

SHIPPING

# 船舶

1973. VOL. 46

# 3

昭和五十二年三月二十日 第三種郵便物認可  
昭和四十八年三月七日 印刷  
昭和二十四年三月二十八日運輸省特別技芸審判第〇六号

### 護衛艦“ちとせ”進水

日立造船舞鶴工場で建造中の防衛庁むけ護衛艦“ちとせ”は、1月25日同工場第2号船台で進水した。

基準排水量	1,480トン
速力	25ノット
主機軸馬力	16,000馬力
完工予定	昭和48年8月末



## 日立造船

天 然 社

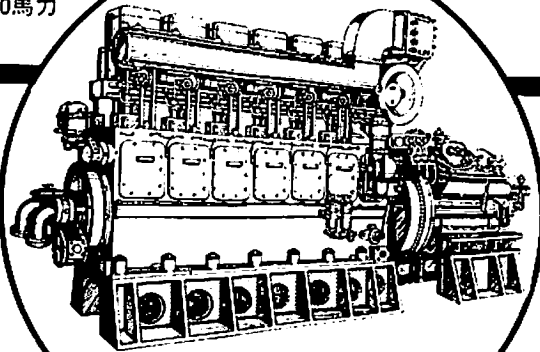
DAIHATSU

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

6DSM-26型 1,300馬力



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

## ダイハツディーゼル株式会社

本社・本社工場	大阪市淀川区大淀町中1-1-17 (06) 451-2551
守山工場	滋賀県守山市阿村町45 (07758) 3-2551
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

DAIHATSU

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

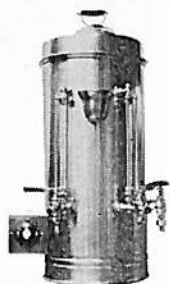
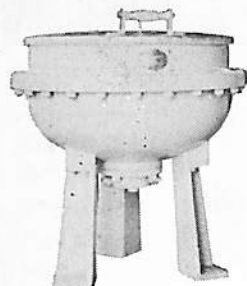
株式  
会社

本 社 東京都千代田区神田錦町3の16 電話 東京(293) 3061(大代)  
岐阜工場 岐阜県羽島郡笠松町如月町18 電話 笠松(7) 4111(代表)  
伊勢崎工場 伊勢崎市八斗島町726 電話 伊勢崎(32) 1234(代表)  
群馬工場 伊勢崎市八斗島町大字東七分川330の5 電話 伊勢崎(32) 1238(代表)  
下関出張所 下関市竹崎町399 電話 下関(23) 7261(代表)  
北海道出張所 札幌市北二条東二丁目浜建ビル 電話 札幌(241) 7316(代表)

# YKK型船舶厨房調理機器

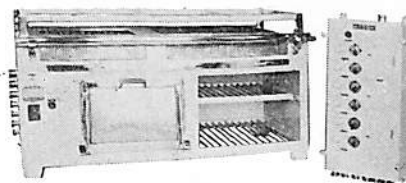
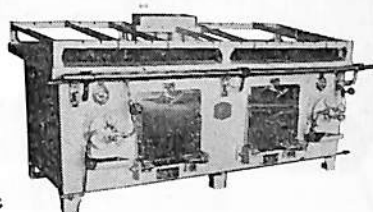
堅牢性、経済性、効率性、安全性抜群。高い信頼納期業界最短、即納主義

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・水渡器・豆腐製造機・アイスクリーム製造機  
ハムスライサー・肉挽機・球根皮剥機・炊飯器・ケー  
キミキサー・ガスレンジ・電気式オープン・パン醗酵器  
電気式魚焼器・スープボイラー・ディスプレイ  
食器洗浄機・縦型蒸気炊飯器・電気コンロ・電気熱板  
ガス魚焼器・その他特殊製品全般

## 株式会社 横浜機器製作所

本 工場 横浜市中区新山下1-8-34  
電話 横浜045(622)9556(代)5335(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。



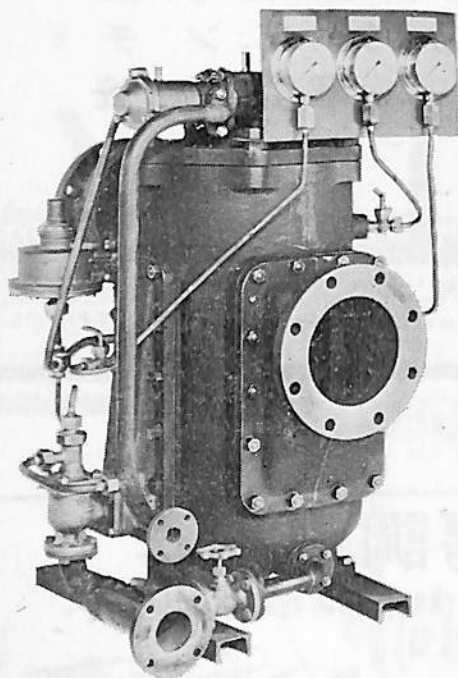
油汙過作業の省力化…

特許

機関室を広くする

# マックス・フィルタースシリーズ

日本船用機器開発協会助成品



## MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器

LS型の特長

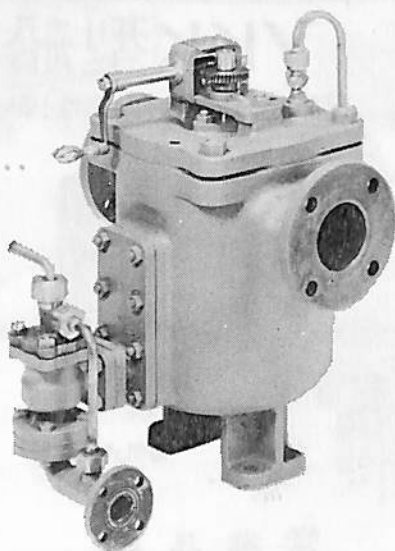
- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロレシプロケーターを採用

## 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

**N** 新倉工業株式会社

本部 横浜市戸塚区小菅ヶ谷町1703  
☎ 045 (892) 6271 (代)  
東京営業所 東京都品川区東五反田2-14-18  
☎ 03 (443) 6571 (代)  
大阪営業所 大阪市北区梅田町34千代田ビル西館  
☎ 06 (345) 7731 (代)



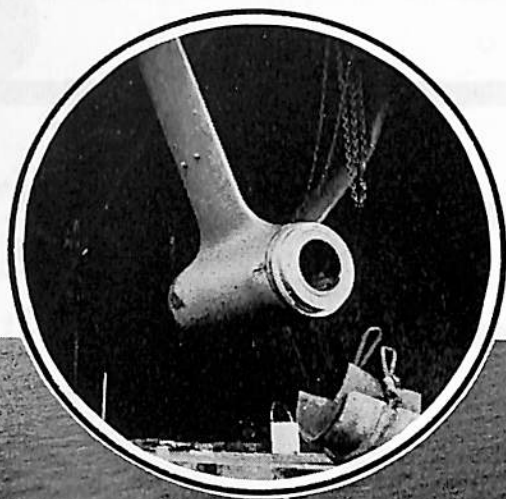


特許

# 減らない強制水潤滑船尾軸受

## 特許 船尾軸受

- 軸受構造上船尾振動が殆どありません
- 振動によるエネルギーロスがないのでパワーセーブが出来る
- 摩擦によるパワーロスが少ないので排気温度が低くなりエンジンの耐久性が増加する
- 軸受摩耗が激減し再三の換装の必要がなくなります（浅海および汚水航域での土砂吸込による摩耗は皆無となる）



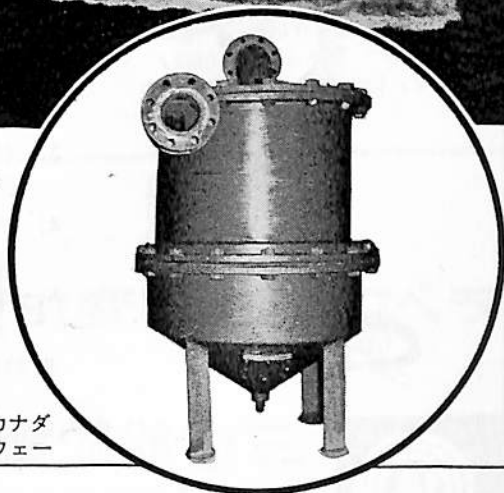
## 特許 サイクロン泥水分離器

船舶用各種ポンプのサクシオン側に取付け、揚水中の泥砂を連続濾過し船内機器のトラブルと損傷を防止する極めて高性能なサイクロンセパレーターであります。

- 型式 / 10、20、35、50、70、100、200 m<sup>3</sup>/H

【特許】  
第408349号  
第516993号

【国際特許】  
米・英・仏・オランダ・ベルギ・スイス・カナダ  
独・デンマーク・スウェーデン・ノルウェー



### 【その他の営業品目】

- 浅瀬船用 / サクシオンヘッドブッシュとインペラーシャフトベアリング
- 水・酸および各種特殊液用 / フェーガルポンプ

## 古川軸受工業株式会社

代表取締役 古川裕一郎

大阪市北区芝田町55(北阪急ビル) ☎ 06-372-1735(代) 〒530

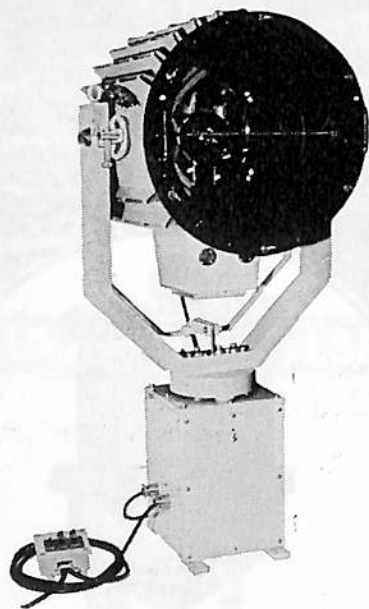
ボタンひとつで方向自在!!

## 三信の高性能

特許3件・実用新案3件・意匠登録1件

## リモコン探照灯

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



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

1. スイッチによるリモコン操作ができますから便利で省力化になります。
2. 配線さえすれば船のどこに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 46 卷 第 3 号

昭和 48 年 3 月 12 日 発行

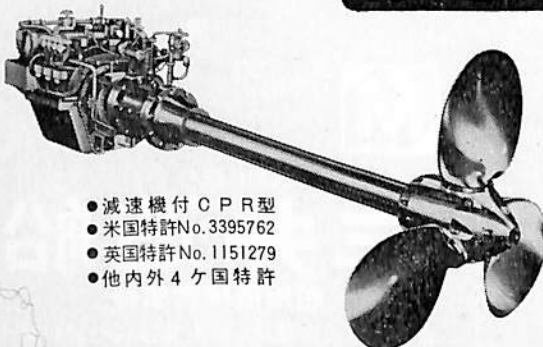
天 然 社

## 目 次

- 超自動化タービタンカー“鳥取丸”の運航実績 …… 三菱重工業・長崎造船所第一造船設計部…(35)
- 漁船機関部の省力化について…………… 山本 盛 忠…(47)
- 小型潜水船の抵抗係数について…………… 寺田 明…(53)
- 船舶用イナートガス — その意味 …… Smit Nijmegen Electrotechnische Fabrieken N.V.  
日綿実業株式会社・大阪船車プラント部プラント機器第一課…(57)
- LNG 船(その3 貨物格納)(4) …… 恵美洋彦・曾根 紘…(63)
- 日本造船研究協会の昭和46年度研究業務について(3) …… 日本造船研究協会研究部…(69)
- オメガ航法とその受信機について…………… 長尾 修爾…(77)
- GT 948 A 形オメガ受信機…………… 富士通株式会社…(81)
- 日本近海におけるオメガ測定精度…………… 吉本高使・越 勝…(84)
- [製品紹介] 結露や氷結から視野を守る安全ガラス“ヒートライトC” …… 旭硝子株式会社…(88)
- [製品紹介] 防爆型制御警報接点付フロートスイッチ …… 金子産業株式会社…(91)
- NK コーナー…………… (92)
- [水槽試験資料 267] 長さ 150 m の高速貨物船の水槽試験例(3) …… 「船舶」編集室…(93)  
— 船首ブリズマチックの影響 —
- 日本海事協会の造船状況資料(47年12月末)…………… (98)
- 業界ニュース…………… (104)
- [特許解説] ☆ 船体接合方法 ☆ 双胴船の製作方法…………… (105)
- 大島造船所の設立…………… (46)
- ヤマハ、インアウト艇エンジンセッティングの新工場…………… (52)
- 昭和47年度(4~12月分)建造許可集計…………… (68)
- 写真解説 ☆ 本州四国連絡橋公団向け投錨船“金剛”
- 竣 工 船 ☆ あるびれお ☆ さるびあ丸 ☆ 高宮丸 ☆ 金寿丸 ☆ 米川丸 ☆ ジャパンプリム  
☆ 新雄丸 ☆ ごーるでん おきなわ ☆ 金陽丸 ☆ 妙見丸 ☆ ほうらい丸 ☆ 神裕丸  
☆ ぶりすとる丸 ☆ 信光丸 ☆ 乾豪丸 ☆ 第一星宝丸 ☆ らいん丸 ☆ こーかさす丸  
☆ UNIVERSE PIONEER ☆ WORLD VICTORIA ☆ STEAM BOLLARD ☆ LOKRIS  
☆ POUKOU ☆ EFTHITIS ☆ UNIQUE FORTUNE ☆ ROSS ISLE ☆ POLYVIKING  
☆ TAKAMINE ☆ VOYMI ☆ MESSINIAKI ☆ ORMI

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 ケ国特許

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

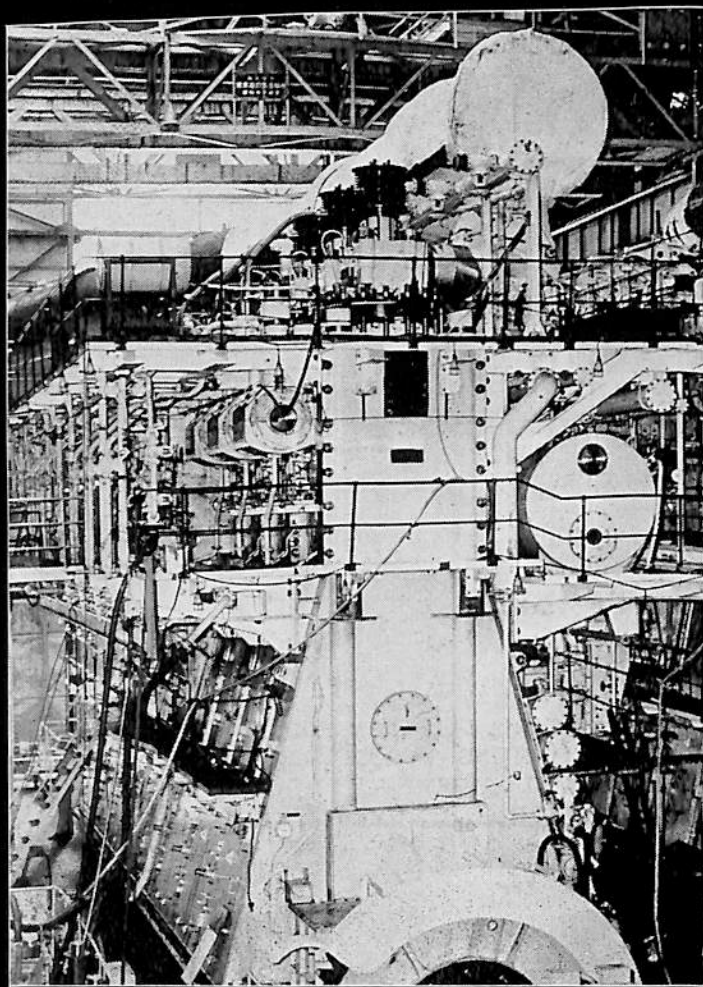
本 社：横浜市戸塚区上矢部町 690 TEL (045) 811-2461  
東京事務所：東京都港区新橋 4-14-2 TEL (03) 431-5438  
434-3939



# 三井-B&W ディーゼル機関

# K90GF

## シリンダ口径900 $\frac{m}{m}$ 3,410BHP/CYL



船用クロスヘッド型2サイクル単動ターボチャージディーゼル機関

船舶の大型化・高速化が進むにしたがい、その推進機関も、より高性能のものが要求されています。このような背景のもとに開発されたのが、K90GF型機関です。現在使用されているB&W型K-EFおよびK98FF型機関は、VT2BF型機関を発展させ設計されたものですが、K90GF型機関は在来機種にとらわれず、全く新しい構想のもとに設計されました。K90GF型機関は、K84EF型に比べ、ほぼ同じ大きさのもので30%以上の出力増加となり、シリンダ数は減少し、それだけカーゴスペースの増大が得られます。三井造船玉野造船所では、世界に先がけて、K90GF型機関の一番機を完成させました。

シリンダ数	連続常出力(定格) 110RPM	連続最大出力(定格) 114RPM
5	15,500 BHP	17,100 BHP
6	18,600 BHP	20,500 BHP
7	21,700 BHP	23,900 BHP
8	24,800 BHP	27,300 BHP
9	27,900 BHP	30,700 BHP
10	31,000 BHP	34,100 BHP
11	34,100 BHP	37,500 BHP
12	37,200 BHP	40,900 BHP

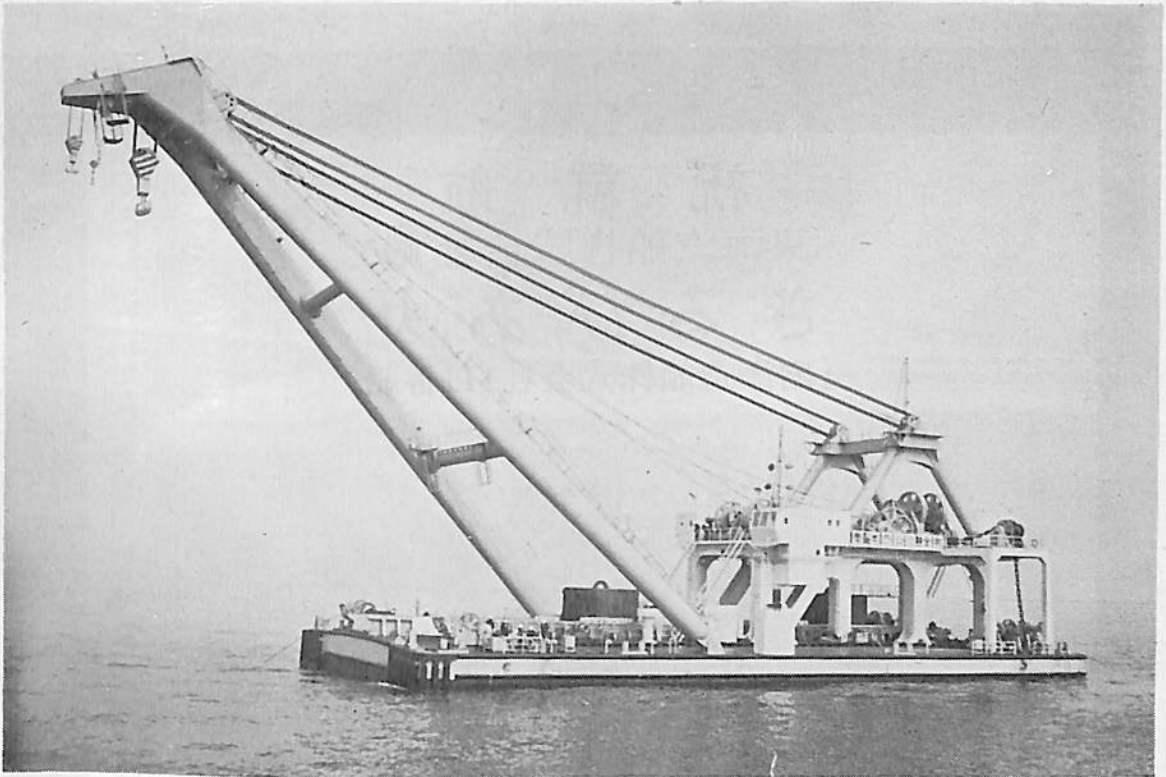


人間と技術の調和に挑む

# 三井造船

船用機械営業部

東京都中央区築地5-6-4 電話(03)544-3625



## 本州四国連絡橋公団向け投錨船

### “ 金 鋼 ”

300トンシンカーを4個搭載可能な  
わが国初の本格的な大型投錨船

三井造船・藤永田造船所で建造中であった本州四国連絡橋公団向け投錨船“金鋼”はこのほど完成した。

本投錨船は本州四国連絡橋建設にあたり、主として海中作業足場や浮標などの位置固定に使用する100トンあるいは300トンシンカー（水中固定用アンカー）の投錨作業に使用されるもので、わが国初の本格的な大型投錨船として、特に本四橋工事に開発されたものである。

#### 主 要 目

全 長	52.00m
幅 度	25.00m
深 さ	4.00m
吃 水	2.60m
リ セ ス (開孔部)	6.00m×7.50m
ク レ ーン	シャース式二股俯仰型
	320t×1基
ウィンドラス	320t×1台
台 車	300t×1台
係船ウィンチ	15t×4台
発 電 機	75KVA×2台
動力用油圧ポンプ用機関	187PS×2台
	165PS×1台

#### 特 長

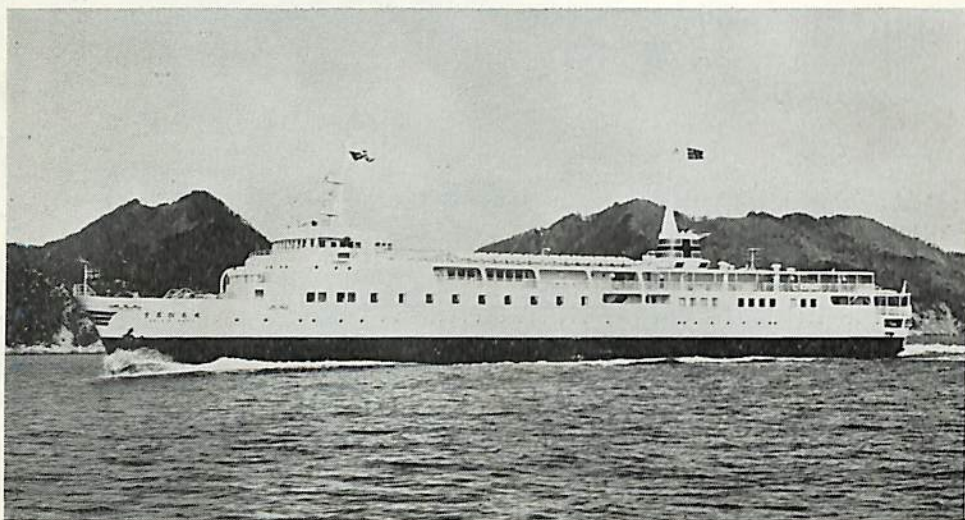
1. 船体部は7枚の水密横隔壁と4枚の縦隔壁によって区分され、機械室、倉庫、タンク等に使用されている。
2. 後部中央にシンカー投揚錨の開孔（リセス）を有し、中央縦方向にシンカーを格納するオンデッキガーダが設けられている。
3. 上甲板の両側はシンカー用チェーンを格納するスペースとなる。
4. ガントリー上にはシンカーを投揚する320tウィンドラスとシャース式クレーンのウィンチを搭載しており、また前部両舷の甲板室は左舷がコントロール室および会議室、右舷には作業員の居室を設け、各室とも冷暖房装置を完備し、作業員の作業能率の向上を計っている。
5. 作業手順はまず陸上より300トンのシンカー4個を本船上クレーンにて積込み、上甲板上に設けられた台車にてシンカーを甲板上の所定場所に格納する。

さらに陸上よりシンカー用のチェーンを約800m上甲板の両側へ引込み格納する。

その後本船はタグボートにて投錨場所まで曳航され、後部のリセスよりウィンドラスによって順次チェーン付のシンカーを海底に投錨する。この手順を逆に行なってシンカーの撤収も行なう。

6. また、クレーン船としても十分使用できる能力を持っており、陸上において組立てたやぐら等の異搬作業も行なえるよう設計されている。

祝 就 航  
東海汽船株式会社 殿  
さるびあ丸  
(内海造船株式会社111番船)



フルームスタビリゼーションシステムは世界中の約1,000隻の船に装備されています。本船にも御採用戴いており、確実な減揺効果が航海の安全とスケジュールの遵守を容易にするものと期待されております。

極東マック・グレゴリー株式会社

東京都中央区八丁堀2丁目7番1号 大石ビル  
電話 東京(03) (552)5101  
(フルーム・スタビライザー日本総代理店)







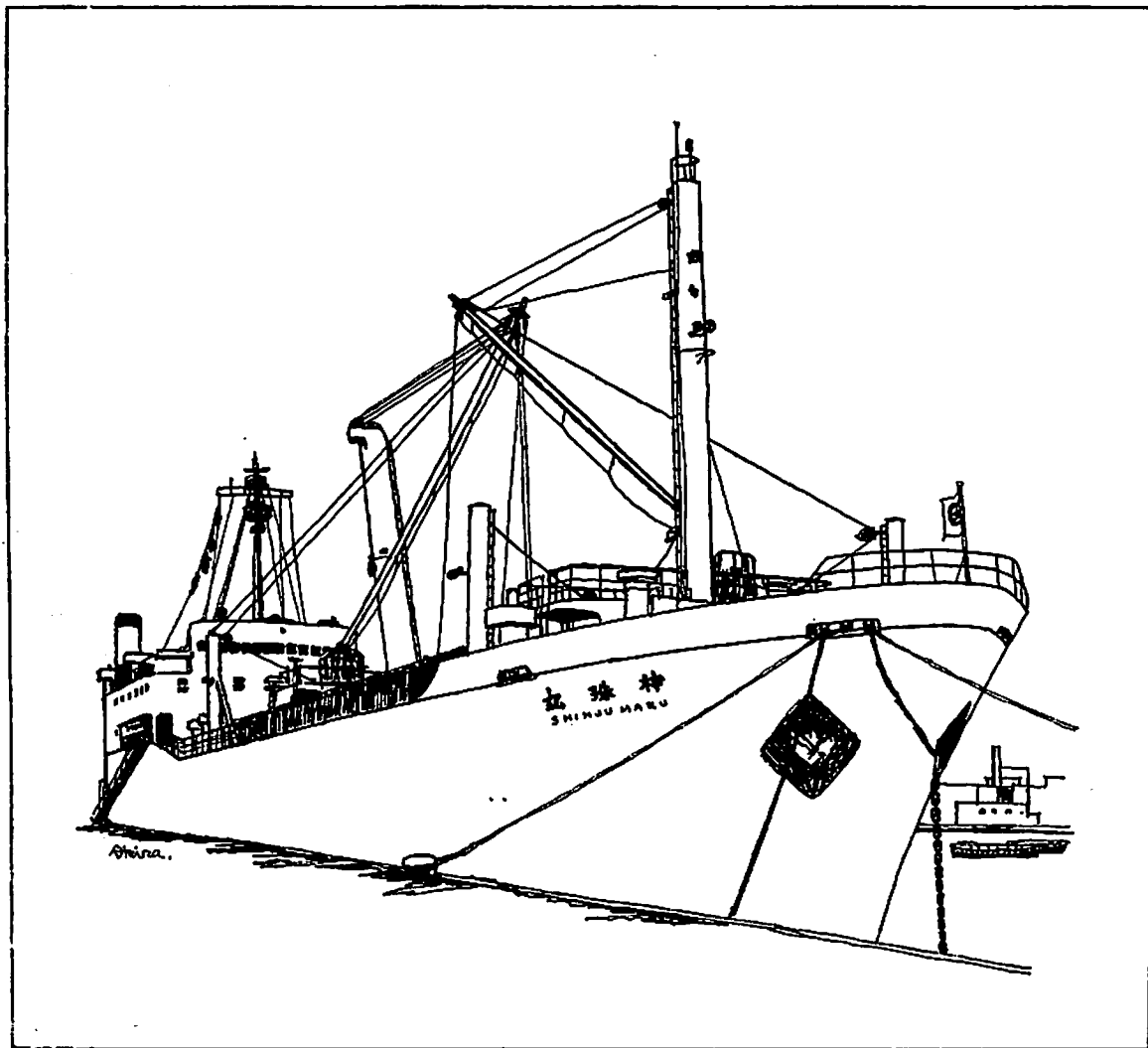
あるひれお(自動車航送客船) 船主 太平洋沿海フェリー株式会社 造船所 内海造船・瀬戸田工場  
 総噸数 9,749.87噸 純噸数 5,052.47噸 近海 船級 JG 載貨重量 3,330噸 全長 167.22 m 長(垂) 155.00 m  
 幅(型) 22.00 m 深(型) 9.70 m 吃水 6.45 m 満載排水量 10,640噸 全通船楼二層甲板船 主機 日立 B&W 16  
 U 45 HU 型ディーゼル機関 2 基 出力 2×8,000PS×171RPM 燃料消費量 63.25 t/d 航続距離 4,975 海里 速力  
 21.55ノット 諸車搭載台数 車両甲板上 8 トン積トラック 95 台 船楼甲板上 乗用車 75 台 燃料油倉 633.94 m<sup>3</sup>  
 清水倉 1,126.98 m<sup>3</sup> 乗員 69 名 工期 46-12-13, 47-9-8, 48-1-10 航路 大分一名古屋一仙台一苫小牧



さるひあ丸(旅客船) 船主 船船舶整備公団, 東海汽船株式会社 造船所 内海造船・田熊工場  
 総噸数 3,079.39噸 純噸数 1,670.27噸 沿海 船級 JG 載貨重量 683.57噸 全長 93.00 m 長(垂) 86.00 m  
 幅(型) 14.00 m 深(型) 5.90 m 吃水 4.00 m 満載排水量 2,670.00噸 全通船楼甲板船 主機 新潟録工所立型  
 単動 4 サイクルトランクピストン型排気タービン過給機付ディーゼル機関 1 基 出力 3,060 PS×379/221 RPM  
 燃料消費量 26.4 t/d 航続距離 2,124 海里 速力 17.70ノット 旅客 最大 2,201 名 燃料油倉 154.38 m<sup>3</sup> 清水倉  
 381.12 m<sup>3</sup> 乗員 56 名 工期 47-6-23, 47-9-26, 48-1-13 バウスラスタースター装備, アンチローリン  
 グタンク装備(フリーム式) 航路 東京一大島一三宅島

# K-7 マリーナ・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) 4037

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 (391) 8864





**STREAM BOLLARD** (自動車兼ばら積貨物船) 船主 Bollard Corporation (リベリア) 造船所 株式会社  
 大阪造船所 総噸数 20,538.66 噸 純噸数 14,486 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 33,025 噸 全長 185.371 m 長  
 (垂) 175.00 m 幅(型) 26.00 m 深(型) 16.10 m 吃水 11.385 m 満載排水量 42,732 噸 凹甲板船 主機 IHI  
 スルザー 6 RND 76 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,800 PS×117.8 RPM 燃料消費量 43.25 t/d 航続距離  
 15,600 海里 速力 14.8 ノット 貨物倉(ベール) 40,088 m<sup>3</sup> (グリーン) 41,396 m<sup>3</sup> 燃料油倉 2,137.9 m<sup>3</sup> 清水倉  
 465 m<sup>3</sup> 乗員 38 名 工期 47-8-3, 47-10-26, 48-1-17 設備 自動車積載装置として吊下げ式及び  
 取外し式自動車甲板を No. 1, 2, 4, 5 Hold に装備。



**金 寿 丸** (自動車兼ばら積貨物船) 船主 金成汽船株式会社 造船所 株式会社 金指造船所  
 総噸数 18,201.20 噸 純噸数 10,962.79 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 27,852.57 噸 全長 179.01 m 長(垂)  
 168.00 m 幅(型) 25.40 m 深(型) 15.00 m 吃水 10.900 m 満載排水量 36,521.49 噸 凹甲板型 主機 三井  
 B&W 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 16,000  
 海里 速力 15.3 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 A 140.96 m<sup>3</sup> C  
 1,735.25 m<sup>2</sup> 清水倉 886.04 m<sup>3</sup> 乗員 33 名(外 1 名) 工期 47-6-29, 47-10-18, 48-1-23





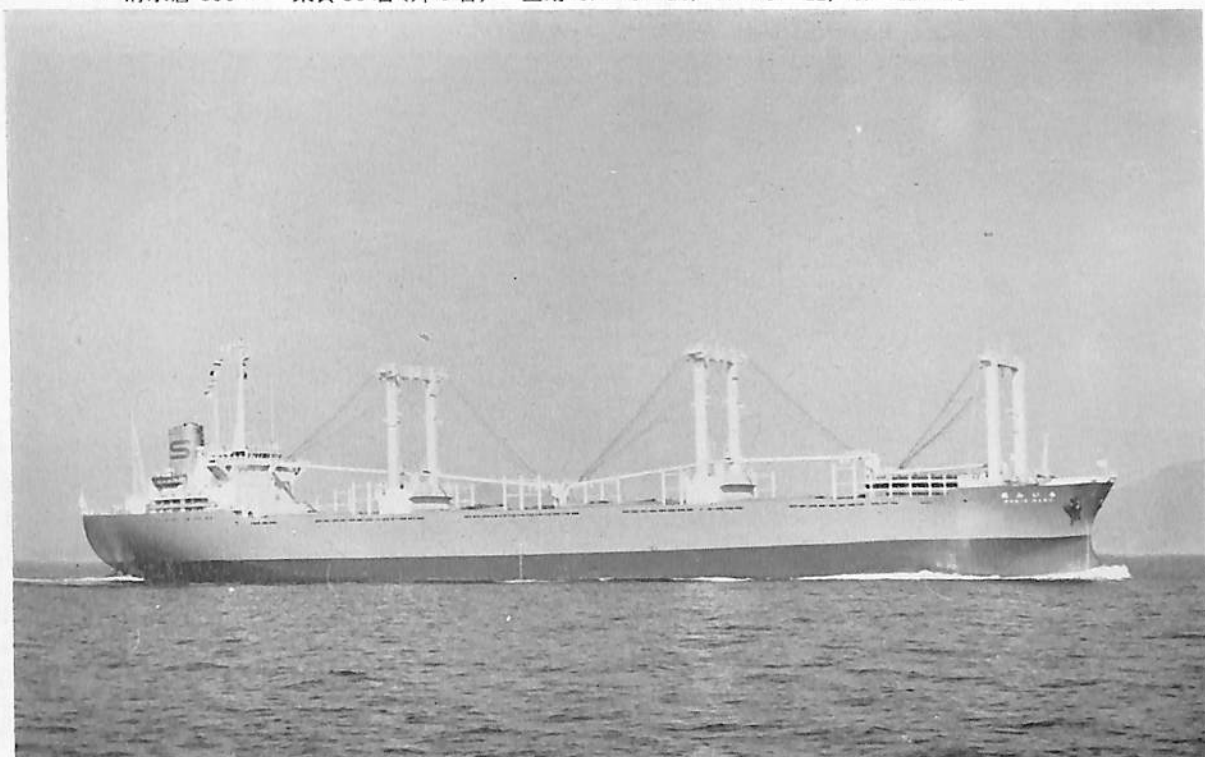
LAUDERDALE (鉾油兼用船) 船主 The Peninsular & Oriental Steam Navigation Co. (英) 造船所 三菱重工業・長崎造船所 総噸数 143,959.18 噸 純噸数 111,557.18 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 264,591 噸 全長 335.66 m 長(垂) 320.00 m 幅(型) 35.60 m 深(型) 27.50 m 吃水 20.6155 m 船首楼付平甲板船 主機 三菱コンパウンド型タービン1基 出力 32,000 PS×90 RPM 燃料消費量 約 161 t/d 航統距離 約 24,000 海里 速力 15.05 ノット 貨物倉(グリーン) 154,551.5 m<sup>3</sup> 貨油倉 318,855.5 m<sup>3</sup> 燃料油倉 13,627.5 m<sup>3</sup> 清水倉 578.40 m<sup>3</sup> 乗員 55 名(外 3 名) 工期 47-3-25, 47-7-25, 47-12-12 同型船 NAESS AMPASAOOR



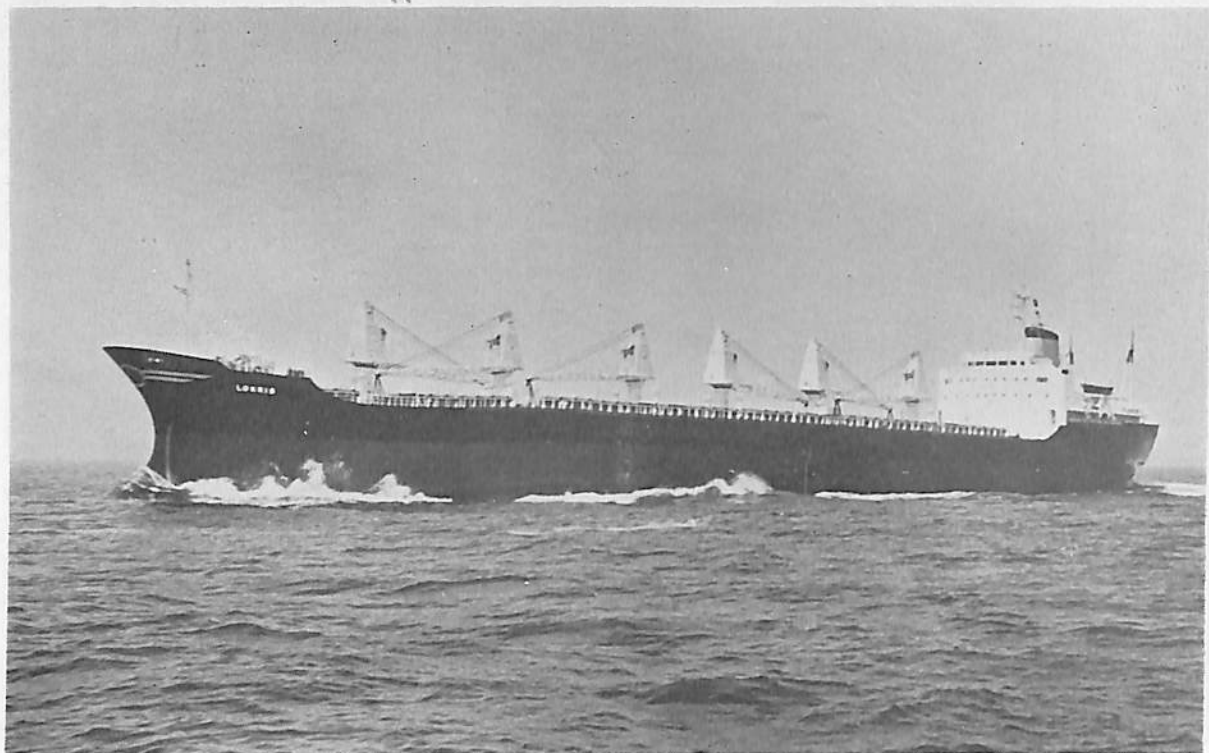
高 宮 丸 (油 槽 船) 船主 出光タンカー株式会社 造船所 三菱重工業・長崎造船所 総噸数 130,608.37 噸 純噸数 94,107.59 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 254,134 噸 全長 336.85 m 長(垂) 320.00 m 幅(型) 53.60 m 深(型) 26.40 m 吃水 19.738 m 船首楼付平甲板船 主機 三菱 MS-36 型船用タービン1基 出力 36,000 PS×90 RPM 燃料消費量 176.3 t/d 航統距離 17,000 海里 速力 15.65 ノット 汽罐 CE V2M-8W 型×2 発電機 AC 450 V, 1,250 KW×1 貨油倉 303,532 m<sup>3</sup> 燃料油倉 9,536 m<sup>3</sup> 清水倉 428 m<sup>3</sup> 乗員 46 名 工期 47-6-7, 47-9-27, 47-12-25 同型船 沖島丸 設備 イナートガスシステム



UNIVERSE PIONEER (油槽船) 船主 Universe Tankship Inc. (リベリア) 造船所 石川島播磨重工業・  
 呉造船所 総噸数 117,246.34 噸 純噸数 97,576 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 258,484 噸 全長 336.34 m  
 長(垂) 320.00 m 幅(型) 54.50 m 深(型) 26.00 m 吃水 66'-6<sup>3</sup>/<sub>4</sub>" 平甲板船 主機 IHI Cross-Compound  
 Impulse タービン 1 基 出力(連続最大) 40,000 PS×83 RPM (常用) 36,000 PS×80 RPM 燃料消費量 176.8  
 t/d 航続距離 28,806 海里 速力(試) 17.32 ノット (航) 16.13 ノット 貨油倉 316,202 m<sup>3</sup> 燃料油倉 13,906  
 m<sup>3</sup> 清水倉 800 m<sup>3</sup> 乗員 56 名(外 4 名) 工期 47-4-26, 47-8-12, 47-12-28



らいん丸 (貨物船) 船主 新光海運株式会社 造船所 尾道造船株式会社  
 総噸数 20,624.57 噸 純噸数 13,572.53 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 34,575 噸 全長 179.90 m 長(垂) 170.00  
 m 幅(型) 28.40 m 深(型) 15.15 m 吃水 10.968 m 満載排水量 42,677.00 噸 凹甲板尾機関型 主機 日立  
 B&W 6K 74 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,600 PS×120 RPM 燃料消費量 42.6 t/d 航続距離 15,170 海  
 里 速力 14.70 ノット 貨物倉(ペール) 42,163.30 m<sup>3</sup> (グリーン) 46,025.40 m<sup>3</sup> 燃料油倉 2,387.42 m<sup>3</sup> 清水  
 倉 854.54 m<sup>3</sup> 乗員 38 名 工期 47-6-30, 47-9-26, 47-12-25 同型船 てーむず丸, 鷲光丸, せーぬ丸

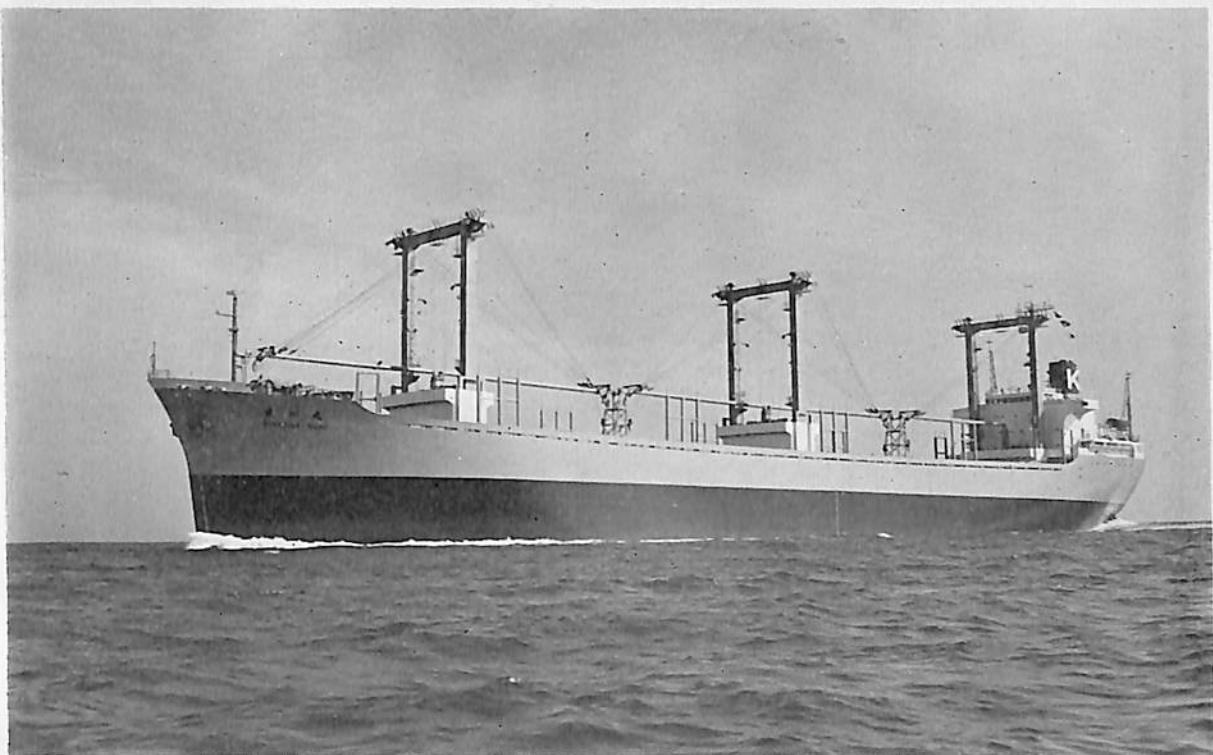


LOKRIS (ばら積貨物船) 船主 Inter-Ocean Marine Transport, Inc.(ギリシア) 造船所 函館ドック・函館造船所 総噸数 16,401.77 噸 純噸数 11,715 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 28,636 噸 全長 180.80 m 長(垂) 170.00 m 幅(型) 23.10 m 深(型) 14.50 m 吃水 35'-0<sup>1</sup>/<sub>4</sub>" 満載排水量 35,219 Lt 船首楼付一層甲板船 主機 IHI スルザー 6RND 76 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,000 PS×118 RPM 燃料消費量 40.65 t/d 航続距離 16,650 海里 速力 15.1 ノット 貨物倉(ベール) 32,955 m<sup>3</sup> (グリーン) 37,341 m<sup>3</sup> 燃料油倉 C 2,031 m<sup>3</sup> A 183 m<sup>3</sup> 清水倉 F 168 m<sup>3</sup> D 80 m<sup>3</sup> 乗員 42 名 工期 47-7-19, 47-9-30, 47-12-27 荷役装置 10 L. T. ×20m RADIUS×6 基, デッキクレーン装備。



POUKOU (ばら積貨物船) 船主 Pure Bulkcarriers (Corp, リベリア) 造船所 三井造船・藤永田造船所 全長 179.00 m 長(垂) 170.00 m 幅(型) 27.00 m 深(型) 14.80 m 吃水 10.96 m 総噸数 18,891.92 噸 載貨重量 33,796 噸 貨物倉(グリーン) 44,131 m<sup>3</sup> 速力(公試) 17.265 ノット (満載) 15.25 ノット 主機 三井 B&W 6 K 74 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力(定格) 11,600 PS×124 RPM (常用) 10,600 PS×120 RPM 船級 LR 工期 47-6, 47-8, 48-1-18





米川丸 (ばら積兼木材運搬船) 船主 川崎汽船株式会社 造船所 常石造船株式会社  
 総噸数 16,359.25 噸 純噸数 10,347.87 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 26,627 噸 全長 175.20 m 長(垂) 165.00 m  
 幅(型) 25.00 m 深(型) 14.00 m 吃水 70.423 m 満載排水量 33,776 噸 凹甲板船 主機 三井 B&W 7K 62 EF  
 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,600 PS×140 RPM 燃料消費量 33.3 t/d 航続距離 15,200 海里 速力 14.8 ノット  
 貨物倉(ベール) 34,198.5 m<sup>3</sup> (グリーン) 34,893.4 m<sup>3</sup> 燃料油倉 F 1,592.2 m<sup>3</sup> D 248.6 m<sup>3</sup> 清水倉 293.2 m<sup>3</sup>  
 乗員 28 名 (外 4 名) 工期 47-5-17, 47-7-13, 48-1-10



ジャパンブラム (ばら積兼木材運搬船) 船主 株式会社 パシフィックリース 造船所 常石造船株式会社  
 総噸数 16,456.18 噸 純噸数 10,414.81 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 24,549 噸 全長 175.20 m 長(垂) 165.00 m  
 幅(型) 25.00 m 深(型) 14.00 m 吃水 9.8225 m 満載排水量 31,594 噸 凹甲板船 主機 IHI スルザー 6 RND  
 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,415 PS×142 RPM 燃料消費量 32.1 t/d 航続距離 14,000 海里 速力 14.8  
 ノット 貨物倉(ベール) 34,390.3 m<sup>3</sup> (グリーン) 35,085.2 m<sup>3</sup> 燃料油倉 F 1,565.0 m<sup>3</sup> D 264.5 m<sup>3</sup> 清水倉 401.2 m<sup>3</sup>  
 乗員 33 名 (外 2 名) 工期 47-3-8, 47-5-12, 47-9-14



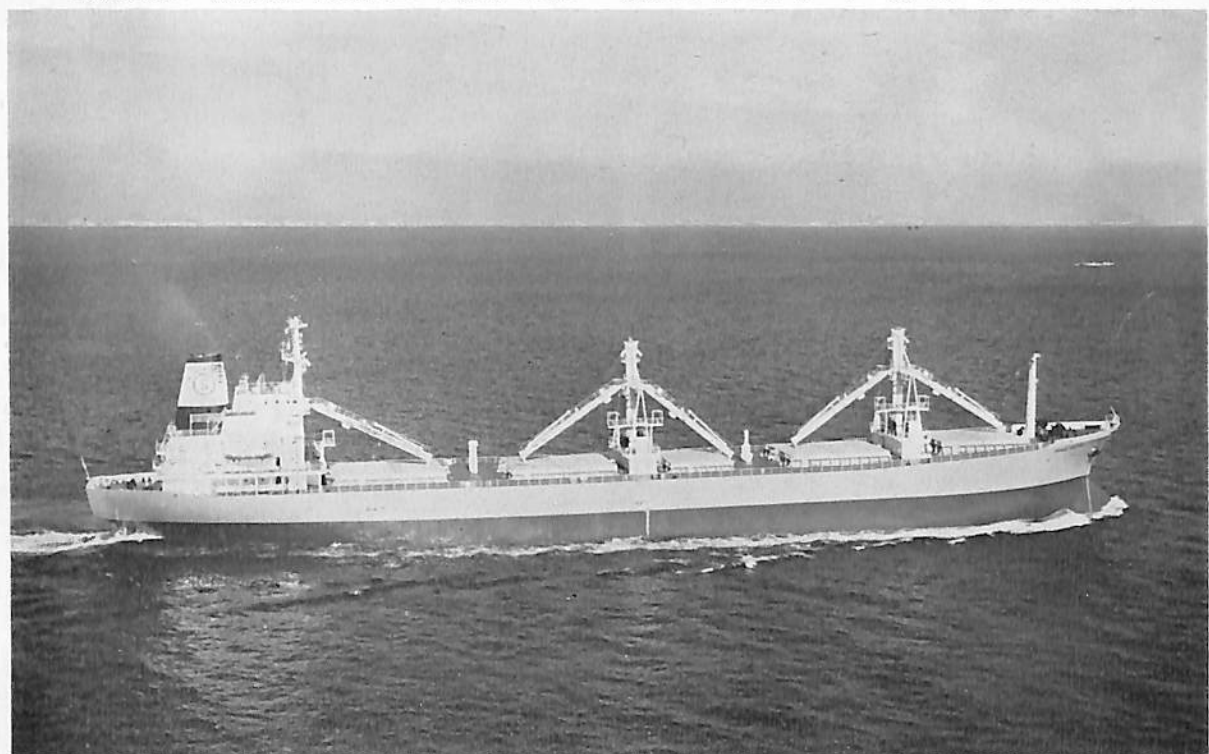
**新 雄 丸** (鉱石運搬船) 船主 新和海運株式会社, 万野汽船株式会社 造船所 石川島播磨重工業  
 相生工場 総噸数 85,383.22 噸 純噸数 28,384.26 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 158,294 噸 全長 281.347 m  
 長(垂) 269.20 m 幅(型) 44.50 m 深(型) 24.50 m 吃水 17.934 m 平甲板型 主機 IHI スルザー 8RND 105  
 型ディーゼル機関 1 基 出力 27,200 PS×102.4 RPM 燃料消費量 100.6 t/d 航続距離 38,800 海里 速力  
 15.80 ノット 貨物倉(グレーン) 89,630.1 m<sup>3</sup> 燃料油倉 C 11,601.4 m<sup>3</sup> A 399.2 m<sup>3</sup> 清水倉 427.3 m<sup>3</sup> 乗員  
 29 名(外 7 名) 工期 46-12-15, 47-6-20, 47-9-27



**こーるでん おきなわ** (貨客船) 船主 琉球海運株式会社 造船所 尾道造船株式会社  
 総噸数 7,604.21 噸 純噸数 3,812.16 噸 近海 船級 NK 載貨重量 2,474.35 噸 全長 126.07 m 長(垂) 118.00  
 m 幅(型) 22.00 m 深(型) 13.20 m 吃水 5.75 m 満載排水量 7,705.12 噸 覆甲板型, 傾斜型船首 主機 三菱  
 MAN V7V 40/54 型ディーゼル機関 1 基 出力 6,840 PS×391/193 RPM 燃料消費量 49.0 t/d 航続距離  
 2,650 海里 速力 20.20 ノット 貨物倉(ペール) 10,443.12 m<sup>3</sup> 燃料油倉 298.38 m<sup>3</sup> 清水倉 494.43 m<sup>3</sup> 乗員  
 53 名 工期 47-5-8, 47-9-8, 47-12-15 乗用車 57 台, トラック 11 台, コンテナ搭載設備, フィ  
 ンスタビライザー(スペリー社製) 装備

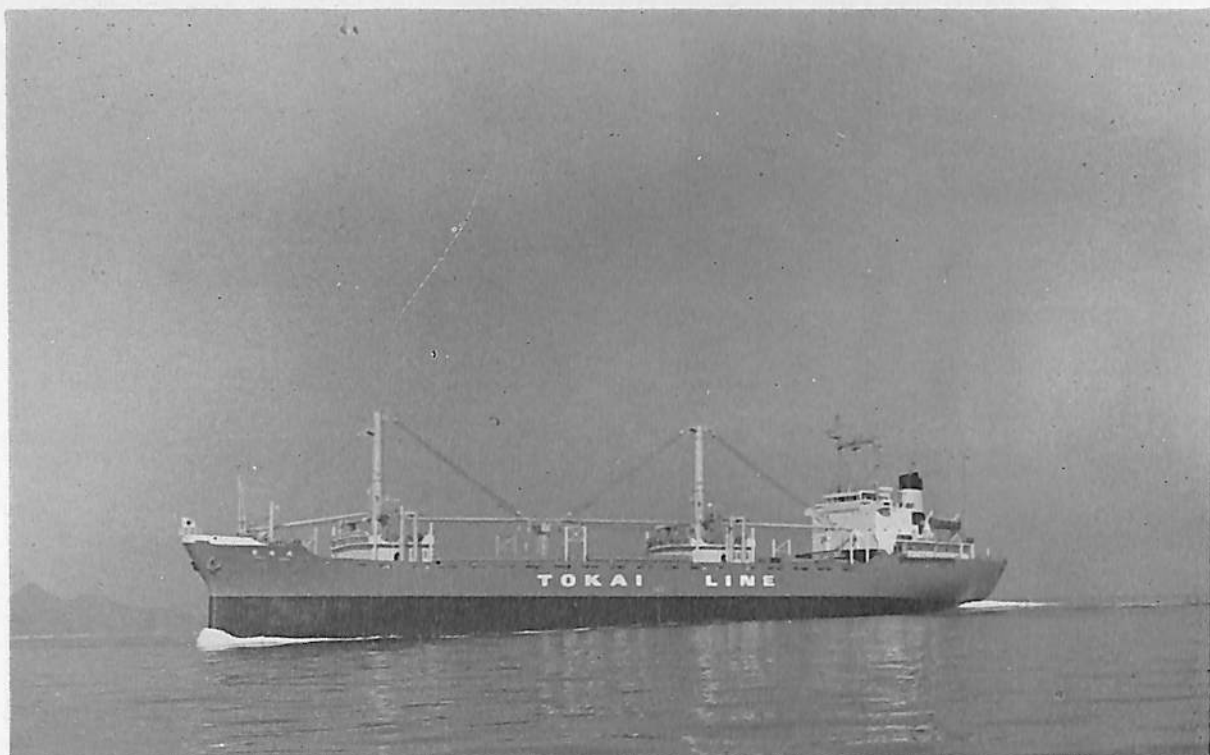


EFTHITIS (貨物船) 船主 Efthitis Compania Financiera S. A. (パナマ) 造船所 石川島播磨重工業・東京工場 総噸数 9,812.97 噸 純噸数 6,231 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 15,187 噸 全長 143.402 m 長(垂) 134.112 m 幅(型) 19.812 m 深(型) 12.344 m 吃水 9.035 m 船尾樓付平甲板型 主機 IHI ビールスチックディーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 5,130 PS×500 RPM (常用) 4,540 PS×480 RPM 燃料消費量 18.2 t/d 航続距離 19,000 海里 速力(試) 16.16 ノット (航) 13.6 ノット 貨物倉(ベール) 18,888.7 m<sup>3</sup> (グリーン) 20,140.8 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,356.3 m<sup>3</sup> 清水倉 174.2 m<sup>3</sup> 乗員 30 名 工期 47-5-30, 47-9-28, 48-1-8



UNIQUE FORTUNE (貨物船) 船主 Fortune Shipping Corporation, Inc. (リベリア) 造船所 石川島播磨重工業・東京工場 総噸数 13,190.03 噸 純噸数 9,486 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 22,624 m<sup>3</sup> 全長 164.33 m 長(垂) 155.448 m 幅(型) 22.86 m 深(型) 13.56 m 吃水 9.848 m 船首樓付平甲板型 主機 IHI-ビールスチック 16 PC-2 V 型ディーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 8,000 PS×500 RPM (常用) 7,200 PS×482 RPM 燃料消費量 33.7 t/d 航続距離 15,000 海里 速力(試) 15.68 ノット (航) 15.0 ノット 貨物倉(ベール) 29,843 m<sup>3</sup> (グリーン) 3,801 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,390 m<sup>3</sup> 清水倉 201 m<sup>3</sup> 乗員 34 名 工期 47-7-19, 47-10-4, 47-12-19



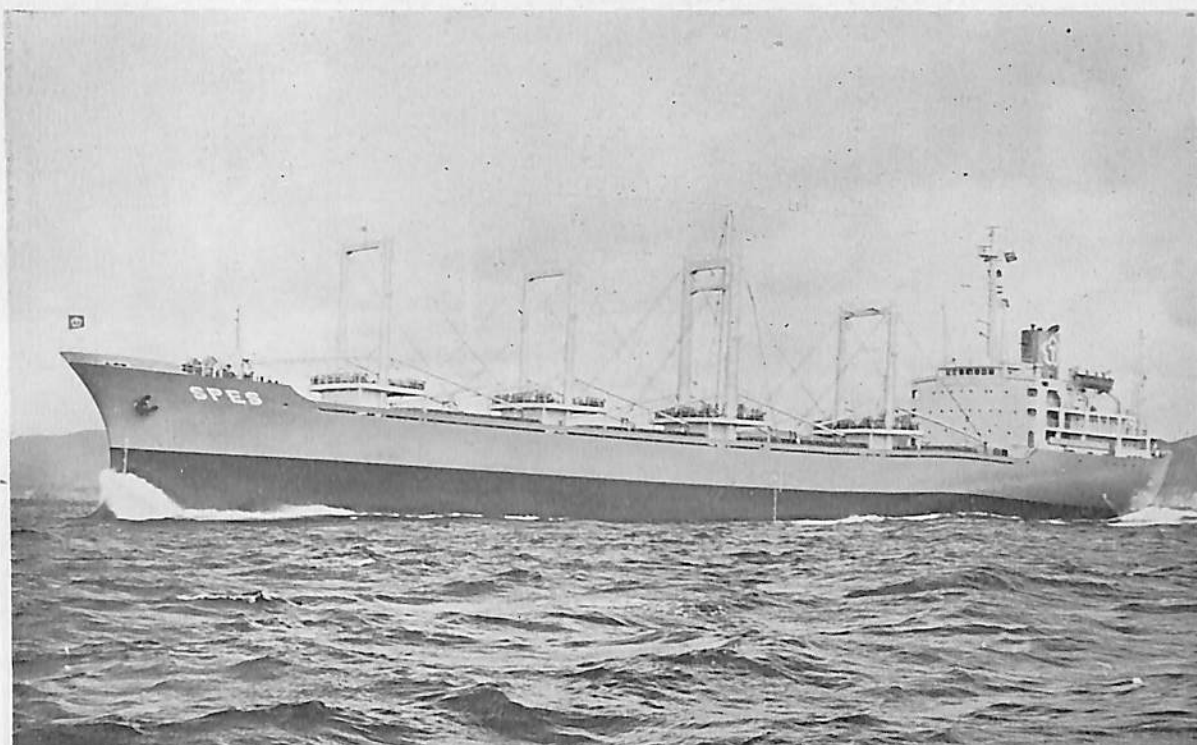


金 陽 丸 (貨物船) 船主 佐野安商事株式会社, 東海商事株式会社 造船所 波止浜造船株式会社  
 総噸数 9,217.67 噸 純噸数 5,889.11 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 15,040.45 噸 全長 138.46 m 長(垂)  
 128.00 m 幅(型) 21.40 m 深(型) 12.00 m 吃水 9.001 m 滿載排水量 19,276.07 噸 ウェル甲板船 主機 IHI  
 16 PC-2 V 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,208 PS×492.6/132.5 RPM 燃料消費量 30.3 t/d 航続距離 16,300  
 海里 速力 14.3 ノット 貨物倉(ベール) 17,851.49 m<sup>3</sup> (グレーン) 18,878.32 m<sup>3</sup> 燃料油倉 C 1,522.74 m<sup>3</sup> A  
 260.82 m<sup>3</sup> 清水倉 754.29 m<sup>3</sup> 乗員 30 名 工期 47-7-13, 47-9-6, 47-12-25 設備 鋼製起倒式木材  
 スタンションを上甲板上に兩舷設備



妙 見 丸 (貨物船) 船主 三井物産株式会社, 日豊海運株式会社 造船所 株式会社 宇品造船所  
 総噸数 6,250.41 噸 純噸数 3,672.43 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 10,491.4 噸 全長 126.83 m 長(垂) 118.00  
 m 幅(型) 19.20 m 深(型) 9.80 m 吃水 7.769 m 滿載排水量 13,482 噸 凹甲板船 主機 赤阪鉄工所製 6 UET  
 52/90 D 型ディーゼル機関 1 基 出力 5,100 PS×188 RPM 燃料消費量 18.46 t/d 航続距離 17,500 海里 速力  
 13.5 ノット 貨物倉(ベール) 12,241.1 m<sup>3</sup> (グレーン) 12,516.4 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,279.76 m<sup>3</sup> 清水倉 740.57 m<sup>3</sup>  
 乗員 30 名 工期 47-8-10, 47-11-7, 47-12-25





SPES (貨物船) 船主 Ta Tong Marine Co., Ltd. (リベリア) 造船所 林兼造船・長崎造船所  
 総噸数 10,146.03 噸 純噸数 6,390 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 13,660.26 噸 全長 155.60 m 長(垂) 145.00  
 m 幅(型) 21.20 m 深(型) 12.20 m 吃水 9.393 m 満載排水量 19,031.50 噸 船首楼付平甲板船 主機 IHI  
 スルザー 6 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 9,910 PS×144 RPM 燃料消費量 150.3 g/ps.h 航続距離  
 13,700 海里 速力 16.80 ノット 貨物倉(ペール) 18,920.78m<sup>3</sup> (グリーン) 20,910.82m<sup>3</sup> 燃料油倉 A  
 190.59 m<sup>3</sup> C 1,328.35m<sup>3</sup> 清水倉 714.81m<sup>3</sup> 乗員 40 名 工期 47-9-1, 47-11-8, 48-1-19



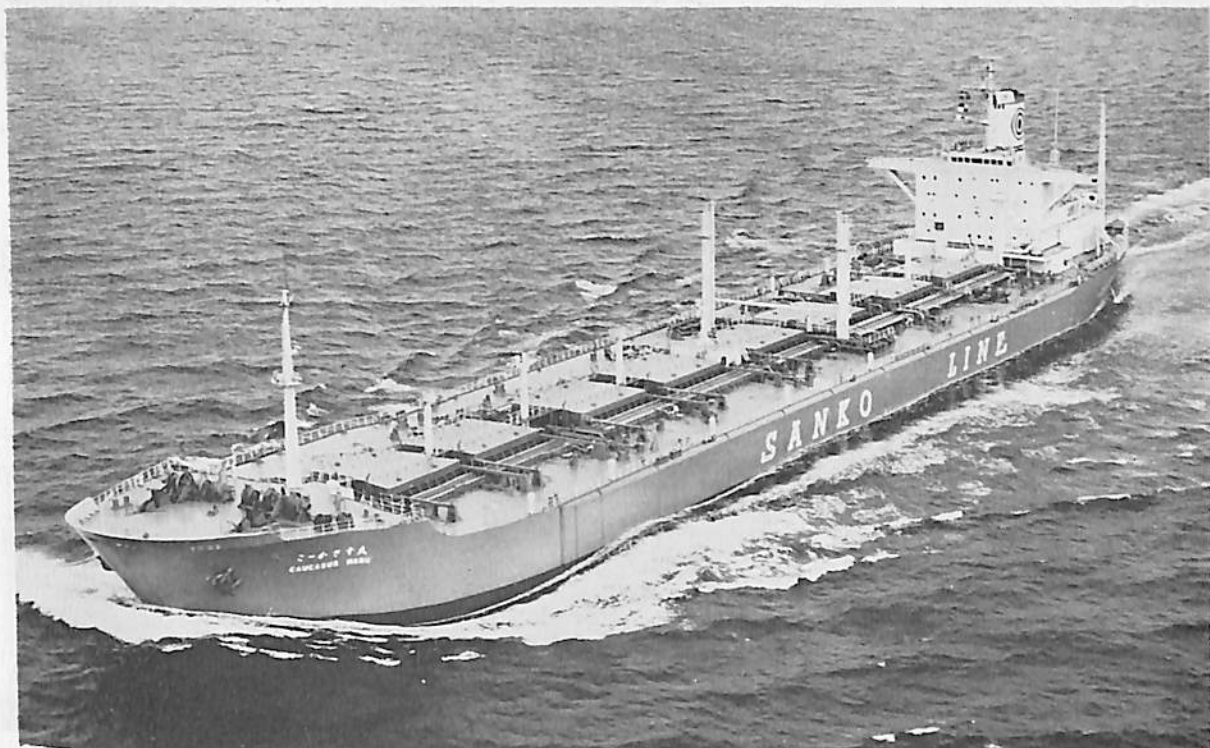
ほうらい丸 (貨物船) 船主 くみあい船舶株式会社 造船所 今治造船株式会社  
 総噸数 16,203.39 噸 純噸数 9,663.54 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 25,918.1 噸 全長 175.30 m 長(垂)  
 166.30 m 幅(型) 23.50 m 深(型) 14.50 m 吃水 10.00 m 満載排水量 32,732.0 噸 船首楼付平甲板型 主機  
 三菱スルザー 6 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,910 PS×145 RPM 燃料消費量 36 t/d 航続距離 15,410  
 海里 速力 15.20 ノット 貨物倉(グリーン) 31,758 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,715.7 m<sup>3</sup> 清水倉 638.6 m<sup>3</sup> 乗員 32 名  
 工期 47-6-4, 47-10-27, 47-12-22



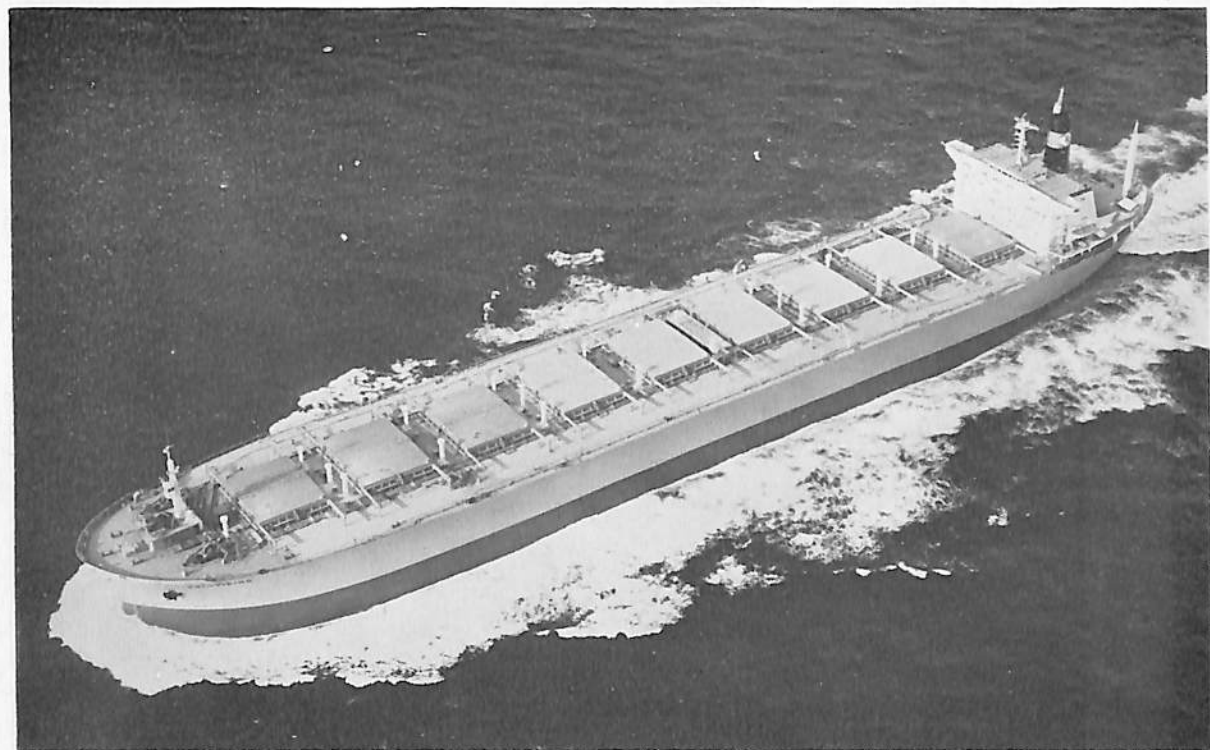
**ぶりすとる丸** (鉸, 炭, 油兼用船) 船主 第一中央汽船株式会社 造船所 住友重機械工業・追浜造船所  
 総噸数 96,010.19 噸 純噸数 74,914.46 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 168,394 噸 全長 297.50 m 長(垂) 285.00  
 m 幅(型) 47.40 m 深(型) 24.80 m 吃水 17.58 m 満載排水量 20,510 噸 平甲板船 主機 住友スタルラバル  
 APタービン1基 出力 25,800 PS×83 RPM 燃料消費量 127 t/d 航続距離 28,000 海里 速力 15.42ノット 貨  
 物倉(グリーン) 157,255 m<sup>3</sup> 貨油倉 211,374 m<sup>3</sup> 燃料油倉 9,676 m<sup>3</sup> 清水倉 380 m<sup>3</sup> 乗員 38名 工期 47-4  
 -25, 47-10-11, 48-1-25 同型船 はんぶとん丸, ばしふいっく丸 イナートガスシステム, 固定式タ  
 ンクリリーング装置



**ROSS ISLE** (鉸, ばら, 油運搬船) 船主 Rosshavet-Vestfold (ノルウェ) 造船所 日本鋼管・鶴見造船所  
 総噸数 61,778.94 噸 純噸数 39,799.39 噸 遠洋 船級 NV 載貨重量 111,910 噸 全長 264.320 m 長(垂) 252.000  
 m 幅(型) 38.000 m 深(型) 22.400 m 吃水 16.484 m 満載排水量 132,426 噸 平甲板型 主機 三井 B&W 9 K  
 84 EF 型ディーゼル機関1基 出力 21,100 PS×110 RPM 燃料消費量 76.3 t/d 航続距離 21,700 海里 速力  
 16.2ノット 貨物倉(グリーン) 116,651.4 m<sup>3</sup> 燃料油倉 4,499.1 m<sup>3</sup> 清水倉 445.2 m<sup>3</sup> 乗員 40名 工期 47-  
 5-12, 47-8-22, 48-1-12 同型船 JARMA, JARMINA

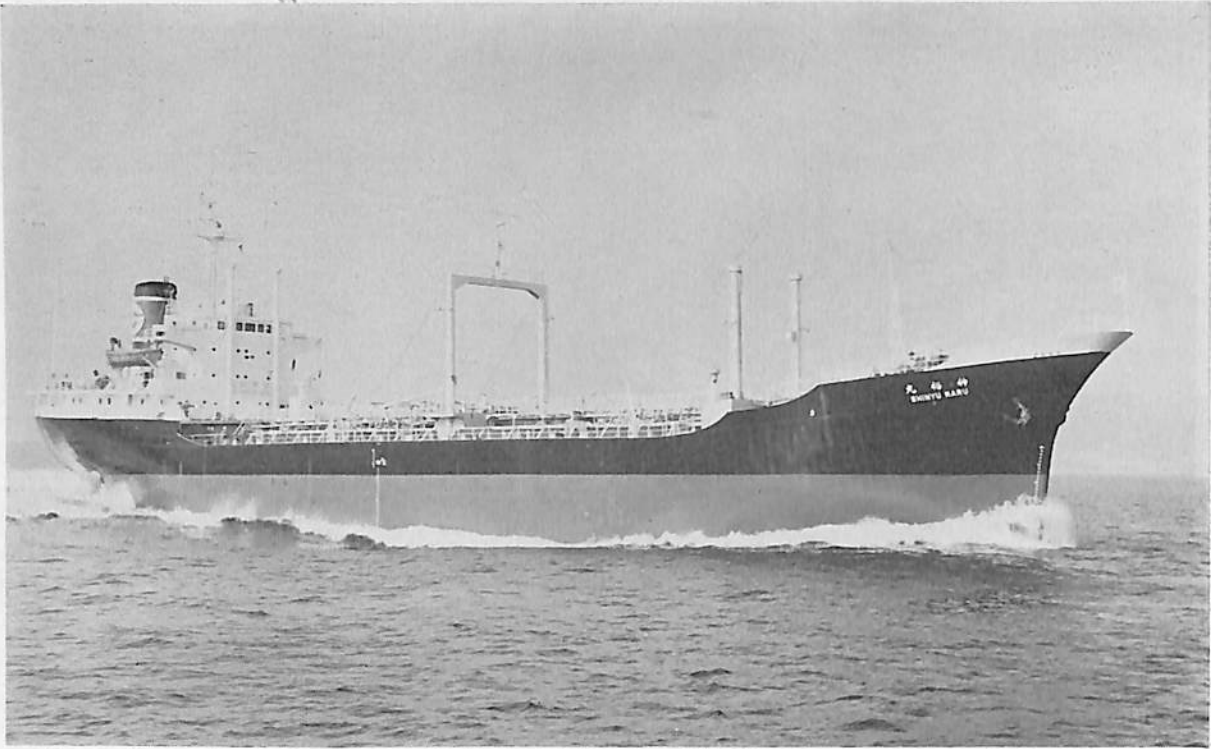


こーかさす丸 (鉍石兼油槽船) 船主 三光汽船株式会社 造船所 三菱重工業・横浜造船所  
 総噸数 45,502.54 噸 純噸数 28,096.22 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 76,388 噸 全長 237.00 m 長(垂) 226.00 m  
 幅(型) 36.00 m 深(型) 19.10 m 吃水 13.30 m 船首樓付平甲板船 主機 三菱スルザー 7 RND 90 型型  
 ディーゼル機関 1 基 出力 18,270 PS×118 RPM 燃料消費量 67.1 t/d 航続距離 29,000 海里 速力 15.9 ノット  
 貨物倉(グリーン) 40,648 m<sup>3</sup> 貨油倉 93,373 m<sup>3</sup> 燃料油倉 5,638.00 m<sup>3</sup> 清水倉 456.00 m<sup>3</sup> 乗員 35 名 (外 2  
 名) 計 37 名 工期 47-6-5, 47-10-14, 48-1-31 設備 イナートガスシステム, M0 船

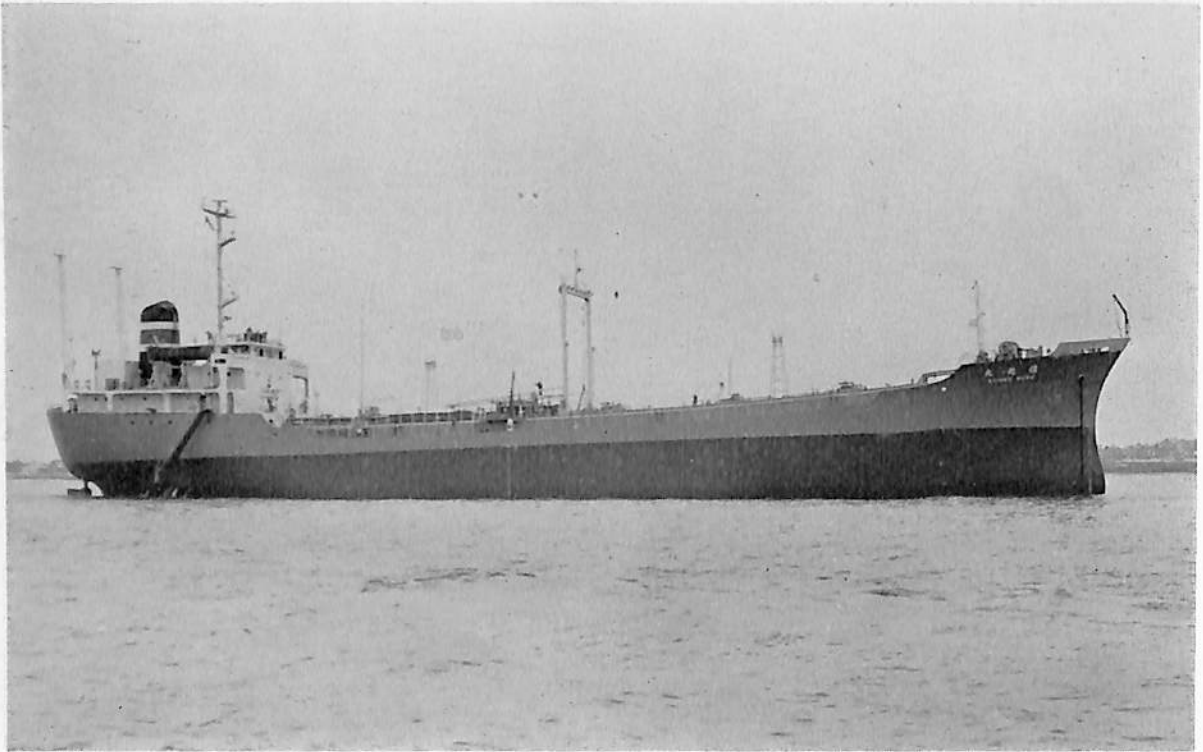


POLYVIKING (ばら積兼鉍石運搬船) 船主 Einar Rasmussen (ノルウェー) 造船所 三井造船・玉野造船所  
 全長 260.00 m 長(垂) 249.00 m 幅(型) 39.60 m 深(型) 22.40 m 吃水 16.428 m 総噸数 63,902.24 噸  
 載貨重量 116,570 噸 貨物倉 139,605.5 m<sup>3</sup> 速力(公試) 17.86 ノット (満載) 15.42 ノット 主機 三井 B&W  
 9 K 84 EF 型 ディーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 23,200 PS×114 RPM 定員 42 名 船級 LR 工期 47-  
 7, 47-10, 48-1-12 設備 LR の "UMS" 取得船





**神 裕 丸** (クリーンタンカー) 船主 船舶整備公団, 丸神船舶株式会社 造船所 株式会社 宇品造船所  
 総噸数 3,639.48 噸 純噸数 2,058.45 噸 近海 船級 NK 載貨重量 6,144.7 噸 全長 111.34 m 長(垂) 101.00 m  
 幅(型) 15.60 m 深(型) 8.50 m 吃水 7.140 m 凹甲板船尾機関型 主機 赤阪鉄工所 6 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 23.6 t/d 航統距離 12,500 海里 速力 14.8 ノット 貨油倉  
 7,017.1 m<sup>3</sup> 燃料油倉 978.5 m<sup>3</sup> 清水倉 502.4 m<sup>2</sup> 乗員 27 名 工期 47-6-1, 47-8-25, 47-10-25  
 設備 No.1 C.O.T. にステンレスクラッド鋼を使用したほか, 残りの全 C.O.T. に特殊塗装を施工した。  
 貨油ポンプ 8 台を装備し, 異種貨物混載を可能にした。



**信 光 丸** (油槽船) 船主 生口海運株式会社 造船所 西造船株式会社  
 総噸数 3,828.83 噸 純噸数 2,458.50 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 6,747.63 噸 全長 105.08 m 長(垂) 98.00 m  
 幅(型) 16.50 m 深(型) 8.20 m 吃水 7.016 m 船首楼付平甲板型 主機 赤阪鉄工所製 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 12.20 t/d 航統距離 14,000 海里 速力 12.91 ノット 貨油  
 倉 8,962.568 m<sup>3</sup> 燃料油倉 694.64 m<sup>3</sup> 清水倉 185.66 m<sup>3</sup> 乗員 25 名 工期 47-5, 47-3, 47-12

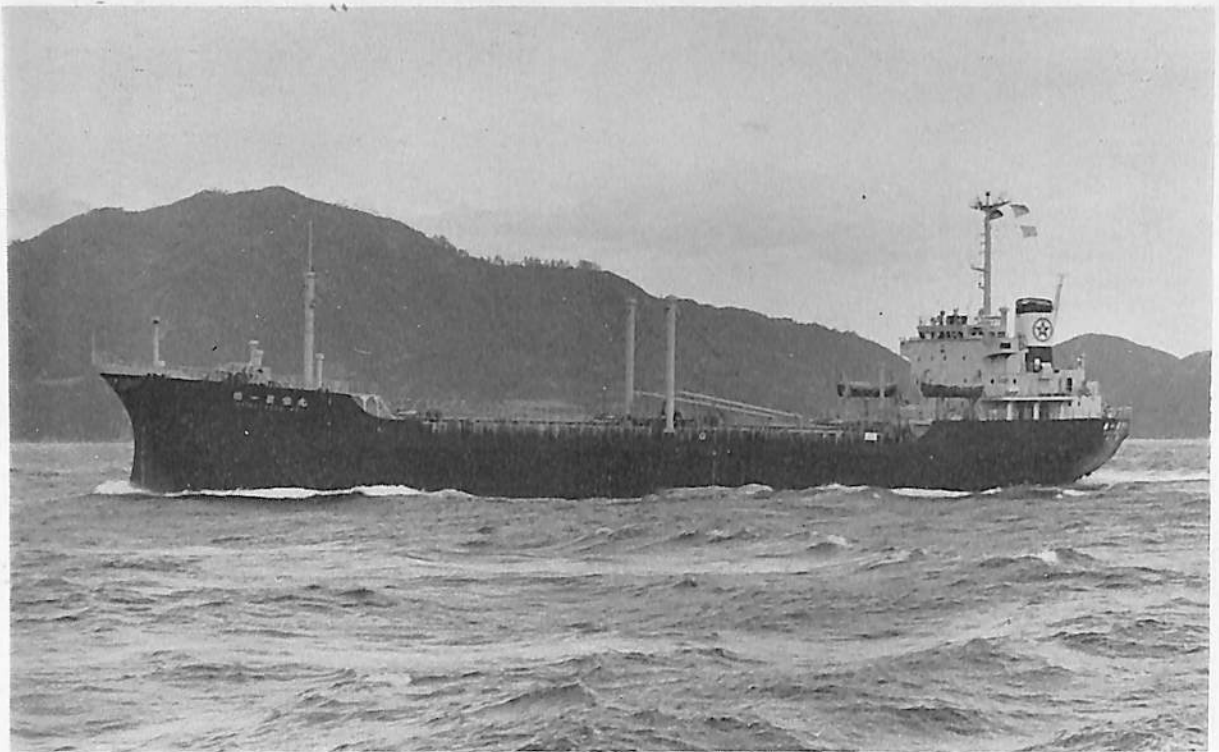




**TAKAMINE** (ばら積貨物船) 船主 Wilh. Wilhelmsen 系列 9 社 (ノルウェー) 造船所 三菱重工業・神戸造船所 総噸数 36,264.61 噸 純噸数 23,302.43 噸 速洋 船級 NV 載貨重量 63,423 噸 全長 224.00 m 長(垂) 211.28 m 幅(型) 31.80 m 深(型) 18.35 m 吃水 13.345 m 満載排水量 75,315 噸 船首楼付平甲板型 主機 三菱スルザー 7 RND 76 型ディーゼル機関 1 基 出力 12,600 PS×118 RPM 燃料消費量 47.8 t/d 航続距離 22,000 海里 速力 14.6 ノット 貨物倉(グレーン) 76,315.00 m<sup>3</sup> 燃料油倉 3,505.1 m<sup>3</sup> 清水倉 543.8 m<sup>3</sup> 乗員 35 名 工期 47-5-10, 47-9-29, 48-1-27 同型船 TAKASAGO, TAKACHIHO



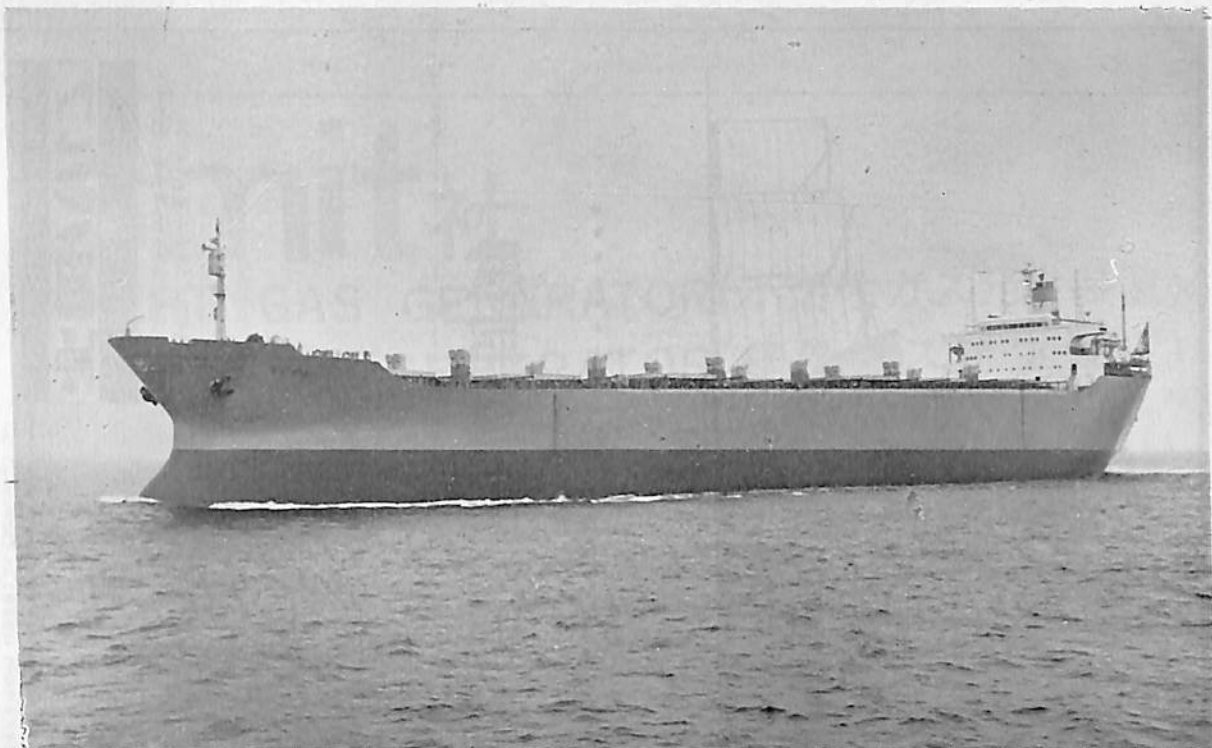
**乾 豪 丸** (チップ運搬船) 船主 乾汽船株式会社 造船所 常石造船株式会社 総噸数 40,142.57 噸 純噸数 29,567.34 噸 速洋 船級 NK 載貨重量 47,949 噸 全長 217.01 m 長(垂) 207.00 m 幅(型) 32.20 m 深(型) 20.50 m 吃水 10.6865 m 満載排水量 60,822 噸 平甲板船尾機関 主機 三井 B&W 7 K 47 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 11,900 PS×120 RPM 燃料消費量 47.1 t/d 航続距離 約 12,600 海里 速力 14.9 ノット 貨物倉(ベール) 90,056.7 m<sup>3</sup> (グレーン) 93,832.9 m<sup>3</sup> 燃料油倉 F.O 1,858.6 m<sup>3</sup> D.O 142.8 m<sup>3</sup> 清水倉 395.1 m<sup>3</sup> 乗員 30 名(スベア 4 名含む) 工期 47-4-25, 47-7-5, 47-11-25



第一星宝丸(油槽船) 船主 関西運油株式会社, 船舶整備公団 造船所 今治造船株式会社  
 総噸数 2,936.71 噸 純噸数 2,038.65 噸 沿海 船級 NK 全長 103.00 m 長(垂) 96.00 m 幅(型) 16.294 m  
 深(型) 8.00 m 吃水 6.918 m 満載排水量 8,380.48 噸 ウエル甲板船 主機 新潟鉄工所 6MMG-31 EZ 型  
 ディーゼル機関 2 基 出力  $2 \times 1,785 \text{ PS} \times 222.8 \text{ RPM}$  燃料消費量 14.16 t/d 航続距離 7,800 海里 速力 13.0 ノ  
 ット 貨油倉 6,761.411 m<sup>3</sup> 燃料油倉 436.07 m<sup>3</sup> 清水倉 357.60 m<sup>3</sup> 乗員 17 名 工期 47-7-8, 47-  
 10-24, 47-11-29



MESSINIAKI ORMI (油槽船) 船主 Estrella Dinamica Navigacion (パナマ) 造船所 石川島播磨重  
 工・相生工場 総噸数 17,354.80 噸 純噸数 11,901.44 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 30,293 噸 全長 170.688 m  
 長(垂) 162.00 m 幅(型) 26.00 m 深(型) 14.35 m 吃水 11.006 m 凹甲板船 主機 IHI スルザー 7 RND 68  
 型ディーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 11,550 PS  $\times 150 \text{ RPM}$  (常用) 10,400 PS  $\times 144.8 \text{ RPM}$  燃料消費量  
 37.4 t/d 航続距離 23,200 海里 速力(試) 16.44 ノット (航) 15.75 ノット 貨油倉 1,787.0 m<sup>3</sup> 燃料油倉 C  
 2,506.7 m<sup>3</sup> A 222.2 m<sup>3</sup> 清水倉 481.0 m<sup>3</sup> 乗員 41 名 工期 47-2-2, 47-4-25, 47-9



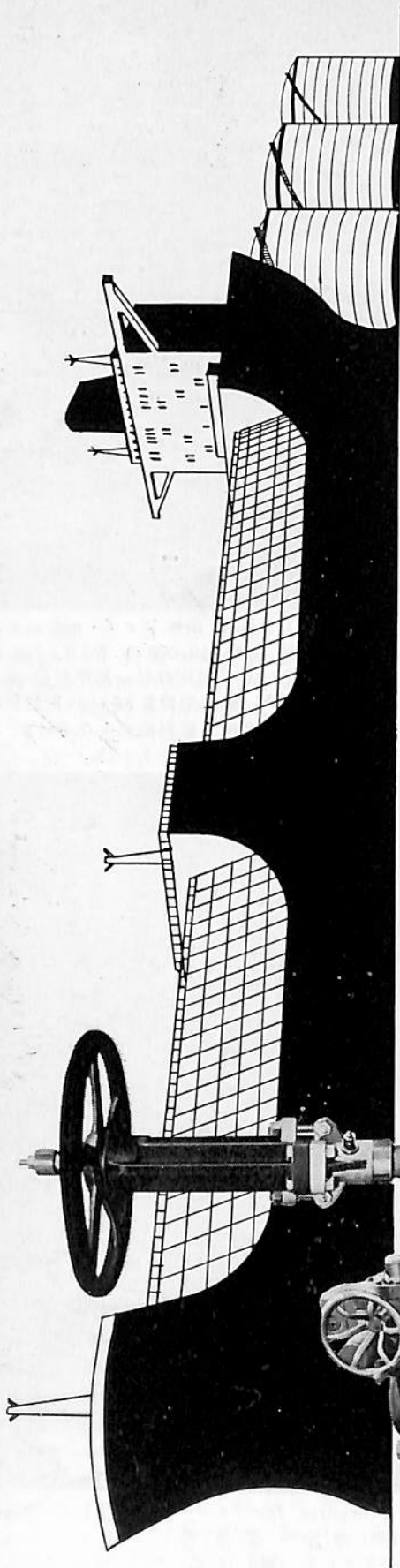
VOYWI (ばら積貨物船) 船主 Rolf Wigands Rederi, A/S (ノルウェー) 造船所 函館ドック・函館造船所  
 総噸数 36,097.27 噸 純噸数 22,777.53 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 65,054 噸 全長 219.075 m 長(垂) 278.00  
 m 幅(型) 32.250 m 深(型) 18.550 m 吃水 44'—11<sup>1</sup>/<sub>4</sub>" 満載排水量 77,083 Lt 船首尾楼付一層甲板船 主機  
 IHI-スルザー 6RND 90 型ディーゼル機関 1 基 出力 15,660 BHP×117.8 RPM 燃料消費量 59 t/d 航続距離  
 21,900 海里 速力 15 ノット 貨物倉(ベール) 71,702.5 m<sup>3</sup> (グレーン) 72,789.2 m<sup>3</sup> 燃料油倉 C 3,964 m<sup>3</sup> A  
 358 m<sup>3</sup> 清水倉 FW 149 m<sup>3</sup> DW 149 m<sup>3</sup> 乗員 41 名 工期 47—7—12, 47—10—12, 48—1—25



WORLD VICTORIA (油槽船) 船主 Liberian Firmity Trnsparts, Inc. (リベリア) 造船所 佐世保  
 重工業・佐世保造船所 全長 326.00 m 長(垂) 313.00 m 幅(型) 48.20 m 深(型) 25.50 m 吃水 20.015 m  
 総噸数 110,061.75 噸 載貨重量 221,929 噸 速力(公試) 16.53 ノット (航) 16.13 ノット 主機 川崎 UA  
 タービン 1 基 出力 33,000 PS 船級 LR 工期 47—7, 47—10, 48—2—2



あしたの産業を開く *Hirata* の原子力・LNG・酸素バルブ

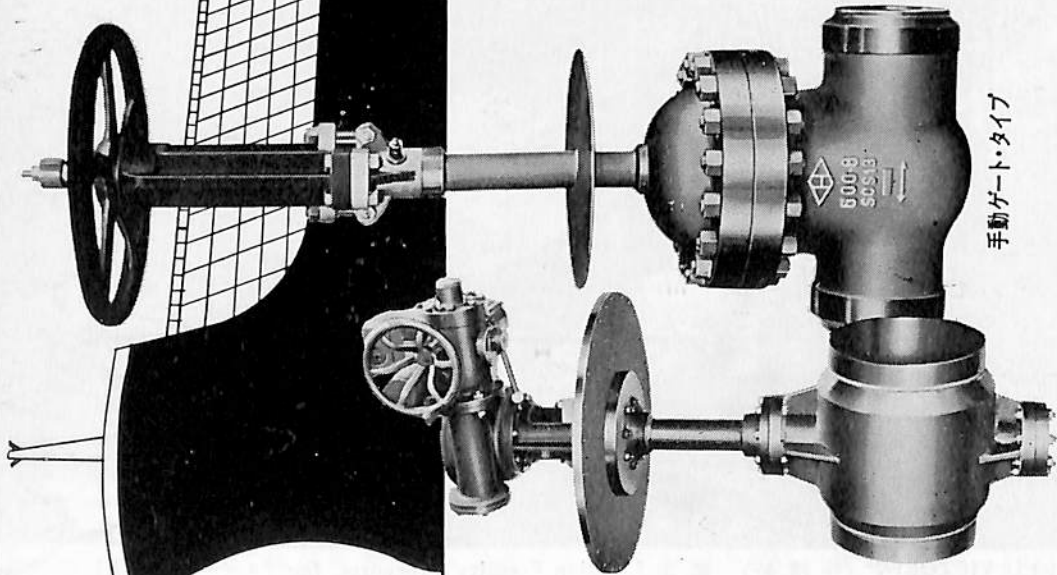


## 平田のLNG超低温バルブ 氷点下162度のエネルギー…… すべてのプロセスを安全に制御。

天然ガスは-162°Cで液化し体積600分の1となり、LNG専用タンカーで輸送され、貯蔵→低温利用→再ガス化のプロセスを経て熱源として利用されます。

これらのプロセスにおいて、直接LNGを制御する《超低温バルブ》はあらゆる面で特に安全性を強く要求されています。強度、耐食性、耐低温性は勿論のこと、バルブの生命ともいうべき

液密性とガス密性は絶対に信頼されるものでなければなりません。原子力用バルブを完成した平田の技術は《超低温バルブ》にも活かされて、あらゆる《漏れ》の断絶は厳しく守られております。小乗組員でのタンカー運輸を助ける自動制御バルブをはじめ手動弁シリーズなど、平田の《超低温バルブ》は安心してご使用になれます。



手動ゲートタイプ

オートマチック・バタフライタイプ

④ API表示認可工場(600, 6A, 6D)  
★ 高圧ガス設備試験製造認定事業所(認定№217)



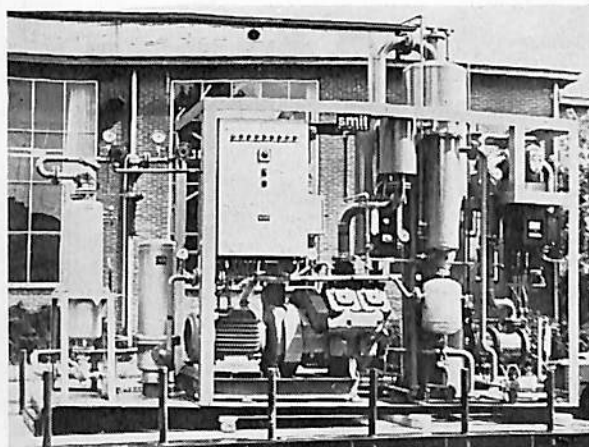
**平田バルブ**

TOKYO-KAWASAKI-OSAKA

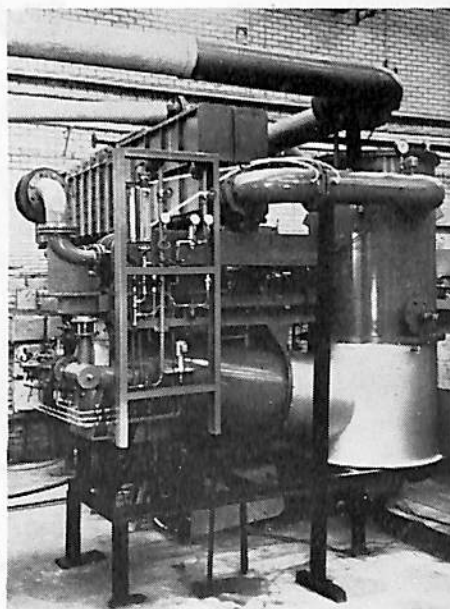
# smit社

INERT GAS GENERATOR(不活性ガス発生装置)  
NITROGEN GENERATOR(窒素ガス発生装置)

- 特長 ● 発生ガスの精度が高い  
● 装置の構造が簡単  
● 操作が完全自動化  
● 維持費が安い



船舶用高压型



船舶用低压型

使用原料：気体燃料・液体燃料

装置能力：10～12000N m<sup>3</sup>/時

用途：ガスシール及びページ用他

- ・各種化学工場
- ・危険物輸送用タンク・ホルダー・パイピング
- ・L.P.Gタンカー・L.N.Gタンカー・NH<sub>3</sub>タンカー等の船舶
- ・薬品・食品等の輸送・貯蔵

輸入総販売代理店

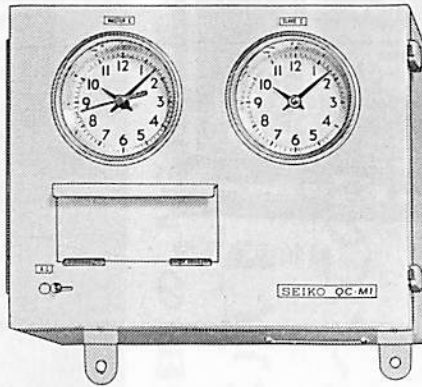
## 日綿實業株式会社

連絡先 堂島分室／大阪船車プラント部プラント機器第一課  
住所 大阪市北区堂島浜通り1の25の1(新大ビル)  
TEL 大阪 06(344) 1 1 1 1 (代表)

# 高精度セイコー船舶時計

## セイコーQC-M1

セイコーQC-M1は自動化・省力化時代の船舶の要請にこたえた水晶発振式の親時計。温度変化・振動に強く、抜群の耐久性をもった高性能・高精度です。マリンクロノメーターとして又、子時計を駆動して、航海に必要なあらゆるタイムコントロールにご利用ください。



- バリス駆動で長寿命、正確な0.5秒運針
- 現地時間に簡単に合わせられる、正転・逆転可能
- 前面ワンタッチ操作の自動早送り装置・秒針校正装置
- MOS-IC採用のユニット化による安定性・保守性の向上
- 無休止制の交・直電源自動切換つき

QC-M1……152,000円  
260×320×160(%)重量8.5kg



豊富にそろった船舶用子時計、お好みのデザインをお選びください。

# SEIKO

セイコー・株式会社 服部時計店



ますます厳しい条件に備えて、  
素材も、機構も変えました。



## NSOスタンチューブ ベアリングEVR シールLEVK

シールエンジニアリングのパイオニアNSOが、その磨きぬかれたテクノロジーと素材をもって開発した船尾管軸受装置……EVR・EVKすでに実船走航での良好な結果をも得、耐用期間3年をこえる軸受装置をめざし、今、広く各方面で活躍しています。

### 防振・耐摩耗性——EVR

EVRは、軸径50~400φの水潤滑方式用で、従来の天然木リグナムバイタにかえ、エラストマーと耐強化プラスチックからなる機構を採用。

軸振動の緩和吸収にすぐれ、摩耗を防ぐ新しいタイプの船尾管軸受装置です。

●ほかに、油潤滑油用シール装置EVL型もあります。

### 海洋汚染防止——EVK

EVKは、軸径100~800φの海水潤滑方式用で従来のグランドパッキン方式にかわるメカニカルシール方式を採用。

漏水皆無のため海水汚染の心配もなく、また機構上スリーブとの接触がなく、スリーブの摩耗は全くありません、さらに、全ての構造材が2つに分割され、洋上での換装が短時間ででき、ドライドックの必要もありません。

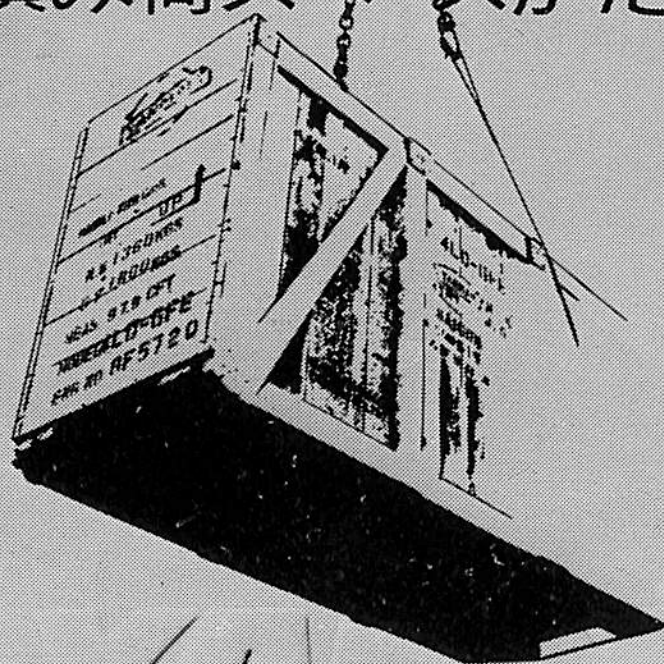
製造元

**NSO**  
日本シールオール株式会社

販売元

**NOK**  
日本オイルシール工業株式会社  
105東京都港区芝大門1-12-15正和ビル電話(03)432-4211大代換

積み荷スペースがたっぷりとれる。



DANFORS  
DIESEL

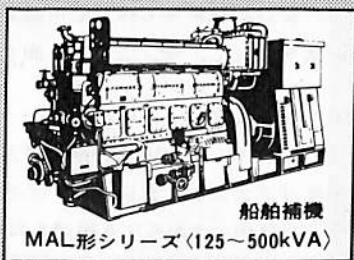
## 輸送の効率アップを実現

同馬力の他社機関と比べてください。  
長さ・幅・重量ともコンパクトになっています。  
もちろん、その分だけ機関室が狭まらず  
船倉が大きくとれるのです。また、冷却水  
自動温度調整装置によって、吸入水温の変化  
に対しても、常にコンスタントな燃焼性能を  
発揮。 運転条件を選ばない信頼のできる  
エンジンです。

船内のスペースをたっぷり使って、たっぷり運ぶ。  
輸送の効率アップは、ヤンマーの船舶主機・  
補機から始まります。

船舶主機 3~1600馬力 船舶補機 3.5~2400馬力

# ヤンマー ディーゼル



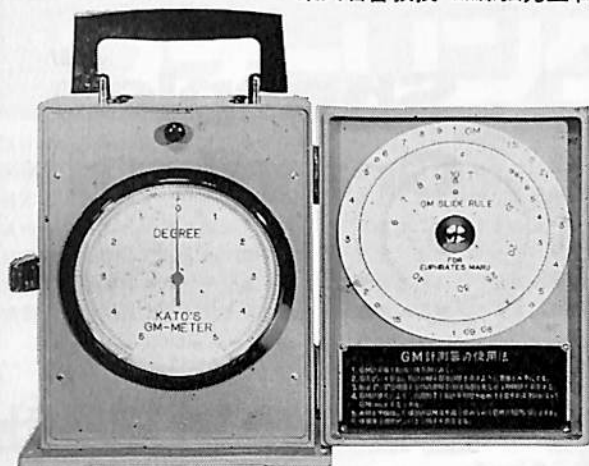
船舶補機  
MAL形シリーズ (125~500kVA)

**ヤンマーディーゼル株式会社** (本社) 大阪市北区茶屋町62(〒530) T E L 372-1111 (代)  
(支店) 札幌・東京・名古屋・高松・広島・福岡

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  
東大名譽教授 加藤弘先生 御發明



- 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。

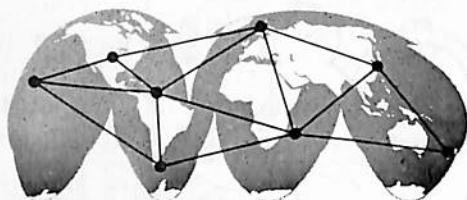


株式会社 石原製作所

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

## 七つの海を完全にカバーする……



### ■オメガ受信機

SR-500 ソリッドステートIC

わずか8個所の送信局で、昼夜を問わず均一の確度で正確な位置を地球上のどこからでも求めることができるオメガ航法を、さらに有効にご使用いただくため、東京計器は数多くの特長をもつオメガ受信機を、全世界サービス網とともに皆さまにおとどけいたします。

#### ■特長

- ユニークなアナログ記録計(タイムマーカ付)を備えているので、ディファレンシャル航法や、サイクルスリップの発見が容易です。
- 船内電源電圧の低下・停電・同期ずれ・受信不能時には警報がでますので万全です。また停電時には内蔵電池に自動的に切り替えられます。
- 小形軽量で高信頼度設計なのでどんな船にも簡単に取り付けられます。

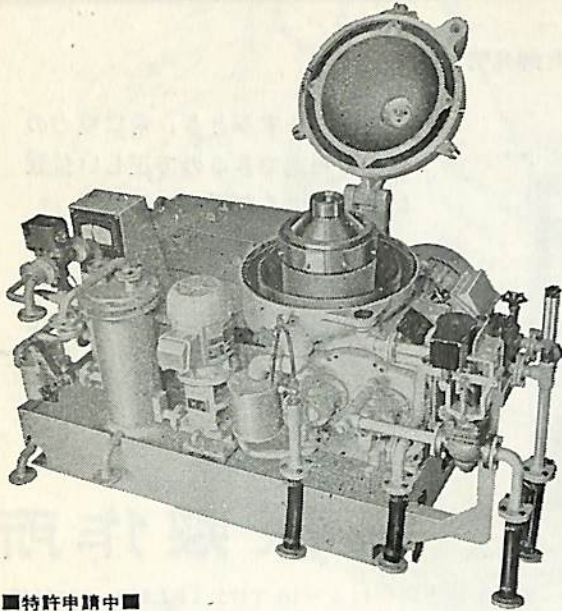
 東京計器

本社 東京都大田区南蒲田2-16 TEL732-2111(大代)  
営業所 札幌・函館・石巻・東京・沼津・新潟・名古屋・富山  
大阪・神戸・広島・今治・高知・北九州・長崎・鹿児島



ノーマンで油の清浄!!

完全連続スラッジ排出形  
船用油清浄機



■特許申請中■

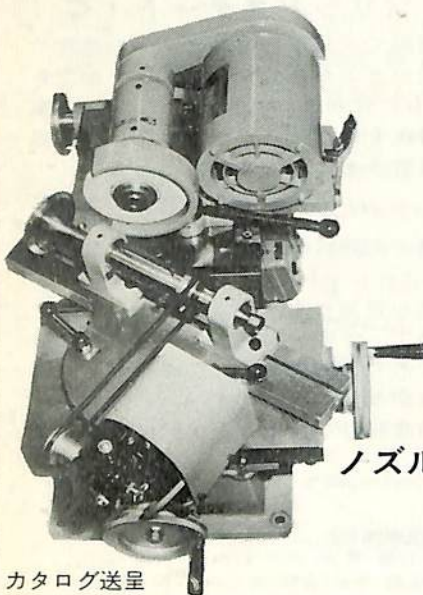
**Sharples  
Gravitrol**

◆ペンウォルト コーポレーション  
シャープレス機器部 日本総代理店

**巴工業株式会社**

本社 東京都中央区日本橋江戸橋3ノ2 (第二丸善ビル)  
電話 東京 (271) 4 0 5 1 (大代表)  
大阪出張所 大阪市南区末吉橋通り4ノ23 (第二心斎橋ビル)  
電話 大阪 (252) 0 9 0 3 (代表)

能率あげたよ! かあちゃん  
**KAN-1B**



ノズル兼吸・排気弁精密研削盤

カタログ送呈

**日本船舶工具有限公司**  
横浜市旭区本宿町8番地 郵便番号 241  
電話 横浜 (045) 391-2345, 363-1315



# 世界一の日本造船を支える＝特許船体支持降下装置

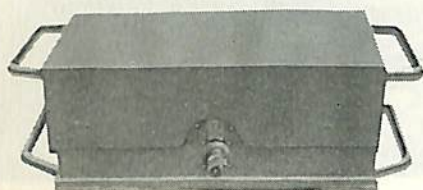
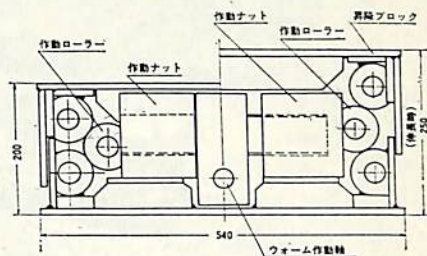
財団法人・日本船用機器開発協会と共同開発（損害保険付）

## スケーリングブロック

当社のスケーリング・ブロックは船底盤木の機械化と省力化を目的とし長年にわたる研究の結果開発された高性能船体支持降下装置です。50T型～200T型まで全ての機種に荷重性能試験をかさねて予想通りの実験成果を得ることができました。

なお、ドック内の場合でも船底修理および塗装作業などには本機の活用によって画期的な能率増進と省力化が確実に実現できるメリットがあります。また、その他にも大重量構造物の支持および高底の微調整など広範囲に活用できます。(カタログ呈上)

### 50 T, 200 T型船体支持降下装置



## 新光機械工業株式会社

東京都中央区京橋2の2(第2荒川ビル)  
電話：〈03〉271-5056-9

## 天然社編 船舶の写真と要目 第20集 (1972年版)

昭和47年12月刊行 B5版上製函入 290頁 定価3,000円(千200)

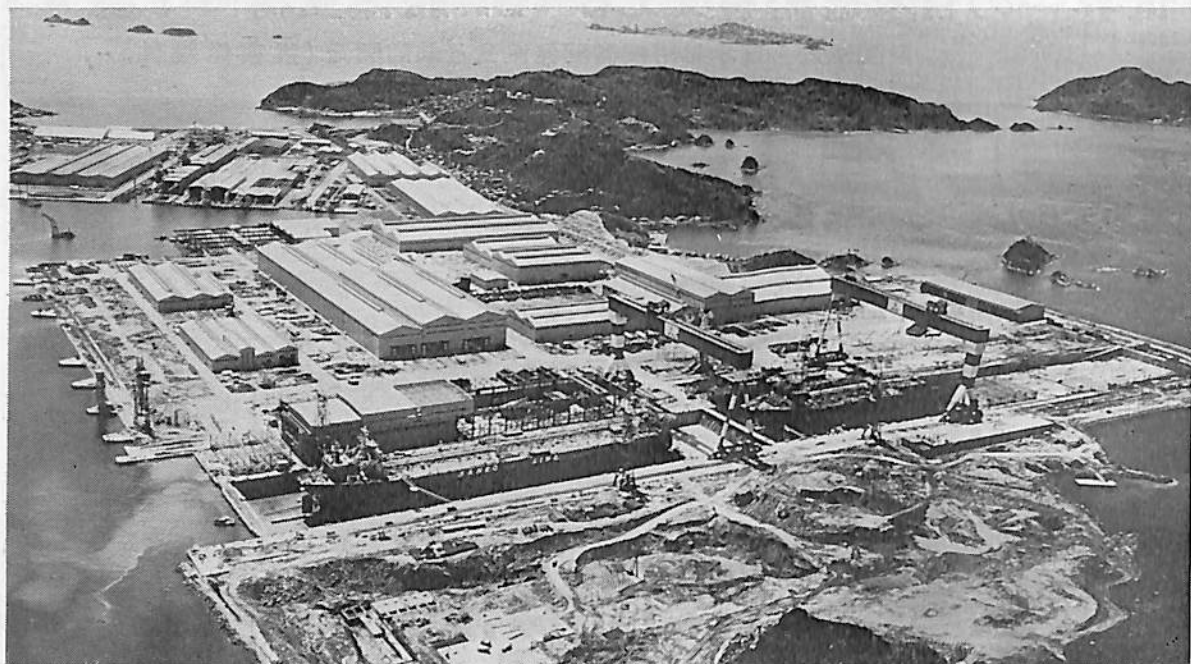
第19集以後—昭和46年8月～47年7月における2,000トン以上の新造船219隻を収録。この1年における主たる新造船の全貌が詳細な要目をもって明かにされた本集は、かならず、船舶関係の技術者はもちろん、一般愛好者にとつても貴重な資料であることを疑わない。

### 国内船

- 〔客船〕 さんふらわ、まりも、しれとこ丸、かしおべあ、フェリーかいし、クイーンコーラル、第6セントラル、はまゆう、第5セントラル、黒潮丸、なほ丸、フェリーかつら、とさ、ひかり、おとめ丸
- 〔貨物船〕 あるたい丸、協寿丸、二見丸、日武丸、新藤丸、新重丸、成花丸、菊潮丸、昌宝丸、大鶴丸、昭泰丸、鶴嶺丸、信隆丸、近洋丸、有和丸
- 〔油槽船〕 日石丸、ジャパンアイリス、錦江丸、豊洋丸、豪龍丸、新燕丸、明光丸、新光丸、大嶋丸、飛鳥丸、田川丸、光珠丸、王野丸、三鶴丸、第3ひかり丸、三鶴丸、鶴令丸
- 〔散積貨物船〕 新鶴丸、千鳥丸、千鳥丸、ジャパンオリブ、ジャパンカシア、ジャパンボブラ、邦翔丸、国見丸、千秋丸、第2三井丸、さんたばあば丸、昭隆丸、乾隆丸、栄龍丸、比菜丸、阿賀野丸、筑波丸、天晴丸、ぶうげんびる丸、八新丸、南洋丸、太陽丸、昭博丸、せんだん丸、豊光丸、観海丸、孫洋丸
- 〔特殊貨物船〕 鶴見丸、あどりあ丸、はんぶとん丸、若鶴丸、教賀丸、えるべ丸、北野丸、鎌倉丸、いーでん丸、雄翔丸、しるばあろろ、森丸、あじあ丸、比叡丸、豊光丸、第19とよた丸、ないる丸、ばびるす丸、ジャパンチャリオット、ジャパンコーナ、たごま丸、明龍丸、ネルソン丸、ジャパンエリカ、あまぞん丸、やまと丸、第18とよた丸、蓬萊丸、博洋丸、多摩丸、天沙丸、福崎丸、すざらん丸、東寿丸、吉州丸、雄星丸、ねぐろ丸、紅徳丸、そよかぜ丸
- 〔特殊船〕 新さくら丸、竹生丸、第2天洋丸、第3鴻洋丸、六甲丸

### 輸出船

- 〔客船〕 TAI PENG
- 〔貨物船〕 VAN TRIUMPH, ASIA ROSE, EASTERN VENTURE, APOLLON, ARISTA GORAS, IOANNA, BUNGA TERATAI, OCEAN PROGRESS, BUNGA TANJONG, EVER SAFETY, FIDES, RANENFJORD, DAISHOWA VENTURE, LEIDENSCHAFT, SUN CHONG, EMMANUEL DELMAS, ANNOULA, SIAM VENTURE, LOI KIM, AMRTA I
- 〔油槽船〕 OGDEN NELSON, J.R. GREY, BRITISH SURVEYOR, POLYSCANDIA, BRITISH SCIENTIST, BRITISH PROSPECTOR, MOBIL PROGRESS, WORLD BARONESS, UNITED OVERSEAS I, KULU, WORLD HAPPINESS, J. PAUL GETTY, WORLD HONOUR, WORLD GENERAL, ORIENTAL PHOENIX, FAIRFIELD, ORIENTAL MAJESTY, SEALION, LOSINA, NEPCO GALLANT, MESSINIACHI IDEA, INDOTANK, GOLAR SABANG
- 〔散積貨物船〕 STIRING BRIDGE, KONKAR INDOMITABLE, TAKASAGO, MAJESTY, ROBERT BANK, TONIN, EVELYN, AMELIA TOPIC, SPRAY DERRICK, INVERALMOND, MARITIME ACE, EASTERN JADE, DORYFORDS, SILVAPLANA, PACEMPEROR, ANTAIOS, SAPORO OLYMPICS, KAPODISTRIAS, PANAGOS D. PETERAS, MARIA VOYAZIDES, ENDEAVOR, HAI CHUAN, ISLAND SUN, SEATRANSPORT, EASTERN WISEMAN, TERRYLIN, EASTERN WAVE, SWIFTNES, GOLDEN CROWN, COSMOS ALTAIR, WOERMANN SANAGA, CONSOLIDATED VENTURE, PYTHIA, FRONISIS
- 〔特殊貨物船〕 LA LOMA, WORLD SPLENDER, JALNA, ANDROS ARIES, PONTOPORIA, EDEN BRIDGE, RHETORIC, SYMPHONIC, ASIATIC, ANDROS STORM, CHU FUJINO, AEGEAN ISLAND, POINT CLEAR, EASTERN HAZEL, WORLD RAINBOW, PINKSKY, ASIA HUNTER, BRIGHT HOPE, GOLDEN LOTUS, HOP CHONG, ASIA GOLD, QUEENA, HUSA



## 造船の歴史をひらく現代の出島

かつては海外への唯一の窓口として、また、わが国の西の玄関として、長く発展をつづけてきた長崎——その「現代の出島」ともいべき香焼(こうやぎ)に当社の英知を結集し、〈調和のとれた生産〉、〈省力化〉、〈安全と環境保全〉を大きな目標にした新鋭造船所、香焼工場が完成しました。

造船のベルトコンベア化ともいえるべき、ユニークな3ステージ建造法や、エレクトロニクスを大幅にとり入れ、自動化・省力化に徹したことなど、生産性をあげるための施策は勿論のこと、作業環境の面では、ドックに移動式建屋や、エスカレータを設けるといった直接的なことから、通勤船や、福祉厚生施設の充実、公害対策にも意が用いられています。香焼工場は、最新の技術と設備で世界の造船界をリードし、その歴史にさらに新しいページを加えようとしています。





# 超自動化タービタンカー “鳥取丸”の運航実績

三菱重工業株式会社  
長崎造船所 第一造船設計部



## 1. ま え が き

日本郵船株式会社，太平洋海運株式会社向け超自動化タービタンカー“鳥取丸”は，昭和47年9月5日，長崎造船所で竣工し，以来日本一ペルシャ湾間の原油輸送に従事している。現在3次航（47年12月）の途中であるが，超自動化システムは好調に稼動しており，一応安定した実績を得ることができた。まだデータは充分とは言えないが，現時点における実績の概略を以下紹介し，参考に供したいと考える。

## 2. 超自動化システムの概況

### 2.1 超自動化システム開発の経緯

船舶運航の安全性，経済性の向上，船内作業の省力化と環境改善を目的として，船舶の高度集中制御方式（超自動化）の開発が，昭和42年に運輸省で重要政策として採り上げられた。これに呼応して各種研究機関や海運造船各社でその研究開発に着手したが，三菱重工も日本郵船（株）と昭和43年から超自動化船（SA）研究会を開催してタービタンカーで実船実験を行うことを目標に研究をすすめて来た。昭和45年にその成果を長崎造船所で建造する27次計画の237,000トン型タービタンカーに適用することになり，両社でSAワーキンググループを編成して共同で開発に当たった。

開発に際しまず基本仕様の検討に充分時間をかけたが，未知の要素が多かったので，実船試験や陸上試験でプラントの特性を計測し，制御アルゴリズムの確立に役立たせた。

次いで，このデータをもとに長崎研究所のアナログコンピュータその他でプラントモデルを構成し，実船搭載するコンピュー

タと組合せて5カ月余りシミュレーション試験を行い，ハードウェア，ソフトウェア両面における信頼性，実用性を確認した。また，この装置を利用して乗組員および現場操作員の教育訓練を行った。さらに，船内において

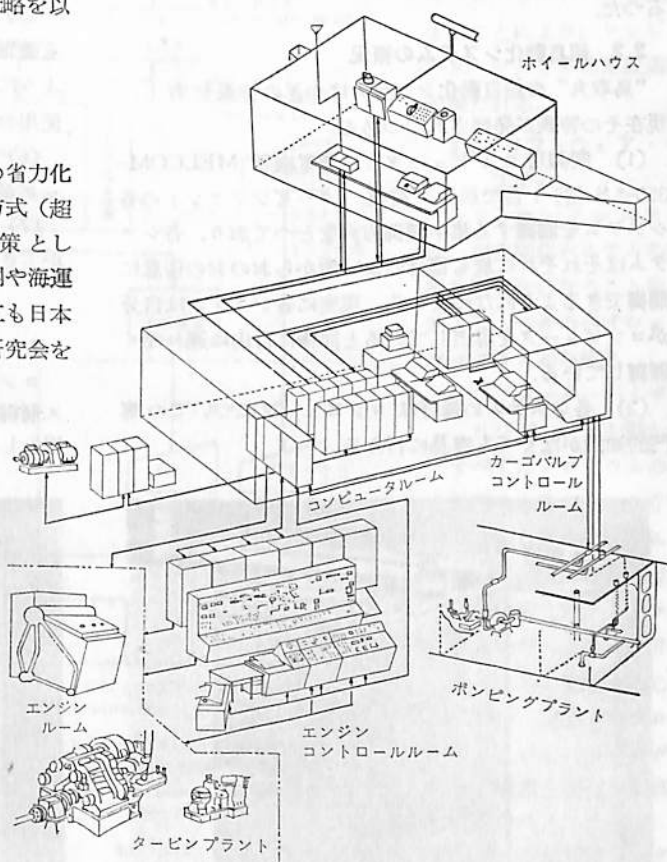


図1 コンピュータ制御システム構成図



## 造船の歴史をひらく現代の出島

かつては海外への唯一の窓口として、また、わが国の西の玄関として、長く発展をつづけてきた長崎——その「現代の出島」ともいうべき香焼(こうやぎ)に当社の英知を結集し、〈調和のとれた生産〉、〈省力化〉、〈安全と環境保全〉を大きな目標にした新鋭造船所、香焼工場が完成しました。

造船のベルトコンベア化ともいうべき、ユニークな3ステージ建造法や、エレクトロニクスを大幅にとりいれ、自動化・省力化に徹したことなど、生産性をあげるための施策は勿論のこと、作業環境の面では、ドックに移動式建屋や、エスカレータを設けるといった直接的なことから、通勤船や、福祉厚生施設の充実、公害対策にも意が用いられています。香焼工場は、最新の技術と設備で世界の造船界をリードし、その歴史にさらに新しいページを加えようとしています。



# 超自動化タービタンカー “鳥取丸”の運航実績

三菱重工業株式会社  
長崎造船所 第一造船設計部



## 1. ま え が き

日本郵船株式会社、太平洋海運株式会社向け超自動化タービタンカー“鳥取丸”は、昭和47年9月5日、長崎造船所で竣工し、以来日本一ペルシャ湾間の原油輸送に従事している。現在3次航（47年12月）の途中であるが、超自動化システムは好調に稼動しており、一応安定した実績を得ることができた。まだデータは充分とは言えないが、現時点における実績の概略を以下紹介し、参考に供したいと考える。

と組合せて5カ月余りシミュレーション試験を行い、ハードウェア、ソフトウェア両面における信頼性、実用性を確認した。また、この装置を利用して乗組員および現場操作員の教育訓練を行った。さらに、船内において

## 2. 超自動化システムの概況

### 2.1 超自動化システム開発の経緯

船舶運航の安全性、経済性の向上、船内作業の省力化と環境改善を目的として、船舶の高度集中制御方式（超自動化）の開発が、昭和42年に運輸省で重要政策として採り上げられた。これに呼応して各種研究機関や海運造船各社でその研究開発に着手したが、三菱重工も日本郵船（株）と昭和43年から超自動化船（SA）研究会を開催してタービタンカーで実船実験を行うことを目標に研究をすすめて来た。昭和45年にその成果を長崎造船所で建造する27次計画の237,000トン型タービタンカーに適用することになり、両社でSAワーキンググループを編成して共同で開発に当った。

開発に際しまず基本仕様の検討に充分時間をかけたが、未知の要素が多かったため、実船試験や陸上試験でプラントの特性を計測し、制御アルゴリズムの確立に役立たせた。

次いで、このデータをもとに長崎研究所のアナログコンピュータその他でプラントモデルを構成し、実船搭載するコンピュー

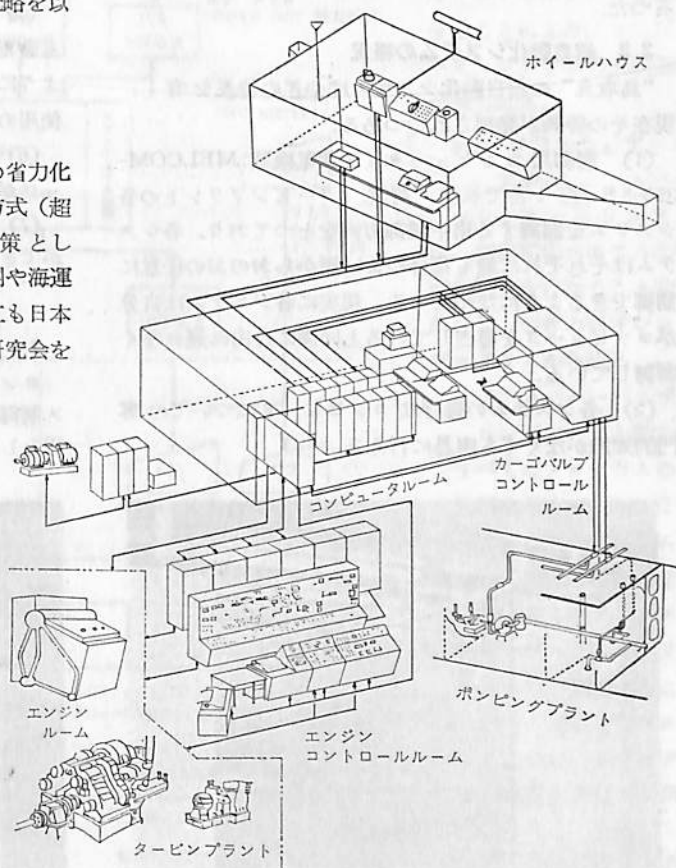
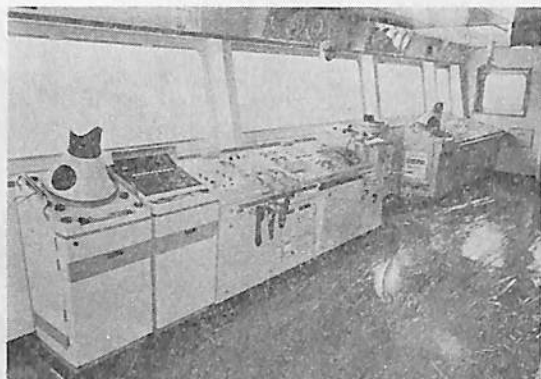


図1 コンピュータ制御システム構成図





船橋操舵室

もできるだけ実際の運航に近い状態を再現して試験した。

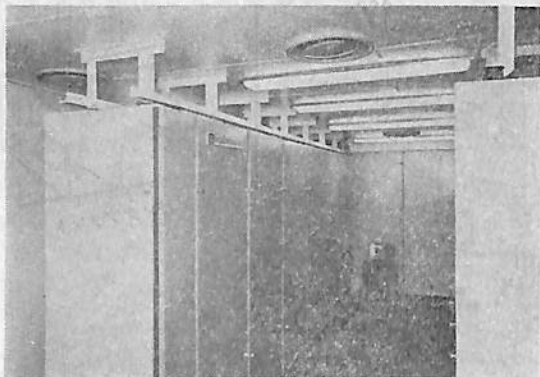
このように、システム全般について事前の試験、確認を充分行うようつとめたので、就航後もほとんどそのまま実用されている。ただ、一部上記の試験を完全に行えなかつたもの、あるいは試験と実際との条件の差のあるものについては修正を必要としたが、これは比較的少かつた。

## 2.2 超自動化システムの概況

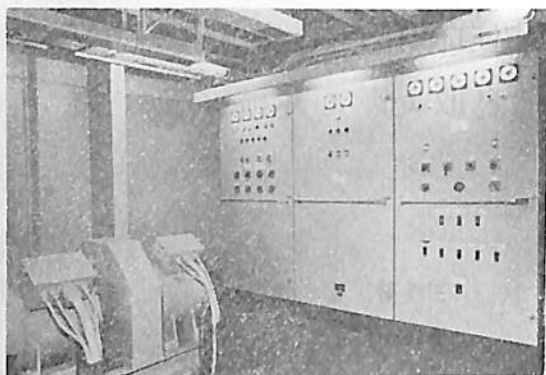
“鳥取丸”の超自動化システムはつぎの特長を有し、現在その特長が発揮されつつある。

(1) 制御用コンピュータ(三菱電機製 MELCOM-350-5S 型)1台で航法、荷役、タービンプラントの各システムを制御する集中制御方式をとっており、各システムはそれぞれに最も都合のよい所からおの任意に制御できるようになっている。現実には各システムは自分がコンピュータを専断していると同様に自由に遅れなく制御している。

(2) 各システムの操作はコンピュータについての専門的知識がなくても容易に行える。



コンピュータ室 コンピュータ MELCOM 350-5S



電源装置 M/G セットおよびコントロールパネル

(3) コンピュータおよび関連機器は船用としての環境条件に耐える構造になっており就航後も殆ど問題ない。また、コンピュータ室の温度、湿度、振動などの条件も極めて良好である。

(4) 検出端、操作端は実績のあるものを主として使っているため、現在のところ問題は殆どないが、今後耐久性に注意して行く必要がある。

(5) 無停電電源装置をそなえ、船内電源が停電しても蓄電池から給電して、コンピュータは連続運転できるようになっているが、現在プラントが安定しているので使用の機会がない。

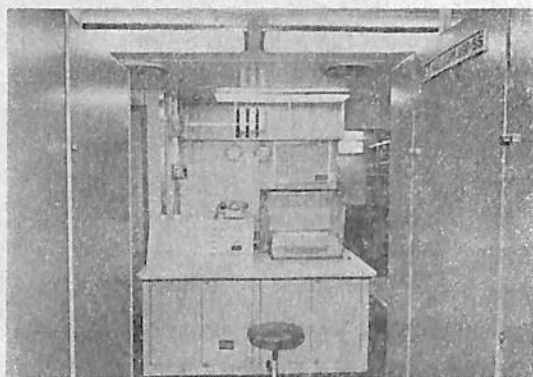
(6) コンピュータ故障時の従来装置によるバックアップが完備しているが、その作動の機会も少ない。

(7) コンピュータを使わないでも NK の M0 運航ができる設備ができる設備を有している。

## 3. コンピュータ・システム

### 3.1 コンピュータハードウェアシステム

コンピュータ MELCOM 350-5S 型は、陸上プロセス制御用に実績の多い MELCOM 350-5 型を、特に船用としての環境条件に耐え得るように改造したもので、



コンピュータ室 オペレータコンソール

表1 MELCOM 350-5S コンピュータ機器要目

	機 器 名 称	数 量
計 算 機	中央演算処理装置 (CPU)	1 台
	コアメモリ	4 k 語
周 辺 機 器	高速演算機構 (HSA)	1 台
	補助メモリ (ドラム)	3 台
	固定キャリッジタイプライタ	5 台
	紙テープリーダー	1 台
プ 入 出 力	紙テープパンチ	1 台
	アナログ入力	256 点
	アナログ出力	8 点
	デジタル入力	640 点
	デジタル出力	576 点
	パルス入力	16 点
	パルス出力	8 点
	プロセス割込入力	56 点
コ ン ソ ー ル	航海用タイプライタデスク	1 台
	機関部用タイプライタデスク	1 台
	機関部オペレータコンソール	1 台
	荷役用オペレータコンソール	1 台
	コンピュータオペレータコンソール	1 台
	無停電電源装置	1 台

主記憶装置としてコアメモリ 16k 語、補助記憶装置として磁気ドラム 32k 語 3 台を有する。また航法関係をはじめとする諸計算を迅速に処理するため、高速演算機構を付加している。

周辺機器としては、120字/秒の読取り速度の紙テープリーダーおよび 60字/秒のパンチ速度の紙テープパンチ各 1 台と、固定キャリッジ形タイプライタ 5 台が接続される。さらに、合計点数 1,000 点以上のプロセス入出力が接続される。また、マンマシンインターフェースとして、各種オペレータコンソール、タイプライタデスク等を設けているハードウェアの要目を表 1 に示す。

コンピュータ本体、記憶装置、プロセス入出力装置等は、船橋甲板に設け、完全に空調および防振対策を施したコンピュータ室に設置されて、作動の信頼性を確保している電源装置としては、専用のモータ・ゼネレータ

を有し、常に安定した電圧、周波数の電力が供給される。また船内電源停電時にも、専用のバッテリーでモータ・ゼネレータを駆動することにより、コンピュータ・システムの連続運転が保たれる。

### 3.2 ソフトウェア・システム

ソフトウェアシステムは、超自動化システムの円滑な運営を行なうことを目的とし、つぎのベシックプログラムから成る。

#### (1) スーパーバイザ

コンピュータを動かすすべてのプログラムの総元締めとなるものであり、超自動化システムにおいて処理しなければならない多くのアプリケーションプログラムをリアルタイムで処理することのほか、運転管理プログラム、サポートプログラムの監視と実行の制御を行なう。

#### (2) 運転管理プログラム

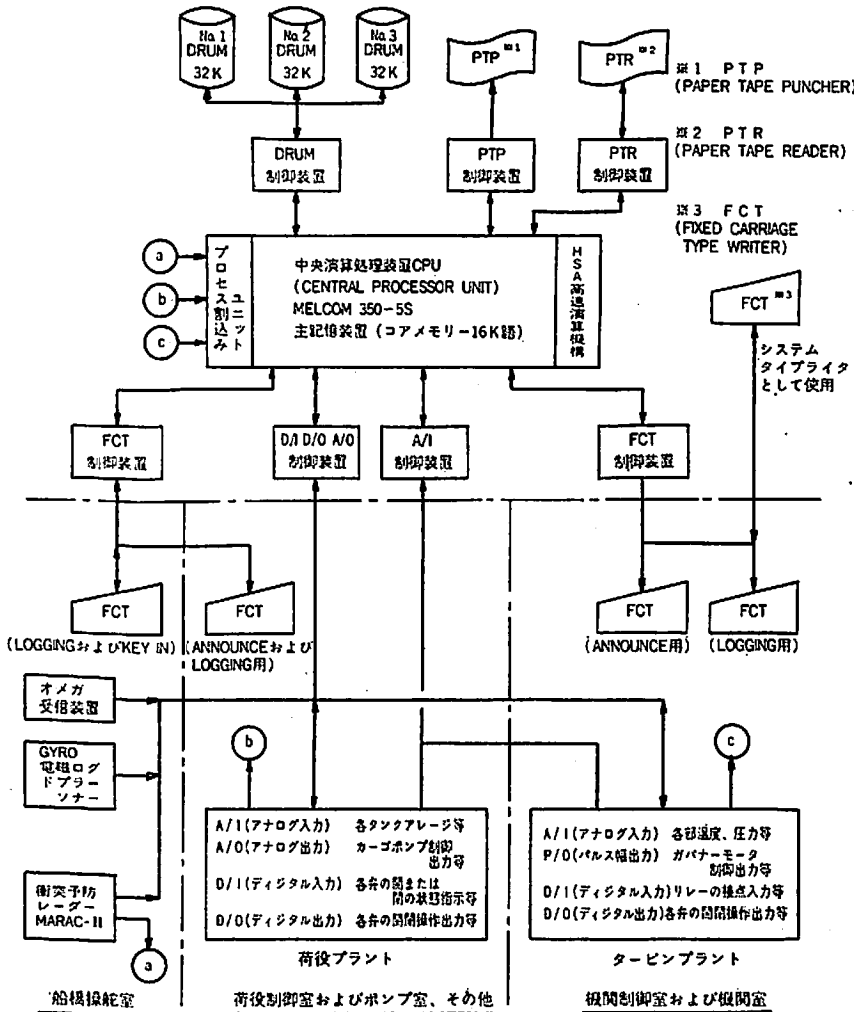


図 2 コンピュータ制御システム ハードウェア (H/W) 構成図

超自動化システムの運転開始、停止処理や、運転中に発生する異常に対する処理などを行なう。

### (3) サポートプログラム

プログラムメンテナンス、システムジェネレートプログラムの作成、デバッグなどを行なうときの道具となるものである。

## 3.3 就航実績

### (1) ハードウェアの実績

現在本船は3次航の途中であるが、この間コンピュータは極めて安定した動作を続けている。

特にcpuおよび記憶装置(磁気ドラムを含む)は無事故であり、その高い信頼性が実証された。

周辺装置については、紙テープリーダー、パンチャともテープメンテナンスを目的として、頻繁に使用したが、無事故である。タイプライタも全般的に好調であり、ロギングおよびマン・マシンインタフェイス用として活躍しているが、航法システム用が1度故障した。原因は船体振動により、タイプライタ内部線が断線したもので、振動対策実施後は、故障していない。

プロセス入出力装置についても、全般的に極めて好調であり、頻繁な入出力動作を正確かつ精度よく処理している。ノイズによる誤作動やアナログデータのバラつきも皆無である。なお処女航中アナログ入力およびデジタル出力用リレーカードが各1度故障したが、フェイルセーフシステムの徹底により、システムが全て安全側に動作することを確認できた。原因はIC素子の不良であったが、豊富な予備カードにより、直ちに正常に復帰できた。

電源装置については、バッテリーは、気相再結合装置により比重調整不要であり、またモータ・ゼネレータも2航海に1度程度のブラッシュ点検により、好調に動作している。

以上ハードウェアで2~3点の故障が発生したが、このデータは一般電子機器と比べて高い故障率ではなく、コンピュータの船舶搭載に全く不安がないことが実証されたと、判断している。

### (2) ソフトウェアの実績

航行中のバラスト張替の時は、コンピュータに最もロードがかかる時である。

この時、0.1秒のサンプリング周期でタスクの待ち状態を計測してみたが、起動待ちの状態のタスクはほとんどないことが明らかになった。ヌーンログ時など、ロギングプログラムが多数同時に動作する時においても、その動作完了待ちが、他のタスクの実行周期の乱れを導かないシステムとしているため、問題は皆無であつた。

なお衝突予防レーダがトラッキングを頻繁に行っている時は、若干の乱れを生じているが、主機 DDC プログラムなど早いサンプリング周期で動作している制御プログラムについては、優先順位の選定によりほとんど影響はなかつた。

タイムシェアリングの能力については、このように抜群の性能を発揮している。

その他、運転管理プログラムや、サポートプログラムなども初期計画通り動作している。特にオンライン運転中にプログラムのダイナミックな動きを調査して、データ収集・作表を行うシステムや、ハードウェアのテストその他が、タイプライタのキ入力操作によりできる、オンラインバッチ的処理システムはその有効性が認められた。

## 4. 航法システム

本船の航法システムは船位測定としてオメガシステムを採用し、航海関係のロギングを自動的に行なう航海ロギングシステム、天測を含む各種航法計算プログラム、またレーダーを使用して多数の船を自動的に追尾する衝突予防レーダシステムにより構成されている。

### 4.1 衝突予防レーダー

本装置は海上における他の船舶や海上浮遊物との衝突を予防するために開発されたものであり、5センチ波船用レーダーと操作表示盤(MARAC-II)から構成され、演算を他システムと共用のコンピューターで行っている。本装置の機能は次のとおりである。

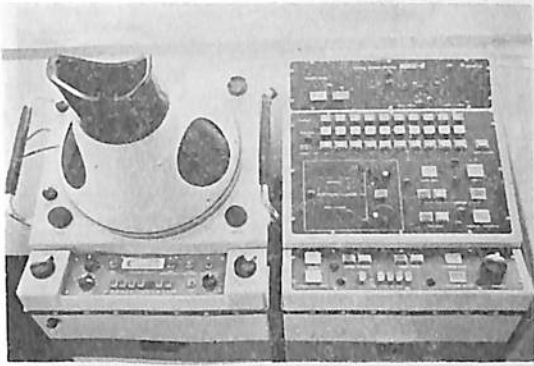
目標探知範囲	2.5 浬から 10 浬
追尾目標数	10 隻
追尾方式	自動/手動切換
表示項目	CPA, TCPA, 相手船コースおよび速度
警 報	衝突危険船に対してアラーム音を発す
マーカー表示	追尾中の目標船に対してレーダー映像にマーカーを付ける(10 隻まで)

就航後各種機能が正常に動作することを確認し、人手にてレーダー映像のプロットによるデータとの比較から次の精度を得ている。

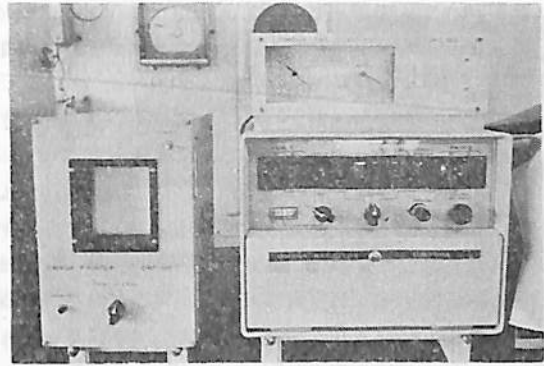
表示データ	CPA; ±0.2 浬
	TCPA; ±2 分
	相手船速度; ±2 ノット
	相手船コース; ±5 度

また、島や低い雲などが数個の目標物となり追尾標船





MARAC-II 衝突予防レーダー



オメガ受信機

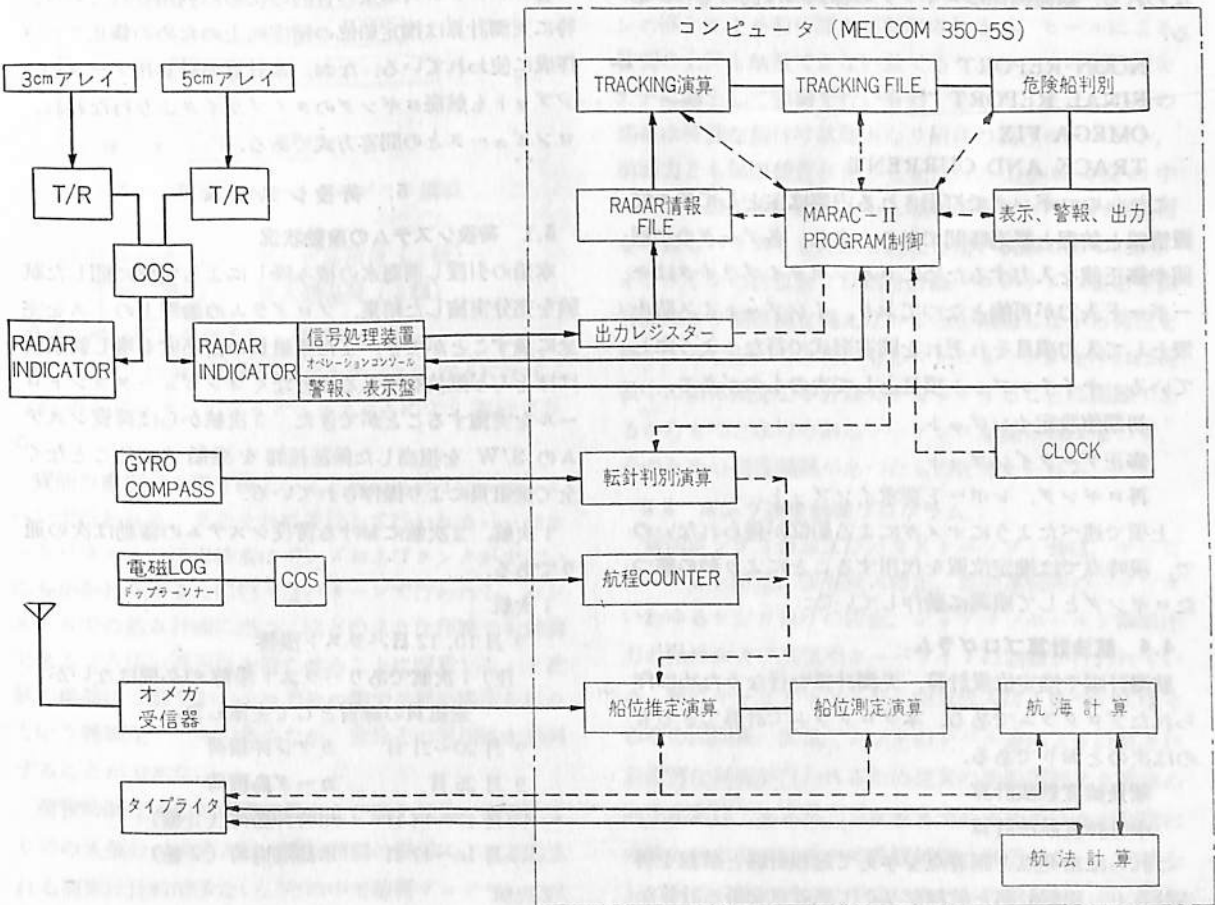
数を減らすことのないように設計されたレーダー信号処理回路も良好である。

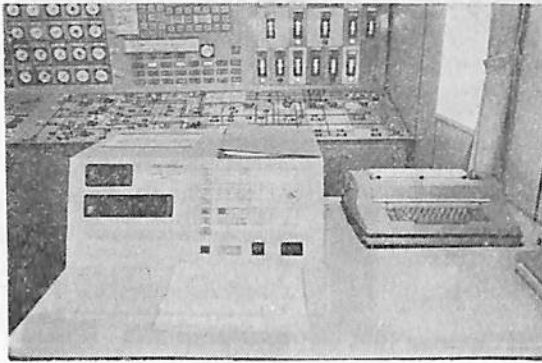
#### 4.2 オメガ航法による船位決定

全世界をわずか8局でカバーでき任意の時刻に船位が得られる利点のために、本船はオメガ航法を採用している。

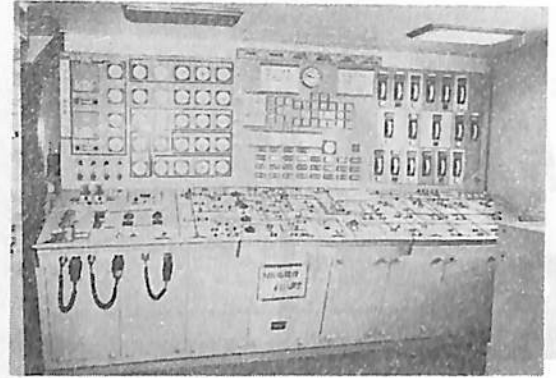
コンピュータにより船位を計算するので、オメガチャートやテーブルは使用せず、推定船位を基にした近似計算にて船位を求めている。また、精度向上のためにオメガ受信機から得られる位置線 (LOP) を予め記憶してある補正值原データを使つて修正している。

しかし、現時点ではオメガ送信局が4局しか完成して





荷役制御室 荷役システムオペレータコンソール



荷役制御室 カーゴバルブコンソール

おらず本船の就航海域では船位を決定するに到っていない。実績が得られるのはオメガ送信局の完成後となるであろう。

#### 4.3 航海ロギング

ロギングが行なわれるのは正午、20時と本船が変針したと判断された場合であり、任意に要求した場合も行なわれる。航海関係のロギングの様式には次のものがある。

NOON REPORT  
FINAL REPORT  
OMEGA FIX  
TRACK AND CURRENT

これらのロギングで打出される内容は主として船の位置情報と航程と経過時間である。また、各データの初期値や修正値を入力するためにロギングタイプライタはキーボード入力が可能となっており、インプットミス防止策として入力項目それぞれを問答形式で行なうようにしている。キーインプット項目として次のものがある。

初期値設定インプット

修正データインプット

再ロギング、レポート要求インプット

上項で述べたようにオメガによる船位が得られないので、現時点では推定位置を代用することにより形の整ったロギングとして順調に動作している。

#### 4.4 航法計算プログラム

航海計画や推定位置計算、天測計算を行なうために作られたプログラムである。本プログラムで計算できるものは次のとおりである。

漸長緯度航法計算

中分緯度航法計算

これらは出発点と到着点を与えて起程針路と航程を得る計算と、起程針路と航程を与えて到着点を得る計算から成っている。

#### 大圏航法計算

出発点と到着点から起程針路と予想航程を得る。

#### 天測計算

天測データから高度と方位を得る程度のものである。本計算はオメガによる船位決定が可能となるまでの船位決定法として採用されたものである。

各プログラム本来の目的のために利用されており、特に天測計算は推定船位の精度向上のための修正データ作成に使われている。なお、本計算の計算用データのインプットも航海ロギングのタイプライタより行なわれ、コンピュータとの問答方式である。

### 5. 荷役システム

#### 5.1 荷役システムの稼働状況

本船の引渡し前海水の積み降しによる実際に即した試験を充分実施した結果、プログラムの論理上のミスを完全に潰すことができ、また乗組員の習熟度も増し就航後はほとんど抵抗を感じることなくコンピュータコントロールを実施することができた。3次航からは荷役システムのS/Wを担当した保証技師を乗船させることなく全て乗組員により操作されている。

1次航、2次航における荷役システムの稼働は次の通りである。

##### 1次航

9月10、12日バラスト漲替

注) 1次航でありバラスト漲替の必要はないが、乗組員の練習として実施した。

9月20～21日 カフジ沖積荷

9月25日 カーゴ島積荷

10月13～14日 川崎沖揚荷(2種)

10月16～17日 水島港揚荷(2種)

##### 2次航

10月23、24、28日 バラスト漲替

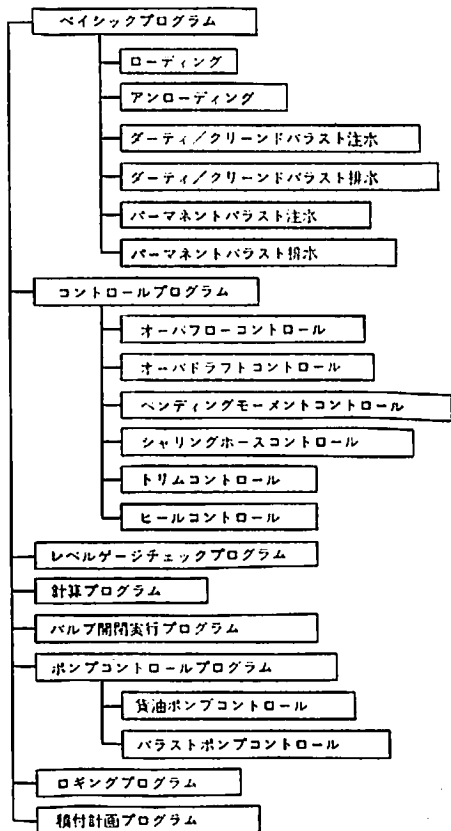


図4 荷役システムプログラム構成

11月7～8日 カーク島積荷(2種)

11月25～26日 喜入港揚荷(2種)

## 5.2 ポンピングベシックプログラム

ポンピング作業の基本的なシーケンスは図4に示す6つのポンピングベシックプログラムにより実行される。

貨油の種類が2種3種となると積荷揚荷は色々なパターンで行われる。またそれに並行して行われるパーマネントバラストの注水排水はポンプおよびタンクが少ないにもかかわらずさらに色々なパターンで行われる。本システムでの基本計画に当ってはどのような作業でも制御できるよう広い汎用性を持たせることに留意した。1次航の揚荷は2港でかつそれぞれの港で2種の揚荷を行うという特殊なケースであったが、充分その汎用性を発揮することができた。

荷役時間は本船の荷役設備および陸上設備の能力によりその大部分が決定され、運転制御の優劣により左右される要素は比較的少ない。その中で荷役プログラムでは従来のシーケンスを変更することにより荷役時間の短縮

が計られている。積切り作業は従来甲板上での確認に人手を要するため4タンク程度ずつタンク数を限定して行っており、このため比較的早くローディングレートを落とす必要があった。本システムでは最終アレイジ修正タンク1筒を除く全タンクを中断することなく一斉に積切れるよう変更されている。このためレートを落とす時期を遅くすることができ、カーク島のようにローディングレートが大きい場合、2時間程度の荷役時間が短縮されたと推定される。このシーケンスの変更は、コンピュータによる迅速な監視制御と新しく装備された貨油タンクオーバーフロー検出端、フロートゲージの故障診断等のH/W、S/Wのバックアップにより可能になったものである。

## 5.3 コントロールプログラム

ポンピング作業中図4に示す6つの制御項目を常時監視制御を行っている。2次航までの作業ではトリムおよびヒールの制御が実際に行われた。特にヒールについては通常制限値を $0.5^\circ$ としているがほとんど毎回の作業で制御が行われている。その他の制御項目はまだ制限値を越えることがなかった。1次航揚地の水島港はチクサンの高さにより船体浮上が制限されるが、ヒールによる舷側の上昇も無視できない量であり、ヒールの制限値を $0.2^\circ$ に縮小して制御を行い有効であった。またこの時の揚荷は特殊な積付け状態となり船体の曲げモーメント、剪断力とも制限値ぎりぎりとなつた。しかも荷役の中のタンク数が少いため、もし制限値をオーバーすれば揚荷を中断しバラストを注水せねならない状態であったが、オンラインの計算および積付計画プログラムによる予測計算により制限値を越えないことを確認しながら荷役を終了することができた。もしコンピュータがなければ荷役中に船体強度を手計算でチェックすることは困難であるからもつと余裕のあるシーケンスを採らねばならず、そのための荷役遅延があつたものと考えられる。

## 5.4 ポンプ速度制御プログラム

貨油ポンプ3台およびバラストポンプ1台は、キャビテーション防止、空気吸入防止、並列運転時のバランスいわゆるケンカ負けの防止、ショアマンホール制限圧力の保持および蒸気圧オーバーライドの制御が行われている。特にキャビテーション、空気吸入防止についてはその時の回転数、流量、タンクのレベル等により計算された緻密な制御が行われるため従来の手動運転より能率の向上が期待できるが、2次航までの実績ではまだ制御に余裕を待たせているので時間短縮は顕著でない。実績を見て余裕を縮めていく予定であるが時間短縮の他に熟練を要していたポンプの運転を自動化したことは安全性向



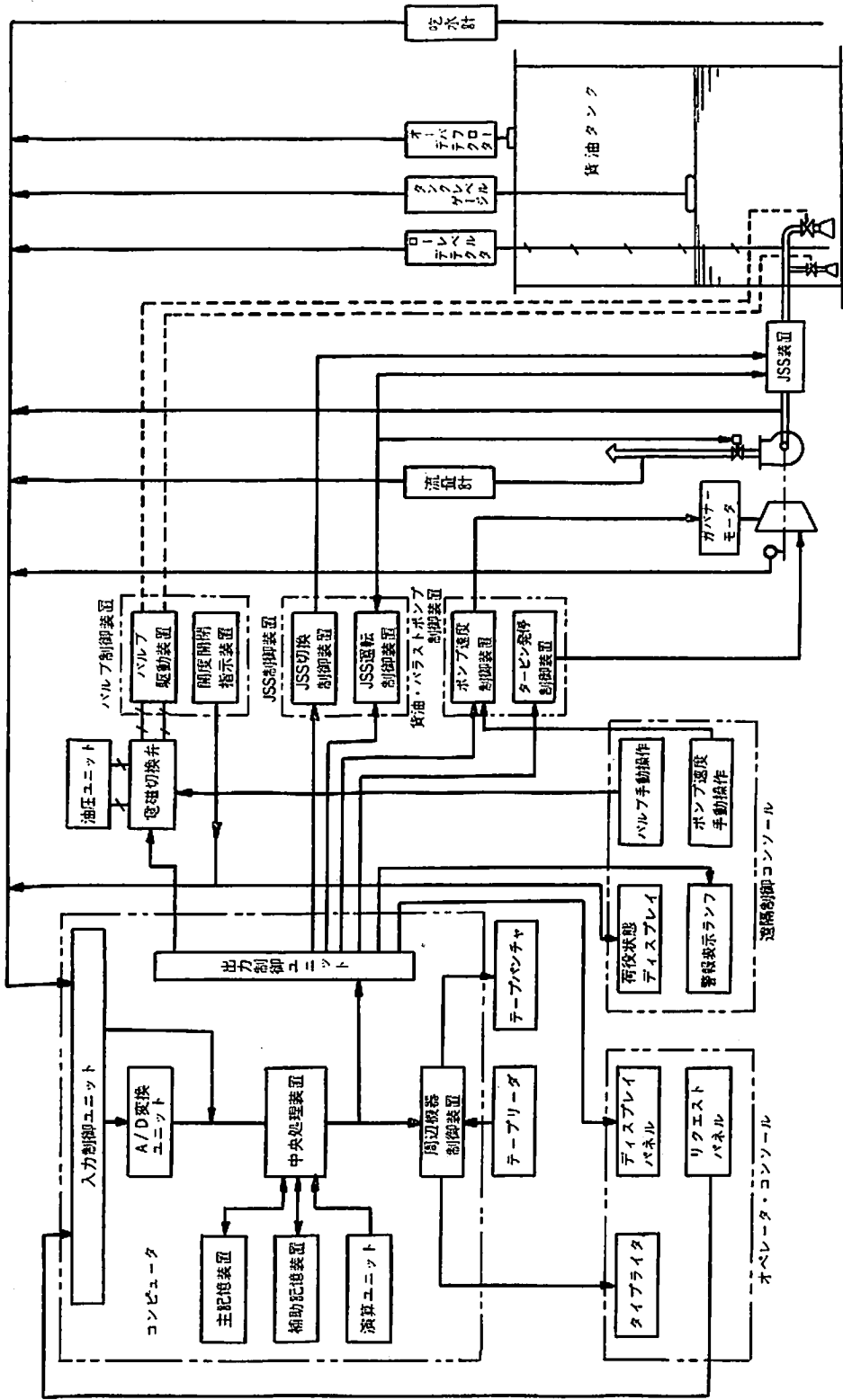
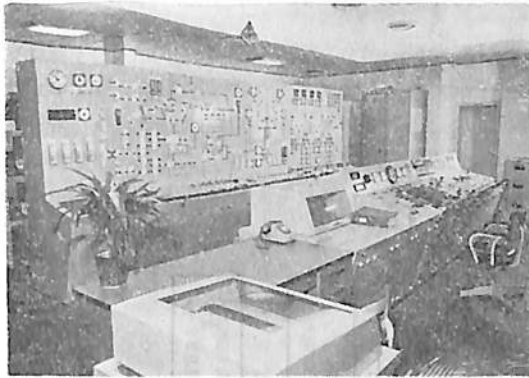
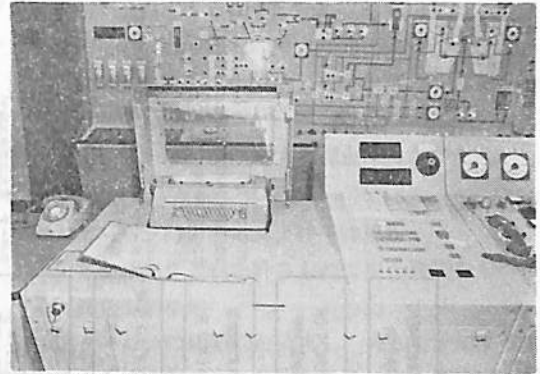


図 5 荷役システム制御機器構成図



機関制御室 全 景



機関制御室  
タービンプラントオペレータコンソール

上、省力化の面で非常に効果大きい。

### 5.5 積付計画プログラム

制御を伴わない諸計算機能を積付計画プログラムと纏めている。その機能は、

- イ) 最適積付計算
- ロ) 状態計算
- ハ) API, 温度からの比重の計算
- ニ) 最終積切りタンクのアレイ修正 (積荷)
- ホ) 最終吃水チェック (積荷)

等である。この内 イ) はほとんど使われず積付けを指定して船体の状態 (吃水, トリム, ヒール, 強度等) を計算するロ) がよく使用されている。船体強度等は充分制限値内に納まつてさえいればそれをより小さくする必要はなく最適の重要性が少ないこと、また TAT が短いため操作の簡単なロ) で充分こと足りているためと考えられる。ハ) およびニ) は積荷の最も緊張する積切り時に手早く計算し得るため非常に有効である。積付計画プログラムのアウトプットは全てタイプライタにより行っているが、特に一部のデータのみを知りたいような場合待ち遠しいことがあり、マンマシンインタフェイスとしてのタイプライタの使用は最小限にとどめるべきと考えられる。

### 5.6 その他のプログラム

フロートゲージの故障診断のためにレベルゲージチェックプログラムが用意されている。最も重要な検出端でありながらひつ掛り等の問題があり従来は常に注意していなければならなかつたものであるが、H/W の信頼性不足を S/W で補う例として安全性向上、省力化に有効であつた。またロギングプログラムも省力化に有効なプログラムの1つである。

### 5.7 新しく開発、改良された検出端

従来熟練者の勘に頼つていたりあるいは現場での確認

を要していたものに対し新しい検出端の開発改良を行った。貨油ポンプ流量計、オーバフロー検出器、浚え切り検出器等であるが、貨油に接する等使用条件が苛酷なため極力可動部分をなくす方針を採つた。流量計については前述のポンプ速度制御プログラムの重要な検出端となつているが自動制御を行わない一般のタンカーにおいても安全性の向上に有効な計器となると考える。また浚え切り検出器も揚荷の最も多忙な時期での省力化に有効である。(図5)

## 6. タービンプラントシステム

タービンプラントシステムは大別して

- データ処理システム
- 異常検知・予防システム
- 主タービン直接制御
- プラント復帰操作

から成つている。図6にタービンプラントシステム構成図を示す。

タービンプラントシステムは、異常検知、ブラックアウト後のプラント復帰に主体をおいたためプラントが安定して運航されている現在では十分な評価を下せないが、主タービン直接制御に一部不具合点がある以外おおむね好調である。次に項目別にシステムの概要および実績を別記する。

### 6.1 データ処理システム

#### 1) ロギングおよび性能計算

ロギングとしては、4時間ごとに機関部データおよび性能計算値を、1日ごとに合計回転数、燃料消費量、船速およびプロペラスリップなどを、また任意時刻に機関部データをタイプライタに印字する。

性能計算としては、平均回転数、平均軸馬力、燃料消費率 (期待値および実績)、ボイラ水消費量などを計算

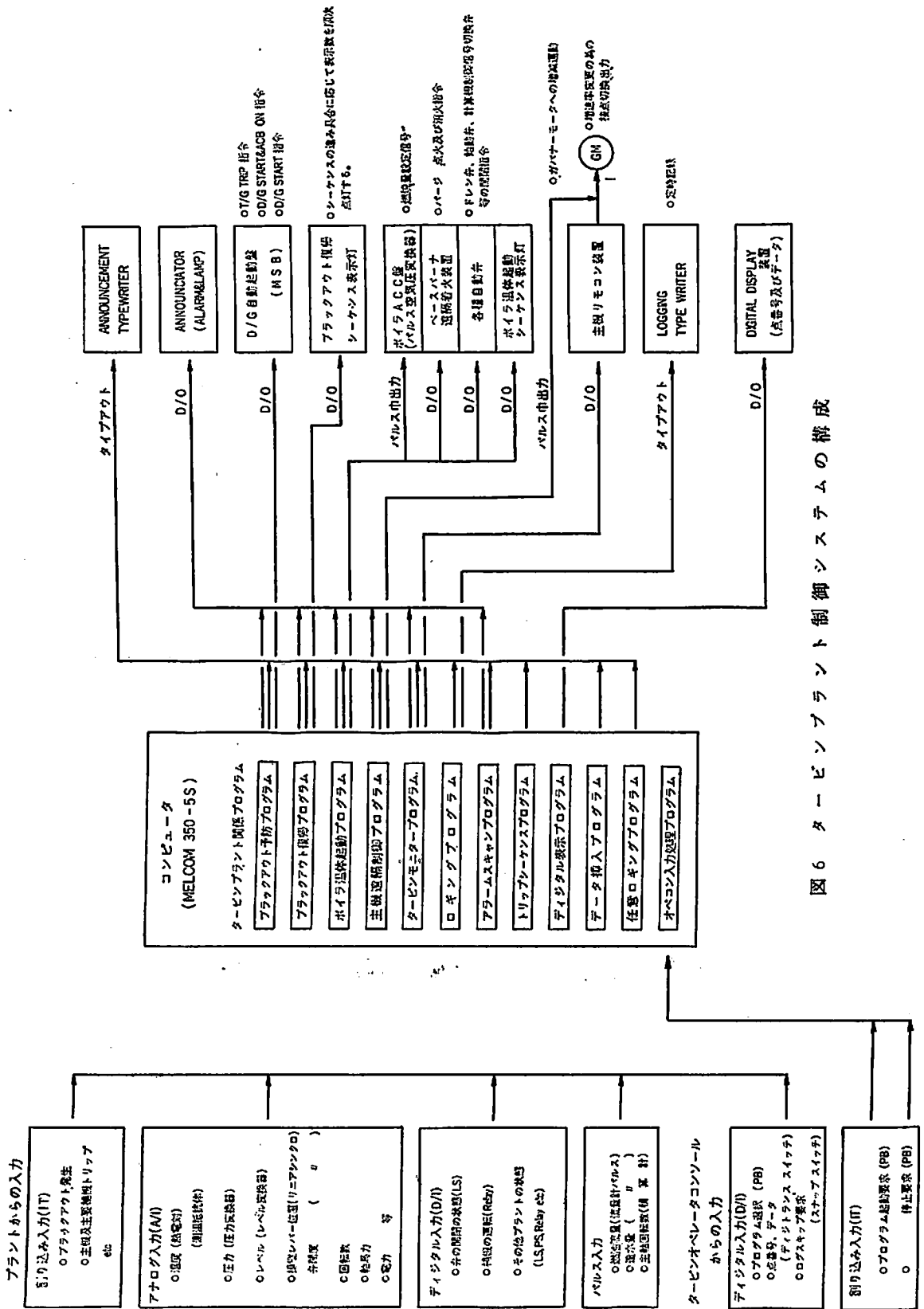


図 6 タービンプラント制御システムの構成



して出す。

機関部データ印字には全く問題はなかつたが、性能計算ではコンピュータ停止時のデータ保持、再起動時のデータ設定、船内実時間調整に伴うデータ処理上で一部不具合があり修正を要したが、現在は好調である。また、定時ロギング用として専用タイプライタを設けたのはレポート作製上有効であつた。

#### 2) 常時監視 (アラームスキャン)

プラント動的変化の速さに応じ10秒および30秒ごとに監視し、プラントおよびセンサー異常の場合は、警報とともに異常メッセージ(時刻、異常箇所、データ)を印字する。コンピュータのバックアップとして従来の常用監視装置をもち、両者による同時監視方式を採用した。このため両者間でタイマーおよびアラームカットで協調がとれないという不具合が発生したが、改造した現在は好調である。また、異常時における異常メッセージは運転管理上便利であることが経験された。

#### 3) デジタル表示

機関部の運転、監視上必要とするデータをオペレータコンソール上で指定することによつて、デジタル表示器に表示する。表示データは3秒ごとに更新される。刻々に変化するデータが容易に得られるため出入港時などのプラント負荷変動の激しい時の監視用、プラント状態チェック用およびセンサーの調整確認用として有効に使用されている。

#### 4) トリップシーケンス記録

主タービン、主ボイラ、ターボ発電機および給水ポン

プなど重要主補機のトリップ作動順位を検知し、タイプライタに印字し、原因探求に役立たせる。

就航後は電源回路のミスでスイッチングノイズをひろうという不具合点が発見され、改造を行つた。プラント全体が安定している現在使用する機会はなかつた。

### 6.2 異常検知・予防システム

#### 1) 主タービン異常検知および予防処置

主タービンの安全運転を計るもので次の機能をもつ。

##### (1) 異常振動検知

高低圧タービンの軸振動を監視し、異常を予知すると増速中断または自動減速の処置をとる。また高速回転領域では、周波数解析を行い振動発生の原因探求を行つている。低速回転領域では、あらたに開発した接触検知器によりタービングランド部の接触の有無を監視している。

##### (2) 熱応力検知

高圧タービンケーシングのフランジ内外部の温度を検知し、フランジ部に生じる熱応力を監視し、応力が制限値を超えると自動減速の処置を行う。また、増速時は、増速指令に対する熱応力の予測計算を行い、増速許容値を求め許容値まで適当な増速率を選んで増速する。

就航後の増減速操作・監視は必ず本プログラムによつて行われており、安心して運転できることが確かめられた。その1例を図7に示す。新開発品である接触検知器は正常に作動している。また、あらたに開発した振動計も性能面で従来の振動計よりも秀れていることが確認された。

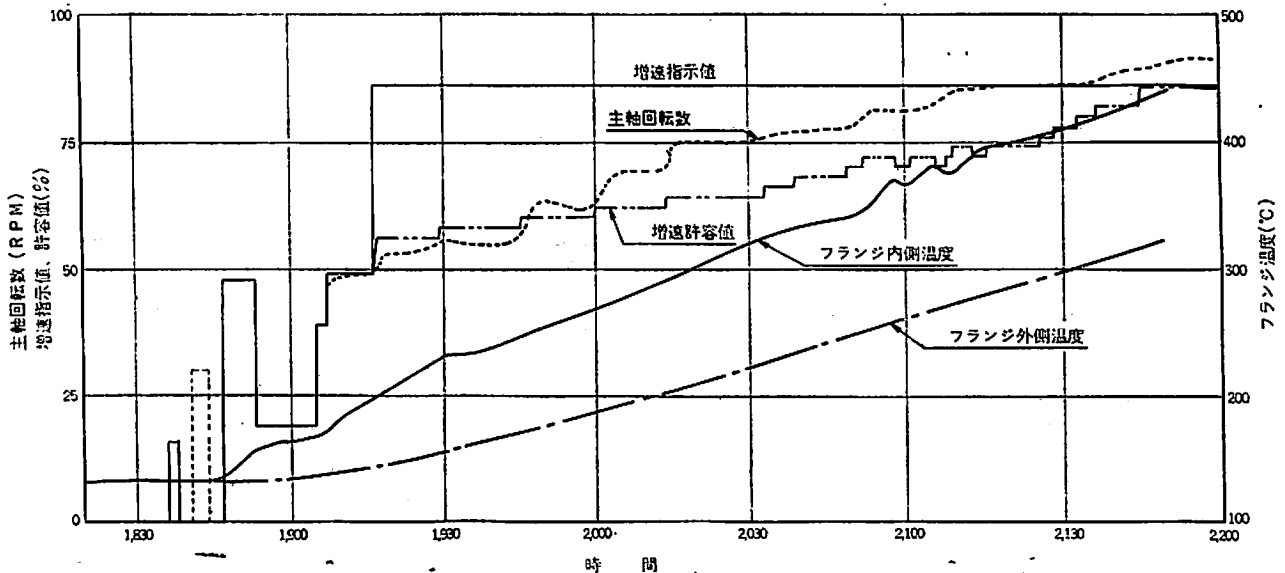


図7 主タービン増速実績

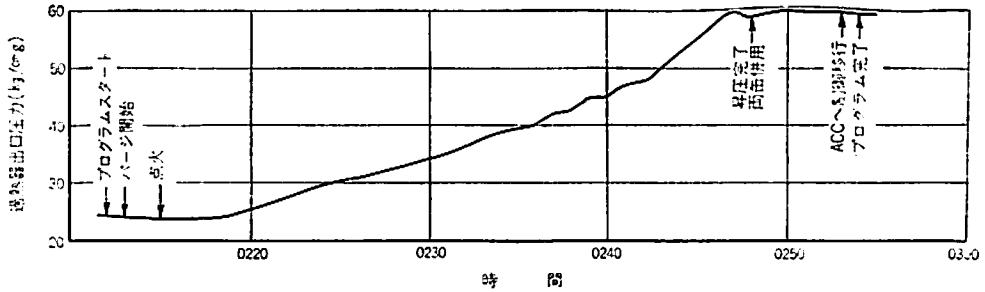


図8 主ボイラ温体起動実績

## 2) ブラックアウト予防

タービンプラントで最も重大なトラブルであるブラックアウトを防ぐためのものである。ターボ発電機および主復水器の運転状態を監視して、ブラックアウトに直接つながる要因を予知したら補助ディーゼル発電機を自動起動、同期投入を行う。また、主復水器異常の場合は、原因探求を行い対策の手助けとしている。

就航後は、プラント全体が安定しているため本プログラムの作動する機会はなかつた。ただ、主タービン負荷急増時の主復水器真空の警報設定値がきびし過ぎるなど警報のあり方にもう一步細かい検討を要する。

## 6.3 主タービン直接制御

コンピュータによる直接制御の特性、信頼性、問題点を確かめるためのもので従来の遠隔操縦装置と同一機能を有している。また、操縦レバー、ガバナモータ以降の操作部および回転数などの検出部は共用している。従ってコンピュータ制御と従来の制御装置とは自由にパンプレスに切替可能である。

陸上および艦装中にシミュレータとの組合せ試験および実船にて制御特性の把握、問題点の抽出を行い実用化のめどはついたが、入力端、操作端を共用しているため、両者の完全特性一致を得るためには、もうすこし時間を要する。

## 6.4 プラント復帰操作

### 1) ブラックアウト復帰

ブラックアウトが発生した場合、補助ディーゼル発電機による電源回復、補機再起動は従来の自動装置によって行われる。本プログラムは、上記操作をサイドチェックし、不具合があれば乗組員にオペレーションガイドを与えるものである。また、ボイラ復帰可能と判断すると、「ボイラ温体起動プログラム」を起動する。

### 2) ボイラ温体起動

ボイラ温体状態からの点火準備（諸弁操作、制御をACCからコンピュータに切替）、点火、昇圧管理、自動投入（ACCへの切替）の各ステップを自動的に行う

ものである。

就航後、ハードウェアの一部に不具合点が発生したが、改造後は順調である。プラント全体が安定しているため本プログラムを使用する機会はなかつたが、1次航川崎入港時本プログラムによる昇圧テスト（1ボイラのみ）を行った。その結果を図8に示す。

荷役中というボイラ負荷の安定しない状態であつたにもかかわらず、昇圧管理、両ボイラ併用、ACCへの切替など何ら問題なく完了した。

## 7. あとがき

以上述べたように“鳥取丸”の超自動化システムは、全般としては好調に稼働しており、短期間の実績ではあるが、信頼性、実用性があり、安全性向上、省力化にも役立つことが確認されつつある。ただ、安全性、省力化などをどう評価するかは明確でなく、これが将来超自動化採用のキーポイントとなるであろうが、現時点ではまだ結論は出せない。本船は就航後日も浅いので、今後更に実績をフォローし、システムの完成を図って行かねばならない。

終りに、本システムの開発にご協力頂いた日本郵船の関係者の方々、“鳥取丸”船長以下乗組員の方々ならびに三菱電機はじめ関係各メーカーの方々には深く感謝する次第である。

## (船舶時事) 大島造船所の設立

株式会社大島造船所は去る2月7日、大阪造船所、住友重機械工業、住友商事の3社の合弁によつて設立された。船舶の大型化に対処するために新構想のによる合弁会社で、業務が軌道にのれば大阪造船所と合併することになっている。場所は長崎県大島町、8万総トン級の船舶建造能力、年間4~5隻建造、第1ドック 299×80×12.4 m、第2ドック 151×80×12.4 mの規模があり、50年3月完成、操業は、49年10月の予定である。

# 漁船機関部の省力化について

山本盛忠

社団法人漁船協会  
機関室省力化研究会委員長

## はしがき

最近漁船の省力化、合理化の機運が進み、機関室の機械設備についても色々の試みがなされている。しかしながら船規模の小さい漁船等においては、船内スペースその他種々の制約を受ける関係上、従来必ずしもすべて大型船のごとき満足すべき状態とは言いきれないものがある。

漁船協会では漁船の省力化合理化を図るに当って、漁船の漁業種別でなく、機械設備の種類別に研究を進めることとし、上述の問題の解決を図るため、関係官庁係官、学識経験者と漁業会社、造船所、機関機械メーカー関係の技術者をもって、昭和43年1月機関室の省力化研究会を設けた。

たまたま、水産庁主催の各種漁船省力化研究会において、機関部の省力化、合理化については、この研究会が担当することになったので、この要請に応じて100トンおよび300トン前後の漁船を対象として約2年にわたって種々検討を重ねた結果、漁船機関部の省力化に関する基準の作成を行なった。

本稿はこれら基準の紹介と、あわせて漁船の機関部の省力化に関する問題点について述べる。

## 1. 漁船機関部の省力化に関する問題点

漁船の機関部の省力化が最終的に目標とするところは現状わが国の漁業界が直面している深刻な労働力不足を緩和するための所要機関員を減少することにあるが、これを達成する手段としてまず省力化機器の設備による船内作業の自動化、機械化があげられる。

ただしこの場合、設備の内容が高度になればそれだけ省力化の度合いも大きいかと云えば必ずしもそうではなく、逆に設備が増えることにより乗組員にかかる負担がかえって増加する懸念も生ずる。

したがって特に漁船の場合にはいたずらに理想に走ることを避け、現状に立脚してできるだけ簡単な少数の機器にて実質的に大きい効果を得ることが必要となる。

漁船機関部省力化基準作成の際にもこれらの点は十分加味し検討を行なったが、その場合の問題点について記すると、つぎのとおりである。

### 1. 省力化の程度

機関部の省力化をその程度から考えると、完全無人化と一定時間の無人化とに分かれる。

完全無人化は、機械設備が相当複雑・高価になるの

で、現状の漁船には適当しない。

一定時間の無人化は、さらにいくつかの程度に分けられ、無人化の時間が長ければ長いほど機械設備が高度のものになるが、漁船の現状、機関機械類の技術面および設備費等の経済面から考え12時間が妥当であるとの結論に達したので、12時間無人化を採用することとした。

なお、もちろん機関機械類の簡単な点検・整備は、必要に応じ12時間ごとに行なうことにした。

### 2. 信頼性・耐久性等

12時間無人化は一時的に達成できたとしても、機関機械類の故障により操業を中止するようなことがあったのでは、省力化も意味がないことになる。

それゆえ、信頼性・耐久性の高い機関機械類を選定することが重要なことになる。

また、機関機械の無解放運転時間、無手入れ運転可能時間が長いことは、機関部員の苛酷な労働を軽減する上から重要なことである。

### 3. 機関室関係

#### (1) 配置の改善

従来機関室は機関部員が常時いることを建前にして配置していたが、この基準による機関室は無人であり、12時間ごとの点検・整備の際のみ有人になるだけである。

この点を十分考慮し、機関部員に便なるよう工夫して機器類を配置することが重要なことである。

#### (2) 報知機の設置

機関室は12時間無人化になるので、火災および浸水報知機の設置についての基準を設けた。

#### (3) 機関室温度上昇の防止

機関室温度が上昇すると、機関の運転性能の低下を招くばかりでなく、電気機器にも悪影響があるので、40°C以下を目標にして吸・排気ファン等を設置するように定めた。

最近の密閉構造の機関室の場合、特にこの点に注意する必要がある。

#### (4) 油溜めの設置

海水汚染防止のため、油溜めの設置を定めた。

#### (5) 機関排気音の消音

機関の排気音が甲板作業に支障を与えないようこの基準を設けた。

消音器を設けるとか、煙突の開口部を高くする等



の方法が有効であろう。

(6) 機関部当直室

300トン型以上の漁船においては、当直室を設けることを定めた。

4. 機関・機械類の点検・整備基準

機関・機械類の点検整備基準にしたがって操作することは大切なことである。

この委員会でこの基準を作成しては如何との意見があつたが、現在機関・機械類の種類も多く、かつ技術的にも高低があり、一律な基準を作ることは無理だと結論から、それぞれメーカーの点検・整備基準を利

用することとした。

なお、機関室の機械類中特に保安・整備を必要とする主機および補助機関については、潤滑油および燃料油の適切な管理を行なうことによつて著しく無解放運転時間、無手入れ運転可能時間を延長することができる。

したがつて、この基準で「潤滑油管理」、「燃料油管理」、「燃料油サービスタンク」の項を設けたほか、主機には、特に燃料油および潤滑油の微粒子フィルター等付であることと定めた。

2. 300トン型省力化基準

項 目	機 械 の 仕 様	設 備 基 準
機関部全般	<p>(1) 機関部は機関・機械類の運転中12時間無人で支障のないものであること。(12時間無人化)            なお、機関・機械類の点検・整備は必要に応じて12時間ごとに行なうものとする。</p> <p>(2) 機関および機械類は信頼性・耐久性が高く、かつ無手入れおよび無解放運転時間が長いことが望ましい。</p> <p>(3) 機関・機械類はそれぞれの性能を十分発揮しうよう、かつ12時間ごとの点検整備に便なるよう配置すること。</p> <p>(4) 機関・機械類の点検・整備基準を明確にすること。</p>	<p>(1) 機関部当直室を設けること。</p> <p>(2) 機関室に火災報知機(ブザー表示灯は操舵室表示盤および当直室表示盤)を設置することが望ましい。</p> <p>(3) 機関室に浸水報知機(ブザー表示灯は操舵室表示盤および当直室表示盤)を設置することが望ましい。</p> <p>(4) 機関室温が40℃以下になることを目標にして、吸・排気ファン等を設けること。</p> <p>(5) 潤滑油交換、燃料および潤滑油こし器掃除などの際にできる廃油は、船底廃油溜めに導き、できるだけビルジに油分を混入させないこと。</p> <p>(6) 機関の排気音が煙突に近い甲板上1mの所で90フォン以下になることを目標にして消音器、煙突等を設けること。</p>
主 機	<p>(1) 機関各部(たとえばバルブ等)の注油は自動注油方式とする。</p> <p>(2) 调速機はオールスピード形とする。</p> <p>(3) 主軸受、クランクピン軸受等は、容易に点検・整備のできることを望ましい。</p> <p>(4) 潤滑油フィルターは複式切換装置付とし、容易に清掃できること。</p> <p>(5) 潤滑油の清浄を行なうためバイパスの微粒子フィルター等付とする。</p> <p>(6) 潤滑油および冷却水系統は自動恒温装置付とすることが望ましい。            なお、両系統ともワックスバルブでもよい。</p> <p>(7) 積算時間計または積算回転計付とする。</p> <p>(8) 電気式排気温度計付とすることが望ましい。</p> <p>(9) 従来の機側の操縦機構および計器類は付けておくことを原則とする。</p>	<p>第3節「主機遠隔操縦装置基準」による。</p>

項 目	機 械 の 仕 様	設 備 基 準
	(10) 歯車逆転機付機関および可変ピッチプロペラ付機関の場合、機関自体の逆転機構は設けなくてもよい。	
補 助 機 関	(1) 機関各部の注油は自動注油方式とする。 (2) 潤滑油の清浄を行なうため、バイパスの微粒子フィルター等付とする。 (3) 潤滑油および冷却水系統は、自動恒温装置付とすることが望ましい。 (4) 積算時間計または積算回転計付とする。 (5) 主軸受、クランクピン軸受等は容易に点検整備のできることを望ましい。 (6) 潤滑油フィルターは複式切換装置付とし、容易に清浄ができること。	(1) 始動・停止は機側にて手動で行なうを原則とする。 (2) 潤滑油圧力低下および冷却水温度上昇警報装置（ブザー、表示灯）を当直室表示盤（個別表示）および操舵室表示盤（一括表示）に設けること。 (3) 過負荷防止用燃料制限装置を設けること。 (4) 始動時の潤滑油プライミングは、強制圧送式にすることが望ましい。
発 電 機	交流 225 V（または 450 V）60 Hz 自動式のもの望ましい。	
配 電 盤	デットフロント型とする。	自動負荷分担装置、自動同期投入装置、自動負荷選択遮断装置を設けることが望ましい。
電 動 機		(1) 各電動機の起動器はグループごとに集めてグループコントロールパネルを設けること。 (2) 上記の起動スイッチは特別の場合を除き電磁スイッチとし、パイロットランプ組込みの押釦式とすること。
蓄 電 池		充電はフロート方式のもの望ましい。
主 空 気 圧 縮 機	電動機駆動またはクラッチを介してディーゼル機関駆動とする。	(1) 空気圧縮機は、空気タンク内圧力の低下、または上昇により圧力スイッチが作動し、自動発停すること。 (2) 空気圧縮機に、ドレイン排出用電磁弁を設け、ドレインを自動的に落とす装置を設けること。 (3) 強制潤滑方式の場合は、潤滑油が規定圧力に上昇してから空気そうに充気し始める装置を設けることが望ましい。
副 空 気 圧 縮 機		始動・停止は機側にて手動で行なうこと。
予 備 潤 滑 油 ポ ンプ	電動機直結駆動とする。	(1) 主機の潤滑油圧力低下時に予備潤滑油ポンプが自動始動するよう装置を設けること。また、操舵室から遠隔停止できるようにすること。 (2) この場合、主潤滑油ポンプと並列運転となるが、安全弁を設ける等して支障のないように配管をすること。 (3) 予備潤滑油ポンプの運転表示灯を操舵室表示盤および当直室表示盤に設けること。
燃 料 油 移 送 ポ ンプ	電動機直結駆動とする。	移送油量計測のため流量計を設けることが望ましい。

項 目	機 械 の 仕 様	設 備 基 準
燃料油サービスポンプ	電動機直結駆動とする。	燃料油サービスタンクの液面により、自動発停する装置を設けること。
雑用水ポンプ	電動機直結駆動とする。	上甲板上特定の位置(たとえば操舵室)から、ポンプの遠隔発停ができるようにすること。 この場合、機関室内のバルブは常時ポンプが使用できるよう開弁しておくこと。
ビルジポンプ	(1) 自吸式とする。 (2) 電動機直結駆動とする。	(1) 機関室内ビルジの水位により自動発停する装置を設けること。 (2) 機側にて手動による発停も行なえるものとする。
サニタリーポンプ	(1) 電動機直結駆動とする。 (2) 圧力タンク付とする。	圧力タンク内の圧力の高低により自動発停させることが望ましい。
清水移送ポンプ	電動機直結駆動とする。	移送清水量計測のため流量計を設けることが望ましい。
清水サービスポンプ	(1) 電動機直結駆動とする (2) 圧力タンク付とする。	圧力タンク内の圧力の高低により自動発停させること。
燃料油サービスタンク	(1) スラッジがローリングしても浮遊しないよう、かつタンク底部に集まりやすいようタンクの構造を考慮すること。 (2) 油取入れ時油面の泡立ちおよび異状攪拌を防ぐタンク構造とすること。 (3) タンク底部に堆積したスラッジ(ドレン)を抜取るよう指示した銘板をタンクに貼付すること。	(1) 操舵室表示盤および当直室表示盤に液面低下警報装置を設けること。 (2) 主機、補助機関等の燃料油消費量計測のため、流量計を設けることが望ましい。
燃料油管理	(1) 主機および補助機関の燃料供給管には、微粒子フィルター等を設け、容易に掃除しやすい構造とすること。 (2) フィルター類の掃除時間および掃除方法を明記した銘板をフィルターに貼付すること。	
潤滑油管理	(1) 各機械ごとに使用潤滑油の種類、量、交換時期の目安を銘板として機械に貼付することが望ましい。 (2) 各機械に潤滑油の補給口および油量ゲージを設けること。 (3) 潤滑油フィルターは容易に掃除しやすい構造とすること。 また、フィルターの掃除時間および掃除方法などを明記した銘板をフィルターに貼付すること。	
ウィンチ用油圧ポンプ	電動機直結駆動、または機関よりエヤークラッチ、電磁クラッチ等を介して駆動する。	(1) 特定の場所(操舵室内またはウィンチ附近等)から遠隔発停を行なうことができるようにすること。



項 目	機 械 の 仕 様	設 備 基 準
		(2) 遠隔発停個所には油圧ポンプの圧力計を設けること。
造 水 装 置		(1) 半自動運転できる装置を設けることが望ましい。 (2) 検水装置を設け、異状の場合は当直室表示盤に警報表示（ブザー、表示灯）を行なうこと。
機関室用通風機	軸流内装可逆式とする	(1) 十分の容量のものとする。 (2) 給気用および排気用をそれぞれ独立に設けること。

### 3. 100トン型省力化基準

基準の全文の記載は省略するが、300トン型の場合に對しての主なる相異点はつぎのとおりである。

- (1) 機関室の適当な位置に表示盤を設けここで隨時監視を行なうことにし特別に機関部当直室を設けない。
- (2) 配電盤はセミデッドフロント型とする。
- (3) 各電動機の起動器のグループコントロールパネルは“設けることが望ましい”と推奨事項とする。
- (4) 燃料油移送ポンプは燃料油サービスポンプ兼用とする。
- (5) その他、300トン型、100トン型両者の設備の概要をとりまとめるとつぎのとおりである。(以下(望)は設備することが望ましいものを示す。)

#### (a) 自動発停、遠隔発停等の程度

区 分	機 械 名 称	
	300トン型	100トン型
自動制御	主空気圧縮機	主空気圧縮機(必要な場合のみ)
	予備潤滑油ポンプ(発のみ)	—
	燃料油サービスポンプ	同左
	ビルジポンプ	—
	サニタリーポンプ	—
	清水サービスポンプ	同左
	造水装置(半自動) 蓄電池(充電)	同左
遠隔制御	主機	同左
	予備潤滑油ポンプ(停のみ)	予備潤滑油ポンプ
	雑用水ポンプ	同左
	—	サニタリーポンプ

	ウインチ用油圧ポンプ	ウインチ用油圧ポンプ(必要な場合のみ)
機 側 操 作	補助機関 副空気圧縮機 燃料油移送ポンプ 清水移送ポンプ —	同左 同左 — — ビルジポンプ

#### (b) 警報装置

区 分	警 報 時 間	
	300トン型	100トン型
機 関 室	火災発生時	同左
	浸水発生時	同左
主 機 関	潤滑油圧力低下時、冷却水温度上昇時、その他	同左
補 助 機 関	同上	同左
空 気 タ ン ク	空気圧力低下時	同左
造 水 装 置	検水の異状時	同左
燃 料 油 サ ー ビ ス タ ン ク	液面低下時	同左

#### (c) その他の主な設備

区 分	設 備	
	300トン型	100トン型
主 機 関	自動注油方式 潤滑油の微粒子フィルター等付 潤滑油の自動恒温装置付(望)	同左 同左 同左

	冷却水の自動恒温装置付(望)	同 左
	積算時間計付	同 左
	電気式排気温度計(望)	同 左
補助機関	自動注油方式	同 左
	潤滑油の微粒子フィルター等付	—
	潤滑油の自動恒温装置付(望)	—
	冷却水の自動恒温装置付(望)	同 左
	積算時間計付	同 左
	潤滑油ブライミングは強制圧送式(望)	—
配電盤	自動同期投入装置(望) 自動負荷分担装置(望) 自動負荷選択遮断装置(望)	—
電動機	グループコントロール方式	同 左
主空気圧縮機	ドレイン排出用電磁弁	同 左
燃料油移送ポンプ	燃料油流量計(望)	—
燃料油サービスタンク	燃料油流量計	同 左
燃料油管理	微粒子フィルター等	同 左

#### 4. 主機遠隔操縦装置基準

基準の全文の記載は省略するが、概要はつぎのとおりである。

- 対象機関としては漁船用主機として比較的使用される例が多い自己逆転形機関(クラッチ付も含む)、歯車逆転機付機関(1機1軸)および可変ピッチプロペラ付機関(低速または1機1軸、2機1軸歯車逆転機付)の3機種を対象としてとりあげた。
- 制御対象はつぎのとおりとした。  
自己逆転形機関……発停・前後進切換・速度・クラッチ嵌脱の各制御  
歯車逆転機付機関……逆転・速度・補機クラッチの各制御  
可変ピッチプロペラ付機関……翼角・速度・クラッチ嵌脱・補機クラッチの各制御
- 制御方式としては現在採用されているすべての方式(電気式・油圧式・空気式・機械式・電気空気式・電気油圧式)をとりあげた。
- 遠隔操縦場所は指令系統の単一化、装置の簡略化のためいづれの場合も操舵室制御盤のみとし、表示場所は当直室または機関室の表示盤により随時監視を行な

うものとした。

- 100馬力以下の小形主機に本基準を適用することは価格的に無理があるので、かかる機関については各項に記載したように基準内容の軽減を行ない得よう考慮した。

#### あ と が き

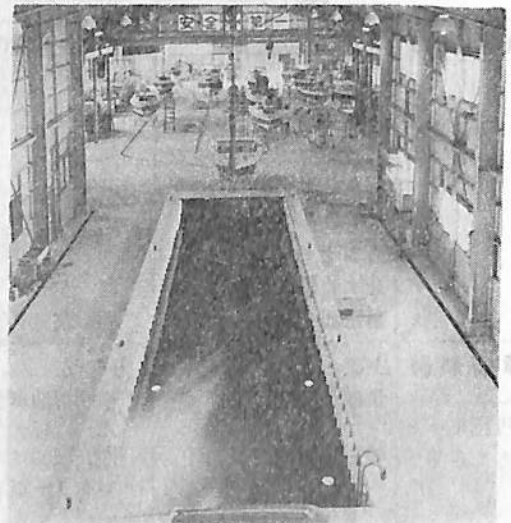
以上のごとく漁船の機関部省力化のための設備基準のとりまとめを行なったが、今後の問題としてさらに計器類の信頼性の向上、主機関および他の機器の保守基準の確立、油種使用への切換、乗組員の取扱技術の確立などの検討が必要となり、これらによつてさらに効果的な省力化を得ることが可能となる。

なお、今回制定した省力化基準は、その後漁船協会が設計を依頼された数隻の船に適用し実用した場合の問題点の検討も行なつたが、その結果は良好であつた。

したがつて今後とも関係各位においてこの基準をさらに多くの漁船の計画に適用いただければ、より合理的な機関部の省力化が達成されうものと確信する。

#### ヤマハ、インアウト艇エンジンセッティングの新工場

ヤマハ発動機株式会社では、かねてより、浜松市大島町に建設中の、ボート、インアウト艇の専門工場が完成し、去る2月より稼動を始めた。敷地70m×143m、建屋4,530m<sup>2</sup>で、水もれテストやエンジンセッティング用の20m×4mのプールがあり、電動ホイス2トン用×1、5トン用×1、フォークリフト2.5トン用、3.5トン用各1基を具え、セッティング能力は1日16～18フィート級インアウト艇10～12隻である。



## 1. ま え が き

深海潜水船の計画にあたって、その水中速力の決定が困難さのあまり、一番簡単な、もう造船界では見向きもされなくなつた抵抗係数による抵抗計算を実施したので、見て戴きたいと考えたわけである。難しいことは抜きにして、雑文的にまとめた。

ここに必要な式は、 $R=C_D \frac{\rho}{2} AV^2$  だけである。R は抵抗 (kg),  $C_D$  は抵抗係数,  $\rho$  は水の密度 (104.3), A は流れに直角な断面積 ( $m^2$ ), V は流速 (m/sec) である。

計算に当つてはいろいろの本から抵抗係数の表を捜し出したので、抵抗係数について、いささかの考察を試みた。

## 2. 潜水船の水中抵抗

### 2.1 水中抵抗の特異性

小型潜水船の速力は水上速力は水上ではほとんど行動しないので問題にならないが、水中速力は大体3ノット乃至4ノットが要求される。小さい速力なので抵抗計算は軽視されがちであるが、電池および原動機の占める重量は大体排水量(空中重量)の15%であるから抵抗が大きいと排水量の増大を招く。あるいは予定の速力が得られない。潜水船の形は千差万別であり、前の例から抵抗を判定することが難しい。たとえ前例があつてもその抵抗関係の資料は皆無に近く、要目表に掲げられた速力は、計画参考にするには余りに信頼性がなく、ほとんどが計画速力で実速力ではない。というも潜水船の水中速力の実測は多くの困難が伴い、特別の場合の外実施されていないためである。

外国はいざ知らず我国のものも水中速力の実測は防波堤にそつて航走して、防波堤上から測定されている。距離も短く正確さに問題が残る。

こんなわけで新計画船に対して模型試験が用いられる。水槽の場合は模型支持材が大きくなり、測定が困難で風洞の方が手軽であるが、ここにも支持材の影響が出る。ピアノ線で飛行船の模型を保持して抵抗を求め、あとでピアノ線だけの抵抗を求めたら、前回の全抵抗より大きい抵抗が出た事があつたそうである。試験の時期が相当ずれていて、その間にピアノ線に錆が出た結果であつた。そんな間違いは除外しても模型では詳細な小さい

附加物までは装備されないので全抵抗を推定するのは難事である。試みに全抵抗に占める附加物抵抗の%は次の通りである。あとで計算法は述べるが、勿論100%の自信はない。おおよそその傾向を見るものである。

表-1 附加物抵抗 (%)

アルビン	38	ダイブクレスト	27
よみうり	24	しんかい	10.6
はくよう	37	アルミノート	10

### 2.2 実船の抵抗例

模型試験が当てにできないと断定したのは何も推定しただけではない。模型試験は数多く実施された筈であるが実測と対比して公表されているのは不勉強のためか手元にはアルビンとアルミノートだけである。いずれも模型より計算した抵抗は実測よりはるかに低く模型試験の必要がない程である。反つて模型試験は計画のさまたげになると極論したいほどでもある。

アルビンではセールを含む主船体の模型試験による速力1m/sのEHPは0.8であるが実船の1m/sのSHPは5であつた。5SHPから実船のEHP=2.5と半分と考えたとしても、2.5と0.8の相違は附加物だけでは解決しそうにない。

アルミノートは計画速力は10馬力で3.8ノットである。模型からの抵抗曲線によると、9.5馬力3.8ノットであるから計画は余裕があると考えた数字であつた。完成後の実測値は、計画速力3.8ノットを下廻つたと見えて、推進馬力を15馬力に増す改造を行なつている。改造後3.8ノットを回復したとしたら、改造前の速力は3.2ノットであつたと思われる。抵抗において予測より60%も増大していたわけである。そんな状態であるから模型によらないで抵抗を概算で求めても、模型によるよりはましであろうと考えた。計算式は前述のものである。

### 2.3 抵抗計算法

水上船舶では抵抗を摩擦抵抗と、造波抵抗に大別し摩擦以外の諸抵抗を造波抵抗に含める。水中では造波が船体深さの4倍以上の深度でなくなるから水上より有利とされているが、ごく低速以外は他の抵抗が加わり摩擦抵抗だけではない。主船体では摩擦抵抗が大きく、附加物では他の要素が主な抵抗となる。即ち附加物の前面には



動的圧力が加わり側面には層流による摩擦抵抗があり、後端には後流がある。これらをひつくるめて

$$R = C_D \frac{\rho}{2} AV^2 \text{ で表わす。}$$

主船体には一般に船体、バラストキール、セール(昇降筒)、バラストタンク等が含まれるがここではセールは別箇に扱う。附加物には舵、安定翼、フェンダー、気嚢器、作業棒、水中灯等一切のものを含み時には船体のナットの頭まで計算する。要するにできるだけ分解してそれぞれに適当な抵抗係数(C<sub>D</sub>)を求めて計算する。

この計算では、ハンドブック等にあるC<sub>D</sub>を使用するのであるが、これらの値をそのまま採用できる実船の速度は4ノット以下である点に留意を要する。幸にも潜水船の水中速度は大体4ノット以下であるからこの計算法が利用できる。4ノットを超えると抵抗係数は粗面のため摩擦が増えて大きくなる。この時実船の表面はペンキ塗装あるいは裸と考えている。摩擦抵抗が他の抵抗にくらべて問題外に小さい附加物においては、この制限は考える必要はない。

動圧の大きい球とか平板では抵抗係数は臨界速度で急変する。一般に抵抗係数はレイノズル数で変化するが、ここでは概略計算であるからこの問題は考えない。

#### 2.4 主船体の抵抗係数

主船体は完全流線形としたいが、装備品のために、あるいは運搬、格納のために幅や高さの制限を受けて中央部に平行部分を作られる事がある。船尾は推進器を装備するので流線形になる。前面には窓があり、半球、だ円となることが多い。時に上半分に外殻が、「しんかい」のように流線形の半分形でかぶさったり、「アルビン」のように傾斜平面としてかぶってくる。このような場合は主船体を上下に二分してそれぞれに適当な抵抗係数を使用する。バラストキールは断面が小さく前面が適当に整流してあれば主船体に加えて差支えないが、前面が平板状なら分離して計算する。セールは抵抗も大きいので

表-2 2,3次元体の抵抗係数

形 状	3次元体	2次元体	3次/2次
球, 円柱	0.47	1.17	0.40
半球(凹面に流入)	1.17	2.30	0.50
中実半球, 中実半円柱	0.42	1.16	0.36
だ円	0.59	1.60	0.37
角体, 角柱(面に直角)	1.05	2.05	0.51
平板	1.17	1.98	0.59
角体(面に45°の流)	0.8	1.55	0.52

分離する。

抵抗係数を定めるには、ハンドブックにも正確に主船体に適合するものは流線形体以外にはないであろう。発表された抵抗係数は一般に風洞で計測されたものが多く、風洞では上下あるいは左右の壁の間に柱状の試験体を入れて両端の影響のない場合が示されている。即ち2次元体の場合である。潜水船の場合は3次元体であるから、2次元体(柱体)のままでは使えない。表-2に見るように3次元体の係数は大体2次元体のその1/2である。

動圧の少ない物体は0.4位であるが安全側をとつて0.5とする。これらにより主船体の係数は次のとおりとする。

- (イ) 流線形体で長さとの比が2.7, 3.0, 4.3の場合それぞれの係数を0.12, 0.10, 0.09とする。
- (ロ) 前端が半球体の流線形体は0.10とする。
- (ハ) 前端がだ円体の場合は0.25
- (ニ) 前端が傾斜角度45度の斜面のとき0.43

主船体の断面は必ずしも円形ではないが、全体的に見て、特に船首附近がフェアリーに形成されていれば断面の形は無視して断面積を求め前述の係数を適用する。いくら附加物の抵抗が大きいといつてもやはり主船体の抵抗が主要なものとなるからこの係数の決定は重要である。今後の研究が必要であるが、私算の結果は大体満足すべき結果を得たので数字を発表した次第である。さらに改善したいので御教示をいただきたい次第である。

#### 2.5 セールの抵抗係数

セールは昇降筒であるから円筒が多い。窓があるから整流おおいには前面がなく後部だけにつけたものが多い。柱状と考えると上部に端部があるから過大な係数になるが、ハッチのフランジ、窓等で抵抗増の要素があるから、端部の影響と相殺して柱の係数をそのまま採用する。(表-3)

表-3 セールの抵抗係数

高さ	幅	流線形	円筒後部に整流板	円筒
5		0.08	0.08	0.75
4		0.09	0.09	0.72
3		0.10	0.10	0.70
2		0.20	0.20	0.68
1		0.40	0.40	0.61

#### 2.6 附加物の抵抗係数

附加物の形状は多種多様であるが次の分類(表-4)に従うと思われる。

表-4に示したとおり、水平翼、舵などは模型試験では主船体に入れるが、附加物として扱うこと、セールと同様である。

表-4 附加物の抵抗係数

形状	流れの方向	附加物の名称	係数
流線形	形に平行	推進器ガードリング, 尾翼, 支柱	0.1
円柱	横方向	アンテナ, 丸棒, ソナードム, 鋼索, マニピレータの一部	1.2
		ボラード	0.7
正方形柱	横方向	マニピレータの一部	2.05
短形柱	同上	同上	1.0
半球	凹面に直角	照明灯	1.44
	赤道面に平行	同上	0.8
平板	面に平行	ステップ, ビルジキール	0.5
丸棒縁取り平板	同上	尾翼, ビルジキール, ステップ	1.0
円柱	軸と斜交	バンパー	0.3
小突起	取付面に平行	ナット, アイプレート	1.4

## 2.7 流速

この計算においては、流速即ち船速であると簡単に考えてはならない。主船体の場合は船速であるが、セールや附加物の計算では、その場所の真の流速をとる。今セールを通過する水流を考えると、船首の先端から出発した水は、船体の背中に上りセールをめぐって、船体の上部構造物表面の形状につれて下に下がり遂に船尾端に到

る。その道程は船首端から船尾端に到る直線より明に長い。容易に判るようにセールを通過する流速は、船速より道程が長いだけ速い。計算するには船体のガースレングスを測り船の全長との比を求めればよいが大体1割増の1.1となる。抵抗は流速の2乗で大きくから船速で計算するより2割増となる。もし過大なセールがあれば水流は前進方向の左右に大きく曲るので増速はさらに大きくなる。摩擦抵抗の増加であるから量は小さいが、場合によっては主船体の抵抗増を招く。

各々の附加物についてもこのようにして、増速を考慮に入れる。附加物が前方に障害物があれば流速は低下し時に流速は0となるが、一般には3ノット程度の低速であるから余りその点は考えなくてよい。

## 2.8 実船の計算例

以上述べた計算法で実船について計算し、要目表の馬力から推進効率0.5として求めた速力を示したのが表-5である。表には今までの抵抗係数とは意味が違うが全抵抗を主船体だけの抵抗と見なした時の主船体断面積に対する抵抗係数を示した。初期計画でタイプシップから抵抗を概見するには附加物の抵抗まで計算するのは無理であるから、この係数が便利である。この値は0.49から0.13と変化が大きい。附加物の大小が大きく影響しているものである。

## 3. 二次元物体の係数

先にも述べたように抵抗係数は風洞で求められた二次元物体(柱)の例が多く示されている。その値はいろいろの数字で、そこには一定の法則がないかの観を呈しているが、多くの断面は動圧によるもので、流れが物体に

表-5 実船の計算例

船名	よみうり	しんかい	アルピン	はくよう	ディブクエスト	アルミノート
L×B(m)	14×2.05	16.52×5.6	6.7×2.3	4.7×1.6	15×2.45	15.6×2.44
推進馬力	16.3	15	10	10	15	15
2節の EHP	1.84	5.1	2.2	0.9	1.14	0.83
主船体断面積 %	80	96	82	78	80	82
附加物断面積 %	20	4	18	22	20	18
合計面積 (m <sup>2</sup> )	6.8	28.51	8.54	3.47	15.72	11.34
主船体による C <sub>D</sub>	0.49	0.27	0.446	0.48	0.13	0.13
主船体抵抗 %	76	89.4	62	63	73	90
附加物抵抗 %	24	10.6	38	37	27	10
1 m/s の抵抗 (kg)	138.4	385.1	162.75	67	85.5	62.05

(注) ここに主船体というのは、セールも含む。「はくよう」ではさらに電池槽、気器器も含めた。

舵、ひれ、安定板は附加物に入れている。

EHP 曲線は2節の EHP から速度の3乗に比例して求められる。

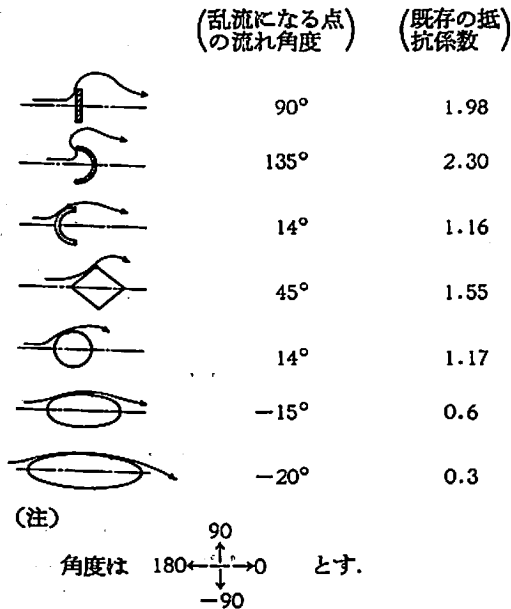


図-1 乱流となる点の流れの角度と抵抗係数

あたつて方向を変換する度合いが大きいほど抵抗係数は大きい。

即ち物体にそつて層流から乱流になる点の流れの方向によつて係数が定まる。

図-1 に流れの方向と抵抗係数とを示し、

図-2 にこれを曲線で示した。

係数1以上の場合には助圧によるもので一応是認されているが、1以下のものは未だ説明されていないようである。しかし傾向としては当然図-2のように残るはずである。

こう考えると多くの係数表をひつくり返す必要がなく、図-2の曲線1本で足りる。問題は流れの方向角を決定することである。

#### 4. あとがき

図-2の曲線が真実であつたとしても、これを利用するのは容易でないように見える。そこで一つの提案をしたい。係数を求めたい断面の柱をえらび、細い、短い糸をまきつけ、水槽でも浴槽でもよい、水中に立てて横に動かす。細い糸は水面に浮んで、ひらひら流れる。この糸が供試物から離れる点が層流から乱流になる点であり、その糸の方向がその点の流れの方向である。これが容易にできれば簡単であるが、カルマン渦で糸が安定しないし、少しでも糸が長すぎると糸は自分の抵抗で流され境界層を示さない。しかし簡単にできる実験だから遊ぶつもりで実験できる。糸の代りに水面に細粒を浮かせば本

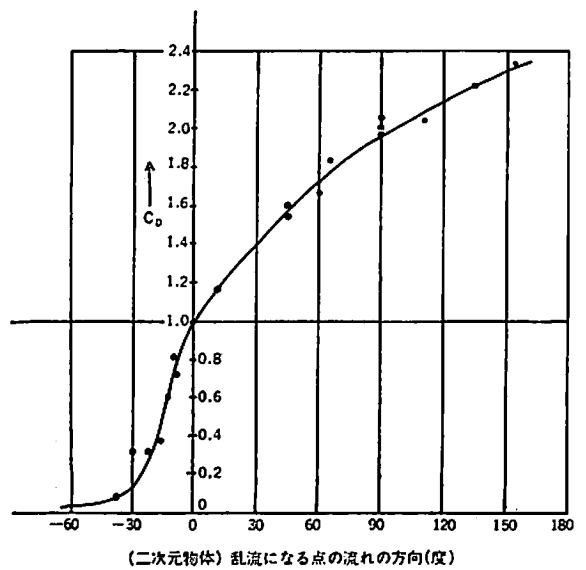


図-2 抵抗係数曲線図

式である。やつかいな抵抗の問題を身近な興味に置換できるから是非一度はためしてほしい。こんな事が船を愛好する者のたのしみであろう。勿論本格的水槽試験、特に回流水槽試験で検討する好箇のモチーフであるから学生の卒業研究にでも採り上げてもらえば幸いである。

ここに実験施設を要しない潜水船の抵抗計算について述べたが、何もこれに限るまい、今日ではわれわれは余りに設備や研究に時間と金を費しすぎはしまいか、物によりけりである一例として未完の雑文を御覧に入れた次第である。

#### 海技入門選書

東京商船大学教授 野原威男 著

## 船用プロペラ

A5 上装110頁 ¥ 400円 (〒110)

#### 目次

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



# 船舶用イナートガス—その意味

Smit Nijmegen Electrotechnische  
Fabrieken N.V.

日綿実業株式会社:

大阪船車プラント部プラント機器第一課

## 1. 概論

多くの物質は、周囲の空気と結合して爆発性および可燃性の混合物となつたり、あるいは空気に接して品質が劣化するという好ましくない特性をもっている。このことは、これらの物質の貯蔵中また特に輸送および積換中に、空気との遮断が必要となる。船舶について、最近の事故例が示すように些細な事故でも重大な事態に結びつくものであるが故に、特に注意する必要がある。

これの確実な解決方法は、空気の活動性を発揮させない媒体、いわゆるイナートガスでもつて、空気を置換させることである。イナートガスが実証済みの方法で使用されているところでは、爆発性および可燃性混合物の生成を避けることができ、そして危険な反応は生じない。原油タンカーでは、イナートガスとしてボイラーのフルーガスを利用する方法が考えられた。しかしながらつい最近までは、ボイラーのフルーガスを利用する方法に対する正しい評価がなされてはいなかつた。

今日では、その目的で製造されたイナートガスは、その組成に順応性があることおよびイナートガスの製造が船の航行する地域および情況（例えばフルスピードの場合、徐行の場合、停泊の場合等）には関係なく行なえるために、広範囲な用途があることが認められている。

このイナートガスは安価に製造されるべきであり、さらにイナートガスの適用方法がその組成に影響を与えることが銘記されねばならない。広く用途を満足させるためには、イナートガスをいろいろな方法で取扱つた経験が何より必要である。これらのことからイナートガスに関するスペシャリストのみが安全で信頼性があり、そして経済的なイナートガス発生装置を設計しようと断言できる。

イナートガスの特性・用途は次のとおりである。

- 船倉での爆発防止および発火防止の媒体
- 貨物の品質劣下防止の媒体
- 火災を消火する媒体
- バラスト航海中にタンク内を圧力化に保つための媒体（これにより空気の進入を抑げる）
- 荷揚げをスピードアップする媒体（その圧力により揮発性物質の気化を抑止すると共にポンプのキャビテーションを防止する）
- パイプ類・タンク類の腐蝕を抑制する媒体

- 隔壁等へのスケール形成を防止する媒体
- 特別な処理を行なえば計器類を清掃する媒体

## 2. イナートガスを製造する基本的プロセス

いろいろな種類のイナートガスの基本は、液体状あるいは気体状炭化水素の化学量論的燃焼によつてできるフルーガスである。後章においてすでに利用されているフルーガス（すなわちボイラーのフルーガスあるいはディーゼルエンジンの排気）が何故優位を保てないかにつき詳述する。化学量論的燃焼によつて得るフルーガスは、炭化水素の一定量の燃焼生成物の外に、不純物の酸化物（例えば  $\text{SO}_2$ ）および燃焼用空気中の窒素、炭酸ガスおよび水蒸気を含んでいる。さらに微量の窒素酸化物および遊離水素および酸素が検出される。燃焼プロセスは複雑なものであり、ここ当分は結論づけられることはないであろう。

燃焼は燃料がガス状においてのみ進行する。炭化水素はラジカルに分解し、そしてこれが酸素と結合する。すべての化学反応と同じく、化学量論的燃焼も完全に行なわれない。しかしながら好ましからざる要素をある範囲内に抑制することはできる。しかし目的に添つた燃焼が行なわれることが条件となる。化学量論的燃焼に近い状態においては一酸化炭素・水素含有量と酸素含有量との間にある関係が成立する。生イナートガスを独自に製造する場合、燃料の選定上広い範囲が許容される。結論的には、化学量論的あるいはそれに近い燃焼は、燃料に含まれた不純物による腐蝕攻勢からイナートガスプラントそれ自身を保護する理想的な方法であると云える。すなわち活動的なバナジウム酸化物がこの種燃焼中に生じないであろう。

## 3. イナートガスの一般の品質

イナートガスの各応用は、意図された応用に適した組成を有するガスを準備することがまず必要となる。さらに、イナートガスが総ての局面において安全かつ信頼できる媒体であるために要求される一般的な特性がある。

要約すると、ガスは

- a 有毒性であつてはならない。
- b 腐蝕の原因であつてはならないし、また促進するものであつてはならない。
- c 活性であつてはならない。
- d 存在する物質と結合して爆発性混合物を形成して

はならないし、また反応を起こしたりあるいは何らかの触媒的活動を示してはならない。

e よこれを起すものであつてはならない。

つまり本当の意味でのイナーツ（化学作用を起こさないもの）でなければならない。

特にイナーツガスは煤あるいは灰分のごとき固形粒子を含んでいてはならない。さらに、煤は  $\text{SO}_3$  および  $\text{SO}_2$  を吸収することがわかつており、その結果煤の附着した箇所に腐蝕が起こりうる。また  $360^\circ\text{C}$  以下の温度において酸素および水蒸気が存在すれば、煤は触媒作用を行ない  $\text{SO}_2$  を  $\text{SO}_3$  に変える。

解決方法としては粒子を取り除くか、あるいは粒子を作らないことであるが、特殊な技術が要求される。

Smit 社は粒子の形成を避ける燃焼システム的设计に際しますこの問題に取り組み、SMIT ウルトラマイジング・コンパクション・システムとして確立した。

#### 4. 特定の目的に適したイナーツガスへの調整

ここでいう調整とは、基本的な素材をある種用途に適した製品に変換することを意味する。液状あるいはガス状の炭化水素を化学量論的燃焼させて得られるフルーガスは最も多目的な基本的素材と云える。化学量論的燃焼によるフルーガスの組成は、燃料中の C/H 比に依存する。第1図はその関係を示す。

また化学量論的燃焼においてさえ、 $\text{O}_2$  と共に  $\text{CO}$  および  $\text{H}_2$  の生成は避けられないし、さらにフルーガス中に燃料中の不純物による酸化物等も存在する。燃料より不純物を除去するためのコストより、フルーガスより不純物を除去する方が一般的に安いと云える。つまりある圧力および温度にあるイナーツガス中の好ましからざる

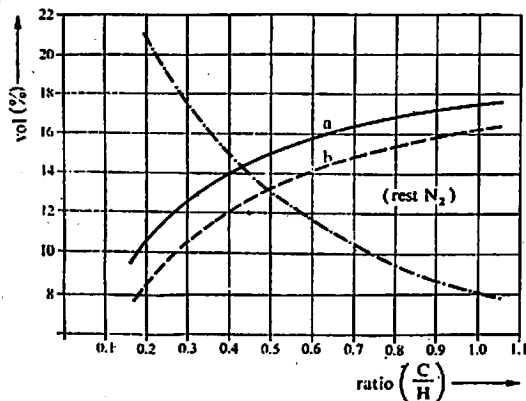


Fig. 1. Flue gas composition at stoichiometric combustion in dependency of the carbonhydrogen ratio [7].

a.  $\text{CO}_2$  in dry flue gas; b.  $\text{CO}_2$  in moist flue gas;  
 —:  $\text{H}_2\text{O}$ .

要素の含有量を許容数値まで減少させねばならない。この場合、次の項目が考慮されねばならない。

a 煤

SMIT ウルトラマイジング・コンパクション・システムを使用する場合、煤は決して生じない。

b サルファー

化学量論的燃焼において燃料中に存在するサルファーはほとんど  $\text{SO}_2$  になり、 $\text{SO}_3$  になることはほとんどない。 $\text{SO}_2$  は洗浄塔にてフルーガスを洗浄すれば除去することができる。たとえば、燃料中のサルファー量が 1.8 wt% 以下であれば、フルーガス中の  $\text{SO}_2$  を 20 ppm 以下に減少させることができ、 $\text{SO}_2$  および  $\text{H}_2\text{S}$  はほとんど検出しない。この程度の濃度では、 $\text{O}_2$  含有量が 5% までであれば、腐蝕の問題は生じない。

c 一酸化炭素および水素

$\text{CO} + \text{H}_2$  と  $\text{O}_2$  との関係はすでに触れたが第2図は Smit にてイナーツガス発生装置の通常の燃焼室でライト・マリン・ディーゼル油を化学量論的燃焼によつて得られた調査結果を示す。燃焼室で得られる以上に厳格な要求があればフルーガスを触媒でさらに処理する必要がある。

d 水蒸気

炭化水素の燃焼により得られるイナーツガスは水蒸気を含んでいる。水蒸気は凝縮する唯一の物質であるが故に、ガス中の水蒸気の含有量は質量比で示されることはほとんどなく、通常露点によつて示される。露点とは水蒸気が流体中で平衡状態にある時の温度であ

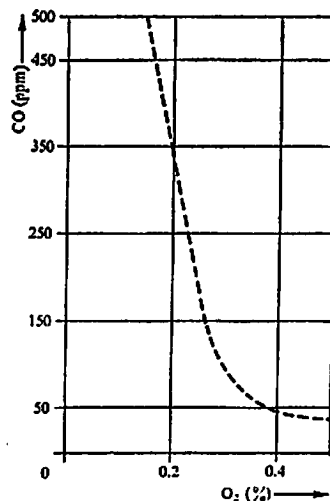


Fig. 2. The interrelation between  $\text{O}_2$ - and  $\text{CO}$ -content in the inert gas at a generator with the Smit 'Ultramizing Combustion System'.

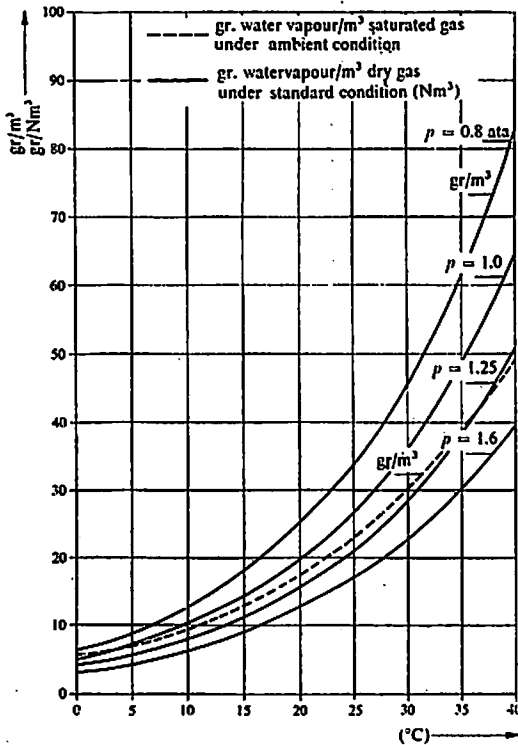


Fig. 3. Water content in saturated gas mixtures in dependency of dewpoint and total pressure.

る。他の言葉で云えばイナートガスがその水蒸気の露点と同じ温度にあれば、イナートガスは飽和状態にあり、そして少しでも温度が低下すれば凝縮を起すことになる。この場合露点はイナートガスの温度と同じになる。しかしながら露点を述べる場合、水蒸気の含有量は決定されていない。圧力あるいは温度を変えた場合、イナートガスからどれだけの質量の水蒸気が凝縮したかを知ることが重要である。

第3図は露点と全圧との関係における水蒸気の質量を示している。フルーガスをイナートガスに変質させる過程でその温度を当初の露点以下にさげることでは、それにより一部凝縮させることはできる。しかしイナートガスはさらに低い温度下でしばしば用いられるだろう。すなわちLPGあるいはLNGタンカーのタンクにイナートガスを用いる場合である。一度低い温度において水滴を作ればこれを除去することがきわめて困難であるため、水滴の生成は許されない。

一方プロパンおよびメタンは水蒸気と結合して結晶体となる特性を持っていることが知られている。これら結晶体は氷と同じく、ポンプおよび器具を含むサクシオンラインを閉塞させる故やつかいなものである。

イナートガス中の水蒸気の量を減少させねばならない。すなわち露点のある数値以下にさげねばならないケースが多い。

露点をさげる方法としては最も一般的なのは、

1. 化学的あるいは物理的吸着する方法
2. 加圧した上で冷却する方法

がある。

加圧した上で冷却する場合、イナートガスの露点は冷却されたガスの温度と同じ数値となる（結局ガスはその状態にて飽和である）。

このイナートガスのある圧力——通常イナートガスの最終出口圧力——にもどした場合、水蒸気の分圧は同じ比率で変化し、露点はそれに応じた数値となる。露点をさげる方法の選定には経済性を考慮しなければならない。

#### e その他の物質

特別な組成のイナートガスを製造するために用いられるいろいろな方法があるが、スペースの関係でここでは省略するが、主として吸着方式や接触方式が用いられる。

### 5. 応用と要求される組成

#### i いろいろな応用に関する資料

それぞれの応用にはユーザーとメーカーとの密接な協力により決定されねばならない独自のガス組成が存在するが故に、特別な用途に応じたガス組成を記述することは不可能である。

従つて、ここでは主とした応用分類に添つた一般的なガイダンスにとどめる。

#### a 原油タンカーの船倉での爆発性混合物の生成を抑制するため。

$O_2$  :  $\leq 3\%$

$SO_2$  :  $\leq 200$  ppm

煤 : 0

露点: イナートガスは飽和状態でない方がよい。

ポンプ、熱交換器、器具類等カーゴあるいはその気体と接しているものもまた不活性雰囲気にあることが必要である。

#### b ケミカルタンカーの船倉での爆発性混合物の生成を抑制するため。

特にカーゴの種類によつてイナートガスの品質を決定する必要があるが、一般的には

$O_2$  :  $\leq 1\%$

煤 : 0

露点:  $\leq -25^\circ C$

- c LPG 船の船倉での爆発性混合物の生成 および腐蝕を抑制するため。

O<sub>2</sub> : ≤0.5%  
CO+H<sub>2</sub>: ≤1%  
SO<sub>2</sub> : ≤20 ppm  
NO+NO<sub>2</sub>: ≤100 ppm  
露点: ≤-55°C  
煤 : 0

- d LNG 船の船倉での爆発性混合物の生成 および腐蝕を抑制するため。

O<sub>2</sub> : ≤2%  
CO+H<sub>2</sub>: ≤1%  
SO<sub>2</sub> : ≤10 ppm  
NO+NO<sub>2</sub>: ≤100 ppm  
露点: ≤-55°C  
煤 : 0

薄いメンブレン壁が使用される時にはあらゆる可能な方法で腐蝕を防止しなければならない。露点が -55°C 以下であれば水蒸気含有量がきわめて少なく、化学反応を起すことはないであろう。

- e 一般的な腐蝕防止のため。

O<sub>2</sub> : ≤5%  
SO<sub>2</sub> : ≤40 ppm

- f スケール防止のため。

この点は原油タンカーにとつてのみ重要な事項である。

O<sub>2</sub> : ≤3%

- g オーバプレッシャーを保持するため。

イナートガスの組成はカーゴの性質により決定される。

- h 消火目的のため。

イナートガスそのものが可燃性でなく、かつ火災の中心へ酸素を送り込まれるのを抑圧するものである。

酸素含有量が 12% 以下になれば燃えあがることはなく、また 6% 以上になればくすぶることもない。

- i 計器類およびそのチューブの清掃のため。

この目的のために、高度な組成が要求される。N<sub>2</sub> の如き純粋ガスのみがこの要求を満足させる。窒素は特別に準備されたフルーガスから製造することが可能である。すなわち調整された燃焼によつて CO および H<sub>2</sub>, NO および NO<sub>2</sub> の含有量と O<sub>2</sub> の含有量をそれぞれ満足な数値にして、その後乾燥および吸着方法によつて H<sub>2</sub>O と CO<sub>2</sub>

の含有量を除去するものである。

一般的なガス組成は

O<sub>2</sub> : ≤0.4%  
CO+H<sub>2</sub> : ≤200 ppm  
NO+NO<sub>2</sub> : ≤50 ppm  
SO<sub>2</sub> : ≤10 ppm  
CO<sub>2</sub> : ≤100 ppm  
露点 : -70°C  
煤 : 0

- ii イナートガスの応用に関する考察

- a, いろいろな場合にタンクを空気で換気する必要がある。たとえば検査の場合。

空気とタンクに存在する影響されやすいカーゴのペーパーとの相互作用を避けるために、まずペーパーをイナートガスによつて追い出し、その後イナートガスを空気と置換する。その次にカーゴを充填する前に、さらに空気をイナートガスと置換する必要がある。

現在では、一般的に云つてカーゴペーパーを追いつつてためには、空気との置換するための量以上のイナートガスが必要であることが分つている。このことは、二つの過程において考えられる爆発限界の差に起因する。

- b 問題のガスとの混合物が充満したタンクに液状カーゴあるいは水（例えばクリーニングのため）を決して注入してはいけないことが知られている。

またタンクをイナートガスにするために液体炭酸あるいは他の液体を注入することも避けねばならない。この場合に静電気が発生する危険がある。

- c カーゴの連続冷却装置を備えた LNG および LPG 船のタンクを冷却する過程に入る前に、イナートガスはカーゴペーパーによつて強制放出される必要がある。

これはイナートガスの主成分が窒素であり、もしその窒素が除去されなければ冷却システムのコンデンサーに蓄積し、そして効率を相当低下させることになる。

## 6. イナートガスを得るための他の方法との比較

イナートガスを得るための一方法はすでに述べた。すなわち主エンジンおよび補助エンジンより生ずるフルーガスを取り入れる方法である。他の方法は、空気より窒素を分離し液体窒素として得る方法である。船上で利用できるフルーガスの方が有利であることが明白である。しかしながらさらに調査を進めれば、フルーガスの源は



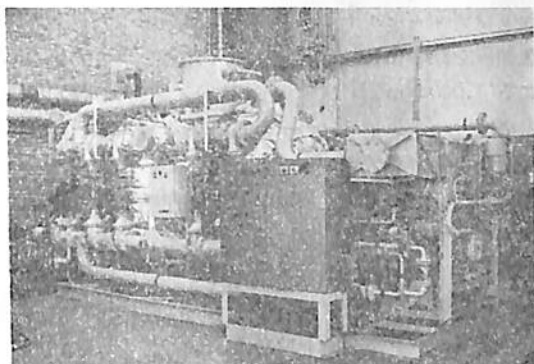


Fig. 4

船舶用としてのエネルギーの残余を用いることにある。従つてフルーガスは作為的な化学量論的燃焼によつて得られたものではなく、それに類似した燃焼によつて得られたものである。何故ならこれらはボイラーおよび内燃機関によつて生成されたものであるからである。

もちろん、この場合でも化学量論的燃焼を目的とするのではあるが、燃焼効率と本来の目的との間に妥協し、より安価な燃料を過剰空気をもつて燃焼させるという最適条件を取るようになる。その結果フルーガスは5%以上の酸素を含み、そして、ディーゼルあるいはガスタービンよりの廃気ガスではさらに多量の酸素を含むことになる。これらのガスはまた多くの不純物特に硫酸化合物やバナジウム化合物および煤や灰分を含んでいる。不純物はイナートガスの調整にて論じられた同じ方法にて除去されうるとしても、酸素含有量は処理することは困難である。

しかし、蝕く処理されたボイラーのフルーガスは原油タンカーの爆発防止および腐蝕防止用に使用される。これは荷揚中の大量のイナートガスを造るのに適した方法と考えられる（たとえばその能力は1,000 DWT 当り 100~130 Nm<sup>3</sup>/H であり、全ポンプ能力の1.25倍に等しい）。しかしながらイナートガスに対する需要とフルーガスの製造は必ずしも常に対応するものでないことに留意しなければならない。イナートガスに対する需要を満たすために、時にはボイラーを用いないのに運転する必要がある。

イナートガス発生装置と比較して、フルーガス装置はすべての要求を満足させることは不可能であり、その応用は限定される。さらに需給が何時も均衡するとは云えず、かつ順序は最後だが重要なことは、装置が相当隔通性が減殺される廃気ダクトに密着させられる。

空気分離方法による液体窒素の用途は、全く違った問題を包含する。まずこれを得る方法に存在する。それは

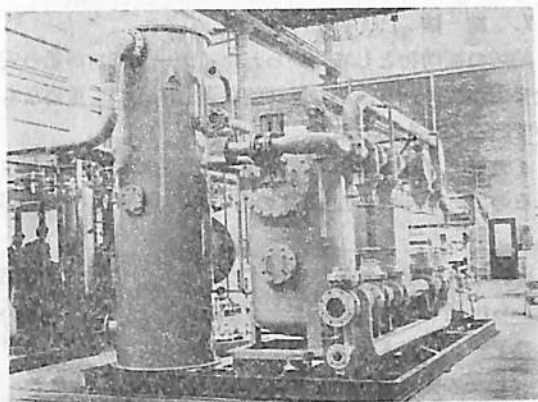


Fig. 5

陸上からの供給に頼らねばならず、その価格は港によつて変わりかつ液体窒素を購入することが困難あるいは不可能な港が多いことがすぐお判りいただける。

従つて、液体窒素用の貯蔵設備が船上に必要となる。しかしながらこれは少量とは云ええず蒸発し、液状に保つために必要温度に下げたおかねばならない。

従つて、液化窒素プラントを設備するのが良いと云えるが、しかしこの設備は多数の投資と新技術の導入が必要となる。さらに現在のプラントは能力に限界があり、荷揚げと同時に使用するには適していない。

スタートアップから窒素発生まで約1.5時間かかるゆえ、むしろ容量の大きい貯蔵設備が要求されると云えよう。

結論として液体窒素プラントはスタートアップから吐出まで長い時間を要するために高価な貯蔵システムを必要とする。

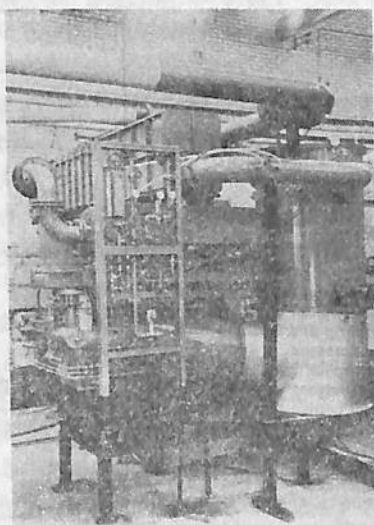


Fig. 6

## 7. 結論

船舶の補助物として用いられたイナートガスが船の安全で信頼性があり、かつ経済的な運行にとって重要なものであることを示した。

イナートガスはその組成が当面の目的に従って決定されるので、いろいろな品質のものが用意される必要がある。

それぞれ要求される組成はすべて燃料の化学量論的燃焼から出発して得られることも記述したし、またいろいろのデータおよびその依存関係を示した。最後にイナートガスを発生させる他の方法が比較検討された。

それぞれの需要を最適に満たすため、Smit社はライ

トマリンディーゼルオイルを用いた船舶用イナートガス発生装置を標準化した。一つは、シングルバーナー方式による 4,000 Nm<sup>3</sup>/H までの能力のプラントであり、他のものは、マルチバーナー方式による 4,000~12,000 Nm<sup>3</sup>/H の能力のプラントである。

第4、5および6図は、Smit社の製作によるイナートガス発生装置を示している。第7図は飽和イナートガスあるいはドライイナートガスを発生させる低圧イナートガス発生装置のフローシート、第8図は高圧イナートガス発生装置のフローシートである。

以上で筆を置くが、何か資することが少しでもあれば幸いである。

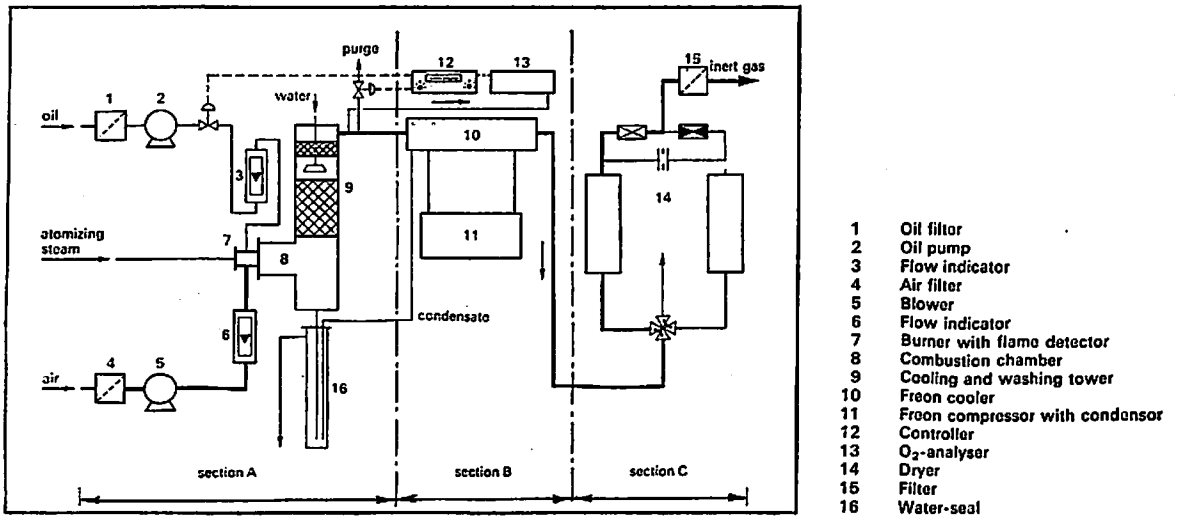


Fig. 7 低圧発生装置のフローダイアグラム

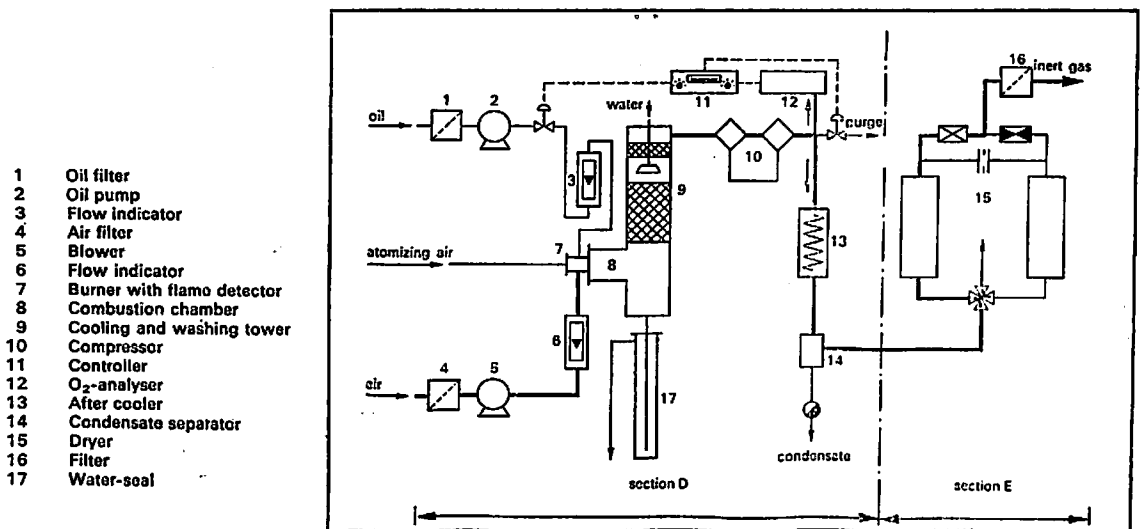


Fig. 8 高圧発生装置のフローダイアグラム

## 8. タンク設計概論

第2章 LNG 船の概要および第3章 LNG 船規則の展望で紹介したように、LNG タンクは、より精密な突働荷重の推定、より正確な強度解析が必要とされ、さらに新しい形式のタンクについては、モデルテスト等による実験的なデータに基づいた設計が採用され、規則で要求されてきた。

以下、このような LNG タンクの設計上の特徴、基礎知識、設計方法、設計基準等を紹介する。

## 8.1 設計に必要な基礎知識の整理

## 8.1.1 LNG タンク設計の特徴

LNG タンクは、第6章でも紹介したように、現在のところ貯蔵方式として常圧 (0.7 kg/cm<sup>2</sup> ゲージ圧以下) 低温 (約 -160°C)、構造形式として、独立方形型式タンク、独立圧力容器型式およびメムブレン型式タンクの3方式があり、今後もこの貯蔵方式および構造形式が採用されることになる。

従来的一般船舶のタンク (ディープタンク、置タンク) または圧力容器の設計に用いられている方法、すなわち材料または構造物の破壊強さまたは降伏応力  $\sigma_0$  を一定の計算モデルによる応力解析法により求めた計算応力  $\sigma_a$  で割った係数 (安全率と呼ばれる;  $\eta = \sigma_0 / \sigma_a$ ) を基準とする方法は、同じ材料、構造形式を有する多くの他の構造物の実績と比較することにより、十分な安全性・信頼性を確保することができ、簡単かつ有効な設計方法であるといえる。

すなわち、この設計方法による構造物の安全性・信頼性は、実績のある同種の構造物と比較して、同等の安全性・信頼性が期待できる、いいかえると同種の構造物の実績が、安全性あるいは信頼性の指標となるのである。

LNG 船のタンクは、貨物の特性から小さな故障 (初期クラック) が大きな事故に結びつく可能性が大きいため、高度の信頼性・安全性が要求されること、さらに同種構造物の実績が少ないこと、この2つの理由によりタンクの構造形式あるいは二次防壁の性能 (軽減あるいは完全二次防壁、あるいは省略) により、程度の差はあるにせよ、簡単な計算モデルのみによる設計方法は、採用

できない。

このいわば、不連続的技術革新に対しては、客観的な尺度いわゆる確率的に表わした信頼性・安全性を設計の基準に導入する必要がある。

ここで、信頼性または信頼度 (reliability) とは、よく知られているように「ある部品またはシステムが、一定の使用・環境条件のもとで、一定時間故障なしにその能力を発揮する確率 (使命を達成する確率) である」と定義される。LNG 船の信頼性は、「LNG 船が、定められた航路で、一生の間、故障なしに、LNG 輸送に従事する確率である」と考えることができる。

また、安全性も信頼性と同じような考え方で、確率的に表わすことができるが、この場合、その信頼性の定義で「故障なしにその能力を発揮する確率」を「危険を生じないまたは危険を回避できる確率」と読みかえればよい。したがって、安全性確保の手段として、危険に結びつく故障の発生を防ぐことのほか、発生した故障を危険に至る前に発見して適当な防弊処置を講ずることも有効である。

LNG 船のタンクの設計には、その安全性確保のために故障の起こらない高度の信頼性のあるタンクを建造するか、またはある程度タンクの故障を想定してその防弊装置 (二次防壁) を設けるかの2通りの方法がある。どちらを選ぶかは、技術上および経済上の問題であつて、目標とする安全性のレベルにはかわりない。

いずれの設計方法を採用するにしても、タンクの信頼性を何等かの方法で評価 (推定) する必要がある。その推定精度は、信頼性が高くなるにつれ、より正確なものが要求される。

LNG タンクの二次防壁の設置条件は、タンクの信頼性に応じて決めるべき問題で、理論的にはタンクの構造形式によりきめるものではない。しかし、現行規則では、第6章あるいは第7章で説明したようにタンクの構造形式により二次防壁の設計条件を規定している。

この理由を信頼性評価の問題から次のように説明することができる。

すなわち、タンクの信頼性の評価には、船の一生にかかる荷重をシミュレートして与えるモデルテストが必要であるが、このモデルテストの個数が少ないと、根本誤差が大きくなり、推定の精度が落ちる。実際問題とし

\*\*\* 日本海事協会船体部

て、LNG タンクのような高価なモデルを信頼性評価が確実に行なえる数だけ作るのとは不可能であり、故障の生じやすい箇所あるいは理論的に解析できない箇所の局部モデルによりテストを行なうことになる。

これは、信頼性設計で予測-修正の方法といわれている方法である。LNG タンクの場合、構造物の故障の原因となるものをできるだけ排除するように設計し、あらかじめ構造物の信頼性の未知の部分をできるだけ少なくしておくことができれば、局部モデルのテストデータも実用上可能なまで少なくすることができる。このためには、構造物の応力解析が比較的容易であること、同種とはいわないまでも、参考とし得る類似構造物の実績が多くあること等の条件が必要となる。結果的には、独立圧力容器型式タンクが、応力解析の容易さ、多くの類似構造物の設計・建造実績、検査試験の実績等を考慮して、設計上、高度の精度の信頼性評価が比較的容易に行なわれ、かつ建造、工作、保守点検の点からも一定の信頼性を比較的容易に維持できると考えられる。独立方型形式タンクが、独立圧力容器型式タンクに次ぐものである。メンブレンタンクは、応力解析の困難さ、類似構造物の実績のないこと、検査試験および保守点検の困難さ等の点で、未知の問題点が、最も多いと考えられる。

これらの点から、現在の各種規則で、構造形式による二次防壁の設計条件が与えられたものである。しかし、例えばメンブレンタンクの一種と考えられるいわゆるセミメンブレンタンクの中には、構造上信頼性の未知の点をできるだけ少なくする設計が行なわれているものもあり、予測-修正の方法により、十分な精度で信頼性の評価が可能と考えられるので、将来の規則ではタンク構造形式による二次防壁の設計条件は、現行より緩和される方向に進むであろう。

これら安全上の要件のほか、LNG 船は、高船価であるがために、より信頼性の高いものが要求されるが、その限度は、経済上のバランスにより決められるべき問題であり、簡単に結論をだすことはできない。しかし、少なくとも一般船舶より信頼性の高いものが期待されているのは明らかである。特に新しい構造形式のタンクにおいては、あらかじめなるべく実物に近い状態のモデルタンクテストでその構造形式の有効性を実証するのは、規則の要件もさることながら、商品としての価値を与えるのにも大きな意味がある。

以上、LNG 船のタンク設計上の特徴をまとめると次のようになる。

- 1) 貨物の特性を考慮して、貨物格納装置として高度の安全性が要求される。

- 2) 経験の少ない材料、溶接、工作法、構造形式、検査試験等に対する検討が必要である。
- 3) より精密な実動荷重の推定；より合理的な設計荷重の採用
- 4) より正確な応力解析、強度解析によるタンク設計
- 5) より厳格な工作基準、非破壊検査の実施
- 6) タンクの信頼性評価の明確化
- 7) 高度の信頼性の確保
- 8) 広範囲なモデルテスト、サンプルテスト等の実施

### 8.1.2 確率と統計

信頼性解析、疲労強度解析、設計荷重の推定等に用いられる確率と設計手法を簡単にまとめておく。

#### 確率変数と確率分布

ある一定の確率法則（例えば、正規分布・二項分布・レイリー分布）に従って分布する量を確率変数といい、これを通常  $X$  で表わしその実現値（標本値・データ）を  $x$  で表わす。材料の強度・波浪荷重・疲労寿命等は確率変数と考えられる。

確率変数  $X$  とその実現値  $x$  との間の関係は、以下に述べるようにいろいろな形で表わされる。

確率変数  $X$  が  $x$  以下である確率 (Probability) すなわち

$$F(x) \equiv P\{X \leq x\} \dots\dots\dots(8.1)$$

を確率分布関数 (Distribution function) または累積関数という。

あるいは、 $X$  が  $x$  より大きい確率として

$$G(x) \equiv P\{X > x\} = 1 - F(x) \dots\dots\dots(8.2)$$

の形で用いる場合もある。

$X$  が連続確率変数である場合には、 $X$  が  $x$  と  $x+dx$  の間にある確率は

$$f(x) \cdot dx \equiv P\{x < X \leq x+dx\} \dots\dots\dots(8.3)$$

という形で表わされ、この  $f(x)$  を確率密度関数という。

確率密度関数としての条件は、

$$\left. \begin{aligned} 0 \leq f(x) < +\infty \\ \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = 1 \text{ 但し, } -\infty < x < +\infty \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(8.4)$$

この時、(8.1)、(8.3) より

$$\left. \begin{aligned} F(x) &= \int_{-\infty}^x f(x) dx \\ f(x) &= dF(x)/dx \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(8.5)$$

但し、 $F(+\infty) = \lim_{x \rightarrow +\infty} F(x) = 1$

$$F(-\infty) = \lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) = 0$$



例えば工学上、よく使われる  $N(\mu, \sigma^2)$  の正規分布は従う確率変数の密度関数は、正規分布の規準化を行なうことにより、規準正規分布  $(N(0, 1))$  の規準正規密度関数として、

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}$$

のように表わされ、勿論(8.4)式の条件を満足している。

**確率分布形態の例**

(1) 材料の強度

材料の強度を例にとつて、その分布を考えてみる。鋼のような延性材料の引張強さ (Ultimate tensile strength) や降伏応力は材料固有の物性値であつてその分布は、巨視的には正規分布に近いものとなる。

ところが、材料の破壊強度や塑性は組織敏感性 (構成原子数に比べてきわめて数の少ない微視的クラックあるいは転位、空孔のような欠陥により材料の破壊強度が大きく影響を受ける性質) という性質をもち、それらの欠陥の中で最も弱い欠陥により強度が決まる

このような場合は、確率変数  $X$  の分布形は、その実現値  $x$  の取り得る値のごく一部の範囲でのみ決定され全体の形に依らないいわば極値分布形をとる。

たとえば、個々の欠陥の強度分布を  $F(x)$  とし  $n$  個の欠陥を含んだ材料の強度分布を考えるとその分布は  $F(x)$  なる分布をする確率変数  $X$  の  $n$  個の実現値の最小値の分布となる。

この最小値分布関数を  $F_n(x)$  とし、 $n$  を充分大きくとれば、 $F_n(x)$  の主要部分の分布の形態は  $F(x)$  の全体の形にはよらず  $x$  がごく小さい範囲でのみ決定される。

$F(x)$  の  $x$  が小さい部分での形を巨視的に  $F(x) \approx x^{\alpha} (x \geq 0)$  で近似すると最小値分布関数は近似的に

$$F_n(x) = 1 - \exp\left(-\frac{x^{\alpha}}{\lambda}\right) \dots\dots\dots(8.6)$$

ただし、 $x \geq 0, \alpha > 0, \lambda > 0$

与えられる。この分布をワイブル分布 (Weibull distribution) といい、 $\lambda$  を形のパラメータ (Shape parameter),  $\alpha$  を尺度のパラメータ (Scale parameter) という。

(8.6) 式を微分するとワイブル密度関数  $f_n(x)$  が得られる。

すなわち、
$$f_n(x) = \frac{\alpha x^{\alpha-1}}{\lambda} \exp\left(-\frac{x^{\alpha}}{\lambda}\right) \dots\dots\dots(8.7)$$

特に  $\alpha=1$  のとき指数分布、 $\alpha=2$  のときレイリー分布 (Rayleigh distribution) となる。

(2) 変動荷重 (波浪曲げモーメント)

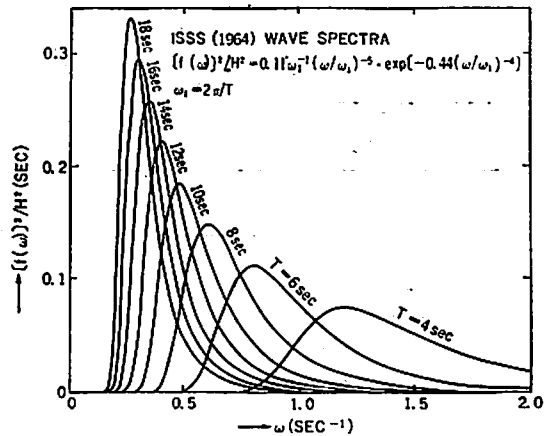


図8-1 Modified Pierson-Moskowitz Wave Spectra (ISSC Spectra)

一方、時間的に変化する荷重たとえば波浪荷重について考えると各回に加わる荷重のピーク値もある一定の分布形態に従つて変化する量と考えられる。

疲労寿命は毎回加わる個々のピーク値の影響を受けるものであり、また「荷重が材料の破壊強度を越えた場合に起る形式の破壊」(静的破壊)は使用期間中に加わる最大荷重が問題となる。

波浪荷重のうち動揺による加速度の影響は別途考慮することとしここでは例えば、タンクと船体変形の相互作用等を考慮するとき、影響の大きい波浪曲げモーメントを例として考える。

不規則に変動する波浪海面による波浪曲げモーメント分布の推定は種々の方法で行なわれているが、ここでは福田淳一氏 (文献7) による方法を統計的解析法の一例として紹介する。

まず、規則波中の波浪曲げモーメント応答関数と不規則波浪海面を表わす波のエネルギースペクトラムを用いて表わした波浪曲げモーメントの短期分布を求めておき、次いで航行海域の海象の長期観測データを利用して波浪曲げモーメントの長期分布を決定する。

不規則波浪海面の表示は、有義波高  $H$  (1/3 最大平均波高) と平均波周期  $T$  のパラメータを用いて波のエネルギースペクトラムとして表わす方法が一般に取られている。

すなわち、波スペクトラム;  $[f(\omega)]^2$  は、

$$[f(\omega)]^2 = 0.11 H^2 \omega_1^{-1} (\omega/\omega_1)^{-5} \times \exp\{-0.44(\omega/\omega_1)^{-4}\} \dots\dots\dots(8.8)$$

ここに、 $\omega_1 = 2\pi/T$ ;  $H$ ; 有義波高,  $T$ ; 平均波周期で表わされる。この式は、Pierson-Moskowitz spectrum を一部修正したもので I.S.S.C. (国際船体構造会議) で

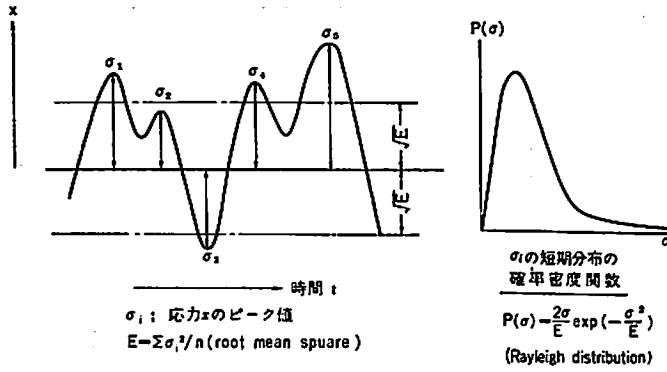


図 8-2 レイリー分布

採用されているものである。  
 また、 $h_0$  を波振幅 (半波高) とすると規則波中の波浪曲げモーメントの応答関数  $A(\omega, \theta)$  (波浪曲げモーメント振幅/波振幅)  $\equiv M_0/\rho g L^2 B h_0$  は、線形ストリップ理論により求められる。  
 一方、波浪曲げモーメント振幅  $M$  の値は、海面状態を表示するパラメータが変化しないような短期間 (ふつう 20~30 分間) では、ほぼ一定の分布状態を示し実用上その分布をレイリー分布 (Rayleigh distribution) で近似し得る。

すなわちその確率密度関数  $f(M)$  は次式で表わされる。

$$f(M) = M/R^2 \exp(-M^2/2R^2) \dots \dots \dots (8-9)$$

ここに  $R$  はパラメータで波浪曲げモーメントの標準偏差であり  
 波浪曲げモーメント振幅のピーク値の二乗平均 (rms) を  $E$  とすると、 $E=2R$  の関係がある。

(8.9) 式より  

$$F(M) = 1 - \exp(-M^2/2R^2) \dots \dots \dots (8-10)$$

従つて  $G(M) = \exp(-M^2/2R^2) \dots \dots \dots (8-11)$   
 である。

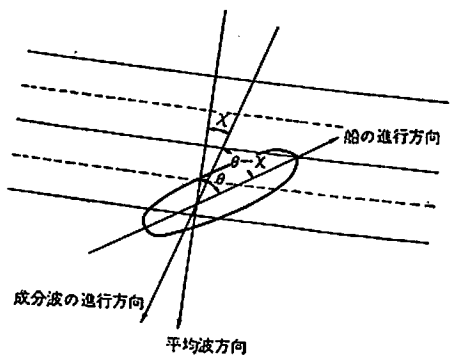


図 8-3

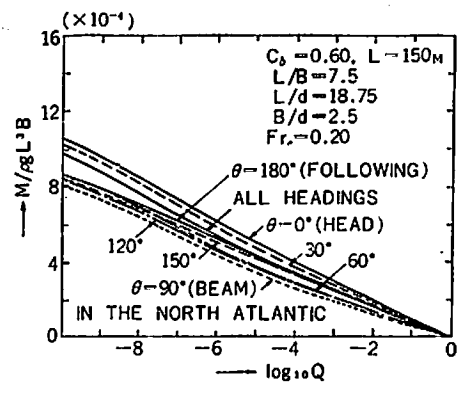


図 8-4 (1) Long-Term Distributions of Midship Bending Moment on a Cargo Ship ( $C_b=0.60, L=150$  m) in the North Atlantic

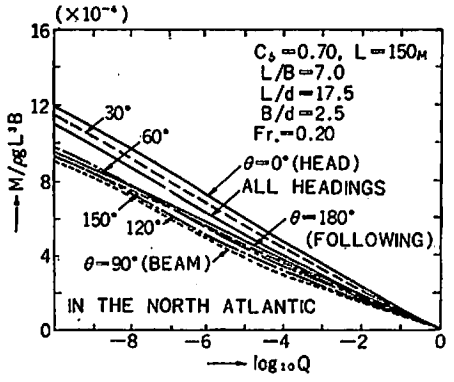


図 8-4 (2) Long-Term Distributions of Midship Bending Moment on a Cargo Ship ( $C_b=0.70, L=150$  m) in the North Atlantic

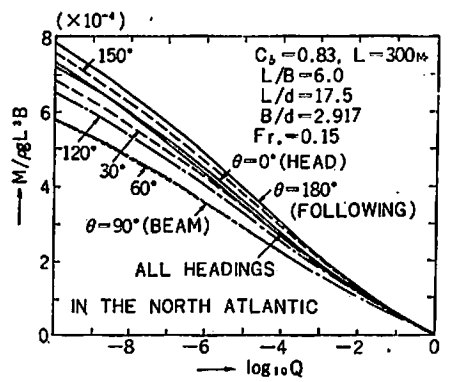


図 8-4 (3) Long-Term Distributions of Midship Bending Moment on a Tanker ( $C_b=0.83, L=300$  m) in the North Atlantic

表8・1 波の長期観測データ

Wave Frequency Distribution in North Atlantic Ocean by Walden, Rearranged by Fukuda  
(1650. 1. 1~1959. 12. 31)

波高 (m)	(周期 sec)	~5 4	5~7 6	7~9 8	9~11 10	11~13 12	13~15 14	15~17 16	17~ 18	周期につい ての全数
~ 0.75	0.375	20.91	11.79	4.57	2.24	0.47	0.06	0.0	0.60	40.64
0.75~ 1.75	1.25	72.78	131.08	63.08	17.26	2.39	0.33	0.11	0.77	287.80
1.75~ 2.75	2.25	21.24	126.41	118.31	30.24	3.68	0.47	0.09	0.56	301.00
2.75~ 3.75	3.25	3.28	49.60	92.69	32.99	5.46	0.68	0.12	0.27	185.09
3.75~ 4.75	4.25	0.53	16.19	44.36	22.28	4.79	1.14	0.08	0.29	89.66
4.75~ 5.75	5.25	0.12	4.34	17.30	12.89	3.13	0.56	0.13	0.04	38.51
5.75~ 6.75	6.25	0.07	2.90	9.90	8.86	3.03	0.59	0.08	0.03	25.46
6.75~ 7.75	7.25	0.03	1.39	4.47	5.22	1.93	0.38	0.04	0.04	13.50
7.75~ 8.75	8.25	0.00	1.09	2.55	3.92	1.98	0.50	0.03	0.02	10.07
8.75~ 9.75	9.25	0.00	0.54	1.36	2.26	1.54	0.68	0.20	0.04	6.62
9.75~10.75	10.25	0.01	0.01	0.10	0.11	0.10	0.05	0.02	0.0	0.40
10.75~11.75	11.25	0.00	0.00	0.03	0.08	0.17	0.06		0.0	0.34
11.75~12.75	13.25		0.05	0.0	0.14	0.22	0.06	0.01		0.48
12.75~13.75	13.25		0.02		0.07	0.09	0.03		0.01	0.22
13.75~14.75	14.25				0.02	0.06	0.02	0.0	0.01	0.11
14.75~15.75	15.25	0.00	0.02	0.0	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.08
波高についての全数		118.97	345.43	358.72	138.59	29.05	5.63	0.92	2.69	1,000.00

Total No. of Observation 227, 497

上記の各式  $[f(\omega)^2]$ ,  $A(\omega, \theta)$ ,  $R^2$  は相互に関係して次式が成立する。

$$R^2 = \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^{\infty} [f(\omega, \alpha)]^2 \cdot [A(\omega, \theta - \alpha)] d\omega \cdot d\alpha \dots\dots\dots(12)$$

ここに  $\theta$  は、不規則波の平均進行方向に対する船の向い角度、 $\alpha$  は不規則波中の各成分波の平均進行方向に対する角度である。従つて  $H$  を不規則波中の波振幅(半波高)の代表値とすると  $A[\omega, \theta - \alpha] \equiv M_0 / \rho g L^2 B H$  は不規則波の各成分波と  $(\theta - \alpha)$  の角度で斜行する船の波浪曲げモーメントの応答関数を表わす。また、 $[f(\omega, \alpha)]^2$  は不規則波の平均進行方向と  $\alpha$  の角度をなす成分波のエネルギー密度である。エネルギースペクトラムの方向性分布が波の平均進行方向に対して  $\pm 90^\circ$  の範囲に  $(\cos)^2$  分布をすと仮定すると

$$\left. \begin{aligned} [f(\omega, \alpha)]^2 &= -\frac{2}{\pi} [f(\omega)]^2 \cos^2 \alpha : -\frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} \\ &= 0 : \text{その他} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(8 \cdot 13)$$

と表わされる。

このようにして、ある船が有義波高  $H$ , 平均波周期  $T$  で代表される短期波浪海面を一定の針路・一定の速度で進む場合の船体に作用する波浪曲げモーメントの振

幅の分布は単一のパラメータ  $R$  を用いてレイリー分布として表わされる。

ここでは、最大波浪曲げモーメントを問題にしているので、曲げモーメント振幅が任意の値  $M_1$  を超える確率  $q(M > M_1)$  を考えると、(8.11) 式により

$$G(M_1) \equiv q(M > M_1) = \exp(-M_1^2 / 2 R^2) \dots\dots\dots(8 \cdot 14)$$

となる。任意の短期分布について(8.14)式が成立すれば、船の一生に亘る長期分布においては、短期分布のパラメータ  $R$  の長期の発現確率  $P(R)$  を用いて

$$Q(M > M_1) = \int_0^{\infty} \exp(-M_1^2 / 2 R^2) P(R) dR \dots\dots\dots(8 \cdot 15)$$

が成立する。ここに  $Q(M > M_1)$  は長期間における波浪曲げモーメントが任意の値  $M_1$  を超える確率である。

また、 $R$  の長期発現確率  $P(R)$  は、短期波浪海面の長期間(10年間程度)の観測データから有義波高  $H_i$ , 平均波周期  $T_i$  で表わされる波浪海面  $S_{ij}$  の長期の発現確率  $P_{ij}$  を求めることにより得られる。

その長期間に亘る観測データの一例を表8.1に示す。

平均波周期を7 sec程度とし船の一生を20年間と考えると波浪曲げモーメントの総繰返し数は  $10^8$  程度(20

×365×24×3600/7=9×10<sup>7</sup>) になる。

したがって超過確率  $Q=10^{-8}$  に相当する波浪曲げモーメントの値を、使用期間中における船体に加わる最大曲げモーメント（最大荷重）の目安としてよいと考えられる。

ある一定のフルード数に対する船体中央部に働らく波浪曲げモーメントの長期分布の一例が福田淳一氏（文献7）により実際に求められているので、それを図8・4に示す。

実際にはこの最大縦曲げモーメントにある程度の安全率（航空機の場合1.5）を掛けたものが設計上の最大荷重（終極荷重）となるであろう。

LNG タンクで問題となるのは、船体自体の縦曲げによる歪がタンクに伝達されて生じる歪である。

上記の終極荷重に対する LNG タンクの歪量が、LNG タンクの最大荷重であり、これに熱歪、その他諸々の静的荷重で重畳すべきものを全て重畳したものについて十分な静的強度を LNG タンクに持たさなければならない。

また、繰返し加わる波浪縦曲げによる LNG タンクの交番歪については、後に詳述するように疲労寿命に対して十分な強度を有するよう設計しなければならない。

（未完）

### 昭和47年度（4～12月分）建造許可集計

（船舶局造船課）

区 分	4～12月分累計				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	29次計画造船	貨物船	2	72,300	126,000		2	72,300	126,000	
		油槽船	2	236,500	467,600		2	236,500	467,600	
	28次計画造船	貨物船	13	856,100	1,479,380		1	136,000	271,600	
		油槽船	8	877,700	1,725,250		1	65,400	120,000	
	自己資金船	貨物船	54	523,171	774,960		3	9,748	13,880	
		油槽船	29	420,387	774,750		1	3,500	5,750	
		貨客船	7	50,290	19,760		6	46,490	18,410	
	小計		115	3,036,448	5,367,700	282,748,771千円	16	569,938	1,023,240	
	輸出船	一般輸出船	貨物船	80	1,349,027	2,212,040		24	494,850	830,382
			油槽船	74	6,112,726	12,096,061		17	1,679,900	3,322,000
貨客船			—	—	—		—	—	—	
小計			154	7,461,753	14,308,101	56,086,688ドル 639,759,386千円	41	2,174,750	4,152,382	
合計		269	10,498,201	19,675,801	56,086,688ドル 922,508,157千円	57	2,744,688	5,175,622 5,680,000ドル 239,100,500千円		

- （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（散積運搬）兼油槽船は貨物船として集計してある。  
 3. 28次計画造船は、46年度に計16隻、1,570,200 G.T.、2,860,940 D.W. 建造許可されている。  
 4. 契約船価の合計欄には、その建値のまま集計してある。



# 日本造船研究協会の昭和46年度研究 業務について (3)

(社)日本造船研究協会研究部

## SR 109 溶接欠陥および工作誤作の船体強度におよぼす影響に関する研究

部会長 寺沢 一雄氏

船体の疲労損傷例の調査結果によればその大部分は構造部材の溶接継手部に発生しており、特に隅肉溶接部にその発生頻度が高い。これらの損傷原因の主なものとして構造設計上の問題点も考えられるが、その他の原因として溶接部の欠陥の存在、工作誤差の大きさ等があげられる。本研究はこれらの疲労損傷防止対策を検討するとともに、上記の諸因子が船体構造の静的および動的強度におよぼす影響を究明し、強度上の溶接許容欠陥量および工作上の誤差等を確立することを目的とする3カ年計画の研究であつて、最終年度である46年度は次の研究を実施した。

### (1) 船体溶接部に発生した損傷とその原因の検討

#### (a) 一般貨物船の内部構造部材に発生したき裂損傷の概要

1957年および1958年建造の専用船でない一般貨物船で5,000~10,000GTの船52隻を対象とし、各構造部材に発生したき裂のうち長さが200mm以上となつたものを調査した結果、船首部水平防撓桁と船首隔壁との固着部、倉内肋骨下端の肘板と肋骨との固着部、甲板室端部の隔壁と甲板との固着部等の損傷の多いことがわかつたが、その長さが200mm以上に達することはまれであり、なかには14~15年の船令の間200mmを超えるき裂は皆無の船もあり、この種の船型がかなり安定した実績を示すものと考えてよいであろう。

#### (b) 大きなき裂となつた溶接欠陥の事例

大型漁船の船底外板、40,000DWTばら積み船の甲板縦通材、55,000DWTばら積み船の倉内肋骨、5,000DWT貨物船の倉口縁材頂部の一部材の各溶接継手に発生したき裂および破壊の原因はいずれも継手内の溶込み不良によることがわかつた。

#### (c) 大きなき裂の発生原因と溶接欠陥の役割

- 1) 連続する溶接の内部欠陥、これは溶込み不足あるいは融合不良が連続する欠陥となりやすく、継手の破壊に直接結びつく欠陥と考えられる。
- 2) 連続した応力集中を生じる形状の継手(例えば重ね継手、目違いのある十字すみ肉継手)に引張りと曲げによる応力が集中し、き裂を生じ、板厚方向にき裂が進めば部材は熱影響部から一挙に破

断する。

#### 3) 予測されなかつた高応力場の溶接継手と欠陥

大型タンカの縦通隔壁の縦通材間、タンカや鉱石船の船側タンクのトランスリング、大型船の隔壁防撓横桁にみられる各種のき裂は剪断による応力がかかり大きい上腐食による部材の厚さの減少のため部材は非常に高い応力となり、スカラップや部材端部のまわし溶接部はき裂発生引金の役割を果し、高応力場をき裂はかなりの早さで伝ばしたものと考えられる。このようなき裂の発生を根本的に防ぐためには高い応力場を少なくするように構造部材の寸法を増すことおよび防食措置を徹底的に行なう必要があると思われる。

#### 4) 平均応力の下での高い繰返し数の繰返し応力

大型船の船尾倉のタンクや機関室前部の荷油あるいはバラスタングの部材が他の個所の構造部材に比べてき裂損傷が格段に多いのは機関やプロペラの起振による振動の影響と思われる。また部材に水圧などの荷重による平均応力の加わつた状態に振動による応力の加わつたためと考えられる。

#### 5) 脆性破壊

脆性破壊の発生点は溶接欠陥であることは多いが、伝ばは母材部であつて溶接継手ではない。したがつて大きな脆性破壊事故の防止は母材の切欠き靱性の問題である。連続した溶接欠陥から発生したき裂の長さが充分長ければ母材にある程度の切欠き靱性を持つていたとしても脆性き裂の伝ばを食い止めることは困難となり、大きな脆性破壊となる可能性がある。また脆性破壊に対する抵抗力は応力が大きくなる程弱められる。普通の応力状態ではとても脆性破壊に進展しないような小さな溶接欠陥でも降伏点の2/3に達するような大きな熱応力の下では脆性破壊となる可能性がある。

#### 6) 諸原因の組合せによるもの等

船体の損傷中、溶接継手とその欠陥から発生したものの大部分はいくつかの要因が重なり合つて破壊事故に結びついている。すなわち、設計、工作、材料および防食のうち一つか二つが完全に行なわれておればかなりの損傷は防ぎ得たであろうが、逆に溶接を完全に行なつても重ね継手のき裂のように大き

なき裂を防止できないこともある。

さらに大型船の船首部付近の構造に継手や母材を問わぬき裂や座屈の発生が報告されており、船首部付近の波浪の衝撃に対する設計上の配慮が必要とされる。

(d) 損傷事故に結びつく大きなき裂の防止対策

(i) 溶接施工とその管理

損傷事故に結びつく大きなき裂の発生は連続する溶接欠陥にあるが、その連続した溶接欠陥を防ぐためには、次の方法が考えられる。

・ 構造部材の切断および組立精度の管理

切断、組立の精度を良くし、無理のない工程を組むことが第1条件

・ 溶接工のモラルの向上

継手全線を非破壊検査すること、またはモラルの向上に関して溶接工1人1人に対する動機づけとムード作りが必要である。

・ 非破壊検査の適正な活用

溶接工の教育指導とともに放射線検査または超音波探傷法等による非破壊検査の実施

(ii) 応力集中の少ない継手

重ね継手、目違いのように応力の集中を生じるような継手形式の廃止、やむを得ず重ね継手を用いる場合は部材の構造寸法にかなりの余裕をもたせ、応力値そのものが高くないように配慮する。T継手の目違いも同様精度管理を厳格に行ない、T継手の際は目違いについて絶えず留意する措置をとることが必要である。

(iii) 設計の合理化と防食対策

船体のような複雑な構造物では局所的な応力集中は避け難いが、このような個所に対しては溶接線を近づけないとか、溶接部があつても欠陥を極力少なくするような配慮が必要である。特に応力の高くなる個所のスカラップはこれを埋めたり、応力集中を増すスニップ端はやめなければならない。また腐食による部材の衰耗のため応力が高くないように防食措置を十分に考慮しなければならない。

(iv) 船体振動と疲労設計の導入

船体振動でき裂を発生しやすい船体の部分、たとえば船尾タンクや後部の貨物油タンクや海水タンク、機関室付近の各種タンクには振動による繰返し応力を考慮した構造寸法をとるべきである。

(v) 切欠き靱性のすぐれた鋼材の適正な配置

き裂の長さが長くなればなる程、き裂の伝ばを阻止することが困難となることから、脆性破壊事故を

防ぐためにはき裂を長くしないような配慮が必要となる。これには溶接継手に連続する欠陥を作らないことおよびき裂の発生しやすい個所にE級鋼のように切欠き靱性のすぐれた鋼材を多く配置しておくことが望ましい。

(2) すみ肉溶接部のルートギャップと溶込み量が疲労強度に及ぼす影響

現場組立てをする溶接部は結合部材間にgapを生じる場合が多く、その処理方法について強度上の検討を必要とする。そこで46年度は、45年度までのSM41B材に引続きHT60相当材を用いたすみ肉溶接継手についてroot gapと溶込み量が引張疲労強度にいかように影響するかを、十字すみ肉溶接継手(立向上進溶接)試験片を用い、試験を行なった。

なお試験にはローゼンハウゼン型疲労試験機を使用した。試験結果は次のとおり。

- 1) ルート部からのき裂は試験片幅の中央付近に生じ、幅方向およびのど厚方向に伝ばする。
- 2) き裂発生点近傍の断面は、疲労き裂は水平に対してある角度をもちほぼ直進で進展し、あるき裂長さになつたとき、静的破断を生じる。
- 3) 疲労き裂伝ば角度は18°程度であり、静的な破断についての最頻値は50°近傍であり、SM41B材の場合とほぼ等しい。
- 4) ルート部から破壊した場合、静的破断は上記の角度における残留応力面積に対する応力が溶着金属の引張り強さの約0.6倍になつたとき生じた。

(3) ビード形状の船体強度に及ぼす影響

(a) ビード形状の変化が疲労強度に及ぼす影響

ビードの形状変化が疲労強度に及ぼす影響を調査するため、46年度は60キロ級高張力鋼を供試材とし、アムスラー型50トン万能疲労試験機および低サイクル疲労試験装置(50トン)を使用して疲労試験を行ないビードの高さおよび傾斜角の影響を調査した結果、次のような結論が得られた。

前者については45年度軟鋼材について実験を行ない、ビードの高さが母材板厚の半分以上になるとその影響は飽和することになっているので、高張力鋼の場合でも同様と思われる。後者については、ビードの傾斜角が90°の場合、たとえビードの高さが1mmの場合でも平滑材に比べて疲労強度はかなり低下する。

(b) 溶接継手のビード影響について

基礎的研究として溶接のビードの存在および溶接による材質変化が継手の静的および疲労強度に及ぼす影響を調査するため、母材、突合せ溶接材および溶接継

手の余盛を機械仕上げて除去したものについて種々の形状の試験片を製作し、静的引張試験によつて母材および溶接試験片の塑性域における応力およびひずみ分布を求め、溶接による材質変化がひずみ集中などに及ぼす影響ならびに静的破壊特性に与える影響などを調査した。また低サイクル疲労試験により、溶接による余盛と材質変化が疲労き裂発生寿命および進展寿命に及ぼす影響などを調査した。

なお疲労試験には油圧式低サイクル荷重試験機、静的引張試験にはアムスラー型万能試験機を用い、供試材は60キロ級高張力鋼を使用した。

試験の結果、定性的に次のことが判明した。

#### (i) 静的試験

- 溶接継手を有する場合は切欠のみを有する場合よりも材質変化(軟化)のためひずみの絶対値は大きい、ひずみ分布形状はほとんど同じである。
- 塑性域におけるひずみ分布形状は、弾性域の場合と異なり相似形とはならずひずみが大きくなるに従ひひずみ集中は強く、ひずみ勾配は急になる。
- 絞りは弾性ひずみ集中係数が大になるにしたがつて減少する。
- 切欠を有する溶接材の静的強度は母材よりも低下する。
- 静的強度は切欠形状のみでは決らず材質の影響も与える。

#### (ii) 疲労試験

- 溶接により、き裂発生および進展に対する抵抗度が、母材に比べ減少し、そのため時間強度も低下する。
- 突合せ溶接の余盛の影響はひずみ集中源として時間強度を低下させ、それは低応力域に従ひ顕著になる。
- き裂発生および初期の進展速度は切欠底近傍の応力およびひずみ分布の影響をうける。

#### (4) 斜交すみ肉継手の疲労強度に関する研究

##### (a) 斜交すみ肉継手の引張片振疲労強度

本研究の供試材は最も一般的な船体用構造材料である軟鋼を用い、溶接開先を変化させて、溶接の溶込みなどの影響を調べるために、ルートの溶込みを充分とつたていねいな溶接をした突合せ継手および75°、60°、30°の斜交すみ肉継手の静的引張試験および片振引張試験を行なつた結果、次の結論を得た。なお、疲労試験には引張圧縮30トンシエックプログラムバ

ルサーのPBVN型試験機を、静的引張試験には50トンアムスラー型万能試験機を用いた。

- 1) 引張強さは母材と同程度に改良することができ、今回の供試材程度の溶接をすれば斜交角度はほとんど無関係となる。
- 2) 中板の回転はトウ部の中板の応力集中を増加させる。
- 3) 今回の供試材の場合、十字すみ肉継手と斜交すみ肉継手の疲労強度はほとんど変わらず、 $10^6$ サイクル時間強度は突合せ継手の94~96%、 $2 \times 10^6$ サイクル時間強度は85~90%であつた。疲労限は突合せ継手が $14 \text{ kg/mm}^2$ 、十字すみ肉継手と75°斜交すみ肉継手は $13 \text{ kg/mm}^2$ 、60°および30°の斜交すみ肉継手は $12 \text{ kg/mm}^2$ であつた。
- 4) 疲労き裂のある板の静的強度は1.14程度の見かけの応力集中のある部材の強度に相当する。

##### (b) 斜交すみ肉継手の両振曲げ疲労強度

斜交すみ肉継手の斜交角、ビード形状などが継手の疲労強度に及ぼす影響を究明し、部材斜交部の結合法と疲労強度との関連を検討するために、斜交すみ肉溶接によつて固定された片持ばり式の試験片で斜交角度30°、45°、60°、75°および90°に変えたものについて、変位振幅一定の両振曲げ試験を行なつた。

46年度はHT 60材について試験し、これまで行なつてきたSS 41材およびHT 50材の試験結果との検討を行なつた結果、大略次のようなことが判明した。

大体5万回以下の低サイクル域で試験したが、この範囲では、どの材料についても変位振幅一定の試験では斜交角度が鋭くなる程若干時間強度が低下する傾向が見られる。

これらの試験は荷重振幅一定の試験と同等と考えてよいようであるが荷重あるいは公称応力を基準にして考えると、現在慣用されている程度の溶接仕様によれば、斜交角度による疲労強度の差はほとんど認められない。また材種による差異もほとんど認められなかつた。すなわち、引張強さとの比をとつて考えると、軟鋼が有利で、特に低応力高サイクル域になる程、高張力鋼使用のメリットは損なわれることが多いようである。

##### (5) 工作誤作を有する部材の船体強度に及ぼす影響

##### (a) すみ肉溶接継手の疲れ強さ——板の目違いとルートギャップの影響——

船体溶接構造の不連続部の例として、船殻建造工程における部材の目違いとルートギャップはこれの強度

的検討をすることによつて合理的施工および補修基準をきめ、工作の安全と省力化をはかることが必要である。本実験はすみ肉溶接継手に、板の目違い、ルートギャップが存在するときの部材の動的強度を求め、設計および建造工程における工作基準設計のために計画、実施した。

試験鋼種は HT 60N 焼準材、HT 60QT 調質材で、試験片の形状は目違いのあるものと、目違いとルートギャップが共存するものと2系列であり、使用試験機はアムスラー型 50 トン 油圧万能疲れ試験機である。

試験の結果次のような結論を得た。

- 1) 高張力鋼 60N あるいは 60QT について実施した今回の実験値については、すみ肉継手の疲れ強さは板の曲げによる応力分布によつて最も影響される。
- 2) 板の目違い量に対する疲れ強さの低下はほぼ直線的であり、目違い量 1.0t においてすみ肉継手の疲れ強さの低下率は 30% となる。
- 3) 中間板の板厚の影響は顕著に示され、中間板の板厚増加は目違い量 (1.0t) による疲れ強さの低下を防ぎうる。素材が SM 50, 60N あるいは QT の場合、SM 41 に比べて中間板の効果を同等とするために板厚を大きくすることが必要である。
- 4) 60N あるいは 60QT のすみ肉溶接継手においては 3mm のルートギャップが存在しても継手の疲れ強さは SM 41 の場合と異なり、10% 以上低下するようである。

現行の J.S.Q.S. 等の工作法においては板の材質、中間板の板厚に無関係に、板の目違い量 0.5t 以上の補修基準、ルートギャップの増し脚長 (ルートギャップ量 -2mm) が決められているが、これらの実験結果より板の材質、中間板の板厚、溶接棒の材質等も考慮することが必要である。

- 5) 工作基準の設定のためのパラメータとして板の目違い量  $\delta$ 、板厚  $t$ 、中間板の板厚  $t'$  を含む指数  $\delta/t$ 、 $1/t^2$ 、 $10^2$  を考えると、 $\delta/t$  は十字継手に作用する曲げの大きさに関係する量  $1/t^2$  は中間板の板厚の自乗の逆数である。

十字継手の  $10^2$  疲れ強さは、パラメータ  $\delta/t$ 、 $1/t^2$ 、 $10^2$  に比例して低下する傾向が認められる。

(b) 角違いを有する継手の有効性の検討

船体の溶接構造において特に隔壁板あるいは甲板等

と骨部材の交差部で板を介して、その両側にウェブ材が突合せの状態でつけられる場合がある。この時設計上は前後のウェブが同一平面上に取付けられていると考えているが、実際には多少の誤差はさけられないことがある。このような場合、骨部材の連続性が低下して取付部の板に曲げが付加される結果強度がかなり低下することが考えられる。

いわゆる現場工作誤差によるこのような目違いに対し定量的裏付けのある許容限度を求め、工作精度管理の資料を得ることを目的とし、本研究はその工作誤作のうちでも両ウェブ相互間にある角度を持った目違いを生じた、いわゆる角目違い誤差に関するもので、種々の角目違い量を有する試験片 (SS-41) により静的および疲労強度を求めるため、100トンアムスラー型万能試験機により試験を行なった結果、次のことが判明した。

- 1) 各角目違いごとに継手近傍の応力をプロットしてみるとかなり曲げ応力を生じており、目違角  $30^\circ$  以下ではいずれも最大表裏平均応力より曲げ応力成分の方がいずれも大きくなっている。
- 2) 目違角が  $10^\circ$  より大きいものは端部での平均応力がほぼ 0 となっており、すみ肉部が互いに重なっていない程ずれているとその部分は荷重をほとんど受け持つことはできない。
- 3) 疲労曲線を見ると比較的繰返し数の多い低応力域では目違角  $5^\circ$  が  $0^\circ$  および  $10^\circ$  の中間になっているが、高応力状態では  $5^\circ$  と  $10^\circ$  の差がほとんどなくなっている。
- 4) 有効継手幅 (板厚の倍数で表示) を計算するとき、どの強度を用いるかによつて差が出てくるが、次の 4 種の式が考えられるが、実際に使用する場合はそこに加わる荷重の種類によつて使いわけらるべきであろう。

① 静破断最高荷重強度で考えたとき;  $b_v$

$$b_v = \frac{\text{角目違い } \theta \text{ の静破断荷重}}{\text{角目違いなしの静破断荷重}} \times \frac{200}{6.5} \quad *1)$$

② 時間強度で考えたとき;  $b_T$

$$b_T = \frac{\text{角目違い } \theta \text{ の時間強度}}{\text{角目違いなしの時間強度}} \times \frac{200}{6.5}$$

③ 板面内応力で考えたとき;  $b_M$

$$b_M = \frac{\text{一様分布としたときの応力}}{\text{角目違い } \theta \text{ の板面内最大応力}} \times \frac{200}{6.5}$$

④ 板曲げ応力を考えたとき;  $b_B$

$$b_B = \frac{\text{一様分布としたときの応力}}{\text{角目違い } \theta \text{ のルート部最大応力}} \times \frac{200}{6.5}$$

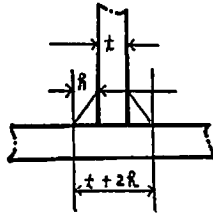
\* 1.  $\theta=0$  の試験片幅/板厚

\* 2. 荷重/断面積



\* 3. ルート部最大応力 = [(板面内応力) × (曲げ応力) ×  $\frac{t^2}{(t+2h)^2}$ ] の最大値

(6) スクラップに関係したまわし溶接の船体疲労強度に及ぼす影響に関する研究



(a) スクラップを有する部材の疲労強度 (その1)

船体には工作上各所に

スクラップが存在し、この部分がしばしばクラックの発生源となることから、スクラップの存在が疲労強度に及ぼす影響を与えるかを調べることを目的とした。

試験は、スクラップ部に作用する外力はその存在箇所によって異なるものと思われるが、使用試験機 (50 トンアムスラー型試験機、シェンク型試験機) の関係から、片振引張りまたは両振曲げの作用が繰返えされる場合をとり上げた。試験片は軟鋼および HT 50 でスクラップのあるもの、ないもの 2 種について試験を行なった。

試験の結果、定性的に次のことが判明した。

S-N 線図よりみると、スクラップの有無は疲労強度にとってほとんど影響はないようである。

(b) スクラップを有する部材の疲労強度 (その2)

船体には工作上各所にスクラップが存在し、このスクラップ端部のまわし溶接部からの疲労き裂が多発することに鑑み、まわし溶接部の溶接施工処理などが疲労強度に及ぼす影響を明らかにしようとするもので、46 年度は引張疲れ試験は、SM 50 用は試験片端部にまわし溶接がある形状とし、材種 SM 41 用は試験片の中央にスクラップを設けてまわし溶接の有無による影響を調査した。

なお試験は 30 トン油圧式万能疲れ試験機を使用し、静的引張りおよび静的曲げ試験により行なった。

試験の結果、次のような結論を得た。

- 1) SM 41 はまわし溶接のないものがあるものより時間強度が全般に高くなっているが、SM 50 はまわし溶接のあるものがないものより少し高くなっている。
- 2) 曲げ試験によるき裂の発生はまわし溶接のないものの方がき裂は早く発生している。したがってまわし溶接を行なう方が疲れき裂の発生から考えるとすいしょうされる溶接施工法である。

(7) 溶接継手部金属の疲労強度減少係数に関する研究

内部溶接欠陥を含有しない突合せ溶接横継手の疲労強度は余盛趾端部における幾何学的な応力集中率ならびにその部分の材料強度に左右されると考えられる。一方趾端部の形状係数すなわち理論弾性応力集中係数  $K_t$  は溶接方法の種類および溶接条件によつて変るから、任意の横継手の疲労強度を推定ないしは解析するためには、母材、熱影響部および溶接金属について広範囲な  $K_t$  に対する疲労強度減少係数  $K_f$  が明らかにされていなければならない。この理由から、本研究は SM 41 の母材について  $K_t$ - $K_f$  線図を求め、併せてサブマージドアーク溶接継手の溶接金属および熱影響部における  $K_f$  の変化率を求めること目的として行なった。

供試材は SM 41 C で、板厚 25 mm × 1,524 mm × 3,048 mm の圧延材の板厚中心部から試験片の長軸がロール方向に一致するように母材試験片を切出した。また突合せ溶接横継手試験片を得るため、供試鋼板のロール方向と直角方向に開先を加工し、板厚 12 mm の裏当金を用いてギャップを 4 mm とし、7 パスのサブマージドアーク溶接を行なった。溶接継手材から試験片の長軸がロール方向に一致するように試験片を切出した。

試験方法としては、荷重範囲 20 トンのローゼンハウゼン型万能疲労試験機を用い、各系列の試験片について、引張試験ならびに軸力片振疲労試験を行なった。

結論は次のとおり

- 1) FEM 計算による  $K_t$  は余盛角度に対し単調増加を示す。増加の割合は余盛角度が 30° 程度まではほぼ角度に比例して増加する。
- 2)  $K_t$  をパラメータとした場合の  $SR = C_1 N_c^{-k_1}$        $SR = C_2 N_f^{-k_2}$  における  $C_1$  は  $K_t$  によらずほぼ一定 ( $C_1 = 136$ ) であり、 $C_2$ ,  $k_1$  および  $k_2$  は  $K_t$  の増加につれて増加する。
- 3) 母材、溶接金属および熱影響部の疲労強度は  $K_t = 2.03$  では  $BM < WM < HAZ$  の順に大きいようであるが  $K_t$  の増加とともにその差は減少し  $K_t = 7.04$  ではほぼ等しくなる。すなわち  $K_t$  の増加につれて  $N_c$  の材料依存性は減少する。
- 4) き裂伝播寿命  $N_p$  は材料および  $K_t$  によらない。 $N_c/N_f$  は  $K_t \leq 3.05$  では  $K_t$  によらず、かつ  $N_f t 3 \times 10^4 \sim 10^6$  オーダでは  $N_c/N_f \geq 0.8$  であり、 $K_t \geq 7.04$  では  $K_t$  に依存するが、 $N_c/N_f \leq 0.3$  である。さらに  $K_t = 5.12$  は  $N_c/N_f = 0.5$  である。 $10^4$  オーダから  $10^6$  オーダにわたる  $N_c$  または  $N_f$  に対する  $K_f$  はつねに  $K_t$  よりも少ない。たとえば母材 ( $N_c, N_f = 2 \times 10^6$ ) に関する  $K_t/K_f$  は  $K_t$

=2.03 で 1.69 (Nc, Nf), Kt=5.12 で 1.58 (Nc), 1.92 (Nf) である。

Nc に基づく Kt-Kf 曲線および Nf に基づく Kt-Kf 曲線は  $Kt \leq 3$  の範囲ではほぼ同じ挙動を示すが、それ以上の範囲では前者はほぼ直線的に増加しつづけるのに対し、後者は急激に勾配が減少し  $Kt=10.84$  ではほとんど飽和値に達しているようである。

((研究資料 No. 144))

## SR 110 造船所における省力化に関する調査研究

部会長 竹沢 五十衛 氏

日本の造船業は、その年間進水量において十数年にわたり連続して世界の首位を占めるとともに、今や世界の 50% 近くのシェアを誇っているが、最近における労働力の不足は特に著しく、また急速な賃金の上昇は年率 20% 近く、今後の造船業の国際競争力確保の面からきわめて重大な問題となつている。

これに対処するには、造船業における工数低減を目的とした省力化のための抜本的な対策が急務である。また、これとあわせて労働力確保を目的とした作業改善についても検討する必要がある。かかる問題は広範かつ多方面にわたるので関係者の一致協力による画期的な研究開発が必要である。

このため、昭和 46 年度は、昨年度に引続き下記項目につき調査研究を行ない 3 カ年研究の総合とりまとめを行なつた。

### 1. 総合システムに関する調査研究

#### (1) 総合システムモデル案の詳細設計

45 年度の概略設計をベースとし、前提条件を設けてモデルシステムの詳細設計を行なつた。

##### (a) 基準設計、基準日程方式によるシステム簡素化

基準設計船を基準日程で建造するものとした場合の簡素化されたシステムのイメージアップ

##### (b) 上記に合わせた工場設備の想定

上述の建造方式をとつた場合に適した工場設備、配置を想定してみた。

##### (c) 実状に合わせた基準からのモディフィケーションの検討

実際の工場として運営される場合、基準設計船のみが投入されるということはありませんし、また、天候その他の条件により、基準日程がキープできるということは期待できないから、何等かの修正を行なうことは当然必要である。

しかしながら、1隻ずつ別々に考えるよりは基準船との相異点、基準日程からのずれとしてとらえる方がはるかにやりやすい。

以上のような観点のもとにモデルシステムを設計するとともに、いくつかのケースについて、シミュレーションを試み検討の手がかりとした。

なお、46 年度は最終しめくりの年でもあるので、研究についての評価も行なつた。

### (2) コンピュータの利用技術の調査

44 年度、45 年度に引続き、最新状態での調査を行ない今後の見透しを含めて、しめくりとした。

### 2. 設計部門に関する調査研究

#### (1) 標準化の検討

前年度に引続いて船殻・艤装両部門の標準化を行なつた。すなわち船殻部門は

- スターン・フレーム
- ラダー、ラダーストック
- 上部構造
- 煙突

の標準化をとり上げた。

まず、スターン・フレーム、ラダー、ラダーストックについては標準案数種を作成し、アンケート形式でメーカーの意見を聴取して、その回答をもとにしてまとめた。その結果はたとえば鋳鋼部分の少ないものが好ましいというように、ごく常識的な結論が得られている。また、メーカーの自由意見も記入してもらつたが、その中には今後標準化を進めるうえで参考になる意見も多い。メーカー側はこのような標準化の検討を歓迎しており、特に工作法や検査基準が複数造船所間でかなり異なっている現状がこれを機会に統一の方向に向えば非常に大きなメリットが期待される。

上部構造については、各社の現状を調査し、その平均的な寸法をもとに NK ルールを満足するような各部部材寸法の標準を定めた。この標準化により板厚は 7 種、型钢は 6 種に統一された。また、これを採用した場合の重量増は最大 5% 程度である。

煙突については、各社の現状を調査し、これをもとに標準寸法を定めた。

一方、艤装部門では

- 外注メーカ品の標準化
- 対関連業界・規格などの問題

をとり上げた。メーカーとしては直ちにこれにフォローすることには設備・装備など種々問題があるが、これまでの例からみてこのような標準案があれば長い期間の間には次第にこの線に近づいてくることが考えられ

る。そのためには JIS 化あるいはその他の団体規格化することが大切である。

また、関連業界、規格の問題は、対船主関係、対船級協会、規格 (JIS, SRS) などの問題を調査した。船主関係では今後メンテナンス・フリーの方向の標準化を望んでいる。また規格関係は、各種団体規格がばらばらであるので、今後それらの各種規格を一つのシステムとして体系化し、一貫した思想で足なみを揃えることが必要である。

## (2) 節労化の効果の評価および直線式構造の実験

本年度の節労化の研究は、実用化の検討および前年度からの直線式構造の実験について行なった。

### (a) 実用化の検討

前年度までの試設計および一連の直線式構造の実験によつて種々の節労設計は可能であることがわかったが、同時にまたそれらの各節労設計についての効果の評価は各工場の設備能力あるいは工作法によつて大きく変り、最終的に最も効果のある節労設計として一つのものにまとめ上げることは不可能であることが判明した。そこで本年度は各工場にとつて、最適な節労設計を行なう際に有用な手段として、最適化手法による節労構造プログラムの開発を行なった。

これは与えられた主要寸法や各種原単位のもとで材料費および工費の和である建造コストを最小にするようないわゆる最適構造を見出すためのプログラムである。

これにより、各社各工場の条件に応じてその工場に合った節労設計を見出すことができるようになった。一例として昭和 45 年度に試設計した船型について計算を行なったが、得られた最適構造は現在各社が設計している構造寸法と大差なかつた。

### (b) 直線式構造の実験

前年度までの実験により直線式構造の採用はほぼ可能であろうとの見通しを得たが、さらに本年度は工作誤差のある場合などを含めた大型模型によるプログラム疲労試験を行なった。すなわちビルジコーナ一部およびストラット基部の 1/2.5 模型を作成し、これに実船に実際に加わる荷重をモデル化した荷重プログラムを加えた。

ストラット基部については、ブラケット端部をソフトに改良した模型では 20 年相当の繰返し荷重ではき裂は発生せず、荷重プログラムを 1.3 倍に拡大して 12 年強の繰返し後はじめてき裂が発生した。

これらの実験から、直線式構造は適当な構造寸法および工作精度があれば不可能ではないこと、ただ

小さなき裂が発生する可能性は残っているが、進展が遅いので大事に到る可能性は少ないと考えられる。

今回の実験をもとにしてさらに今後破壊力学の手法などによりき裂の発生、進展および構造の破壊との関連を追求すればより適確な評価ができるものと思われる。

## (3) 船殻・艤装の一体化

本年度は機関室内の配置の問題および機関部の自動設計法の研究をとり上げた。

機関室内の配置については、最下甲板より上部の補機モジュールのあり方、居住区の形状が艤装に及ぼす影響、機器配置と物量の関係、ボイラの位置などの検討を行なった。ボイラの位置については前部、後部いずれがよいともいえず一長一短あることがわかった。

一方自動作図については、人手と時間を多く必要とする配管設計の自動化をとり上げた。この作業は完全に完成するまでに 4 つのステップをふむことになるが、本委員会の作業としては第 2 ステップまでとした。第 1 ステップは管路の決定、第 2 ステップは決定された管路内への各系統の管の選定配置を行なう、このステップまではほぼ完成した。このあと第 3 ステップでは管路内の管の配列の決定、第 4 ステップでは各管の管割り (フランジ位置の決定) を行なう。これにより従来多くの人手と時間を要していた配管設計の大幅な省力が期待される。

## (4) 近代化に対する設計のあり方

造船業界の近い将来の生産方式として従来のオーダーメイド方式からオプション付き標準船を建造する方式に変っていくであろう。この場合のオプションはできるだけ量産効果を阻害しない範囲であることが望ましい。このような見地から船殻・艤装両面についてオプション項目をまとめた。

また将来は基本設計・詳細設計・生産設計から現図作業にいたる一連の設計作業および現図作業を電算機を用いて一貫処理するシステムが開発されつつある。この場合のグラフィック・ディスプレイなどの、ハードウェアの利用を中心に船殻設計関係の作業の流れを描いてみた。

## 3. 船殻工作部門に関する調査研究

### (1) 足場の改善

45 年度に引続き、上甲板裏面の足場装置としてクロスタイ上を走行するブーム式足場装置の研究と将来の予備研究として曲り外板用足場装置の外板曲面への自動歩い装置の研究を行なった。

前者は甲板裏のスポット工事を主として目指したもので、試作機を製作し、実験した結果、二、三問題点はあるが一応の実用化の目途を得た。

後者については、下部作業床、ブームまでの試作機により研究を行なった結果、実用上の問題点を把握できた。

#### (2) 鋼板曲げ加工の自動化に関する研究

昭和45年度よりの継続研究として46年度には

- 加工順序が成型効果に及ぼす影響
- N/C 装置とするためのハードウェア（スクリージャッキ）の試作実験
- ユニバーサル多点プレスの仕様決定

の3項目について行ない、実現可能な装置の概要仕様を求め得た。

#### (3) 曲りブロック自動組立方式に関する研究

継続研究として、昭和46年度は曲りブロックの板、枠が結合された後の水平隅肉自動溶接装置の設計、試作を行なった。

水平隅肉溶接は、溶接線が3次元的な曲線であり、この曲線に正しくフォローし、適正な隅肉を得るために、被溶接物の接手線が水平もしくは上り勾配になるようなブロックをポジショニングし、その上でトーチが適正なラインに沿い、しかも適正な角度を保持するよう制御装置に工夫を加えた。

#### (4) ブロックの搭載前仕上方式に関する研究

45年度からの継続研究として、46年度は前年度より曲りの大きいブロックを対象として、仕上切断の実験を行なった。曲りの大きいブロックの場合は、仕上切断線の精度を上げるため新しい方法のセンサーを開発、実験の結果は良好な精度を得た。

以上により46年度の研究を終り、各項目それぞれに一応の成果を収め得た。しかし造船現場へ導入するについては、なお、詳細につめるべき面は残されており、この研究が呼び水となつてそれぞれの場でさらに積極的な研究を進めることが望まれる。

### 4. 艦装工作部門に関する調査研究

3カ年にわたる造船所における省力化に関する調査研究の一環として、艦装工作部門では、昭和45年度に引き続き、次の5件の研究を行なった。

- 塗装の機械化
- 掃除の機械化
- フレキシブルパイプおよび同ジョイントの船舶への応用
- 粉体塗装の船舶への応用
- 艦装しやすい居住区配置

昭和44年度からの計画テーマの内「艦装品集配材システム」、「パイプの新しい溶接法」、「新しい電線布設方法」に関しては、昭和45年度に研究が一応終了したので、今年は、これらを研究テーマから省いた。

また、艦装工作部門の改善には、船舶建造システムの一環としての検討が必要であり、その一つとして、設計、船設工作にも関係の深い居住区の配置の問題を今年新たに付け加えた。

また、昭和46年度は、3カ年研究の最後の年にあたることでもあり、今までの研究の総合評価を行なうという意味から艦装工作の実態との関連を検討した。造船所の省力化、環境改善というテーマは、一定期間に完結するものでなく、したがって研究の目標は、現状実施し得るものに限定せず、可能性を含め、将来改善の緒口となるべきものを探究した。

各テーマごとの概要は次のとおりである。

#### (1) 塗装の機械化

作業足場の機械化、各種アタッチメントならびに附帯装置の開発、特殊用専用機器の開発、サブ材塗装システムの検討を一部試作を含め、試設計等具体的に実施した。

46年度の具体的研究として

- 1) クローズドサーキット式インペラブラスト装置の実験的研究
- 2) ハイドロジェットクリーニングに関する実験研究および試設計
- 3) 高所作業用伸縮自在自走車の試設計
- 4) バルクキャリアの艙内作業車の試設計

を実施し、また45年度に引続いて研究した各塗装機械の総合的見直しを行なった。

さらに各装置機械の省力効果および新造船工場、修繕船工場に分けて各装置の組合せによる総合的省力効果について試算を行なった。

#### (2) 掃除の機械化

艙内に発生するごみの実態を調査し、掃除対象となる重点項目を定めることができた。発生したごみの処理よりも、いかに発生量を減らすかということが大切であり、これは計画の精密化、加工精度の向上等が必要である。そのほか、モラルの問題、包装の問題等掃除の機械化に併せて、総合的な合理化対策を検討した。

#### (3) フレキシブルパイプおよび同ジョイントの船舶への応用

船舶への応用の可能性の検討により、小径・低圧部

(87頁へつづく)



# オメガ航法とその受信機について

長尾修爾

古野電気株式会社装置研究室

## 1. ま え が き

オメガ航法が、大洋中でどの程度使えるかは、本格的に送信局が運用されるであろう1974年頃まで研究が続けられることになる。現在、実験的な出力で送信されている局を使用した場合でどの程度かということをも他の航法システムと比較してみたので、この結果を報告すると同時に、オメガ航法用受信機の紹介をし、今後のオメガ航法の普及化を検討する資料とする。

## 2. オメガ航法と他の航法との比較実験

この実験は1972年3月に行なわれたものでA局ノルウェー、B局トリニダッド、C局ハワイ、D局ニューヨークであったが、その後、着々と送信局の建設、整備が進められ、この実験における時点より、更に改善されている。

この実験の主な内容は、オメガ航法の測定結果と1チャンネル型のNNSS(人工衛星)航法の比較並びにレーダ、デッカ航法との比較実験である。この実験では高速コンテナ船に搭載し、第1図の航跡に示す通り、パナマ経由の日本-欧州航路で行なつた。

### 2-1 実験の条件

実験船 鎌倉丸(高速コンテナ船)

実験装置 古野製オメガ受信機

NNSS受信機(ITT 6000)

## DECCA (MK-12)

## RADAR

### 2-2 実験結果

オメガ受信機で得られた位相差を、空間波補正表(US. NAVAL OCEANOGRAPHIC OFFICE 発行)とオメガ表を使用して時刻と共に他の航法によつて得られた測位結果を記入して、第2, 3, 4図の結果を得た。

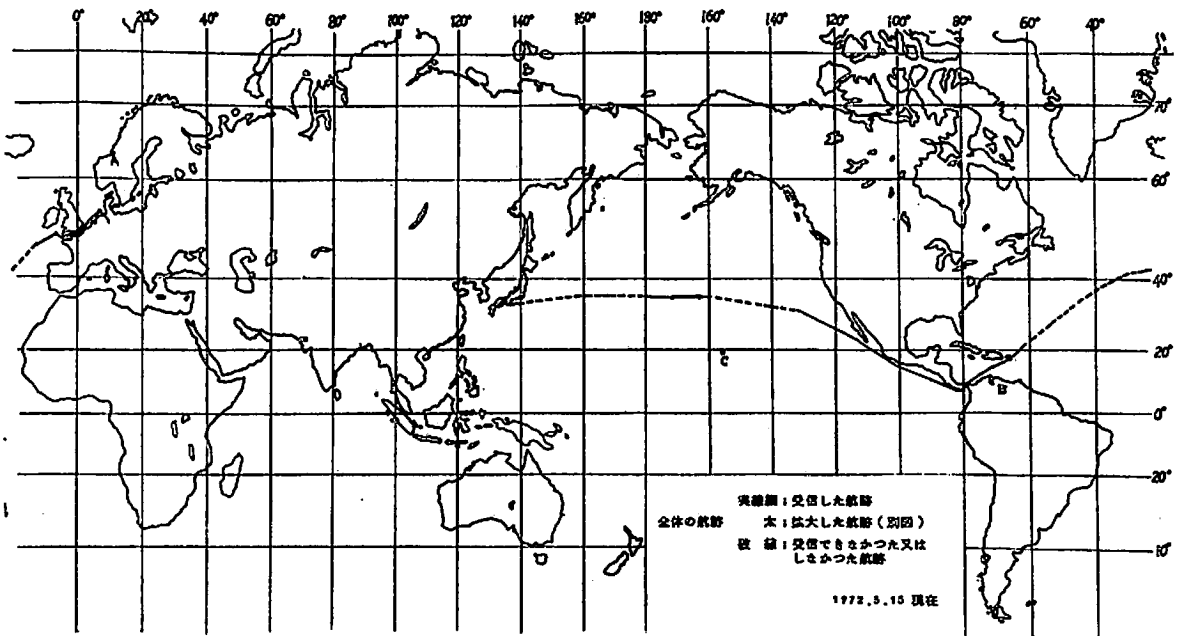
これらの記録では、現在最終出力まで出力していない送信局のために起つている空間波補正表の不適合が含まれているし、局の選択においても、交角、雑音レベル等の条件の悪い対局を余儀なくされているが、そのまま採用している。第5図に示す航跡では、空間波補正表の代わりにハンブルグの一月の定点観測によつて得られた補正值を使用した方が、精度が得られるので、これを使用している。

このように第5図にみる通り、実験局の段階でも使用に際してある程度の使用者の観測などで、より精度の高い航法として使用でき、近い将来に予定されている送信出力の増加に伴ない益々条件が良くなることになる。

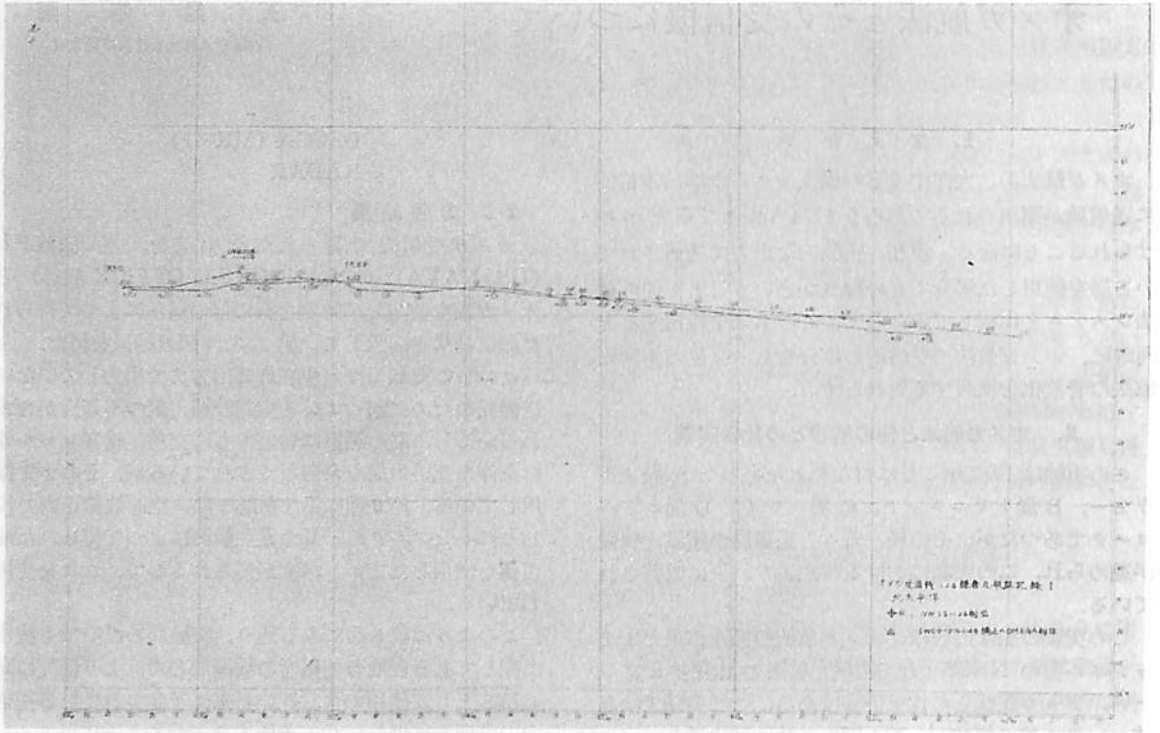
これらのことからオメガ航法は、多少の精度の悪さはあつても、全世界で常用できる電波航法になりうる要素をもっているものと考えられる。

## 3. オメガ受信機について

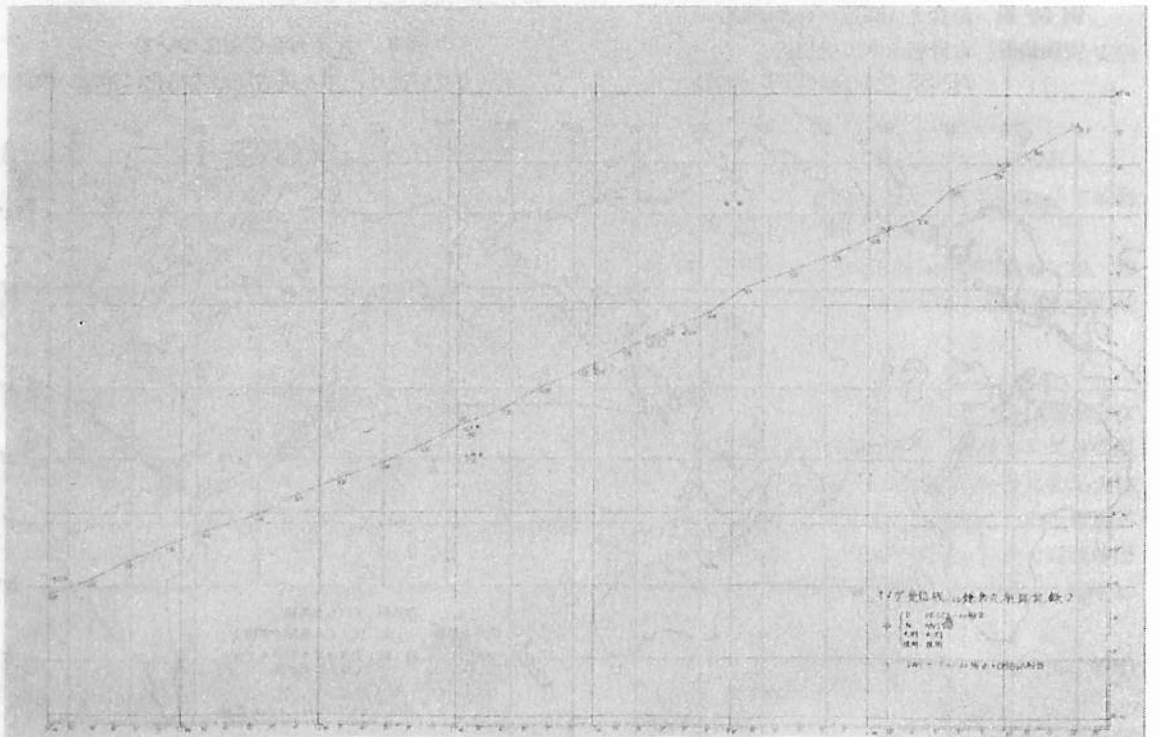
オメガ受信機は、年々送信局の本格化に伴ない改良さ



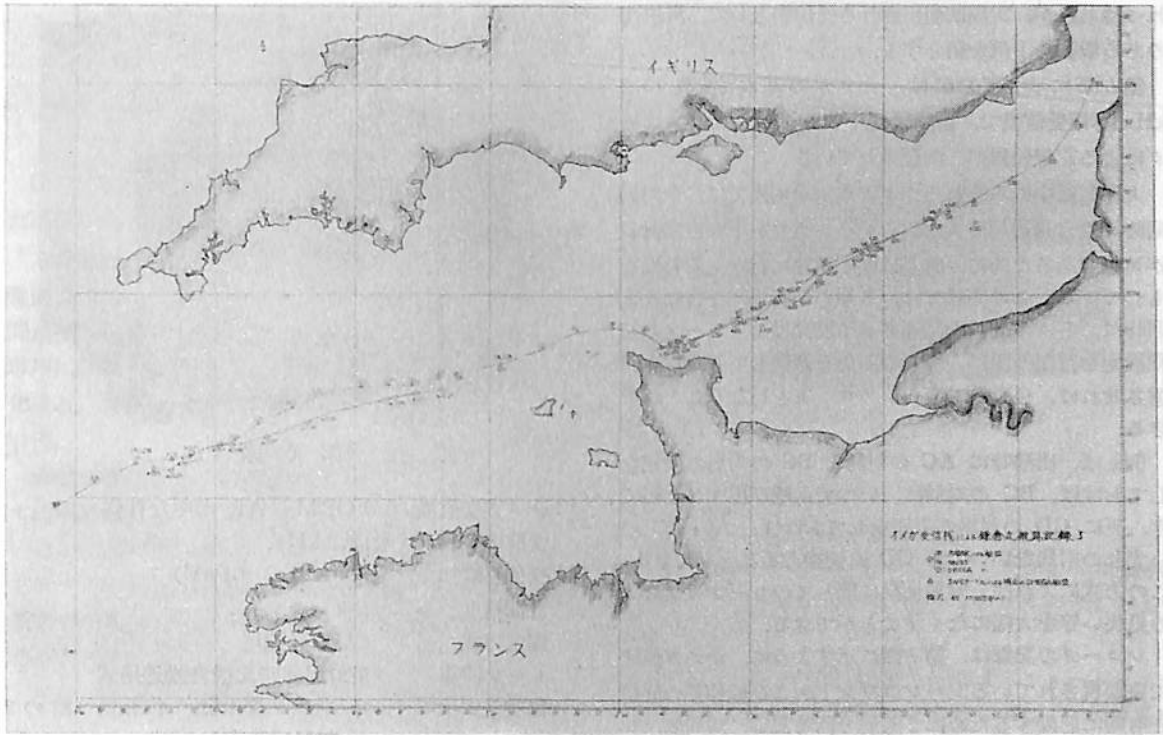
第1図 全体の航跡



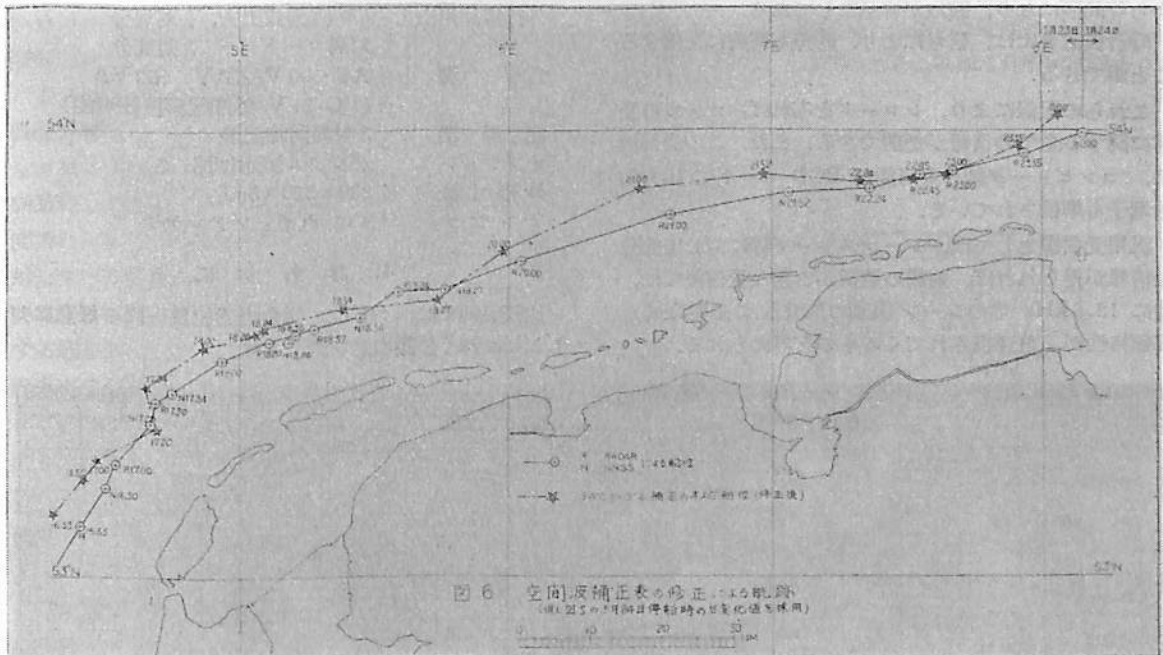
第 2 圖



第 3 圖



第 4 図



第 5 図

れつつあるが、実際に使用される受信機として、汎用性のある機種の一例を紹介する。

第6図に示す受信機は、オメガの基本周波数 10.2 kHz 専用受信機で、自動同期、自動追尾およびレコーダによる記録装置が、内蔵されている。

大洋航行中にみられるオメガの対局切換では、全対局同時記憶自動追尾方式によるレーンカウントの自動計数が可能であるために、容易にかつ迅速に行なえる特性をもっている、この方式では、8局の同時追尾を行なうと同時に、各々の局間を関連させる回路によりレーンの初期設定を行なう際に、任意の対局を選択して初期値を記憶させれば、自動的にレーンカウントを行なうことができる。

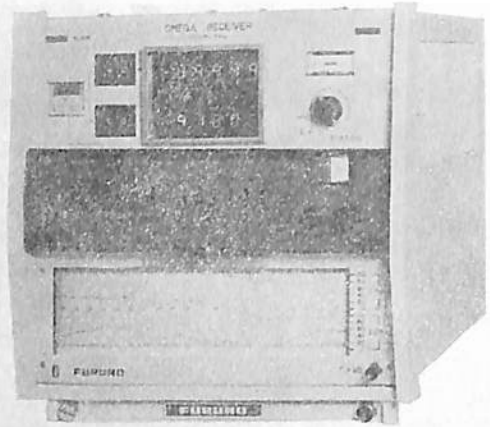
例えば、出港時に AC の対局と BC の対局の設定をしておけば、BC の対局は、いつでも呼び出すことができ、更に CD の対局の設定をしておけば、AC、BC のいずれの対局をいつでも CD に切換えることもできる。この方式によれば、対局切換に際してのレーンカウントの見失い等を大幅に減らすことができる。

レコーダの記録は、第7図に示すように、オメガ航海で重要視されているレーンカウントおよび位相差の経緯を有効に記録するために2対局分同時記録、対局名、レーンカウントのデジタル印字が可能であり、約20時間の記録が直視できる。従来のレコーダが、振動に左右され易いメータ式ペン機構であるのに対し、確実に記録する乾式放電を使った特殊ペン構造の記録機構を採用している。また同時にペンレコーダの目盛における非等間隔から等間隔になり、読取が容易にしてある。

時計装置または、信号により、時刻も同時に記録することができる。

これらの記録により、レコーダをみれば、オメガの受信に関する全ての情報が把握できる。また、この受信機は、コンピュータ結合も可能なBCDコードの出力信号端子も準備されている。

汎用受信機としては、レーンスリップ等に対して十分な情報が得られれば、対局の選択が容易な受信機では、特に 13.6 kHz 等のレーン識別の周波数は必要なく、低価格性が、重要視されてくるものと考えられる。



第 6 図

オメガ受信機  
受信周波数  
受信感度  
計測精度  
測定方式  
レーン設定  
位相差表示

FORM-3 AR の主な仕様

10.2 kHz  
-40 dB (0.01  $\mu$ V)  
1 センチレーン  
8局自動追尾  
全対局同時記憶自動追尾式  
1) レーン数4桁、位相差2桁の2対局同時表示  
2) 局切換スイッチにより8局の全組合せ選択表示可能

セグメント同期  
基準発振器  
AFC  
外部接続用出力

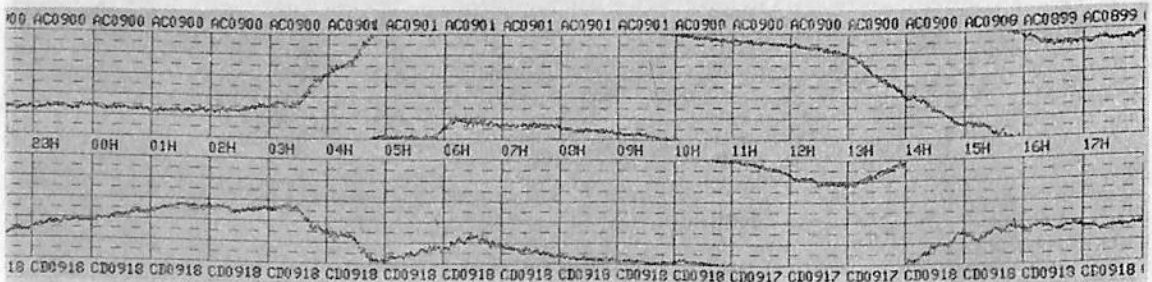
自動  
 $1 \times 10^{-8}$ /day  
有  
6桁直列式出力、2対局分  
対局コード 2対局分  
AC 100 V/220 V 100 VA  
(DC 24 V 外部電源接続可能)

電 源  
レ 録 器  
オプション  
外形寸法  
アンテナ

2対局同時記録  
デジタル表示回路  
330×320×380  
4 m ホイップアンテナ

#### 4. おわりに

比較実験では、NYK、鎌倉丸乗組員一同の好意に対しここに深く感謝の意を表します。



第 7 図



# GT 948 A 形 オメガ受信機

富士通株式会社

## 1. 概要

GT 948 A 形受信機は比較的大形の船舶を対象とした高性能のオメガ受信機である。

本受信機は米国ノースロップ社製の米海軍向け高性能受信機 SRN-12 形をベースとして一般船舶用に当社が関連技術と最新の回路技術を駆使して開発したもので、軍用に匹敵する性能を有しながら SRN-12 形より小形化され、機能が大幅に増大し、さらに操作性が向上している。

本受信機はまた、自動航法システムの主要センサとしての機能を備えており、必要なソフトウェアも用意している。位置計算に必要な空間波補正の方法には、スワンソンモデルによる予測計算方式を用いており、全世界の任意の場所、時刻における補正値をじん速かつ正確に求めることができる。

以下 GT 948 A 形受信機について、特長、主要性能および開発した計算プログラムを使用して行なつた試験結果などをご紹介します。

## 2. 特長

### (1) 耐雑音性、高速追従性

オメガ受信機では、超長波帯特有のパルス性雑音と高いレベルの連続性雑音による感度低下、指示値の変動が問題になる。

本受信機の受信増幅系は低雑音増幅器、ハードリミッタおよび能動フィルタの効果的な使用により、高感度でしかもパルス性雑音に対して十分な耐力を持っている。さらに位相変化に対する応答性と、連続性雑音除去をほぼ決定する位相トラッキングフィルタは、もつとも性能のすぐれたサンプル値制御の閉ループ形を使用している。従つて 80 ノットの速度まで追従できるとともに、定速航行時の測定時間の遅れがほとんどなく、しかも雑音による指



GT 948 A 形受信機外観

示値の変動が少なくなっている。

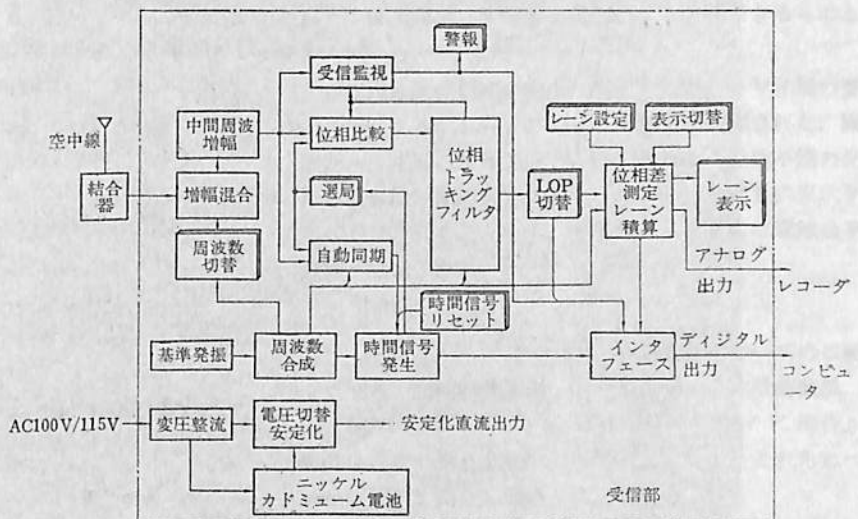
### (2) インタフェース回路の内蔵

コンピュータへ直接接続可能なインタフェース回路を内蔵し、位置計算に必要な各種デジタル信号出力は全て備えている。

航行に伴う位置線の変化を記録するチャートレコーダは 2 台接続でき、それぞれのレコーダに 1 対の位置線を記録することができる。2 台のレコーダにより、3 本の位置線は同時に記録、監視できる。

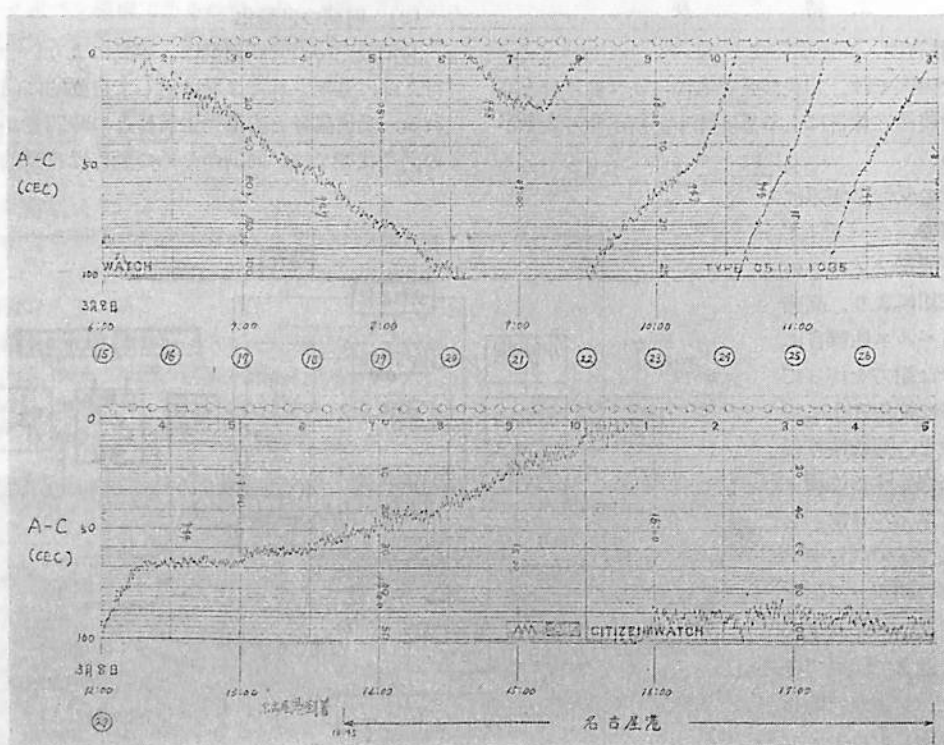
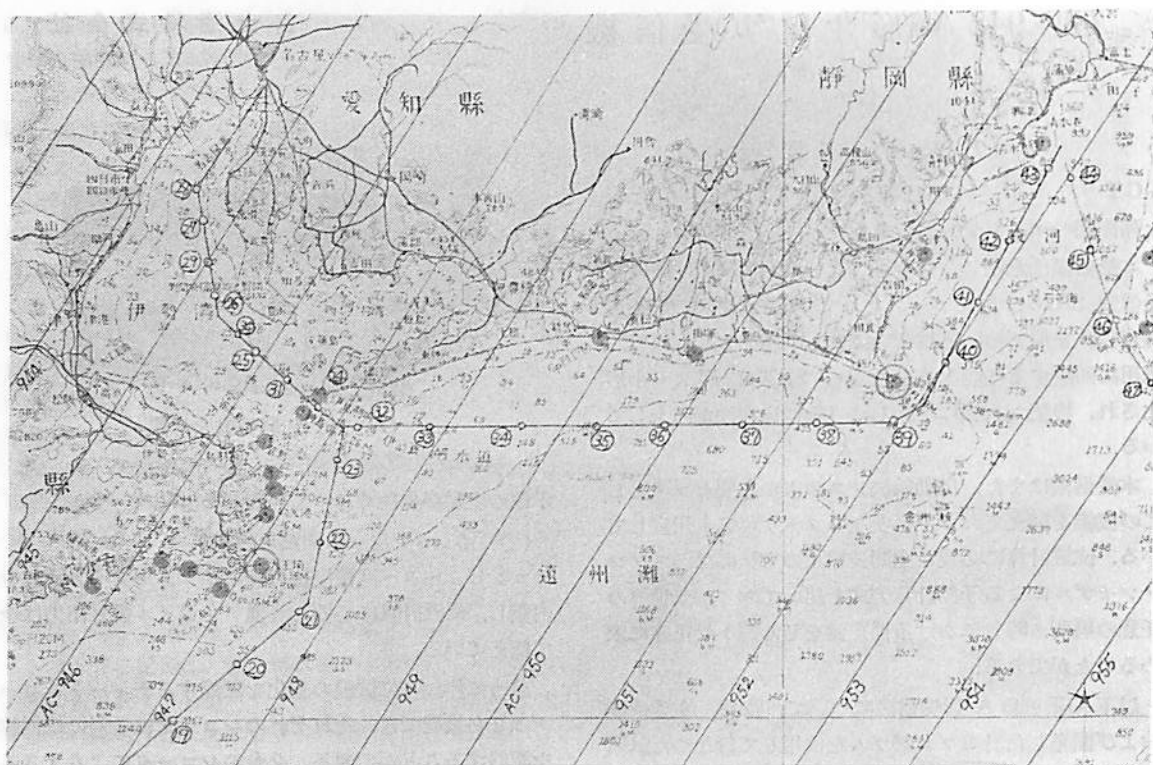
### (3) 同期の自動化

初期設定時の時間同期は、手動によりいつたん選局を行えば、選択された 2 局に対して自動的に同期が行なわれる。受信信号と内部発生信号との時間差が一定値以内の同期状態では、同期のための動作は自動的に停止され



GT 948 A 形受信機系統図





レコーダの記録

状態が記憶される。したがって同期操作は非常に簡単であり熟練を要しない。本方式については特許を申請中である。

#### (4) 受信状態の表示

選択した局ごとに、受信状態が一見してわかるような位相同期消失警報ランプを備えている。警報ランプにより送信局の停波、電波伝搬上のじょう乱などによる受信不能の発生は容易に発見することができる。警報信号はまた受信局名コードとともに、デジタル信号として出力されている。

#### (5) 停電時の動作保護

船内電源の停電による同調ずれ、積算されたレーンの消滅等の発生を防ぐため、ニッケル・カドミウム電池による非常用電源を内蔵している。停電の発生と同時に自動的に電池動作に切り替わり動作を保護する。

### 3. 主要性能

受信周波数	10.2, 11 $\frac{1}{2}$ , 13.6 kHz, 切替1波
感度	0.01 $\mu$ V
ダイナミックレンジ	100 dB
機器精度	1/100 レーン
位相追尾	指定4局を自動追尾する
同期方式	指定4局中2局に対して自動同期, 手動同期も可能
表示	5桁の計数表示による3位置線(LOP)時分割表示, 指定LOPを連続表示することも可能
測定精度	昼間; $\pm 1$ 海里, 夜間; $\pm 2$ 海里
発振器周波数安定度	$\pm 2 \times 10^{-9}$ /日
外部接続出力	デジタル出力; 動作/非動作, 主従局名, 受信状態, LOP番号, LOP値(BCD), データ読取り起動/禁止 アナログ出力; チャートレコーダ 2台駆動用
所要電源	AC 100 V/115 V, $\pm 10\%$ , 50/60 V, 60 VA
非常用電源動作継続時間	約 10分
寸法・重量	240 H $\times$ 420 W $\times$ 466 D (mm), 25 (kg)
空中線	ホイップ形, 基部に結合器を内蔵 3177 H $\times$ 196 W $\times$ 150 D (mm), 5 (kg)

### 4. 試験結果

47年3月に川崎重工業株式会社および川崎汽船株式

会社のご協力により、川崎汽船所属のみししつび丸にGT 948形受信機を搭載し、神戸・横浜間で受信試験を行なった。

実験にさきだつて、東海地方沿岸におけるオメガ双曲線および空間波補正表を計算により求めた。47年春においては、日本近海はノルウェー(A局)とハワイ(C局)のみが受信可能で、双曲線が1本しか得られずオメガによる位置測定は不能であつた。しかしA-C双曲線を用いて1次元的な測定は可能なため、受信機によつて得られるA-C位置線値と、試験船搭載レーダによつて得られる船位から逆に求められるA-C位置線値との比較による試験を試みた。

試験の結果を下表に示す。

測定時間帯	測定数	標準誤差 $1\sigma$
昼間	15	0.077 レーン
夜間	20	0.147 $\sphericalangle$
日の出, 日没	21	0.279 $\sphericalangle$

東海地方沿岸におけるA-C双曲線の幅は1レーンにつき約10海里である。

なお、基準としたレーダの測定精度は、試験船が沿岸を航行したので十分高いものであつた。

試験結果は表にみられるように、昼間、夜間の時間帯では公称されているオメガ精度内に完全に入っている。しかし日の出、日没時は精度はかなり低下している。日の出、日没時の精度低下は、伝搬の時間的位相変化曲線と計算による補正曲線の間に若干の時間的ずれを伴うことに起因するもので、ある程度の誤差はさげがたいが、今後測定データの積み重ねにより改善できるものと考えている。

受信機は試験期間中完全に動作したが、ハワイ局の受信不能による1レーンのスリップが1回観測された。原因はハワイ局の短時間停波と推定される。受信不能の発生とともに同期消失警報ランプにより、ただちに異状発生が発見されるとともに、付属のレコーダに位置線の不連続が記録された。

以上簡単ながらGT 948 A形受信機についてのご紹介とする。現在同受信機を用いた自動オメガ受信装置、およびGT 948 A形と基本性能が同一でさらに操作が容易な小形の簡易形受信機を開発している。これらについては別途ご紹介したいと考えている。

# 日本近海におけるオメガ測定精度

吉 本 高 使  
株式会社東京計器  
越 勝  
大洋無線株式会社

## 1. ま え が き

1971年11月と1972年11月の2回にわたって、同一航路、同一船上においてオメガ電波の受信状態および船位測定の評価を行なったので発表する。受信局はここ2～3年間に共通して受信できたA-C局についてだけ抽出して述べ、ディファレンシャル・オメガとして位置の評価を行ない、空間波修正値の固定誤差を除いた。これらの結果によると、オメガ電波はすでに実用し得る電界強度を有し、精度は $\pm 0.5 \sim 1.0$  漣であるが、一般のオメガ位置決定には発行されている空間波修正表を用いるため、更に $\pm 1 \sim 1.5$  漣を加える必要がある。

## 2. 受 信 状 態

### 2.1 日変化特性

正確に位置の求められている場所(東京・蒲田)にオメガ受信機を設置し、常時日周変化を測定し、宇宙空間物理現象(Ionospheric Fluctuation, 例えば空電やCPA)を含んだ空間波修正値を時刻の関係として求め、日変化修正値とする。一方船上測定前の連続10日間の日周変化を平均した平均修正値を求めそのRMS偏差および度数分布を第1図(1971年)および第2図(1972年)に示す。1969年度版および1971年度版空間波修正値を第1図および第2図に並記すると、固定誤差が最大5.5漣(0.1漣/CEC)も発生していることがわかる。これの現象は船位精度の場合にも確認することができた。

### 2.2 船位測定

毎回同一航路を航行する日本カーフェリ株式会社殿のブーゲンビリア号(川崎・浮島～日向間約300漣、片道所要時間約25時間)にオメガ受信機を装備し、一方本船の航海士殿からの正30分毎の船位測定値(レーダおよびクロス・ベアリングによる船位)とを比較して精度の計算を行なった。第3図aおよびbは1971年11月の船上測定値および日周変化特性の記録であり、第4図aおよびbは1972年11月のものである。横軸は日本標準時(JST)の時刻であり、縦軸は位相差(0～100

CEL)を示す。これらによれば、各々の測定日による日周変化は同一でなく、変動幅を持っていて、伝搬特性によるオメガ精度を評価する上で極めて大切であることがわかる。例えば1972年11月8日3時30分について説明すると第1表に示すとおり、測定値はA-C 939.84であり、日変化修正値は-18であるので939.66を得る。一方本船の同時刻の位置は $33^{\circ}16.4'N$ ,  $134^{\circ}24.6'E$ であり、対応するオメガの位置の線は939.65であるので、誤差は約0.1漣となるが、平均修正値を用いると0.6漣、1971年度版修正値を用いると4.4漣の誤差となる。このようにして1972年11月7日～8日について修正値に関して評価すると1971年度版修正値、10月27日～11月5日の10日間の平均修正値および日変化修正値を夫々用いた場合の船位に対する一致の度合は12:26:62であつた。またいずれの場合もサイクル・スリップングおよび大きな空電による乱れはなかつた。

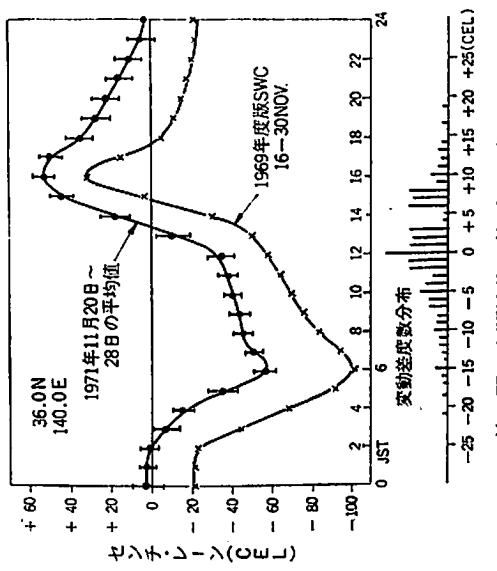
また船位測定データの詳細な記録を第1表に示す。

## 3. 結 論

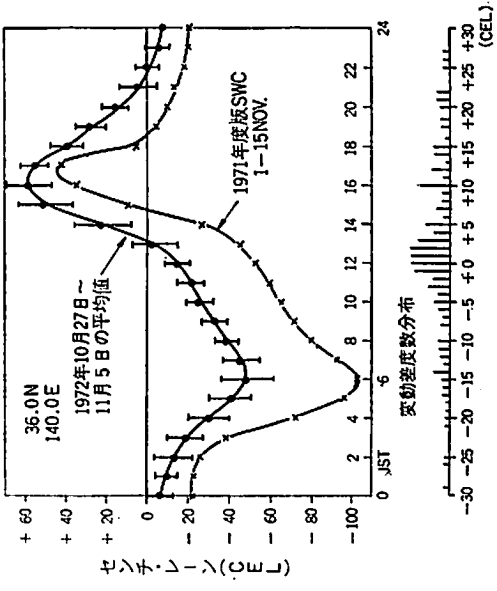
1972年は1971年に比べて日本近海で急激なオメガ帯に雑音の増加があるといわれているが、船位測定には問題なく、現在A局およびC局が実験局の出力であっても充分実用し得るものであることがわかつた。1971年11月には測定点104点について日中0.5漣、夜間0.7漣、1972年11月には測定点84点について日中0.5漣、夜間1.2漣の精度が得られた。

## 4. 謝 辞

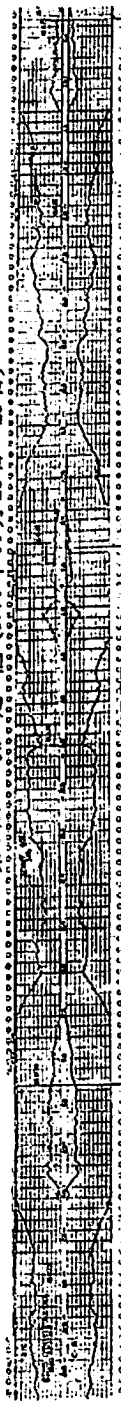
日頃オメガの伝搬に関して御指導下さつている鹿児島大学田口先生および今回のオメガの実船測定に便宜を計つて下さつた日本カーフェリ株式会社高田部長殿、塚本監督殿、ブーゲンビリア号の船長殿、特に正確な船位を測定して下さいた航海士殿および局長殿に紙面を借りて厚くお礼を申し上げます。



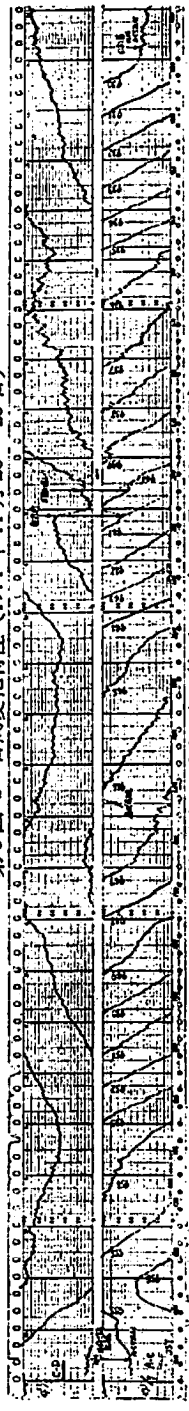
第1図 空間波修正値 (1971年)



第2図 空間波修正値 (1972年)



第3図 b 日周変化特性 (1971年11月23～25日)



第4図 b 日周変化特性 (1972年11月7日～9日)

第1表 船位測定データ表 (川崎・日向間)

日時	A-C 測定値	修正値 (CEL)			A-C 位置の線 (日変化)	本船の位置		誤差 (CEL)	距離差 (マイル)	備考
		修正表	平均値	日変化		緯度・経度	位置の線			
47.11.7 10.00	955.61	-58	-25	-50	955.11	35°31.2'N 139°47.6'E	955.15	-4	-0.4	川崎浮島
10.30	955.81	-56	-24	-50	955.31	35°24.9'N 139°45.3'E	955.37	-6	-0.6	
11.00	956.20	-54	-23	-48	955.72	35°16.3'N 139°44.4'E	955.76	-4	-0.4	
11.30	956.48	-51	-20	-43	956.05	35°07.4'N 139°41.9'E	955.07	-2	-0.2	
12.00	955.93	-48	-15	-36	955.57	35°02.4'N 139°30.8'E	955.58	-1	-0.1	
12.30	955.43	-43	-10	-31	955.12	34°58.0'N 139°20.0'E	955.06	+6	+0.6	
13.00	955.02	-36	-3	-17	955.85	34°51.9'N 139°13.2'E	959.92	-7	-0.7	
13.30	954.85	-28	+10	-3	955.82	34°44.2'N 139°06.4'E	954.86	-4	-0.4	
14.00	954.58	-15	+28	+11	954.69	34°37.2'N 138°58.6'E	954.69	0	0	
14.30	954.09	-4	+39	+22	954.31	34°33.4'N 138°50.3'E	954.33	-2	-0.2	
15.00	953.37	+3	+51	+36	953.73	34°33.0'N 138.41.8'E	954.82	-9	-0.9	
15.30	952.61	+18	+57	+46	953.07	34°33.2'N 138°32.2'E	953.07	0	0	
16.00	951.80	+22	+60	+53	952.33	34°33.1'N 138°22.7'E	952.40	-7	-0.7	
16.30	951.31	+20	+60	+45	951.76	34°33.4'N 138°12.6'E	951.68	+8	+0.8	
17.00	950.58	+18	+56	+34	950.92	34°34.1'N 138.01.4'E	950.87	+5	+0.5	
17.30	949.95	+14	+50	+25	950.20	34°32.0'N 137°51.5'E	950.29	-9	-0.9	
18.00	949.47	+11	+40	+22	949.69	34.29.6'N 137.40.0'E	949.64	+5	+0.5	
18.30	949.08	+8	+34	+7	949.15	34.26.2'N 137°30.0'E	949.12	+3	+0.3	
19.00	948.24	+5	+28	+20	948.44	34°22.4'N 137°19.4'E	948.58	-14	-1.4	
19.30	947.65	+3	+22	+24	947.89	34°19.3'N 137°08.3'E	947.95	-6	-0.6	
20.00	947.34	+1	+16	+22	947.56	34°13.3'N 136°58.7'E	947.60	-4	-0.4	
20.30	947.20	-1	+11	+19	947.39	34°06.2'N 136°50.2'E	947.38	+1	+0.1	
21.00	946.97	-2	+6	+4	947.01	34°00.6'N 136°41.0'E	947.02	-1	-0.1	
21.30	946.69	-4	+3	0	946.69	33°53.4'N 136°32.0'E	946.76	-7	-0.7	
22.00	946.42	-6	0	-3	946.34	33°46.8'N 136°22.8'E	946.44	-10	-1.0	
22.30	946.17	-8	-3	-5	946.12	33°40.0'N 136°13.4'E	946.14	-2	-0.2	
23.00	945.85	-10	-7	-6	945.79	33°32.7'N 136°04.0'E	945.60	+19	+1.9	
23.30	945.57	-12	-7	-12	945.45	33°25.9'N 135°54.5'E	945.53	-8	-0.8	
24.00	945.17	-13	-7	-11	945.06	33°23.8'N 135°45.0'E	944.98	+8	-0.8	
47.11.8 0.30	944.32	-13	-8	-11	944.21	33°23.6'N 135°32.8'E	944.15	+6	-0.6	
1.00	943.37	-14	-10	-7	943.30	33°23.4'N 135°21.2'E	943.32	-2	-0.2	



1.30	942.64	-18	-11	-7	942.57	33°23.3'N 135°09.9'E	942.51	+6	+0.6	
2.00	941.41	-23	-13	-9	941.85	33°23.6'N 134°57.9'E	941.66	+19	+1.9	
2.30	—	-33	-15	-4	—	33°22.8'N 134°46.7'E	941.90	—	—	停電
3.00	940.43	-44	-19	-9	940.34	33°20.2'N 134°35.6'E	940.24	+10	+1.0	同期再設定
3.30	939.84	-52	-24	-18	939.66	33°16.4'N 134°24.6'E	939.65	+1	+0.1	
4.00	939.21	-60	-30	-23	938.98	33°13.2'N 134°14.0'E	939.04	-6	-0.6	
4.30	938.59	-68	-36	-26	938.33	33°10.1'N 134°02.7'E	938.40	-7	-0.7	
5.00	938.17	-78	-40	-39	937.78	33°07.4'N 133°51.8'E	937.73	+5	+0.5	
5.30	937.56	-86	-45	-39	937.17	33°03.7'N 133°41.4'E	937.17	0	0	
6.00	937.20	-83	-48	-46	936.74	32°59.6'N 133°31.5'E	936.66	+8	+0.8	
6.30	936.86	-82	-48	-46	936.40	32°53.4'N 133°21.6'E	936.27	+13	+1.3	
7.00	936.29	-71	-45	-42	935.87	32°47.2'N 133°11.8'E	935.05	+2	+0.2	
7.30	935.93	-69	-42	-44	935.49	32°42.3'N 133°00.8'E	935.34	+15	+1.5	
8.00	935.00	-67	-38	-40	934.60	32°41.2'N 132°49.3'E	934.52	+8	+0.8	
8.30	934.17	-65	-36	-33	933.79	32°40.4'N 132°37.8'E	933.71	+8	+0.8	
9.00	933.50	-62	-34	-41	933.09	32°37.5'N 132°26.2'E	933.05	+4	+0.4	
9.30	932.86	-60	-30	-39	932.47	32°34.9'N 132°14.8'E	932.36	+11	+1.1	
10.00	932.01	-58	-25	-39	931.42	32°32.2'N 132°03.7'E	931.66	-4	-0.4	
10.30	931.30	-56	-24	-31	930.99	32°29.2'N 131°52.0'E	930.99	0	0	
11.00	930.58	-54	-23	-20	930.38	未測定	—	—	—	
11.25	930.42	-51	-21	-13	430.29	32°26.4'N 131°38.6'E	930.14	+15	+1.5	

(76頁よりつづく)

分への利用が可能であることが判明し、実船への取付およびその結果の検討を今年度の課題とした。超大型タンカーの居住区分の清海水、排水、汚水管の小径のものに試用するほか、一部機関室、パイプについても実船装備試験を行なった。

#### (4) 粉体塗装の船舶への応用

粉体塗料と溶剤型塗料の性能試験、粉体塗装面に対する一般化粧用上塗料の密着試験、粉体塗装面の溶接性、溶断性の研究、最小100μ塗膜厚を得るための樹脂およびその方法の研究を行なった。粉体塗装は性能的にすぐれているが、塗装方法にまだ問題があり、

船舶への応用は、その制限内で行なう必要がある。

#### (5) 艦装しやすい居住区配置

居室パネル、個室標準、キャビンスーツ、艦装単位というような居住区配置の構成要素のモジュール化の検討を行ない、これらの基本的モジュールの組合せによる船主要求の変化に対応できる基本デザインシステムの開発を行なった。さらに上部構造の形状、キャンパー、デッキハイト、ラバトリー、糧食冷蔵庫のユニット化、主配管、ダクト、配線の固定化等を研究し、これらの成果を含めた試設計にもとづいて、その経済性の検討を行なった。

(研究資料 No. 145-1~4)

【製品紹介】

結露や氷結から視野を守る  
安全ガラス“ヒートライト C”

旭硝子株式会社

1. ヒートライト C とは

建物や乗物の窓に使われているガラス——これらの窓は視野の確保という大切な機能を持っている。ことに乗物の運転席の窓にとっては安全上最も重要な機能の一つであろう。ところが、露、氷、雪などのために、この大切な機能が失われることがある。ヒートライト C は、ガラス表面に金属の薄い膜をコーティングすることにより透明のままに導電性を持たせ、通電発熱させることでガラスの曇りや氷結を防止する視野確保の安全ガラスである。

ヒートライト C は、被膜の保護、感電防止、および窓ガラスの破損に対する安全を考えて合せガラスにしてあるから、万一割れても、ひびが入るだけで、破片の飛び散りはない。

2. ヒートライト C の用途

ヒートライト C の用途は

- ・船舶、車輛、航空機などの運転席前面ガラス
- ・冷凍庫、低温室、工事用 TV カメラなどの覗き窓ガラス
- ・融雪レンズ、融雪道路標識など各種の窓ガラス

の結露防止、氷結防止、融雪用として用いられる。

このほか特殊な用途として静電気除去、ふく射熱遮蔽などにも用いられる。

3. ヒートライト C の電熱設計

ヒートライト C の設計については、従来の窓材料としての寸法、厚み等の設計のほか、いわゆる電熱的な設計が必要となる。簡単にその設計の考え方を説明してみよう。

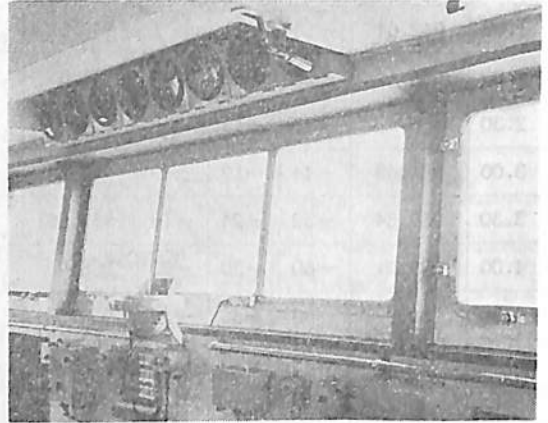
3.1 電力計算式

電気抵抗 R オーム (Ω) のヒートライト C に電圧 V ボルト (V) を印加し、電力 W ワットの電熱を得るとき、この関係は

$$W = \frac{V^2}{R} \quad (3.1.1) \text{ となる。}$$

したがって W、V、R のうち2つを決定することにより残る1つが決定される。

一般的にはまず電力 W を選定し、使用電圧 V が決



原子力船「むつ」の窓(中央)にヒートライト C

まっているとき R を求めるか、もしくは製造上の制限から R が決められ、それに適合するよう V を調整する方法がとられる。

3.2 電力の設計のために

電力は普通、枚当り電力 W を加熱面積 A で割った単位面積当りの電力  $W_0$  を用いるのが便利である。

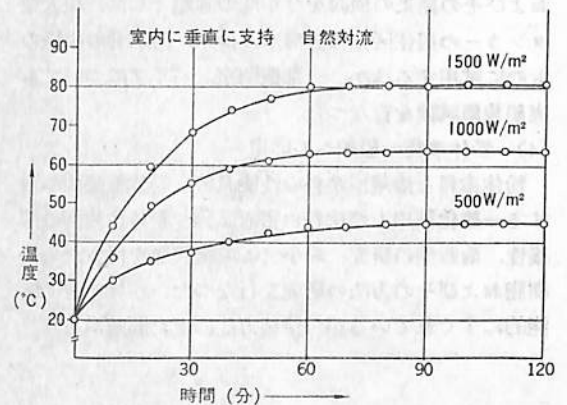
単位は W ワット (W), A 平方メートル ( $m^2$ ) を用いて

$$W_0 = W/A \text{ (W/m}^2\text{)} \quad (3.2.1) \text{ となる。}$$

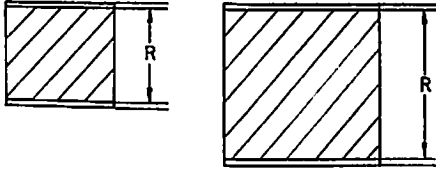
標準的な単位面積当り電力は、第1表に示すようになる。

第1表 標準的電力

用途	目的	$W_0$
船舶	防氷	約1800W/m <sup>2</sup>
車輛(長距離列車)	防曇	550
郊外電車・バス	防曇	400



第1図 ヒートライト C 温度上昇曲線



$$\text{極間抵抗 } R = \frac{\text{固有抵抗値} \times \text{長さ}}{\text{膜厚} \times \text{電極巾}} = \text{一定}$$

正方形では長さと電極巾は等しい

第 2 図

ただし適当な電力は使用する条件により異なるので、使用目的（防曇、防氷）、使用環境（温度、湿度、風速）などを考慮する必要があるので、当社にご相談ください。各電力における温度上昇の曲線の例は第1図のようになる。

### 3.3 電気抵抗設計のために

#### 3.3.1 面積比抵抗

電気抵抗  $R$  は寸法・形状に左右されるから、これに左右されない定数として普通は面積比抵抗  $r \Omega/\text{sq}$ （オーム・スクエア）を用いる。 $\Omega/\text{sq}$  という単位は正方形当りの電気抵抗値という意味である。物体の電気抵抗は断面積に反比例し、長さに比例するから、第2図のように正方形であるかぎり向い合う辺の間での電気抵抗は同じとなる。 $\Omega/\text{sq}$  のことを  $\Omega/\square$  と記すこともある。

#### 3.3.2 極間抵抗と面積比抵抗の関係

前節の面積比抵抗に対し、ヒートライト C の電極間の抵抗値を極間抵抗と呼ぶ。

極間抵抗  $R(d)$  と面積比抵抗  $r (\Omega/\text{sq})$  との関係は電極幅を  $d$ 、電極間距離を  $l$  とすること。

$$R = r \frac{l}{d} \quad (3.3.2.1)$$

または

$$r = R \frac{d}{l} \quad (3.3.2.2)$$

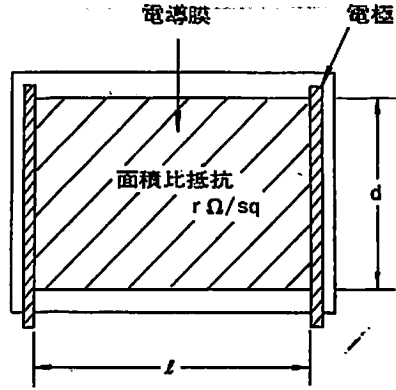
となる。

この式は極間抵抗  $R$  が、膜厚が一定のとき定数  $r$  をともなつて電極幅  $d$  に反比例し、極間距離  $l$  に比例することから説明がつく。 $d, l$  は mm でも cm でも同じ長さの単位であれば良いことになる。

#### 3.3.3 面積比抵抗の適正範囲

面積比抵抗  $r$  は膜厚を変えることにより相当大幅に調整することができるが、電気抵抗の安定性と光線透過率からその適正範囲が決められる。

$r$  を小さくしようとして膜厚を厚くすると光線透過率が低下するし、逆に膜厚が薄すぎると電気の流れが不均



極間抵抗： $R \Omega$

第 3 図

一になる。

以上のような理由で  $r$  は  $30 \sim 3,000 \Omega/\text{sq}$  程度までできるが、実用可能なものは次のようなものである。

受注可能条件  $r = 40 \sim 100 \Omega/\text{sq}$

製造上の理想値  $r = 50 \Omega/\text{sq}$

また、光線透過率と面積比抵抗の関係を第4図に表わす。

#### 3.3.4 計算例

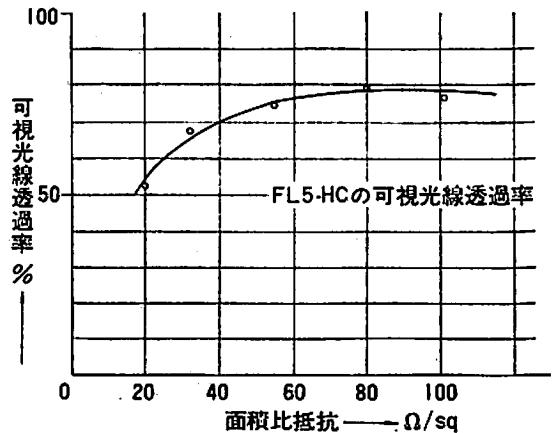
電車車輻の運転席ヒートライト C の電熱計算をしてみる。ただし寸法は幅 672 mm、高さ 862 mm、電圧は 200 V とする。

##### (1) 加熱域を決める

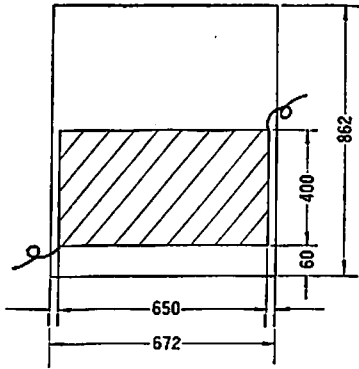
運転視野から考え、このガラスの加熱域を第5図のように決定するとき

加熱幅： $d = 400 \text{ mm}$

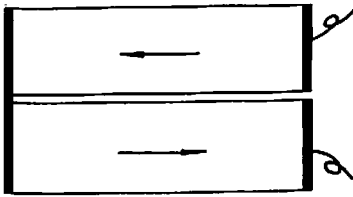
電極間距離： $l = 650 \text{ mm}$



第 4 図



第 5 図



第 6 図

加熱面積:  $A = dl$   
 $= 0.4 \times 0.65 = 0.26 \text{ m}^2 \dots \dots \dots \textcircled{1}$

(2) 消費電力を定める.

第 1 表より車輛用として単位面積当り電力  $W_0$  に 550  $\text{W}/\text{m}^2$  の電力を選定すると、この時の消費電力  $W$  は 3.2.1 式により

$W = W_0 A$   
 $= 550 \times 0.26 = 143 \text{ W/枚} \dots \dots \dots \textcircled{2}$

(3) 面積比抵抗を求めて製造可否を検討する.

極間抵抗  $R$  は 3.1.1 式より

$R = \frac{V^2}{W}$   
 $= \frac{200^2}{143} = 280 \Omega \dots \dots \dots \textcircled{3}$

したがって面積比抵抗  $r$  は 3.3.2.2 式より求められ

$r = R \frac{d}{l}$   
 $= 280 \times \frac{400}{650} = 220 \Omega/\text{sq} \dots \dots \dots \textcircled{4}$

この場合、受注可能範囲を超えているので再検討を要する.

(4) 回路の検討

このガラスの加熱回路を第 6 図のように変更してみる. この場合は電極のとり出しは同じ側の辺にくる.

抵抗計算は

$d = 400 \div 2 = 200 \text{ mm}$

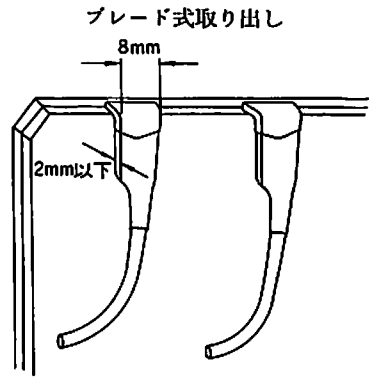
$l = 650 \times 2 = 1,300 \text{ mm}$   
 になったものとして取扱えばよい.

$r = R \frac{d}{l}$   
 $= 280 \times \frac{200}{1,300} = 43 \Omega/\text{sq} \dots \dots \dots \textcircled{5}$

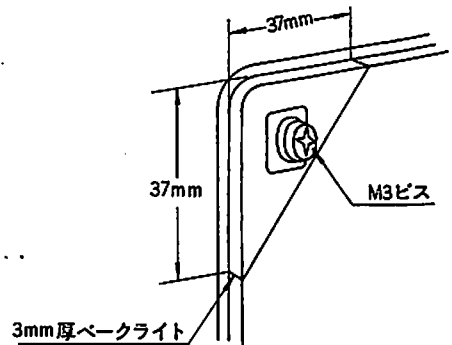
となり、製造可能となる.

(5) 電極端子のとり出し部分の設計

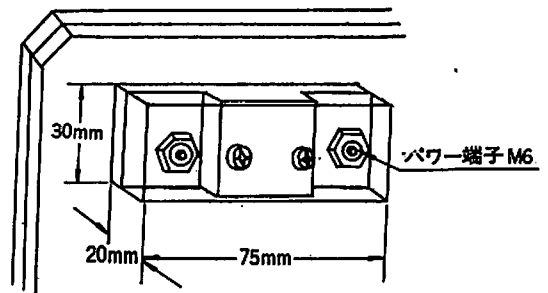
ガラスから電極端子をとり出すのは、次図のものを標準としている. なお、これ以外のものについても当社にご相談頂きたい.



ブレード式取り出し



コーナーブロック式取り出し



ボックス式取り出し

(旭硝子株式会社 — 車輛機材営業部: 東京都千代田区丸の内 2-1-2 千代田ビル)

〔製品紹介〕

金子産業の KLE・M シリーズ

防爆型・制御警報接点付フロート・スイッチ

金子産業株式会社

このたび、'73 新製品 No. 2 として、液面制御を自動で検出する防爆型フロート・スイッチ (KLE・M シリーズ) を発表する運びとなつた。

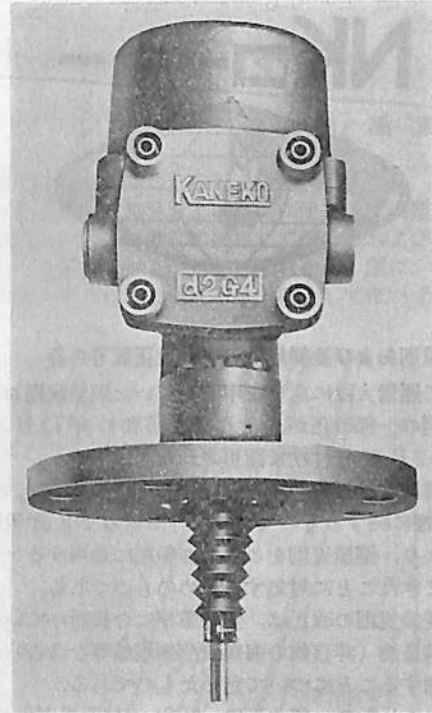
本器は労検第 13634 号の d2G4 の国家検定を取得し認定された新製品である。従つて、制御しようとする流体は、JIS 防爆規定による第 1 種および第 2 種危険場所に指定されている作業所での爆発雰囲気における液面検出および制御に使用するものである。

本器の構造は本体と検出部とに分かれており、本体内には制御別により接点が 4 通りに組み込むことができる。すなわち、上限用、下限用、上下自己保持用、上下限単独用の 4 接点があるので、制御するタンクおよび装置の機能によつて選定することができる。検出側のフロートは、ガイドレールによつて上下に移動する。フロートは液面の増減を敏感にとらえて接点を働かせる。フロートの位置設定はガイドレールに付属しているストッパーにより自由に調節できる。

制御液面は 1,500 mm を限度とし、流体圧力は 0.2 kg/cm を標準としているが、特別仕様の条件にも種々応じている。

なお薬品類の液面制御に使用する場合は、ガイドレール、フロートおよびストッパーが 18-8 ステンレス鋼で作られているので、これを腐食させないものであれば支障がない。本器の使用場所としては、石油精製工業における作業所で引火性液体の移送、充てんおよび貯蔵所、圧縮および液化ガス製造業における可燃性ガスの発生圧縮および充てん作業場所、コールタール製品、製造におけるタールまたはガス軽油の精製および分溜作業所、ベンゾール等引火性液体の充てんおよび貯蔵場所、染料および中間物製造業における可燃性ガスまたは引火性液体を多量に取扱う作業場所、醸酵工業、合成樹脂、可ソ物、化学繊維、植物油、医薬品、香料、写真感光材料、ゴム製品等の製造業において、可燃ガスまたは引火性液体を多量に取扱う作業場所となつている。

もちろん直接引火性液体を制御する場合もあるが、このような液体を取扱う雰囲気の中での水や非引火性の液体を制御する場合であつても、本器のような防爆型機器を使用することが義務づけられている。



標準仕様

モデル: KLE・M シリーズ

検定番号: 労検第 13634 号

防爆構造および対称ガスの記号: d2G4

ボデー材質: 耐食アルミ合金

接液部材質: SUS 27

用途別接点: 上限用, 下限用, 上下限自己保持用, および上下限単独用の 4 通り

電気定格:

電 圧	無誘導負荷		誘導負荷	
	抵抗負荷	ランプ負荷	抵抗負荷	電動機負荷
AC 250 V	15 A	2 A	10 A	3 A
DC 110 V	0.5 A		0.05 A	

制御液面: 1,500 mm

液体圧力: 0.2 kg/cm

液体比重: 0.75 以上

液体温度: 90 °C

製品重量: 約 5 kg

価 格: ¥ 55,000

納 期: 40 日

(金子産業株式会社: 東京都港区芝 5-10-6 電話 (03) 455-1411)



# NKコーナー



## 鋼船規則および登録規則の一部改正認可さる

かねて運輸大臣に認可を申請していた鋼船規則および登録規則の一部改正が、それぞれ昭和47年12月22日および12月27日付けで認可された。

鋼船規則の改正は、第1, 2, 30, 31, 32, 35, 36, 39および40編に関するもので、最近外国籍のNK船級船の増大により、鋼船規則をこれらの船舶に適用するケースが増してきたことに対処するためのものである。

また登録規則の改正は、登録業務に今後新たにいわゆる海洋構造物（非自航の海底資源掘削船等を含む）の登録を追加することについて定めたものである。

なお、これらの一部改正は、昭和48年版規則集に収録され、5月実施の予定である。

## キプロスおよびベルギー政府 NK に権限付与

昭和47年12月7日付けで、NKはキプロス政府から同国籍船に対し、SOLASおよびLLCに基づく検査および証書の発行ならびに同国の定める規則に基づくトン数測定および証書の発行に関する権限を与えられた。

また、12月15日付けで、ベルギー政府から認定船級協会として承認された旨の通告を受けたが、その具体的内容については、目下調査中である。

## NK 船級船 3500 万総トンを突破

昭和47年1個年間の新規入級船は、260隻、660万総トン余に達し、総トン数では新記録となった。

この結果、年末の総船級船量は、2912隻、3530万総トン余となった。

## 船体溶接部の非破壊検査について

NKは、このほど「製造中登録検査における船体内部構造部材の溶接継手に対する非破壊検査の暫定基準」および「既成船の船体主要構造部材の修理個所の溶接継手に対する非破壊検査基準」を定め、前者は昭和48年3月1日以降起工の船舶に対し、また、後者は同3月1日以降修繕工事に着工する船舶に対し適用することになった。

なお、従来から実施している外板および強力甲板の溶接部に対する放射線検査は、当分の間現行の通り行なうが、その判定基準については、前記の検査基準にJIS Z 3104を採用している点を考慮して、現行判定基準の一部を改正し、内部構造部材の継手に対する暫定基準と同

一期日から実施することになった。

判定基準の一部改正の要点は、次のとおりである。

放射線検査は、JIS Z 3104に従って行なうものとし、検査成績と判定基準については、次による。

(1) 検査の結果は、各撮影箇所ごとにJIS Z 3104によつて等級を判定する。

なお、フィルムの中央部250mm間における欠陥の種類と等級を成績表に記載するものとする。

(2) 判定の結果、3級以上は補修の要はないが、4級の箇所は補修を行なうものとする。ただし、4級の箇所のうち第1種および第2種の欠陥で、連続する欠陥長が100mm以下（ただし、溶込み不足の欠陥は、その長さが板厚以下）の場合は、手直しの要はない。

(3) 前号により手直しを要する箇所が発見された場合は、その付近の同一溶接条件で溶接された箇所から、さらに2箇所撮影するものとし、2箇所とも前号に基づき補修の必要がない場合は、その継手はさらに検査の要はない。

(4) 前号による追加の撮影において、さらに手直しを要する箇所が発見された場合は、改めてこれと同一溶接条件で溶接された継手全部を検査するものとし、不良箇所を手直しするか、またはその継手全長を再溶接しなければならない。

(5) 定められた箇所全体の成績が、手直し前において1~3級の箇所が80%未満、または4級の箇所（手直しを要しない箇所も含む）が20%を越える船の場合は、さらに検査箇所数を増して検査を行ない、重要箇所における溶接欠陥をできる限り発見して手直ししなければならない。

(6) 定められた箇所の放射線試験結果については、各検査箇所（記号で指示してもよい）のJIS等級、フィルムの中央250mm間における欠陥の種類、溶込み不足およびき裂についてはその合計長さ、補修溶接別における4級の箇所の総数に対する百分比などを記載した表を作成し、NKに提出するものとする。

昭和47年版規則集一部改正（第1回）および細則発行  
このほど、昭和47年版船級登録および構造検査等に関する規則集の一部改正（第1回）が発行された。

この一部改正は、第1, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 13, 14, 19, 26, 27, 28, 29および30編に関するもので、原則として昭和48年1月1日以降入級申込みの船舶に対し適用される。

なお、これに関連する鋼船規則細則（船体）も、先ごろ完成し、また、海上コンテナ規則細則もこのほど完成した。

## 日本海事協会誌の公開

従来、日本海事協会誌は、部内技術職員の研さん、情報交換および技術事項の記録保存を目的とする部内限りのものであったが、新たにNKの技術活動の実態を関係業界に知らせるとともに、技術的貢献をすることを目的に加えて、公開されることになった。

会誌は季刊とし、その第1号である1月号（通算第142号）がこのほど完成、関係方面に配布された。

## 長さ 150 m の高速貨物船の水槽試験例 (3)

— 船首プリズマチック・カーブの響影 —

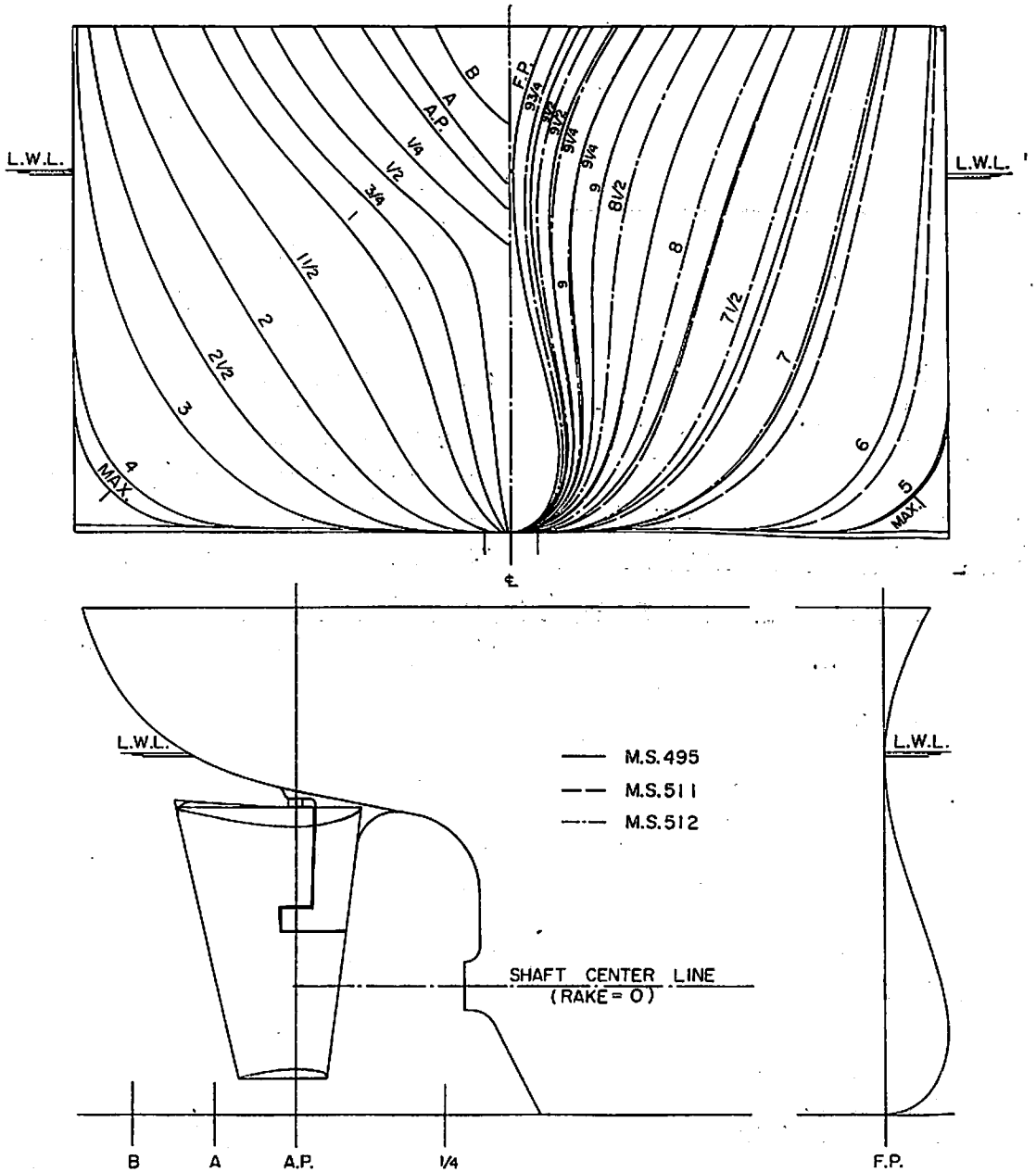
「船舶」編集室

M.S. 495, 511 および 512 は垂線間長さ 150.0 m の高速貨物船に対応する模型船で、模型船の長さおよび縮率は 6.0 m, 1/25.000 である。

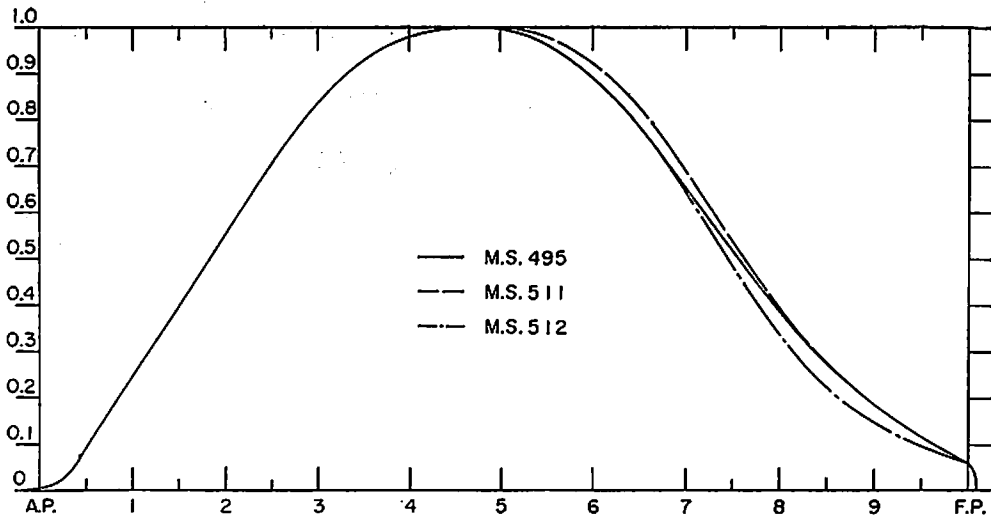
M.S. 495 を原型として、M.S. 495 の船首プリズマチックカーブの肩を張らしたものが M.S. 511 であり、船

首端部を削り落したものが M.S. 512 である。

各船の主要寸法等および試験に使用した模型プロペラの要目を、実船の場合に換算して第 1 表および第 2 表に示し、正面線図および船首尾形状を第 1 図に、プリズマチックカーブを第 2 図に示す。舵としてはいずれもハン



第 1 図 正面線図および船首尾形状



第2図 プリズマチェック・カーブ

第2表 プロペラ要目表

M. P. No.	418
直径 (m)	6.000
ボス比	0.200
ピッチ (一定) (m)	6.400
ピッチ比 (一定)	1.067
展開面積比	0.650
翼厚比	0.050
傾斜角	10°~0'
翼数	5
回転方向	右廻り
翼断面形状	MAU型

ギング舵が採用された。また、L/Bは7.0、B/dは2.4である。

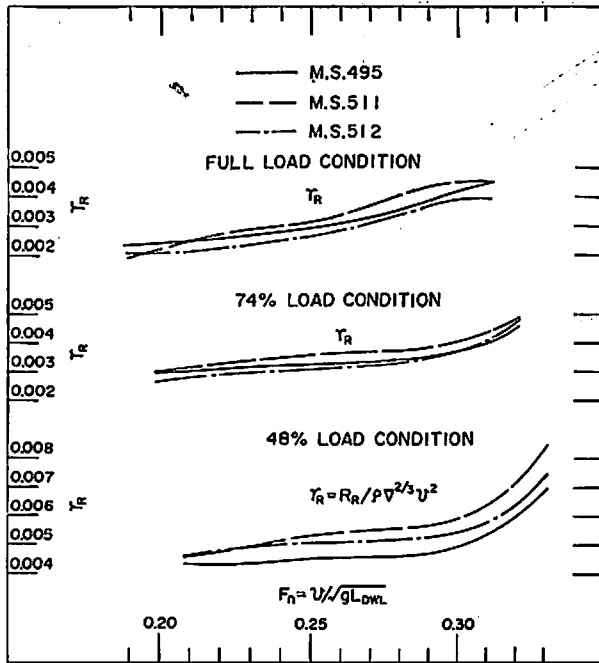
なお、主機としては連続最大出力で16,000 BHP×119 RPMのディーゼル機関の搭載が予定された。

試験はいずれも満載のほか2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図に、自航要素を第4図～第6図に示す。これらの結果に基づき実船の有効馬力を算定したものを第7図に、伝達馬力等を算定したものを第8図～第10図に示す。

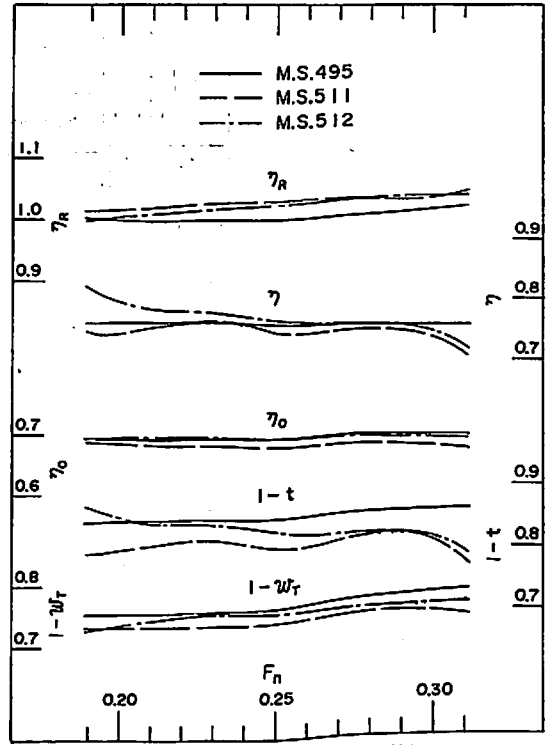
ただし、試験の解析に使用した摩擦抵抗係数はいずれもシェーンヘルのもので、実船に対する粗度修正量 $\Delta C_F$ は0とした。また、実船と模型船との間における伴流係数の尺度影響は考慮されていない。

第1表 船体要目表

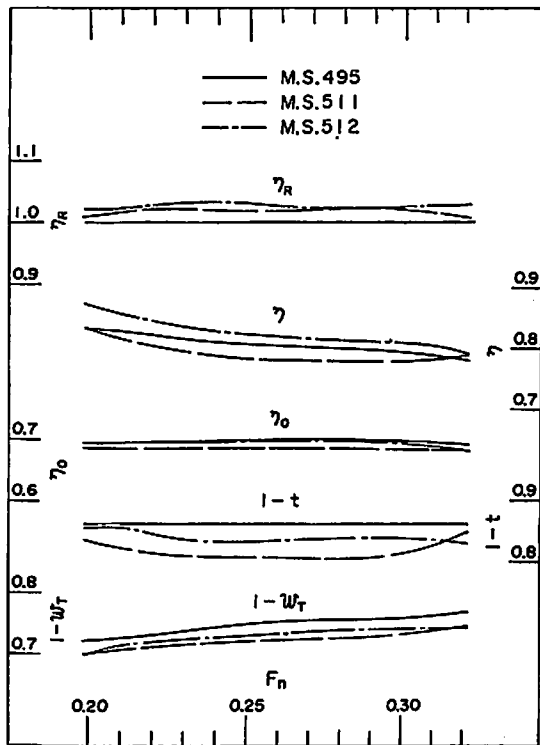
M.S. No.		495	511	512	
長さ	$L_{pp}$ (m)	150.000			
幅 (外板厚を含む)	B (m)	21.428			
満載状態	喫水	d (m)	8.928		
	喫水線の長さ	$L_{DWL}$ (m)	152.638		
	排水量	$\rho_s$ (m <sup>3</sup> )	16,066	16,288	15,784
	$C_B$		0.560	0.568	0.550
	$C_P$		0.577	0.585	0.567
	$C_M$		0.970		
	$l_{CB}$ ( $L_{pp}$ の%にて 函より)	+1.68	+1.45	+2.31	
平均外板厚 (mm)		0			
船首形状		突出バルブ			
バルブ	大きさ (船体中央断面積の%)	6.0			
	突出量 ( $L_{pp}$ の%)	1.0			
	没水深度 (満載喫水の%)	77.6			
摩擦抵抗係数		シェーンヘル ( $\Delta C_F=0$ )			



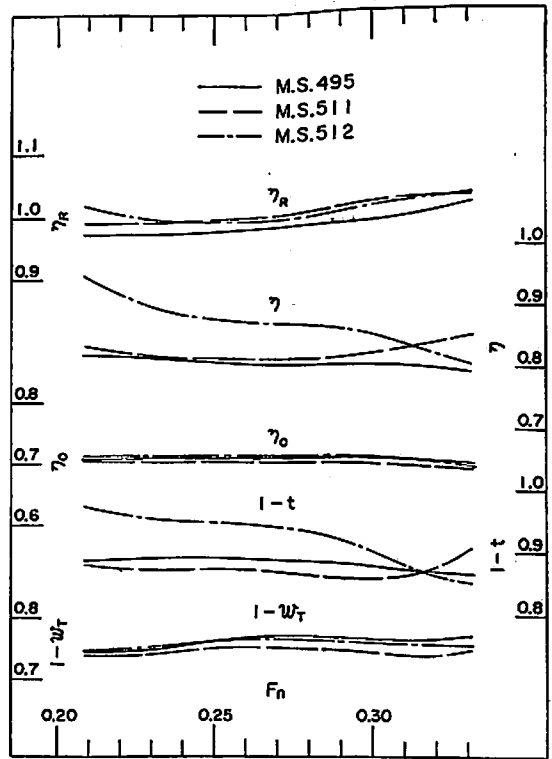
第3图 剩余抵抗系数



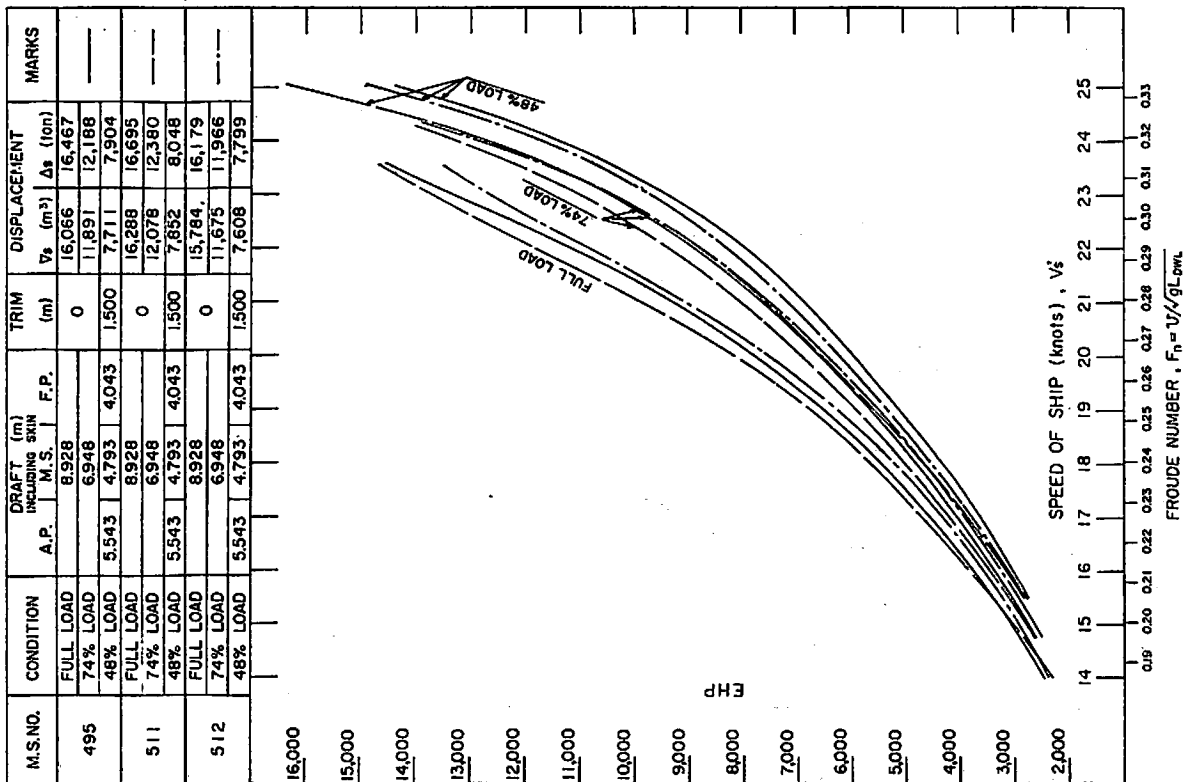
第4图 自航要素 (满载状态)



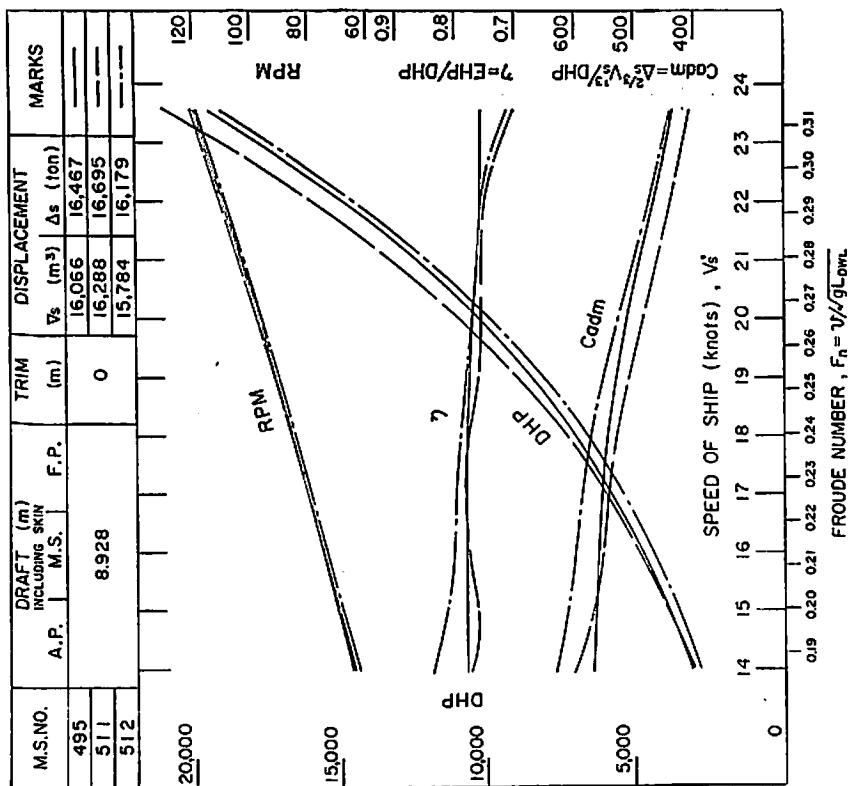
第5图 自航要素 (74%  $\Delta F$  状态)



第6图 自航要素 (48%  $\Delta F$  状态)

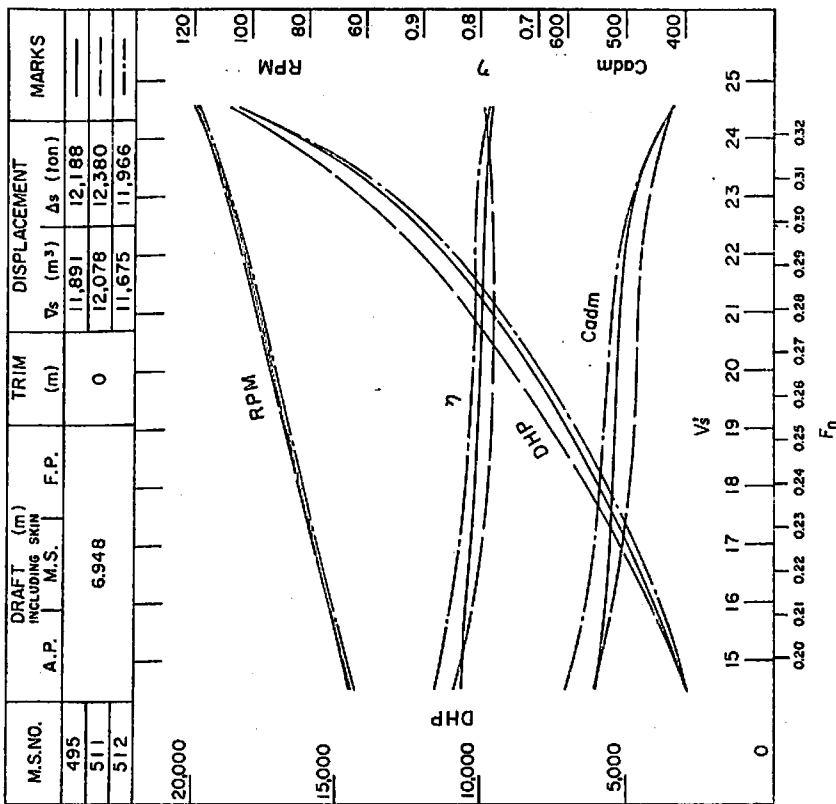


第7圖 有効馬力曲線圖

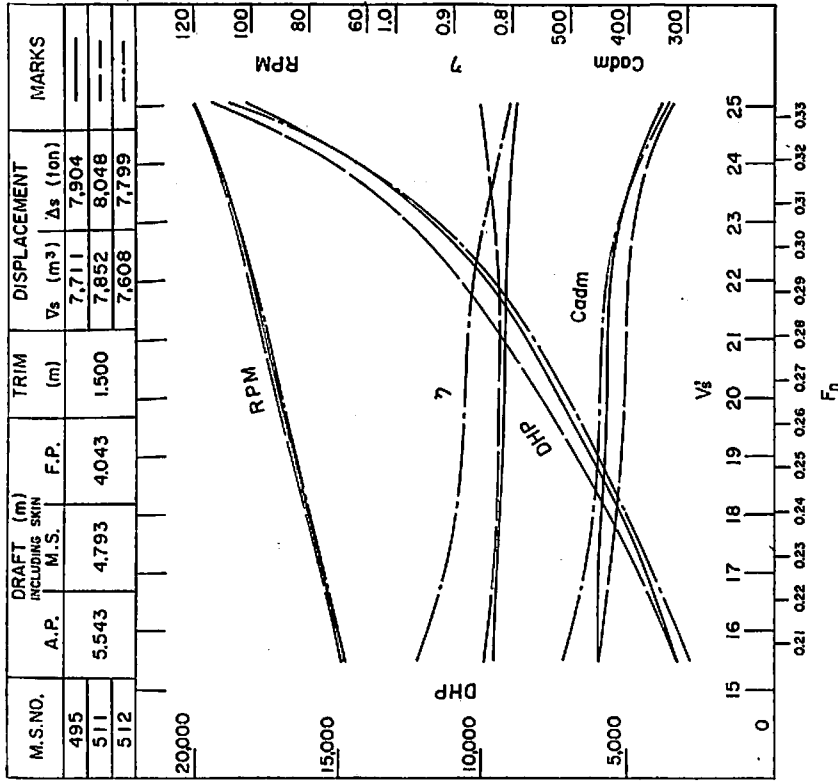


第8圖 伝達馬力等曲線圖 (滿載状態)





第9圖 伝達馬力等曲線圖 (74%  $\Delta F$  状態)



第10圖 伝達馬力等曲線圖 (48%  $\Delta F$  状態)

日本海事協会 造船状況資料

表 A 昭和 47 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	168	124	203	495	224	242	26	492	987
総噸数	2,140,467	7,145,988	161,371	9,447,826	5,067,419	23,072,630	31,838	28,171,887	37,619,713
総 ト ン 数 別 内 訳	100以上 隻数	28	6	178	212	4	18	22	234
	500未満 総噸数	9,023	2,694	52,381	64,098	1,600	6,178	7,778	71,876
	500	9	11	8	28		6	6	34
	1,000	8,669	10,392	6,990	26,051		3,560	3,560	29,611
	1,000	12	5	3	20	2		2	22
	2,000	19,639	7,956	4,750	32,345	3,600		3,600	35,945
	2,000	12	9	6	27	1	1	2	29
	3,000	32,147	23,428	10,300	65,875	2,999	2,990	5,989	71,864
	3,000	14	6	4	24	7	3	10	34
	4,000	49,099	22,350	13,100	84,549	24,950	10,990	35,940	120,489
	4,000	13	6	4	23	6		7	30
	6,000	64,790	27,648	19,000	111,438	27,650		33,250	144,688
	6,000	15		2	17	2		2	19
	8,000	99,500		13,200	112,700	12,800		12,800	125,500
	8,000	7	5	4	16	15		15	31
	10,000	62,300	44,060	34,600	140,960	142,490		142,490	283,450
	10,000	13		1	15	47	8	55	70
	15,000	147,800	12,000	11,200	171,000	615,080	109,600	724,680	895,680
	15,000	15			15	50	11	62	77
	20,000	245,700			245,700	827,300	196,500	1,040,300	1,286,000
	20,000	6		7	13	38	3	41	54
	25,000	137,200	145,000		282,200	828,300	64,300	892,600	1,174,800
	25,000	1	1		2				2
	30,000	26,500	27,200		53,700				53,700
	30,000	10	3		13	31	4	35	48
	40,000	350,700	106,060		456,760	1,083,600	151,600	1,235,200	1,691,960
	40,000	3	11		14	4	25	29	43
50,000	122,100	494,700		616,800	168,500	1,125,350	1,293,850	1,910,650	
50,000						8	8	8	
60,000						422,200	422,200	422,200	
60,000	6	4		10	17	33	50	60	
80,000	390,300	271,300		661,600	1,167,700	2,276,300	3,444,000	4,105,600	
80,000	4	7		11	2	10	12	23	
100,000	375,000	641,200		1,016,200	172,400	901,900	1,074,300	2,090,500	
100,000		20		-20		27	27	47	
120,000		2,316,800		2,316,800		2,963,800	2,963,800	5,280,600	
120,000		21		21		99	99	120	
160,000		2,758,200		2,758,200		12,871,100	12,871,100	15,629,300	
160,000						8	8	8	
200,000						1,506,000	1,506,000	1,506,000	
200,000		1		1		2	2	3	
240,000		235,000		235,000		470,000	470,000	705,000	
機 関 別 内 訳	ディーゼル 隻数	166	85	196	447	220	111	357	804
	PS	1,799,770	1,024,050	518,840	3,342,660	2,711,110	2,344,600	62,650	8,461,020
	タービン 隻数	2	39		41	2	131	133	174
	PS	56,000	1,392,000		1,448,000	49,000	4,625,000	4,674,000	6,122,000
その他 隻数									
PS									

表 B 昭和47年1～12月中に進水した船舶総括表

(100総トン以上)

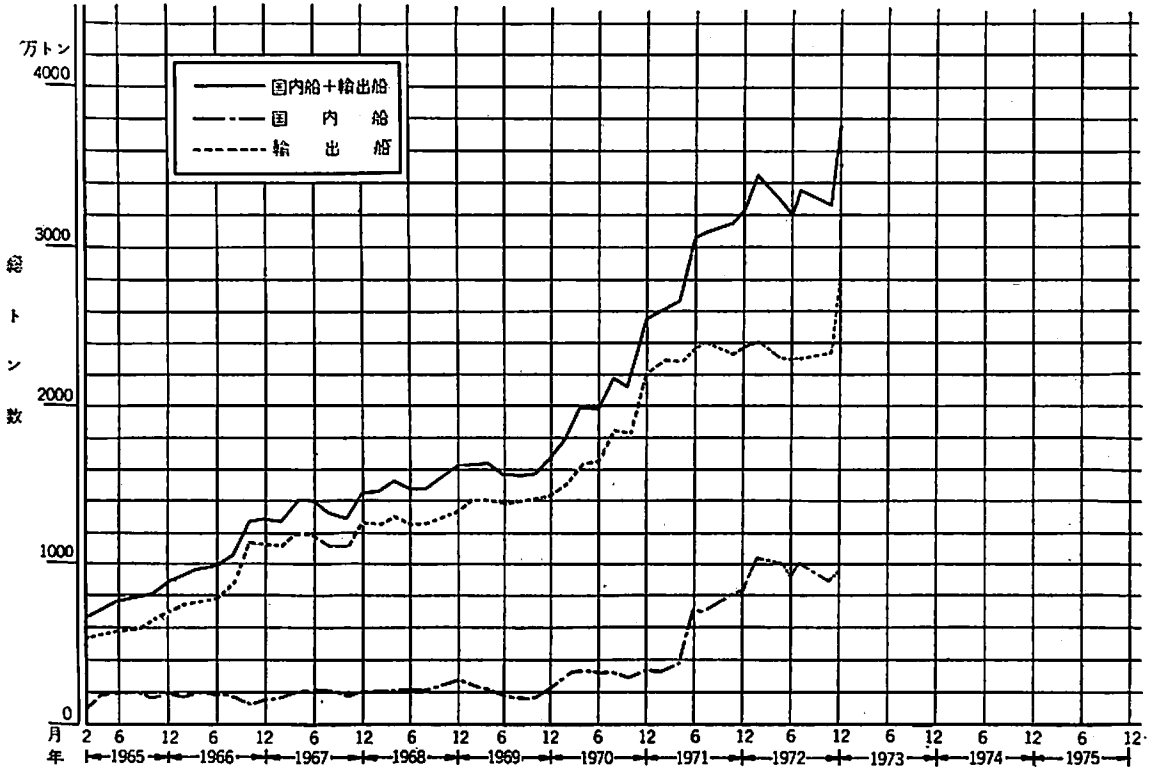
	国内船				輸出船				総計
	貨物船	油槽船	その他	計	貨物船	油槽船	その他	計	
隻数	187	109	389	685	158	55	37	250	935
総トン数	2,335,787	2,875,392	240,931	5,452,110	2,803,813	4,856,393	33,042	7,693,248	13,145,358
100以上隻数	39	22	347	408			22	22	430
500未満総トン数	10,179	9,537	102,160	121,876			6,651	6,651	128,527
500	5	28	13	46	2		6	8	54
1,000	3,972	23,362	10,511	37,845	1,998		3,830	5,828	43,673
1,000	7	14	5	26	3	1	4	8	34
2,000	11,285	23,784	7,527	42,596	4,987	1,200	5,622	11,809	54,405
2,000	21	6	7	34	8	2	2	12	46
3,000	60,576	15,177	16,704	92,457	23,179	5,980	4,285	33,444	125,901
3,000	11	7	4	22	12	1	2	15	37
4,000	39,409	25,006	13,299	77,714	40,178	3,565	7,054	50,797	128,511
4,000	20	3	7	30	5		1	6	36
6,000	96,823	13,789	33,934	144,546	25,326		5,600	30,926	175,472
6,000	19	2	3	24	6			6	30
8,000	128,212	13,139	20,596	161,947	38,687			38,687	200,634
8,000	4		4	8	12			12	20
10,000	37,183		37,800	74,983	113,632			113,632	188,615
10,000	16			16	40		2	42	58
15,000	189,796			189,796	501,428	25,120		526,548	716,344
15,000	16			16	36	5		41	57
20,000	286,796			286,796	624,878	88,300		713,178	999,974
20,000	7	2		9	7			7	16
25,000	155,870	40,700		196,570	153,239			153,239	349,809
25,000	1			1	2			2	3
30,000	26,088			26,088	54,948			54,948	81,036
30,000	7			7	13			13	20
40,000	256,575			256,575	443,914			443,914	700,489
40,000	3	1		4	2	1		3	7
50,000	121,213	45,300		166,513	87,400	41,250		128,650	295,163
50,000					1	2		3	3
60,000					56,000	113,360		169,360	169,360
60,000	4	2		6	7	4		11	17
80,000	268,544	123,196		391,740	458,881	272,056		730,937	1,122,677
80,000	7	4		11	2	5		7	18
100,000	643,266	362,644		1,005,910	175,138	458,553		633,691	1,639,601
100,000		10		10		22		22	32
120,000		1,162,861		1,162,861		2,416,035		2,416,035	3,578,896
120,000		8		8		9		9	17
160,000		1,016,897		1,016,897		1,195,974		1,195,974	2,212,871
160,000									
200,000									
200,000						1		1	1
240,000						235,000		235,000	235,000
ディーゼル隻数	182	91	388	661	155	24	37	216	877
ディーゼルPS	1,667,220	417,420	871,720	2,956,360	1,573,379	431,300	82,840	2,087,519	5,043,879
タービン隻数	5	18		23	3	31		34	57
タービンPS	179,000	630,700		809,700	76,000	995,400		1,071,400	1,881,100
その他隻数									
その他PS									

表 C 昭和 47 年 1 ~ 12 月中に竣工した船舶総括表

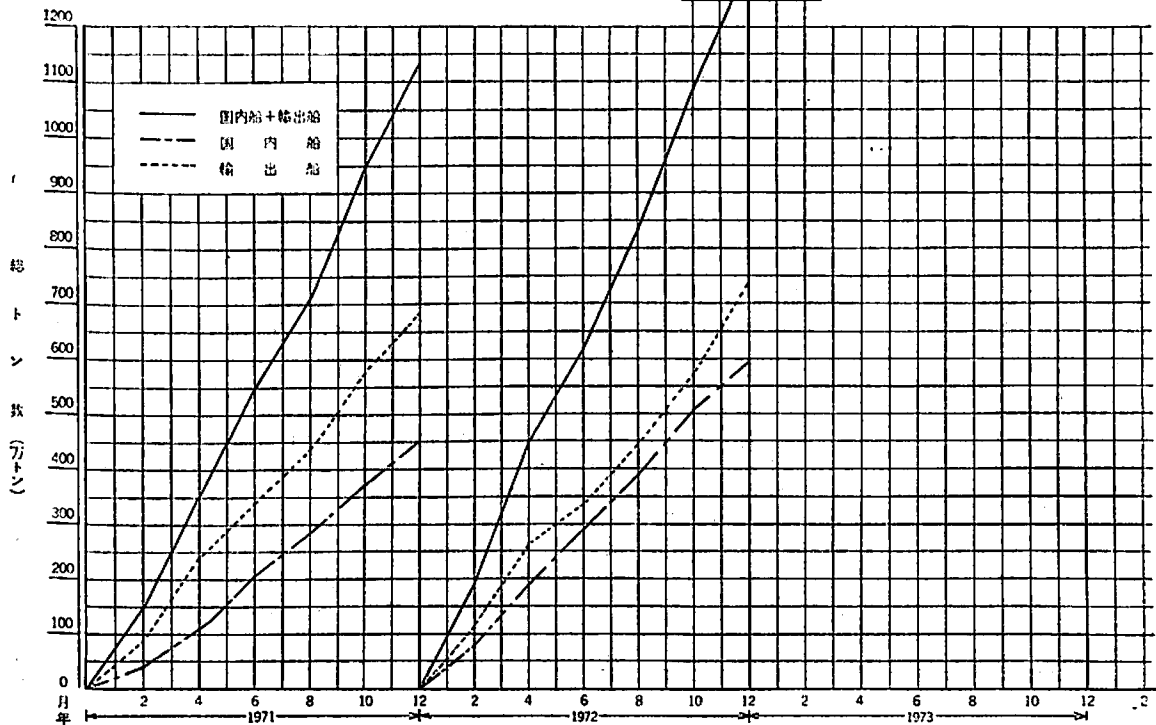
(100 総トン以上)

	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	196	114	391	701	170	49	23	242	943
総 噸 数	2,577,901	3,132,135	241,200	5,951,236	2,914,519	4,381,163	25,832	7,321,514	13,272,750
100以上 隻数	35	24	344	403			9	9	412
500未満 総噸数	9,283	10,135	100,405	119,823			2,021	2,021	121,844
500	6	35	16	57	3		3	6	63
1,000	4,670	30,046	12,713	47,429	2,668		2,400	5,068	52,497
1,000	4	13	8	25	3		1	6	35
2,000	5,755	22,194	12,587	40,536	4,987	1,200	8,072	14,259	54,795
2,000	22	5	7	34	7		1	3	45
3,000	64,008	12,810	16,704	93,522	20,180	2,990	6,285	29,455	122,977
3,000	14	6	3	23	14		1	2	40
4,000	49,095	21,056	9,724	79,875	47,975	3,565	7,054	58,594	138,469
4,000	21	2	6	29	5			5	34
6,000	100,803	9,389	29,871	140,063	25,326			25,326	165,389
6,000	17	2	2	21	5			5	26
8,000	115,018	13,139	13,996	142,153	32,287			32,287	174,440
8,000	2		5	7	14			14	21
10,000	18,733		45,200	63,933	134,321			134,321	198,254
10,000	22			22	48		2	50	72
15,000	268,238			268,238	598,181	25,120		623,301	891,539
15,000	19			19	36		3	39	58
20,000	346,172			346,172	624,781	53,118		677,899	1,024,071
20,000	8			8	9			9	17
25,000	175,992			175,992	198,398			198,398	374,390
25,000	2			2	2			2	4
30,000	51,883			51,883	54,948			54,948	106,831
30,000	8			8	11			11	19
40,000	285,291			285,291	365,155			365,155	650,446
40,000	2			2	2		1	3	5
50,000	80,713			80,713	87,400	41,164		128,564	209,277
50,000	4			4	5		1	6	10
60,000	205,006			205,006	281,993	59,160		341,153	546,159
60,000	4	2		6	5	5		10	16
80,000	262,631	123,196		385,827	346,781	340,653		687,434	1,073,261
80,000	6	5		11	1	5		6	17
100,000	534,610	459,404		994,014	89,138	458,553		547,691	1,541,705
100,000		11		11		21		21	32
120,000		1,278,979		1,278,979		2,339,566		2,339,566	3,618,545
120,000		9		9		8		8	17
160,000		1,151,787		1,151,787		1,056,074		1,056,074	2,207,861
160,000									
200,000									
200,000									
240,000									
ディーゼル 隻数	191	94	391	676	168	20	23	211	887
タービン 隻数	5	20		25	2	29		31	56
その他 隻数	283,000	706,700		989,700	52,000	943,400		995,400	1,985,100
PS									

図表1 鋼船建造状況1  
(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2  
(各年における2カ月ごとの竣工船舶累積総トン数)





表D 建造中船舶の建造工場別表

(昭和47年12月末現在)

工場名	隻数	総屯数	工場名	隻数	総屯数	工場名	隻数	総屯数
浅川造船	9	12,977	川崎坂出	26	3,200,700	西井船渠	6	4,390
大幸船渠	1	199	警固屋船渠	1	130	小田造船鉄工	1	200
大東造船	4	1,021	岸本造船	4	6,598	大島船渠	3	3,389
深江造船	1	199	高知重工	7	32,690	大浦船渠	1	199
福岡造船	5	14,489	高知県造船	10	10,087	岡山造船	1	1,600
芸備造船	3	2,289	幸陽船渠	12	286,760	尾道造船	15	342,900
強力造船	5	1,240	栗之浦ドック	3	5,997	大阪造船	20	414,400
伯方造船	1	299	来島どっく(設止既)	8	45,200	相模造船	3	580
函館ドック(函館)	21	954,400	来島どっく(大西)	9	234,500	佐野安船渠	14	285,900
函館ドック(室蘭)	9	86,600	来島どっく(宇和島)	9	25,084	山陽造船	3	828
波止浜造船	8	42,340	共栄造船	1	499	佐々木造船	7	2,493
橋本造船(本社)	1	350	旭洋造船	2	4,790	佐世保重工	14	1,555,000
林兼・長崎	16	329,090	松原工機	—	—	四国ドック	3	18,900
林兼・下関	13	172,300	松浦鉄工	4	1,510	下田船渠	7	6,214
林兼・横須賀	3	738	松浦造船	4	1,347	新浜造船	2	5,200
檜垣造船	3	2,068	三重造船	12	4,494	新山本造船	6	61,689
光工業	1	330	三保造船	34	11,919	湘南造船	1	199
日立有明	2	248,500	三菱広島	14	890,150	住友追浜	14	1,712,500
日立因島	18	1,307,900	三菱神戸	16	630,000	住友浦賀	13	787,300
日立舞鶴	17	520,450	三菱長崎	29	3,706,800	須波造船	—	—
日立向島	15	184,900	三菱香焼	13	1,571,500	太平工業	8	30,200
日立・堺	15	1,901,100	三菱下関	7	71,410	寺岡造船	1	699
本田造船	3	3,479	三菱横浜	11	757,600	東北造船	5	28,985
市川造船	5	1,710	三井千葉	21	3,010,100	徳島造船	3	829
今治造船(本社)	10	34,830	三井藤永田	13	222,245	徳島造船産業	8	6,744
今治造船(丸亀)	3	49,600	三井玉野	17	997,700	東和造船	9	2,056
今井造船	5	30,799	三好造船	4	8,196	常石造船	20	589,270
今村造船	1	999	向島造機	—	—	宇部船渠	1	1,990
石播相生	20	845,400	村上秀造船	2	698	内田造船	8	2,437
石播呉	20	2,994,600	内海(瀬戸田)	3	21,900	宇野造船	1	199
石播名古屋	7	266,990	内海(田熊)	5	10,280	宇品造船	4	28,759
石播東京	18	248,700	中村造船(柳井)	3	2,169	白杵鉄工(佐伯)	15	216,550
石播横浜	9	1,001,500	名村造船	10	176,500	白杵鉄工(白杵)	13	6,530
石川島化工機	6	1,410	檜崎造船	11	6,830	若松造船	2	1,754
泉造船	—	—	日魯造船	3	1,690	和歌山造船	—	—
金川造船	5	947	新潟鉄工	22	7,794	渡辺造船	2	5,249
金指造船	19	95,531	日本海重工	8	113,300	山中造船	2	998
神田造船	8	49,797	日鋼清水	13	196,780	山西造船	7	5,978
関門造船	4	580	日鋼津	13	1,644,700	横浜ヨット	2	500
笹戸船渠	5	138,200	日鋼鶴見	14	785,000	吉浦造船	1	699
川崎神戸	20	1,173,250	西造船	7	22,117	総計	990	37,584,172

表 E 主機関の国内製造工場別表

(昭和47年12月末現在)

工場名	ディーゼル主機	
	台数	馬力
赤阪鉄工	69	203,270
キャタピラー三菱	8	9,000
ダイハツ工業	63	86,800
富士ディーゼル	23	37,650
阪神内燃機	68	147,200
日立因島	1	4,900
日立舞鶴	20	235,580
日立桜島	44	794,200
池貝鉄工	2	5,400
石川島相生	131	1,799,730
石川島東京	1	11,550
いすゞ自動車	2	560
伊藤鉄工	1	6,700
川崎神戸	48	811,230
神戸発動機	35	162,400
根田鉄工	11	29,800
松井鉄工	2	1,750
三菱神戸	68	1,169,350

三菱	菱	長	崎	1	25,200
三	菱	横	浜	9	80,250
三	井	玉	野	79	1,544,800
新	潟	鉄	工	129	202,550
日	本	発	動	2	2,000
日	鋼	鶴	見	8	70,060
大	塚	鉄	工	2	1,200
住	友	玉	島	43	710,450
住	吉	鉄	工	3	2,600
白	杵	デ	イ	1	750
ヤ	ン	マ	ー	10	8,640
合	計			884	8,165,570

工場名	タービン主機		
	台数	馬力	
日立桜島	15	528,000	
石川島東京	44	1,611,400	
川崎神戸	34	1,209,500	
三菱菱	58	1,908,100	
三井玉野	1	36,000	
住友玉島	14	514,000	
東洋タービン	4	171,000	
合	計	170	5,978,000

表 F NK 船級船の総隻数および総トン数 (昭和47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	6	415	13	996	19	1,411
100 ~ 500	53	17,972	26	10,110	79	28,082
500 ~ 1,000	200	173,046	24	17,850	224	190,896
1,000 ~ 2,000	366	607,475	5	6,677	371	614,152
2,000 ~ 3,000	537	1,480,136	2	5,457	539	1,485,593
3,000 ~ 4,000	279	1,006,055	2	7,480	281	1,013,535
4,000 ~ 6,000	207	1,013,444	2	8,727	209	1,022,171
6,000 ~ 8,000	208	1,466,565	2	13,594	210	1,480,159
8,000 ~ 10,000	257	2,313,582	3	28,051	260	2,341,633
10,000 ~ 15,000	188	2,190,635	3	35,080	191	2,225,715
15,000 ~ 20,000	87	1,505,430	1	16,433	88	1,521,863
20,000 ~ 25,000	72	1,616,209	2	45,900	74	1,662,109
25,000 ~ 30,000	41	1,144,170	3	80,845	44	1,225,015
30,000 ~ 40,000	96	3,335,110	0	0	96	3,335,110
40,000 ~ 50,000	52	2,303,558	1	41,164	53	2,344,722
50,000 ~ 60,000	33	1,796,243	0	0	33	1,796,243
60,000 ~ 80,000	50	3,337,018	1	60,541	51	3,397,559
80,000 ~ 100,000	32	2,917,453	3	264,032	35	3,181,485
100,000 ~ 120,000	39	4,372,960	1	106,102	40	4,479,062
120,000 ~	15	1,964,999	0	0	15	1,964,999
合計	2,818	34,562,475	94	749,039	2,912	35,311,514

備考: 在来船の総トン数変更修正済。

前月末比 増 12 505,318

## 業界ニュース

### 東京計器のマリンレーダ、MR-160-S バンド

従来、マリンレーダは波長約 3 cm の、光によく似た性質をもつ X バンドのマイクロウェーブを使っていた。X バンドレーダは性能、経済性などにすぐれたものを持つているが、天候による影響、とくに悪天候の場合に遠距離の感度が低下する欠点を持つている。これに対して S バンドレーダは、それよりも長い波長（約 10 cm）を使用しているため、悪天候下でも大きな偉力を発揮する。

ちなみに降雨時におけるレーダ波の減衰を比較すると、X バンドを 1 とし、5 cm (C バンド) は 1/10、S バンドは 1/100 に軽減される。したがって、解像力にすぐれた X バンドと、この S バンドレーダを二重装備すれば、それぞれの特長が発揮され、安全航行のためにより有効な全天候レーダシステムになる。

東京計器（東京都大田区南蒲田2-16）ではこの理想的なシステムを完成させるため低価格の S バンドレーダの開発をすすめて来たが、製造上、技術上の問題を解決し、このたび完成させた。この MR-160-S バンドレーダは、すでに郵政省をはじめ、FCC（米国）、DTI（英国）の各認定を得ており、需要に応じられるよう量産体制をとっている。

### ロールスロイス、RB211 の船用化で川重と提携

ロールスロイス（1971）リミテッドは川崎重工業とこのほど、ロッキード・トライスター旅客機の動力であるロールスロイス RB211 エンジンの船用化を含む、ガスタービンエンジンのコンテナ船、LNG タンカー、カーフェリーなど民間用船舶への応用研究を実施することで合意に達した。

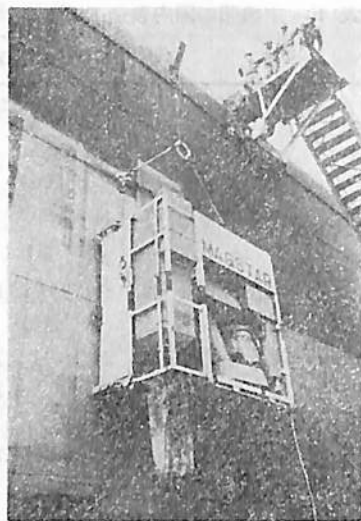
船用 RB211 は、現在使われている船用ガスタービンに比べ、燃料消費率（SFC）がディーゼルエンジンのそれに近いくらい少ないので、その応用範囲は格段に広がってくる。

川重は一昨年ロールスロイスと、産業用および船用オリンパスの製造で技術提携している。ロールスロイスは、現在世界の海軍艦艇用ガスタービン出力の 90% 以上を供給しており、ガスタービンによる海上経験も 20 年に達している。

### 大日本塗料、自動錆落とし機で東京コーセイ化研と提携

大日本塗料はこのたび、船舶等大型構造物外板の自動錆落とし機「マグスター」について東京コーセイ化研（本社・東京）と業務提携を行ない、積極的な販売活動に踏み切ることになった。

従来、船体やタンクなどの被塗装面の錆やミルスケール



を除去する素地調整法として、一般にサンドブラストクリーニングが行なわれて来たが、「マグスター」はこれまでの人力に頼るサンドブラスト作業を全自動化し、しかも空気噴射式のサンドブラストと異なり、遠心投射機（ローター）によるショットまたはグリットの高速大量投射法を採用することによって飛躍的な作業能率の向上をもたらすとともに、ショットやグリットを回収し循環再使用させる装置や集塵装置などを備えているので、従来のようなサンドブラスト作業時の塵埃の発生がなく作業後の排砂作業も要らないという画期的な動くショットブラスティングマシンである。

大日本塗料では、これからの塗料のあるべき方向として無公害化、省力化、メンテナンスフリー化を軸に鋭意新製品の開発に励んでおり、船舶塗装においてはすでに水溶性ハイビルド型さび止塗料「ラストカット」の開発等幾多の実績をあげている。

「マグスター」の特長

- 全自動リモコン式なので作業員を危険な高所作業から解放し、人身事故を防止できる。
- 塵埃の飛散による職場公害が解決できる。
- 処理能力がきわめて大きく、工期の短縮と資材の節約で生産性が向上し、作業コストは大幅にダウンする。
- 足場を組んだり、はずしたりの手間もはぶけ、人手不足から解放される。
- 懸垂式なのでクレーンさえあればどこでも使用できる。
- 塗装下地として理想的な金属表面が得られる。

「マグスター」の種類および価格

KS-40 H 型	1,200 万円
KS-20 H 型	1,000 万円
KS-7.5 S 型	550 万円

「マグスター」の用途

修繕船外板、タンク内外面、新造船外板（主として溶接シーム部）などの錆やミルスケールの除去。

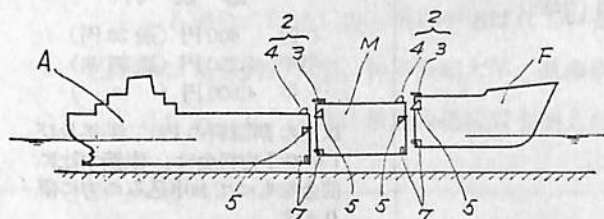
# 特許解説

船体接合法 (特許出願公告昭 47-33873 号, 発明者, 生出正造外 1 名, 出願人, 三菱重工業株式会社)

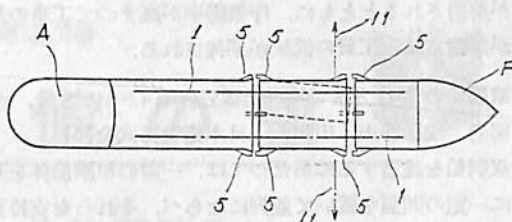
あらかじめ前後方向に複数個に分割された部分船体をそれぞれ単独に建造しておいて, それらの部分船体を互いに接合することによって一つの完全な船体を形成するようになされる分割建造工法や, 旧船体を複数個に分割した後, 分割された部分船体の間に新たな部分船体を挿入して, 各部分船体を接合し, それによって拡大された新たな船体を形成するようになされる増屯工法等においては, 隣り合う部分船体の位置決め, 仮固定, 溶接等の作業が必然的に伴う。この場合, 各部分船体の位置決めを正確に行うことは非常に困難であつて, 一般的にはある程度の誤差を生ずることが避けられない。しかしながら, 不正確な位置決めに基づく接合の誤差は, 甲板部や側部外板部に段部を生じ, 鉄サームが整合しなくなるばかりでなく, 外観を損うとともに強度の面からも問題が残る。

そこで本発明は, 前後方向に分割された船体を接合するにあつて, 各部分船体の隣接接合部分における甲板および底部には嵌合金具を, また側部外板部には調整金具をそれぞれあらかじめ設けておいて, これらの嵌合金具を使用しながら, まず底部の縦方向および横方向の位置合せをし, ついで甲板の縦方向および横方向の位置合せをした後, 甲板上に設けられた見透し装置により, 隣接する部分船体の甲板中心線が一直線上に並ぶように配慮しつつ, 側部外板部に設けられた調整金具により两部分船体の甲板面を整合させ, この甲板面を基準として两部分船体の位置を決定し, それらを互いに溶接接合するようにしたもので, 以上の手順を経ることによって, 接合の誤差を抑え, 船体の接合精度を高めることを目的としている。

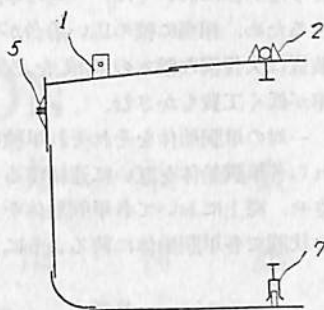
本発明の実施例を図面に沿つて説明すると, 第 1 図には前部船体 F, 中間船体 M および後部船体 A が互いに吃水差をつけられて渠内に曳航された状態が側面図とし



第 1 図



第 2 図



第 3 図

て示され, また第 2 図にはその平面図が示されている。

前述のように各接合部においては, 船底部に嵌合金具 7 が, また甲板上には嵌合金具 2 がそれぞれ設けられており, これらの嵌合金具の構造は, 一方の部分船体側に設けられた嵌合棒が, 他方の部分船体側に設けられた嵌合部材の対応する凹部に丁度嵌合しうらうようになってい。第 3 図には接合部において各嵌合金具が嵌合状態にあるときの船体の横断面が, 概念図として示されている。そしてまた, 側部外板部には調整金具 5 が設けられており, この調整金具 5 は第 3 図に示されるように, 嵌合金具 2 および 7 が嵌合状態にあるときには, 互いに上下に重なり合うようになっている。

各船体の接合は吃水の深い順に, まず後部船体 A と中間船体 M との間で行われ, ついで中間船体 M と前部船体 F との間で行われる。接合にあつては, まず嵌合金具 7 を嵌合状態に置いて, 底部の縦方向および横方向の位置合せをし, ついで嵌合金具 2 を嵌合状態に置いて, 甲板の縦方向および横方向の位置合せをする。それから甲板上に設けられた見透し装置 1 により, 互いに隣接する部分船体の甲板中心線が一直線上に並ぶように配慮しつつ, 調整金具 5 により甲板面を互いに整合させ, この甲板面を基準として各部分船体の位置を決定し, 接合部を溶接接合する。

以上の手順を経ることによって接合誤差の間

題が解消されるとともに、作業能率が高まつて工事の期間が短縮され、工費の低減が期待される。

双胴船の製作方法（特許出願公告昭47-34875号、発明者、遠藤春夫、出願人、日本鋼管株式会社）

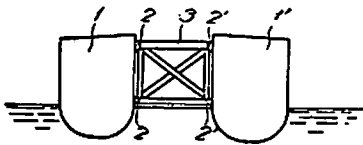
双胴船を建造するにあつては、一对の単胴船体を互いに一定の間隔を置いて並列にならべ、それらを支持装置によつて支持した状態で、各単胴船体に跨つて上部の連結構成部分を建造するという方法が一般に採られているが、このような方法においては、一对の単胴船体を船台上で並列するため、相当に幅の広い船台が要求され、さらに支持装置は大規模な盛木の構成を必要とするので、作業能率が低く工費もかさむ。

本発明は、一对の単胴船体をそれぞれ単独に船台上で造成し、それら各単胴船体を互いに連結することなくそのまま進水させ、海上において各単胴船体を並列して仮連結し、その状態で各単胴船体に跨るようにして、連結

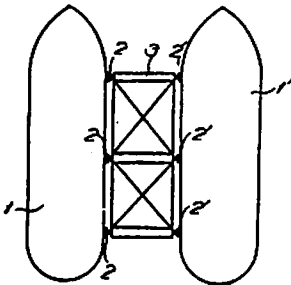
構成部分を構築するようにした双胴船の製作方法を提供することによつて、単胴船体を製作するのに十分な、幅の狭い船台によつて双胴船を建造することができ、しかも双胴船を船台上で製作する場合のような大規模な基礎作業を必要としないようにすることを目的としている。

その実施例について図面に沿つて説明すると、正面図である第1図およびその平面図である第2図において、各単胴船体1および1'はそれぞれ単独に船台上で製作されて進水され、その後図示のように互いに一定の間隔を置いて並列され、その間に連結構体3がガイドピース2, 2'によつて着脱可能に仮挿入される。そして各単胴船体1, 1'の上部に、それらを跨ぐようにして連結構成部分が構築される。最後に連結構成部分の構築が完了してから、仮挿入されていた連結構体3が取外されて双胴船の建造が完了する。

以上の手順を経ることにより、本発明によれば作業能率が增大するとともに、小設備によつて大きな双胴船の建造が可能になる。



第1図



第2図

海技入門選書

東京商船大学助教授 中島保司著

船舶運航要務

A5判 上製 170頁 オフセット色刷挿入  
定価 300円 (送110円)

甲板部、機関部をはじめ通信その他全般にわたり、全乗組員の実務上心得べき事項を集録した必読の書である。

目次

第1章	職別
第2章	当直
第3章	部署および操練
第4章	船舶の検査・入渠および修理
第5章	日誌
第6章	信号
第7章	船灯
第8章	信号器具
第9章	船内衛生および救急医術

船舶 第46巻第3号

昭和48年3月12日発行  
定価400円(送28円)

発行所 天然社  
郵便番号 162  
東京都 新宿区赤城下町50  
電話 東京(269)1908  
振替 東京79562番  
発行人 田岡健一  
印刷人 高橋活版所

購読料

1冊 400円(送28円)  
半年 2,250円(送料共)  
1年 4,500円( )

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





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

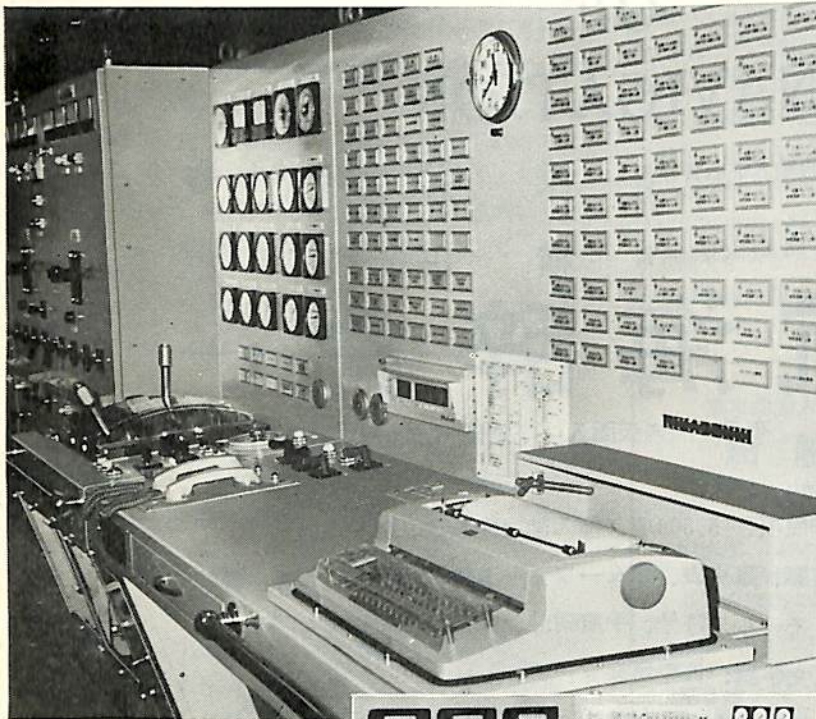
- 解説項目 1,112項、参照項目 5,308項、挿入図 400余個、挿入表95個
- 附録：天測暦、基本雲形、露点表、ビューフォート風力階級表、世界主要航路地図(色刷)、海図図式、モールス符号、手旗信号、航海技術年表等
- 口絵：アート紙色刷(文字旗、世界煙突マーク)
- 航海術の基本として、地文航法、天文航法、電波航法の理論を紹介し、特殊な航海計器や海象・気象の準拠すべき事項を取上げてある。
- 航海運用には、ぎ装・整備・操船・載貨を具体的に取上げて、原理と実際上の知識を盛り、さらに造船の基礎を揚げて根本から応用し得るように工夫してある。
- 機関関係には、内燃機関・タービンの主機をはじめ、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

# 船舶自動化(MO)を推進する

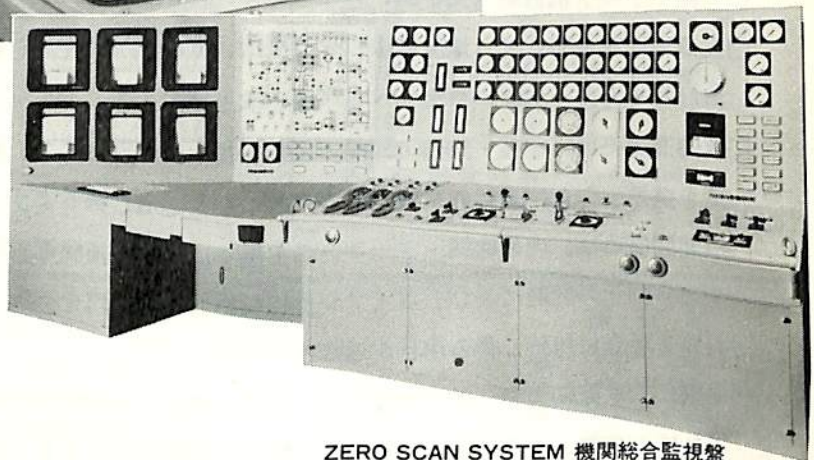
# ZERO SCAN SYSTEM<sup>®</sup>

## データロガー・監視盤



ZERO SCAN SYSTEM  
データロガー

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



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342 TEL (045)932-6841(代)☎226  
本社営業部 東京都目黒区柿ノ木坂1-17-11 東物ビル TEL (03)723-3431(代)☎152  
大阪営業所 大阪市東区本町1-18 山甚ビル TEL 大阪(06)261-7161(代)☎541  
小倉営業所 北九州市小倉区京町3-14-17 五十鈴ビル TEL 小倉(093)551-0288 ☎802

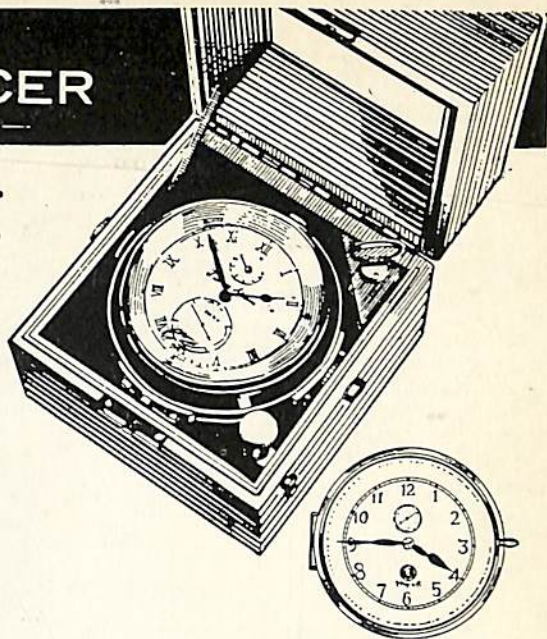


# THOMAS MERCER — ENGLAND —



一世紀にわたる…  
輝く伝統を誇る！

ESTABLISHED - 1858 -



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)

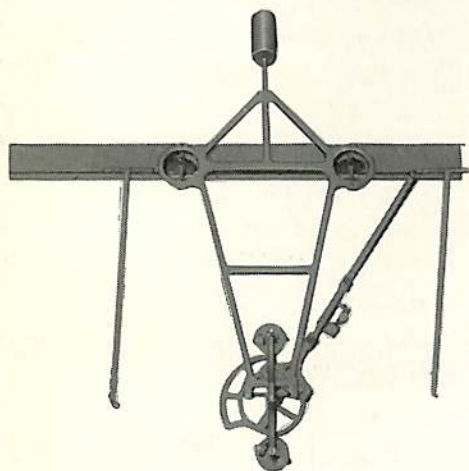
マリン・クロック

八日巻・デテント正式クロノメーター  
8時(200%)真鍮ラッカー  
仕上 ダイヤルは白色エナ  
メル仕上

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

## 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 株式会社 玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4-4-4  
(和光裏通り)

支店 大阪市南区順慶町4-2

工場 東京都大田区池上2-14-7

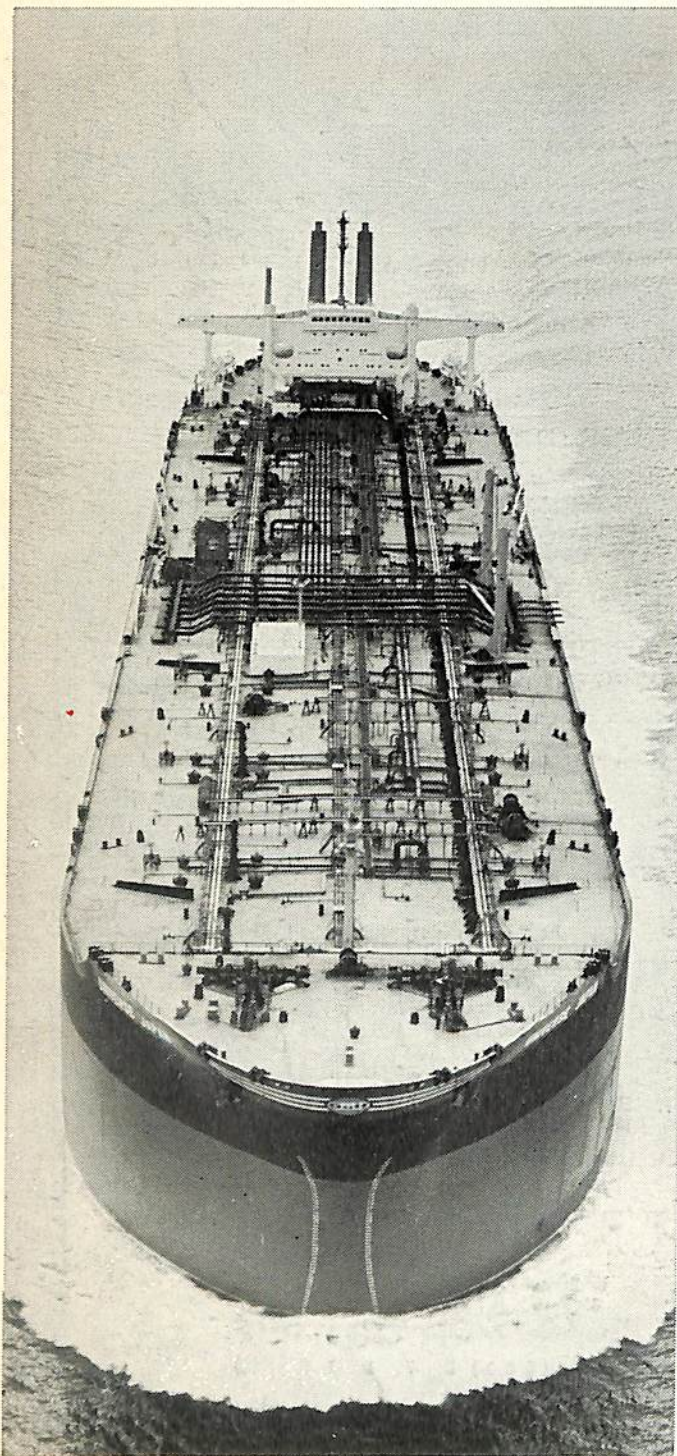
電・(561) 8 7 1 1 (代表)

電・(251) 9 8 2 1 (代表)

電・(752) 3 4 8 1 (代表)



# あの巨大船のわずか28平方メートルを タッチアップしただけ……



世界最大級タンカー〈ユニバース・ジャパン号〉建造にあたり、船底から上甲板までダイメットコートとアマコートで防食塗装された面積は14万平方メートル。3年たったのち、塗装のタッチアップを要した面積はその5,000分の1、わずか28平方メートルでした。この〈ユニバース・ジャパン号〉をはじめ6隻のマンモスタンカーの塗装を施工したのは井上商会です。

ダイメットコートがどのように優れた防食塗装であるか以上の事実が端的に示していますが、より具体的な調査結果をお伝えいたしましょう。まず、ダイメットコートNo.3無機亜鉛塗料を塗った甲板はきわめて良好な状態を保っていました。またダイメットコートNo.3にアマコートを上塗りした上部構造物は最良の状態でした。さらに特筆すべきことは外舷の状態です。わずかな部分に藻が付着していた他、まったくきれいであったことです。したがって、航海中の速力の低下もなく、燃料消費量の増大もありませんでした。そして苛酷な3年の航海のあとタッチアップを要したのは点在する部分をトータルしてわずかに28平方メートル。船主や用船者は莫大な経費の節約ができたわけです。

巨大船から原子炉まで、あらゆる鋼構造物の防食塗装は、豊富な経験と実績を持つ井上商会の専門家にご相談下さい。

**ダイメットコート アマコート**

販売 株式会社 **井上商会**  
製造 株式会社 **日本アマコート**  
取締役社長 **井上正一**  
本社/〒231 横浜市中区尾上町5-80  
☎(045)681-1861(代)

詳しい資料ご希望の方はハガキで——

資料  
請求券  
A-1

船舶 第四十六卷 第三号

昭和四十八年三月二十日 第三種郵便物認可  
昭和四十八年三月二十日 発行(毎月一回)

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

定価 四〇〇円 発行所

東京都新宿区赤城下町五〇番地  
郵便番号 一六二  
天 然 社  
振替・東京七九五六二番  
電話東京(翁)一九〇八番

保存委番号:

221094

雑誌コード 5541-3