可変ピッチ式になっており、操縦性はきわめて良好。
3. 船首部にはサイドスラスタを備え、2軸の可変ピッチ推進機との併用によって、平行移動やその場回頭など、狭水路や接岸時に必要な操船が容易である。
4. 船側から斜め方向に岸壁にかけることのできる特殊ランプウェイを前後部両舷に合計4基装備。
5. 船旅で乗客を悩ませる横揺れを防ぐため、減揺装置 DENNY-BROWN フィンスタビライザーを備え、旅客の酔い、貨物の損傷等の防止につとめている。
6. 安全性には特に留意し、例えば外板が破れ隣接する2区画が同時に浸水しても、船が安全に浮き、ほとんど傾かないように隔壁が配置されている。また、非常の場合の脱出には、膨張式救命筏が使用されるが安全かつ迅速にこれに乗移るためにシューターと称する滑り台を6基装備している。
7. 車両倉における、排気ガス、爆発、火災の消火用としては高膨張型泡消火装置を備えている。
8. 特に旅客区画は豪華な設備がほどこされている。

# K-7 マリン・デリック

日本の代表的な1本デリックとしてすでに200隻以上の船舶に使用されています。



発売元



**株式会社 ケイ・セブン**

東京都千代田区丸の内2-4-1 TEL (201) 1851

販売総代理店



**極東マック・グレゴリー株式会社**

本社/東京都中央区八丁堀2-7-1(大石ビル) TEL (552) 5101

神戸出張所/神戸市生田区海岸通2の33(朝日ビル) TEL (39) 8864

## HAMBULG

(ばら積貨物船)

船主 Champel Shipping  
Company (リベリア)

造船所 東北造船株式会社

総噸数 2,963.09 噸 純噸数 1,892 噸  
遠洋 船級 AB 載貨重量 5,566.83 噸  
全長 85.818 m 長(垂) 79.248 m 幅(型)  
15.240 m 深(型) 9.144 m 吃水 7.451 m  
満載排水量 6,855.28 噸 平甲板型 主機  
阪神内燃機 6 LU 38 型 ディーゼル機関 1  
基 出力 1,700 PS×294 RPM 燃料消費  
量 6.50 t/d 航統距離 9,500 海里 速力  
11.5 ノット 貨物倉(グレーン) 226,044  
ft<sup>3</sup> 燃料油倉 9,570 ft<sup>3</sup> 清水倉 1,650 ft<sup>3</sup>  
乗員 17 名 工期 46-8-24, 46-11-  
12, 47-1-26



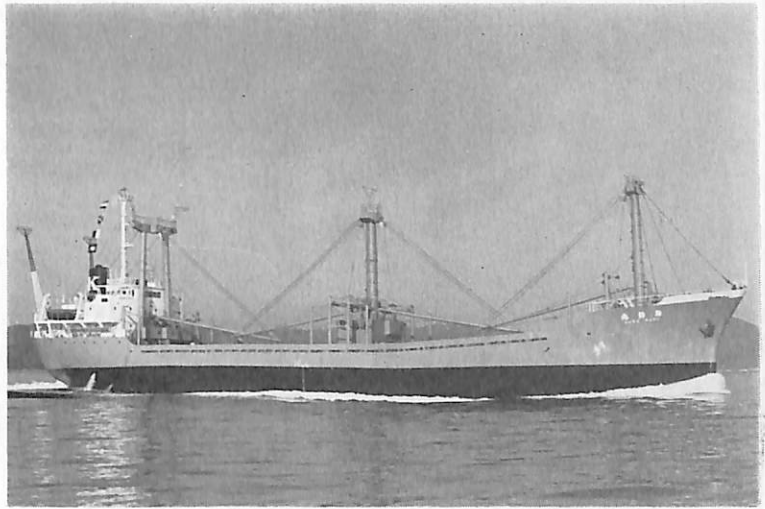
## 諏訪丸

(貨物船)

船主 宮川海運株式会社

造船所 今治造船株式会社

総噸数 3,549.69 噸 純噸数 2,341.52 噸  
近海 船級 NK 載貨重量 6,473.40 噸  
全長 102.71 m 長(垂) 96.00 m 幅(型)  
16.33 m 深(型) 8.40 m 吃水 6.893 m  
満載排水量 8,359.00 噸 ウエル甲板型  
主機 神戸発動機 6 UET<sup>45/75</sup> C 型 ディー  
ゼル機関 1 基 出力 3,230 PS×218 RPM  
燃料消費量 13.84 t/d 航統距離 10,483  
海里 速力 12.86 ノット 貨物倉(ペール)  
7,722.086 m<sup>3</sup> (グレーン) 8,110.671 m<sup>3</sup>  
燃料油倉 569.13 m<sup>3</sup> 清水倉 421.55 m<sup>3</sup>  
乗員 25 名 工期 46-10-1, 46-11-  
17, 46-12-20



あらゆる船舶の高性能化に

# かもめ 可変ピッチプロペラ



- 減速機付 CPR 型
- 米国特許 No. 3395762
- 英国特許 No. 1151279
- 他内外 4 ヶ国特許

運輸省認定製造事業場  
通産省認定輸出貢献企業

船舶用固定ピッチプロペラ・各種可変  
ピッチプロペラ専門製造



かもめプロペラ株式会社

本社 横浜市戸塚区上矢部町 690 TEL (045) 811-2461  
東京事務所: 東京都港区新橋 4-14-2 TEL (03) 431-5438  
434-3939

# レジャー船から超マンモスタンカーまで

素材供給・総合エンジニアリングから一貫体制で建造

新造船ニュース



船尾にヘリポートを設置した96,000トンOBO “ポイント・クリアー”

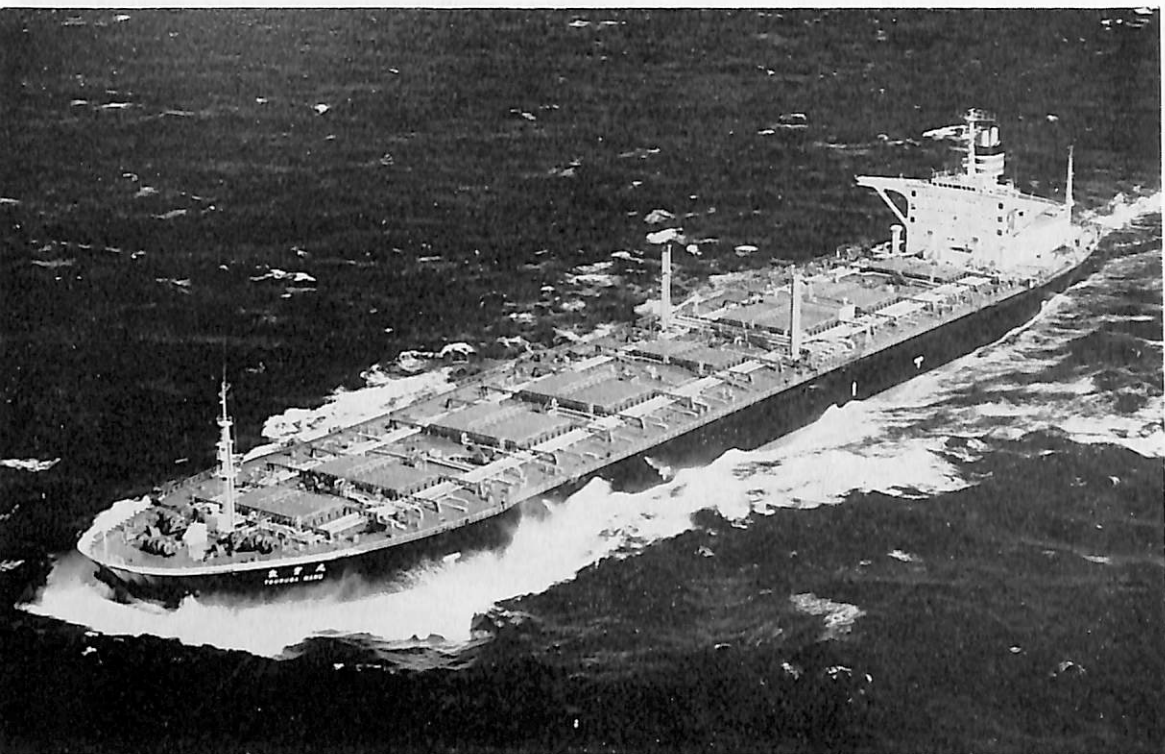
優れた素材供給力をベースに鉄鋼・重工・船舶の  
三部門を一体としたNKKは総合重工業技術で、  
海の活用法を常に新しく書き換えています。



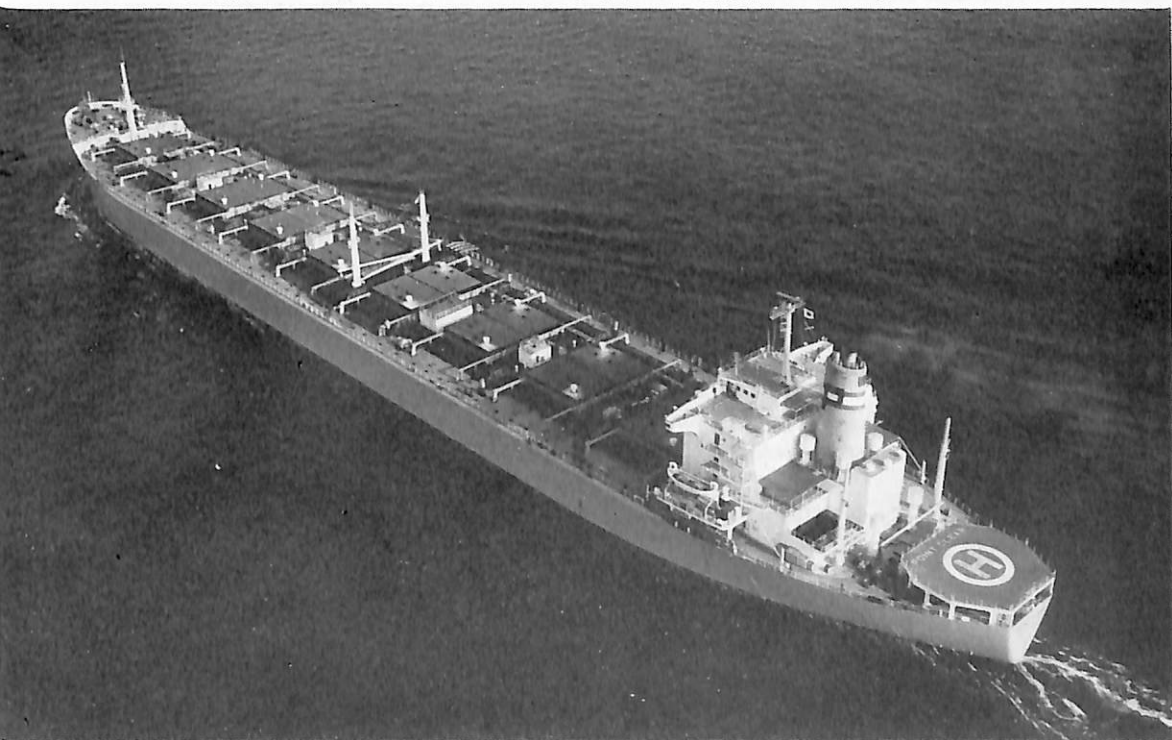
鉄鋼 重工 船舶

**日本鋼管**

船舶本部：東京・大手町 タイムライフビル  
TEL大代表(279) 6111

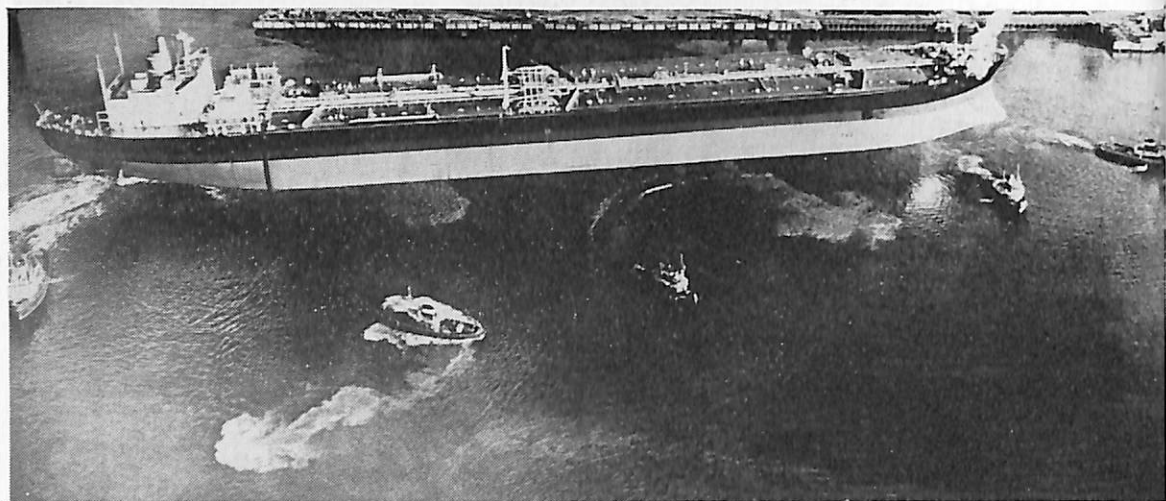


**賀賀丸** (鉍石, 石炭兼油槽船) 船主 日本郵船株式会社 造船所 三菱重工業・横浜造船所  
 総噸数 81,831.34 噸 純噸数 57,774.42 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 142,286 噸 全長 284.15 m 長(垂) 270.00 m  
 幅(型) 45.60 m 深(型) 23.40 m 吃水 16.515 m 滿載排水量 169,670 噸 平甲板船 主機 三菱 10 UEC  
<sup>65</sup>/<sub>180</sub> D 型ディーゼル機関 1 基 出力 22,950 PS×109 RPM 燃料消費量 84.3 t/d 航続距離 29,800 海里 速力  
 15.35 ノット 貨油倉 179,827 m<sup>3</sup> 貨物倉(グリーン) 112,646 m<sup>3</sup> 燃料油倉 7,912 m<sup>3</sup> 清水倉 911 m<sup>3</sup> 乗員 36  
 名(外 2) 工期 46-4-1, (進水) 船尾 46-8-10 船首 46-10-16, (竣工) 46-12-20 設備: イナート  
 ガスシステム, 固定タンククリーニングマシン, 積荷計画および運航用ミニコンピューター



**POINT CLEAR** (鉍石, ばら積兼油槽船) 船主 Primula Compania Naviera S. A. (パナマ)  
 造船所 日本鋼管・鶴見造船所 総噸数 57,102.40 噸 純噸数 45,017.32 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 112,029  
 噸 全長 264.32 m 長(垂) 252.0 m 幅(型) 38.0 m 深(型) 22.4 m 吃水 16.494 m 滿載排水量 132,487 噸  
 船尾楼付平甲板船 主機 住友スルザー 8 RND 90 型ディーゼル機関 1 基 出力 20,000 PS×116 RPM 燃料消費量  
 72.4 t/d 航続距離 20,400 海里 速力 15.75 ノット 貨物倉(グリーン) 126,684 m<sup>3</sup> 貨油倉 769,818 BBL 燃料  
 油倉 4,293 m<sup>3</sup> 清水倉 429.6 t 乗員 48 名 工期 46-6-17, 46-9-29, 47-1-21 設備 ヘリコプターデッキ

# 曳船費を大幅に節減する 第三の推進力——



急増を続ける船腹量——昨今、港湾などにおける混雑状態はひどく、特に巨大船の運航には十分な注意が必要になってきました。

K.M.W.社は、解決策の一助として、“KAMEWAサイドスラスト”を製作しています。この装置は大型船でも容易に右舷、左舷、任意の方向に推力が得られ、曳船費の大幅節減、狭い航路や港湾内での操船性向上、離接岸時間の短縮などに顕著な効果を発揮します。そのた

め第三の推進力として、すでにフェリーボートや客船に装備されていますが、コンテナ船、タンカーなど各種の船にも採用されはじめました。またこの装置のすぐれた性能と経済性は高く評価され、今日まで約900基、600,000馬力の実績をもっています。KAMEWAサイドスラストはKAMEWA可変ピッチプロペラとともに、これからの船舶には欠くことのできない装置となるでしょう。

ライセンスー



## KAMEWA

AB KARLSTADS  
MEKANISKA WERKSTAD  
Kristinehamn • Sweden

ライセンスー



## 三菱重工業株式会社

本社 原動機事業本部 舶用機械課  
東京都千代田区丸の内2-5-1  
〒100 ☎ (03) 212-3111



## チェルベルグ株式会社

KAMEWA部  
東京都港区赤坂3-2-6 赤坂中央ビル  
〒107 ☎ (03) 582-7171





WORLD RAINBOW (LPG 船) 船主 Eleyance Shipping Company S.A (パナマ) 造船所 三菱重工業・横浜造船所 総噸数 36,917.32 噸 純噸数 25,003.26 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 41,724 噸 全長 223.96 m 長(垂) 213.00 m 幅(型) 34.60 m 深(型) 21.40 m 吃水 11.90 m 平甲板船 主機 三菱スルザー 6 RND 60 ディーゼル機関 1 基 出力 14,700 PS×116 RPM 燃料消費量 54.3 t/d 速力 15.65 ノット 貨油タンク 70,247 m<sup>3</sup> 燃料油倉 3,255 m<sup>3</sup> 清水倉 574 m<sup>3</sup> 乗員 35 名 工期 46-2-16, 46-6-26, 47-12-22 特徴 独立タンク方式の LPG タンク 4 箇 蒸発ガスを液化し貨物タンクに戻す再液化装置 4 台, 積荷中に蒸発したガスを陸上に送りこむショアガスコンプレッサー 1 台装備



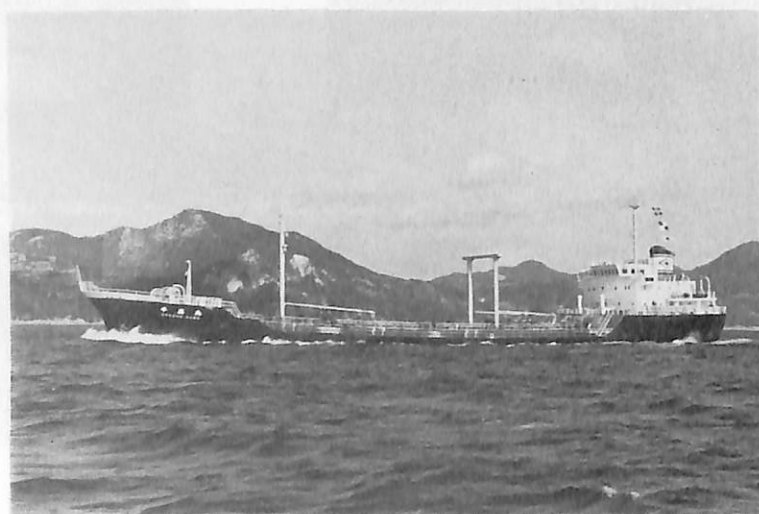
菱 光 丸 (セメント運搬船) 船主 三菱セメント株式会社 造船所 三菱重工業・下関造船所 総噸数 5,328.48 噸 純噸数 3,009.29 噸 沿海 船級 NK 載貨重量 8,858 噸 全長 123.98 m 長(垂) 115.00 m 幅(型) 17.70 m 深(型) 9.20 m 吃水 9.427 m 満載排水量 11,720 噸 凹甲板船 主機 三菱 7 UET<sup>45/75</sup> C 型ディーゼル機関 1 基 出力 3,740 PS×218 RPM 燃料消費量 14 t/d 航続距離 4,000 海里 速力 13.3 ノット 貨物倉(グリーン) 7,117 m<sup>3</sup> 燃料油倉 201.0 m<sup>3</sup> 清水倉 124.0 m<sup>3</sup> 乗員 20 名 工期 46-6-26, 46-10-21, 46-1-21 設備 セメント荷役装置



ら い ん 丸  
(コンテナ船)

船主 大阪商船三井船舶株式  
造船所 三菱重工業・神戸造船

総噸数 51,085.99 噸 純噸数 30,95  
噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 35,54  
全長 261.00 m 長(垂) 245.00 m 幅  
32.20 m 深(型) 24.00 m 吃水 12.  
満載排水量 58,058 噸 平甲板型  
三菱 2 シリンダー クロスコンパウン  
段減速装置付蒸気タービン 2 基  
2×36,000 PS×130 RPM 燃料消  
353 t/d 航続距離 約 19,600 海里  
26.4 ノット コンテナ積載 20' に換  
て 1,836 箇 燃料油倉 12,125.6 m<sup>3</sup>  
倉 252.6 m<sup>3</sup> 乗員 32 名 外 6 名  
45-12-25, 46-6-28, 47-1-



千 昌 丸  
(油槽船)

船主 千代田汽船株式会社  
造船所 今治造船株式会社

総噸数 2,515.94 噸 純噸数 1,585.  
沿海 船級 NK 載貨重量 5,227.  
全長 94.41 m 長(垂) 88.00 m 幅  
14.50 m 深(型) 7.65 m 吃水 6.7  
満載排水量 6,735.00 噸 船首尾梯  
通一層甲板船 主機 ダイハツ 6 D  
26 F 型 ディーゼル機関 2 基  
2×1,105 PS×710 RPM 燃料消  
12,543 t/d 航続距離 5,080 海里  
11.70 ノット 燃料油倉 247.17 m<sup>3</sup>  
倉 157.41 m<sup>3</sup> 乗員 16 名 工期 4  
-28, 46-11-8, 46-12-12

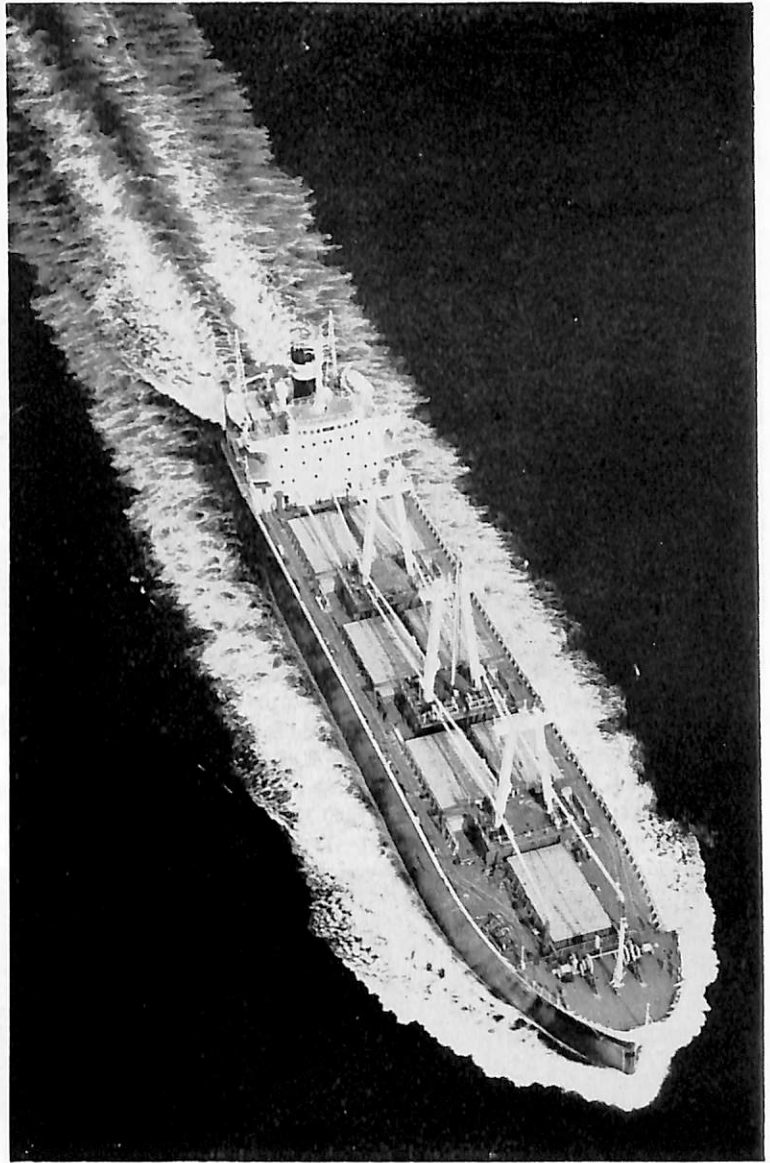
## ARISTARCHOS

(貨物船)

船主 Panfiel Navegacion S. A.  
(パナマ)

造船所 三井造船・藤永田造船所

全長 147.70m 長(垂) 140.00m 幅(型) 22.86m 深(型) 13.00m 吃水 9.30m  
総噸数 11,721.70噸 載貨重量 17,684噸  
艙 貨物倉(ベール) 22,300m<sup>3</sup> (グリーン) 24,750m<sup>3</sup> 速力(試) 18.339ノット  
主機 三井 B&W 7K 62 EF型ディーゼル  
機関 1基 出力(定格) 9,400 PS×114 RPM  
PM (常用) 8,600 PS×140 RPM 船級 LR  
工期 46-8, 46-10, 47-1-18



## 三 鷗 丸

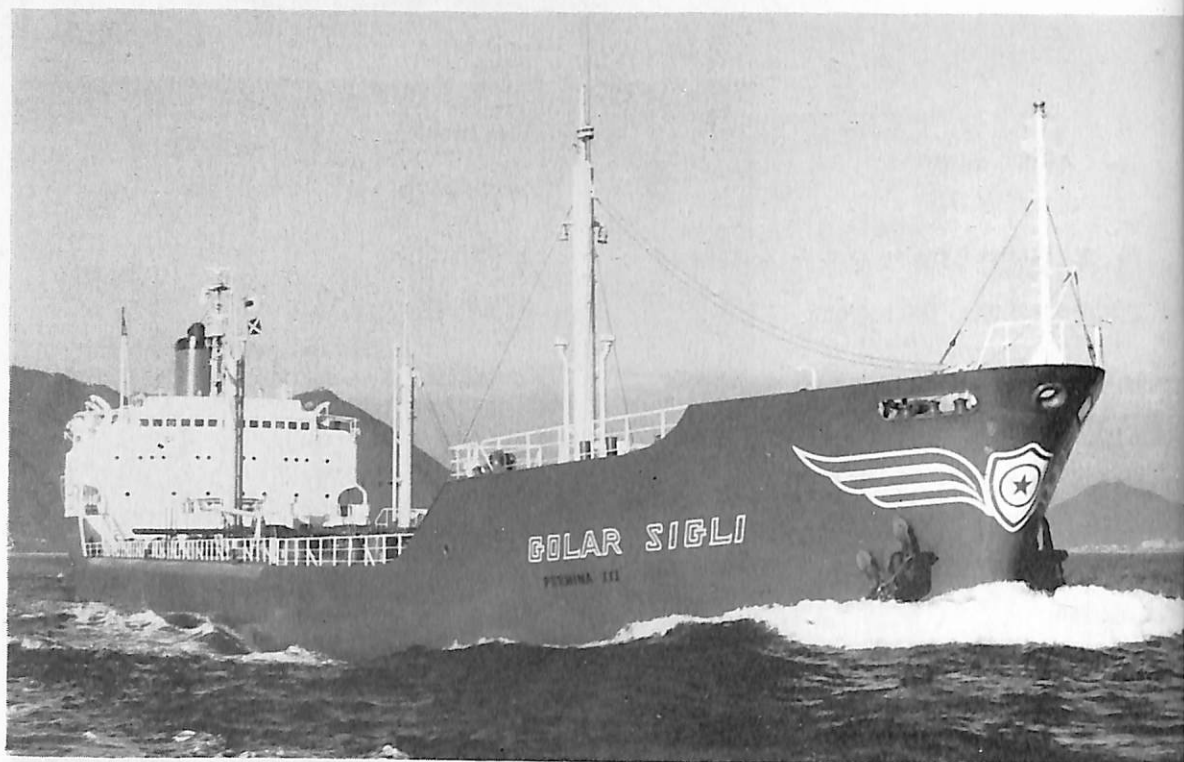
(油槽船)

船主 四日市遠洋漁業株式会社

造船所 三重造船株式会社

総噸数 2,983.59噸 純噸数 1,845.06噸  
船級 NK 載貨重量 5,668.03噸 全長 96.60m 長(垂) 89.60m 幅(型) 15.00m 深(型) 7.95m 吃水 6.994m 満載排水量 7,345.00噸 凹甲板船尾機関型  
主機 神戸発動機 2サイクル単動トランクピストン 6 UET<sup>45/75</sup>C型ディーゼル  
機関 1基 出力 2,850 PS×220 RPM  
速力 13.0ノット 貨油倉 6,981.923m<sup>3</sup>  
燃料油倉 511.85m<sup>3</sup> 清水倉 162.29m<sup>3</sup>  
乗員 22名 工期 46-10-10, 46-11-25, 47-1-8

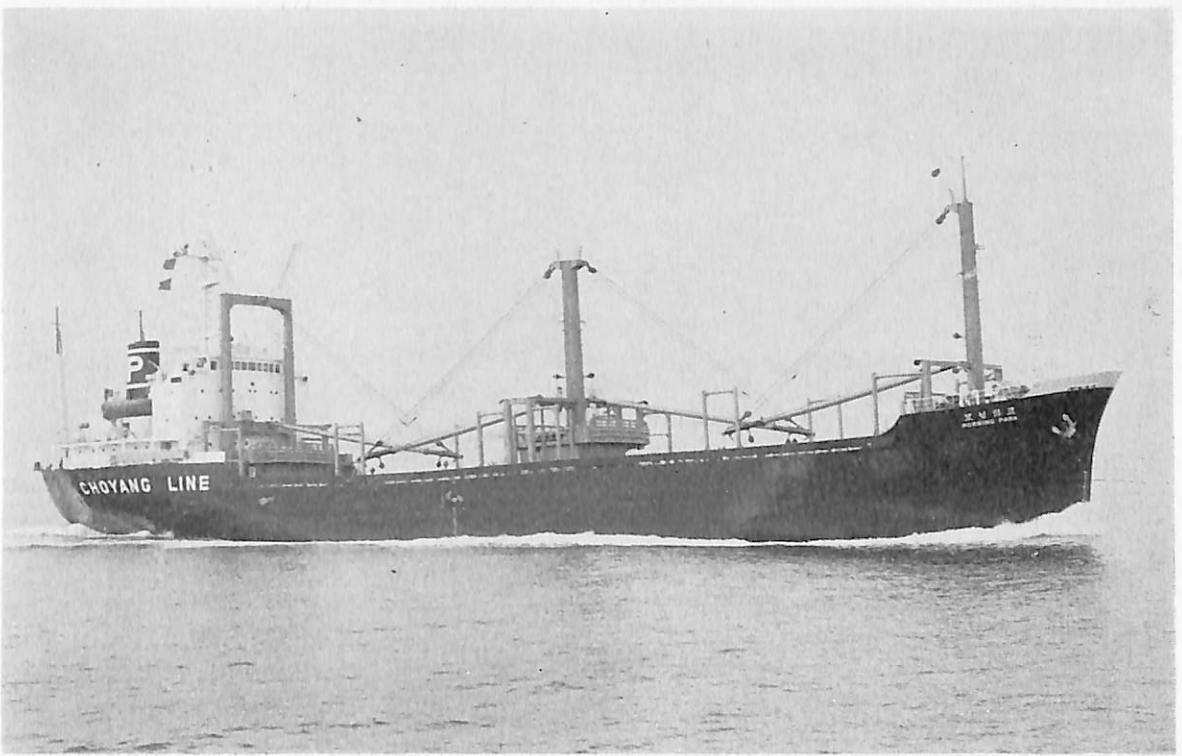




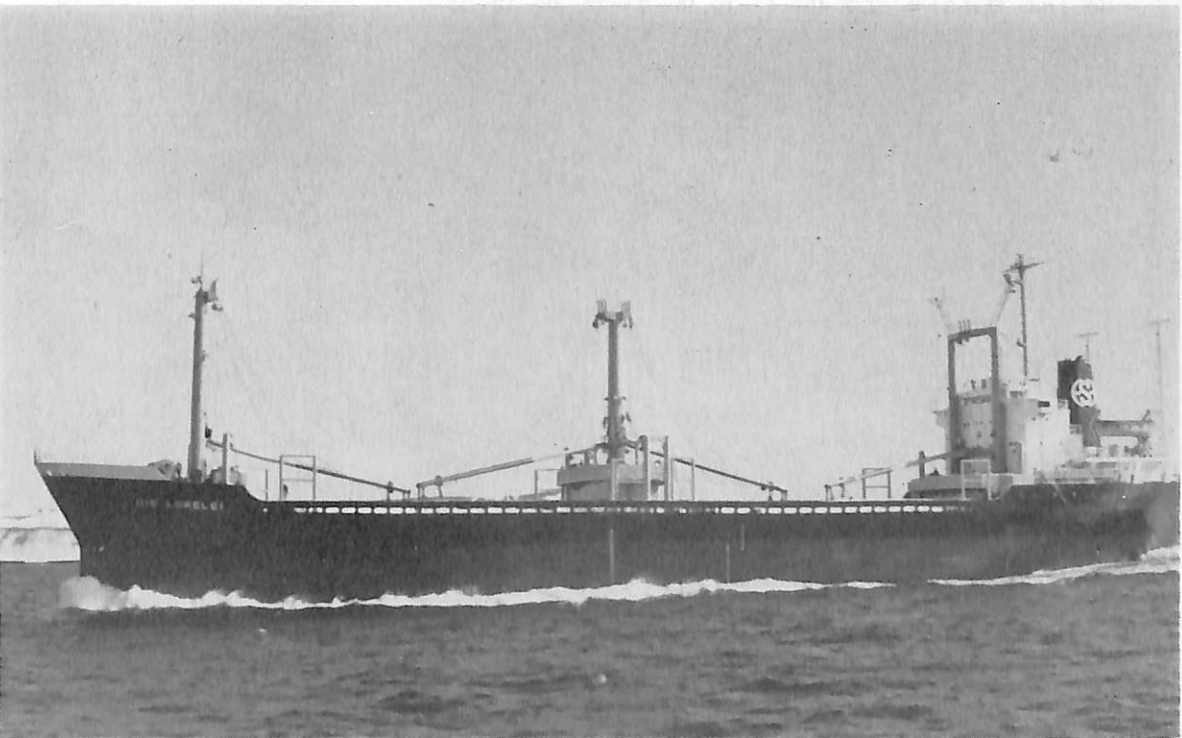
**GOLAR SIGLI** (油槽船) 船主 Inter-Island Tanker Corp. (リベリア) 造船所 瀬戸田造船株式会社  
 総噸数 9,227.67 噸 純噸数 5,502.86 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 15,817 噸 全長 141.24 m 長(垂) 133.00 m  
 幅(型) 20.70 m 深(型) 11.50 m 吃水 8.999 m 満載排水量 19,933 噸 船首尾楼付一層甲板型 主機 日立  
 B&W 6 K 62 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,600 PS×140 RPM 燃料消費量 30 t/d 航続距離 14,300 海里  
 速力 14.5 ノット 貨物倉(グリーン) 19,744.22 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,249.05 m<sup>3</sup> 清水倉 451.43 m<sup>3</sup> 乗員 48 名  
 工期 46-3-15, 46-7-27, 46-11-30 設備 貨物倉内はエポキシ系の特殊塗装



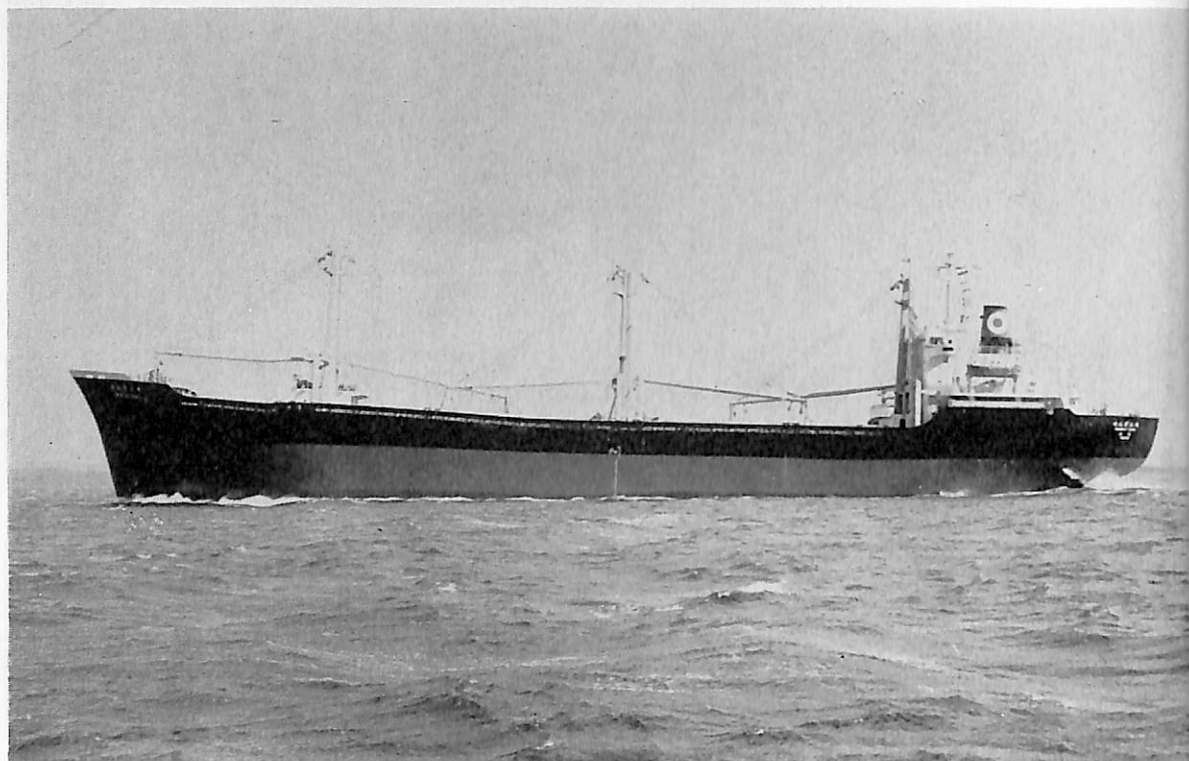
**INDOTANK** (油槽船) 船主 Indotanker Enterprise Inc. (リベリア) 造船所 日立造船・向島工場  
 総噸数 9,227.67 噸 純噸数 5,502.86 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 15,789 噸 全長 141.24 m 長(垂) 133.00 m  
 幅(型) 20.70 m 深(型) 11.50 m 吃水 8.999 m 満載排水量 19,933 噸 一層甲板型 主機 日立 B&W 6 K 62 EF  
 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,600 PS×140 RPM 燃料消費量 約 30 t/d 航続距離 14,300 海里 速力 14.5 ノット  
 貨物倉(ベール) 250.59 m<sup>3</sup> (グリーン) 280.14 m<sup>3</sup> 貨油倉 19,744.22 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,249.05 m<sup>3</sup> 清水  
 倉 451.43 m<sup>3</sup> 乗員 48 名 工期 46-6-25, 46-8-11, 46-12-22



**MORNING PARK** (木材運搬船) 船主 Choyang Shipping Co, Ltd. (韓国) 造船所 株式会社 宇品造船所  
 総噸数 4,051.43 噸 純噸数 2,251.72 噸 遠洋 船級 KR, NK 載貨重量 6,308.4 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 8,952.0 噸 凹甲板船 主機 赤坂鉄工  
 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 11.9 t/d 航続距離 15,600 海里  
 速力 13.6 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 46-8-20, 46-11-2, 46-12-22



**DIE LORELEI** (木材運搬船) 船主 Barbados M.S. (パナマ) 造船所 檜崎造船株式会社  
 総噸数 3,990.06 噸 純噸数 2,712.28 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 6,728.60 噸 全長 106.650 m 長(垂)  
 98.00 m 幅(型) 17.00 m 深(型) 8.500 m 吃水 6.967 m 凹甲板型 主機 赤坂鉄工所 6 UET 45/75 C 型ディー  
 ーゼル機関 1 基 出力 3,230 PS×218 RPM 燃料消費量 15.2 t/d 航続距離 8,298 海里 速力 12.4 ノット  
 貨物倉(ベール) 6,229.19 m<sup>3</sup> (グレーン) 8,705.47 m<sup>3</sup> 燃料油倉 213.24 m<sup>3</sup> 清水倉 213.03 m<sup>3</sup> 乗員 30 名  
 工期 46-7-31, 46-10-16, 47-2-7



**せんだん丸** (ばら積貨物船) 船主 東京海事株式会社 造船所 三菱重工業・下関造船所  
 総噸数 10,122.05 噸 純噸数 6,234.34 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 17,155 噸 全長 148.016 m 長(垂)  
 136.088 m 幅(型) 21.60 m 深(型) 12.20 m 吃水 9.373 m 満載排水量 21,701 噸 凹甲板船 主機 三菱スル  
 ザー 6RD68 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,200 PS×145 RPM 燃料消費量 26.8 t/d 航続距離 20,000 海里  
 速力 14.50 ノット 貨物倉(ペール) 20,263.1 m<sup>3</sup> (グレーン) 20,827.6 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,790.6 m<sup>3</sup> 清水倉  
 402.1 m<sup>3</sup> 乗員 33 名 工期 46-4-6, 46-7-22, 46-12-15



**DORYFOROS** (ばら積貨物船) 船主 Dolphin Marine Corporation (リベリア) 造船所 三井造船  
 ・玉野造船所 全長 182.60 m 長(垂) 174.00 m 幅(型) 25.60 m 深(型) 14.90 m 吃水 11.008 m  
 総噸数 19,162.19 噸 載貨重量 32,785 噸 貨物倉 43,455.9 m<sup>3</sup> 速力(試) 17 ノット 主機 三井 B&W 774  
 -VT 2 BF-160 型ディーゼル機関 1 基 出力(最大) 11,500 PS×119 RPM 船級 AB 工期 46-7, 46-10,  
 47-1-14



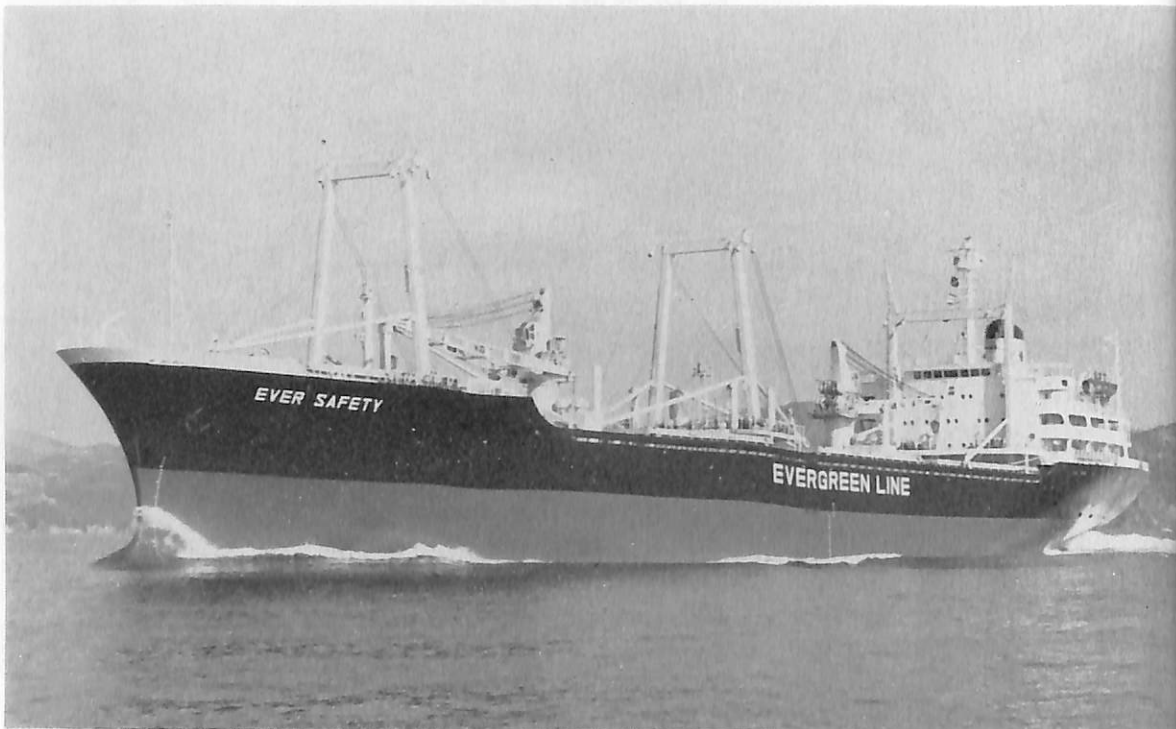
CHU FUJINO (ばら積兼油槽船) 船主 United International Shipping Corporation (リベリア)  
 造船所 三菱重工業・広島造船所 総噸数 58,213.04 噸 純噸数 44,265.00 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量  
 125,759 噸 全長 291.50 m 長(垂) 247.00 m 幅(型) 40.60 m 深(型) 24.00 m 吃水 約 17.572 m 満載排水  
 量 148,453 噸 平甲板型 主機 三菱スルザー 8RND 90 型ディーゼル機関 1 基 出力 20,000 PS×116 RPM  
 燃料消費量 約 72.0 t/d 航続距離 27,000 海里 速力 15.4 ノット 貨物倉(グレーン) 140,962.9 m<sup>3</sup> 貨油倉  
 139,676.4 m<sup>3</sup> 燃料油倉 5,719.4 m<sup>3</sup> 清水倉 567.2 m<sup>3</sup> 乗員 46 名 (外 4 名) 工期 46-4-27, 46-9-8,  
 46-12-16



PONTOPORIA (ばら, 油兼用船) 船主 Pax Steamship Co. (パナマ) 造船所 日立造船・因島工場  
 総噸数 80,194.32 噸 純噸数 67,815 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 152,922 噸 全長 300.50 m 長(垂) 288.00 m  
 幅(型) 44.20 m 深(型) 23.00 m 吃水 17.146 m 満載排水量 178,687 噸 平甲板船 主機 日立 B&W 10 K 84  
 EF-180 型ディーゼル機関 1 基 出力 22,700 PS×110 RPM 燃料消費量 85.6 t/d 航続距離 22,600 海里 速力  
 15.0 ノット 貨物倉 89,953.04 m<sup>3</sup> 貨油倉 198,782.92 m<sup>3</sup> 燃料油倉 5,774.14 m<sup>3</sup> 清水倉 575.52 m<sup>3</sup> 乗員  
 45 名 工期 46-4-28, 46-8-23, 46-12-22

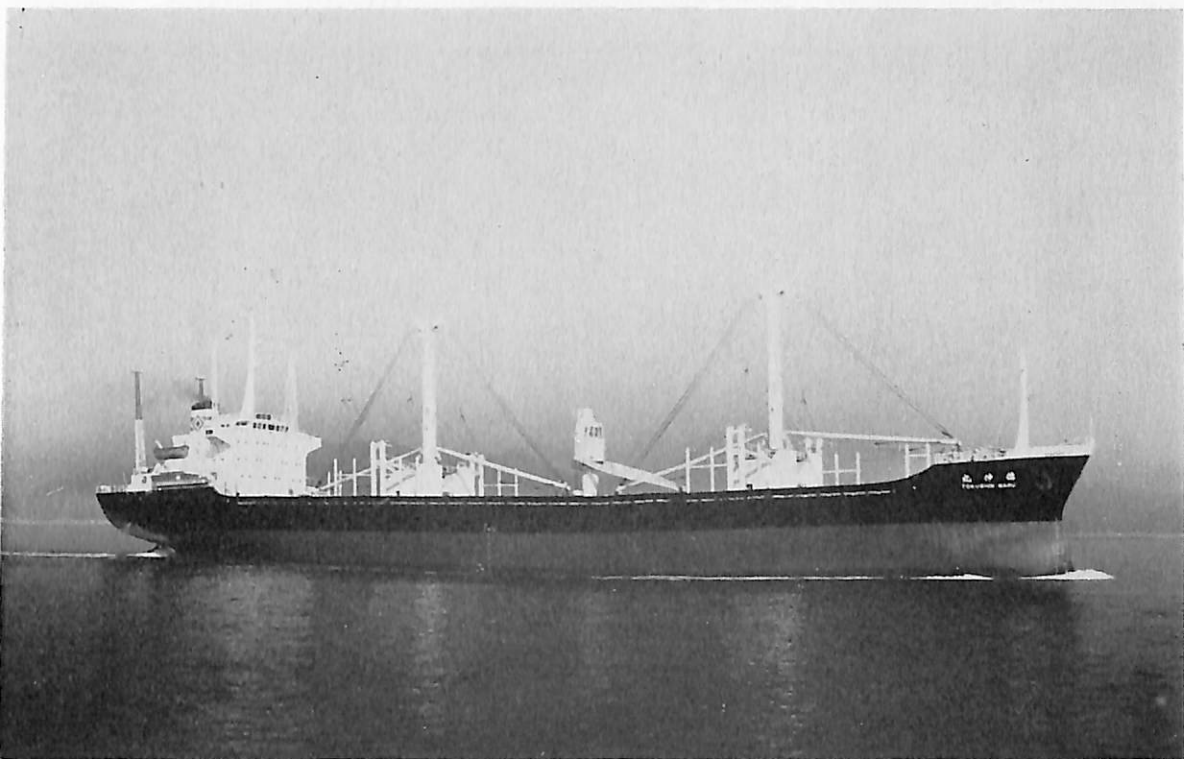


GRAND ENTERPRISE (ばら積貨物船) 船主 Chiyuan Navigation Inc. (リベリア) 造船所 株式会社  
 名村造船所 総噸数 15,632.74 噸 純噸数 10,554 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 26,622 噸 全長 178.03 m  
 長(垂) 167.00 m 幅(型) 22.90 m 深(型) 14.50 m 吃水 10.404 m 満載排水量 33,493 噸 船首尾楼付平甲板船  
 主機 三菱スルザー 7 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 9,820 PS×142 RPM 燃料消費量 37.2 t/d 航続距離  
 16,200 海里 速力 15 ノット 貨物倉(ベール) 32,552 m<sup>3</sup> (グリーン) 34,202 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,715.9 m<sup>3</sup> 清水倉  
 161.0 m<sup>3</sup> 乗員 45 名 工期 46-7-21, 46-10-21, 47-1-26

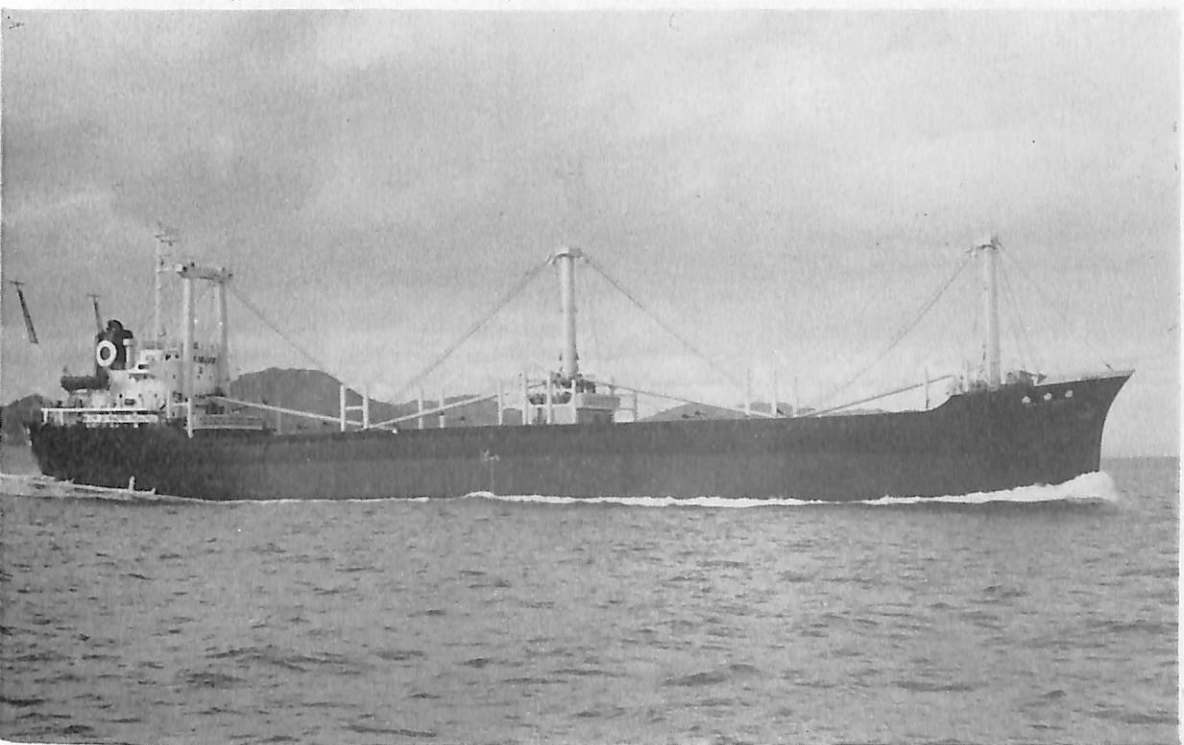


EVER SAFETY (貨物船) 船主 Chang An Marine Corporation (台湾) 造船所 林兼造船・長崎造船所  
 総噸数 10,442.15 m<sup>3</sup> 純噸数 6,535.33 噸 遠洋 船級 CR, LR 載貨重量 15,276.46 噸 全長 151.70 m 長(垂)  
 141.00 m 幅(型) 21.80 m 深(型) 12.00 m 吃水 9.041 m 満載排水量 20,804.60 噸 凹甲板船尾機関型 主機  
 三井 B&W 7 K 62 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,600 PS×140.0 RPM 燃料消費量 156 g/ps/h 航続距離  
 17,000 海里 速力 16.00 ノット 貨物倉(ベール) 20,397.12 m<sup>3</sup> (グリーン) 21,496.96 m<sup>3</sup> 燃料油倉  
 1,916.87 m<sup>3</sup> 清水倉 203.66 m<sup>3</sup> 乗員 42 名 工期 46-9-10, 46-11-5, 47-1-31

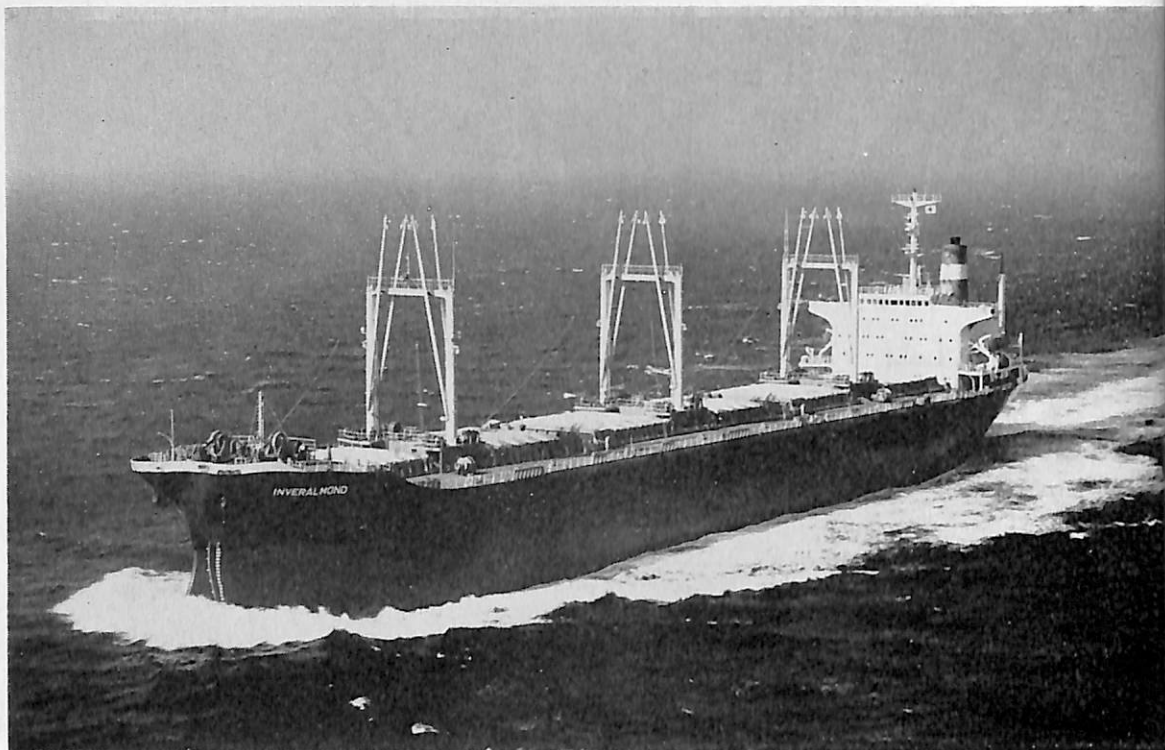




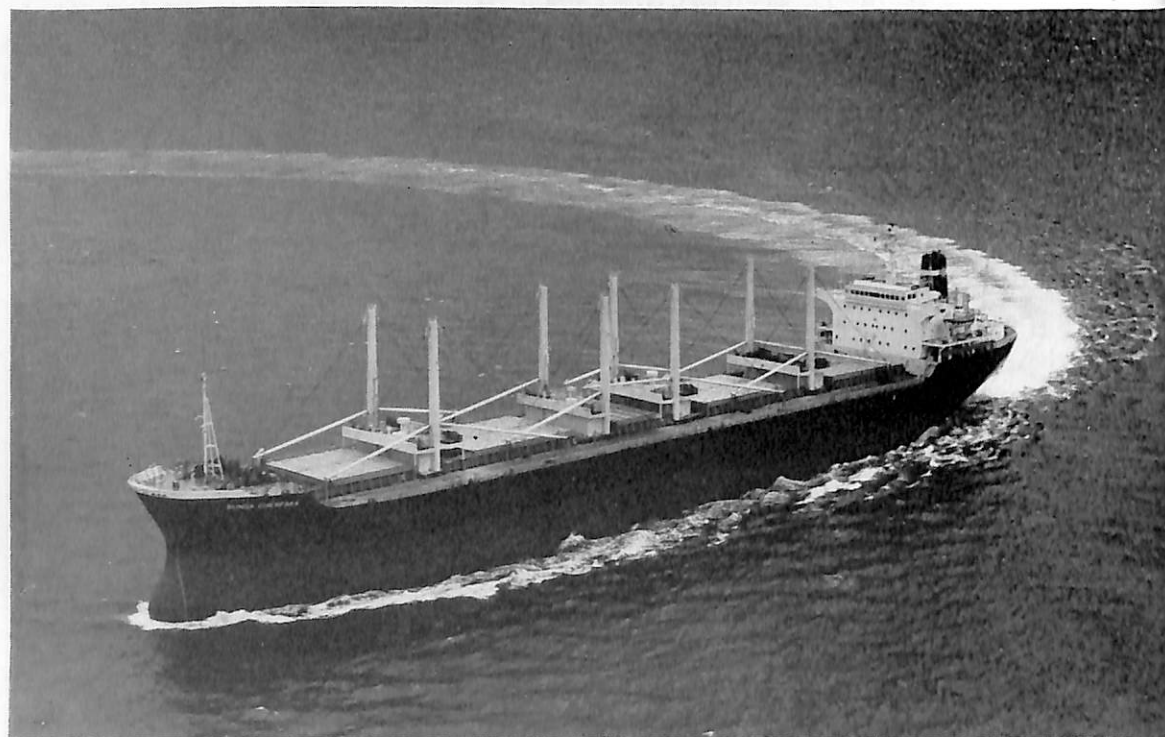
徳伸丸 (貨物船) 船主 丸紅株式会社 造船所 株式会社 新山本造船所高知造船所  
 総噸数 10,194.89噸 純噸数 6,684.85噸 遠洋 船級 NK 全長 146.40 m 長(垂) 136.00 m 幅(型) 22.60 m  
 深(型) 12.10 m 吃水 8.947 m 満載排水量 21,635.00 噸 凹甲板船 主機 赤坂鉄工所 8 UEC<sup>52/105</sup>D 型  
 ディーゼル機関 1 基 出力 6,800 PS×166 RPM 燃料消費量 149 g/ps/h 航続距離 14,000 海里 速力 14.30 ノット  
 貨物倉(ベール) 20,343.42 m<sup>3</sup> (グレーン) 21,353.27 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,454.78 m<sup>3</sup> 清水倉 896.01 m<sup>3</sup>  
 乗員 30 名 工期 46-9-12, 46-11-22, 47-1-29



住宝丸 (貨物船) 船主 大河内海運株式会社 造船所 今治造船株式会社  
 総噸数 4,998.85噸 純噸数 3,654.83噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 9,860.38 噸 全長 124.30 m 長(垂)  
 117.00 m 幅(型) 19.50 m 深(型) 9.75 m 吃水 7.500 m ウェル甲板型 主機 神戸発動機 UEC<sup>52/105</sup>D 型  
 ディーゼル機関 1 基 出力 5,580 PS×169 RPM 燃料消費量 23.151 t/d 航続距離 10,025 海里 速力 13.82  
 ノット 貨物倉(ベール) 12,490.95 m<sup>3</sup> (グレーン) 13,241.96 m<sup>3</sup> 燃料油倉 846.30 m<sup>3</sup> 清水倉 529.39 m<sup>3</sup>  
 乗員 27 名 工期 46-8-2, 46-11-14, 46-12-17



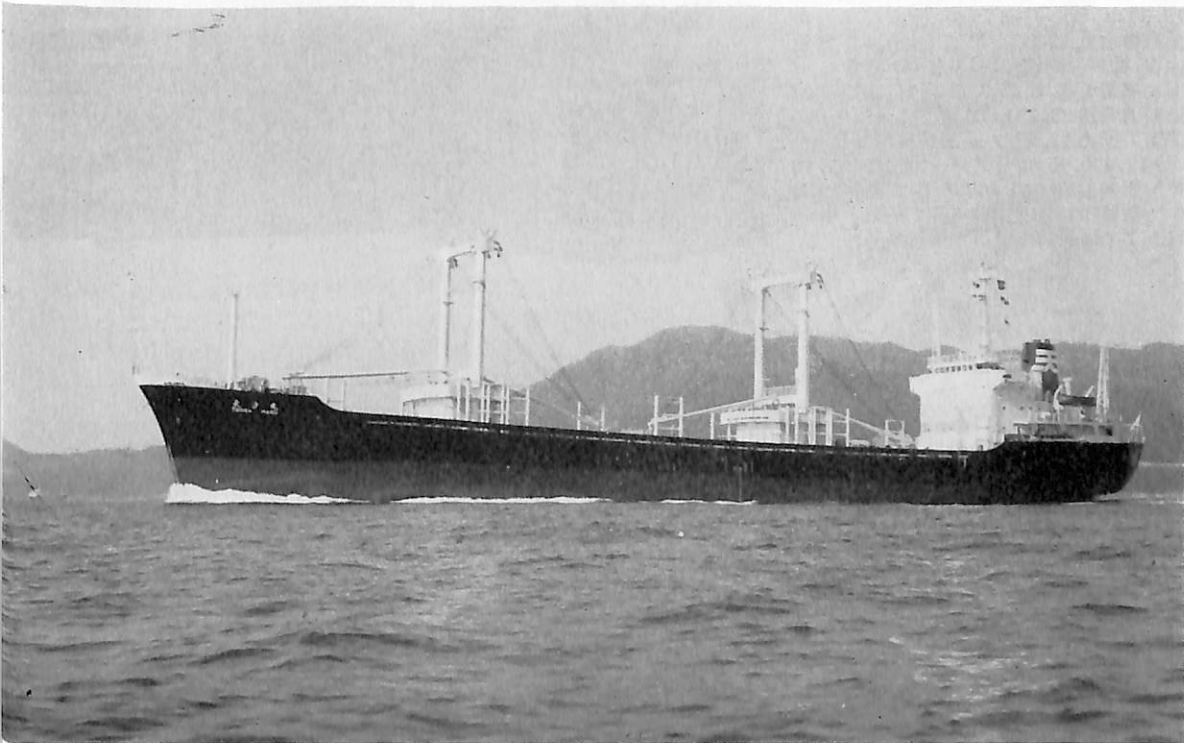
INVERALMOND (ばら積貨物船) 船主 Christian Salvesen Limited Edinburgh (イギリス) 造船所 住友重機械・浦賀造船所 長(垂) 184.00 m 幅(型) 29.40 m 深(型) 16.20 m 吃水 11.437 m 総噸数 24,615.22 噸 載貨重量 41,211 噸 速力(航海) 14.5 ノット 主機 住友スルザー 6 RND 76 型ディーゼル 機関 1 基 出力 12,000 PS×122 RPM 船級 LR 工期 46-7-9, 46-10-5, 47-1-18



BUNGA CHEMPAKA (ばら積貨物船) 船主 Malaysian International Shipping Corp. Berhad (マレーシア) 造船所 株式会社 大阪造船所 総噸数 20,759.28 噸 純噸数 13,866.47 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 34,201 噸 全長 185.500 m 長(垂) 175.000 m 幅(型) 26.000 m 深(型) 15.500 m 吃水 11.151 m 満載排水量 41,748 噸 凹甲板船 主機 三菱スルザー 7 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,395 PS×144.8 RFM 燃料消費料 41.9 t/d 航続距離 約 16,460 海里 速力 14.6 ノット 貨物倉(ボール) 41,242 m<sup>3</sup> (グリーン) 44,735 m<sup>3</sup> 燃料油倉 2,164.9 m<sup>3</sup> 清水倉 432.4 m<sup>3</sup> 乗員 47 名 工期 46-8-24, 46-11-12, 47-1-25



**美 穂 丸** (自動車兼ばら積運搬船) 船主 昭和海運株式会社 造船所 株式会社 金指造船所  
 総噸数 18,151.42 噸 純噸数 10,933.72 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 27,833 噸 全長 179.01 m 長(垂)  
 168.00 m 幅(型) 25.40 m 深(型) 15.00 m 吃水 10.90 m 滿載排水量 36,521 噸 凹甲板型 主機 三井 B&  
 W DE 6 K 74 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 9,860 PS×117.5 RPM 燃料消費量 38.4 t/d 航続距離 13,000  
 海里 速力 15.33 ノット 貨物倉(ベール) 31,288.96 m<sup>3</sup> (グリーン) 32,401.07 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,735.26 m<sup>3</sup>  
 清水倉 907.31 m<sup>3</sup> 乗員 32 名 船主 2 名 工期 46-6-21, 46-10-4, 47-1-25 MO 取得船 設備 カー  
 エレベーター 5 台, B&V カーデッキ



**天 沙 丸** (木材兼ばら積貨物船) 船主 三井物産株式会社 造船所 常石造船株式会社  
 総噸数 5,958.40 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 9,516 噸 全長 127.96 m 長(垂) 119.00 m 幅(型) 18.30 m  
 深(型) 9.50 m 吃水 7.531 m 滿載排水量 12,527 噸 船首尾楼付凹甲板型 主機 神戸発動機 8 UET<sup>45/60</sup> D 型  
 ディーゼル機関 1 基 出力 4,925 PS×218 RPM 燃料消費量 19.2 t/d 航続距離 12,200 海里 速力 13.7 ノット  
 貨物倉(ベール) 11,704.5 m<sup>3</sup> (グリーン) 12,276.8 m<sup>3</sup> 燃料油倉 929.3 m<sup>3</sup> 清水倉 778.1 m<sup>3</sup> 乗員 30  
 名(予備 4 含む) 工期 46-6-28, 46-8-25, 46-11-23

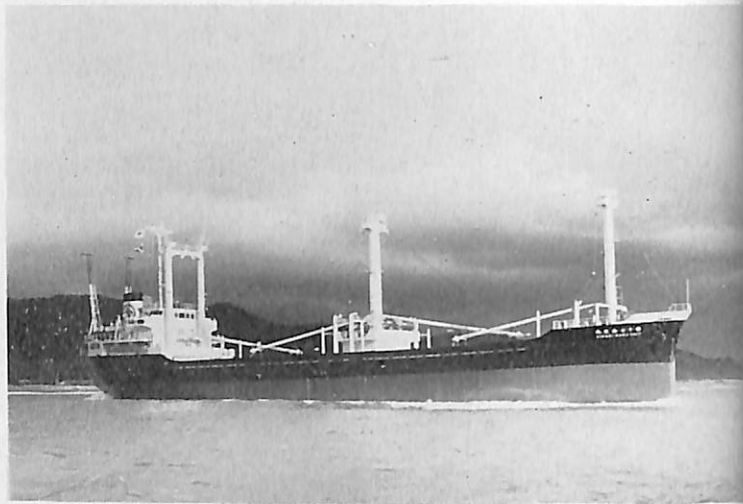
### 第十七金生丸

(貨物船)

船主 金尾汽船株式会社

造船所 株式会社 新山本造所高知  
造船所

総噸数 3,316.81 噸 純噸数 2,152.92 噸  
近海 船級 NK 載貨重量 6,218.16 噸  
全長 101.42 m 長(垂) 96.00 m 幅(型)  
16.30 m 深(型) 8.15 m 吃水 6.512 m  
満載排水量 7,946.00 噸 凹甲板船 主機  
赤坂鉄工所 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 146.09 g/PS/hr 航続距離 11,000  
海里 速力 12.50 ノット 貨物倉(ペール)  
6,998.97 m<sup>3</sup> (グレーン) 7,500.15 m<sup>3</sup>  
燃料油倉 1,444.19 m<sup>3</sup> 清水倉 115.93 m<sup>3</sup>  
乗員 25 名 工期 46-7-27, 46-11-  
-14, 47-1-19



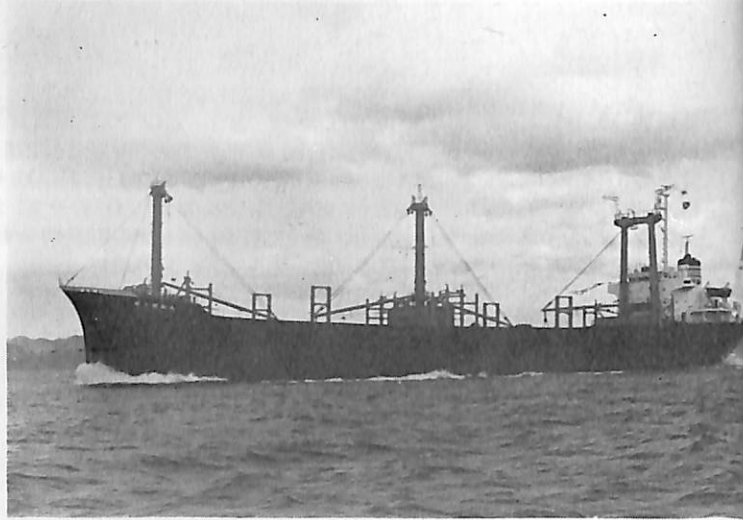
### 第八協和丸

(貨物船)

船主 協和汽船株式会社

造船所 今治造船株式会社

総噸数 4,999.09 噸 純噸数 3,658.35 噸  
近海 船級 NK 載貨重量 9,837.27 噸  
全長 124.30 m 長(垂) 117.00 m 幅(型)  
19.50 m 深(型) 9.75 m 吃水 7.500 m  
満載排水量 12,900.00 噸 ウェル甲板船  
主機 神戸発動機 UEC 54/105 D 型 ディー  
ゼル機関 1 基 出力 5,580 PS×169RPM  
燃料消費量 23.151 t/d 航続距離 10,056  
海里 速力 13.83 ノット 貨物倉(ペール)  
12,490.95 m<sup>3</sup> (グレーン) 12,241.96  
m<sup>3</sup> 燃料油倉 946.80 m<sup>3</sup> 清水倉 529.39  
m<sup>3</sup> 乗員 28 名 工期 46-7-11, 46-  
11-2, 46-12-7



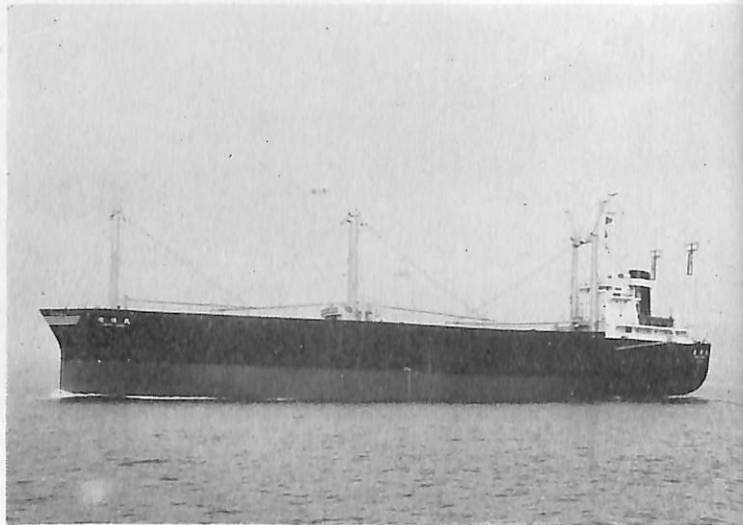
### 近洋丸

(貨物船)

船主 近藤海運株式会社

造船所 波止浜造船株式会社

総噸数 2,906.00 噸 純噸数 2,059.15 噸  
近海 船級 NK 載貨重量 6,932.60 噸  
全長 105.315 m 長(垂) 98.00 m 幅(型)  
17.20 m 深(型) 7.80 m 吃水 7.345 m  
満載排水量 9,498.53 噸 全通船楼型 主機  
日立 B&W 豎単動 2 サイクルクロス  
ヘッド型 ディーゼル機関 1 基 出力 3,720  
PS×220 RPM 燃料消費量 15.8 t/d  
航続距離 11,800 海里 速力 13.4 ノット  
貨物倉(ペール) 13,080.8 m<sup>3</sup> (グレー  
ン) 14,156.5 m<sup>3</sup> 清水倉 126.39 m<sup>3</sup> 燃  
料油倉 663.09 m<sup>3</sup> 乗員 25 名 工期  
46-9-9, 46-10-6, 46-11-16



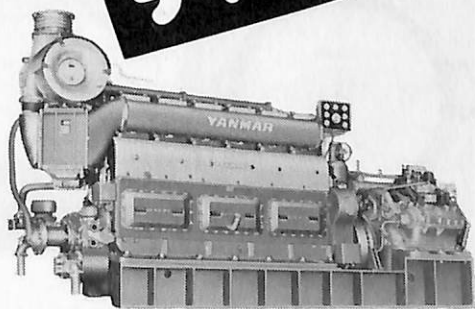


港から港へ

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〉

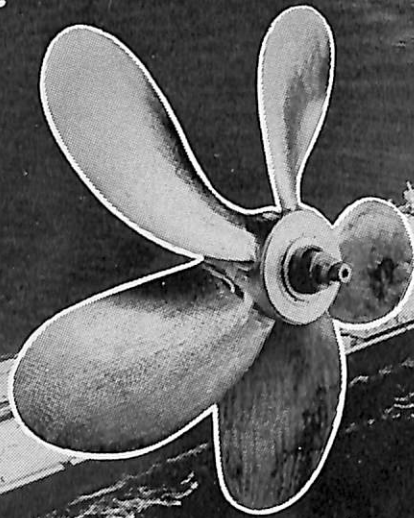


ヤンマーディーゼル株式会社

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

# 世界に躍進する! プロペラ

プロペラ専門メーカーとして  
創業50年の歴史を有し輸  
出第一位と通産省より  
輸出貢献企業の認定を  
受けております。



最大製作能力  
直径 9.5 m  
重量 60 t

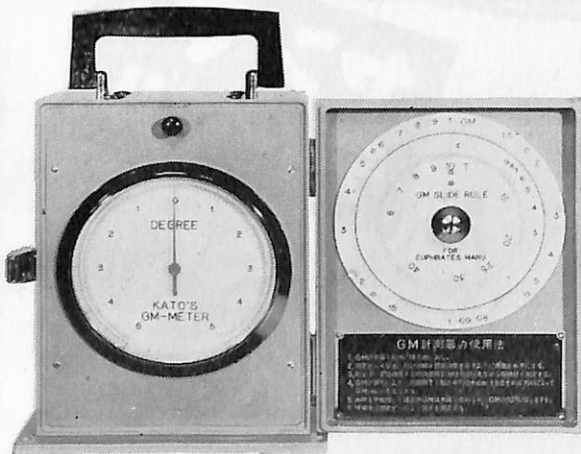
## ナカシマプロペラ株式会社

本社・工場 岡山市上道北方688-1 電話(0862)79-2205(代)〒709-08  
デレックス 5922-320  
東京営業所 東京都中央区八丁堀1-6-1協栄ビル 電話(03)553-3461(代) 〒104  
デレックス 252-2791  
大阪営業所 大阪市西区鞆本町2-107新興産ビル 電話(06)541-7514-5 〒550  
デレックス 525-6246

あなたの安全を保証する

# GMメーター

特許：加藤式GMメーター  
東大名誉教授 加藤弘先生 御発明



- 船に積荷をするとき、常に重心の位置を測定できるので正しい位置に積荷をする判断ができる。
- 遊覧船、小型客船に大勢の人が乗るとき、科学的に安全な配置を指示することができる。



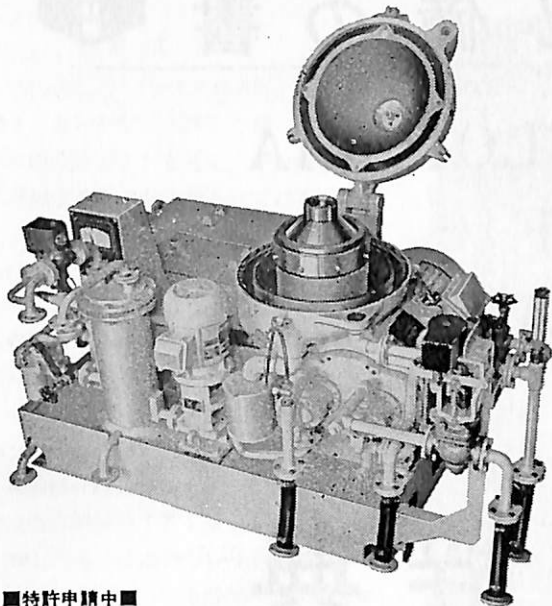
株式会社 石原製作所

全国の船舶関係商社又は有名  
船具店に御問合せ下さい。

東京都練馬区中村3-18 〒176 TEL999-2161(代)  
電略「トウキョウシャクジイ」イシハラセイサクショ  
TELEGRAMS: KK/ISHIHARASS/TOKYO

ノーマンで油の清浄!!

完全連続スラッジ排出形  
舶用油清浄機



■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

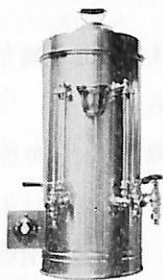
**巴工業株式会社**

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)

## YKK型船舶厨房調理機器

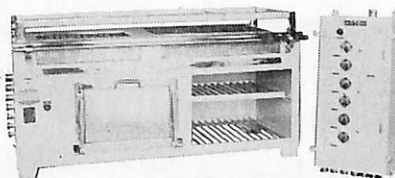
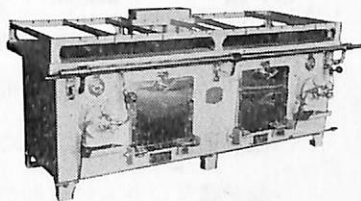
堅牢性、経済性、効率性、安全性抜群。高い信頼納期業界最短、即納主義

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・水漉器・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・電気式オーブン・パン醗酵器  
電気式魚焼器・スープボイラー・ディスプレイ  
食器洗浄機・堅型蒸気炊飯器・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

## THE CYCLOPEDIA OF NAVIGATION

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

A 5 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
- 附録：天測暦、基本雲形、露点表、ビューフォート風力階級表、世界主要航路地図(色刷)、海図図式、モールス符号、手旗信号、航海技術年表等
- 口絵：アート紙色刷(文字旗、世界煙突マーク)
- 航海術の基本として、地文航法、天文航法、電波航法の理論を紹介し、特殊な航海計器や海象・気象の準拠すべき事項を取上げてある。
- 航海運用には、ぎ装・整備・操船・載貨を具体的に取上げて、原理と実際上の知識を盛り、さらに造船の基礎を揚げて根本から応用し得るように工夫してある。
- 機関関係には、内燃機関・タービンの主機をはじめ、補機電気関係はもちろん、その自動化の問題に及び、ボイラや推進軸系には小部門を特設して、運転上のあらゆる場合に対処し得る項目が選ばれている。
- 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



# LNG 船

## (LNG 船の概要, その1 (1))

恵 美 洋 彦\*  
會 根 紘\*\*

### まえがき

1969年「ポーラアラスカ号」によつて始まったわが国のLNGの輸入は、1975年には300万トンを越え、その後もさらに増加するものと予想されている。

このような情勢に対応してLNG船の建造および運航に関し、外国に一步遅れをとったわが国でも、造船所および船主によるLNG船の開発研究は着着と進められている。

一方、LNG等の液化ガスの海上輸送の増加に関連してIMCO(政府間国際海事機構)は、ガスキャリアーに対する統一規則制定の作業を開始した。

NKでも、昨年6月「LNG船規準」を制定し、引続いて規則化の作業を進めており、また、国際規則制定の動きに対応して、運輸省、日本造船研究協会、船主、造船所と協力してわが国の提案または意見を提出する準備を整えた。(規則に関する重要な問題点についてはすでに提案を行なった。)

筆者らは、NKで液化ガスタンク船に関する規則立案、設計審査等の仕事を担当しているが、これに関連して現存のLNG船の実船例、諸規則、問題点等の調査を行なった。以下、LNG船の概要について紹介し、参考に供したいと考える。

なお、LNG船に関しては、その詳細を④扱いとする例が多く、我々が設計審査にあたって得た情報は、外部に洩らすことを固く禁じられている。したがって、紹介する事項は、全て公表された資料に基づいたもので、その内容の精粗あるいは内容に関し舌たらずの点があることをあらかじめおことわりしておく。

\*、\*\* 日本海事協会船体部

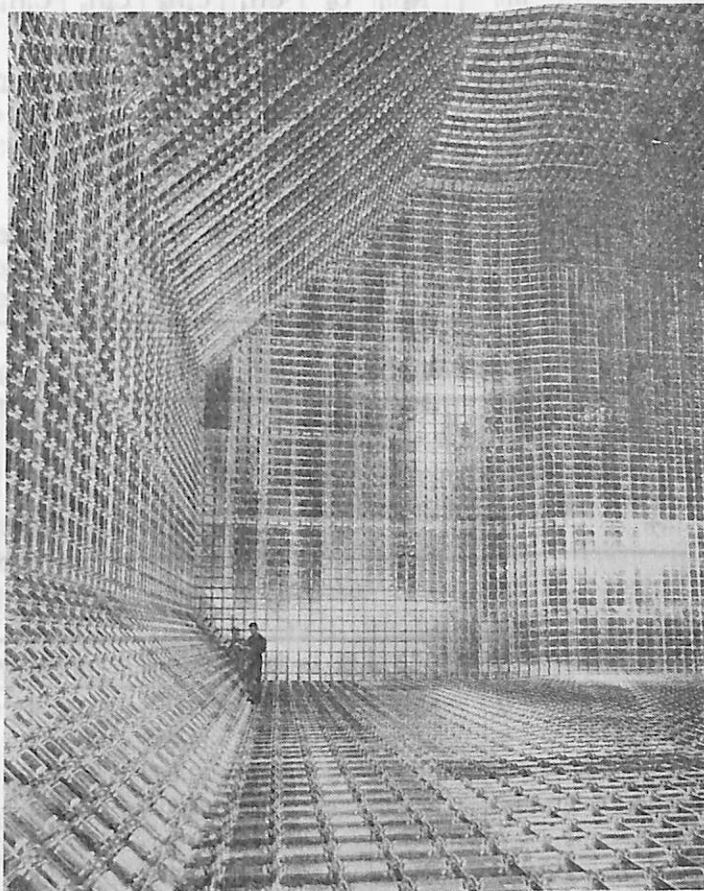


図1.1 コンチオーシャン式メンブレン LNG船デカルト号タンク内部(テクニガス社発行のパンフレットによる)

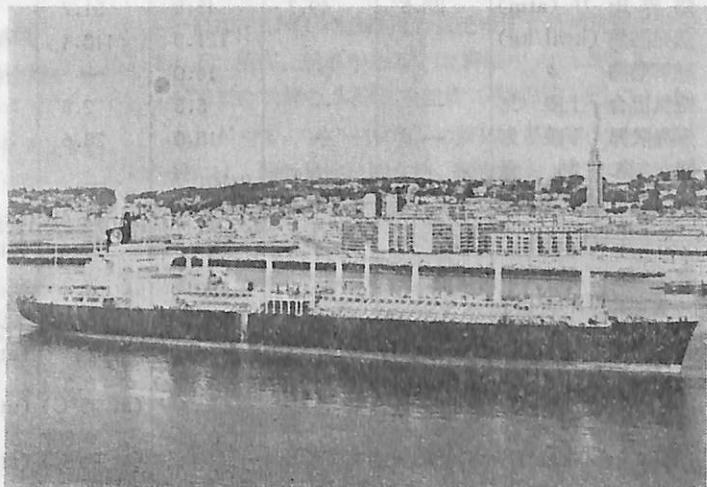


図1.2 Descartes, 50,000 cbm methane carrier put into service in October 1971. (テクニガス社発行のパンフレットによる)

表 1.1 天然ガス, LNG の組成例

(a) 天然ガス組成例 (Vol %)

ガ ス 田	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> <sup>+</sup>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	He
ア ラ ス カ	0.5		99.3	0.2						>1ppm	
アルジェリア	5.5		79.5	7.5	2.5	5.0					
ボルネオ			90.2	4.8	2.5	1.4	0.1		0.5		
フランス・ラック	0.4		69.3	3.1	1.1	1.3			9.6	15.2	0.03
オランダ・グロニンゲン	14.5	0.1	81.5	3.2					0.8		0.58
テキサス	15.5		71.5	7.0	4.4	1.0	0.1				
イタリア			74.6	8.3	4.7	2.8	1.4	7.6	0.7		
新 潟			96.4	2.4	0.4	0.3	0.1		0.4		

(b) LNG 組成例 (Vol %)

産 地	基 地	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> <sup>+</sup>
アルジェリア	キャンベイ(英)	0.3		86.1	9.7	2.7	1.0	
アルジェリア	ルアーブル(仏)	0.7		87.5	8.3	2.4	0.9	0.1
アラスカ	根 岸	0.3		99.6	0.1			

表 1.2 各種ガス物性表

	窒 素	酸 素	メ タ ン	エ チ レ ン	エ タ ン	プ ロ バ ン	イ ン ブ タ ン	正 ブ タ ン
分 子 式	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
分 子 量	28.02	32	16.04	28.05	30.07	44.09	58.12	58.12
分 子 容			22.36	—	—	21.82	21.77	21.49
融 点 °C (1 atm)			-182.5	-169.5	-172.0	-187.7	-159.6	-138.3
沸 点 °C	-196	-183	-161.5	-103.9	-88.6	-42.2	-11.7	-0.5
液 体 比 重	0.81	1.18	0.425	0.564	—	0.580	0.562	0.605
ガ ス 比 重 (空 気 = 1)			0.554	0.975	—	1.522	2.006	2.006
臨 界 温 度 (°C)	-147	-119	-82.1	9.2	32.3	96.8	135.0	152.0
臨 界 圧 力 (atm)	33.5	49.7	45.8	51.7	49.8	42.0	36.0	37.5
蒸 発 潜 熱 (kcal/kg)			121.8	113.4	116.9	101.7	87.5	92.1
融 解 潜 熱 (kcal/kg)			14.0	—	—	19.1	—	18.0
空 気 混 合 上 限 %	—	—	5.5	2.8	3.22	2.1	1.8	1.8
爆 発 限 界 下 限 %	—	—	15.0	28.6	12.45	9.5	8.4	8.4
総 発 熱 量 (kcal/Nm <sup>3</sup> )	—	—	9,501	—	—	23,676	30,599	30,684
〃 (kcal/kg)	—	—	13,271	12,022	12,399 (at 25°C)	12,037	11,800	11,834
真 発 熱 量 (kcal/Nm <sup>3</sup> )	—	—	8,550	—	—	22,350	29,050	29,510
〃 (kcal/kg)	—	—	11,950	11,272	11,350 (at 25°C)	11,080	10,900	10,930
ガ ス 比 熱 (CP kcal/kg °C)			0.2929	0.374 (at 25°C)	0.422 (at 25°C)	0.2159	0.2151	0.2171
〃 (CV kcal/kg °C)			0.224	0.307 (at 25°C)	0.356 (at 25°C)	0.191	0.196	0.198
〃 (CP/CV)	1.405	1.396	1.307	—	—	1.131	1.097	1.096

液体比熱 (kcal/kg °C)			0.83 (-162°C)	0.57	—	0.60 (-42°C)	0.549 (0°C)	0.57 (0°C)
蒸気圧 kg/cm <sup>2</sup> (3.77°C)			—	—	—	13.4	5.1	3.6
燃焼必要空気量 (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	—	—	9.55	14.32	—	23.87	30.03	31.03

## 1. LNG 船の特長

### 1.1 LNG の性質

天然ガスを精製冷却して液化したものを液化天然ガス (LNG) という。主成分が、メタンであることから、LMG と称されることもあるが、産地によってその組成は多少異なる。

LNG は、高カロリーかつ、液化過程で精製されることから無公害エネルギー源として脚光を浴びているのは、衆知のとおりである。

表 1.1, 1.2 に各種ガスの性質等を示す。

これらの表から明らかのように、LNG は超低温であること (大気圧のもとで約 -160°C) および気化すると約 600 倍の引火性ガスになることの 2 点が、特にその安全な貯蔵輸送上配慮すべき点である。

なお、LNG の諸性質については、後に詳述する予定である。

### 1.2 LNG 船に関する特殊な問題点

前述したような LNG の特性および新しい構造形式の採用に関連して、LNG の安全な輸送を考慮する際従来の一般船舶と異なった新しい問題点が生じる。特に重要な点は、LNG の特性による船体過冷却あるいは引火爆発の二次的事故を考慮しなければならないことである。次に LNG 船のおもな問題点を示す。

- (1) LNG の超低温性に対して配慮すべき事項；
  - a. LNG 諸装置を耐低温で適当な断熱性能を有するものとする
  - b. 温度差による伸縮、熱応力を考慮したタンク、周囲構造物とする
  - c. LNG 積込み時等の急激な熱衝撃を避けること
- (2) LNG が、常温では気体 (大気にさらされると約 600 倍のガスになる) であり、かつ引火性危険物であることに対して配慮すべき事項；
  - a. 気化ガスの安全な処理方法
  - b. LNG に対する保護、隔離
  - c. 防爆対策
  - d. タンクの過圧あるいは負圧防止
- (3) LNG 漏えいに起因する二次的事故の防止に対

して配慮すべき事項；

- a. 船体構造 (タンク 格納スペース) 等のタンク漏えい事故からの防御
  - b. 外部からの事故 (衝突、座礁、火災等) からタンク等の保護
- (4) 新しい構造形式の採用に関する問題点
- a. 経験のない材料、溶接、建造法等に対する検討
  - b. 新しい構造形式の装置の設計に関連して、その構造物に作用する実働荷重の推定 (船体運動、船体変形等) さらに作用応力の推定方法
  - c. 新しい構造形式の装置の採用に関連して、その信頼性の確認方法

### 1.3 LNG 船の特長

LNG 船の概要は、後に詳細を説明する。また、実船例を参照した方が、わかりやすいかも知れないが、ここでは、1.2 項に示した問題点を有する LNG 船の特殊な装置が、一般的にどのようなものであるかを簡単に説明する。なお、次にあげる特長は、LNG 船に限らず他の引火性の液化ガスタンク船にも一般的に当てはまる。

#### タンク

ここでいうタンクとは、LNG を直接保持し貯蔵する通常一次タンク、一次バリア、主コンテナ等と称されているものをさす。

一般に、LNG は、ほぼ大気圧の下で冷却状態で貯蔵される。現在、就航中あるいは計画中の LNG 船は、すべてこの状態の LNG を対象 (冷却式) としている。

したがって、約 -160°C の液体を積むタンクには、一般には、耐低温性、耐食性、液密性およびガス密性を有する材料 (アルミ合金、ニッケル合金鋼、ステンレス鋼) が使用される。

また、船体への取付けは、温度差が大きいタンクと船体との間に断熱材をはさんで取り付けることになる。

タンクは、荷重を支持する形式により、独立自己支持方式 (独立深水タンク構造方式と圧力容器方式) およびメンブレン方式の 3 つに大別される (LNG 船規準解説参照)。これらのタンクと船体構造の間には、防熱材、タンク支持材、タンク移動止め等を設け、タンク格納ス

ベース内に有効にタンクを設置する必要がある。この場合、LNG の積込みによりタンクは、収縮する訳であるが、この収縮を拘束せず過大な熱応力を生じることのないようなタンク構造あるいはタンク支持、固定装置が必要となる。

さらに、タンクの過圧あるいは負圧を防止するための安全弁を設けること、タンク開口を暴露甲板上とすること等の配慮が必要である。

## 防 熱

防熱は、船体構造の過冷却を防ぐことおよびタンク内の LNG への熱の侵入を防ぐことの2つの目的で設けられる。また、タンク支持材あるいは二次防壁と兼用になる防熱材が設けられる場合は、それぞれの目的に対して有効なものとする必要がある。

防熱材料としては、バルサ材、パーライ、ポリウレタンフォーム、グラスファイバー等がある。特に、防熱材料は、LNG 船の建造コストに大きく影響するので、防熱材の取付け場所、所要性能、工作等を検討して適当なものを選定しなければならない。

防熱性能は、船体許容温度、LNG の蒸発、LNG 輸送コスト等を勘案して適当な値(防熱材の厚さ)を決めることになる。一般的に、LNG は、臨界温度が低いので、ある程度の蒸発を許容し、この蒸発ガスを機関用燃料として使用することを考えて、防熱性能を決めているようである。

## 二次防壁

二次防壁とは、タンク漏えい時に船体構造部材がその許容温度以下にならないように、漏えい LNG を一定期間以上安全に保持するための構造設備をいう。目的は、タンク漏えい事故に起因する二次的な大事故(船体過冷却および急激な冷却、LNG の流出、これらによる船の全損および引火爆発)を防止することである。

タンク漏えい事故に対する二次防御の思想は LNG 船でも他の危険物運搬船でも同じであるが、他の液化ガスタンク船では、船体構造(タンク格納スペース)そのものが、二次防壁の役目を果たすと考えているものである。LNG 船では、船体構造を約  $-160^{\circ}\text{C}$  の低温に耐えるようにすることが、実際上不可能なので、船体構造とは別個の二次防壁が設けられている。

## 船体構造配置

LNG 船は、一般に二重船殻構造とし、さらにコフファダムを設けている。この理由は次のとおりである。

- (1) 衝突、座礁等からの LNG の保護；二重船殻
- (2) 外板の浸水事故に対する LNG の保護；二重船殻

(3) 火災から LNG の隔離；二重船殻・コフファダム

(4) LNG 船の構造形式による必要性；二重船殻・コフファダム

(5) 異常時の船体過冷却に対する安全対策(二次防壁の役割を分担する考え方、注水あるいはヒーティング等の要件を必要とする)；二重船殻・コフファダム

(6) 防爆対策；二重船殻・コフファダム

## 荷役装置等の管装置

積荷に陸上のポンプ、揚荷に本船のポンプを使用する点は、一般のタンカーと同じである。

タンクの急激な冷却を避けるため、徐冷および予冷装置を設けること、これとは逆の、低温から常温まで暖める装置(ウォームアップといい、徐冷装置を兼用することもできる)を設けること、タンクハッチから荷役管を導くこと(したがって、サブマージポンプ等が必要となる)、荷役中発生する蒸発ガスを大気に放出せずに陸上にもどすこと、等が一般タンカーの荷役管装置と異なる点である。しかし、これらも約  $-160^{\circ}\text{C}$  の低温に耐える管装置とする点を除けば、冷却式 LPG 船と根本的に異なる点はない。

## イナーテイング

イナーテイングを行ない、安全性を高める点は、一般タンカー等と同じ思想である。しかし、タンカーと異なる点は、実在の LNG 船は、すべてタンクと二次防壁あるいは船体構造との間の区画をイナーテイングしている点である。

もちろん、就航中は、タンク内に大気はいれるのを防止するため、タンクが負圧にならないようにするかあるいは貨物ガスまたはイナートガスを導入するようにし、揚荷役後のタンク内は、貨物ガスまたはイナートガス(一般に陸上から)を充てんするよう配慮されている。

## 各種計測警報装置

タンク内面、船体構造(タンク格納スペース)あるいは二次防壁には、温度検出端が設けられ、コントロールルーム等にその計測記録装置あるいは警報装置が設けられている。

また、LNG 漏えいのおそれのある区画には、ガス検知器が設けられる。

そのほか、タンク圧力計測、液面計測装置等が設けられる。

## 蒸発ガスの処理

LNG の蒸発を零にするようなタンクの耐圧強度あるいは防熱方法は、経済的でなく、むしろある程度の

表2.1 就航中の LNG タンカー (LNG タンカーの現状と将来の需要; 三菱重工, 吉田滋, 造船界 昭45.10月号の表を一部修正し転載)

船名	Methane Princess	Methane Progress	Jules Verne	Polar Alaska	Arctic Tokyo	Esso Brega	Porto Venere	Liguria	Laieta	Euclides	Decartes
船主	Conch Methane Tankers	Methane Tanker Finance	Gazocean	Polar LNG Shipping Corp.	同左	Prora S.P.A. Transporti	同左	同左	Napoli S.A.	Gazocean	Gazocean
建造国	イギリス	同左	フランス	スウェーデン	〃	イタリア	〃	〃	スペイン	フランス	フランス
建造造船所	Vickers Armstrong	Harland & Wolff	La Seine Maritime	Kockums	〃	Italicantieri Genoa	〃	〃	Noroeste el Ferrol	Ateliers	Atlantique
寸法	175.3m × 24.8m × 17.8m		188.25m × 24.7m × 16.5m	230m × 34.1m × 19.9m		199m × 29.2m × 18.5m				98.0m × 17.4m × 9.4m	212m × 31.85m × 16.76m
タンク容積	27,000 m <sup>3</sup>	同左	25,500 m <sup>3</sup>	71,500 m <sup>3</sup>	〃	39,500 m <sup>3</sup>	〃	〃	同左	4,000 m <sup>3</sup>	50,000 m <sup>3</sup>
積高	12,200 トン		11,500 トン	30,000 トン		16,000 トン					20,000 トン
主機	タービン		タービン	タービン		タービン					タービン
馬力	13,750 馬力		15,000 馬力	20,000 馬力		15,000 馬力					17,000 馬力
タンク数	9 (角型)	〃	7 (円筒型)	6	〃	4	〃	〃	〃	4 (球型)	6
タンク材質	アルミ合金	〃	9%ニッケル鋼	36%ニッケル鋼	〃	アルミ合金	〃	〃	〃	9%ニッケル鋼	18-10ステンレス
防熱材	バルサ, グラスファイバー	〃	クレグセル, パーライト	箱入パーライト	〃	バルサ, グラスファイバー	〃	〃	〃	パーライト	バルサ, グラスファイバー
構造方式	Conch 方式 独立型	〃	Technigaz 方式, 独立型	Gaz Transport 方式, メンブレン型	〃	Esso+Conch 方式, 独立型	〃	〃	〃	Technigaz 方式, 球形状独立型	Technigaz 方式, メンブレン型
船価	47.5 億円	〃	55 億円	95 億円	〃	72 億円	〃	〃	〃	〃	76 億円
完成年月	1963.12	1964.6	1965.2	1969.8	1969.12	1969.11	1970	1970	1970	1971	1971
輸出元	S.N. Repal	同左	同左	Phillips 石油 Marathon 石油	同左	Esso	同左	同左	同左		Sonatrach Gazocean
輸入元	イギリスガス局	〃	フランスガス公社	三菱商事 (東ガス・東電)	〃	イタリア ENI 社	〃	〃	スペイン Catalana de Gas		Distrigas Corp
積地	Algeria Arzew	〃	同左	Aiaska Nikiski	〃	Libya Marsa el Brega	〃	〃	同左		Algeria Skikuda
揚地	イギリス Canvey 島	〃	フランス Le Havre	横浜根岸	〃	イタリア La Spezia	〃	〃	スペイン Barcelona		アメリカ東岸
年間輸送量	35万トン	〃	35万トン	96万トン		イタリア向け168万トン, スペイン向け77万トン					28万トン

表 2.2 建造中の LNG タンカーの一例 (LNG タンカーの現状と将来の需要;三菱重工, 吉田滋, 造船界 昭 45, 10月号および第 539 回 工経連遊盛から作成)

船名又は隻数	Hassi R Mel	1 隻	4 隻	1 隻	2 隻	5 隻	1 隻	Benjamin Franklin	2 隻	1 隻	
構造方式	Gaz Transport方式メソプレ型	Technigaz方式メソプレ型	Technigaz方式メソプレ型	Technigaz方式メソプレ型	Gaz Transport方式メソプレ型	Technigaz方式メソプレ型	Technigaz方式メソプレ型	Technigaz方式メソプレ型	Gaz Transport方式メソプレ型	Gaz Transport方式メソプレ型	
船主	Sonatrach	M.M. Line	Shell	Shell	Shell	El Paso	Gazocean	Transocean	El Paso	El Paso	
建造国	フランス	フランス	フランス	フランス	フランス	イタリア	フランス	フランス	フランス	フランス	
建造造船所	Mediterranee	Ciotat	Atlantique	Ciotat	Mediterranee	Italcantiert	Ciotat	Ciotat	Dunkerque	Dunkerque	
寸法	184.80m × 26.28m × 18.55m × 8.5m	181.65m × 29.2m × 19.75m × 8.11m	231.4m × 34.75m × 24.2m × 11.50m	231.4m × 34.75m × 21.3m × 9.45m	230m × 34.75m × 21.3m × 9.45m	280m × 41.25m × 21.75m	264m × 41.60m × 25m × 11.23m	232.4m × 40.4m × 24.8m × 11m	120,000m <sup>3</sup>	120,000m <sup>3</sup>	120,000m <sup>3</sup>
容量	40,000トン	40,000トン	75,000m <sup>3</sup>	75,000m <sup>3</sup>	75,000m <sup>3</sup>	125,000m <sup>3</sup>	120,000m <sup>3</sup>	50,000トン	50,000トン	50,000トン	
積載高	16,000トン	16,000トン	30,000トン	30,000トン	30,000トン	50,000トン	50,000トン	タービン	タービン	タービン	
機速	15,500馬力	17,000馬力	20,000馬力	20,000馬力	20,000馬力	33,000馬力	45,000馬力	45,000馬力	45,000馬力	45,000馬力	
船速	17.6ノット	18.7ノット	16ノット	17ノット	18.2ノット	20ノット	20ノット	20ノット	20ノット	20ノット	
タンク数	6	5	5	5	5						
タンク材質	36%ニッケル鋼	18-10ステンレス	18-10ステンレス	18-10ステンレス	36%ニッケル鋼				36%ニッケル鋼		
防熱材	箱入バーライ	バルサ, グラスファイバー	バルサ, グラスファイバー	バルサ, グラスファイバー	箱入バーライ				箱入バーライ		
船価	—	—	① 105億円	—	② 119億円	—	—	—	③ 180億円	④ 228億円	
竣工年月	1971. 11	1972. 8	1972 ~ 1974	1974 / 2 Q	1974 ~ 1975	1973 ~ 1977	1974. 7	1975	1974. 11 1975. 12	1976. 6	
輸出元	Somalgaz (Sonatrach, Erap)	同 左	Shell	Shell	同 左	Sonatrach	Sonatrach Gasocean	同 左	Sonatrach	同 左	
輸入元	フランスガス社	〃	三菱商事 (東電, 東ガス, ス, 大ガス)	同 左	〃	El Paso Natural Gas	El Paso Natural Gas	〃	El Paso Natural Gas	〃	
積地	Algeria Skikuda	〃	Burnei	〃	〃	Algeria Arzew	Algeria Skikuda	〃	Algeria Arzew	〃	
揚地	アメリカ東岸	フランス Marsilles	横浜 根岸 千葉 大阪	〃	〃	アメリカ東岸	アメリカ東岸	〃	アメリカ東岸	〃	
年間輸送量	60万トン (85 億 m <sup>3</sup> )	280万トン (39 億 m <sup>3</sup> )	70万トン (10 億 m <sup>3</sup> )	140万トン (20 億 m <sup>3</sup> )	350万トン (49 億 m <sup>3</sup> )	70万トン (10 億 m <sup>3</sup> )	70万トン (10 億 m <sup>3</sup> )	〃	140万トン (19.5 億 m <sup>3</sup> )	80万トン (11 億 m <sup>3</sup> )	
備考		#1: 1972.9 #2: 1973.2 Q #3: 1973.4 Q #4: 1974.2 Q		#1: 1975.2 #2: 1975.10	表船主: International Gas Transportation #1: 1973.12						

注 その他 Moss 方式 7 隻, Gas Transport 方式 6 隻, Technigaz 方式 6 隻について建造が計画されているが詳細は不明である。

LNG の蒸発を許容した方が経済的である。

冷却式 LPG 船あるいはエチレン 船の場合は、一般に再液化装置により、蒸発ガスを冷却再液化してタンクにもどす方法が採られている。

LNG 船の場合は、蒸発ガスを船の推進用燃料として使用するのが一般的なようである。この場合は、蒸発ガスをボイラあるいは内燃機関の燃料に使用する訳であるが、蒸発ガスを安全に機関室に導く装置および重油等の燃料と蒸発ガスの両方を燃焼させる装置が、特殊な装置となる。現在のところ、蒸発ガスを燃料として使用できるディーゼル機関あるいはガスタービン機関も考えられているようであるが、就航中、建造中あるいは計画中の LNG 船は、すべて蒸気タービン船である。

## その他

タンク格納スペースの過圧あるいは負圧防止装置、非常用 LNG 投棄装置、エチレン等の LNG 以外の積荷計画がある場合の再液化装置、タンク格納スペースの気密保持設備（一般船舶の該当区画は水密のみ）等の特殊設備が設けられる。

## 2. LNG 船の概要

### 2.1 LNG 船の歴史および開発状況

1951年 USA でユニオンストックヤード社（後に、コンストック社、さらにコンチ社と発展）が、ミシシッピ河を利用してルイジアナからシカゴまで LNG 輸送を計画、1954年2隻の LNG 輸送バージが建造された。これが世界最初の LNG の水上輸送といわれている。

海上輸送は、1959年コンストック社が、実験船として C1 型貨物船を改造した。“メタンバイオニア号”（約 5,100 m<sup>3</sup>、アルミ独立タンク）を完成させ、メキシコ湾からイギリスまで7回の試験輸送に成功したのが最初である。

続いて、1964年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”（いずれも約 27,000 m<sup>3</sup>、アルミ独立タンク）が、世界最初のコマーシャルベースの LNG 船として完成した。これらは、アルジェリアからイギリス向け、年間合計約 70 万トンの LNG 輸送に従事している。

同じく、1964年テクニガス社開発による世界最初のメンブレンタンク船として“ピタゴラス号”が完成した。この船は、容量 600 m<sup>3</sup> の小型船で、LNG のほかエチレン輸送にも従事していたようである。

1965年、テクニガス社設計による“ジュールベルス号”（9% Ni 鋼、円筒形独立タンク）が完成、アルジェリアからフランス向け年間 35 万トンの LNG を輸送している。

1969, 70年にウオルムス社設計の“ポーラアラスカ号”“アークティックキュー号”（36% Ni 鋼、メンブレンタンク）が完成、アラスカから日本向け LNG 輸送に従事している。

1969, 70年にエッソ・コンチ共同設計による4隻の LNG 船（アルミ二重殻独立タンク）が完成し、リビヤからイタリアあるいはスペイン向け LNG 輸送に従事している。

19671年ガスオーシャン社設計による独立球形タンク式「ユークリッド号」が完成し、アルジェリアからボストン向けに就航している。

さらに、1971年10月、コンチオーシャン式メンブレンの第一船「デカルト号」が完成した。

以上、1971年12月現在で、総計11隻の LNG 船が就航していることになる。これを、表 2.1 に示す。

また、現在建造あるいは計画中の LNG 船を表 2.2 に示す。（未完）

## 三菱重工と LNG タンカー

三菱重工は、LNG 船の建造について 1969年にフランス・テクニガス社のメンブレン方式、1970年にノルウェーのモス・ローゼンベルグ造船所が開発した球形独立タンク方式（以下、モス球形タンク方式）の技術導入を行ない、各種要素技術の研究と建造技術習得をすすめてきた。

同社における両方式の進捗状況はつぎの通りである。

1. メンブレン方式については、横浜造船所を中心としてメンブレン・シートの溶接、防熱など基礎技術よりはじめて 1970年にモデル・タンクを製作し、さらにこのほど 1,100 m<sup>3</sup> 積みの液化エチレン・ガス運搬船「新菱エチレン丸」を建造した。

同船は、-101°C の低温に耐えるタンクを2基搭載している。このタンクには、テクニガス社が LNG タ

ンカー用に開発した、-162°C の極低温に耐えるメンブレン式ステンレスタンクを採用した。

これは小型ではあるが、大型 LNG タンカーと構造上（タンクの構造方式、パネルのモジュールなど）まったく同じである。

本船の建造をつうじて、メンブレン方式についての技術、建造問題など十分なツメを行なった結果、大型 LNG タンカーの建造について確信をえた。

現在、この建造経験を分析中であるが、これをもとに見積り精度、品質管理のマニュアル化など、この方式の受注建造体制の確立に努力している。

2. モス球形タンク方式については、長崎造船所を中心として、強度的な研究、9% ニッケル鋼板の曲げ溶接などを実施研究中である。直径 3メートルのモデル・タンクを製作して、その組み立て方法の研究、さらに、これに防熱をほどこして低温テストも実施中で、主要研究はほぼ終了して受注体制もとのいつつある。

# 海洋調査船「わかしお」について

芙蓉海洋開発株式会社  
日本鋼管株式会社

## まえがき

四面海に囲まれたわが国の今日ある文明は、海から受けた恩恵と災害との基盤に営営として築きあげられたものと云つても過言ではあるまい。近年、海洋開発という言葉が、宇宙開発、原子力開発につぐビックサイエンスとして世界各国で叫ばれ、わが国においても国民全体の関心が海洋へ向けられつつあることは周知の事実である。

海洋開発、すなわち海洋が保有する膨大かつ無尽蔵とも云える海洋資源の開発およびその空間利用、災害対策などは、誰もが夢みる未来産業への期待であろう。

しかしながら、海洋開発への第一歩は陸上とまつたく異なつた特殊環境への科学的挑戦であり、海洋の実態を徹底的に把握すべき基礎的調査研究から着手しなければならない。

すなわち、海洋の物理化学的調査研究、生物学的調査研究、地形地質学的調査研究、海洋気象学的調査研究、地球科学的調査研究等が指摘されよう。従来、これら海洋の基礎的調査研究は、主として政府公共機関および官私大学機関で行なわれてき、その実施にあたっては、調査船、観測ブイ、観測塔、航空機、人工衛星、潜水艇、



潜水球等が活用されてきた。

一方また最近、民間企業においても積極的に海洋開発事業に着手し始め、政府機関の指導と協力を仰ぎながら、巨大事業の一環とし重要不可欠な役割を果しつつある。このような事態において、芙蓉海洋開発株式会社は昨年末、日本鋼管株式会社の絶大なる協力により、本邦唯一の民間企業が保有する新造自社船“わかしお”を建造した。

ここに本稿では、「海洋調査船わかしお」についてその概要を紹介し、この種の分野における関係各位の御参考に供したい。

### 1. 本船の主要目

全長	33.00 m
垂線間長	28.00 m
幅(型)	12.00 m
単調幅(型)	4.00 m
深(型)	5.20 m
満載吃水	3.30 m
総噸数	368.31 T
純噸数	114.35 T
載貨重量	133.407 t
燃料油槽容量	50.642 t





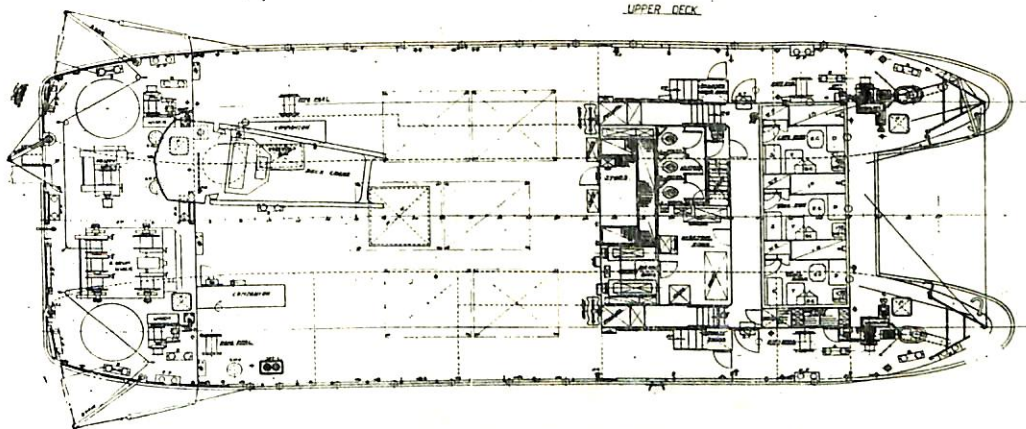
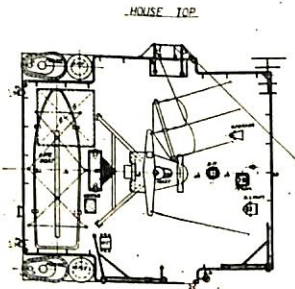
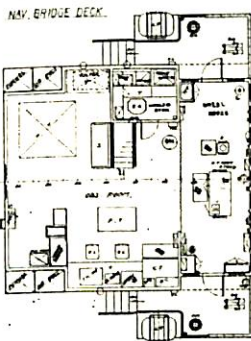
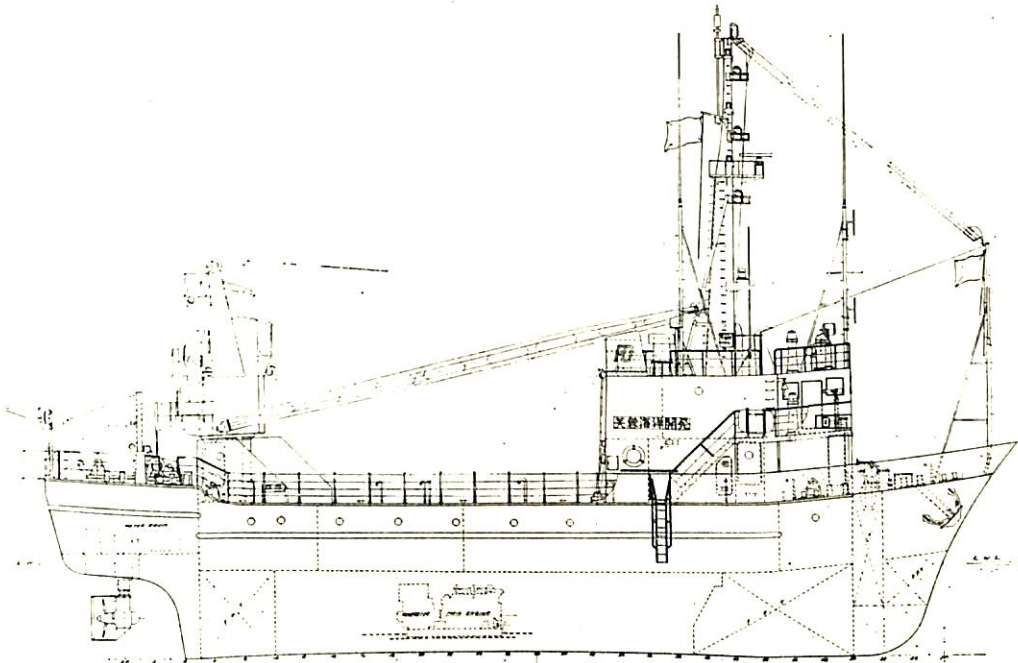


図1 一般配置図その1

清水槽容量	30.502 t	試運転時最高速力 (11/10 出力)	9.905 kts
主機械 (主発電機用原動機)		船 級	NK: NS* Catamaran
V 型単働 4 サイクル 水冷予燃焼室式排気 ターボ 過給機付ディーゼル		乗 員	乗組員 10 名 その他 13 名 計 23 名
三菱 12DH 20 MPT	2 基		
連続最大出力	465 PS × 1800 rpm		
主 発 電 機			
静止自励交流発電機	2 基		
AC 450 V, 3 相 60 Hz,	400 KVA		
補助発電機			
静止自励交流発電機	1 基		
AC 450 V, 3 相 60 Hz,	75 KVA		
推 進 器			
石川島播磨 ダックペラ 250 型	2 基		
同駆動用電動機			
DC 190 KW × 2000 rpm	2 基		

## 2. 海洋調査船わかしの特性

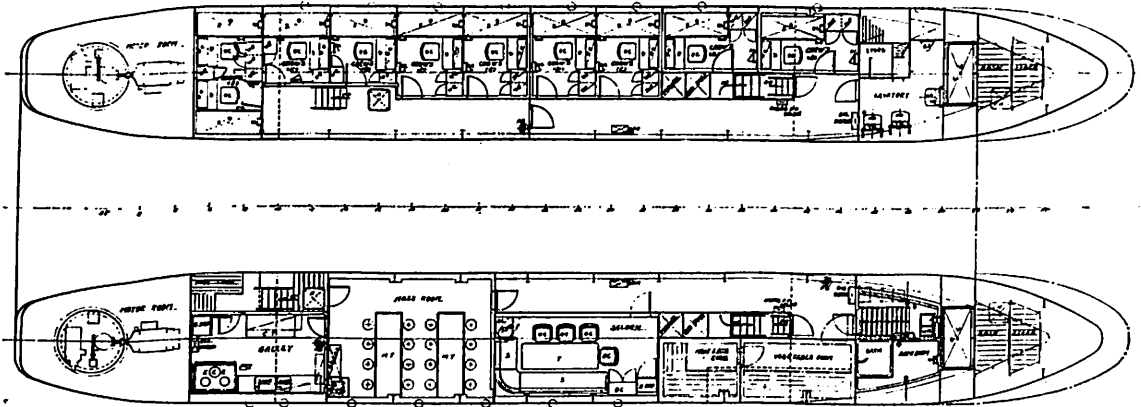
本船の特性を大別すると次のような事項に分類されよう。

### (イ) 調査対象海域と調査目的

調査対象海域は、主として大陸棚縁辺までの沿海用であり、深度 2000 米までの調査能力を保有している。またその活動範囲は日本近海はもとより海外での海洋調査研究を行なえるよう十分な回航能力を保有している。

主なる調査目的は、(1) 海底の地形、地質調査、(2) 海象、気象調査、(3) 水産資源調査、(4) 鉱物

### SECOND DECK



### HOLD PLAN

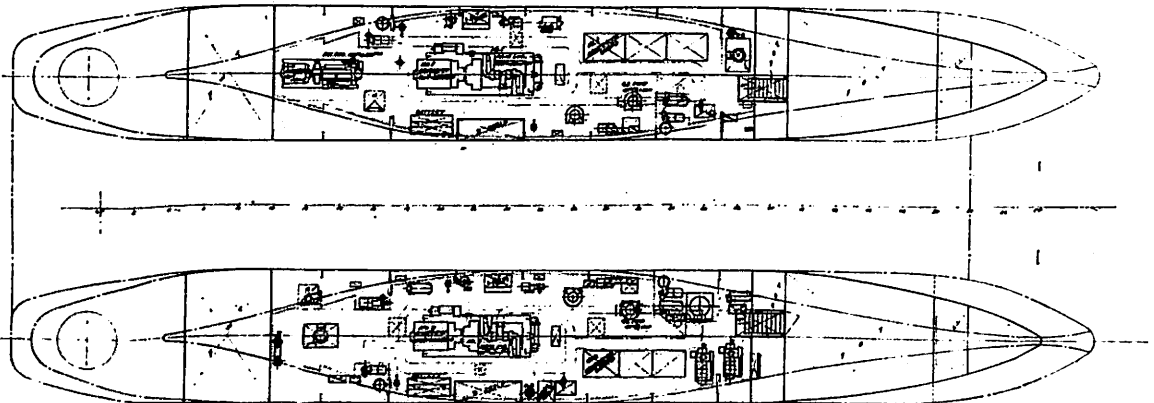


図 1 一般配置図その 2

資源調査、(5) 海洋土木調査、(6) 学術的調査研究などで、その内容は多目的調査に使用し得る。

#### (ロ) 安定性と操船性能

双胴船であるため総トン数(約370トン)に比し、動揺角が少く安定性がきわめて高い。また船側に重量物を吊つた場合でも、単胴船に比し、優れた安定性を保有している。一般に調査船では、可変ピッチプロペラ、バウスラスター等が採用されているが、本船では電気推進式のダックプロペラをとりつけている。

このため、スピードの点では微速前進、後進、急速停止等が0から全速まで調整可能であり、また旋回の点では、その場旋回のほか、横航、斜航も容易で、微細な操船を要求される海洋調査の必要条件に対し、きわめて優れた操船性を保有している。

この操船性能は、後述の精密電波測位機との併用により、強い潮海流の中でも比較的容易に船位保持が可能である。

以上の機関操作はすべて船橋集中制御方式を採用しているが、また調査の必要に応じては深度100米の海上で4点係留が可能であり、錨泊固定作業が行なえる。

#### (ハ) 測位、測深性能

最近とみに海洋調査の絶対的必要条件として調査地点の位置および深度の測得精度のレベルアップおよびその記録性が要求されている。

本船では、全自動追尾式 Loran A/C のほか、電波式精密位置測定装置 (Electr-O-Posik-Model YM-100) を搭載している。

使用範囲は100 km までで測得位置の精度は

$\pm(50 \text{ cm} + \frac{D}{100.000})$  以内であり、測得値はデジタル表示および印字を行なっている。

測深性能は前項の測位性能と併せ、浅海用(500 m まで)、稍深海用(2000 m まで)に対応し、周波数を変更して測深し得る方式となつている。船の動揺補正機構、送受波器の水平保持機構、音測修正等を具備し、測得値はアナログ・デジタル表示をもつて得られる。

#### (ニ) 作業甲板および実験室設備

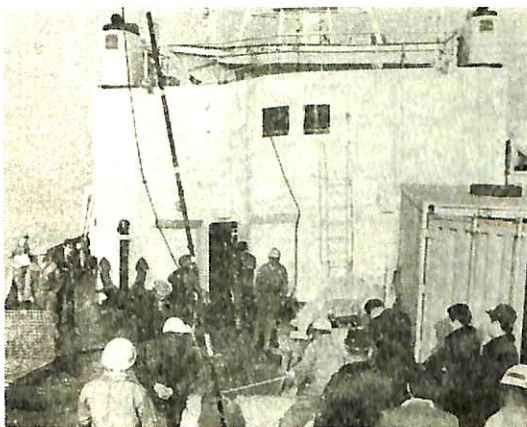
本船の作業甲板は双胴船のため船幅が12 m、作業甲板の面積は約170 m<sup>2</sup> の広さを保有している。

各種実験室はすべてコンテナ方式を採用し、調査の必要に応じ、適宜コンテナパッケージで搭載し、船上ラボラトリーとして使用する。

### 3. 一般配置および構造

本船は図1の一般配置図にあるとおり、主船体は前から FPT, FOT, 機械室, FWT, APT (空所) に、第2甲板は前から甲板長倉庫、錨鎖庫、居住区(右舷側は前から浴室、糧倉庫、サロン、食堂、ギャラリー、左舷側は便所及び居室)、推進モータ室に分かれている。上甲板上には前部に2層の上部構造を設け、下段は船長、機関長、観測長の個室および電気室、観測機器用倉庫、便所等を、上段は操舵室および観測室を配置した。

用船上の都合から航行区域として近海程度の航洋性を要求されたので最高速力は約10ノットを目標とし、また観測行動中は種々の観測機器の曳航や微速航行、海流および風に対抗しての船位保持等の操縦性も必要とされたので、各舷側1基ずつの推進器は各190 KW の電動機駆動のダックペラを装備することとした。このダック



作業甲板



操舵室

ペラは360度旋回可能で舵の役目も同時に果たすことになる。この電気推進方式については後述するが、試運転の結果極めて満足すべき操縦性が確認され、特に旋回性能についてはほとんどその場で360度の回頭ができることが確認された。

上甲板の中央から後部は専ら観測作業用の場所とし、後部に容量5トン×14mのデッキクレーン1基、観測用ウィンチ1基、観測用多目的ウィンチ(5ドラム)1基を配置した。このデッキクレーンは深海における観測用器具の吊下げに便利のようにそのカーゴフォールは200m繰出し可能なように索の捲揃え装置に特殊な工夫を施し、また観測室上に設置した作業艇の揚卸も可能なように腕を長くしてある。

2台の観測用のウィンチは油圧駆動なので、その両側に配置された係船ウィンチも同一油圧源を利用している。なおこの係船ウィンチは深海における四点係留の際には両舷船首部の揚錨機と共に使用される。

このほか両舷側後端部には観測機器曳航用のブーム各1本、上甲板後端には1本のダビットを設ける等観測作業用の諸設備を設けてある。上甲板中央部は作業場所としてなるべく広い区域を設けるようつとめたが、2m×2mの取外し可能な開口を設け船体停止時の観測器具吊下げに便利のように配慮した。また後日必要となつた場合には新規の観測機器を臨時にコンテナ詰め状態で

搭載できるように8'×8'×10'コンテナ6個分の取付金具を設け、それに必要な電源接続口も用意してある。

先に述べたように近海への航行を考慮したので、双胴間接続部が通常航行中の波浪の衝撃をうけないように充分大きな乾舷をとるよう心掛けた。

構造は図2中央切断構造図に見られるごとく、横肋骨式単底構造であるが、極端な斜め波にのつた場合の振れ、および両胴中心間距離が半波長となるような真横波にのつた場合の荷重を考慮し、特に両胴の接続部およびそれに連続する部分の各胴の構造には強度的に充分な余裕を持たせるよう配慮した。

#### 4. 主なる海洋計測器機類

##### (イ) 電波式精密位置測定装置 (Electr-O-Posik Model YM-100)

測定範囲	……YM-100	100 km
表示	……YM-100	9999.9 m
精度	……±	$(50 \text{ cm} + \frac{D}{100,000})$ 以内
		D = 距離
分解能	……	10 cm
最大測定速度	……	200 ノット
アンテナ指向性	……主局	垂直 20° 水平 360°
	……従局	垂直 10° 水平 60°
空中線出力	……	1.0 ワット

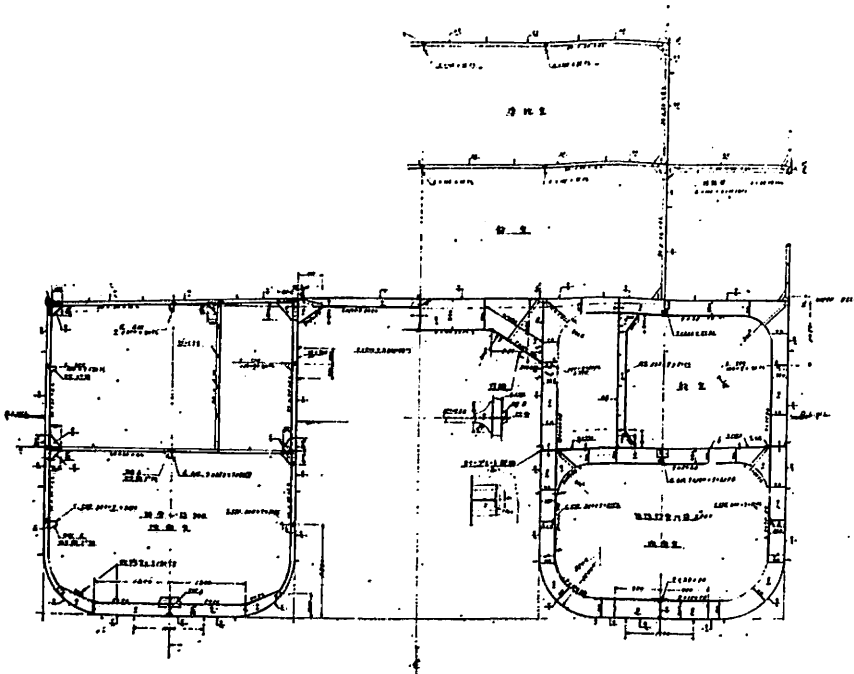


図2 中央切断面



電波式精密位置測定装置

測定モード……連続  
 表示モード……サンプリングパルスに同期  
 無線電話……主局↔従局間2ウェイ方式  
 動作温度……-10°C~50°C  
 電波……100 V AC 60 Hz  
 消費電力……主局 200 VA 以下  
                   従局 100 VA 以下  
 データ出力……BCD コード

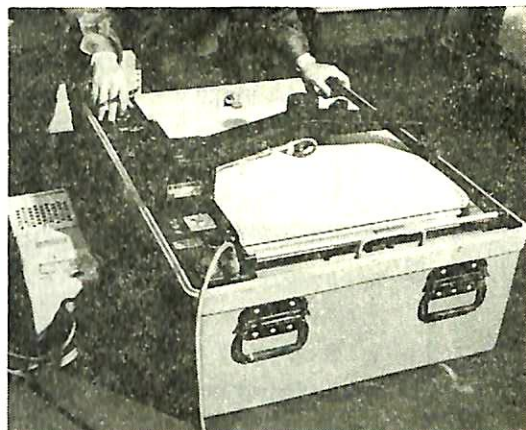
寸法・重量

		B (mm)	L (mm)	H (mm)	重量 (kg)
主局	アンテナアッセンブリ	204 φ	204 φ	722	12
	コントロールアッセンブリ	800 (600)	600	333	82 (67)
従局	アンテナアッセンブリ	320	720	695	25
	コントロールアッセンブリ	550	500	383	43
局	三脚	160 φ	(160 φ)	935 ~1500	5

注……主局のコントロールアッセンブリにはデジタルプリンターを含む  
 ( ) 内はデジタルプリンタを除いた値

(ロ) 超音波式深度測定装置

測定範囲……100 KHz 500 m  
                   29 KHz 2000 m  
 周波数, 指向幅…100 KHz 約 9°  
                   29 KHz 約 13°  
 記録幅……アナログ記録 約 300 mm  
                   最小目盛 深度 20 cm に  
                   つき 1.2 mm



海底地形精密記録装置

デジタル ジャーナル印字  
 水平保持機構……水平保持ジンバル  
 動揺補正……加速度計 積分方式  
 送受波器……船底装備 突出型  
 日付, 時間タイプ…アナログ記録紙上に 0.5 H  
                   ごとにタイプ  
 DA 交換記録……デジタルの実水深を DA  
                   変換し, アナログ測深記録と  
                   併記  
 そ の 他……波型測定器, 音速修正器, 印  
                   字機等を含む.

(ハ) ロラン A/C 自動記録受信装置

本装置は2系統の自動追尾型ロラン A/C 受信装置で, 印字コントロールユニットとデジタルプリンターで構成されている.

(ニ) 海底地形精密記録装置 (プロファイラー Model S-1301)

探測範囲

探測範囲は 20, 40, 80, 160 m で, 水深と断面作成速度は制御盤のスイッチで選択することができる.

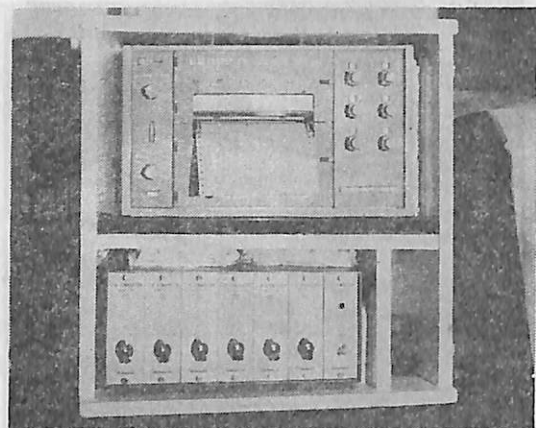
最小目盛

最小目盛は 20 cm で, 読取りは最小目盛の 1/3 まで可能

発受信器

操作周波数……公称 450 ± 15 KC  
 パルス—反復周波数…20, 40, 80, 160 m・レンジ  
                   において各々約 40, 20, 10,  
                   5 PPS

発信出力………負荷が釣合った状況下で,  
                   最小 250 wrms のパルス  
                   出力



電気式水温測定装置

トランスデューサー

操作周波数……450±15 KC  
 ビーム幅……1.6度以下  
 電 源……AC 115 V 60 Hz  
 消費電力……400 W

寸 法

記録・制御ユニット……464×646×815  
 水中ユニット……長さ 559 mm  
 直径 254 mm

概略重量

記録・制御ユニット……79 kg  
 水中ユニット……36 kg

材 質

材料はすべて海洋における使用に適するように注意深く選択されており信頼にたえるものである。

(ホ) 電気式水温記録計

温度検出器……サーミスター  
 測定範囲……0°C~35°C  
 精 度……±0.1°C  
 記 録……6打点記録方式  
 (1打点間隔 0.5秒)

感 応 速 度……0.3~0.5秒

(ヘ) 観測用巻揚機

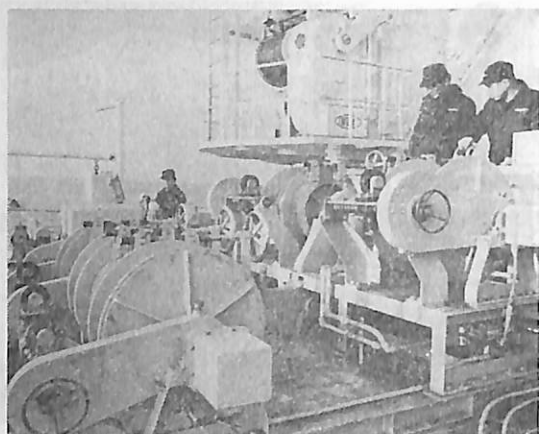
動 力……油圧式  
 鋼 線……6 m/φ 亜鉛メッキ鋼索  
 2000 m

巻 揚 荷 重……最大巻揚荷重 約 600 kg

ドラム回転速度……約 60 r.p.m

巻 揚 能 力……600 kg×60 m/min

(ト) ケーブル用5ドラムウィンチ



巻揚機および5ドラムウィンチ

巻 揚 能 力……プロトン用

200 kg×65 m/min

スーパーカー用

260 kg×65 m/min

G.E.K 用

200 kg×65 m/min

そ の 他

250 kg×65 m/min

ドラム回転数……約 50 r.p.m

(チ) デッキクレーン

最大5トンの揚力をもっており、海面下 200 m  
 まで吊り下げ可能

(リ) そ の 他

ナンゼン型採水器  
 小野式流向流速計



デッキクレーン

### 5. 電気推進装置

本船は片胴に1台ずつ装備したダックペラをサイリスタレオナード制御による直流推進電動機にて駆動する日本最初の電気推進船である。主交流発電機は片胴に1台ずつ計2台が装備され、直流推進電動機以外に同時に船内一般電源用あるいは観測装置用に十分な電力を給電できるよう計画されており、停船時には他の海洋構造物、作業船などに電力を供給することもできる。また電気推進船であるために主発電機用エンジンの取付場所を自由に決めることができ、煙突を船の前部に配置したので上甲板を充分広く取ることにより、調査船としての機能をさらに発揮することができた。

本船は主交流発電機2台と補助交流発電機1台を有し、通常航海時には主交流発電機2台にて推進直流電動機2台を運転するが、主交流発電機1台にて2台の推進直流電動機を運転し、低速にて航行でき、主交流発電機2台運転中に1台が故障した場合にも自動的に40%に減速し続航し得る。補助交流発電機は停船や係船時の低

負荷時に使用される。

図3の電源ならびに電気推進既略系統図に示すとおり、配電盤は右舷、左舷に分けてあり、各舷用推進直流電動機用スイッチリアクトル盤、サイリスタ盤を各配電盤と列盤とし、各配電盤は電線にて接続し、ノーヒューズブレーカーにて保護し、片舷での事故が他舷装置に波及しないよう配慮し充分な安全性を計っている。

直流推進電動機は一定界磁の分巻電動機で三相全波整流サイリスタレオナード制御により設定速度に自動制御されるが、そのために直流推進電動機の回転数を帰還信号とする定速度制御方式を採用し、速度の安定を図り、かつ苛酷な加速操縦時の過トルク、過電流を自動的に防止するよう配慮してある。また直流推進電動機は速度制御は無段で低回転まで制御できるので潮流の影響に対しても定点に船を停めておくための微妙な操縦ができる。

本船に採用したダックペラは操船にはプロペラの向きを変え、後進または急速停止にはプロペラの向きを旋回して逆推進を与えて行なうものなので直流推進電動機の回転方向を逆転する必要がなく、サイリスタ主回路は簡略化されている。しかしある種の条件でプロペラが逆転される可能性があるので、主回路としては直流電動機の

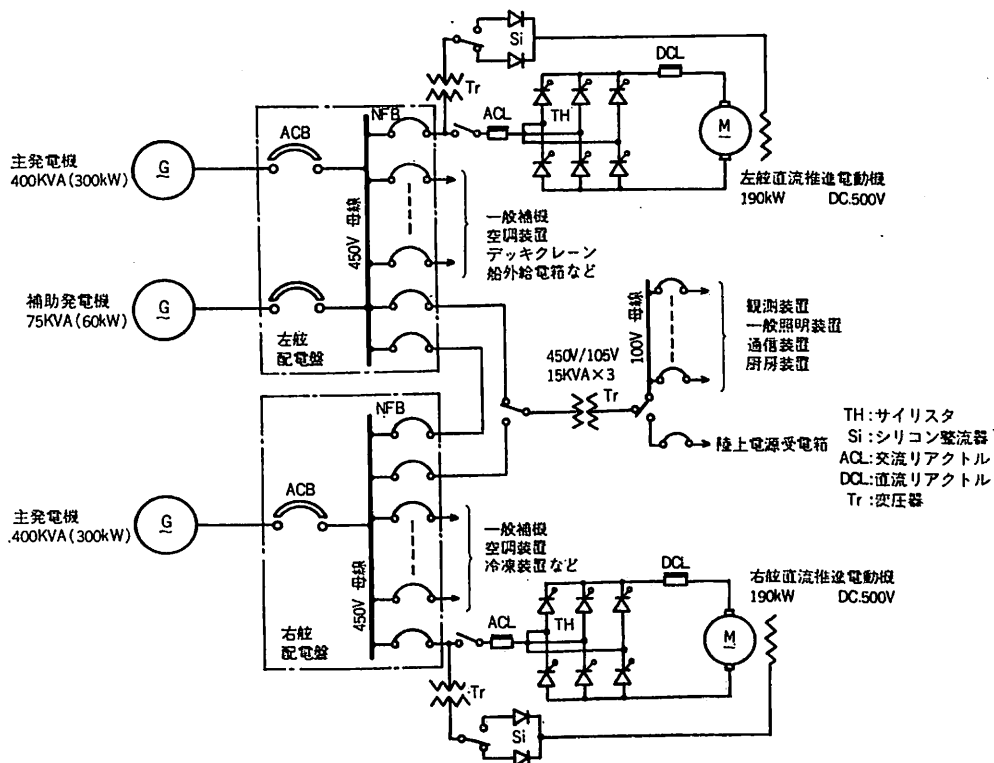


図3 電源ならびに電気推進既略系統図

定格出力の50%まで逆電力を吸収することを考慮してある。推進直流電動機の界磁回路用に2組の整流素子を用意し、1組が故障した時でも簡単に他の1組に切替え使用することができる。

推進装置の制御はすべて船橋と各胴機関室とでできるが、非常時以外は船橋にて操作する。操縦場所の切替えは各舷機関室のサイリスタ制御盤の切替スイッチにて行なう。

サイリスタ点弧時に発生する雑音障害については、サイリスタ主回路、検測機器にフィルターを入れるなどして十分な対策を施し、検測機器はすべて絶縁変圧器を通して給電している。また雑音を発生するおそれのある回路にはシールド線を使用し、電線布設に対しても充分配慮し、観測機器への影響を抑えてある。

推進装置を支障なく運転するために下記に示すインターロックや安全装置を設け一層の安全性を図っている。

1) 電動機過負荷 電動機はリミッターによりその出力が100%以上にならないよう回路的に考慮しており、万が一リミッターが故障してもトルク制限回路を働かせ、電動機のトルクを40%に制限する。

2) 電動機冷却ファン異常停止 電動機冷却ファンは電動機と同一シャフト上に装備され、本体とは別個の電源にて駆動されているが、電動機運転中にファンに異物が巻き込まれてストール(異常停止)状態になると操舵室の警報盤にアラーム表示し、異常が15分以上続くと自動停止する。

3) サイリスタ冷却ファン異常停止 サイリスタ冷却ファンが異常停止すると警報盤にアラーム表示し、電動機のトルクを自動的に40%に制限する。

4) 電動機界磁喪失およびサイリスタヒューズ熔断 電動機を自動停止し、警報盤にアラーム表示する。

5) 発電機過負荷 発電機の負荷電流が定格の115%で5秒間続くと警報盤へ表示し、操縦者はこれにより推進電動機を減速する。減速操作を行なった後も、さらに発電機の負荷電流が115%となると、自動的に推進電動機を減速させ、発電機の過負荷を解除する。

6) 発電機1台で電動機2台運転 発電機1台のみで電動機を2台同時に運転するときには発電機が過負荷状態になる恐れが生じるので、この場合は自動減速回路を生かすインターロックをとつてあらかじめ発電機の過負荷を防いでいる。

主交流発電機は推進直流電動機の特徴に合わせ効率0.75を採用し、また高周波電流による制動巻線の加熱問題についても充分配慮してある。

発電機、発電機駆動用エンジンおよび推進電動機の要

目は次のとおりである。

主交流発電機	防滴保護形自励式, 400 KVA (300 KW), AC 450 V, 60 Hz, 効率 75%	2台
補助交流発電機	防滴保護形自励式, 75 KVA (60 KW), AC 450 V, 60 Hz, 効率 80%	1台
主発電機駆動用エンジン	4サイクル単動遅給機付ディーゼル機関(三菱 12 DH 20 MPT)	2台
補助発電機駆動用エンジン	4サイクル単動遅給機付ディーゼル機関(三菱 6 DB 10 MP)	1台
推進電動機	防滴保護他力通風形サイリスタレオナード制御直流他励電動機, 190 KW, DC 500 V	2台
プロペラ	IHI ダックペラ 250型	2台

## 6. 一般電気部

### 6-1 動力装置

変圧器	100 V 観測及び照明装置用 15 KVA, 1φ 3台	
蓄電池	非常灯用 (DC 24 V, 200 AH)	1組
	無線装置用 (DC 24 V, 200 AH)	1組
	発電機駆動用エンジン始動用 (DC 24 V, 400 AH)	2組
陸上電源受電箱	100 V 45 KVA	1個
船外給電箱	AC 100 V, 125 A AC 220 V, 100 A AC 440 V, 200 A	1式

### 6-2 船内通信計測装置

操舵室一各舷機関室間共電式電話	1式
相互式インターホン(6局)	1式
船内外指令装置 30 W 増幅器, ラジオ組込み	1式
非常警報装置	1式
冷蔵庫警報	1式
機関室内火災警報装置(イオン式)	1式
機関室ビルジ警報および補助発電機警報装置	1式
水晶時計(1:8)	1式
エンジンテレグラフ(2:1)	1式

### 6-3 航海計器

ジャイロコンパス(TKS-TG 100型)	
ジャイロレピーター×6	1式
オートパイロット	1式
レーダー 10吋 ジャイロレピーター組込み	1式
モーターサイレン	1式

### 6-4 無線装置

主送信機 短波 A 1 250 W, 中波 A 1 150 W, A 2 150 W	1式
--	----



主全波受信機	90 KHz~32 MHz	1 台
緊急自動受信機		1 台
緊急自動電鍵装置		1 台
遭難自動通報装置		1 台
船舶電話		1 台
気象図模写受信装置		1 台
ラジオ受信空中線共用装置およびテレビ受像機		1 式

船の状態	前部吃水	2.24 m
	後部吃水	3.10 m
	平均吃水	2.67 m
	トリム (船尾へ)	0.86 m
	排水量	373.0 t
海上模様	晴	風速 2 m/s
成績		

## 7. 海上試運転

施行年月日	昭和46年11月19日
ク 場所	本牧沖

出力	速力(平均)	プロペラ駆動電動機 (平均)		
		回転数	電圧	電流
4/4	9.855 kts	2000 rpm	476 V	405 A
11/10	9.905	2065 rpm	485 V	431 A

## IHI-ピールスティック PC エンジン 生産実績 100 万馬力を達成

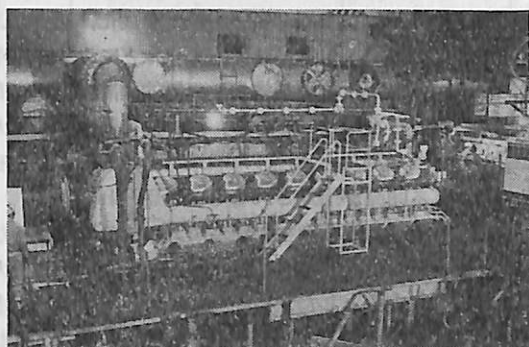
石川島播磨重工が、フランス S.E.M.T. 社との提携により生産している IHI-ピールスティック PC-2 型ディーゼルエンジンの生産実績が累計 100 万馬力を突破した。

100 万馬力目のエンジンは、オーシャン・フェリー株式会社で現在、波止浜造船所で建造中の 7,000 総トン型大型カーフェリー (航路: 徳島~千葉間, 第 1 船 47 年 7 月, 第 2 船 11 月就航予定) に搭載される, 18 PC 2V 型エンジン (連続最大出力: 9540 馬力) で, 同エンジンの完成 (1 月 26 日 同社相生第二工場で陸上試運転) により同社製ピールスティック PC エンジンの生産実績は 40 年 6 月に 1 号機として 8 PC 2V 型 (出力 2560 馬力) を完成して以来 6 年半で合計 182 台, 馬力累計 1,003,655 馬力となり, 100 万馬力の大台を突破した。

PC エンジンは, 燃料に粗悪重油を使用できる世界ではじめての 4 サイクル中速ディーゼルとして S.E.M.T. 社の手で開発されたもので, 同社では 39 年 7 月同エンジンの製造, 販売につき S.E.M.T. 社と技術提携を行い, 以後スルザー型エンジン (スイススルザー社との技術提携による低速ディーゼルエンジン) のトップメーカーとしての実績と多年の経験をベースに, 相生第二工場において, 専門生産を行ってきた。

一方, 販売面では ① 同社製減速装置と組み合わせ各種の船型, 船種にマッチした, 信頼性の高い中速エンジンプラントとして内外の船主, 造船所へ積極的な外販を行う, ② 高い経済性をいかし, 陸上の発電プラント用としても売込む, ③ 同社の標準型量産船「フリーダム」(14,800 重量トン), 「フォーチュン」(21,500 重量トン) の主機関として採用する, など積極的な販路拡大をはかり, 生産量を飛躍的に増大させてきた。

PC エンジンは, 高い経済性と信頼性に加えて軽量, コンパクトなどの特長をもち, 年々世界的に需要が増大



100 万馬力達成のオーシャンカーフェリー株式会社向カーフェリー用主機 18 PC 2V 型エンジン

しつつあり 46 年 10 月末現在で S.E.M.T. 社の全世界ライセンスの累計受注実績 (既製造分を含む) は 1250 台約 703 万馬力に達しているが, このうち, 同社の受注累計は 240 台, 約 140 万馬力と全ライセンス受注実績中の約 20% を占めている。

なお, 同社 PC エンジンの歴年別製造実績は次のとおりである。

### IHI-ピールスティック PC エンジン歴年別製造実績

	歴 年 別		累 計	
	台 数	馬 力	台 数	馬 力
40 年	1	2,560	1	2,560
41	8	26,920	9	29,480
42	29	147,670	38	177,150
43	32	171,220	70	348,370
44	33	174,990	103	523,360
45	35	193,070	138	716,430
46	42	272,555	180	988,985

# 船舶技術研究所海洋開発工学部の研究 の現状について

伊 藤 達 郎  
船舶技術研究所海洋開発工学部長

## I ま え が き

わが国は四方を海で囲まれ、米国の海岸線の長さに匹敵する程長い海岸線を持つ海洋国であるが、海洋開発についてはその緒についたばかりであつて、米国、フランスなどの先進諸国に比し、開発は相当遅れている。海洋開発の形態を大きく分類すると、海洋空間の利用、海洋資源および海洋エネルギーの利用などに分けられる。最近の産業の急速な発展、生活水準の高度化、過密による経済効率の低下、公害問題の深刻化などにより、海洋開発の形態の規模と範囲が拡大し、質的な高度化が、海洋開発の中心となろう。ことに、沿岸部の海洋空間の大規模かつ高度な利用、大規模な栽培型漁業、大陸棚の石油、天然ガス開発が推進されるものと思われる。

元来、船舶は海洋開発の先駆者であり、その基盤をなすものである。わが国の造船技術は、在来型船舶の巨大化、高速化を中心とした技術開発の結果、世界の最高水準にあり、船舶は海上輸送機器としてはほぼ完成されたものとなつている。この造船技術は、石油掘削船、作業台船、潜水調査船、海中居住基地などの建造にあつて、相当の成果をあげている。しかしながら、海洋開発の進展に対応する海洋技術としてみると、その技術開発はその緒についたばかりであり、強力に推進する必要がある。

船舶技術研究所では、海洋開発の一翼を担うために、造船工学、機械工学、土木工学などに関する研究のポテンシャルを活用すべくこの方面の研究を従来も進めてきたが、本格的にこれを推進するため、昭和45年7月に旧関連施設部を改組し、海洋開発工学部を設立した。

海洋開発工学部には、運動性研究室、浮体係留研究室、計測研究室の3研究室がある。現在の研究項目は、

(1) 海洋開発用機器の運動性能の研究、(2) 海洋構造物の流体力学的研究、(3) 係留浮体の運動および係留の研究、(4) 船舶の接岸力の研究、(5) 海底土質の判別および力学的性質の研究、(6) 係留索・鎖の研究、(7) 建造施設の研究に大別され、主として海洋構造物を設計・建造する上に必要な波浪、風、潮流などにより構造物が受ける外力や運動応答の研究、定位保持に関して、係留法、係留索・鎖の挙動、アンカーなどの研究、また、海洋構造物の安定性の研究などを実施している。

ここでは、まず現在までに実施された研究の概要を紹

介し、つぎに、現在実施中の研究について述べる。

## II 研究成果の概要

海洋開発工学部の発足以来、約1年半を経過したばかりで、計画された研究は現在実施中であつて、まとまつた成果は少いが、従来から行なつて来た研究ならびに最近の研究および受託研究のなかから主なものを選び、その概要を述べる。

### II-1 海洋構造物に関する運動性能および安全性

#### 1) 海底観測筒<sup>1)</sup>

海洋開発を進めるに当り、まず、海底の観測・調査などをする必要がある。このため直接人間が海底まで降下して行くに適する構造物として、潜水調査船とは違つた型式のものとして海底観測塔が考えられた。

船舶技術研究所においては、この構造物を設計する上において必要な基礎資料となる波浪中におけるフロートの動揺特性および観測筒の支持方式などについて水槽試験を実施した。

この試験に使用した構造物模型は木製で、その縮尺比は1/16である。その概要図を図-1、写真-1に、主要目

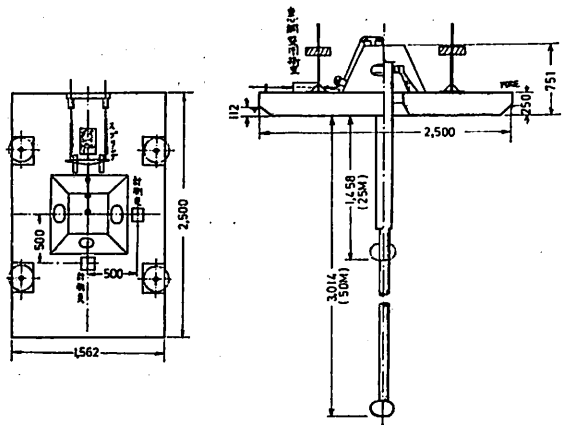


図-1 海底観測塔模型概要図

表-1 観測塔模型の主要目

FLOAT		
Length over all	$L$	2.501 m
Length between perpendiculars	$L_{pp}$	2.475 m
Breadth	$B$	1.562 m
Draft	$T$	0.250 m
Block coefficient	$C_B$	0.926
Displacement volume	$V$	0.40101 m <sup>3</sup>

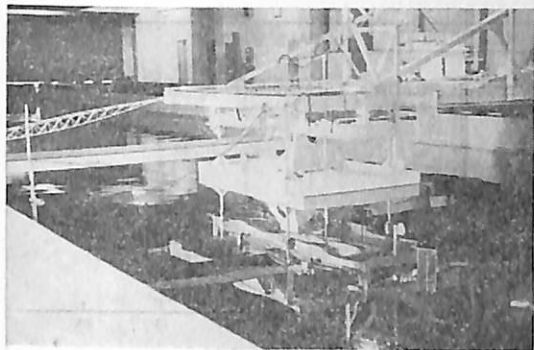


写真-1 観測塔の模型試験

を表-1に示す。試験時における模型船の喫水は観測筒の有無および観測筒の長さに関係なく、計画満載喫水にて行なつた。

実施した試験状態は次の通りである。

イ) 観測筒を除外し、フロートのみである場合。

ロ) 実機に換算して、長さ 25 m の観測筒をフロートに装備し、これをフロートにジンバル支持または固定支持にした場合。

ハ) 実機に換算して、長さ 50 m の観測筒をフロートに装備し、これをフロートにジンバル支持または固定支持にした場合。

試験は平水中において自由動揺および傾斜試験を各試験状態について行ない、それぞれの固有周期、減衰係数および GM を求めた。波浪中における動揺試験では、波との出会方向を縦および横の 2 種類について、波長対フロートの長さの比を 0.5~2.5 の間で、波高対波長比を 1/50 と 1/25 の 2 種類について行なつた。この場合に、船首揺れを拘束し、縦揺れ(または横揺れ)、上下揺れおよび前後揺れ(または左右揺れ)を 6 成分変位計を用いて測定し、また、ジンバル支持の場合にはさらにフロートと観測筒との縦揺れまたは横揺れの相対変位角を測定した。

平水中における自由動揺の結果からは観測筒の支持方式による固有周期と減衰係数への影響は、ジンバル支持の場合より固定支持の場合の方が固有周期は長くなり、減衰係数はやや小さくなつた。また、ジンバル支持の場合、フロートのみの場合とほぼ等しい固有周期と減衰係数であつた。

波浪中における動揺試験結果を図-2~図-6に示す(記号は末尾の記号表を参照されたい)。これによると、ジンバル支持の場合には観測筒の長さにはあまり関係なく、図では省略されているが、フロートのみの場合の動揺特性によく似ている。図-6に示すように、フロートと観測筒との相対変位角が、図中で太い線で示すフロー

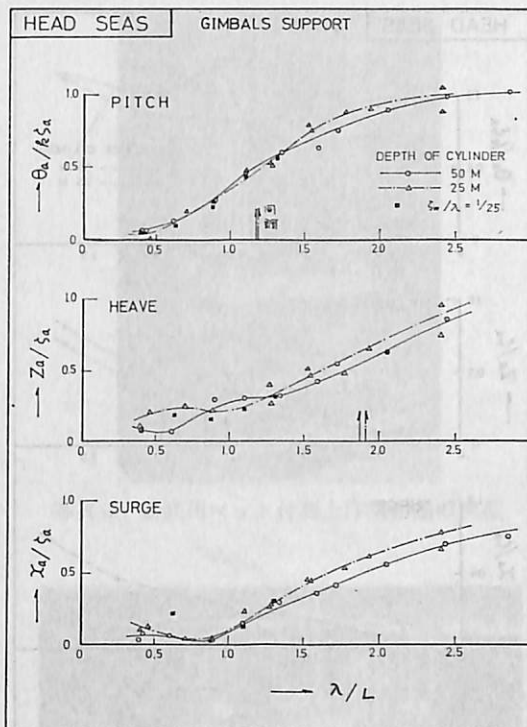


図-2 観測塔をジンバル支持した場合の縦波中の動揺特性

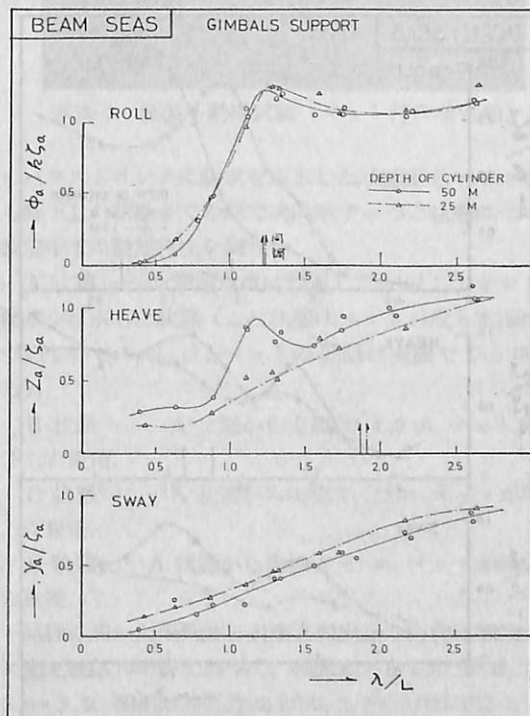


図-3 観測塔をジンバル支持した場合の横波中の動揺特性

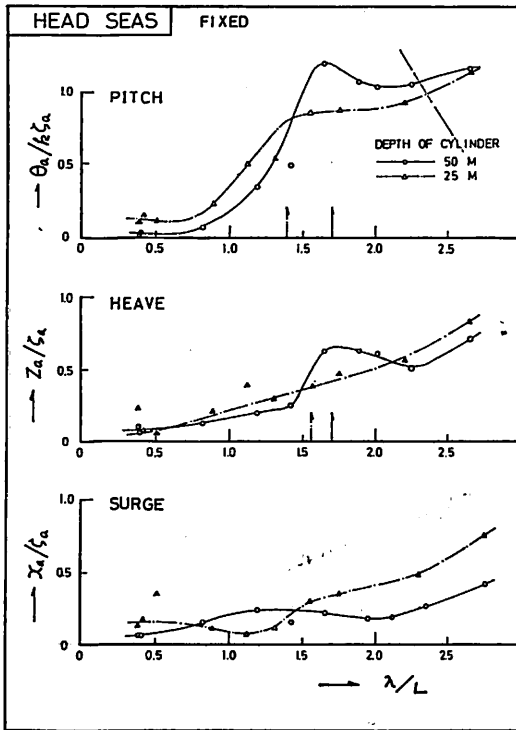


図-4 観測塔を固定支持した場合の縦波中の動揺特性

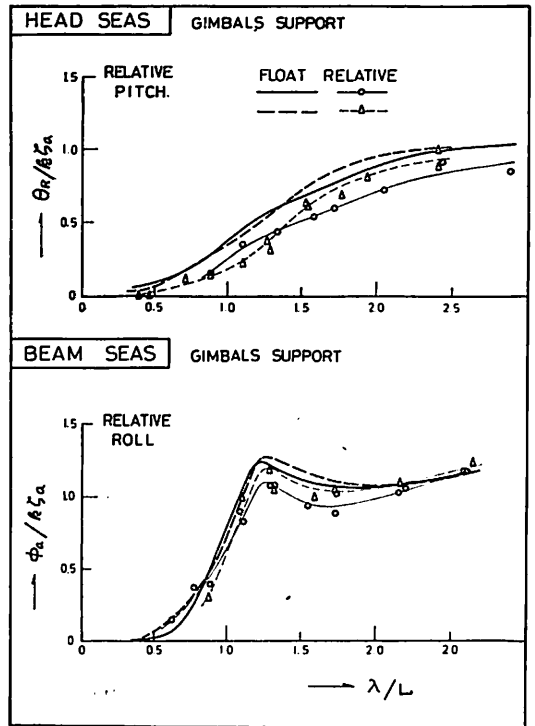


図-6 観測塔をジンバル支持した場合のフロート自体およびフロートと観測塔との相対揺れ角の応答特性

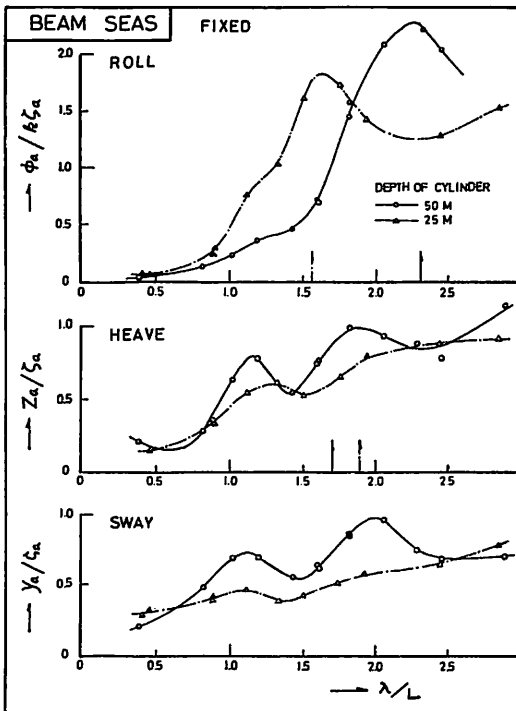


図-5 観測塔を固定支持した場合の横波中の動揺特性

ト自身の動揺角と非常によく一致し、ジンバル支持にすると観測筒はほとんど動揺をしないで、鉛直に吊り下げられてることがわかる。

一方、観測筒をフロートに固定する方式をとると、動揺は、一般的にジンバル支持方式よりも増加する傾向を示し、特に、横波中ではその傾向が甚だしい。

つぎに、波浪中における定位置を保持するために必要な力、すなわち漂流力は、この実験の範囲内の波に対して、実機に換算して、ジンバル支持の場合は最大6トン以内であるのに対し、固定支持の場合は漂流力は激しく増加して、約15トンになる。

なお、上下動は、ジンバル支持の場合でもあまり軽減されなかつたが、支持装置に上下動を吸収するためのスプリングとダンパーを組合せた、上下動吸収装置をつけ加えることにより、多少軽減される可能性があるかもしれない。

## 2) 着底用マット付海上作業台船<sup>2), 3), 4), 5)</sup>

この海上作業台船は海底油田の掘削を主目的とするものであり、この台船は建造場所から作業海域までの長距離の移動と作業海域における短距離の移動をしばしば行なうもので、そのつど海底に着底するためのマット付の

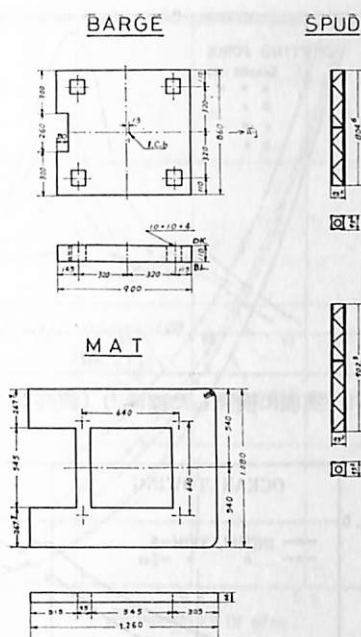


図-7 着底用マット付海上作業台船の概要図

表-2 マット付作業台船の主要目

		model	actual
Displacement in test	$\Delta$	113.19 kg	
Draft in test	$d$	0.076 m	
<b>BARGE</b>			
Length	$L$	0.900 m	45.0 m
Breadth	$B$	0.860 m	43.0 m
Depth	$T$	0.110 m	5.5 m
<b>MAT</b>			
Length	$L_m$	1.260 m	63.0 m
Breadth	$B_m$	1.080 m	54.0 m
Depth	$T_m$	0.066 m	3.3 m
<b>SPUD</b>			
Length	$L_s$	1.7069 m	85.345 m
Breadth	$B_s$	0.0952 m	4.76 m
Structure	$X$	0.0952 m	4.76 m
Number of Spuds		Lattice Type	4

脚を昇降させる。したがって、想定される作業海域の海象の中でマット付の脚を昇降させている状態の動揺特性、決められた位置を保つために必要な力を推定する基礎資料、曳航されて移動する時に、曳航に必要な馬力を推定する資料を求めた。

試験に使用した模型は実機を1/50に縮尺した木製模型船であり、その概要図は図-7に、主要目を表-2に、模型船の外観を写真-2に、試験時の模型船を写真-3に示す。

#### 波浪中動揺試験

試験状態は海上作業台船が掘削地点に到着し、マット

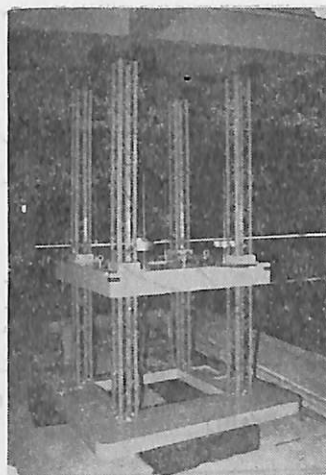


写真-2 着底用マット付海上作業台船の模型

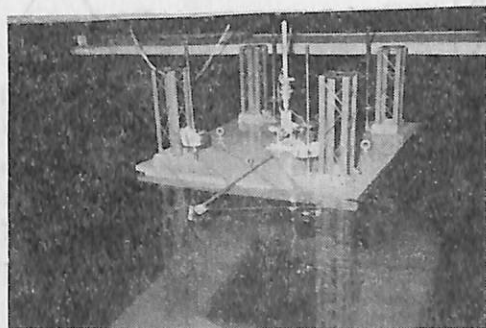


写真-3 波浪中動揺試験（マット付作業台船）

のバラストタンクに海水を注水した状態からマットを最も降下した状態までの間で次に示す4つの状態について波浪中での動揺特性を調べた。

A 状態 …… 掘削地点に到着し、バラストタンクに海水を注水した状態（この状態はマットが最も水面に近い状態で、バージとマットの間隔は実機で0.5 mある）。

B 状態 …… A 状態から実機で4.5 m マットが降下した段階。

C 状態 …… A 状態から実機で30 m マットが降下した段階。

D 状態 …… A 状態から実機で61 m マットが降下した段階。

試験に用いた規則波と台船との出会う方向は横波と斜め迎え波（135°）であつて、波長対バージの長さ比は0.5~5.5、波高対波長比は1/30, 1/50, 1/80である。

平水中の自由動揺試験の結果では、固有周期、減衰係数および回転半径は、マットが僅かに降下したB状態

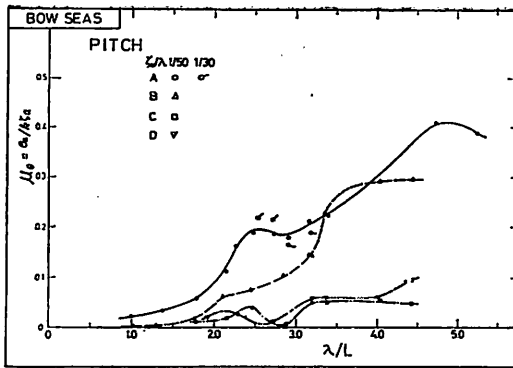


図-8 斜め波中における縦揺れ特性 (マット付作業台船)

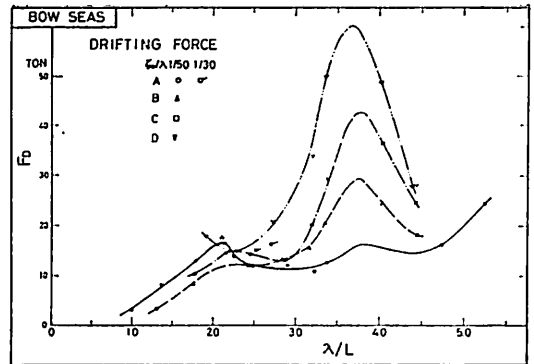


図-11 実機に換算した漂流力 (波高が 1/50 波長)

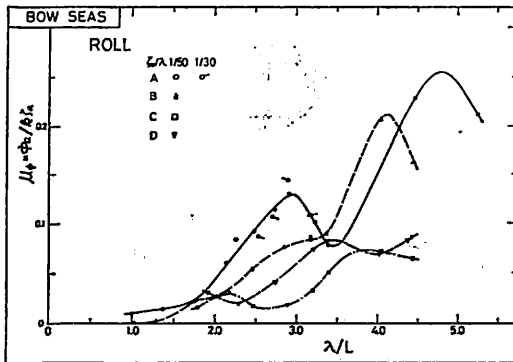


図-9 斜め波中における横揺れ特性 (マット付作業台船)

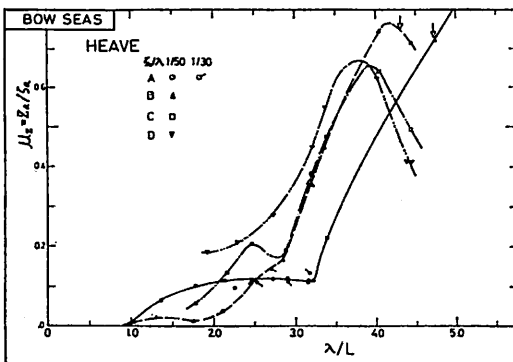


図-10 斜め波中における上下揺れ特性 (マット付作業台船)

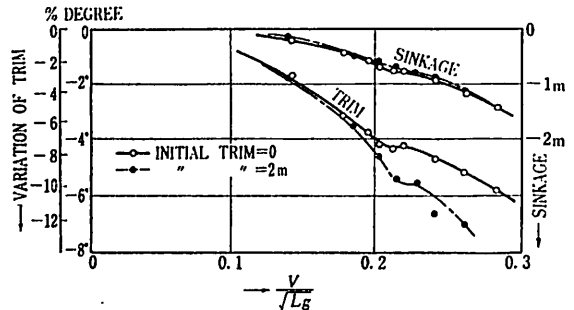
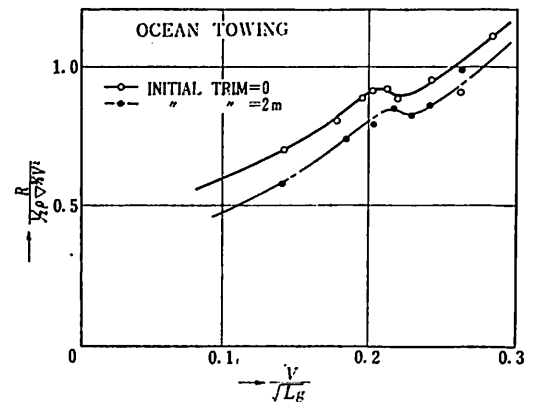


図-12 平水時曳航時の全抵抗係数, トリムの変化, 沈下量 (マット付作業台船)

の付近において極小値になった。

波浪中における動揺試験の結果の一例として、斜め波中における縦揺れ、横揺れおよび上下揺れの無次元値を図-8~図-10に、実機に換算した漂流力を図-11に示す。縦揺れ、横揺れは各状態において揺れが非常に小さく、特に、マットが降下して行くにつれて急激に揺れが減少

する傾向を示している。一般船舶に比して、動揺が小さく、また同調点以外にも山があらわれていることがこの種の台船の特徴といえる。同調点以外に山があらわれることについては、強制動揺試験などによりその理由を明らかにする予定である。

#### 曳航試験

試験は大洋を曳航されている場合 (Ocean Towing) と堀削海域における移動 (Field Towing) の2つの状態を対象にして行なった。この2状態について、イニシ

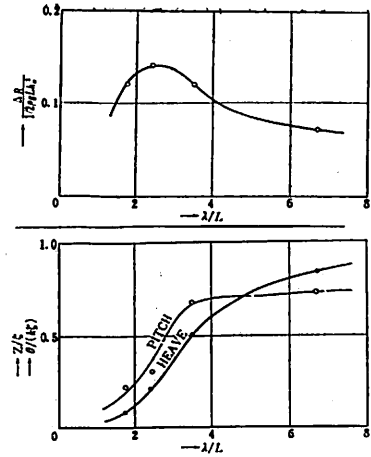
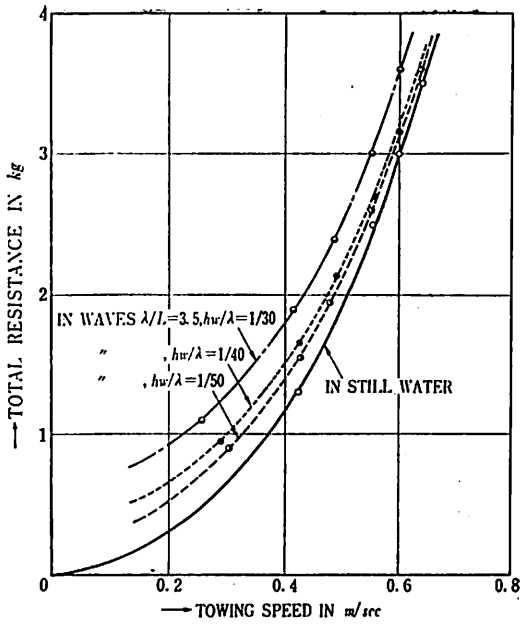


図-15 波浪中における馬力増加縦揺れ、上下揺れ（マット付作業台船）

ヤルトリムを2種、マットのコーナーの形状を丸めたときと角のままの2種について試験を実施した。

図-12に、Ocean Towing 状態での平水中曳航試験から得られた全抵抗係数、トリム変化、沈下量を示す。Field Towing 状態については波浪中曳航試験を行なった。その結果を図-13、図-15に示す。

平水中曳航では、各状態において全抵抗係数は非常に大きい、これは一般船型に比して幅の広い箱型であり、かつ水中にマットを持っているので、低速では全抵抗の中で形状抵抗の占める割合が非常に大きいと考えられる。また、フルード数が0.2附近に hump と hollow が現われていることから、高速ではやはり造波抵抗もかなりの割合になるものと思われる。トリム変化は速度の上昇と共に相当激しく、前トリムになる傾向を示し、これが全抵抗を増加させる要因である。したがって、イニシャルトリムを後トリムにしておくと航走によつて前トリムの傾向が丁度打消しあつて、even keel の姿勢で曳航されるので、全抵抗係数が大幅に低下してくる。マットのコーナーの円または角による形状影響は低速では円にした効果が殆んど認められないが、フルード数が0.2以上ではかなり有利になることがわかつた（図-14）。

$\lambda/L$  が変化した場合の波浪中抵抗増加量の無次元値には、 $\lambda/L=2.5$  附近に山が現われてきているが、これは速度が零のときの波浪中助揺試験の漂流力が大きく現われる  $\lambda/L$  とほぼ対応しているもので、漂流力が波浪中の抵抗増加に対して支配的であることが推定される。また、上下揺れ、縦揺れは  $\lambda/L=2.0$  以下では極端に小さく、これらの無次元値が1.0に近づくのは一般船型に比

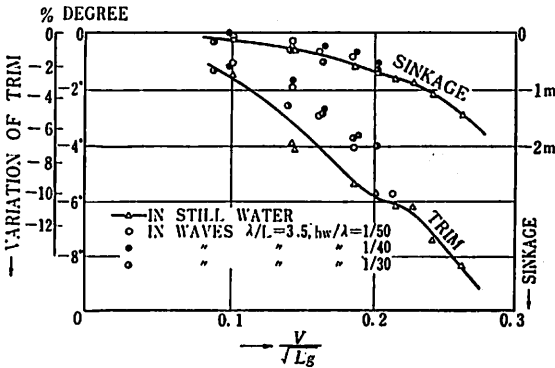


図-13 波浪中曳航時の全抵抗、トリム変化、沈下量（マット付作業台船）

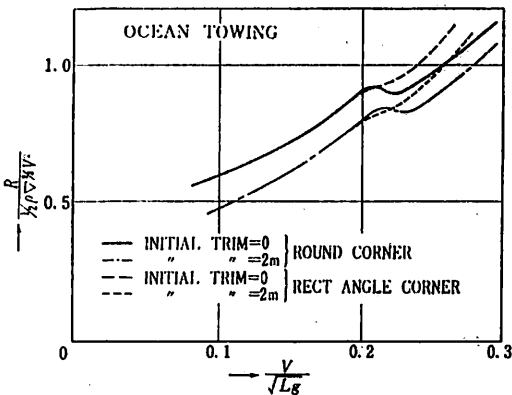


図-14 マットの形状影響（マット付作業台船）

表-3 作業台船の模型の主要目

LENGTH	L	2.00 m
BREADTH	B	0.811 m
DEPTH	D	0.196 m
DISPLACEMENT	$\Delta$	149.17 kg
DRAFT	d	0.105 m
LONG. CENTER OF BUOYANCY FROM F.P.	FB/L	0.487 m
LENGTH-BREADTH RATIO	L/B	2.466
RADIUS OF GYRATION		
LONGITUDINAL	$k_{xx}$	0.595 m
TRANSVERSE	$k_{yy}$	0.372 m
CENTER OF GRAVITY	KG	0.264 m
HEIGHT OF METACENTER		
LONGITUDINAL	$GM_L$	3.422 m
TRANSVERSE	$GM_T$	0.394 m
TRIM	$T_{TR}$	0 m
HEEL	$H_L$	0 m

して遙かに長波長の方であるという特異な特性を持っている(図-15)。

### 3) 作業台船<sup>6), 7)</sup>

海洋開発に使用される海上作業台船, テンダーバジ, 起重機船などの作業台船は作業場としての広い甲板面積を必要とするので, 一般船舶に比して船幅の広い, いわゆる箱型船型になる傾向がある。このような船について幅の狭い試験水槽で動揺試験を行なうとき, 模型船が造る波あるいは模型船で反射した波が水槽側壁で反射し, 動揺特性に側壁影響があらわれるおそれがある。したがって, この側壁影響を調査した。また, 箱型台船にビルジキールを取付けた場合の減揺効果を調査した。

試験に使用した模型は実機を1/26.5に縮尺したもので, その主要目を表-3に示す。

水槽側壁影響を調べるために当所の動揺水槽(50 m × 8 m × 4.5 m)と通称80 m角水槽と呼ばれている第1船舶試験水槽(80 m × 80 m × 4.5 m)の両水槽において規則波中の動揺試験を行なった。

両水槽における縦波, 横波中における動揺振幅応答特性を図-16, 図-17に示す。試験中目視観測している限りでは幅の狭い動揺水槽では模型船が造る波および反射波などが相当複雑で側壁影響が大きくなるように見受けられた。角水槽では模型船が造る波が輪状に拡散して行くことが明瞭に観察され, この波が水槽の側壁に到着する以前に計測を終了するようにした。しかしながら, 動揺の計測結果においては両水槽の結果が非常によく一致しているため, 今回の模型寸法程度(模型船の長さとは幅はそれぞれ水槽の幅の1/4と約1/10)であれば試験結果に信頼性があるといえる。

ビルジキール効果を調べるために模型の両側舷の船底部にビルジサークルを設けて長さ1.5 mにわたって, 幅19.8 mmと27.4 mmのビルジキールを取り付けて

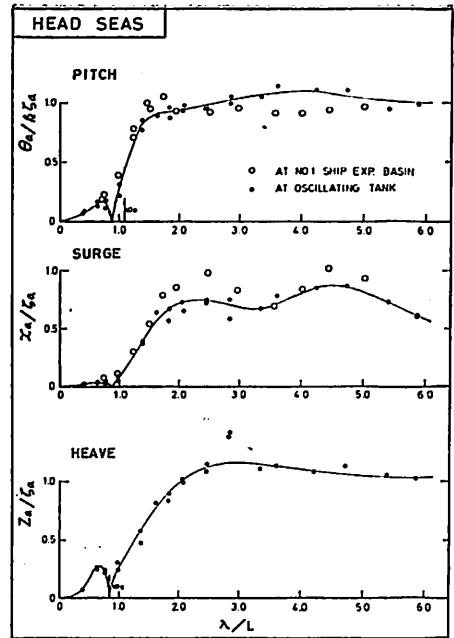


図-16 縦波中の運動特性(作業台船)

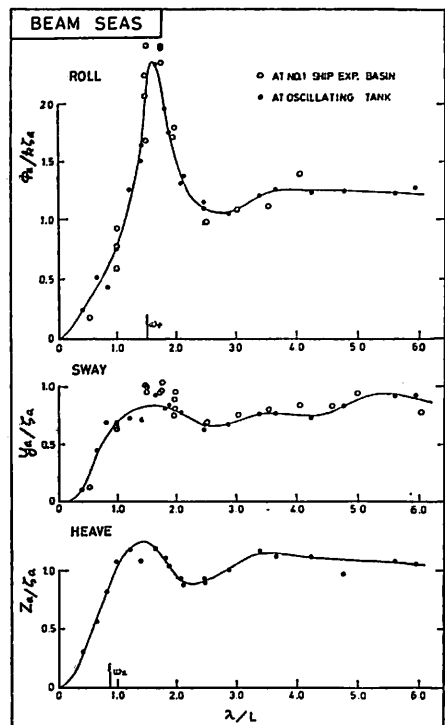


図-17 横波中の運動特性(作業台船)



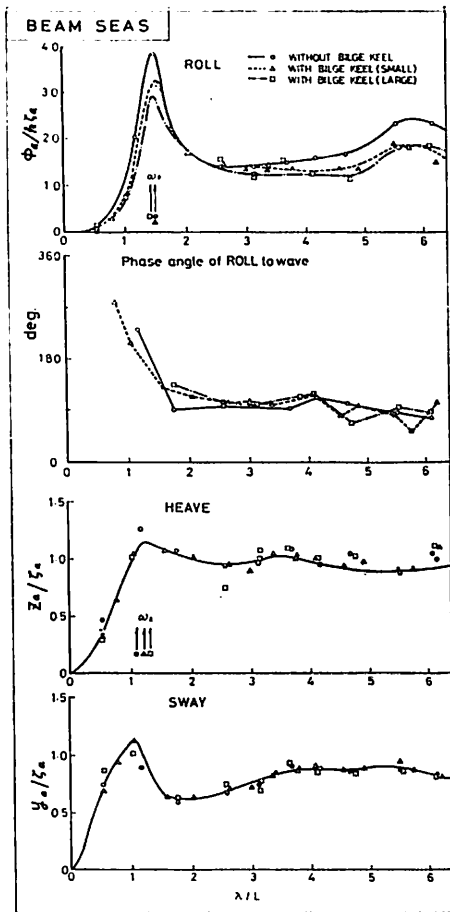


図-18 作業台船のビルジキール影響による動揺特性

規則波中における動揺試験を行なった。横波中の無次元動揺振幅応答特性を図-18に示す。

横揺れについては、平水中の自由動揺試験から求めた減衰係数の値はビルジキールを取り付けた場合は取り付けない場合の約2倍となった。また、規則波中の横揺れにはビルジキールの効果が認められるが、一般船舶に比して、箱型に近い本台船ではその効果はあまり顕著ではないといえる。その他の動揺へのビルジキールの減揺効果は平水中の自由動揺試験でも規則波中の動揺試験でもほとんど認められなかった。

#### 4) 海洋無線中継船<sup>8)</sup>

産業経済の発展にともない情報活動が盛んとなり、通信回線の増設が必要となつて来た。しかし、これまでと同様に陸上の通信回線の増設にはかなり難点があるので、障害物のない海洋に中継所を設ける海洋無線中継方式に関する研究開発が日本電々社により開発され、その基礎研究の結果、試作機を建造し設置することにな

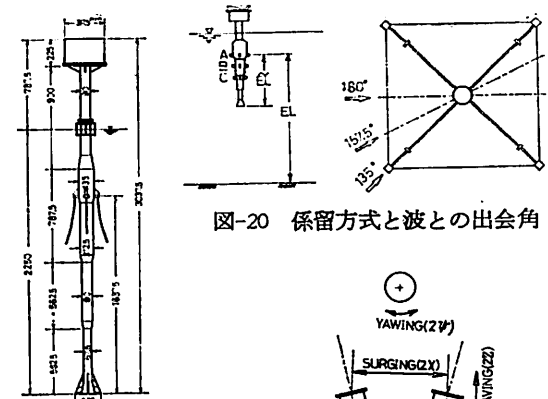


図-19 海洋無線中継船の形状と寸法

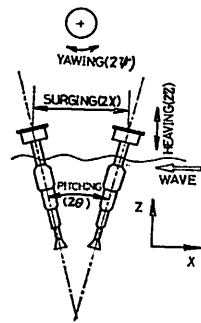


図-21 動揺の角変位表示

つた。最終的な運動性能に関する総合試験を当所で行なった。

なお、この海洋無線中継船は Spar Type Buoy であつて、この形式のブイは海洋の復測・調査研究、航海・航空管制などの目的のため広く用いられるものであつて、模型試験結果とともに、その実機の実績はブイ技術の発達のために重要な資料を提供するものと思われる。

中継船の模型の縮尺比は使用する海域の水深(200 m)と水槽の水深(4.5 m)が対応するように1/44.4にした。試験に使用した模型の形状と寸法を図-19に示す。鎖の重量を含まない模型船の重量は15.89 kg、排水容積は0.0173 m<sup>3</sup>で、試験時には4本の鎖で係留される。係留用鎖模型には、重量を相似にするために、アルミ製鎖を使用した。図-20に、係留鎖の中継船への3種の取り付け位置(A, B, C)を示す。

実機の要求性能は波高15 m、波周期15秒、潮流2~5ノット、風速60 m/secの条件下で上下動±5 m、回旋半径50 m、傾斜角±10°、回転角±5°である。波浪中動揺試験時の規則波は、波長対中継船の没水長比を0.5~10.0の範囲で、波との出会角、係留鎖の取り付け位置を変えて行なった。

規則波中の運動(図-21)を16 m/m シネで撮影し、シネアナライザーで解析した結果の一例を図-22に示す。

これらの結果を総合的に検討して風および潮流のない波浪中の運動性能のみに関しては十分にその要求性能を満足することが分かった。

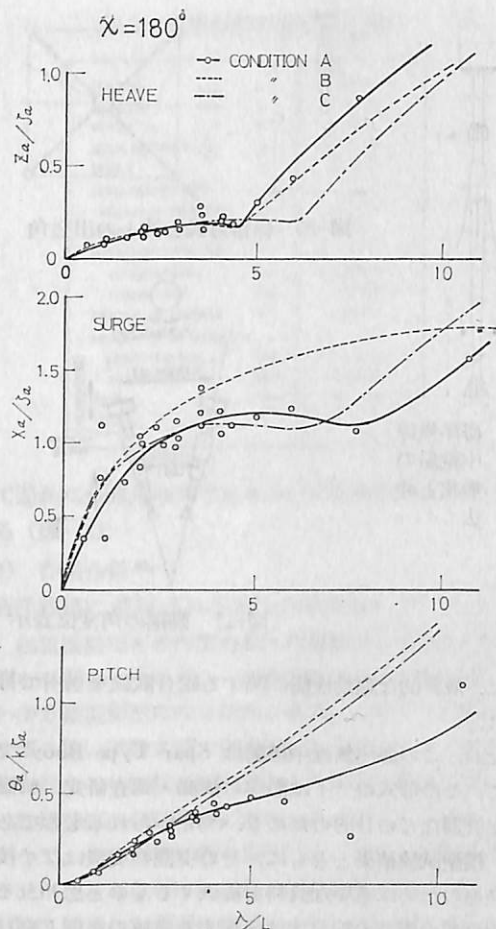


図-22 中継船の動揺特性

なお、この実験は係留されたブイについて、はじめての経験であったが、これにより係留浮体についての問題点がわかり、将来の研究についての示唆が得られたことは大きな収穫であった。

#### 5) リフトアップバージ

産業の発達に伴ない輸送網の充実を計るため河川、湾、内海に大型の橋梁を架設する必要が生じた。この場合、工事期間の節約、経済性を考慮して、工場においてなるべく大型の橋梁部分を組み立てて、それを架設現場に運搬して、その位置で橋梁を所定の高さまで持ち上げて架設を能率良く行なうためリフトアップバージを用いることは有利である。作業台船は一般に使用されている台船よりも重心位置、回転半径、風圧面積の大きい特殊な型式の台船である。したがって、この台船の曳航時および架設時の安全性を確認することは重要である。

規則波中における動揺特性が求められれば、波浪、風などの外力がある場合の安全性を検査することが一応可

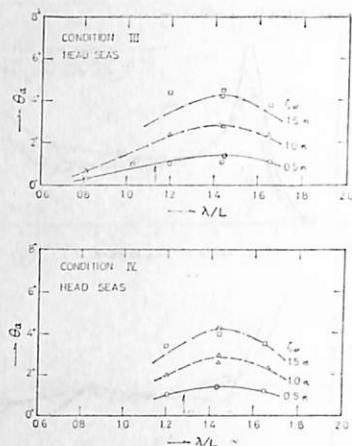


図-23 縦波中の動揺特性 (リフトアップバージ)



写真-4 動揺試験中のリフトアップバージ

能である。

そこで、実機の1/25に縮尺した模型台船(長さ2 m、幅0.6 m、深さ0.14 m)を使用して、水槽で規則波中における動揺試験を行ない、その結果を用いて、波と風が正面あるいは真横から受けた時の安定性を検討した。

まず、規則波中において次の4つの状態について、試験を行なった。

- I. の状態; 実船で732トン(橋梁とリフトアップ装置の合計重量)を搭載し、曳航されている状態。
- II. の状態; I. の荷重で、橋梁をリフトアップした状態。
- III. の状態; 実船で460トンを搭載し、曳航されている状態。
- IV. の状態; III. の荷重で、橋梁をリフトアップした状態。

各状態についての動揺試験結果の例を図-23、写真-4に示す。この最大動揺振幅値と各状態の復原力曲線とを用いて復原性基準<sup>10)</sup>(乙基準)を適用すれば、規則波中で突風を受けた時の安定性能の指標すなわちC係数が求められる。この際、従来から普通使われている簡便な偶力挺を求める式ではなく、縦または横の風圧係数、

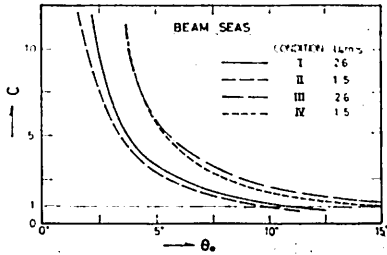
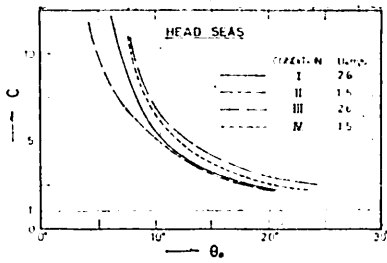


図-24 縦、横波中の C 係数 (リフトアップバージ)

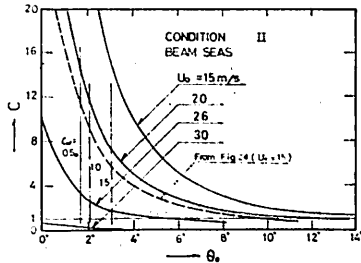
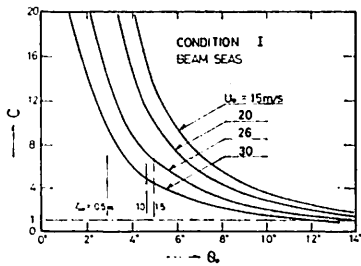


図-25 横波中の C 係数 (リフトアップバージ)

突風率、水圧中心位置などを十分吟味する必要がある。

今回は縦および横の風圧係数を 1.6 (一般の場合では 1.2 位にしているが、幅の広い台船では傾斜すると風圧面積が増加するため) として求めた C 係数を図-24 に示した。また、従来のままで風速を広範囲に変えて求めた C 係数を図-25 に示す。これらで、C 係数が 1.0 より大きければ安全であるが、このような台船は一般船舶より船幅が広く、メタセンターが非常に高いために、

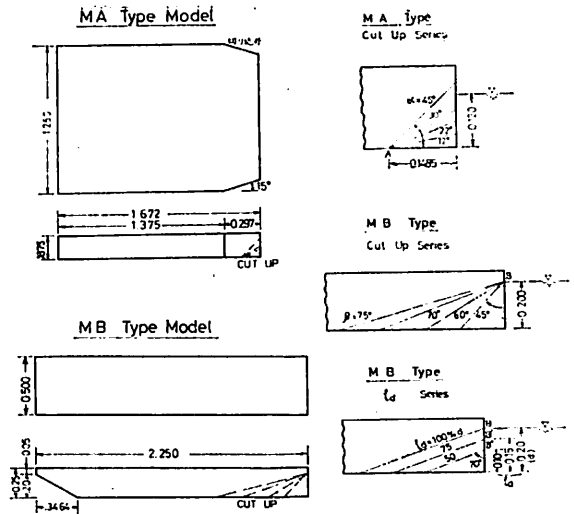


図-26 箱型作業台船の模型と船首形状

GM が大きくなり動揺しにくくなる。また、橋梁をリフトアップして重心が高くなり GM が小さくなると、固有周期が極めて長くなり、同調波長は非常に長くなる。この時は、一般に波傾斜角が小さくなるので、波浪中の動揺角は少なくなつて、常に安定側になる傾向を持っている。

## II-2 海洋構造物に関する推進・操縦性能<sup>1)</sup>

一般に海洋開発には作業目的などによつて種々の作業台船が使用される。また、作業海域においてしばしば移動や針路変更をするので、作業台船の推進・操縦性能を向上させることは重要な課題である。

そこで、当部においては一般によく使用されている箱型の作業台船の抵抗・旋回性を向上させるような船首・船尾部形状について系統的な一連の試験を実施し、推進・操縦性能のよい船型の開発を行なつている。

抵抗関係では船の長さ幅比  $L/B$  は 0.9~6.0、幅喫水比  $B/d$  は 2.5~10.5 と広範囲に変化させたシリーズについて試験を行なつている。まず、これらのシリーズのうちカットアップシリーズについて述べる。図-26 に示すように、船首側面に 15° の切り欠きをもつ MA 型の船型では、船首部に船底の A 点を頂点とする  $\alpha$  で示される切り欠き角度を変えたシリーズ、MB 型の船型では、船首と喫水線との交点 B を頂点とする  $\beta$  で示される切り欠き角を変えたシリーズおよび  $\beta=70^\circ$  一定で船首での切り欠き量  $l_a$  を変えたシリーズの抵抗試験結果の例を示す。 $\beta$  および  $l_a$  についてのシリーズの結果を図-27 に、 $\alpha$  についてのシリーズの結果を図-28 に示す。

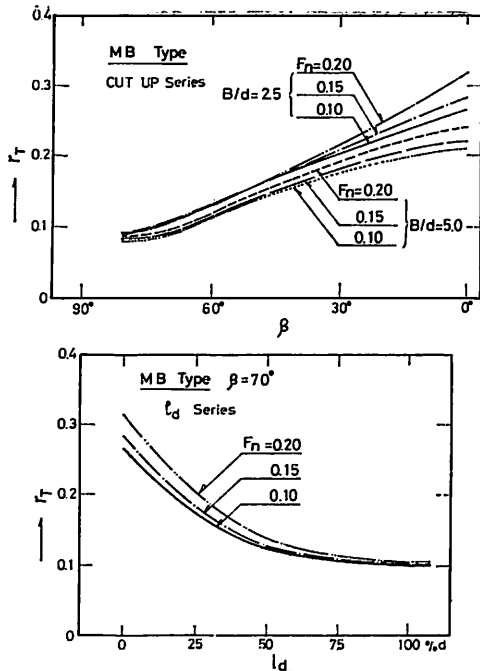


図-27  $\beta$ ,  $l_d$  シリーズによる全抵抗係数

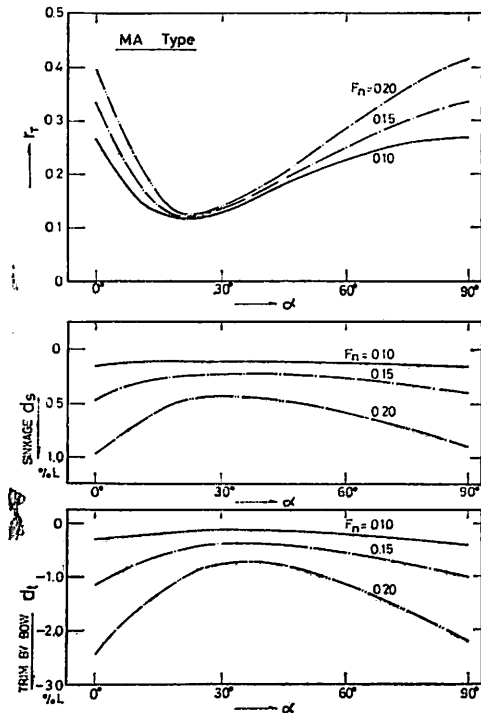


図-28  $\alpha$  シリーズによる全抵抗係数, トリム変化, 沈下量

図-27の上図で、2種の喫水状態ともに切り欠き角  $\beta$  が増加するにつれ全抵抗係数は急激に減少し、 $\beta=60^\circ$  以上では抵抗係数は切り欠きのない場合の、1/3になる。しかし、 $\beta$  があまり大きいと排水量が小さくなり、実用性を欠く。したがって、つぎに、図-27の下図で、切り欠き量  $l_d$  の量を変化させて見ると、喫水の半分的位置から切り欠いても ( $l_d=50\% d$ )、喫水線からのもの ( $l_d=100\% d$ )、と抵抗係数がほとんど変化しないことが分かる。この傾向は、前述の  $L/B$  の広い範囲についても共通している。

図-28では、切り欠き角  $\alpha$  の変化につれて抵抗係数は変化し、 $\alpha=20^\circ$  付近で極小となる。この  $\alpha$  の影響については、図-27に示される  $\beta$  および  $l_d$  の切り欠きの影響からも説明することができる。すなわち、 $\alpha=20^\circ$  は  $l_d=50\%$  にほぼ相当し、 $\alpha$  がこれより小さい場合には、 $l_d$  が小さくなる場合と同様の影響により抵抗係数は増し、 $\alpha=0^\circ$  では切り欠きの全くない箱船に相当する。つぎに  $\alpha$  が  $20^\circ$  より大きくなる場合は、 $l_d$  が  $1/2d$  より大きくなっているので、 $l_d$  の影響はなくなると考えられ、 $\beta$  が小さくなった影響のみにより抵抗係数は増し、 $\alpha=90^\circ$  では切り欠きの全くない箱船に相当する ( $\alpha=0^\circ$  の場合と  $L/B$  が異なり  $r_T$  の値は多少大きくなる)。

以上述べたこと以外に、 $L/B$  シリーズ、 $B/d$  シリーズなども含めて、次のような結果が得られた。

- 1) 一般的に  $L/B$  の増加につれて直線的に全抵抗係数  $r_T$  は減少する。
- 2) したがって  $\rho^{2/3}$  を用いた  $r_T$  の代りに、中央横断面積  $A$  を用いた抵抗係数 ( $R_T / \frac{1}{2} \rho A V^2$ ) を採用すれば、 $L/B$  の変化に対して、抵抗係数はほぼ一定の値となる。すなわち、造波抵抗の全抵抗に占める割合が小さいといえる。
- 3)  $B/d$  によつては全抵抗係数はあまり変化しない。
- 4) 船首部の側面の切り欠き角は  $10^\circ \sim 15^\circ$  付近で全抵抗係数が小さくなる。
- 5) 船尾部の切り欠き角は  $\beta=65^\circ$  より増加するにつれて急激に全抵抗係数が減少する。
- 6) トリム変化および沈下量に船首部の切り欠き角  $\beta=60^\circ$  付近で非常に少くなる。
- 7) イニシャルトリムは一般的には後トリムが全抵抗係数には良好である。

しかしながら、多年にわたる経験から理想船型に近づいていると思われる大型肥大船 (例えば、 $C_B=0.85$ ,  $L/B=5.8$ ,  $B/d=3.1$ ) と船首・船尾部を最適にカットした箱船海上作業台船とを比較して、全抵抗係数は後者

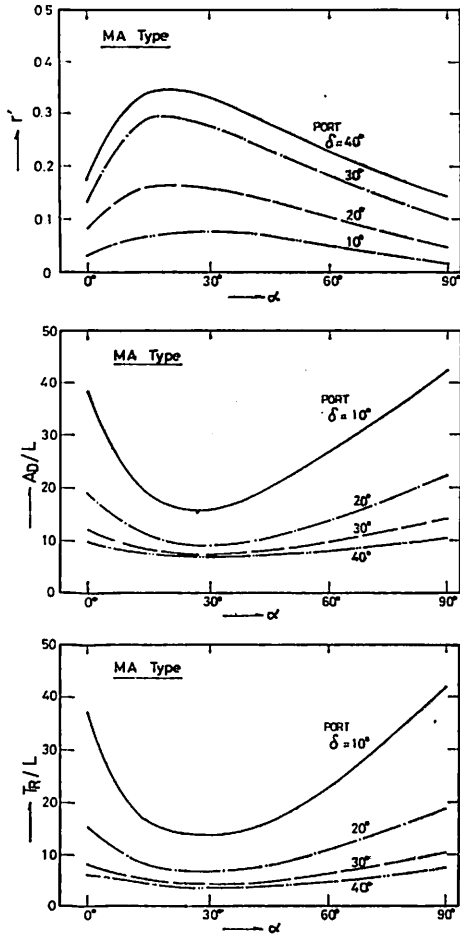


図-29  $\alpha$  シリーズによる操縦性能

の値は前者の値の約1.6倍であることから判断して、まだ船型の開発の余地があると考えられる。

旋回性関係では、図-26に示すMA型船型について、一般に旋回性が悪いとされているL/BおよびB/dの範囲について、2軸2舵で旋回試験を行なった。その結果の一例を図-29に示す。試験の結果、当然のことながら、船首の切り欠きは旋回性の向上には非常に有効であり、試験された範囲ではL/Bの増加につれて旋回性が良好になることが分った。

### II-3 係留索および作業索

当部においては海洋開発工学部に改組する以前から、鋼索の疲労に関する系統的な研究を行なつて来ている。ここでは、一般船舶および海洋構造物の係留索および作業索についての研究の概要を述べる。

#### 1) 高抗張力索の開発<sup>12)</sup>

係留構造物が巨大化するに伴ない、それに使用する索

は巨大化の傾向にあるので、取扱いおよび経済性的見地から高抗張力索の開発が重要な課題の一つとなつて来ている。そこで、強度の向上の一方法として、索を構成している素線の引張り強さを高めた高抗張力索の製作を目的とした研究を行なつて来た。その最終目標は亜鉛メッキの高抗張力索であつて、第1段階においては裸素線(抗張力270 kg/mm<sup>2</sup>以上)の索について試作し、確性試験(顕微鏡組織、硬度測定、抗張力、ネジリ試験および疲労試験)を行ない、第2段階で亜鉛メッキ素線(240 kg/mm<sup>2</sup>)の索について同様な試験を行ない、最終的には両結果を総合して索として最も適当な抗張力を選定して実用化を計るというものである。これらの一連の実験結果から従来使用されている索と同じ索径で裸線において約30%、亜鉛メッキ線において約40%の破断強度を増すことが出来た。言い換えれば、それに相当した量の軽量化が達成された。

#### 2) 応力変化時における作業索の疲労被害<sup>13), 14), 15)</sup>

一般に索が使用される場合には、一定の張力あるいは曲げモーメントのほか、変動的な応力のもとで使用されている。したがつて、変動応力のもとでの索の疲労による劣化の様相を究明することとした。

まず、索の張力の変化したときの疲労被害を調査した。すなわち、まず第1段階として、ある一定の張力のもとである一定の径を有する滑車を介して繰返し曲げを与える。つぎに、第2段階として異なつた張力のもとで同径の滑車を介して、索が破断するまで、同様に繰返し曲げを加え、被害率を求めた。このために、あらかじめ、数種の張力(その単純張力による応力をSとする)についてそれぞれ破断までの繰返回数Nを求め、所謂S-N曲線を準備して置く。つぎに、上述のように張力応力を2段階に変えて、曲げ疲労試験を行なう。この際第1段階では、破断まで繰返さずに、S-N曲線上のその応力S<sub>1</sub>に対応する破断繰返回数N<sub>1</sub>より小さいN<sub>1</sub>'の繰返しを加える。つぎに第2段階の応力S<sub>2</sub>で破断までの繰返回数N<sub>2</sub>'を求める。S-N曲線上の応力S<sub>2</sub>に対応する破断繰返回数をN<sub>2</sub>とするとき、{(N<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>')/N<sub>2</sub>}×100を被害率(percentage of damage)、(N<sub>1</sub>'/N<sub>1</sub>)×100を繰返比(cycle ratio)、{(S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>)/S<sub>2</sub>}×100を超過率という。図-30は第2段階の応力S<sub>2</sub>=30 kg/mm<sup>2</sup>を基準応力とし超過率を100%(すなわち第1段階の応力=60 kg/mm<sup>2</sup>)および33%(第1段階の応力40 kg/mm<sup>2</sup>)とした時の試験結果である。横軸は第1段階の繰返比で、縦軸は第2段階の繰返数による被害率である。45°の線上の点は第1段階の応力による被害の量が第2段階の応力に対してもそのまま持ち越されたことを意味

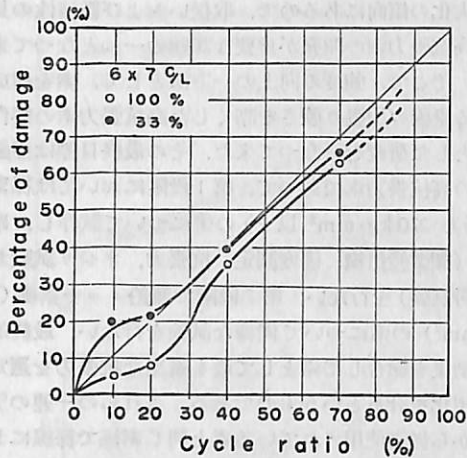


図-30 張力変化による疲労被害曲線

する。また、この線より上にあれば、第1段階での被害が第2段階の相当被害より大きく、この線より下であればその逆である。もし、被害率がマイナスであれば、第1段階応力繰返しを受けたのち、第2段階の応力で繰返しを行なう場合に、処女材の寿命より長くなることを示す。この例では、超過率100%においては、繰返比が小さいときには被害率は極めて少なく、繰返比の増加につれて漸増し、45°の線に近づく。超過率33%においては、繰返比が小さいとき被害率はやや高く、繰返比の増加につれて45°の線に近づき、第1段階応力による被害がそのまま第2段階応力に持ち越されている。

つぎに、張力一定とし、滑車の径を変化させて、一次曲げ2段階応力変動の実験を行なった。このため、図-

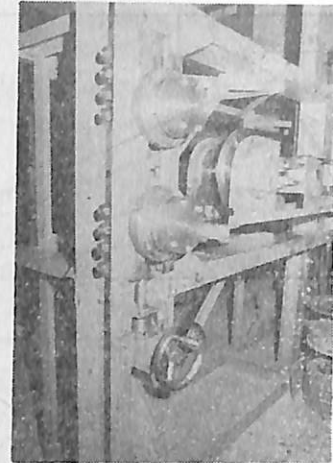


写真-5 疲労試験機の DISK (図-31 の A, B, C の test Sheave)

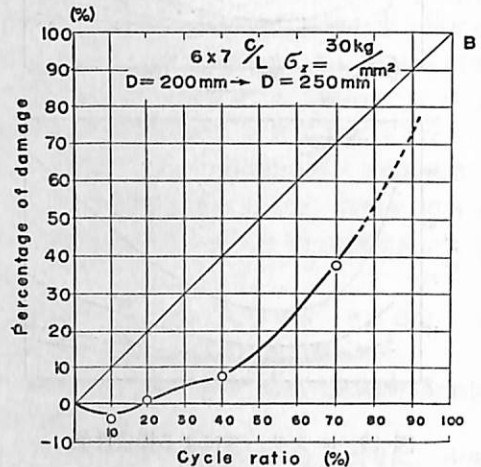


図-32 曲げ応力変化による疲労被害曲線

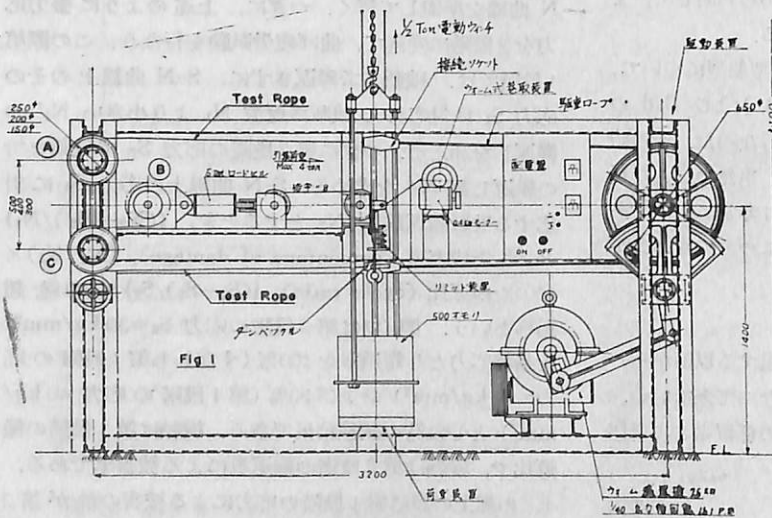


図-31 二重 S 曲げ疲労試験機

31 および写真-5 に示すような、3個の滑車を通する2重 S 曲げ疲労試験機を製作した。各滑車の直径はいずれも 150, 200, 250 mm の3種類で、これを容易に取換えられるようにした。図-32 は、引張り応力を一定 (30 kg/mm<sup>2</sup>) とし、滑車の径を、第1段階では 200 mm、第2段階では 250 mm として行なった疲労試験の結果の一例である。このときは、滑車による曲げ応力はその径が変化しているため、第1段階では大きく、第2段階では小さくなっている。繰返し比の小さいとき

には、被害率はマイナスであつて、第1段階での繰返し  
がpre-tensionと同様な作用をし、いわゆるナラシ運転  
に相等し、また、初期の素線相互の線接触がある程度面  
接触となり、第2段階応力の被害率が小さくなったもの  
と推定される。

### II-3 海底土質の調査<sup>16)</sup>

海洋構造物が作業海域に到着し、脚を海底に着底した  
り、構造物を固定するために係留する場合に、海底の土  
質および地形を知ることが重要課題の一つである。

当部においては、音響測深機を用いて海の深さを計測  
する際に、今まで測深誤差といわれた底質の相異による  
各周波数毎の測深指示値の変化(誤差)と底質での反射  
音の強さとを組み合わせて水深および底質を推定する技  
術の開発を行なつている。

第1段階として、室内実験にて一層の海底土質につい  
ての実験を行なつた。まず、種々の海域の海底土質が図  
-33に示すような粒径分布を持つているので、これらの  
底質の両端に近い粒径分布を持つアラキダとフライア  
ッシュを選び模擬海底土質試料とした。この2種の試料の  
土質は三角座標式分類法によれば、図-34に示すように、  
アラキダはシルト成分と粘土成分が適当に混合している  
のに対して、フライアッシュでは大部分がシルト成分か  
ら成り立っている。

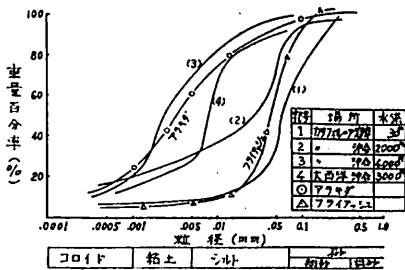


図-33 底質の粒径加積曲線

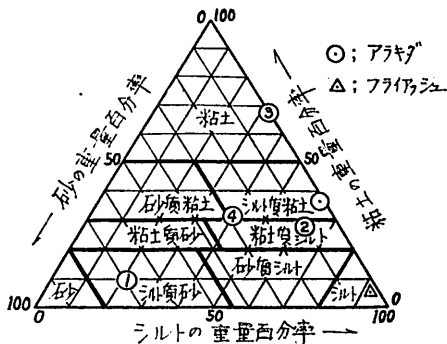


図-34 三角座標式分類法による土質分類

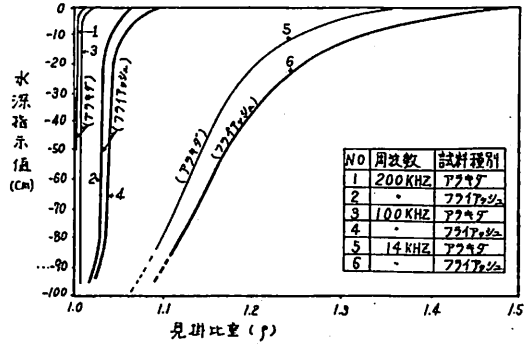


図-35 底質と音響周波数による水深指示値の  
変化

小規模の試験水槽に、模擬土質を入れる厚さ1mの  
資料層を設け、14 KHz、100 KHz および 200 KHz の  
3種の音波の反応を、両試料を見掛け比重を変えて調べ  
た。その結果、アラキダはフライアッシュよりも吸音減  
衰率が大きく、音の透過が悪いことが分つた。また、水  
との境界面での反射率(反響余裕値)はアラキダはフライ  
アッシュよりも大きく、高い周波数の音では見掛け  
比重の小さい場合でも鋭敏に反応する。たとえば、200  
KHzの音に対し、見掛け比重1.01のアラキダは、見掛  
比重1.05のフライアッシュと同等の反射率である。測  
深指示値の誤差を、図-35に示す。縦軸の0cmは水と  
試料の境界面であつて、-50cmは境界面より50cm  
深いところから音響が反射し、測深機の上では水深を  
50cm深く誤つて指示することを意味する。

音響測深機で、数種の周波数を用いてファクシミリ紙  
で記録し、見掛け水深の変化と記録の濃淡(反響の強さ)  
の変化との組み合わせから、実験室で得られたデータを尺  
度として、海底の土質と真の水深を推定することができる。  
なお、現在多重層の場合について実験中である。

### III 実施中の研究項目

海洋開発用機器の建造および開発に関連して必要な基  
礎的、共通的な技術に関し、当部において現在実施中の  
研究項目は次の通りである。

#### 1) 海洋開発用機器の運動性能

海洋構造物に作用する流体力を、強制動揺および拘束  
旋回試験により求め、運動の推定をするため、その第1  
期として、箱型台船を主とした試験を実施中である。

#### 2) 海洋構造物の部材に作用する流体力

海洋構造物の脚または半潜水部を構成している部材に  
加わる流体力を調査し、安全性、性能向上および構造強  
度に対する基礎資料を得る。その第1期として、簡単な  
断面形状の物体に対して周囲の流れ、波による圧力分

布, 波力などを調べている。

3) 有脚式海洋構造物の堪航性

箱型作業台船と有脚式海上作業台船の縮尺模型による動揺, 推進, 操縦および安全などの諸性能についての系統的水槽試験を行なっている。

4) 有脚式海洋構造物の脚着定時の安定保持

海洋構造物が作業地区で脚を海底に着底させる時の安定性と移動する時の脚の離脱抵抗に関して模型実験を行ない, 有脚式海洋構造物の安全性の向上と合理的設計法を確立するための資料とする。

また脚の洗掘と埋没に関する, これまで主として土木工学の分野で行なわれた研究についての文献調査を行なった。近く, とりまとめて発表する予定である。

5) 海洋開発用新形式索の開発

海洋構造物を係留するものを大別すればワイヤロープとチェーンの2種類である。しかしワイヤロープは一般に陸上または短期間の海中使用であつたが, 係留索とした場合には海水中に長期間使用することになるので, 海水, 潮流などによる耐蝕性が重要な課題となるので, 高シリコン鋼による索その他の係留索の塩水噴霧および海水浸漬を行なつて, 対海水耐蝕性を比較検討中である。

また, 深海用の索は非常に長くなるので, 自重に耐えるために, その径を順次太くしたテーパードローブを開発し, その確性試験を実施中である。

6) 船舶の接岸力

船舶がドルフィン, シーバースや棧橋に接岸する際の接岸力に関し, まず, 初期段階として平水中における接岸速度によつて船体, 防衝工や接岸施設にどのような荷重が加わるかを知ることは, 船舶の接岸操船および係留施設の安全性や経済性に資することになるので, この点について数多くの研究がなされて来た<sup>17), 18), 19), 20)</sup>。

現在は横波中における船側に作用する水圧, 接岸力, 接岸速度および波の漂流力の関係について研究を進めている。

IV あとがき

海洋構造物はその使用目的によつて多種多様な形状および機能をもつものであり, また, これら構造物は波浪, 風, 潮流などの外乱を常に受けている。ことに海水は密度が空気にくらべて大きく, 水の影響は甚大である。一方, 航空機は, その速度が外乱である風に比して1桁以上も大きく, 機体の運動の安定性, 構造強度などを比較的精密かつ理論的に取扱うことができる。在来型船舶でも, 最近では, 理論的な取扱いも可能となり, 計算

が行ない得るようになってきた。しかし, 形状が複雑な海洋構造物では, これに作用する外乱である波浪, 風, 潮流などの流体力が, その構造物の挙動をほとんど支配するので, その外乱の性質を十分に把握し, それによる応答を解明することは, 極めて重要な課題であるが, 困難である。最近では, 簡単な形状の物体についての理論的な取扱いについての研究<sup>21), 22)</sup>が行なわれるようになり, 海洋構造物の運動を精密に計算するための努力が払われている。

当部においては, 現在のところ, 模型実験による基礎研究を実施することにより, 少しでも精密な取扱いに近づけるように努めているが, いままでに, 即物的な基礎資料が得られたに過ぎず, また, 問題点が漸く分りはじめた段階である。今後は, 構造物に作用する流体力とそれによる動的応答についての実験および理論的な取扱いを中心に, 研究を進める予定である。

また, 海洋構造物を定位に保持するための係留技術の研究開発は, 海洋開発を発展させる上で重要かつ共通的な課題であるので, 波浪中での係留索・鎖の挙動, 張力, 張り方, 強度特性ならびにアンカー, シンカーの把戻力などについても重点的に研究開発を推進する予定である。

一 記 号 表 一

$x_a$ ……	前後揺れ振幅
$y_a$ ……	左右揺れ振幅
$z_a, z$ ……	上下揺れ振幅
$\theta_a, \theta$ ……	縦揺れ振幅
$\phi_a$ ……	横揺れ振幅
$\phi_R$ ……	相対横揺れ振幅
$F_D$ ……	波高の2乗に比例するとして実機に換算した漂流力
$R$ ……	全抵抗
$V$ ……	模型船の速度
$\rho$ ……	水の密度
$\psi$ ……	船首揺れ振幅
$\theta_0$ ……	傾斜角
$U_0$ ……	風速
$C$ ……	復原の安定性係数
$R_T$ ……	全抵抗
$r_T$ ……	全抵抗係数 $\left( \frac{R_T}{\frac{1}{2} \rho V^2 \sqrt{3} V^2} \right)$
$\alpha$ ……	船底の一定点よりの切り欠き角
$\beta$ ……	船首の一定点よりの切り欠き角
$l_d$ ……	船首の切り欠き量
$L$ ……	模型の長さ



B ……模型の幅  
 T, d ……模型の喫水  
 $V$  ……模型の排水容積  
 $\zeta_n, \zeta$  ……波の振幅  
 $\zeta_w, h_w$  ……波高  
 $\lambda$  ……波長  
 $k$  ……波数  $2\pi/\lambda$   
 $k\zeta_n$  ……最大波傾斜  
 $d_s$  ……沈下量  
 $d_t$  ……トリム変化量  
 $F_n$  ……フルード数  $V/\sqrt{gL}$   
 $\delta$  ……舵角  
 $r'$  ……無次元旋回角速度 (L/R)  
 $A_D$  ……最大縦距  
 $T_R$  ……最大横距

参 考 文 献

- 1) 安藤定雄, 猿田俊彦: “海底観測塔の動揺試験” 船舶技術研究所報告, 第7巻, 第3号, 1970, 5  
船研発表会講演概要, 第14回, 1969, 11
- 2) 安藤定雄: “自己昇降式海上作業台船(マット付)の波浪中動揺試験” 船舶技術研究所報告, 第7巻, 第6号, 1790, 11
- 3) 安藤定雄, 坂尾 稔: “自己昇降式海上作業台船の動揺試験” 船研発表会講演概要, 第16回, 1970, 11
- 4) 菅井和夫: “自己昇降式海上作業台船(マット付)模型の波浪中曳航試験” 船舶技術研究所報告, 第8巻, 第4号, 1971, 7
- 5) 菅井和夫, 坂尾 稔: “自己昇降式海上作業台船の波浪中曳航試験” 船研発表会講演概要, 第16回, 1970, 11
- 6) 安藤定雄, 岩井勝美: “作業船の動揺試験(その1 水槽の側壁影響)” 船研発表会講演概要, 第16回
- 7) 安藤定雄, 山川賢次: “作業船の動揺試験(その2 ビルジキール効果)” 船研発表会講演概要, 第18回, 1971, 11
- 8) 丹羽 新, 安藤定雄, 井上令作: “海洋無線中継船の係留時における動揺試験” 船研発表会講演概要, 第18回
- 9) 安藤定雄, 山川賢次: “リフトアップバージの安全性” 船研発表会講演概要, 第18回
- 10) 水品政雄, 内田 守: “船舶検査における旅客船の復原性について” 造船協会論文集, 第98号, 昭和31年2月
- 11) 伊藤達郎, 安藤定雄: “箱型作業台船の抵抗, 操縦性能(その1カットアップシリーズ)” 船研発表会講演概要, 第18回
- 12) 上野 勲, 川面武雄, 岡田昭寿: “高抗張力ワイヤロープの試作および確性試験について” 第1, 2, 3報, 船研発表会講演概要, 第9, 12, 14回
- 13) 上野 勲, 川面武雄, 岡田昭寿: “張力変化によるワイヤロープの疲労被害について” 船研発表会講演概要, 第14回, 1969, 11
- 14) 上野 勲: “ワイヤロープ曲げ疲労試験における2段階張力変動に対する挙動” 第14回材料連合講演会概要
- 15) 上野 勲, 川面武雄, 岡田昭寿: “1次曲げ(D/δ)可変のロープ疲労, 試験機の概要と実験結果の一例について” 船研発表会講演概要, 第16回
- 16) 栗村康彦: “海底土質の判別に関する研究”(その1. 音波の周波数に対する浮泥の反応), 船研発表会講演概要, 第18回, 1971, 11
- 17) 若桑 訥: “船舶の接岸力について” 運輸技術研究所報告, 第11巻, 第10号
- 18) 若桑 訥: “船舶の接岸力について(偏心接岸の場合)”, “船舶の接岸力について(防衝工のパネ常数との関係)”, “岩国港における10万屯船舶用ドルフィン接岸実験” 船舶技術研究所報告, 第1巻, 第1号
- 19) 若桑 訥, 丹羽 新, 栗村康彦: “スーパータンカー接岸実験” 船舶技術研究所報告, 第1巻, 第6号
- 20) 若桑 訥: “柔軟な緩衝工と接岸力” 船舶技術研究所報告, 第4巻, 第2号
- 21) 田才, 根本, 荒川, 栗原: “Semi-Submersible Catamaran Hullの規則波中の運動について” 西部造船会々報, 第40号
- 22) 佐尾, 前田, 黄: “軸対称柱体の上下揺れについて” 日本造船学会論文集, 第130号

「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)

# BHS シュテッキヒト型遊星歯車 減速機について

Dipl.-Ing. Dehner\*

成瀬 長太郎\*\* 訳

船用遊星歯車減速装置 SRP 100 型は6台受注されたが、その中第1号機は1970年10月末に納品された。この減速機は多目的貨物船の主機（プレーマ・フルカン MAN デイゼルエンジン、V6V 52/55 型で、12000 PS）の回転数 430 rpm（中速回転）を 114 rpm のプロペラ（固定ピッチ型）の回転数に減速するために用いられた。船艙を大きくとり、その上実際に要求される速度で船を運行させる目的には、この種の減速機は適しているといえる。この減速機は、低速運転型のものに比して入出力軸が同心であるため、小型ですみ、高さの低い中速回転エンジンには最も適した型である。推進機関全体は船尾に十分寄せられるので、幅のせまい高速度で運航する船に適している。そしてまた普通的方式を採用するよりも、この場合船艙を大きくとることができる。BHS シュテッキヒト型遊星歯車減速機 SRP 100 の構造は図1に示されている。ここで入力側と出力側の回転方向は同

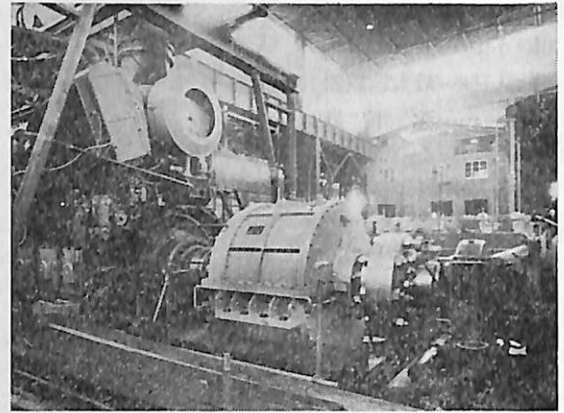


図2 プレーマ・フルカン MAN エンジンと減速機を組合せた試験装置

じである。

駆動力は入力軸(1)より2重構造になつている歯車継手(2)を通り、軸受支持されていない太陽歯車(3)に伝わる。この太陽歯車(3)より5個の遊星歯車(4)にトルクが伝わる。この遊星歯車は外環の内歯車(5)とかみあう。遊星歯車にかかる荷重を均等に分布させることが必要であるが、これはシュテッキヒト方式によりなされている。外環の内歯車は2個とりつけられている。そして荷重(トルク)が加わったときは、弾性変形をすることにより遊星歯車に加わる荷重の不均一な分布を防止するようにしてある。歯形はダブルヘリカルとし、外環の内歯車は軸方向に動けるので、それにより正確な噛みあいと歯当たりが可能となる。

外環5に発生する反力(トルク)は(6)と(7)を通じケーシングに伝えられる。ここに(6)と(7)は接続筒で、弾性的な支持作用をするためにもうけられた。遊星歯車(4)はシャフト(9) (Planetenbolzen) にとりつけられ、このシャフト(9)は遊星保持枠(8)に固定される。遊星歯車とこのシャフトとは1つのすべり軸受を形成し3層構造になつ

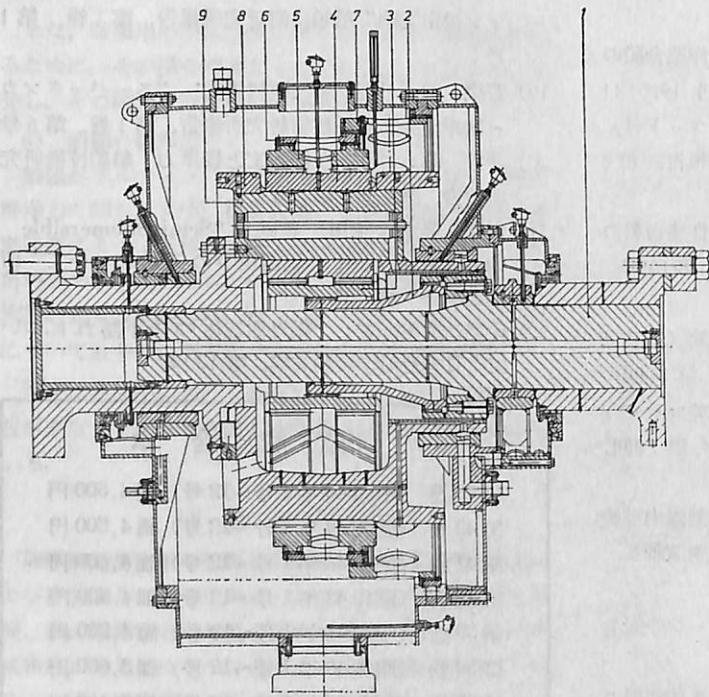


図1 減速機の断面

\* BHS 設計課長

\*\*電気通信大学教授

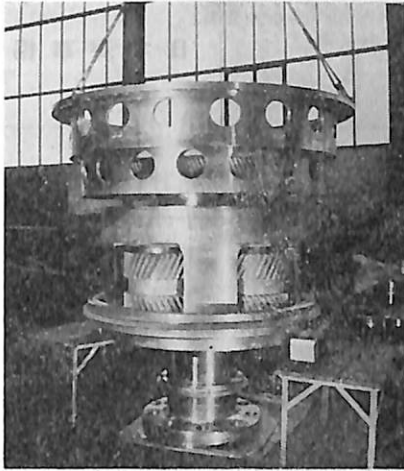


図3 遊星歯車を組立てたところ

ている。

プロペラ軸へのトルクの伝動は、遊星保持枠を通して行なわれる。この保持枠は軸方向に動ける構造になっているので、歯車のかみあいに悪影響をあたえることなく軸方向の調整が可能となる。よつてまた船体がねじれても、プロペラ軸の軸方向の振動があつても、減速機には悪影響をおよぼさない。

太陽歯車と遊星歯車は研削されて、さらにガス窒化される。外環の内歯車は調質鋼を用いてギヤシェーバで加工され、シェーピングで仕上げを行なう。ケーシングは溶接構造で分離面は水平になっている。

この様な構造の減速機であるため、検査や分解は、簡単な船内にある工具を用いて行なうことができる点は注目に値することである。ケーシングの分離面が水平になっているので、分解に際しては上部のとりはずしが容易にでき、さらに歯車や軸受のとりはずしも可能になる。ここでケーシングの下部は船体の基盤に固定された状態になっている。この基盤に固定された下部はこれ以上分解する必要はない。太陽歯車のとりはずしは一見困難のように思われるが、実は比較的容易にこのとりはずしが可能である。すなわち従動側の側面にあるカバーをとりはずせば、簡単な工具を用いてとりはずしが可能になる。

この遊星歯車減速機は16~24時間無人運転が可能であるように設計されている。すなわち、すべての軸受や潤滑油の流入温度と流出温度および潤滑油の流入側における圧力が遠隔監視され、また緊急警報装置により監視

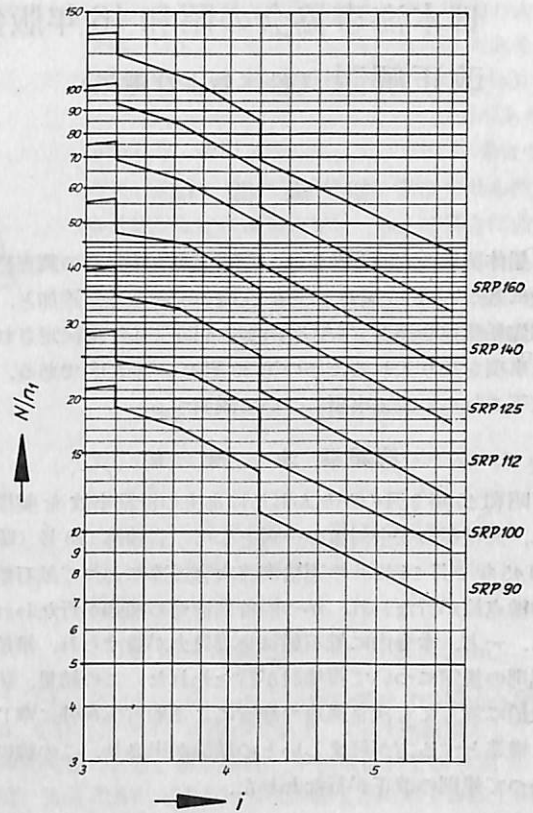


図4 SRP 型減速機の減速比  $i$  と動力係数  $N/n_1$  の関係

される。

この BHS シュテッキヒト 型遊星歯車減速装置に荷重をかけた状態での実際の試験運転が行なわれた。詳細は Schiff und Hafen 誌の1971年の1号誌参照。この試験運転においては数多くの測定が行なわれた。約70時間の公式運転のあとで、減速機は分解された。この際如何にこの減速機が容易に分解されるかが公開された。このときの測定では効率は99.3%を示した。騒音は約85 dBであつた。

船級協会 ジャーマンロイド GL は歯当たりりとくに注意をはらつた。上記の短い試験運転であつたにもかかわらず、歯当たりりは十分満足すべき状態にあつた。

[本文は Schiff und Hafeen 誌 23 卷 4 号 (1971 年 4 月) に発表されたものである。]

## 改正解説 (船体および電気)

### 船体関係

船体関係の主要な改正は、鉾石船調査委員会の調査結果に基づく第28編および第29編の一部改正、追加と、国際船級協会連合 (IACS) の第4回理事会で決定された事項を採り入れるための第30編の一部改正である。以下これらの改正事項について説明する。

#### 第28編 油 槽 船

昭和45年2月のかりふおるにあ丸の沈没事故を契機に、大型船の安全対策の一環として、官政第178号 (昭和45年2月16日) の運輸事務次官通達によつて鉾石船の総点検が行なわれ、かつ船首部構造の補強が行なわれた。一方、本会内に鉾石船調査委員会が設けられ、鋼船規則の規定について再検討が行なわれた。この結果、新造船に対しても次官通達の趣旨による船首部補強に準じた構造とする方が好ましいとの結論が出され、この線に沿つて規則の改正が行なわれた。

なお、この改正の主たる目的は、鉾石船のように満載時に空となる船首部の玄側タンクの内部材に対する強度の増加であるが、油槽船でもこのような状態になる場合があり、また現行規則では鉾石船 (第29編) のウィングタンクの構造寸法は第28編を準用することとなつていたので、今回の改正においても第28編の一部を改正し、第29編ではこれを準用することとした。

#### 第14条 通 則

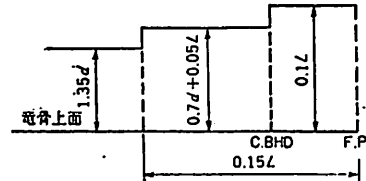
船首部 (船首から  $0.15L$ ) の側所と船首隔壁の間における縦肋骨および縦通梁の寸法を中央部と同等となるように改めた。一般貨物船の縦肋骨に対してはすでにこの改正と同様な規定があり、また油槽船に対しては旧内規においてこれと同様の規定があつたので、これを考慮の上規則を改正した。

#### 第9節 船首部玄側タンクに対する特別規定

本節は初めに述べた趣旨から新たに設けられたものである。官政178号の通達に基づく船首部補強基準 (昭和45年3月2日付け通牒) は現存船に対するものであり、これをそのまま新造船に適用することは不具合であるので、新造船に適用しうるよう改めたものである。

#### 第43条 適 用

第9節は長さ200m以上の大型船で、船首から  $0.15L$



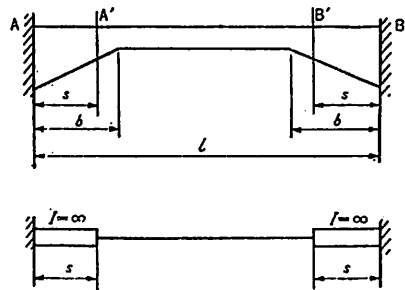
第1図 船側縦肋骨に対する水頭

$L$  の側所と船首隔壁との間の満載時に空となる玄側タンクの内部材について適用するよう規定した。従来第28編で規定される玄側タンクに対する構造モデルは、船側のみから荷重を受け、したがつて縦隔壁側は内側に変位する。しかし、鉾石船のように鉾石倉に鉾石が満載された状態では縦隔壁側の変位はなく、かつ大型船の船首部では波浪衝撃も大きいと考えられる。このため、船側横桁、支材などはより過酷な状態となる。以上の理由から上記適用範囲内の玄側タンク内部材に対して以下のような特別規定を設けた。

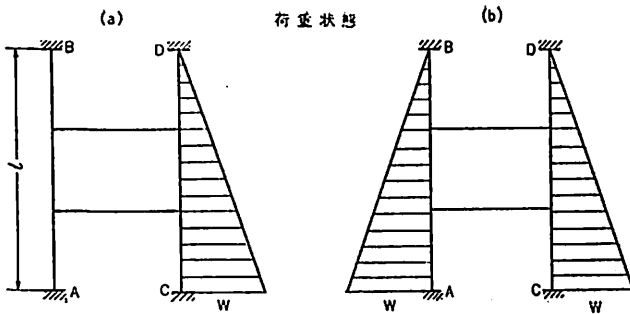
#### 第44条 船側縦肋骨

(1) 船側縦肋骨に働く荷重 (head) として、船首から  $0.15L$  の点では竜骨上面  $1.35d$  の点、船首隔壁の位置で竜骨上面  $0.1L$  の点とし、その間は直線的に変化するものと考えた。しかし、規定では簡単のためにその平均値 ( $0.7d + 0.05L$ ) を用い階段状とした (第1図参照)。同様に min. head に対しても中央部と船首倉の平均値 ( $0.2\sqrt{L} + 0.03L$ ) を用いた。

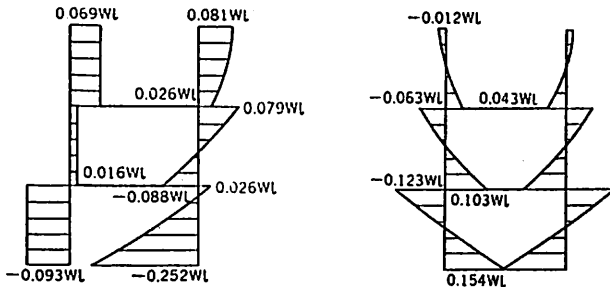
(2) 縦肋骨と横桁を肘板で固着する場合の修正を行なつた。すなわち、第2図に示すように、両端部に等しい大きさの肘板を持つ固定梁を考える。肘板のスパンポイントを  $A'$  および  $B'$  とし、これより端部では剛体と



第2図



せん断力曲線



第3図 横桁に作用する荷重と剪断力

考える。

端部モーメントは

$$M_A = \frac{wl^2}{12} \left( 1 + 2\frac{s}{l} - 2\frac{s^2}{l^2} \right)$$

ゆえに A' 点におけるモーメントは

$$M_{A'} = \frac{wl^2}{12} \left( 1 - 2\frac{s}{l} \right)^2$$

となる。スパンポイントとして肘板内端から 0.15 m の点を考えると

$$s = b - 0.15$$

である。両端の肘板の寸法が異なり、それぞれの腕長が  $b_1$  および  $b_2$  の場合は両者を平均した肘板が両端にあると仮定すれば

$$c = \frac{2s}{l} = \frac{b_1 + b_2 - 0.3}{l}$$

となり、修正係数は  $(1-c)^2$  で表わされる。片側のみの場合は同様に

$$c = \frac{b - 0.15}{l}$$

で表わされる。

#### 第45条 船側横桁

船側横桁に対しては第3図 (a) および (b) に示すように、船側から荷重が作用する場合と、船側および縦隔壁側の両側から荷重が作用する場合の2つのモデルを考えた。曲げモーメントは常に (a) 図の船側の下端 c 点で最大となる。したがって、横桁の曲げに対する強度は、荷重の大きさを除けば、従来の考え方を必要はなく、現第19条の算式を用いることができる。

しかし、支材の位置におけるせん断力の大きさは、(a) よりも (b) の場合の方が大きくなる場合があり、せん断強度に対しては (a) および (b) の両方の場合を考慮する必要がある。すなわち、横桁下部に対しては (a) の場合の、支材の位置に対しては (b) の場合のせん断力を考慮しなければならない。(a) の場合は曲げの場合と同様現第19条の算式が用いられる。(b) の場合を規則化する場合、簡単のために第4図のような連続梁を考える。各支点の反力  $F_i$  ( $i=1, 2, 3$ ) は

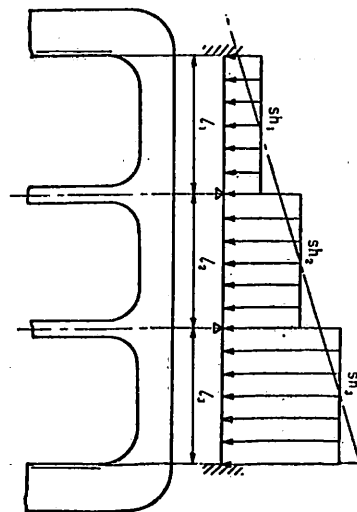
$$F_i = C_i \frac{w_i l_i}{2} = C_i \frac{sh_i l_i}{2}$$

で与えられる。ここに  $s$  は横桁の心距 (m)、 $h_i$  は各スパンの中心から測つた水頭 (m)、 $C_i$  は次に示す係数である。許容せん断応力を  $12 \text{ kg/mm}^2$ 、腐食予備厚を  $3.5 \text{ mm}$  とすれば、所要のウェブの厚さ  $t_i$  は

$$t_i = 41.7 C_i \frac{sh_i l_i}{d_i - a_i} + 3.5 \text{ (mm)}$$

となる。ただし、 $(d_i - a_i)$  は桁のウェブの切込み深さ  $a_i$  を除いたウェブの深さである。 $C_i$  は連続梁としての隣接荷重の影響、船底横桁、甲板横桁および支材の影響、支点位置における肘板の影響などに対する修正係数である。このうち肘板以外の修正はきわめて複雑な式となるので、近似的に単一梁の場合の20%増しと考えた。これは精密なラーメン計算に比してかなり安全側である。肘板に対する修正は縦肋骨の場合と同様な考え方から求められ、結局  $C_i$  の値としては

$$C_i = 1.2 - \frac{2b_i - 0.3}{l_i}$$



第4図

で与えられる。ここに  $b_s$  は支材間の両端部の肘板のうち小さい方の肘板の腕長 (m) である。

船側横桁に対する水頭は、スパンの中央から竜骨上面上  $0.1L$  または  $1.35d$  のうち大きい方の点までとした。中央部では油槽船の場合  $1.35d$  または倉口頂部、鉱石船では  $D+2$  であり、また、船首倉では  $0.1L$  である。したがって、縦肋骨の場合と同様に、両者の平均値を用いるべきであるが、 $0.1L$  と  $(D+2)$  の比は  $1.05\sim 1.20$  の範囲で平均して  $1.12$  程度である。したがって、この範囲内で水頭を変えることは繁雑であるので、 $0.1L$  を採ることとした。ただし、船が大型化すると  $1.35d$  の方が  $0.1L$  より大きくなる場合があるので、規則としては  $1.35d$  と  $0.1L$  のうち大きい方を採ることとした。

第46条 桁端部ウェブの特別防撓

現行第23条に横桁下端部附近に対する特別防撓の規定があるが、船首部では特に波浪衝撃を考慮して、支材基部附近に対して座屈を防止するため充分防撓すべきであると考えられるので、この規定を設けた。

第47条 支 材

船首部玄側タンクの支材に対する水頭を船首倉と同様  $0.1L$  とした。

第29編 鉱石運搬船

第4条 玄側タンクまたは空所の構造および寸法

船首部玄側タンクの縦肋骨、横桁および支材に対して、第28編第9節の規定を準用しうよう字句の一部を改めた。

また、中央部玄側タンクまたは空所の縦横桁および支材に対する水頭は、45年版細則において  $D+2$  が  $1.35d$  より大きいときはその比で割増しするよう規定されているが、理論上大きい方の値を用いるべきであるので、この点を明確にするため  $1.35d$  と  $D+2$  のうち大きい方とするよう改めた。したがって、細則2904は削除した。

今回改正された規定を鉱石船の船首部玄側タンクに適用した場合の寸法を現行規則および実船寸法と比較したものを第1表ないし第6表に示した。ただし、これらの表に示す実船の寸法は、いずれも昭和45年の規則改正以前に建造された船である。

第1表 船側縦肋骨の断面係数

単位:  $\text{cm}^3$

船名	45年度規則			改正規則			実 船		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下
A	879	1252	2669	1598	1644	2890	1509	1560	3210
B	889	1484	2502	1624	1927	2945	933	1584	2498
C	762	1154	1861	1326	1485	2192	713	1108	1760
D	458	759	1164	790	1028	1433	600	852	1254
E	687	1079	2129	1215	1467	2517	681	1145	2990

上、中、下は深さ方向の上段、中段、下段をそれぞれ示す。

第2表 横桁の下端肘板内端の板厚

単位: mm

船名	45年度規則	改正規則	実 船
1	11.9	15.2	14.0
2	14.6	18.8	12.7
3	12.3	15.2	14.0
4	9.0	11.3	11.5
5	14.5	20.0	12.0
6	13.8	18.1	12.5
7	9.3	11.9	12.0
8	10.8	14.2	12.7

第3表 横桁の面材の断面積

単位:  $\text{cm}^2$

船名	45年度規則	改正規則	実 船
1	27.5	74.7	99.3
2	60.6	110.5	58.4
3	33.9	77.3	99.3
4	46.0	85.5	55.9
5	48.8	98.9	44.0
6	61.0	118.4	74.5
7	-20.3	-2.2	42.4
8	-1.9	26.2	44.0

第4表 横桁径間の板厚

単位: mm

船名	改正規則			実 船		
	上	中	下	上	中	下
1	13.2	—	11.3	12.0	—	12.0
2	15.5	—	12.0	11.0	—	12.7
3	13.2	—	11.4	12.0	—	12.0
4	14.3	—	10.9	9.0	—	9.0
5	10.1	10.4	10.7	11.0	11.0	12.0
6	9.3	11.2	10.7	10.5	10.5	12.5
7	9.7	9.5	8.6	12.0	12.0	12.0
8	10.6	11.5	10.0	11.0	11.0	12.7

上は甲板横桁と上部支材間  
 中は上部支材と下部支材間  
 下は下部支材と船底横桁間をそれぞれ示す。

第5表 横桁支材基部の板厚

単位: mm

船名	45年度規則		改正規則		実 船	
	上	下	上	下	上	下
1	12.2	—	15.0	—	12.0	—
2	11.4	—	13.6	—	12.7	—
3	13.3	—	16.3	—	12.0	—
4	13.3	—	16.1	—	9.0	—
5	10.1	11.8	14.5	13.9	11.0	12.0
6	9.6	13.4	14.5	15.0	10.5	12.5
7	8.2	8.6	11.7	10.4	12.0	12.0
8	11.8	13.9	17.3	16.8	11.0	11.0

上は上部支材  
 下は下部支材を示す。

第6表 支材の断面積およびウェブの板厚

船名	Area. (cm <sup>2</sup> )						t (mm)					
	45年度規則		改正規則		実 船		45年度規則		改正規則		実 船	
	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
1	387.4	—	573.9	—	525.0	—	10.8	—	13.5	—	12.7	—
2	364.5	—	506.4	—	460.4	—	9.3	—	11.1	—	12.7	—
3	402.0	—	576.6	—	508.1	—	10.6	—	12.8	—	12.7	—
4	247.9	—	353.8	—	278.3	—	12.0	—	14.4	—	13.0	—
5	127.4	203.9	253.3	269.8	181.5	199.8	4.9	5.9	7.1	7.0	11.0	12.0
6	196.0	453.0	436.7	545.2	342.4	407.8	7.9	11.8	12.0	13.1	10.5	11.0
7	115.7	155.0	229.5	215.6	162.8	221.6	9.5	5.6	13.4	6.7	12.0	12.0
8	163.7	238.6	335.8	338.3	224.4	252.7	5.7	6.5	8.3	7.9	11.0	11.0

上は上部支材 下は下部支材を示す。

第30編 船体構造および機装品材料

今回の改正は、IACSのWorking Party on Mooring and Anchoringの第7回会議(1970年7月開催)において検討され、1971年4月に開催されたIACS理事會において決定された事項を鋼船規則に採り入れたものである。

第4章 船体用圧延鋼材

第7節 チェーン用丸鋼

第47条 試験片の数とその採取

1項に規定されている試験片採取のためのロットの大きさを改正した。

旧規則では、径に応じて1ロットの大きさを覚えて規定していたが、軟鋼材および高張力鋼材においては、

40 ton またはその端数を1ロットとして試験片を採取することとなっているので、チェーン用丸鋼もこれに合わせて、40 ton またはその端数を1ロットとし、これから径が最も大きいものを供試材として選ぶこととした。

第8章 チェーン

第4条 重量

旧規則では、第30・20表に掲げるチェーン1mの重量は、最小重量として規定されているが、チェーンの重量はリンクの形状寸法により定まるから、同表のチェーンの重量は標準値と改めることとした。

第30・20表

スタッド付きチェーンの切断試験荷重および耐力試験荷重の値を、四捨五入により改めた。

## 電 気 関 係

### 第 40 編 電 気 設 備

今回の改正は、次の事項について行なった。

- (1) 防爆形機器の承認に関する規則の追加
- (2) 供給電圧に関する規則の一部改正
- (3) 発電機用原動機の調速機に関する規則の一部改正
- (4) 配電盤用計器に関する規則の一部改正
- (5) 給電回路の保護に関する規則の一部改正
- (6) 耐圧防爆形電灯器具の内部温度に関する規則の一部改正
- (7) タンカーの配電方式および携帯灯に関する規則の一部改正ならびに本質安全回路に関する規則の追加
- (8) ケーブルに関する規則および付属規定の一部改正
- (9) 前(2)に関連し、高圧電気設備の細則制定
- (10) 第1章総則、第2条に関連する細則の一つとして、自動運搬船の電気設備に関する細則制定以下に改正事項につき解説する。

### 第 1 章 総 則

#### 第 17 条 供給電圧

交流電気推進設備の供給電圧の限度を 7000 V に改め、また、一般電気設備のうち、大容量の交流発電機や交流動力設備についても、7000 V までの高電圧の使用を認めることにした。

7000 V の制限値は、電気技術基準による高圧の限度によつたものである。従来、交流電気推進設備に対して認めていた 7500 V は、IEC の勧告値を採用したものであるが、最近の改正版では削除されている。

船用電気設備の高圧化に関しては、各方面で検討されているが、3300 V 級配電に落着くものとみられる。この場合、低圧か高圧かの分界点は、発電機では単体容量 2500 KW、電動機では 150 KW といわれている。しかし、これらは主として経済的な要因によるもので、技術的にはそれほど意味がある数字ではない。また、安全性の面から、高圧機器は、構造、すえ付け、その他について、それ相当の安全対策を講じなければならないので、高電圧が小形機器に乱用されたり、安全性が損なわれるようなことはないと考え、高圧機器に対する容量限度は特に規定しないことにした。

なお、高圧電気設備に対しては、第 40 編の規定だけでは十分とはいえないので、当分の間は、そのつど、電気機器やケーブルの構造、すえ付けおよび試験方法に関

して、本会の承認を要するものとし、別に細則を定めた。細則は、高圧電気設備の実績により見直しを行ない、必要な事項は、規則に組み入れてゆく方針である。

#### 第 23 条 (防爆形電気機械および器具の承認)

本条は、防爆形電気機器に対する従来の取り扱いを規則に掲げたものである。

防爆形には、いくつかの種類があるが、耐圧防爆形のものがもつとも多く使用されている。また、最近では、本質安全形のものが増加しているが、いずれの場合も、その防爆性能は、爆発引火試験や爆発強度試験などの防爆試験を形式ごとに行なつて確認しておく必要がある。

本章第 10 節の規定による認定品の防爆形電気機器は、認定試験・検査で防爆性能に関する試験・検査が行なわれるので問題はないが、防爆形電気機器の需要が増え、その種類やメーカーが増えるに従い、認定品扱いが困難な場合が生じてきた。このため、これに代わる方法として、本条に掲げた取り扱いを内規で運用し、現在に至つたが、最近では、外国製品が使用されることも多くなり、このような状況が解消される見通しがたたないので、いつまでも内規で運用することは不適切と考え、規則化したものである。

なお、提出を要する図面および資料は、次のとおりとし、承認試験の方法その他については、細則または実施要領で定める予定である。

承認申込書に添付すべき図面および資料：

- (1) 種類、形式、定格、必要寸法および重量を記入した組立断面図
- (2) 用途、装備位置および装備方法に関する説明書
- (3) 防爆性能に関する公的機関の証明書または成績書(受有する場合のみ) 各 3 部

### 第 2 章 回 転 機

#### 第 6 条 (原動機の調速機)

高過給ディーゼル機関では、全負荷を急激に加えた場合に、瞬時の速度変化を 10% 以下におさえることが困難であり、また、この試験を行なうこと自体、原動機にとつて好ましくない場合がある。

実用状態で船用発電機の急激に加わる負荷量は、電気設備の計画に左右され、また、推進用発電機では、操縦性能(たとえば、急速前後進切換)の要求度により異なるが、現時点では、投入負荷を一律にきめることが困難なので、全負荷投入試験が行なえない場合は、そのつど検討して決めることにした。

なお、船用発電機を駆動する高過給ディーゼル機関に対する取扱いは、次によることにしており、その他の場



合は、これに準じた資料の提出を受け、判断してゆく考えである。

1. 船舶建造者は次の資料を本会に提出しなければならない。

(a) 投入電力計算書

(i) 当該船舶でその発電機を単独運転しているとき始動する電動機のうち、始動電流が最も大きい電動機の始動電力 (kW) 計算書

(ii) ブラックアウト後電源が復帰した際の瞬時投入負荷の合計始動電力 (kW) (この電力は、遅延装置を有しないすべての自動運転電動機の合計始動電力と通常使用中の電灯、電熱負荷の合計電力をいう) 計算書

(b) 電力調査表および各電動機の始動方式 (手動・自動の別、直入・減電圧の別、自動の場合は遅延装置の有無など) の一覧表

2. 投入負荷 (kW) は次によつて決定するものとする。第1項 (a) の (i) または (ii) のいずれか大きい負荷 (kW) とする。

ただし、発電機定格出力 (kW) の70%を下回らなければならない。

(注) かご形誘導電動で始動電力 (kW) の計算資料が不明の場合は、次によつてさしつかえない。

始動電力 (kW) = 電動機定格出力 (kW) × 3 × K  
直入始動の場合:  $K=1$

YΔ 始動の場合:  $K=\frac{1}{3}$

減電圧始動の場合:

(80%タップ)  $K=0.64$

(60%タップ)  $K=0.36$

### 第3章 配電盤、区電盤、分電盤および保護装置

#### 第9条および第10条 (配電盤用計器)

船の自動化が進むとともに、制御室を機関室以外に設け、そこで機関部関係だけではなく、船に必要な制御全般を集中して行なう船が増加してきている。

この場合、配電盤 (特に発電機盤) を制御室内に持ち込むことは得策ではないので、発電機の運転・監視に必要な遠隔操作装置および計器だけを、制御室内の制御盤に設けることになる。

現行の規則では、配電盤計器をすべて制御盤に移してもよいことになっており、配電盤では、発電機の運転状態の監視が全くできなくなるおそれがある。

遠隔操作を行なう発電機の機側操作は、規則の上では要求されていないが、これは、発電機が主機とは異なり、必ず1台の完全な予備を持つているとの理由にも

とづくもので、もし、機側操作を廃止して、遠隔操作だけに頼ろうとするのであれば、遠隔操作系統は、同時に損傷を受けるおそれのないよう配慮する必要がある。

電気装置は、ケーブルを含めて、火災には極めて弱く、外傷、湿気、塩分、温度など種々な環境条件により、その寿命や性能が左右されやすい。したがって、たとえ二重に設備しても電気機器の配置やケーブル布設に特別な考慮を払わない限り、遠隔操作系統に損傷を生じても、機側操作により電源を確保できるよう設備する必要がある。この場合、発電機側の運転状況の監視は、配電盤で行なえるようにするのが適当であるとの考え方により、このただし書を追加したものである。

ここでいう最低限の計器とは、単独運転のものでは、電圧計を、並行運転を行なうものでは、電圧計のほか、電流計および同期検定器 (または同期検定灯) をいうものとするが、各相間の電圧や各相の電流を測定できるように設備する必要はない。

#### 第20条 給電回路の保護

最近、進相用コンデンサを特定の電動機回路に設け、力率を補償して給電回路の負荷電流の低減を計る場合があり、また、これを母線に接続して、発電機の利用率の向上を計つた例がある。

前者の場合は、電動機の始動停止と同時にコンデンサが、ON-OFF されるので、自励現象により定格電圧の2倍程度の過電圧を生ずることがあり、後者の場合は、負荷変動により過補償となり、自動電圧調整器を持たない自励発電機では、母線電圧が上昇するおそれが生ずる。

このため、4項を追加し、必要に応じて過電圧保護装置を設けるよう要求することにした。

### 第4章 ケーブル

第3条、第4条、第10条、第11条および第17条

まったく需要がなくなつたワニスキャンブリック絶縁ケーブル、鋼線がい装ケーブル、キャブタイヤゴム編組付コードおよび単線ケーブルの関係規則を削除したものである。

なお、現在、船用电線の日本工業標準規格 (JIS-C 3410) は、改正案について審議中であり、ほぼ決定とみられる改正事項は、今回、第一付属規定を改正して取入れてある。なお引き続き見直しを行ない、JIS に合せてゆくとともに、最近、IEC でも決定している新しい絶縁材料やシース材料を取入れてゆく方針である。

第39条 (ケーブルの接続および分岐)

船の建造方法や建造工程の変化にともない、ケーブルの直線接続が各方面で検討され、すでにいくつかの方法が実用されている。ケーブルの本来の電氣的、物理的性能を維持できる接続方法であれば、ケーブルの接続は、必ずしも箱内で行なう必要はないので、ただし書を、追加した。

## 第23章 電灯器具

### 第5条 (耐圧防爆形灯具の内部最高温度)

船の大形化に対応して、300 watt 以上の耐圧防爆形灯具を要望するむきが増えてきているが、このような大形灯具では、そのために製作した特殊電球を使用しない限り、内部最高温度(電球表面温度)を規定の 275°C 以下にすることはできない。

275°C の値は、ガソリン蒸気に対する安全限度(280°C)に 5°C の余裕をみた値であつて、これを満足する耐圧防爆形灯具であれば、かりに灯具内に爆発限界内の濃度のガソリン蒸気が侵入しても、通常の点灯時に発火爆発することはないので、非常に安全度の高いものになる。

これは、耐圧防爆構造に安全増防爆の要素を付加したものと考へてよく、危険度の非常に高い場所に用いる耐圧防爆形機器には、必要な条件の一つと考へられる。

内部最高温度が 280°C をこえても、ケーシングは耐圧防爆形であるから、たとえ、内部で爆発が生じても、灯具周囲の爆発ガスに引火するおそれはないので、直ちに危険に結びつくわけではないが、爆発が繰り返すおそれがあり、そのために内部が損傷し、灯具として使えなくなるのは好ましくない。

今回追加したただし書は Underwriters' Standards (Electric Lighting Fixtures for Use in Hazardous Locations-UL 844) によつたもので、使用状態の灯具について爆発引火試験を 50 回行なつて、この試験に合格し、かつ灯具の電氣的、機械的性能に実用上支障を生じないものであれば、使用を認めることにした。

なお、この規定は、前述のようにガソリン蒸気を基準にしたものであるから、これより発火度の低い爆発性ガスが対象になる場合は、それぞれのガスの発火度に応じて、内部最高温度を決定する必要がある。

## 第16章 引火点 65°C 以下の油を積む船の 電気設備

### 第2条 配電方式

接地灯は、第3章、第12条の用語に合わせて地絡灯と改め、地絡継電器などが用いられる場合があるので、「または、これにかわる装置」を追加した。

### 第5条 携帯灯

ここに掲げてある JIS 規格のものとは構造が若干異なるもの、本質安全形のもの、内圧防爆構造の空気圧駆動式のものなどが出現したため、これらが使用できる規定に改めた。

### 第7条 (本条安全回路の配線およびケーブル)

本質安全形の電気機器が増えてきているが、本質安全回路が一般回路に混触すると、本質安全防爆性がそこなわれ、非常に危険なので、この規定を追加した。詳細は細則にする予定であるが、その内容は、次のとおりである。

本質安全回路の配線およびケーブルの布設は次によること。

#### 1. 配線

動力主回路のある制御盤内には原則として配線しないこと。その他の制御盤、操作盤などの内部に本質安全回路を配線する場合は、一般回路の配線と配線用ダクトを共用したり、同一バンドで束ねてはならない。

また、本質安全回路であることが容易に識別できるように、配線に淡青色の色わけを施すこと。

#### 2. ケーブル

(a) 本質安全回路と一般回路を共通の多心ケーブルで配線しないこと。また、種類の異なる本質安全回路(たとえば電話とソレノイド)は別のケーブルを用いて配線することが望ましい。

(b) 本質安全回路のケーブルは一般回路のケーブルと共通のパイプに布設しないこと。ハンガまたはダクトを共用する場合は、十分離して布設し、別個のバンドまたはクリップを用いて固定すること。なお、この場合、鋼製の隔壁を設けて隔離することが望ましい。

### 第8条 (警戒灯)

「危険物船舶運送および貯蔵規則」による信号灯であるが、この信号灯だけを規定しておく理由がないので削除することにした。

なお、本章の以上の改正は、第41編・液化ガスタンク船に関する専門委員会の審議結果にもとづくものである。

#### 第一付属規定・ケーブル

日本工業規格・船用電線(JIS C 3410)の改正に伴う改正ならびに全く必要なくなつたケーブル品種を整理するための改正を行なつた。

第2条 シャーヘイ編組に使用する軟銅線のうち、0.12~0.16 mm 径のものの規定を追加した。

第6条、第7条、第8条、第9条表2および第27条ワ

ニスキャンブリック絶縁ケーブル廃止にともない、ワニスキャンブリックに関する規定を削除した。なお、第7条では、ブチルゴムおよびけい素ゴムの引張強さの規定値の有効数字のとり方を JIS に合わせて改めた。

第9条 250 V のブチルゴム絶縁ケーブルおよび 660 V けい素ゴム絶縁ケーブルの追加にともない、それぞれの絶縁厚さの規定を追加した。また、単線ケーブルの廃止にともない、これに用いる各種絶縁材料の絶縁厚さの規定を削除した。

第10条 ゴム引テープのほか、プラスチックテープの使用を認めることにした。プラスチックテープは、ゴム引テープに比べると強度、絶縁性がすぐれ、吸湿性もないので、端末処理が簡単ですむなどの利点があるが、材料によつては熱収縮率の大きいものがあるので注意を要する。

第12条 絹巻コードは、全く使用されなくなつたので、1項の規定から、これに使用する絹糸を削除した。

第14条 けい素ゴム絶縁ケーブル以外のケーブルの介在物は、ジュートに限定されていたが、吸湿性の点でこれを嫌う向きもあり、最近、プラスチックひもやゴムひもを使いたいと要望があるので、材料指定をやめ、介在物として適当と認められるものであればよいことにした。

介在物としては、吸湿性が少なく、ケーブルの使用温度において有害な変形を生じないもので、絶縁体や

シース材料に接着などが生じないものを選ぶ必要があり、使用実績のない新材料の使用にあつては、これらの点に十分注意する必要がある。

第15条 アース線入りケーブルのアース線寸法の適用に関する規定を追加した。

第16条 静電しゃへいに用いるしゃへい編組の規定を追加した。編組密度の規定化を要望する向きもあるが、編組密度としゃへい効果の定量的な資料が得られず、また、誘導障害防止は、しゃへい編組を施すだけでは十分でない場合も多いので、今回は規定を見送つた。なお、編組密度は、普通70%程度であり、特に指定されたとき90%以上にとられることがある。

第17条および第19条 シース材料から、使用されなくなつたキャプタイヤゴムの規定を削除した。

第21条および第22条 鋼線がい装の削除に関連し、改正した。

(旧第22条) 鋼線がい装に関する規定であるが、全く使用されなくなつたので、本条は削除した。

第24条 配電盤用絶縁線も、編組上にペイントを施すのでこれを追加した。

第25条 あじろがい装上に施す防食層の規定を追加した。

第27条 第5項の表面漏洩抵抗試験の試験電圧を、約200 V から通常使用されている値約300 V に改めた。

## 世界最大級の 2,500 t 吊起重機船

住友重機械工業では、このほど株式会社吉田組(本社:姫路市)から巻上定格荷重 2,500 t という世界最大級の固定ジブ型非自航起重機船を受注した。

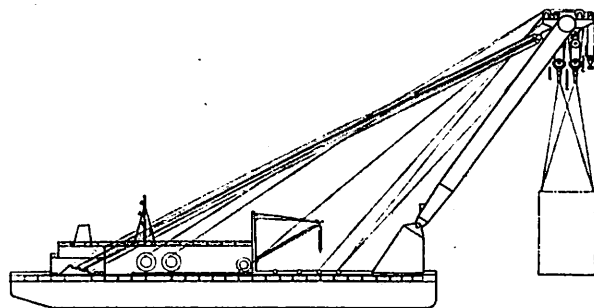
近年、港湾設備、橋梁などの各種建設工事の大型化による重量物の運搬量の増加に伴い、運搬機械の大型化が進められて来ているが、本船はこのような要請にこたえて建造される世界最大級の起重機船で、新幹線の車両約50両分の重量を楽々と吊り上げる能力を有しており、装備もまた非常にキングサイズである。

クレーンの規模は、ジブ(クレーンの腕の部分)の長さ57 m、重さ約900 t の大型構造物であり、主巻用ワイヤは直径70 mm、掛本数64本となつている。

本船の主要目

### 1. 起重機部

- |          |                        |
|----------|------------------------|
| (1) 定格荷重 | 主巻上 2,500 t            |
|          | 補巻上 200 t              |
| (2) 張出距離 | 主巻上 28 m               |
|          | 補巻上 33 m               |
| (3) 揚程   | 主巻上 甲板上 45 m, 甲板下 4 m, |
|          | 計 49 m                 |



補巻上 甲板上 48 m, 甲板下 4 m,  
計 52 m

### 2. 船体部

(長)94.0 × (幅)40.0 m × (深)7.8 m × (平均きつ水)4.1 m (2,500 t 荷重時平均)

### 3. 機関部

主発電機	950 kVA	2台
補助発電機	62.5 kVA	1台
主原動機	1,200 PS	2台
補助原動機	90 PS	1台

### 4. 完成予定年月 昭和47年5月

# 日本造船研究協会の昭和45年度研究 業務について (5)

(社)日本造船研究協会  
研 究 部

## SR 115 大口徑荷油管の腐食対策に関する研究

部会長 瀨尾 正雄氏

本研究は、現在実船に使用されている荷油管、バラスト管等の腐食の実態とその機構を把握解明し、実用性のある管を見出すことを目的とする3カ年研究の第2年度分である。

### (1) 管腐食の実態調査

#### (a) 実船使用中の管腐食の現状調査

5隻のタンカーの修繕ドック時に荷油用鋼管、クリーンバラスト専用タンクの管、鋳物管等の腐食状況をカラー写真等により観察するとともに材質および使用状況を調査したもので、結果の要約は次のとおりである。

- 管表面の上面はスラッジ量も少なく腐食は少ないが、バタワースの当る部分は凹凸が激しく、3~4年経過のもので1~3mmの多数の孔食が認められる。
- 側面は大体上面と同じ程度であり、バタワースによる腐食状況はやや激しいものが多かった。
- 下面は、黒色スラッジとサビが一緒になってこびりついている。前年度と相違して孔食の目立つ例が相当数観測されており、中には上面以上に激しい腐食も報告されているが、この原因は不明である。管を反転させた結果とも考えられるがほとんどの例では反転の事実を確認できなかつた。
- 外面塗装の影響に関しては、塗装施行時のデータが不足しているが、5年強経過の管の外観検査では、サビコブ、孔食の発生に関する塗装管の優位性は明瞭である。塗膜の不良部分もあつて、サビ、孔食も認められるが、無塗装管ほどではない。無機ジंक系塗料は電蝕によるものと推定されるが、残留塗膜も少なく全面にサビが発生しており(ただし孔食は少ない)、観察したケースからはタールエポキシ系がすぐれている。

#### (b) 換装された管の腐食状況調査

管取替工事を行なつた修繕船5隻について(a)と同様の調査を行なつた。調査結果の概要は次のとおりである。

- 管内面の上面および側面はスラッジが薄く付着しているが、孔食等目立つ腐食はない。

- 管内面の腐食は下面が最も激しく、溝状の腐食または多数の孔食が発生している。直管部分の平均腐食量は2~5mmで、バラスト管では一部貫通孔が発生していた。
- 内面の下面腐食は特にTピースにおいて激しく、平均腐食量は1~8mmである。
- 詳細な腐食量の計測は行なわれていないが、FC、SC等鑄造管の耐食性は鋼管に比しすぐれているようである。経過年数16年のFC管の内面観察では上面および側面は新品同様で下面の腐食量もごく微量であつた。
- Tピースのエッジ部の腐食はさほど顕著ではなく、むしろエッジから少し離れた部分の腐食が激しい。

### (2) 腐食試験による研究

荷油管の腐食原因と考えられる次の4種類の腐食環境において前年度試験結果から良好な鋼種を8鋼種選出し、素材(12枚)、同一材溶接試験片(16枚)、素材と異種鋼種との溶接試験片(16枚)を90×70×3.0mmに表面仕上げをし腐食試験を行なつた。

#### ○ 試験種類

静海水浸漬試験：自然海水中に試験片を180日間浸漬、温度は自動的に35°Cに保ち、空気は連続的に吹きこむ。

海水スラッジ混合液浸漬試験：自然海水とスラッジを混ぜ、試験片の中央部が海水溶液とスラッジの境界になるようにして180日間浸漬、温度は35°Cに保持。

低PH海水浸漬試験：自然海水に硫酸を入れてPHを3に調整しその液中に試験片を184日間浸漬、温度は35°Cに保ち、連続的に空気を吹きこむ。

乾湿交互試験：自然海水を使用し、試験片を海水浸漬時は水面より-100mm、乾時は水面より+150mmに配置し、乾湿が1週間ごとになるようにし、174日間行なつた。温度は海水、容器内ともに35°Cに保ち、海水中に連続的に空気吹きこみを行なつた。

#### ○ 試験片処理および計測

試験片は全試験とも3状態とした。すなわち、素

材、同一素材の溶接、素材と異種鋼材の溶接試験であり、試験片の表面をグラインダがけの後、エメリーペーパー#400等を使用して研磨し水洗後ベンジン等で脱脂した。

試験終了後の腐食生成物はカラー写真等で観察した後、5% HCl+5% イピット IL 溶液で酸洗いして完全に除去し、アルコール等で脱脂した。

腐食速度は試験片の浸漬前後の重量減を秤量して求め、また最大浸食部の深さは適当な計器を用いて計測した。

#### ○ 試験結果

静海水浸漬試験結果は次のとおり。

- 溶接試験片において溶接部が腐食されやすいのは 0.5 Cr-0.3 Ni-Cu 系、1.25 Cr-1 Mn-0.3 Si 系、2 Cr-0.5 Mo-0.7 Si 系、0.5 Cr-Cu-0.1 P 系であり、2 Cr-1 Ni-0.8 Si 系、2 Cr-0.3 Mo-0.8 Si 系、2 Cr-0.2 Sb-0.5 Ni 系、2.25 Cr-1 Mo 系の溶接試験片では熱影響部が腐食されやすい傾向にある。
  - 耐食鋼と SS 41 との溶接による電池作用腐食はいずれの試験片も耐食鋼側が陰極となつて腐食されないが、SS 41 側は電池作用腐食を受けて、単独試験の腐食量よりも腐食速度が約 0.5 mm/year 増加した。
  - 海水・スラッジ混合液浸漬試験結果は次のとおり。
  - 腐食速度は素材で SS が 0.15 mm/year 前後、他は 0.1 mm/year 以下である。
  - 同一素材の溶接試験片は素材の結果と同じ傾向である。
  - 素材と耐食鋼との溶接試験片は素材の影響で全体的に腐食量は増大している。
  - 孔食の大きさは試験片は 2 Cr-0.2 Sb-0.5 Ni 系、Cu-0.5 Cr-0.3 Ni 系、0.1 P-Cu-0.5 Cr 系でいずれもスラッジ側に発生している。
  - 海水-スラッジの境界付近と海水側で局部腐食が多数発生している試験片は 2 Cr-1 Ni-0.8 Si 系、2 Cr-0.3 Mo-0.8 Si 系、2 Cr-0.7 Si-0.5 Mo 系の単独、同一材溶接試験片でその腐食は比較的少ない。
  - 同一材溶接試験片で Depo の腐食度が母材に比較して多いのは Cu-0.5 Cr-0.3 Ni 系、2 Cr-0.7 Si-0.5 Mo 系、0.1 P-Cu-0.5 Cr 系であり、2 Cr-1 Ni-0.8 Si 系、2 Cr-0.3 Mo-0.8 Si 系、1.25 Cr-1 Mn-0.3 Si 系、2.25 Cr-1 Mo 系は母材とほぼ同じ傾向にある。
- 低 PH 海水浸漬試験結果は次のとおり。
- 溶接試験片はいずれも局部腐食が激しく、とくに

SS 41 と組合せた場合に局部腐食が激しい。

- SS 41 との組合せで Deposit 部の腐食が激しいものは 2 Cr-1 Ni-0.8 Si 系、2.25 Cr-1 Mo 系、2 Cr-0.3 Mo-0.8 Si 系、2 Cr-2 Sb-0.5 Ni 系、2 Cr-0.7 Si-0.5 Mo 系である。
- 同一溶接試験片の 0.1 P-Cu-0.5 Cr 系は熱影響部が腐食している。  
乾湿交互試験結果は次のとおり。
- 同一材溶接試験片の腐食速度は単独試験片と同程度であるが孔食については主に溶接部（熱影響部を含む）に著しい孔食が発生している。  
特に Cu-0.5 Cr-0.3 Ni 系、2 Cr-0.7 Si-0.5 Mo 系の溶接部に孔食が発生している。
- 孔食深さは 2 Cr-0.3 Mo-0.8 Si 系の溶接部で激しく、また、1.25 Cr-1 Mn-0.5 Si 系、0.1 P-Cu-0.5 Cr 系、2.25 Cr-1 Mo では SS 材より溶接部の孔食が大となつている。

#### 試験結果

4 種類の腐食環境に 3 ケースの試験片を 174~180 日間浸漬して耐食性を調べた結果、耐食性のよかつた鋼種は次のとおり。

2 Cr-1 Ni-0.8 Si 系	2 Cr-0.3 Mo-0.8 Si 系
2 Cr-0.2 Sb-0.5 Ni 系	1.25 Cr-1 Mn-0.3 Si 系
2 Cr-0.5 Mo-0.7 Si 系	2.25 Cr-1 Mo 系

#### (3) 実船試験

実船において最も腐食の激しいと思われる荷油タンク、バラスタック、ダーティバラスタックに、いまままで調査研究した結果から良好な材料を 10 種 1 組として装備し実験を行なつた。

供試船はジャパンライン(株)所有の 12 万トンタンカージャパンジャスミンと同型船のジャパンヒヤジンスを使用した。試験期間は 45 年 9 月から 46 年 2 月上旬までの約 5 カ月間である。

腐食状況の観察および成分分析は(2)項と同じ要領で行なつた。

試験結果は次のとおり。

結果は(2)項の静海水浸漬試験の素材の試験結果とはほぼ同じ傾向を示しているが、

- 荷油タンクにとりつけた試験片のうち SS 41 材については腐食速度は遅く、Cr 含有量の効果は静海水浸漬の場合ほど大きくはないようである。
- バラスタックにとりつけた試験片は全体的に赤錆が薄く発生し、スラッジが含まれている。
- 試験期間が短かく、どの試験片も腐食量は少なく、付着成分も Fe, Ca, Mg, Al, とごくわずかであつ

た。

- 電気腐食の傾向も一部あつたが、これも試験期間が短かく、はつきりと結論は出せない。

(研究資料 No. 132)

### SR 116 熱交換器の熱貫流率に関する実験研究

部会長 沢山 武氏

熱交換器に対しては、熱貫流率の定説がなく、かなり余裕をもつ熱交換器を装備していると考えられるので、本研究は、実際の熱交換器について熱貫流率を実測して基準値を定め、これによつて熱交換器の容量を決定し、より合理的な計画、設計を行なうことにより船価の低減に寄与することを目的として実施した。

#### (1) 清浄状態における実験

##### (a) 潤滑油冷却器による実験

実験の結果、次の事項が明らかとなつた。

冷却水側伝熱係数は冷却水線速度0.8乗に比例する。しかし潤滑油冷却器は、清水冷却器に比べ潤滑油の伝熱抵抗が大きいため、冷却水量の変化が熱貫流率へ影響を与える。

潤滑油流量は、その質量速度が定つた場合、胴側伝熱係数に対して質量速度の2/3乗に比例する。

冷却水および潤滑油の温度変化は、流体の物性に影響を与えるが、特に潤滑油の場合は粘性に与える影響が大きい。

#### (2) 実船において使用後の状態での実験

##### (a) 実船にて使用後の汚れた状態での実験

実船実験の結果、ピストン冷却清水冷却器の汚れによる影響は顕著であり、その熱貫流率は清浄状態の約50%に低下していること、潤滑油冷却器の場合は、熱貫流率に対する汚れの影響は認められないことが判明した。

##### (b) 汚れた熱交換器の化学洗浄後の状態での実験

ピストン冷却清水冷却器および潤滑油冷却器の汚れた状態での実験が終了の後に化学洗浄を行ない、これらについて実験した結果、熱貫流率はピストン冷却清水冷却器および潤滑油冷却器のいずれの場合も清浄状態とほぼ同様であり、化学洗浄の効果が明らかに認められた。

##### (c) 胴体と仕切板のすきまを大にした状態での実験

実験の結果、次の事項が明らかとなつた。

ピストン冷却清水冷却器の胴体と仕切板の間隙を変えた場合の熱貫流率変化の割合の影響は清水流量によつて異なる。

清水入口温度 55°C, 冷却水入口温度 40°C, 冷却水流量 159 m<sup>3</sup>/h とした場合の熱貫流率の変化率は次表のとおりで清水流量が少ないほうが、胴体と仕切板の間隙による熱貫流率の変化が大である。

清水流量 (m <sup>3</sup> /h)	清浄状態に対する管渠取替え後の熱貫流率の割合
120	0.935
100	0.915
80	0.915
60	0.905
40	0.870

(研究資料 No. 133)

### SR 117 大径中間軸の横弾性係数に関する研究

部会長 上阪 直樹氏

従来よりわが国では中間軸横弾性係数は各船ごとに実測しない場合は、8.31×10<sup>5</sup> kg/cm<sup>2</sup> を使つて軸系のねじり振動や軸馬力を計算することになつており、実際この値が広く使用されているが、国際的には通用しない数値になつている。横弾性係数の計測にあつては、計測そのものが誤差の多いものであり、各船ごとに実測されないのが実情であるので本研究は大型船用中間軸に対する標準値を再検討することを目的として実施した。

#### (1) 超音波計測装置の購入および性能試験

ELECTRONIC CONSULTANTS LTD. 製の超音波計測装置を購入し、性能試験を行なつた結果、仕様書記載のとおり時間測定の精度は±0.01%以下の誤差範囲にあり問題なく計測できることが判明した。

#### (2) 超音波計測装置による中間軸横弾性係数の計測

性能試験結果により装置が計測可能なことが判明したので、各社持廻りにして27本(内5本は中間軸の両端)の中間軸の計測を行なつた。その結果27本の平均は8.377×10.5 kg/cm<sup>2</sup> となり、前年度の従来の計測方法による平均値8.383×10.5 kg/cm<sup>2</sup> と同様に従来のわが国で広く使われていた8.31×10.5 kg/cm<sup>2</sup> よりかなり大きいことが判明した。

超音波計測値のばらつきは平均値±9%であり、軸を振る従来の計測方法よりはかなり小さくなつている。

また、計測値に影響を及ぼすと思われる中間軸径、継手ボルト本数×径、中間軸長、鑄造比、炭素含有率、計測年月日、軸表面温度の7要素について検討したが明確な結果を把握するにはいたらなかつた。

(研究資料 No. 134)

**SR 118 大型鉱石運搬船の船体各部応力に関する実船試験**

部会長 高橋 幸伯氏

昭和44年度から就航中の大型鉱石運搬船の船体構造強度の実態を把握するために開始された研究で本年度は第2年目である。

(1) 実船試験

大型撒積貨物兼鉱石運搬船「紀見丸」62,325 DWT, 大阪商船三井船所屬)により, 3航海の実船計測を行なった。当初計画では2航海の予定であったが, 1,2次航は荒天に遭遇せず, 資料不足のため3次航を追加した。

計測は静的と動的の2種類で, 静的計測では空船状態, バラスト状態および満載状態における応力状態ならびに荷役中の静的応力変動などを求め, 動的計測では多点同時記録装置によつて船体各部の局部的応力分布や横強度部材の応力分布などを求め, 少数点について長時間運航した統計計測を行なった。なお, 計測に使用した装置類は前年度に使用したものと同一である。ただし, 3次航では高速データ集録装置は解析に使用するため使用せず, 少数点の統計計測に限定した。

計測点は

計測場所	静的計測点	動的計測点
上甲板	11点	8点
No. 1 船倉内	5	5
No. 3 二重底上	3	1
No. 3 二重底内	14	6
No. 3 ホッパー部	14	1
No. 3 フレーム上	18	3
合計	65点	24点

の89点(ゲージ数は129)であつた。

(2) 理論値と実測値との比較検討

実船計測と平行して電子計算機による近似解析計算を実施し, 実船試験による荷役時変動応力, 波浪荷重により応力の統計値などとの比較検討を行なった。検討結果は次のとおりである。

- 1) 波浪曲げモーメントによる船体曲げ応力の統計値は, 大体近似計算による推定値と傾向的にあつているが, やや計算よりも大きいようである。
- 2) 荒天に遭遇した回数はきわめて少ないが, 荒天時の異常値(短期分布による最大値)は上甲板上において振幅  $10 \text{ kg/cm}^2$  に近い値を示しているものもある。

3) 船体曲げ応力には, 大体において常時船体2節振動に相当する振動応力が重畳しており, その振幅も比較的大きく, 応力集中部については, 疲労に対する配慮も必要かと思われる。電算機によるデータ処理によつて, この波浪曲げ応力と振動応力とを分離して解析することができるようになったので, このSpringing現象にさらに詳細な検討を加えることができると思われる。

4) 貨物積卸しによる応力変動は場所によつて相当大きく, 航海中はこの上にさらに波浪荷重による応力が重畳されるので注意を要する。この貨物積卸しによる応力変動は立体格子モデルによる近似計算結果と非常によくあつている。

5) 船内の貨物(鉱石)が外板および船底に加える圧力を船体のパネルまたはスチフナに貼付けたゲージで推定しようとする方法は好結果が得られなかつた。この鉱石圧力については別途の計測手段を考へる必要がある。

6) 統計資料を蓄積するためにも計算結果との対応を検討するためにも, もつと多くの荒天時計測資料が必要である。計測点数を限定しても特定の計測要員を必要とせず長期間準自動的にデータ集録ができるような測定方式をとる必要があると思われる。

(研究資料 No. 135)

**SR 120 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**

部会長 秋田 好雄氏

大型船の横強度部材のウェブには, 縦通材を貫通させるためにスロットが多数設けられるが, そのスロット部にクラックが多数発生し, 大きな問題となつている。このクラックの発生原因は機構的にも複雑で, その原因を明らかにし, このような損傷の発生を防止する対策を見出すためには, 系統的な調査と実験研究が必要である。

このため, 本研究は45年~47年の3カ年計画にて研究を実施することとなつた。45年度実施された調査, 研究の項目および内容は次のとおりである。

(1) 統計的損傷調査

本調査は, 現在就航中の大型船(油送船, 鉱石専用船, 兼用船等)73隻を対象に, その入渠検査時の損傷調査記録を全国の造船所より集め, スロット部の損傷を電子計算機を使用して統計的に解析した。

本年度は, 損傷の基礎的な問題の解明に重点を置き, 損傷の種類別頻度等の実態を明らかにするとともに, 主機の種類による損傷発生率の差を求め, スロット部の損

傷に影響する諸因子の発見を主な調査項目として実施した。

統計結果から明らかになったスロット部の損傷の特色を、船種間、DEAD WEIGHT、主機の差、就航年数、中心線ガーダの有無、部材別、スロット部の構造の各項目別に比較検討した。

一般的傾向としては、全資料から単純に求めた損傷率は2.9%であるが、その大部分はスチフナの折損で、ウェブの損傷も加わった場合を加えると、実に85%に達する。損傷はスチフナに始まり、スチフナの折損後、スロット周縁のウェブの損傷へ発展すると推定されるのでスチフナの損傷防止を最も重視するべきであるといえる。

## (2) 小型模型試験

### (a) 静的模型試験

載貨重量約10万トンタンカーの船底横桁を模した縮尺約1/4の船底パネル5個を用いて静的荷重試験を行ないスロット部分の周部構造として、構造要素の組合せ12種類について、ウェブスロット廻り、スチフナ各部分の応力分布の状態を計測し、スロット部における各部材の荷重分担率、荷重の伝達機構およびスロット周縁の応力集中度について調査した。

実験結果を検討して次のことが判明した。

- 1) スチフナ端部の切欠き高さの影響は明瞭でない。
- 2) バックブラケットがないとスチフナ端部に大きな曲げ応力が生じる。
- 3) バックブラケットがあるとスチフナ端部に、曲げ応力が生じず、かつ垂直応力も減少する。
- 4) カラープレートがあるとスチフナ端部およびスロット廻りの応力は小さくなる。

### (b) ガーダウェブの振動試験

近年大型タンカー横部材のスロット周辺にクラックが発生しており、その原因の一つとして横部材の振動による疲労破壊が考えられる。これに対する基本的な対策を行なうためには、空気中および水中における横部材の固有振動数と振動モードを知る必要がある。

本年度は、アクリル樹脂により簡単な船体タンクおよび横部材4個を製作し、空気中および水中における振動性状を定性的につかむことを目的として実験を行なった。

また、鋼製模型1個を製作し、振動試験を行なった。試験の結果、次のことが明らかとなった。

- 1) ウェブは補鋼材と補鋼材パネルとが連成系をなすような形で振動している。

- 2) ウェブを格子構造として固有振動数を求める方法は実験値とよく一致する。

- 3) 補鋼材と補鋼材間パネルとをそれぞれ等価なパネルと質量をもつ系におきかえる方法も簡単に振動数をチェックするには有用である。

- 4) ウェブが水中で振動する場合付加質量のため固有振動数は大幅に低下する。

## (3) 疲労試験

トランス・リング桁材を対象とする小型ガーダ模型60個を製作し、これを使つて疲労試験を行ない、変動荷重に対するガーダのスロット周辺部の破壊の状況および疲労強度について調査・研究を行なった。

試験結果および考察は次のとおりである。

### 1) 応力分布

実験値と有限要素法による計算値とを比較した結果スチフナのある近傍以外の応力分布は良く合うが、スチフナのある部分の応力分布は実験値に較べてかなり計算値が高く、計算方法を再検討する必要がある。

### 2) 破壊の様相

今回の試験で見出された亀裂および破断箇所は、スチフナとロンジのフェース付近のスロット縁である。最初に亀裂を生じた箇所はスチフナでスチフナの破断とスロット縁の亀裂の発生の後先は模型により異なる。

スチフナの亀裂発生はロンジのフェースとスチフナの溶接接合部の止端で、ウェブ側であり、伝播はスチフナの長さ方向に対してほぼ直角方向である。

スロット縁周辺は、いずれの模型においてもウェブとロンジの接合側のアールの中央よりやや底板よりの位置に亀裂を生じている。

- 3) 試験荷重と寿命の関係、スチフナの歪分布とその履歴、亀裂の伝播について考察を行なった。

## (4) 応力解析

簡単な10ケースのパネ系を考え、各ケースとも5つの荷重条件を設定して各パネ定数を有限要素法によりシリーズ計算を行なつて求めた。また、静的模型試験に使用する模型を対象として、有限要素法による計算を行ない、計測値と比較検討した。

計算は、次の2つの方法で行なった。

- 1) 1ロンジスペース×トランス高さのスロットを中央に含むパネルをとり出してこれに単位外力を荷重した有限要素法計算(ウェブ面)を行なつて、スチフナの荷重分担率およびスロット周り応力分布を求めた。一方、スチフナ面の有限要素法計算を荷重分担率をとりいれて行ない、スチフナの応力分布を求



めた。

2) 計算の対象となるパネルをはさんで左右3 ロンジ  
チュージナルスペースの連結3 パネルならびにこれ  
につくウェブスチフナおよびウェブスチフナの深さ  
の範囲のロンジチュージナルからなる構造模型を考  
え、有限要素法による計算を行なった。

応力解析の結果次のことが考察された。

スパン中央より模型端にゆくにしがたい、スチフ  
ナ上端の拘束度合が強くなりスチフナは曲げ応力成  
分が少くなる。

一方、スチフナの平均応力は各スチフナ形状に対  
して同じであるから、応力分布形状は模型端部にゆ  
くほど傾斜がゆるやかになるはずで実験値もこの傾  
向を示している。

(研究資料 No. 136)

## SR 121 船殻の脆性破壊に及ぼす溶接部疲労亀裂 の影響に関する研究

研究会長 金 沢 武 氏

構造的・局部的応力集中部である隅肉溶接等の溶接欠  
陥から疲労亀裂が発生・生長するような損傷例が、最近  
かなり多く報告されている。脆性破壊発生特性は、応  
力、温度、欠陥の大きさの関数として表現できることが  
判明しているので、疲労亀裂の長さがある限界値を越え  
れば、脆性破壊に移行する危険性があるわけである。い  
くつかの研究結果に報告されている平板試験片での疲労  
亀裂発生状況は、実際の船殻構造における疲労亀裂発生  
部と比較した場合、拘束条件にかなりの差があるものと  
考えられる。

以上の観点から、3 年計画で、隅肉溶接部を有する  
簡単なモデル試験片を供試して、実際の船殻構造におけ  
ると同様な拘束の強い部材に発生した疲労亀裂からの脆  
性破壊発生現象の究明を目的として研究を開始した。45  
年度はその第一段階として、以下の予備的な実験を実施  
した。

### (1) 材料試験

本研究には、今日、船殻に多量に使用されている一般  
船体用鋼板の代表として、KAS 鋼(板厚 20 mm)を  
供試した。供試鋼の基本的機械的性質を把握するため、  
V-ノッチおよびプレスノッチ、シャルピー衝撃試験  
ならびに丸棒引張試験を実施した。当然のことながらシ  
ャルピー衝撃試験による吸収エネルギー～温度、脆性破  
面率～温度遷移曲線および、室温～-196°C での引張  
り性質等が明らかになった。

### (2) 脆性亀裂発生試験

#### (a) 中央切欠き型ディープノッチ試験

供試鋼の脆性亀裂発生特性を把握するため、供試鋼  
板について中央切欠き型ディープノッチ試験(試験片  
幅 400 mm, 切欠き全長 240 mm)を実施した。

その結果、脆性亀裂発生に関する Fracture Tou-  
ghness のParameter Kci 値と温度との間に、

$$\ln Kci = -3.93 \frac{10^8}{Tk} + 7.75$$

ただし、Tk=絶対温度

なる相関関係がなりたつことが明らかとなった。

#### (b) モデル脆性亀裂発生試験

隅肉溶接部を有する3次元モデルにおける脆性亀裂  
発生特性を把握するため、荷重垂直方向にスチフナ  
を有し、その隅肉溶接 Toe 部に全長 240 mm の中央  
切欠きを有した、幅 400 mm の4種類のモデルをお  
のこの2個ずつ供試し、低温引張試験を実施した。さ  
らに、脆性亀裂発生特性に及ぼす溶接の影響を把握す  
るため、荷重垂直方向に溶接ビードを置きその Toe  
部に全長 240 mm の中央切欠きを有した巾 400 mm  
のモデルを2個供試し、低温引張試験を実施した。

結論として

- 1) 脆性亀裂発生特性に及ぼすスチフナの影響
- 2) 隅肉溶接 Toe 部に存在する切欠きからの脆性亀  
裂発生特性
- 3) スチフナ隅肉溶接 Toe 部に存在する切欠きから  
の脆性亀裂発生特性に及ぼすスチフナ高さの影響
- 4) 脆性亀裂発生特性に及ぼす溶接置きビードの影響  
等が明らかになった

### (3) 疲労試験

隅肉溶接部を有する3次元モデルにおける隅肉溶接に  
そつでの疲労亀裂発生・生長状況を把握するため、荷重  
方向と45度方向にスチフナを有したモデルを3種類、  
計7個供試して、室温・荷重一定条件・片振り引張り疲  
勞試験を実施した。

結論として、スチフナ隅肉溶接 Toe 部にそつでの疲  
勞亀裂の生長状況が明らかとなった。

### (4) 残留応力計測

モデル脆性亀裂発生試験結果の解析のため、モデル脆  
性亀裂発生試験に供試した5種類のモデルについて残留  
応力分布を計測した。

結論として、隅肉溶接 Toe 部に切削した切欠き先端  
部の残留応力分布が明らかとなった。

(研究資料 No. 137)

## SR 122 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

部会長 藤田 秀雄氏

本研究は、船用ディーゼル機関用排気弁、燃料弁の故障の本質を明らかにし、それらの耐久性を飛躍的に向上させるため、2カ年計画をもつて開始したもので、本年度はその第1年度である。

### (1) 排気弁の耐久力向上の研究

昭和44年度に行なつた排気弁焼損の理論検討結果および実験機関の略略設計にもとづき、1) 実験機関の設計製作、2) 機関性能確認試験、3) 排気弁の温度計測を行なつた。

#### (a) 実験機関の設計製作

設計製作した実験機関はボア 190φ、ストローク 300 mm、正味平均有効圧力 10 kg/cm<sup>2</sup>、出力×回転数 113 PS×600 rpm のユニフロー・クロスヘッド型過給機関であつて、特に排気弁焼損試験用として設計したものでその特徴は次のとおりである。

- ・排気弁筒方式
- ・4排気弁方式
- ・クロスヘッド型
- ・シリンダ注油器別駆動方式
- ・粗悪燃料油の燃焼可能
- ・別駆動掃気方式
- ・弁座冷却方式

#### (b) 機関性能確認試験

運転試験を行なつた結果、運転初期にはバランス軸焼付などの不具合もあつたが、これらは対策によつてすべて解決し、また、A および C 重油の燃焼も好調で、初期の機関性能を満足させることができた。

#### (c) 排気弁の温度計測

850°C から油焼入れした工具鋼 SK-5 製の排気弁棒および弁座を用い、全負荷で10時間運転した後の焼戻し硬度から、それぞれの作動時の温度を推定した結果、弁棒のかさおもてで 600°C、フェース面で 500°C、弁座のシート面で 380°C 程度である。これは、ほぼ実用機関なみであり、本実験機関を使用して実用機関に近い温度条件のもとで排気弁の耐久性に関する研究が実施できることがわかつた。

### (2) 燃料弁の耐久性向上試験

#### (a) 実船機関の燃料弁経年変化の実状把握

現在実船で使用されているフラット形、1ピースコニカル形および2ピースコニカル形の3種の弁について実船試験を行なつた。供試機関は 164,600 DWT タンカー主機、日立 B&W 12 K 84 EF 型機関で3

種各 18 個、合計 54 個の試料弁を組み込み、各航海(約 300 時間)ごとに全数の弁を抜出して外見調査、ハンドポンプによる噴射試験などを行なうとともに、毎航 3 種各 3 個の弁を抽出して陸上での詳細調査、モータ駆動ポンプによる噴射試験および切断調査を行なつた結果、次の事項が明らかとなつた。

- 1) 約 1,600 時間の使用では、各種とも多少の噴口径、開弁圧力、スピンドルリフトの変化、アトマイザチップへのカーボン付着があつたが、機関性能および噴射性能にはほとんど影響が認められなかつた。
- 2) 弁の寿命はアトマイザチップの焼損、冷却油室側面の腐食によつて決まり、1ピースコニカル形の場合は約 2,400 時間でアトマイザチップが使用不能となつた。フラット形、2ピースコニカル形にも少々の焼損、腐食が見られたが、1ピースコニカル形よりも相当長時間の使用に耐えられる。
- 3) 今回の試験結果から見れば、機関に特に異常がなければ 1ピースコニカル形で 2,000~2,500 時間ごと、フラット形および2ピースコニカル形であればさらに相当長時間ごとに開放すればよいことがわかり、したがつて現在の燃料弁を使用しても、従来のような 1 航海ごとの燃料弁開放を相当大巾に延長可能であると考えられる。

#### (b) 燃料弁最適実験方法の検討

現状の燃料弁を改善すべき点として、1) アトマイザチップ焼損およびアトマイザキャップ腐食、2) スピンドル弁座部の寿命延長、3) 弁本体の抜き出し困難があげられるが、これらを究明するための実験方法として実船試験または実物模型試験の2つが考えられるので最適実験方法についての検討の結果、実物模型試験では、1) および 3) に関する試験が困難であること、規模、時間の関係上試料弁の数が限定されることのため、実船試験のほうが適していることがわかつた。

### (3) 助弁機構の耐久性向上の研究

排気弁および助弁機構の耐久性を向上させるためには、助弁機構の電算機による解析法を明らかにする必要があるので次の研究を実施した。

#### (a) 実機運転による弁系振動の測定

B&W K 84 型機関について弁系の挙動を詳細に計測した。運転条件は、プロペラ特性線上、回転数一定線上、 $P_{me}=0$  線上の各数点をとつた他、オイルクッションの働きをなくした場合、弁ばね取付長さを長くした場合も実測してそれぞれの効果を調査した結果、

弁、レバーの運動ばかりでなく、弁系各部のひずみ、オイルクッション油圧、弁ばねのサージングが同時に把握でき、特にオイルクッションの挙動の重要性が明らかになった。

(b) 弁系部品の特性の研究

B&W K 型機関の 1) 弁ばね静特性、2) 弁ばね動特性、3) オイルクッションの静特性、4) 弁系全体の剛性および各部剛性、5) 弁系の衝撃に対する応答、6) カムリフトについて理論的、実験的研究を行なった結果、オイルクッションの複雑な特性と弁系各部の剛性分布などを明らかにすることができた。

(c) 弁系挙動の算定法の研究

前記(a),(b)項の実測結果にもとづき船用機関の弁系の特徴をとらえ、計算の精度などを考慮に入れて、動弁機構の振動系に対応する力学系として最も簡潔な1質点系を設定し、計算結果を実測値と対照した。この結果、1質点系を適用するには、弁系の減衰およびオイルクッションの動特性を的確に把握する必要があることが認められ、弁ばねの振動等の考慮による計算精度向上は次の段階であると考えられる。

(4) 燃料噴射系の性能改善および耐久性向上の研究

燃料噴射系内における油圧の伝播状態を明確にするために燃料噴射実験装置による実験データにより燃料噴射系に対する電算機シミュレーションの適否を判断して最良のシミュレーションを確立することが必要であるので次の研究を行なった。

(a) 燃料噴射系の基礎実験

燃料噴射装置を電動機により単独運転し、管内圧力、ニードル弁リフト、噴射率などを測定した。噴射率の測定には、精度がよく、背圧を自由にかかけられる W. Bosch 法を用いたが、実験結果としてシミュレーションの適否を判断するにはほぼ満足すべきデータが得られた。

(b) 燃料噴射系の理論的解析

あらかじめ作成した計算プログラムにもとづいて中型高速高過給ディーゼル機関用燃料噴射系のシミュレーションを行ない、これを用いて噴射過程や噴射特性の解析を行なった結果、噴射系の圧力変化、ニードル弁リフト、噴射率などに及ぼす管内音速、ノズル部流量係数、燃料カムプロファイルの影響を明らかにすることができた。

次に、ノズル入口管内圧力、ニードル弁リフトおよび燃料噴射率について計算結果と実験結果を比較したところ、本シミュレーションによる計算方法は、噴射

過程、噴射特性などを予測するのに役立つことが明らかとなった。(研究資料 No. 138)

SR 123 二重反転プロペラの系統試験

部会長 矢崎 敦生 氏

本研究は、二重反転プロペラの系統試験を行ないその実用化を促進することを目的として、単年度計画をもつて次のような研究を実施した。

(1) プロペラの製作

昭和 44 年度に日本船用機器開発協会が行なった設計をもととして下記の二重反転プロペラ 5 組 (10 個) および普通プロペラ 1 個の模型プロペラを製作した。

プロペラの種類	翼数		直径 (m)		ピッチ (m)	
	前翼	後翼	前翼	後翼	前翼	後翼
普通プロペラ	6		0.2177		0.2438	
反転プロペラ	4	5	0.2126	0.2018	0.2264	0.2444
	5	5	0.2126	0.2018	0.2228	0.2448
	4	4	0.2126	0.2019	0.2264	0.2487
	4	5	0.2126	0.2018	0.2394	0.2575
	4	5	0.2126	0.2018	0.2147	0.2329

(2) 模型船の製作

昭和 44 年度に本会第 108 研究会が行なった高速コンテナ船の設計結果(下記要目のとおり)にもとづき 6m 木製模型船を製作した。

	Lpp	B	D	d	L/B	B/d	C <sub>B</sub>	C <sub>P</sub>
実船	175.00	25.40	15.40	9.50	6.89	2.67	0.57	0.589
模型船	6.000	0.8709	0.5280	0.3257	〃	〃	〃	〃

(3) 水槽試験

前記の模型プロペラおよび模型船を用いて、船体自体の抵抗試験、プロペラ単独試験および自航試験を実施し、得られたデータを解析した結果は次のごとくである。

二重反転プロペラを装備した場合、通常プロペラに比して計画速力附近において 2.7% ないし 6.8% 程度の伝達馬力の減少が見られた。中でも翼数 4,4、回転数 110 rpm が最もよい成績を示した。また、二重反転プロペラの設計方法も大体妥当なものであることが判明した。

(研究資料 No. 139)

**SR 124 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**

部会長 高橋 幸伯氏

船体構造計算法をより精密にするためには、実際に航行中の船体に働く波浪荷重や鉱石圧を計測し、同時にその時の波浪状況や船体運動を知って相互の関係を明らかにしておく必要がある。

そのため、本研究は5カ年研究の第1年度として以下のとおり実船試験と理論研究を行なった。

(1) 実船試験

大型鉱石運搬船「笠木山丸」(117,571 DWT 大阪商船三井船舶所属)により、計測員が2名乗船して実験を行なった。

計測は波浪荷重、鉱石圧力、船体応力、船体運動、波浪の5種類で、その他に気象、海象を観測するとともに本船状態を本船装備の計器を用いて計測した。

(a) 波浪荷重

荒天時に船体に働く衝撃波圧力の計測を中心として、航海中に船体に働く波浪荷重を計測するために、次のとおり24点の水圧計、24点の歪ゲージをとりつけて電磁オシロ、デジタルデータレコーダおよびアナログデータレコーダに記録した。

計 測 場 所	計 測 点
FP 船側外板 (水圧計)	1
FPT 左右舷外板 (水圧計)	8
FPT 右舷船底 (水圧計)	1
No. 1 BWT 左右舷外板 (水圧計)	10
No. 1 BWT 左舷船底 (水圧計)	1
No. 3 BWT 左舷外板 (水圧計)	2
No. 3 BWT 左舷船底 (水圧計)	1 (計 24)
FPT 左右舷サイドロンジ (歪計)	6
No. 1 BWT 左右舷サイドロンジ(歪計)	18 (計 24)
計	48

(b) 鉱石圧力

積荷時、揚荷時および航海中の鉱石圧力を No. 1 BWT 左舷側縦通隔壁付ロンジに10点の歪計をとりつけて電磁オシロおよびデジタルデータレコーダに記録した。

(c) 船体応力

船体の波浪による縦曲げ応力を計測するために、次のとおり7点の歪計をとりつけて、電磁オシロおよびデジタルデータレコーダに記録した。

計 測 場 所	計 測 点
船体中央部左右舷上甲板	2
No. 1 BWT 上の左右舷上甲板	3
FPT 上の左右舷上甲板	2
計	7

(d) 船体運動

船尾居住区に船体運動計測装置をとりつけ、電磁オシロおよびデジタルデータレコーダに記録した。

(e) 波 浪

船首近傍の立体的波浪分布を計測するために、コンパスデッキにステレオカメラをとりつけた。また、衝撃波圧力が働くような荒天時の波高頻度分布を計測するために投込式ロボット波高計を用いた。

これらの計測結果は上述のように電磁オシロ、デジタルデータレコーダ、アナログデータレコーダ等に記録され、計測終了後間もないため、十分な解析は行なわれていない。したがってここでは概略結果のみ述べることにする。

本計測では船首部に背波をかぶるような荒天には遭遇せず、衝撃圧力の値としては復航時に FP 船側外板の水圧計で  $10 \text{ ton/m}^2$  F.P.  $T_k$  の右舷船側外板の吃水線より上の水圧計で  $8 \text{ ton/m}^2$  程度とそれほど大きくはないが、典型的な衝撃波形が記録された。

往航時は吃水が浅く復航時ほど顕著ではないが、F.P. $T_k$  および No. 1 W.B.  $T_k$  の右舷船側外板の吃水線より下の水圧計で  $4 \text{ ton/m}^2$  程度の衝撃水圧が計測された。

船体に常時働く変動水圧については、船底に対しては風浪の影響は小さく、うねりが卓越している場合には船底の変動水圧は水線付近の船側の変動水圧のほぼ50%となっている。

船体運動計測結果および投込式波高計による波浪の計測もほぼ良好な結果が得られた。

(2) 理論計算

鉱石運搬船3隻(56,000 DWT, 62,000 DWT, 57,000 DWT)に対し、各荷重状態支持条件について、電算機を用いてその横強度計算を行なった。計算を行なった3隻の供試船の横断面はいずれも横桁支材は1条であり、縦隔壁は2隻が垂直型、1隻が傾斜型である。

計算はいずれも種々の支持条件の下で単一材材にのみ種々の荷重を作用させ、最終的にはこれらを組合せて任意の支持条件、荷重状態に対する計算結果を求めた。

外板と縦隔壁の相対変位の影響を考慮するため、単位

変位量の場合について平面計算を行ない、実際の変位量による応力を求めた。

(3) 統計的解析

計測結果の解析方法を検討し、以下のとおりまとめた。

計測方法		解析方法
計測対象		
種類	荷重	計測項目
波 浪 荷 重	衝撃荷重	衝撃圧力の波形および継続時間を読む。1回の計測の衝撃圧力最大値頻度分布を求める。
		圧力波形
		圧力同時発生領域
	非衝撃荷重	断面ごとの同時分布を求める。
		頻度分布
		長期分布および短期分布を求める。

鉤石 圧力	静荷重	積荷時	圧力分布を求める。
		揚荷時	圧力分布を求める。
	動荷重		鉤石の変動圧力を求める。
船体応力	頻度分布	長期分布および短期分布を求める。	
波 浪	ロボット波高計	波高頻度分布を求める。	
	ステレオカメラ	船首方向の立体的波浪分布(瞬時)を求める。	
船体運動		ローリングおよびピッチングの短期分布を求める。	

大型鉤石運搬船の航行中における船首部波浪荷重および鉤石圧力、荷役時の鉤石圧力を計測し、そのときの外界条件として波浪、気象、本船状態を求めることができた。

本計測により、まず船首部における衝撃水圧の波形およびその発生領域の数例を得たが、46年度以降これらの結果を詳細に解析し、さらに引続いて実施される計測により衝撃水圧の異状値も含めて、それらが一層明確になれば船首部構造の合理的設計のための基礎資料として貴重なものとなると思われる (研究資料 No. 140)

海技入門選書

東京商船大学助教授 庄司和民著

航海計器学入門

A5判 上製 140頁 (オフセット色刷 14頁)

定価 450円 (〒110円)

(序文より) 航海者にとっては、不完全な新計器より、古くても完全に常に信頼できる計器が必要である。この意味から本書に説明するような基礎的な航海計器は充分に理解しておく必要がある。(略)

目次

- 第1章 測程儀
- 第2章 測深機
- 第3章 船用光学器械
- 第4章 クロノメーター
- 第5章 磁気コンパス
- 第6章 自差
- 第7章 傾船差

海洋汚染防止法及び関係法令

運輸省 大臣官房監修 A5判 定価 380円  
海洋汚染防止法に参照条文を注記し、政令・省令・告示・通達・条約ほか関係条文を収録。

舵と旋回 志波久光著  
A5判 定価 800円

模型試験と実船試験結果資料をもとに各種船舶の操縦性能特性を追求した労作。

内航タンカーの建造企画

から竣工まで 田中克典著  
A5判 定価 1500円

内航タンカーの企画から竣工までを体系的にわかりやすく説明したもの。船主の考え方や、建造からむ関係事項も明解に説明したもの。

月刊 海事と情報

毎月 22日発売 定価 480円

技術開発はエンドユーザーの意見反映なしでは出来にくいと云われる。ユーザーであり、取扱者である船員は何を考え、何を求めているか、本誌によっておくとり下さい。

東京都渋谷区宮ヶ谷 1-13 (〒151) 成山堂 電話03(467)7474 振替 東京 78174

日本海事協会 造船状況資料

(昭和46年11,12月分)

表 A 昭和46年12月末現在の建造中および建造契約済の船舶総括表

(100総トン以上)

	国内船				輸出船				総計
	貨物船	油槽船	その他	計	貨物船	油槽船	その他	計	
隻数	170	81	184	435	317	169	12	498	933
総 噸数	3,114,215	5,379,262	197,573	8,691,050	7,170,766	17,060,485	29,405	24,260,656	32,951,706
100以上 隻数	6	6	135	147			1	1	148
500未満 総噸数	2,093	2,359	89,489	43,941			455	455	44,396
500	2	10	14	26	1		3	4	30
1,000	1,299	9,074	11,994	22,367	670		2,400	3,070	25,437
1,000		8	11	19	4		2	7	26
2,000		14,694	16,170	30,864	7,009	1,200	2,450	10,659	41,523
2,000	21	3	6	30	8		2	10	40
3,000	61,323	8,988	13,750	84,061	23,157		4,000	27,157	111,218
3,000	12	2	3	17	6		2	8	25
4,000	43,979	7,650	9,600	61,229	20,150		7,000	27,150	88,379
4,000	23	1	5	29	5		1	6	35
6,000	110,987	5,500	24,370	140,857	25,990		5,600	31,590	172,447
6,000	12		4	16	7		1	8	24
8,000	80,150		27,200	107,350	45,350		7,500	52,850	160,200
8,000	4		6	10	26			26	36
10,000	38,000		55,000	93,000	249,340			249,340	342,340
10,000	25			25	77	10		87	112
15,000	292,580			292,580	978,518	135,600		1,114,118	1,406,698
15,000	19			19	62	14		76	95
20,000	339,404			339,404	1,051,982	249,600		1,301,582	1,640,986
20,000	10	1		11	43			43	54
25,000	215,100	20,200		235,300	912,300			912,300	1,147,600
25,000	2	1		3	1			1	4
30,000	53,000	27,200		80,200	25,800			25,800	106,000
30,000	10			10	40	1		41	51
40,000	353,600			353,600	1,378,700	39,000		1,417,700	1,771,300
40,000	7	2		9	6	2		8	17
50,000	282,800	90,600		373,400	259,900	87,250		347,150	720,550
50,000	4	1		5	3			3	8
60,000	207,400	54,200		261,600	165,000			165,000	426,600
60,000	6	5		11	23	14		37	48
80,000	400,300	343,600		743,900	1,576,500	952,000		2,528,500	3,272,400
80,000	7	11		18	5	13		18	36
100,000	632,200	1,008,591		1,640,797	450,400	1,141,800		1,592,200	3,232,997
100,000		13		13		36		36	49
120,000		1,519,700		1,519,700		4,105,735		4,105,735	5,625,435
120,000		16		16		76		76	92
160,000		2,031,900		2,031,900		9,878,300		9,878,300	11,910,200
160,000									
200,000		1		1		2		2	3
240,000		235,000		235,000		470,000		470,000	705,000
タービン 隻数	6	31		37	5	107		112	149
PS	363,000	1,087,000		1,450,000	129,000	3,628,800		3,757,800	5,207,800
ディーゼル 隻数	164	50	184	398	312	62	12	386	784
PS	2,202,510	610,050	608,020	3,420,580	3,731,310	1,254,700	49,200	5,035,210	8,455,790
その他 隻数									
PS									

表 B 昭和46年1～12月中に進水した船舶総括表

(100総トン以上)

	国内船				輸出船				総計
	貨物船	油槽船	その他	計	貨物船	油槽船	その他	計	
隻数	290	150	300	740	170	52	13	235	975
総噸数	2,887,113	2,256,110	183,541	5,326,764	2,607,999	4,236,520	10,266	6,854,785	12,181,549
100以上隻数	69	45	257	371	1		7	8	379
500未満総噸数	26,398	18,067	68,590	113,055	495		1,866	2,361	115,416
500	29	55	20	104	1		1	2	106
1,000	23,111	51,544	16,391	91,046	670		850	1,520	92,566
1,000	13	20	6	39	18		4	22	61
2,000	19,737	31,005	9,600	60,342	30,991		5,550	36,541	96,883
2,000	53	9	2	64	8		1	9	73
3,000	155,187	24,504	5,240	184,931	22,127		2,000	24,127	209,058
3,000	3	1	2	6	15			15	21
4,000	10,849	3,600	6,200	20,649	52,917			52,917	73,566
4,000	27	1	11	39	6			6	45
6,000	136,384	4,990	60,320	201,694	29,741			29,741	231,435
6,000	12			12	1			1	13
8,000	84,050			84,050	6,200			6,200	90,250
8,000	7		2	9	17		7	24	33
10,000	63,100		17,200	80,300	163,040		65,800	228,840	309,140
10,000	22			22	42			42	64
15,000	268,900			268,900	521,668			521,668	790,568
15,000	19			19	34		3	37	56
20,000	327,497			327,497	519,450		53,100	572,550	800,047
20,000	9			9	6			6	15
25,000	202,600			202,600	127,000			127,000	329,600
25,000	1			1	1			1	2
30,000	26,500			26,500	28,100			28,100	54,600
30,000	6			6	9			9	15
40,000	208,900			208,900	311,500			311,500	520,400
40,000	2	2		4	1		3	4	8
50,000	94,000	89,900		183,900	47,500	130,250		177,750	361,650
50,000	5			5	2		1	3	8
60,000	258,700			258,700	109,000	50,000		159,000	417,700
60,000	7			7	4		6	10	17
80,000	447,400			447,400	275,700	427,100		702,800	1,150,200
80,000	6	3		9	4		6	10	19
100,000	533,800	289,500		823,300	361,900	531,500		893,400	1,716,700
100,000		7		7		21		21	28
120,000		799,600		799,600		2,351,670		2,351,670	3,251,270
120,000		6		6		5		5	11
160,000		756,900		756,900		627,100		627,100	1,384,000
160,000		1		1					1
200,000		186,500		186,500					186,500
200,000									
240,000									
タービン隻数	5	14		19	3	27		30	49
PS	346,700	498,700		845,400	82,000	907,200		989,200	1,834,600
ディーゼル隻数	285	136	300	721	167	25	13	205	926
PS	1,882,700	366,770	680,493	2,929,963	1,440,900	448,100	23,810	1,912,810	4,847,773
その他隻数									
PS									

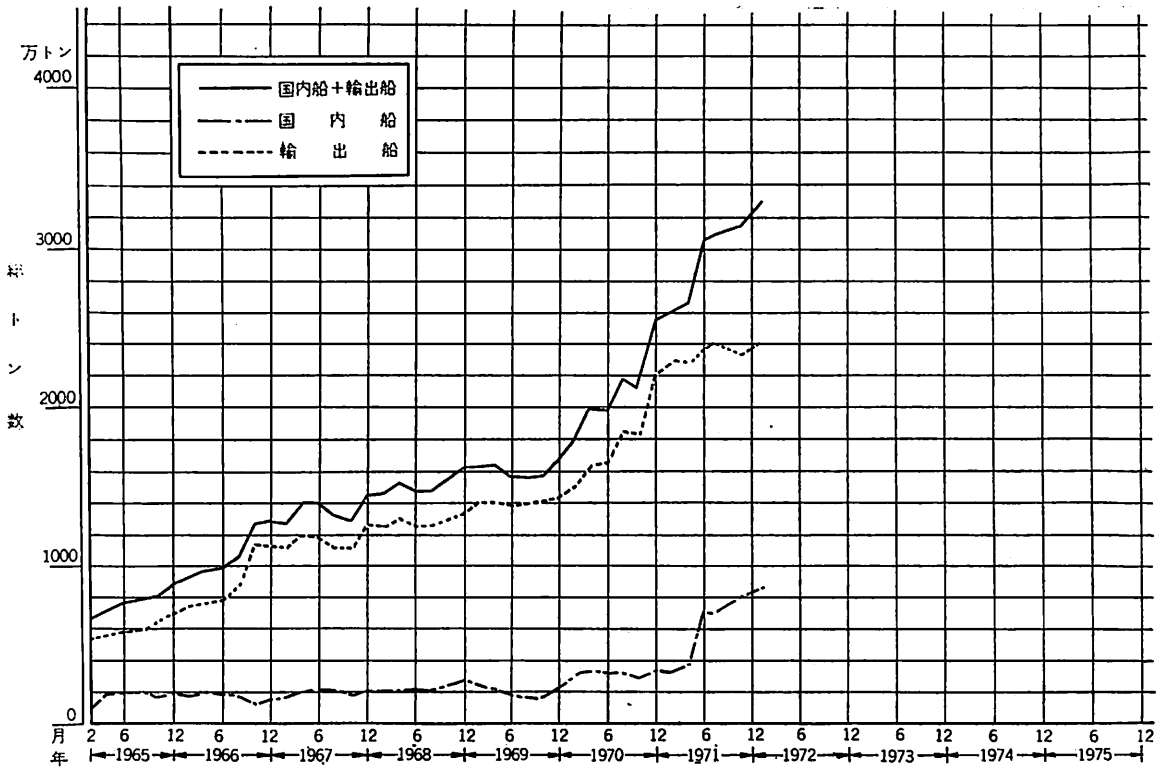
表 C 昭和46年1～12月中に竣工した船舶総括表

(100総トン以上)

	国内船				輸出船				総計
	貨物船	油槽船	その他	計	貨物船	油槽船	その他	計	
隻数	304	148	299	751	176	53	13	242	993
総噸数	2,381,788	1,977,503	196,340	4,555,631	2,733,397	4,048,746	14,833	6,796,976	11,352,607
100以上隻数	89	47	254	390	1		9	10	400
500未満総噸数	33,647	18,348	64,800	116,795	495		1,983	2,478	119,273
500	35	50	16	101	1		1	2	103
1,000	28,011	45,152	13,212	86,375	999		850	1,849	88,224
1,000	14	21	6	41	25		1	26	67
2,000	21,591	31,556	8,740	61,887	42,374		1,800	44,174	106,061
2,000	53	10	4	67	5		1	7	74
3,000	155,550	26,505	11,265	193,320	13,148	2,978	2,800	18,926	212,246
3,000	6	1	4	11	13			13	24
4,000	21,505	3,600	13,868	38,973	44,364			44,364	83,337
4,000	22	2	13	37	7			7	44
6,000	110,821	10,989	72,455	194,265	32,624			32,624	226,889
6,000	14		2	16	3		1	4	20
8,000	93,170		12,000	105,170	18,778		7,400	26,178	131,348
8,000	8			8	15		9	24	32
10,000	70,625			70,625	142,709	83,735		226,444	297,069
10,000	18			18	55			55	73
15,000	219,355			219,355	634,529			634,529	853,884
15,000	19			19	24		3	27	46
20,000	322,361			322,361	401,294	53,151		454,445	776,806
20,000	8			8					8
25,000	181,312			181,312					181,312
25,000					2			2	2
30,000					56,473			56,473	56,473
30,000	4	1		5	12	1		13	18
40,000	136,282	36,917		173,199	411,715	37,147		448,862	622,061
40,000	2	1		3	2	1		3	6
50,000	94,000	47,900		141,900	87,400	41,000		128,400	270,300
50,000	1			1	3	2		5	6
60,000	51,139			51,139	163,913	108,600		272,513	323,652
60,000	7			7	3	5		8	15
80,000	453,476			453,476	224,308	351,428		575,736	1,026,212
80,000	3	3		6	5	6		11	17
100,000	263,943	280,128		544,071	458,274	530,300		988,574	1,532,645
100,000		8		8		21		21	29
120,000		912,351		912,351		2,314,407		2,314,407	3,226,758
120,000	1	3		4		4		4	8
160,000	125,000	379,202		504,202		526,000		526,000	1,030,202
160,000		1		1					1
200,000		184,855		184,855					184,855
200,000									
240,000									
タービン隻数	1	14		15	6	18		24	39
PS	80,000	484,500		564,500	228,500	567,800		796,300	1,360,800
ディーゼル隻数	303	134	299	736	170	35	13	218	954
PS	1,619,400	304,110	671,225	2,594,735	1,416,836	941,344	30,610	2,388,790	4,983,525
その他隻数									
PS									



図表1 鋼船建造状況  
(下記月末における工事中および製造契約済船舶の総トン数)



図表2 鋼船建造状況  
(各年における2カ月ごとの竣工船舶累積総トン数)

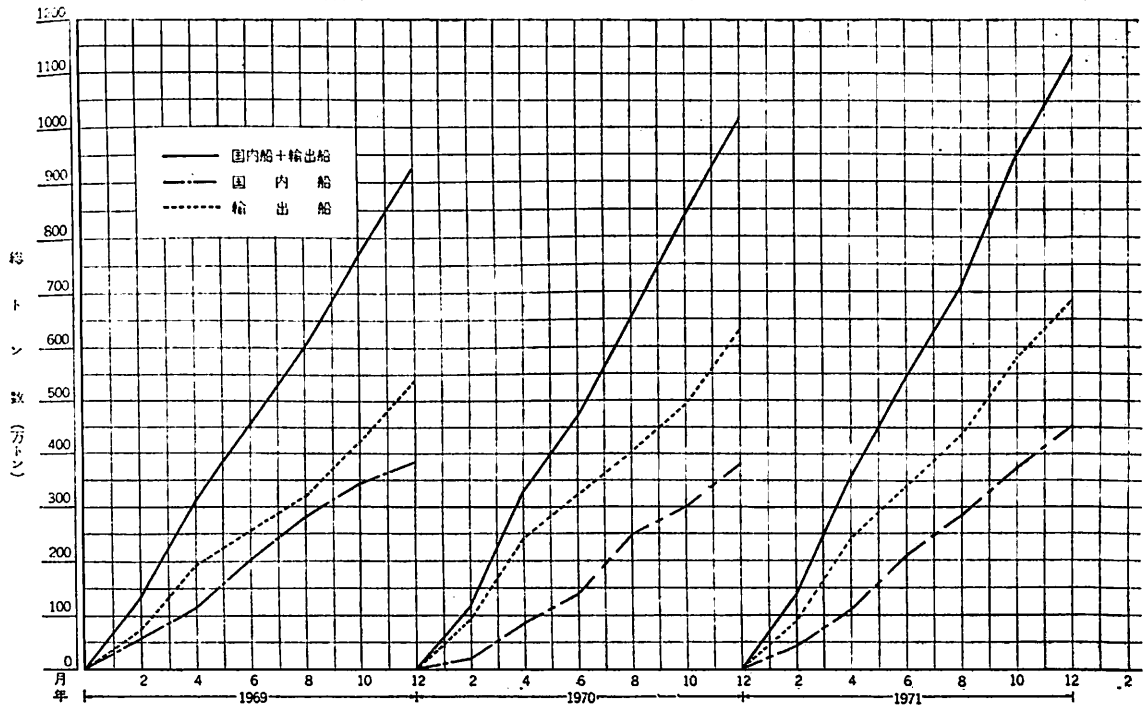


表 D 建造中および建造契約済の船舶の建造工場別表

(本表は表 A に掲げた船舶につき集計したものである) (ABC順)

工場名	隻数	総吨数	工場名	隻数	総吨数	工場名	隻数	総吨数
安藤鉄工	1	115	川崎神戸	20	972,650	大島船渠	5	11,000
浅川造船	3	4,497	川崎坂出	16	1,833,300	大浦船渠	1	499
大幸船渠	2	1,198	警固屋船渠	3	1,188	岡山造船	1	699
大東造船工業	1	199	木村造船	1	499	尾道造船	9	134,590
大東造船	2	598	岸本造船	3	4,248	大阪造船	27	548,512
深江造船	1	989	高知重工	4	13,493	相模造船	—	—
福岡造船	6	17,160	高知県造船	4	9,296	佐野安船渠	22	404,200
福島造船	1	1,350	幸陽船渠	10	144,880	山陽造船	2	419
茨備造船	1	1,590	栗之浦ドック	2	7,649	佐々木造船	—	—
強力造船	2	508	来島どっく(改称)	5	31,140	佐世保重工	13	1,502,200
伯方造船	2	362	来島どっく(大西)	10	184,699	瀬戸田造船	5	36,050
函館ドック(函館)	21	457,100	来島どっく(宇和島)	6	19,465	四国ドック	4	22,000
函館ドック(室蘭)	9	153,000	旭洋造船	1	2,600	下田船渠	7	2,327
波止浜造船	14	75,146	松浦鉄工	5	1,738	新浜造船	3	7,997
橋本造船(本社)	1	252	松浦造船	2	398	新山本造船	6	49,150
林兼長崎	13	105,870	三重造船	9	8,991	住友追浜	6	680,000
林兼下関	12	150,100	三保造船	17	5,964	住友浦賀	18	950,800
林兼横須賀	2	1,030	三菱広島	17	1,152,100	須波造船	—	—
檜垣造船	1	999	三菱神戸	14	497,300	田熊造船	5	5,968
日立因島	18	1,363,900	三菱長崎	39	4,807,497	太平工業	3	9,685
日立舞鶴	16	452,970	三菱下関	16	153,144	寺岡造船	2	2,549
日立向島	21	235,960	三菱横浜	11	778,100	東北造船	11	65,195
日立堺	19	2,437,300	三井千葉	14	1,827,700	徳島造船	6	3,274
本田造船	2	998	三井藤永田	14	247,170	徳島造船産業	1	999
市川造船	4	1,256	三井玉野	18	840,800	東和造船	3	668
今治造船(本社)	9	34,560	三好造船	4	6,196	常石造船	12	227,800
今治造船(丸島)	3	14,998	望月造船	—	—	宇部船渠	—	—
今井造船	4	14,298	向島造機	—	—	内田造船	3	1,984
今村造船	4	1,547	村上秀造船	2	998	宇品造船	5	22,147
石播相生	24	955,700	中村造船(柳井)	2	1,630	浦共同造船	1	199
石播呉	21	2,897,535	中村造船	—	—	白杵鉄工(佐伯)	14	183,568
石播名古屋	12	213,720	名村造船	12	224,100	白杵鉄工(白杵)	11	4,473
石播東京	28	378,500	檜崎造船	16	30,683	若松造船	3	1,660
石播横浜	10	1,147,000	日魯造船	2	1,919	和歌山造船	—	—
石川島化工機	6	2,430	新潟鉄工	19	12,231	渡辺造船	5	12,392
金川造船	4	855	日本海重工	7	58,700	山中造船	—	—
金指造船	16	82,986	日鋼清水	14	201,560	山西造船	7	3,366
金輪船渠	1	999	日鋼津	14	1,740,000	横浜ヨット	2	309
神田造船	4	17,899	日鋼鶴見	16	873,300	横浜造船	1	1,700
関門造船	2	270	西造船	2	5,729	吉浦造船	1	999
笠戸船渠	7	119,104	西井船渠	7	2,525	合計	933	32,951,706

表 E 主機関の国内製造工場別表

(ABC順)

(本表は表 A に掲げた船舶につき集計したものである)

工場名	ディーゼル主機	
	台数	馬力
赤阪鉄工	63	208,800
キャタピラー三菱	2	820
ダイハツ工業	104	136,860
富士ディーゼル	18	51,700
阪神内燃機	37	89,950
日立因島	5	20,500
日立舞鶴	26	289,000
日立桜島	46	713,900
石播相生	160	1,859,780
伊藤鉄工	1	2,800
川崎神戸	59	824,730
神戸発動機	38	178,400
久保田鉄工	2	240
榎田鉄工	10	22,950
松江内燃機	1	900
松井鉄工	1	1,300
三菱神戸	87	1,445,000

三菱菱長崎	2	46,200
三菱菱名古屋	2	420
三菱菱東京	2	1,400
三菱菱横浜	5	50,500
三菱菱井玉野	70	1,307,900
新日瀧鉄工	89	150,460
日住鋼鶴見	9	77,080
住友玉島	56	866,300
住吉鉄工	1	850
宇部鉄工	7	67,500
白杵鉄工	6	5,550
ヤンマーディーゼル	17	10,600
合計	926	8,432,390

工場名	タービン主機	
	台数	馬力
日立桜島	15	528,000
石播東京	45	1,572,800
川崎神戸	26	912,000
三菱菱長崎	55	1,799,000
住友玉島	7	208,000
合計	148	5,019,800

表 F NK 船級船の総隻数および総トン数 (昭和 46 年 12 月末現在)

総トン数 以上・未満	NS*		NS		合計	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
100	7	512	11	859	18	1,371
100 ~ 500	47	14,821	22	9,244	69	24,065
500 ~ 1,000	208	178,472	24	18,257	232	196,729
1,000 ~ 2,000	371	615,667	6	8,472	377	624,139
2,000 ~ 3,000	522	1,437,468	3	8,351	525	1,445,819
3,000 ~ 4,000	257	930,711	2	7,480	259	938,191
4,000 ~ 6,000	190	927,623			190	927,623
6,000 ~ 8,000	205	1,446,326	2	13,594	207	1,459,920
8,000 ~ 10,000	259	2,327,748	5	47,311	264	2,315,059
10,000 ~ 15,000	182	2,104,957	3	35,080	185	2,140,037
15,000 ~ 20,000	69	1,179,858	1	16,433	70	1,196,291
20,000 ~ 25,000	64	1,440,217	2	45,873	66	1,486,090
25,000 ~ 30,000	42	1,179,081	3	80,845	45	1,259,926
30,000 ~ 40,000	90	3,126,007			90	3,126,007
40,000 ~ 50,000	51	2,268,230			51	2,268,230
50,000 ~ 60,000	30	1,645,731			30	1,645,731
60,000 ~ 80,000	43	2,889,635			43	2,889,635
80,000 ~ 100,000	19	1,742,625			19	1,742,625
100,000 ~ 120,000	26	2,883,834			26	2,883,834
120,000 ~	6	813,212			6	813,212
合計	2,688	29,152,735	84	291,799	2,772	29,444,534

## 日石丸と東京計器

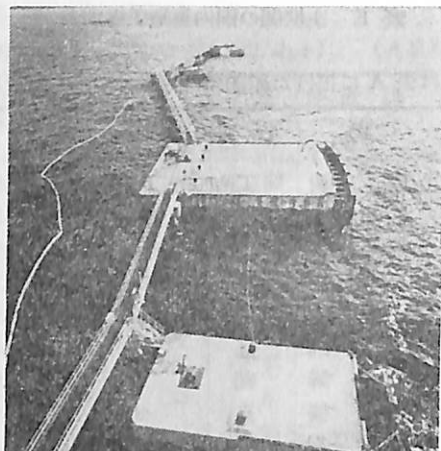
石川島播磨重工呉造船所建造の世界最大のメガロタンカー「日石丸」(372,698重量トン)は昨年9月ペルシャ湾に向つて処女航海の途につき、10月20日サウジアラビアとクウェートの原油約39万klを積み込んで、鹿児島県指宿郡喜入町の日本石油基地に帰つて来た。このでつかいタンカーの接岸には、シーバースに装備された東京計器(大田区南蒲田2-16)の超音波接岸速度計が大活躍した。これは世界で始めて開発した超音波で船を安全に接岸させる新しいシステムである。

日石丸は同日午前6時すぎに日石喜入基地沖に達し、4隻のタグボートに引かれてゆつくりと入港、いつたんシーバースの沖200mにバースと平行に停止した。いよいよ接岸がはじまる。

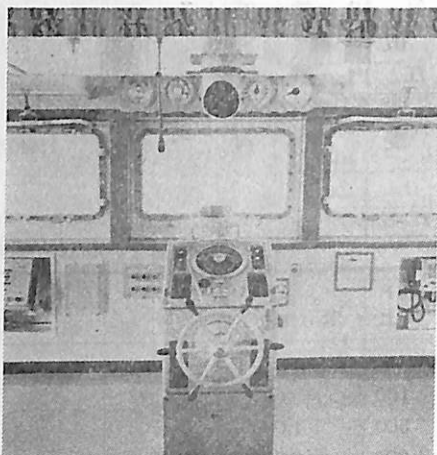
トランシーバーを手にした岸壁のターミナル・オフィサーが船と応答を重ねながら、接岸速度計のスイッチを入れるとタグボートが静かにタンカーを押しはじめる。栈橋の両端にとりつけられた送受波器から超音波パルスが、船の前部と後部の2点に向かつて発射され、栈橋と船体間の距離がmの単位、接岸速度がcm/secの単位で計測され、直ちにデジタル表示される。

「オモテ(へさき)56m, 11cm/sec, トモ(船尾)58m, 14cm/sec」「オモテ13m, 6cm/sec, トモ15m, 6cm/sec」

外部装置に刻々と表示される数字を岸壁側で読み上げる。日石丸の方ではこれに基づいてタグボートに指示を与え、さしもの巨船もスムーズに栈橋に寄せられて行く。約15分で接岸は完了した。接岸作業は風や潮の流



超音波パルスを発射する送受波器は海中に装備され、同軸ケーブルで結ばれている。



新形自動操舵装置ハイレスコパイロット



僅か15分で基地に接岸完了

れなどに影響されるから、これまでのようにパイロットの経験やカンだけに頼っていたのでは、大事故になりかねない。ここでは世界ではじめての試みである日本石油、東京計器共同開発の超音波接岸誘動計測システムがこの難問題をみごとに解決した。

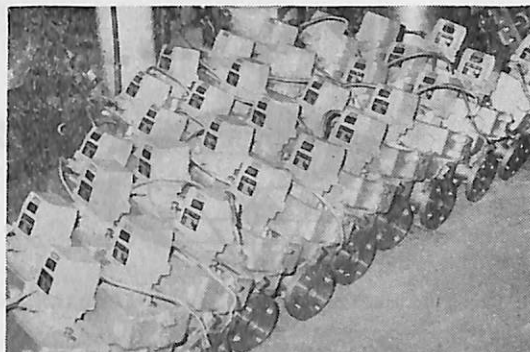
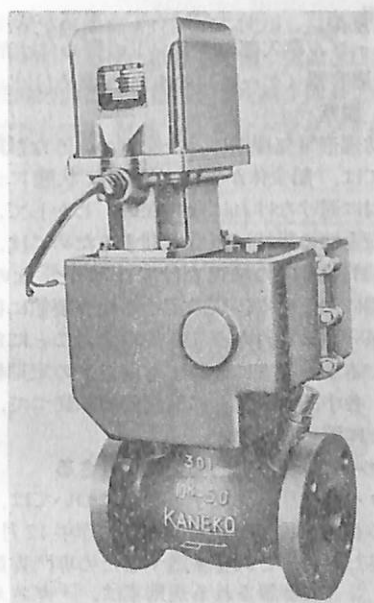
なおこの巨船の自動操作は、東京計器が新たに開発した新形自動操舵装置ハイレスコパイロットで、これは小形船から100万トン級の巨大船まで、あらゆる船舶を制御できる。(東京計器ニュース4巻1号より)

## 大気粉じん公害防止用二方電磁弁

金子産業株式会社

鉱石処理場や高炉の石搭においては大量の粉じんが発生し、大気中に放出されるので、粉じんによる汚染公害が大きな問題となっている。この粉じんを散水することによって大気へ放出されるのを防止するために、本電磁弁が作られた。

この電磁弁はいつも粉じんの多い現場で使用される。そのために本電磁弁は、ソレノイド部、スピンドル貫通



大気粉じん公害防止用二方電磁弁出荷集積スナップ

電磁弁は主として製鉄所および製錬所等で多数使用されている。

### 標準仕様

モデル No.	: + 301 カバー付
電源	: 交流 100 ~ 220 V · 50, 60 Hz
保護構造	: 防水防じん・耐食アルミ合金製
材質	: 砲金, 鋳鉄またはステンレス鋼
流体圧力	: 5 kg/cm <sup>2</sup> (70 A 以下は最高 10 kg/cm <sup>2</sup> まで)
流体	: 工業用水, 海水 (他に空気, ガスも使用できる)
流体温度	: -20 ~ +50 °C
周囲温度	: -20 ~ +40 °C
コイル	: 連続定格 B種絶縁
許容電圧変動率	: +10%, -15%
防爆形	: 指定によってはソレノイド保護構造を防爆とすることもできる。
配管接続	: フランジ形

ねじ込形は 11/4 B 以下

(金子産業株式会社 : 東京都港区芝 5-10-6)

部およびレバー機構などが完全密閉の防じん構造となっている。いうまでもなく電磁弁のソレノイド部分は一般の電気機器と同様であつて、湿気、チリおよびゴミを極度に嫌う。しかし本電磁弁は屋外に設置される場合が多いので、ソレノイド保護は、特に防水、防じん構造にしてある。このように密閉してあることによつてチリやゴミが付着し、これが湿気によつて固着して作動不良を起すなどの事故も完全に防いでいる。

本体内部を通る流体は工業用水、あるいは海水といった比較的純物の混入が多いので、そのために起る腐食や作動不良に十分な処置がされている。さらに流体はソレノイド部分に直接ふれることがないので、流体温度による影響などはない。80 A および 100 A の如き大口徑になると、ウォーターハンマー防止機構がついている。本

### 「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)

# NKコーナー



## 油タンカーのタンク定量制限について

昨年10月に開催された、政府間海事協議機関(IMCO)第7回総会において、海洋汚染防止の見地から、油タンカーのタンク容量を規制するという内容の「1954年の油による海水の汚濁防止のための国際条約」の改正が採択され、同時に、この改正条約の発効を待たずに、改正条約の内容を実施すべきであるという趣旨の勧告が決議された。

この勧告の趣旨にのっとり、運輸省はこの改正条約が発効するまでの間、総トン数150トン以上のタンカーについて、タンク容量の制限をすることになり、本会に対し、昭和47年1月1日以降に建造契約が行なわれるタンカーおよび昭和52年1月1日以降に引き渡しが行なわれるタンカーであつて、本会の船級登録を受けようとするものに対しては、別に定める「タンク配置及びタンクサイズ制限に関する基準」に適合していることを確認するよう達しがあつた。よつて本会は、今後該船舶の検査に際して、その確認を行なうことになつた。

## 揚貨装置に使用される金物類の検査について

グースネック立てピンおよびブーム基部金物の材質としては、従来KSC 42 H 又はKSF 45 Hを使用することが推奨されていたが、検査の実績等を考慮の上、今後これらの金物(グースネック立てピンおよびブーム基部金具)およびトッピングならびにグースネックブラケットの本体は、鋼船規則第30編に適合する鋳、鍛鋼品であつて、本会検査員が立会の上材料試験を行なつた鋼材を使用しなければならないことに改められた。ただし、ヘビーデリックなどで、強度上引張り強さの高い材料の使用を必要とするときは、鋼船規則第39編第9章および第12章に規定する鋳、鍛鋼品あるいは適当と認められる規格の材料を使用して差しつかえないが、この場合も、本会検査員立会の上材料試験を行なつた鋼材を使用しなければならない。なお、溶接が行なわれるものについては、溶接に適する材質として、炭素含有量が0.23%以下のものとするが、強度上、やむを得ず、炭素含有量が0.23%を超える場合は、適当な予熱など溶接施工に十分な注意を払わなければならないとしている。

この件の実施は、昭和47年4月1日以降登録申し込

みのあつた船とするが、それまでの間もできる限りこの趣旨に沿つて、材料の手配をするよう要望する。

## 防爆形電気機器の船内検査について

油タンカー、LPG船などの危険場所(鋼船規則第40編第16章第4条および第41編第2章第2条、第3章第2条関連)には、防爆形の各種電気機器が多数設置されている。現在、防爆形機器には、耐圧防爆形および本質安全防爆形の2種類の形式が採用されているが、特に、耐圧防爆形の機器は、船内に装備後、その取扱いの誤りや保守が十分行なわれていない場合には、その防爆性が失われるおそれがある。最近の定期的検査の検査報告書によると、耐圧防爆形機器について、次のようないくつかの故障事例が報告されている。

- (1) 貨物油ポンプ室の防爆形灯具のガラスグローブの破損
- (2) ケーブル導入部のグランドの締め付け部のゆるみ
- (3) 防爆容器(ケース)のふたの締め付けボルトの折損、脱落

耐圧防爆形電気機器に、上記例のような故障、不具合があつては、船全体が極めて危険な状態におかれるので、絶対に避けなければならない。しかし、これらの機器の安全性の維持に万全を期するためには、本会の行なう定期的検査時の検査だけでは不十分なので、今後は、船側においても、別に定める検査要領に従つて、定期的に保守点検を行なうよう要請することになつた。

なお、本会の検査においても、従来の定期検査時のみならず、各中間検査ごとに前記要領に従つて、検査を行なうことに改められた。

## ガスタービン機関専門委員会設置さる

ガスタービン機関に関する規則については、昨年夏以来研究委員会を設けて検討を重ね、昨年12月に一応の成案を得たので、これを審議するため専門委員会が新設された。ここで審議される規則案は、「ガスタービン機関の規準」(従来の暫定基準に相当する。)およびその細則としてまとめられ、本年のできる限り早い時期に制定される予定である。

## NK 船級船の現況

1971年12月31日現在のNK船級船の現況は次のとおりである。

1. 登録船級船の隻数は、2,772隻、総トン数は2,945万トンであり、1971年1月から1年間に252隻、437万トンが新たに船級を取得し、又160隻、63万トンが船級登録を消除したので、結局同期間に、92隻、374万トンが増加したことになる。
2. 登録船級船のうち、外国籍船舶の占める割合は410隻(14.7%)、179万トン(6.1%)となつている。

## 新たに海外2箇所に嘱託検査員を配置

このほど、キプロス島(地中海)に2名、ポートランド(米国オレゴン州)に1名、それぞれ嘱託検査員が配置された。これにより、本会の外地嘱託検査員の陣容は、1972年1月19日現在、117港に161名となつた。

長さ 135 m 前後の貨物船の水槽試験例

「船舶」編集室

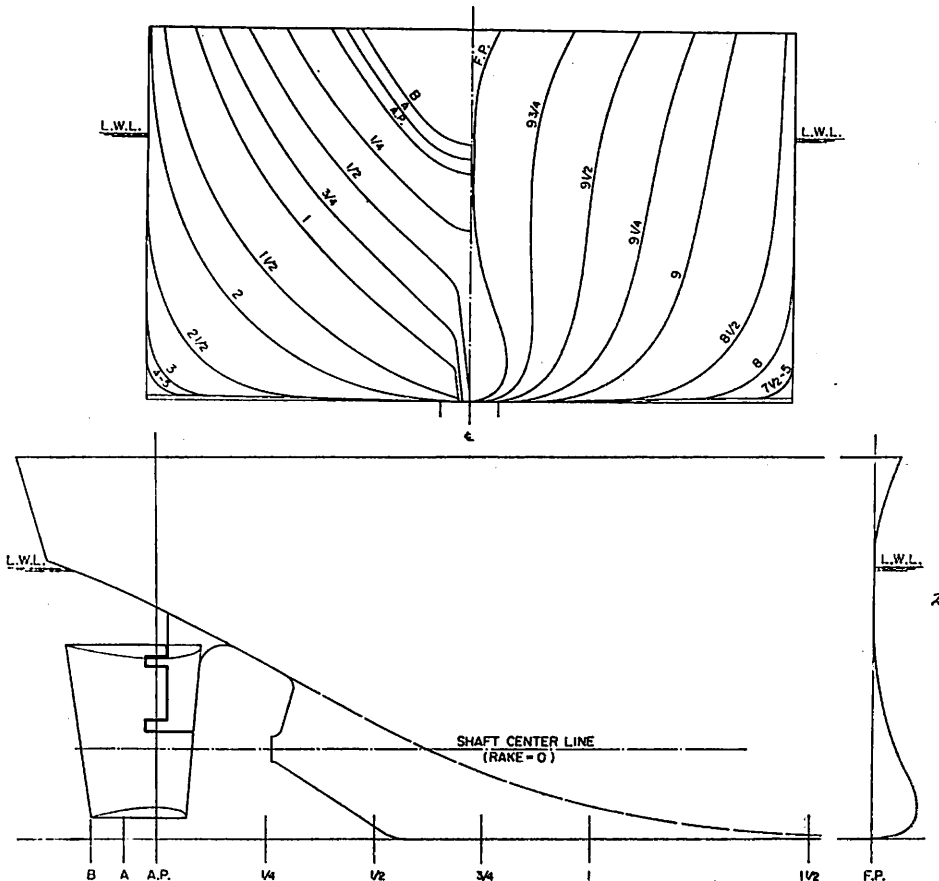
M.S. 483 は載貨重量約 13,619 トン・垂線間長さ 134.112 m, M.S. 484 は載貨重量約 14,860 英トン・垂線間長さ 138.00 m の貨物船に対応する模型船で、模型船の長さおよび縮率はそれぞれ  $5.8 \text{ m} \cdot 1/23.123$ ,  $5.5 \text{ m} \cdot 1/25.091$  である。

両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. 483 にはハンギング舵, M.S.

484 には流線形舵が採用された。また, M.S. 483 の L/B は約 6.8, B/d は約 2.3, M.S. 484 の L/B は約 6.3, B/d は約 2.4 である。

なお, 主機としては連続最大出力で M.S. 483 には 5,800 BHP×120 RPM, M.S. 484 には 8,400 BHP×139 RPM のディーゼル機関の搭載が予定された。

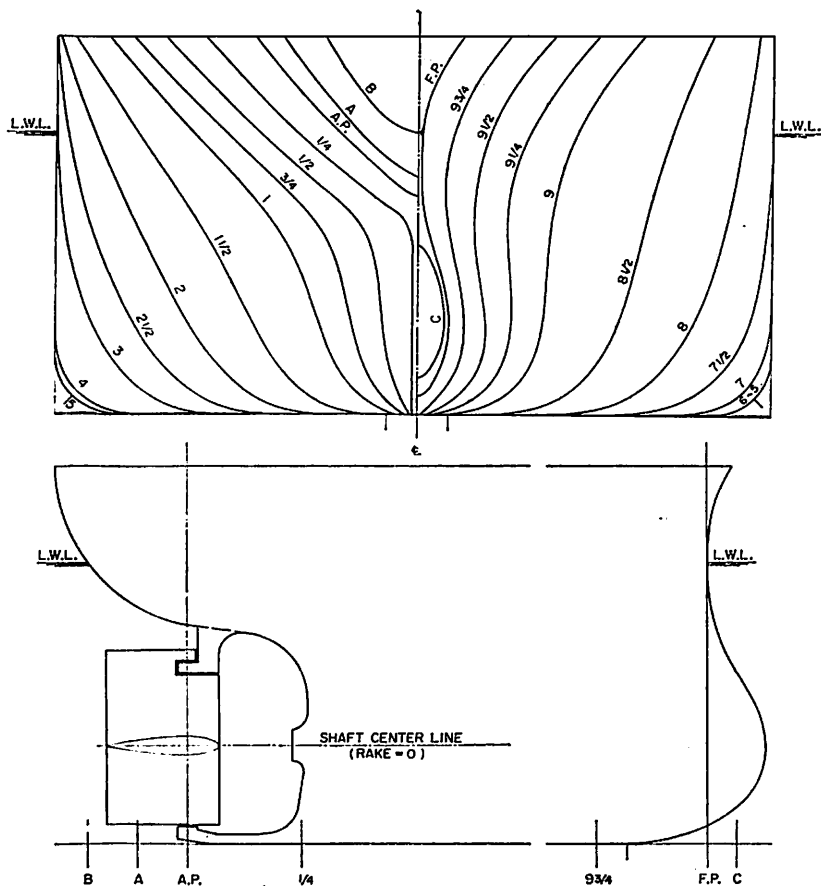
試験は M.S. 483 に対しては満載のほか 2 状態, M.S. 484 に対しては満載のほか 1 状態で実施された。試験により得られた剰余抵抗係数を第 3 図および第 4 図に、自



第 1 図 M.S. 483 正面線図および船首尾形状

第1表 船体要目表

M.S. No.		483	484	
長さ	$L_{PP}$ (m)	134.112	138.000	
幅 (外板厚を含む)	B (m)	19.838	22.028	
満載状態	喫水	d (m)	8.636	9.014
	喫水線の長さ	$L_{DWL}$ (m)	136.873	141.001
	排水量	$\nabla_s$ (m <sup>3</sup> )	17,704	19,511
	$C_B$		0.771	0.712
	$C_P$		0.779	0.719
	$C_M$		0.989	0.990
	$l_{CB}$ ( $L_{PP}$ の%にて 函より)		-2.62	-0.80
平均外板厚	(mm)	13	14	
船首形状	突出バルブ			
バルブ	大きさ (船体中央断面積の%)	5.5	4.5	
	突出量 ( $L_{PP}$ の%)	1.03	1.31	
	没水深度 (満載喫水の%)	88.3	66.6	
摩擦抵抗係数	シェーンヘル ( $\Delta C_F=0.0002$ )			



第2図 M.S. 484 正面線図および船首尾形状

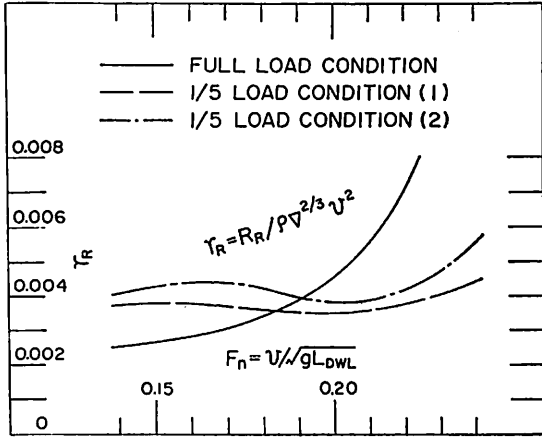
航要素を第5図および第6図に示す。  $C_B$  の大きな M.S. 483 の  $w$  が小さくなっているのは、  $l_{CB}$  の差と、船尾形状の違いによるものと思われる。以上の結果に基づき実船の有効馬力を算定したものを第7図および第8図に、伝達馬力等を算定したものを第9図および第10図に示す。

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 0.0002 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。

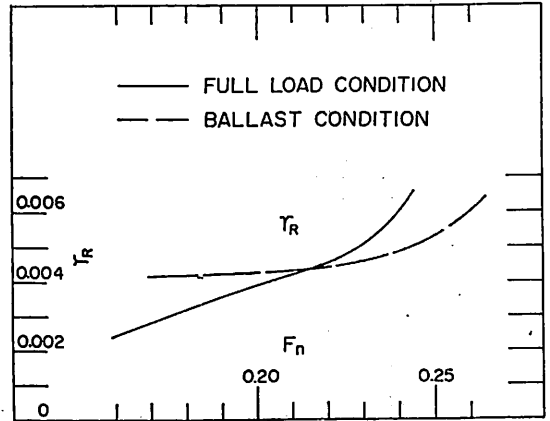


第2表 プロペラ要目表

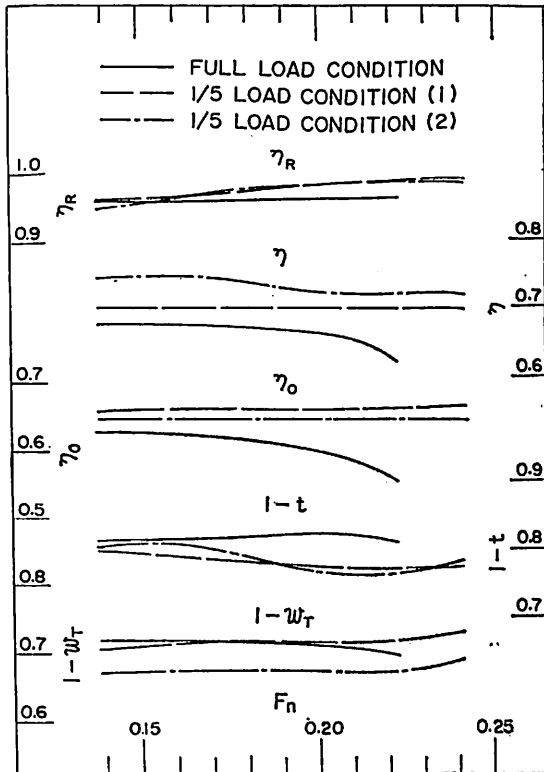
M.P. No.	407	408
直径 (m)	4.951	5.018
スッテチ比 (一定) (m)	0.184	0.180
ビッチ比 (一定)	4.060	4.014
展開面積	0.820	0.800
傾厚斜	0.530	0.550
傾角	0.0505	0.050
回数	7°~59'	10°~0'
回転方向	4 右廻り	
翼断面形状	MAU型	



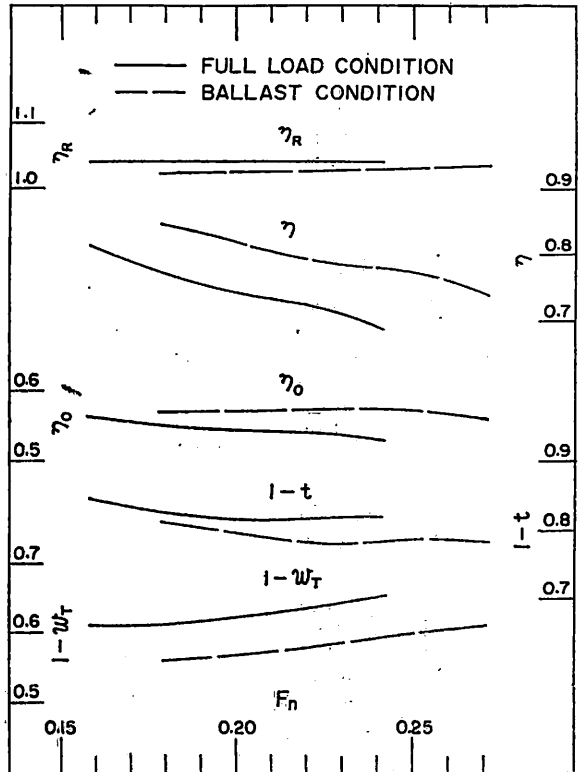
第3図 M.S. 483 剰余抵抗係数



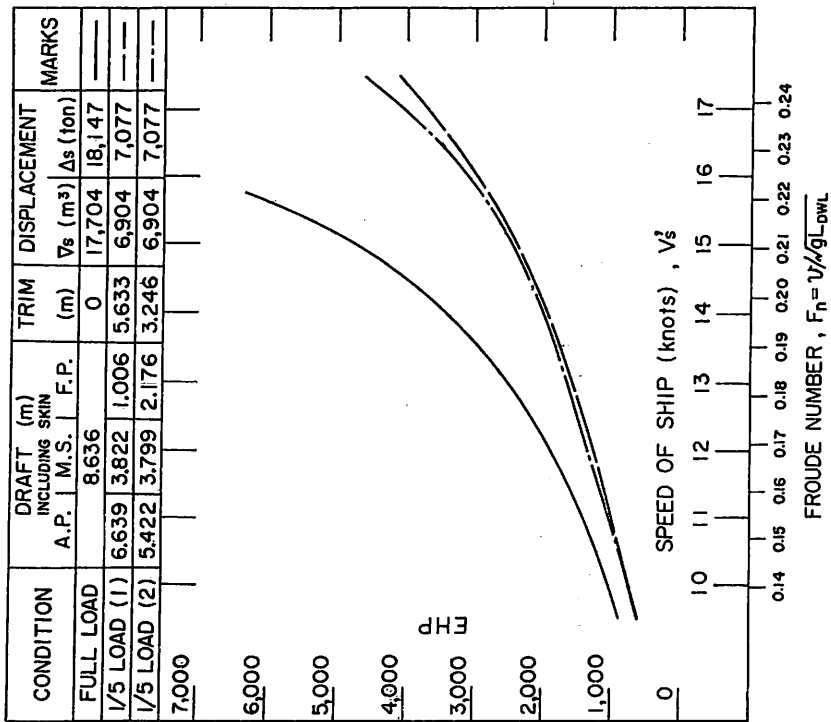
第4図 M.S. 484 剰余抵抗係数



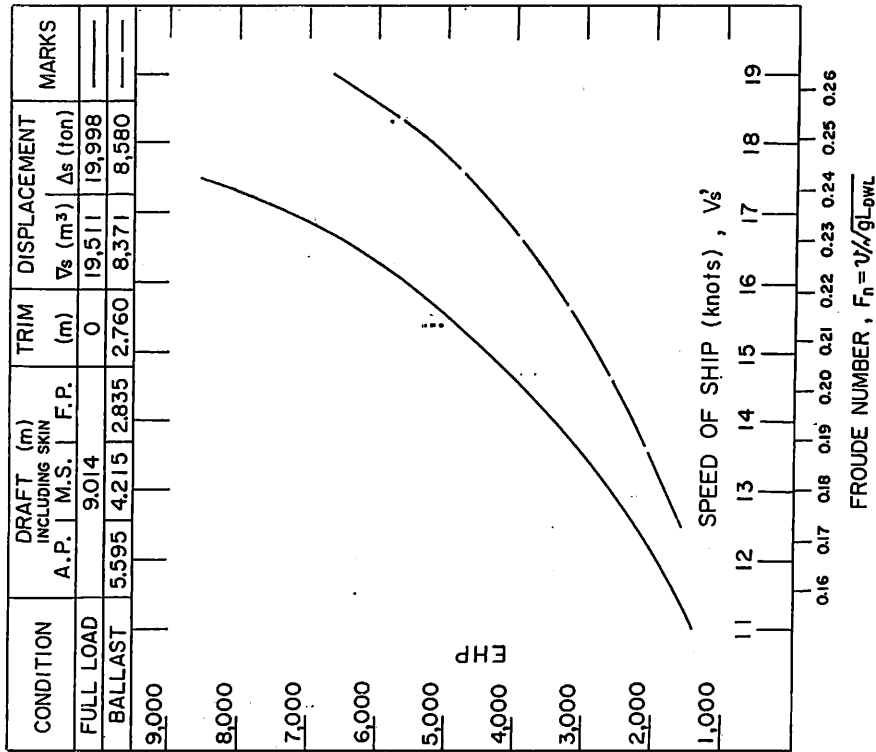
第5図 M.S. 483 x M.P. 407 自航要素



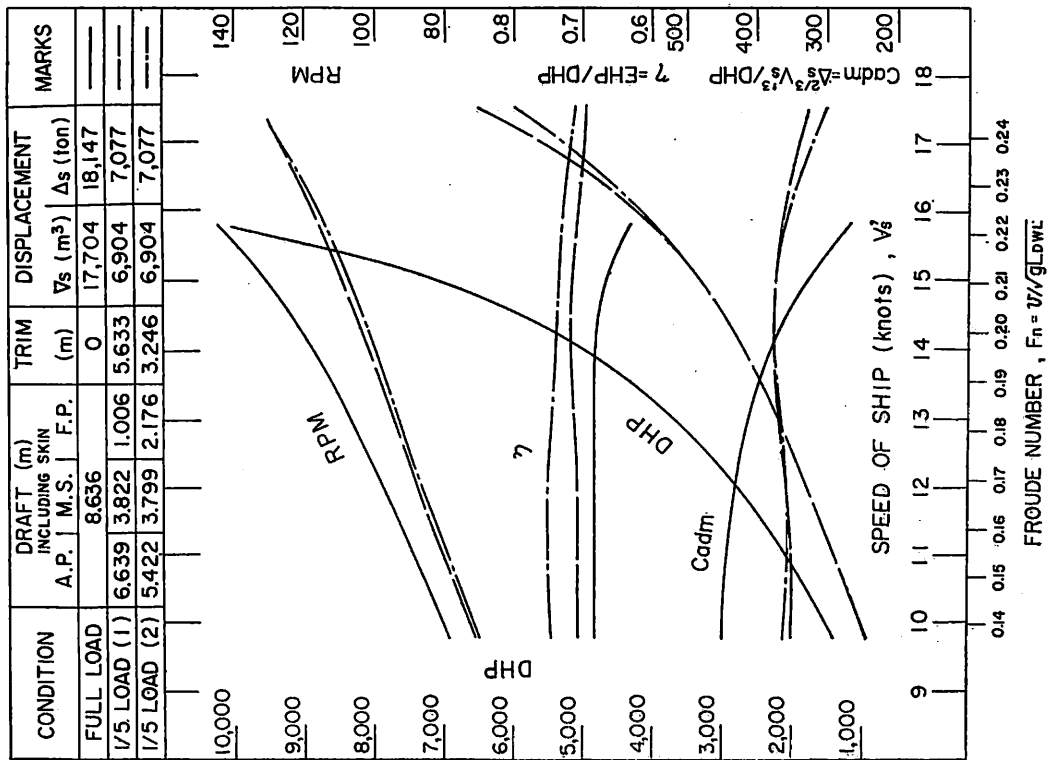
第6図 M.S. 484 x M.P. 408 自航要素



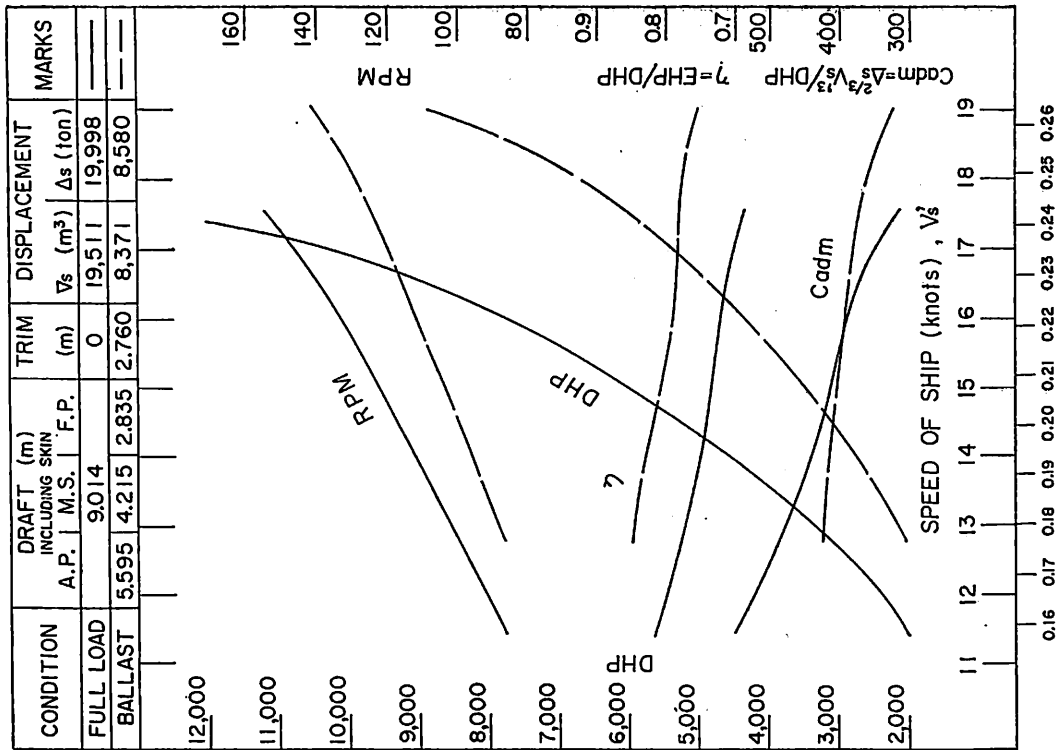
第7圖 M.S. 483 有效馬力曲線圖



第8圖 M.S. 484 有效馬力曲線圖



第9图 M.S. 483 x M.P. 407 伝達馬力等曲線図



第10图 M.S. 484 x M.P. 408 伝達馬力等曲線図

昭和46年度(4~12月分)建造許可船舶集計および46年12月分建造許可船舶集計

47.1 船舶局造船課

区 分	4~12月分果計				12月分				
	隻数	G.T.	D.W.	契約船価	隻数	G.T.	D.W.	契約船価	
国内船	28次計画造船	貨物船 油槽船	6 2	413,000 248,000	634,690 490,900	3	243,700	404,600	
	27次計画造船	貨物船 油槽船	15 9	1,120,100 1,021,000	1,873,220 1,984,200	—	—	—	
	自己資金船	貨物船	132	1,314,251	2,169,598	10	107,987	165,400	
		油槽船	22	1,203,381	2,355,600	2	8,499	17,600	
		貨客船	16	120,095	41,900	2	13,200	5,000	
小計		202	5,439,827	9,550,108	469,456,169千円	17	373,386	592,600	
輸出船	一般輸出船	貨物船	38	669,841	1,122,200	6	89,049	149,550	
		油槽船	52	5,508,599	11,445,263	9	1,168,100	2,439,900	
		貨客船	1	7,500	2,100	—	—	—	
	小計		91	6,185,940	12,570,013	608,062,486千円 65,648,395ドル 8,186,000フラン	15	1,257,149	2,589,450
合計		293	11,625,767	22,120,121	1,077,518,655千円 65,648,395ドル 8,186,000フラン	32	1,630,535	3,182,050	122,032,200千円 5,100,000ドル

- (注) 1. 自己資金船には開銀融資(計画造船を除く)によるもの、および船舶整備公団共有によるものを含む。  
 2. 貨物(鉱石運搬)兼油槽船および貨物(撒積運搬)兼油槽船は貨物船として集計してある。  
 3. 27次計画造船は、45年度中に、計15隻、947,300 G.T., 1,574,380 D.W. 建造許可されている。  
 4. 契約船価の合計はその建値のまま集計してある。

国内船(12月分)(合計17隻、373,386 G.T., 592,600 D.W.)

造船所	船番	注文者	用途	G.T.	D.W.	L×B×D×d	主機	航海速度	船級	竣工
三井玉野	937	大阪商船三井船舶	貨(コンテナ)	40,500	32,800	247.00×32.20×19.80×11.50	三井 B&W D.34,800×2	25.3	NK	48.3 下 28次
高知県造船	420	江口汽船	貨	2,999	5,900	95.00×16.20×8.20×6.60	神発 D.3,800×1	12.7	〃	47.3 中 波止浜下計
新山本造船	150	大日海運	〃	9,990	17,000	136.00×22.60×12.10×8.90	神発 D.8,000×1	14.3	〃	47.4 中
笠戸船渠	266	太平洋海運	〃	19,000	33,300	175.00×27.00×15.30×10.90	IHI Sulzer D.11,550×1	14.5	NK(MO)	47.6 中
鋼管津	20	照国海運	貨(鉱油)	115,000	215,600	310.00×50.00×25.50×19.10	三菱 T.30,000×1	15.3	NK	48.6 下 28次
今井造船	311	永井海運	油(糖蜜)	2,999	6,100	95.00×16.00×8.20×7.00	赤坂 D.3,600×1	12.3	〃	47.3 末
今治(丸亀)	1006	川崎近海汽船	貨	4,999	10,000	112.00×20.50×9.55×7.50	神発 D.6,200×1	13.5	〃	47.4 中
川崎神戸	1174	川崎汽船 国洋海運	貨(鉱油)	88,200	156,200	275.00×44.00×24.20×17.87	川崎 MAN D.32,000×1	15.4	NK(MO)	47.8 末 28次
今井造船	312	三井物産	貨	4,500	7,900	106.00×18.00×8.90×7.25	赤坂 D.4,500×1	13.1	NK	47.4 中
今治造船	289	〃	〃	3,500	6,500	96.00×16.33×8.44×6.70	桐田 D.4,000×1	12.8	〃	47.3 上
日本海重工	163	太平洋沿海 フェリー	貨客	6,600	2,500	118.00×22.68×12.80×5.5	IHI Pielstick D.7,880×2	19.5	JG	48.3 中 三井の下計
〃	164	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	48.6 下
太平工業	277	岡田海運	油(石油製品)	5,500	11,500	110.00×19.00×11.00×9.00	赤坂 UEC D.6,200×1	13.5	NK	47.6 下

今治造船	290	三井物産	貨	2,999	6,000	96.00×16.32×8.20×6.70	阪神 D. 3,800×1	12.5	NK	47.3 下
常石造船	256	新瀨海陸運	貨(ニッセル)	16,000	24,800	160.00×24.50×14.20×9.85	IHI Sulzer D. 9,900×1	14.5	◇	47.6 下
新山本造船	161	天晴汽船	貨	4,000	6,800	99.00×16.50×8.60×7.00	日立 B&W D. 4,100×1	13.0	◇	47.4 末
常石造船	258	乾汽船	貨(チップ)	40,000	47,200	207.00×32.20×20.50×9.63	三井 B&W D. 13,100×1	14.8	◇	47.11 下

輸出船 (12月分) (合計 15隻, 1,257,149 G.T., 2,589,400 D.W.)

造船所	船番	注文者 注文者の国籍	用途	G.T.	D.W.	L×B×D×d	主機	航海 速力	船級	竣工
日立堺	4387	(1) リベリア	油	127,000	262,700	316.00×51.20×28.30×21.90	日立 T.36,000×1	15.60	AB	50.2 中
三井千葉	965	(2) 英 国	◇	148,000	304,350	330.00×56.00×28.65×22.35	T.36,000×1	14.8	LR	50.6 下
◇	966	(3) ノルウェー	◇	140,000	267,450	318.00×56.00×26.40×20.55	◇	15.75	◇	49.5 下
石播呉	2345	(4) リベリア	◇	123,000	264,000	320.00×54.50×27.00×20.90	石播 T.40,000×1	16.0	AB	50.10 中
◇	2346	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	50.12 下
浅川	202	(5) ◇	貨	2,999	6,900	98.00×17.20×13.30×7.20	赤坂 D. 4,500×1	12.6	LR	47.3.15 住商の下設
川重坂出	1191	(6) ◇	油	139,800	300,300	325.00×56.00×28.80×22.30	川崎 U.A. T.36,000×1	15.35	AB	49.12.10
◇	1192	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	50.6.30
白杵佐伯	1156	(7) ◇	貨(撤)	16,250	25,350	156.00×24.80×14.35×10.35	石播 Sulzer D.11,550×1	15.1	LR	49.4.30
函館室蘭	573	(8) フィリピン	◇	16,000	28,500	170.00×23.10×14.50×10.65	石播 Sulzer D.12,000×1	15.0	AB	47.12 中
◇	574	(9) ◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	49.6 下
佐世保	228	(10) リベリア	油	108,000	204,800	313.00×48.20×25.50×19.00	T.33,000×1	16.15	LR	49.1 中
名村	409	(11) ◇	貨(車/撤)	19,500	30,000	175.00×25.00×15.40×10.80	三菱 Sulzer D.11,550×1	14.6	BV	48.7 下
住重追浜	1011	(12) ◇	油	121,500	272,000	324.00×54.40×26.90×20.96	住友 Stal Lanl T.38,000×1	15.5	AB	49.10 下
三井藤永山	916	(13) スイス	貨(撤)	18,300	30,300	174.00×25.60×14.90×10.340	住友 Sulzer D.11,200×1	15.0	◇	47.2 上

- 注文者: (1) Liberian Moonstone Transports, Inc.  
(2) Shell International Marine Limited.  
(3) Kristiansands Tankrederi A/S, A/S. Kristiansands Tankrederi II, A/S Kristiansands Tankrederi III, Aksjeselskapet Avant, Aksjeselsk Aksjeselskapet Avant, Aksjeselskapet Skjoldheim.  
(4) Universe Tankship, Inc.  
(5) Emiship Ltd.  
(6) Esso Tankers Inc.  
(7) Amazon Navigation Company, Inc.  
(8) Molave Bulk Carriers Inc.  
(9) Crystal Tankers Limited.  
(10) EagleLine Inc.  
(11) Liberian Courage Transports, Inc.  
(12) Seeshiffahrts-A.G. Chur.

海技入門選書

東京商船大学教授 米田謙次郎著  
**操船と応急**

A5判上製 130頁 定価 470円 (送 110円)

目次

I 操船の基礎

- 第1章 錨の使用法
- 第2章 舵の作用と操舵号令
- 第3章 推進器の作用
- 第4章 速力と惰力
- 第5章 操船に影響する外力

II 操船実務

- 第6章 出入港・港内操船
- 第7章 特殊操船
- 第8章 荒天操船
- 第9章 海難と応急処置

## 業界ニュース

### 輸運省、「船舶士構想」確立へ

運輸省船員局は47年度の重点施策として現在、運航部門と機関部門に分れている船員の資格制度を一本化する「船舶士構想」を確立することになった。これは船舶が年々自動化され、乗員数が減少傾向にあるのに伴い、現在の分業体制を一元化し、運航、機関両面に精通した船員を育成するのを目的としている。そのため労使が労務問題の意見を交換する場として設立している船員政策協議会の意見を参考に、運輸大臣の諮問機関である海上安全船員教育審議会に来年度半ばまでに「船舶士」のあり方を諮問、同構想を確立する考えである。

この数年、造船技術の急激な進歩で、船舶の大型化と同時に、電算機の採用により自動化傾向も強まり、その結果、船員の大規模削減を加能にしたと同時に、大型タンカーなどでは女子乗員が登場するなどしている。この一連の技術革新により、海上勤務は楽になったものの、従来の肉体労働の比重が下りかわりに頭脳労働の割合が大きくなっている。

また現在デッキ（運航）担当の船長—航海士、エンジン（機関）担当の機関長—機関士、それに通信専門の通信長という職務分担がはつきりした資格制度は、時代にそぐわなくなっており、すべての職務を遂行できる船員養成が急務となっている。運輸省では船主側と船員側から提示された双方の案を参考に、独自の船舶士構想をねり、船員教育審議会に諮問する方針である。

### M.A.N, 16基のR6V 52/55型受注

M.A.Nは最近ノルウェーのハウゲズント造船所より、シェル向け8隻のプロダクトキャリア用として16基のR6V 52/55型ディーゼル機関を受注した。第一船の就航は1974年に予定されている。

推進機関はR6V 52/55 2基1軸で、各基6,000 PS, 430 rpm, 1隻当り12,000 PS, プロペラはKaMeWaのC.P.Pである。付帯機器の主たるものはAG Weserの減速機、フルカン社の弾性接手およびクラッチ、主機駆動の発電機各3,500 KVA, 1,200 rpmが2基である。

この受注でRV, VV 52/55の受注量は

M.A.N	49基	402,620 PS
ライセンス	15基	158,300 PS
計	64基	540,920 PS

となった。

### ロールスロイスのガスタービン受注状況

ロールスロイス(1971)リミテッド工業船舶部門は、

このほど約150万ポンド(約12億円)にのぼるマリン・プロデュース・ガスタービンエンジン12基をデンマーク海軍から受注した。これらのガスタービンは新型高速巡視艇に装備される。

これは昨年4月、同国海軍からのプロデュース・エンジン16基の受注に続くものであり、1カ月前にはベルギーからも約150万ポンド(約12億円)にのぼる船舶用ガスタービンを受注している。

デンマーク海軍からのこのマリン・プロデュース・エンジンは同国で建造される新型高速巡視艇8隻用のもので、おのおのの巡視艇にはプロデュース・エンジン3基ずつ搭載される。同国海軍ではすでにプロデュース・エンジンを搭載した高速艇6隻が就役している。今回の受注分を合わせると同国海軍はマリン・プロデュース・エンジンに関しては世界で二番目の大ユーザーとなる。

またロールスロイスの同部門は、このほどベルギーのコッカリル・アンド・ボルワーフ造船所から、ベルギー海軍の新型護衛艦の高速運航用として、マリン・オリンパス・ガスタービン総額150万ポンドを受注した。

同造船所はディーゼルエンジンとガスタービンとのコンビによる主機関を搭載する護衛艦4隻を建造することになっている。これらの護衛艦は、排水量約1,500トン、ブースト用としてロールスロイスのマリン・オリンパス(28,080馬力)1基と、コッカリルのディーゼルエンジン(複数)を併用するCODOG(コンバインド・ディーゼル・オア・ガスタービン)搭載艦である。

### ジム極東、北米コンテナサービスに540億円投資

ジム・イスラエル・ナビゲーション社(略称ジム)が東京で発表したところによると、本年5月、日米間でスタートする新しいジムコンテナサービスのためすでに540億円を投資したと発表。ジム極東代表取締役C.ハコーエン氏は同社のコンテナ計画について説明、それによると、本年末までに4隻のジムフルコンテナ船が就航、73年にさらに2隻が追加され、各コンテナ船はすべてイタルコンテナ型、排水量35,000トン、巡航速度23ノット、40フィートコンテナを700個積載可能という。ジムコンテナ船は当初ロスアンゼルス、ニューヨーク、ハリファクス(カナダ)の三港に寄港、横浜からロスアンゼルスへの航海所用日数は9日、ニューヨークまでは19日。

ジムコンテナサービスは、将来米国からフランス、スペイン、イタリア、ギリシャ、イスラエルと世界一周コンテナサービスを計画中で、全6隻のフルコンテナ船が就航の折には毎月日本から2配船するとのことである。

# 特許解説

船艙内洗滌装置（特許出願公告昭 46-42732 号，発明者，奥崎一春，出願人，三菱重工業株式会社）

従来より存在している船艙内洗滌装置は，甲板上に配置された洗滌液体供給管に洗滌液供給ホースを連結してそれを甲板取入口から船艙内に導入し，その先端に洗滌器を取り付けて船艙内の各部に洗滌液を噴射して洗滌を行なうものが普通であつたが，これらは船舶の大型化に伴ない，ホースの取り出し，格納，洗滌器の噴射角度の変更などに多大の労力を要し，作業能率上問題があつた．そこでこの発明では，甲板上に固定された洗滌液を導入する開口のあるハウジング内に，ほぼ垂直な軸線の周りに回転自在に支持されていて甲板上の開口から船艙内に挿入されている洗滌液流通管の先端に回転自在の噴射ノズルを有する船艙内洗滌装置を提供することによつて上記の点を解決したのである．

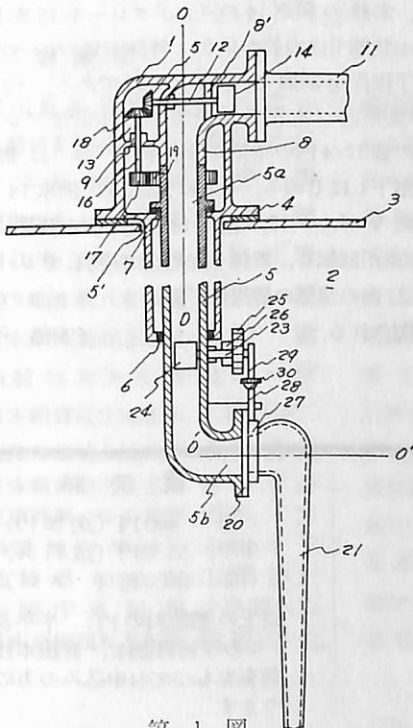
図面について説明すると，上甲板 3 上に適宜の封隙パッキング 4 を介して流体密にハウジング 1 が取り付けられ，その上甲板 3 の取付口 5' から充分船艙 2 内に入り込んでおり，その内部にパッキング 6, 7 を介して回転自在に支承された洗滌液流通管 5 が配置されている．それは大部分ハウジング内にある垂直部 5a と船艙 2 内

に露出した水平端部 5b とからなり，先端には軸受 20 を介して洗滌液噴射ノズル 21 が回転自在に支持され，そのノズル 21 には扇形歯車 22 が取り付けられ，流通管 5 の外側に装着されたガイド 31 に案内されて上下動するラック棒 27 に噛合している．ハウジング 1 内の流通管 5 の上端は甲板 3 上の洗滌液供給枝管 11 に連通する固定管路 8 に接続されており，ハウジング 1 と別の管路 9 との間に上端に傘歯車 18，下端に平歯車 17 を固着した縦軸 16 を内蔵する空間 13 が形成されている．その平歯車 17 は流通管 5 と外側のリング歯車 19 と噛合しており，上方の流通管 5 内に配置された羽根車 14 によつて駆動される傘歯車 5 の傘歯車 18 の噛合により回転されるようになっている．またラック棒 27 は流通管 5 内に配置された羽根車 24 の洗滌液流の付勢により，ピニオン 26，歯車 25 が回転して歯車 25 に一端を枢着された偏心リンク 29 が撻動され，上下動が行なわれ，噴射ノズルの上下方向の回転がなされる．

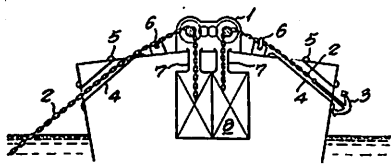
錨鎖の暴走防止装置（特許出願公告昭 46-43494 号，発明者，ジ・ティ・アール・キャンベル，外 1 名，出願人，日本アルゴンクイン株式会社，外 1 名）

従来の揚錨機は鎖車にバンド・ブレーキのみしか備えておらず，そのため，最近のように船舶が大型化して来ると投錨時にブレーキを緩めて錨鎖車を逆転させて錨を自然落下させる際に大きな慣性力によつて錨を停止させるのが困難なケースや錨鎖の最終端部が船体から切断して海中へ落下する事故が起るなどの欠点がみられた．そこで，この発明では，揚錨機の鎖車の回転速度にตอบสนองして鎖車に制御作用を加え，鎖車の過大な回転速度を防止して錨鎖の暴走を防止する装置を提供することによつて上記の点を改善したのである．

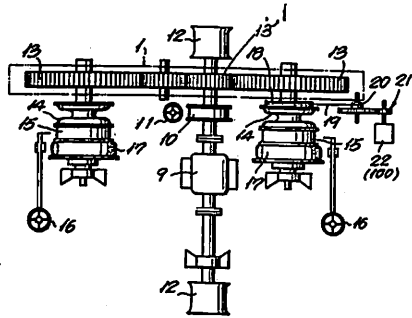
図面について説明すると，船体に錨鎖庫 8，ホースパイプ 4，チェンパイプ 7 が配設され，甲板上に錨鎖車 1，チェンコンプレッサ 6 が配置されており，チェンパイプ 7 を通じて錨鎖庫 8 から導出している錨鎖 2 が錨鎖車 1 を介してチェンコンプレッサ 6 の所を通りホースパイプ 4 を通つて先端が錨 3 に連結されており，錨鎖 2 の巻上げ，巻降しにより投揚錨が行なわれる．錨鎖車 1 は詳細には中央に油圧モータ，または減速機付の電動機の原動機 9 が配置され，それに接続された軸の前後端にブレーキ兼クラッチの作用をするワーピングヘッド 12 が設置され，中間にハンドル 11 付の手動ブレーキ 10，鎖車 14 を回転させるブルギヤ 13 と噛合するギヤ 13' が設けられている．鎖車 14 と一体にハンドル 16 付バンドブレーキ 15 がフランジの外側に配置され，鎖車 14 の側縁部に V ベルト滑車 18 が設けられ，ガバナ機構 22 の歯車



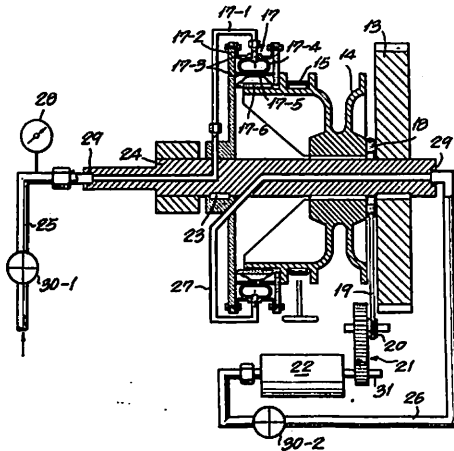
第 1 図



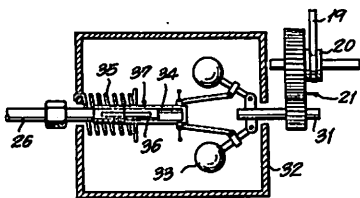
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

装置 21 付の V ベルト滑車 20 との間に V ベルト 19 が掛けられている。17 は特殊空気ブレーキで、圧縮空気供給管 17-1 が空気ブレーキ取付枠 17-2 に取り付けられ、かつ空気ブレーキ支持板 17-3 に支持された空気ブレーキ本体の袋 17-4 に連結されており、空気ブレーキ本体の袋 17-4 は円環状に鎖車 14 のまわりに配置されている。17-5 はスプリングでブレーキシュー 17-6 を圧縮空気が供給されていないときに鎖車 14 から一定の間隔を保つて保持されるようになっている。圧縮空気は管 25 から供給され、軸 24 の管穴を通り管 17-1 より空気ブレーキ本体の袋 17-4 に進入するようになっており、空気ブレーキ本体の袋 17-4 の内部に充填されている空気は管 27 を通り軸 24 の別の管穴を通つて管 26 に導かれてガバナー機構 22 の弁の中で大気に通じるようになっている。ガバナー機構 22 を構成するボックス 32 内には増速用歯車装置 21 の回転軸 31 に連結された重錘 33 があり、それに連結されたスプリング 35 を介したスリーブ 34 内に排気管 26 の先端 36 が挿入されており、回転軸 31 の回転速度により重錘 33 が右に移動し、排気量を調節できるようになっている。そこで右舷の錨 3 を海中に投錨するには左右のチェーンコンプレッサー 6 とバンドブレーキ 15 でブレーキされた状態にあるのをブレーキ 10 をハンドル 11 により締め付けた後、右舷のチェーンコンプレッサー 6 を開放し、特殊空気ブレーキ 17 を作動させ、右舷の鎖車 14 のバンドブレーキ 15 を開放する。この状態では右舷の錨 3 は特殊空気ブレーキ 17 により落下操作を制御されているだけである。つぎに管 26 の排気弁 30-2 を開放させると特殊空気ブレーキ 17 の本体の袋 17-4 内の空気は排出され、錨 3 は錨鎖 2 とともに落下しはじめる。それにしたがって鎖車 14 の回転とともに V ベルト 19、滑車 18、20、歯車装置 21 を介して軸 31 が回転し、重錘 33 が右に移動してガバナーボックス 32 内の空気の排気量が調節され、錨 3 の落下速度が制御される。

(安部 弘教)

船 舶 第 45 卷 第 3 号

昭和 47 年 3 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ってお申込みの方に限ります



発 売 中

監 修 者

川崎重工業

横浜国立大学

富士電機製造

日本海事協会

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 円 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。斯界の第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。

## 執筆者

石川島播磨重工業 井上 宗一  
三菱日本横浜造船所 猪熊 正元  
日本海事協会 今井 清  
東京商船大学助教授 岩井 聡  
石川島播磨重工業 岩間 正春  
川崎重工業 上野喜一郎  
日本鋼管鶴見造船所 太田 徹  
船舶技術研究所 翁長 一彦  
日本鋼管鶴見造船所 大日方得二  
三菱日本横浜造船所 小口 芳保  
日本鋼管鶴見造船所 金湖 克彦  
東京商船大学助教授 川本文彦  
船舶技術研究所 木村 小一  
運輸省船舶局 工藤 博正  
水産庁漁船課 小島誠太郎  
日本鋼管鶴見造船所 駒野 啓介

横浜国立大学教授 小山 永敏  
日本鋼管鶴見造船所 地引 祺真  
日本鋼管鶴見造船所 鈴木 宏  
運輸省船舶局 芹川伊佐雄  
三菱造船長崎造船所 竹沢五十衛  
東京大学助教授 竹鼻 三雄  
東京商船大学教授 谷 初蔵  
富士電機製造 土川 義朗  
三菱日本横浜造船所 徳永 勇  
防衛庁技術本部 永井 保  
東京商船大学助教授 中島 保司  
東京商船大学助教授 西山 安武  
運輸省船舶局 野間 光雄  
浦賀重工浦賀工場 泊谷 公人  
東京計器製造所 波多野 浩

日本海事協会 原 三部  
三井造船玉野造船所 原野 二郎  
東京大学助教授 平田 賢  
史料調査会 福井 静夫  
東京商船大学助教授 巻島 勉  
三菱日本横浜造船所 増山 毅  
日本鋼管鶴見造船所 松尾 元敬  
石川島播磨重工業 村山 太一  
船舶技術研究所 矢崎 敦生  
航海訓練所教授 矢野 強  
三井造船本社 山下 勇  
船舶技術研究所 横尾 幸一  
横浜国立大学教授 吉岡 勲  
三菱日本横浜造船所 吉田 兎四郎  
東京商船大学教授 米田 謹次郎

東京都新宿区赤城下町50

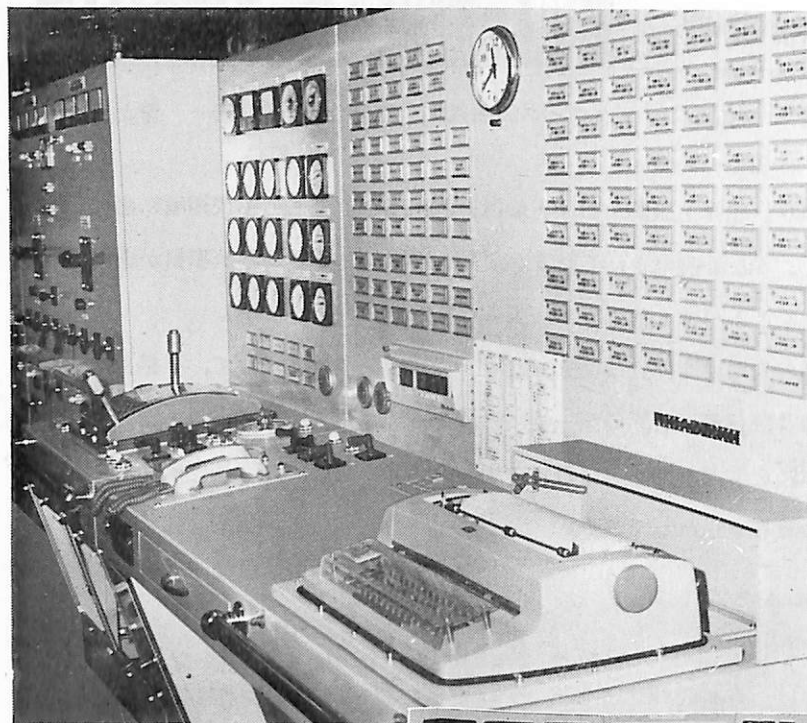
天 然 社

振替東京79562番

# 船舶自動化(MO)を推進する

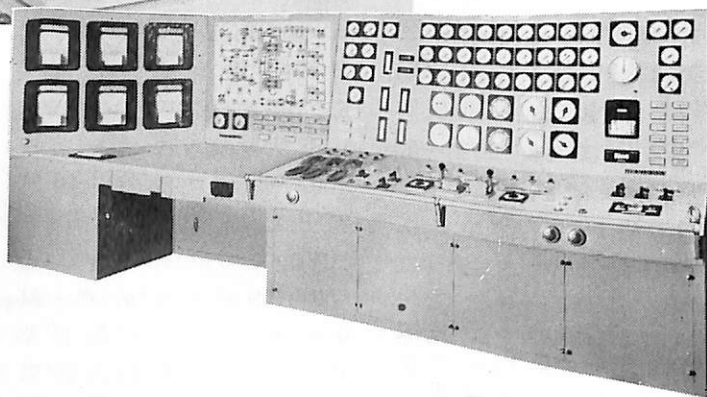
# ZERO SCAN SYSTEM<sup>®</sup>

## 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。



ZERO SCAN SYSTEM 機関総合監視盤

納入実績 3万点以上



## 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 小倉市小倉区京町3-14-17 五十鈴ビル TEL 小倉(093)55-0288 ☎802

**THOMAS  
MERCER**  
— ENGLAND —



ESTABLISHED - 1858 -

一世紀にわたる…  
輝く伝統を誇る!



全世界に大きな信用を博す!  
英国・トーマス・マーサー製  
**マリン・クロノメーター**

デテント式正式クロノメーター

二日巻・八日巻・検定保証書付(温度補正書・等時性能書・日差書付)

マリン・クロック

八日巻・デテント式正式クロノメーター  
8吋(200%)真鍮ラッカー  
仕上げ ダイアルは白色エナ  
メル仕上げ

総代理店 **村木時計株式会社**

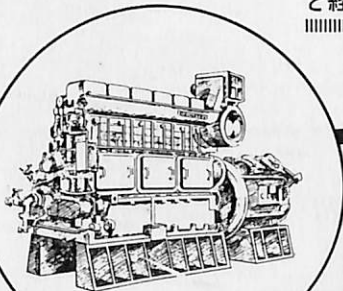
東京都中央区日本橋江戸橋3の2 TEL(272) 2971(代表) 〒103  
大阪市南区安堂寺橋通2-42 TEL(262) 5921(代表) 〒542

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

厚塗型無機亜鉛塗料

# ダイメットコート®

Dimetecote®

……………特 長……………

100%無機質—溶接、溶断に最適  
 不燃性、耐熱性(連続316℃)  
 化学的に鋼と密着し剝離しない  
 耐摩耗性、耐衝撃性良好  
 耐候性、耐水性、耐海水性良好  
 原油、ガソリン、石油類に侵されない  
 ビニル、エポキシ系塗料の上塗り可能

ダイメットコート塗料、アマコート塗料製造販売

発売元 株式会社 井上商会

製造工場 株式会社 日本アマコート

取締役社長 井上正一

〒231

横浜市中区尾上町5の80

TEL 045 (681) 1861(代)

TELEX 3822-253 INOUYEYOK

横浜市中区かもめ町23

TEL 045 (622) 7529

保存委番号：

221043

雑誌コード 5541-3

船舶

第四十五卷 第三号

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可  
昭和四十七年三月七日 印刷(十二月発行)  
昭和四十七年三月十二日 発行(毎月一回)

編集兼印刷人

東京都新宿区赤城下町五〇番地

印刷所

高橋活版所

定価 四〇〇円

発行所

天

東京都新宿区赤城下町五〇番地  
(郵便番号 一六二)

振替・東京七九五六二番  
電話東京(菊)一九〇八番