

SHIPPING

# 船舶

1974. VOL. 47

# 10

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可 昭和四十九年十月七日 印刷  
昭和二十四年三月二十八日 運輸省特別取扱承認 運輸省第四〇六号 発行

### コスモス(株)向けタンカー “ヤステラ号”

載貨重量	255,700トン
主機最大出力	31,000S.H.P.×85R.P.M.
最大速力(試運転時)	15.65ノット
引渡	昭和49年10月3日
建造	日本鋼管津造船所

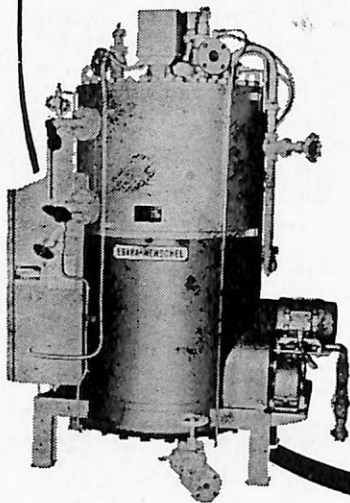


## 日本鋼管

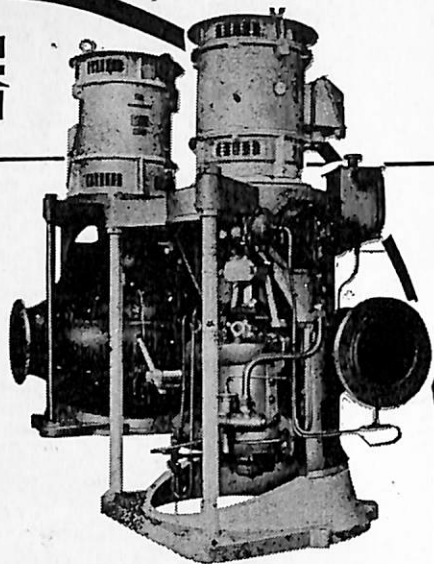
# 天 然 社

# エハラの船用機器

船舶用  
エハラヘンシェル・ボイラ



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



エハラ船用ポンプ



## 荏原製作所

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

## 精度を誇る♡印の航海用六分儀



Cat No. 637 MS-3

玉屋航海用六分儀は四十年にわたる経験と卓越せる技術、精選した材料とによって製造したもので、測角精度はもとより反射鏡、シェードガラスの優秀なこと、構造の堅牢なことは定評のあるところです。

分度目盛 -5~125° 1°目盛  
マイクロメーター 1'目盛  
単眼鏡 7×50m.m.

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) 電・(561) 8 7 1 1 (代表)  
支店 大阪市南区順慶町4-2 電・(251) 9 8 2 1 (代表)  
工場 東京都大田区池上2-14-7 電・(752) 3 4 8 1 (代表)



ユニークなセンサを採用した

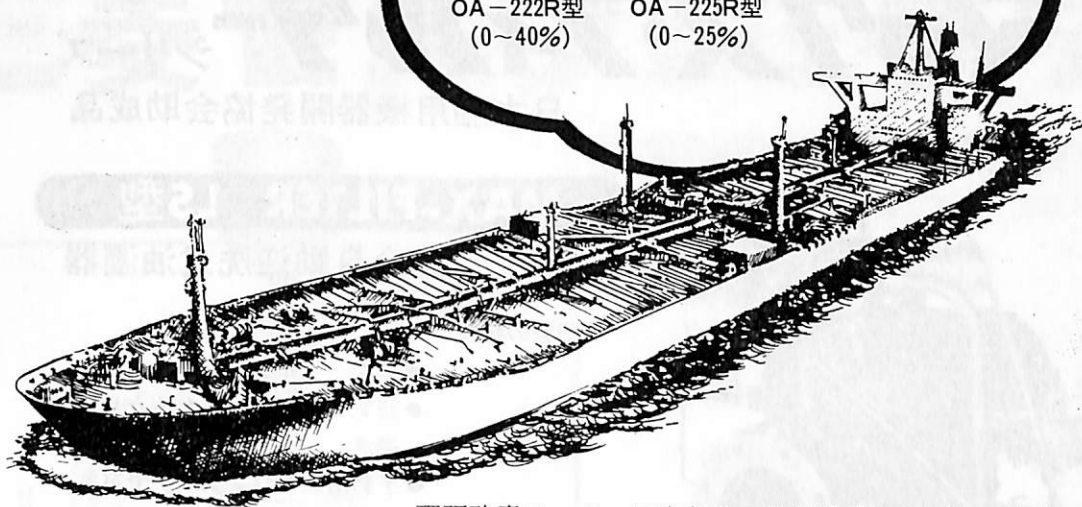
酸素欠乏又は過剰による事故防止用

# 理研酸素モニター

労働省産業安全研究所検定合格品(合格番号第3134号)

OA-222R型  
(0~40%)

OA-225R型  
(0~25%)



理研酸素モニターは空気中の酸素濃度が低下し、人命が危険にさらされたり、逆に酸素濃度が高くなり化学反応、火災・爆発の起りやすい場所など広い範囲にわたって測定できます。

●携帯式

OA-222R型(本質安全防爆型)0~40% OA-225R型(本質安全防爆型)0~25%

●その他

定置式OM-300型(0~50%, 0~100%)標準又は(0~10%, 0~25%)  
又は(0~25%, 0~50%) 携帯式OM-322R型(警報付)0~25%又は0~40%



OA-222R型

## 携帯式 OA-222R型 OA-225R型

本質安全防爆型 (労働省産業安全研究所検定合格品)

- 船艙・タンク等爆発危険場所で使用するのに最適です。
- 電池不必要
- 取扱いは簡単で保守点検が容易
- 長寿命で堅牢なセンサー
- 高精度ですばやい応答  
(180,000%・時間又は1年間)
- 湿度100%にも影響なし
- 小型軽量で携帯に非常に便利
- 必要に応じて300mまで延長コード取付可能(標準3m)



## 理研計器株式会社

本社/営業本部 東京都板橋区小豆沢2-7-6 ☎(03)966-1111(大代表)

横浜営業所 ☎(045)322-5181~2

大阪営業所 ☎(06) 312-5521~3

札幌営業所 ☎(011)231-1644

広島営業所 ☎(0822)21-8671(代)

名古屋営業所 ☎(052)262-1686(代)

理研九州販売 ☎(092)431-2558

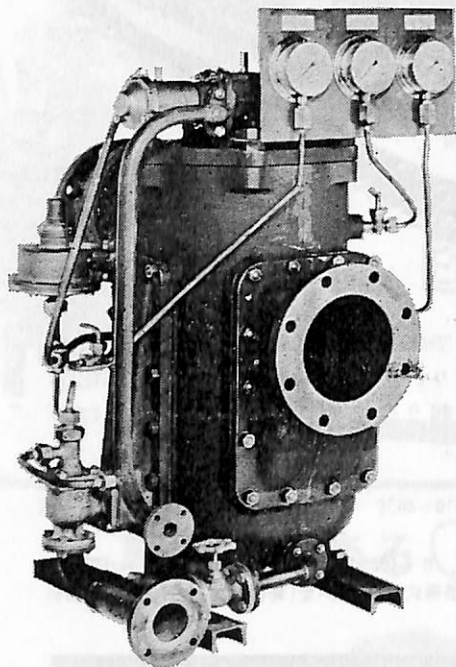
油汙過作業の省力化…

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

完全自動逆洗式油漉器

LS型の特長

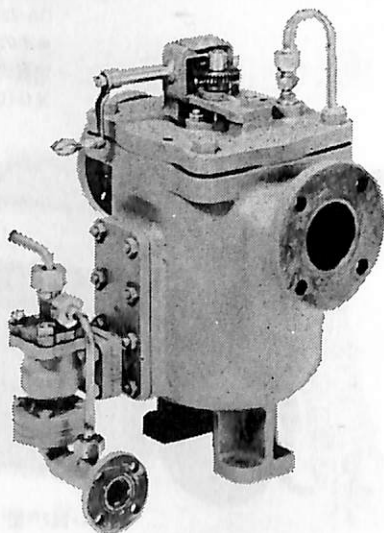
- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロシプロケーターを採用

## MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油漉器

LSM型の特長

- 一分間で逆洗終了
- 手をよこさぬワン、ツー、スリー操作でOK



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

 **新倉工業株式会社**

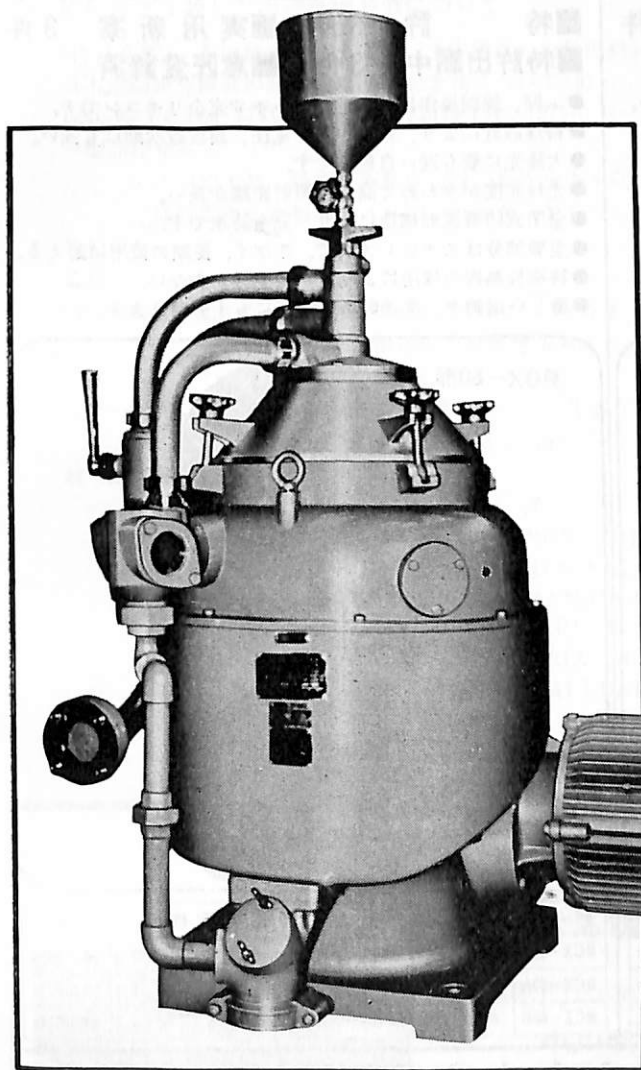
本 部 横浜市戸塚区小菅ヶ谷町1703  
☎ 045 (892) 6271 (代)  
東京営業所 東京都品川区東五反田2-14-18  
☎ 03 (443) 6571 (代)  
大阪営業所 大阪市北区梅田町34千代田ビル西館  
☎ 06 (345) 7731 (代)



# 船舶機関部の合理化に 三菱セルフジェクタ

## 自動排出遠心分離機

7機種(700~12,000 ℓ/h)



三菱セルフジェクタはその独特の機構により運転を停めることなくスラッジの排出を連続自動的に行なうことができますから稼働率が非常に高くその優秀な分離機能と併せて清浄度を最高に維持できます。



遠心分離機の総合メーカー

### 三菱化工機株式会社

機器営業部

〒100 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号(日比谷国際ビル)

電話番号 東京(03)508-8911代

# 世界的水準をはるかに抜く明るさ!!

●光の王様、光学技術の総結集!!

三信の高性能

## キセノン探照燈

■特許 3件 ■実用新案 3件  
■特許出願中 3件 ■意匠登録済

- 特殊設計により、寿命が長く、電圧、周波数変動にも強い。
- 太陽光に最も近い白色光です。
- 光柱光度がきわめて高く、照射距離が長い。
- 全閉式防噴流形構造により、完全防水です。
- 主要部分はステンレス製で、さびず、長期の使用に耐える。
- 特殊放熱板の採用により温度上昇が少ない。
- 激しい振動や、風速60mの風圧にも十分耐えます

●光の王様、ボタンで自在!!

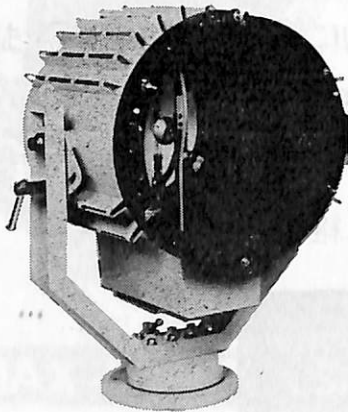
三信の高性能リモコン式

## キセノン探照燈

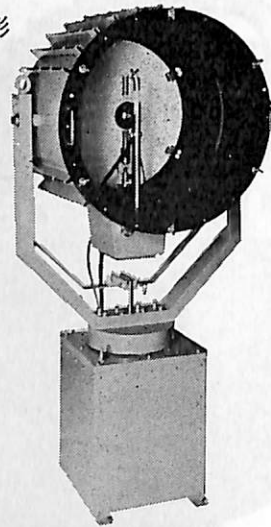
■特許 3件 ■実用新案 3件  
■特許出願中 3件 ■意匠登録済

- ふ仰、旋回操作は操作盤スイッチで完全リモコンです。
- 特殊設計により、寿命が長く電圧、周波数変動にも強い。
- 太陽光に最も近い白色光です。
- 光柱光度がきわめて高く、照射距離が長い。
- 全閉式防噴流形構造により、完全防水です。
- 主要部分はステンレス製で、さびず、長期の使用に耐える。
- 特殊放熱板の採用により、温度上昇が少ない。
- 激しい振動や、風速60mの風圧にも十分耐えます。

X-40形



RCX-60形



形 式	ランプ容量	最大光柱光度	照射距離	定格電圧	周波数
X-40	(呼称)1KW	3000万cd	10km	A.C220V1φ	50/60Hz
X-60A	(呼称)1KW	6500万cd	12km	A.C220V1φ	50/60Hz
X-60B	(呼称)2KW	8000万cd	13.5km	A.C220V3φ	50/60Hz

形 式	ランプ容量	最大光柱光度	照射距離	定格電圧	周波数
RCX-40	(呼称)1KW	3000万cd	10km	A.C220V1φ	50/60Hz
RCX-60A	(呼称)1KW	6500万cd	12km	A.C220V1φ	50/60Hz
RCX-60B	(呼称)2KW	8000万cd	13.5km	A.C220V3φ	50/60Hz

●長年の経験と技術で安心をおとどけする……………



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 ☎東京(03)295-1831(大代)
- 発送センター / ☎東京(03)840-2631代
- 北海道配送センター / ☎函館(0138)43-1411代
- 福岡営業所 / ☎福岡(092)771-1237代
- 室蘭営業所 / ☎室蘭(0143)22-1618
- 函館営業所 / ☎函館(0138)43-1411代
- 高松営業所 / ☎高松(0878)21-4969
- 石巻営業所 / ☎石巻(02252)3-1304
- 工 場 / ☎東京(03)887-9525代

# 船舶

昭和 49 年 10 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

旅客船 "ISLA DE LA JUVENTUD" について .....株式会社新潟鉄工所造船事業部設計室... ( 35 )

最近の艦艇の電子装備について.....高橋 恵... ( 42 )

護衛艦蒸気タービンプラント自動化の現状 .....難波 清史... ( 55 )

艦艇にとう載した汚物処理装置について .....佐々木 利人... ( 62 )

〔海外文献〕 有限要素法によるタンク内構造の自動振動および強制振動の解析..... ( 72 )

日本造船研究協会の昭和47年度研究業務について (8) .....日本造船研究協会研究部... ( 85 )

LNG 船 (その 4 材料, 溶接および破壊工学) (2) ... 恵美洋彦・伊東利成... ( 93 )

一製品紹介一

津田沼工業, 静油圧無断変速機の製作販売を開始..... (101)

横河電機の新製品, ユニバーサル X-Y レコーダ "テクニコーダ X" ..... (102)

NK コーナー..... (103)

業界ニュース..... (104)

〔特許解説〕 ☆ ポール進水法における保距具の取扱法 ☆ 船体の増深改造法

☆ 低温液化ガス輸送船の分割建造方法 ..... (105)

たかね(中型掃海艇)竣工 (日本鋼管) ..... ( 54 )

推進用プロペラ着脱装置の完成 (三菱重工業) ..... ( 71 )

機関部タービンプラントの総合自動化シミュレータ完成 (日立造船) ..... ( 91 )

竣工船

☆明 泰 丸 ☆成 伸 丸 ☆フェリー 椿 ☆和 興 丸

☆日 雄 丸 ☆旺 洋 丸 ☆浙 冷 五 号 (ZHE LENG 5 HAO)

☆D'ARTAGNAN ☆CHEVRON COPENHAGEN ☆ARISTOTELIS

☆TEXACO ITALIA ☆I.D. SINCLAIR ☆UNIVERSE RANGER

☆PACIFIC REEFER ☆ANNANGEL HOP ☆WARD

☆SAINT UNZEN ☆GERARD L. D. ☆TOXOTIS

☆SUN ANTARES ☆GLORIA SUERTE ☆GOLDEN STAR

☆W. M. NEAL ☆ESSO CALLUND ☆MARDECO

☆PRABUMOUH PERMINA ☆KINABAL LAPAN ☆COUNT

☆PRINCE OF TOKYO ☆MARQUISE

☆STAR KESTREL ☆GLORIA FORTUNE ☆KALIMANTAN

船舶外板・タンク の

電気防蝕に関する調査・設計は

専門のエンジニアリングコンサルタント

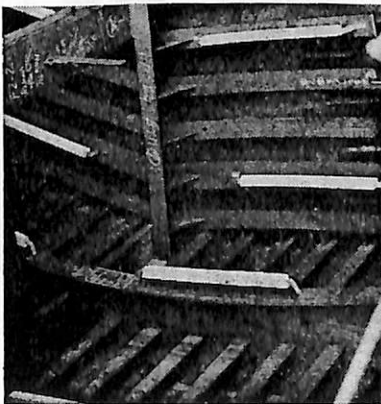
中川防蝕工業株式会社に

御相談下さい。

当社は技術士(金属部門)20名を擁する  
ユニークな防蝕専門会社です。

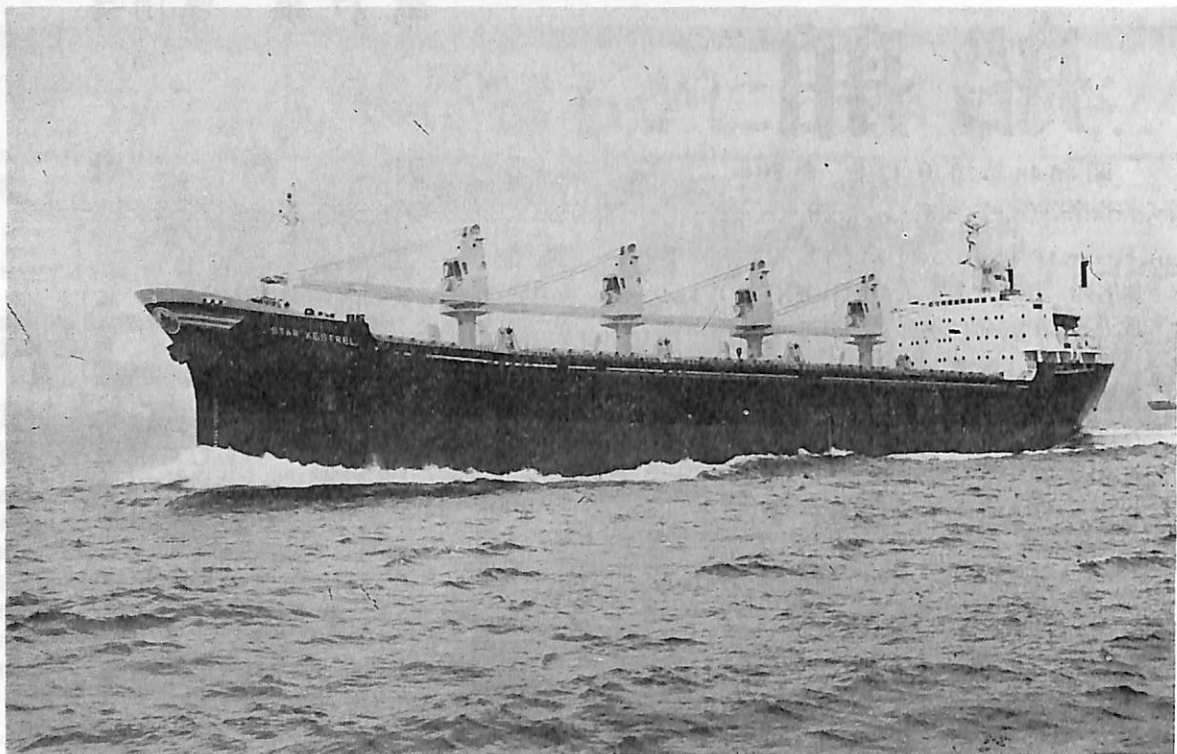
中川防蝕工業株式会社

本 社・東京都千代田区鍛冶町 2-2-2 ☎(252)3171  
支 店・大阪市東淀川区西中島 5-1-0-1 ☎(303)2831  
営業所・名古屋☎(962)7866・広島☎(48)0524・福岡☎(77)4664  
出張所・札幌・仙台・新潟・千葉・水島・高松・大分・沖縄



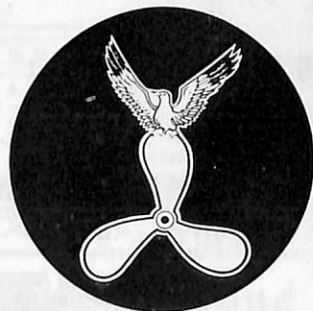
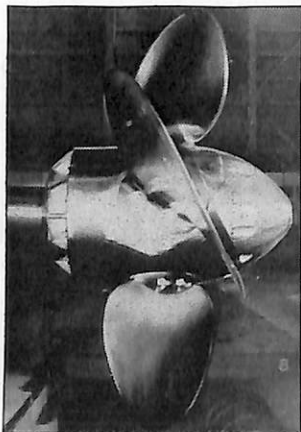
アルミ陽極取付 バラストタンク





STAR KESTREL (ばら積貨物船) 船主 Surrey Shipping Co., Ltd. (英) 造船所 函館ドック・函館造船所  
 総噸数 16,818.99噸 純噸数 9,715.37噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 26,839Lt 全長 177.940m 長(艀) 167.800  
 m 幅(型) 22.860m 深(型) 14.710m 吃水 10.689m 満載排水量 33,269Lt 凹型甲板船 主機 IHI スルザー  
 6RND76型ディーゼル機関1基 出力 10,800PS×117.8RPM 燃料消費量 40.8t/d 航続距離 14,550海里 速  
 力 15.2ノット 汽罐 1,200kg/h×7 kg/cm<sup>2</sup>G×1 発電機 AC 550KVA×3 貨物倉(ベール) 32,208m<sup>3</sup> (グレー  
 ン) 32,639m<sup>3</sup> 清水倉 282m<sup>3</sup> 燃料油倉 2,017m<sup>3</sup> 乗員 49名 工期 48-12-15, 49-3-16, 49-7-17

## 機動性の向上と燃料の節減に!!



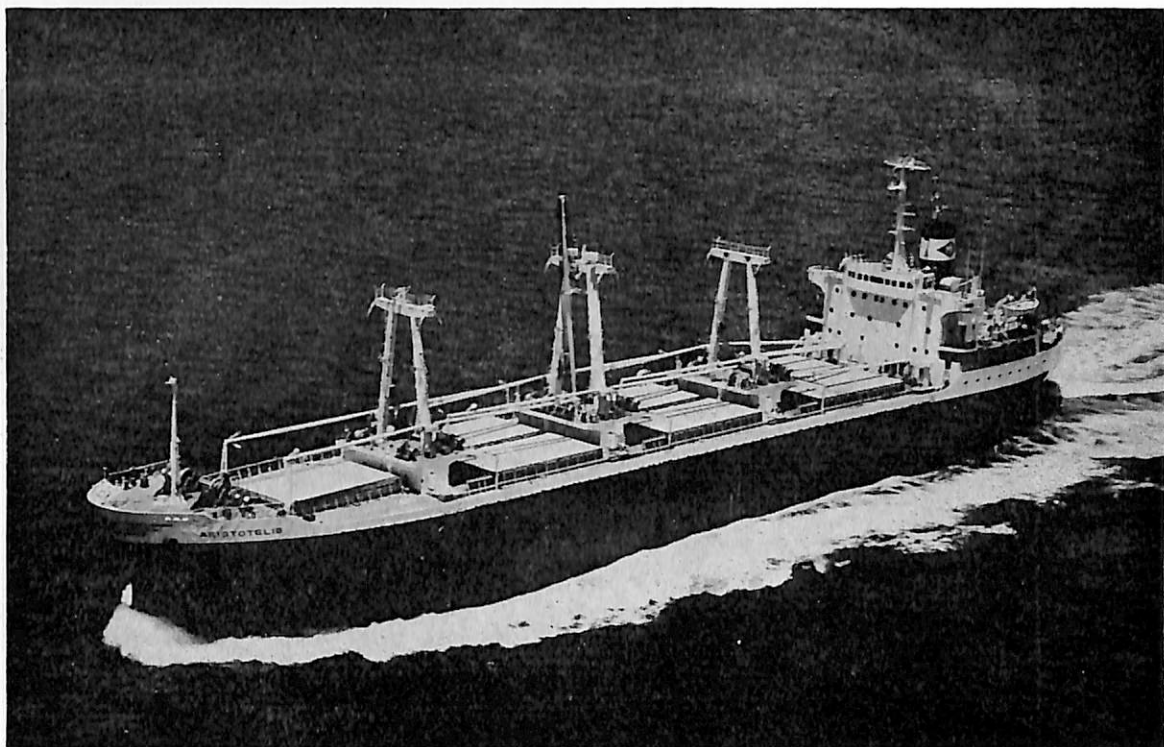
# かもめ 可変ピッチ プロペラ

かもめ可変ピッチプロペラ・かもめサイドスラスト  
 かもめ固定ピッチプロペラ・軸系装置一式

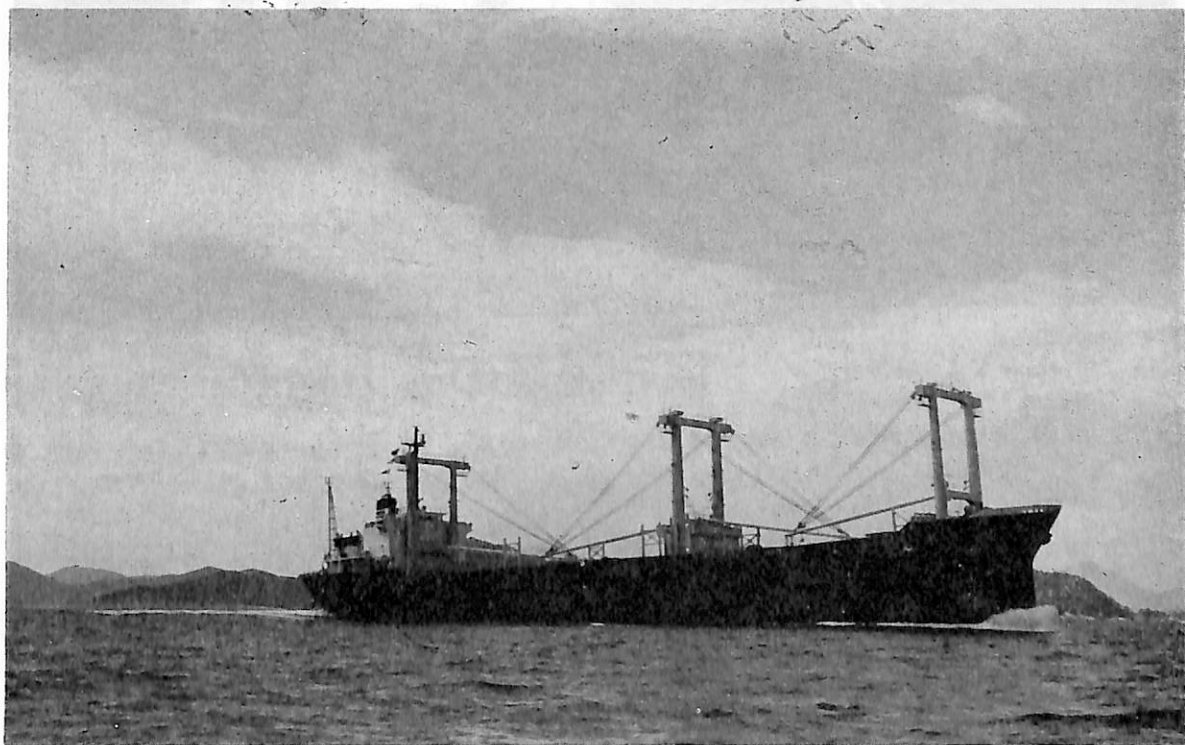
〈運輸大臣認定製造事業場〉

かもめプロペラ株式会社

本社：〒244 横浜市戸塚区上矢部町690  
 TEL (045) 811-2461(代表)  
 東京事務所：〒105 東京都港区新橋4-14-2  
 TEL (03) 431-5438・434-3939

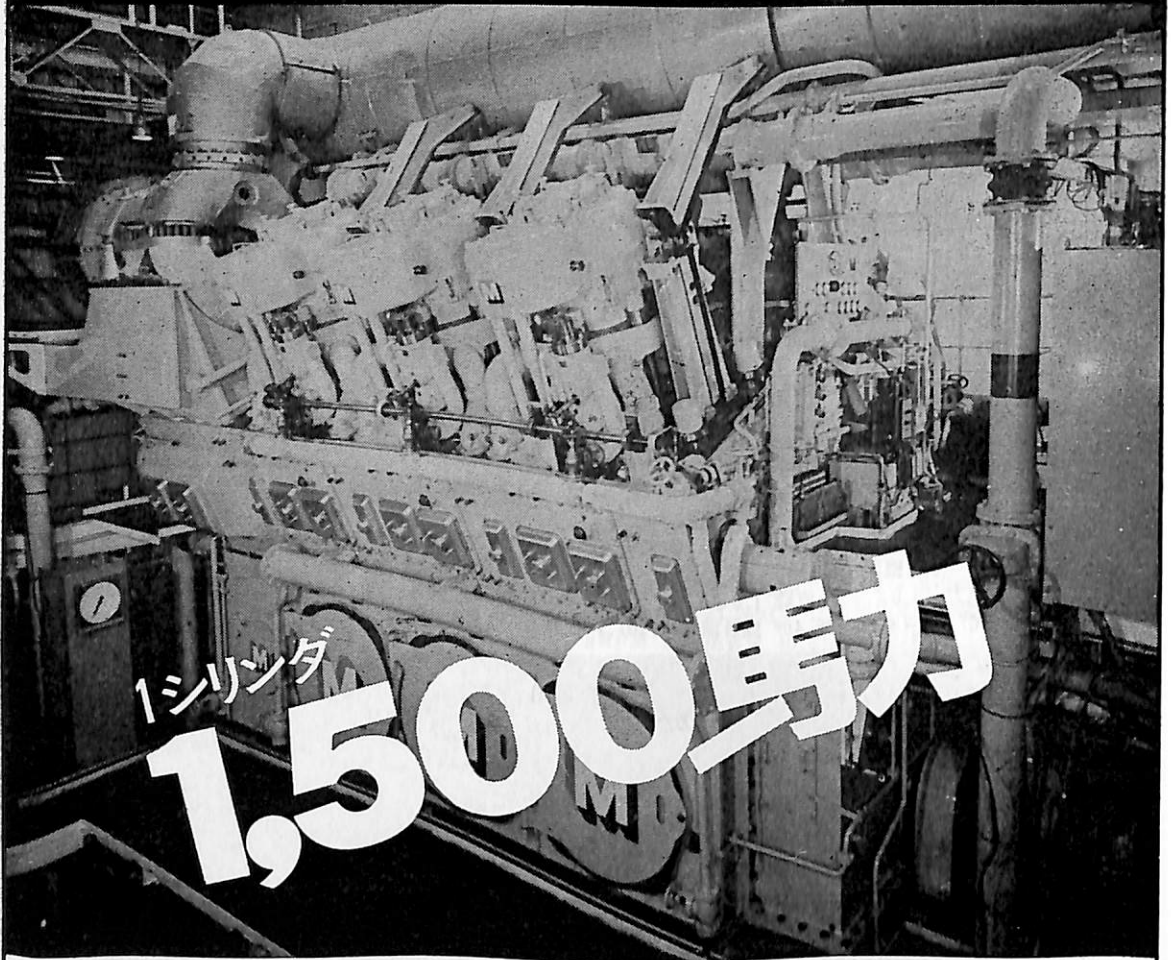


**ARISTOTELIS** (貨物船) 船主 Mundial Transmares, S. A., Panama. (ギリシャ) 造船所 三井造船・藤永田  
造船所 総噸数 11,512.75噸 純噸数 7,050.68噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 18,888噸 全長 147.70m 長(垂)  
140.00m 幅(型) 22.860m 深(型) 13.00m 吃水 9.612m 満載排水量 24,450噸 凹甲板船 主機 三井B&W7  
K62EF型ディーゼル機関1基 出力 8,600BHP×140RPM 燃料消費量 A 1.5t/d C 34.7t/d 航続距離  
11,300海里 速力 15.0ノット 汽罐 1.0t/h×1 発電機 450V, 400KW, 60Hz×3 貨物倉(ベール)  
(グレン) 23,719m<sup>3</sup> 清水倉 406.4m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,207.1m<sup>3</sup> 乗員 32名 工期 49-1-30, 49-4-11, 49-7-18



**成伸丸** (貨物船) 船主 協成汽船株式会社 造船所 波止浜造船株式会社  
総噸数 9,131.65噸 純噸数 6,002.85噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 15,243.58噸 全長 138.43m 長(垂) 128.00  
m 幅(型) 21.40m 深(型) 12.00m 吃水 9.009m 満載排水量 19,306.24噸 ウェル甲板型 主機 IHI ヒールス  
チック16PC-2V型ディーゼル機関1基 出力 7,210/7,100PS×493/132.5RPM 燃料消費量 28.8t/d 航続距  
離 15,000海里 速力 14.30ノット 汽罐 コ克蘭コンボジット型 800kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>×2 貨物倉(ベール)  
18,973.10m<sup>3</sup> (グレン) 19,600.08m<sup>3</sup> 清水倉 668.88m<sup>3</sup> 燃料油倉 A 250.53m<sup>3</sup> C 1,497.08m<sup>3</sup> 乗員 31名 工  
期 49-2-25, 49-5-20, 49-7-24

船舶推進機関の新時代をひらく MITSUBISHI  
高出力4サイクル中速ディーゼル機関 **V60M**



1シリンダ  
**1,500馬力**

## ハイパワー化!! 保守整備の省力化!!

近年の海上輸送の合理化にともない、船舶は「用途」「大きさ」「スピード」において多様化の傾向にあります。その結果、船舶に搭載する推進機関も、その「出力範囲」「プロペラ回転数」の多様化が要求されております。

この要求に応じるため、世界にはこるエンジン生産実績をもつ三井造船の技術は、画期的な中速ディーゼルエンジン「三井V60M」を開発しました。このエンジンは、ロボットによるピストンの解放をはじめ、主軸受の解放、吸排気弁の解放など保守整備の自動化を徹底的に推し進めた、全く新しい構想のエンジンです。

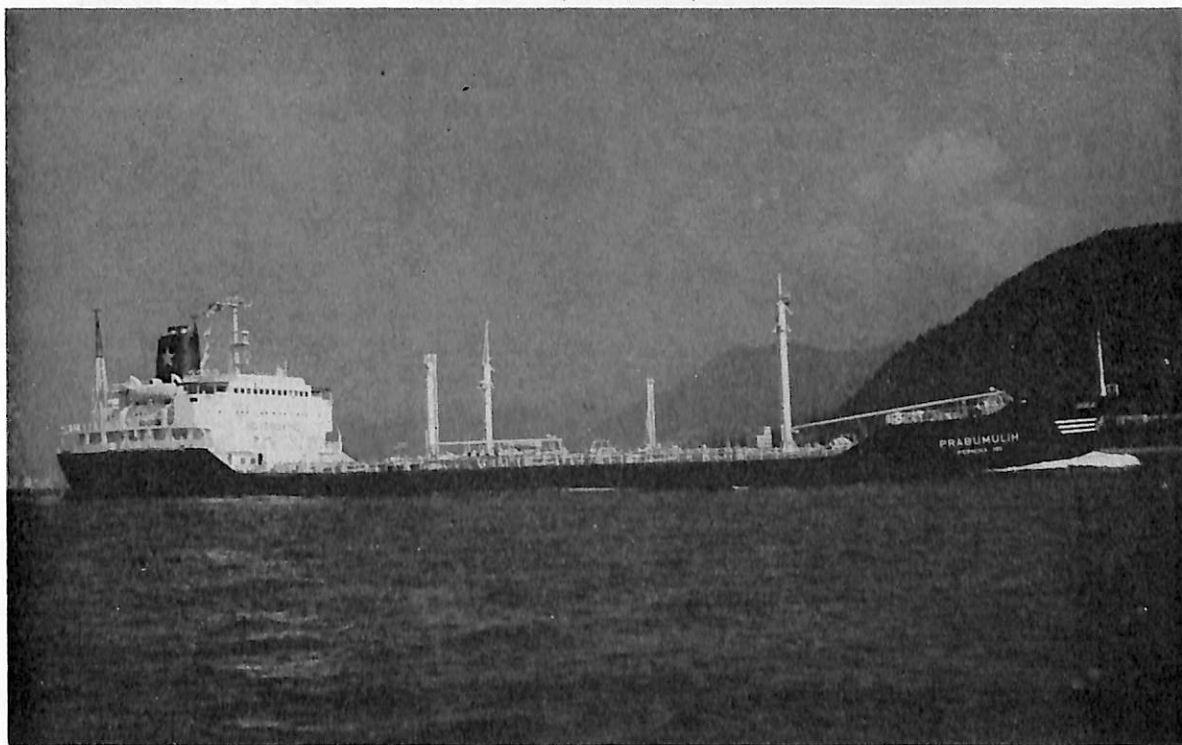
三井V60Mによる、ギヤードプラントは同一機種で、あらゆるプロペラ回転数の選択が可能で、しかも、その配列によっていかなる所要馬力にもお応えすることができます。また、陸用発電機関などにも、巾ひろくその用途が期待されています。

人間と技術の調和に挑む  
**M 三井造船**  
東京都中央区築地5丁目6番4号





**ESSO CALLUNDA** (油槽船) 船主 Dansk Esso A. S. (リベリア) 造船所 日立造船・向島工場  
 総噸数 13,502.64噸 純噸数 7,859.69噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 22,333噸 全長 161.20m 長(垂) 152.00m  
 幅(型) 23.50m 深(型) 12.75m 吃水 32' - 2 3/8" 満載排水量 28,463Lt 船首楼付一層甲板型 主機 日立B &  
 W7K62EF型ディーゼル機関1基 出力 8,600PS×140RPM 燃料消費量 35.3t/d 速力 15.0ノット 汽罐 日  
 立造船型2胴水管ボイラー×1 発電機 687.5KVA, AC 450V 60Hz×3 貨油倉 930,517ft<sup>3</sup> 清水倉 6,657ft<sup>3</sup>  
 燃料油倉 66,893ft<sup>3</sup> 乗員 36名 工期 49-2-9, 49-5-13, 49-8-9 設備 パウスラスター



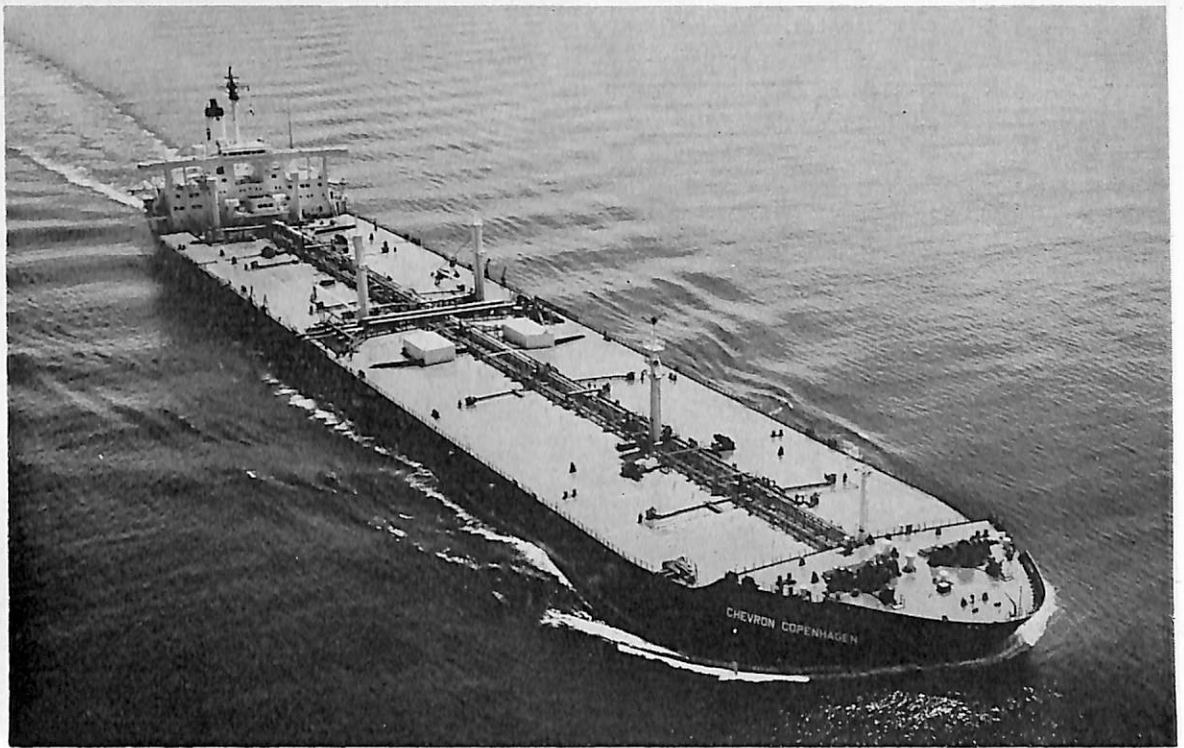
**PRABUMULIH/PERMINA 1011** (油槽船) 船主 American Capical Transportaion Corp. (リベリア) 造船所  
 内海造船・瀬戸田工場 総噸数 8,793.12噸 純噸数 5,128.20噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 13,712噸 全長  
 135.65m 長(垂) 128.00m 幅(型) 22.80m 深(型) 10.00m 吃水 7.315m 満載排水量 17,598噸 凹甲板船型  
 主機 日立B & W 6K62EF型ディーゼル機関1基 出力 7,600PS×140RPM 燃料消費量 30.4t/d 航続距離  
 18,078海里 速力 14.77ノット 汽罐 日立水管ボイラー18kg/cm<sup>2</sup> 発電機 450KVA×AC 450V×3 貨油倉 17,752  
 m<sup>3</sup> 清水倉 412m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,766m<sup>3</sup> 乗員 48名 工期 48-12-17, 49-4-24, 49-8-30



明 泰 丸 (油槽船) 船主 明治海運株式会社・東燃タンカー株式会社 造船所 三井造船・千葉造船所  
 総噸数 123,940.38噸 純噸数 89,550.17噸 速洋 船級 NK 載貨重量 234,240噸 全長 324.00m 長(垂)  
 310.00m 幅(型) 54.00m 深(型) 26.40m 吃水 19.5305m 満載排水量 269,214噸 平甲板型 主機 三井B &  
 W10K98FF型ディーゼル機関1基 出力 32,300BHP×97.5RPM 燃料消費量 121t/d 航続距離 28,680海里  
 速力 16.08ノット 汽罐 三井2胴式モノウォール型水管1基 発電機 1,120KW×1 760KW×2 貨油倉 286,837.0  
 m<sup>3</sup> 清水倉 648.8m<sup>3</sup> 燃料油倉 9,913.3m<sup>3</sup> 乗員 32名 工期 48-10-31, 49-4-29, 49-8-2, M0 取得船



D'ARTAGNAN (油槽船) 船主 Mobil Oil Francaise (仏) 造船所 住友重機械工業・追浜造船所  
 総噸数 140,745噸 船級 BV 載貨重量 270,07Lt 長(垂) 324.00m 幅(型) 54.40m 深(型) 26.90m 吃水  
 20.96m 主機 住友スタルラバルAPタービン1基 出力 38,000PS×91RPM 工期 48-10-1, 49-1-21,  
 49-5-13



**CHEVRON COPENHAGEN** (油槽船) 船主 Chevron Transport Corporation. (リベリア) 造船所 三菱重工業・長崎造船所 総噸数 118,178.60噸 純噸数 100,270噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 264,002噸 全長 338.629 m 長(垂) 320.00m 幅(型) 53.60m 深(型) 24.60m 吃水 67' -5% 船首樓付平甲板船 主機 三菱2段減速装置付船用タービン1基 出力 34,000PS×90RPM 燃料消費量 165t/d 航続距離 23,300海里 速力 15.40ノット 汽罐 三菱CE, V2M-8W型×2 61.2kg/cm<sup>2</sup>, 515.6°C 発電機 AC 450V, 1500KW×1 貨油倉 320,552.1m<sup>3</sup> 清水倉 372.5m<sup>3</sup> 燃料油倉 12,296.6m<sup>3</sup> 乗員 51名, 外8名 工期 49-1-30, 49-4-18, 49-8-22

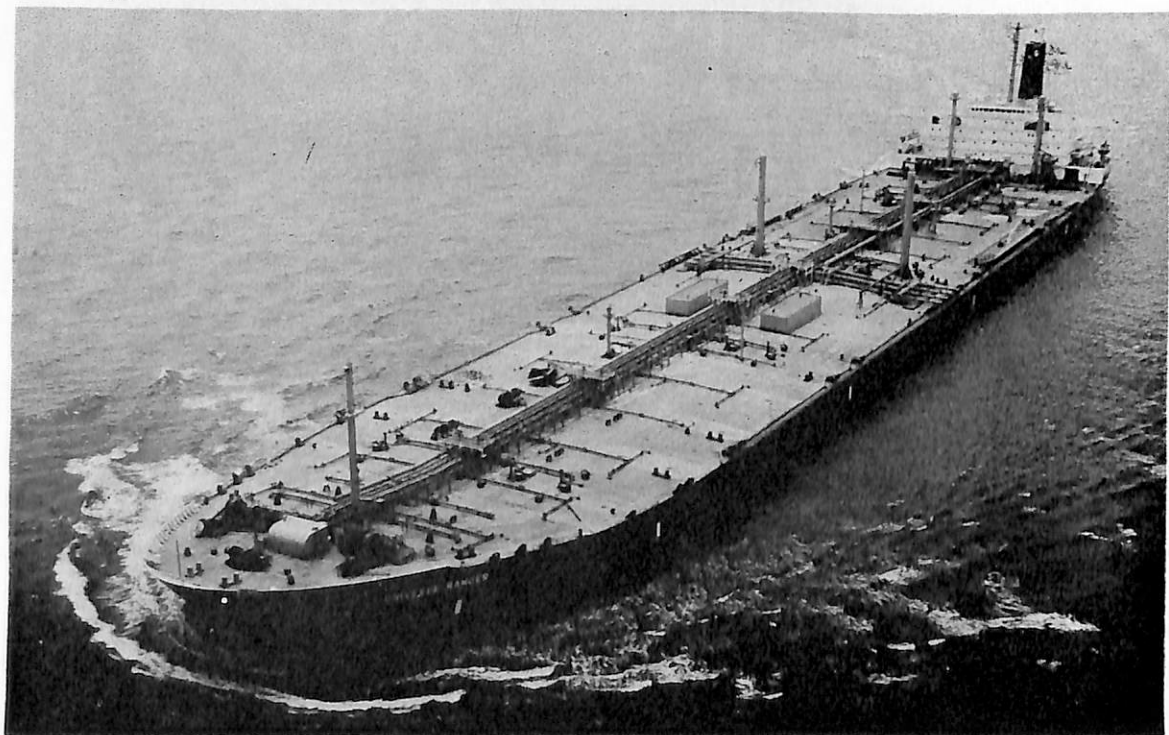


**TEXACO ITALIA** (油槽船) 船主 Texaco Panama Inc. (パナマ) 造船所 三菱重工業・長崎造船所 総噸数 123,647.50噸 純噸数 103,821.00噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 267,837噸 全長 338.63m 長(垂) 320.00m 幅(型) 53.60m 深(型) 26.40m 吃水 20.5525m 船首樓付平甲板船 主機 三菱2段減速装置付船用タービン1基 出力 34,000PS×90RPM 燃料消費量 166t/d 航続距離 25,380海里 速力 15.4ノット 汽罐 三菱CE, V2M-8W型×2 61.5kg/cm<sup>2</sup>, 515°C 発電機 AC450V, 1,500KW×2 貨油倉 321,060.70m<sup>3</sup> 清水倉 470.6m<sup>3</sup> 燃料油倉 12,386.3m<sup>3</sup> 乗員 36名, 外6名 工期 48-12-17, 49-4-13, 49-8-14

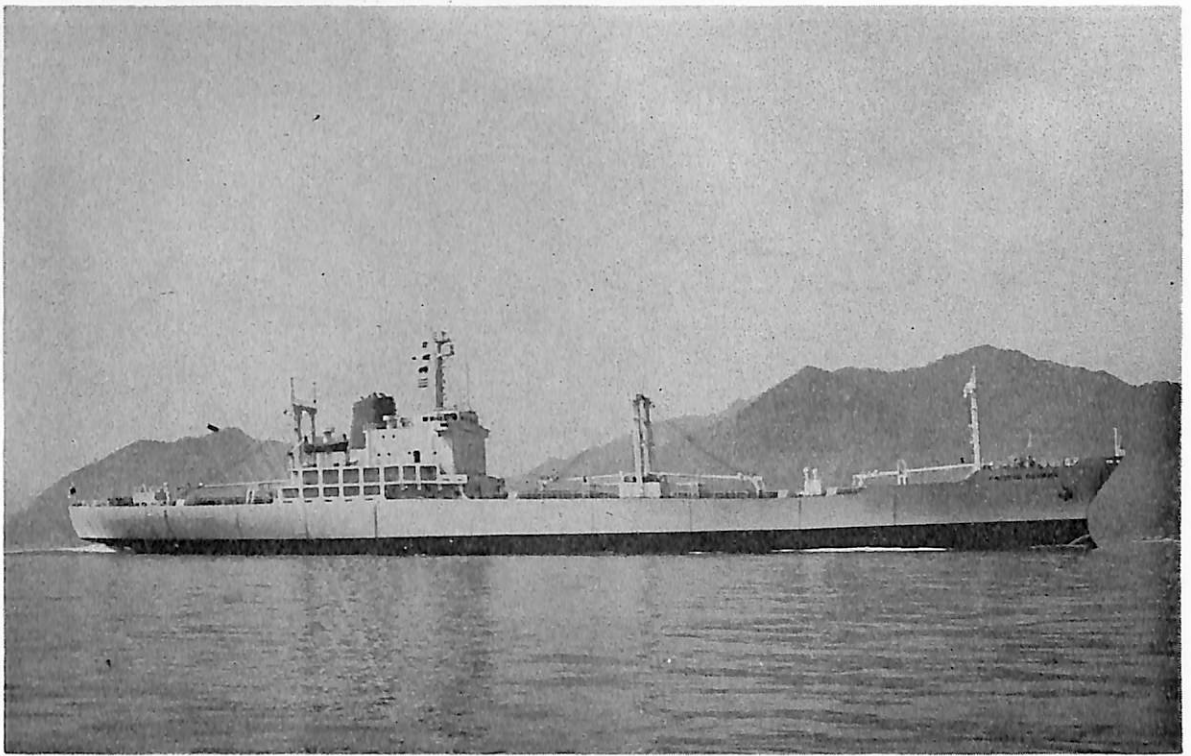




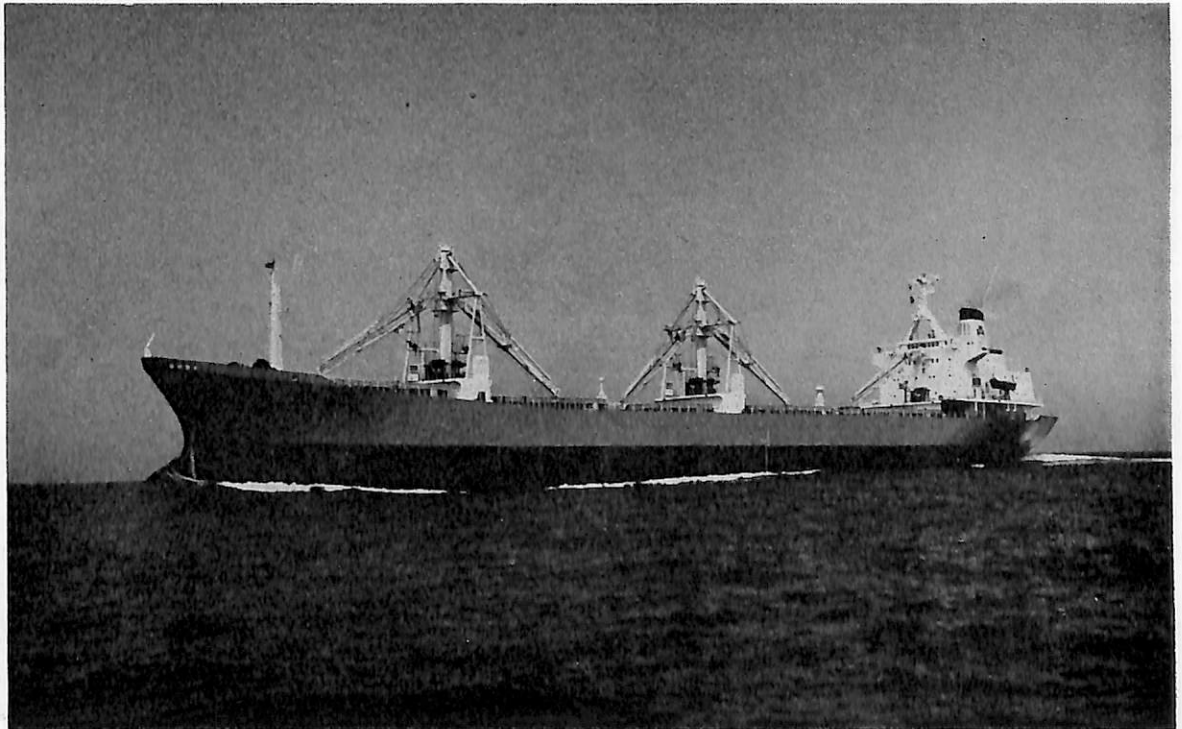
**I.D. SINCLAIR** (油槽船) 船主 Canadian Pacific Steamships Ltd. (Bermuda) 造船所 日本鋼管・津造船所 総噸数 133,678.83噸 純噸数 98,563.71噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 254,691噸 全長 338.1m 長(垂) 320.0m 幅(型) 51.8m 深(型) 26.7m 吃水 20.575m 満載排水量 294,306噸 船首楼付平甲板船 主機 三井 B & W10K90GF型ディーゼル機関1基 出力 30,000PS×109.2RPM 燃料消費量 111t/d 航続距離 29,000海里 速力 15.327ノット 汽罐 50,000kg/h×22kg/cm<sup>2</sup>GSAT 発電機 1,080KW×450V×2 1,600KW×450V×1 貨油倉 310,046.8m<sup>3</sup> 清水倉 749.4m<sup>3</sup> 燃料油倉 9,467.4m<sup>3</sup> 乗員 59名 工期 48-12-12, 49-3-29, 49-7-20



**UNIVERSE RANGER** (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 122,199.04噸 純噸数 101,698噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 268,953Lt 全長 337.058m 長(垂) 320.00m 幅(型) 54.50m 深(型) 27.00m 吃水 69' -1 1/2' 船尾楼付平甲板船 主機 IHI CrossCompound Impuls タービン1基 出力 36,000PS×80RPM 燃料消費量 176.17t/d 航続距離 24,720海里 速力 16.00ノット 汽罐 F.W. MDM×2 61.2kg/cm<sup>2</sup>G×515°C×87t/h 発電機 AC 1,800KW×60Hz×450V×1,800rpm 貨油倉 329,863m<sup>3</sup> 清水倉 852.00m<sup>3</sup> 燃料油倉 13,439m<sup>3</sup> 乗員 50名, 外10名 工期 48-12-14, 49-4-19, 49-8-12



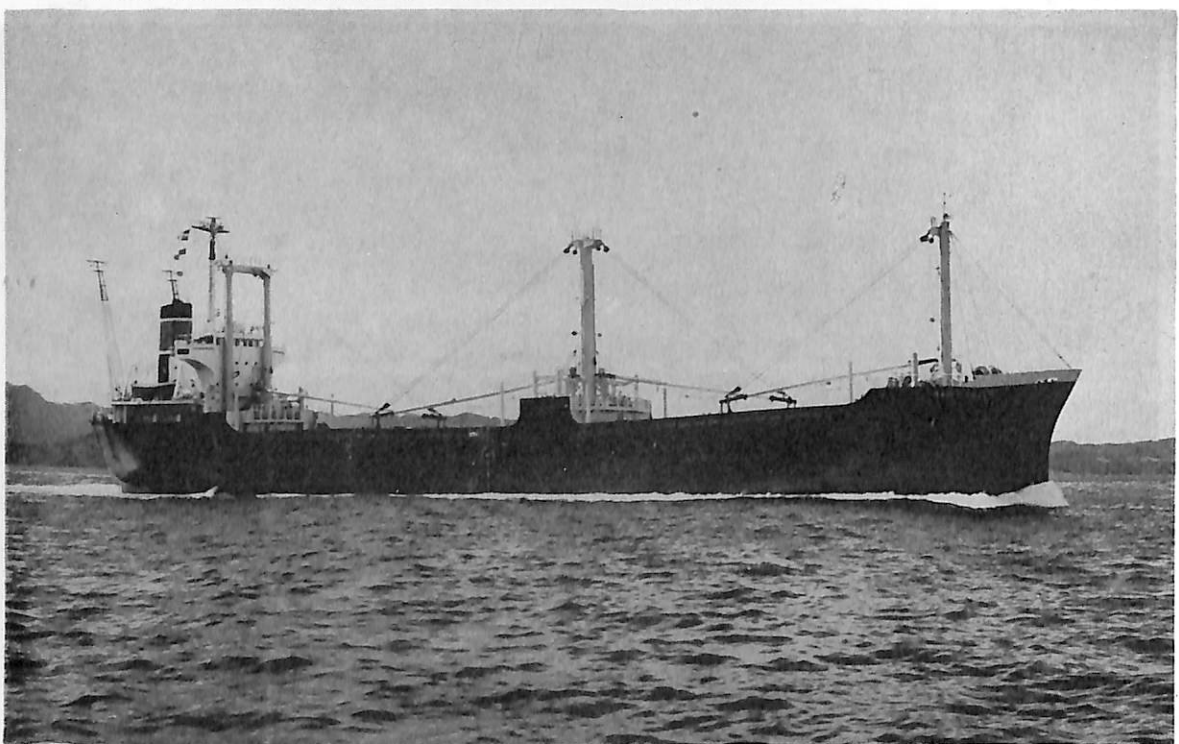
**PACIFIC REEFER** (冷凍運搬船) 船主 Pacific Universal Navigation S.A. (リベリア) 造船所 尾道造船株式会社 総噸数 10,053.43噸 純噸数 5,928.64噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 10,736.55噸 全長 162.80m 長(垂) 152.00m 幅(型) 22.60m 深(型) 13.50m 吃水 9.022m 満載排水量 17,352.48噸 船首楼付平甲板船 主機 日立B&W6K84EF型ディーゼル機関1基 出力 14,000PS×110RPM 燃料消費量 53.5t/d 航続距離 20,100海里 速力 20.4ノット 汽罐 豎円筒型 発電機 AC450V×3φ×60Hz×3 貨物倉(ベール) 12,514.78m<sup>3</sup> 清水倉 324.05m<sup>3</sup> 燃料油倉 2,124.33m<sup>3</sup> 乗員 30名 工期 48-12-11, 49-3-9, 49-7-30 同型船 園田りいふあ



**ANANGEL HOP** (貨物船) 船主 Anangel Hop Compania Naviera S.A. (ギリシヤ) 造船所 石川島播磨重工業・東京工場 総噸数 13,632.87噸 純噸数 9,831噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 22,669噸 全長 164.33m 長(垂) 155.448m 幅(型) 22.86m 深(型) 13.56m 吃水 9.843m 船尾楼付平甲板船 主機 IHI ビールスティック16PS-2V型ディーゼル機関1基 出力 7,200PS×482RPM 燃料消費量 33.7t/d 航続距離 15,000海里 速力 15.0ノット 汽罐 IHI コンポジット型 8.5kg/cm<sup>2</sup> 発電機 200KW×AC×60Hz×450V×900rpm×1 貨物倉(ベール) 29,950m<sup>3</sup> (グリーン) 30,907m<sup>3</sup> 清水倉 201.00m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,540m<sup>3</sup> 乗員 27名 工期 49-4-29, 49-6-25, 49-8-28



WARD (貨物船) 船主 Marfomentos Armadora. S. A. (リベリア) 造船所 下田船渠株式会社  
 総噸数 3,858.41噸 純噸数 2,537.84噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 6,645噸 全長 106.65m 長(垂) 98.00m  
 幅(型) 17.00m 深(型) 8.50m 吃水 6.93m 凹甲板船 主機 赤阪鉄工6UET45/80D型ディーゼル機関1基  
 出力 3,825PS×218RPM 燃料消費量 155gr/psh 航続距離 8,307海里 速力 13ノット 汽罐 736kg/h 発電  
 機 220KVA×2 貨物倉(ベール) 8,212.59m<sup>3</sup> (グリーン) 8,688.67m<sup>3</sup> 清水倉 549m<sup>3</sup> 燃料油倉 565.77m<sup>3</sup> 乗  
 員 30名 工期 48-12-11, 49-3-29, 49-7 設備 15Tデリック4本

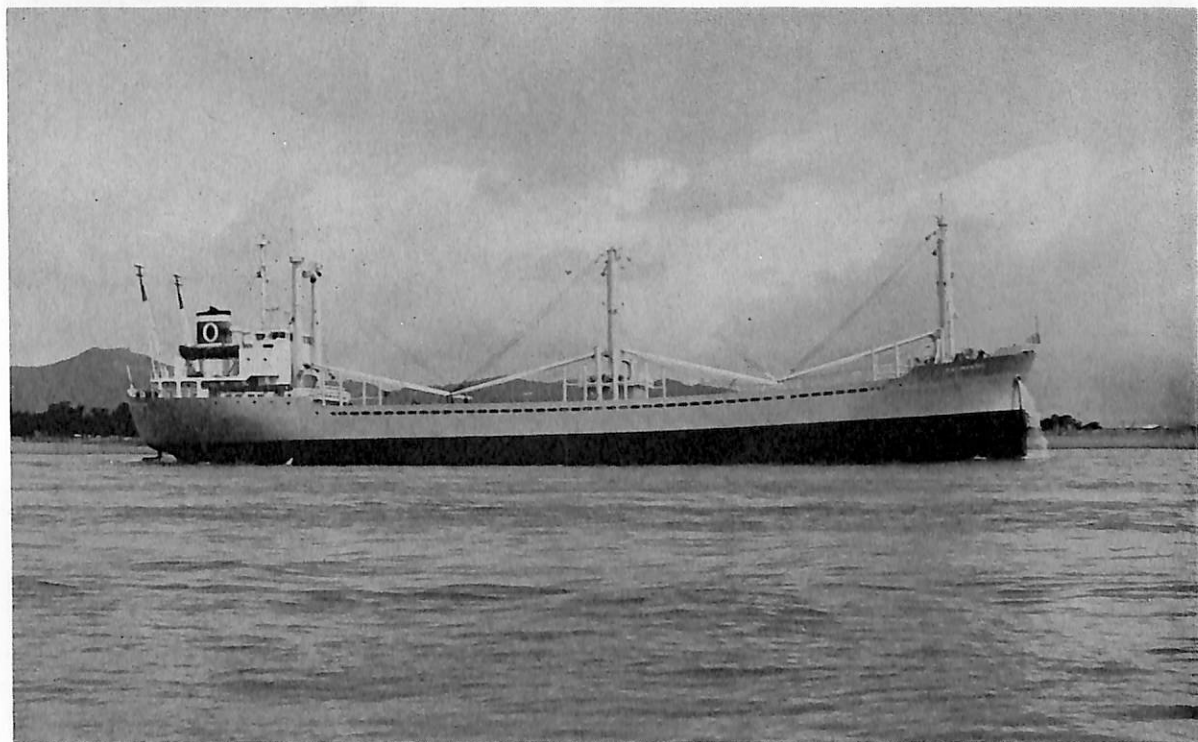


SAINT UNZEN (貨物船) 船主 General Overseas Shipping Corporation S. A. (パナマ) 造船所 来島どっ  
 く・宇和島工場 総噸数 3,380.10噸 純噸数 2,414.42噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 6,202.40噸 全長 103.90  
 m 長(垂) 96.80m 幅(型) 16.00m 深(型) 8.20m 吃水 6.780m 満載排水量 8,073.0噸 凹甲板船 主機 赤  
 阪鉄工所6UET45/75C型ディーゼル機関1基 出力 3,230PS×218RPM 燃料消費量 12.325t/d 航続距離  
 9,500海里 速力 12.5ノット 汽罐 縦型コンポジットボイラー1基 発電機 AC 165KVA×445V×1,200rpm×  
 2基 貨物倉(ベール) 7,332.95m<sup>3</sup> (グリーン) 7,716.84m<sup>3</sup> 清水倉 396.73m<sup>3</sup> 燃料油倉 162.12m<sup>3</sup> 乗員 24名  
 工期 49-1-17, 49-5-23, 49-7-19

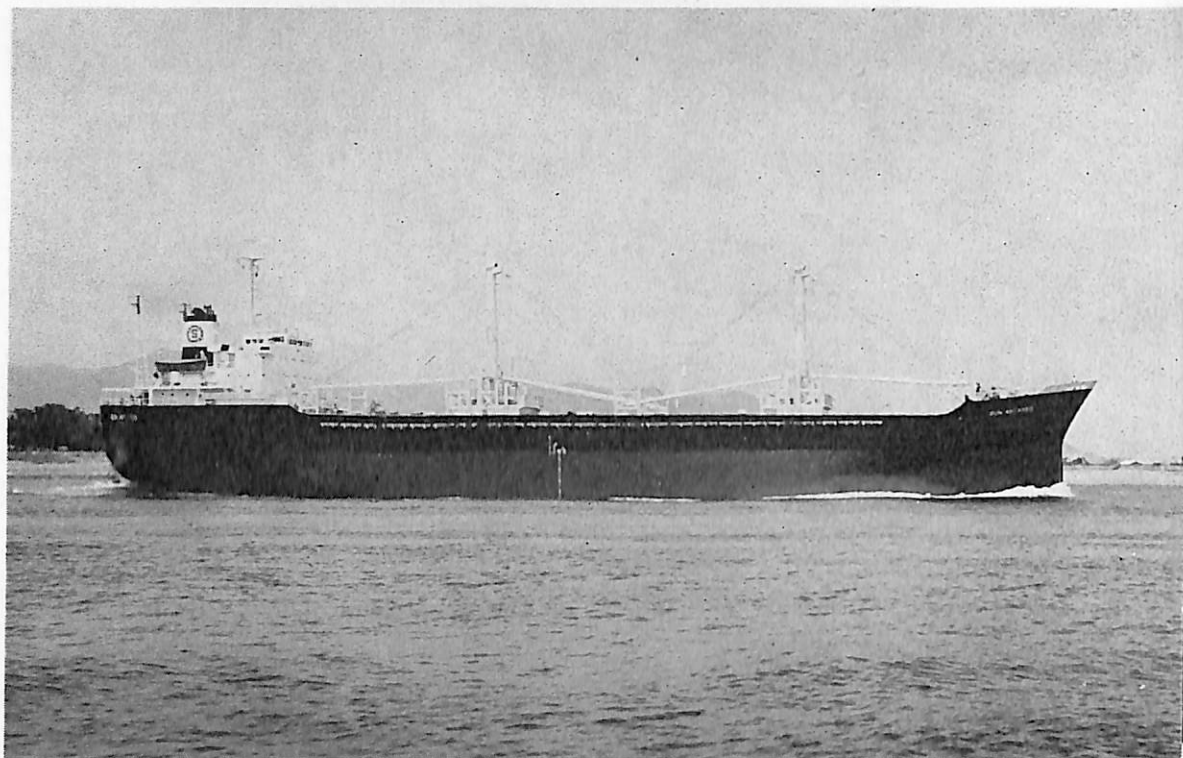




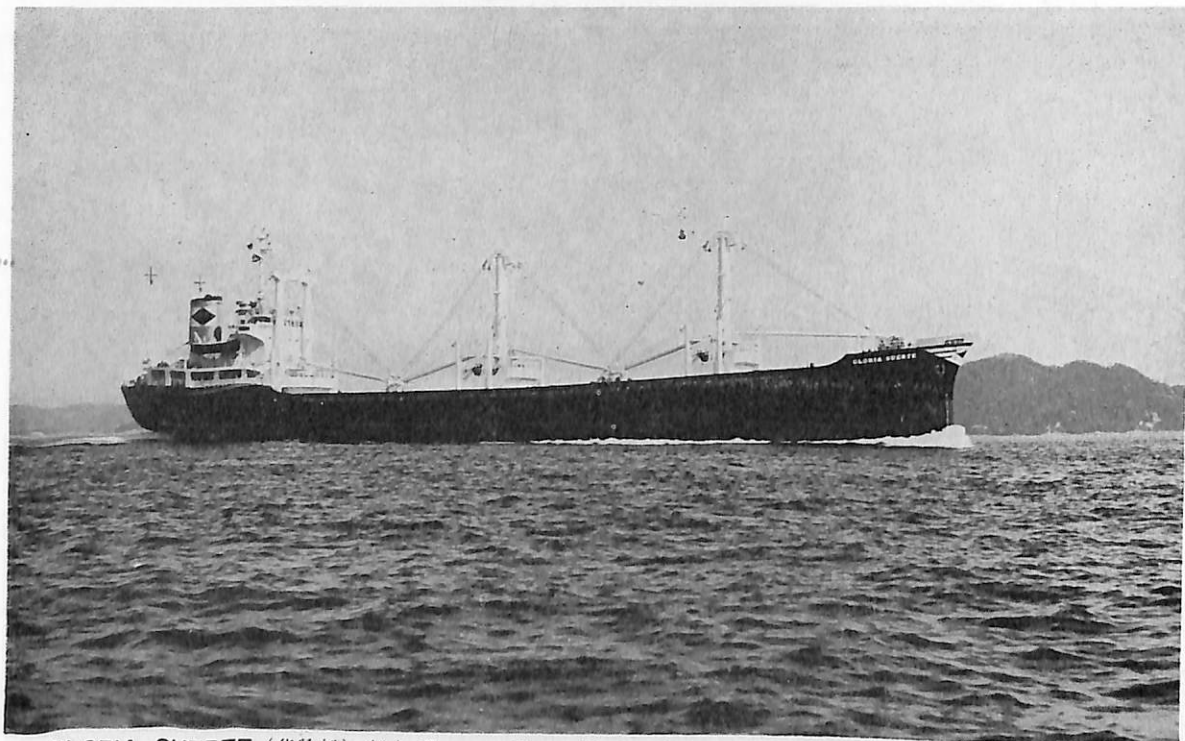
**GLORIA FORTUNA** (貨物船) 船主 Eastern Glory Marine Coporation S.A.(パナマ) 造船所 渡辺造船株式会社 総噸数 5,155.29噸 純噸数 3,377.99噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 8,263.46噸 全長 117.90m 長(垂) 110.00m 幅(型) 18.00m 深(型) 9.00m 吃水 7.218m 満載排水量 11,139.69噸 凹甲板船 主機 神戸発動機 7 UET 45/80D型ディーゼル機関1基 出力 4,250PS×218RPM 燃料消費量 17.2t/d 航続距離 13,540海里 速力 13.000ノット 汽罐 622kg/hr×7 kg/cm<sup>2</sup> 発電機 250KVA×445V×2 貨物倉(ベール) 10,569.20m<sup>3</sup> (グレーン) 11,185.80m<sup>3</sup> 清水倉 814.98m<sup>3</sup> 燃料油倉 785.18m<sup>3</sup> 乗員 33名 工期 49-3-14, 49-6-4, 49-7-12



**KALIMANTAN** (貨物船) 船主 Panama Boris Navigation S.A.(パナマ) 造船所 今井造船株式会社 総噸数 3,778.17噸 純噸数 2,602.84噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 6,586.61噸 全長 104.020m 長(垂) 98.600m 幅(型) 16.360m 深(型) 8.350m 吃水 6.816m 満載排水量 8,640噸 ウエルデッカー 主機 赤阪鉄工6UE-T 45/75C型ディーゼル機関1基 出力 3,230PS×218RPM 燃料消費量 155g/PS/h 航続距離 10,000海里 速力 12.2ノット 汽罐 500/420kg/h 発電機 180KVA×2 貨物倉(ベール) 8,100.91m<sup>3</sup> (グレーン) 8,632.17m<sup>3</sup> 清水倉 133.70m<sup>3</sup> 燃料油倉 601.30m<sup>3</sup> 乗員 30名 工期 49-1-17, 49-5-23, 49-7-15



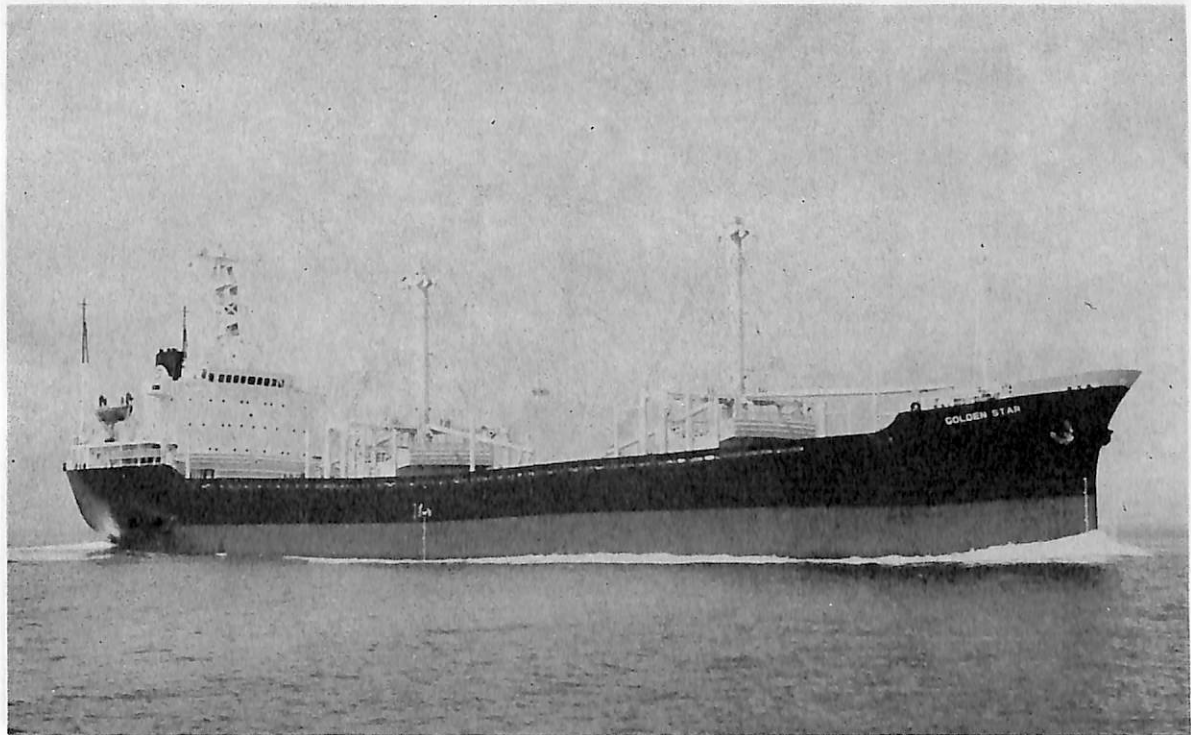
**SUN ANTARES** (貨物船) 船主 Stour Shipping Inc. (パナマ) 造船所 高知県造船株式会社  
 総噸数 6,017.30噸 純噸数 4,182.01噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 10,194.55噸 全長 127.87m 長(垂) 119m  
 幅(型) 18.3m 深(型) 9.9m 吃水 7.755m 満載排水量 13,230噸 凹甲板船 主機 神戸発動機 6UEC 52/90 D  
 型ディーゼル機関 1基 出力 5,100PS×187.5RPM 燃料消費量 22.7t/d 航続距離 12,000海里 速力 13.00  
 ノット 汽罐 コ克蘭コンポジット型 発電機 250KVA×2 貨物倉(ベール) 12,750m<sup>3</sup> (グレーン) 13,320m<sup>3</sup>  
 清水倉 750m<sup>3</sup> 燃料油倉 A 177.78m<sup>3</sup> C 1,073.18m<sup>3</sup> 乗員 33名 工期 49-4-1, 49-6-23, 49-8-2



**GLORIA SUERTE** (貨物船) 船主 Eastern Glory Marine Corporations. S. A. (パナマ) 造船所 渡辺造船  
 株式会社 総噸数 5,153.33噸 純噸数 3,379.72噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 8,266.89噸 全長 117.90m 長  
 (垂) 110.00m 幅(型) 18.00m 深(型) 9.00m 吃水 7.218m 満載排水量 11,139.69噸 凹甲板船 主機 神戸  
 発動機 7UET 45/80D型ディーゼル機関 1基 出力 4,250PS×218RPM 燃料消費量 17.2t/d 航続距離 13,000  
 海里 速力 13.0ノット 汽罐 622 kg/h×7 kg/cm<sup>2</sup> 発電機 250KVA×445V×2 貨物倉(ベール) 10,569.20m<sup>3</sup>  
 (グレーン) 11,185.80m<sup>3</sup> 清水倉 814.98m<sup>3</sup> 燃料油倉 785.18m<sup>3</sup> 乗員 33名 工期 49-4-23, 49-7-10, 49  
 -8-14



**フェリー 樺** (旅客兼自動車航送船) 船主 船舶整備公団, 九州商船株式会社 造船所 内海造船・田熊工場  
 総噸数 1,150.89噸 純噸数 425.13噸 載貨重量 376.98噸 全長 68.62m 長(垂) 62.00m 幅(型) 13.00m 深(型) 4.60m 吃水 3.760m 満載排水量 1,656.0噸 全通船楼船 主機 阪神6LU38型ディーゼル機関1基 出力 1,785PS×298RPM 燃料消費量 15.0t/d 航続距離 1,444海里 速力 15.4ノット 汽罐 荏原製作所立形自然循環水管式 発電機 250KVA×2 車輛搭載数 8吨トラック6台 乗用車 20台 清水倉 33.26m<sup>3</sup> 燃料油倉 67.00m<sup>3</sup> 旅客 計 500名 乗員 35名 工期 49-1-11, 49-4-19, 49-7-30 設備 日立式アンチローリングタンク装備

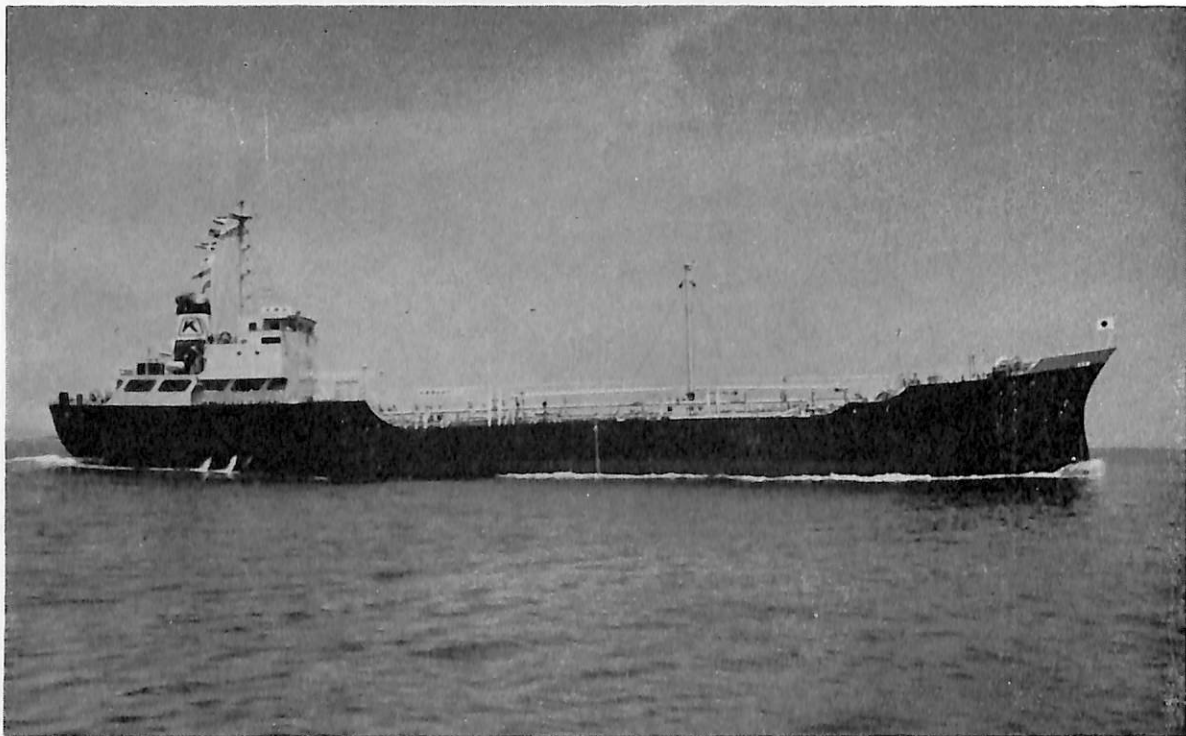


**GOLDEN STAR** (木材兼一般貨物船) 船主 Bilton Shipping S.A. (パナマ) 造船所 株式会社宇品造船所  
 総噸数 6,614.03噸 純噸数 4,374.17噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 11,999噸 全長 128.77m 長(垂) 120.00m 幅(型) 19.60m 深(型) 10.50m 吃水 8.252m 満載排水量 15,250噸 凹甲板型 主機 伊藤鉄工M558HUS形ディーゼル機関1基 出力 5,700PS×218RPM 燃料消費量 C 20t/d A 2t/d 航続距離 16,000海里 速力 13.2ノット 汽罐 コ克蘭コンボジット型 8kg/cm<sup>2</sup>×800kg/h 発電機 AC445V×300KVA×2 貨物倉 (ベール) 13,747m<sup>3</sup> (グリーン) 14,072m<sup>3</sup> 清水倉 910m<sup>3</sup> 燃料油倉 C 1,156m<sup>3</sup> A 225m<sup>3</sup> 乗員 30名 工期 49-3-18, 49-6-20, 49-8-7

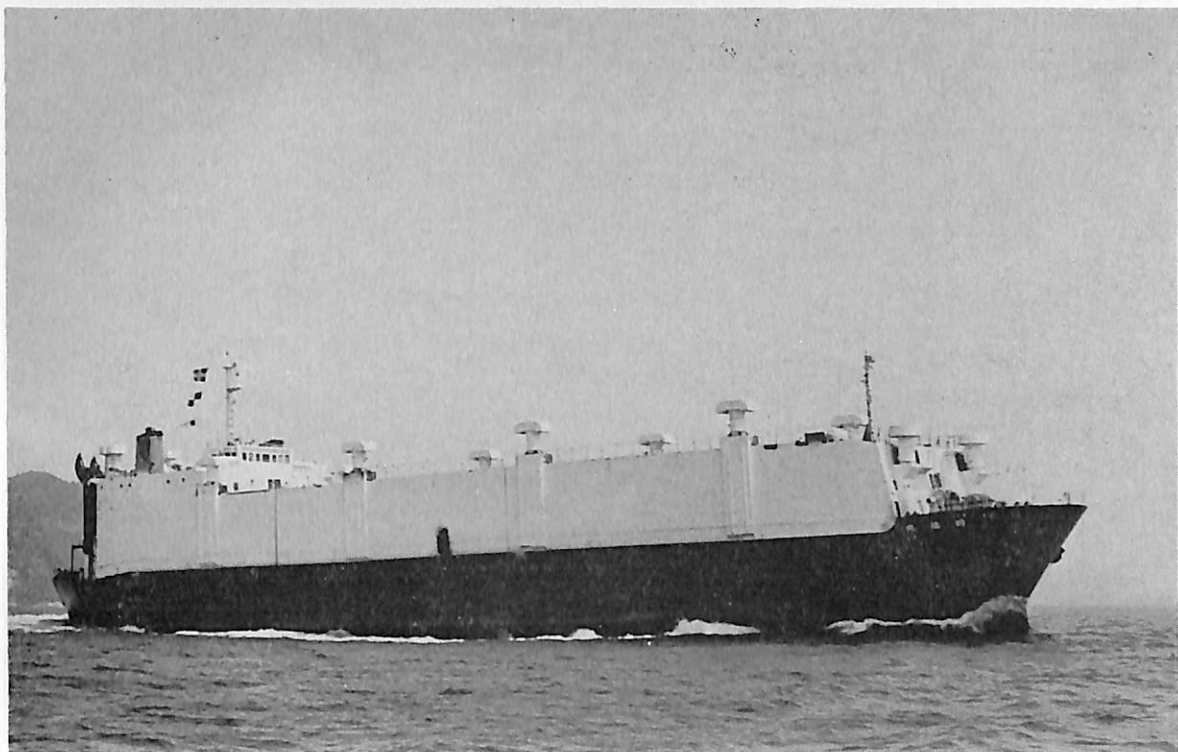




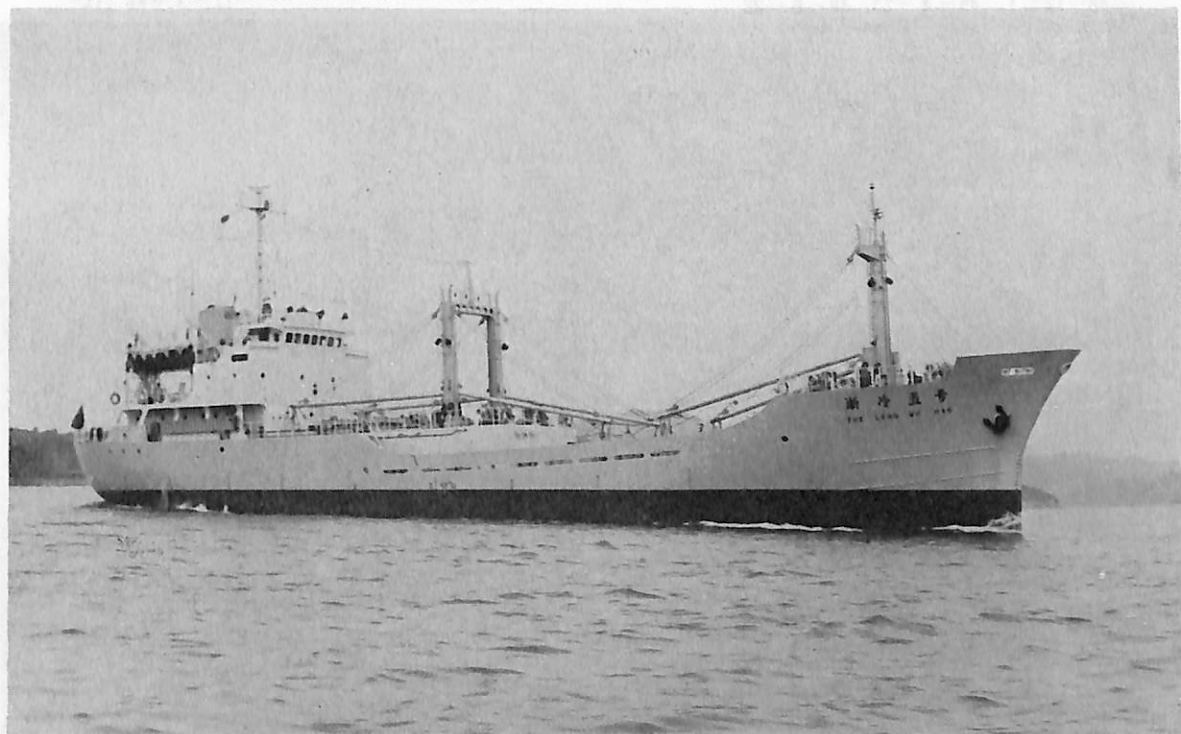
W.M. NEAL (ばら積貨物船) 船主 Canadian Pacific. (Bermuda) Ltd. 造船所 日本鋼管・鶴見造船所  
 総噸数 69,903.89噸 純噸数 44,473.05噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 125,103噸 全長 260.00m 長(垂) 248.00  
 m 幅(型) 41.60m 深(型) 23.70m 吃水 16.808m 満載排水量 144,922噸 平型甲板船 主機三井 B&W 9 K84  
 EF型ディーゼル機関1基 出力 20,800PS×110RPM 燃料消費量 76.67kts 航続距離 23,300海里 速力 15.2  
 ノット 汽罐 AALBORG AQ3×1 10kg/cm<sup>2</sup> 発電機 630KW×450V×2 640KW×AC450V×1 貨物倉(グレー  
 ン) 143,647m<sup>3</sup> 清水倉 341m<sup>3</sup> 燃料油倉 5,256m<sup>3</sup> 乗員 42名 工期 49-1-26, 49-5-10, 49-8-7



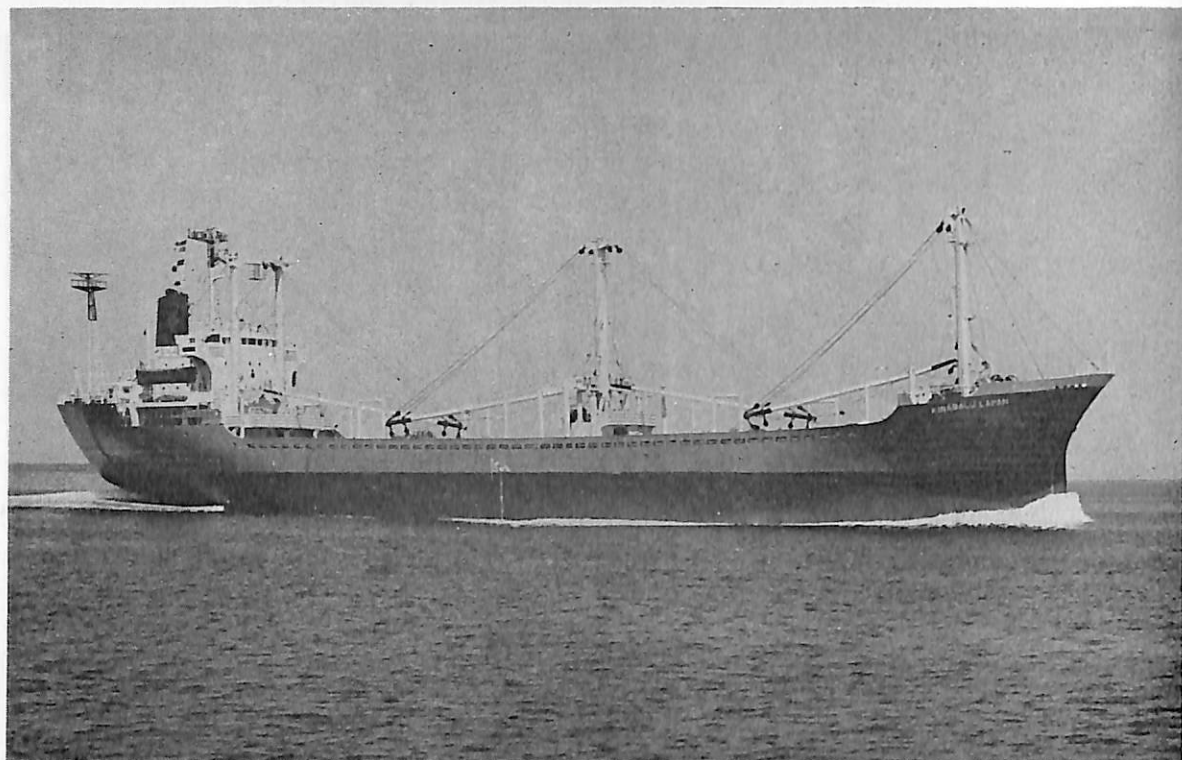
和 興 丸 (油槽船) 船主 大和海運株式会社 造船所 徳島造船産業株式会社  
 総噸数 979.12噸 純噸数 549.61噸 沿海 載貨重量 2,432噸 全長 70.45m 長(垂) 70.00m 幅(型) 11.60m  
 深(型) 5.60m 吃水 5.189m 満載排水量 3,170噸 凹甲板船 主機 阪神内燃機6 LUD-35型ディーゼル機関1  
 基 出力 2,000PS×320RPM 燃料消費量 6.9t/d 航続距離 2,500海里 速力 11.7ノット 汽罐 クレイトンW  
 HO-50 発電機 100KVA×2 貨油倉 2,727.527m<sup>3</sup> 清水倉 20.94m<sup>3</sup> 燃料油倉 85.87m<sup>3</sup> 乗員 12名 工期 49-  
 5-11, 49-7-2, 49-8-13



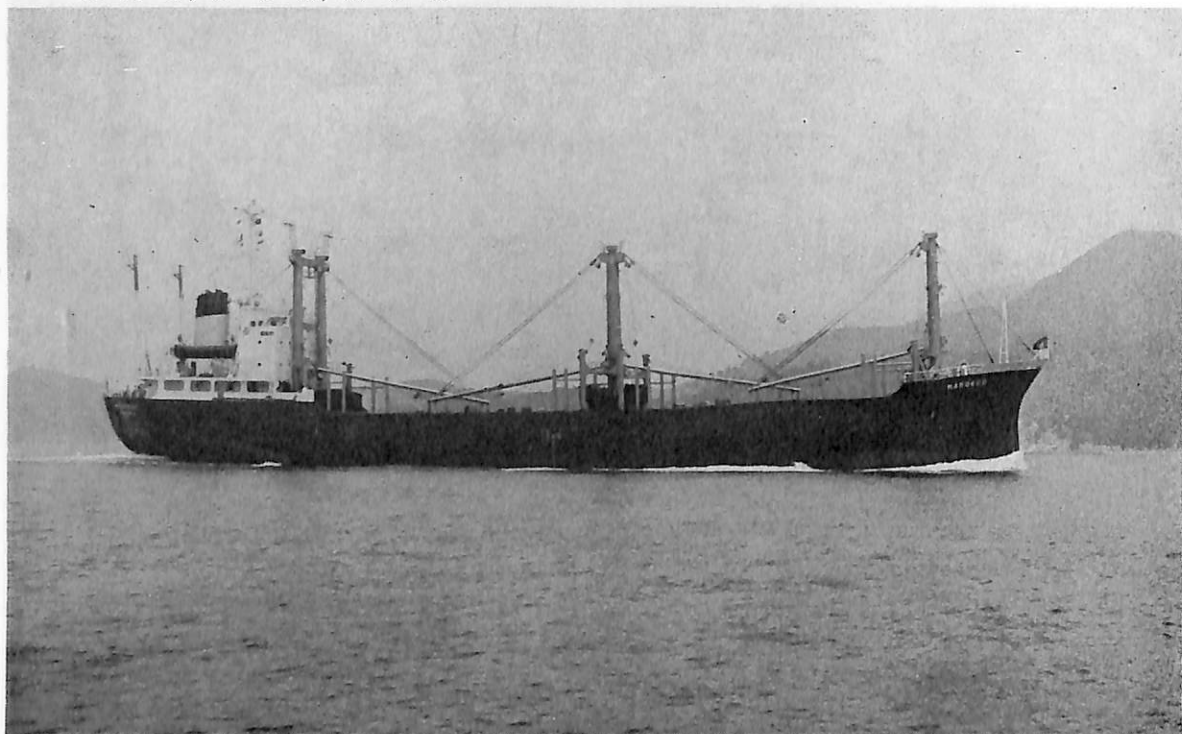
日 雄 丸 (自動車運搬船) 船主 日鮮海運株式会社 造船所 今治造船・今治工場  
 総噸数 2,134.89噸 純噸数 1,023.66噸 沿海 船級 NK 載貨重量 1,530噸 全長 105.75m 長(垂) 98.00m  
 幅(型) 17.20m 深(型) 10.35m 吃水 5.016m 満載排水量 5,136噸 平甲板型 主機 阪神6LU54型ディーゼル  
 機関1基 出力 3,825PS×218RPM 燃料消費量 152.5g/ps 航続距離 3,850海里 速力 15.2ノット 汽罐 立  
 型水管式 7.0kg/cm<sup>2</sup>, VW-20型 800kg/h 発電機 250KVA×2 搭載車数 日産セドリック 2,000cc車種にて  
 720台 清水倉 98.78Kt 燃料油倉 189.71Kt 乗員 15名 工期 49-2-14, 49-4-25, 49-6-29



浙 冷 五 号 (ZHE LENG 5 HAO) (冷蔵運搬船) 船主 China National Machinery Import Export (中国)  
 造船所 西井船渠株式会社 総噸数 998.52噸 純噸数 532.15噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 1,450.63噸 全長  
 71.40m 長(垂) 64.00m 幅(型) 11.00m 深(型) 5.500m 吃水 4.813m 満載排水量 2,385.00噸 凹甲板長船  
 尾楼型 主機 阪神内燃機6LUS-38型ディーゼル機関1基 出力 1,955PS×294RPM 燃料消費量 8.06t/d 航  
 続距離 11,850海里 速力 13ノット 汽罐 398kg/h 発電機 45KVA×1 320KVA×2 貨物倉(ベール)1,645.317  
 m<sup>3</sup> 清水倉 91,756m<sup>3</sup> 燃料油倉 385,699m<sup>3</sup> 乗員 34名 工期 49-4-15, 49-5-21, 49-7-17



**KINABAL LAPAN** (貨物船) 船主 Kinabal Lapan Shipping Incoporated(リベリア) 造船所 来島どつく宇和島工場 総噸数 4,632.80噸 純噸数 3,165.91噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 7,823.80噸 全長 114.26m 長(垂) 104.00m 幅(型) 17.60m 深(型) 9.00m 吃水 7.208m 満載排水量 10,214.80噸 凹甲板型 主機 神戸発動機 6UET45/80D型ディーゼル機関1基 出力 3,825PS×218RPM 燃料消費量 14,535t/d 航続距離 8,500海里 速力 12.4ノット 汽罐 縦型コクランコンポジットボイラー×1 発電機 AC 200KVA×445V×900rpm 貨物倉(ベール) 4,822m<sup>3</sup> (グリーン) 5,070m<sup>3</sup> 清水倉 466.58m<sup>3</sup> 燃料油倉 639.71m<sup>3</sup> 乗員 34名 工期 48-12-1, 49-4-23, 49-6-22



**MARDECO** (貨物船) 船主 Mar De Coloso S. A.(パナマ) 造船所 浅川造船株式会社 総噸数 3,793.74噸 純噸数 2,527.45噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 6,163.78噸 全長 106.43m 長(垂) 97.95m 幅(型) 16.30m 深(型) 8.15m 吃水 6.684m 満載排水量 8,338噸 凹甲板型 主機 赤阪鉄工6UET-45-75C型ディーゼル機関1基 出力 3,230PS×218RPM 燃料消費量 12.7t/d 速力 12.7ノット 汽罐 8.0kg/cm<sup>2</sup> 発電機 200KVA×2 貨物倉(ベール) 7,309m<sup>3</sup> (グリーン) 8,393m<sup>3</sup> 清水倉 107.72m<sup>3</sup> 燃料油倉 375.64m<sup>3</sup> 乗員 30名 工期 49-4-3, 49-6-22, 49-7-31

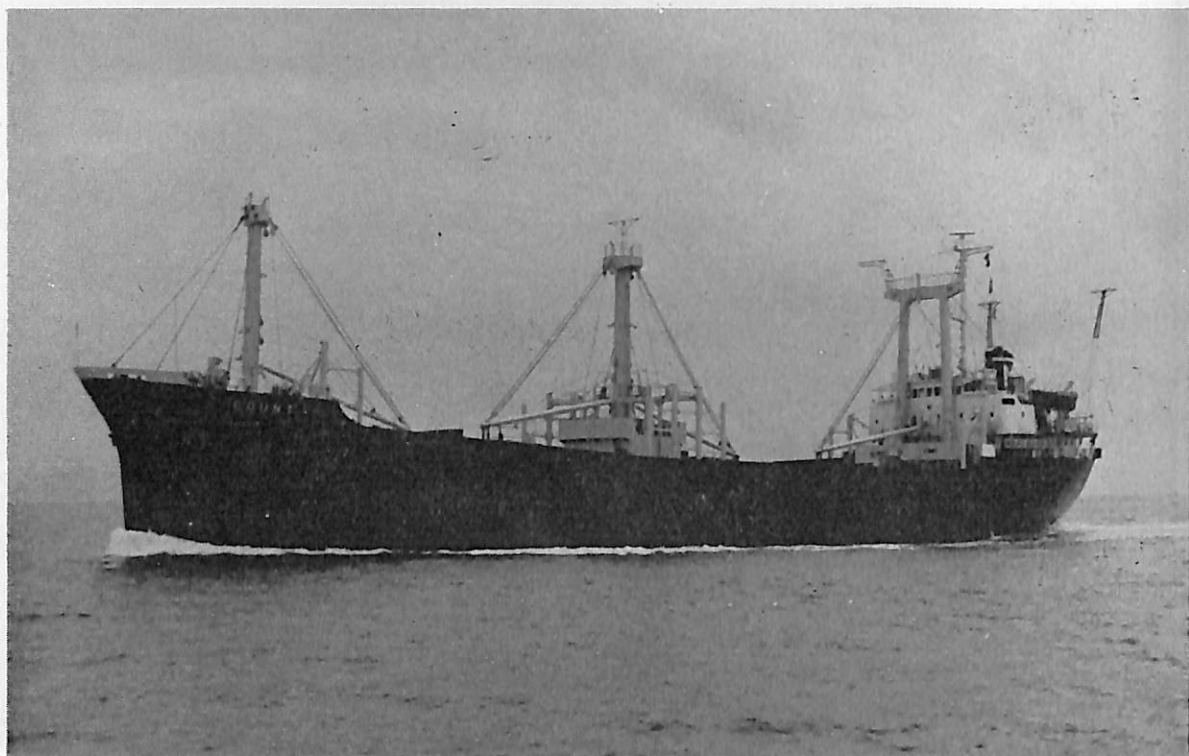




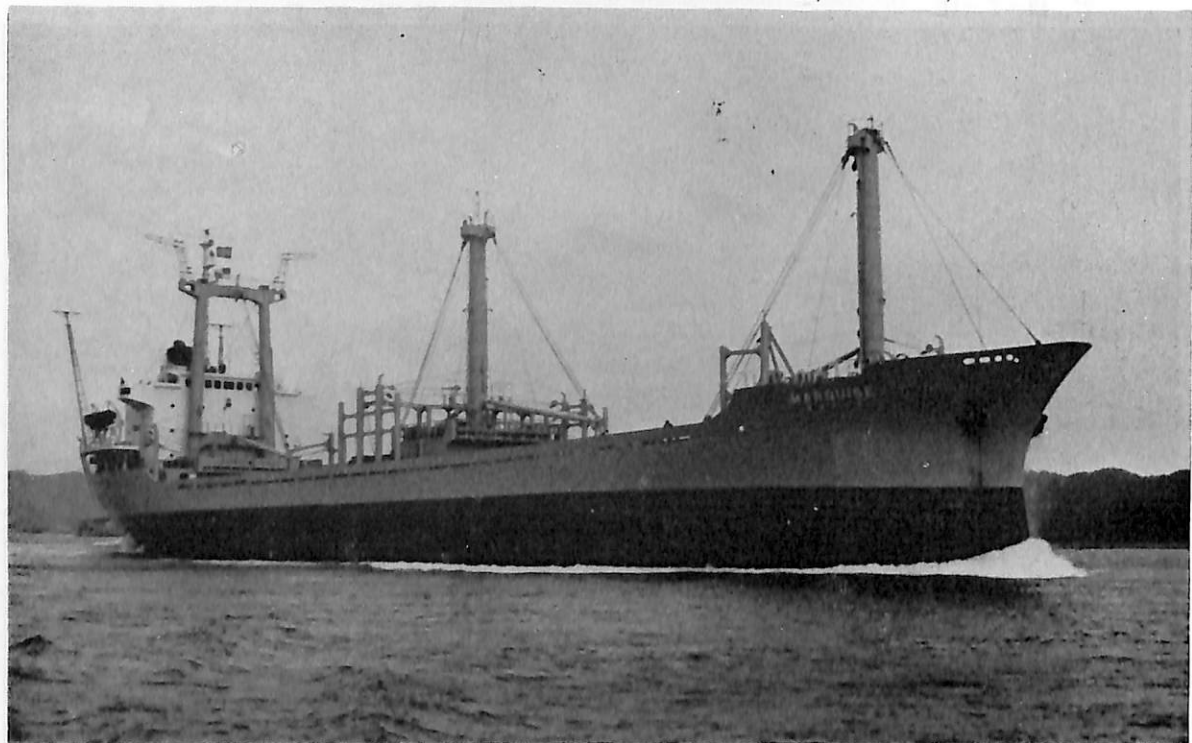
**PRINCE OF TOKYO** (チップ運搬船) 船主 Atlantic Glory Shipping Co., S. A. (リベリア) 造船所 来島ど  
 っく・大西工場 総噸数 33,367.14噸 純噸数 25,282.03噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 41,511.0噸 全長  
 194.70m 長(垂) 182.50m 幅(型) 30.40m 深(型) 21.30m 吃水 11.026m 満載排水量 52,763.0噸 平甲板  
 型 主機 川崎MAN K8 Z70/120E型ディーゼル機関1基 出力 10,540PS×133RPM 燃料消費量 41.27t/d 航  
 続距離 14,700海里 速力 13.9ノット 汽罐 乾燃室式丸ボイラー 1,500kg/h 発電機 600KVA, AC 450V×3 貨  
 物倉(グレーン) 83,546.0m<sup>3</sup> 清水倉 1,091.96m<sup>3</sup> 燃料油倉 2,033.96m<sup>3</sup> 乗員 35名 工期 48-11-20, 49-3  
 -27, 49-7-11



**旺洋丸** (セメント運搬船) 船主 東海運株式会社 造船所 高知重工株式会社  
 総噸数 7,009.63噸 純噸数 3,733.75噸 沿海 船級 NK 載貨重量 11,328.74噸 全長 141.29m 長(垂) 130.04  
 m 幅(型) 20.00m 深(型) 10.00m 吃水 7.719m 満載排水量 15,532.68噸 主機 川崎重工MAN 4サイクル中  
 速トランクピストン型ディーゼル機関1基 出力 7,200PS×417/157RPM 燃料消費量 28.51t/d 航続距離  
 2,500海里 速力 15.0ノット 貨物倉(グレーン) 8,841.82m<sup>3</sup> 清水倉 121.76m<sup>3</sup> 燃料油倉 337.95m<sup>3</sup> 乗員 28名  
 工期 49-2-2, 49-4-16, 49-7-28 セメント荷役: 積込設備能力 2,000t/h 荷揚能力(圧送式)  
 1,000t/h (機械式) 400t/h



**COUNT** (貨物船) 船主 Crimson Navigation Co., S. A. (パナマ) 造船所 今治造船・今治工場  
 総噸数 3,940.37噸 純噸数 2,826.85噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 6,541.60噸 全長 105.57m 長(垂) 98.60m  
 幅(型) 16.33m 深(型) 8.40m 吃水 6.837m 満載排水量 8,566.00噸 凹甲板型 主機 阪神内燃機6LU50A型  
 ディーゼル機関1基 出力 3,230PS×232RPM 燃料消費量 12t/d 航続距離 11,300海里 速力 12.70ノット  
 汽罐 立型水管式VW-20型 7.0kg/cm<sup>2</sup> 800kg/h 発電機 165KVA×2 貨物倉(ベール) 8,000.2m<sup>3</sup> (グレーン)  
 8,421.5m<sup>3</sup> 清水倉 414.6m<sup>3</sup> 燃料油倉 585.8m<sup>3</sup> 乗員 28名 工期 49-2-28, 49-6-18, 49-7-23



**MARQUISE** (貨物船) 船主 双輝汽船株式会社 造船所 今治造船・今治工場  
 総噸数 5,713.16噸 純噸数 3,963.56噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 9,998.62噸 全長 119.88m 長(垂) 112.00  
 m 幅(型) 20.50m 深(型) 9.55m 吃水 7.542m 満載排水量 12,934噸 凹甲板型 主機 神戸発動機6UEC52/  
 105D型ディーゼル機関1基 出力 5,580PS×169RPM 燃料消費量 20.0t/d 航続距離 9,500海里 速力 13.20  
 ノット 汽罐 立型水管式VW-30型 7.0kg/cm<sup>2</sup> 1,200kg/h 発電機 280KVA×2 貨物倉(ベール) 12,425.0m<sup>3</sup>  
 (グレーン) 13,056.0m<sup>3</sup> 清水倉 652.2m<sup>3</sup> 燃料油倉 793.5m<sup>3</sup> 乗員 28名 工期 49-5-2, 49-6-7, 49-  
 7-15



GERARD L.D. (ばら積貨物船) 船主 S. A. Louis Dreyfus Et Cie. (仏) 造船所 株式会社大阪造船所  
 総噸数 25,223.02噸 純噸数 13,528.63噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 39,007噸 全長 182.00m 長(垂) 174.00  
 m 幅(型) 29.00m 深(型) 16.10m 吃水 11.604m 満載排水量 49,418噸 凹甲板船 主機 日立B&W7K74E  
 F型ディーゼル機関1基 出力 11,900PS×120RPM 燃料消費量 48.5t/d 航続距離 15,000海里 速力 14.5ノ  
 ット 汽罐 堅型横煙管式コンポジットボイラー1基 発電機 AC450V×60Hz, 650KW×720rpm×3 貨物倉(ペー  
 ル) 41,132.7m<sup>3</sup> (グレーン) 42,222.8m<sup>3</sup> 清水倉 215.2m<sup>3</sup> 燃料油倉 2,510.7m<sup>3</sup> 乗員 38名 工期 49-2-27,  
 49-5-31, 49-8-13



TOXOTIS (ばら積運搬船) 船主 Toxotis Compania Naviera S. A. (ギリシャ) 造船所 株式会社金指造船所  
 総噸数 19,166.34噸 純噸数 13,515噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 33,122Lt 全長 182.18m 長(垂) 170.00m  
 幅(型) 27.00m 深(型) 15.20m 吃水 10.940m 満載排水量 40,571Lt 凹甲板船 主機 三井B&W6K74EF  
 型ディーゼル機関1基 出力 10,600PS×120RPM 燃料消費量 40.354t/d 航続距離 17,651海里 速力 15ノ  
 ット 汽罐 サンロッドCPOB-15型 発電機 650PS×500KW×AC445V×3 貨物倉(ペール) 39,141.58m<sup>3</sup> (グレ  
 ーン) 46,225.59m<sup>3</sup> 清水倉 532m<sup>3</sup> 燃料油倉 A 189m<sup>3</sup> C 2,080m<sup>3</sup> 乗員 37名 工期 49-1-9, 49-5-6,  
 49-8-2

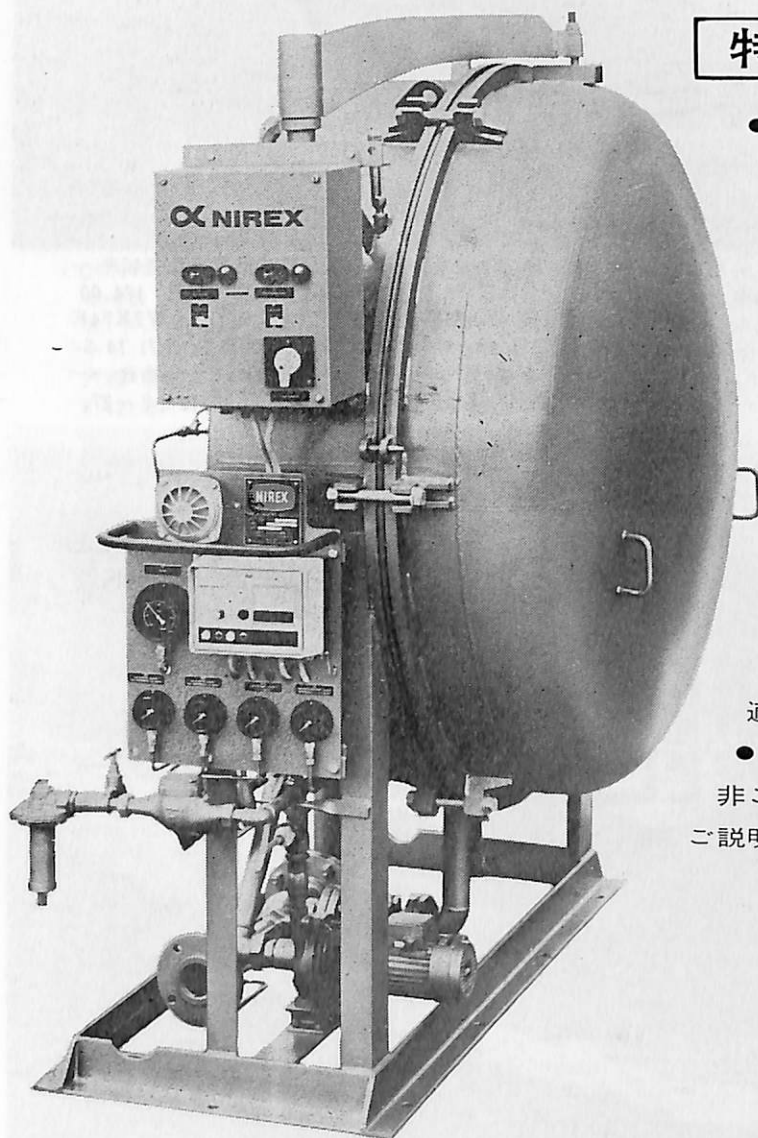


造水装置をご検討の方へ……

## 新型ニレックス造水装置

### JWP-36型

——をお奨めします。



#### 特 長

- 前面ハッチカバーはスイング方式で隅々まで完全に点検できます。
- 一旦容量を決めると調整の必要がありません。
- アルファラバルプレート式熱交換器が使用されていてエバポレーション及びコンデンセーションはプレート間で行なわれます。
- コンデンサーにはチタン材質のプレートが使用されています。
- どのような温度条件にも最適な機種を選ばせて頂きます。
- まだまだ特長がありますので是非ご照会下さい。係員が参上し、ご説明申し上げます。

# ナガセ

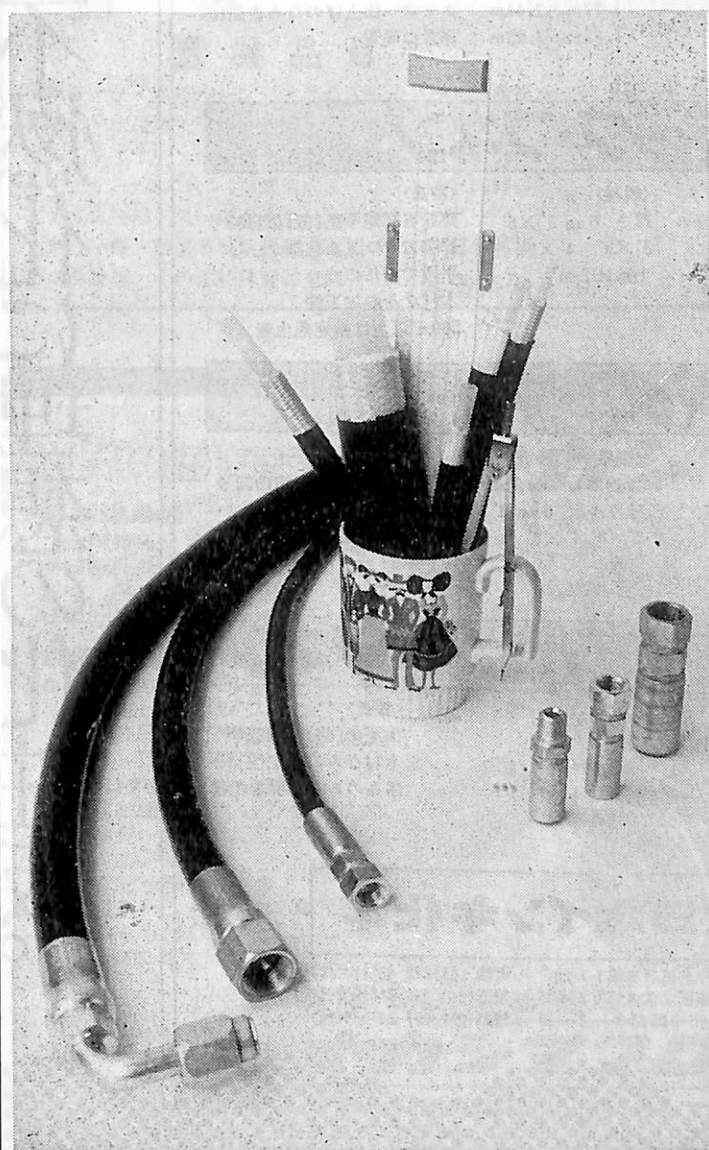


長瀬産業株式会社

機械部 船用機械課

他の取扱い機種：アルファラバル油清浄機・アルファラバルプレート式熱交換器・スタネックス油加熱器

優秀な造船技術者が  
油圧回路の設計を考える時  
いつでも  
**シングルホース**が  
そこにある



■ 特 長

- 各種ホースに比し超高压で且つ柔軟性に富んでいる。
- 各種作動油に対する老化性、疲労性が少ない。
- 各種作動油を汚さない。
- 耐候性に優れている。
- 耐油圧衝撃性に優れている。
- 軽量である。
- 各種配管が美しく仕上る。

■ 用 途

甲板機械用、および油圧制御装置回路

■ 営業品目

油圧用………**シングルホース**  
 空圧用………**シングル N2チューブ**  
 空気計装用…**テコジ  
 テカホジ“1300”**



**ニッタ・ムラ・カンパニー**

本 社 大阪市東区博労町 4 丁目 30  
 TEL (06) 251-5631(大代)  
 工 場 奈良県大和郡山池沢町 1 7 2  
 TEL (07435) 6-1261(代)



**新田ベルト株式会社**

本 社 大阪市東区博労町 4 丁目 30  
 TEL (06) 251-5631(大代)  
 東京支店 東京都中央区銀座 8 丁目 2 番 1 号  
 TEL (03) 572-2301(代)  
 名古屋支店 名古屋市中村区広小路西通 2 丁目 18  
 TEL (052) 586-2121(代)  
 札幌営業所 札幌市中央区北一条西 7 丁目 1  
 TEL (011) 241-0858(代)  
 福岡営業所 福岡市中央区天神 5 丁目 5 番 4 号  
 TEL (092) 74-4546(代)  
 北陸出張所 金沢市昭和町 1 4 番 2 8 号  
 TEL (0762) 65-6235(代)  
 広島出張所 広島市上東雲町 1 5-1 9  
 TEL (0822) 81-7 3 5 0  
 富士サービス 静岡県富士市横割 1 丁目 1-22  
 センター TEL (0545) 61-7 7 5 2

# 船舶内装の不燃化に理想の化粧板。

カラーのディックが贈る

## ディックの不燃化粧板

不燃材

### グラスル・ボード

〈基板〉	〈化粧面〉	〈規格〉	〈特長〉
特殊フレキシブル ボード	セラミック (ホーロー)	厚さ 3.5mm 6mm 8mm 1.22m×2.44m 1.22m×3.05m	建設省認定不燃(個)第1035号 永久に変色しない ホーロー仕上げのため表面は 非常に硬質

不燃材

### ディック・フネン

〈基板〉	〈化粧面〉	〈規格〉	〈特長〉
石綿硅酸カルシウム板 (比重 1.0)	変性ポリエステル 樹脂	厚さ 6mm 3'×6' 3'×8' 4'×8' 1m×2m	建設省認定不燃(個)第1193号 鮮明でソフトな色調 平滑で汚れにくい 木材なみの加工性 500m <sup>2</sup> 以上は指定色生産

不燃材

### ディック・マリーナ

〈基板〉	〈化粧面〉	〈規格〉	〈特長〉
石綿硅酸カルシウム板 (比重 1.0)	グリップ樹脂	石綿スレート 3mm 硅カル板 6mm 3'×6' 3'×8' 4'×8' 1m×2m	建設省認定不燃第1002号 平滑で汚れがつきにくい 木材なみの加工性

準不燃材

### プラスバン・準フネン

〈基板〉	〈化粧面〉	〈規格〉	〈特長〉
バルブセメント板	変性ポリエス テル樹脂	厚さ 3mm 3'×6' 2'×8' 4'×8'	準不燃(個)第2222号 木材なみの加工性 深みのある鮮明な柄物



大日本インキ化学

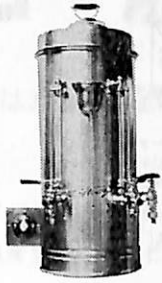
本 社(東京建材第1部)一東京都中央区日本橋3-7-20 電話(03)272-4511(大代)  
大 阪 支 社(建材部)一大阪市東区北久太郎町4-36 電話(06)252-6161(大代)  
名古屋支店(建材部)一名古屋市中区錦3-7-15 電話(052)951-2411(大代)



# YKK型船舶厨房調理機器

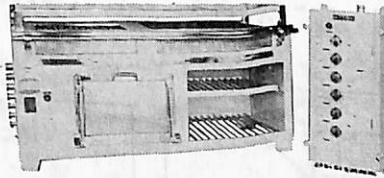
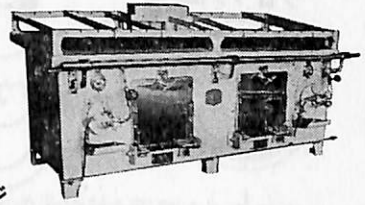
堅牢性、経済性、効率性、安全性抜群。高い信頼納期業界最短、即納主義

ライスボイラー



電気式湯沸器

26kw型多目的電気レンジ



2400型オイルレンジ

## 営業品目

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

## 株式会社 横浜機器製作所

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

技術のナカシマ

## 世界の海に活躍する ナカシマプロペラ

### ■製造品目

大型貨物船・タンカー・撒積船  
各種専用船プロペラの設計及び  
製作、各種銅合金鋳造品・船尾  
装置一式

### ■新開発システム

#### ○キーレスプロペラ

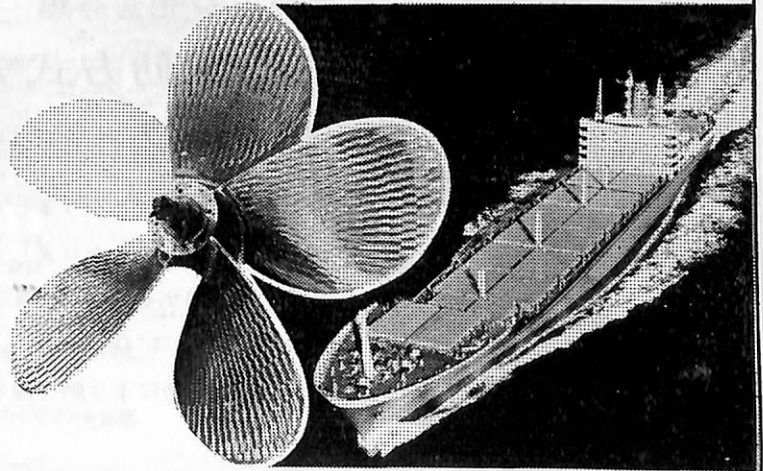
キーなしのシャフトにプロペ  
ラを油圧にて装着する新方式  
取付・取外し簡便

#### ○NAUタイププロペラ

当社と造船技術センターの共  
同開発、中小型プロペラの効  
率大巾アップ

#### ○可変ピッチプロペラ

英国ストーン社との技術提携に  
よる高性能CPPシステム一式  
(XS・XK・XX三種)



運輸省認定事業場



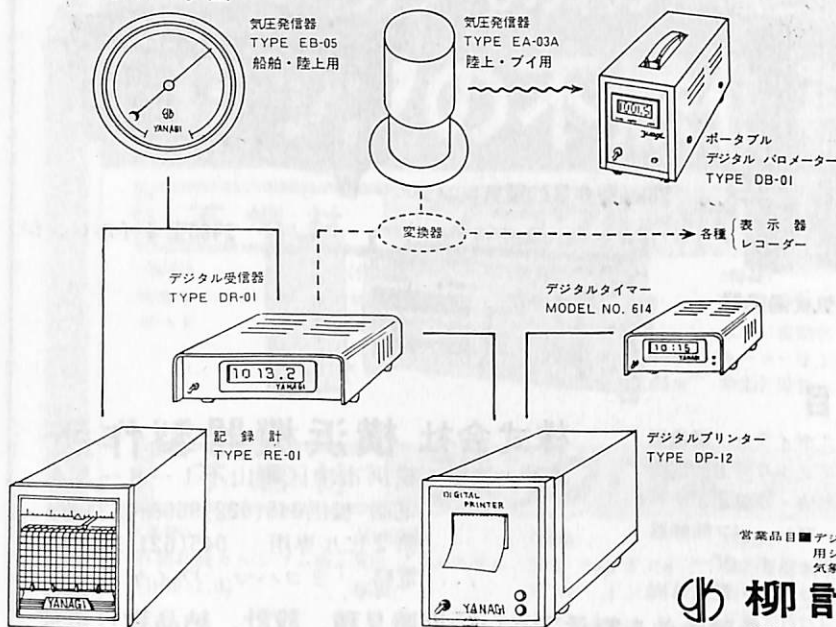
## ナカシマプロペラ株式会社

本社工場 岡山市上道北方688-1(岡山中央郵便局私書函167) 〒709-08 電話(0862)79-2205(代) TELEX 5922-320 NKPPROP J  
東京営業所 東京都中央区八丁堀1丁目6番1号 協栄ビル 〒104 電話(03)553-3461(代) TELEX 252-2791 NAKAPROP  
大阪営業所 大阪市西区鞠本町2丁目107 新興産ビル 〒550 電話(06)541-7514(代) TELEX 525-6246 NKPROPOS

# Yanagi の電送式バロメーター

— 船舶・陸上における気圧遠隔指示 —  
海上パイロポット用にも最適

ブロック図



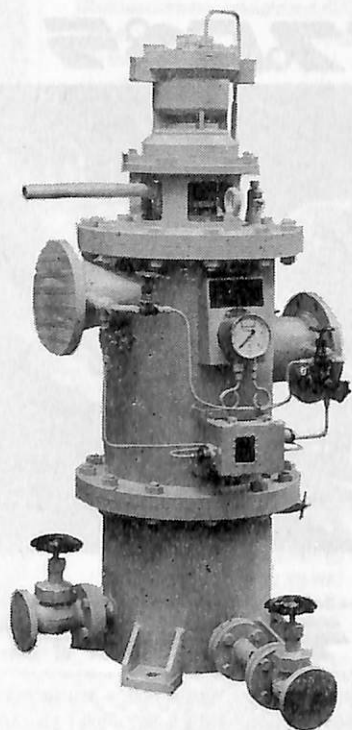
◎ 仕様

計測範囲：920～1040mbar  
精 度：EB-05 ±0.5mbar  
電 源：EA-03A ±1.0mbar  
：AC100V 50/60Hz

営業品目 ■ デジタル集中表示装置 / デジタルバロメーター / 電算機用シミュレーター装置 / 液面計 / 精密高度計 / 気圧計 / 気象計器 / 海洋機器 / 精密圧力計 / 配分電盤

**柳計器株式会社**

東京都大田区多摩川2丁目8番1号(☎144) 電話・東京(750)8181(大代表)



「ケーワン  
K-1 ストレーナー」  
スラッジ完全分離

油圧駆動方式完全自動逆洗型  
ノッチワイヤー式油汙過機

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

**神奈川機器工業株式会社**

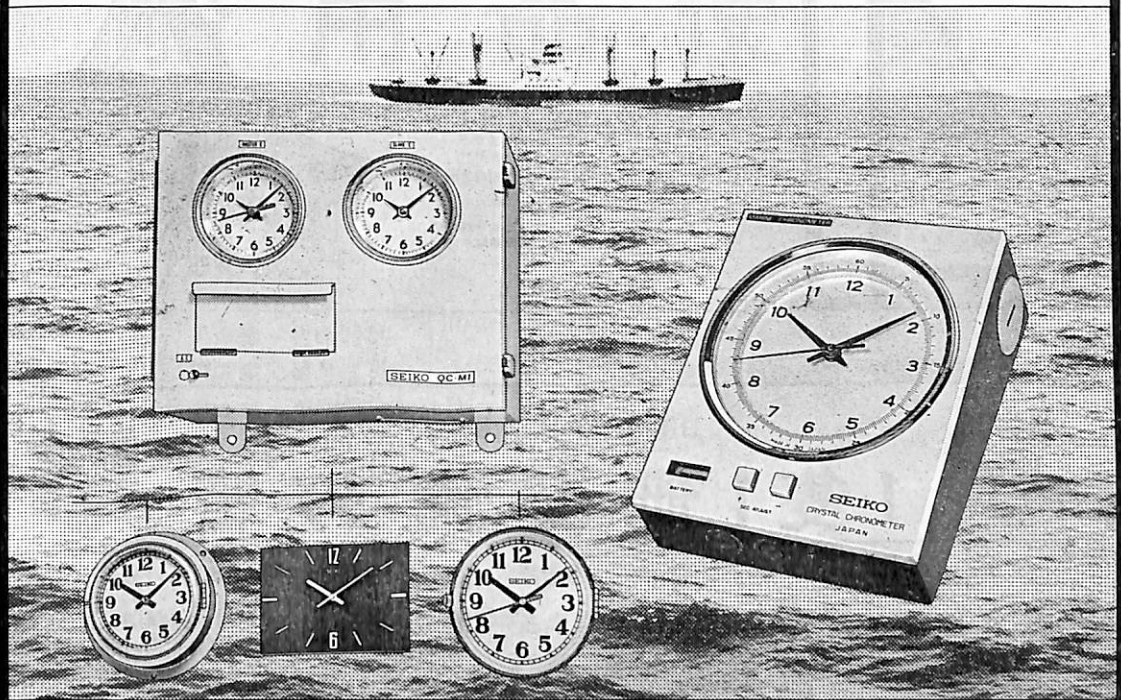
本社・工場 横浜市磯子区岡村町笹堀1168  
TEL (045) 761-0351(代表)

# セイコー船舶時計 QC

QCは水晶発振による、高性能設備時計です。

船舶の時計は、なによりも高精度なものが  
必要とされます。温度変化、振動に強く、抜  
群の耐久性で定評あるセイコー船舶時計を  
おすすめします。標準時計としてマリンクロノ

メーター、船内の子時計を駆動する親時計  
として QC-M1、いずれも水晶発振による  
極めて正確な時計です。目的、規模に応  
じてお選びください。



QC-M1 260×320×160(%)重量8.5kg

- パルス駆動で長寿命。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

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。

マリンクロノメーター

QC-951-II 200×160×70(%)重量2.6kg

- 乾電池2個で、約12ヶ月間作動
- 精度保証範囲0°C~40°C
- 平均日差 ±0.1秒

小型、軽量ですから、自由に持ち運びできます。

# SEIKO

セイコー・株式会社 服部時計店



# KODEN

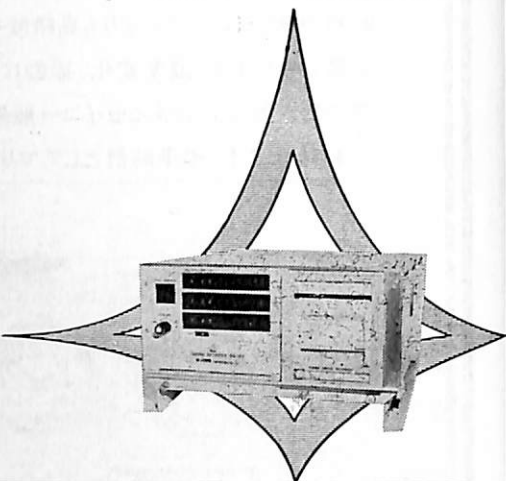
■営業品目■

- 無線方位測定機
- ロラン受信機
- オメガ受信機
- ファックス受信機
- レーダ・レーダブイ
- ラジオブイ・コールブイ
- 魚群探知機
- シンクロソナー
- 漁網監視装置
- 遭難自動通報用送信機
- SOS自動受信機
- 電子計算機
- 特殊電子機器

オメガエイジの  
トップをゆく  
OR-160型

本機の特長

- ★3LOP同時表示〃
- ★3周波同時表示〃
- ★3チャンネルカラーレコーダ付
- ★高感度〃
- ★ $\rho$ - $\rho$ 航法も可能〃
- ★取扱い操作簡単〃



株式会社 光電装位所  
本社 (03) 441-1131 代  
東京営業所・東海営業所  
関西営業所・西日本営業所  
北海道営業所



日本図書館協会選定図書

## 1隻1冊必備の書



監修 東京商船大学名誉教授 浅井栄資  
東京商船大学学長 横田利雄

# 航海辞典

A5判 850頁 布クロス装函入 定価 6,500円 千120円

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

# 業界待望の書ついに完成!!

電子航法研究所衛星航法部長.....木村 小一  
 東海海運局先任船舶検査官.....芹川 伊佐男  
 (社)日本船舶品質管理協会技師 } .....土川 義朗  
 (社)日本旅客船協会調査役 }

— 編 集 —

# 船用品便覧

(1974年版)

B5判 8ポイント横組 300頁函入上製本 定価5,500円 千140円

## 内容目次

第1章 総説	第7章 舷窓類
第2章 救命器具	第8章 錨, 鎖, 索
第3章 信号器具	第9章 航海器具, 航海装置, 無線装置
第4章 消防設備と器具	第10章 新製品, 新技術, トピック
第5章 船燈	第11章 諸表
第6章 船口閉鎖器具	第12章 業務資料

## 執筆者

船舶技術研究所機装部環境研究室長.....	翁 長 一 彦
前船舶技術研究所機装部船用品研究室長..... 神戸海運局相生支局長	緒 方 辰 人
(社)日本船舶品質管理協会船舶機装品研究所.....	奥 山 信 一
船舶技術研究所機装部航海機器研究室長.....	小 黒 英 男
上記.....	木 村 小 一
財団法人日本船用品検定協会.....	高 橋 邦 敏
株式会社高工社取締役.....	清 水 正 二
上記.....	芹 川 伊 佐 男
前船舶技術研究所機装部長.....	曾 根 功
日本海事協会大阪支部.....	田 淵 隆 之
(社)日本船舶品質管理協会船舶機装品研究所.....	玉 虫 英 五 郎
上記.....	土 川 義 朗
船舶技術研究所機装部船用品研究室.....	土 屋 正 之
前船舶技術研究所機装部船用品研究室長.....	福 森 正 直
日本海事協会広島支部.....	安 田 健 二



## 雨ニモ負ケズ、風ニモ負ケズ。

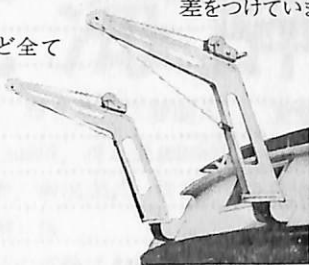
**ダイヤエイト**®とは**タイセル**（株）が西ドイツの**ヒュルス**社と提携し、ジョイントベンチャー・**タイセル・ヒュルス**（株）を設立して製造・販売しているナイロン-12樹脂の商品名です。



従来のナイロンが持っている欠点のほとんど全てを克服した全く新しいナイロン樹脂で、比重は1.02と数多くあるエンジニアリング樹脂中、最も軽く単位容積で比較した場合の価格はもちろん強度の点でも大きなメリットがあります。また耐候性に優れている点では、すでに船舶関係で応用されて実証済みですが、ガンソリン、ジーゼル油、

ケトン、アルカリなど強酸以外のほとんどに対し安定する耐油・耐薬品性も抜群です。吸水率が小さくナイロン-6の約1/2。さらに脆化温度が-70℃と低温特性にも断然差をつけています。これらの諸特性を生かして**ダイヤエイト**®

独特の粉体塗装でトータルコストの節減も狙っていただけます。ワイヤーロープや甲板用具のコーティングなどで耐摩耗性、耐衝撃性の特性もご利用ください。あなたのアイデアが活かされる素材です。

左の写真はボートの吊具にコーティングされたもので海水・風雨の保護に最適です。

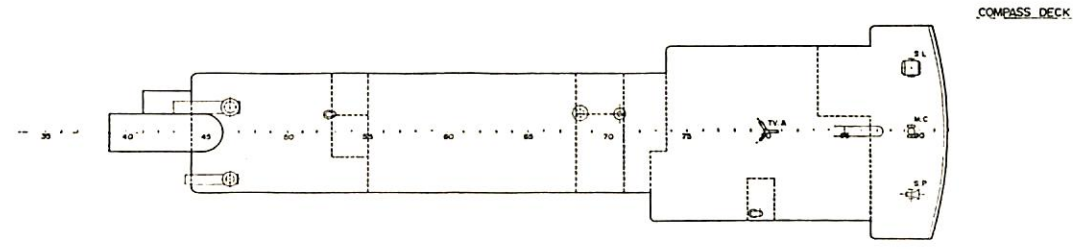
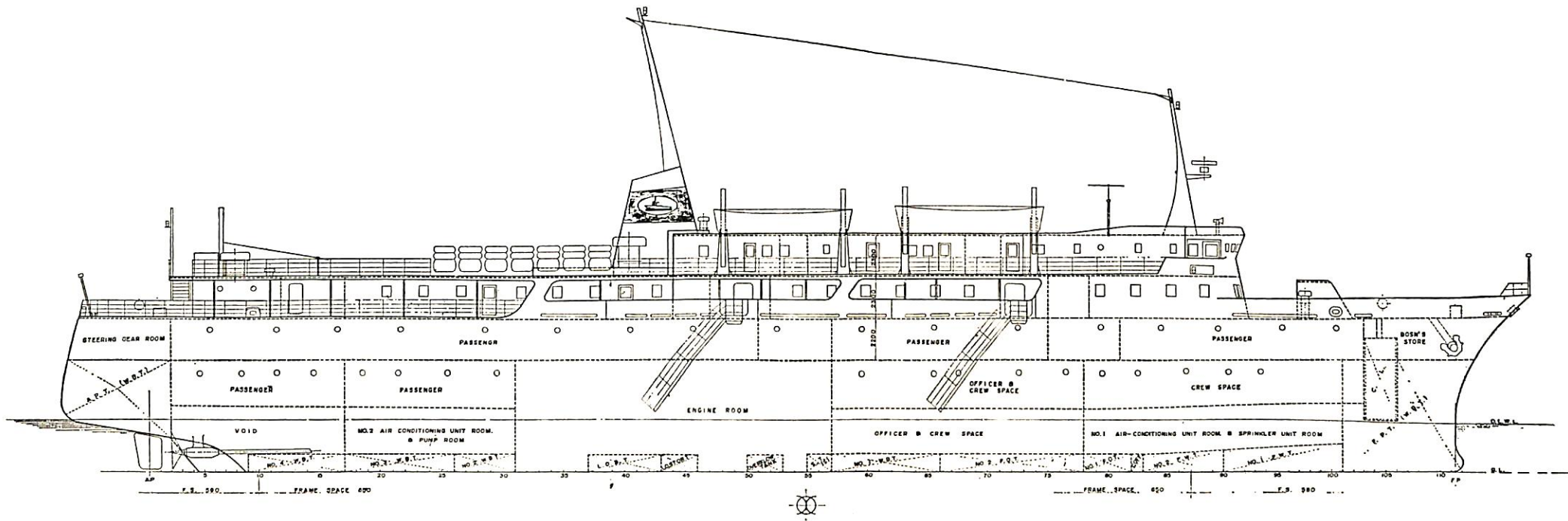


 **タイセル・ヒュルス株式会社**
 **DAICEL タイセル株式会社**

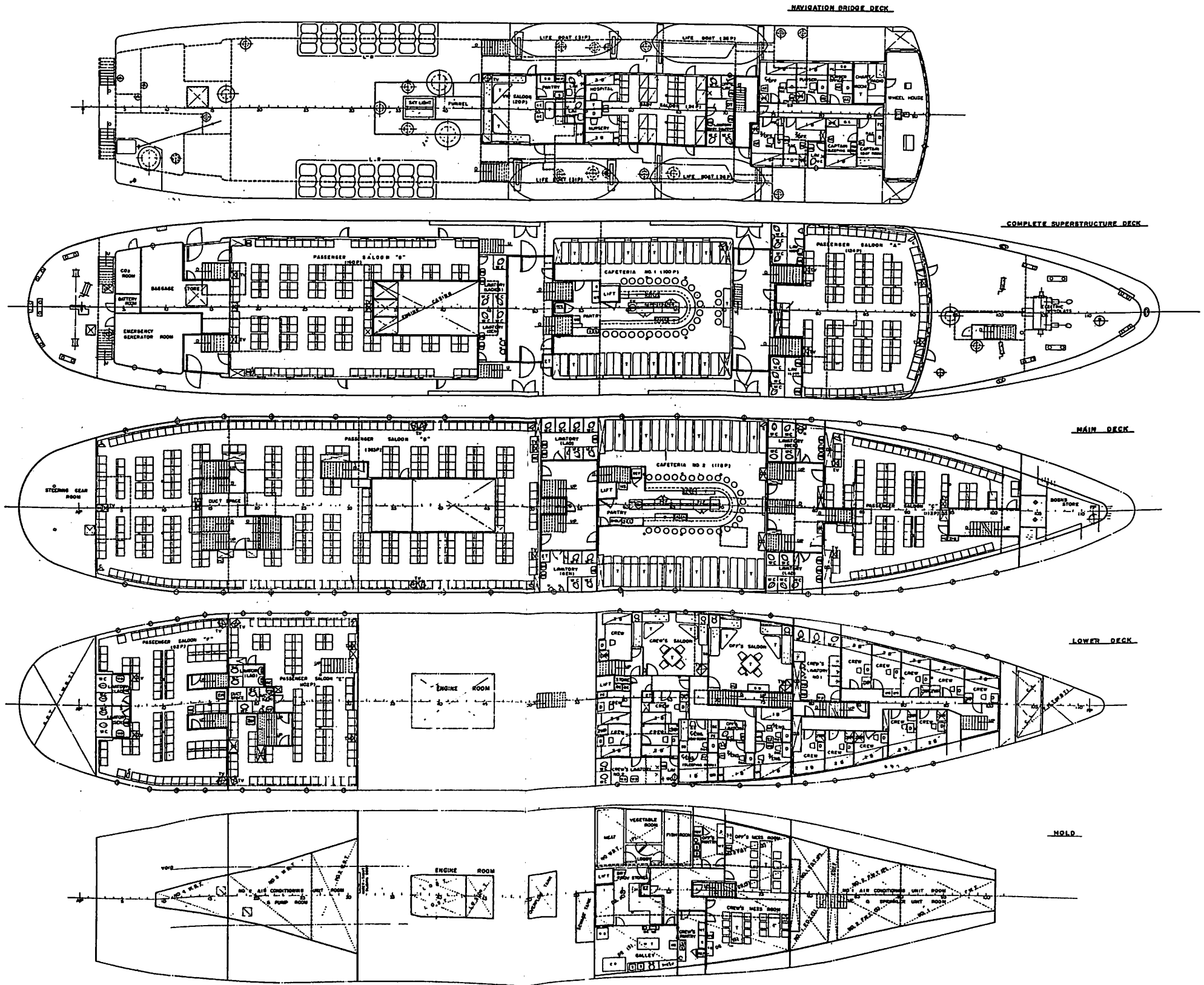
●東京一千代田区霞が関 3-8-1 虎の門三井ビル ☎(03)507-3222 ●大阪一東区安土町 2-30 大阪国際ビル ☎(06)266-7243 ●名古屋一中村区堀内町 2 堀内ビル ☎(052)582-8511



GENERAL ARRANGEMENT  
ISLA DE LA JUVENTUD



ISLA DE LA JUVENTUD 一般配置図 (1)



ISLA DE LA JUVENTUD 一般配置圖 (2)

# 旅客船 “ISLA DE LA JUVENTUD” について

株式会社新潟鉄工所  
造船事業部設計室

## 1. ま え が き

本船はキューバ共和国船舶公団殿のご注文により、新潟鉄工所にて設計、建造された2,000総トン型旅客船で、昭和48年9月18日开工、昭和49年3月26日進水、同年7月10日竣工引渡された。

本船は主にキューバ本土南岸のバタバノから、キューバ最大の島ピノス島のヌエバヘロナ間に就航し、ピノス島に最近建設された学園都市へ、生徒および、その家族を運ぶ。キューバでは教育に非常に力を入れており、この学園都市も今後さらに発展すると聞いている。

本船はキューバ革命後、日本に発注された最初の船であり、引き続き、当社において姉妹船を建造中で、49年11月竣工の予定である。

## 2. 一 般 計 画

(1) 本船の就航々路バタバノ、ヌエバヘロナ間の大半が、水深5~6mの浅海であり、最大吃水約3.4mという制約を受けたため、トリムが大きくなりな

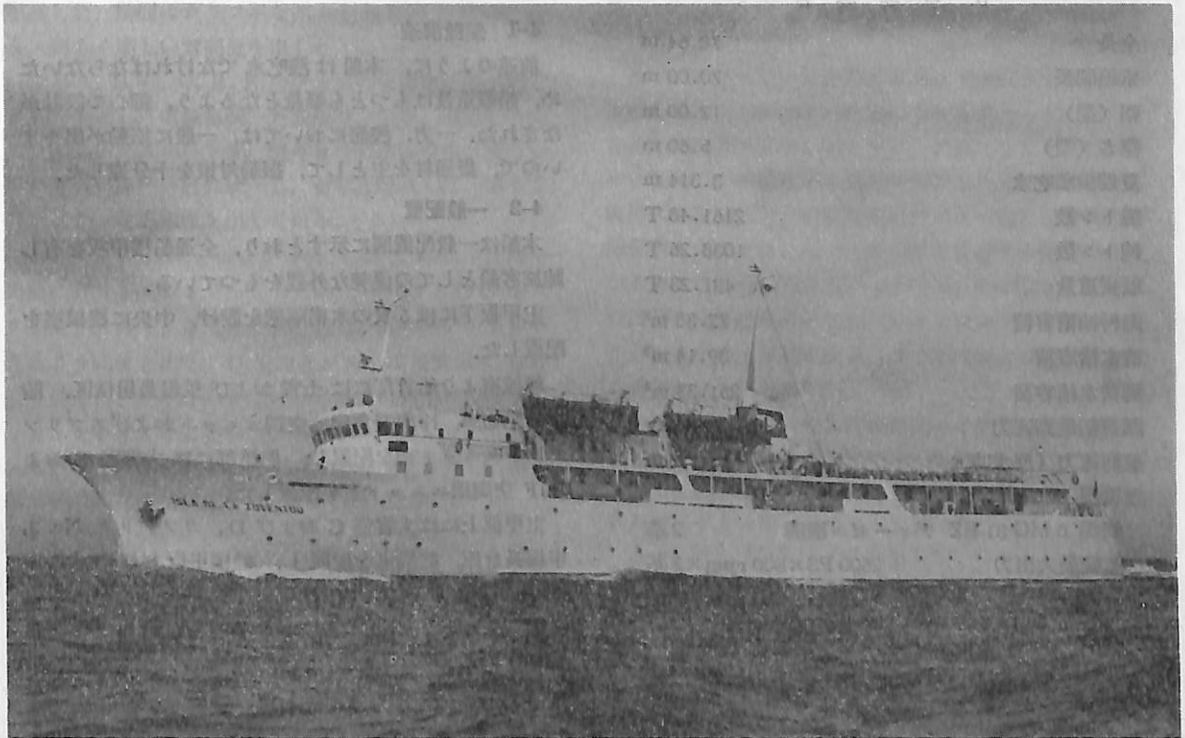
ら、浮心位置の選定、および配置の点に留意し、また軽荷重量の推定には細心の注意が払われた。

(2) 浅吃水船（特に風圧側面積が大きくなりながらな旅客船）の宿命である、航走中の進路安定性、および出入港時の操船性の低下を少しでもカバーするため、船尾水線下にはセンター・スケグを設け、上部構造の軽量化による重心降下をはかり、甲板室は2層にとどめ、なお旅客船としての外観を損わないよう、留意した。

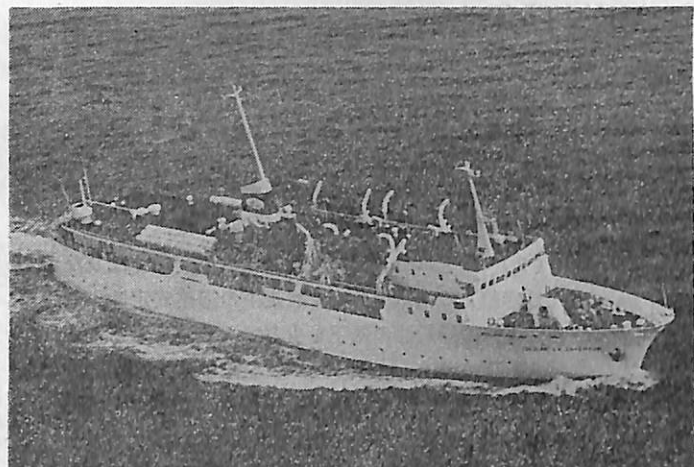
(3) 浅吃水のため、2軸2舵を採用し、操縦性の向上をはかった。主機関は連続最大出力2,600PSを2基搭載し、プロペラの設計点は本航路の特性から、浅海航走時におかれた。

(4) 旅客定員は1,000名とし、お国柄、および本船の用途の点から、特等サロンおよびベビーサロンを除き、全室を等級差のない椅子席とした。

(5) 本船はロイド船級、およびキューバ国内航船でありながら、船主殿の要求により、SOLAS 1960（短国際航海）を適用しており、安全に関する船の復元性、救







航 走 中



crew's saloon

命設備、防火構造、消火装置等は、国際航路の客船並みに装備された、非常に安全性の高い船である。

(6) 公害防止の見地から、主機起動時黒煙が出ないように、補助ブローを設け、また主補機のサイレンサーも、効果の大きい特殊な構造とした。

(7) 南国の船であるので、色調は寒色を主として、落ち着いた感じを出すよう心がけた。

### 3. 主要要目

全長	78.64 m
垂線間長	70.00 m
幅(型)	12.00 m
深さ(型)	5.60 m
夏期満載吃水	3.314 m
総トン数	2161.48 T
純トン数	1038.26 T
載貨重量	421.23 T
燃料油槽容積	72.38 m <sup>3</sup>
清水槽容積	39.14 m <sup>3</sup>
脚荷水槽容積	251.33 m <sup>3</sup>
試運転最高速度	16.81 kn
航海速度(深水時)	15.72 kn
主機関	
新潟 8 MG 31 EZ ディーゼル機関	2 基
連続最大出力	2600 PS×600 rpm×2 基
常用出力	2340 PS×580 rpm×2 基
発電機	AC 445 V, 650 KVA×2 台
旅客定員	
特等サロン	20 名
ベビーサロン	24 名

椅子席	956 名
旅客定員合計	1,000 名
乗組員	
職員	8 名
部員	33 名
乗組員合計	41 名
船級	L.R

### 4. 船 体 部

#### 4-1 船殻構造

前述のように、本船は浅吃水でなければならないため、船殻重量はもつとも軽量となるよう、細心の設計がなされた。一方、浅海においては、一般に振動が出やすいので、縦通材を主として、振動対策を十分施した。

#### 4-2 一般配置

本船は一般配置図に示すとおり、全通船楼甲板を有し純旅客船としての優美な外観をもっている。

主甲板下には6枚の水密隔壁を設け、中央に機械室を配置した。

機械室より船首部には士官および乗組員居住区、賄室、乾物庫、冷凍糧食庫、空調ユニットおよびスプリンクラーユニット室を配置し、船尾部には大客室 E および F 空調機ユニット室を配置した。

主甲板には大客室 C および D、カフェテリア No. 2、甲板長倉庫、舵機室を配置し、船楼甲板には大客室 A および B、カフェテリア No. 1、非常用発電機室、手荷物庫、CO<sub>2</sub> ボトル室、バッテリー室を配置し、航海船橋甲板には特等サロン、ベビーサロン、士官居住区、操舵室、海図/無線室を配置した。

浅海を航行するため、水線下の船型を考慮することと



VIP saloon



passenger saloon

合わせて、配置上もトリムが小さくなるよう考慮されて一般配置ができあがった。

#### 4-3 旅客設備

特等サロンは20名用であり、室内にはパントリー、トイレが附属し、広くそして落ち着いたムードのあるサロンで、ゆつたりとしたソファに腰かけて、心安まるひとときを過ごすことができる。

ベビーサロンには安全性、機能、美観を考慮した12台の乳幼児用2段ベッドおよび母親用のアームシートを配置した。壁面はカラフルな乳幼児向けの絵模様で飾り、明るく楽しい雰囲気を出した。

客室A, B, C, D, E, Fの計6室の大客室は総て同じグレードとし、重量軽減、外観優美、堅牢、機能を考慮した鋼製アームシートを、澄みきつた南国の空、海原を思わせるブルー一色に統一し、整然と配置した。明るくフレッシュな雰囲気を出している。

カフェテリア No. 1 および No. 2 はともに、室内中央部にデコレーションセンターボードを有したU型カウンター、両サイドには食卓を設け、くつろいで飲食できるようにまとめた。U型カウンターの後部には諸設備を備えたパントリーを設け、さらに賄室から昇降するリフトを利用することができる。

両舷とも各2台計4台のアルミ製舷梯を装備し、乗下船に便利になっている。

#### 4-4 防火構造

本船は SOLAS 1960 の第二方式の防火構造規程を適用した。すなわち居住区およびサービス区画に自動スプリンクラー、自動火災探知および警報装置を装備し、主垂直防火区画内の仕切りは特別な規制を受けない方式である。

機械室の前壁を最上層甲板まで A-60 の主垂直防火

壁とし、前後2区画の主垂直区画に分けた。両区画の長さは40m以下で、水密隔壁と一致させ、できるだけ各甲板で階段状にならないよう、上下の連続性を保つよう考慮した。

居住区およびサービス区画の階段は鋼製とし、A-60 防火仕切りで囲った。

居住区と機械室、賄室、操舵室、海図/無線室および非常用発電機室との仕切りは A-60 防火仕切りとした。

A-60 防火扉は当社にて使用実績のある外観の美しい A-60 防火扉を軽量化し、防火試験に合格して採用された。

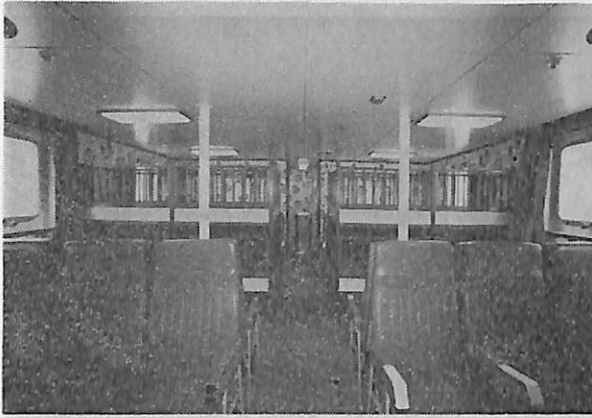
A-60 防火仕切りを貫通するトランク、パイプおよび電線は、防火性が損なわれないような構造とした。トランクは厚鋼板製貫通金物を用い、両側にヒューズ付ダンパーを設け、手動にても開閉可能とした。電線は厚鋼板製枠の中を通して、隙間を耐火性ゴムで埋める特殊な貫通金物を使用した。A-60 防火壁を貫通する総てのトランクおよび電線は防火側へ480mm、その壁および甲板の防熱と同様なものとした。パイプはスプリンクラーパイプおよび小口径管を除き、トランクおよび電線と同様の防熱を施行した。

居住区およびサービス区画の天井や壁面の裏の空所は14m以内に仕切つて、空所からの火災を発見しやすいように各区画に煙穴を設け、天井および壁材の裏面には火災の広がりの遅いペイントを塗った。

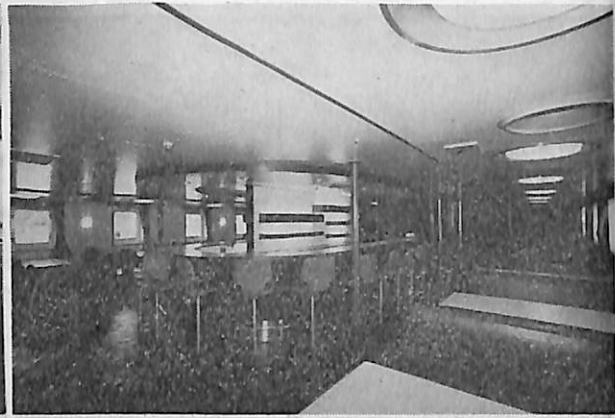
A-60 防火用材料は従来使用していたトムレックスが公害防止の面から使用不可能になり、A-60 防火試験に合格した50mm厚MGB(ミネラルガラスファイバーボード)を張り詰めた。機械室上部甲板は、上面にA-60 防火試験に合格した床材を使用した。

#### 4-5 消防設備

居住区およびサービス区画には自動スプリンクラー装



baby saloon



cafeteria No. 1

置を設け、船内を8ステーションに分けた。スプリンクラーヘッドが火災による熱を感知すると、射水口を押さえているレバー固定用のメタルが溶けて、 $9\text{ kg/cm}^2$ の圧力でタンクに貯えられている清水が吹き出してくる。と同時に操舵室の警報盤に火災の発生したステーションを知らせる。タンク内の清水で初期消火を行なえるが、清水がある程度使用されてタンク内の圧力が低下すると、スプリンクラーポンプが自動的に運転され、海水が供給される。その他船内消火主管および船外からも供給を受けられる。

スプリンクラータンク容積	4,600 l
スプリンクラーポンプ	37 KW
空気圧縮機	3.3 KW
スプリンクラーヘッド作動温度	$72^{\circ}\text{C}$

機械室には炭酸ガス消火装置が設備されている。その他消火機器として下記のものも備えられている。

持運式泡消火器 (9 L)	49 個
泡消火器 (45 L)	1 個
持運式 $\text{CO}_2$ 消火器 (6.8 kg)	3 個
$\text{CO}_2$ 消火器 (45.3 kg)	2 個
消防員装具	3 組

#### 4-6 救命設備

救命設備として下記のものも備えている。

救命艇 FRP 製 エンジン付	31 名用	2 隻
救命艇 FRP 製 オール付	36 名用	2 隻
救命筏 膨張式	25 名用	42 個
救命胴衣 成人用		1,094 個
救命胴衣 小児用		100 個
救命浮環		12 個
ポートダビット 重力式	トラックウェイ型	2 台
ポートダビット 重力式	ヒンジ型	2 台

#### 4-7 操舵装置

2枚の舵を同時に駆動すべく、ポンプユニット2組、および4個のシリンダー、2個のロッド、ハンドポンプ1台をもつた複雑な操舵装置を設けた。このうち、ポンプユニット1組および2個のシリンダー、1個のロッドは応急操舵用としても用いられるので、かりに油圧シリンダーに故障が生じてても他の1系統の油圧シリンダーで応急操舵が可能である。またハンドポンプのみで応急操舵も可能である。

#### 4-8 甲板機械

甲板機械の要目は下記による。

##### 揚錨機

型式	ワーピングドラム付	一体型	原動式
容量および数量	6 t × 9 m/min × 1 台		
電動機	19 KW		

##### 係船機

型式	水平	2ワーピングドラム型	電動式
容量および数量	6 t × 10 m/min × 1 台		
電動機	19 KW		

#### 4-9 冷房装置

本船は旅客区画および船員区画の全般にわたって冷房を行ない、快適な旅を楽しめるようにしてある。

冷房区画は5系統に分けられ、冷房機ユニットは倉内のNo. 1 空調機ユニット室に3台、No. 2 空調機ユニット室に2台配置され、給気は高速ダクトを通つて、消音器付アネモ型およびパンカールバー型吹出口より各区画に吹き出される。

冷房条件は下記による。

外気温度	$32^{\circ}\text{C}$
外気湿度	70%
室内温度	$27^{\circ}\text{C}$





chart/radio room

室内湿度	50%
新鮮空気	30%

## 5. 機 関 部

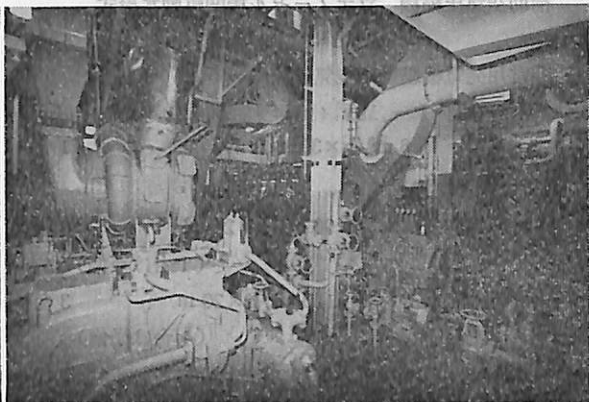
### 5-1 一 般

主機関には、軽量、高性能な中速エンジンである新潟 8 MG 31 EZ 単動 4 サイクル トランクピストン型、過給機付ディーゼル機関 2,600 PS を 2 機装備し、減速機を介して 2 基の固定ピッチプロペラを駆動する 2 機 2 軸方式としている。プロペラは、平均 5.5 m という浅海にかかわらず十分な馬力吸収と、船速を満足させることという難しい条件であつたが、4 翼 1 体型 直径 2,100 mm、ピッチ 1,635 mm のエアロfoil型を採用しこれを解決した。また国内でも公害問題が論じられてから久しいが、本船もこれに留意し、船の離岸時主機のクラッチ嵌脱に際し、調速機の特性上、タービンの空気供給量よりも燃料の供給量の方が過大となりがちのため、いきおい不完全燃焼となり黒煙発生を起こすので、これを防ぐために補助ブローをそれぞれの主機に設け、低回転時強制的に十分な空気を送るとともに、燃料制御ピストンとの連動により燃料量をコントロールし、黒煙発生を防いでいる。また、主機関および発電機関の排気騒音を抑えるため、排気音サイクル波長等に基づく充分な設計による効果きわめて大なる特殊構造の大型サイレンサーを装備している。

発電機関には 4 サイクル単動ディーゼル機関により駆動される交流発電機 2 台を装備し、1 台を常用、1 台を予備として使用する。

非常用発電機には 4 サイクル単動ディーゼル機関により駆動される交流発電機 1 台を装備している。

主機関、発電機関とも清水冷却方式とし、また清水、潤滑油とも自動温度調整弁による温度コントロールおよ



engine room

び過回転時や潤滑油圧力異常低下時の機関停止、その他各異常時の警報発令等による機関の保護対策は万全である。また非常用発電機関も清水冷却方式をとり各種警報装置を有している。さらに高温多湿なキューバでの気候を考えて、機関室用として大容量の給気および排気ファンを装備し室温対策も十分である。

高所海水艙は、浅海航行上、不可欠であるが、この位置を決めるにあたっては、喫水が浅いため船体が発生する波のため空気を吸い込まぬよう水槽テストの上決定された。

### 5-2 主機関

新潟 8 MG 31/EZ 過給機付ディーゼル機関	2 基
(減速機 新潟 MGN-3000 Z 減速比 1:1.67)	
連続最大出力	2×2,600 PS×600/359 rpm
常用出力	2×2,340 PS×580/349 rpm

### 5-3 推進機関

かもめプロペラ	4 翼 1 体型	マンガン黄銅製	2 基
直径	2,100 mm	ピッチ	1,635 mm

### 5-4 発電機

原動機	新潟 6 L 25 BX	ディーゼル機関	
	800 PS×720 rpm		2 台
発電機	三相交流防滴自動式	650 KVA	
	AC 445 V, 60 Hz		2 台

### 5-5 非常用発電機

原動機	ヤンマー	6 KFL	
	145 PS×1,200 rpm		1 台
発電機	三相交流防滴自動式	100 KVA	
	AC 445 V, 60 Hz		1 台

### 5-6 空気圧縮機

主空気圧縮機	立電動水冷式		
	26.5 m <sup>3</sup> /h×30 kg/cm <sup>2</sup>		2 台



蓄電池 24 V 200 AH

2 群

充電器

1 台

### 6-3 照明電灯装置

#### 一般照明電灯

蛍光灯 居住区, サービス区画, 機械室

白熱灯 空調機ユニット室, 舵取機室, 倉庫等

防爆灯 蓄電池室

#### 非常照明電灯電源

蛍光灯 非常用発電機より給電

白熱灯 非常用発電機または非常用蓄電池より給電

探照灯 2 KW 1 台

投光器 (煙突照明用) 300 W 2 台

投光器 (甲板照明用) 300 W 5 台

投光器 (ライフラフト照明用) 60 W 2 台

乗艇灯 200 W 12 台

乗艇灯 40 W 12 台

航海灯 AC 110 V/DC 24 V 2 灯式 1 式

モールス信号灯 20 W×4 電鍵×2 1 式

昼間信号灯 携帯式 60 W 1 式

### 6-4 通信, 警報, 計測装置

主機遠隔操縦装置 1 式

エンジンテレグラフ ランプ式 1 式

電話 12 局相互通話式 1 式

直通電話 無電池式 2 組

ベル通信 2 組

火災警報装置 1 式

一般警報装置 1 式

主機温度計 熱電対式 13 点 2 組

舵角指示器 発信器 1 台, 受信器 3 台 1 式

船内指令器 1 式

100 W ラジオ, カセットテープレコーダー, 10 W

トークバック装置付

テレビカメラ装置 1 式

テレビカメラ 12 台, モニターテレビ 4 台

テレビ放送装置

ビデオテープレコーダー 2 台, テレビ 29 台

### 6-5 航海計器

レーダー JRCJMA-149 A 1 台

音響測深儀 JRCNJA-171 ZSB 1 台

ジャイロコンパス 北辰電機 CMZ 型 1 式

### 6-6 無線装置 (JRC)

送受信機 JSB-31 D 1 台

VHF 無線電話 JHV-217 1 式

救命艇用無線電話器 JSL-3 1 式

蓄電池 24 V 200 AH 1 群

### 7. 海上試運転

公試運転時の速力試験結果は下記の通りである。

日時 昭和 49 年 6 月 12 日

場所 佐渡ヶ島沖

吃水

前部 2.08 m

後部 3.11 m

排水量 1,434 T

水深 約 30 m

負荷 (%)	主機回転数 (rpm)	速力 (kn)
50	475	13.53
75	545	15.00
100	626	16.81

### 8. む す び

以上, 本船の概要を紹介したが, 今後の本船の運航にあたり, 好成績をあげ, 旅客のご好評を得ることを祈ります。

終りに本船の建造にあたり, ご指導, ご協力をいただいたキューバ共和国船舶公団, ロイド船級協会の関係各位, ならびに内装その他工事に協力をいただいたメーカー各位に深く感謝の意を表します。



古き歴史と  
新しい技術を誇る

## 三ツ目印 清罐剤

### 登録 罐水試験器 実用新案

#### 一般用・高圧用・特殊用・各種

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

罐水処理は何んでも御相談下さい。

営業  
品目

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

## 内外化学製品株式会社

本社 東京都品川区南大井5-12-2 電(762)2461(代)

大阪支店 大阪市西区南堀江大涌堂 43 電(941)0331(代)

札幌支店 札幌市南區南条2丁目12 電(521)6267(代)

仙台支店 仙台市青葉区1-70小森ビル 電(23)8958

名古屋支店 名古屋市中区本町11-17 電(936)0233

福岡支店 福岡市中央区1-9-27 電(92)6311(代)

広島支店 広島市国泰寺町2-3-1 電(43)1442



## 1. ま え が き

1895 (明治 28) 年マルコーニ (M.G. Marconi) が発明した無線電信装置は、それまで陸上との連絡方法がなかった洋上の船舶との通信、あるいは船舶相互間の通信に広く用いられ、電子技術の進歩発展に伴って通信以外の分野にも広く応用されるに至った。

特に情報の伝達や通信連絡がその任務上欠くことのできない艦艇においては、その重要性は一層高いと言うことができる。例えば、旧海軍では、早くも 1900 (明治 33) 年に無線電信の研究に着手し、翌 1901 年には 34 式無線機、1903 年には 36 式無線機を制式化し、この 36 式無線機が 1905 年の日本海海戦における信濃丸の第一報に用いられたことは、余りにも有名である。以来第 2 次大戦におけるレーダ (RADAR = RAdio Detection And Ranging) の出現、1950 年代の半導体技術の急激な発展、さらに人工衛星利用は、艦艇の電子装備をますます複雑化しつつある。すなわち、電子通信の分野のみならず、各種兵器の指揮制御、機関の自動制御、自動操縦等々あらゆる部門に電子技術の応用が拡がりつつある。

ここでは狭義の電子機器ともいえる通信、航法援助、レーダ、ECM、情報処理装置等について、アメリカを中心とする列国艦艇の現状ならびに近い将来に出現が予想されるものについて取り上げた。

## 2. 最近の艦艇の電子装備

まず初めに、最新の艦艇にはどのような電子機器が装備されているかをみてみよう。たとえば、最近注目を集めているアメリカ海軍の SPRUANCE 級 (DD-963 級) および DLGN-38 級の主要電子装備を表にしたものが第 1 表であり<sup>1)2)</sup>、近代的な艦艇のとう載すべき各種の新しい装置の傾向をうかがいみることができる。

## 3. 電波通信装置

最も古くから用いられている通信には、電波の種類としては短波 (HF) から超短波 (UHF) までがその特性に従って用いられている。また、海中にある潜水艦との通信のためには超長波 (VLF) や極超長波 (ELF) も用いられており、さらに艦艇相互間または艦内の通信に光

波を用いることも研究されつつある。なお、遠距離通信は、かつては短波の電離層伝搬を利用する方式しかなかったが、現在では、人工衛星を用いた衛星通信がすでに艦艇用としても実用化の域に達している。また、近距離の通信は、主として UHF 帯に移行している。通信方式としては、音声 (電話)、電信の他に印刷電信 (テレタイプ)、模写電送 (ファックス)、データ伝送等が用いられているが、最近特にテレタイプの比重が急速に高まりつつある。すなわち、通信の自動化はアメリカ海軍においては 1950 年代から始められ、水上艦の HF、LF および潜水艦の HF、VLF の通信系がテレタイプ化された。海上自衛隊の艦艇についてもこの数年来テレタイプ化が大幅に進みつつあり、新しいテレタイプ装置が順次実用化されている。最近の護衛艦とう載用テレタイプ機器には、(1) NOGC-1B 印刷電信送受信装置、(2) NOGR-7B-1 印刷電信受信装置、(3) NOGR-8 印刷電信受信装置、(4) OGC-26 印刷電信機というようなものがあるが、OGC-26 の機能を一例として示すと第 1 図のようになる。

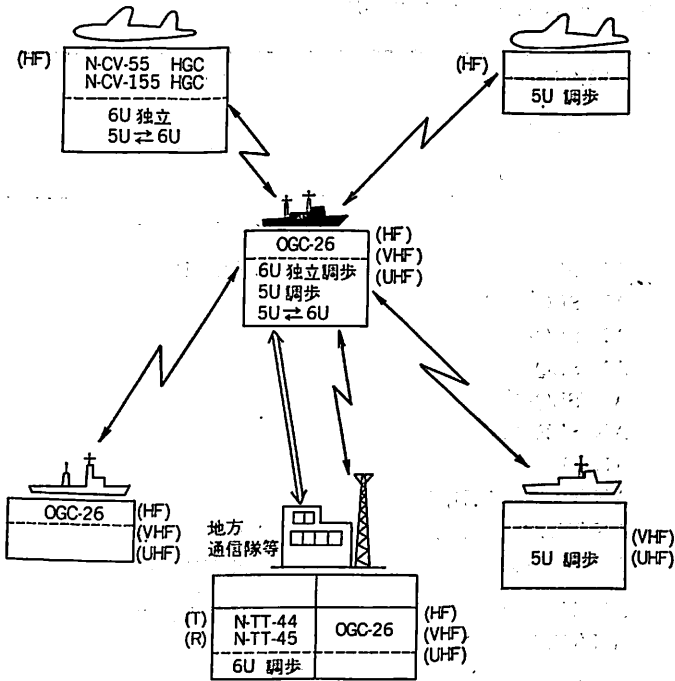
これら艦艇の通信の特長は、長期間洋上にある艦隊あるいは艦艇が電子機器のプラットフォームであり、主として HF が用いられることである。しかしながらこの HF はその特性上きわめて不安定な要素が多く、信頼性、安全性、迅速という海軍通信の基本的要求には必ずしも副うることができなかった。

アメリカ海軍では、1950 年代のテレタイプとオンライン暗号、1960 年代のデータ処理および端局装置の小型化が、通信に画期的な変革をもたらすきっかけとなり、さらに宇宙にある物体を通信の媒体とする研究が始められ、1959 年には月を受動反射体として用いて、ホノルルとワシントンの間にテレタイプの実用相互通信回線が設定された。その後 SYNCOM 衛星計画の一部として、最初の艦対艦衛星通信回線が 1965 年 1 月巡洋艦キャンペラと空母ミッドウェイの間に設定された。この実験の結果、艦艇の遠距離通信に対して衛星通信の優位性が確立した。これに力を得て統合戦術衛星通信 (TACSA-TCOM) 計画において UHF SATCOM 端局を各種艦艇に装備して実用試験が行なわれ、実用上のデータが得られた。この計画は 1970 年 6 月末で終了したが、さらにグローバルな多目的艦隊通信 (FLeeT SAT COM) システムを開発中であり 1976 年半ばには運用が開始さ

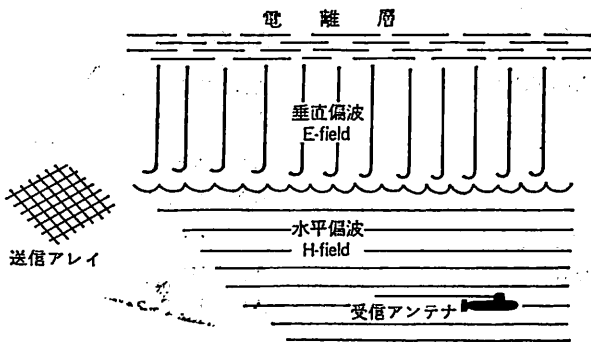
\* 防衛庁技術研究本部

第1表 DLGN-38 級および DD-963 級主要電子機器

	DLGN-38 級	DD-963 級
排水量 (トン)	10,000	7,080
長さ (フィート)	585	560
幅 (フィート)	63	54
F C M	AN/SLA-15 AN/SLQ-12 A AN/SLQ-17 AN/SLQ-19 AN/SLQ-21 AN/SLR-14 AN/SLQ-28 AN/ULQ-6 A, B, C AN/WLR-1 および 6 AN/SLT-8	AN/SLR-21       AN/WLR-1 AN/WLR-8
NTDS コンピュータ	AN/UQN-20 AN/UYK-7 (C)	AN/UYK-7
水上レーダ	AN/SPS-55	AN/SPS-55
2次元対空レーダ	AN/SPS-40	AN/SPS-40/B
3次元対空レーダ	AN/SPS-48 A	AN/SPS-48
衛星通信装置	TACSATCOM	AN/SRN-9 A AN/SCC-3
オメガ受信装置		AN/SRN-14 AN/SRN-12
無線機	AN/SRC-31 AN/SRC-9	AN/UCC-1 AN/URT-23 AN/URT-24
UHF 方向探知機	AN/URD-4 D, A	AN/URD-4 A, D
受信機		AN/WRR-3 B
I F F		AN/APX-72 AN/UFA-59
ディスプレイ		AN/UYA-4 AN/UYA-6
タカソン	AN/URN-20	AN/URN-20
テレタイプ		AN/UGC-49
電離層サウンダ	AN/UPR-2 (V)	



第1図 OGC-26 の機能



第2図 SANGUINE システム

れるであろう。このシステムは、全水上艦に対する放送、主要艦艇および潜水艦に対する相互通信、哨戒および対潜航空機との相互通信であつて、艦載の端末装置は3種類ある。一つは艦隊放送受信用のモトローラ社製のAN/SSR-1であつて、その受信機は4個の小型ループアンテナを有している。主要艦艇用には、現在のところ陸上装備用のマルチチャンネル送受信機がとう載されており、これはAN/WSC-1系統の受信機であつて、コリンズ社製である。4フィートのプレートアンテナを用いるこれと同等の相互通信、端局装置がやがて主要艦艇にとう載されるようになるであろう。

最後に潜水艦用としては、エレクトロニクスコミュニ

ケーション社製の試作受信機の実用試験が実施されている<sup>8)</sup>。一方、海中にある潜水艦に対する通信は、電波の海水による減衰が大きいため、波長の長い電波を用いることはすでに第2次大戦前から行なわれているところである。艦隊弾道ミサイル (FBM) 潜水艦およびその他のアメリカ海軍艦艇に対し、指揮管制メッセージを通信するための通信システムとして SANGUINE 計画がある。このシステムはアメリカ国内の一角所から全世界の潜航中の潜水艦に通信できるものであり、その概要は第2図に示すとおりである。30~100 Hz の周波数帯の ELF (Extremely Low Frequency) 電波を用いており、特に望ましい周波数は、45 または 75 Hz のキャリアであるが、この ELF の特性は (1) 低い大気減衰、(2) 低い水中減衰、(3) 妨害のある伝搬経路によつて影響されにくいということである。大気雑音をへらすために、受信機には非線形信号処理が用いられている。Sanguine システムは適当なデータレートであるので、受信機機能のほとんどはデジタル計算機に入力でき、これ

には16キロビットの記憶容量と1μsecの処理時間が必要とされる。

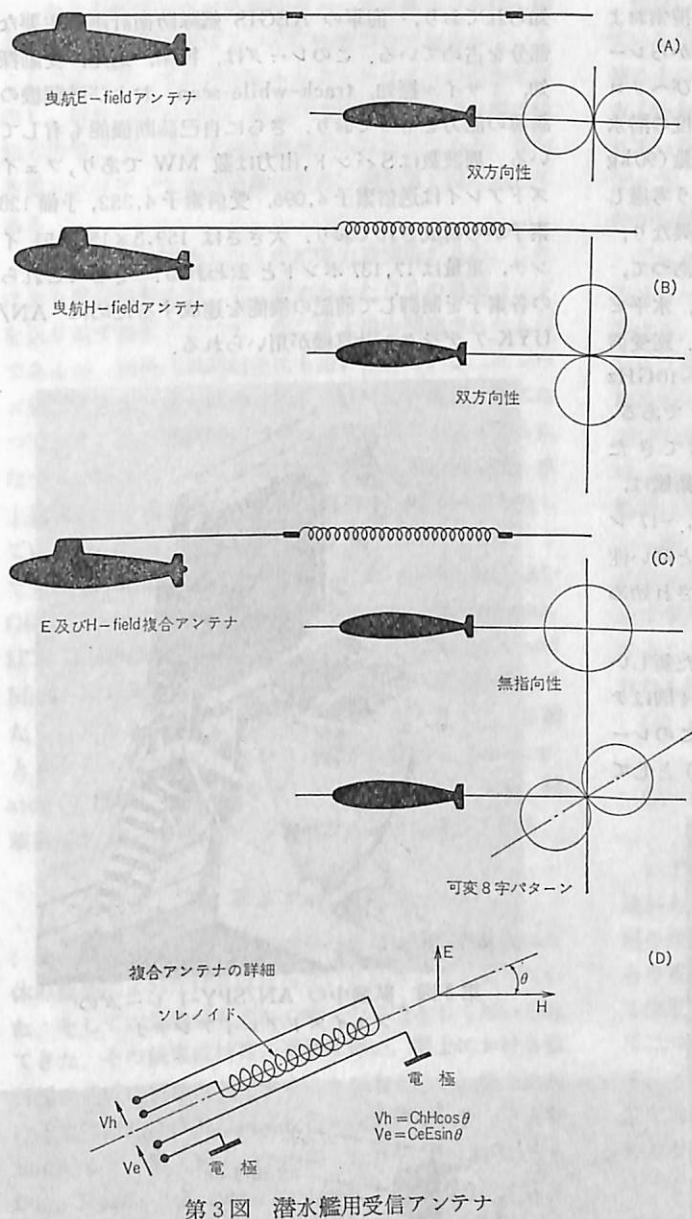
この電波を受信するために、潜水艦には曳航式のアンテナを装備する必要がある。これは、現在の潜水艦に装備されている浮遊空中線 (Floating Antenna) に類似したものであつて、第3図に示すようなものである。第3図AはE-fieldのアンテナであつて、潜水艦の電磁雑音界の後方に曳航し、水中のE-fieldに感じる2個の電極を有している。このアンテナは受信波長に比べて短いため、短いダイポールの8字形パターンが得られる。

連続的に ELF 信号を受信するためには、E-field と H-field の両方のアンテナが必要である。H-field アンテナは第3図Bに示すように長いヘリカルセンサワインディングを持つており、もしHiMu-80のような強磁性体のコアに巻けば一層感度が上ることになる。H-field と E-field は互いに直角であるので、H-field アンテナの8字形パターンはE-field アンテナの8字形パターンと直交する。この両者をつにした第3図C、Dのようなアンテナが最も適当である。船体に直接装備するアンテナの方が運用上も便利であるが、潜水艦の電磁雑音界の中におかれることになるので実用的ではない<sup>9)</sup>。

艦艇の通信装置の実際の装備状況の例としては、カナダのDDH-280 (Iroquois) 級のヘリコプターとう載駆逐艦 (排水量4,100トン) の通信システムは次のように



#### 4. レーダ装置



艦艇用レーダは大別して、(1) 対空捜索用レーダ、(2) 対水上捜索用レーダ、(3) 航海用レーダに分けられる。このほか、特殊なものとしては、着艦誘導用レーダや気象レーダも考えられる。また、射撃指揮装置にもレーダが用いられている。対空捜索レーダは、遠距離から飛来する航空機等の目標を早期に探知するのが第1の任務であり、大型アンテナで大電力送信が普通である。さらに艦艇の大きさや任務によつては高度情報の入った三次元レーダや固定目標消去装置 (MTI=Moving Target Indicator) の付加されたものもある。通常レーダのアンテナは反射器を機械的に回転するが、最近ではフェイズドアレイの技術が急速に進歩したために、アンテナビームを電子的に走査する方法が実用されつつある。対空レーダの代表的なものとしては、アメリカ海軍では AN/SPS-40 レーダがある。その性能は公表されていないが、ジェーンの年鑑によれば<sup>9)</sup> 周波数はSバンドで送信出力は約1 MWと云われており、1960年代の始めからアメリカ海軍の多数の艦艇ならびに西ドイツ、オーストラリアおよびスペインの艦艇にもとう載されている模様である。

なお、DD-963級にとう載される AN/SPS-48 三次元レーダは、方位は機械的回転によるが高度は電子的ビーム走査によつており、周波数はSバンドと云われ、外見上は AN/SPS-52 ときわめてよく似ている。自衛艦の対空レーダとしては、大型艦 (DD級) 用の OPS-11 と小型艦 (DE級) 用の OPS-14 がある。OPS-14 レーダは3次防のちくご型 DE 以降装備された新しい対空レーダであつて、最新の技術を応用したきわめて高性能のレーダである。

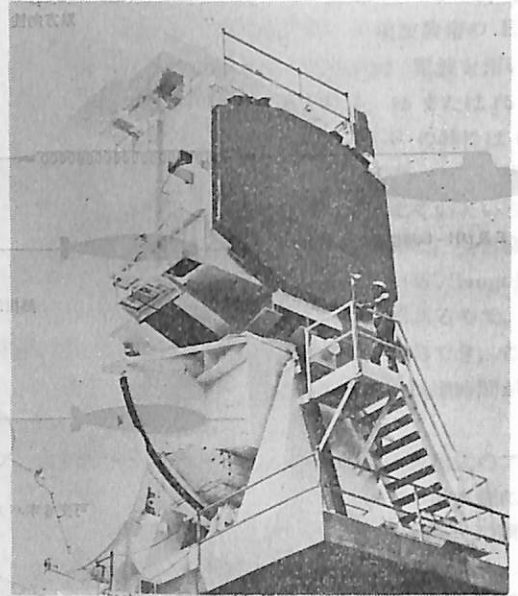
次に対水上レーダは、かつては主として水上艦船あるいは潜望鏡等の捜索、あるいは航海用として用いられていたが、最近ではさらに対艦攻撃用ミサイルが低空で近接するのを探知できるような機能も付加されているものもある。日本およびアメリカの艦艇では対水上レーダに航海レーダの任務も与えているが、イギリス系統の艦艇では対水上レーダと航海用のレーダの両者を装備しているのが多いようである。アメリカ海軍の AN/SPS-55 対

なつている<sup>10)</sup>。すなわち、LF/MF/HF 受信システムは、13台の2~30 MHzの受信機と、14~600 KHz用の2台のコンバータから構成されており、全部固体回路のモジュラー設計になつている。遠距離通信用のMF/HF送受信システムは、2~30 MHzの2台の送受信機と5台の送信機で構成されており、各送信機は28万チャンネルの容量があり、出力は1 kWで、音声、データ、テレタイプ各モードで作動する。またUHF送受信システムは、225~400 MHzで作動する9台の送受信機をもつており、各々3,500チャンネルが可能である。

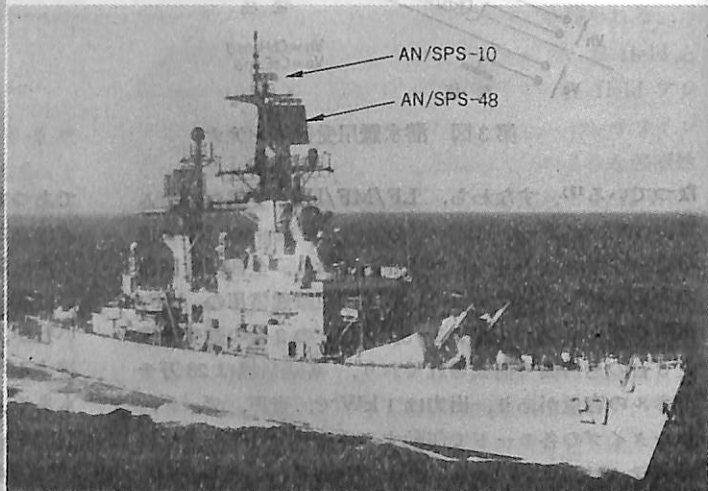
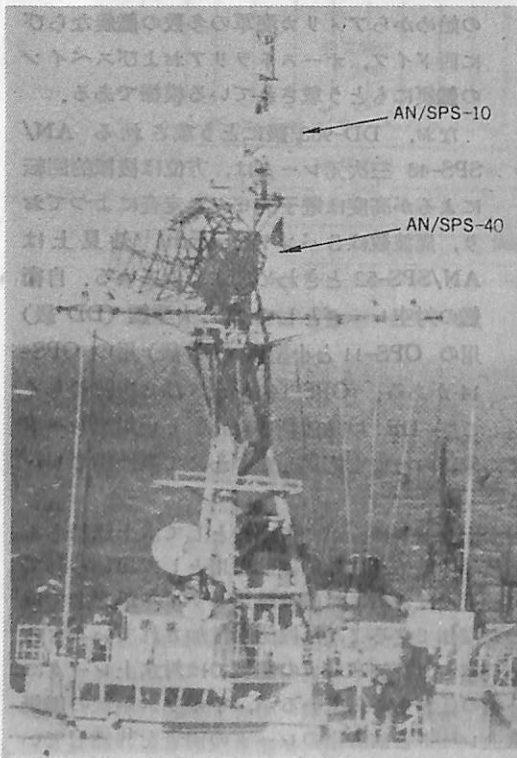
水上レーダは、固体回路を用いた最新型的水上捜索および航法用レーダであり、小型目標を距離 50 m からレーダ水平線まで探知し、航海、低空の航空機およびヘリコプターの追尾、スノーケル深度および潜望鏡深度の潜水艦の探知を目標としている。アンテナは小型軽量(90kg以下)で、最小の艙装スペースで装備できるよう考慮して設計してある。アンテナはこれまでのものと異なり、back-to-back の終端給電のスロットアレイであつて、一方は円偏波、一方は直線偏波用になつており、水平ビーム幅は1.5度、垂直ビーム幅は20度である。送受信機は一つのキャビネットに収められ 9.05 GHz~10GHz の任意の周波数で作動し、尖頭出力は 130 kW である。このレーダは永らくアメリカ海軍で用いられてきた AN/SPS-10 の更新型であり、海上自衛隊の護衛艦は、AN/SPS-10 に相当する性能を有する OPS-16、-17 レーダを装備しているが、最近さらに新しい機能と高い性能を有する水上レーダとして OPS-18 型が装備され始めた。

以上のべたレーダとは少しばかり傾向の変つた新しい型のレーダが現在アメリカで開発中である。第4図はテスト中の AN/SPY-1 多目的レーダである。このレーダは MFAR (Multi-Function Array Radar) として

知られており、海軍の AEGIS 艦隊防衛計画の主要な部分を占めている。このレーダは、捜索、追尾、受動探知、ミサイル探知、track-while-scan、および戦闘機の誘導の能力をもつており、さらに自己診断機能も有している。周波数はSバンド、出力は数 MW であり、フェイズドアレイは送信素子 4,096、受信素子 4,352、予備 128 素子から構成されており、大きさは 159.3×153×51 インチ、重量は 17,137 ポンドと云われる。そしてこれらの各素子を制御して前記の機能を達成するために AN/UYK-7 デジタル計算機が用いられる。



第4図 試験中の AN/SPY-1 レーダのフェイズドアレイアンテナ



第5図 各種レーダアンテナの装備状況

これら艦艇用レーダの民間用レーダと異なる点は、相手方からの妨害に対する ECCM 能力の付加されていることであろう。また最近のエレクトロニクスの進歩を反映し、信号処理の方法、あるいは周囲雑音中の目標の検知方法等についても大幅な進歩がみられつつある。なお各種レーダアンテナの装備状況の一例を第5図に示してある。

レーダ装置に関連したものに味方識別機がある。これはある質問信号に対して、定められた自分の識別コードを送り返す装置であつて、第二次大戦中開発されたものであるが、戦後は民間航空にも用いられている二次レーダ装置である。現在は多目的の AIMS システムになつており、味方識別情報の他に高度情報等が入るようになってきている。このシステムは陸、海、空軍の航空機、水上艦艇および潜水艦に装備され軍用の秘匿モードを有しているが、平時の使用のためには暗号化されないモードでも作動するようになってきている。なお AIMS とは AI-CRBS (Air Traffic Control Radar Beacon System), IFF (Identification Friend and Foe) Mark X and Mark XII Secure IFF (SIF) System の頭文字をとつたものである。艦艇とう載の AIMS システムは、各艦とも少くとも1個のトランスポンダと数個の interrogator (呼掛器) システムを有しており、対水上、対空、射撃指揮および ATC 等の各種レーダと連接されている。

## 5. 電波航法装置

数世紀前から、人類は陸地がみえない場合の航法は天体の観測によらなければならないということを知つてきた。そして六分儀が有力かつ唯一の手段として用いられてきた。その後電波技術の進歩に伴い、海上における航行援助装置に電波を利用することが考えられ、海上における電波航法は中波による無指向性電波の発射と方向探知に始まり、第2次大戦中出現したロラン (LORAN=Long Range Navigation)、デッカ (DECCA) により電波航法の状況は一変した。

さらにポラリス型潜水艦の出現は、きわめて短時間水上にアンテナを出すだけで、めつたに水上に姿をみせず極めて長時間にわたつて航行し、かつミサイルを発射するためには自己の位置を正確に知らなければならないという要求となつた。この要求にこたえるためにいくつかの高度なシステムが考えられた。電波航法には

- (1) 陸上局からの電波を受信して自己の位置を見出す方法、と
- (2) 人工衛星からの電波を受信して自己の位置を見出す方法、がある。

艦艇にはこれらの電波を受信する装置が、とう載されているが、国により、その行動範囲により、またその任務によつていろいろの組合わせが考えられる。まず最も古くから用いられている方位測定機は、現在でも用いられている。次に洋上において自艦の位置を知るためにはデッカ、ロラン、コンソル等の双曲線航法装置のいずれかが装備されている。

デッカは持続電波を送信する一つのマスター局と三つのスレーブ局で構成され、それぞれマスター局に位相同期する。艦艇のデッカ受信機はマスターおよび三つのスレーブ局からの電波を受信しその位相差を測定する。位相差が一定である位置の線は一つの双曲線であり、艦は三つの双曲線の交点で位置を知ることができる。デッカは 70~130 KHz の周波数を用いており、現在のカバー範囲は英国の周辺海域、ビスケー湾、バルチック、バルシャ湾、北米海岸水域、ノルウェーおよび西ドイツ諸島の海域であり、海岸から 150 海里以上の所では、精度の点で事実上使用できないし、勿論潜航中の潜水艦も使用することはできない。ロランは大洋航行のために考えられたもので、次の2種類がある。

- (1) ロランA: 1900 KHz 付近の周波数を使用している。
- (2) ロランC: 90~110 KHz の低い周波数を使用し、カバー範囲が大きい。

いずれもデッカと同様にマスター局に対するスレーブ局があり、最初にマスター局がパルスを送信し、ある一定の遅れ時間の後にスレーブ局が送信する。艦は両局からの電波の到来時間差を測定し、到来時間差の一定である位置の線(双曲線)を求め、2組のロラン局によつて二つの双曲線が得られ、その交点が自艦の位置を示す。ロランCではさらに位相差が測定され、時間差は概位を求めするのに用いられ、位相差はより正確な位置を求めするのに利用される。ロランのカバー範囲は非常に大きく、北大西洋、太平洋および地中海のほとんどをカバーする。コンソル局は、300 KHz 付近の MF 電波で短音と長音からなるパターンを送信する。このパターンは循環するので、艦は1循環中の短音と長音の数から局の方位を知ることができる。このようにして二つのコンソル局の方位を求めれば、自己の位置が得られる。普通のカバー範囲は、英国、ノルウェー、西フランスおよびスペインの周辺海域に限られるが、夜間および距離の増大によつて急激に誤差が増加するので、これは精度の良い航法システムではない。

オメガ装置は<sup>6)</sup>、ギリシャ語アルファベットの最終文字であるオメガからその名称をえている。このシステム



は VLF 帯 (10~14 KHz) の信号を発信するいくつかの地上局を基にした双曲線航法の一つであり、船舶、航空機および車輛に使用されるほか、潜没中の潜水艦でも受信できる。受信装置と電算機を組合わせた全自動式のオメガ受信装置による船位は、世界のいかなる所でも其の位置を中心とした直径 1~2 マイルの円内におさまるといわれる。この双曲線航法の基線長は 5,000~8,000 マイルで、出力 10 kW の発信局 8 カ所だけで地球をカバーできる。第 6 図にオメガステーションの配置を示してある。現在全出力で運用されているのはノースダコタ局のみで、ノルウェー局とハワイ局が間もなく全出力に移行し、トリニダード局は低出力で運用中で、日本局は 1974 年には運用開始の予定であり、1976 年までには 8 局全部が全出力運用になる見込みである。なお、さらに精度を要求される場合に備えて、最近ディファレンシャル・オメガ (Differential Omega) として知られるシステムを使用して実験が行なわれており、この場合ディファレンシャルオメガ局から半径 200 マイルの距離で 0.25 マイル以下の精度が予想されるが、この変形システムではオメガ局と共に特殊局が必要であり、同局は誤差計算をしたり、艦艇等の受信機に補正記号を送信する。

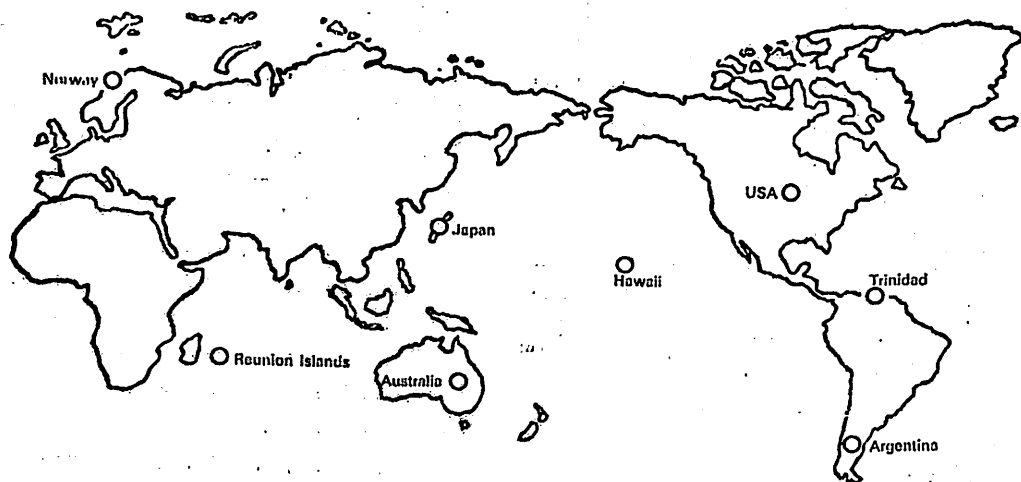
このような自艦のための電波航法装置のほかには航空機に対する航行援助のために TACAN (Tactical Air Navigation) とか ホーマービーコン等も装備されており、その他、DAME (Distance Azimuth Measuring Equipment, 距離方位測定装置) と言われる AN/SRN-15 は DE-1052 (Knox) 級にとり載されており、すでに 30 台が艦艇に装備済みであり、この装置は同時に 100 機の航空機に距離と方位データを供給できると云われる。

次に人工衛星を用いた電波航法システムとしては、人工衛星の発射する電波のドプラー偏移を測定して艦位を求める NNSS (Naval Navigation Satellite System) などが実用化されている。

## 6. 電子戦器材

艦艇とら戦の電子機器で、一般の民間船舶にみられないものに電子戦器材がある。しかも、電子戦が作戦の成否を左右する大きな要素であることは、最近の紛争の例からみても明らかであり、このため各国が絶えず電子情報の収集や、関連器材の開発等に異常な努力を払っている。しかしながら、電子戦に関連する事項は各国とも高度の機密とされ、具体的な内容については公表されていない。

電子技術の使い方はいろいろあるが、たとえば、通信システムが相互に干渉する場合には混乱してその本来の任務を果せなくなるし、また相手方のミサイルの誘導システムを故意に妨害することにより、攻撃をまぬがれることも可能となる。このように相手方の電子機器の作動に影響を与えて、動作させないような電子活動が ECM (Electronics Counter Measure) であり、相手方の妨害から自艦の電子機器を防護することが、ECCM (Electronic Counter Counter Measure) である。特に最近では、ミサイルに対する個艦防禦の一つの手段としての ECM が、きわめて重要視されている。これらの電子活動のほかに、ELINT (Electronic Intelligence) と呼ばれる電子活動があり、これは SIGINT (Signal Intelligence) と COMINT (Communication Intelligence) との関連において、できるだけ多く、相手方の



第 6 図 オメガ地上局

電子システムおよび電子機器についての情報収集の目的をもつた一種の電子技術的盗聴活動である。

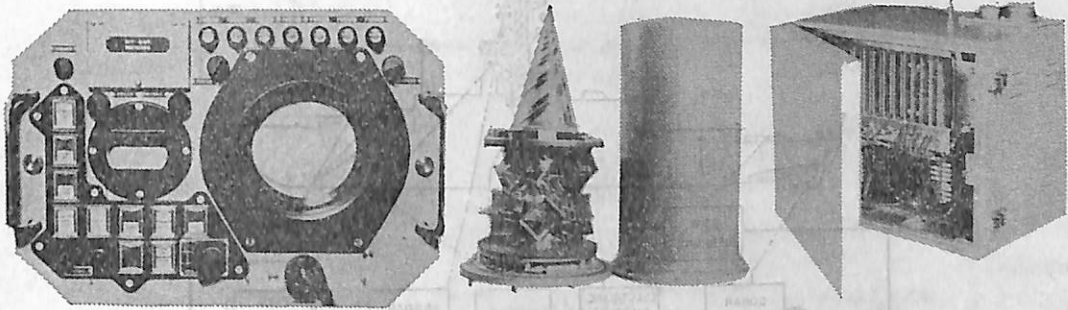
特殊情報収集艦は別として、現在高速哨戒艇からすべの海軍艦艇まで、電子戦器材を装備しつつあり、大型艦ともなると電子信号の収集装置まで装備しており、この収集情報は陸上で詳細に分析される。

この数年来、アメリカ海軍は巡航ミサイルに対処するための艦載 ECM の能力向上をはかつており、特殊な進行波管を用いた RCA 社製の対巡航ミサイル用妨害装置を多数の駆逐艦にとう載している。その他能動 ECM としては、対艦ミサイル防禦用の AN/SLQ-26 もとう載しており、AN/SLQ-28 の地上試験も実施中である。

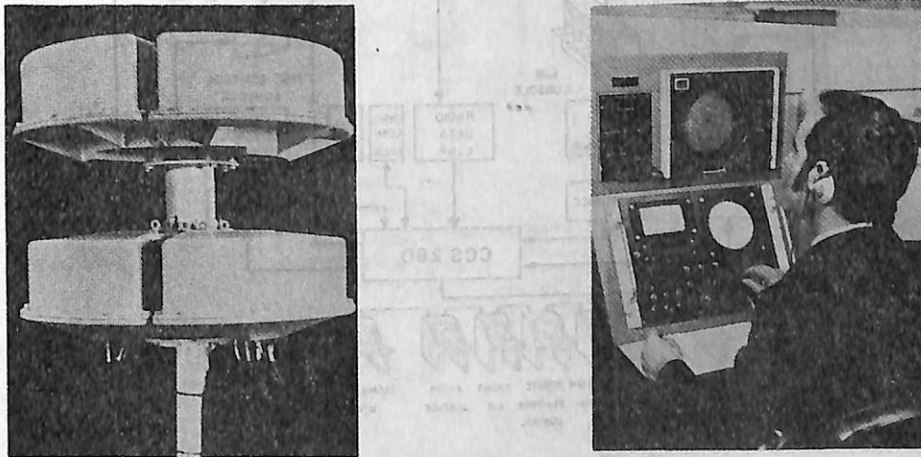
また統合電子戦能力を各級の艦艇に付与するための SHORTSTOP 計画の ITT 社製の AN/SLQ-27 は現在運用試験中であり、この装置は一部の器材を切り離せば、小型化し、性能は落ちるが小型艦にとう載できる。この装置は、空母、ミサイルフリゲートならびに駆逐艦にとう載するために開発され、GTE/Sylvania 社のマルチビームアンテナ、Hughes 社のぎまん用レピータ AN/SLQ-29/SLQ-17 および GTE/Sylvania 社のスペ

クトラム走査分析受信装置 AN/WLR-V4/WLR-8 を統合化するものである。

その他の諸国のものとしては、イタリアの Selenia 社の RQN-1 A が数年前公表された<sup>10)</sup>(第7図)。この ECM は、固体回路を用いた広帯域の方向探知パルス受信機であり、きわめて高い探知能力を有している。また英国の Decca 社の RDL シリーズは<sup>11)12)</sup>、周波数が S バンドから X バンドで、8 個の受信チャンネルで 2~11.5 GHz をカバーする。7 インチの CRT ディスプレイ以外はすべて固体回路で、その構成は表示装置と 2 個のアンテナヘッドだけからなっている(第8図)。アンテナヘッドは、マストまたはその他の構造物に貫通して取り付けることができ、中心部で 2 個の半円形の部分をつなぎ合わせた円形の軽いユニットである。このユニットに、特別に開発された広帯域アンテナアレーと、前置増幅器が収納してあつて、装備が容易でかつ性能向上が図られている。このシリーズの拡張型には、1~18 GHz の周波数範囲の周波数測定と自動パルス分析ができるものがある。



第7図 RQN-1 装置



第8図 RDR のアンテナと表示装置

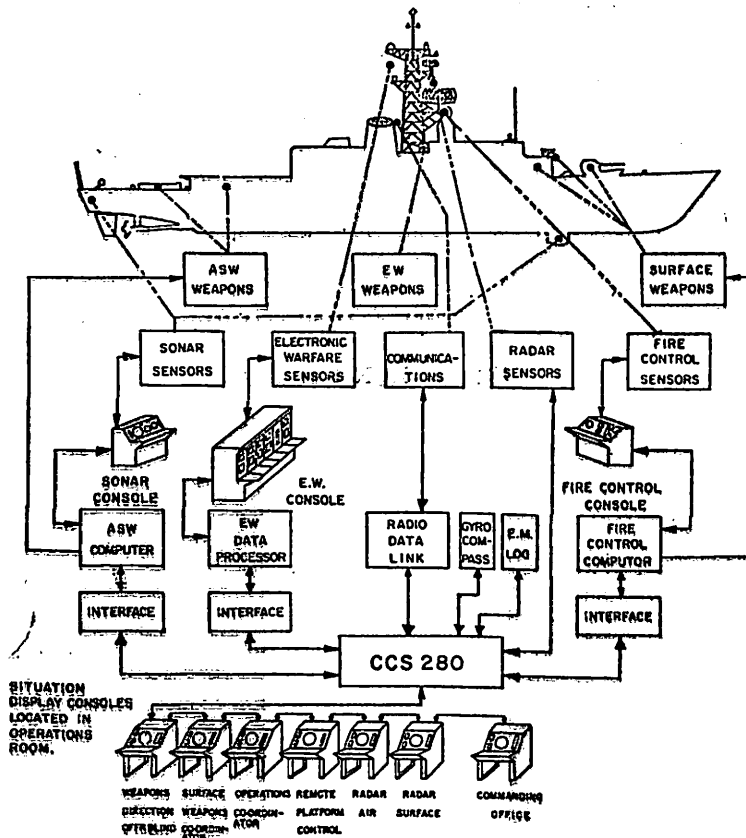
## 7. 情報処理装置

対艦ミサイルおよび超音速航空機の出現は、目標の初探知から攻撃開始までのリアクションタイムがますます短くなつたことを意味する。一方、電子技術のめざましい発達により、レーダ、ソーナー、ECM等の探知測的手段やコンピュータの開発が促進された。これらに対潜武器や砲、ミサイルなどの対空武器等とシステム化することにより、指揮官の正確な判断や指揮能力を助け、艦の攻撃能力を飛躍的に向上させるための装置が情報処理システムである。このようなシステムとしては、アメリカ海軍の NTDS、イギリス海軍の ADAWS、CAAIS、フランス海軍の SENIT 等がある。

情報処理装置と武器体系については、すでに本誌に発表されているので<sup>19)</sup>、詳細は省略することとし、簡単な機能図を第9図以下に示すことにする。この中アメリカ海軍の NTDS は 1973 年までに 45 隻の艦艇に装備され、さらに 1975 年には空母 Eisenhower (CVAN-69)、お

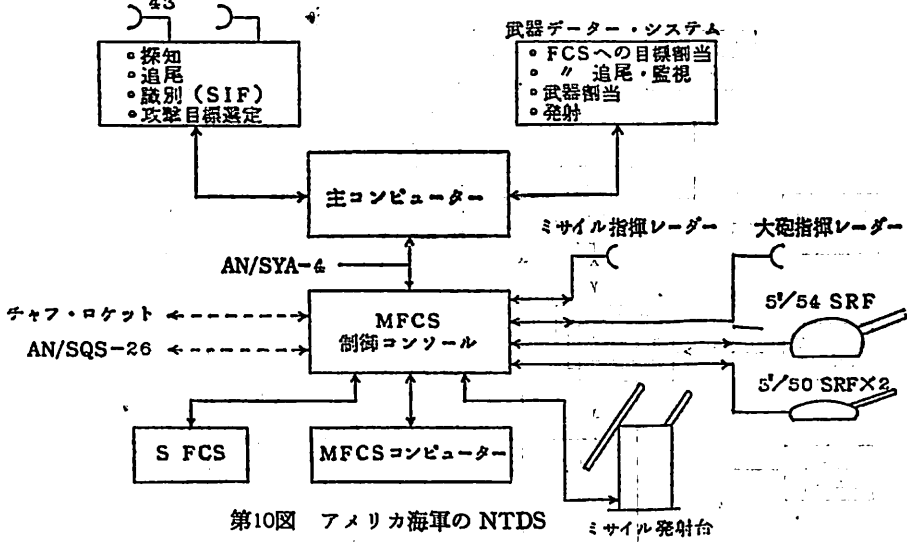
よび 30 隻の DD-963 級にとり載されると云われている<sup>19)</sup>。イギリス海軍の ADAWS (Action Data Automation and Weapon System) は ADA を発展させたものであつて、中央処理装置でさらに多くの武器システムを管制するものであつて、County 級のミサイル駆逐艦にとり載された ADAWS は中央処理装置として、2 台の Ferranti 社の Poseidon 計算機をもっている。1972 年に就役する Type 82 の駆逐艦には ADAWS MK 2 がとり載されているが、MK 1 との相違は武器、計算機および周辺の処理装置が新しい世代になつてきていることである。すなわち、計算機は 2 台の超小型化 Ferranti FM 1600 になり、Seacat および Seaslug ミサイルが Ikara と Seadart ミサイルに変つている。

これらの情報装置は、比較的大型の艦艇に適しているため 2~3,000 トン級以下の艦艇用として開発されたのが、CAAIS (Computer Assisted Action Information System) である。使用されている計算機は Ferranti の FM 1600 B (FM 1600 の小型化) であり、表示システ

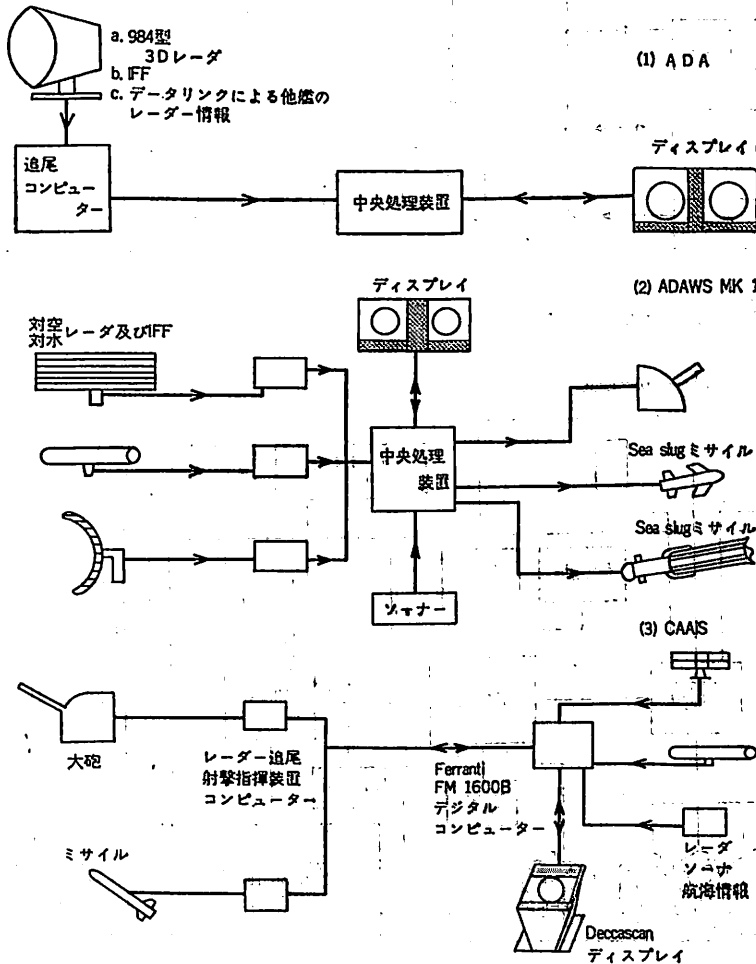


第9図 カオダの CCS-280 システム

AN/SPS-40 又は AN/SPS-48



第10図 アメリカ海軍の NTDS

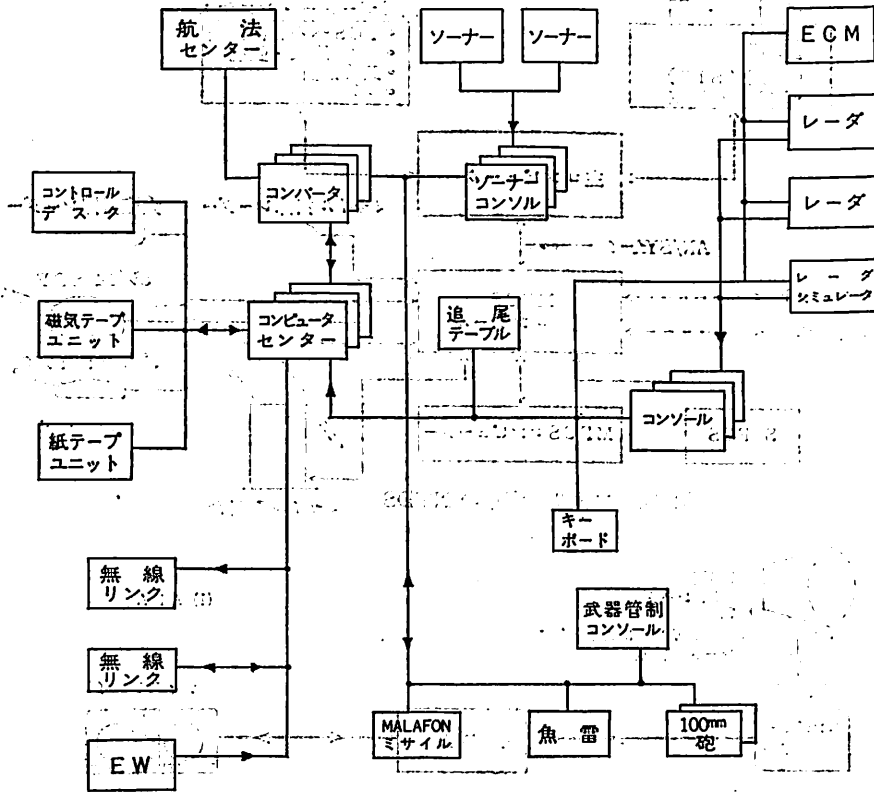


第11図 イギリス海軍のデータ処理システム

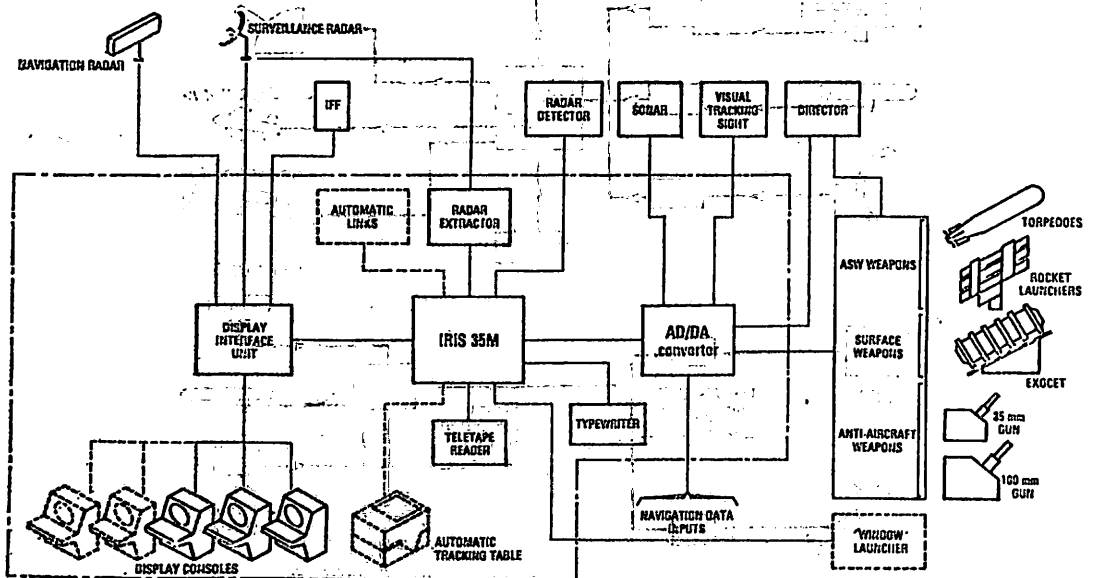


(1) SENIT 3 システム

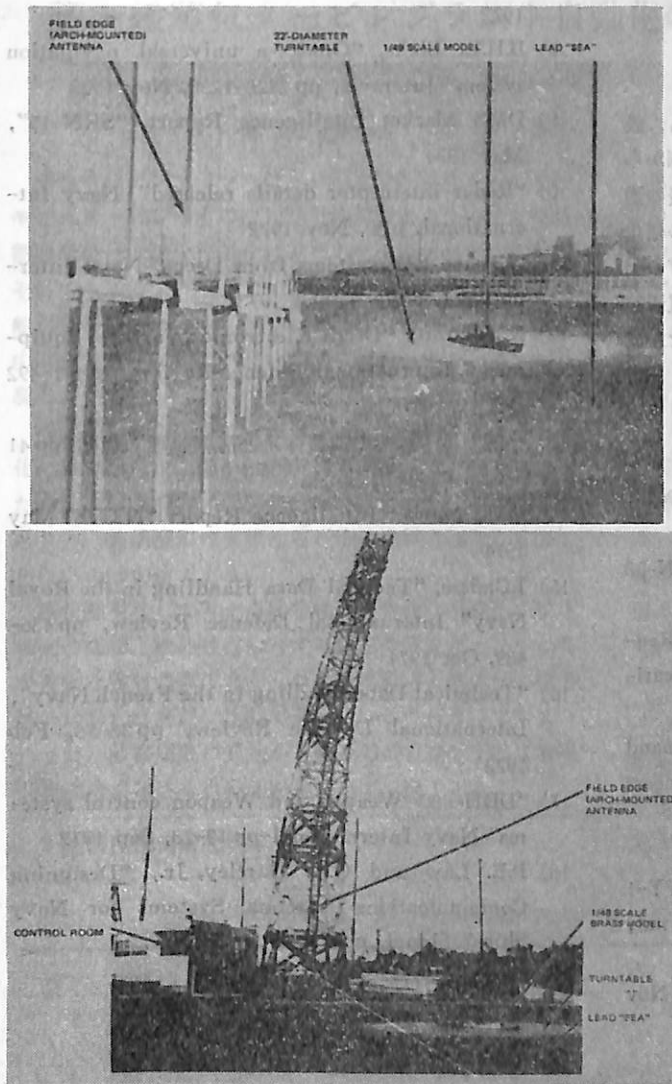
03-80000000-00000000



(2) SENIT 5 システム



第12図 フランス海軍のデータ処理システム



第13図 NELC のアンテナモデルレンジ

ムは Decca の民間用ディスプレイを改造したものである<sup>15)</sup>。フランス海軍の SENIT (Système d'Exploitation Navale des Informations Tactiques) は、1971 年から運用が開始され、現在 SENIT-1, -2, -3 の3種類のシステムがとう載されており、なお、SENIT-4 および-5 が開発中である<sup>16)</sup>。カナダの DDH-280 級にとり載される Litton 社の CCS-280 指揮管制システムは、同級4隻のヘリコプタとう載駆逐艦と陸上の基地1カ所に装備される<sup>17)</sup>。

### 8. アンテナ装置その他

以上のべたようなきわめて多種多様な電子機器が艦艇にとり載され、また各種の武器のとう載により、艦艇の

上部構造物およびマストはますます複雑化し、適当なアンテナ位置を見出すことが困難になりつつある。アンテナが波長との関係において、小型化にも限度がある以上艦艇の電子装備において最大の難点と云うことができる。たとえば代表的な護衛艦についてそのアンテナ装備の状況をまとめてみると第2表のようになる。今後新しい電子機器がふえれば当然さらに種類も数も増加することになる。このことはアメリカ海軍においても同じような悩みがあり、アメリカ海軍は設計段階において縮尺模型を用いて、各種の測定を行い、最適の位置—アンテナの特性上だけでなく、艦艇の配置上からも—を決定するために NELC (Naval Electronics Laboratory Center) は大規模なアンテナモデルレンジを有しており、縮尺率48分の1の艦艇模型に、同一縮尺のアンテナを取付けて各種の測定を行なっている。それによつてアンテナ自身の改善のみならず装備位置によつて相互の電磁干渉 (EMI=Electromagnetic Interference) を防止し、艦としての性能向上を図ることが可能になった<sup>18)</sup>。

その他、最近になつて核爆発等によつて生ずる電磁パルス (EMP=Electromagnetic Pulse) 効果が注目され、アメリカにおいては EMP による電子機器の劣化あるいは破壊から、いかに保護するかの研究が行なわれており、やがてその

第2表 空中線装備の現状 (完成時)

種別 \ 艦種	DDH	DDG	DDK	DDA	DE
展張空中線	5	5	6	6	5
ホイップ空中線	12(5)	11(4)	11(4)	11(5)	11(5)
ダブレット空中線	8(5)	7(4)	8(4)	8(4)	7(4)
応急空中線	3	3	3	2	3
ECM 空中線		9	9		6
レーダ空中線	2	2	2	2	2
I F F 空中線	2	4	2	2	4
タカン空中線	1				
その他	1				

(注) ( ) 内は型式の種類

研究成果が実際に応用されるようになるであろう。

## 9. あとがき

かつては通信手段にしかすぎなかつた電子装備も、最近の艦艇にとっては目であり耳であり、そして頭脳から神経の役目まで果すようになった。電子技術の今後の進歩発展に伴い電子装備はますます複雑化し、多種多様化の途をたどるのである。第二次大戦におけるレーダの出現が、艦艇の価値を変えたように現在の艦艇も、電子技術の進歩をいかに受け入れるかが、その艦の能力を左右する一つの重要な要素となるであろう。

## 参考文献

- 1) DMS Market Intelligence Report, "DD-963", June 1963
- 2) DMS Market Intelligence Report, "DLGN-38 Class", July 1973
- 3) S.L.Gravely, Jr, "Future Communications Requirements of the Fleet Satellite Communications Systems" SIGNAL, pp 14-16, Sep. 1972
- 4) B Kruger "Project Sanguine-FBM Command and Control Communication" Naval Engineers Journal, pp 73-80, June 1972
- 5) Jane's Weapon System, 1973-74.
- 6) R.M. Scudder, and W.H. Sheppard, "AN SPY-1 Phased-Array Antenna" Microwave Journal, 17, (5), pp 51-55, May 1974
- 7) DMS Market Intelligence Report, "AIMS", Nov

- 1972
- 8) B.H.L. Blake, "Omega-a universal navigation system" Interavia, pp 1228-1230, Nov 1973
- 9) DMS Market Intelligence Report, "SRN-15", May 1974
- 10) "Radar interceptor details released" Navy International, p 39, Nov 1972
- 11) "Passive EW systems from Decca" Navy International, p 19, 21, Oct 1973
- 12) R.T. Pretty "Decca Electronic Warfare Equipment" International Defence Review, pp 491-492 Oct 1972
- 13) 小滝国雄 "艦艇の武器体系と情報処理" 船舶 pp 41-46, 1971年10月
- 14) DMS Market Intelligence Report "NTDS" May 1974
- 15) J.Claissie, "Tactical Data Handling in the Royal Navy" International Defence Review, pp 436-439, Oct 1971
- 16) "Technical Data Handling in the French Navy", International Defence Review, pp 33-36, Feb 1972
- 17) "DDH-280 Weapon and Weapon control systems" Navy International pp 19-28, Sep 1972
- 18) P.E. Law and C.E. Gartley, Jr., "Designing Communications Antenna Systems for Navy Ships" Signal, pp 4-9, Nov 1973

## たかね (中型掃海艇) 竣工

船主	防衛庁
造船所	日本鋼管・鶴見造船所
全長	52.20 m
幅 (型)	8.8 m
深 (型)	4.0 m
吃水	2.41 m
基準排水量	380トン
速力	約 14ノット
主機	三菱 12 ZC 型 ディーゼル機関×2
出力	720 PS×2
竣工	昭和 49 年 8 月 28 日



## 1. ま え が き

蒸気タービンプラントは、補機とか配管がディーゼルやガスタービンのものに比べて複雑であるため、その制御機構の集中化・自動化はどうしても遅れがちである。それでも商船界ではすでに39年頃から自動化タービン船が現われ始め、47年にはコンピュータによる高度集中制御方式を採用した、いわゆる超自動化タンカーが出現している。

機関部自動化の目的は乗員作業の省力化、操作の迅速化、誤操作防止、運航の経済等であり、これの実施にあたっては作業内容・機器装備位置等の分析、保守整備のあり方、装備機器の信頼性等が十分検討されなくてはならないのは勿論である。

護衛艦用として考える場合は、この他に戦闘及び戦闘被害の様相、戦闘被害に対する応急の考え方というものが重要な検討要素であり、これらに対する配慮から護衛艦の自動化は商船に比して遅れているのが現状である。

また、被害局限の見地からの機器の重複配備による機関構成の複雑さも自動化を遅らせる一因である。

\* 防衛庁技術研究本部

## 2. 護衛艦機関構成の概略

蒸気タービンを主機とする護衛艦は通常2軸で、左右舷のそれぞれにボイラ・タービンのプラントを1セットずつ装備している。機関室配置は旧海軍の松型駆逐艦タイプが踏襲されて、艦首側から第1ボイラ室・第1機械室・第2ボイラ室・第2機械室の4室配置になっている。

各プラントに属する推進用補機は重複配備が原則である。第1表は現在建造中である46年度艦「たちかぜ」の主要推進関係機器の要目及び搭載数一覧表であるが、本表からもわかるように主給水ポンプと送風機については、1プラント当り計画全力の約65%を賅ない得る容量のものを2台、復水ポンプ、ブースタポンプ、重油噴射ポンプ等については全力用1台と巡航用1台を装備している。

## 3. 操 縦 室

各タービン・ボイラの制御を行なうために操縦室と運転指揮所が設けられるが、この形態は次の3つに分類される。(第1図参照)

第1表 46年度艦「たちかぜ」主要推進関係機器一覧表

名 称	型 式	容 量	出力又は所要馬力	装備数
主 タ ー ビ ン	2 胴シリーズパラレル型		30000 ps	2
主 ボ イ ラ	2 胴 水 管 D 型	120 ton/h		2
主 循 環 ポ ン プ	縦 タ ー ボ 軸 流 式	4500 m <sup>3</sup> /h	160 ps	2
主 復 水 ポ ン プ	〃 渦 巻 式	110 m <sup>3</sup> /h	33 ps	2
主 ブ ー ス タ ポ ン プ	〃 〃	170 m <sup>3</sup> /h	27 ps	2
巡 航 復 水 ポ ン プ	縦 電 動 〃	70 m <sup>3</sup> /h	19 kw	2
巡 航 ブ ー ス タ ポ ン プ	〃 〃	110 m <sup>3</sup> /h	15 kw	2
主 給 水 ポ ン プ	横 タ ー ボ 〃	100 m <sup>3</sup> /h	330 ps	4
補 機 ・ 冷 却 水 ポ ン プ	縦 電 動 〃	80 m <sup>3</sup> /h	3.7 kw	2
主 潤 滑 油 ポ ン プ	主 機 直 結 ね じ 式	175 m <sup>3</sup> /h		2
〃	縦 タ ー ボ 〃	175 m <sup>3</sup> /h	60 ps	2
非 常 用 潤 滑 油 ポ ン プ	縦 電 動 〃	100 m <sup>3</sup> /h	30 kw	2
主 重 油 噴 射 ポ ン プ	縦 タ ー ボ 〃	17 m <sup>3</sup> /h	60 ps	2
巡 航 重 油 噴 射 ポ ン プ	縦 電 動 〃	12 m <sup>3</sup> /h	55 kw	2
主 機 遠 隔 操 縦 油 ポ ン プ	縦 電 動 ベ ー ン 式	100 m <sup>3</sup> /h	1.5 kw	2
送 風 機	横 タ ー ボ 軸 流 式	1320 m <sup>3</sup> /min	960 ps	4
点 火 用 送 風 機	横 電 動 遠 心 式	350 m <sup>3</sup> /min	37 kw	2
ACC 用 空 気 圧 縮 機	縦 電 動 ピ ス ト ン 式	150 m <sup>3</sup> /h	22 kw	2



- (1) 各機械室及びボイラ室にそれぞれ操縦室を置き、第1機械室の操縦室を運転指揮所とする。
- (2) 各舷のタービン・ボイラの操縦室を各機械室にまとめ、指揮及び監視用機器のみを置いた運転指揮所を別に設ける。
- (3) 運転指揮所に両舷の操縦機構をすべてまとめ集中制御を行なう。

41年度艦「ながつき」以前の艦はおおむね第1番目の各室制御方式であり(28年度艦は旧海軍同様ボイラ室内に操縦室の区画を設けていない。)、41年度練習艦「かとり」及び43・45年度艦「はるな」「ひえい」は第2の区分制御方式になっている。46年度艦「たちかぜ」に至って初めて第3番目の集中制御方式が採用された。第2図は「たちかぜ」機関操縦室の略図である。

各室制御方式から区分制御方式に移る際の操縦機構における大きな変化は、バーナ本数増減操作の遠隔化であり、区分制御方式から集中制御方式に移るにあたっては主タービンの遠隔操縦装置が電気-油圧方式に変った。

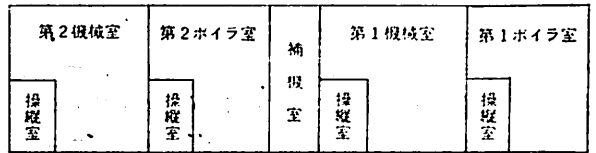
#### 4. 主タービンの制御

主タービンの型式は、3胴式巡航タービン嵌脱型、3胴式巡航タービン直結型、2胴シリーズ・パラレル型と変化した。操縦装置は信頼性の高い機械-油圧方式が45年度艦「ひえい」まで続いた。

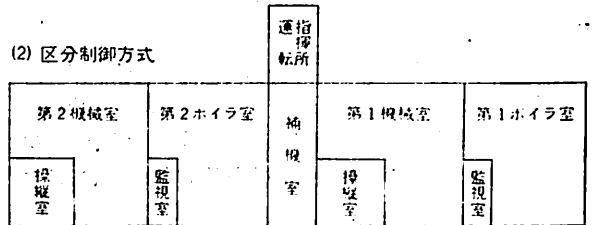
46年度艦で自動化を一步進め集中制御方式を実施するにあたり、操縦装置も電気-油圧方式に踏み切った。

当初トラブル源が2つになるという理由から全油圧方式が考えられたが、商船の実績、工事の難易等を検討し、

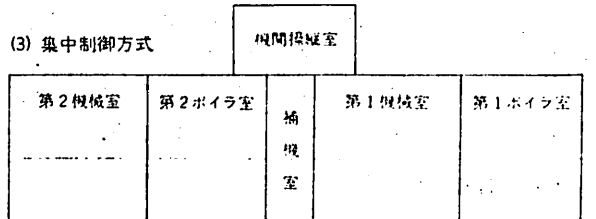
(1) 各室制御方式



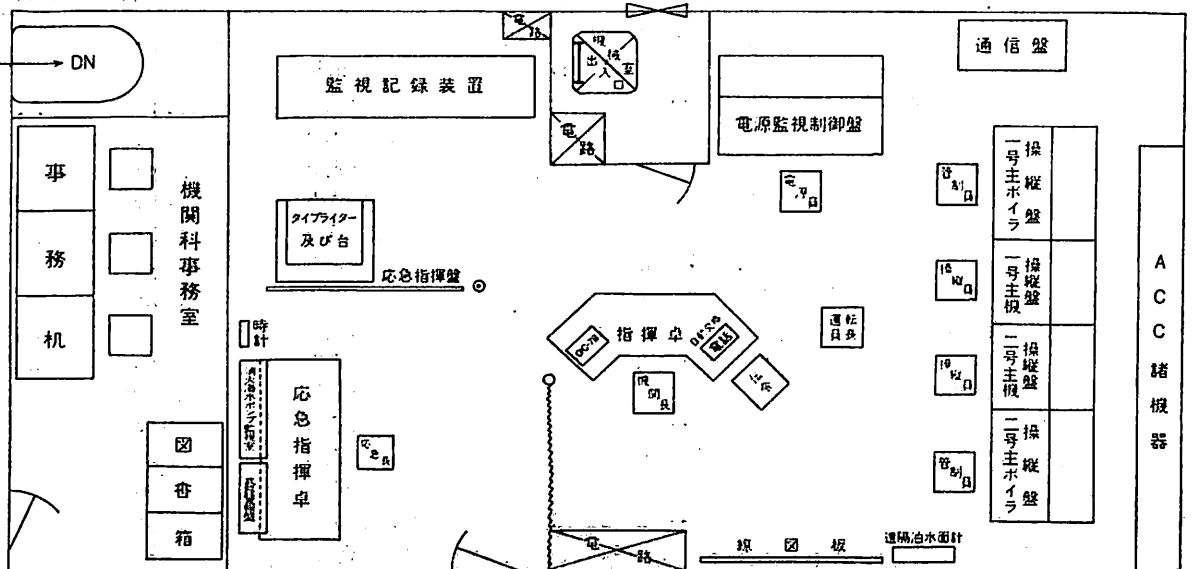
(2) 区分制御方式



(3) 集中制御方式



第1図 操縦室配置



第2図 機関操縦室兼応急指揮所操縦盤等配置図

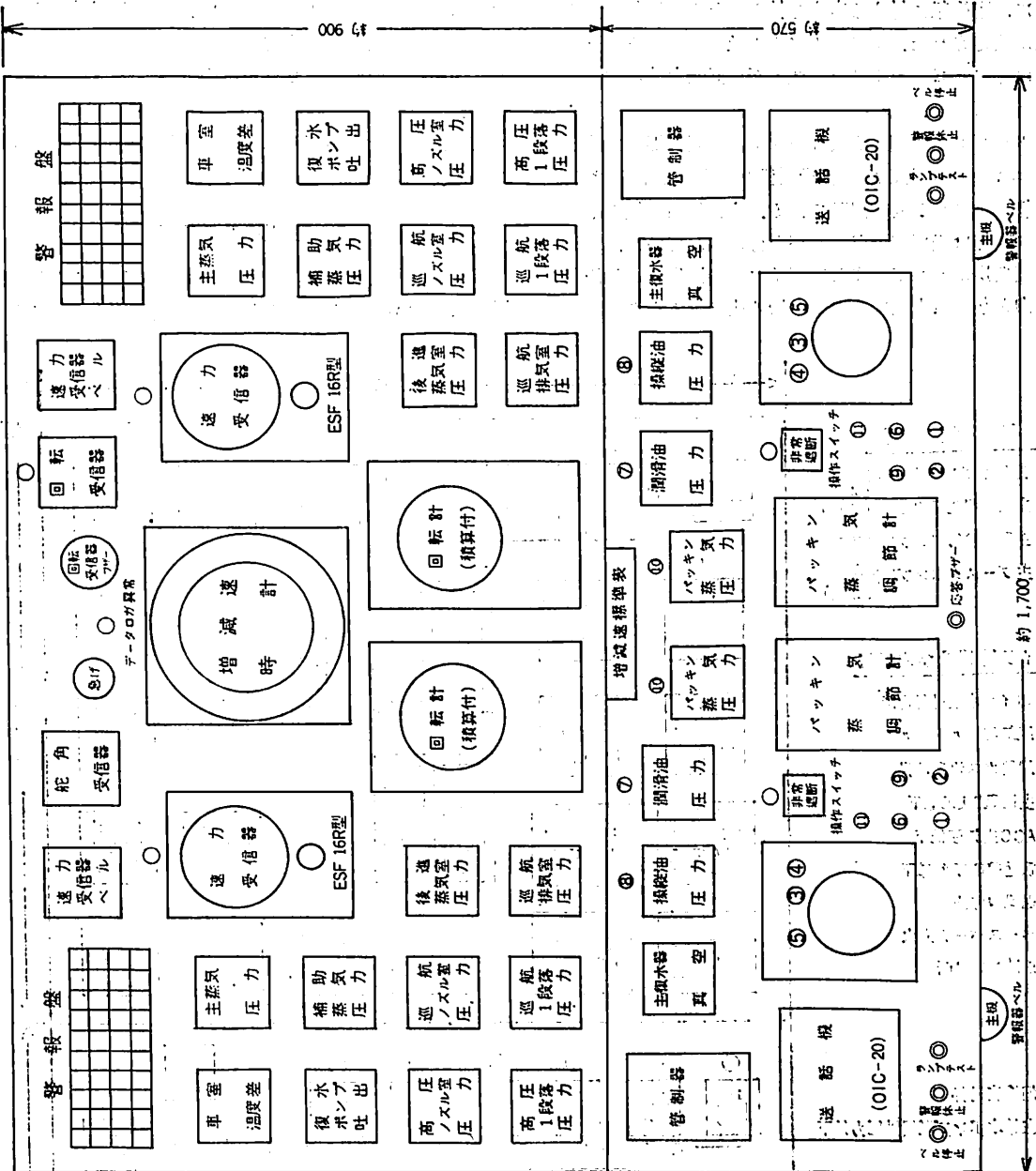
警報盤

- ダニセン及び主減速装置
- 軸受及び主スラスト温度 (52点)
- 主潤滑油ポンプ排油温度 (2点)
- 主復水ポンプ (2点)
- 中間軸受排油温度 (8点)

主機警報及表示灯

1. 主機回転数通報(錶) ⑬
2. " (脱) ⑭
3. 主機運転表示灯(前進)(シリーズ)⑮
4. " (前進)(マラレル)⑯
5. " (後進) ⑰
6. 巡航タービン排気室温度過昇 ⑱

7. 潤滑油圧力低下 ⑲
8. 操縦油圧力低下 ⑳
9. 操作空圧力低下 ㉑
10. バックキーン蒸気圧力低下 ㉒
11. L-O 清浄視界流出 ㉓



第3図 主機操縱縱盤

さらに、耐衝撃に対する考慮を払った上で電気-油圧方式が決定された。ブラックアウト及びボイラトリップ時には主タービンもトリップするが、必要な時にはこれをロックできる。

主タービンの制御に必要なハンドルや諸計器、警報類等をコンソール化した主機操縦盤が装備されたのは35年度艦「あまつかぜ」以降である。それ以前の艦では、ハンドル等は操縦室の壁に直接取付けられていた。

力度変換はハンドルまたはダイヤルの操作により任意の出力を与える方式であつて、増減速に対するタイムス

ケジュールはまだ取入れていない。急激な増減速を行ないタービンに異常な熱応力を発生させることのないよう、主機操縦盤にタービン車室内外温度差計を装備してある。

第3図は「たちかぜ」の主機操縦盤の盤面配置の略図である。

### 5. 主ボイラの制御

ボイラ自動制御装置としてのACC（自動燃焼制御装置）及びFWC（自動給水制御装置）はすでに一般化し

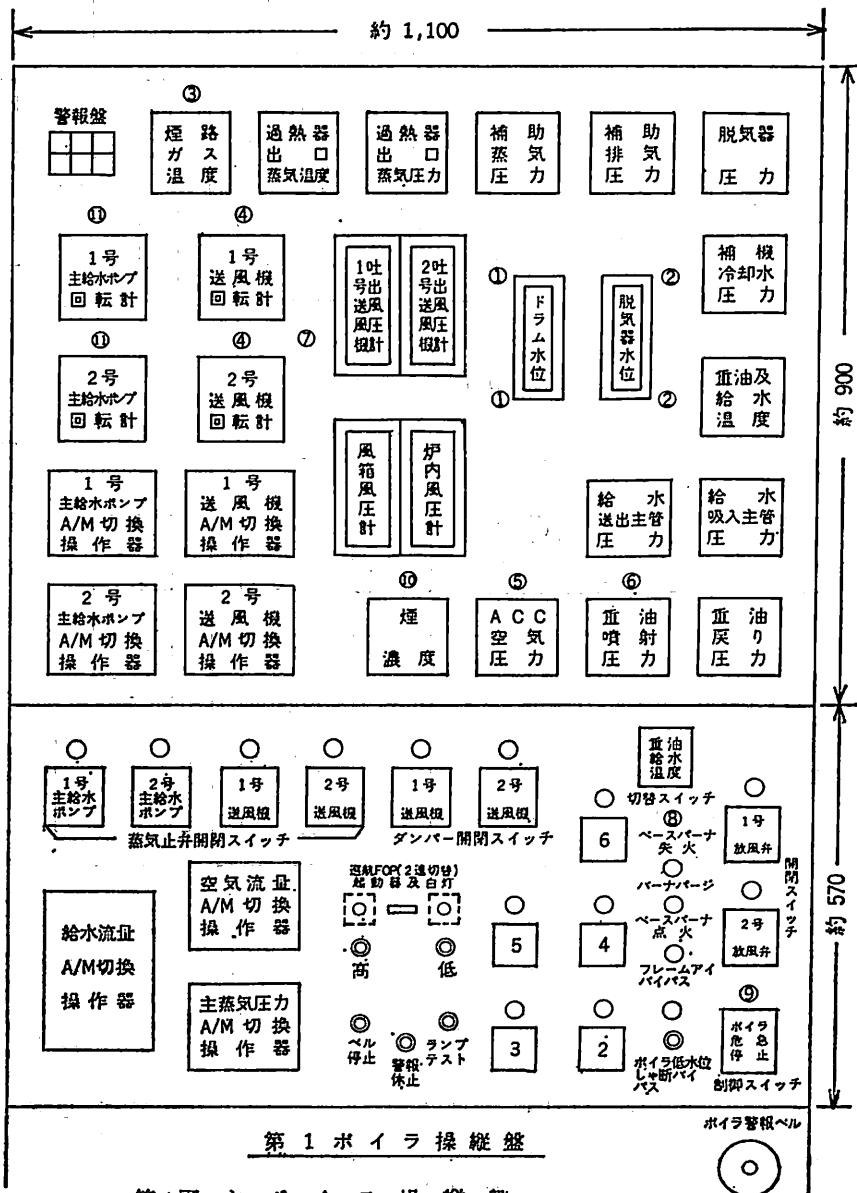
#### 警報盤

1. 主給水ポンプ排油温度 (4点)
2. 主送風機軸受温度 (8点)
3. 主重油噴射ポンプ排油温度 (2点)
4. 主ブースタポンプ排油温度 (2点)

#### ボイラ警報及び表示灯

1. ボイラ水位過昇過降
2. 脱気器
3. 煙路ガス温度過昇
4. 主送風機L.O低下
5. ACC空気圧低下
6. 重油噴射圧力低下
7. 送風機停止
8. ベースバーナ失火
9. 重油危急遮断

10. 煙濃度過昇
11. 主給水ポンプ潤滑油圧力低下



第4図 主ボイラ操縦盤

ており、護衛艦でも戦後の一番艦から装備されているが、ACCは41年度艦までは輸入品を使用していた。43年度艦「はるな」において国産化が行なわれ、バーナ本数の変化に対しても完全に追従できるものとなり、また、低泊時における低力度での安定も得られるようになった。FWCについては当初から大きな変更はされていない。

38年度艦「たかつき」では、それまでの煙煙器に換えて自動煙濃度計が開発・装備された。

バーナの遠隔操作は41年度練習艦で始めて採用となり、主ボイラ制御用コンソールである主ボイラ操縦盤に操作スイッチが組込まれた。なお、バーナの国産化もACC同様43年度艦「はるな」からである。

バーナ遠隔化に伴ない危険防止のため、ボイラドラム水位異常低下、重油供給圧力異常低下、全送風機停止の場合には、重油危急遮断弁が作動しボイラをトリップさせるようにした。なお、戦闘行動とか狭水道通過時にはこれをロックすることが可能である。

46年度艦「たちかぜ」からは送風機及び主給水ポンプの遠隔発停を可能にした。このために蒸気弁並びにダンプの開閉スイッチ、主給水ポンプ用自動手動切換操作器及び回転計等が主ボイラ操縦盤に追加装備された。第4図は「たちかぜ」主ボイラ操縦盤盤面配置の略図である。

## 6. 補機の自動化

主給水ポンプ及び送風機の自動制御は、FWC及びACCの一環であるが、護衛艦では機関構成の項でも述べたように、主ボイラ1基に対してそれぞれ2台を装備しており、約65%以上の力度を発揮する場合には、共に2台の並列運転を行なわねばならない。力度変換中この単独—並列の切換操作が必要となるが、この操作を46年度艦では操縦室で実施できるようにした。

主潤滑油ポンプについては、32年度艦「あきづき」「てるづき」までは主タービン1基当り、ターボ及び電動の2台が装備されていたが、35年度艦「あまつかぜ」からはこれに加えて主機直結ポンプが装備された。これはプロペラが遊転する場合の主機の潤滑を考慮したものであったが、プロペラ回転数が増すにつれて吐出量も増加し、直結ポンプだけで必要な油圧が得られることが明らかになったので、39年度艦「きくづき」以降はタービン駆動のポンプに、一定油圧以上になると蒸気弁を絞り回転数を落す緩転装置を付けて、蒸気消費の節減をはかることにした。この結果電動のポンプは非常用としての意味が強くなり、41年度練習艦以降は名称を非常用

潤滑油ポンプに改めて、容量も主潤滑油ポンプより小さいものとした。

巡航復水ポンプ、巡航ブースタポンプ、巡航重油噴射ポンプ、補機冷却水ポンプ等が巡航時の燃料消費量を低減するため、35年度艦「あまつかぜ」以降電動化されたが、これら電動ポンプの起動スイッチは、起動操作は機側で行なうのを原則としているため、操縦室へは持つて来ていない。

脱気器が装備されたのは31年度「あめ」クラスからであるが、35年度艦「あまつかぜ」で巡航補機が電動化されたため、巡航時に脱気器加熱用の補助排気が不足するが生ずることとなり、このため排気ためから脱気器へ排気を導く普通排気弁の他に、ボイラから直接緩熱蒸気を導入する補助蒸気自動補給弁が設けられた。また、脱気器内の水面調整は主復水器へ水を吸入させる復水器補給水弁と、予備水タンクへ逃がす給水逃がし弁を開閉して行なうが、この操作は32年度艦「あきづき」「てるづき」までは手動開閉であった。これが35年度艦「あまつかぜ」からは遠隔操作となり、43年度艦「はるな」からは完全自動となった。

主復水器の水面調整は、復水ポンプのキャビテーションコントロールによっている。

## 7. 計測・記録の自動化

機関部の圧力、温度、回転数、電気量、その他の計測、記録を自動的に行なう監視記録装置、いわゆるデータログが46年度艦「たちかぜ」で操縦室に装備された。

35年度艦「あまつかぜ」以降の艦に装備されている自動温度監視装置は、主機、補機等の軸受温度を主とした約60点を1点約2秒の速度で走査し、温度が設定値を越えた場合は警報ベルを鳴らすと同時に位置を表示するものである。

これに対して、新しい監視記録装置は計測点数が約190点あり、これらを常時計測して異常が生じた場合は警報灯を点滅させるとともに時刻、計測点番号、異常データを赤字でデジタル表示し、また同時に記録用紙に赤字でプリントする。この異常監視の他、第2表に示す計測点については、自動的に定時計測を行なう。任意の呼出し計測は両者とも可能である。

本装置の採用にあたっては、高衝撃試験を行ない耐衝撃性の確認が行なわれた。

第2表は本装置に使用するデータシートの記入項目である。

これは従来の機関日誌に換わるものであつて、定時計測と日誌記入作業の軽減は、乗員省力化に大きな貢献を





している。

## 8. その他

燃料サービスタンク、予備水タンク、主機油だめタンク等に取付けられている遠隔液面計は、46年度艦「たちかぜ」から指示計を装備する操縦室が第2甲板上になつたことを考慮し、これまでの空気差圧式を電気式に改めた。

操縦室と機側操作員との間の通話装置としては、41年度艦「ながつき」までは伝声管のみであつた。同じ41年度の練習艦では、磁気ループと電波を利用した交話器を初めて装備し、45年度艦「ひえい」まで伝声管と併用したが、46年度艦「たちかぜ」では、使用実績もできたし、操縦室の位置の関係もあつて本交話器のみとした。

機器の使用状況、弁開閉の状態を示す状況表示盤は、運転指揮所が操縦室から独立している41年度練習艦「かとり」、43・45年度艦「はるな」「ひえい」では装備されたが、完全自動ではなく、46年度艦では費用対効果の面から廃止することとした。

## 9. 結 び

以上、蒸気タービン艦機関部自動化の現状を年度を追つて略記してみた。

これらの自動化を実施することにより、46年度艦「た

ちかぜ」では従来艦に比べて、機関部乗員の定員を約25名減らすことができた。

今後、さらに考えられる自動化項目としては、現在計画中のものを含めて、次のような事項があげられる。

- (1) テレグラフ・ロガーの設置
- (2) 状況表示盤（完全自動）の設置
- (3) 主機増減速タイムスケジュール及び回転数フィードバック
- (4) 主機オートスピニング
- (5) バーナ本数の自動制御
- (6) スートプロの遠隔操作
- (7) 全補機の遠隔または自動発停
- (8) 大型海水弁及び蒸気弁の機力開閉
- (9) 各交通弁の遠隔操作
- (10) 異常振動検知装置

ところで、将来実際にこれらを装備するかどうかは、通常航海の際の便利さと戦闘時の被害等の緊急事態における機側操作切替えの複雑さとの相反関係を、いよいよ深刻化する乗組員確保の困難さと、経費効率とをにらみ合わせながら折り合わせるところにあり、単に技術的な可能性の面だけから定められるものではない。しかし、海上防衛の重要性を考えると、関係者として今後とも性能向上を怠らぬよう努力を続けるつもりである。

電子航法研究所衛星航法部長.....木村小一

東海海運局先任船舶検査官.....芹川伊佐男

(社)日本船舶品質管理協会技師 }.....土川義朗  
(社)日本旅客船協会調査役 }

— 編 集 —

# 船用品便覧

(1974年版)

B5判 8ポイント横組 300頁函入上製本 定価5,500円 千140円

### 内容目次

- |             |                    |
|-------------|--------------------|
| 第1章 総説      | 第7章 舷窓類            |
| 第2章 救命器具    | 第8章 錨、鎖、索          |
| 第3章 信号器具    | 第9章 航海器具、航海装置、無線装置 |
| 第4章 消防設備と器具 | 第10章 新製品、新技術、トピック  |
| 第5章 船燈      | 第11章 諸表            |
| 第6章 船口閉鎖器具  | 第12章 業務資料          |

東京都新宿区赤城下町50

天 然 社

振替東京79562番

## I ま え が き

昭和45年12月法律第136号として「海洋汚染防止法」が制定公布されて、海洋の自然環境の保護をはかるために各種の規制が行なわれた。

海洋に対する汚染源としては、廃油と廃油以外の廃棄物とがあり、無限の自然の浄化能力を有していると思われていた海洋に従来これらの汚染源の浄化を依存していたが、この規制により不可能となった。

廃油についてはすでに昭和47年6月から規制が実施されているのは周知の事であるが、ふん尿については現在就役中の船については規制の実施について2年間の猶予が認められていたので、昭和49年6月25日から全面实施となつたわけである。

船舶におけるこれらの対策、処置について陸上にくらべ比較にならない程立ち遅れているのが現状であり、陸衛艦もその例にもれない。

従つて全面实施となるまでに乗員100人以上の全艦艇に必要な措置を講じなければならず、そのため装置や装備法について種々検討し、かろうじて法の発効に間に合わせた状況である。

以下これらの概要についてのべることとする。

## II 汚物の排出に関する規制の内容

### 1. 法の内容

船舶からの廃棄物の排出は原則として禁止されているが、非常事態（船舶の損傷等）の場合はふん尿等の排出は認められる。しかし、一定の規模以上の船舶では定められた海域内では一定の基準に従つた排出によらなければならないことになる。

海洋汚染防止法10条で排出の原則を規定している。

「何人も海域において、船舶からの廃棄物を排出してはならない。ただし、次の各号の1に該当する廃棄物の排出についてはこの限りではない」とし、排出を認められるのは船舶の緊急やむを得ない場合に限られている。それは下記の2項である。

- (1) 船舶の安全の確保、船舶若しくは積荷の損傷の防止、又は人命を救助するための廃棄物の排出。
- (2) 船舶の損傷等で廃棄物が排出された場合、それを防止するために一切の措置をとつたときの当該廃棄物の排出。

しかし法10条第2項で次の項の場合は、上記にかかわらず排出禁止の規定は適用しないことになつている。

これは汚染の影響が少ないと認められたものである。これも一定規模以上のものは一定の条件が付けられている。

これは次の条件である。

当該船舶内にある船員その他の者の日常生活に伴い生ずるごみ、ふん尿若しくは汚水又はこれらに類する廃棄物の排出（とう載人員の規模が政令で定める人員以上である船舶からの港則法に基づく港の区域、その他政令で定める海域における政令で定める廃棄物の排出にあつては政令で定める排出方法に関する基準に従つてする排出に限る）

次に一定の人員定められた海域、一定の排出基準とは次のようなことである。

海洋汚染防止法施行令（昭和46年6月22日政令第201号）第2条「法第10条第2項第1号の政令で定める人員は最大とう載人員（最大とう載人員の定めのない船舶にあつてはこれに相当する人員）100人とする」

同じく施行令第3条「法第10条第2項第1号の政令で定める海域は次の海域となつている」

- (1) 海図に記載されている海岸の低潮線から1万メートル以内の海域。
- (2) 港則法（昭和23年法律第174号）に基づく港の境界外1万メートル以内の海域
- (3) 愛知県伊良湖岬灯台から、三重県大王崎灯台まで引いた線及び陸岸より囲まれた海域（伊勢湾）
- (4) 和歌山県紀伊日ノ御崎灯台から徳島県伊島灯台を経て蒲生田岬灯台まで引いた線、山口県網代崎から福岡県八幡崎まで引いた線、愛媛県佐田岬灯台から大分県関崎灯台まで引いた線及び陸岸により囲まれた海域（瀬戸内海）である。

上記の海域において汚物等を排出する場合には特別の条件が付けられている。

し尿についての一定排出基準は

- (1) 粉砕して排出すること。
- (2) 海面下に排出すること。
- (3) 船舶の航行中（対水速度3ノット以上の速度で航行する場合をいう）に排出すること。
- (4) 運輸大臣が定める技術上の基準に適合するふん尿処理装置により処理されたもの。

等の方法によらなければならない。

次に今までのことを簡単に図示すると次の通り。

海洋汚染防止法第 10 条

廃棄物の排出禁止

免除規定

- (1) 船舶の安全、船舶若しくは積荷の損傷を防止又は人命を救命するための廃棄物の排出
- (2) 船舶の損傷その他、やむを得ない原因により廃棄物が排出された場合において引き続き廃棄物の排出を防止するための可能な一切の措置を取ったときの廃棄物の排出

適用除外規定

（船内にある乗員その他の者の日常生活に伴い生ずるごみ、ふん尿若しくは汚水又はこれに類する廃棄物）の排出

但し

- 一定人員以上の船舶であつて……………最大とる乗員 100 人以上の船舶
- 一定海域内では……………(1) 航則法（昭和 23 年法律第 174 号）に基づく港の境界外 10,000 メートル以内の海域（港）
- ……………(2) 海図に記載されている海岸の低潮線から 10,000 メートル以内の海域、伊勢湾、瀬戸内海
- 一定基準による排出……………運輸大臣が定める技術上の基準に適合するふん尿処理装置から処理されて排出
- （これだけ認められる）……………(1) 粉碎して排出する
- ……………(2) 海面下に排出する
- ……………(3) 航行中（対水速度 3 ノット以上の速力で航行の場合）に排出する
- ……………以上を守つて排出。

海洋汚染防止施行令  
(第 2,3,4 条及び別表第 1)

図 1

2. 運輸大臣が定めた技術上の基準について

(昭和 47 年 6 月 24 日運輸省告示第 233 号)

処理装置からの放流水が次の基準に適合するものとき  
れている。

- (1) 生物化学的酸素要求量（単位 1 リットルにつきミリグラム）50 以下
- (2) 浮遊物質（単位 1 リットルにつきミリグラム）150 以下
- (3) 大腸菌群数（単位 1 立方センチメートルにつき個）3000 以下
- (4) 浮遊固形物 放流水中に含まれないこと

3. 経過措置について

海洋汚染防止法施行令付則の第 2 項において本施行令は昭和 47 年 6 月 24 日から施行するが、同日以後に建造に着手した新造船を除いて在来船は 2 年間汚物処理に関する規定は猶予することが設けられ、昭和 49 年 6 月 25

日までに定員 100 人以上の船舶には基準を守るため何らかの措置を講じるようになっていく。

4. 型式承認について

海洋汚染防止法施行規則 12 条 2 の改正により（運輸省令第 31 号 昭和 48 年 9 月 28 日改正）処理装置についても型式承認制度を取入れて運輸大臣が定める技術上の基準に適合した汚物処理装置の検定が行なわれることとなった。この型式承認はメーカーの申請によつて運輸大臣が承認することになる。

ただし規制海域内では放流水を排出しない貯蔵タンク方式とか洗浄水循環方式などでは海洋汚染防止法にとつては排出しないため完全であり、放流水の水質に関する型式承認は必要がない。

現在基準が規定されているものに「ばつ瓶」式ふん尿処理装置の性能試験基準があるのみである。



### III 処理装置の種類

船舶で発生するふん尿の処理については、排出方法を規制しており、いわゆる行為規制であり、処理装置の設置義務はない。

しかし実際には

- (1) 航行中
- (2) 水線下に
- (3) 粉碎して排出する方法を取るには、停泊中の汚物の一時貯溜、粉碎のための措置など何らかの形で装備する必要がある。

上記の条件をみたすための処理方法として下記のものが実用化され、又はされようとしている。

この各種の型式を処理方式別に分類すると下記の通りとなる。

#### 1. 装置の分類

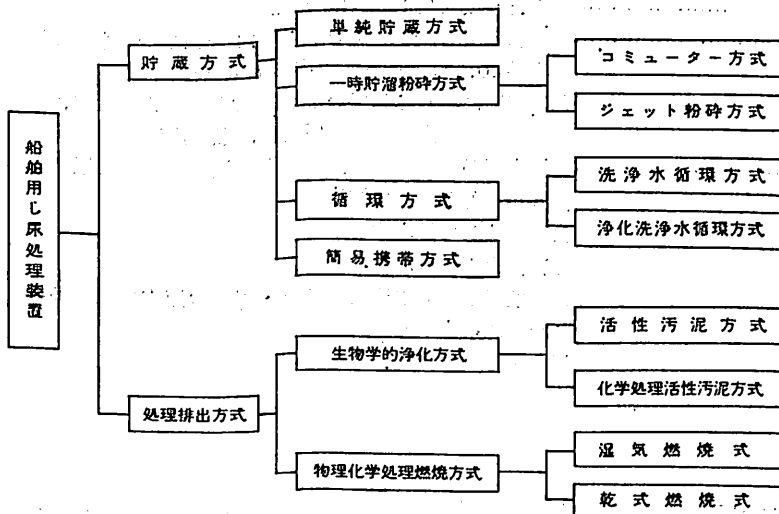


図 2

#### 2. 方式別の特徴（艦船とう載の場合）

各方式の特徴としては下記のとおり。

##### (1) 一時貯溜粉碎排出方式

小型で碇泊時間、人数に合わせて寸法を選ぶことが出来る。起動停止時乗組員の管理を要するが機構は簡単、人員の変動に対する即応性はやや良好、現存船に設置は比較的簡単でしかも臭気についても問題ない。

又処理水の水質については粉碎であるので海洋汚染防止法には合格する。

##### (2) 循環方式

小型でスペースをとらない。定められた日数毎に規制海域外又は陸上等への排出を要する。機構は比較的簡

単、人員変動には問題ない、しかし便所数の多い船舶では一括系統にすると配管系に問題はあるが小型船では有利、日数が経つと臭気の問題があり薬品の有効な使用便所の通風に注意する。海洋汚染防止法には排出しないので合格。

##### (3) 活性汚泥方式

大型で浄化槽の設置が必要であり、数カ月に一回の汚泥の清掃を要し、生物化学的管理を必要とする。機構は比較的単純人員変動には生物処理するため急激には応じにくい、浄化槽設置の必要があるため装備場所が大きい、臭気は特に問題はない。又水質基準にも満足する。

##### (4) 物理化学処理燃焼方式

小型でスペースをとらないが維持管理はある程度手数を要する。構造は複雑人員変動については固形物の分離等で即応性に問題がある。設置については容易であるが煙突の導設等で現存船では困難な事もあるが臭気は煙突

の導設如何では問題なく処理水は基準に満足する。

### IV 処理装置の装備概要

艦船にとう載するに際して、各種の問題点がある。基準排水量の割りに乗員数が多く、又艦内の容積、重量、重心に余裕が少ないため、艦内面積等の余裕は皆無であり汚物処理装置のとう載に適した場所の捻出が極めて困難である。又乗員がほとんど艦内に居住しており汚物の絶対量も多い点が特色である。

実艦実験等の検討の結果重量容積が小さく臭気、騒音などで艦内生活

環境が損われず構造が比較的簡単で信頼性があり、かつ取扱いが容易で装置の価格、維持費、改造費が安くすむ、又将来排出規制が厳しくなっても適合するなど諸条件を満たした洗浄水循環式を採用した。

小人数の便所については装置が簡単な貯蔵式とした。

なお洗浄水循環方式の装備基本方針として、

##### (1) 汚物タンク、2分画方式 14日連続使用

第1タンク 7日分

第2タンク 第1タンク×1.5倍

##### (2) 機器要求

ローリング 45度

ピッチング 10度

ヒール 15度

トリム 5度

(ローリング15度 ピッチング5度においても使用可能)

(3) 容量

運輸省型式承認(案)の通り

第1タンク

$1.5 \text{ l} \times \text{処理能力(人,日)} \times 1.2 + 1.5 \text{ l} \times \text{処理能力(初期水)}$

第2タンク

第1タンク  $\times 1.5$

14日間経過後は規制海域外投棄又は陸上処理場にて処理する。

(4) 装備場所

(ア) 倉庫

(イ) 居住区

(ウ) 燃料タンクの順に選定した

次に装備した処理装置概要は下記のとおり

1. 装置の種類

洗浄水循環方式(循環一部貯蔵方式含む)貯蔵方式  
簡易循環方式よりなる。

(1) 洗浄水循環方式

洗浄水循環方式は次のとおり。

(ア) 洗浄水タンク付、第1タンク第2タンク1体型

(イ) 洗浄水タンク付、第1タンク第2タンク分割型

(ウ) 洗浄水タンク付、第1タンク第2タンク貯蔵型

(エ) 洗浄水タンク無し、第1タンク第2タンク1体型

(2) 貯蔵式

貯蔵式は単純貯蔵式で船体の一部に貯蔵用の汚物タンクを装備し、洗浄水は従来の排泄方式そのままである。

(3) 簡易循環方式

簡易循環方式は洗浄ろ過装置、便器、汚物タンクが1体となったもので次の方式による。

(ア) 直接投棄形

(イ) 第2タンク貯蔵形

2. 装置の系統及び使用方法

(1) 洗浄水循環方式

洗浄水タンク付、第1タンク第2タンク1体型方式  
便所より排出される汚物をあらかじめ初期水(海水)及び処理剤を入れてある汚物タンクに溜め、それを洗浄ろ過機装置でろ過された水を循環水ポンプでラインフィ

ルターを通して洗浄水タンクに供給し、便器洗浄弁の開閉によって便器を洗浄する循環方式である。

(第1タンクが満タン位になると第2タンクへ移送して再び使用する)

装置についている主要機器は下記のとおり

便器: SUS製洗浄ノズル方式

汚物タンク: 2分画1体型 SUS又はSS

洗浄ろ過装置: 回転多板ディスク型

水位検出装置: 空気式汚物量検出器

循環水ポンプ: 特殊電動ポンプ 40 l/min

汚物排出兼移送ポンプ: 特殊電動ポンプ 200 l/min

ラインフィルター: 100 l容量

洗浄水タンク: 液面検出装置付 300 l容量

臭気抜通風機: ターボ型又は軸流型

使用禁止灯

汚物タンク用制御器箱

警報器

スイッチ付切換ボールバルブ

系統図は下図の構成である。

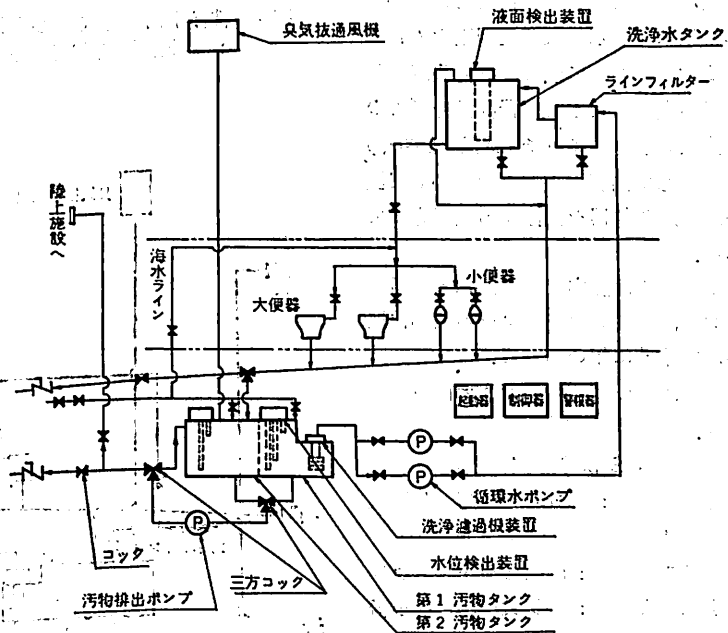


図3 洗浄水循環方式(洗浄水タンク付、第1タンク、第2タンク1体型方式)系統図

(2) 洗浄水循環方式

洗浄水タンク付、第1タンク第2タンク分割型方式  
装置は洗浄水タンク付1体型と同じ構成であるが、タンクの装備が同一区画に出来ないため(艦内配置上)第1タンクと第2タンクの装備位置が離れて装備されてい

る点である。

主要機器についても洗浄水タンク付1体型と同様である(タンクのみ分割型)

系統図は右図の構成である。(図4)

(3) 洗浄循環方式

洗浄水タンク付; 第1タンク, 第2タンク貯蔵方式

装置は洗浄水タンク付1体型と同じ構成であるが, タンクの装備が第1タンクのみで第2タンクは船体の一部を利用して貯蔵用の汚物タンクを装備している点である。

主要機器については洗浄水タンク付1体型と同様である。

系統図は右下図の構成である。(図5)

(4) 洗浄水循環方式

洗浄水タンクなし, 第1タンク, 第2タンク1体型方式

便所より排出される汚物をあらかじめ初期水(海水)及び処理剤を入れてある汚物タンクに溜め, 洗浄ろ過機装置でろ過された水を便器洗浄弁(この方式はコックスイッチ(電動)を開く)を作用して循環水ポンプを動かして洗浄水を送り便器を洗浄する循環方式である。

この方式は艦内配置の関係で洗浄水タンク, ラインフィルターの装備位置がない系統に用いられる。

装置についている主要機器は下記の通り。

便器: SUS 洗浄ノズル方式

汚物タンク: 2分画1体型 SUS 又は SS

洗浄ろ過装置: 回転多板ディスク形

水位検出装置: 空気式汚物量検出器

循環水ポンプ: 特殊電動ポンプ

60 l/min

汚物排出兼移送ポンプ: 特殊電動ポンプ

200 l/min

コックスイッチ: 電動式コック(循環ポンプと連動)

臭気抜通風機: ターボ型又は軸流型

使用禁止灯

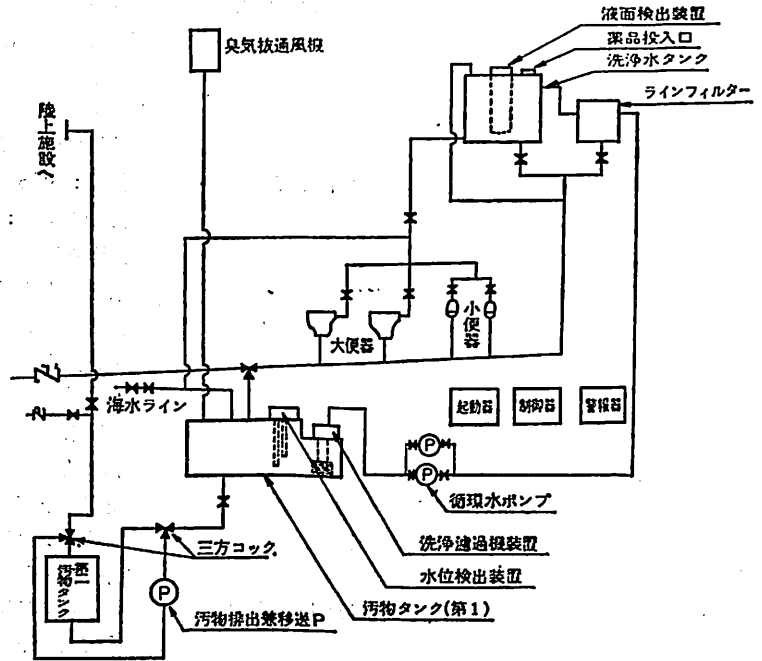


図4 洗浄水循環方式(洗浄水タンク付, 第1タンク, 第2タンク分割型方式)系統図

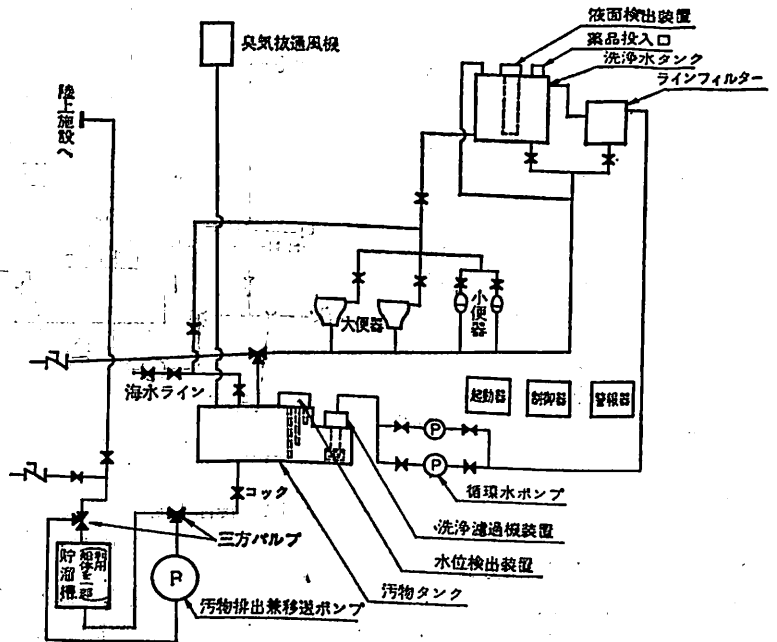


図5 洗浄水循環方式(洗浄水タンク付, 第1タンク, 第2タンク貯蔵型方式)系統図

汚物タンク用制御器箱

警報器

スイッチ付切換ボールバルブ

系統図は右図の構成である。(図6)

(5) 貯蔵式

単純貯蔵式で船体の一部を利用して汚物貯蔵用タンクを装備し、洗浄水配管便器は従来の排泄式そのままである。

貯蔵タンク内にはタンク洗浄用の海水管が装備されている。

洗浄水は1人1日 60l として貯蔵タンクを計画している。

主要機器は下記のとおり、

汚物排出ポンプ：特殊電動ポンプ  
200l/min (圧力 SW 付)

液面検出装置：(満タン検出用)

系統図は右図の構成である。(図7)

(6) 簡易循環式直接投棄型

個人便所(病室)より排出される汚物をあらかじめ初期水(海水)及び処理剤の入れてある汚物タンクに溜め、洗浄ろ過装置でろ過された水を循環水ポンプで汲みあげ、便器を洗浄するもので便器汚物タンク、洗浄装置が1体となった簡易循環方式である。

タンクの容量は 58l であり約 14 日間使用可能である。

主要機器は下記のとおり、

便器：SUS

タンク：SUS

洗浄ろ過装置

循環水ポンプ

排出弁

水洗スイッチ

電動機

制御継電器

系統図は図8の構成である。(図8)

(7) 簡易循環式第2タンク貯蔵型

装置は直接投棄型と同じ構成であるが第2タンクが貯蔵型として装備されている点である。簡易循環式が満タン位になると第2タンクへ移送して再び使用するようになっている。

主要機器は下記のとおり、

便器：SUS

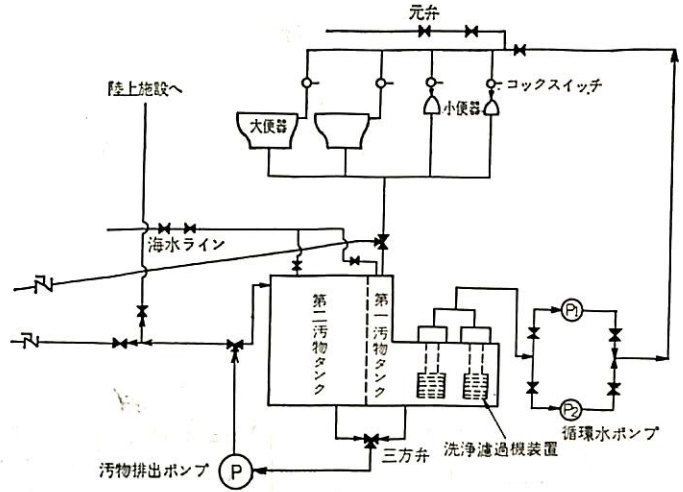


図6 洗浄水循環方式(洗浄水タンクなし、第1タンク、第2タンク1体型方式)系統図

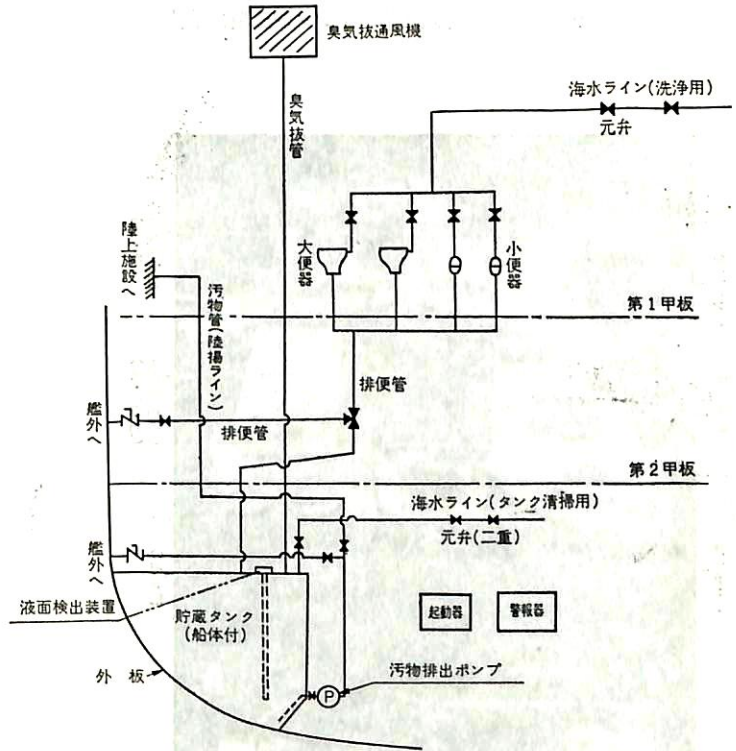


図7 貯蔵式系統図

汚物タンク本体、第2タンク(貯蔵式)  
洗浄ろ過装置  
循環水ポンプ  
排出弁



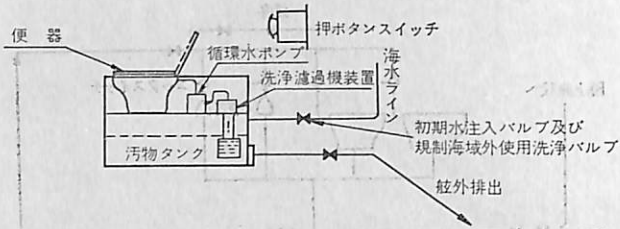


図 8 簡易循環方式（直接投棄型）系統図

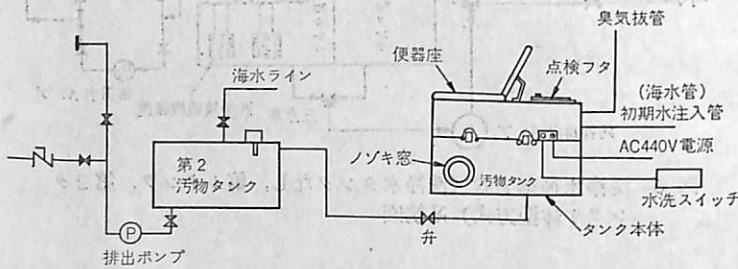


図 9 簡易循環方式（第2タンク貯蔵型）系統図

水洗スイッチ  
電動機  
制御継電器

水位検出装置：空気式汚物量検出量  
汚物排出兼移送ポンプ：特殊電動ポ  
ンプ

系統図は左図9の構成である。(図9)  
以上が各装置別の簡単な説明である  
が、次は主要機器についてのべる。

## 2. 主要機器

### (1) 汚物タンク

SUS 又は SS で構成され、汚物の  
出入口臭気抜口、初期水の注入口等の  
接続部、及びマンホールが設けてあり  
、タンク内を洗浄するため、上部壁  
面には洗浄パイプが装備されている。  
又ろ過部、ノゾキ窓にもノズルを設け  
付着した汚物を洗浄する構造である。  
(写真1)

### (2) 洗浄ろ過機装置

タンク内の汚水をろ過する装置で電  
動機とろ過機からなっている。主要部  
のろ過部はタンク内に入っている。ろ  
過機は減速機箱、伝導軸吸揚管、ろ過  
体が取付板に組立てられていて電動機  
で減速機箱のウォーム軸を回転させ、  
ウォームホイール軸により回転は減速さ  
れ、伝導軸を介してろ過部へ伝達フイ  
ルターを回転させる。フィルター外側  
からは各スリットにスクレパーがスペ  
ーサーとスパーサー間のフィルタース  
リットに挿入され、回転するフィルタ  
ースリットに入ってくる汚物を取り除  
く構造となっている。

### (3) 水位検出装置

タンク内の初期水位（まえもつて入  
れておく水の量）満タンク位、空タン  
ク位を検知するための装置で水位検出  
管、水位検出ブローア、水位検出スイ  
ッチからなっている。水位検出ブロー  
アによりタンク内の空気を各検出管に  
送りこみ、水が増すに従って検出管が  
水封されると、空気は水位検出スイ  
ッチのダイヤフラムに送られ、ダイヤフ  
ラムを押し上げ、スイッチを作動させ

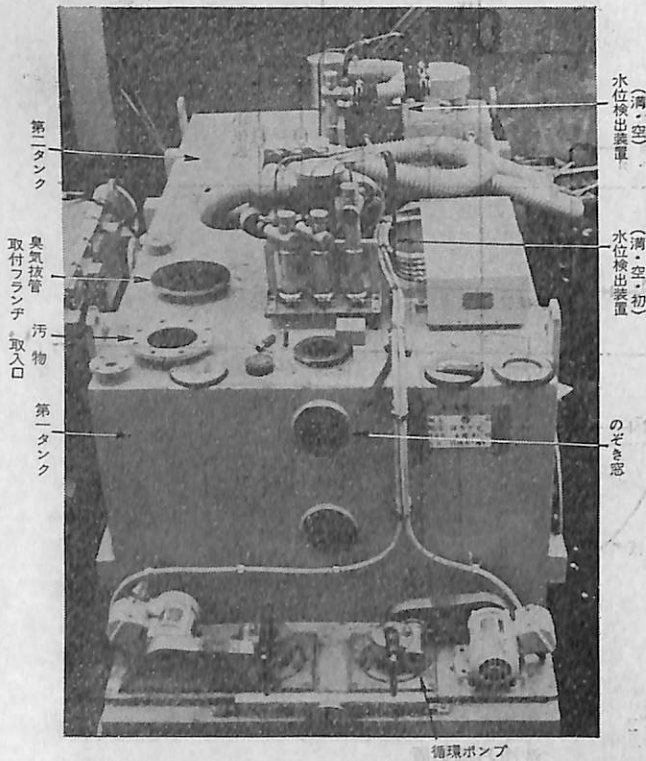


写真 1

各水位を検知する構造である。

#### (4) 循環ポンプ

電動機を動力に伝達され、羽根車を回転させ洗浄水を循環させるポンプである。このポンプはスラリー型渦巻ポンプでフレーム、軸受箱、主軸、フレームレート、羽根車等から成っており、汚物の通る部分は、ゴムライニングを施している。又羽根車の裏羽根やメカニカルシールで軸受部から漏洩を防止している。

洗浄水タンクが低水位にあると液面検出装置の信号を受けて自動的に起動し、高水位になると自動的に停止する。このポンプ作動と連動して洗浄ろ過装置も作動する。

#### (5) 汚物排出兼移送ポンプ

循環ポンプ同様電動機を動力に伝達され羽根車を回転させて汚物を排出又は移送するポンプ装置である。このポンプは横型のブレードレスポンプで流体を軸方向から垂直方向に吐出する。ブレードレスランナーが使われ、ケーシングの流路も充分な広さを持ち、吸込口を通過出来る大きさのものは汚水と共に容易に排出又は移送出来る構造であり特殊ポンプである。

#### (6) ラインフィルター

洗浄ろ過装置でろ過された洗浄水の中の不純物を更に除去するために設けられたものである。(内部にはフィルターエレメントを設け濾器の役割をし取外し交換可能である) 装備位置によつては耐塞構造として二重の防熱処理をしている。

#### (7) 洗浄水タンク

各便器に洗浄水を供給するために洗浄水を溜めておくタンクである。このタンクには洗浄水量を検知し、循環水ポンプ及び洗浄ろ過装置を作動させる液面検出装置が取付けてある。又洗浄水のドレン管等を設け不使用の場合及び規制海域外にて同タンク洗浄後の残水の処理を有効に処理するように設けている。

ラインフィルター同様装備位置によつては耐塞構造として二重の防熱処理をしている。

#### (8) 液面検出装置

この装置は洗浄水タンク内の水位を検出するために装備されたものであり、水位による浮子の上下作動でスイッチを入れ又は切にして信号を循環水ポンプ及び洗浄ろ過装置に連絡し作動させる。浮子が低水位になると循環水ポンプ及び洗浄ろ過装置は起動し高水位になると停止する構造である。

#### (9) 使用禁止表示灯

汚物タンクが満タン位になり使用出来ない場合、又は装置の異常等て何月日斗なし等台に全便所に并示する

ためのものである。

#### (10) 循環水用起動器

循環水ポンプと洗浄ろ過機装置を起動、停止させるもので洗浄水タンクの液面検出装置の信号により自動的に発停する。

#### (11) 制御器箱

汚物タンクの水位を検知して表示する表示灯や排出兼移送ポンプを自動停止させる継電器、電磁接触器等の装置が内蔵されている。満水以前に排出したい場合でも起動スイッチを押せば排出できる。

#### (12) 警報器

汚物タンク満水を警報するもので各タンクに設けられている水位検出装置からの信号で動作し、警報ベルが鳴り、同時に満タン位表示灯が点灯する。このベルは停止ボタンを押すと直ちに止るが表示灯はタンクの汚水を移送するか排出しないと消えない。

#### (13) スイッチ付切換ボールバルブ

2ポート、3ウェイのボール式バルブである。タンク空、又は第2タンク満水になった時、汚物排出兼移送ポンプを停止させるための電気回路を切換えるマイクロスイッチが取付けてある。ポンプの吸込側に取付けてあるものはバルブが第1タンク側へ開いた時に第1タンク空検知、第2タンク側へ開いた時には第2タンク空検知によつてポンプを停止させる様回路が切換わる。

ポンプ吐出側に取付てあるものは、バルブが第2タンク側へ開いたときは、第2タンク満水にてポンプを停止させる回路となり、船外排出側へ開くときは上の停止回路を短絡し、ポンプ起動可能にするものである。

## V 処理剤について

循環式汚物処理装置は便所より排出される汚物を、あらかじめ初期水(海水)及び処理剤を入れてある汚物タンクに溜め、ろ過して循環させる方式であるので処理剤として使用する薬品の効果がこの装置を左右する重要な要素である。そこで艦船に使用している汚物処理剤(薬品)について述べる。

### 1. 処理剤の性能等

処理剤の性能として下記のとおり。

- (1) 終末処理に問題ないこと。
- (2) 脱臭及びし尿色隠べい能力大であること。
- (3) 海水、淡水を問わず溶解可能のこと。
- (4) 保存が長期可能であり自然発火等の危険性がないこと。
- (5) 使用時に悪臭、刺激臭等がないこと。
- (6) 本装置に適合した処理剤を送り出す装置を有すること。

(7) 高温で使用中に危険な濃度のガス等を発生しないこと。

又同時に在庫しても他の製品と反応して有害な反応生成物を作らないこと。

(8) 染料を用いた場合は終末処理場にて容易に脱色出来て二次公害を起さないこと。

(9) 水溶液は抗菌力を有すること。

(10) 金属腐食量は規格値を満すこと。

(11) 粉末状であること。

などである。

### 2. 規格値等

下記の規格値に合格を要す。

pH 値 (20°C) 1%溶液 真水 3~7.0 海水 3.5~7.5

金属腐食量: mg/cm <sup>2</sup> /7日	1%溶液	青銅鋳物 2種 (BC <sub>2</sub> )	1.0 以下
		鋼板 2種 SS	1.5 以下
		SUS 304	0.1 以下

透視度 1%溶液 10.0 以上

スケール沈着量 mg/cm<sup>2</sup> 1%溶液 0.1 以下

ゴム材料に対する影響 1%溶液 劣化現象なし

色隠ぺい力 0.05%溶液 吸光度 0.5 以上

水不溶解分 1%溶液 0.05% 以下

貯蔵安定性 0.05%溶液

肉眼的変化ないもの	吸光度 0.45 以上
-----------	-------------

防腐力 0.1%溶液 接触生菌を認めない (1H)

防臭の持続性

排出時	H <sub>2</sub> S 5.0 ppM 以下
	NH <sub>3</sub> 25 ppM 以下
	有害ガス 0.1 ppM 以下

### 生物学的終末処理の影響

全有機炭素量 (TOC) として 5 日後 70 ppM 以下  
急性毒性 50 ppM 以上

などである。

### 3. 試験方法

JIS 規格にあるものはすべて JIS の試験方法を用いることとした。

その他は国立予防衛生研究所分離培養標準株、北川式スス検知器 B 型等を用いた。

上記により製造された処理剤を各装置の便器等より 3~4 日間隔で投入して目下使用中である。

## VI 今後の動向

IMCO (Inter-governmental, Maritime Consultative Organization 政府間海事協議機関) は「船舶からの有害な海洋汚染を少なくとも 1980 年代までに完全に消滅できる国際的な規制をとりまとめる」という総会の決議に従って昨年 10 月~11 月ロンドンで開かれた 1973 年海

洋汚染防止会議において、

1. 船舶からの海洋汚染防止条約
2. 油以外の物質による海洋汚染の場合の公海上の措置に関する議定書
3. 上記関連の決議を採択した。

この条約は本文と 5 つの付属書からなっている。

### 1. 付属書の内容

付属書は下記のとおり。

- 付属書 1. 石油による海洋汚染防止に関する規定
- 付属書 2. 油以外のばら積液体、有害物質による海洋汚染防止に関する規定
- 付属書 3. 色装容器、貨物、コンテナ、ポータブルタンク及び道路鉄道用タンク車によつて海上輸送される有害物質による海洋汚染防止に関する規定
- 付属書 4. 船舶からの污水による海洋汚染防止に関する規定
- 付属書 5. 船舶からのごみ、くず類による海洋汚染防止に関する規定からなっている。

次に付属書 4 船舶からの污水による海洋汚染防止に関する規定について述べる。

#### (1) 污水の定義

- (ア) あらゆる形のトイレ等及び WC スカッパーからの排水その他の排出物。
- (イ) 医療関係区域 (診療室、病室等) からの排水で洗面器、洗面桶及びその区域等のスカッパーから排出されるもの。
- (ウ) 生きている動物の収容場所からの排出。
- (エ) 上記各号の排出物の混った排水と規定されている。

#### (2) 適用対象

200 総トン数以上の新造船、200 総トン数未満または総トン数のない新造船では乗組員が 10 人以上である。同等の現存船に対してはこの付属書の部分が発効してから 10 年後に適用される。

ただし新造船は発効後に契約または起工された船舶、もしくは同じく発効後三年以降に引渡された船舶を意味する。

#### (3) 排出の規制

領海基線から 4 マイル以内は禁止、4~12 マイルの間は粉碎かつ消毒したものだけ排出、12 マイル以遠では 4 ノット以上で航海中に政府が決めた一定の排出基準で排出できることになる。



#### (4) 適用船

他の国の管轄権内の港や、沖合などに航海する船舶に対しては油等の有害物質と同様検査が要求される。

そして国際汚水汚染防止証書の保有が義務づけられる。

しかしこの条約も海洋関係の諸条約と同様軍艦又は政府がオペレートする非商業船（例えば水産庁の漁業監視船、海上保安庁の巡視船）も全部適用除外としているが、日本の海洋汚染防止法ではこれらは全部対象としており防衛庁の艦船も同様適用される。

(5) 締約国に汚水、受入れ施設の整備責任を負わせる。

以上が IMCO 1973 年の会議付属書 4 の概要であるが IMCO 海洋汚染防止条約の発効の要件は全世界の船腹量の 50% を持った 15 カ国が批准したら、その 12 カ月後に発効することになる。

従って船腹量は世界の上位 5 カ国程度で世界全船腹量の 50% をこえてしまうのが現在の海運界の現状といつ

て過言ではない。

現在世界第 2 位の船腹量を保有している日本の動向は条約の発効に大きな影響力があるが、日本が早期に批准（現行の海洋汚染防止法の適用については世界各国を通じて日本が一番早い）するとすれば、かなり早い時期に条約は発効するものと予想される。

## VII あとがき

以上簡単に艦艇に装備された汚物処理装置の概要等を紹介したが、船舶においては同装置そのものが歴史があさく、使用実績もほとんどない現状であるので現在とう載したものが最良の装置及び装備要領とは断言出来ない。

今後の使用実績を見守るとともに、更に装置及び処理剤等についても研究を重ねる必要がある、又将来の規制強化にそなえて陸上施設の整備拡張等についても総合的に研究の要があると考えらる。

## 推進用プロペラ着脱装置の完成

三菱重工は、さきに長崎造船所において舵取付装置を完成したが、これに引続いて推進用プロペラの着脱装置を開発し、このほどアメリカ・シェブロン社向け 26 万トンタンカーに適用し、成功した。

昨今、船の大型化にともない推進用プロペラも大型化し、40 万トンタンカーの場合は重量約 65 トン・翼の直径は約 10.5 m となり、60 万トンタンカーではこれがさらに増大するので、その着脱はきわめて困難な危険作業となるが、このたび開発の装置では電動油圧方式により反転・運搬・着脱を行うことができるので、熟練を要しないで、しかも安全な作業が可能になったものである。

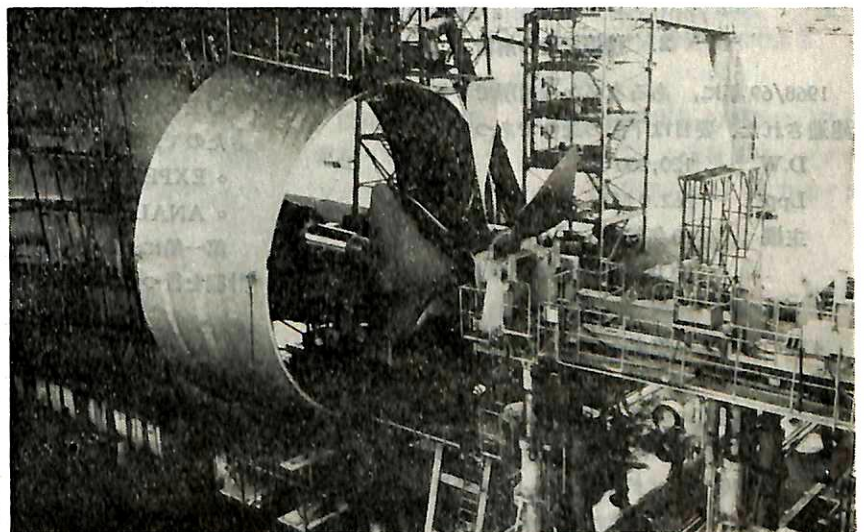
推進用プロペラの着脱は、従来の工法では水平に置かれたプロペラをクレーンで垂直に立て、ついで 2 台のクレーンと補助ワイヤを用いて、船の側面から推進軸の位置に持込み、軸に挿入するもので、また取外す場合はこの逆の方法で作業が行われていた。

この作業は、きわめて高度の技術を必要とし、工数も作業員十数名で 3 日間を費した

が、プロペラ着脱装置を用いることにより作業員は従来の半分で、しかも所要時間はわずか 3 時間程度で作業を完了させることが可能となつたものである。

本着脱装置は、万能型でつぎのとおりユニークな特長をもっている。

1. 舵を取付けた状態で、プロペラの着脱が可能なので、修繕船にも使用できる。
2. プロペラの外側に推進効率を向上させるために円筒形のリングを設けたノズルプロペラの着脱にも適用できる。



プロペラ取付中の推進用プロペラの着脱装置



# 有限要素法によるタンク内構造の自由振動 および強制振動の解析

AN ANALYSIS OF THE FREE AND FORCED VIBRATIONS OF CARGO TANK  
STRUCTURE BY FINITE ELEMENT TECHNIQUE

BY. MR. G. VOLCY, MR. H. GARNIER AND MR. J.C. MASSON

SPECIAL STUDY AND RESEARCH SECTION, BUREAU VERITAS

## 1. 緒 言

この10年間に、船舶、特にタンカーとバルクキャリアーが大型化してきた。船の寸法の増大は、推進機関から船殻構造にわたる問題点を新たにもたらした。また、この2つの分野にまたがる問題も生じている。絶えざる大型船の研究結果、多少動的影響も考慮した主として静的解析法により現在一応満足すべき設計法が確立されているが、それでも大型タンカー、バルクキャリアーに種々の船殻の損傷が生じていることは衆知の事実である。

ここに紹介するのは、タンク内に多くの損傷が発生し、実際的な対策を即座にたてる必要が生じた4隻の姉妹船の例である。この報告では、特にタンク内の構造の振動特性を理論的に調べたことについて主として述べたが、全体の説明上、実船計測及び実際に施工された対策についても記した。

問題の複雑性のため、理論的計算結果と実測結果は、振動モードと振動応力に関して満足すべき一致をみなかったが、ある点では（参考文献23）有益な結果が得られた。

## 2. 損傷とその解析

1968/69年に、ある有名な造船所で4隻のタンカーが建造された。要目は下記の通りであった。

D.W.	120,000 T.
Lpp	262.0 M
主機	10気筒ディーゼルエンジン
	NOR. RPM 108
プロペラ	4翼

4隻のうち、2隻ずつ、タンク配置と構造が異なった船であった。

試運転を無事に終え、ヨーロッパとベルジャ湾の航路についた。振動レベルも特に大きいことはなかった。しかし、2年後、タンク内にクラックが発見された。最初は、エンジンルームの船首側のウィングタンクに、ついでその前のタンクに、またウィングタンク程ひどくはな

いが、対応するセシタータンクにもクラックがあつた。Fig. 1に、最後部タンクの最初の検査で発見された種々のタイプのクラックの様子を示す。

これらのクラックは、A～Hの8種類に分類される。いずれも高い応力集中が生ずる HARD SPOT と称せられる個所にクラックは発生している。B, E, F のクラックは、BOTTOM と SIDE SHELL にあり、G と H はストラットの外板側の端部に生じている。

文献19によれば、VLCCの一生に生ずるクラックは2種類に分けられる。

- (i) 短期型……就航後2～3年で生ずる。
- (ii) 長期型……就航後5～6年で生ずる。

詳細設計の不良、工作の不良によるものを除くと、短期間に生ずるクラックは、局部構造の振動による高サイクル疲労によるもので、長期型は、船の運動、荷重の変化、腐蝕等が関係する低サイクル疲労によると考えられる。

特にウィングタンクでは、タンククリーニング時に水位が変化するので、ある水位でタンク内構造がはげしく振動することも考えられる。A～Hのクラックの表面の観察からウィングタンク内の構造が振動していることが確かめられた。

船主と造船所は、この問題の解決をB.V.に依頼してきたので、B.V.は次の方法で調査を行った。

- EXPERIMENTAL AND MEASUREMENT
- ANALYTICAL AND THEORETICAL

第一船について、損傷箇所を復旧した後に、B.V.が計測を行った。

## 3. 実験及び計測による研究

起振源を確かめることと、どの部分が振動しているかを調べるための計測を行った。

### 3.1. 実 験

プロペラと主機の起振力の大きさと、タンク内の構造の振動応答を計測するための計器を、第一船の修理の時にとりつけた。

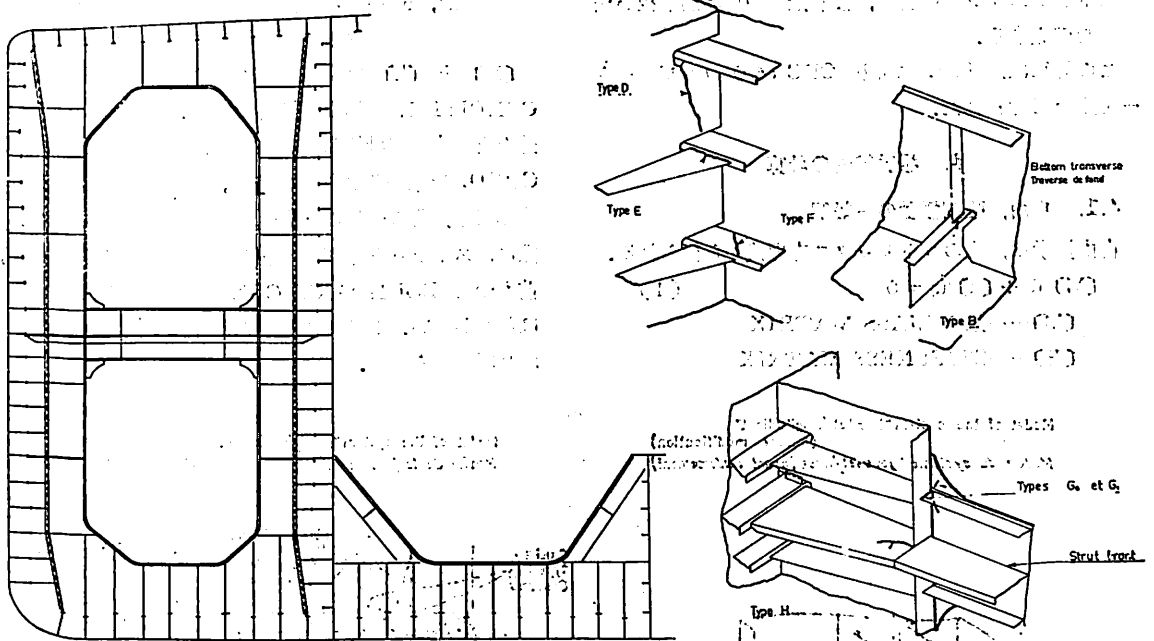


Fig. 1. Cracks of the tank steel work.  
Cassures de charpente des citernes.

### 3.1.1. 起振力の計測

プロペラ起振力は、シャフトベアリングと推進装置を通じて船体に伝わるものと、船体表面の圧力として伝わるものがある。後者のために、プロペラアーチのまわりと、プロペラ直上に水圧計をとめつけた。前者のためには

- TAIL SHAFT の上下、左右振動
- SHAFT と THRUST BLOCK の前後振動
- 推力と推力変動 (ストレングージによる)
- トルクとトルク変動 (ストレングージによる)

の計測を行った。

主機の起振力は、ダイナミックアンバランスと、爆発によるトルクの不均一から生ずる。これらに対するものとして

- 主機と二重底の上下振動
- 主機、ベッドプレート、主機台の横振動
- 推力台の上下、前後振動
- クランク軸の前後振動

の計測を行った。この4つの計測をすれば主機の起振力に関しては充分である。

計測結果は次の通りであった。

- プロペラの起振力は、どちらも小さく、軸系に共振は見られなかった。

○主機のアンバランス及びトルク変動による起振力も許容範囲であった。

○クランク軸の前後振動は、プロペラからの4次とエンジンの5次の振動が重なつて生じていた。常用回転でクランク軸は共振をおこしていた。そのため、起振力は、軸と推力台を通じて二重底構造に伝わり機関室の振動をひきおこしていた。推力台の前後振動の振幅は最大 0.40 mm であつて、0.40 mm の振幅は許容値一杯である。

### 3.1.2. 構造の応答の計測

機関室内の振動、HULL GIRDER の振動は、許容範囲内であつた。クラックの発生した最後部ウィングタンクでは、振幅と応力の二つが計測された。応力はクラックを復旧した個所で計測された。

### 3.2. 理論的考察

計測と平行して理論的考察を行った。その主目的は次の通りである。

- ウィングタンクのトランスリング (船底、船側、甲板も含めて) の固有振動数のスペクトラムを求める。
- それぞれの固有振動に対する振動モードを求める。
- 4次及び5次の振動数の起振力を加えた時の、トランスリングの振動の定性的把握。
- クラック防止法決定のために、計測と計算の対比。

○トランスリングの自由、強制振動の理論的取扱い法を確立する。

この計算は、B.V.により CDC 6600 コンピューターを用いて行われた。

#### 4. 振動特性の計算

##### 4.1. 自由、強制振動の一般解

自由振動は、次のマトリックス方程式から得られる。

$$[M]\ddot{u} + [k]u = 0 \quad (1)$$

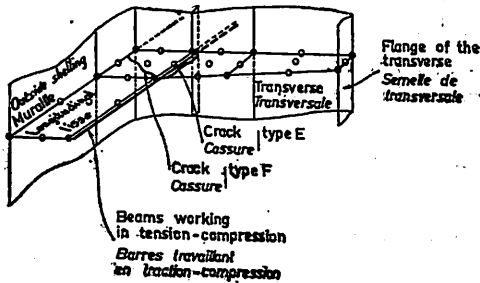
[M]……系の MASS MATRIX

[k]……STIFFNESS MATRIX

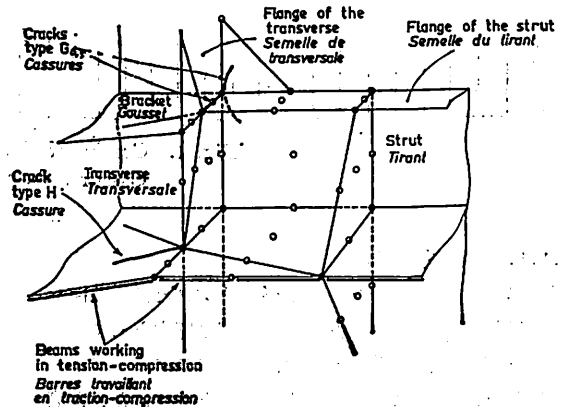
$|\ddot{u}|, |u| \dots$ 系の自由度に対する加速度と変位のベクトル

[M] と [k] を求めるためには、BOUNDARY CONDITION の知識が必要である。従来は、一部の構造をとり出して計算していたので、この BOUNDARY COND. を求めることが困難で、そのため、せつかく計算しても、その結果の真実性に疑問がもたれていた。実際に、ストラットやブラケットの固有振動数の計算に、前もつて BOUNDARY CONDITION を決めることはむづかしい。トランスリングや外板の振動モードがわかれば別であるが。

Model of the system "bracket/longitudinal" (before modification)  
Modèle du système "gousset/lisse" (avant renforcement)



Model of the system "strut/transverse"  
Modèle de la jonction "lirant/transversale de muraille"



Finite elements presented by triangular and quadrilateral membranes of quadratic field of displacement.

Éléments finis constitués par des membranes planes triangulaires et quadrilatères à champs de déplacement quadratique.



Rotation fixed alongside of limit-axes  
Rotation bloquée autour des frontières

Vertical surfaces situated in the middle of span between the transverses.  
Plans verticaux situés à mi-distance des anneaux.

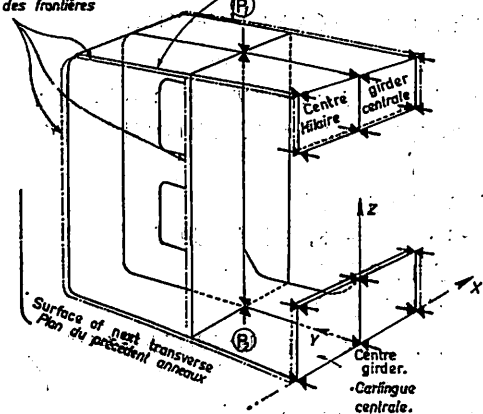


Fig. 2. Types of modelization used and transverse boundary conditions adopted.  
Types de modélisation utilisés et conditions aux limites des transversaux adoptées

上記の理由から、仮定の BOUNDARY CONDITION を用いないようにするためには、全体の構造を一度に取扱うことが必要である。この場合、最初は一つのタンク内の構造すべてについて F.E.M. で計算しようと計画したが、コンピューターの費用から、トランスリング一つについてのみ計算することになった。  
 強制振動の場合は、減衰と起振力が加わりマトリックス方程式は次のようになる。

$$[M]\ddot{u} + [C]\dot{u} + [k]u = \{F\} \quad (2)$$

プロペラまたは主機の起振力がわかつたとしても、それに対する機関室の応答を求める問題がこの。船体後部の HULL GIRDER と機関室構造全体の応答計算を行わないと、タンク内構造の起振源となる加速度の分布を決めることができない。このような解析は現在ではできることはできるが、正確な加速度を求めることはできない。従つて、ウィングタンクの構造の強制振動の応答の計算では、加速度の大きさは仮定した値を用いた。

今問題になっているタンカーの場合には、主な起振力は、軸の前後振動により推力台を通してその附近の構造に伝わっている。従つて、タンク内構造の応答の計算も

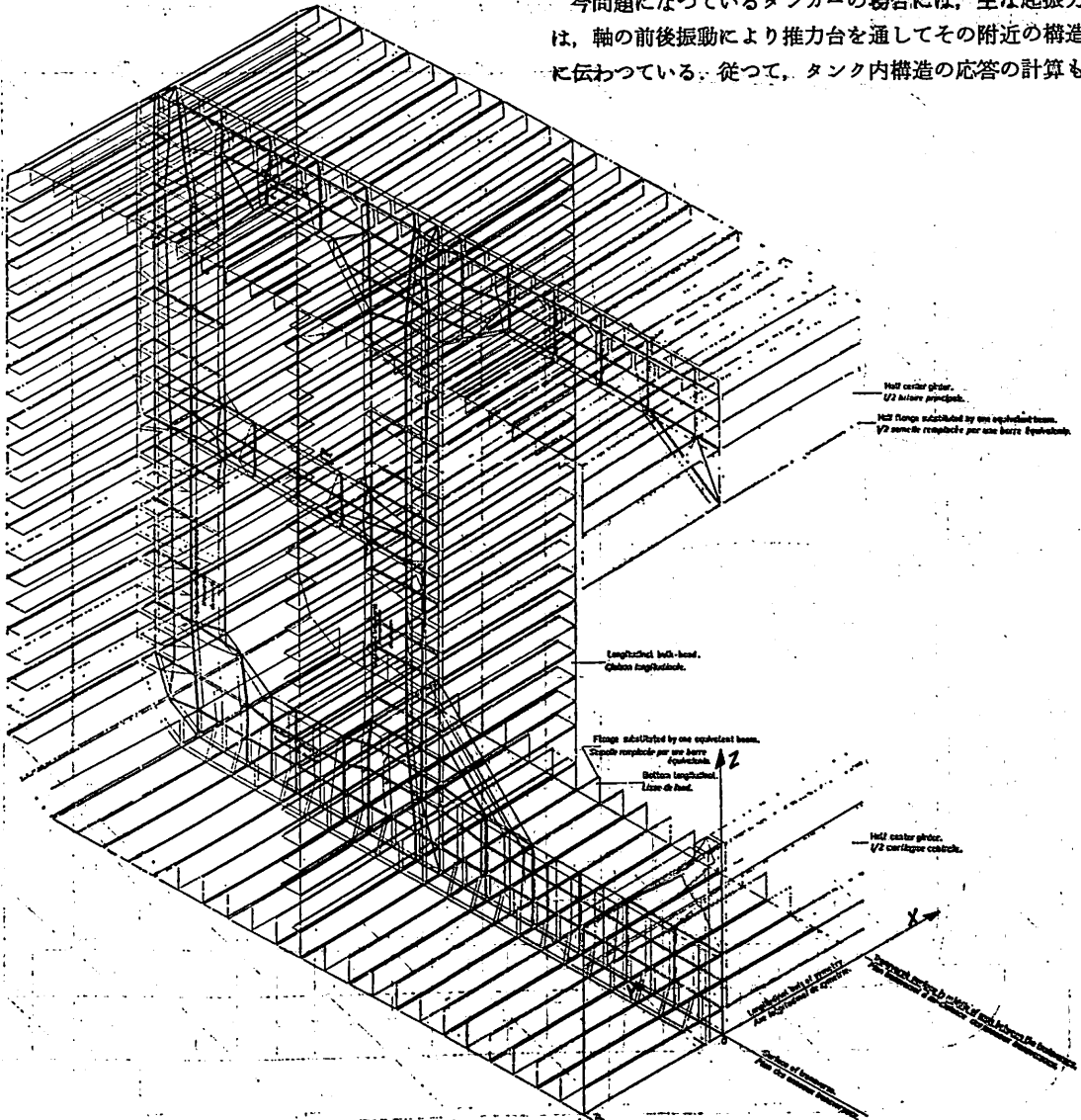


Fig. 3. Elasto-dynamic model of the transverse steel-work drawn by plotter.  
 Modélisation élasto-dynamique d'un anneau transversal tracée à l'ordinateur.



この起振力について行つた。結果は5.2.節に示した。

#### 4.2. モデル化

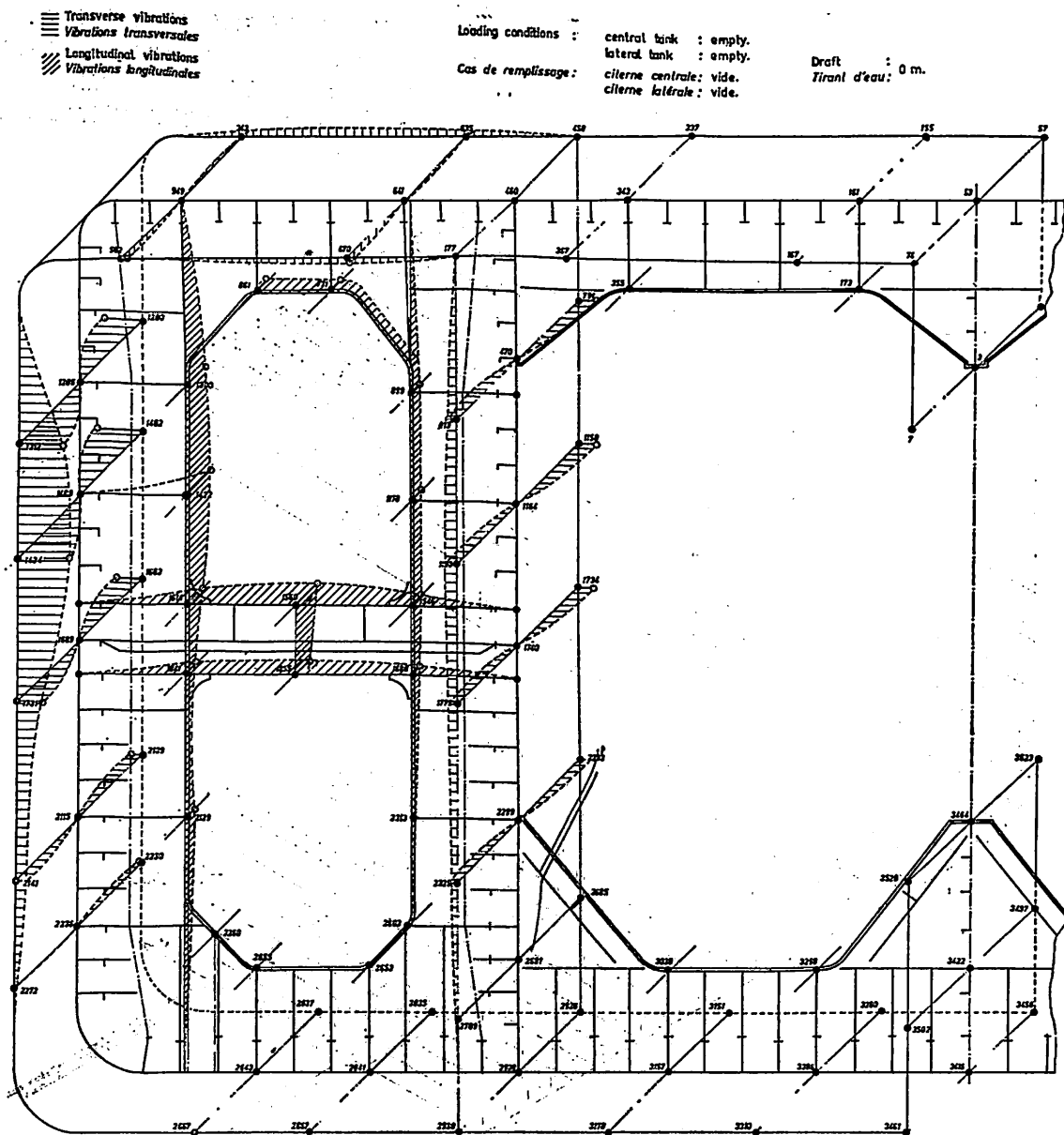
計算費用の制限のため、一つのウィングタンクの中の一つのトランスリングについて計算を行つた。Fig. 3に示すように、船底、船側、甲板の板は有効幅だけ取りつけた。Fig. 1の損傷箇所はFINE MESHとした。T. BRTのモデルをFig. 2に示す。

モデル化にあつて次の点を注意した。

- 追加補強を容易に加えられる。
- 前後方向の振動が計算されるように、前後方向の剛性をMIN.にした。

Fig. 3にプロッターで画かせたモデルを示す。このモデルは851の要素と3540の節点をもっている。

#### 4.3. BOUNDARY CONDITION と自由度の仮定



船体中心面に関して、左右対称とした。すなわち、 $D^*$ , BOTTOM の  $\phi$  GIRDER の節点は、上下、前後には自由だが、左右には  $\Delta y=0$  とした (Fig. 2 参照)。L.BHD の上下の  $P_1$  と  $P_2$  では  $\Delta z=0$  とした。

その他に、回転を止めるために、トランスリングと隣のトランスリングの中央で、船底と甲板については X-Y 面で回転なし、外板は X-Z 面に対して回転なしとした。結局、その平面内で応力をうける節点については 2 自由度、同じ平面内にあつて、2 またはそれ以上の要素に共通な節点については 3 自由度の拘束条件となつた。このモデルは 8,000 以上の変位と回転をもつことになる。

このようにして決められた自由度は正確に節動的自由度に対応する。構造の固有振動数や強制振動を計算する場合、このように自由度を制限して CONDENSATION と呼ばれる合理化をすることができる。このモデルは、このようにして 100 の MASTER NODE をもつ合理化されたシステムになつた。MASTER NODE は、トランスリングのウェブと、このモデルの BOUNDARY AXIS に配置され、140 の変位と回転の自由があたえられている。

#### 4.4. 計算

固有振動数の計算は次の LOADING CONDITION について行われた。

○ウィングタンク、センタータンクとも空

.....CASE A

○ウィングタンク満、センタータンク空

.....CASE B, CASE C

CASE A, B はもとのウィングタンクの構造のまま、CASE C は補強後について計算が行われた。水中の振動の場合は、トランスリング及び外板に、二次元流れによる VIRTUAL MASS を含めた。軽目孔の影響も考慮した。

起振力は常用回転における 4 次 (プロペラの起振力) と 5 次 (主機の起振力) のものを用いた。起振力は推力台を通つてくるので、起振力の分布を次のように考えた。

○前後方向の起振力は船底で最大、甲板で 0 となるよう直線分布とし、前後の位置では一様分布とした。

○横方向の起振力は、船底、船側に一様に加わる。

この分布は CASE B と C、すなわちウィング満、センター空の場合に用いた。

#### 5. 計算結果と解析

##### 5.1. 自由振動

剛性と質量マトリックスの CONDENSATION によつて 100 の MASTER NODE に合理化したが、それでも大へんな計算になるので、40 Hz までの固有振動数

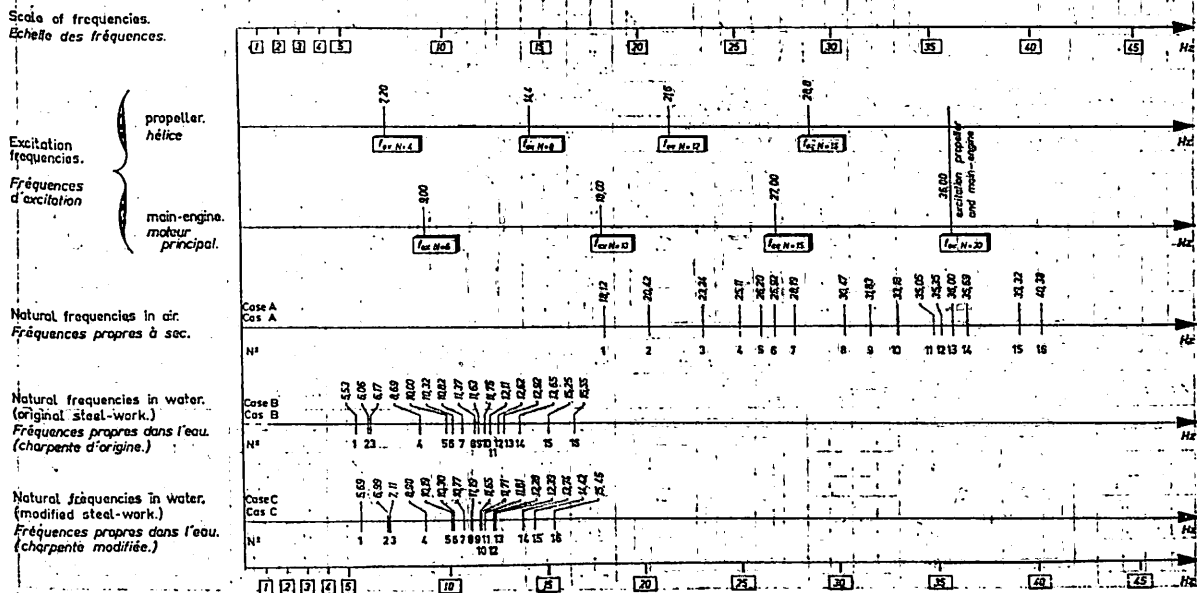


Table 1. Spectrum of excitation and natural frequencies.  
Spectre des fréquences d'excitation des fréquences propres de la charpente.

を求めることにした。そのため 16 のモードまでが得られた (Table 1 参照)。

Fig. 4 に、計算により得られたモードの一例を示す (訳者注: 他の 5 例は割愛した)。

Fig. 10 に CASE B における 16 モードを示す (訳者注: CASE A と C は割愛した)。

Fig. 12 は補強方法の検討に便利なようにつくつたスケッチである。計算結果は次の通りである。

a) 16 モードについていえば、ウィングタンクの構造の固有振動数の空中の値は、水中の値よりも高い

範囲にある。

空中 18~40 Hz

水中 5.5~17 Hz

b) CASE B, C では、水中の固有振動数のスペクトラムは、VERY NARROW BAND であり、Fig. 12 の a) に示した起振力の一つと共振の可能性が高い。

c) 振動モードは 3 種類に分けられる。

STRUCTURAL MODE

CASE A ..... 1 ST, 11 TH MODE

Case B : Before modifications : central tank 0,6m, lateral tank 17,5 m, draft 10m.							
Cas B : Avant renforcements, citerne centrale 0,6m, citerne latérale 17,5 m, tirant d'eau 10 m.							
1 <sup>st</sup> mode $f_0 = 5,53$	mode of assembly mode d'ensemble	2 <sup>nd</sup> mode $f_0 = 6,06$	mode of assembly mode d'ensemble	3 <sup>rd</sup> mode $f_0 = 6,17$	mode of assembly mode d'ensemble	4 <sup>th</sup> mode $f_0 = 8,69$	mode of assembly mode d'ensemble
A max: in way of rc 17 & 8 longitudinal of outside-shelling. Esse/gousset de muraille n° 17 et 8.		A max: in way of rc 8 of B.H.D longitudinal. Esse/gousset de cloison n° 8.		A max: in way of rc 5 & 8 longitudinal of outside-shelling. Esse/gousset de muraille n° 5 et 8.		A max: in way of rc 17 of B.H.D longitudinal. Esse/gousset de cloison lg. n° 17	
5 <sup>th</sup> mode $f_0 = 10,00$	mode of the outside-shelling mode le long de la muraille.	6 <sup>th</sup> mode $f_0 = 10,32$	mode of assembly mode d'ensemble	7 <sup>th</sup> mode $f_0 = 10,82$	local mode: bottom transverse. mode local: transversale de fond	8 <sup>th</sup> mode $f_0 = 11,37$	mode of assembly mode d'ensemble
A max: in way of rc 17 longitudinal of outside-shelling. Esse/gousset de muraille n° 17		A max: in way of rc 20 longitudinal of outside-shelling. Esse/gousset de muraille n° 20.		A max: Esse de fond n° 20.		A max: in way of middle of strut. milieu du tirant.	
9 <sup>th</sup> mode $f_0 = 11,63$	local mode: bottom trans. con. mode local: trans. de fond, cit. con.	10 <sup>th</sup> mode $f_0 = 11,75$	mode of assembly mode d'ensemble	11 <sup>th</sup> mode $f_0 = 12,11$	mode of assembly mode d'ensemble	12 <sup>th</sup> mode $f_0 = 12,62$	mode relat. local: B.H.D & strut. mode relat. local: front, cloison lg
A max: in way of rc 20 bottom longitudinal. gousset/Esse de fond n° 20.		A max: in way of rc 5 B.H.D longitudinal. gousset/Esse de cloison lg n° 5.		A max: in way of rc 5 longitudinal of outside-shelling. gousset/Esse de muraille n° 5.		A max: in way of middle of strut. milieu du tirant.	
13 <sup>th</sup> mode $f_0 = 12,92$	mode relat. local: strut, B.H.D trans. mode relat. local: tirant, trans. de lg	14 <sup>th</sup> mode $f_0 = 13,65$	local mode: strut mode local: tirant	15 <sup>th</sup> mode $f_0 = 15,25$	mode of assembly mode d'ensemble	16 <sup>th</sup> mode $f_0 = 16,55$	mode of assembly mode d'ensemble
A max: in way of middle of strut & rc 8 B.H.D longitudinal. milieu du tirant et gousset/Esse de cloison lg n° 8.		A max: in way of middle of strut. milieu du tirant.		A max: in way of middle of strut. milieu du tirant.		A max: in way of rc 6 longitudinal of outside-shelling. gousset/Esse n° 6.	

Fig. 10. Résumé de vibratory patterns of transverses for different conditons.  
Résumé des comportements vibratoires des transversaux pour les différentes conditions.

CASE B...1 ST, 10 TH MODE

CASE C...1 ST, 6 TH

LOCAL MODE

CASE A...センタータンク BOTTOM TRANS の 10 TH MODE

CASE B...14 TH MODE STRUT

RELATIVELY LOCAL MODE (連成振動)

CASE B...12 TH MODE STRUT and L. BHD

d) 上記の振動モードから、STRUT や BKT だけを取り出して、BOUNDARY COND. をあてて計算することの困難さがわかる。

e) CASE A, B, C の計算結果から、互に直角な部材 (外板と WEB) は一緒に回転振動をしていることがはつきりわかる。Fig. 12 の (d<sub>1</sub>) をみればよくわかる。

この場合、P の振幅は M, N の振幅と同程度の大きさであり、M と N は位相が反対である。Fig. 12 の (d<sub>5</sub>) からわかるように LONG<sup>L</sup> の振幅は

大きい、SPAN の中央では、断面の変化がなく、応力の集中がないのでクラックは生じない。

f) 外板と WEB に関しては、高次のモードでは M と N が同位相で振動することがわかった。このモードでは P の振幅は Fig. 12 の (d<sub>2</sub>) に示すように M と N の振幅より小さい。然し Fig. 12 の (d<sub>4</sub>) に示すように、WEB の振幅は小さいが、SIDE SHELL LONG<sup>L</sup> の曲げ応力は支持点 V で大きくなり、ちょうどここに F.B. BKT 等応力集中をおこす部材があることと相まってクラックを生じる原因となっている。このようなモードの振動は、ウィングタンクが満の時に振動数が 8 次、10 次、12 次で共振としてあらわれうることがわかった。

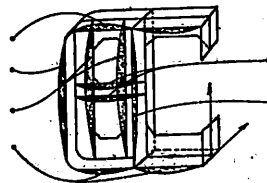
Fig. 10 の CASE B...11, 13, 15, 16 MODE, また、ここでは割愛したが CASE A の 13, 14, 16 MODE, CASE C...11, 13 MODE がこのタイプに相当する。

g) 同様のことがウィングタンクの STRUT についてもいえる。CASE B...2, 3, 4 MODE, CASE

Origin	Order	f <sub>0</sub> Hz
H	4	7.2
M	5	9
H	8	14.4
M	10	18
H	12	21.6
M	15	27
H	16	28.8
H & M	20	36

a) Values of main excitations frequencies.  
Valeurs des fréquences d'excitation.

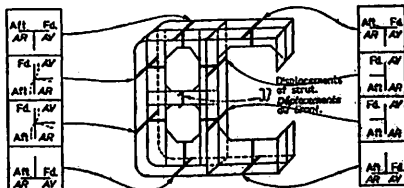
Deformation of deck in the surface YZ, direction of Z.  
Déformée du pont dans le plan YZ, suivant Z.  
Deformation of outside-shelling in the surface YZ, direction of Y.  
Déformée de la muraille dans le plan YZ, suivant Y.  
Deformation of transverse of outside-shelling and longitudinal B.H.D. in the surface ZX, direction of X.  
Déformée des transverses de muraille et obijon longitudinale dans le plan ZX, suivant X.  
Deformation of bottom in the surface YZ, direction of Z.  
Déformée du fond dans le plan YZ, suivant Z.



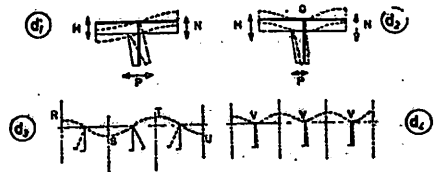
Deformation of strut in the surface XY, direction of X.  
Déformée du chost dans le plan XY, suivant X.  
Deformation of longitudinal B.H.D. in the surface ZX, direction of Y.  
Déformée de la obijon longitudinale dans le plan ZX, suivant Y.

b) Definition of vibratory form surfaces.  
Définition des plans de déformées.

General rotation of system out-of-phase displacements of longitudinal extremities.  
Relation générale du système, déplacement en opposition de phase des extrémités de lisse.  
In phase displacements of longitudinal extremities.  
Déplacement en phase des extrémités de lisse.



c) Definition of vibratory forms of system transverse/bracket/longitudinal.  
Définition des déformées du système anneau/goussot/lisse.



d) Vibratory forms of system transverse/out-side shelling.  
Déformée vibratoire du système anneau/bordé extérieur (muraille)

Fig. 12. Auxiliary sketch for analysis of results of vibration calculations.  
Croquis auxiliaire pour l'analyse de résultats des calculs de vibrations.



C...2, 3, 4 MODE がそれである。このように同位相か逆位相かを考えることにより、高応力の範囲がはつきりしてくる。それにより補強法も自ら明らかになる。

h) ウィングタンクの水の影響をはつきりさせることも大切なことである。これは CASE A と B を比較することで明らかになる。主要点は下記の通り。

○水が入ると最低次の固有振動数は 1/3.5 となる。

○水が入ると高次の固有振動数は 1/2.5 となる。

計算結果を比較すると次のことがわかる。

○タンカーのタンク内構造が共振することがあり得る。

○主な起振振動数は計測結果から得られる。

○起振振動数と固有振動数の関係からビートが生じており、このために記録の解析が複雑になった。

○計測でもモードの変化が記録されており、計算結果ストラットとウェブの振動が同位相になつたり逆位相になることの確認がなされた。

以上の計算と計測結果をもとに補強が行われた。

そして更に計測と計算が行われた。

補強の効果は、次のように計算と計測でたしかめられた。

○固有振動数のスペクトラムの変化は非常に小さい。最低次の固有振動数が 5.53 Hz から 5.69 Hz に、16 次の固有振動数が 16.55 Hz から 15.45 Hz に変つた。

○夫々の対応するモードの固有振動数の変化も小さい。例えば 6 TH MODE が 10.32 Hz から 10.30 Hz に変つた。

○異つた MODE FORM の明らかな変化。

○新しい MODE の出現 (CASE C 15 TH MODE)

コンピューターの計算及び実測結果から、構造物の固有振動数のスペクトルバンドを大幅に変えることは非常に困難であることがわかつた。一度決つた構造は、補強により起振振動数の範囲外に固有振動数のスペクトルバンドをもつて行くことは非常に困難であるということである。

従つて補強対策は、応力集中の部分もなくする観点から次のように実施された。

1) D タイプのクラックには追加の水平 BKT を設ける。

2) B タイプのクラックに対しては、小さい BKT を追加するか、F.B. の直角の角をソフトにする。

3) E, E タイプのクラックに対しては、LONG

との取合いの長い BKT ととりかえた。このため再計測時の応力は 25% に下つた。

4) クロスタイの G タイプのクラックに対しては、クロスタイの平均応力を下げるために、フランジ付の大形ブラケットを設けた。

また、ウェブに T. BKT を増設した。

## 5.2. 強制振動

タンク内構造の強制振動応答を正しく評価するためには、次のことを知る必要がある。

○プロペラ起振力 (6 つの成分と SURFACE FORCE) の正確な値



○主機の起振力

○起振力の他の部材との共振による拡大 (機関室二重底が共振体となつて推力変動を拡大して伝える例など)

○ウィングタンク各部の起振加速度の分布 (絶対値、方向、位相)

プロペラまたは主機の起振力に対する応答の大きさを評価するために EXCITATION FLUX について仮定を設けた。4.4 節で説明したように、プロペラ起振力としては回転数の 4 倍、主機については 5 倍の振動数について計算した。計算は NODAL METHOD によつた。この方法では、起振力全体の影響を数種の成分の影響に分ける。夫々の成分は、一つの固有振動数を持ち、それに対する振動モードをあらわす。最終的には、夫々の影響を重ね合わせる。この方法は各成分の影響を速かに取れんさせる特徴がある。

Fig. 13 と 14 にトランスリングの強制振動の応答を示す。起振力は、断面の周囲に単位の前後方向の力を加えたのが Fig. 13 で、左右方向の力を加えたのが Fig. 14 である。図からわかることは、強制振動の応答は起振加速度の分布と全く異つてゐることである。振動モードが起振加速度と異つてゐることと、左右方向の起振力の場合が、前後起振の場合の振幅の約 20 倍となつてゐることは注目すべきことである。このことから、強制振動の計算では、起振力の絶対値、方向、位相を正確に決めることが大切であることがわかる。この分野では、今後大いに研究すべきことが残つてゐる。例えば起振力の分布を前もつて決めることは、現在では全く不可能である。実際に、推力台の前後振動が最後部ウィングタンクのトランスリングとクロスタイの前後振動をおこさないことと予見することはむづかしい。推力台の前後振動がウィングタンクの上下、左右方向の起振力に変換されるならば、ウィングタンクのトランスリングの振動がおこされる。推力台の前後振動が、推力台下の二重底の回転振動

 Transverse vibrations.  
 Vibrations transversales  
 Longitudinal vibrations.  
 Vibrations longitudinales

Scale of deformations.  
 Echelle des déformations.

0 5.30 mm

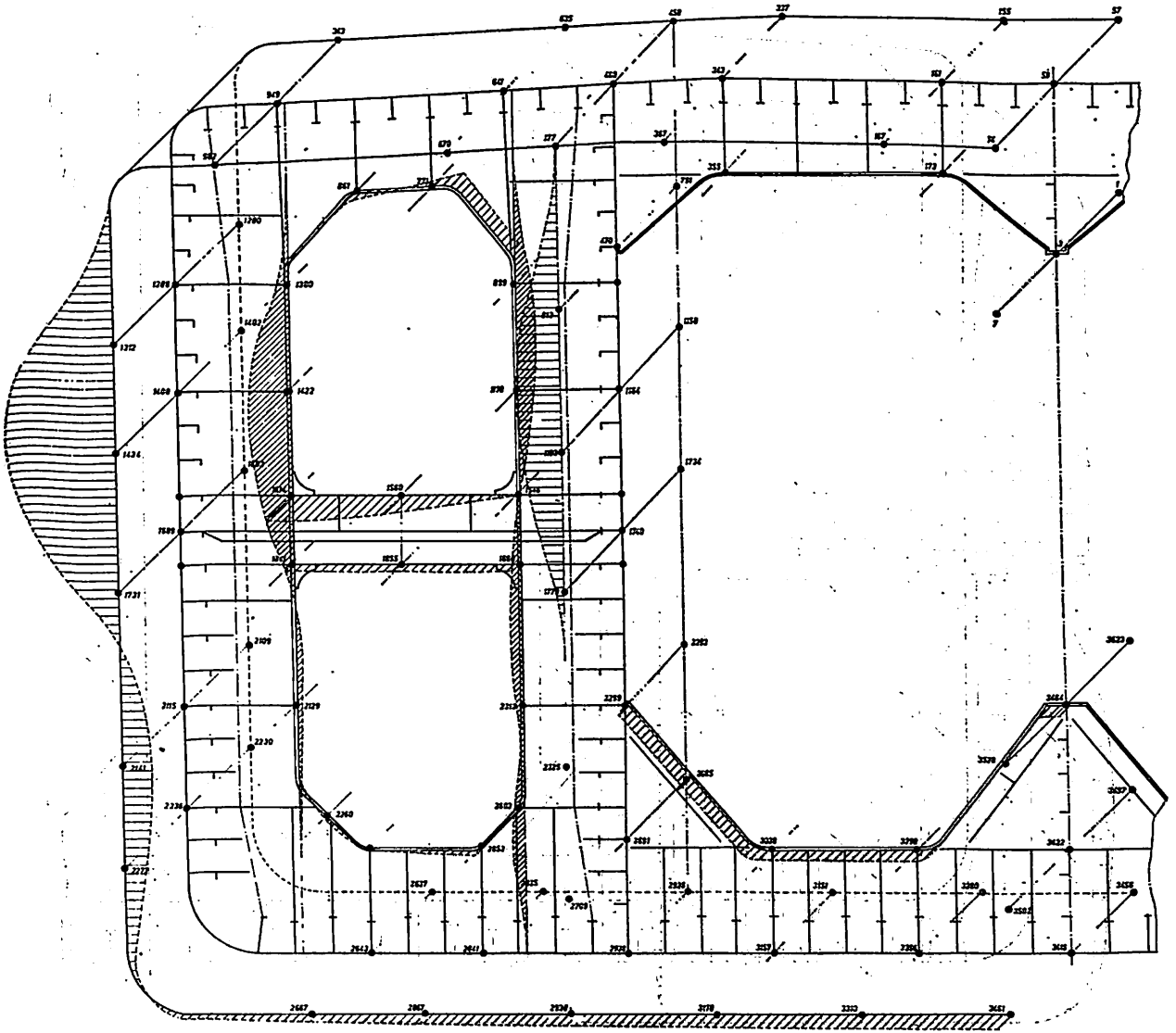


Fig. 13. Response in forced vibrations of the transverse to longitudinal excitations.  
 Réponse en vibrations forcées des transversaux aux excitations longitudinales.

をおこせば、機関室前部では上下振動となる。ついで外板は左右振動をおこす。このようにして最後部ウイングタンクの構造に上下左右方向の起振力が伝わる。このような考え方は完全ではないが、強制振動の計算が次の点を示している。

○ウイングタンクのトランスリングの応答は、主機起振力 ( $N=5$ ) に対するものの方がプロペラ起振力 ( $N=4$ ) によるものより大きい。

○ウイングタンクのトランスリングの振動形は、動的応答の点から  $N=5$  の起振力に対して一般に不都合である。

上記結果より次の結論を下した。

1. 推力台構造は充分な剛性を示した。プロペラ起振力は通常であり、共振体の存在による拡大もない。従つて、推力台の補強、プロペラの取換の必要はない。

Transverse vibrations.  
 Vibrations transversales.  
 Longitudinal vibrations.  
 Vibrations longitudinales.

Scale of deformations.  
 Echelle des déformations.

0 5.10<sup>-3</sup>mm

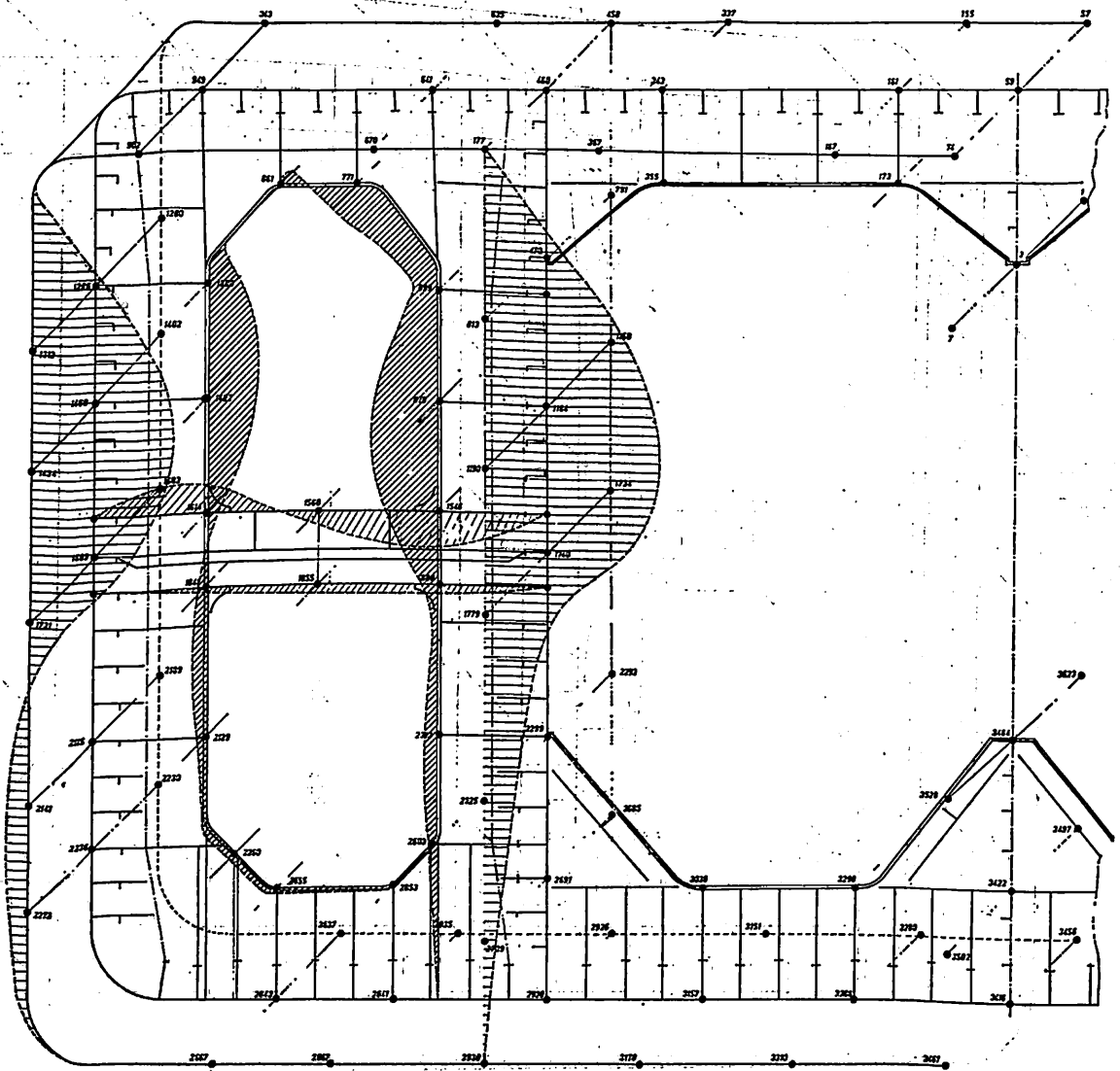


Fig. 14. Response in forced vibrations of the transverse to transverse excitations.  
 Réponse en vibrations forcées des transversaux aux excitations transversales.

2. クランク軸の前後振動とともに推力台の前後振動が生じている。この振動は5次の起振力をもっており、この振動数に対してウィングタンクのトランスリングは敏感である。この振動を減少させるためにクランク軸の前端にダンパーを取付けることにした。ダンパーによりクランク軸の前後振動は1/10となつた。ダンパーは4隻の船にすべて取付けられた。

## 6. 一般的考察

計測結果について興味ある点を述べる。Fig. 1のEタイプのクラックの原因となつた応力をT. BKTで計測した。108 R.P.M.で5次の振動応力  $\sigma = \pm 6.2 \text{ kg/mm}^2$  であつた。これがBKT TOEのSHARP CORNERの応力集中により増大されてクラックを生じたと考えられる。この時のT. BKTのTOPの前後振動は0.37gであつた。T. BKTのTOEをSOFTに改良

したら、応力は  $\sigma = \pm 1.05 \text{ kg/mm}^2$  となり TOP の前後振動は 0.2 g となつた。BKT TOE の改良は、この部分の応力を減少させたが、固有振動数の変化はもたらさなかつた。振幅は 50% に止つたが、応力は応力集中を防いだため 83% も減少した。

以上は水中における計測結果であり、水を入れたための VIRTUAL MASS の影響は非常に大きい。ウィングタンクが空の場合は T. BKT の TOP の振動は 12 次の振動で、複振幅  $A_d = 0.075 \text{ mm}$ 、加速度は 0.067 g が計測された。タンクに水を入れると (Fig. 10 の CASE B) 108 R.P.M. における計測値は 5 次の振動となり、 $A_d = 2.3 \text{ mm}$ 、加速度は前に述べたように 0.37 g となつた。この振動レベルの増大は、固有振動数が変化して、クランク軸の前後振動から生じている 5 次の起振振動数に近づいたため共振をおこした結果である。補強後の計測にクロスタイの回転振動があらわれている。90 R.P.M. での 5 次の振動はクロスタイに関して逆位相を示している。

クランク軸の前後振動に対するダンパーの効果は、前にも述べたように、推力台の振動は 105 R.P.M. で共振をおこし、複振幅は 0.40 mm であつたが、ダンパーを設けた後は、BALLAST 状態で 94% 減少し、満載状態では 80% 減少して 0.05 mm の振幅となつた。

タンク内構造の補強を行い、ダンパーを取付けた後はタンク内構造の振動状態は大いに改善され、その後船主から特に問題を生じたという報告をうけていない。

## 7. 結 論

1) タンカーが大型化してきた上に、構造の軽量化の研究が進んできたためにタンク内構造の固有振動数が下つてきた。そのため主機の起振力と同調する場合がでてきた。

2) タンカーの大型化にともない、主機の出力が増大してきたので一層振動が問題になつてくる場合が増える。

3) ここに示した計算結果から、タンク内構造の一部を取出して正確に固有振動数を計算することは不可能であることがわかる。何故なら、取出した構造の一部分に対する BOUNDARY CONDITION をあらかじめ決めることができないから。

4) タンク内構造の固有振動数と振動モードを知ることとは、応力集中の生ずる箇所を知るには有効であるが、振動現象を取扱うためにはその一部分をしめるにすぎない。

5) タンク内構造の振動による応力の大きさを知るためには、強制振動の応答を知る必要がある。

6) タンク内構造の強制振動の応答を知るためには、タンク構造に加わる加速度の分布を知る必要がある。この起振加速度の分布は、まずプロペラ及び主機の起振力に対する機関室構造の応答を計算して、その結果をタンク内構造にまで延長して求める。

7) クラックの多発している現在の大型船については、構造の振動応答を求め、どの部分に高い応力集中がおきているか調べるのが先決である。

8) 経験と理論が示すように、クラックが発生したからといって、起振源や応答を察知しないで、あわててプロペラを取換えたり、推力台を補強する等の対策を決めるのはよくない。起振源や応答を確認すると、効果的な、簡明な、経済的の対策が自ら決まる (この場合のダンパー取付けのように)。

## 8. 謝 辞

船主と造船所に協力と、この報告書の発表許可について感謝する。B.V. の取締役 Mr. BOURCEAU に、この報告書の発表許可について感謝する。本計算に協力していただいた同僚及び B.V. の計算センターに感謝する。

(訳者あとがき)

(IHI 船舶事業部基本設計部 間野正己)

本論文は、近々 EUROPEAN TECHNICAL JOURNAL に発表される予定であるが、著者が特に日本の造船技術者に紹介してほしいと次のメッセージと共に送つてきたものである。

ACCORDING TO OUR KNOWLEDGE, TILL TODAY SUCH A CALCULATION HAS NOT YET BEEN EXECUTED ELSEWHERE AND NOT BEEN PUBLISHED BY ANYBODY.

WE THINK ITS PUBLICATION IN JAPANESE MAY BE VERY USEFULL FOR BRINGING OUT THE APPEARANCE OF DIFFERENT PHENOMEUA WHICH, ACCORDING TO OUR KNOWLEDGE, HAVE NOT YET FULLY SOLVED. ALSO THE COMPLEXITY OF CALCULATION MAY OPEN THE EYES OF SOME GENTLEMEN WHO PREFER TO TAKE THE RISK CONSIDERING THE UP-TO-DATE F.E.M. CALCULATION UNNECESSARY.

参 考 文 献

- 1) C. ZIEKIEWICZ—The finite element method in engineering science— MC GRAW-HILL— LONDON.
- 2) J.S. PRZEMIENIECKI—Theory of matrix structural analysis— MC GRAW-HILL BOOK COMPANY— NEW YORK.
- 3) L. LANDWEBER and M. C. de MACAGNO— Added mass of two dimensional forms oscillating in free surface— JOURNAL OF SHIP RESEARCH 1957.
- 4) T. KUMAI—Damping factors in the higher modes of ship vibration— APPLIED MECHANICS KYUSHU UNIVERSITY 1958.
- 5) T. KUMAI—On the virtual inertia coefficients for the vertical vibration of ships— APPLIED MECHANICS KYUSHU UNIVERSITY 1959.
- 6) O. GRIM—Die Schwingungen von schwimmenden zweidimensionalen Körpern Berechnung der hydrodynamischen Kräfte—D.F.G./KSWA 1959.
- 7) L. LANDWEBER and Mr. MACAGNO—Added mass of a three parameter family of two dimensional forces oscillating in a free surface— JOURNAL OF SHIP RESEARCH 1959.
- 8) T. KUMAI—Some correction factors for the virtual inertia coefficient for the horizontal vibrations of a ship— APPLIED MECHANICS KYUSHU UNIVERSITY 1961.
- 9) A.J. JOHNSON and P.W. AYLING—On the vibration amplitudes of ships hulls—INSTITUTE OF ENGINEERS & SHIPBUILDERS OF SCOTLAND 1961/1962.
- 10) T. KUMAI—Some notes on the virtual mass associated with vertical vibration of ships— APPLIED MECHANICS KYUSHU UNIVERSITY 1962.
- 11) T. KUMAI—The effect of distribution of load upon the virtual inertia coefficient in the vertical vibrations of a ship— APPLIED MECHANICS KYUSHU UNIVERSITY 1962.
- 12) T. KUMAI—On the apparent mass of cargo oil in vibrations of a tanker— APPLIED MECHANICS KYUSHU UNIVERSITY 1965.
- 13) T. KUMAI—Effects of shear deflexion and rotary inertia on the damping of the flexural vibrations of a ship hull— APPLIED MECHANICS KYUSHU UNIVERSITY 1965.
- 14) G. BOURCEAU & G. VOLCY—Forced vibration resonators and free vibration of the hull— MARITIME TECHNICAL NEWS 1969.
- 15) K. OHTAKA, K. KAGAWA, T. YAMAMOTO—Higher modes vertical vibration of giant tanker— M.H.I. Techn. Bulletin N° 64—1969.
- 16) K. MATSUMOTO—Application of finite element method to added virtual mass of ship hull vibration— HITACHI SHIPPING & ENGINEERING.
- 17) E.F. NOONAN—Design Considerations for Shipboard vibrations— SNAME 70.
- 18) F.E. REED—The design of ships to avoid propellerexcited vibrations SNAME 1971.
- 19) T. HIROWATARI, K. MATSUMOTO, H. KADO, S. TAKASE—Vibrations of local structures in a ship— I.S.S.C. INTERIM MEETING COMMITTEE 7—LONDON 1972.
- 20) K. OHTAKA, S. OHNUMA—Lateral vibrations of a deep-girders in water —I.S.S.C. INTERIM MEETING COMMITTEE 7—LONDON 1972.
- 21) G. VOLCY—Steel-work vibration of big tankers— I.S.S.C. INTERIM MEETING COMMITTEE 7—LONDON 1972.
- 22) G. VOLCY, H. GARNIER, J.C. MASSON—Deformability of hull-girder and deformations on engine-room of big tankers— BULLETIN TECHNIQUE OF BUREAU VERITAS 1972.
- 23) K. RESTAD, G.C. VOLCY, H. GARNIER and M.J.C. MASSON—Investigation on free and forced vibrations of an LNG Tanker with overlapping propeller arrangement— SNAME 1973.
- 24) G. VOLCY, H. GARNIER, J.C. MASSON—Chain of static and vibratory calculations concerning propulsive plants and engine-room steel-work—ATMA 74.



# 日本造船研究協会の昭和47年度研究 業務について(8)

(社)日本造船研究協会  
研 究 部

今回は、船舶の防食防汚方法の開発に関する研究に属する研究課題—「船体塗装法等の開発に関する研究」(SR 139)、「バラストタンクの腐食原因および防食方法に関する研究」(SR 140)—について、その概要を紹介する。

## 船体塗装法等の開発に関する研究

研究部会：SR 139 (部会長 矢野鎮雄氏)

船舶の大型化の傾向とともに清掃や塗装に要する作業量の増加、塗料中に含まれる有機成分にもとづく公害問題、その他種々な問題が発生しており、工程の合理化、作業環境の改善が強く望まれている。

塗装にあたって、まず重要なことは、下地処理と塗膜の密着性の問題である。これについては船舶業界共通の基準が作られているが、その後の状況により、現状に合致した下地処理基準の早期実現が要求されている。

次に、塗装上の問題であるが、船殻内部の塗装にあつては、その構造が複雑なため、作業工数が多かかるとともに危険性も多いので、安全かつ効果的な塗装法の開発を必要とし、外板の塗装では、最近防汚塗料中に含まれる毒物成分の飛散による公害問題がクローズアップされており、早急に対策を講ずることが望まれる。

塗膜の乾燥時間も現状では30時間もかかつており、これは塗装工程の60%を占め、塗膜硬化を早めることは工程短縮につながる。

また、就航中の船では、外板汚損は速度低下の原因となるので、入渠せずして適宜付着生物の除去ができれば運航採算上有利である。しかし、除去生物の腐敗は公害の原因となるので、その処理についても何らかの対策を講ずることが必要である。

以上の問題を解決するために、本研究では、塗装微粒子の飛散防止の研究、塗装の強制乾燥硬化法の研究、塗装前索地調整グレードの研究、浮遊塗装法の研究および船体外板清掃法の研究の5項目を取り上げ、3か年計画で実施しようとするものであつて、本年度は次の研究を実施した。

### (1) 塗料微粒子の飛散防止の研究

エアレススプレー塗装によつて船体塗装を行なつた場合、噴霧塗料の微粒子は、風の状況によつてかなり遠方まで飛散し、公害を生じやすい。

飛散の原因となるエアレススプレーの噴霧微粒子については、噴霧微粒子の飛散速度、噴霧粒径および飛散量

の多いスプレーパターンの噴霧形状、吹付距離、吹付圧力と飛散量、風速と飛散の関係等々多岐に亘つたデータを採取し、飛散防止用エアノズルチップの第一次試作を行なつた。

また、エアレス静電塗装では、風の吹いている塗装場において、エアレス静電塗装を行なつた場合、微粒子の飛散防止に静電気がおよぼす効果について検討し、さらに風の防御についての基礎資料を得るため金網による通風試験を行なつた。

塗料微粒子飛散の問題がないローラ塗装に関しては、タンク式およびポンプ式の圧送ローラ塗装機を試作し、性能テストの結果をもとに、自動走行ローラ塗装機への試作を行ない、さらに自動走行の駆動部にはリニアモータの導入について検討した。

以上の検討の結果は次のとおりである。

エアレススプレーの粒子群飛行速度は5~17m/s(吹付距離30cm)であることと、ノズルチップの仕様・吹付距離・噴射量等の条件変化は粒子速度に大きな影響を与えていることが確認された。

また、飛散要因については、噴霧粒子の飛行速度、噴霧粒径、ノズルチップの形状、吹付距離、吹付圧力、風速などの影響を調査した結果、風速2m/s以下では、条件変化による飛散量の増減に顕著な差が見られないが、風速3.5m/s時になると飛散量は増加し、噴霧塗料の15~30%が飛散する。この数値は理想条件下であるため実際上はプラスα(5~10%)の飛散量が追加されるべきであろう。

前記の実験結果から、飛散防止対策として、1)吹付距離を近くする(20cm)、2)粒子速度の速いノズルチップを使用する、3)ボタン端部飛散幅の少ないノズルチップを使用する等の3条件を設定した。特に3)項は寸法、形状との相関関係の検討を別途に行ない、飛散防止用ノズルチップの第一次試作を行なつた。試作ノズルチップは現行ノズルチップに比べ孔形状、膜厚分布が大きく異なり、飛散量は現行ノズルチップの $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ 程度に減らすことができた。

船舶塗料によるエアレス静電塗装の可能性を実験し、静電効果ありの結果を得た後、風と静電効果の関係を知らため、排風機によつて 1~10 m/s の人工風を作り、パイプと平板の被塗物で実験を行なつた結果、風によつて生ずるスプレーボタン形状の変形および風によつて流されて生ずるボタンのずれは荷電の有無にあまり関係がないが、粒子の飛散量は荷電の有無によつて大きく異なることが判つた。同一条件のとき荷電ありは、荷電なしの 2~3 倍、微粒子をパイプ表面に塗着させている。このことからエアレス静電は静電効果によつて飛散量を一般エアレスの 1/2~1/3 に減少できることが推定できた。

エアレス塗装、エアレス静電塗装の飛散量をさらに少なくするため粒子飛散の最大要因である作業場周辺の風の流れ防御を取上げ、金網等からなる風防装置を想定し、20、30、60 メッシュの金網を用いて風速制御効果を検討した結果、風はわずか 1 枚の金網でも緩和でき、風速 3.5~9 m/s のとき風速を 30~80% 降下できることが判つた。また、風速がボタン形状におよぼす影響を調べた結果、1~2 m/s の低風速でもボタンは三日月状に変形し、風速が早くなれば変形度合は大きく飛散量も多くなつた。

ローラ塗装の最大欠点である作業性を向上させるため圧送ローラ方式を検討した結果、タンク式、ポンプ式の塗料補給速度は、手付け式、一般ローラより数段すぐれているので作業性は著しく向上し、またタンク式とポンプ式両者の塗料吐出圧力を比較した場合、ポンプ式はタンク式の 3~4 倍塗料吐出が可能であるから、ポンプ式はより一層作業性を向上させることができ実用性が高いことが判つた。さらに、ローラ塗装の自動化を計るため、自動走行ローラ塗装機を試作した。試作機は塗料補給、塗装、ナラシの 3 本ローラを先端に取付けた上下移動装置となつている。駆動部は別途に検討を行ない、平行、直進運動機構、リニアモータによつて駆動させる装置の試作を進展させている。

## (2) 塗膜の強制乾燥硬化法の研究

溶接工程のうち一番時間を要しているのが乾燥工程であり、同じ場所に 30 時間もブロックを置いている現状であつて、さらに最近防食対象個所が増え、ブロックの回転が遅れる傾向にある。ブロックの回転を 1 日 2 回と想定すると乾燥時間は 1 時間、1 日 1 回の場合 4~5 時間となる。そこでその目的に合った促進硬化型塗料を開発するとともにその塗料に合った塗装法を見出すため、塗料の選定、来地調整の影響、ショットブライマの影響、塗料の硬化速度、二液性塗料塗装法について検討を行った。

### (a) 塗料の選定試験

塗料会社 5 社に要求性能に合う塗料の開発を依頼し 39 品目の供試塗料のうち 8 品目(塗料の種類 4 × 乾燥時間 2)を選定し、可使時間、乾燥性、付着性について試験を行なつた。

### (b) 来地調整の影響の研究

反応型硬化塗料は選定試験の結果から、エポキシ塗料、コーラールエポキシ塗料、ウレタン塗料およびコーラールウレタン塗料の 4 系統、各 2 種類ずつ計 8 銘柄を選択し、供試塗料とし試験を行なつた結果、塗膜構造の徹視的観察の調査では、来地調整の相違により供試塗膜の付着状況は明確に観察できなかつたが、塗料の配合組成面での差異は塗膜構造の特性として明りように現われ、曲げ試験では、各供試塗料とも総体的に来地調整グレードの影響を受けやすく、特に表面処理法の相違による有意差が顕著に現われた。すなわち、パワーツール処理面に比べショットブラストを施された処理面の方が塗膜の付着性能が優れた傾向を示し、同時にその処理グレードが高くなるにつれて付着力の向上が見受けられた。

また、引張り付着力試験では、試験塗装後の初期段階、すなわち、室内乾燥 20 日間経時の付着力は来地調整グレードの高低に殆んど関係なく、有意差は認められないこと。しかし、これらの試験片を 2 か月間腐食環境に放置した塗膜の付着力は、いずれの供試塗料の場合も全体的に付着力の劣化傾向を示すこと、特にパワーツール処理面での付着力の低下は、ショットブラスト処理面に対比してその傾向が顕著なことが明らかとなり、さらに耐食性能に関する促進試験(4 か月後)では、総体的に各供試塗料とも乾燥塗膜厚 100 μm~230 μm の範囲内において膜厚差の影響による耐食性能面での有意差は確認できないこと、来地調整グレードの相違による影響についても全体的に殆んど傾向的なものは見出せなかつたこと、供試塗料の系統別から見た場合、来地調整グレードとの関係においては、特に例外として、エポキシ系の場合、来地グレードが向上するにしたがい塗膜の欠陥(特にフレ現象)が明りようになつた。

### (c) ショットブライマーの影響の研究

塗膜構造の徹視的観察の調査では、各種ショットブライマ塗膜面と供試反応型硬化塗料の付着状況ならびにその塗膜構造の特性を徹視的に調査する目的で各試験片塗膜について顕微鏡観察を実施した結果、ショットブライマ塗膜と供試反応型硬化塗料との層間付着状況は概して良好であり、層間に気泡などの欠陥は見受

けられなかつたが、8種類の反応型硬化塗料の中には塗膜断面には下塗りされているショッププライマの種類に関係なく、かなり数多くのしかもある程度の大きさをもつ気泡が見られたものもあつた。

また、曲げ試験では、各供試塗料ともショッププライマの種類による影響は殆んどなく、供試塗料別に見た場合は、エポキシ系のものがいずれのショッププライマに対しても概して悪く、反対にウレタン系のものが良好な傾向を示し、これらを総括してショッププライマの影響を見るために反応型硬化塗料に対する付着性能面での有意差をつけると以下のようになる。

ウォッシュプライマ>有機ジンクプライマ>ノンジンクプライマ>無機ジンクプライマ引張り付着力の試験では、いずれの供試塗料の場合においても試験塗装後の初期段階(室内乾燥20日間経時の試験片)における付着力に比べて促進試験(約2か月間塩水試験を行なつた試験片)を実施したものが付着劣化の傾向を示し、その傾向は薬地調整の結果の影響に比べてそれほど顕著なものではなく、しかも破断応力そのものの値が薬地調整に比較して総体的に高く評価された。特に供試塗料の種類別から見た場合においてエポキシ系のものがショッププライマを施すことにより、相当効果的に付着力向上に寄与したことが確認された。なお、ショッププライマの種類による付着力の有意差はほとんどない。

耐食性能試験では、ほとんどの供試塗料は乾燥塗膜厚100 $\mu$ ~230 $\mu$ の範囲において膜厚差の影響による有意差はあまり見られず、一方、ショッププライマの種類による影響についてはウォッシュプライマの場合が他の系統(ノンジンク、有機ジンクおよび無機ジンク)のものに比べて耐食性能面で劣る傾向を示し、また、供試塗料別に見た場合は、エポキシ系のものがいずれのショッププライマ塗膜に対しても概して良い性能を得た。

#### (d) 塗料の硬化速度

主剤と硬化剤の比率が所定割合と違つて塗装された場合に塗膜が形成されるか、また、混合割合のずれがどの程度まで許容できるか調査した結果、硬化剤が+20~-20%変化させても可使時間の変わるものは少なく差が出て10分程度であり、また、乾燥時間も大きな差として現われず、どの塗料とも歩行可能まで至つていて、乾燥時間が傾向的に変化しているのはコールトールウレタン塗料の#37、#38であつた。

付着力も乾燥時間と同様、硬化剤を+20~-20%混

合比率を変えた影響は出ておらず、塗料の種類による付着力の差はつきり現われ、エポキシ塗料、コールトールエポキシ塗料がウレタン塗料およびコールトールウレタン塗料に比べ付着力が良い結果を示すことがわかつた。

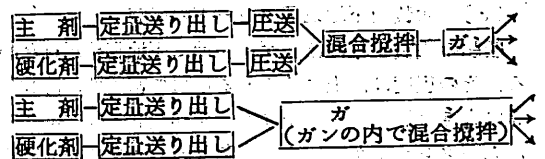
冬場での塗装を考え、低温(5 $^{\circ}$ C)での塗膜の硬化乾燥時間を調査した。

5 $^{\circ}$ Cでの乾燥性についても硬化剤を+20~-20%混合比率を変えてもあまり変化は見られなかつた。しかし、塗料の種類による温度の影響は大きく、常温に比べるとエポキシ塗料およびコールトールエポキシ塗料の乾燥時間が長くかかつた。ウレタン塗料およびコールトールウレタン塗料については常温と5 $^{\circ}$ Cでの乾燥時間には差がなかつた。

#### (e) 二液性塗料塗装法

供試塗料の乾燥硬化時間が早く、可使時間も短くなる塗装作業を考えた場合、従来の塗装機のように、主剤と硬化剤を塗料罐で混合後、塗料を塗装機に送り込む方式をとると、可使時間の短い塗料では塗装中に塗装機内で硬化する危険性がある。そこで主剤と硬化剤を別々に送り塗装する直前に混合し、塗装する形の塗装機を検討した。

二液性塗料塗装装置について、下記方法による装置を検討した。



#### (f) 研究の成果

- 塗料各社とも要望に沿つた塗料が数多く提出されたが、初期塗膜物性については良好であつた。
- 薬地調整の種類による初期塗膜物性は良い結果を示しているが、海水中に浸漬しているとペーパーツール処理のもの付着力の劣化がみられる。
- ショッププライマの上塗性については、どの塗料とも良い結果を示している。また、ビュアエポキシ塗料についてはショッププライマが塗られることにより耐海水性の向上が見られる。
- 耐海水性は現在のもの比べ良い性能を示しているとは言えない。特にウレタン塗料およびコールトールウレタン塗料が良くない。
- 主剤と硬化剤の混合比率が+20~-20%ずれても塗膜物性(乾燥性および付着性)に大きな影響を示さない。低温(5 $^{\circ}$ C)でも同じ傾向である。

○低温(5°C)での乾燥性は、エポキシ塗料およびコーラールエポキシ塗料でアミン系の硬化剤を使用しているものが悪く、乾燥時間が長くなっている。

○可変性ハイドラキャットによる塗装作業条件は今まで使われている塗装機と同じ条件で塗装すれば良く、塗装作業性も悪くない。

○ガン先で混合するガンにスタティックミキサーを付ければ十分な混合を得ることができる。また、3本のホースを持つて作業するガンが軽量であるので作業性は悪くない。

○特殊塗装工場では二液性塗装機を固定し、ホースを延ばして塗装する方法をとる。現場では可搬式、小形軽量なものにヒータを付け塗料粘度を低くして塗装する方法をとる。

○今後の問題点および検討項目

・可変形ハイドラキャットの主剤と硬化剤の送り出し圧力が平衡になっているか否かを警報器で知らせられるように検討を行なう。

・塗料の硬化剤の安定性に問題があり、塗装機のためを起し、送り出し量の不正確につながっている。

・塗料の乾燥時間は目標に達しているが、耐食性の性能向上が望まれる。

(3) 塗装前下地処理グレードの研究

船舶の塗装工程には必ず塗装前に下地調整が行なわれる。その程度は、上に塗られる塗料の密着性、防食効果等に大きな影響をおよぼすが、船舶塗装では標準化された調整グレードがないので、種々のトラブルの原因になっている。二次表面グレードは、1) 一次表面処理の状態、2) さび、損傷の状態、3) さび打の程度によつて異なるから、これら諸元の状態を変えて組合せたものにプライマの種類を変えた試験を行ない、下地処理グレードと塗膜の耐久性の関係を研究した。

第1年度(昭和47年度)は第2、第3年度に行なう促進試験、天然バクテリア試験の評価方法を確立するため基礎研究を行なった。

基礎研究は、多岐に亘つて実施したが、評価に有効な方法として接着力測定、摩擦試験、吸水率測定、インピーダンス測定試験を実施し、塗膜劣化の大局を掌握した。

素地調整グレードと塗膜の関係を評価するため、多岐にわたつて基礎研究を実施したが、本研究より下記の評価方法が有効であると思われる。

(a) インピーダンス測定による塗膜評価

分散型測定セルを使用すれば、塗膜劣化に関係のない塗膜欠陥を避けて、正常な塗膜評価ができる。塗膜の良否の判断基準として  $\tan \delta$  (誘電損失角) の値は0.08が適当である。

(b) 吸水率測定

本研究で試作した結露型蒸溜水槽での吸水率測定は有効と思われる。第2年度からは、本法と水中浸漬法からの測定比較およびブラッシャーの式によるインピーダンスからの吸水容量分率測定を実施して塗膜自体の吸水率と塗膜下(下地処理程度差)を含めた吸水率について検討する。

(c) 表面処理グレード

表面処理グレードの標準化は撮影技術によつて良否が判断されると考えてよい。本年度は撮影技術の確立を主眼とし、撮影装置の設計、照明撮影条件の設定、写真撮影を行ないほぼ満足な結果が得られた。

(4) 浮遊塗装法の研究

船舶の巨大化に伴つて、バラストタンクの規模も拡大されてきており、これらタンク内面の塗装に要する工数、危険性もこれに比例していちじるしく増大してきている。本研究はこの点の一つの解決策として浮遊塗装法の研究、これに適した塗料の開発を行なうものである。初年度は各種浮遊性防食塗料の防食効果に重点をおき選別試験を行なった。

各種浮遊性塗料を一定条件下で付着させた試験片についての防食性および鋼板面の違いによる付着量の程度について調査した。その結果、さび面およびみがき面について塗料の付着量を求めたところ、さび面での付着量はみがき面の2~10倍高い値を示したが、防食性においては、さび面とみがき面ではその効果に相関があり、順位が逆転するような傾向はみられなかつた。

防食性の高いものは比較的付着量が多いものに多く、付着量の少ないものは表面のむらができやすく、また、凝縮水により洗われるため防食効果が低下する上にばらつきも多いように思われる。

浮遊性塗料の条件のうち、さび層への浸透性、防食性、付着性については、本試験で行なつたみがき面での試験で総合効果のある程度撰別しうることが判明した。

供試塗料のうち、付着量が多く、防食性の高いものは着色の強いもので粘度の高いものに多く、これらは浮遊性塗料として要求される性質(着色の少ないもの、粘度低く、拡散効果の高いもの)とは逆の性質を持つていようと思われ、今後、この点を加味して、実際の浮遊条件下での付着性、使用量、防食性を調査して行く必要がある。

## (5) 船体外板清掃法の研究

近年の船舶は急激に大型化、高速化の方向に進んでおり、これに伴ってこれまで問題にされていなかった程度のわずかの海中生物の付着でも、船型、運航経済に大きな影響を与えるので、その防止のための高性能防汚塗料が要求されている。

さらにこれまで半年程度であった再塗装のための入渠間隔も次第に延期され、最近では2年以上におよぶものさえみられるようになった。

付着した海中生物を除去する方法として、アンダーウォータークリーニングがあるが、現在一般に行なわれているものは除去した海中生物をそのまま海中に放流するので公害問題、海水汚染問題などにより海域によっては使用が許可されない場合がある。

本研究は、船を入渠せず付着した海中生物を除去する方法と、除去した海中生物の回収法の開発を目的とし、本年度(47年度)は実験室における実験に重点をおいた。

正常に運転されている船舶への海中生物の付着は日光の当る船底立上り部に多く見られるが、日光のとどかない平底部にはほとんど見られない。特に藻類の付着は日光の当る部分に限られているといえる。

したがって、この立上り部に付着した藻類の方が船舶の運航に重大な影響を与えると考えられ、本研究ではこの立上り部に付着した藻類の除去を対象に行なつた。

通常船舶の付着生物には、ヒビミドロ、スジアオノリ、シオミドロ、フサコケムシ、ヒラアオノリ、アオサ、セルブラ、フジツボ、チコケムシ、ムラサキガイ、ユウレイボヤ、エボシガイ等がある。

テストは次のように分けて行なつた。

- 付着海中生物を物理的に除去する装置(クリーナ)の試作試験
- 除去した海中生物を海水とともに吸引回収する装置(ポンプ)の試作試験
- 吸引回収された海水、海中生成物から海中生物を分離する装置(分離器)の試作試験
- 総合実船テスト

クリーナ、ポンプ、分離器のそれぞれの比較検討およびこれらの組合せについて検討した。

各装置のバランスのとれていない点もあるが、本システムの実用の可能性が明らかになった。今後は、各装置個々の検討に併行して各装置それぞれに応じた必要能力すなわち各装置間のバランスについても検討を行なう必要がある。(生田目)

## バラストタンクの腐食原因および防食方法に関する研究

研究部会：SR 140 (部会長 秋田好雄氏)

船舶のバラストタンクは大きさや環境条件が多種多様であり、最近見られる異常に促進された腐食現象はこれら多種の原因がからみ合っているからと考えられる。

このような複雑な原因に対して、一種類の防食法のみで解決しようとするに無理があり、それぞれ原因に応じた防食法を適用しなければ効果的とはいえない。そのためには現在の防食方法の各種原因に対する適用限界を明らかにしておく必要がある。

本研究は、5か年計画の第1年度として鋼材の腐食におよぼす応力、環境温度、海水の水質影響について調査した。また、防食方法に関する研究として防食電流密度におよぼす応力の影響、材料の表面状態の防食電流密度におよぼす影響および塗装方法による防食効果を調査研究した。

### (1) 腐食原因に関する研究

#### 1) 腐食におよぼす応力(歪)の変化の影響の実験

##### (a) 試験装置と試験方法

試験装置として具備すべき条件は、バラストタンク天井部分のような常時湿りガス中の腐食雰囲気でも高応力付加の繰返されることおよびバラスト部分のように張水、空槽雰囲気もできることである。このようなことを考慮して応力付加腐食試験装置を製作した。

応力付加条件を0, 18, 26, 28, 29, 31 kg/mm<sup>2</sup>の6段階の定歪とし、応力繰返し回数を1日2回、張水期間10日間、空槽期間10日間、合計4サイクルとし、雰囲気温度を40°Cとした。試験片はA級鋼板(KAS-板厚22mm)。

##### (b) 試験結果

###### i) 表面状況

繰返し応力の付加によつてさび層の破壊特に塗装欠陥部のさび発生や破壊の状況がよく現われている。腐食防食に対してひずみの影響が大きいことを示している。

###### ii) 腐食速度

試験片の応力平行部6点のポイントマイクロメータによる計測結果、腐食速度および重量減による腐食速度におよぼすひずみの影響および応力の影響を研究した。その結果、重量減によるときは腐食速度に対し繰返し応力の影響をほとんど示さないが、ポイントマイクロメータによる計測法で



はひずみが0.1%以上になると腐食速度は急激に増加を示した。同様に応力と腐食速度の関係は20数 kg/mm<sup>2</sup>の応力値により腐食は増大し、鋼の降伏応力をこすと腐食は増加するようである。

### iii) 自然電位の経時変化

無応力のものに対して高応力のものは、試験開始時は両者にほとんどみられないが、試験時間とともに徐々にその差が表われ、試験終了前には約50 mV 高応力付加のものが卑へずれている。さらに全体として自然電位は試験開始時 -700 mV 台であったものが、徐々に貴の側にずれ試験終了時の浸漬期間では -600 mV 台にまで上昇した。

## 2) 温度変化および材料表面状況の影響の実験

バラストタンク内の温度は四季により、また、張水、排水期間や同一タンク内部でも天井部等の場所の相違によつてかなり異なるので温度および鋼材表面状態の腐食速度におよぼす影響を調査するため恒温試験水槽および各種表面処理した試験槽を製作した。恒温水槽は2条件の温度を選べるように約10 m(L)×6 m(B)×1 m(H)の水槽2基を並べ、温度調節は温水ポンプによる温水の循環と水槽へ挿入した電熱ヒータで自動調節した。

試験条件は、温度を30°C、50°Cの2条件とし、張水期間10日間、空槽期間10日間の張水率50%とした。

試験は、現在(48年1月末)4サイクル(80日)の試験を終了し、継続中である。

## 3) 水質の影響等調査

バラストタンク内の状態は複雑で腐食、防食に影響する因子は多い。これらの因子のうち本年度は次の試験を行なった。

### (a) 鋼材表面処理状態が腐食、防食におよぼす影響の調査

張水、排水の繰返しした場合について電気防食の有無および程度が以後の処理におよぼす影響を調査した。

(b) 乾湿交互の程度が腐食速度におよぼす影響  
バラストタンクは水を入れたり出したりの状態にかかれるのでその影響を調査した。

### (c) 試験結果

鋼材の表面処理として、大気中に1週間放置することにより防食所要電流は初期大幅(3~5倍)に増加する。所要電流の低減は3日程度で少くなり、所要電流は安定する。

所要電流におよぼす汚染物質、Na<sub>2</sub>S、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S添

加の影響は殆んど認められなかつた。

試験片を-1000 mV 附近に維持するに要する電流は-800 mV、-900 mV に維持する電流に比し極めて大きい。

張水率100%における腐食量は25%、50%での腐食量に比し極めて少い。

張水率25%、50%、100%での侵食度は液温30°Cではmax 0.44 mm/Yr、50°Cではmax 0.63 mm/Yr である。

## (2) 防食方法に関する研究

### 1) 電気防食に関する研究

#### (a) 防食電流密度におよぼす応力(歪)の影響の実験

##### i) 試験装置と試験方法

応力付加腐食試験装置を使用してバラスト水の張水期間中一定電流密度による防食を行なった。防食試験の構成は海水塩化銀電極を試験片の応力集中部に設置するとともに防食電流は外部電源と試験片の間に挿入した可変抵抗で調節し、電流値は1Ωの標準抵抗の電圧降下から求めるようにした。腐食環境は(1)項と同じである。

##### ii) 試験結果

防食電流200 mA/m<sup>2</sup>の試験片の表面はさびの色である赤褐色ないし黒褐色を示さず白色を呈していた。これは多分カルシウム、マグネシウム塩の析出によるものであろう。これに対し100 mA/m<sup>2</sup>では白色およびさび層の混合した状態を示し、50 mA/m<sup>2</sup>では防食電流なしとほぼ同じ褐色を呈している。

電気防食の効果は、繰返し応力のない場合と繰返し応力の付加される場合では防食電流に大きな相違がある。

また、繰返し応力は、腐食(孔食を含む)を促進するものの、繰返し応力のみでなく、その他にも影響をおよぼす因子のあることが示唆される。

張排水の繰返される腐食雰囲気中で繰返し応力の付加されない場合は防食電流密度100 mA/m<sup>2</sup>ではほぼ90%の防食率を得られるのに対して、応力の付加されたときは90%の防食率を達成するには200 mA/m<sup>2</sup>程度の防食電流密度に保持する必要があることを示した。

各電流密度による電位変化を求め、その結果をもとに浸漬1サイクルと4サイクルの海水浸漬時の前半と後半の電流、電位曲線を求めた結果、応力の付加されたものと付加されないものでは明ら

かに曲線に相違があり、また、試験時間の相違によつてもその形は大きく異なる。

#### (b) 材料表面状況の試験

恒温試験水槽と各種表面処理した1m角の軟鋼製試験槽を浸漬し、試験槽中央に円筒状の防食亜鉛お吊下げて張水期間中一定電流密度で通電した。

試験条件は、温度を30°C、50°Cの2条件とし、張水期間10日、排水期間10日、張水期間中1日1回水面の上昇を行なつた。

試験の結果、ミルスケール付鋼の自然電位は試験の当初も4サイクル後(約80日)もほとんど変わらないのに対し、サンダー仕上、ショットブラスト仕上鋼は試験当初の-760mV~-770mVから、4サイクル後はミルスケール付のものに近い電位を示した。試験当初電流-電位曲線はミルスケール付のものは温度30°Cで他のものに比べて大きく分極しているが、試験時間がたつと三者ともほとんど同じ形を示した。

#### 2) 塗装法に関する研究

塗装法による防食効果の実験を下記のとおり行なつた。

応力付加腐食試験装置を使用して塗装鋼材の応力付加による腐食の模様を予備的に調査するとともに、バラストタンク天井部のような常時湿り雰囲気さらされる環境での試験を恒温水槽と試験タンクの蓋の部分を利用して実施した。

応力付加に対する実験は、応力平行部にクロスカットを入れた塗装試験片を使用した。試験条件は海水温度40°C、10日間張水、10日間排水を1サイクルとして4サイクルとし、応力付加条件は0、26、29kg/mm<sup>2</sup>(ひずみ0、0.2、1.4%)の3段階とした。これに対し常時湿り雰囲気を想定したが、バラストタンクの天井部に相当するものとして試験槽の蓋に塗装したものと、クロスカットを入れたものの2種類を選んだ。

試験の結果、塗装された鋼材は繰返し応力の付加によつて機械的欠陥部があれば腐食はその部分から進行し、腐食の進行は欠陥部を中心に周囲に拡がって行くことを示している。

塗装の欠陥部は裸材に対して特に腐食を促進するかどうかについては、この実験結果からいくらか促進するように感じられるが、今後さらに検討の必要があると考える。

#### (3) 実船調査および実船試験

実験室試験と平行して実船の防食方法と腐食、防食状

況を調査して両者の関連を求めるとし、主として大型船のバラスト専用槽を中心として下記について調査を行なつた(タンカー5隻、鉱石船2隻)。

- ① 各種腐食環境下での鋼材の腐食速度
- ② 各種腐食条件下での電気防食の効果
- ③ 浮遊性防食剤の効果
- ④ ②、③の併用効果

調査の結果を要約すれば次のごとくである。

- 1) 調査船には、時期的差はあるがすべて電気防食を行なつていたので、板厚測定による腐食速度はこの条件下の値を示す。これよりみるとデッキより5m下区間B<sub>22</sub>側の腐食速度が特に高い。船種で比較すれば、鉱石船では0.03~0.125mm/Yr、タンカーでは0.06~0.41mm/Yrを示した。専用槽のホリゾンタルガーダでは孔食の腐食が多く、0.41mm/Yrに達するものもみられた。
- 2) 試験片により求めた侵食度と実船の板厚測定より求めた侵食度とはかなりよい一致を示した。
- 3) 試験片により電気防食効果を調査した結果、上部5m区間ではデッキ裏に近づくにつれ防食率は大きく低下するが、孔食防止にはかなりの効果がみられた。
- 4) 浮遊性防食剤の効果は、防食率の向上、侵食後の低下にその効果が認められた。特に電気防食と併用した場合は孔食防止に有効な傾向がみられた。
- 5) 鉱石船での試験片試験結果より、垂直取付のものは水平取付のものに比し、防食効果が向上することが認められた。逆に所要防食電流密度は水平取付のものが垂直よりも大きい値を示した。

#### (4) バラストタンクの腐食の実例

##### 1) 腐食の一般的傾向

バラストタンクの腐食の状況は船によつて多種多様である。これは船の種類、タンクの大きさ、タンクの用途(専用と兼用の別)張水状況等によつて腐食状況が異なるためであるが、特に内材部の防食方法および保守状況でかなりの差がある。

バラストタンク内では一般に高温多湿となるため腐食に対しては極めて悪い環境となり、特にタンク上部の甲板裏、デッキロジなどはこの原因による腐食が甚だしい。また、トランスリングのウェブのスロット周辺など高応力部では応力腐食が起りやすい傾向にある。貨物油兼用のバラストタンクは専用バラストタンクに比して比較的良好的な状態にあるが、バラスト半載のまま使用する頻度の多いタンクでは上部が特にいちじるしい腐食を起しており、水平桁のウェブが破口、

脱落した例もある。

船令の古い船でも内部が塗装され、保守の良いものは非常に良好な状態にある。単に船令のみで腐食量の増大を論ずることはできないが、最近の船では船令の若い割に腐食量は大きい。船令10年以上の船で上甲板の衰耗量を船令で除した年間衰耗量は平均して約0.13 mm程度であるが、大型船のバラスタングの年間腐食量は船令6年程度の船で約0.4~0.6 mmに達しているものもある。

### 2) 衰耗による強度の低下

船体構造部材では一般に腐食による板厚の減少を考慮して設計されているが、腐食予備厚以上の衰耗を生じると強度の低下を来す。曲げまたは座屈によつて設計されている部材の応力は、板厚の2乗に比例するので数%の腐食でも応力の低下はいちじるしくなる。

また、上甲板、外板、縦通隔壁等縦強度部材の衰耗による断面係数の変化は、大型船では2.5 mm程度の衰耗で縦強度は20%程度減少する。また、型鋼などの断面係数の低下は約20%程度である。

### 3) 腐食の実例

#### (a) タンカー

船令4ないし5年のタンカー4隻につき、超音波により板厚を計測した。計測した部材を横桁、横水密隔壁、縦隔壁、非水密隔壁の4つに分類し、また、それらを使用条件の異なる4つのタイプに分類した。タンク上部でひどく、下部になるに従つて衰耗量は減少するようである。しかし、隔壁類ではこの傾向を示さないものもある。

衰耗量と損傷数の間には、明確な関係はみられないが、一樣衰耗量がある値を超えると、強度低下を来し、それによる損傷が多発する傾向にある。

#### (b) 鉱石船

船令3年ないし5年の鉱石船のバラスタング内の横桁の腐食量の計測値を深さ方向にプロットした。一般的にいつて中央部より上部では、いちじるしい腐食を生じている。年間最大腐食量が0.6 mmに達しているところもある。

船令3年の鉱石船のトランスリングスロット周辺の腐食を全スロットについて調査した結果、スロット周辺では応力集中のためにかかり腐食は甚しく、年間約2 mmの腐食を生じている箇所もある。(生田目)



日本図書館協会選定図書

# 1隻1冊必備の書



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

## 航海辞典

A5判 850頁 布クロス装函入 定価 6,500円 千120円

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

東京都新宿区赤城下町50

天 然 社

振替東京79562番

(その 4 材料・溶接および破壊力学) (2)

9-2-3 脆性破壊 (弾性き裂伝播) の力学

無限に広がる弾性体中に長さ  $2c$  (半) のき裂が存在し、そのき裂の主軸に対し垂直方向に無限遠で  $\sigma$  の引張応力 (公称応力) が作用しているとする。

このとき、き裂の挙動をエネルギー論の立場からみると弾性体のき裂進展に伴うエネルギー変化  $\Delta E$  は、原子結合の破壊によって新しい表面積がつけられるためになされる仕事すなわち表面エネルギー  $W_s$  と歪エネルギーの解放による系のポテンシャルエネルギーの減少  $W_E$  の差として与えられる。(この関係を図式化すると 図9-14 のようになる)。

すなわち、新しいき裂表面がつけられるとき弾性体中にたくわえられた歪エネルギーの解放増分  $dW_E$  が表面エネルギーの増分  $dW_s$  より大きくなるとき、き裂が進展することになる。 $W_E$  は次式で与えられる。

2次元で平面応力状態の場合

$$W_s = \pi \sigma^2 c^2 / E \quad \dots\dots\dots (9-1)$$

また、破面の単位長さ当りの表面エネルギーを  $\gamma_s$  とすると、長さ  $2c$  の2つの表面が形成されることから、 $W_s$  は次式で与えられる。

$$W_s = 4 c \gamma_s \quad \dots\dots\dots (9-2)$$

$\Delta E = W_E - W_s$  をき裂長さのみの関数と考えれば、脆性破壊 (不安定破壊) 発生の条件は、関数  $\Delta E$  の変曲

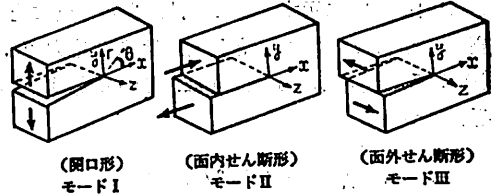


図 9-15 き裂面の変位の基本形

点の存在条件として与えられると考えられる。

したがって、(9-1)、(9-2) 式より

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\Delta E)}{\partial c} &= \frac{\partial}{\partial c} (\pi \sigma^2 c^2 / E - 4 c \gamma_s) \\ &= 2 \pi \sigma^2 c / E - 4 \gamma_s = 0 \\ \therefore \sigma \sqrt{\pi c} &= \sqrt{2 \gamma_s E} \quad \dots\dots\dots (9-3) \end{aligned}$$

これが、き裂を有する弾性体の脆性破壊発生に関する Griffith-Orowan の条件である。

き裂先端付近の変形様式は、図 9-15 に示すような3つの変形様式 (Mode) に分けられる。この3つの変形様式は、それぞれ開口形変形様式 (へき開形ともいう、モード I); 面内せん断形変形様式 (モード II) および面外せん断形変形様式 (モード III) と呼ばれている。

一般にき裂の変形様式は、これらの3つの組み合わせとなる。

(9-3) 式の右辺は、材料定数で原子結合強さ  $\sigma_c$  および原子面間の平衡距離  $a_0$  より、 $\sigma_c \sqrt{2 a_0}$  として与えられる。Irwin は、Griffith とは別にき裂先端近傍の応力を弾性解析することにより (9-3) 式と同じ条件式を導いている。Irwin は (9-3) 式の左辺  $\sigma \sqrt{\pi c}$  を、き裂先端部の応力集中度を表わすパラメータとして捉え、これを応力拡大係数  $K$  (Stress intensity factor) と呼び  $K$  がある限界値に達したとき、破壊が起ると考えた。この変形様式は、モード I であり、他の変形様式と区別するためモード I に対する応力拡大係数として  $K_I$  と表わすこともある。(同様に、モード II および III に対する応力拡大係数は、それぞれ、 $K_{II}$  および  $K_{III}$  で表わされる。) き裂の進展では、モード I が問題となる場合が多いので、 $K$  として  $K_I$  のみを表わすことに用いる例が多い。本文では、 $K$  として  $K_I, K_{II}$  および  $K_{III}$  の3つの応力拡大係数を表わす場合と、 $K$  として  $K_I$  のみを表わす場合と両方に用いている。

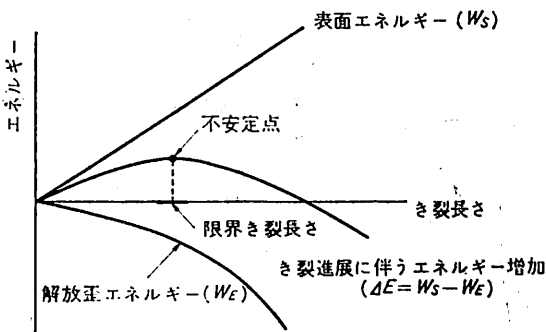


図 9-14 き裂進展に伴うエネルギー変化 (文献 14)

(注) き裂寸法の表わし方は、一般に図 9-16 の左のように対象形を表わすときは、その全寸法の半分を  $c, a$  等で表わし、図 9-16 の右のように非対象形を表わすときは、その全寸法を  $c, a$  等で表わす。本章も特にことわらないかぎり、このような表わし方にしたがう。

\* 日本海事協会船体部

なお、応力拡大係数は、長さの平方根と応力の積の次元をもち、 $\text{kg}\cdot\text{mm}^{-3/2}$  または  $\text{ksi}\sqrt{\text{in}}$  で表わすのが通常である。それぞれの換算を示すと次のようになる。

$$1 \text{ ksi}\sqrt{\text{in}} = 3.55 \text{ kg}\cdot\text{mm}^{-3/2}$$

$$1 \text{ kg}\cdot\text{mm}^{-3/2} = 0.280 \text{ ksi}\sqrt{\text{in}}$$

さて、図9-16に示すようにき裂先端を原点にとつた極座標  $(r, \theta)$  において、き裂先端付近の応力  $\sigma_{ij}$ ,  $\tau_{ij}$  (例えば  $\sigma_x, \tau_{xy}, \sigma_y, \tau_{yz}$  など) は、3つの変形様式のそれぞれについて

$$\begin{aligned} \sigma_{ij} = & \frac{A_1}{\sqrt{r/a}} f_1^{ij}(\theta) + A_2 f_2^{ij}(\theta) \\ & + A_3 \sqrt{r/c} f_3^{ij}(\theta) + \dots \dots \dots \end{aligned} \quad (9-4)$$

$c$ ; き裂の寸法またはき裂を代表する適当な寸法  
 $f_1^{ij}(\theta), f_2^{ij}(\theta) \dots$ ; 各変形様式について既知の  $\theta$  の無次元関数

$A_1, A_2 \dots$ ; 応力の次元をもつた係数で、部材やき裂の形状寸法で変わり、また同一の形状寸法の場合外力に比例する。

上式はき裂の代表寸法  $c$  に比べて  $r$  の十分に小さい範囲では第2項以下が無視できる。また、変位は、応力に比例する歪を積分したものであるから、 $\sqrt{r}$  に比例することになる。(9-4)式の  $r$  の高次の項を省略し、図9-16の  $x, y, z$  方向の応力成分  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yz}$  とし、 $x, y, z$  方向の変位成分を  $u, v, w$  とすると3つの変形様式および変位は、次式で与えられる。

〔モードⅠ〕

$$\begin{aligned} \sigma_x = & \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left[ 1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \right] \\ \sigma_y = & \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left[ 1 + \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \right] \end{aligned}$$

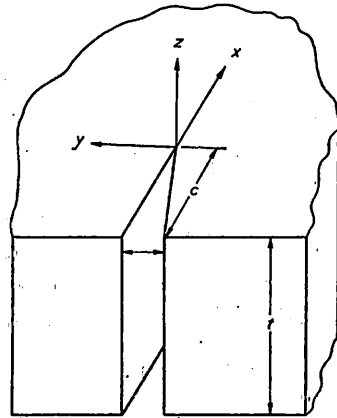
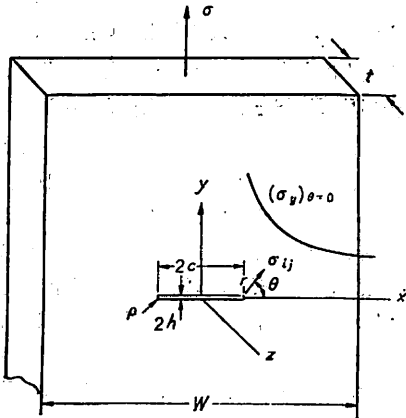


図9-16 開口型き裂様式と座標系 (文献15)

$$\begin{aligned} \tau_{xy} = & \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2} \\ \sigma_x = & \nu(\sigma_x + \sigma_y); \text{ 平面歪状態または} \\ & = 0; \text{ 平面応力状態} \\ \tau_{xz} = & \tau_{yz} = 0 \\ u = & \frac{K_I}{2G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \cos \frac{\theta}{2} \left[ \kappa - 1 + 2 \sin^2 \frac{\theta}{2} \right] \\ v = & \frac{K_I}{2G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \sin \frac{\theta}{2} \left[ \kappa + 1 - 2 \cos^2 \frac{\theta}{2} \right] \\ w = & 0; \text{ 平面歪状態, または} \\ & = -(\nu/E) \int (\sigma_x + \sigma_y) dx; \text{ 平面応力状態} \end{aligned} \quad (9-5)$$

〔モードⅡ〕

$$\begin{aligned} \sigma_x = & -\frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\theta}{2} \left[ 2 + \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2} \right] \\ \sigma_y = & \frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2} \\ \tau_{xy} = & \frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left[ 1 - \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2} \right] \\ \sigma_x = & \nu(\sigma_x + \sigma_y); \text{ 平面歪状態または} \\ & = 0; \text{ 平面応力状態} \\ \tau_{xz} = & \tau_{yz} = 0 \\ u = & \frac{K_{II}}{2G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \sin \frac{\theta}{2} \left[ \kappa + 1 + 2 \cos^2 \frac{\theta}{2} \right] \\ v = & -\frac{K_{II}}{2G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \cos \frac{\theta}{2} \left[ \kappa - 1 - 2 \sin^2 \frac{\theta}{2} \right] \\ w = & 0; \text{ 平面歪状態} \\ & = -(\nu/E) (\sigma_x + \sigma_y) dx; \text{ 平面応力状態} \end{aligned} \quad (9-6)$$

〔モードⅢ〕

$$\begin{aligned} \tau_{xz} = & -\frac{K_{III}}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\theta}{2} \\ \tau_{yz} = & \frac{K_{III}}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \\ \sigma_x = & \sigma_y = \sigma_z = \tau_{xy} = 0 \\ u = & v = 0 \\ w = & \frac{K_{III}}{G} \sqrt{\frac{2r}{\pi}} \sin \frac{\theta}{2} \end{aligned} \quad (9-7)$$

上式において  $\nu$  をポアソン比として  $\kappa = 3 - 4\nu$ ; 平面歪状態または  $(3 - \nu)/(1 + \nu)$ ; 平面応力状態,  $G = E/2(1 + \nu)$ ; せん断弾性係数,  $E$ ; 縦弾性係数である。

これらの式から、き裂先端の応力分布の形は、その大きさが応力拡大係数  $K$  に比例して変化し、 $K$  が同じ値ならば、物



体の形状が異なっても、き裂先端付近の応力場は同じと  
なることが分る。

この応力拡大係数  $K$  は、与えられた荷重条件および  
き裂を含む物体の幾何学的条件から弾性体の問題として  
求められる。

また、 $K$  は、十分遠くの平均応力  $\sigma$  または  $\tau$  ( $\sigma_\infty$   
または  $\tau_\infty$  と表わすこともある) およびき裂の形状を含  
めた物体の形状に依存する。

$K$  を求める手法は、切欠き形状係数(応力集中係数)  
から求める方法、有限要素法によりき裂先端の変位または  
応力を求め変位または応力と  $K$  との既知の関係式から  
求める方法等と多くの方法がある。紙数の関係で詳細は  
省略するが、例えば、(文献 4, 16, 30) 等を参照されたい。

$K$  の代表的なものとして、長さ  $2c$  のき裂を含む無  
限板が一様引張りを受ける場合

$$K = \sigma \sqrt{\pi c} \quad \dots\dots\dots(9-8)$$

が与えられている。(正確には、 $K_I = \sigma_\infty \sqrt{\pi c}$  と表わす  
こともある) また、(9-8) 式と同とすると、形状で、無  
限板の遠方のせん断応力 ( $\tau_{in \infty}$ ; 面内せん断応力,  $\tau_{out \infty}$ ;  
面外せん断応力)  $K_{II} = \tau_{in \infty} \sqrt{\pi c}$ ,  $K_{III} = \tau_{out \infty} \sqrt{\pi c}$  が成  
立する。

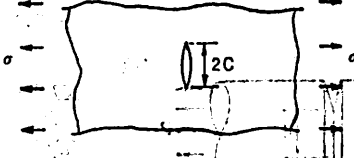
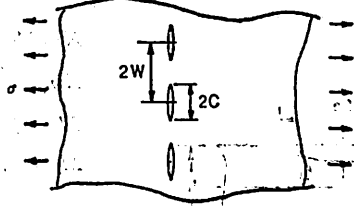
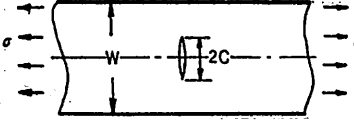
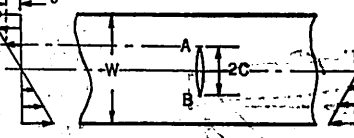
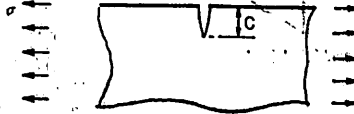
$K$  は、一般に物体の形状および応力状態を考慮して

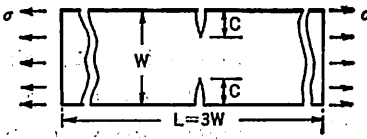
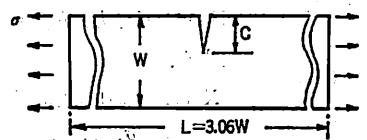
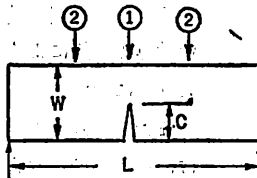
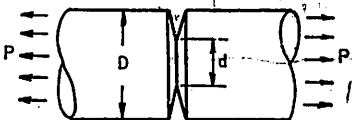
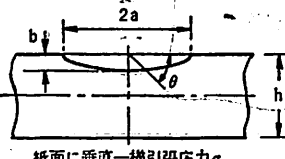
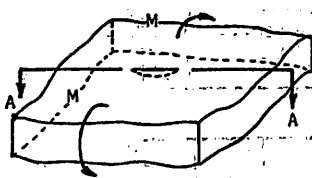
$$\left. \begin{aligned} K &= \sigma \sqrt{\pi c} \\ \text{または} &= \sigma \sqrt{\pi c} \cdot F(r) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(9-9)$$

として表わす。 $\alpha$  または  $F(r)$  は形状による修正係数で  
ある。(疲労き裂の進展解析、材料試験結果からの  $K_{Ic}$  値  
の計算等の際によく用いられる代表的な応力拡大係数を  
表 9-3 に示す)

また、これらの応力の組合わせ状態の応力拡大係数  
は、それらの重ね合わせにより求めることができる。た  
とえば、曲げと引張応力をうける表面半だ円き裂に対し  
ては、 $K = K_{(10)} + K_{(11)}$  として得られる。

表 9-3 応力拡大係数の 1 例; 開口形変形様式モード I

(1) 無限板 一様引張り応力		$K = \sigma \sqrt{\pi c}$
(2) 無限板 一様引張応力 等間隔等長さき裂		$K = \sigma \sqrt{\pi c} F(c, W)$ $F(c, W) = \sqrt{\frac{2W}{\pi c} \tan \frac{\pi c}{2W}}$
(3) 有限板 一様引張り応力 中央き裂		$K = \sigma \sqrt{\pi c} \cdot F(\lambda)$ $\lambda = 2c/W$ $F(\lambda)$ の例 $F = (1 - 0.025 \lambda^2 + 0.06 \lambda^4) \sqrt{\sec \frac{\pi \lambda}{2}}$
(4) 有限板 面内曲げ応力 中央き裂		$K_{(A)} = \frac{\sigma}{2} \sqrt{\pi c} (1 + 0.4079 \lambda^4 + 0.1456 \lambda^6)$ $\lambda = \frac{2c}{W} \quad (\lambda \leq 0.6)$
(5) 半無限板 一様引張り応力 片側き裂		$K = 1.215 \sqrt{\pi c}$

<p>(6) 有限板 一様引張り応力 両側き裂</p>		$\frac{KBW}{P\sqrt{c}} = 1.98 + 0.36 \left(\frac{2c}{W}\right) - 2.12 \left(\frac{2c}{W}\right)^2 + 3.42 \left(\frac{2c}{W}\right)^3; 2c \leq 0.7W$ <p>B: 厚板, <math>P = \sigma WB</math></p>
<p>(7) 有限板 一様引張り応力 片側き裂</p>		$\frac{KBW}{P\sqrt{c}} = 1.99 - 0.41 \frac{c}{W} + 18.70 \left(\frac{c}{W}\right)^2 - 38.48 \left(\frac{c}{W}\right)^3 + 53.85 \left(\frac{c}{W}\right)^4; (c \leq 0.6W)$ <p>B: 板厚, <math>P = \sigma WB</math></p>
<p>(8) 有限板 曲げ応力 片側き裂</p>	 <p>M: 中央断面の曲げモーメント B: 板厚 ①: 3点曲げ ②: 4点曲げ</p>	<p>④ 4点曲げ (純粋曲げ)  <math display="block">\frac{KBW^2}{6M\sqrt{c}} = 1.99 - 2.47 \frac{c}{W} + 12.97 \left(\frac{c}{W}\right)^2 - 23.17 \left(\frac{c}{W}\right)^3 + 24.8 \left(\frac{c}{W}\right)^4; (c \leq 0.6W)</math></p> <p>③ 3点曲げ (<math>L=8W</math>)  <math display="block">\frac{KBW^2}{6M\sqrt{c}} = 1.96 - 2.75 \frac{c}{W} + 13.66 \left(\frac{c}{W}\right)^2 - 23.98 \left(\frac{c}{W}\right)^3 + 25.22 \left(\frac{c}{W}\right)^4; (c \leq 0.6W)</math></p> <p>③ 3点曲げ (<math>L=4W</math>)  <math display="block">\frac{KBW^2}{6M\sqrt{c}} = 1.93 - 3.07 \frac{c}{W} + 14.53 \left(\frac{c}{W}\right)^2 - 25.11 \left(\frac{c}{W}\right)^3 + 25.8 \left(\frac{c}{W}\right)^4; (c \leq 0.6W)</math></p>
<p>(9) 丸棒 一様引張り応力 環状き裂</p>		$\frac{KD^{3/2}}{P} = 1.72 \frac{D}{d} - 1.27$ <p>(<math>d/D = 0.4 \sim 0.8</math>)</p>
<p>(10) 無限板 一様引張り応力 表面半だ円き裂</p>	 <p>紙面に垂直一様引張り応力 <math>\sigma</math></p>	$K = M_e K_{inf}$ $K_{inf} = \frac{\sigma \sqrt{\pi b}}{E(k)} \left\{ \sin^2 \theta + \left(\frac{b}{a}\right)^2 \cos^2 \theta \right\}^{1/4}$ <p><math>M_e</math>: 有限体に対する補正係数 = <math>M_f M_b</math>  <math>M_f = 1 + 0.12 \left(1 - \frac{b}{2a}\right)^2</math>  ただし, <math>0 \leq b/2a \leq 0.5</math>  <math>M_b = \sqrt{\frac{2h}{\pi b} \tan \frac{\pi b}{2h}}</math>  <math display="block">E(k) = \int_0^{\pi/2} \left(1 - \frac{a^2 - b^2}{a^2} \sin^2 \theta\right)^{1/2} d\theta;</math> 第2種完全だ円積分</p>
<p>(11) 無限板 曲げ応力 表面半だ円き裂</p>	 <p>A-Asecは(10)と同じ</p>	$K = M_R \frac{Mh}{2I} \left(1 + \frac{2b}{h}\right) \times \frac{\sqrt{\pi b}}{E(k)} - M_L \frac{M_b \sqrt{\pi b}}{I E(k)} \times \left[1 - \frac{k^2 E(k)}{(1+k^2) E(k) - k'^2 K(k)}\right]$ <p><math>M_R</math>: 曲げモーメント  <math>M_R, M_L</math>: 引張および曲げ応力に対する有限体半だ円き裂の補正係数 (表9-3 附图参照) <math>M_R = M_f \cdot M_f</math> ただし <math>M_f</math> は (10) による  <math>E(k)</math>; (10) と同じ  <math>k^2 = (1 - b^2/a^2)</math>, <math>k'^2 = 1 - k^2</math>  <math display="block">K(k) = \int_0^{\pi/2} \frac{d\theta}{(1 - k^2 \sin^2 \theta)}</math>; 第1種完全だ円積分</p>

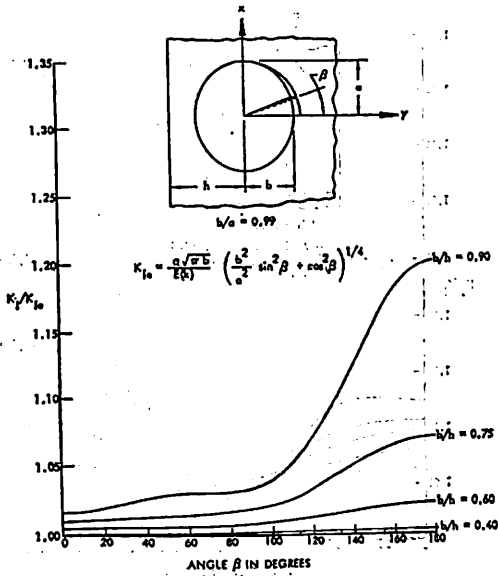


表 9-3 附図 1

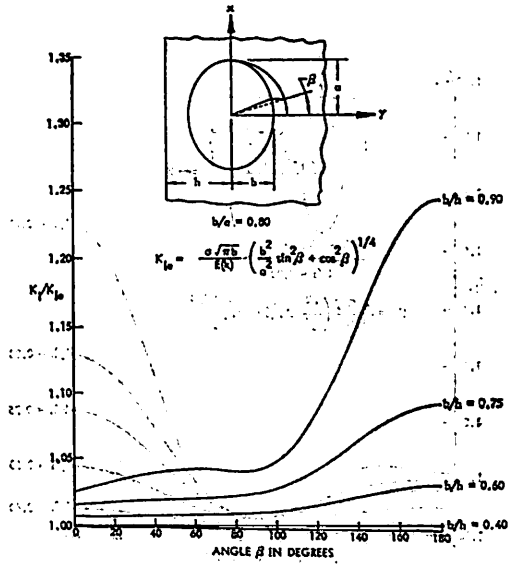


表 9-3 附図 2

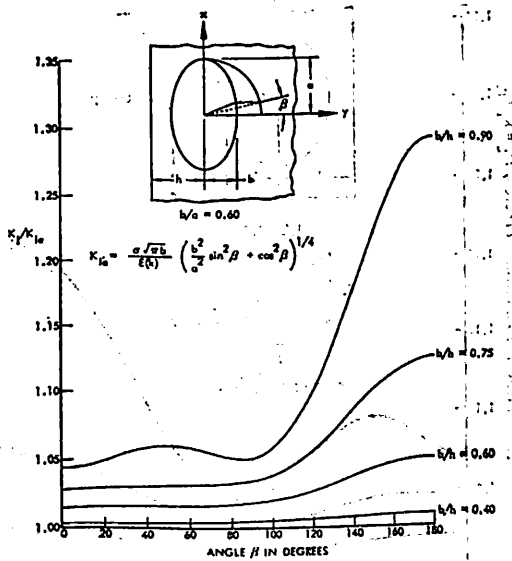


表 9-3 附図 3

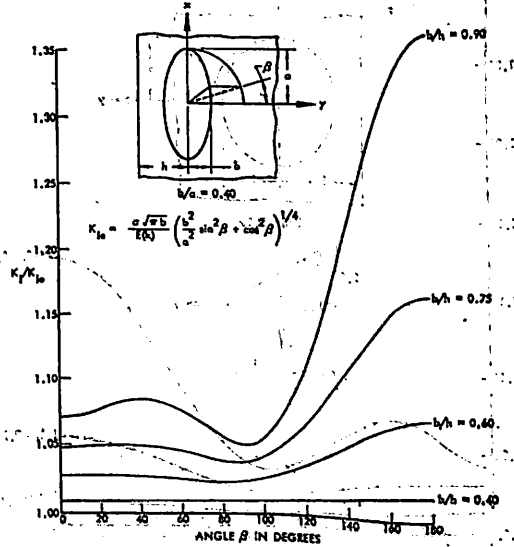


表 9-3 附図 4

たとえば中央にき裂を有し試験片幅  $W$  が有限の場合には、

$$K = \sigma \sqrt{\pi c} \left( \frac{W}{\pi c} \tan \frac{\pi c}{W} \right)^{1/2} \dots\dots\dots(9-9)'$$

として表わされる。

$W > c$  のとき、(9-9)' 式の右辺は、 $\sigma \sqrt{\pi c}$  となることがわかる。

$K$  値とクラック進展に伴う歪エネルギー解放率 ( $\partial W_E / \partial c$ ) との間には次式

$$\partial W_E / \partial c = \begin{cases} K^2/E & ; \text{平面応力状態} & \dots\dots(9-10) \\ \frac{1-\nu^2}{E} K^2 & ; \text{平面歪状態} & \dots\dots(9-10)' \end{cases}$$

が成立つことが、(9-4) 式およびへき開型クラックの開口変位量から計算(詳細略)できる。

したがって、Griffith-Orowan の脆性不安定破壊発生条件より脆性破壊発生に必要な公称応力  $\sigma = \sigma_F$  において

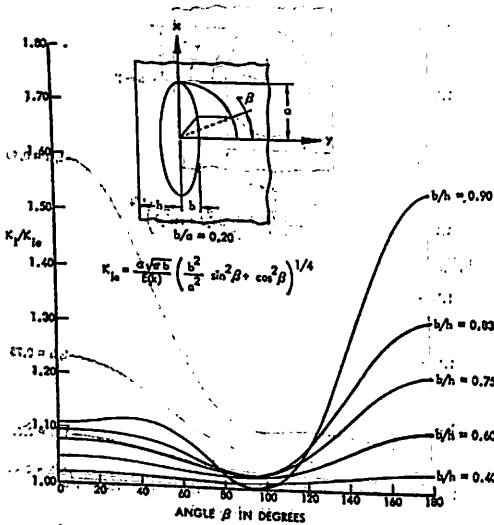


表 9-3 附図 5

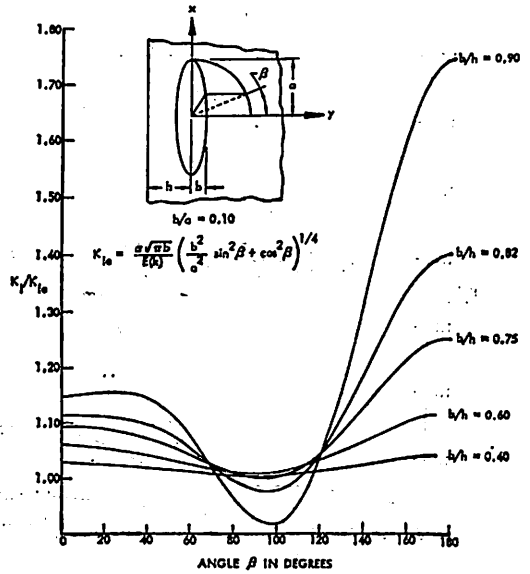


表 9-3 附図 6

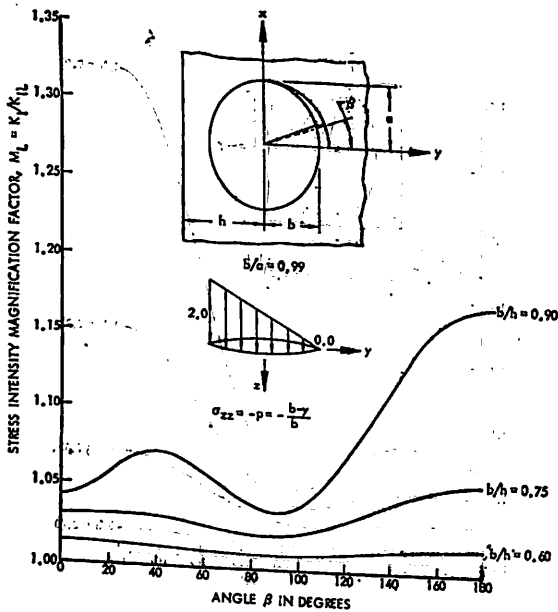


表 9-3 附図 7

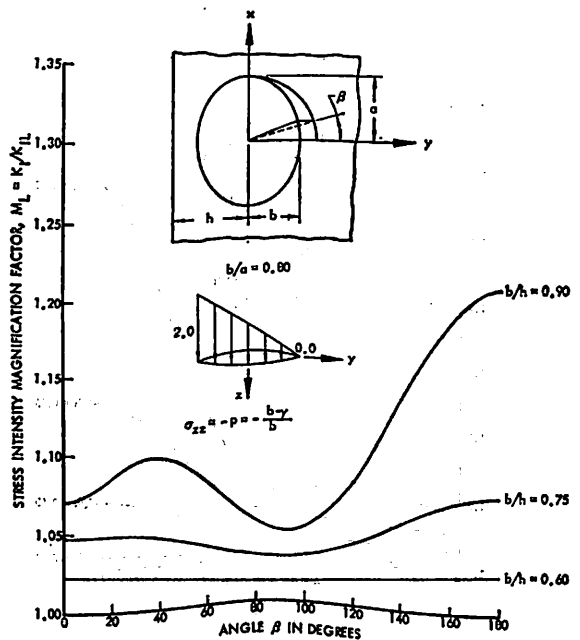


表 9-3 附図 8

$$\left. \begin{aligned} K^2/E &= 2\gamma s && \text{; 平面応力状態} \\ K^2(1-\nu^2)/E &= 2\gamma s && \text{; 平面歪状態} \end{aligned} \right\} \dots\dots(9-11)$$

が成立する。

したがって、次式が脆性破壊発生の条件式となる。

$$K\sigma = \sigma_F = \sigma_{Fy} / \pi c = \begin{cases} \sqrt{2E\gamma s} = K_c & \text{; 平面応力状態} \\ \sqrt{2E\gamma s / (1-\nu^2)} = K_{Ic} & \text{; 平面歪状態} \end{cases} \dots\dots(9-12)$$

(9-8) 式の右辺は材料定数で、普通それぞれ  $K_c$  および  $K_{Ic}$  と表わされ材料の破壊靱性 (Fracture toughness) を示すものである。(なお、[この  $K_{Ic}$  の  $I$  は、前述き裂変形様式のモード  $I$  に対するものではない)

これが、Irwin の脆性破壊発生条件式である。

また、 $G = K^2/E$  あるいは  $K^2(1-\nu^2)/E$  で定義されるパラメータ (き裂進展力; Crack extension force)

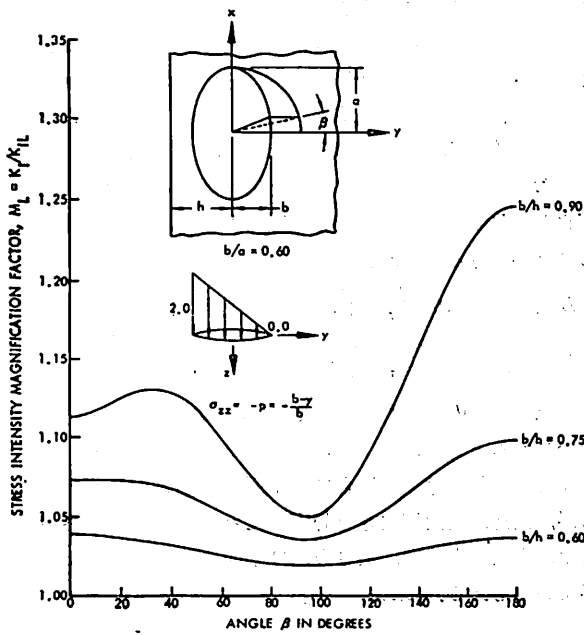


表 9-3 附 図 9

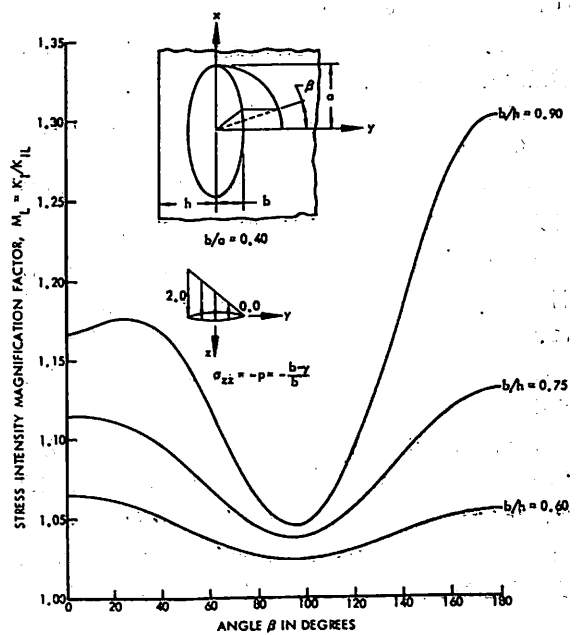


表 9-3 附 図 10

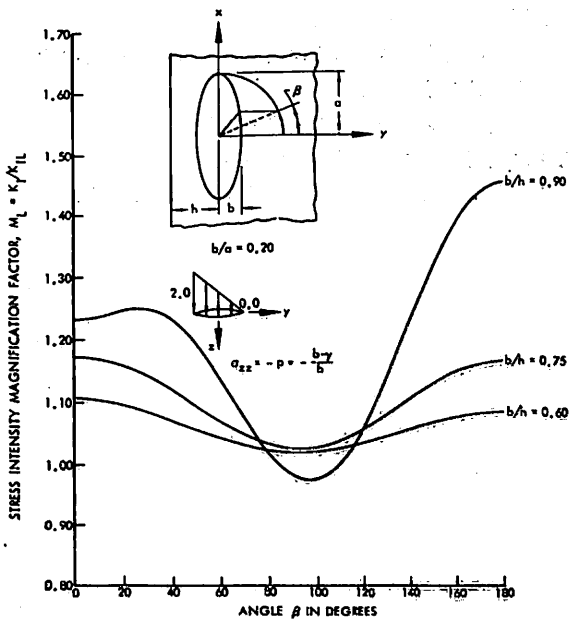


表 9-3 附 図 11

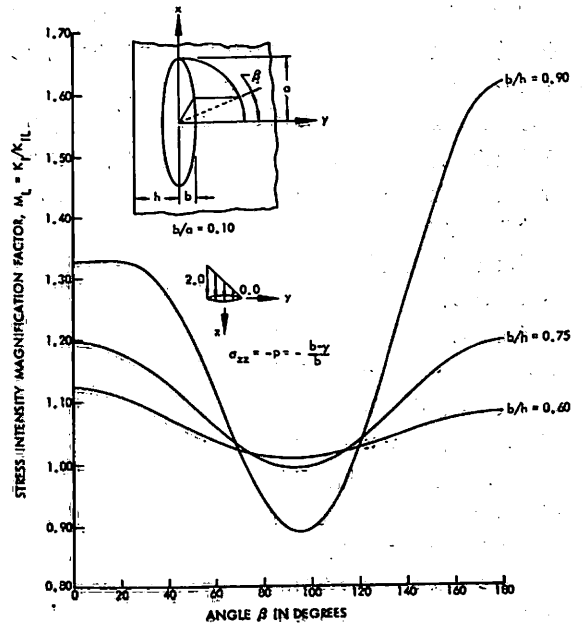


表 9-3 附 図 12

を用いて,

$$G_{\sigma} = \sigma_p = \sigma^2_{FIC} / E = 2\gamma_s = \begin{cases} G_c; & \text{平面応力状態} \\ G_{IC}; & \text{平面歪状態} \end{cases}$$

.....(9-13)

を脆性破壊発生条件とする方法もある。

$G_c, G_{IC}$  は (9-10), (9-10)' 式および (9-13) 式を比較してわかるとおり、材料の不安定性裂伝播のための限界至エネルギー解放率を示すもので、き裂抵抗力



(Crack resistance force) と呼ばれる。

(9-12), (9-13) 式より脆性破壊発生・伝播の条件は、普通次式で示される。

$$\left. \begin{aligned} K &\geq K_c \text{ or } K_{Ic} \\ G &\geq G_c \text{ or } G_{Ic} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(9-14)$$

(9-10) 式に示される脆性破壊発生に関する2つの条件式は表現は異なるが全く同一のものである。

この  $G$  または  $K$  の限界値 ( $G_c, K_c$ ) は、一種の材料定数であるが、荷重またはひずみ速度、温度、板厚等により値が変わる。これらの影響については、後述 (9-3-3) するが、このうち板厚については、次のように考えることができる。

すなわち、板厚が薄いと (9-14) 式による平面応力状態と考えることができ、これは、平面応力状態で破壊は、せん断形の破面となり、大きなすべり変形によつて破壊にいたるまでに多くのエネルギーを吸収するので、破壊靱性値は高くなる。板厚が厚くなると、表面近くでは

せん断形破壊となるが中心部では3軸応力状態のために分離形破壊が起りやすくなり、破壊靱性値は低下する。この場合の  $K$  または  $G$  の限界値を  $K_{Ic}$  または  $G_{Ic}$  で表わす。いうなれば、 $K_{Ic}$  または  $G_{Ic}$  は  $K$  または  $G$  の限界値 ( $K_c$  または  $G_c$ ) の最少値と考えてよい。

なお、平面歪状態または平面応力状態の何れを考えるべきかの目安は、貫通き裂を想定した場合、次式を用いることができるといわれている。

$$\left. \begin{aligned} B(\text{板厚}) &\geq 2.5 \left( \frac{K_{Ic}}{\sigma_Y} \right)^2; \text{平面歪状態} \\ B(\text{板厚}) &< 2.5 \left( \frac{K_{Ic}}{\sigma_Y} \right)^2; \text{平面応力状態} \end{aligned} \right\} \dots(9-15)$$

ただし、 $\sigma_Y$  は材料の降伏点 ( $K_{Ic}$  が  $ksi\sqrt{in}$  で表わされるときは、 $\sigma_Y$  も  $ksi$  で表わす)

また、非貫通き裂の場合は、平面歪状態といわれているが、例えば表面切欠きを想定したとき、き裂の長さ方向は、平面応力状態、深さ方向は平面歪状態と考えた方がよい例もある。(未完)

### 機関部タービンプラントの総合自動化シミュレータが完成

日立造船(株)はこのほど超自動化船の制御システム開発を目的として、機関部タービンプラントの総合自動化シミュレータ(模擬実験装置)を完成させた。

このシミュレータは実船の機関部の運転状態をそのまま数値的に再現するもので、アナログ計算機、デジタル計算機からなるハイブリッドコンピューターを中心に、実験条件設定盤、データ集録装置などの周辺装置から構成されている。

当面は同社が開発中の「メンテナンス・フリーシステム」(1航海中、機関部の修理がいらす、コンピューターだけで、操船可能な超自動化船システム)の機能確認を行なうことになつている。

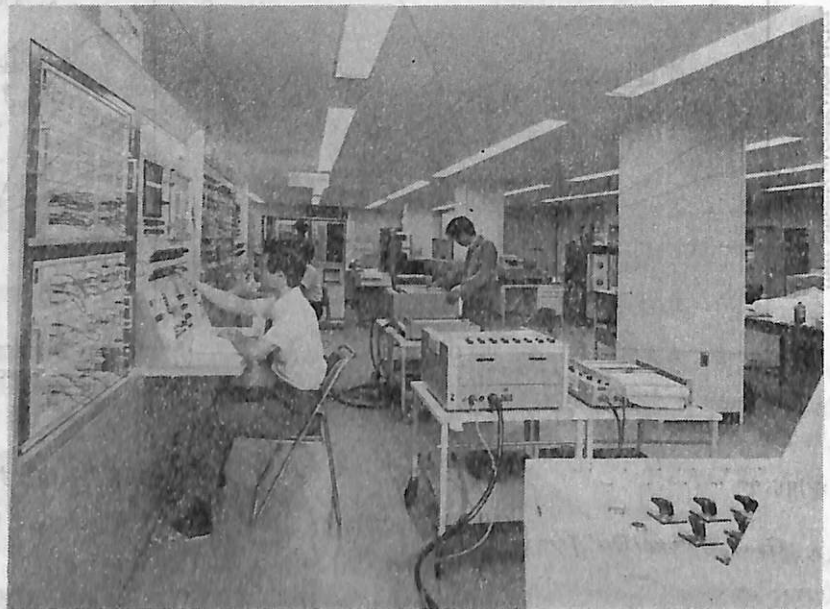
このシミュレータは多目的に使用できるよう設計されているので、今後は

- (1) 実船ではテストできない事故を想定し、その対策を設定するなどの安全運転の確認を建造前に行なうこと
- (2) 機器の改良ならびに制御

装置の調整作業の合理化

- (3) 船舶の航法システムや荷役システムの新技術の開発
  - (4) 乗組員の操作訓練
  - (5) 陸上プラントや原子力機器の開発
- などに利用することを計画している。

本装置は日立造船技術研究所に設置されている。



〔製品紹介〕

津田沼工業，静油圧無段変速機の  
製作販売を開始

津田沼工業株式会社（金沢市野町5-18-18）では、8月から静油圧無段変速機（商品名：ハイドロクラフト）の製作販売を開始した。ハイドロクラフトは、同社が昨年、西独ゲッピンゲン市のベーリンガー社との間に技術提携契約を締結し、国産化体制をはかっていたものである。

同機は、共通ハウジング内に可変容量型の油圧ポンプと油圧モータを収容し、一直線に入力、出力軸を配置し、2本の油道とポンプとモータが閉回路で連結する特殊構造になっている。連続定格パワー0.9から32馬力まで10機種にわたりシリーズ化されており、必要に応じ、遠隔操作装置・集中制御装置・過負荷保護装置・冷却装置など多彩なアタッチメントを完備している。

同社では、本年10月、大阪で開催される日本国際工作機械見本市に1.5、2.5、3.5および7馬力数台を出品実演する計画である。

なお当面は月産50台、さらに来春から100台ベースの本格製作販売の予定である。

ハイドロクラフトの特長

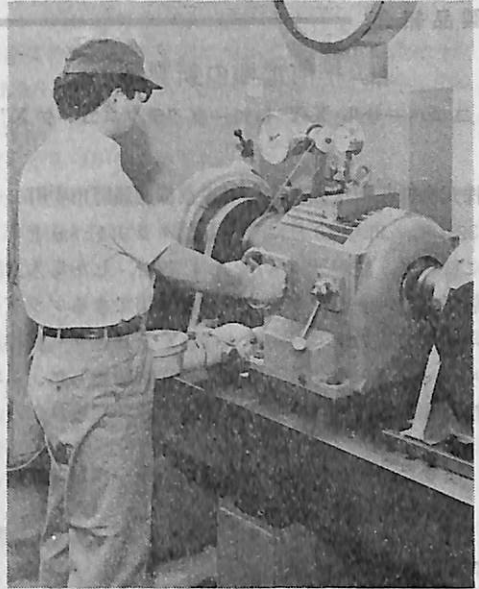
- ① 変速化が1:30と非常に大きく、起動時の高トルクや定パワー特性、定トルク特性が容易に得られる。
- ② 入力軸が回転していても、出力軸の停止、微速駆動ができるので、不連続運転の場合に最適である。
- ③ レバー操作だけで、正転、逆転、変速、起動、停止が自由にすばやくできる。
- ④ 内部は完全自動潤滑が行われ、カムリング・プッシュがロータとともに回転する構造のため、運動部の摩擦がほとんどなく、静かで振動も非常に少ない。寿命が長く保守不要である。
- ⑤ 油圧ポンプ・油圧モータ・タンク・バルブ類一切が本体ハウジング内に蔵され、配管工事などは必要とせず、非常にコンパクトにまとまっている。
- ⑥ 遠隔操作、同期運転、集中制御、差動装置など多様なアタッチメントが完備し、自動制御ができる。

世界的にはすでに数十万台の納入実績を持ち、とくに繊維、化学、食品、製紙、印刷、梱包、木工、建設、精鉱、運搬牽引、製鉄製鋼関係の各種機械装置や工作機械の分野で広く使用されている。

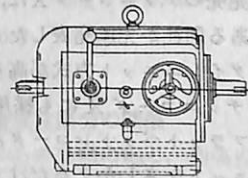
機種選定

最適変速機を選ぶため、以下の項目に従って決定すること。

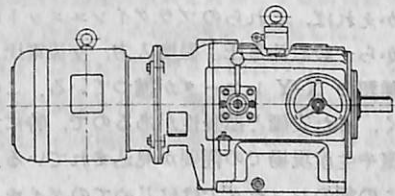
- ① 必要ドライブ動力を計算し、最大負荷  $\frac{n}{716} \times T_{max}$  が、変速機の容量（HP）を超えないように型式を選定する。
- ② 変速範囲より最適減速比を選定する。
- ③ 勝手（右、左）、駆動型式（①標準 ②モータ直結



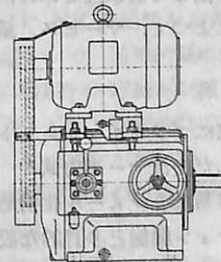
- ③ モータ上部設置）を選定する。
  - ④ 変速の調整方法を選定する。
  - ⑤ 電動機の出力は、ハイドロクラフトの定格出力（HP）と同じ数値を KW で表示したものを選定する。
- 例えば 5HP→5KW となる。



駆動形式1（左勝手）



駆動形式2（左勝手）



駆動形式3（左勝手）

〔製品紹介〕

横河電機の新製品

ユニバーサル X-Y レコーダ “テクニコーダ X”

株式会社横河電機製作所（東京都武蔵野市中町2-9-32）は、昨年10月に発売したクラットベッドレコーダに続いて、記録サイズがA-4判で、しかも入力変換器部がフラットベッドレコーダと共用できるプラグインユニット方式のユニバーサル X-Y レコーダ（愛称：テクニコーダ X）を7月より正式発売を開始した。これで同社の在来機種とあわせてシリーズ化がなされた。

テクニコーダシリーズ（ラボ用サーボレコーダの総称）一覽

- ・ペンレコーダ
- ・フラットベッドレコーダ（テクニコーダ F）
- ・XY レコーダ（250 mm サイズ）
- ・A-4 ユニバーサル X-Y レコーダ（テクニコーダ X）

ユニバーサル X-Y レコーダ（テクニコーダ X）の概要

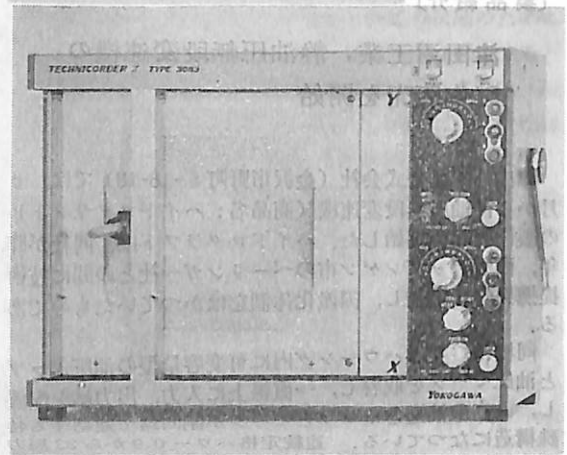
このたび新発売のテクニコーダ X は、アナログレコード技術で定評ある同社が先に発表したクラットベッドレコーダのプラグインユニット方式が高く評価されたのに自信を得て、テクニコーダ X にも採用したもので、このユニットはフラットベッドレコーダと共用できるためプラグインユニットをさしかえるだけで、希望する試験・検査などのデータ収集に最適である。

いかにいえば、これらのプラグインユニットにより、高感度から一般直流電圧、温度入力、交流電圧入力タイプの多種類の X-Y レコーダが揃っている。このため使いやすく、また安価と拡張性があるので、特に大学、工専研究室や生産現場での需要が見込まれている。

またこの種のレコーダでははじめてのダイキャスト化で部品点数を半減して信頼性をあげ、各機能をモジュール化することによって、サービス、量産化が可能になった。

主な特長

- 入力変換器部にプラグインユニット方式を採用
- 耐久性に富んだ交流サーボ方式
- 保守点検が容易なモジュール化構造
- 豊富なオプション機能と多目的な設計
- 記録紙はデータ保存に最適な市販の A-4 シート使用可能



ユニバーサル X-Y レコーダ “テクニコーダ X”

仕様・価格

・本体

- ペン 駆 動 方 式：交流サーボ方式
- 記 録 ペ ン 数：1ペン
- 記 録 方 式：専用インクまたは市販筆記具
- 記 録 紙：専用ロール記録紙または市販 A-4 シート
- 有 効 記 録 幅：X軸 250 mm Y軸 180 mm
- 価 格：¥ 250,000

・プラグインユニット

- |               |                                       |                                     |
|---------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 直流電圧ユニット：     | 0.5 mV~5 V/cm (マルチレンジ)                | ¥ 20,000                            |
|               |                                       | 25 μV~5 V/cm (マルチレンジ) パーニア付         |
| 直流電圧ユニット：     | 0.5 mV~5 V/cm の中の一種 (シングルレンジ)         | ¥ 14,000                            |
|               |                                       | 2.5 μV~5 V/cm の中の一種 (シングルレンジ) パーニア付 |
| 高感度直流電圧ユニット   | 5 μV~5 V/cm (マルチレンジ) パーニア付            | ¥ 70,000                            |
| 交流電圧ユニット：     | 2.5 V~10 V/cm (40~70 Hz)              | ¥ 30,000                            |
| 直流オフセットユニット   | 測定部 0.5 mV~0.5 V/cm, 発生部 10 mV~10 V   | ¥ 70,000                            |
| 時間掃引付直流電圧ユニット | 測定部 0.5 mV~5 V/cm, 時間掃引 0.5~10 s/cm   | ¥ 37,000                            |
| 熱電温度ユニット：     | (CA) 0°C~400°C, 0°C~800°C, 0°C~1200°C | ¥ 35,000                            |
|               | (PR) 0°C~1600°C 800°C~1600°C          | ¥ 35,000                            |
|               | (CC) 0°C~300°C, -200°C~100°C          | ¥ 35,000                            |



# NKコーナー



## 検査手数料の改正認可さる

NKの「検査等手数料規則」の改正が、8月31日付で運輸大臣から認可された。

今回の手数料改正は、昭和47年4月以来2年半振りのもので、その間の激しい諸物価の高騰などを考慮して、約67%の値上げとなつている。

改正手数料は、9月1日から実施されたが、特に経過措置を設けて、検査の種類に応じ1箇月またはそれ以上の猶予期間を置いている。

## 技術協力班の設置

NKは、8月20日付で、本部に技術協力班を設置した。

この班は、日本政府の海外経済協力計画に基づいて行われる船舶建造に関し、技術提供役務（船舶の設計、船価の見積り、入札、船舶建造者の評価、設計図面の審査、建造中の検査、監督等）を行うことを主要業務とする。

NKは現在、別項のようにインドネシア向けの船舶に関し、同国政府とコンサルタント契約を結んでいるが、今後この種の業務の増加が期待される。

## インドネシア向け船舶のコンサルタント業務

NKは、現在インドネシア共和国政府向けの設標船および補給船、フェリーボート並びに漁船の三つのプロジェクトについて、コンサルタント業務を行つている。

設標船および補給船については今回が2回目で、それぞれ2隻計4隻の建造造船所も決定し、いずれも今秋起工、来年引き渡しの予定である。

フェリーボートは、ジャワ島西端メラクとスマトラ島東端バカフ之間に航路開設予定のもので、このほどコンサルタント契約が結ばれた。

また、漁船については150トン型漁業訓練船の図面審査および現場監督業務を行うもので、すでに建造造船所も決定し、本年9月起工、来年引き渡しの予定である。

「外国籍貨物船の安全設備に関する検査要領」の発行  
このほど、標記の検査要領が作成され、検査の円滑な実行を図る趣旨で、関係船主および造船所にも配布され

た。

外国籍貨物船の安全設備については、基本的には1960年 SOLAS 条約に基づいて検査が行われるのであるが、

(1) 条約には、各主管庁が適宜要件を決定することのできる事項が含まれていること、

(2) 1960年 SOLAS 条約のほかに、その改正条文および各種 IMCO Regulation を適用している国があること、

などにより、その取り扱いの細部を示す必要があるという配慮から、ここに検査要領として取りまとめたものである。

なお、この検査要領の運用に当たっては、規定された例外と同等と認められる技術的変更については、弾力的に取り扱うことになつている。

## 長期無人記録による実船計測を開始

NKの技術研究所においては、船体構造部材に生じる変動応力のは握、き裂の発生と伝ばおよび腐食の実態調査を行うため、長期（4～8年）にわたる無人計測記録の実施に着手した。

今回、船主および造船所の協力を得て、建造中の鉱石運搬船のバラストタンク内スロット部周辺の部材につき、計測準備作業を完了し、就航中の変動応力ひん度の自動計測を開始した。このような試みが成功すれば、将来は、航行中船舶のモニター用としても、広く実施されることが予想される。

## 高等学校産業教育実技講習の開催

NKは、文部省からの依頼に応じ、同省の主催する昭和49年度高等学校産業教育実技講習の一環として、主として工業高校の造船科教員を対象とする講習会を、8月5日から10日まで、本部会議室で開催した。

この講習は、昨年に引き続き2回目のもので、全国から8名の教員の参加を得て、鋼船規則中船体関係構造規則の概説および船体関係図面審査の実習を主体として行われた。

## 昭和49年度上半期のNK入級船

本年度上半期に新たにNKの船級を取得した船舶は、171隻、2,488,867総トンで、前年同期に比べて隻数では47隻増、総トン数では約45万総トン減であった。

相変わらず、タンカーが総トン数合計で圧倒の首位を占め、全体の傾向としては変化がないが、ただこのところ減少傾向にあつた木材運搬船の隻数急増が目立つている。

また、外国籍入級船が92隻、110万総トンに達し、初めて隻数で日本船舶をしのぐ実績となつた。

## 業界ニュース

### 井上商会、船舶の塗装専門工場を建設

井上商会（横浜市中区尾上町5-80）は、徳島造船小松島工場内に船舶塗装専門工場を建設したが、船舶の塗装専門工場はわが国で初めてのものだけに、関係業界で注目を集めている。

井上商会は船舶塗料メーカーのアメリカ・アメロン社の総代理店で、同社の塗料ダイメットコートを使つての責任施工に基づいて出張工事を行なつていたが、最近プロダクトキャリアの特殊塗装が増加したのと、船台の制限を受けることなどから、出張工事では完全責任塗装がむづかしい情勢となつて来た。

こうしたことから、同商会ではわが国の船舶塗装業界のトップを切つて船舶塗装専門工場を建設したもの。同工場には1,500馬力コンプレッサーをはじめ、サンドブラストの吹き付け器20台、集じん機2基、砂の乾燥回転炉、槽内に熱風を吹き込む装置などを設置、船を同工場の岸壁に横づけして塗装する。

岸壁の長さは240メートルで、15,000トンの船の接岸が可能。特に同工場では公害防止対策に力を入れている。

同商会の話では、同専門工場の建設で、むづかしい下地処理が完全にでき、各造船所に出張してするのに比べ半分以上に省力化され、完全な施行ができるようになったという。同専門工場の建設費は約2億円。

また同商会の計画によると、大型船の塗装に取組むため51年度営業開始を目標に小松島に本格的な塗装専門工場を建設する。投資額はざつと20億円が見込まれている。

船舶塗装業界には同商会に続いて同じ船舶塗装専門工場を建設しようという動きが出ており、わが国初の同商会が建設した塗装専門工場に関心を示している。

### 山武ハネウエル、東北地区で航海計器の展示会開催

山武ハネウエル株式会社（本社：東京都千代田区丸の内2-6-2）船舶海洋システム部は、8月9日より4日間、東北地区の石巻、気仙沼、青森、八戸の各市で、各地の漁船船主を対象に「航海に欠かせない山武ハネウエルの新鋭航海計器」と題する新製品展示会を開催した。

この展示会には、同社の高性能、低価格の航海計器としてオメガ受信装置、衛星航法システム、磁電ログ、天測計算機など4機種を展示し、技術説明を中心として現

地の船主と緊密な交流をはかった。

### 日立マクセルの万能型乾電池

日立マクセル株式会社（営業本部：東京都品川区北品川4-8-15）では、かねてからより高い性能、より長い寿命、そしてより優れた経済性をかね備えた乾電池を研究していたが、マンガン乾電池としては、今までにない優れた能力をもつた全く新しい乾電池の開発に成功、新製品マクセル乾電池“400”（写真）として、単1、単2、単3の3種類を8月一斉に発売を開始した。

従来の乾電池では、使用するときの条件によつて性能、寿命にいちじるしく差が出るのにくらべ、新製品マクセル“400”は、使用条件に一切関係なく、あらゆる用途に優れた性能、長寿命ぶりを発揮するというもの。

マクセル“400”は、すでに夜間の飛行機誘導や点検整備の照明器具などに大量の乾電池を使用している日本航空でも注目しており、同社の資材テストの結果、従来の乾電池にくらべ、年間約3,000万円の経費削減が期待できると高く評価している。

なお新製品マクセル“400”の市販価格は、1個あたり単1：120円、単2：85円、単3：60円である。



### 川重、船舶受注をドル建てに

川崎重工業は短納期船舶の受注を、今後ドル建てで行う方針であることを明らかにした。これは、ドル建てによつて船価に一種の「スライド制」を持たせて、リスクをカバーするほか、最近の円安基調からドル建ての方が船主の船舶建造意欲を喚起するとの見方を強めたためである。

造船業界は4年前、先行きの円高基調を見越して従来からのドル建て船価を中止、円建て船価で受注を行つて来たが、同社が納期の短い船舶とはいえドル建てに踏み切ることにより、業界に大きな波紋を投げると見られる。

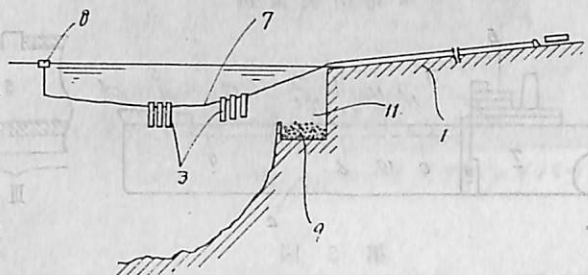


# 特許解説

ボール進水法における保距具の取扱法〔特公昭49-21198号公報，発明者；清水竜男，出願人；日立造船株式会社〕

ボール進水法は，他の進水法に比較して多くの利点を有するが，このボール進水法を採用する時は進水後の保距具の回収方法に問題がある。従来これに対して網あるいは箱などの受体を船台の進水方向後部に設ける手段を採っていた。しかし，すべての保距具が受体内に落下すればよいが，保距具の海中落下速度，落下の態様如何によつては受体外へ落下する保距具もある。そのため，受体外へ落下した保距具を潜水夫が引揚げ回収しなければならず，多大の労力を必要とした。

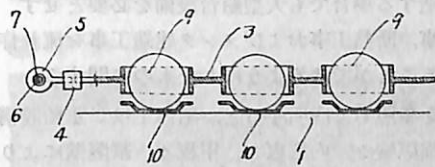
本発明は上記の問題を解決するためになされたものであり，図面にもとづいて説明すると，1は船台，2は船舶，3は保距具である。この保距具3の進水方向と直角方向の一侧部には，自在継手4を介して懸吊具5が連結



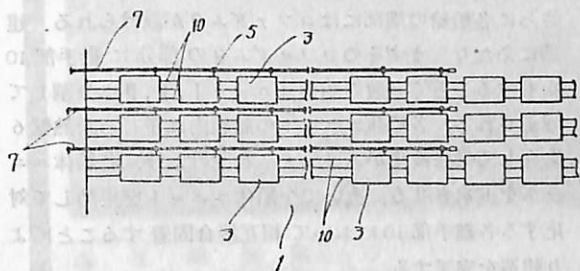
第4図

される。懸吊具5はロープ7に移動自在に係止されている。ロープ7は一侧が船台1側に，他端が洋上のブイ8に締切されている。保距具3には，転動ボール9が設けられ，船台1上のガイドレール10を転動する。11は船台尾端側下方の海中に設けられた受部を示す。

本発明は，上記の構成をもつため，進水にともなつて，船台1より海中へ落下する保距具3は，ロープ7に懸吊されることとなり，また，転動ボール9はボール受部11内に落下する。



第1図

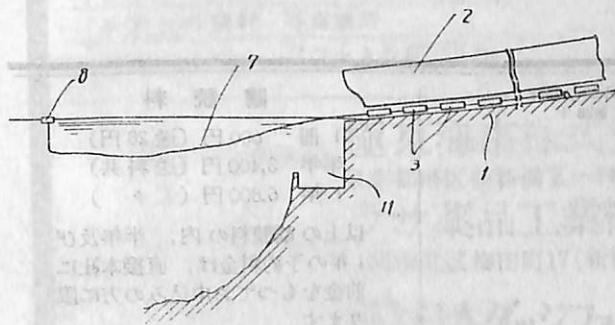


第2図

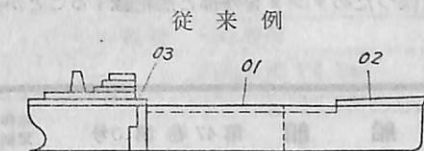
船体の増深改造法〔特公昭49-24111号公報，発明者；新井徹也，出願人；三菱重工工業株式会社〕

従来の船体改造工法は，第1，2図に示すように，船体中央部甲板下水平位置において切断し，上甲板01を船首楼甲板02および船尾楼甲板03位置まで嵩上げし，空所部に新設ブロック04を挿入していた。この場合，改造船体が船尾楼甲板03をもつものであれば，嵩上げ後の甲板01'を船尾楼甲板と等高にできて好都合であるが，船尾楼甲板03をもたない船舶であれば，船尾部甲板まで嵩上げするか，船尾楼甲板に相当する部分を新設しなければならず，船尾部は機関室等のため構造が複雑であり，著しく経費高となる。

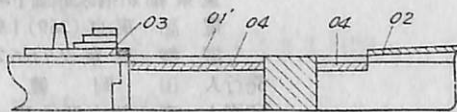
そこで，本発明は，船尾楼甲板を具備しない大型専用船に適用できる改造法に関するもので，第3，4図を参照して説明すると，旧船体をその中央部付近で点線aに沿つて前部船体9と後部船体10に切り離し，前部



第3図

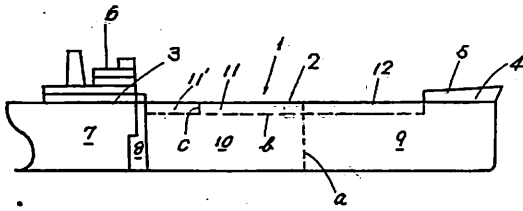


従来例  
第1図

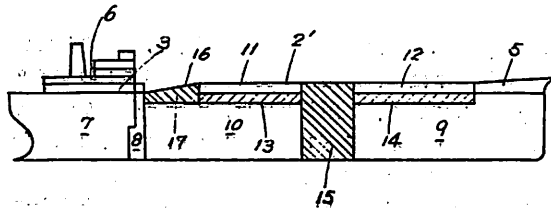
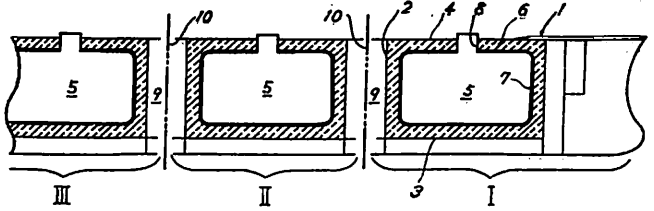


第2図

本発明実施例



第 3 図



第 4 図

船体 9 を船体の増長に必要なだけ移動させる。次に、後部船体 10 のポンプルーム 8 より前方および前部船体 9 の船首楼甲板 5 の立ち上がり部より後方部分を点線 b に沿って水平に切断して嵩上げ部分 11, 12 とする。嵩上げ部分 11 はさらに点線 c で切断し、切断片 11' は捨てる。この状態から嵩上げ部分 11, 12 はジャッキを使用して、上甲板 2' が船首楼甲板 5 と等高になるまで嵩上げする。その空間部に増深ブロック 13, 14 を挿入し、同時に、増長ブロック 15 を挿入する。最後に、嵩上げによつて落差を生じた中央部上甲板 2' と船尾部上甲板 3 の間を、予じめ製作しておいた傾斜甲板 16 を含むブロック 17 で接続し、改造工事を完了する。

低温液化ガス輸送船の分割建造方法〔特公昭 49-31074 号公報、発明者；佐藤徹、出願人；プリジストン液化ガス株式会社〕

一般に低温液化ガス輸送船においては低温液化ガスを低温に保つためタンクを外部と熱絶縁することが必要で

あり、またタンクの材料としては高価な耐低温用金属を用いなければならない。このためタンクの板厚が極めて薄いメンブレン方式が経済的になるが、この方式では従来船殻完成後に船体内で断熱工事ならびにタンク建造工事が行われていたので、大型の低温液化ガス輸送船の建造には船の起工から竣工までの間、大型造船設備を長期にわたつて占有しなければならないという問題があつた。

そこで本発明は、従来のこの種輸送船の建造方法における上述の問題を解決しようとするもので、大型の輸送船を建造する場合でも大型船台設備を必要とせず、また船殻工事、断熱工事およびタンク建造工事を流れ作業で処理することができるようにしたものに関する。

図面を参照して説明すると、船体 1 は二重船殻構造を有し、横隔壁 2、内底板 3、甲板 4、縦隔壁により船艙 5 が区画形成される。6 は木枠構造体から成る断熱壁で、その内部に可撓性の薄膜式タンク 7 が載置される。さらに各船艙の端部にはコフアダム 9 が設けられる。建造にあたり、まずそのコフアダム 9 の部分に継手部 10 を有するごとく多数の船体ユニット I、II、III に分割して建造される。各船体ユニットの船艙内に予じめ断熱壁 6 を介して低温液化がスタンク 7 を設けた後、各船体ユニットを進水させる。次いで全船体ユニットを集結して対応する各継手部 10 において相互接合固着することにより建造を完了する。

(特許庁審査第 3 部 幸長保次郎)

船 船 第 47 卷 第 10 号

昭和 49 年 10 月 12 日発行  
定価 600 円 (送 28 円)

発行所 天 然 社  
郵便番号 1 6 2  
東京都新宿区赤城下町 50  
電話 東京 (269) 1908  
振替 東京 79562 番  
発行人 田 岡 健 一  
印刷人 高 橋 活 版 所

購 読 料

1 冊 600 円 (送 28 円)  
半年 3,400 円 (送料共)  
1 年 6,800 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

# スターンチューブへ2年間の実績

## 日本ダッジのファイブロン<sup>®</sup>TM

(テフロン<sup>®</sup>製フリーサイズグランドパッキン)

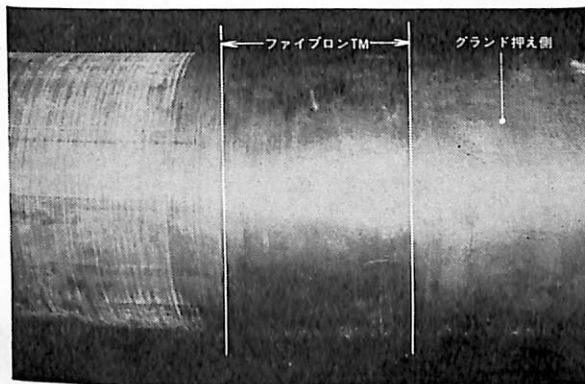


富士山丸 (山本興業社)

船舶で最も重要なスターンチューブ (船尾管) のシールにファイブロン<sup>®</sup>TMを使用して2年。

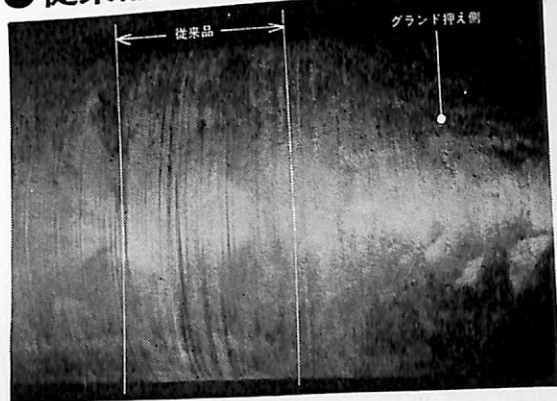
保守管理が全く不要で、海水の漏洩がなく、シャフトの摩耗も非常に少ない事が実証されました。

### ●ファイブロン<sup>®</sup>TM使用側



海水漏洩	殆んどなし
パッキンの増締め	2年間で1~2回
パッキンの取替	2年間なし
シャフトの摩耗	写真参照 フラットな面で1mm

### ●従来品使用側 (テフロン<sup>®</sup>含浸ラミーパッキン)



海水漏洩	多量
パッキンの増締め	頻繁に点検・調整の要があった
パッキンの取替	1年に1回
シャフトの摩耗	写真参照 凹凸な面で4.5mm

販売元

(関東地区) 極東海事株式会社  
東京都港区西新橋2-14-2 (山口ビル) 電話(03)502-3901(代)

(関西地区) ラサ薬品工業株式会社  
大阪市北区梅田町17 (新桜橋ビル) 電話(06)341-2321(代)

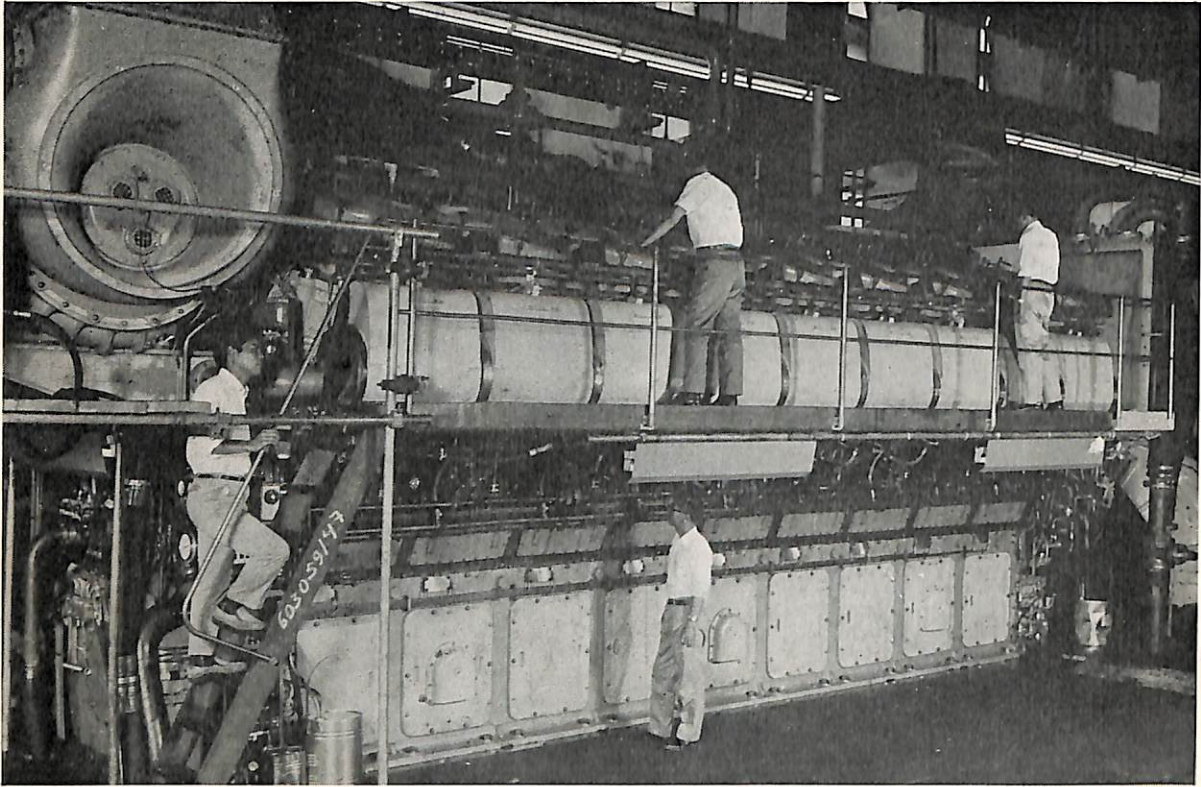
製造元

日本ダッジファイバース株式会社  
東京都港区芝西久保明舟町17 (発明会館6F) 電話(03)502-5301(代)



# M·A·N

## 52 / 55 A



比出力：単位容積当り 137PS/m<sup>3</sup>， シリンダ当り 1055PS/CYL.

特に粗悪油用に開発された4サイクルディーゼル機関52/55Aの出力が上がります。機関の名称は52/55Aとなります。

本機関はクロスヘッド2サイクルディーゼル機関の利点（高いシリンダ出力、確実な粗悪油運転）と4サイクル機関の長所（小形軽量）

を兼備しています。

18シリンダV型52/55Aでは18,990PS、多機関ギヤード方式にすれば、プラントの出力は幾倍にもなります。

6,330PS（6シリンダ）直列から50,000PS以上の広い出力範囲が得られます。

## M·A·N (ジャパン) リミッテド

本社  
神戸サービスベース  
横浜サービスエンジニア

東京C.P.O. Box68 Tel. (03) 214-5931  
神戸C.P.O. Box1170 Tel. (078) 671-0765  
Tel. (045) 201-2931

ライセンサー

川崎重工業株式会社  
三菱重工業株式会社

保存委番号：

221045

東京／神戸  
東京／横浜

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AKTIENGESELLSCHAFT/WEST GERMANY

船舶 第四十七卷 第十号

昭和四十九年三月二十日印刷  
昭和四十九年十月七日発行  
第三種郵便物認可  
（毎月一回）

編集発行  
印刷所  
兼印刷人

東京都新宿区赤塚下町五〇番地  
田岡健一  
高橋活版所

定価六〇〇円  
発行所

東京都新宿区赤塚下町五〇番地  
（郵便番号一六二）  
天  
然社  
振替・東京七九六二番  
電話東京〇一九〇八番