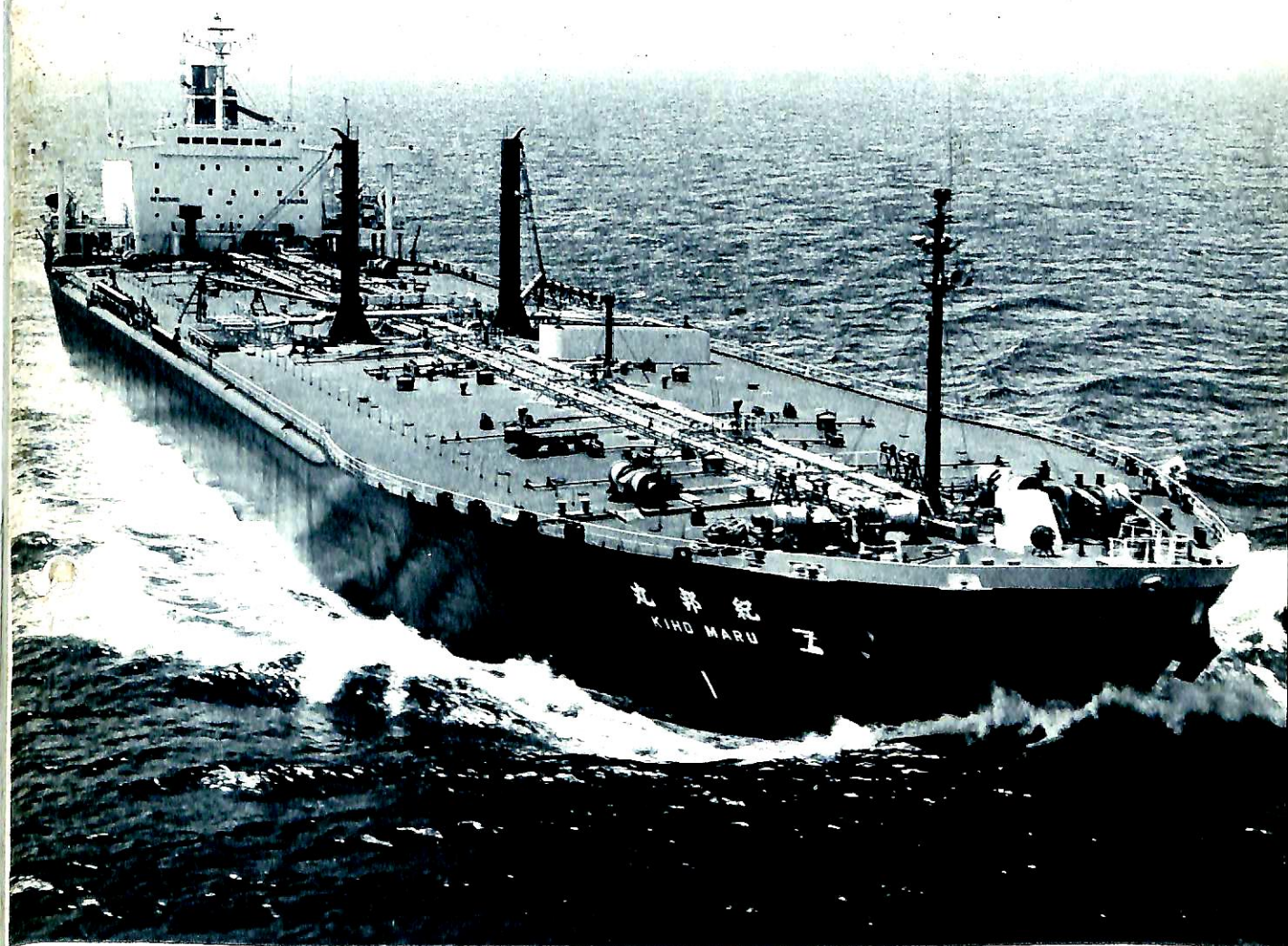


# 船の科学 11

VOL. 32 NO. 11



飯野海運向け油槽船

“紀邦丸”

載貨重量 90,842t 主機ディーゼル 16,080PS

速力試運転最大 15.63kts 満載航海 15.0kts

川崎重工業・坂出工場建造



## 川崎重工

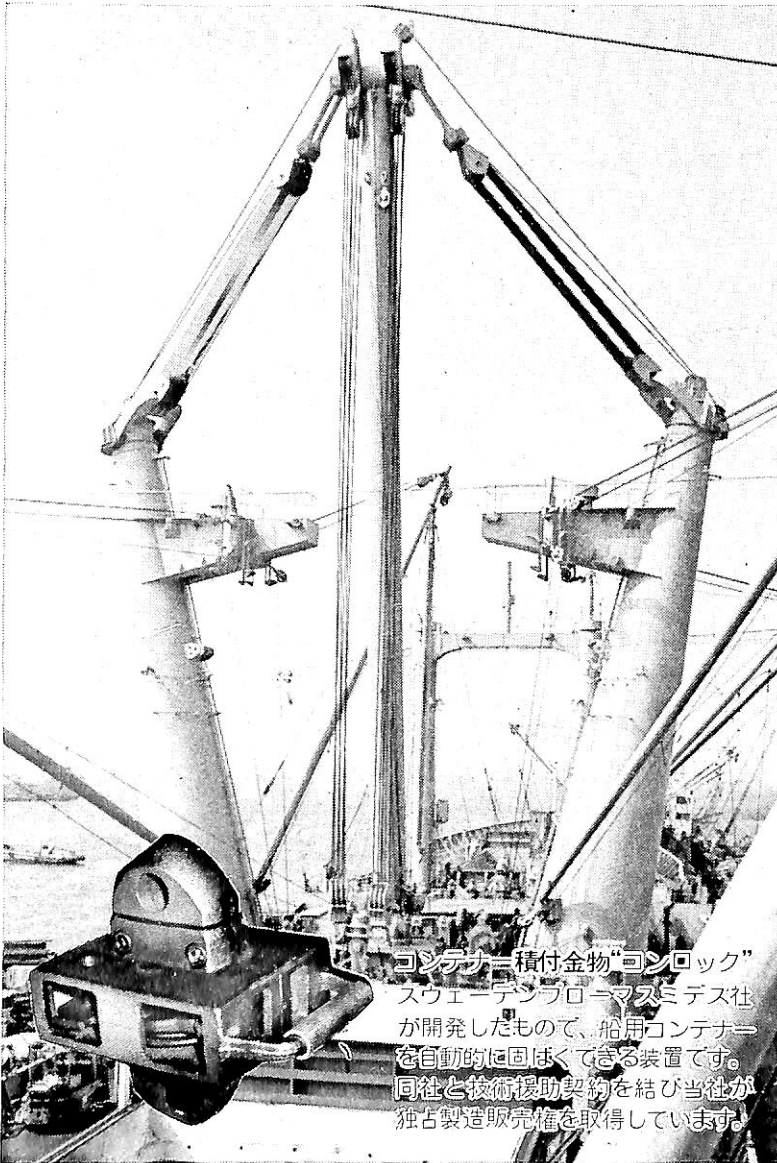
創

業



1924

# 世界の港で活躍するこのマーク



コンテナ積付金物“コンロック”  
スウェーデンラローマズミデス社  
が開発したもので、船用コンテナを  
自動的に固縛できる装置です。  
同社と技術援助契約を結び当社が  
独占製造販売権を取得しています。

## 主な製品

船用及び陸上用各種滑車  
重量物及び一般荷役装置  
スチュルケン・マスト装置  
トムソン・デリック荷役装置  
K-7・デリック金物  
コンテナ固縛装置  
ユニバーサンフェアリーダー  
スティールハッチカバー部品  
トローリング・フック  
救命艇揚卸装置  
繋船用諸金物  
甲板機械一式  
艀装用諸金物  
諸製缶品一式

Ⓜ日本工業規格表示工場

# 株式会社 立野製作所

取締役社長 立野勝彦

本社 横浜市西区北幸2丁目9番18号 〒220  
営業本部 電話 045(311)2681(代表)  
生産本部 電話 045(311)2684(代表)  
総務部経理課 電話 045(311)5409(代表)

第二工場 横浜市金沢区鳥浜町17番3号  
〒263 電話 045(771)1611(代表)  
大阪出張所 大阪市大正区泉尾3丁目20番2号  
及大阪工場 〒551 電話 06(552)0741(代表)



世界一家、人類兄弟姉妹

# 大きく貢献。

フアンの皆様から  
お預かりしている

モーターボート競走の交付金は、世界一家、人類兄弟姉妹の理念に基づき造船、海難防止、海事思想の普及、観光、体育、文教、社会福祉、防犯・防火、公衆衛生、交通事故防止等国民利福の増進に広範囲にわたり役立てられています。また、国内はもとより国連機関を通じWHOの天然痘根絶計画及びライ病対策、ユニセフの援助、麻薬統制基金への援助、難民救済活動への援助など、広く国際的な分野での協力援助事業にも幅広く活用され、世界中から高く評価されております。



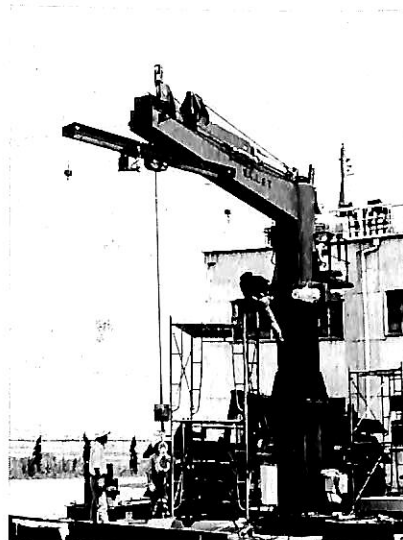
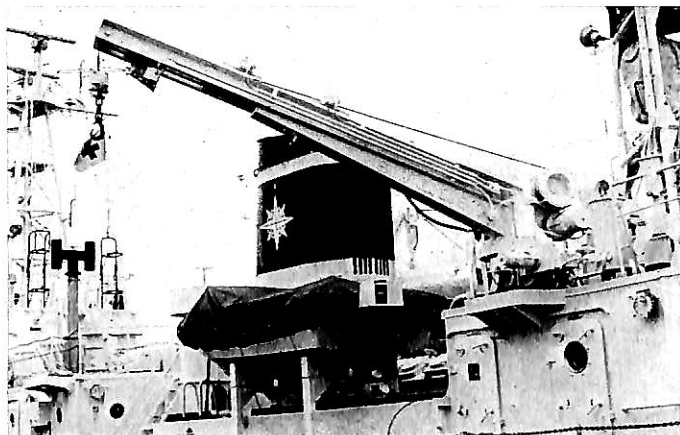
「世界保健機関より表彰される」 笹川会長  
とH・マーラー同本部事務局長

財団法人 **日本船舶振興会**  
会長 笹川良一 理事長 田坂鋭一

# UEDA

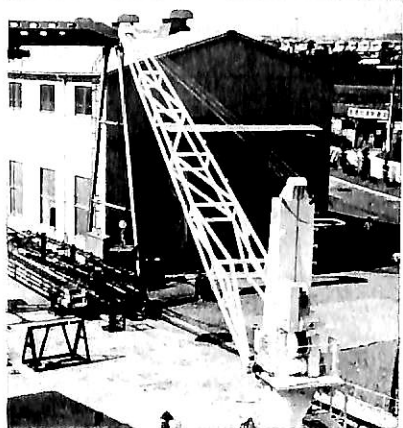
## 船用クレーン

● 波浪追従装置付クレーン(特許)



### 営業品目

- 舷梯装置
- 舷梯ウインチ
- ボートダビット
- ボートウインチ
- ガントリークレーン
- ワークラダー
- カラダー
- フェンダーダビット
- 各種ウインチ
- ワイヤールール

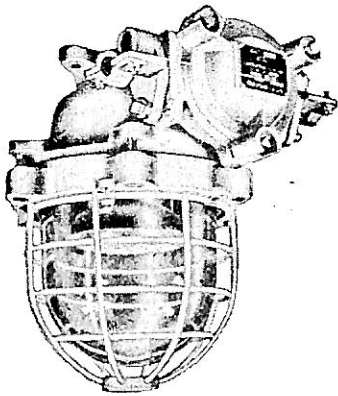


株式会社 五田鐵工所

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

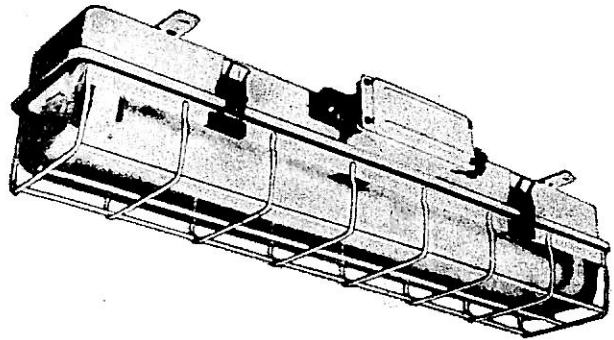
船舶用

KOKOSHA

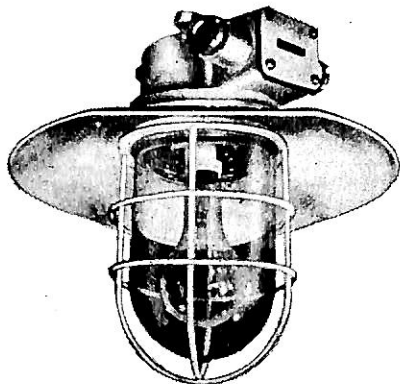


耐圧防爆形天井灯

- 運輸省型式承認
- 船級協会認定品



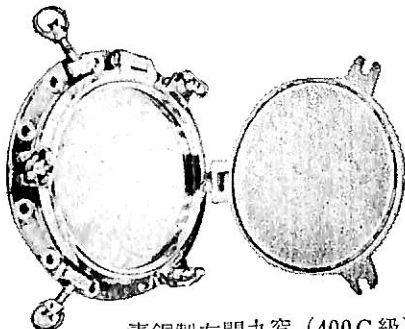
気密形蛍光天井灯



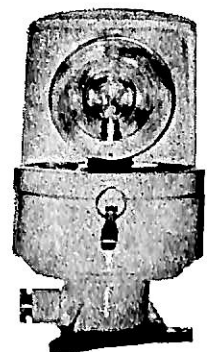
船用作業灯

### ● 営業品目

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



青銅製左開丸窓 (400C級)



甲種紅色閃光灯  
LGF2R-01

株式会社 高 工 社

本 社 工 場：東大阪市御厨693

TEL 大阪 代表 (781) 4351, TELEX 大阪 (527)8914

東京営業所：東京都港区西新橋1丁目22番7号 森ビルE別館 1

TEL 東京 代表 (501) 8077, TELEX 東京222-4132

KOKOSHA



業務内容

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

楽しい船旅は安心から…  
 —備えあれば、憂いなし—

日本定航保全株式会社

社長 渡邊 浩

東京都千代田区内幸町2丁目1番18号(新日本ビル5階)  
 電話 東京 (501)局6821~2 (503)局4566

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

依頼試験、研究  
 施設設備の貸与  
 技術相談

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



船舶艙装品研究所

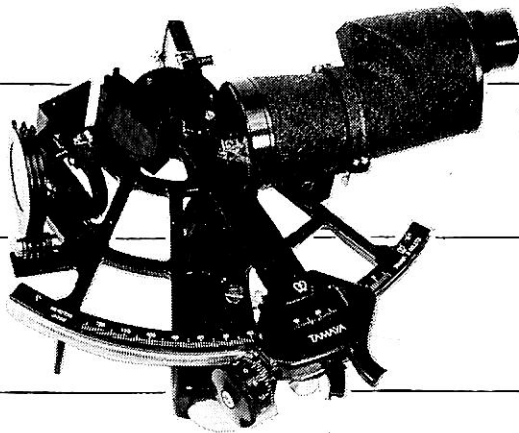
RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING  
 HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

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

(競艇益金事業)

# TAMAYA 航海機器

航海の安全を願い、60年にわたる経験と卓越した技術が生み出したTAMAYA航海機器。厳選された材質と優れた構造から生まれる高い精度と堅牢度、使い易さなど、その優秀さは内外の商船、漁船をはじめ、ヨットマンの間でも絶大な信頼と好評を博しています。



## TAMAYA六分儀 MS-3L

六分儀と云えばTAMAYA……TAMAYAと云えば六分儀の代名詞にさえなっています。六分儀の中の六分儀、優れた性能を持つ反射鏡やシェードグラス。これら、全ての製品にJES船舶8201以上の精度に調整し、器差表を作製添付いたしております。

■仕様 ●標準単望：7×50 ●照明：付 ●アーク：ブロンズ ●フレーム：耐蝕性軽合金

## 新発売

## TAMAYA船舶標準時計 MQ-2

小型船舶向けに作られた船舶時計です。完全防湿構造、温度特性のよい4 MHzクォーツの組合せは航海の安全をお約束します。

■仕様 ●精度：月差4.5" ●作動温度：-10℃～+50℃ ●夜光塗料：自発光塗料、時分針及び5分おき表示



## 新発売



## TAMAYAデジタル航法計算機 NC-77

●18種の航法計算内蔵のミニコンピューター  
最新の測量結果(WGS-72)による離心率を採用。m/ft単位の切換えもスイッチひとつ。応用範囲の広いG.Cモード等、数々の特長をもっています。

■仕様 ●18種の航法計算内蔵 ●表示桁数：10桁（小数部≦9桁） ●電源：A.C-D.C両用 ●木箱ケース付

●カタログ請求、お問い合わせは下記住所へ。

航海・測量・気象機器———専門商社



株式会社 玉屋商店

東京本社 〒104 東京都中央区銀座3-5-8 ☎03-561-8711(代)

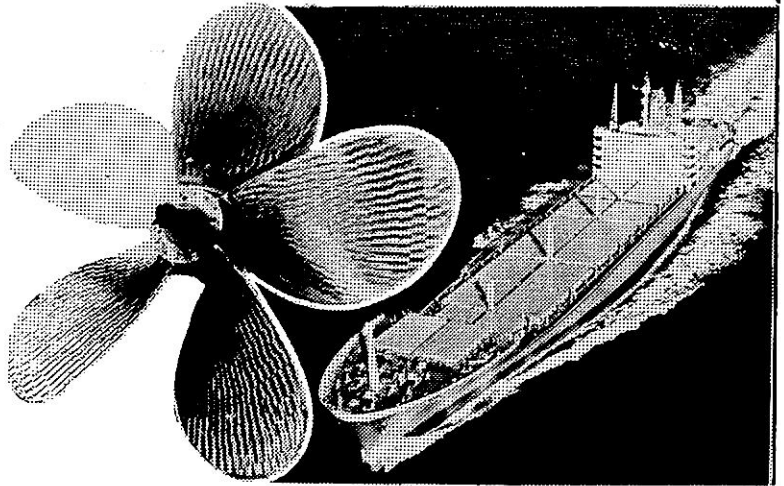
# 世界の海に活躍する **ナカシマプロペラ**

## ■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、各種銅合金鑄造品・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市アツプ
- 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 NKPROP 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

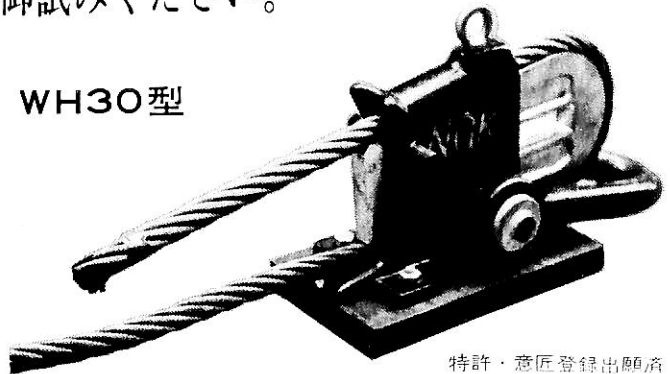
# NAKAMURA GIKEN KOUGYO

合成繊維ロープ高騰の折、太径ワイヤーでの係船ではポラードに代り  
テーパーワイヤーロックを御試みください。

- 特長
1. 経済的
  2. 作業迅速
  3. 安全確実
  4. 操作容易

型式	WH 級	30 $m/m$
	"	26 $m/m$
	WM 級	22 $m/m$
	"	19 $m/m$
	"	16 $m/m$
	WL 級	13 $m/m$
	"	10 $m/m$
	"	8 $m/m$

WH30型



特許・意匠登録出願済

● 御一報次第カタログを御送り致します。——

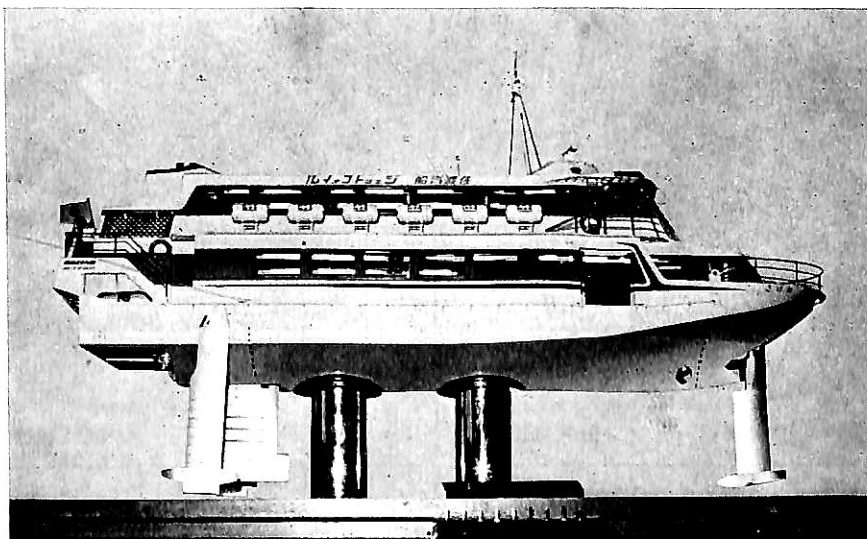


有限会社 **中村技研工業**

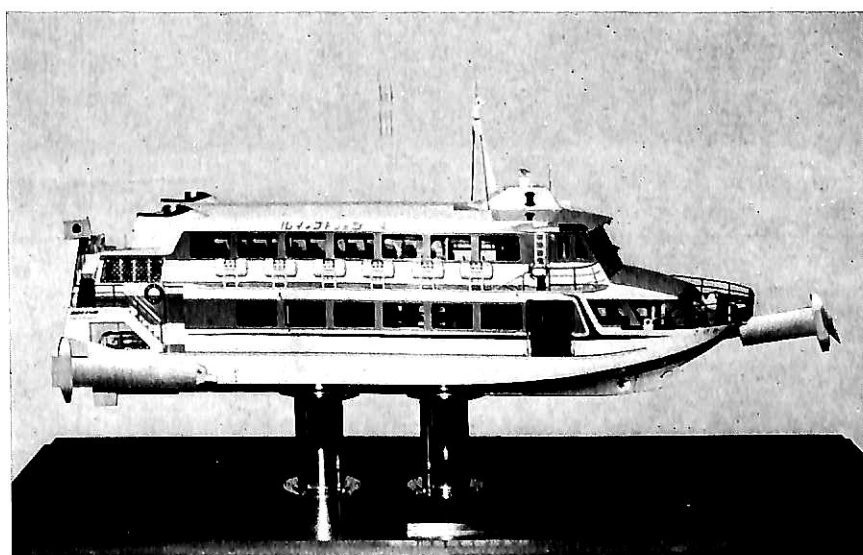
東京都足立区千住大川町34番8号  
〒120 ☎ 03(881)0561



進水記念贈呈用に  
不二の船舶美術模型を  
佐渡汽船(株)ジェットフォイル“おけさ” $\frac{1}{25}$ 模型



水中翼航行時



船艇航行時

株式会社 不二美術模型

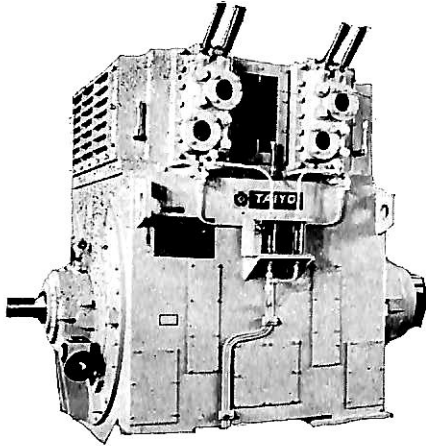
代表取締役社長 桜庭 武二

東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 東京 (998)1586

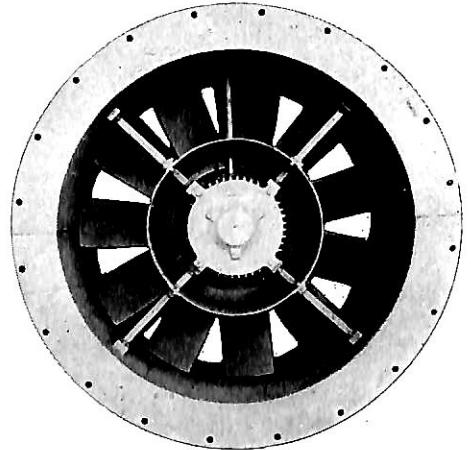
ながい経験と最新の技術を誇る！



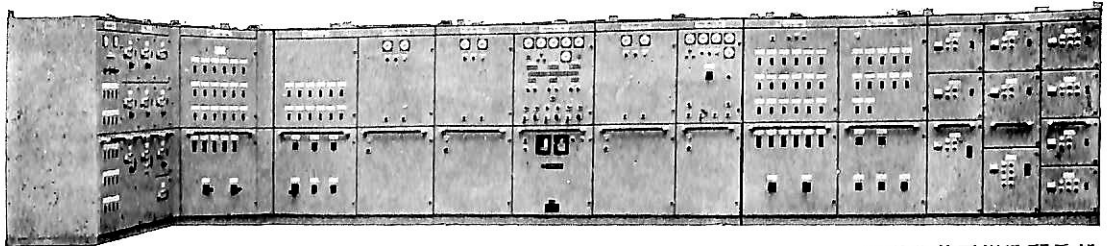
# 大洋の船舶用電気機器



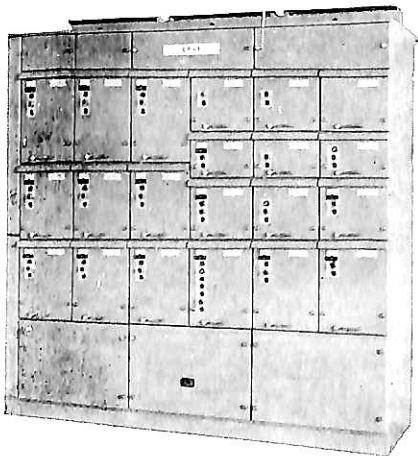
排ガスタービン2極発電機



低騒音軸流通風機



自動化装置組込配電盤



ドローアウト式集合始動器

主要生産品目

- 発電機
- 電動機
- 配電盤
- コンソールパネル
- 自動化電源装置
- 各種送風機

 **大洋電機** 株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町3-16

電話 03-293-3061 (大代)

工場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬

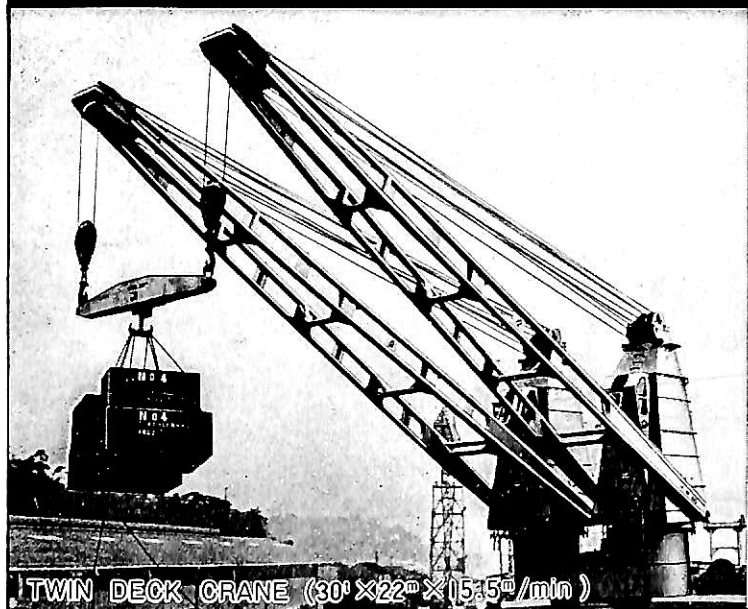
営業所 下関・札幌・大阪・釧路

海外 ニューヨーク・ジャカルタ・アブダビ

## 目 次

- 11 新造船紹介 (No. 373)
- 30 日本商船隊の懐古No. 5 (平洋丸, みどり丸, 浄寶纒丸, 金剛丸)……………山 田 早 苗
- 35 10月のニュース解説……………編 集 部
- 38 静岡県漁業取締船“天龍丸”について……………ヤマハ発動機
- 49 今後の大型船舶における省力化システムについての雑感……………浜 照 夫
- 54 ゴム製隔膜による油水置換システム……………田 中 裕 二
- 59 生産管理面から見た造船工業の実像……………山 崎 真 喜
- 67 第7回国際船体構造会議 (ISSC) の概要……………秋 田 好 雄
- 
- 73 ケミカルタンカー (41)……………恵美洋彦・角張昭介
- 86 船舶電子航法ノート (38)……………木 村 小 一
- 93 中速艇の一設計法 (7)……………大 隅 三 彦
- 
- 53 船舶技術研究所第34回研究発表会……………運 輸 省
- 21 Passenger Car Ferry “MS TURELLA” (1)……………速 水 育 三
- ニュース
- バングラデシュ電力庁から発電バージを受注……………石川島播磨重工
- フィリピン向け発電台船を2基受注……………日立造船
- モービルから28万トン型タンカー4隻の主機換装工事を一括受注……………石川島播磨重工

# 最新の技術と実績を誇る 福島製の甲板機械



- 油圧・蒸気・電動各種甲板機械
- デッキクレーン
- アンカー・ハンドリングウインチ
- 電動油圧グラブ



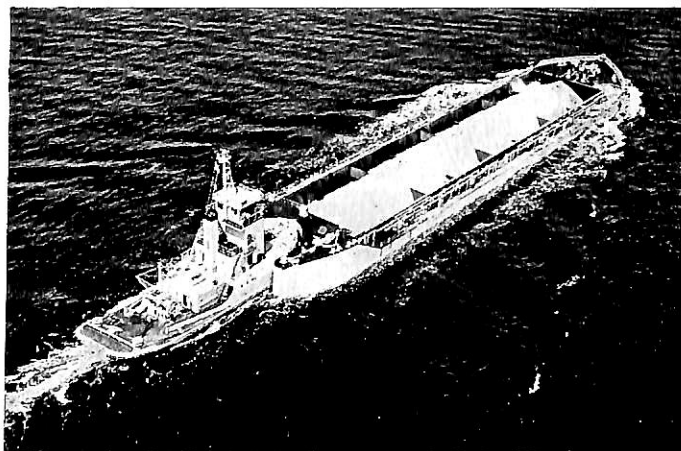
株式会社 **福島製作所**

本社・工場／福島市三河北町9番80号 ☎0425(34)3145  
 営業部／東京都千代田区四番町4-9 ☎03(265)3161  
 大阪営業所／大阪市東区南本町3-5 ☎06(252)4886  
 出張所／札幌・石巻・広島・下関・長崎  
 海外駐在員事務所／ロンドン

## “押船—舳船団に”アーティカップル

ピンジョイント式  
自動連結装置

ボタン操作による  
全自動方式



☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

**大成設計工務株式会社**

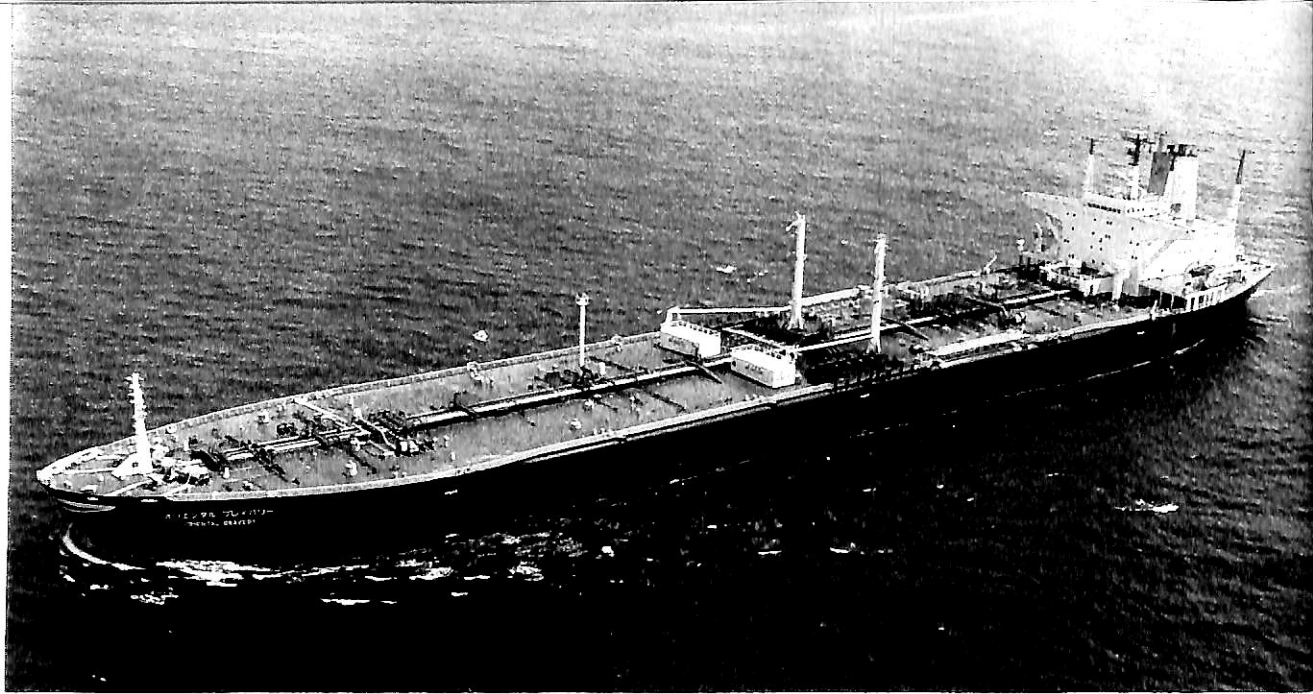
東京都台東区東上野1-28-3  
電話 03(833)0828, 0829



34次油槽船

昭立丸 昭和油槽船株式会社  
SHORITSU MARU ナス海運株式会社

石川島播磨重工業株式会社第一工場建造(第2729番船)	竣工	54-3-27	進水	54-6-29	竣工	54-9-27
全長 237.650m	垂線間長 227.600m	型番 39.90m	型深 19.00m	満載喫水 12.663m	満載排水量 95,431t	満載排水量 95,431t
総噸数 49,704.32T	純噸数 32,746.95T	ストリッパ-ポンプ 250m <sup>3</sup> /h×125m×2	載貨重量 81,283t	貨物油槽容積 99,946.87m <sup>3</sup>	燃料油槽 3,387m <sup>3</sup>	燃料油槽 3,387m <sup>3</sup>
主何油ポンプ 2,500m <sup>3</sup> /h×125m×3	清水槽 472.64m <sup>3</sup>	タービク 10t×2	主機械 IHI Sulzer 6RND90型ディーゼル機×1	ディーゼル機×1	ディーゼル機×1	ディーゼル機×1
燃料消費量 58.6t/day	(常用) 15,660PS (117.8rpm)	プロペラ 4翼 1軸	プロペラ 4翼 1軸	補汽缶 IHI-ADME型	補汽缶 IHI-ADME型	補汽缶 IHI-ADME型
二個水管式(排ガスをエコノマイザー付)×1	発電機 (ターボ) 1,000kW×AC450V×60Hz×1	全波×1 (補) 全波×1	全波×1 (補) 全波×1	560kW×AC450V×60Hz×2	560kW×AC450V×60Hz×2	560kW×AC450V×60Hz×2
無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 75W×1	受(主) 全波×1 (補) 全波×1	航続距離 13,850哩	航続距離 13,850哩	航海計器 オメガレーダー	航海計器 オメガレーダー	航海計器 オメガレーダー
速度 (試運転最大) 16.03kn	乗組員 23名(暫定)	イナ-トガトスシステム, 原油洗滌装置及び S. B. T.	イナ-トガトスシステム, 原油洗滌装置及び S. B. T.	船級・区域資格 NK	船級・区域資格 NK	船級・区域資格 NK



油槽船 **オリエンタル ブレイバリー** 東航タンカー株式会社

ORIENTAL BRAVERY

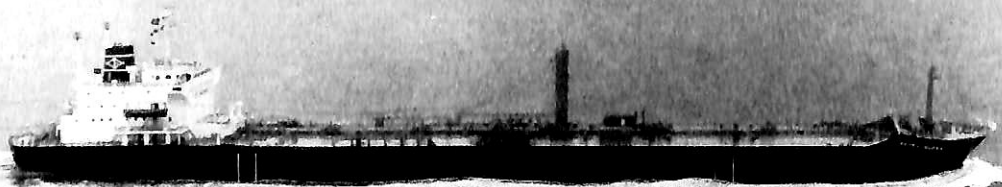
株式会社来島どっく大西工場建造(第2088番船)	起工	53-12-21	進水	54-3-31	竣工	54-7-12		
全長 252.00m	垂線間長	240.00m	型幅	42.00m	型深	23.00m		
満載排水量	126,832t	総噸数	66,312.65T	純噸数	38,666.94T	満載喫水	15.033m	
貨物油槽容積	130,733.62m <sup>3</sup>	主荷油泵	3,500m <sup>3</sup> /h×145mTH×3	デリック	20t×1	載貨重量	105,684t	
燃料油槽	3,638.76m <sup>3</sup>	燃料消費量	52t/day	清水槽	622.84m <sup>3</sup>			
主機械	IHI SEMT Pielstick 12PC4V型ディーゼル機関×1		出力 (連続最大)	18,000PS (400rpm)				
(常用)	15,300PS (379rpm)	プロペラ	5翼 1軸	補汽缶	IHI ADM607型二胴水管×1			
発電機	大洋電機 (ターボ) 730kW×1	(ディーゼル) 480kW×2	無線装置	送(主)	1.2kW×1	(補)	75W×1	
受(主)	NRD15×1	(補) NRD10×1	船舶電話	海事衛星装置	VHF			
航海計器	デッカ	ロラン	NNSS	レーダー	速力 (試運転最大)	16.123kn	(満載航海)	14.15kn
航続距離	18,000浬	船級・区域資格	NK	遠洋	船型	ウエル甲板型	乗組員	39名

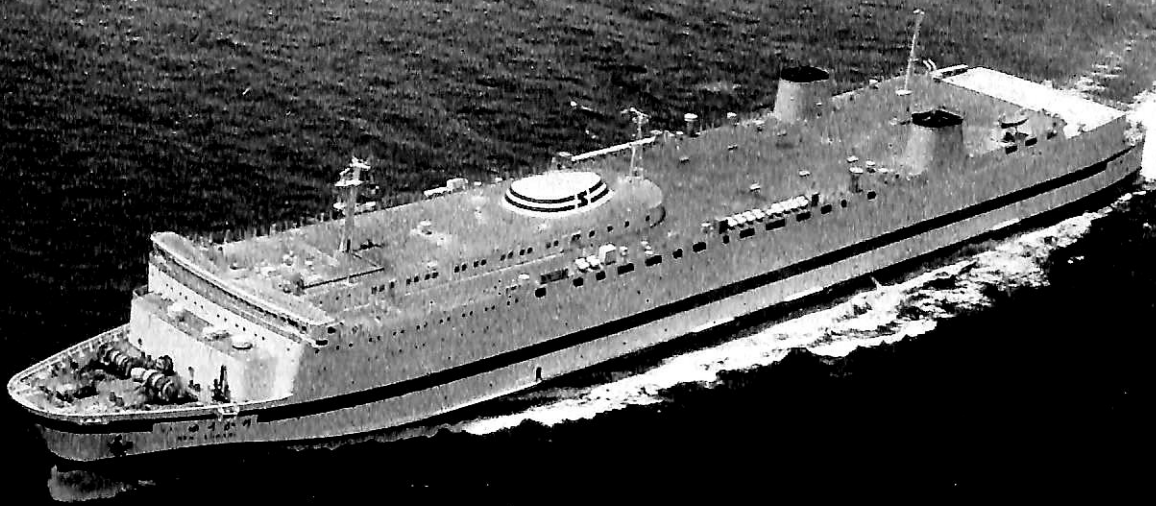
— 12 —

ペトロ クイーン

油槽船 **PETRO QUEEN** 興洋商船株式会社

今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1068番船)	起工	54-4-20	進水	54-6-13	竣工	54-8-30		
全長 184.15m	垂線間長	172.00m	型幅	30.00m	型深	15.80m		
満載排水量	46,306t	総噸数	24,596.23T	純噸数	13,315.93T	満載喫水	10.772m	
貨物油槽容積	44,081.9m <sup>3</sup>	主荷油泵	1,500m <sup>3</sup> /h×125m×2	デリック	10t×2	載貨重量	37,512t	
燃料油槽	2,523.49m <sup>3</sup>	燃料消費量	36t/day	清水槽	505.41m <sup>3</sup>	主機械	三菱 Sulzer 6RND76型	
ディーゼル機関×1	出力 (連続最大)	12,000PS (122rpm)		(常用)	10,200PS (116rpm)			
プロペラ 4翼 1軸	補汽缶	MAC型水管式 16.0kg/cm <sup>2</sup> ×30,000kg/h×1, 7.0kg/cm <sup>2</sup> ×1,500kg/h×1						
発電機	ヤンマー 6GL-DT型 700kVA×2	無線装置	送(主)	1.2kW×1	(補)	75W×1	受(主)	全波×1
(補) 全波×1	船舶電話	航海計器	ロラン	オメガ	レーダー	速力 (試運転最大)	15.948kn	
(満載航海)	15.0kn	航続距離	17,900浬	船級・区域資格	NK	遠洋	船型	平甲板型
乗組員	35名							





旅客/自動車航走船 **ニューゆうかり** 新日本海フェリー株式会社  
NEW YUKARI

幸陽船渠株式会社建造(第830番船)	起工 54-1-13	進水 54-3-30	竣工 54-7-26
全長 191.80m	垂線間長 185.12m	型幅 29.40m	型深 14.00m
満載排水量 17,621.00t	総噸数 16,250.42T	純噸数 7,271.00T	満載喫水 6.775m
Car 搭載数 トラック163台, 乗用車46台	燃料油槽 1,125.9m <sup>3</sup>	燃料消費量 100.3t/day	載貨重量 5,631.0t
清水槽 981.36m <sup>3</sup>	主機機 三菱 MAN 16V52/55型	ディーゼル機関×2	ベロペラ 5翼 2軸
出力 (連続最大) 16,000PS×2 (193.92rpm) (常用) 13,600PS×2 (183.7rpm)	送(主) 500W×1	受(主) 全波×1 (補) 全波 1	船舶電話
補汽缶 三浦式 VW-80型×1	無線装置	航続距離 4,300浬	旅客 870名
新潟 6L31EZ型 2,150PS×600rpm×3	速力 (試運転最大) 25.624kn (満載航海) 22.5kn	乗組員 64名	航路 小樽↔敦賀
航海計器 レーダー	船型 全通船楼中央機関型		
船級・区域資格 JG 沿海			
同型船 ニューすずらん			

ラテックスタイプ  
エポキシタイプ デッキ舗床材  
マグネシヤタイプ

B.O.T承認番号

MC25/8/0113

カタログ星  
**Tightex**  
タイテックス

SOLAS 承認

N.K

N.V

A.B

L.R

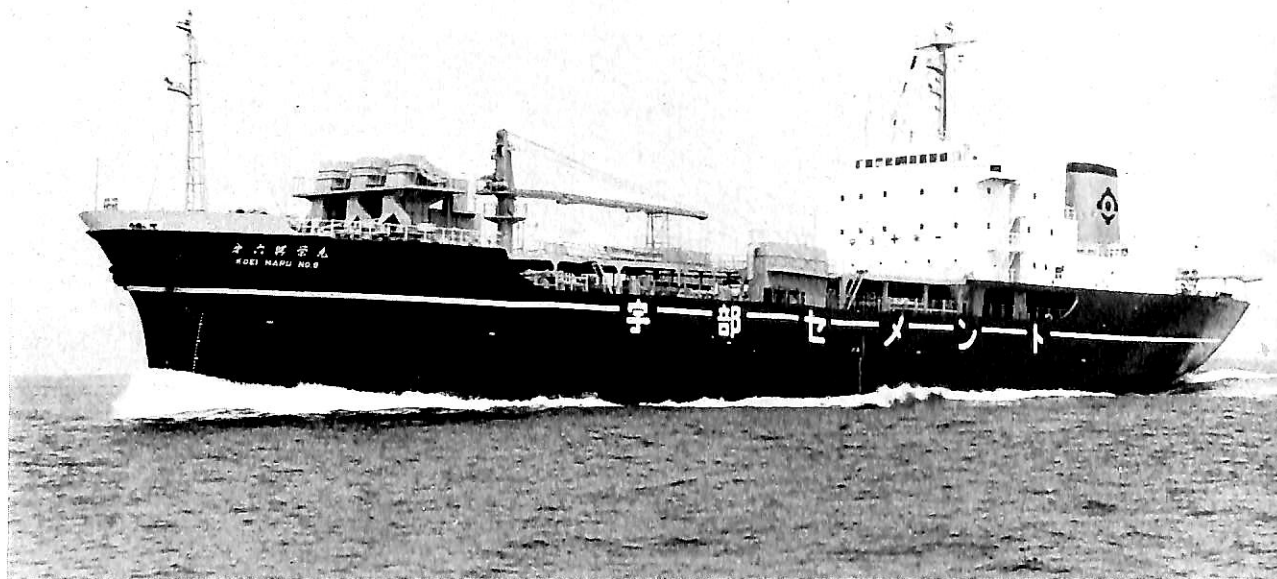
B.V

C.R

N.S.C

施工実績数百隻

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



セメント撒積船 第六興栄丸 三菱信託銀行株式会社  
KOEI MARU No. 6

宇部船渠株式会社建造(第157番船)	起工 53-12-25	進水 54-5-29	竣工 54-8-27
全長 117.86m 垂線間長 110.00m	型幅 19.00m	型深 10.40m	満載喫水 7.616m
満載排水量 12,486t	総噸数 5,986.94T	純噸数 3,096.22T	載貨重量 8,830t
貨物艙容積 (グレーン) 7,284m <sup>3</sup>	デリック 3.0t×1	燃料油槽 312.7m <sup>3</sup>	燃料消費量 20.1t/day
清水槽 256.0m <sup>3</sup>	主機械 宇部 Mak 8Mu552AK型ディーゼル機関×1		プロペラ 5翼 1軸
出力 (連続最大) 6,000PS (480rpm) (常用) 5,400PS (463rpm)			
補汽缶 排ガス併用横煙管式油焚 7.0kg/cm <sup>2</sup> , 排ガス 7.0kg/cm <sup>2</sup>			
発電機 富士電機 280kW×350kVA×450V×60Hz×3phase×2	ダイハツ 6DSb-18A	無線装置 船舶電話	
航海計器 レーダー	速力 (試運転最大) 15.86kn (満載航海) 14.00kn	航続距離 3,758浬	
船級・区域資格 NK 沿海	船型 凹甲板船尾機関型	乗組員 22名	

— 14 —

冷凍運搬船 さにいりいふあ 日豊海運株式会社  
SUNNY REEFER

南日本造船株式会社建造(第526番船)	起工 53-11-14	進水 54-3-2	竣工 54-4-7
全長 137.00m 垂線間長 127.00m	型幅 17.50m	型深 10.00m	満載喫水 7.13m
満載排水量 9,722.29t	総噸数 5,098.23T	純噸数 2,990.75T	載貨重量 6,077.71t
貨物艙容積 (グレーン) 7,051.14m <sup>3</sup>	艙口数 4	デリック 5t×4	燃料油槽 1,471.45m <sup>3</sup>
燃料消費量 26.85t/day	清水槽 127.86m <sup>3</sup>	主機械 神発 6UEC52/125E型ディーゼル機関×1	プロペラ 4翼 1軸
出力 (連続最大) 8,000PS (150rpm) (常用) 7,000PS (145rpm)	発電機 西芝 440kW×720rpm×3		
補汽缶 1,000kg/h×7kg/cm <sup>2</sup>	ダイハツ 660PS×720rpm×3		
無線装置 送(主) 1kW×1 (補) 75W×1 受(主) 1 (補) 1 VHF	航海計器 オメガ レーダー		
速力 (試運転最大) 20.669kn (満載航海) 17.4kn	航続距離 16,000浬		船級・区域資格 NK 遠洋国際
船型 船首尾楼付平甲板型	乗組員 25名	型名船 SKY REEFER	



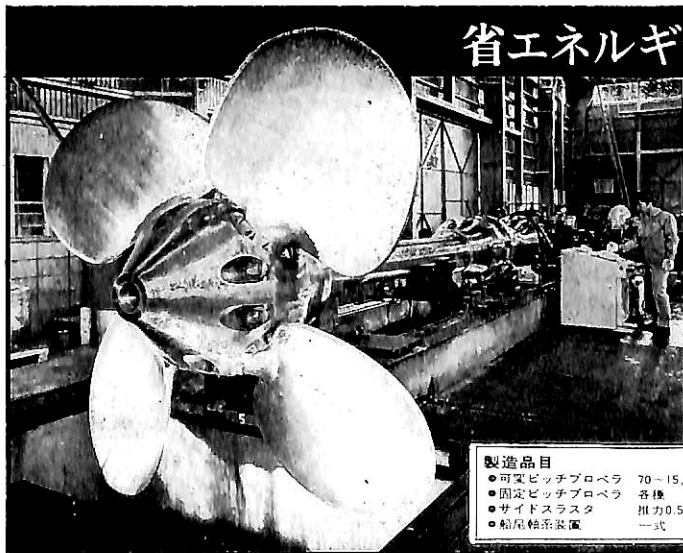




自動車/ノックダウン部品運搬船 **とよふじ 5** トヨフジ海運株式会社  
TOYOFUJI No. 5

三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第1847番船)	起工	54-3-8	進水	54-7-5	竣工	54-8-29
全長 118.00m	垂線間長	110.00m	型幅	19.10m	型深	(強力甲板) 11.08m
(貨物最上層甲板) 16.93m	満載喫水 (型)	6.05m	夏季乾舷	2.325m	総噸数	4,176.86T
純噸数 2,364.74T	満載重量	3,583t	クレーン	5t×5m×1	Car搭載数	656台
燃料油槽 833.3m <sup>3</sup>	燃料消費量	17.86t/day	清水槽	174.2m <sup>3</sup>	主機械	三菱 UE 6UET52/90D型
ディーゼル機関×1	出力 (連続最大)	6,000PS (198rpm)	(常用)	4,800PS (184rpm)	プロペラ	5翼 1軸
補汽缶 三菱 MC-6型	6kg/cm <sup>2</sup> ×164°C×600kg/h×1	無線装置	送(主) 1 (補) 1	受(主) 1	速力 (試運転最大)	17.90kn
(原) ヤンマー 6MAL-DT型	航続距離	13,700浬	船級・区域資格	NK 近海(国際)	船型	全通船楼型
(満載航海) 15.60kn	乗組員	22名	航路	日本～東南アジア		

省エネルギー対策にピタリ!!



**2600** 台を超える  
実績と信頼性

全国40ヵ所のサービス網完備



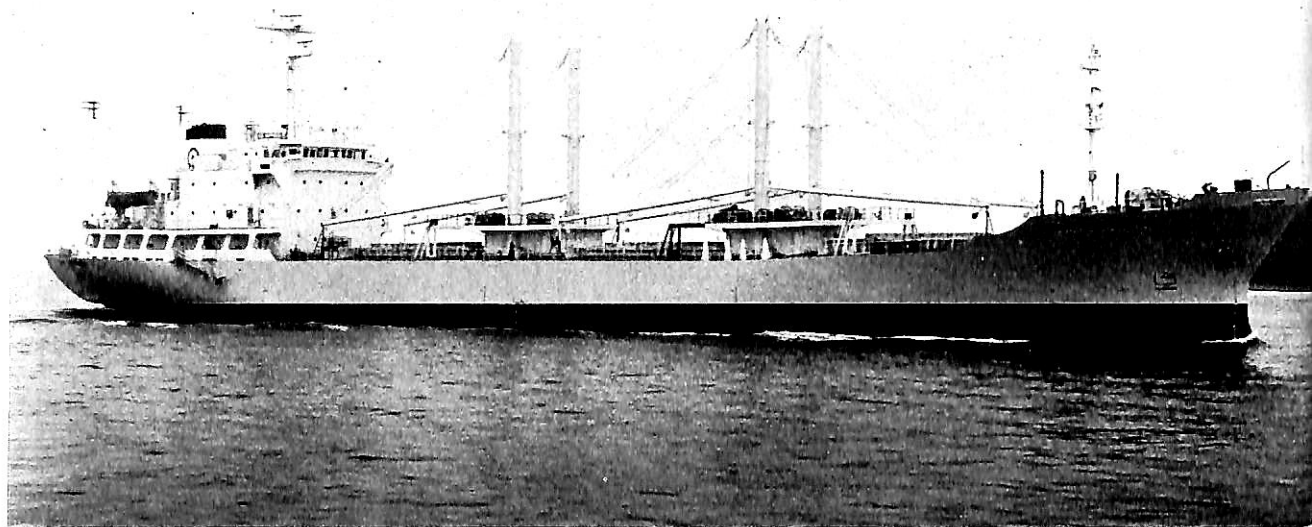
**かもめ  
可変ピッチ  
プロペラ**

運輸大臣認定製造事業場

**かもめプロペラ株式会社**

本社：横浜市中区磯子区土名町690番241 ☎ (045) 811-2481 (代表)  
東京事務所：東京都港区新橋4-14-2 ☎ 103 ☎ (03) 431-5438-434-5839

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



冷蔵運搬船 **SUN HAPPINESS** 日幸汽船株式会社

さん はっぴねす

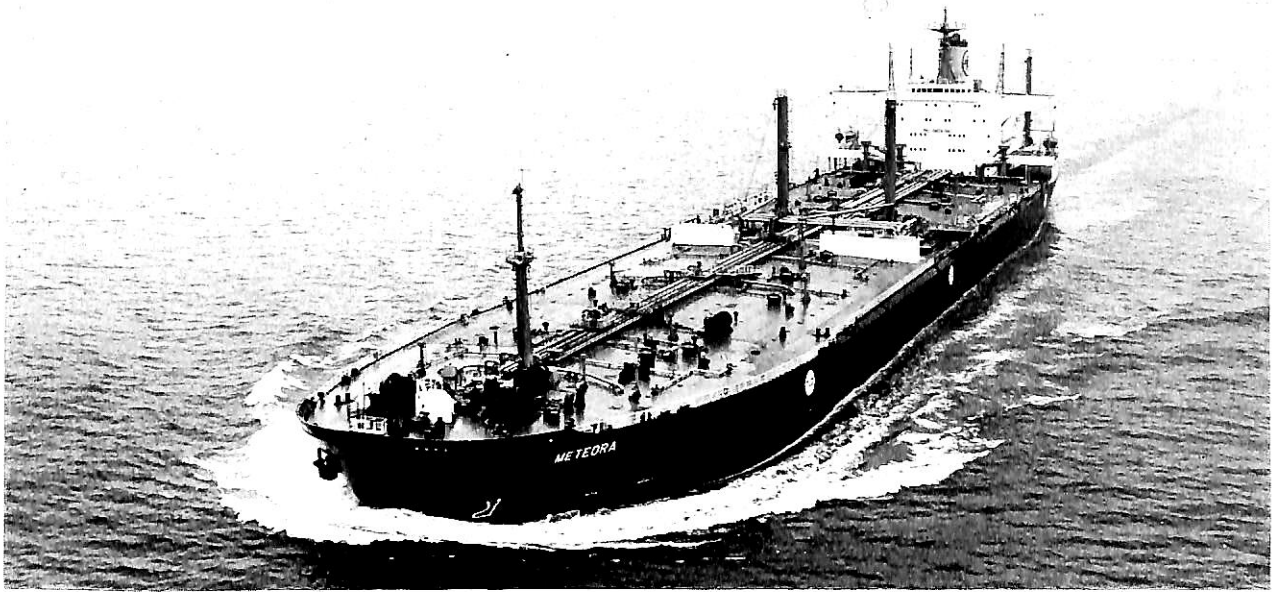
幸陽船渠株式会社本社工場建造(第861番船)	起工 54-2-5	進水 54-3-31	竣工 54-6-29
全長 128.046m 垂線間長 120.0m	型幅 17.0m	型深 10.0m	満載喫水 6.704m
満載排水量 12,637.37t	総噸数 5,045.08T	純噸数 3,636.19T	載貨重量 5,320t
貨物艙容積 (ベール) 6,828m <sup>3</sup>	艙口数 3	デリック 5t×6	燃料油槽 1,437m <sup>3</sup>
燃料消費量 23.681t/day	清水槽 161m <sup>3</sup>	主機械 IHI SEMT Pielstick 14PC2-2V型	ディーゼル機関×1
出力 (連続最大) 7,000PS (168.2rpm) (常用) 6,300PS (160.5rpm)		発電機 大洋 560kW×700kVA×450V×60Hz×3Phase	プロペラ 4翼 1軸
補汽缶 大阪 AQ-3型×1		無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 75W×1 受(主) 1 (補) 1	
ヤンマー 6UAL-ST型 830PS×900rpm×3		速度 (試運転最大) 19.595kn (満載航海) 17.5kn	
航海計器 ロラン オメガ レーダー			
航続距離 19,700哩	船級・区域資格 NK 遠洋	船型 平甲板型	乗組員 25名

— 16 —

巡視船(PL-109) **し き ね** 海上保安庁

株式会社日杵鉄工所建造(第996番船)	起工 53-7-13	進水 54-4-27	竣工 54-9-20
全長 77.816m 垂線間長 70.200m	型幅 9.600m	型深 5.300m	喫水(常備) 3.180m
排水量(常備) 1,235.33t	総噸数 959.98T	純噸数 254.24T	燃料油槽 181.9m <sup>3</sup>
燃料消費量 397kg/h	清水槽 146.8m <sup>3</sup>	主機械 新潟 8MA40X型	ディーゼル機関×2
出力 (連続最大) 3,500PS×2 (380rpm) (常用) 3,000PS×2 (360rpm)		発電機 3φ×250kVA×450V×60Hz×2 (原) 320PS×1,200rpm×2	プロペラ 4翼 2軸 CPP
補汽缶 クレイトン WHO75型×1		無線装置 送(主) 500W×2 受(主) 1 全波×2	
(補) 3φ×125kVA×450V×60Hz×1 (原) 160PS×1,200rpm×1		速度 (試運転最大) 20.24kn (満載航海) 19.14kn	
航海計器 デッカ ロラン オメガ レーダー			
航続距離 5,906哩	船級・区域資格 JG 遠洋	船型 平甲板型	乗組員 36名
。40mm機関砲×1, 20mm機銃×1			配属 下田海上保安部





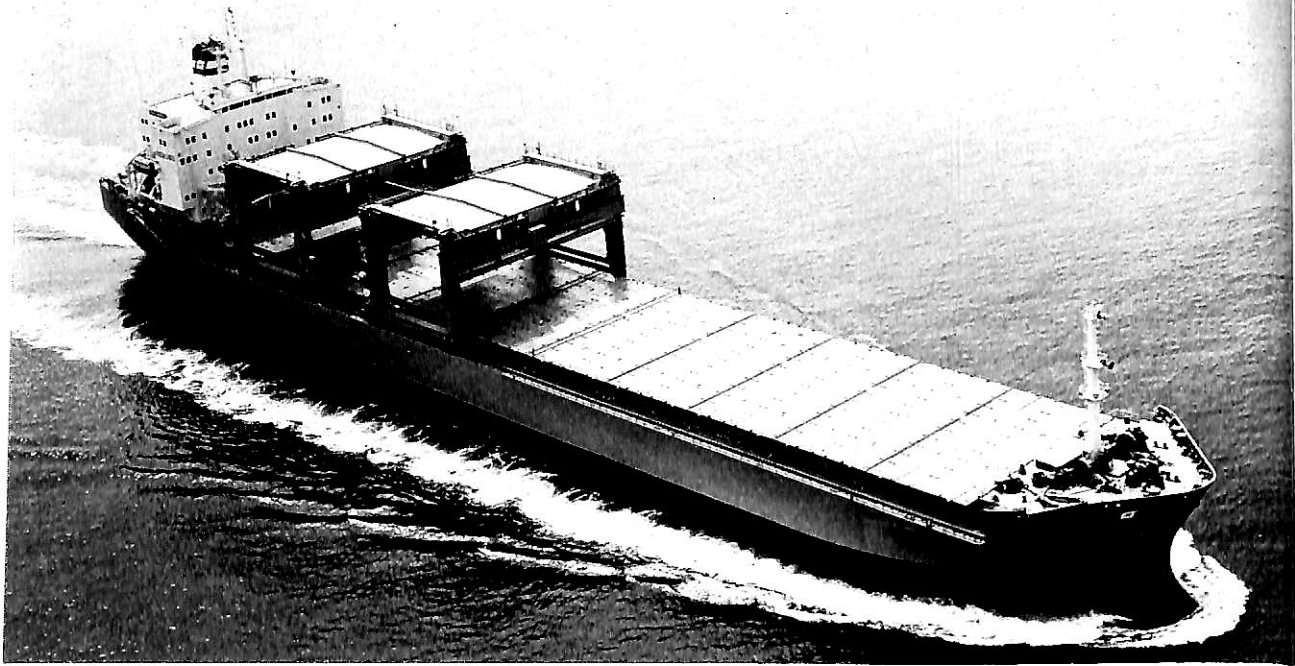
メテオラ  
輸出油槽船 METEORA

船主 Metropolitan World Maritime Corp. (Greece)  
 住友重機械工業株式会社追浜工場建造(第1061番船) 起工 53-12-12 進水 54-4-28 竣工 54-8-29  
 全長 245.0m 垂線間長 233.0m 型幅 42.0m 型深 18.8m 満載喫水 12.97m  
 総噸数 43,857.31T 純噸数 31,674T 載貨重量 86,430Lt 貨物油槽容積 101,000m<sup>3</sup>  
 主荷油泵 2,500m<sup>3</sup>/h×120m×3 燃料油槽 5,800m<sup>3</sup> 燃料消費量 58.7t/day 清水槽 330m<sup>3</sup>  
 主機械 住友 Sulzer 6RND90型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 17,400PS (122rpm)  
 (常用) 15,660PS (118rpm) プロペラ 5翼 1軸 補汽缶 55t/h×1, 1.8t/h×1  
 発電機 (ディーゼル) 570kW×450V×3 無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 130W×1 受(主) 全波×1  
 (補) 全波×1 VHF 航海計器 デッカ ロラン オメガ レーダー 速度 (試運転最大) 15.75kn  
 (満載航海) 14.85kn 航続距離 30,000浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 平甲板型  
 乗組員 41名

ウィリアム イー ムスマン  
輸出油槽船 WILLIAM E. MUSSMAN

船主 Chevron Transport Corp. (Liberia)  
 三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第1845番船) 起工 54-1-17 進水 54-5-26 竣工 54-9-14  
 全長 232.50m 垂線間長 220.0m 型幅 44.00m 型深 18.60m 満載喫水 39'-10<sup>3</sup>/<sub>16</sub>"  
 総噸数 43,428.45T 純噸数 29,762T 載貨重量 79,990t 貨物油槽容積 99,254.4m<sup>3</sup>  
 主荷油泵 2,000m<sup>3</sup>/h×125mTH×3 燃料油槽 5,336.2m<sup>3</sup> 燃料消費量 73t/day 清水槽 448.0m<sup>3</sup>  
 主機械 三菱 Sulzer 7RND90型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 20,300PS (122rpm)  
 (常用) 18,270PS (118rpm) プロペラ 4翼 1軸 補汽缶 三菱CE水管型16kg/cm<sup>2</sup>×203.4°C×55,000kg/h×1  
 発電機 700kW×AC450V×720rpm×1,024PS×3 無線装置 送(主) 1式 受(主) 1式  
 速度 (試運転最大) 16.88kn (満載航海) 16.00kn 航続距離 25,000浬 船級・区域資格 AB 遠洋  
 船型 平甲板型 乗組員 47名 同型船 KENNETH E. HILL  
 浅喫水船型 80,000t 型 S.B.T (専用バラスト), MARPOL 73適用, IMCO Fire Safty 適用  
 Crude Oil Washing System 装備, ハロン消火装置装備, 機関部無人化 (ACCU)





輸出多目的貨物船 **HØEGH MINERVA**

船主 A/S Alliance (Norway)  
 川崎重工工業株式会社坂出工場建造(第1289番船) 起工 53-11-1 進水 54-2-6 竣工 54-8-30  
 全長 200.500m 垂線間長 190.000m 型幅 30.800m 型深 15.700m 満載喫水 11.560m  
 満載排水量 58,305t 総噸数 29,214.32T 純噸数 17,043.13T 載貨重量 44,016t  
 貨物艙容積 (ベール) 49,961.83m<sup>3</sup> (グレーン) 50,137.27m<sup>3</sup> 艙口数 10 ガントリークレーン 38t×2  
 Cont.搭載数 1,232 TEU 燃料油槽 4,230.13m<sup>3</sup> 燃料消費量 50.4t/day 清水槽 466.32m<sup>3</sup>  
 主機械 川崎 MAN K8SZ70/125型ディーゼル機関×1 出力(連続最大) 15,200PS (145rpm)  
 (常用) 13,700PS (140rpm) プロペラ 5翼 1軸 補汽缶 サンロッド CPDB-20L型 堅円筒型油焚×1  
 発電機 Siemens 1,250kVA×720rpm×450V×3 ダイハツ 1,800PS×720rpm 無線装置 送(主) 0.6kW×1  
 (補) 0.6kW×1 受(主) 2 (補) 1 船舶電話 VHF 航海計器 デッカ オメガ レーダー  
 速力 (試運転最大) 17.655 (満載航海) 15.2kn 航続距離 27,500浬 船級・区域資格 NV 遠洋  
 船型 ウェル甲板型 乗組員 35名 同型船 HØEGH MALLARD  
 ・ホールドに除湿装置を装備している。 ・バウスラスタ(推力 約13.5t) 1基を装備している。

— 18 —

輸出コンテナ船 **NEPTUNE DIAMOND**

船主 Neptune Delta Lines pte. Ltd. (Singapore)  
 石川島播磨重工業株式会社第一工場建造(第2726番船) 起工 54-2-14 進水 54-6-1 竣工 54-9-19  
 全長 231.00m 垂線間長 216.00m 型幅 32.20m 型深 19.00m 満載喫水 12.525m  
 総噸数 30,465.98T 純噸数 18,740.94T 載貨重量 38,492t 貨物艙容積 (グレーン) 57,763.4m<sup>3</sup> 艙口数 32  
 Cont.搭載数 1,854個 (20'換算) 燃料油槽 7,588.4m<sup>3</sup> 燃料消費量 136.1t/day 清水槽 487.8m<sup>3</sup>  
 主機械 IHI Sulzer 12RND90M型ディーゼル機関×1 出力(連続最大) 40,200PS (122rpm)  
 (常用) 36,200PS (117.8rpm) プロペラ 6翼 1軸 補汽缶 大阪 OE-OA 乾燃式  
 9.5kg/cm<sup>2</sup>G×飽和×12.5t/h×1 発電機 (ターボ) AC 1,200kW×60Hz×440V×1,800rpm×1  
 (ディーゼル) AC 1,600kW×60Hz×450V×600rpm×2 (非) AC 200kW×60Hz×450V×1,800rpm×1  
 無線装置 (主) 1.5kW×1 (補) 0.5kW×1 航海計器 レーダー 速力 (試運転最大) 26.60kn  
 (満載航海) 23.0kn 航続距離 22,700浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 49名





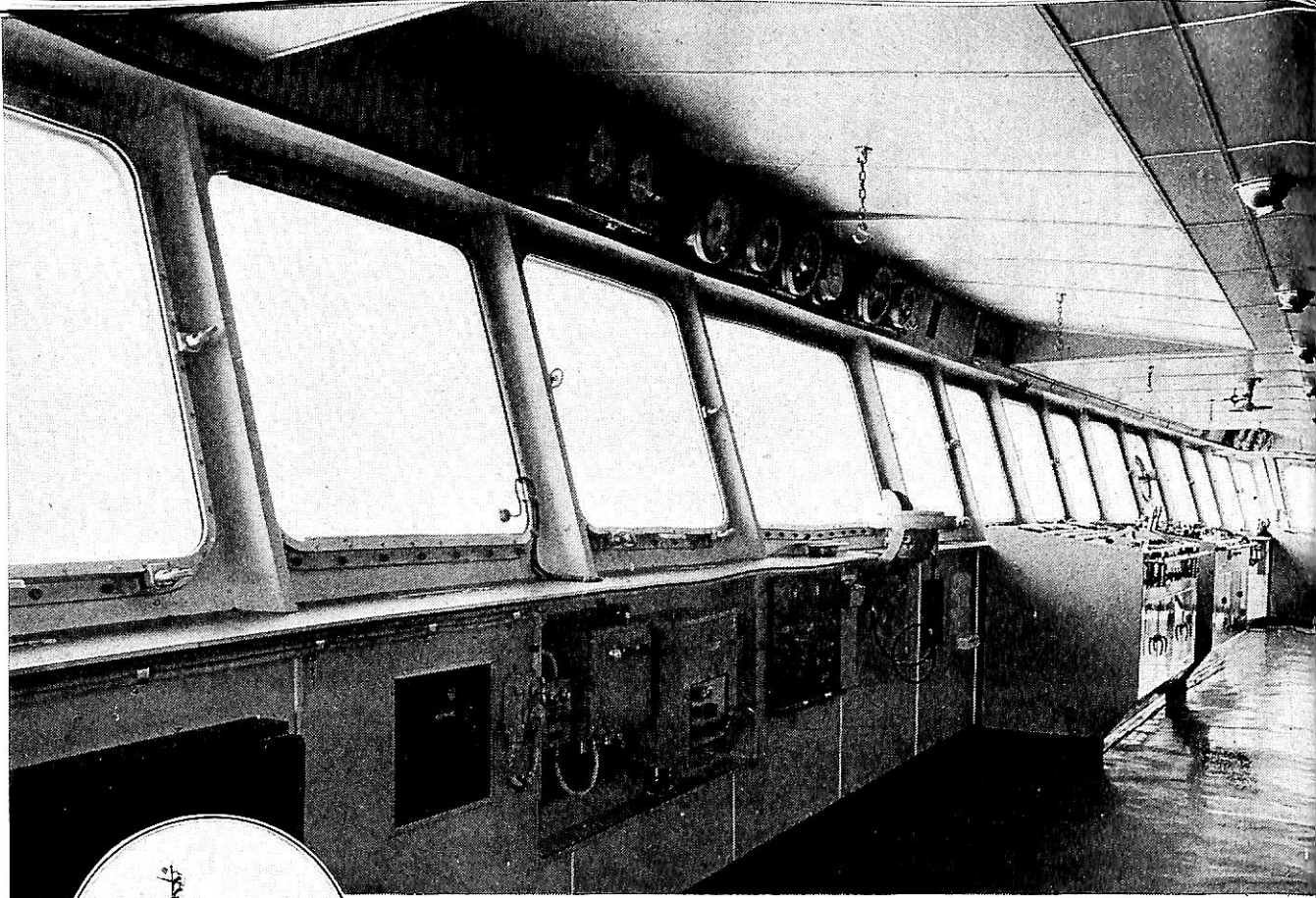
ナンドウ アロー  
輸出撒積貨物船 **NANDU ARROW**

船主 Kriship Shipping Co., Ltd. (Hongkong)  
 三井造船株式会社千葉事業所建造(第1137番船) 起工 52-12-7 進水 53-4-15 竣工 54-6-14  
 全長 182.000m 垂線間長 174.000m 型幅 29.000m 型深 16.100m 満載喫水 11.603m  
 総噸数 24,831.42T 純噸数 14,428.93T 載貨重量 38,010Lt 貨物艙容積 (グレーン) 41,847m<sup>3</sup>  
 艙口数 5 ガントリークレーン 三井-Paceco 製 25t × 2 Cont. 搭載数 20' × 581個 (空コンテナ735個)  
 40' × 286個 (空コンテナ358個) 燃料油槽 2,261m<sup>3</sup> 燃料消費量 46.7t/day 清水槽 284m<sup>3</sup>  
 主機械 三井 B&W 7K74EF型ディーゼル機関×1 出力 (連続最大) 13,100PS (124rpm)  
 (常用) 11,900PS (120rpm) プロペラ 5翼 1軸 補汽缶 三井 CSV コンポジット型  
 発電機 650kW × AC450V × 60cyc × 3φ × 3, ダイハツ 8PSHTb-26D 1,000PS × 3 無線装置 送(主) 1.5kW × 1  
 (補) 1 受(主) 全波 × 1 (補) 全波 × 1 VHF 航海計器 デッカ オメガ 速力 (試運転最大) 16.83kn  
 (満載航海) 14.50kn 航続距離 15,300浬 船級・区域資格 NV 遠洋 船型 ウェル甲板型 乗組員 37名

エルビリア  
輸出石油製品運搬船 **ERVILIA**

船主 Shell Tankers Ltd. (U.K.)  
 三井造船株式会社千葉事業所建造(第1124番船) 起工 53-6-2 進水 53-11-13 竣工 54-6-20  
 全長 170.000m 垂線間長 162.000m 型幅 26.000m 型深 14.600m 満載喫水 11.041m  
 総噸数 19,763.04T 純噸数 11,520.06T 載貨重量 31,374t 貨物油槽容積 40,995m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 900m<sup>3</sup>/h × 165m × 4 クレーン 10t × 1 燃料油槽 2,061m<sup>3</sup> 燃料消費量 36.5t/day  
 清水槽 152m<sup>3</sup> 主機械 三井 B&W DE6L67GF型ディーゼル機関×1  
 出力 (連続最大) 11,200PS (119rpm) (常用) 8,500PS (115rpm) プロペラ 4翼 1軸 CPP  
 補汽缶 マスキンベルケン サンロッド CPH250型 25,000kg/h × 2  
 発電機 (主機駆動) 三井 820kW × AC440V × 60cyc × 1 (ディーゼル) ダイハツ 6DS-26型 1,250PS × 820kW × 2  
 無線装置 送(主) 1.2kW × 1 (補) 50W × 1 受(主) 全波 × 1 (補) 全波 × 1 VHF 航海計器 デッカ レーダー  
 速力 (試運転最大) 15.15kn (満載航海) 14.10kn 航続距離 17,400浬 船級・区域資格 LR 遠洋  
 船型 ウェル甲板型 乗組員 49名 同型船 EBURNA





日本沿海フェリー「えりも丸」



## 安全な航海のために 操舵室の窓は クリヤーに

### 結露・氷結から視界をまもります。

変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、吹きつける氷雪、操舵室の窓は、どうしても曇りがちです。

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

### ヒートコントローラー

※あわせて、ヒートライト製品の姉妹品、ヒートコントローラーのご使用をおすすめします。

ヒートコントローラーは、自動的に使用適正温度を保ちますので、ON・OFFの手間がいりません。

結露・氷結防止作用、融雪作用のある安全ガラス

# ヒートライト® C

 **旭硝子**

100 東京都千代田区丸の内2-1-2(千代田ビル)  
☎(03)218-5339(加工硝子部)



Aerial view

Finnish-built Passenger-Car Ferry

MS TURELLA (10,605 tons) (1)

速水育三氏提供



Profile

MS TURELLA

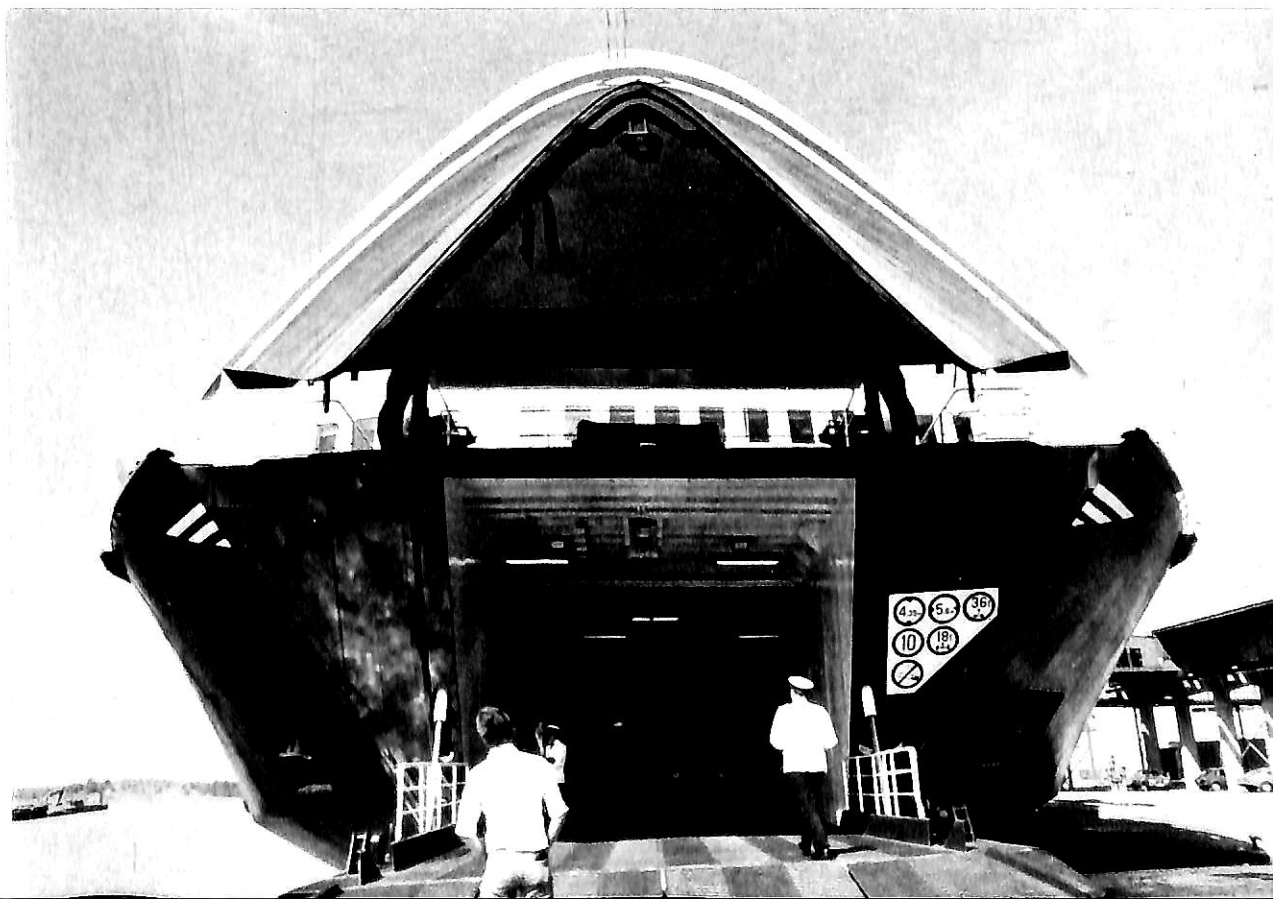




At the Viking Line's Turku terminal

MS TURELLA — 23 —

Front gate with the bow open





Wheelhouse

— 24 — MS TURELLA

Captain's day room



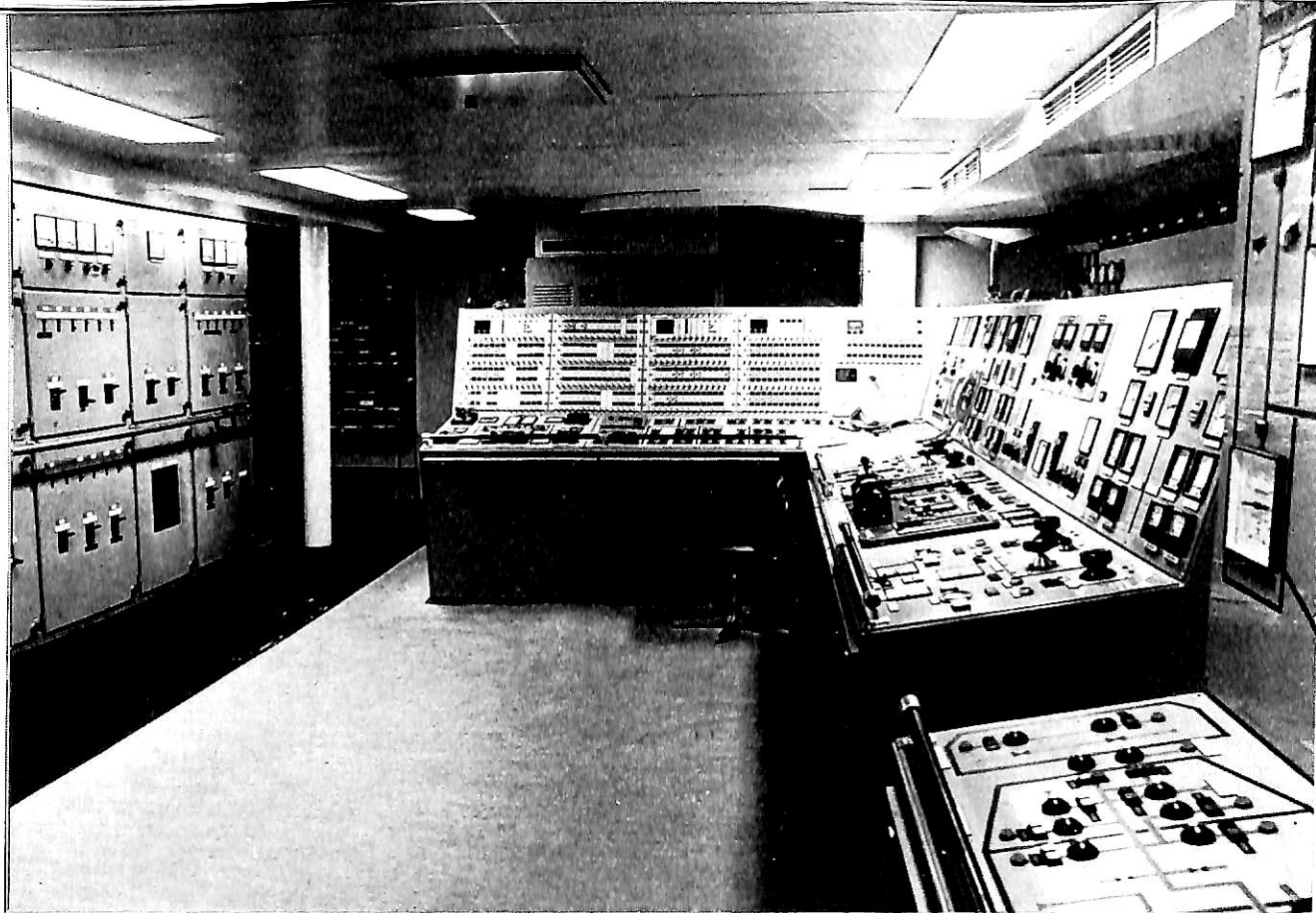


Chief Engineer's bedroom

MS TURELLA — 25 —

Officers' lounge and dining room

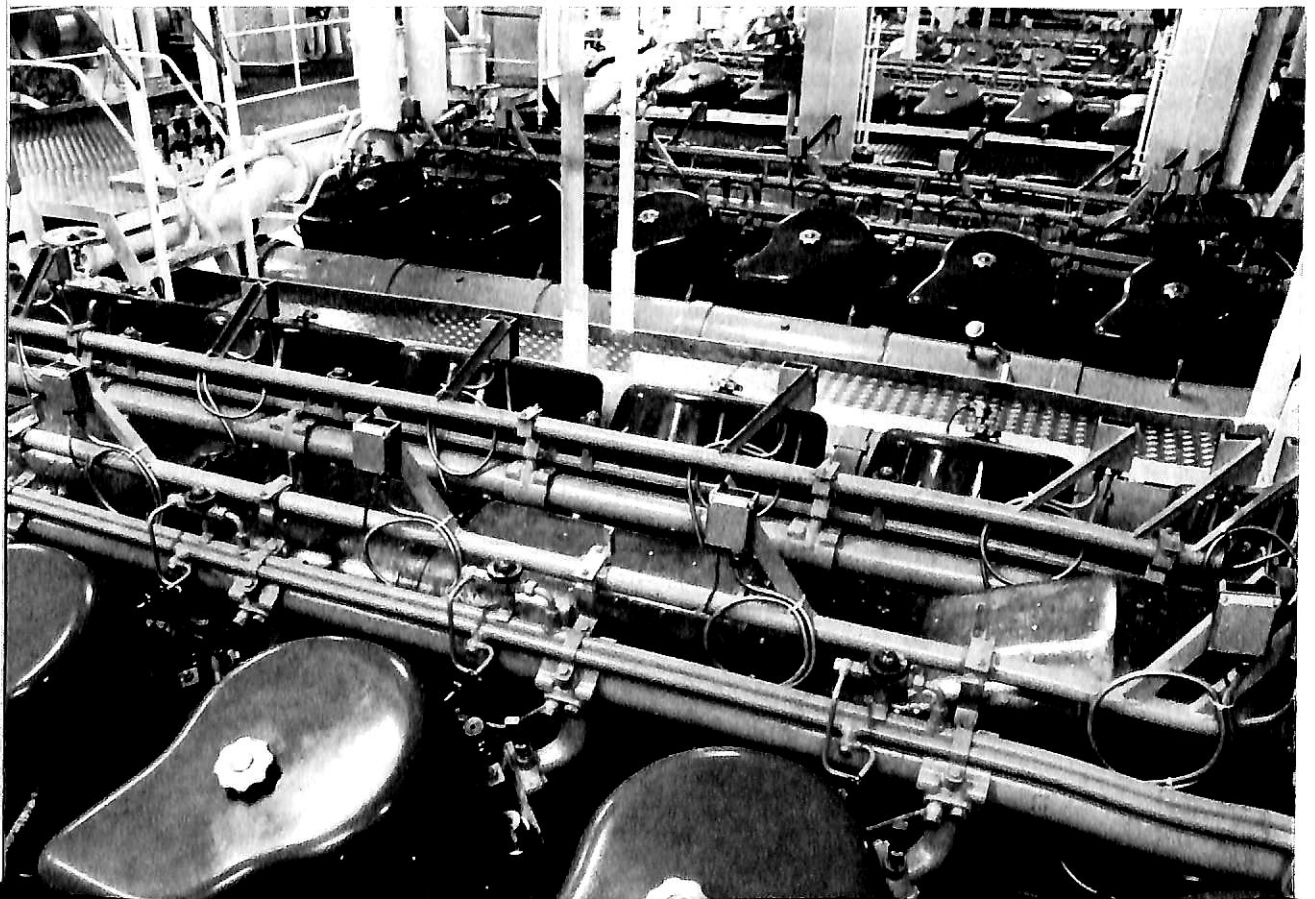




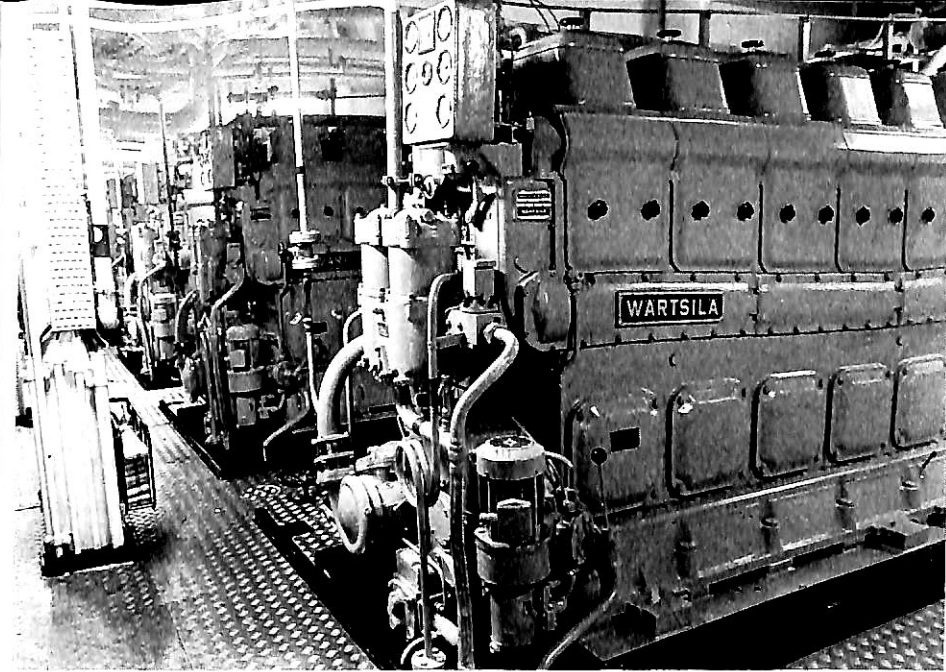
Engine control room

— 26 — MS TURELLA

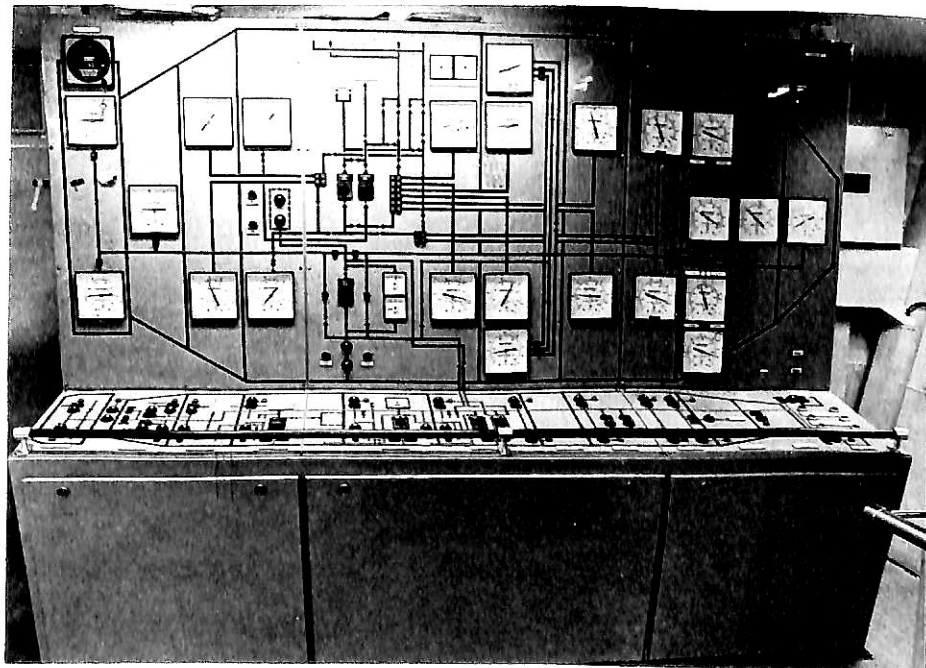
4 medium-speed Wärtsilä-S. E. M. T. Pielstick  
12PC2-2V diesel engines



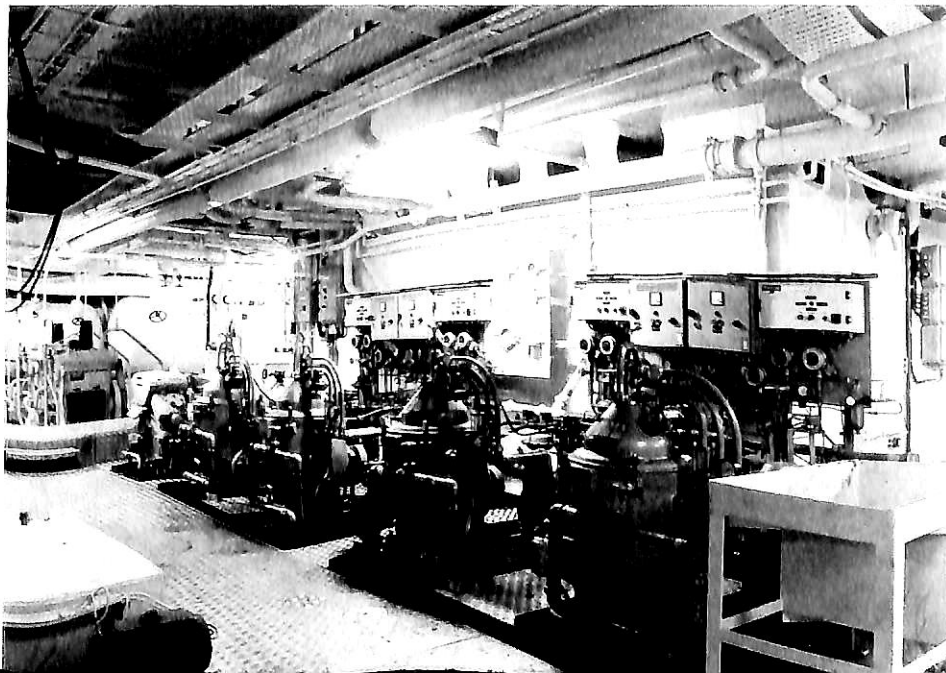
MS TURELLA



Auxiliary Wärtsilä Vasa  
824 TS diesel engines



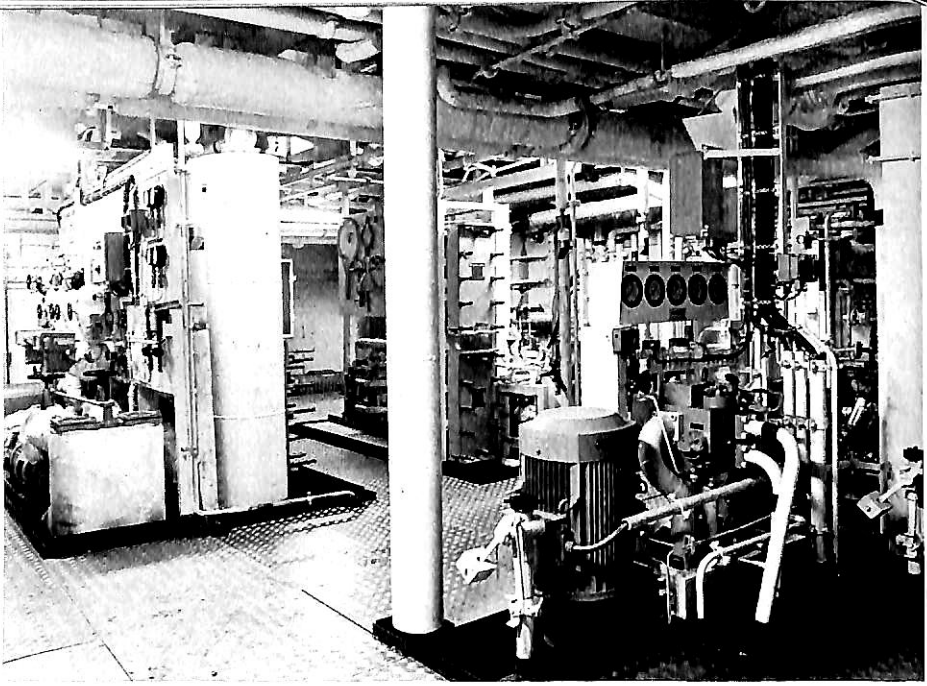
Ballast control Panel



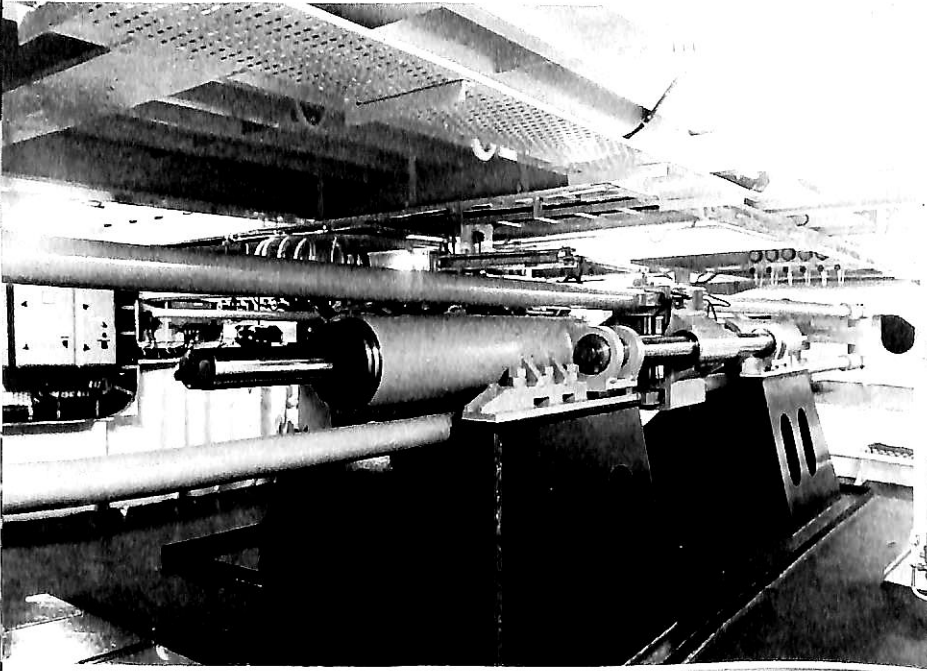
Separator room

MS TURELLA

Pump room



Steering gear

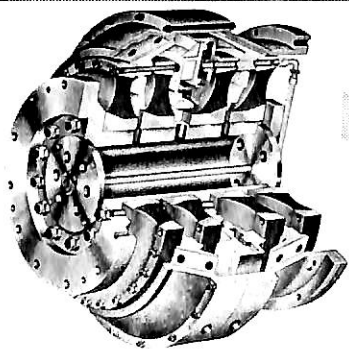


Car deck





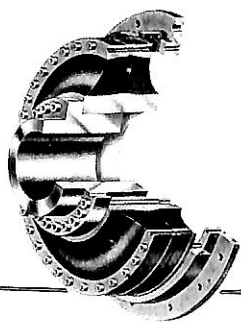
Platform deck



●高弾性軸接手付クラッチ  
(定格トルク:180-69400kg-mまで各種)

信賴の **住友-ローマン** 製  
船用カップリング・クラッチ  
は豊富な実績が最良の  
性能を保証します。

- ★高弾性のゴム軸接手として世界に多くの実績があります。
- ★中でも中速ディーゼル・エンジンのネジリ振動吸収に効果をあげております。
- ★各種のクラッチ、カップリングの長い経験から生れた技術は、高い信頼性をもっております。
- ★日本アイキャンでは、国内に合計約2000,000 PSの納入実績があり、ニューマフレックス、スピロフレックスのお問合せをお待ちしております。



●高弾性軸接手  
(定格トルク:180-44400kg-mまで各種)

製造元：日特金属工業株式会社

販売代理店：

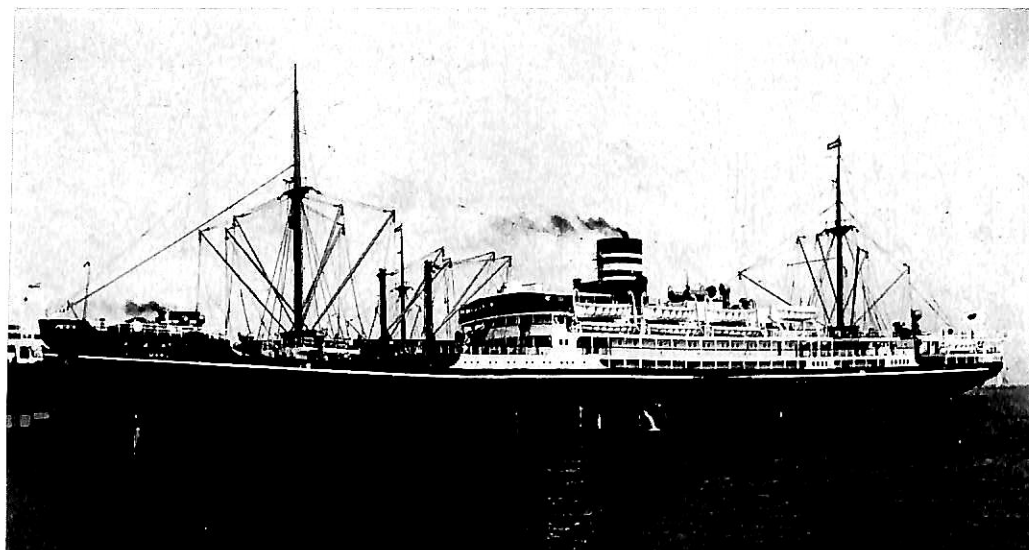
**NIPPON ICAN LTD.**

本社：東京都中央区新富1-1 5新中央ビル8F TEL:03(552)7781・TELEX:2523688 ICANSPJ 〒104  
神戸営業所：兵庫県神戸市生田区中町通り3-5 桑田ビル4F TEL:078(351)6870

# 日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

貨客船 平 洋 丸 日本郵船株式会社



大阪鉄工所桜島工場(現日立造船)	船舶番号 35365	船舶信号 JRXB	起工 昭4—5—25	
進水 4—10—5	竣工 5—3—15	全長 146.94m	垂線間長 140.20m	型幅 18.28m
型深 12.37m	満載喫水 9.14m	満載排水量 17,000t	総噸数 9,816T	純噸数 5,871T
載貨重量 9,686t	主機械 三菱スルザー単動二行程SST68型ディーゼル機関×2基		出力 (連続最大) 10,462PS (計画) 8,000PS	
船級・区域資格 逋信省 第1級船, 遠洋区域		ロイド 100A-1 with free board	鋼船	
旅客 特等3名, 1等42名, 2等80名, 3等500名		船籍港 東京	速力 (試運転最大) 16.73kn (満載航海) 16.0kn	

日本郵船の南米西岸線は、大正15年3月13日横浜を出港した銀洋丸を第1船として開始され、その他に、墨洋丸、楽洋丸、安洋丸の4隻で、香港・パルパライン間を6週間1回の定期配船となっていた。しかし、安洋丸は船齡すでに13年となり新造船の投入が望まれていた。

日本郵船では安洋丸の代船として本船の建造を計画、これを大阪鉄工所(現日立造船桜島工場)に発注した。

この造船所は大阪の安治川にあり、その河幅は247メートルで、本船の垂線間長140.20メートルより100メートル長いだけであった。従って進水に際し、如何にして船体を対岸に激突させることなく適当な位置に停止させるか、専門家の間でその成否が問題となっていた。当造船所では、従来の dragging system をさらに改良し、全重量を2回に分けて曳くことにし、drag を起動後1秒で全重量が drag として作用するように工夫され、昭和4年10月5日多くの関係者の注目のうち無事計画通り進水を完了した。この計画は、同社の技術員原田秀雄氏によってなされたもので、この経験はのちの大型捕鯨母船第2、第3号南丸にも応用され、これに関する論文により氏は工学博士の学位を得た。竣工は昭和5年3月15日で船価は1トン当469円、総額で460万円であった。

船首は、やや前方に傾斜した直線でファッションプレート有し、船尾は、浅間丸クラスのクルーザー型に対

し本船は一般商船型とも云えるクリッパー型であった。

船橋楼の前部に1等食堂、中央に1等エントランス、同客室、後部に1等ロウンジ、最後端に2等喫煙室、同ロウンジを配置した。船内装飾はすべてウイリー&ロックヘッド社の設計、製作によった。

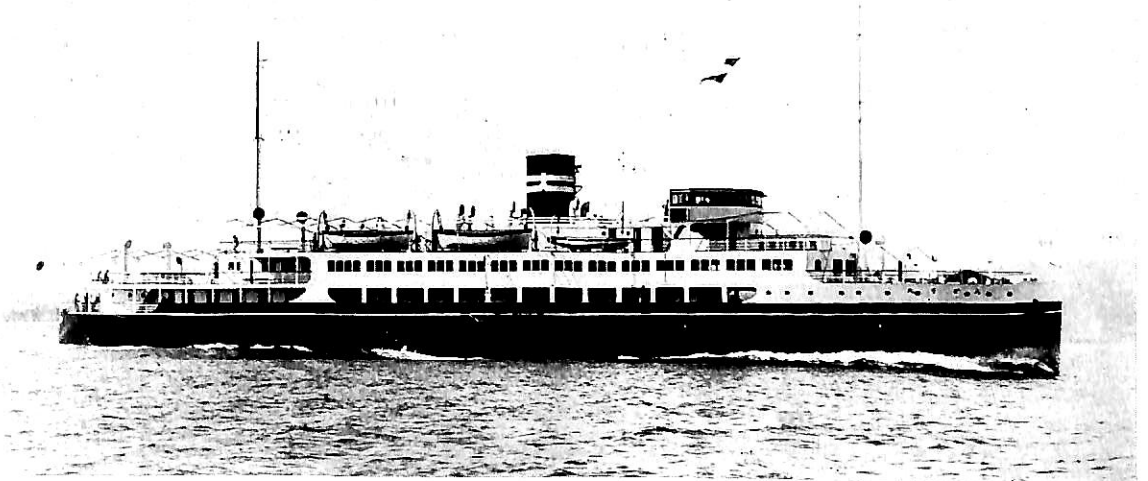
昭和5年4月19日神戸を出港、香港に回送、5月2日香港発、処女航海の途につく。本航路の往航は香港からの米、復航は、チリー硝石、銅鉱石が主とした請荷で、太平洋戦争が始まるまで活況を呈した。

昭和16年10月15日海軍に徴傭され、横須賀鎮守府所属の運送船となる。同年11月21日開戦にそなえ、南洋群島防衛のため内田中隊350名、舞鶴第2特別陸戦隊3コ中隊を乗せ舞鶴を出港、26日陸戦隊をサイパン島に揚陸、12月3日内田中隊をルオットに揚陸した。本隊はウェーキ島攻略のため待機した。開戦後は、サイパン、トラック、ラバウル、オーシャン、クェゼリン、ウオッセ、ウェーク島などの南方諸島との間を往復し人員輸送に従事した。

昭和18年1月11日1,753名の設営隊および慰問団を乗せ横須賀を出港、1月17日14.05米潜水艦 Whale (SS-239) の雷撃を受け、一番船艙、機関室に命中、全員退船ののち、約5時間漂流、19.00船首を上を垂直となり沈没した。1,021名が救助され、855名が行方不明となった。トラック島の北、約220マイルの地点であった。



## 客 船 み ど り 丸 大阪商船株式会社



三菱重工業株式会社神戸造船所建造(第186番船)	船舶番号 34116	船舶信号 JUCH	起工 昭3-4-26
進水 3-9-3	竣工 3-11-30	全長 78.02m	垂線間長 74.06m
型深 5.97m	総噸数 1,724.78T	純噸数 816.0T	型幅 11.58m
主機械 三菱ピッカース単動4サイクル無気噴油トランクピストン型8筒 RH-8型×2基	出力 (連続最大) 2,138PS (計画) 1,840PS	速力 (試運転最大) 16.35kn	
船級・区域資格 通信省 沿海区域, 第3級 輕構船 鋼船	乗組員 60名	旅客 1等46名, 2等148名, 3等535名	
姉妹船 すみれ丸	船籍港 大阪		

大正13年、くれない丸を新たに加えた大阪商船の阪神別府航路は、在来のむらさき丸、屋島丸(昭和8年須磨沖で沈没)の3隻で1日1往復の定期配船を続けてきたが、同航路の人気は益々上昇し、乗客は増加の一途をたどっていた。これに対処するため同社では1日2往復を計画、そのために新造船2隻を建造することになり、三菱重工神戸造船所に発注をした。これが本船と姉妹船のすみれ丸である。

本船の基本設計はくれない丸と同様で、同船で始めて採用した通路を内側に通し、外側に客室のベランダを配置する形式を採用した。船型は、くれない丸より一段と優美となり堅牢で、船内装飾は在来船とくらべてさらに近代的なものであった。

一等客室は遊歩甲板の中央部にあり、左右両舷に洋室18室、日本室2室を配し、内側に通路を、各室の外側はベランダとし、居ながらにして風光明媚な内海を眺めることができた。この方式はその後の新造船にすべて採用され、現在瀬戸内海の新鋭船「まや」、「ゆふ」にもそのまま引継がれている。

日本室は茶室風で、床の間、違い棚、地袋などがあり、洋室のベランダ相当部分は広縁となっていた。

一等室の前方には一等談話室、食堂を設け、食堂はフレンチモダンと呼ばれる新しい設計で窓や扉の上部には美しいガラスモザイクをはめ込み、照明は全部間接照明

とした。壁面の色彩は前方が黄、左右は水色、後方は赤であった。二等室は上甲板後部にあり、大広間に絨緞をしきつめ、中央に通路を通し、窓をひろくとり、天井も高く、従来の船にみられた暗い感じはすこしもなかった。2等特別室と談話室は遊歩甲板の後方にあった。

三等室は中甲板の前後部にあり、全部平座敷とし、通風・採光に十分な配慮がなされたため、二等室との差はあまり感じられなかった。本航路は遊覧的性格もあるので、三等室のグレードアップの考え方は以後の新造船にも引継がれている。

昭和3年12月5日大阪天保山を出港、処女航海につく。翌年1月完成した姉妹船すみれ丸とともに阪神別府航路の夜便として1日2便の配船となった。

昭和10年7月2日夜便として大阪より102名、神戸より60名の乗客をのせ別府に向け航行中、3日午前1時小豆島の南を濃霧の中を航行中、同島蔵ヶ鼻(現在の釈迦ヶ鼻)沖東南1海里半の地点で大連汽船の千山丸(2,775トン)と衝突、千山丸の船首がみどり丸中央機関室付近にくい込み大穴があき、わずかに4分間で沈没した。乗客162名中60名が犠死した。この事故は、内海航路の客船の安全設計に大きな教訓となった。

参考文献(追加)(7月号 69頁よりつづく)

81) 名村造船;造船55年 昭和42

貨客船 淨寶縷丸 石原産業株式会社



播磨造船所(第184番船)	船舶番号 37703	船舶信号 JJFE	起工 昭6—9—21	進水 7—4—23
竣工 7—8—24	全長 130.33m	垂線間長 124.96m	型幅 17.07m	型深 9.93m
満載喫水 7.92m	総噸数 6,181.0T	純噸数 3,733.0T		載貨重量 8,772.0t
貨物艙容積 (バール) 389,878ft <sup>3</sup>	(グレーン) 429,850ft <sup>3</sup>	主機械	バウエルパッハ式排気タービン付	
往復三聯蒸気機関×1基	出力 (連続最大) 4,800PS	(計画) 4,760PS	速力 (試運転最大) 17.095kn	
(満載航海) 16.03kn	船級・区域資格 通信省 第1級船	遠洋航路, ロイド 100A-1	LMC.	鋼船 乗組員 79名
旅客 特等2名, 1等31名, 2等26名, 計59名	姉妹船	名古屋丸(三菱長崎建造)		船籍港 府中

昭和初期我国の南進政策に呼応して石原産業が建造した南洋航路用の貨客船で、当時流行のディーゼル機関を採用せず、国内で産出し入手容易な微粉炭の燃焼装置(クラークチャップマン式)を有する蒸気機関を装備し、一朝有事の際の燃料不足にも対応できるよう配慮された。

船首材は傾斜式で喫水線以上は丸型の鋼板製であり、舵はバランスドリアクション型であった。

全通せる2層の甲板の外、船首楼、船橋楼、遊歩甲板、ポートデッキ、船橋、船尾楼、船尾ポートデッキを有する。船体は7コの支水隔壁と全通せる二重底に区割されていた。ポートデッキの後方の大部分は1等客室用の遊歩場とし、甲板全面に日覆いの設備があった。遊歩甲板前部に喫煙室、その後方に客室及び特別室を設け、後方はベランダとなっていた。船橋楼甲板の前部に1等食堂があり、船尾楼の下に2等客室、同甲板には2等食堂、船尾ポートデッキ上に病室を配置した。

本船は南洋を航海するため旅客に対する採光と通風には特別の配慮がなされ、1等食堂などはとくに通風が良く快適であった。1等客室は両舷に計12室あり、従来の船よりも広く、採光、通風、色調など申し分なかった。

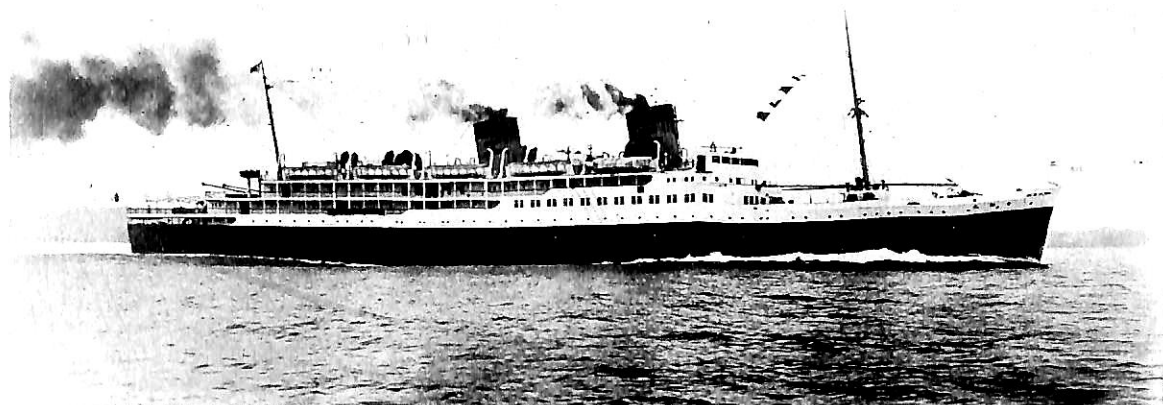
荷役設備としては5コの艙口を有し、6トンデリックブーム6本、10トン用2本、3トン用2本で迅速な荷役が可能で、各艙口に1台の蒸気ウインチを有し、ブーム

はすべてマンネスマン引抜鋼管であった。

太平洋戦争では陸軍軍用船として徴傭され、昭和16年11月香川県詫間より善通寺編成の宇野大佐の指揮する歩兵第143連隊第2大隊(宇野支隊)及び航空部隊の一部など兵員1,007名、馬100頭、車輛40輛を積み、11月2日インドシナ南岸のサンジャックに到着、船団の集結を待つ。12月7日タイ湾フコク島南に移動、船団中の第5分隊に属し、12月8日開戦とともに04.30マレー半島東岸プラチャップキリカン泊地に進入、06.20海岸に揚陸した。その後高雄にもどり、昭和17年1月20日高雄を出港、マニラ占領を終えた第48師団を乗せ、ホロ島に集結、44隻の大船団の第2分隊に属し、3月1日01.20ジャワ島西部のクラガン泊地に入泊、その直後空爆を受け第4船艙に被弾し、戦死80名、負傷90名の損害を受けたが航行には支障なく04.00揚陸に成功した。

昭和17年後半、戦況不利なガ島へ急派される独立混成21旅団を乗せサイゴンからラバウルに向かうY船団とパラオにて合流、11月16日「追風」護衛のもとパラオ発、22日ラバウルに到着、12月11日ニューアイルランド島サモ附近で揚陸作業中雷撃を受け航行不能となり、曳航されてラバウルに着く。昭和18年10月23日第006船団に加わり航行中、アドミラルティエ諸島北西270哩、北緯2度0分、東経144度46分で米潜Silver-sideの雷撃を受け沈没した。

## 鉄道連絡船 金剛丸 鉄道省→日本国有鉄道



三菱重工業株式会社長崎造船所(第630番船)	船舶番号 42350	船舶信号 JLPK	起工 昭10-11-6
進水 11-5-24	竣工 11-10-31	全長 134.1m	垂線間長 126.50m
型深 10.0m	満載喫水 6.1m	総噸数 7,081.74T	純噸数 3,211.84T
主機械 三菱ツェリー衝動式一段減速装置付蒸気タービン機関×2			出力(連続最大) 17,363PS
(計画) 15,600PS	速力(試運転最大) 23.193kn	(満載航海) 20.0kn	船級・区域資格 通信省 第1級船
沿海航路 鋼船	乗組員 141名	旅客 1等46名, 2等316名, 3等1,384名, 計1,746名	姉妹船 興安丸
船籍港 東京			

昭和7年3月1日「満洲国」独立とともに旅客が急増した関釜連絡航路を増強するため鉄道省が計画した2隻の高速連絡船の第1船として長崎で竣工した。

本船は、とくに旅客の集中する夜便に使用する目的で設計され、連絡船の特殊性に加えて商船としても優れた性能を有していた。即ち、速力は本邦商船中最高で、全船内を冷暖房空調とし、電気設備を陸上なみの交流とし、甲板補機類はすべて電動式であった。また、第1級船の構造を有し、重量軽減のため広範囲に電気溶接を採用し、高速船の欠点である振動防止にもとくに配慮された。船底は二重底とし、水線上の甲板以下において9コの横置水密防壁を設け、全船を10区画に分け安全を期した。甲板は6層で、遊歩甲板は主として1等客室に当て貴賓室の他22室あり、各室2名で従来の二段ベッドを一段ベッドに改めた。船橋甲板は全部2等客室とし、中央付近に1,2等食堂があった。この甲板の前方に第1,第2船艙、遊歩甲板後部に第3船艙があり、艙口はいずれも三菱マッカンキング鋼製蓋を採用した。上甲板の前部、第2甲板の後半部に3等客室を配置し、上甲板中央部の舷側大舷門より大広間に直接入れるようになっていた。広間の前部に広大な畳敷き雑居室を、第2甲板後部には寝台室を設けた。

本船の主タービンには両舷軸回転位相調節装置が新設され、両舷軸の回転差は自動的に一定に保つことができた。

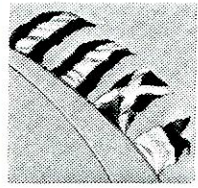
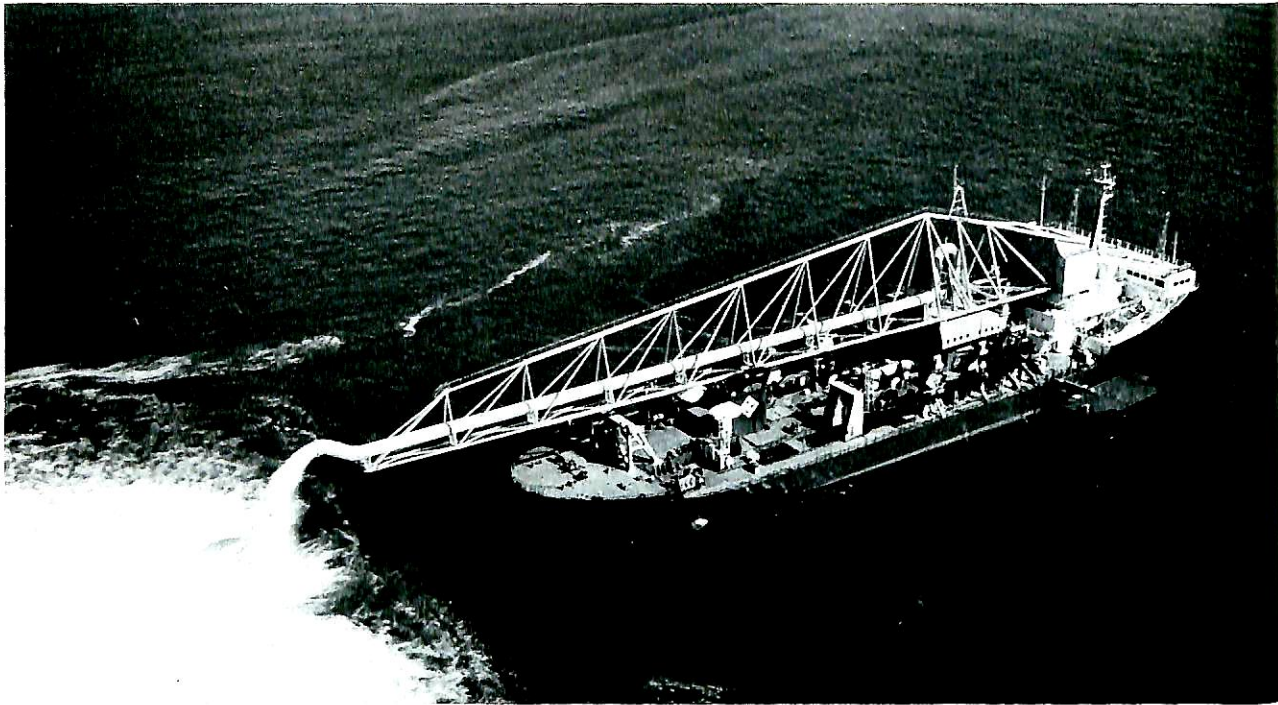
昭和11年10月3日と5日、長崎県三重沖にて公試運転を実施し、速力23.193ノット、17,363馬力を記録した。船価は346万2千円であった。

昭和11年11月15日午前0時30分下関を出港、釜山に向け処女航海に就く。下関-釜山間を1時間短縮して7時間で航海した。その後、戦前・戦中を通じて一貫して関釜連絡船として活躍したが、昭和20年5月27日下関に向け航行中、午前5時20分博多湾内玄界島灯台東北東74度、約1,500メートルの地点で触雷し、残島の山頂104度、2,700メートル附近で擱座した。乗組員1名戦死、4名が負傷したが乗客1,192名は無事であった。本船はその後放置されたまま終戦を迎えたが、昭和21年7月1日23時42分、三菱重工業の手で離礁に成功しドック入りした。

昭和25年7月1日朝鮮動乱にともなう国連軍の輸送に当たるため米軍に備船され、佐世保-釜山間に就航していた。昭和26年10月14日釜山から佐世保に向け軍隊を輸送中、「ルース」颱風に遭遇し、針路をあまり長崎県宇久島三浦湾内の岩礁に乗上げた。人命に異常はなかったが船体は容易に離礁せず、遂に昭和28年10月10日現地に於て売却処分ののち解体された。本船の $\frac{1}{48}$ 大型模型は東京神田交通博物館内に展示、保存されている。

参考文献(追加)(31頁よりつづく)

82) 広島鉄道管理局 関釜連絡船史 昭54

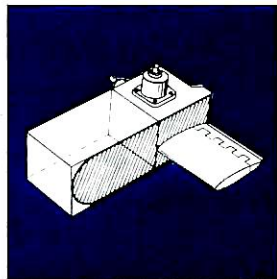


## IMPROVE SEAKEEPING and INCREASE MANEUVERABILITY

WITH PRODUCTS FROM **FLUME**

### ELEKTROFIN

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



#### OTHER FLUME SYSTEMS FOR BETTER SHIP EFFICIENCY

##### ■ PASSIVE FLUME SYSTEM

The most popular and cost effective means of obtaining efficient roll reduction.

##### ■ CONTROLLED FLUME SYSTEM

Uses the Siemens manufactured Phase Control System and ensures effective roll reduction despite changes in stability or sea state.

## FLUME STABILIZATION SYSTEMS

A DIVISION OF

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

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

Representatives throughout the world.



輸出サイド キャスタ ドレッジャー

リオ オリノコ  
**RIO ORINOCO**

船主 Instituto Nacional de Canalizaciones  
(Venezuera)

三菱重工工業株式会社広島造船所建造(第317番船)

起工 53-11-13 進水 54-1-

竣工 54-8-17 全長 148.7

垂線間長 116.0m 型幅 28.0

型深 8.5m 満載喫水 5.2

満載排水量 10,382t 総噸数 8,070.4

純噸数 3,631.70T 載貨重量 3,4

燃料油槽 2,478.5m<sup>3</sup> 燃料消費量 32.32t/h

清水槽 325.4m<sup>3</sup>

主機械 SEMT Pielstick 9PC2-2L型ディーゼル  
機関×2

出力 (連続最大) 4,400PS×2 (520rpm)

発電機 450V×60Hz×560kW×3

無線装置 送 NSD-1570, NSD-1106

受 NRD-20, NRD-1003A, JXA-5A

速力 (試運転最大) 11.49kn

航続距離 16,000哩

船級・区域資格 LR Unlimited

船型 ウェル甲板型 乗組員 48

○ Drag-arm×2, Drag-ladder×2, Discharge Bo  
(115m 180°旋回式)により排泥する。

○ 浚渫能力 48,000m<sup>3</sup>/h

○ ベネズエラ・マラカイボ湖の航路浚渫に従事する

## 10月のニュース解説

○海運造船問題

9月21日～10月20日

編集部

●一般政治経済問題

9月21日●政府は、わが国の産業界などにおける石油多

(金) 消費傾向を改めるため「エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネルギー法)」の施行の準備を急いでいるが、このほど同法の具体的な内容となる施行令の全文が明らかになった。それによると、同法施行令は9条からなり、省エネルギーの対象業種として、製造業、鉱業、電気供給業、ガス供給業を定め、また省エネルギーの対象機器(特定機器)に、乗用車、冷蔵庫、エアコンの3つを指定している。このほか、同施行令では、①燃料の使用量を石油換算したものが年間3千キロリットル以上、②年間電気使用量1千200万キロワット時以上のエネルギー多消費工場に限り、エネルギー管理者の配置や通産大臣への報告を義務付けたりしている。これによりわが国の省エネルギーへの取組みも本格化する。

9月28日●未来のエネルギー源として注目されている核

(金) 融合の研究を推進するため、日、米、ソ及び欧州共同体(EC)の4者共同で、発電まで行う実用1歩手前の核融合実験炉「INTOR」を建設する計画を進めていることが、この日、科学技術庁、原子力研究所筋から明らかにされた。核融合研究は、今後、基礎研究の最終段階に入るとされており、わが国の「JT-60」などの大型実験装置を使い、80年代に核融合炉の炉心条件に近いプラズマを、容器内にうまく閉じ込めるための臨界実験が行われるが、「INTOR」はその次の実験装置として90年代に活躍することになる。計画総額は約4千億円で、内容の点でも費用でも前例のない超大型国際科学技術協力計画となる。

10月2日○運輸省船舶局がこのほどまとめた今年度上半

(火) 期(4月～9月)の船舶建造許可実績は、国内船・輸出船合計で160隻336万1047総トン、契約船価4785億3521万円となり、総トンベースで対前年度同期比2.31倍の伸びを示し、わが国造船業界もわずかながら活期を取り戻し

てきた。上半期許可実績の内訳は、国内船については、①貨物船が38隻45万9009総トン、②油送船が28隻86万2238総トン、③貨客船が2隻1万3500総トンで、国内船全体での契約船価は1635億6298万円であった。輸出船については、①貨物船が57隻90万2900総トン、②油送船35隻112万3400総トンで、輸出船全体での契約船価は3149億7222万円であった。

10月5日○54年度旅客船の共有建造応募を受け付けてい

(金) る船舶整備公団は、このほど第3次分までの内定状況を明らかにした。それによると17社17隻、1万2786総トン、概算船価80隻7800万円であり、船種別ではカーフェリーが11隻、高速船2隻、客船1隻、貨客船3隻である。

○船舶解撤事業促進協会がこのほどまとめた9月の解撤工事助成金申請状況によると、2824総トン型貨物船1隻となり、スタート当初の3月10隻16万4584総トン、4月13万1235総トンに比べるとかなり低調になった。これは、このところ買船価格が国際的に上昇しているためとみられる。

10月11日●カナダ側の北極海にあるポーフォート海油田

(木) の開発利権を、日本の民間会社が取得したことがこの日発表された。同地区の石油開発については、石油公団もカナダ側で利権取得について交渉中で、わが国の北極海石油開発参加が本格化することになった。同海域ではすでにカナダ側は、日産3万5000バレルを生産中で、可採埋蔵量50億～60億バレルが確認されている。

10月19日●石油公団は、中国と中国渤海湾の石油共同開

(土) 発について1年以上も交渉を続けていたが、この日、第1段階として、渤海南部の物理探鉱の契約に調印したと発表した。契約の内容は、渤海南部の約1万4000平方キロメートルの地区で、すでに中国が実施し終えている物理探鉱データ(磁気テープ)を石油公団が購入し処理解析するというものである。今後の開発段階については、11月中に再び交渉を行う方針である。

## 危険物船舶運送及び貯蔵規則の改正を終えて

危険物の船舶による運送は、船舶安全法（昭和8年3月15日法律第11号）に基づく危険物船舶運送及び貯蔵規則（昭和32年8月2日運輸省令第30号）（以下「規則」という）により規制されている。

その規制体系は、

- ① 危険物の運送に関する規制
- ② 危険物の貯蔵に関する規制
- ③ 常用危険物に関する規制

に大別され、この中でも①に関する規制が大半を占めており、①はさらに、

- 個品運送 ……①-1
- ばら積運送 液状危険物のばら積運送 ……①-2
- 固体危険物のばら積運送 ……①-3

に区分される。

今回の規則の改正は、

- (i) ①-1 についての全面的な改正
- (ii) ①-1 の改正に伴う①-2 の形式改正
- (iii) ①-3 による運送が出来る品名の追加改正であった。

以下に今回の規則改正の主要部分である個品運送（①-1）の改正の概要について述べることにする。

従来、危険物の個品運送に関しては、省令別表でその性状、容器・包装、積載方法等について、詳細に技術基準が定められていた。その危険物の品名は約800品名に止まり、それ以外の危険物を運送する場合、及び別表で定められている方法以外の容器、包装等で運送する場合には、行政官庁の許可が必要とされ、その許可件数は、近年の重化学工業の発達に伴う新規危険物の増大化、及び新規容器・包装形態による運送需要の増大化に伴って、51年度で3000余件、52年度で4000余件にまで達した。

今回の改正は、①この行政事務処理の簡素化、並びに効率化を図ること、②我が国の規制基準と危険物の海上運送に関し、主要先進国が既に国内法化しているIMCO (Inter-Governmental Maritime Consultative Organization) が採択したIMDGコード (International Maritime Dangerous Goods Code) との整合性を図り、国際間輸送の円滑化を図ること、を目的とした、昭和32年に規則が制定されて以来の最大規模のもの

である。その内容は、IMDGコードにほぼ全面的に準拠しており、この取り入れにあたっては、①IMDGコードの内容が膨大で、すぐれて専門的な技術基準であること、②IMDGコードは2年に3回の間隔で開かれるMSC (海上安全委員会) において、品名の追加、及び一部改正が行われることとなっており、この改正に即応して将来の改正作業が迅速に出来るようにすることのため、従来の省令別表の方式から告示別表（以下「別表」という。）の方式でその技術基準を定めたものである。

注告示：船舶による危険物の運送基準等を定める告示（昭和54年9月27日運輸省告示第549号）

紙面の都合上、改正の詳細は割愛するが、主な改正点を要約すれば、次のとおりである。

1) 危険物の分類が火薬類（別表第1）、高圧ガス（別表第2）、腐し性物質（別表第3）、毒物類、放射性物質等、引火性液体類（別表第5）、可燃性物質類（別表第6）、酸化性物質類（別表第7）及び有害性物質（別表第8）の9分類に整理された。（規則第3条第1項）

2) さらに、

火薬類は「火薬」、「爆薬」、「弾薬」、「火工品」及び「その他の火薬類」に、高圧ガスは「圧縮ガス」、「液化ガス」及び「溶解ガス」に、毒物類は「毒物（別表第4）」及び「病毒をうつしやすい物質」に、引火性液体類は「低引火点引火性液体」、「中引火点引火性液体」及び「高引火点引火性液体」に、可燃性物質類は「可燃性固体」、「自然発火性物質」及び「その他の可燃性物質」に、酸化性物質類は「酸化性物質」及び「有機過酸化物」に区分され、「」は項目として定義された。

3) 引火性と腐し性の危険性を有するもの等の複合の危険性を有する危険物については、主たる危険性を表わすものとして正標札、副次的危険性を表わすものとして副標札の表示が義務付けられ、それぞれ、第一号様式（告示第5条第1項）及び第二号様式（告示第5条第2項）で定められた。同時に、規則では、この正標札及び副標札を標札と定義している（規則第6条の3）。

4) 危険物の積載方法は、「甲板上積載と甲板下積載」の2つに大別され、旅客船及び旅客船以外の船舶について、それぞれ定められた。また、その他の危険物については、旅客船以外の船舶について甲板上積載が一律に定められた。

5) 火薬類の等級がA, B及びCから1.1, 1.2, 1.3, 1.4及び1.5になり, 爆発物同志の隔離基準(別表第15)を設ける目的で隔離区分A~H, J, K, L及びSが新たに設けられ, それぞれ正標札の中で「1.3D」, 「1.4S」等で表示することとなった。

6) 毒物等級がA, B及びCから1, 2及び3となり, 等級が1及び2の毒物については正標札Nを, 等級が3の毒物については正標札Pを表示することとなった。

7) 別表第2~8までの容器及び包装の欄中, 許容量及び許容重量についての定めがない容器及び包装について許容量及び許容重量が定められた(告示第8条)。

8) 高圧ガス以外の液状の危険物を容器に収納する場合の最小空間スペースが, 当該危険物が運送される地方に応じて定められた(告示第9条)。

9) 危険物相互の隔離基準, 火薬類相互の隔離基準及びコンテナ相互の隔離基準がそれぞれ別表第14(規則第14条第1項), 別表第15(規則第14条第2項)及び別表第16(規則第22条の9第2項)で定められた。

10) 火薬類を甲板上積載する場合には, 移動式火薬庫, 又はコンテナに収納しなければならないこととされ, これに伴い, 上甲板に移動式火薬庫を設ける場合の技術基準が定められた(規則第38条の2)。又, 甲板下積載をする場合には, 積載区分I, II, III及びIVに従って積載しなければならないとされた。なお, 積載区分II及びIIIは火薬庫積載を義務付けたものである。

11) 火薬類の船舶による運送禁止品名を追加した。又, 従来禁止されていたものについても, 水分含有率及び安定剤含有率に変更を生じ, 引き続き禁止することになった(規則第23条関係)。

12) 11)で船舶による運送の禁止されている火薬類以外の火薬類及び別表第1において正標札(等級が1.4で隔離区分のもの)を付さなければならないとされている火薬類以外の火薬類で, 別表第1において旅客船に積載することができる火薬類は, 正味重量が9キログラムを超えて国際航海を運送する旅客船による運送が禁止された(規則第23条第3項)。

13) 12)において旅客船に積載することができる火薬類を正味重量9キログラムを超えて運送する場合について, 規則第23条の2が適用されることとなった。

14) 二硫化炭素, ニッケルカルボニル, ジエチルマグ

ネシウム, ジエチル亜鉛, ジメチルマグネシウム及びジメチル亜鉛は, 火薬類と同一の船舶に積載してはならないこととなった(規則第24条第3項)。

15) 高圧ガスを甲板上積載する場合の日光の直射を避けなければならない規定(規則第44条第1項第6号)及び引火性高圧ガスを甲板下積載する場合の技術基準(規則第44条の2)が定められた。

16) 安定剤が添加されていないクロロアセトン(毒物)の船舶による運送が禁止された(規則第83条の11)。

17) 全ぬれの綿花, 又は油による汚損, 若しくは油脂が附着している綿花は, 従来運送が禁止されていたが, 別表第六(可燃性物質類)において, 技術基準が定められ運送可能となった。

18) 過マンガン酸アンモニウム及び過塩素酸(濃度が72重量%を超えるものに限る。) (酸化性物質)の船舶による運送が新たに禁止された。又, 従来有機過酸化物について, 運送が禁止されていたものについても, 濃度に変更を生じ, 引き続き禁止することになった。(第128条関係)。

19) 危険物の積付け検査(規則第129条)及びコンテナ収納検査(規則第129条の2)を受けなければならない対象危険物が, 火薬類の等級, 毒物等級, 副標札及び最高運送温度の定めに従って指定されることとなった(告示第24条及び第25条)。

最後に今回の改正では㊤-1の個品運送に関して, I MDGコードに定められている, ①火薬類の等級の試験方法, ②容器及び包装の試験方法, ③RO/RO船による危険物の運送に関する技術基準, ④少量危険物の運送基準等が基準化されておらず, 危険物の分類方法及び危険物と非危険物の判定方法の基準化とともに, 将来に残された問題点であろう。又, ㊤-3の固体危険物のばら積運送に関しては, IMCOのBC(バルクケミカル)委員会が採択された品名について, 順次その基準を規則化して行く予定である。さらに, ㊤-2の液状危険物のばら積運送に関しては, 同じIMCOが採択した「液化ガスばら積船構造設備規則」及び「危険化学品ばら積船構造設備規則」を国内法化するべく, 鋭意努力している次第である。

## 静岡県漁業取締船“天龍丸”について

ヤマハ発動機株式会社ボート事業部  
設計部 菅 沢 実

### 1. まえがき

本船は、昭和53年静岡県に於て、従来県が保有している15メートル型取締船の代船として計画され、基本設計が県より東京設計研究所に委託された。その後、昭和53年12月26日当社に発注され、昭和54年7月15日に進水し、7月31日引渡しを終えて現在に至っている。先代天龍丸は、やはり当社で建造され、FRP製取締船としての初期のものであった。就航以来10年を経過し、その間、静岡県の全海域に渡り、漁業取締・指導に従事し、当該海域の漁業秩序の維持確立を図るとともに海難救助等にも活躍して来た。しかし、船体の老朽化に伴い、その性能が低下するとともに、漁船の高速化が進み、更に行動範囲が広まり、その任務を充分はたすことがむずかしくなってきた。これ等の問題を解決する為に、船の大きさを大きくし、航洋性を増し、更に高速機能及び長期航海に耐える居住設備等を兼ね備えた艇として計画された。

### 2. 計画概要

計画の主眼は、常備状態に於て27kn以上の速力を出すこと、耐波衝撃のやわらかいこと、波さばきの良いこ

と、居住性能の良いこと等に置き設計を進めた。船型については、1/25の模型を作成し、当社水槽に於て抵抗試験を行ない、又浜名湖内に於て条件の良い時を選び波浪中での曳航テストを実施した。その結果から、最適重心位置を究明し、又すでに就航している同型船に較べ艫ウェッジの角度を減じBLと平行とし、抵抗性能及び対ブローチング性の向上を計り、艫部のチェーン高さを高くし、幅を狭くすることにより、通常運航時の衝撃を少なくし、また、艫部フレアーを大きくする事でドライ性を確保する様にした。また、高速力を要求された為、船底突起物は最小とし、防蝕亜鉛板、アース板、舵軸管、測深儀センサー、水温計センサー等、全てリセスを作り、附加抵抗の軽減に務めた。

### 3. 計画主要々目

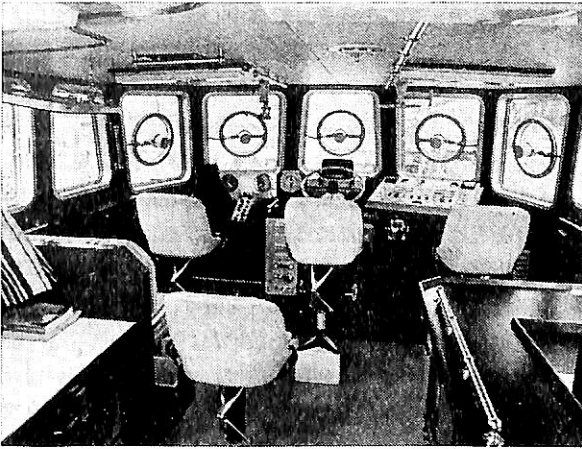
本艇の主要々目は次の通りである。

全 長	21.00m
型 幅	4.80m
型 深	2.28m
喫 水 (完成常備状態)	0.900m
排水量 (      )	38.093 t
速 力 (試運転最大)	27.67kn

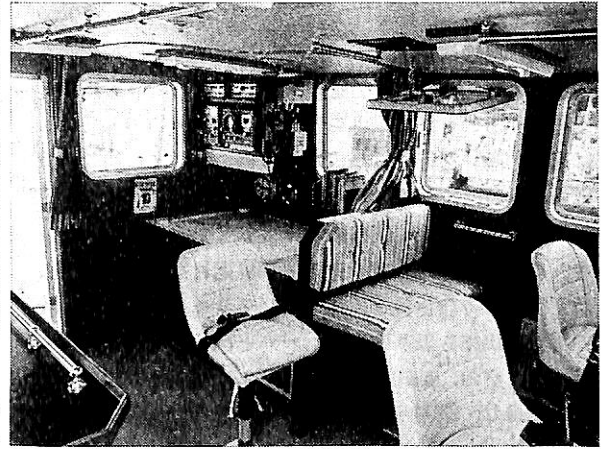


航走中の  
“天龍丸”

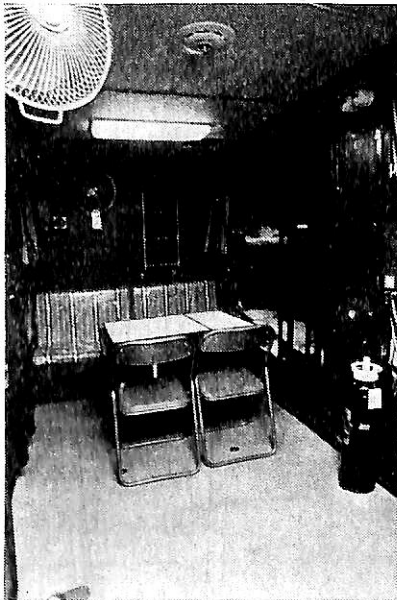




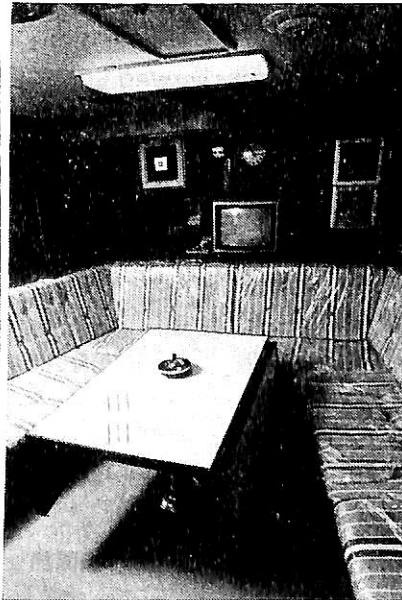
操舵室前方



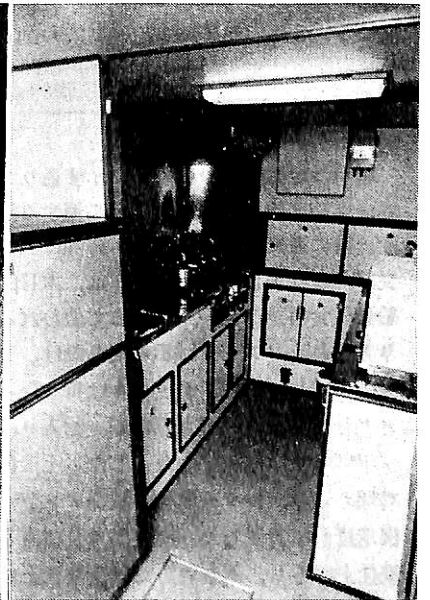
操舵室後方



船員室



取調室



厨房

(巡航速力)	24.7kn
定員 船員	6名
その他の者	2名
合計	8名
主機関	MTU 8 V 331 TC 80型高速ディーゼル機関 815ps/2260rpm × 2
FOT容量	5,500 l
資格	第3種漁船
船型	ハードチェーンV型
船質	FRP

4. 船体部

4・1 一般配置

本艇の一般配置図は図示のとおりであって、上甲板下を3枚の水密隔壁により、船首より船尾倉庫、取調室・厨房及び船員室、機関室および船尾倉庫の4区画とし、更に取調室・厨房及び船員室には各々隔壁を設け独立した区画とした。上甲板上船体中央部付近に操舵室を設け、操船・監視等に充分な視界を確保した。また、操舵室内には船員6名が座れる様シートを設置し、内4コは油圧ダンパーシートとした。又後部には海図台を設け無線機及び航海計器等を使い易く配置した。燃料油槽はFRP製二重底構造として船員室床下に、また清水槽は軽合金製として船尾倉庫に、各々図示の位置に配置した。

#### 4・2 船殻構造

船殻については、速力を要求されるためできるだけ軽く建造することに主眼をおき、「FRP船の特殊基準」に準拠し設計を行なった。本船の構造方式は縦肋骨方式にし、外板は手積成形法により積層した。積層構成は図示の通りである。船底外板には各舷2条の船底縦通材を、船側外板には各舷2条の船側縦通材を配置し、また所定箇所に特設肋骨を配置し、尚アコモデーションの為の部材を出来る限り強度メンバーと関連させ重量軽減を計った。また、船底縦通材の芯材には比重0.03のウレタンを使用し、機関台下等局部荷重の入る箇所は0.1のPUCを使用し、船底パネル等もスパンに応じて積層数を加減する等細かく配慮し重量軽減に務めた。本船の主要構造部材は別表(45~48頁参照)の通りである。また木部については、軽構造木船規則に準拠した。

#### 4・3 船体機装

##### (1) 諸室装置

諸室の配置は一般配置図に示す通りであって、居住区域、業務区域とも本船の任務に適する様所定の計備を設け、特に通風採光及び防音・防熱に注意を払い居住性能良好なる様施行した。取調室は、本目的の外に、通常は船員の食事及び憩いの場として使われる為8名がゆったりと座れるソファを図示の通り設け、又2名分の寝台の設備を兼ねている。テーブルは折り畳み式とし、広げると充分な会議机の広さとなる。物入れは、船側及びソファ下部に設け、充分な数とした。その他空調機を正面壁に埋め込み、カラーテレビ及びアンテナコントローラを図示位置に設置した。尚、囲壁及び家具類は、チーク突板仕上げとし、落ち着いた優美な仕上げとした。天井はアイボリー系のレザー、床は同系統のやや濃い目のリノリウム仕上げとし、全体の調和を計った。厨房室は、天井及び床の仕上げは同一材とし、囲壁及び家具類はアイボリー化粧合板張りとし明るく清潔な感じに仕上げ、流し台、調理台及びコンロ台は、ステンレスの薄板を張り一体構造とした。その他、冷蔵庫、電子レンジ、ハイザー、ガス炊飯器も図示の位置に設けた。また右手には、ユニット式洗面化粧台を設置した。船員室には、充分なクイヤーハイトを持った2段ベッドを6名分設置し、その他テーブル、ソファ、ロッカー、空調機、換気扇、扇風機等を図示の位置に設けた。囲壁及び家具類はチーク突板合板とし、天井はビニールレザー、床はリノリウムとして、取調室と同様仕上げとした。

操舵室内も、仕上げ材は取調室、船員室と同一とし、

操舵操縦テーブルを置き、船体中心線上に操舵輪を配置するとともに、上面には磁気羅針儀、主機遠隔操縦装置、レーダー指示器、スイッチ盤、風向風速計指示器等を配置し、3名分のダンパーシートを並列配置した。操舵席後部には更にダンパーシートを1脚設け、左舷側には2名分の折り畳み式椅子を設けた。左舷側後部には海図台を設け、前面上部には無線機及び航海計器の格納棚を、下部にはロッカー及び空調機を設けた。また右舷側の階段室との境にはカウンターを設け、その下の壁面に分電盤、測深儀、船舶電話を設けた。

操舵室後部右舷には便所を設け、ステンレス製便器及び陶器製手洗いを設置した。内装は、ゲルコート乱点吹きとし、床にはニットを敷き詰めた。又その後部甲板には大型FRP製手洗いを設けた。

##### (2) 冷暖房装置

冷暖房装置は、3組のクーリングユニットによってまかなうものとし、米国製パッケージ型マリンエアコンデューション・ユニットを設備した。装置の要目は第1表に記す。

##### (3) 通風装置

各区画に対し、自然通風及び機動通風を設けた。通風筒などの金物類は重量軽減の見地より、全て軽合金とした。

##### (4) その他

一般配置図に示す通り、マスト装置、係留装置、アンカー、ダビット、キャブスタン、船尾ローラ、及び天幕手摺装置など所要の外部機装を施した。これらの装置に対しては、重量軽減ならびに発錆を考慮し、軽合金あるいはステンレス製にした。

## 5. 機関部

5・1 機関部要目：第1表に示す。

### 5・2 機関室配置

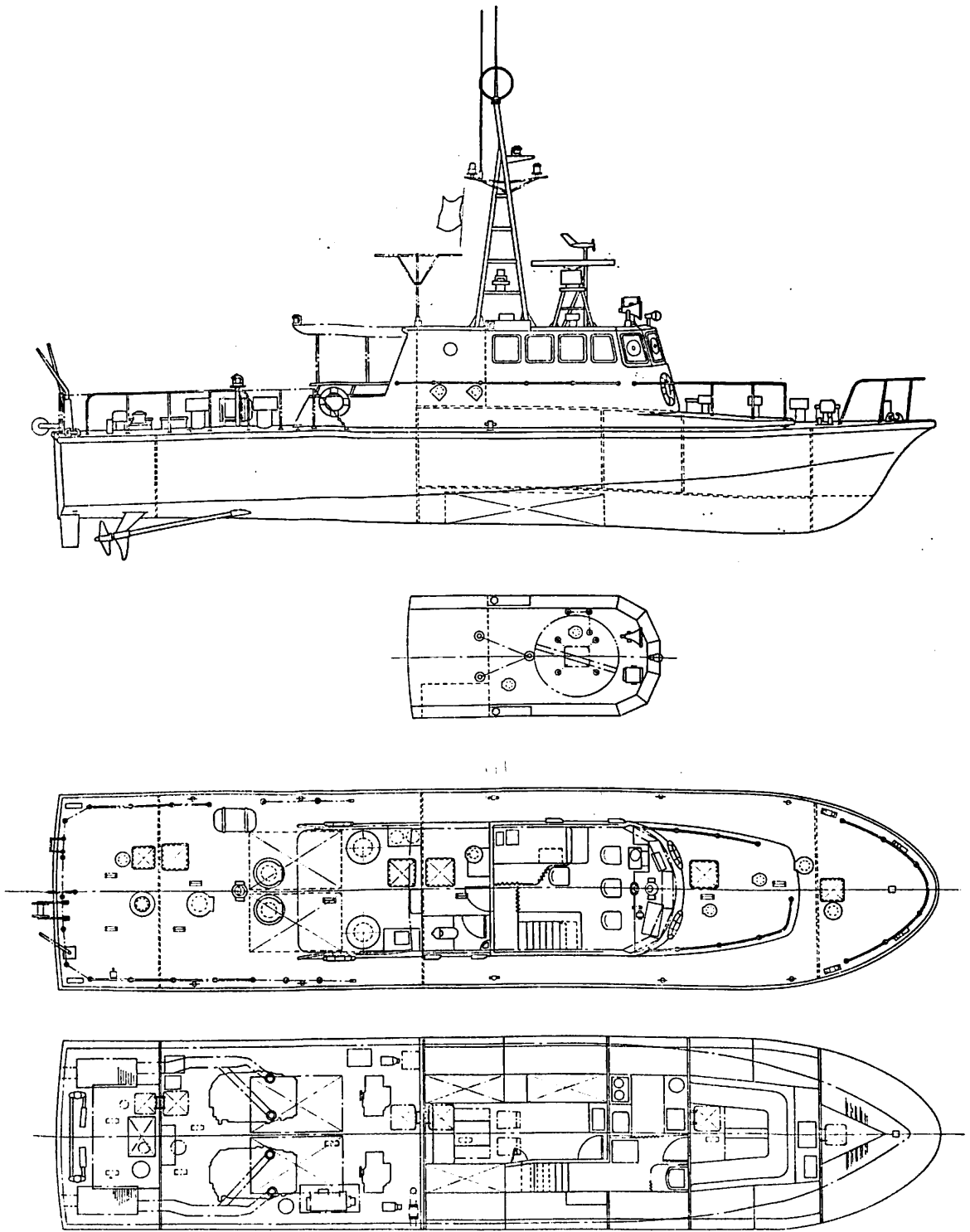
機関室前側両舷にVドライブギヤを配置し、主機関を後側両舷に設けた。推進軸の傾斜は9.5度である。右舷中央に発動発電機を設け、左舷にはバッテリー及び作業台等を設けた。主配電盤はAC・DCを一体とし後部隔壁に装備した。前端隔壁は防音・断熱材を挿入し吸音ボードを貼った。床は軽合金製縞板を設けた。

本艇の機関室全体装置は図示の通りである。

## 6. 電気部

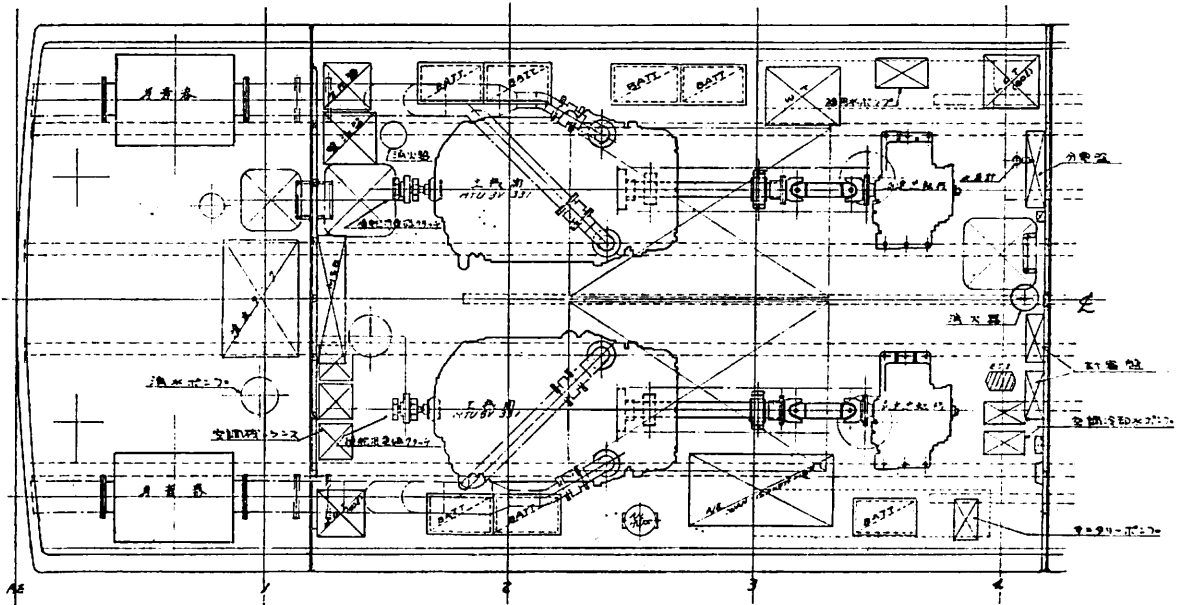
### 6・1 電路系統

本艇の電源は、15kW 交流発電機1台及びDC24V蓄

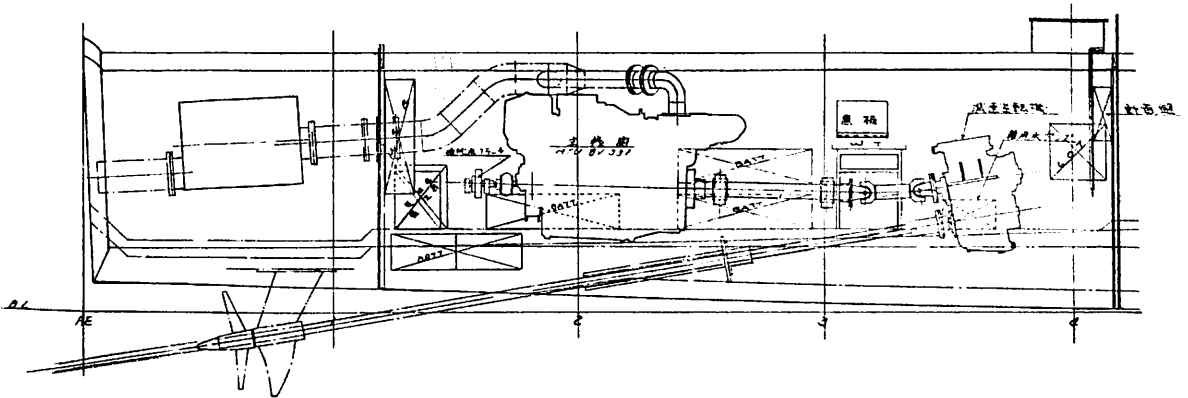


静岡県向け漁業取締船“天龍丸”一般配置図





平面图



左舷侧面图

電池4群によりまかなうものとした。また接岸時陸上交流電源を受電しうる様所要の装置を施した。本艇の電路系統は次の通りである。

系 統	電 源	負 荷
A C 220 V	本艇装備の発電機 3相交流60Hz	船内動力、探照灯、 投光器、モータサイ レン
A C 100 V	本艇装備の変圧器及 び陸上電源単相交流 60Hz	船内小動力、空調 機、拡声装置、風向 風速計、旋回窓、舵 角指示器、無線方位 測定機、音響測深 機、テレビ、船内照 明、水質分析機
D C 24 V	本艇装備の蓄電池及 び整流器による	主機起動、艇内小動 力、レーダー、海水 温度計、無線装置、 船内照明
D C 24 V	主機付充電発電機	蓄電池充電
D C 12 V	蓄電池	補機起動用
D C 12 V	補機付充電発電機	蓄電池充電

### 6・2 電源装置

本艇の電源装置は、一次電源装置は交流発電機、主機付充電発電機及び主配電盤よりなる。二次電源装置は、整流器、陸電受電盤、変圧器及び蓄電池からなり、各要目は第1表の通りである。

### 6・3 照明装置

照明装置はA C 100 V単相60Hz及びD C 24 Vとし、交流天井灯は全2蛍光灯とした。居住区は、A C・D C組込み型とした。

### 7. 無線及び航海計器

本艇装備の主要機器は、D S B(2)、S S B(1)、船舶電話(1)、遭難自動発信機(1)、風向風速計(1)、モータサイレン(1)、旋回窓(5)、無線方位測定機(1)、レーダ(1)、音響測深機(1)である。

### 8. 試運転成績

海上公試運転は昭和54年7月17日から23日に渡り実施した。速力試験は鳥羽沖マイルポスト(標柱間距離1,874.7m)において行なった。速力試験以外は、マイルポストが航路上にある関係上三河湾内にて実施した。試運転成績は、第3表に示す。また、速力～回転数は図

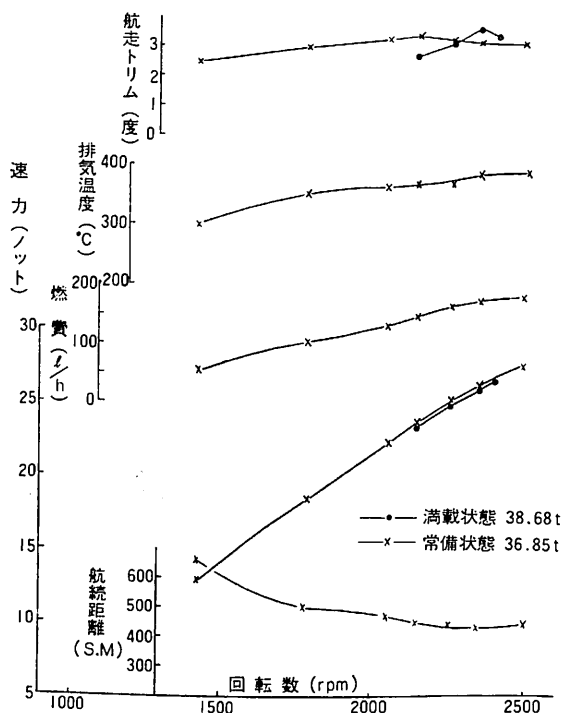


図1 速力～回転数

1に示す。試運転結果は満足すべきものであり、主機の負荷の状態も軽く、今後の搭載品の増加及び船底汚損等を考えても、充分現在の速力を維持出来る。又、常備状態載貨物の63%の状態では、最大速力26.67knを記録した。

### 9. 結言

以上、本艇の概要を紹介した。海上公試運転では、ほぼ予想通りの成績が得られた。工事完了後7月31日無事引渡しを終え、その後静岡県全域の漁業組合を巡航し、またすでに取締業務にも就き、かなりの悪化の状態を経験しており、復原性、耐波性の優秀なることを示した。おわりに、本艇建造にあたり種々ご指導をたまわった、管海官庁、静岡県水産課石川係長、高橋氏、東京設計研究所坂元所長ならびにメーカー各位のご努力に対し、心から感謝の意を表するとともに、本艇の今後の活躍を期待致します。

### ■船の科学ファイル■

定価 500円(〒200円)

(株)船舶技術協会

第1表 “天龍丸” 完成要目表

(1) 一般事項	船種等	船型 隆起甲板付平甲板型ハードチェーン 船質 FRP 推進方法 2軸Vドライブ 資 格 第3種漁船	揚船・係船装置	スタン 業製 1.0t×13m/min 船首尾ビット 木製 150mm 角, SUS冠材及びビクスキ付 フェアリー 青銅鋳物製, 75mm片ローラ付 ボラード等 ボラードSUS製65A(2) クロスビット SUS製80A(2) クリート 青銅鋳物製(8) アンカーダビット SUS製50A 船尾起倒式ローラ SUS製80A	1基 3本 4個 1本 1個
	主要寸法等	全長 21.00m 喫水線長 19.52m 型幅 4.80m 型深 2.28m 排水量 (満載) 39.84t 総トン数 49.24T 機関の種類及び数 MTU 8 V331TC80 高速過給機付空気冷却器付ディーゼル 速力 (常備状態, 最大出力) 27.4kn (常備状態, 常用出力) 24.7kn 航続距離 24.7knにて400海里 定員 船員6名, その他の乗船者2名 計8名	(3) 扉・ハッチ	扉 操舵室, 便所; アルミ合金製 各1 船員室, 取調室; 木製 各1 ハッチ 船首倉庫, 船尾倉庫; アルミ合金製 500×500mm 各1 船員室, 取調室; アルミ合金製 620×620mm 各1 機関室; アルミ合金製600×600mm 各1	
(2) 船殻	建造年月日等	建造所 ヤマハ発動機ポート事業部蒲郡工場 契約 昭和53年12月26日 起工 昭和54年1月8日 進水 昭和54年7月15日 引渡 昭和54年7月31日	機動通風装置	機関室; 電動軸流給気/排気0.75kW AC220V 久保田工業製 2台 船員室; 電動換気扇 排気0.037kW AC100V 松下電器製 1台 取調室; 同上 1台 厨房; 電動レンジフード排気0.079kW AC100V 松下電器製 1台	
	構造等	構造方式 縦肋骨方式 主水密隔壁 3	自然通風装置	船首尾倉庫; キノコ型 200φ アルミ合金製 2個 船員室; クラムシェル型 100mm FRP製 2個 便所; 同上 1個 操舵室; 荒天型通風筒 150φ アルミ製 2個 取調室; 同上 2個 機関室; 荒天型通風筒 300φ アルミ製 3個	
(2) 船体部材質等	船体外板	FRP製 船側約8.7mm 船底約4mm	冷暖房装置	海水冷却パッケージ型 米国マリンデベロップメンツ製 操舵室; NH-12, 冷/暖3,000kcal/3,600kcal AC115V 1台 船員室; NH-10, 冷/暖2,500kcal/3,000kcal AC115V 1台 取調室; 同上 1台	
	船底縦通材	FRP製 約3.3mm	プロパンガステーブル	D-リングバー付 サンヨーGC-6H 1台	
(2) 船体部材質等	甲板	耐水合板19mm+FRPカバー (M230+C205)	操舵輪	22吋, SUS製 1個	
	隔壁	耐水合板12mm	油圧操舵装置	SMB-400W-2 佐浦計器製 2系統 最大トルク 800kgm, 手動油圧併用式	
(2) 船体部材質等	上部構造	FRP 約4mm	操縦ハンド	モースMT-TWIN 1個	
	機関台	鋼製溶接構造 6~12mm	船尾キャブ	WMS-56, 電動式, 住友重機械工	
(2) 船体部材質等	張出軸受	SF45 (推進器保護板付カッタレスベアリング付)			
	舵板及び舵軸	舵板, 鋼製複板構造, 舵軸SF6080φ			
(2) 船体部材質等	舵箱	SUS304			

調理設備	プロパンガス炊飯器	サンヨーG K-20 F	1台	操舵用油圧ポンプ	ベーン式、主機ベルト駆動		
	電子レンジ	サンヨーEM-5140	1台		雑用水ポンプ	ゴムロータ式10.8m <sup>3</sup> /h AC220V, 1.5kWモータ駆動	
衛生設備	電気冷蔵庫	扉固定装置付サンヨーSR-25 4FLG 220 l		空調冷却水ポンプ	渦巻式, 31 l/min AC100V 0.2kW		1台
	和式便所	ステンレス製便器及び磁気性手洗い	1式	サンタリーポンプ	ゴムロータ式30 l/min AC100V 0.2kW		1台
洗面所	洗面所	ヤマハ製洗面化粧台ユニット	1台	清水ポンプ	家庭用, 1.5m <sup>3</sup> /h AC100V 0.2kW		1台
	主機	機関型式	MTU 8 V 331 T C 80 高速過給機空	2基	燃料移送ポンプ	手動ウイング式	
気筒数×直径×行程		8×165mm×155mm	ビルジポンプ		〃		1台
燃焼形式		直接噴射式	予備潤滑油ポンプ		〃		1台
サイクル及びシリンダ配列		4サイクル90度V型	燃料油タンク		船体付 5,500 l (FRP製)		1個
行程容積		26.5 l	潤滑油タンク		アルミ合金製 80 l		1個
JG承認馬力×回転数		815 P S × 2, 260rpm	操舵用油圧油タンク		アルミ合金製 40 l		1個
漁船法出力×回転数		500 P S × 2, 260rpm	清水タンク		アルミ合金製 550 l		1個
重量		約2,260kg (乾燥重量)	消音器(補助器用)		鋼製, ウォーターロック式22 l		1個
減速比		右舷: 前進/後進1.98/1.971 左舷: 前進/後進1.971/1.980	消音器(主機用)		SUS製, 膨張・ウォーターインジェクト式450 l		2個
逆転減速機		池貝製IRG40, 堅異芯型入力軸出力軸同一方向型, 湿式油圧多板式クラッチ, 重量650kg (乾燥重量)	排気管		SUS製 250A		2組
(4) 機	中間軸	直径79.5φ 長さ1,400mm 材質SF60	2本	電源装置	交流発電機	AC225V×15kW×三相×60Hz	1台
	ユニバーサル軸	直径73.0φ 長さ700mm	2本		主機付発電機	DC28V×1.7kW	2台
	推進軸	直径87.0φ 長さ6,298mm 材質NAS46	2本		蓄電池	DC24V×200AH DC12V×200AH	4群 1群
	プロペラ型式	三翼一体型(GAWN)			陸電受電箱	AC100V×50A×单相×60Hz	1個
(5) 機	ノ直径×ピッチ	850mm×870mm		整流器	シリコン, 入力AC100V×单相×60Hz, 出力DC20~35V, 60A	1台	
	ノピッチ比	1.024		変圧器	乾式自冷式, 入力AC220V×3相×60Hz, 出力AC100V×单相×60Hz, 10kVA	1台	
	展開面積比	0.762		主配電盤	デッドフロント壁掛型	1基	
	プロペラ材質	ALBC3		探照灯	室内操作型, AC220V×1kW 湖南工作所製	1台	
補機	発電機用原動機	4サイクル水冷ディーゼル機関 オーナン製	1台	照明装置	投光器	旋回俯仰型, AC220V×300W 三信船舶電具製	2台
	ノ馬力×回転数	33.3 P S × 1, 800rpm			作業灯	AC100V×100W, DC24V×40W, 100W	5個
機				室内灯	AC100V, 予備灯DC24V	1式	



電動機	旋回窓	350φ, AC100V×60Hz		定機	全方向直視型, AC100V, 60Hz	1台
	モータ・サイレン	布谷船用計器工業製 急発停止型, タイムコントローラ付 AC220V×3相×60Hz×0.75kW 伊吹工業製Q100	5台 1台	音響測深機	古野電気, FE-502BⅡ型, 乾200kHz, 0~680m, AC100V×60Hz	1台
(6) 無線・航海機器等	SSB送受信機	古野電気, SGB1-1型, A <sub>3</sub> J 25W, A <sub>3</sub> H6W27~28MHz DC24V	1台	航海機器等	風光風速計 光進, KB101型, ベーン式 AC100V×60Hz	1台
	DSB送受信機	古野電気, DR3-1型, A <sub>3</sub> 1W26.755~26.975MHz, 及び27.5~28MHz, DC24V	各1台	磁気羅針儀	佐浦計器製, T-150ⅡF カード直径150mm	2台
	船舶電話	保安装置付き	1台	海水温度計	村山電気, M-1B, 0~32°C DC24V	1台
	レーダー	古野電気, FRM-60-23型 10インチ, 10kW, 64漙, DC24V	1台	拡声装置	古野電気, PAD6-2, 50W AM 受信装置, カセットプレーヤー付, AC100V×60Hz	1台
	無線方位測	古野電気, FDC-23A, CRT		その他	テレビ受像機 三洋電気, 18S7, 18型カラーテレビ, AC100V, 遠隔旋回装置アンテナ付	1台

第2表 “天龍丸” 完成重量及び復原性能等

項目	状態	状態			項目	状態	状態										
		常備状態	満載状態	軽荷状態			常備状態	満載状態	軽荷状態								
船殻	船殻	t		14.959	Aw	m <sup>2</sup>	71.50	72.00	70.40								
	装	t		3.044		Aws	m <sup>2</sup>	83.50	84.70	80.90							
	固	t		0.361													
航電無	海	t		0.318	前	部	m	1.996	1.968	2.097							
	電	t		2.858				中	部	m	1.400	1.375	1.454				
	無	t		0.193				後	部	m	1.321	1.335	1.345				
	線	t		0.193				T	P	C	t	0.734	0.738	0.725			
機関	機関内の水・油	t	0.372	0.372	0	M	T	C	t-m	0.845	0.860	0.825					
	品	t	0.339	0.339	0.339	K	B	m	0.598	0.614	0.565						
	所持品	t	0.720	0.720	0.720	∅	B	m	後方∧ 2.340	後方∧ 2.335	後方∧ 2.342						
燃料等	燃料	t	3.080	4.620	0	K	M	m	3.350	3.272	3.532						
	滑油	t	0.046	0.070	0	B	M	m	2.752	2.658	2.967						
喫水	不明重量	t		0.255	乾	L	K	M	m	1.773	1.747	1.831					
	合計重量	t	38.093	39.840						34.228	L	B	M	m	46.80	45.30	50.40
	当部	m	0.900	0.925						0.846	L	G	M	m	46.20	44.69	49.84
	部	m	0.854	0.882						0.753	L	G	M	m	45.22	43.78	48.70
トリム	部	m	0.929	0.915	0.905	K	G	m	1.577	1.525	1.701						
	均	m	0.892	0.899	0.829	∅	G	m	後方∧ 2.507	後方∧ 2.406	後方∧ 2.709						
	船尾∧	m	0.075	0.033	0.152	O	G	m	0.667	0.600	0.855						
	Cb	m	0.420	0.428	0.400	∅	F	m	後方∧ 2.507	後方∧ 2.235	後方∧ 2.365						
	Cp	m	0.740	0.740	0.737	最大復原艇(GoZ <sub>max</sub> )	m	0.625	0.650	0.550							
	Cw	m	0.725	0.730	0.715	最大復原艇角度	度	45.50	44.50	46.40							
	C∅	m	0.568	0.578	0.543	復原性範囲	度	87.50	89.50	82.50							
A∅	m <sup>2</sup>	2.400	2.520	2.160	最大動的復原力(DS <sub>max</sub> )	t-m	25.29	27.05	20.40								
					最大動的復原力/排水量	m	0.664	0.679	0.596								
					風圧側面積	m <sup>2</sup>	54.80	54.50	56.10								

船の科学

風 圧 偶 力 艇	m	2.109	2.109	2.109	C 係数	風速 19m/s	2.082	2.357	1.567
水 中 側 面 積 比		3.150	3.080	3.480		風速 26m/s	1.308	1.519	0.771
横 揺 角 度	度	28.41	27.79	30.36					
横 揺 周 期	秒	3.074	3.067	2.996					
海 水 流 入 角 度	度	71.40	70.20	73.60	予 備 浮 力	t	109.9	108.2	113.8
限 界 傾 斜 角 度	度	16.23	16.23	16.23	予 備 浮 力 / 排 水 量		2.885	2.716	3.325

第3表 “天龍丸” 試運転成績

試運転種類		① JG・水産庁 公試 (満載)				② オーナ・トラ イアル (常備)				項 目		左 旋 回	右 旋 回		
施行年月日		54. 7. 15				54. 7. 16				舵 角		35°C	35°C		
施行場所		鳥羽標柱間				鳥羽標柱間				最大縦距 (DA)		126m	126m		
標柱間距離		1874.7m				1874.7m				最大横距 (DT)		105m	105m		
天 候		晴 れ				晴 れ				DA/LWL		6.43	6.43		
海 況		平 穏				小 波				DT/LWL		5.36	5.36		
風 速		南々西 5.0m/sec				2~3m/sec				回 頭 所 用 時 間		1分6秒0	59秒8		
前部喫水		0.842m				0.811m				最大傾斜角		10度(内側)	10度(内側)		
後部		0.953m				0.936m				最大傾斜を生じた回頭角		直 後	直 後		
平均		0.893m				0.875m				G M		1.760m			
トリム		船尾ハ 0.111m				船尾ハ 0.125m				G G。		0.107m			
排水量		38.68 t				36.847 t				K G		1.540m			
負 荷		主機回 転数 rpm	速 度 kn	プロペ ラ失 脚率 %	主機回 転数 rpm	速 度 kn	プロペ ラ失 脚率 %	O G		0.620m					
最低速(片軸)		750	5.04	34.30	—	—	—	速 力 kn		約 24.7					
最低速(両軸機)		750	7.03	52.80	—	—	—	排 水 量 t		38.77					
1/4		—	—	—	1,430	12.84	37.05	平 均 喫 水 m		0.865					
1/2		—	—	—	1,794	18.34	28.60	項 目		前進中後進発 令より後進速 力整定迄		後進中前進発 令より前進速 力整定迄			
3/4		—	—	—	2,053	22.14	24.30	発令より船体停止迄の 時間		秒	17.2	15.4			
85/100		2,150	23.19	24.35	2,150	23.48	23.46	航走距離		m	約 70	約 26			
4/4		2,260	24.67	23.50	2,260	25.17	21.95	船体停止より後進(前 進)速力整定迄		秒	5.4	19.0			
11/10		2,300	25.65	22.85	2,350	25.89	22.80	後進(前進)発令より 後進(前進)速力整定迄		秒	22.6	34.4			
全 力		2,400	26.33	21.95	2,490	27.36	23.45	速 力 kn		約 24.7					
種 類 及 び 数		鋼製複板舵 2 枚						排 水 量 t		38.77					
舵 面 積		舵軸中心より前部		m <sup>2</sup>	0.092		平 均 喫 水 m		0.865						
		後部		m <sup>2</sup>	0.248		舵面積と水中側面積の比		0.044						
		合 計			0.340		旋 回 力 試 験		前進中停止発令船速が 2kn 迄低下に要する時間		65 秒				
		速 力 kn		約 24.70		同 上 航走距離		約 180m							

コンテナ船

(社) 日本造船研究協会編

「コンテナ船」の全容を紹介し、海上コンテナ輸送を単に海上輸送だけの問題でなくその前後に接続する陸上輸送、両者の接点にあるコンテナターミナル等を含めた輸送システム全体についての問題を考察し具体的に詳説

した決定版である。

B 5 判 304 頁 上製本 ケース入り  
定価 3,000円 (送料 200円)

船 舶 技 術 協 会

## 今後の船舶における省力化システムについての雑感

日本郵船株式会社  
工務部計画課 浜 照 夫

外航船舶は激しい国際競争のもとにあり、省力化システムはこの国際競争に勝ち残る為の一つの大きな手段として各船会社が模索し続けている重要なテーマである。

単に船舶の省力化システムといえ一般には自動化、遠隔コントロールシステム化とのみとらえられがちであるが、実は多目的から単能化即ち、専用船化と船の中身そのものを省力化する2面を持っているのである。今後とも同様な方向で省力化が進むであろうが専用船化が一応の成果をみた現在、特に船内労働を自動機器に置き換える努力及び船用機器の信頼性向上への努力がより重要であると考えられる。

以下簡単に省力化システム一般につき述べる。

### 1. 専用船化

この10年間に世界経済は高度成長とオイルショック、そして一転して低成長経済へとかつて例を見ない大きな変動を経験してきた。これにともない海上輸送システムも大きな変革がなされたのは当然である。

以下順を追って、この10年間の変革とその問題点を眺めてみよう。

#### (1) タンカー

高度成長経済にともなう石油需要の増加により、大型化が進み20万DW以上のULCC/VLCCの出現と急激な一般化、オイルショックによる大型化の頭打ち及び船腹過剰現象の出現、最近の中型(8万DWクラス)タンカー需要の増加等があげられる。

#### (2) コンテナ船

主としてセル付コンテナ専用船(LO/LO)による世界の主要航路のコンテナ化は、この10年間に飛躍的發展を見せた。

**第一世代船:** 800~1200 TEU積, 21~23ノットの比較的小型で高速のディーゼル船。

**第二世代船:** 1800~2500 TEU積, 25ノットの超高速, 超大型船。第一世代船によるコンテナ化の成功により、極東/欧州のような遠距離を大量、高速サービスを行うべく建造された。

**第三世代船:** 積高は第二世代船同様であるが、速力は20ノット程度である経済船。オイルショックにともなう

荷況の停滞、燃料コストの増加による第一及び第二世代船の経済的見直しにより出現しつつある。

#### (3) PCC

我が国の自動車産業の発展に伴い約10年前より吊上げ格納型カーデッキを持った自動車兼撒積船の建造が開始され、その後輸出の増加によりRO/ROによるPCCが急激に多数建造され、6,000台を超える自動車が搭載可能なPCCも多数就航している。

以下、本文の主旨からは若干ずれるが、労働集約型の在来型貨物船に置き換わりようとしているRO/RO船及び多目的船について眺めると、両船種共本船サイドの荷役及び荷物の保守方法等は在来型貨物船の延長線にあると思われるものの、一種の単純化と高能率化により省力化をはかったとみることもできよう。

#### (4) RO/RO船

鉄道連絡船やフェリーの形でサービスが始められたRO/RO船は、在来型貨物船が港湾労働者の不足等により港に碇泊する時間が増大し、稼働率の低下に深刻に悩まされるようになったこと、またオイルショック後の産油国の急激な購買力拡大に附属した港湾設備拡張の遅れ等により、外航型RO/RO船の需要が増してきた。現在一部LO/LOシステムを併用する等様々な試みが行なわれており、RO/RO船の対象荷物の汎用性より今後とも、新しい航路に進出するであろう。

#### (5) 多目的船

在来型貨物船は、コンテナ化の確立により補完的二次航路へドロップされる運命にあり、二次航路においても対象荷物形状の変化、省力化及び省エネルギー対策等の面より競争力を失いつつあり、これらの航路に合った船型、荷役設備を持った多目的船が出現した。

これらはヘビーデリックを装備したものの、超ロングハッチのもの、RO/ROランプラダーを備えたもの等、様々な工夫を凝らしたものが建造されている。

以上のとおり、大型タンカー、コンテナ船及びPCCの出現で荷物の能率的な大量輸送が可能となり、かつ船内労働も在来型貨物船に較べ軽減されてきた。

弊社において、過去20年間に下表のごとき専用船の出現があるが、特にコンテナ船及びPCCの船隊増強が注

1960年	LPG船
1965	
	コンテナ船 自動車兼撒積船
1970	
	MO船、PCC VLCC、大型高速コンテナ船 コンピュータ搭載船、RO/RO船、大型PCC
1975	

目される。

我社配乗船における専用船の比は、10年前約25%、5年前約60%となり現在は約75%までに達している。今後とも在来型貨物船のコンテナ船化、撒積船の需要増加等により、専用船の比率は増加するであろう。専用船の省力化システムは、各々の特殊事情により異なるが、将来の問題として考えられることを下記に述べる。

(1) タンカー

荷役を本船サイドで行う為、荷役関連設備の信頼性を高めることが省力化の前提となるが、船内労働面では荷役中の機関部無人化による船体部アシスト体制の必要性が生じるであろう。現在カーゴオイルポンプの遠隔制御方法は実績が出始めているが、イナートガスシステムに関連し、ボイラー負荷変動時の酸素濃度一定値キープに今後努力する必要がある。

尚、今後の新造船はIMCO規制により独立バラストタンクの採用が義務付けられたことにより、従来のタンククリーニング作業の軽減化が期待できる。

(2) コンテナ船

荷役時の姿勢制御の遠隔操作装置（一部自動化）は実績が有るが、コンテナラッシング金物の点検作業及び冷凍コンテナの保守作業の改善が必要であろう。コンテナラッシング作業及び点検作業の軽減を目的とし甲板上コンテナ搭載を極力少なくすべく船内コンテナ段数を増した船型も出現しつつある。コンテナ自身の強度と船内コンテナ段数との関連も有るが省力化の効果を期待したい。

(3) 鉱石／撒積船

カーゴホールドへのバラスト張水の為のタンククリーニング作業、荷役時甲板上に落下した鉱石粉その他のクリーニング作業の簡易化、及びハッチカバーの開閉、縮付の自動化等が考えられる。

(4) PCC

自動車ラッシング金物の点検作業及び操船性能の改

善、ランプウェイの自動化とヒール／トリムコントロールシステムの自動化、船内ピラー配置の合理化による積付モジュールの単純化等が考えられる。

2. 省力化

我が国の海運会社は、発展途上国の自国海運育成方針による発展途上国の海運力のたい頭、ソ連を含む東欧圏海運の低運賃による市場占有率の増加、及び海運先進国との競争のもとに、常に競争力を維持すべく努力している。発展途上国の海運は、国の手厚い補助及び安い船員費のもとに急激に力を増してきており、1977年資料において前年比約13%アップで、世界の商船船腹量の約8%を占めるに到っている。ソ連を含む東欧圏海運の動きに対しては、英国を始めとする欧州諸国及び米国では、国内立法措置を取り対抗している。

海運先進諸国では造船不況に対応し、新造船に対する国の補助がなされている為、我が国の海運会社の国際競争力は、相対的に低下しつつあると思われる。このような状況のもとで、我が国の各海運会社は確固たる国際競争力を維持するとともに、この競争に勝ち残る為に船舶の省力化、省エネルギー化及び専用船化等の対応策を練り実行している。ここでは主として、省力化の面を眺めてみると、将来への展望を含め船舶に關係の有る各方面の方々の血のにじむ努力の結果、「自動化船」「MO船」へと進歩し、「高度合理化船」「超合理化船」へと道が開け出している。

船の中身を省力化する方法として、基本計画時の配慮と、いわゆる技術革新による自動制御システムの導入の2面があると思われる。

(1) 基本計画時の配慮による省力化

当然のことでは有るが、計画される船舶の荷役システム、航路及び港湾事情を充分把握し、船舶の主要寸法、荷役方法、航速及び航続距離等を決定することにより、経済面、安全運航面、荷物の安全輸送及び効率の良い荷役等のよりよい結果が期待できる。

(イ) トリム、スタビリティ性能を十検討することにより、同じ制約条件のもとで、より多くの荷物をより経済的に、かつ安全に運ぶという主なる目的とともに、本船での積付け制限による積付けの煩雑化、バラスト張排水の煩雑化、燃料油タンク間のシフト等の改善、及び船橋よりの前方視界、バラスト航行時の安全性の増加等の改善が期待できる。

(ロ) イージーメンテナンスを配慮することにより、本船作業の軽減化が期待できる。例えば、甲板部：長期防錆塗装等の塗装仕様の見直し、配管材質

の向上、清水サニタリーの採用

機関部：海水系統パイプの材質向上、海洋微生物付着防止装置、鉄イオン発生装置、ポンプインペラーのステンレス化及びメカニカルシールの採用、船尾管への4本シール等の採用及び追加予備品の保有

電気部：プリント基板予備の保有  
等が考えられる。

(1) 船舶の機関部プラントのあり方を配慮することにより省エネルギー船とするとともに、信頼性の高い推進・発電プラントが可能となろう。例えば、一部内航船舶で実用化されている、発電機及び補機類の主機関直結プラントの応用、即ち2機1軸とし可変ピッチプロペラ及びクラッチを採用することにより、主機関駆動発電機にて航海中荷役中のC重油発電が可能となり発電機ディーゼルのメンテナンスの省力化及び、主機関が2機であることによる信頼性向上（メンテナンス、故障等によるデッドシップの防止）が期待できるが、初期投資の増加、荷役システムとのマッチング等採用可能なる船舶はまだ限定されている。

## (2) 自動制御システム

技術革新による自動制御システムは船用技術分野においても近年目ざましい進歩をとげた結果「MO船」の出現と一般化及び35次計画造船（高度合理化船）の出現へと進んでいる。

外航船の労働形態の変革として特筆されることは、「MO船」の出現による機関部の夜間当直制度の廃止、及び無線部の3名から2名への当直制度の確立である。省力化システムを配慮することにより順次乗組員が減り、これにつれて船内労働の中身も変化している。

省力化システムの一面は、船内労働のピークを少ない人数で処理する為に、いかに自動制御機器でカバーするかである。今後ともフィードバック機能を持つ自動制御機器の導入が続き、乗組員の労働軽減と熟練を要する機器の制御が自動制御装置に置き換えられるであろう。

35次計画造船（高度合理化船）で実施予定の18名乗組員船を含め、将来の「超合理化船」への対応として、配乗人員構成のあり方は、現在官民あげて鋭意検討されていると聞かすが、ここでは設備面での船内労働軽減策のみを考える。

一般：航海中における船橋での操船及び推進プラントの一括監視制御システムの採用

主要機器を2重装備することにより信頼性向上をはかる。（これは暫定的手段であり、各機器の信頼性向上にとともに2重装備は少なくなろう。）

イージー メンテナンス又はレス メンテナンス

の十分な配慮。

非常用発電機を、発電プラント故障時の操船、通信、避難等の非常対策及び推進・発電プラントの復旧対策として採用。

甲板部：係船機の遠隔操縦、タダライン取り装置の改善、自動接岸装置及び遠隔投錨装置等の採用

職員食堂と部員食堂の一元化、各個室にトイレ、シャワー等を設置することにより厨部作業の省力化をはかる。

少乗組員となる場合は、人間工学面からの居住区配置等が今後の課題となろう。

バラスト張排水、ホールドビルジ排出、燃料油張り込み等の自動化への配慮

火災探知装置の強化等の防火消火システム及び救命設備の強化

工業用テレビ等による監視作業の軽減

機関部：主機関を含む推進プラントの異常診断システムの採用

碇泊、スタンバイ、航海中等のモード切換による諸機器の発停及び弁類の開閉の自動化の採用

電気部：衝突予防装置や運航状態監視記録及び航海諸計算機能を持つ機器の採用

海事衛星通信システムの採用等による、通信機能の強化

UHFトランシーバー等の採用による、船内作業時の通信システムの強化

等が考え得るが、実効的な省力化システムとして、投資効率が高いかどうかは今後の慎重な研究とシミュレーションが必要であろう。

今後の省力化のうえで、油圧を有効に利用した機器（現在においてもデッキクレーン、ハッチカバー開閉装置、RO/RO船のリフトブルカーデッキ等広く応用されている。）の進歩を期待したい。

## 3. 信頼性

省力化システムの基礎となる、各機器の信頼性について眺めると、初めに述べた通り商船は国際競争に打ち勝つ為にも、高い経済性、安全性（信頼性）を追求する必要があり、当然各々の船用機器も船舶同様、特殊な環境（振動、湿度、温度、汚損等の悪条件）のもとで十分な信頼性を持ち、かつ経済的競争力を持った機器のみが生き残る運命であろう。

一方、オイルショック以降、省エネルギー船への強い指向により、推進効率の良い低回転プロペラの採用にもなる、中速ディーゼル主機関の採用及び低回転低燃料

表1 機械別発生故障割合 (件数ベース)

	1965/10～1971/3 5年半年間 約46隻	1977/4～1978/3 1年間 約50隻
主機関	38.0 %	31.5 %
汽缶	1.6 %	1.4 %
発電機	15.7 %	10.2 %
機室補機	10.9 %	12.6 %
諸管弁	8.1 %	8.3 %
電機	3.3 %	3.8 %
甲板補機	13.7 %	17.9 %
タンク	1.1 %	0.8 %
自動機器	7.5 %	13.6 %

概略発生件数 約30件/年×隻 約40件/年×隻

消費型ディーゼル主機関の急激な発展、低出力の主機関排気を利用したターボ発電プラントの採用及び発電機・補機的主機関駆動プラントの出現等船用プラントは複雑化の傾向にあり、信頼性面より解決しなければならない新しい問題が生じてきている。

ここで我社のディーゼル船の故障統計より、実際の信頼性を眺める。

(1) 機械別発生故障割合 (表1参照)

詳細な比較検討は行っていないが下記のことが推定される。

主機関に関して、信頼性は燃料消費量低下競争の影にかくれた感じであるが、向上はしている。ただし1年間程度のレスメンテナンスとなると、まだ解決しなければならない問題は山積していると認められる。発電機も良くなっているが、これは故障発生率の高い機種を搭載していた船舶の減少が、故障発生低下の一つの原因と思われる。

機室補機が増加しているのは、推進・発電プラントの複雑化によると思われる。

甲板補機も同様であるが、これは荷役装置の電気系統の故障増加の影響と思われる。自動機器の故障増加と合わせると、複雑となった自動機器の信頼性が充分でないと判断せざるを得ない。

(2) 自動機器の故障原因 (表2参照)

自動機器の故障原因の内分けを眺めると材質、工作不良の改善はなされているが、自然衰耗、腐蝕、汚損、振動等の原因による故障発生件数がいぜん多いことが分かる。

特に注目すべきことは、その他の項目即ち原因不明な故障が急激に増加したことで。これは複雑な自動機器が増加したことによると推定される。

表2 自動機器の故障原因 (件数ベース)

	1965/10～1971/3	1977/4～1978/3
設計不良	3.0 %	0.8 %
材質不良	12.4 %	3.8 %
取付不良	4.6 %	4.5 %
工作不良	5.8 %	0.4 %
自然衰耗	14.5 %	26.5 %
腐蝕	4.3 %	11.7 %
汚損	30.0 %	8.0 %
振動	25.0 %	17.1 %
取扱不良	0.3 %	0.0 %
その他	—	27.3 %

最近の自動機器は、ブラックボックス化及びプリント基板化が進み、故障発生時もプリント基板自体を交換する保守形態となりつつある。この傾向は今後一層強くなり、予備プリント基板の保有、修理等と保守費用の増加が危惧される。

腐蝕、磨耗、汚損、振動及び熱に強いエレメントの開発は当然必要であるが、耐久時間と使用時間の関係で、事前保守する思想を船用機器全般にわたり検討する時期に近づいているように思える。

4. あとがき

省力化システムは、今後ともそれぞれの船舶の荷役運航形態における労働内容にそったより高度な省力化をめざすであろうが、その内容は自動機器のより高度な導入による省力化システムの確立が主となろう。特に省力化システムの基礎となる各主要機器及び自動制御機器の信頼性向上をいかに確立するかが、今後の大きなテーマである。又、船舶という特殊な環境のもとで、目的地まで無事に船舶を運航し、安全且つ効率的に荷役を行うためには、どの程度の信頼性を商船として要求しうるか、即ちハード面での経済的合理性を考慮しつつ、具体的にどこまで信頼性をあげ得るか、且つその条件下の保守体制、乗組員教育をいかにすべきか等、今後解決しなければならない問題は多い。

参考文献

- 1) 嶋田 船舶の形態の変革 航海 57号 昭53年9月
- 2) 橋本・石塚 ディーゼル船の故障統計と信頼性評価 日本船用機関学会誌 vol. 8 No. 2 1973
- 3) 橋本・石塚・東 ディーゼル船の故障統計と信頼性評価(その2) 日本船用機関学会誌 vol.8 No.9 1973

## 運輸省船舶技術研究所第34回研究発表会題目

日時/12月3日(月)～4日(火) 午前10:00～午後4時45分      問合せ先/船舶技術研究所研究調整室  
 場所/運輸省船舶技術研究所講堂(三鷹市新川6-38-1)      電話 0422-45-5171 内線 251

第1日 12月3日(月)

第2日 12月4日(火)

No.	題 目	開始時刻	No.	題 目	開始時刻
1	広幅浅喫水船の水槽試験	10:00	22	船員災害事故の要因分析	10:00
2	船尾渦抵抗の研究	10:20	23	塗膜の防食性試験について	10:15
3	船体表面圧力の計測法とその応用	10:35	24	測定技術におけるマイクロ・コンピュータの活用について	10:30
4	SRI・Bプロペラの設計図表	10:50	25	振動緩衝材の適用に関する問題点	10:45
5	スキュー分布変化のベアリング・フォース軽減効果	11:10	26	内装壁の防振設計に関する実験	11:00
6	新しいソフトサーフェスによるプロペラ・エロージョン試験	11:25	27	爆発圧開放に関する研究(第1報)	11:20
7	キャビテーション水槽におけるプロペラ変動圧力の計測例	11:40	28	CO <sub>2</sub> 消火装置における噴出帯電について	11:40
— 休 憩 —			— 休 憩 —		
8	2次元水中翼の特性試験(その1 平水中直進時の双胴船用減揺フォイルの単独試験)	13:00	29	軟鋼材疲れにおける塑性ひずみ挙動とAEの関係について	13:00
9	練習船北斗丸による実船実験(第2報) —超音波式波浪計による波浪計測—	13:15	30	分散性パルス圧縮用能動フィルタの設計例	13:15
10	海洋気象観測船「啓風丸」による波浪計測実船試験	13:30	31	ばね支持連続ばりの横振動特性について—一回転慣性とせん断たわみの影響—	13:30
11	浅水中で斜航する船体に働く流体力の計測	13:45	32	FRPによる超低温地下タンクの実証試験(第2報)	13:45
12	半潜水船主船体の流体力計測	14:00	33	水質に関する研究(第3報)	14:00
13	漁船の海水打込と転覆に関する模型実験	14:15			
14	小型船のプロローチングに関する模型実験	14:30			
15	模型船による衝突現象の観察	14:45			
— 休 憩 —					
16	開脚式アンカーの模型実験(その2)	15:15			
17	箱型没水体に働く波圧力について	15:30			
18	円柱群の波の透過に関する実験的研究(その1) —1行の場合について—	15:45			
19	ゴムフェンダーの非線型特性について(その1) —模型化と強制変位—	16:00			
20	長大海洋構造物の波浪による弾性応答について	16:15			
21	大型海洋構造物の洋上接合時における接合荷重について	16:30			

■新技術解説

## ゴム製隔膜による油水置換システム

財団法人 日本船用機器開発協会

田中裕二

### 1. 海洋汚染の現状とタンカー規制

表1に示されるように、現在の海洋汚染の主な原因の1つとして、タンカーによるものが取上げられるが、中でもタンカーからのダーティーバラストの排出が海洋汚染の最大の原因として、近年の石油輸送量増大に伴って世界的にも大きな問題になっている。

このような現状に対し、国内では昭和47年に海洋汚染防止法の施行により、内航タンカーのダーティーバラストは廃油処理施設などで処理することが義務付けられ、一方、国外においては1973年、IMCOの規定によって1980年以降に完成する70,000 DWT以上の新造タンカーには分離バラストタンク (Segregated Ballast Tank) の設置が義務付けられるほか、1978年IMCOでは、タンカーのトン数別に海洋汚染防止のための各種設備を設置することを義務付ける規制がまとめられ、その実施目標も設定された。

一方、既存のタンカーについても、クリーンバラスト以外の特別海域での排出禁止、また、排出可能な海域においてもその総量及び濃度に厳しい排出基準が設定され

るなど、バラスト水の排出には年々、厳しい規制が実施されようとしている。

このようなタンカーに対する規制は、とりまなおさず石油の輸送コストの上昇を意味し、ほぼ全量の石油を海外に依存するわが国にとっては大きな問題であるとともに、海洋汚染防止の点からも何らかの対策を講じる必要があると考えられる。

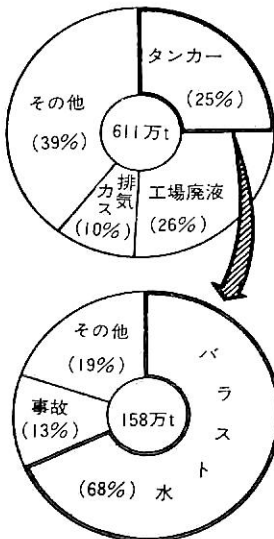
### 2. ゴム製隔膜による油水置換システムの原理

住友電気工業㈱ではこのような事態に対処するべく昭和43年頃から、すでに商品化されている航空機用燃料タンクや灌漑用ゴム引布製自動堰「ファブリダム」などの技術を基礎にしてタンカーのバラスト水を入れる船舶内に、可とう性・耐海水性・耐油性・耐摩耗性などを有する強じんなゴム引布からなる隔膜を設けて、積載油とバラスト水とを完全に分離するシステムの研究開発に着手した。ここで、ゴム製隔膜による油水置換システムとは図1に示すように、船舶内に取り付けられたシート状の膜によって、2液（この場合は積載油とバラスト水）が接触しないように分離し、相互に置換すれば、排出されるバラスト水は積載油と接触、混合することがなく、常にクリーンに保つことができるという原理に基づいたものである。

ゴム製隔膜の構造及び取付けについては表2に示すようにいろいろな方式が考えられるが、船舶の形状および構造なども含めて総合的に検討し、決定しなければならない。

また、ゴム製隔膜は高強力ナイロン布の両面に特殊合成ゴムを被覆したゴム引布を貼合せて製作した、柔軟で強じんな膜体である。

表1 海洋汚染の現状



「Petroleum in the Marine Environment」  
National Academy of Sciences  
(Jan. 1975)  
より

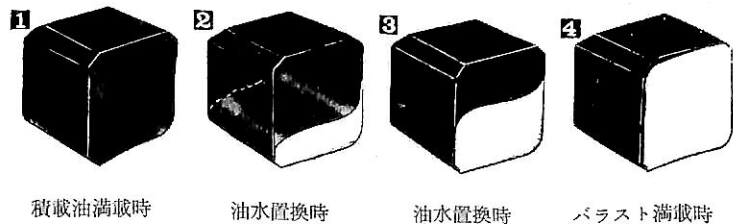

















図1 ゴム製隔膜による油水置換の原理



表 2 ゴム製隔膜の構造の分類

大 分 類		小 分 類		
ゴ ム 製 隔 膜	斜め分割			
	垂直分割			
	水平分割			
蛇 腹				
袋				

### 3. 本置換システムの開発

住友電気工業(株)では、ゴム製隔膜による油水置換システムについて検討するかわら、情報の収集に努めた結果、米国においてマサチューセッツ工科大学が米国沿岸警備隊(U S C G)の委託によって、同じような隔膜の基礎研究を行い、1973年IMCO会議で「ゴム製隔膜法は技術的にも実現性が高く、かつ、経済性にも優れている。」との研究成果を発表しているだけで、そのほかには何ら具体的な研究開発活動がなされていないことが判明した。

そこで、住友電気工業(株)では本置換システムの商品化を期した研究開発を行うにあたり、昭和50、51、52年度の3カ年にわたって、「タンカー用隔膜の開発研究」と題して運輸省の科学技術試験研究補助金の交付を受け、さらに、昭和53年度には(財)日本船用機器開発協会との共同で、本置換システムの実用性を実船実験によって確認した。以下、各年度別に記述する。

#### (1) 昭和50年度

ゴム製隔膜の小型(1m<sup>3</sup>)モデルにより、船艙の最適な分割方法(上下分割、左右分割、斜め分割)と最適な油水置換方法を確立すると同時に、タンカー用ゴム製隔膜として最適な材料の見通しを得た。

#### (2) 昭和51年度

ゴム製隔膜の中型(10m<sup>3</sup>)モデルにより、タンカーのローリング、ピッチングを模擬した動揺試験を実施し、動揺下におけるゴム製隔膜の油水置換性能、動的性能お

よび装置性能などについて解析した結果、動揺下においてもゴム製隔膜による油・水の完全な分離と置換が極めて実現性の高いものであることが実証された。さらに、実物規模を想定したゴム製隔膜自体および船艙への取付固定金具から成る部分試作品について引張疲労試験を行った結果、ゴム製隔膜は十分な耐久性を有することが確認できた。

#### (3) 昭和52年度

大型(50m<sup>3</sup>)のモデルシステムに、実物想定厚さのゴム製隔膜を実物想定取付固定金具によって取り付け、実際にA重油を用いて油水置換実験を1,000回繰返した結果、ゴム製隔膜には摩耗、強度低下など、何らの異常が認められず、実用規模においてもゴム製隔膜は十分な耐久性性能を有することが実証できた。

また、この繰返し油水置換実験中に水側の油分濃度を測定したところ、油分の水側への漏洩透過は全く認められなかったことから、ゴム製隔膜の材料、製造方法、さらには船艙への取付固定方法が極めて信頼性の高いものであることが確認できた。

さらに、ゴム製隔膜を保守、点検する場合には、微小な空気圧によって反転ならびに形状の維持が可能であるので、船艙内でも点検および補修が極めて容易であり、また、射水によってゴム製隔膜を洗浄するとき、静電気の発生に対しても何らの悪影響をもたず、静電気による爆発などの事故に対してもゴム製隔膜は充分、安全であることを確認した。

#### (4) 昭和53年度

これまで述べてきたように、運輸省の科学技術試験研究補助金によって3カ年にわたる基礎研究の結果、ゴム製隔膜による油水置換システムはタンカーのダーティーマラストによる海洋汚染防止に対して効果的であり、かつ、極めて実現性の高いものであることが確認されたので、住友電気工業(株)ではさらに次のステップとして、ゴム製隔膜の実用化を目指して実船による実験計画に着手した。

これは実際のタンカーの船艙にゴム製隔膜を装着し、現実荷役ならびに運航することによって、船舶の複雑な運動下における、

- ① ゴム製隔膜の挙動の解明
- ② 船艙改造技術の確立
- ③ 油水置換システムの実用化

など、ゴム製隔膜の実用上の性能を確認しようというもので、世界でも初めての試みであり、(財)日本船用機器開発協会と共同して、運輸省、内航タンカー協会等、関係官庁並びに諸団体の協力を得て、ゴム製隔膜の実船実

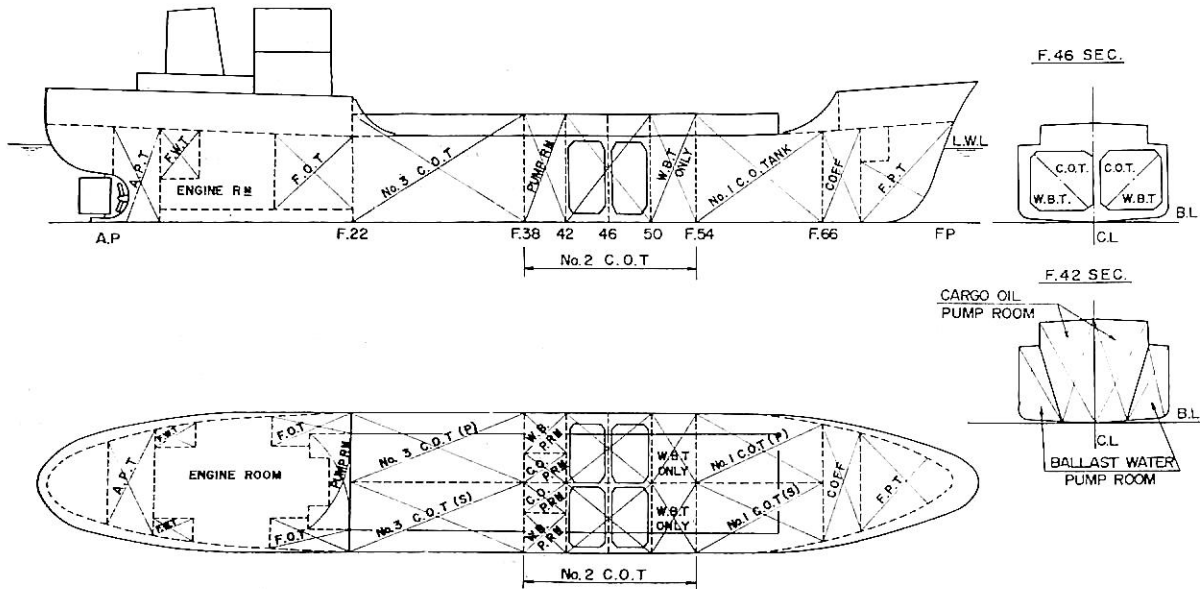


図2 供試船の船艙改造

験を行うことにした。

実船実験に供した船舶は総トン数350GTの内航タンカーで、昭和53年7月、住友重機械工業㈱浦賀造船所へ入渠させ、船艙の改造工事及びゴム製隔膜の取付工事を行った。すなわち、船艙改造工事は図2に示すようにNo.2カーゴオイルタンクを穴あき鉄板により細分割し、その各々にゴム製隔膜を合計4個取付けた。写真1は供試船の外観である。

実験は上述の船艙改造ならびにゴム製隔膜の取付工事を行った後、各種計測機器及びA重油200klを搭載し、大阪港を基点に、和歌山県串本沖、四国の土佐湾沖及び八幡浜沖において延べ航海距離11,000kmにわたる実験航海を行い、その間、計測機器により船体動揺、ゴム製隔膜の張力及び摩耗、油分の漏洩透過などについて計測した。また、ゴム製隔膜に対する使用条件として図3に示すように、

- ① 最も厳しいバラスト水の半載状態

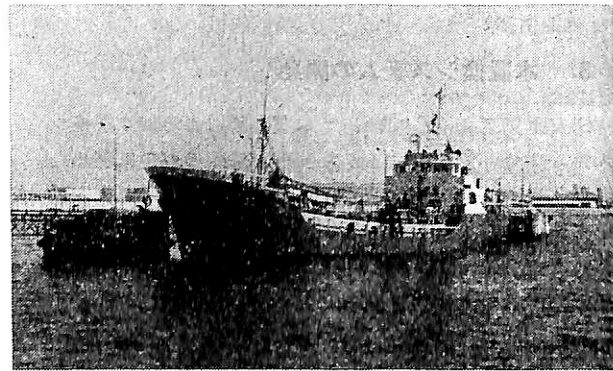
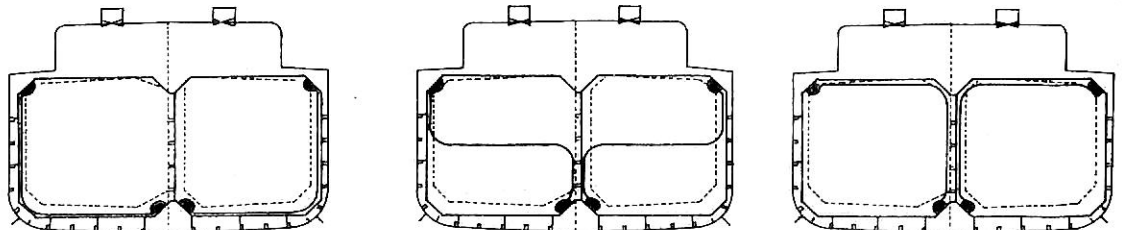


写真1 供試船の外観

- ② バラスト水及びA重油が半々の並載状態
- ③ A重油満載状態
- ④ バラスト水満載状態
- ⑤ 油水置換時

の各モードとした。

実験の結果、ゴム製隔膜自体及び船舶への取付け固定



積載油満載時

バラスト水半載時、積載油及びバラスト水並載時、油水置換時

バラスト水満載時

図3 ゴム製隔膜の取付方法と使用条件

部材には全く異常がなく、また、本置換システムにおける最も重要なチェックポイントであるゴム製隔膜の油密性についても計測した結果、油分のバラスト水側への漏洩透過は全く認められなかった。

このように、実際のタンカーにおける複雑な動的応力が作用する条件下においても、ゴム製隔膜及び取付け部材の機能に全く異常がないことのほか、操船及び荷役など、実際のタンカーの運用技術に対しても、このゴム製隔膜による油水置換システムが適合すること、そして、既存のタンカーへゴム製隔膜をシステムとして適用するための船体改造技術が確立できたことにより、ゴム製隔膜による油水置換システムの海洋汚染防止における実用性が立証されるとともに、システムの商品化の見通しが得られた。

#### 4. 本置換システムの特長

このように、ゴム製隔膜による油水置換システムをタンカーに採用した場合、ダーティーバラストによる海洋汚染が完全に防止できるとともに、次のような大きな特長が派生する。

- (1) 外航タンカーにおいては、IMCOが推奨する分離バラストタンク (S. B. T.) に相当する効果が得られるため、ゴム製隔膜の適用方法によっては、タンカーの建造コストの低減または石油輸送量の増大をはかることができる。
- (2) 内航タンカーにあっては、既存船の船艙の一部を改造するだけで、より安価に、バラストタンクを新設する場合と同等の効果が得られるほか、ダーティーバラストの処理費、バラスト処理のための回航費、時間待ち停船ならびに船艙の洗浄費が不要となることなどから、全般的な輸送コストの低減をはかることができる。
- (3) タンカーの座礁、衝突などの事故が発生したときは、ゴム製隔膜は一時的な浸水または積載油の漏出防止膜として効果を発揮する。
- (4) 同一の船艙をゴム製隔膜で完全に分離することから、異種の製品を同一の船艙で互いに混合させることがなく、同時に輸送することができる。
- (5) 本置換システムは化学処理剤等を使用することがないので、二次汚染の心配がない。

なお、既存船にバラストタンクを新設する場合のコストについて試算し、比較検討した結果、2,000 DWTクラスのタンカーで、バラストタンクの容量が500m<sup>3</sup>程度であれば、船体延長法によるバラストタンクの増設に比較して、本ゴム製隔膜による方法は約1/2のコストで

可能である。さらに、このコスト比較の前提条件として除外した船体延長法における、

- ① 船体延長部分以外の鋼材の重量
- ② 船体切断、挿入などの修理費
- ③ 艙装品の変更
- ④ 塗装費

などを考慮すれば、20,000 DWT程度の船型までは、このゴム製隔膜による方法は有利に適用可能であることが判明した。

#### 5. 本置換システムの応用

このようなタンカーのゴム製隔膜による油水置換システムは完成されたシステムとして、既にいくつかの具体的な照会を受けるなど、そのメリットが評価されてきているが、同時にゴム製隔膜による油水置換技術を海洋石油貯蔵タンクへ適用する構想が具体的なニーズとして発生してきたことも見逃せない。

近年、世界の各所で海底油田の開発ならびに海底石油の生産が行われているが、海底油田が枯渇した場合、投資しなければならぬといった投資効率上の問題、あるいは海溝などのために敷設不可能といった技術的問題等により、従来のパイプライン方式から移設可能な海洋貯蔵タンク方式へと、比重が移りつつある。このような海洋貯蔵タンクには半潜水型、浮遊型及び着底型があり、いずれもゴム製隔膜による油水置換技術を適用すれば、耐圧構造が不要となり、貯蔵タンクの建造コストを大幅に低減できると同時に、当然バラスト水による海洋汚染が防止できるなど、大きな実用的効果が発揮される。殊に、半潜水型貯蔵タンクについて住友電気工業(株)では、図4に示すように、VLCCに匹敵する超大型タンク用ゴム製隔膜を実際の商談に基づいて、現在開発中であり、今後とも、ますます石油の生産コスト低減の見地から、ゴム製隔膜による油水置換システムが海洋石油貯蔵タンクにも普及していくものと思われる。

また、海洋から陸上へ目を転じれば、ゴム製隔膜はさ

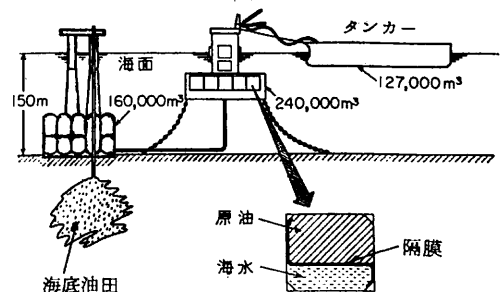


図4 海洋石油貯蔵タンク (半潜水型)

らに広がり、住友電気工業㈱では特に物流コストの低減を狙った輸送機器用のゴム製隔膜の開発に取り組んでいる。これは積み荷の性格上、従来、片荷輸送を余儀なくされていた場合でも、ゴム製隔膜の非接触・分離効果により、同一機器による往復路の複合輸送が可能となり、物流コストの低減がはかれる。

このほか、陸上における異種の製品（液体、粒体、粉体）の同時輸送、あるいは、高粘度液体用コンテナへのゴム製隔膜装着による液体の完全排出対策など、ゴム製隔膜の利用、用途は多岐に広がっている。

このように、ゴム製隔膜に本来備わっている「非接触分離より得られる一定空間の多目的利用効果」は極めて有益であり、その用途開発の裾野は将来へ向けて無限に開けているといえよう。

## 6. あとがき

終わりに、本置換システムを開発するにあたって、努力された住友電気工業(株)の関係者各位、また、終始いろいろのご指導を賜った住友重機械工業(株)の宝田部長に対して深甚なる謝意を表して筆を擱く。

ニュース

ニュース

### バングラデシュ電力庁から発電バージ受注

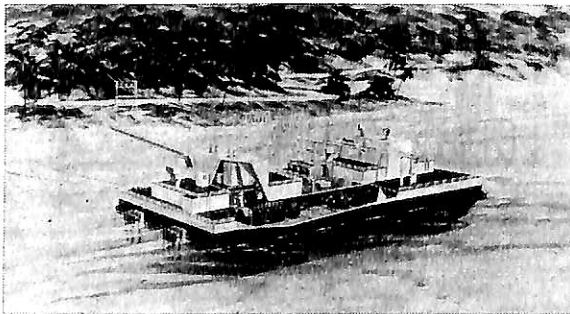
石川島播磨重工、住友商事の両社は、バングラデシュ人民共和国電力庁（Bangladesh Power Development Board）向け発電バージ1隻を受注し6月1日正式調印を終えた。

この発電バージは、バングラデシュへの特別円借款として海外経済協力基金（OECF）から供与される35億4,000万円を引当てとして建造されるもので、昨年初、海外経済協力の強化、造船不況対策、機器類の輸入による外貨減らし、などの一石三鳥をねらって通産省が打ちだした政策に基づき、通産省、日本プラント協会が調査団を東南アジア諸国に派遣し市場調査を行なった結果、バングラデシュ、タイ、フィリピンの3カ国への円借款供与が決定したが、今回のバングラデシュ向けプロジェクトの成約はその第1弾となるものである。

同発電バージの概略仕様は次の通りである。

発電装置 機種：軽量高効率1M5000型(航空機用エンジン転用型) ガスタービン発電装置×2台  
出力：28MW×2=56MW (56,000kW)  
プラント効率：34%

バージ 寸法：長さ46m×幅17m×深さ4m  
建造工場：知多工場



フィリピン向け発電台船

設置場所：Khulna, Bangladesh

現地での設置完了は1980年4月の予定。バングラデシュ西部地域の電力供給能力は現在実質的には9万～10万kW程度ときわめて不足していることから、この発電バージは同国の電力不足の緩和、経済発展に大きく貢献できるものと期待されている。又同バージは移動可能なため将来、他地区で電力供給に使用することも可能であり、この点からも大きな期待が寄せられている。

### フィリピン向け発電台船2基、受注

日立造船はフィリピンの電力公社NPC（National Power Corporation）向け発電台船2基を受注した。この発電台船はNPCが発電力増強の一環として計画したものである。（完成予想図参照）

同社の工事範囲は機器の設計・製作・輸送・据付・試運転までのターン・キー工事であり、据付場所は当面セブ島(Sebu)のナガ(Naga)となる。また、本台船は可搬という台船の利点を生かし、上記ナガ以外の場所に移動し、発電することが計画されている。このため、セブ島のナガに2基据付けられるよう係留設備を設置する他、ネグロス島のバコロドとレイテ島のイサベルにも、それぞれ1基ずつの係留設備が設置されることになっている。

本発電台船は日本政府のASEAN諸国に対する特別円借款契約の一環として進められたもので、8月末に発注内示書を受領、本契約は9月末に行われた。

契約概要は次のとおりである。

受注機器 (1)32MW (8,000kW×4台) ディーゼル発電台船2基 バージ寸法 長さ65m×幅30m  
原動機 日立・スルザーZV40/48  
10,400PS

(2)係留設備一式 (3)接続用送電設備

工事範囲 ターンキー方式 受注金額 75億円

納期 契約発効後20カ月 担当工場 大阪工場(堺)

# 生産管理面からみた造船工業の実像

韓国船舶研究所 技術顧問  
工学博士 山崎真喜

## 1. はじめに

筆者はさきに「日本造船工業についての内省的考察」(日本造船学会誌第577号, 1977年7月)で、なぜ日本の造船工業が方向を誤るに至ったかといういきさつを論じ、いまとなつては、将来同じ過ちを二度と繰り返さないようにするほかどうしようもないことをつけ加えた。その後1978年初めから現代重工業で、引き続き1979年7月から韓国船舶研究所で、一貫して筆者が創始した生産管理理論と実技の普及に努めてきたが、それは、造船工業の歴史が浅い(したがって固定観念が少ないはずの)韓国ならば、“日本の過ちを繰り返させない”ことも“まだ間に合う”だろうと考えたからである。

ことに韓国の船舶研究所は、試験水槽などの研究施設は超一流であるが、政府の方針によって基礎的な学理研究のみに偏向せず、とくに中小造船所の技術支援に力を入れているので、筆者の理想実現にはたいへんつごうがよい。というのも、造船工業の問題は必ずしも個々の企業、個々の国家だけの問題ではないからである。

早い話が、もし韓国の造船工業界がかつての日本と同じように、大量受注、大量建造しなければ成り立たない体質をつくり上げてしまうならば、ただに韓国自身の不幸にとどまらず、日本もまたかつてのEC諸国が日本から受けた迷惑と同じ迷惑をこうむるであろう。

また今後、造船後発組の中国などが、過去の日本造船工業を模範として、その生産管理思想を受け継ぐとすれば、やがては韓国も、中国造船工業界の好ましからぬ影響をまぬかれることはできないはずである(この点、中国に対する日本造船業の技術協力がいまだのように行なわれているのか、いささか気懸りなことである)。

こう考えてくると、ことは global な問題で筆者の手には負えそうもないが、しかし、世界の中である一国が率先して(日本は間に合なかつたけれど)造船工業というものが本来いかにあるべきかを実際に体現してみせたなら、他の国々には国家経済上からもいやおうなく追随せざるをえまいと思われる。

その役割を筆者は韓国に期待しているわけである。

だがある種の障害も予想される。日本がかつて世界の船舶建造量の過半数を独占したという歴史的事実は重

く、遺憾ながら今後も当分の間は、「量」に対する過信を世界の造船業経営者たちにいだかせ続けることであろう。しかし、システム工学的に正常な生産管理のもとでは、たとえ経済原則上多少の過当競争は起こっても、あのような病的肥大化現象とそれに続く破綻は、理論的に起こりえないはずである。

そのことを広く世界の造船界に理解してもらいたい、というのが筆者の念願であり、本稿の動機である。

## 2. 新鋭造船所は欠陥造船所

日本の造船界が反省すべき点は、各社がわれもわれもとわれがちに新鋭造船所を建設したことである、とされている人が多い。しかし、これらの人びとは(国内における)新鋭造船所の「数」を問題にしているのであつて、新鋭造船所そのものは在来の旧造船所よりはるかに建造効率のよい工場である、と世間なみの常識で思い込んでいる点が筆者のかねがねの主張とは立場が異なる。

筆者は、その新鋭造船所なるものが同型船を大量建造しないと非効率で成り立たないことが問題で、それがひいては業界に壊滅的な過当競争をもたらすことになった発端である、と言っているわけである。つまり「数」ではなく「質」が論点なのである(むろん、「数」を規制できればそれに越したことはないが、「数」の問題とは切り離して別個に考えるべき問題なのである)。

その理由については以前「造船業界への提言」(『造船界』1976年4月)の中でも遠慮がちに触れたのであるが、一言でいえば、これらの新鋭造船所が船の建造工程中、機械化しやすい部分だけを機械化・自動化しているからにほかならない。

機械化しやすい工程を機械化して、機械化しにくい部分はやむをえずそのまま残すという設備合理化のし方も、一般的な意味では当然な改善のプロセスであつて、製造業の業種によっては、それがよもや工場全体の致命的欠陥になるとは考えられないことであろう。

しかし船の建造過程では、機械化しやすい工程を機械力に頼っていくら効率向上しても、機械化できない部分が建造上のネックとなり、造船所の建造能力自体が当然そのネックとなる部分の能力で決まってしまう。

だから企業経営上経済原則的に考えれば、機械力を導

入して、ネックとなる部分の能力以上にそれ以外の部分の能力アップをはかることは、そもそもがムダな設備投資なのであるが、新鋭造船所は、このムダな設備投資を最初から既定方針とした上で建設されている。

そして、その本来はムダな機械化設備を十分回転させるためには、ネックとなる部分の工事能力に見合う建造量ではたらないから大量受注して、大量建造しなければならないというハメに陥る。しかもこうして無理に大量建造はしても、建造上のネックは依然として変わっていないのであるから（むしろますますその程度はひどくなる）、この体質的な矛盾のために、好況時の最盛期でもいろいろな問題をかかえていて、はた目でみるほど能率はあがらないのが新鋭造船所である。

それでも、需要が旺盛で船価の高い好況期に限っては、大量建造して売上高をふやしたほうが企業経営上は有利であるが、その代り、需要が減退して船価の安い不況期に入れば、造船所を維持するために、採算を度外視し、血眼になって建造量を確保しなければならない、という代償を支払わねばならないことになる。

ノーベル賞受賞者の故朝永博士があるとき友人に語ったという。「夜、街灯の下で何かを捜している人がいた。『なにをなくしましたか』『カギをなくしました』『どこで』『実はあっちの暗い所なんですがね。暗いと捜すのが面倒なので明るい所で捜しているんです』。いまの素粒子論というのは、つまりこんなことをしているんじゃないのかねえ」（朝日新聞『天声人語』）。

むしろすべての機械化がそうだと言うのではないが、どうも新鋭造船所の新鋭設備というものは、本来は暗い所で捜さなければならないものを、明るい街灯の下で捜しているようなところがあると思われるのである。

### 3. 造船工業界の集団錯誤

前述したように新鋭造船所がもし欠陥造船所であるなら、なぜ各社はこぞってそのような欠陥造船所を建設したのであろうか、という疑問が起こることであろう。

だが従来の造船所新設計画というものは、計画時点における代表的な既存造船所を立地条件に合わせて引き写しするか、それらの特長的な設備の集大成をはかるのが通例で、もともとが試行錯誤的（悪く言えば模倣的）なものであり、たとい独自に独特な計画をたてるにしても社内の衆知を集める結果、生得的に partial optimization（部分の最適化）となる素地があ。

一つ一つの生産設備をその設備だけについてみればいかに高効率のように思われるが、造船所全体の能率向上という見地から適当かいなかは、その設備の最も熱心

な提唱者の主観的判断にまかされたようなことになるからである（実際は主観的判断というより「部分的にしる高効率を発揮する設備が全体の能率向上に役立たないはずはない」という単純な思い込みが支配的であろう）。

このような内情からすれば少なくとも total optimization（全体の最適化）に関しては、「大多数の造船所が実施しているのだから間違いはないはず」と即断することは危険で、造船工業の場合はむしろ、「隣の芝生は青い」と感じる心理から他社がやっていることを正しいと信じやすい傾向があるために、一社が間違えると全社が集団錯誤に陥る可能性が強い。

日本の造船工業界がお互いに開放的なことは長所で、それが造船技術の向上に貢献したことは確かな事実であるが、一面では、その長所が集団錯誤の土壌となったこともまた否定できないと思われる。

ことに新鋭造船所のケースは、各社共通の経験主義的な生産管理が錯誤の遠因であるからなおさらである。

経験主義的生産管理に替わる体系的な理論はなにもなく、したがって建設計画が錯誤であるかいなかを理論的に検討する余地はなかったのであるから、やむをえない成り行きであったともいえよう。

経験主義的と言えば、大学の学生が夏期実習で造船所に行くと、よく先輩から「学校で習ったことは役に立たないから忘れてしまえ」などと聞かされるものであるが（吉識雅夫『思い出すまに』）、それは要するに、現場の学卒管理者たちが自己の経験を無邪気に誇示しているのである。事実、造船所の現場ではその場その場でそのつど処理していかねばならない問題が多く、そういう際には経験知識が大いにものを言うから、それだけ経験豊かな管理者が尊重されることになる。

しかし、このことは裏を返せば、目前の処置対策で毎日を忙しく過している現場の管理者たちに、体系的な生産管理理論などを考え出す余裕はない、という事実を物語っているわけである。

よしんば余裕があったとしても、現実に現場の経験知識が管理者個人の貴重な無形資産となる以上、経験年数と共に経験知識が深くなり、造船所内での地位身分が向上していくにつれて、その資産を守ろうとする自己防衛本能から理論軽視の性向が強くなることであろう。

したがって、モチ屋はモチ屋、現場のことは現場で、という従来の造船工業では、もともと生産管理の理論を究明するような環境はなかったといっても過言ではない。

### 4. 生産管理の理論はどの造船所でも共通

考えてみると造船技術者は一般に、数学といえば解析

学のことばかり思い込んでいるところがある（筆者自身、集合論や記号論理学を知ったのは1960年代もなかばを過ぎてからで、学生時代にはむしろ聞いたこともなかった次第である）。そして、理論といえば解析学の数式で表わされるものという観念があるので、「生産管理上の問題は数式では表わされないのだから理論化はできない。だから経験知識に頼るほかないのだ」ということになってしまったのではないかと思う。しかし、数式で表わされないものが理論ではないなら、社会人類学など、人文科学の多くは学問として成り立たない道理であり、また数式で表わされない理論でも、理論である以上、数学的思考力はやはり必要なのである。

元来、数学というものは抽象化の学問であるから（1万プラス1万が2万というのは、10,000を1, 20,000を2と抽象化しているのである）、ここでいう数学的思考力とは言い換えれば、ものごとの本質を抽出して、それらの間の相互関係（「構造」とよぶ）を正しく把握する能力と定義してもよいであろう。

ところで、船を建造する過程は一見、造船所ごとに異なる設備・能力や方針によって差異があるように思われるが、産業史上特定の年代に限定すれば、世界中どの造船所でも「生産構造」はほぼ同じとすることができる（筆者がここで唐突に設定した「生産構造」という概念は、社会人類学で言う「社会構造」、位相数学で言う「位相構造」に相当するものと連想願いたい）。つまり、ある造船所が他の造船所と違ったことをやっているようにみえても、それは実は末梢的な事柄であって、基本となる本質的な船の製造原理は、どこの国のどの造船所でも別段変わりはないということである。

したがって、このような「生産構造」を基礎にすれば理論はきわめて単純となるが、それだけに応用がきき、従来行なわれてきたことが妥当いなかを評定する根拠にもなりうる。実際、理論的に考えさえすれば効果がないとわかりきったことを、これでもかこれでもかと性懲りもなく続けている造船所もたまには見掛けられる。

なにごとによらず真理はすべて単純なものであるが、それを複雑に受け取るから理論が構築できないのであって、だからこそ数学的思考力（抽象化能力）が必要ということにもなるわけである。

ただし科学技術の世界では、理論は必ず実験によってその正しさを検証しなければ価値がないけれども、この検証が造船工業の生産管理では、ほとんど不可能と言ってもよいくらいに困難である。というのも、造船所はわざわざその検証のために大きなリスクをおかさねばならないことになるからである。

経営者としては、新規の理論を現実の工事に適用して、もし結果がよければよいが、悪かったときは困るという心配があり、場合によっては自身の命取りとなりかねないことを思えば、無理もない話である。

この点、筆者の理論に限っては、例外的に実際の造船所工事に適用することができて、検証しながら構築したのであるから、他にはばかるところがないわけである。

## 5. 現有能力と建造量のアンバランス

さて、本稿は前節で述べたような生産管理理論を具体的に解説することが目的ではなく（それは末尾に掲げた筆者の既発表論文を参照願いたい）、そういう生産管理上の理論的立場から造船工業一般をみればどのようなことになるか、という現状批判が主な内容となるが、ここでどうしても最初に取り上げなければならないのが本節の問題である。

まず、あらゆる造船所はそれぞれ、現在の時点で客観的に定まるはずの製造能力（数値的に判然としているかどうかは別として）を持っていることは、だれしも認めざるをえないであろう。これをそれぞれの造船所に固有な「現有能力」とよぶことにすれば、建造量が現有能力を下回るほど、すなわち工事が不足するほど非効率になって、造船所の生産性が低下することは体験上よく承知されているから問題がない。

ところが、反対に建造量が現有能力を上回るときも生産性が低下することは、意外と認識されていないのである（このときは造船所がいわゆる「利益なき繁忙」に陥るが、この「利益なき繁忙」と生産性低下の因果関係、つまり生産性が低下するから「利益なき繁忙」に陥るのだという、原因と結果の関係がよく理解されていない）。

建造量が現有能力を上回れば生産性が低下することは好況のときも不況のときも同じで、本来、市況のいかんとは関係がないのであるが、好況のときはある程度まで建造量が上回っても「薄利多売」の格好で経営が成り立つから（限度を越せばむしろ破綻する）、問題が表面化するようなことはない。

すなわち、大事なことは問題がないのではなく、こうして問題が表面化しないまま（あるいは表面化させないまま）不況期に突入したのが日本の造船工業界であるが、不況期に入ると事態は一変して深刻となる。「薄利多売」どころか、建造すればするほど赤字が累積するので、経営内容は悪化の一途をたどるわけである。

したがって、このような情勢になると当然、資金的にもちたえきれない造船所からつぶれていくが、生き残った造船所も別に「建造量が現有能力を上回れば、好不

況にかかわらず生産性が低下する」ことを十分認識して、その結果として生き残ったわけではないから、造船工業界全体としては、次の好況期、不況期にはまた同じことを一から繰り返すに相違ない。

このような言い方をすると、「では、どうしたらよいのか?」という性急な反問を受けそうであるが、本節では、その前にまず問題の本質と重要性を認識することが先決で、その認識がなければ対策を示しても仕方がない、というのが筆者の体験から得た教訓である。

常識的に考えれば、建造量が現有能力に比べて大きすぎるのが問題なら、建造量に見合うだけ現有能力をレベルアップすればよく、事実、大多数の造船業経営者は無意識的にしろもっぱらその点に一縷の望みを託しているのが普通と思われる。

しかしながら、建造量が現有能力より過大なときは、造船所は必然的に工程混乱状態となっているから、現有能力をレベルアップすること自体が実際問題としては不可能で、この不可能なことを可能と希望的に考えたがる場所に造船業経営上また一つの大きな問題点がある(現有能力というものは、なにもすき好んで低くおさえられているのではなく、日常不断に向上しようと努力されてきた結果なのであるから、造船所の上下ともみんなが精神的に不安定な工程混乱の最中にレベルアップできるくらいなら、とうにそうされているはずである)。

## 6. 造船工業の生産性水準

一般的に言えば、造船所では、建造量が現有能力を越えると(好不況にかかわらず)その程度に応じた工程混乱が起こるが、工程混乱が起これば現有能力のレベルアップはできなくなるから、なにをさておいてもまず第一に工程混乱を收拾する必要がある。

そして工程混乱を收拾するためには、工程混乱を起こしている原因を取り去ること、すなわち、建造量をいったん現有能力のレベルまで減少させることが必要であるが、反対に、現有能力をレベルアップすれば工程混乱が收拾できるだろうと考えて、原因を取り去るというこの当り前な手順を踏まないため、不況期には、走りやめたら倒れる「自転車操業」を続ける造船所が多い(そのまま走り続けて次の好況期までもちこたえることができれば、前に述べたように「薄利多売」の形となって、企業は一応存続することができるのであるが)。

もちろん、この手順はいわば一種の「出直し」(再出発)であるが、工程混乱を起こすこと自体が経営的には失敗なのであるから、経営者はその失敗を償うという経営責任上からも当然、出直すだけの勇気を持ってしかる

べきである。元来、造船所が健全に発展していく道は、絶えず現有能力と建造量のバランスを保ちながら現有能力を向上させ、現有能力の向上につれて建造量を増加していく以外にはありえないのであるから。

ところが困ったことに、従来の経験主義的な生産管理ではそのバランスを保つこと自体がはなはだ困難なため建造量不足による生産性低下を避けようとすればどうしても建造量が過大になってしまうという悩みがある。

そのために、一般の造船所はどこでも(受注不振によって心ならずも建造量が不足している場合を除いては)常時工程混乱気味の状態となっており、生産現場は現有能力のレベルアップどころか、いかにして工程を安定させるかに精一杯というのが実情である。

このような造船工業の現況を図示的に表現すれば、本当に建造能率のよい理想的な生産状態と最悪の破局的な工程混乱状態とは、おのおのが一本線上の2地点に位置を占めており、一般造船所の生産状態はみなその中間地点(多分どちらかの方にいくぶんか偏ったところ)にあるものと想定することができる。

上記の実態図をもとに推測すれば、これまでの造船工業の生産性というものは(造船屋が気づかないだけで)他の近代工業の常識では想像もつかないほど低い水準にあったのではないかと、という疑いが持たれる。

なぜなら、ある造船所の生産性が他の造船所より多少勝っているとか劣っていると言ったところで、それはしよせん前記の一本線上どちらがどちらの方に偏っているかというだけの違いであって、理論的に考えればドンダリの背比べにすぎないからである。

たとい現在工程混乱中の造船所が(実態図によればすべての造船所ということになるが)前に述べた「出直し」をはかったとしても、従来の生産管理方法に依存する限り、いずれは建造量過大となって再び工程混乱に陥ることであろう(なにしろ現有能力と建造量のバランスを保つことがむずかしいのであるから)。

そのようなことを繰り返していたのでは、いつまでたっても一本線上の中間地点を行ったり来たりして往復するだけのことで、「本当に建造能率のよい理想的な生産状態」の地点には到達しえない道理である。

## 7. 直観に頼る有史以来の生産管理

前述のように“造船工業一般の生産性水準が(多分)近代工業の常識では考えられないほど低い”ことは、人類の歴史と共に始まった造船の歴史の古さにも関係があるのではないかと思われる。

昔は(と言っても人類の歴史ではつい最近まで)「管



理」などという言葉や概念はなかったのであるから、舟はもっぱら舟大工の腕にまかせて気ままにつくられたことであろう。時代が下って、管理監督的な役目をする人物が登場するようになって、まだ小さい簡単な船のことであるから、その場その場で当面の仕事を指図すれば十分に用はたりた（筆者が子供の頃は、大工の棟領が木の板に描いた大まかな平面図だけで家が建っていたが、ちょうどあのような情景が思い浮かぶ）。

この伝統は現代まで連続と続いており、実際に、漁船などを建造する小規模な造船所では、いまでもその頃と大して変わってはいないような管理監督のし方で船はでき上っているのである。

一方、大型船を建造する造船所になるとさすがに、設備の近代化に正比例して、管理の面もかなり高度化しているように思われる。しかし、管理者が当面の仕事をそのつど指示監督するという、基本的なプロセスは小規模造船所の場合と同様で、ただ、小型船では船全体が一人の人間の知覚範囲に入るけれども、大型船ではむしろ、一隻の船の一部分しか一人の人間の知覚範囲には入らないという違いがあるだけである。

このように、人間の知覚範囲にはおのずから限界があるところから、前記のプロセスによれば、大型船では多数の管理監督者が必要になり、必然的にその担当分野が専門化・細分化される。こうしてやむをえず専門化・細分化された各分野の仕事は、なんとかして総合しなければ一隻の船はでき上らないから、小型船では必要のないこのような総合の過程でいろいろな手法（効果はともかく）が行なわれるために、手数の上でいかにも管理が高度化しているようにみえるわけである。

しかし、実際にはその「総合」がなかなかうまくいかないため、大型船では一般に「区画別管理」が行なわれるようになったが、この「区画別管理」の考え方は要するに、大きな船を小さな区画に区切って、一つの区画を一隻の漁船に見立てようということである。

結局、人間の直観的判断に頼るという生産管理の基本姿勢は、有史以来一貫して変わっていないわけで、この点に関する限り、根本的な革新はいまだかつて一度も行なわれたことがないと言ってもよいであろう。

## 8. 建造手順の自由度に関して

前節で述べたことから明らかのように、従来の造船工業は設備上ひと口に近代造船工業と言っても、生産管理に因してははなはだ前近代の面があり、そこからいろいろな問題が派生している。まず、『造船界』（1976年

11月号）に次のような論文があるので参照願いたい（宗正「転換期における造船システム」）。

“工程管理業務のうち特に日程計画を中心とする工程計画については、筆者はたびたびの失敗の経験を持つがゆえに、この電算化については大いに疑問を抱いている。（中略）船殻・艤装ともに建造手順には多くの自由度がある。この自由度を拘束することによって生産性を上げようとするのがエンジニアリングであると思うが、逆にいえば建造手順を適宜に変更しうる余地があることになる。”（傍点筆者）

この論文の筆者は、造船工業の工程計画にはコンピューターの活用はできないとサジを投げているようであるが、もしできないとすれば、その一事からだけでも、コンピューターをフルに活用する他の近代工業よりよほど生産性水準が低いだろうという想像がつく。それはともかくとして、ここで注目すべきことは、船の建造手順には多くの自由度があると信じられている点である（そのために、自由度を拘束する計画をたてても現場は計画どおりに動いてくれないが、それは自由度があるのだから仕方がないという自家撞着に陥って、効果が期待できないような電算化はあきらめざるをえない）。

確かに、人間の直観に頼るという有史以来の伝統に従って実際に船が建造されていく状況を見れば、現場の工事は管理者が短期的な予定をそのつど決定し、指示しながら進行しているのであるから、建造手順には多くの自由度があるに違いないと思われることであろう。

しかしながら、結論的に一言でいえば、自由度はないのである（注、正確には、建造過程中の工程部分によって自由度の幅に差異があると言うほうが当たっているが、「自由度」という言葉を生かすため新たに「幅」という言葉を持ち出すよりも、自由度はないと言ったほうがこの場での論旨は通じやすいことと思う）。

それはそうであろう。美術工芸品のたぐいならいざしらず、いやしくも assembly 工業の製品をどのようにでも自由に組立ててよいというのでは、企業は経営的に立ち行かないはずである。必ず、より効率的な手順で建造する造船所に遅れをとる。ただ、幸いなことに、これまでどの造船所も生産管理的には同じような低水準で試行錯誤を続け、果してどういう手順が効率的なのかどうかお互いによくわかっていないため、企業間に決定的な格差が生じないだけのことである。

したがって、建造手順には自由度が多い、と皮相的にみることは当を得ていないが、従来のように拠り所となる理論がなにもなければ、手順は無数にある理屈だから、その中から選ぶ選択の自由度は無限と言うことでも

きる。要は、生産管理を理論的に行なうかいなかの問題である。

### 9. 予測できない工事進行状態

建造手順に果して自由度があるかないかは、実際には、肝心かなめの生産現場で問題になるようなことはない。

なぜならば、(有史以来の伝統に従って)建造手順は現場の「自由」にまかされてきたのであるから、「自由度」の有無はもとより問題外であり、なまじっか問題にしていまさら自由度がないなどということになれば、困惑するのは現場自身だからである。

しかしながら、このような現場の伝統的「自由」は、造船工業にとって実はゆゆしい問題であると言うことができる。実際、それだけの自由を与えられた現場(7節で述べた理由から、大型船の造船所では第一線の末端管理者ということになる)が、造船工業という大規模な総合組立産業の中で、どれほど全体的視点に立って建造手順を決めることができるかどうかは、容易に推察されるであろう。これはなにも個人の能力や心構えの問題ではなく、(7節で述べたように)大型船では、いやおうなしに末端管理者の担当分野が専門化・細分化されるからである。

もちろん建前としては、ピラミッド型の管理階層に従って、それぞれの上管理者が現場の方向を軌道修正することになっているから、心配はないように思われる。しかし、それはあくまで建前の話であって、現実はまだ別である(余談になるが、一般にシステムには formal system と informal system とがあって、よく formal system のほう、つまり「建前」のほうを一生懸命に電算化するため、失敗に帰することが多いという)。

造船所では実際問題として、現場の第一線管理者が自主的に決めた工事の手順を実質的に変えさせることは、上部管理者の権威をもってしてもまず不可能であるが、それは、これら第一線管理者が歴史的にみて小規模造船所の所長に相当する役割を果たしているためばかりではなく、現実がこうであるという工事の現状は、だれしも既成事実として認めざるをえないからである。

すなわち、現在までこういう状態で工事が進行してきたから、以後の工事手順はこうすべきだという部下の説明を聞けば、あえてそれを変更させるだけの確信ある根拠や具体的な裏付け資料は、従来の上部管理者は持っていないのである(持っているのはせいぜい工事手順とは直接関係のない重量データぐらいのものであろう。これも、上部管理者の指導力うんぬんという問題ではなく、

従来生産管理方法そのものが問題なのである)。

こうして上部管理者が追認し、公認した現場の工程計画(実際は「計画」ではなくて、当座の「予定」にすぎないのであるが)は、常に現状が基準となり、その現状はまた過去の現状を基準としたために招来された結果なのであるから、いったいぜんたい行き着く先がどうなるのかという将来の工事進行状態は、そのときになってみなければだれにもわからないことになる。

工程混乱のはなほだしい造船所が、次つぎと遅れる進水日に合わせてスライドさせた建造線表を始終つくり直さねばならなくなるのはそのためである(進水日が遅れることが直前になってみなければわからない)。

### 10. 現場の生産行動を収斂させる

たとえば化学工業の場合などは、どういう原料をどういう条件でいくら混合したら、いつどのような製品がどれだけできるかという、生産行動の因果関係は逐一はっきりと認識した上で製造していることと思う。

それに反して造船工業では、どのような製品(船)ができ上がるかはほぼ確実に予測できても、でき上がるまでの製造過程は、細部の因果関係が一向に不分明で、やってみなければわからないという工業的な後進性がある。

この点が、とうてい近代工業とはよべそうもない点であるが、そのため製造業として必要な製造前の正確な原価把握などは及びもつかない仕儀となる(船は一隻ごとの注文生産品であるから、契約時点にはまだこまかな仕様が決まっていないなどという問題もあるが、原価把握ができない根本の原因はこの工業的な後進性である)。

その原因は、いうまでもなく前節で述べたように、現場の工事予定が常に現状基準であるため、工事予定に沿う現場の生産行動が、最終的な到達目標に対して発散してしまうからである(工事予定が現状基準であることのほか、末端管理者の担当分野が専門化・細分化されることももう一つの原因である)。

したがってこの問題を解決するためには、現場の生産行動を、発散ではなくて、収斂させるように仕向けなければならない(読者は、紙の上に散布した鉄粉の上に棒磁石を載せると磁力線が両極に集まる状態から、ここで言う収斂の意味を連想願いたい)。その具体的な方法は、簡単に言えば、以下のようなことである。

まず搭載工程を最適計画し、その搭載工程計画を起点として、大組、小組、加工の順で、逐次後工程に合わせて前工程の作業順序を計画する。

こうして計画された一連の工程計画を前工程のほうから着実に実行することができれば問題はないが、普通は

(とくに管理法の切換えに際しては)現在の工事進行状態と計画との間に多少の食い違いが起こる。

この食い違いに対する現場の対応のし方いかんで、発散か収斂かの相違が生じるわけである。

すなわち、従来のように現状を基準にして当面の工事を実施すれば発散するが、ある程度先の時点の計画を基準にして、現時点とその時点との間で、極力計画に近づくように当面の工事を実施すれば収斂する。

そして、このように収斂させるためには、磁力線の場合の棒磁石に相当する外力が必要となるが、その外力が上部管理者の指導力にほかならない)前節では、末端管理者の工事手順を上部管理者が変更できないのは指導力の問題ではないと述べたが、ここではじめて管理者の指導力というものが問題になる)。

なお、従来はなんとなく、ピラミッド型の管理組織そのものにこの種の外力を発揮する機能があると考えられてきたが、それが造船工業では建前にすぎないことは前節で述べたとおりである。

## 11. 「量」とは関係のない「順序」

前節で述べた工程計画のたて方と運用の要領は、造船工業以外の常識的な立場からみれば、恐らく当り前すぎほど当り前なことであろうと思う。

その当り前なことが造船工業で行なわれなかったのは、人間の直観に頼るという伝統に従って船を建造すれば、実質的な工程管理は末端管理者にまかせるほかないが、その代りに上部管理者は、重量や溶接長などという「量」を仲立ちとして、間接的に工程を管理することができると信じられてきたからである(Aという作業とBという作業があって、どちらを先に実施すべきかというときに、どうして重いかか長いかかいう「量」の違いで決めることができるであろうか?)。

もともと工程管理というものは作業「順序」を管理する仕事なのであるから、上部管理者がこれまでのように「順序」の問題に正面から取り組むことを避けていたのでは、とうてい工程が十分に管理されるはずがない(量的な生産目標だけを掲げて部下を督励するというのは、生産管理行為上一種の現実逃避であると言えよう)。

このように肝心の生産工程が(少なくとも上部管理者によっては)管理されていないのであるから、従来の造船工業が、やってみなければわからないような工業的後進性からいつまでも抜け出すことができなかつたのは無理もない話である(逆に言えばこれは、そういう重大な問題が未開拓のまま放置されてきた造船工業は、今後の行き方次第では質的に向上発展しうる余地が大きいとい

うことでもある)。

ところで、筆者は最近『トヨタ生産方式』(大野耐一、ダイヤモンド社)という本を読んで、基本思想が筆者の考え方とまったく一致していることを発見し、大いに意を強くした次第である。

なまじ造船工業が、自動車工業の大量生産方式にあやかろうとして、ブロックの組立にコンベヤー・システムを取り入れたりなどしているとき、当の自動車工業界では30年も前から、アメリカ式の量産方式ではいけないことを自覚して多種少量で安くつくる方法を追求し、低成長時代に入るやが然各方面から注目を浴びるようになった会社がある、という事実は造船屋も謙虚に受け止めて欲しいものである。

トヨタ生産方式は結局、前節で述べた工程計画と同じように、前工程が後工程に合わせるという「順序」の考え方が基本となっており(当り前なことであるからとくに強調されてはいないが)、この考え方から出発しているからこそ、“仕事の進み過ぎはいけない”“つくり過ぎはムダが大きい”“能率向上と原価低減は必ずしも一致しない”等、造船工業にも当てはまる警句がおのずから導き出されてくる(この点、造船工業は同じ30年の間、重量、溶接長、建造量などという「量」にまどわされて「順序」の問題をなおざりにしてきたことが、生産性向上に足踏みを余儀なくされた原因である)。

とにかくこの本を読めば、2節で述べたように新鋭造船所は欠陥造船所である理由が、なお一層よく理解されることと思う。参考のため、ここに同書の一部(118ページ)を紹介しておく。

“他人が量をふやせば気が気ではなくなり、自分も設備をふやして売上げを伸ばす。真の能率を問うことなしに、機械をふやし人をふやしてきただけに、売上げは伸びても、利益率はいっこうに伸びない。それで満足していたとしたら、これはもはや経営以前の話である。

高度成長時代に、真の経営合理化を行なう気構えがあれば、他社の売上げが10パーセント伸びるところを、自分のところは機械も人もふやさずに5パーセントの成長にとどめ、それによって肝心の利益をあげ、自己資金で設備をふやし借金を返済できたはずである”。まるで造船工業のことを言っているようではないだろうか?

## 12. これから伸びる造船所像

トヨタ生産方式の場合もそうであったというが、造船工業の既成概念を破るようなことは、理論的にはいくら当り前でも、実現するまでには少なからぬ抵抗を覚悟しなければならぬ。組織上それぞれの立場では、それぞ

れに言い分があるからである(主として partial optimization に基づいた言い分である)。

したがって、10節で述べた計画管理方法を実現するためには、根気よく、一つ一つのケースについて相手側の言い分を聞き、その背後に隠れた実情を十分に洞察した上で、total optimization の立場から説得する必要がある(事の性質上、この役目は経験豊かな年輩者のほうが望ましいが、造船工業の場合は、そういう年輩者はたいてい経験主義でこり固まっていて、適任者が少ないことが難点である)。

しかしながら、そのような説得活動の結果、首尾よく相手を納得させることができたとしても、それだけで実現するものと期待するのはまだ早すぎる。というのも会社の業務というものは、必ずしもそれぞれの立場でやるべきだと判断したことが実行されているのではなく、人事権・命令権を持った上司の命令することが実行されているのであるから、これまでの既成概念に反するようなことであればなおさら、直属上司の積極的な実行命令がなければ下部組織は絶対に動かないからである(もし黙認程度のことでうかつに新しいことに手を出して結果が悪かった場合は、黙認した上司は責任を負わず、自分たちだけが責任を負わされるという心配がある)。

造船所の幹部は多忙なせいもあって、新しい管理法となるとまず部下に勉強させて、部下が積極的に実施したいと言えば承認しようと考えがちであるが、幹部が受け身のとき下部組織をどれほど指導教育してもはかばかしい成果があがらないのはそのためである。

この組織原理は、経営者によって構成される経営組織に対しても同じように当てはまるから、結局、ある造船所が従来の水準以上に飛躍発展しうるかいかは、もっぱら経営トップの考え方と命令のいかんによる、というごく常識的な結論に達する(真理は常に単純である)。

さて、以上の各節で述べたことはすべて、造船所の規模や設備とは関係のない、人間だけに関係する問題であった。つまりちかごろの言葉で言えば、hardware の問題ではなく、純然たる software の問題なのである。

したがって、さきの常識的な結論とあわせ考えれば、ドングリの背比べから脱してこれから伸びる造船所は、従来の格付けによる大小の区別とは関係なく、経営トップが本稿の主旨を体得して top down の方向に推進しうる造船所である、と言える我田引水になるであろうか。

### 13. むすび

資本主義社会は、個々の発意に基づく自由競争を基盤としているので、予測の不確実性から行きすぎと戻りす

ぎが生じ、それが景気変動となって現われる。

したがって、景気変動そのものはやむをえない経済現象であるとしても、造船工業はその景気変動が増幅して現われるところから、浮き沈みの激しい業種であると言われることに問題がある。

では、なぜそのように増幅して現われるかと言えば、根本的には、従来の造船工業が工学的に誤った生産管理の思想体系に組み込まれていたからである、というのが筆者の見解である。

日本の造船工業界は因襲的な一面があって、筆者の長い造船所体験によれば、少なくとも生産管理に関しては、従来の路線を大幅に変えるような意見はタブー視する雰囲気があったように思う。その証拠に、個人的には筆者の考えに賛成する人が多いけれども、公式的にはだれも触れたがらないのである。

しかし、現在の筆者は国外にあって、そのような雰囲気に呑まれる必要はないのであるから、本稿では忌憚らない意見を述べさせていただくことにした。

もし、これを契機としてタブーに挑み、タブーの問題を公然と論議する風潮でも起これば、筆者の喜びこれにすぎないものであるが。

### 筆者公表論文一覧

- (1) SASP, a Production Planning and Control System for Shipbuilding on Individual Orders, ICCAS PAPERS IV-4, August 1973.
- (2) 造船の決定論的計画管理(第1報, 搭載工程), 日本造船学会論文集, 第134号, 1973年12月
- (3) 造船の決定論的計画管理(第2報, 大組工程), 日本造船学会論文集, 第135号, 1974年6月
- (4) 造船の決定論的計画管理(第3報, 小組・内業工程), 日本造船学会論文集, 第136号, 1974年12月
- (5) 造船の決定論的計画管理(第1報, 要約), 造船技術研究開発要約集, No. 6-2, 1975年1月
- (6) 造船設計工程の計画管理, 日本造船学会論文集, 第137号, 1975年6月
- (7) 造船工業の計画管理(1)~(4), 船の科学, Vol. 28, No. 8~11, 1975年8月~11月
- (8) 統・造船工業の計画管理(1)~(5), 船の科学, Vol. 29, No. 3~7, 1976年3月~7月
- (9) 造船業界への提言, 造船界, No. 83, 1976年4月
- (10) 造船の理論的計画管理方法に関する研究, 東京大学博士論文, 1976年5月
- (11) 造船不況と建造方式の問題, 造船界, No. 91, 1976年12月
- (12) 日本造船工業についての内省的考察, 日本造船学会誌, 第577号, 1977年7月
- (13) 船舶建造工程の新管理法, 船の科学, Vol. 31, 1978年8月

## 第7回国際船体構造会議 (ISSC) の概要

財団法人 日本海事協会  
秋 田 好 雄

### はじめに

昭和54年8月20日より24日までの5日間に第7回国際船体構造会議 (International Ship Structures Congress, 略してISSC) がフランスのパリー市, グランドホテルで行なわれた。今回は3年前の米国ボストン市マサチューセッツ工科大学で開催されたものに続いたものである。

日本からは委員として14名, オブザーバーとして3名の方が参加した。委員は筆者のほか, 金沢 (東大), 山本 (東大), 藤田 (東大), 竹鼻 (東大), 飯田 (東大), 上田 (阪大), 川上 (広大), 福田 (九大), 山越 (九大), 長沢 (船研), 永井 (防衛庁), 山口 (NK), 大高 (三菱) の各氏で, オブザーバーは本間 (東農工大), 間野 (IHI), 安川 (川重) の各氏であった。

会議は理事会 (Standing Committee), 本会議 (Technical Session), 各委員会会合 (Technical Committee Meeting), 合同討論 (Joint Session) と総会 (Plenary Session) の5種類から成りたち, 5日間に分けて行なわれ, 最後の日は理事会と見学会が行なわれた。

会議の中心をなす本会議は次にしめす12の委員会がおのおの3年間の進歩を総合報告書の形にまとめて, 各委員長からそれぞれ報告され, その後に討論が行なわれた。

- I・1 海象 (Environmental Condition)
- I・2 波浪荷重 (Derived Loads)
- I・3 設計荷重 (Design Loads)
- II・1 線型応答 (Linear Structural Response)
- II・2 非線型応答 (Nonlinear Structural Response)
- II・3 過渡的動的荷重および応答  
(Transient Dynamic Loads and Response)
- II・4 定常動的荷重および応答  
(Steady-State Dynamic Loads and Response)
- III・1 鉄鋼材料 (Ferrous Materials)

- III・2 非鉄および複合材料 (Nonferrous and Composite Materials)
- III・3 建造および就航に関する因子  
(Fabrication and Service Factors)
- IV・1 計算手法 (Computation Means)
- V・1 設計概念, 基準および設計手順  
(Design Philosophy, Criteria and Procedure)

以下にこの会議に出席した印象を主にし, 各委員会がどんな問題に重点をおいているかを述べることにしたい。

### 会議第1日

この会議の目的は船体構造力学の学理を追求することではなく, 実際に造船所における設計や船級協会の規制制定のために役立つ構造に関する知識を各国の間で交換することであり, 全体に内容が design-oriented であることが特徴である。

昭和31年から32年にかけて日本がこの会議の創立を提案したことは周知の通りで, 第1回が昭和36年に英国グラスゴーで開かれ, その後3年おきに, デルフト, オスロー, 東京, ハンブルグ, ボストンと開かれてきたものである。

今回は, 議長がフランス造船研究協会 (Institut de Recherches de la Construction Navale) の Jourdain 氏で, 秘書は同所の Armand 博士が当った。会議場はパリーのオペラ座の隣りのグランドホテルの地下講演会場はかなり広い美しく飾られた広間で行なわれた。

会場は地下のせいもあって静かで, 中央演壇左方に司会席, 右方に講演者席とオーバーヘッド投影機がおかれていた。

出席人員は206名で中庸を得ており, 設立以来の方針である小人数の選ばれた委員の会合という感じで, 規定の150人は若干オーバーをした形となった。

出席者の内訳の主なものでは最多数出席国のアメリカの34人, 次いで主催国フランスの29人, イギリスの19人, 次いで造船国日本は17人, 以下, ドイツ, ノルウェー,

## 船の科学

オランダ、ソビエトの順であった。

注目すべきことは中国本土から4名の参加があり、また今回始めて韓国から3名、シンガポールから1名が参加し、東南アジアからの参加が増え出したことである。

会議第1日目の8月21日は、出席者の登録と理事会（後述）と12ある研究委員会がそれぞれ別室に集って本会議におけるレポートの報告や質問者に対する回答の検討、次回の会議における委員の交替などが討議された。

このホテルの各会議室はフランスの著名な古典作曲家の名前をつけており、ベルリオーズとかドビッシイとかビゼーなどが各々の会合室についており、フランス人の音楽国としての自慢ぶりが見られ興味深かった。

第1日の夕方5時半からは歓迎パーティーがあり、筆者は中国本土からのグループに話しかけられ、その中の2人、Hsu氏とLi氏が次回の委員会の委員になる強い希望をもっておる由で、是非同委員会の委員長に会わせてほしいとのことで、現委員長と次期委員長に紹介したりなどした。御馳走は少なかったがアルコールは充分あり、8時近くまで賑やかに会話が続いていた。

この日午前9時からセザール・フランクの間で行なわれた理事会には、筆者は日本代表理事として出席した。議長 Jourdain 氏（フランス）と10カ国の代表理事が集り、11カ国以外の国に任命した連絡員の任務や次回開催国をポーランドにすることなどを討議し、さらに11時半から各技術委員長も加えて今回のレポートの評価などを討議した。午後は次回会議における技術委員会の改廃を討議したが決定に至らなかった。午後5時半に終了した（後で再記）。

### 本会議

会期第2日の9時から本会議が地下のベルリオーズの間で始まった。最初に議長の開会宣言のあと、フランス運輸省海運局長 Essig 氏の英語の歓迎演説があり、最後の所で同氏からこの1週間は普段の造船界の競争を忘れてすごしてほしいという言葉があり一同爆笑をした。

最初の報告はI・1委員会（海象）の Hogben 博士（イギリス）からあり、司会は Evans 教授であった。

海象のデータ源として WMO (World Meteorological Organization) からのデータ、IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission) からのデータ、IOS/MIAS (Institute of Oceanographic Science / Marine Information and Advisory Service) を通しての種々のデータの解析のフローチャートの説明や、海象のモデリング、Ochi の6パラメータスペクトル、異常波浪統計、NORSWAM プロジェクト、風速の異常

値、設計波、南アフリカ沖の奇形波などの広汎なレポートの報告があり、討論には長沢博士代読による高橋教授の太平洋の観測値の報告や他4人の討議があった。

コーヒープレークの後、I・2委員会（波浪荷重）のレポートが委員長の Ferdinande 教授（オランダ）により Schultz 博士の司会で報告された。報告は波浪による荷重や海洋構造物に働く荷重、このうちで低周期のものと同周期のもの、また船や海洋構造物の運動によって生ずる加速度、係留力、スロッシング、実船計測、風や氷による外力がのべられた。日本の研究がかなり紹介された。

討論は Planaix 博士ほか3人から行なわれた。

続いてI・3委員会（設計荷重）のレポートが委員長 Kure 氏（デンマーク）から報告された。

レポートは設計に用いるべき荷重の各項目につき検討したもので、静水荷重や船体を剛と考えたときの波浪荷重、船体を弾性体と考えたときの波浪荷重、船底スラミング、船首フレア部荷重、船首打込み、船側部衝撃水圧、風荷重、氷荷重、熱荷重、船底へのコイル等の固体荷重、スラリー荷重、進水時の荷重、座礁、岸壁係留、係留、入渠、衝突の種々の荷重を示し、次いで設計における荷重の扱い方、設計手順を論じ、最後にクラフト類への荷重の議論があった。報告中に日本の研究が多数引用されていた。

討論はゲント大学の老教授 Aertssen 氏ほか6人から行なわれた。

昼食はグランドホテル1階の天上の高いルネサンス調の大広間でとられた。

午後2時15分からII・1委員会（線型応答）のレポートが Steneroth 教授の司会で委員長の Kendrick 氏（イギリス）によって報告された。

レポートでは種類別船舶即ち液化ガス船、バルクキャリア、大型油槽船、Ro-Ro 船、表面効果利用船、潜水船、コンテナ船について弾性応力計算の報告があり、特にスライドを使ってNKの横強度トータルシステム計算の紹介がされた。次いで線型座屈と有限要素法におけるモデリングの問題があった。

討論には Faulkner 教授ほか3氏の質問があり、この中に日立有明白神氏のタンカー損傷報告に対する質問があり、委員長 Kendrick 氏の要請により、筆者が臨時に回答を行なった。

続いてII・2委員会（非線型応答）の委員長 Smith 博士から報告があった。

内容はまず基礎理論として大撓みの弾塑性性やクリープ座屈、シェークダウンや極限設計を扱い、次いでビーム

梁構造の弾塑性、平板防撓板の弾塑性、シェル、箱状ガーダの弾塑性、衝突座礁を論じた。最後に船舶や海洋構造物の設計に必要な管構造やコンクリート構造、氷による損傷、波浪による船首の損傷などが議論された。

質問には山本教授、福田教授、上田教授その他の1人が立った。

コーヒーブレークの後、午後4時半からII・3委員会(過渡的な動的荷重と応答)の報告がLekkerkerker教授司会のもとで委員長Ochi教授(アメリカ)から行なわれた。

本報告では水の衝撃圧力、船体がホッピングをしているときの衝撃水圧、海洋構造物に見られる水平におかれた円筒に対する衝撃水圧、この衝撃水圧をうけたときの構造物の挙動が述べられ、次いで船首船底部のスラミング、船首フレヤ部の衝撃水圧、海水打ち込みによる水圧の実際問題が、また最近よく行なわれる統計的にスラミング圧力を求める方法が議論された。

ホーバークラフトなどの新形式船の衝撃圧力と応力、衝突と座礁、液体貨物のスロッシングによる圧力も扱われた。

質問には山本教授ほか5氏が立ち委員長から回答があった。

この日は午後5時45分から全参加者がバリー市長に招待され、バスで市庁舎に行った。ホールは天井が高く中世紀風に装飾されており、市長の歓迎演説があったがフランス語のみのため内容は判らなかつた。

後にシャンペン乾杯があり、一同談笑して時を過ぎた。

翌日の会期第3日目の本会議は9時より始まり、再びLeckerkerker教授の司会でII・4委員会(定常動荷重と応答)の報告が委員長のSpøntvedt氏(ノルウェー)によって行なわれた。

まず振動の外力としてプロペラ起振力すなわちプロペラへの動的荷重(ベヤリングフォース)、キャビテーションによる荷重、プロペラによる船体表面への力(サーフェスフォース)、機関による起振力、波浪による船体への起振力、海洋構造物に対する波浪による起振力、アイスバックの中の船体への衝撃力などが議論された。

次いで振動計算の諸因子として、船体のモデリング、剛性、有効質量、減衰力の扱いが述べられ、同じく海洋構造物に対して同様の因子が考察された。

実際の船体の振動としては、梁としての振動、上部構造、船尾部、機関室、プロペラと軸系の振動、舵の振動、甲板および隔壁の局部振動が論ぜられ、海洋構造物としては、プラットフォーム構造の振動、振動の監視装

置、甲板部の振動が扱われており、最後に振動許容限および今後の研究が論ぜられた。

質問は間野氏ほか9人からあり、委員長から回答があった。

続いて委員会III・1(鉄鋼材料)のレポートがSantini博士の司会のもとで委員長金沢教授(日本)から報告された。

まず疲労について低サイクル疲労と高サイクル疲労、疲労亀裂の伝播、多数亀裂の干渉の問題、累積被害度の検討、実際の船舶および海洋構造物に生ずる疲労を論じた。

次に脆性破壊については、その発生のクライテリヤ、評価法、とくに小型試験による方法、溶接継手の脆性破壊、低温材料、工作法による影響、亀裂の停止の問題、熱入力の大きい溶接継手での脆性亀裂の伝播を扱った。

最後に最近の傾向として破壊の統計的解析法や設計におけるfracture controlの概念などを論じた。

質問にはBrown氏1名が立ち、金沢委員長から回答があった。

続いて委員会III・2(非鉄および複合材料)の報告が委員長Gjörv(ノルウェー)からあった。報告ではまずアルミニウムの利用についてLNGタンク、船体、舟艇類(ハイドロfoil船やエアクッション船など)、海洋構造物に対して考察している。ついで銅、ニッケルおよび銅ニッケルクラッド鋼、チタニウムなどの金属関係を扱っている。

非金属材料についてはまず鉄筋コンクリートおよびプレストレストコンクリート構造について、その極限設計的な考え方、半統計的な設計法、耐荷能力、疲労強度、耐水圧能力、衝撃に対する抵抗力、亀裂の入る深さを抑える設計(crack width control)、コロージョン、耐久性、強力軽量コンクリートを論じている。さらにLNGに対するコンクリートの性質、コンクリートと鉄鋼材料との比較を行なっている。

強化プラスチックについては、ガラス繊維強化プラスチックを用いた中型船の建造法とその品質管理などを扱い、またサンドイッチ構造による建造法を述べ、さらにFRPの材料、強度の研究を扱っている。

質問にはSmith博士が立ち、委員長から回答があった。

午後は2時10分からWierzchowski博士の司会で委員会III・3(工作法および航航に関する因子)の報告が委員長のAntoniu教授(ギリシャ)によって行なわれた。

報告ではまず実船の損傷についてその場所別分布、船

齢との関係、船の大きさとの関係などが論ぜられ、ついで船体各部構造における工作誤差の種類、ヒストグラム、初期撓みに影響する各パラメーターの調査、初期撓みの推算式を述べた。

また溶接方法や熱入力と初期撓みの関係、溶接による残留応力、溶接歪の計算法や、これら初期撓みや残留歪が座屈に及ぼす影響、不整形による疲労強度の低下とくに十字継手の疲労強度やパット継手の場合の疲労強度の低下を扱った。

つぎに実船の損傷から見て局部構造の設計法を述べ、ブラケット構造、フレームの水通しの為のカットアウトやスロット、カラープレート、パット継手のギャップ、二重張り等を扱っており、また信頼性工学から見て許容しうる初期不整の値を述べている。

質問は Leide 博士ほか5人からあり、委員長がこれに答えた。

続いて委員会IV・1（計算方法）の報告が委員長の Kamel 教授（アメリカ）から行なわれた。

報告の内容はまず船舶の分野で用いる数値計算法としての有限要素が最も有効であり、また他の計算時間の短い近似法を用いるときのチェックの手段となると述べている。最近の非線型の場合の計算法が次にとりあげられ、この場合 FEM や FD (finite difference) の利用が述べられた。

又構造物の弾塑性問題がとり扱われ、平板、梁、ブラケット等での弾塑性の例題が示された。

次に構造物の最適設計に必要な最適化の手法が検討された。古典的方法としてのMP法 (Mathematical Programming) から派生したSUMT法、NOM法 (Norm Optimization Method 法) の紹介、GP (Geometric Programming) 法、OC (Optimality Criteria) 法、SLP (Sequential Linear Programming) 法が述べられた。又設計の際にどの因子が効くかを調べる設計感度分析の考え方が論ぜられた。

さらにモデリングとシミュレーションが論ぜられ、例として船体振動のモデリングや軸系振動のモデリングなどが考察された。

最後に学際的な (interdisciplinary) 問題として構造物と熱との干渉問題たとえば溶接の熱応力の問題や構造物と流体の干渉問題すなわち構造物が運動により水圧を生じ、水圧で構造物の変形がおこる問題などの有限要素法的な扱いが議論された。

質問は上田教授ほか5氏からあり、委員長が答えた。

その後コーヒーブレイクがあり、最後に午後4時半から委員会V・1（設計理念、クライテリアおよび設計手

順）の報告が委員長 Kavlie 教授（ノルウェー）からあり、司会は筆者が行なった。

報告ではまず船の設計に使われている船級協会の規則の背景をのべ、つぎに海洋構造物の規則に関して IMCO、各国政府及び各船級協会の規則があることにつれ、なおこの分野で最近使われる Partial Safety Factor の概念を紹介している。これは構造物に働く荷重が統計的に与えられるので、このある上限値をとり、同様に構造物の強度も統計値で与えられるので、この下限値をとり、両値の比が一定になる様に設計する、いわゆる近似統計的な設計法である。

報告ではこの方法を詳細に述べ、さらに船体又は海洋構造物に働く荷重を設計で採用している現状を述べている。次で設計のクライテリア（判定基準）として疲労、座屈、振動などの考え方、さらに船体に生ずる損傷の型式、安全基準の値が過去の損傷の実績から抑えられている状況、そのときの損傷確率の考え方を示している。

次に船舶や海洋構造物の工作法を考慮した設計、最小工費を考慮する設計や船舶等の就航時の条件を考慮した設計、就航中のメンテナンス費用を最小にする設計などを考察し、最後に合理的な設計法を一般的に論じ、最も合理的と考えられる損傷確率解析法（又は危険解析法 risk analysis）、さらに準統計的方法、決定論的な設計法による方法などを扱った。

質問は永井博士以下4人からあり、委員長から回答があった。

## 合同討論 (Joint Session) と総会

以前の ISSC では合同討論は外力関係、応答関係、船舶の設計関係、海洋構造物の設計関係などの数グループに分れて問題を自由に出して討論をする形式をとっていたが、実際にやった結果を見ると各グループとも同じ様な議論をやっていて、別れて会合する意味がなかったので、今回は全員一堂に会して討論することとし、議題は経済と安全の結びつきを論ずるため、「船舶および海洋構造物の経済的設計に対する安全確保の手段」ということで行なわれた。

会期第4日、8月23日午前9時半から始まり司会は Røren 博士でレポーターは Planaix 博士であり、講演者としてまず Marshall 氏（アメリカ）が海洋構造物の設計での経済性と安全の関連および破壊の制御という題で話があった。

同氏の話で特に興味があったのは rig の設計において構造の redundancy が多い特徴を考えるべきこと、過去の損傷の件数と原因などの点であった。



ついで Nordenström 博士 (ノルウェー) から海洋構造物の実際の設計と必要な研究と題して講演があり、極限設計、信頼性解析の話し等があった。これらの内容はテキストに記載されている。

質問には飯田教授ほか4氏が立ち両講演者から回答があった。

コーヒーブレイクののち午前11時15分から次の合同討論が「船舶における経済設計に対する安全性確保の手段」の議題で Faulkner 教授の司会、レポーターは同じ Planaix 博士で始まり、まず講演者として Antoniou 教授 (ギリシャ) が壇に立った。

話は経済設計と信頼性の対立、安全率の理念、船級協会の役割等であり、第二講演者として Meek 氏 (イギリス) からは船主の立場から見た場合として話があり、構造設計は船の設計を制約するかの問いに対して、否との立場で論じ、また I S S C の重要な役割や、また船の損傷による費用は船のメンテナンス総コストのごく一部であり、衰耗や誤操船などが大きな部分を占めること、燃費と船殻重量の関係等の問題を扱った。

第三講演者は Caldwell 教授で「船舶の安全及び経済設計に対する I S S C の貢献」と題して話を行ない、もし総会で希望が強ければ I S S C が構造設計に関し船舶関係者へ I S S C としての意見を公表することも考えられると述べた。

質問には藤田教授ほか9氏が立ち、それぞれの講演者から回答があった。

終わったのは12時半で、その後参加者一同バスでセーンヌ河に行き Bateau Mouche (蝸の舟) というセーンヌ河からのパリ見物に行き、船中での昼食をたのしんだ。

総会はこの後午後4時から始まり、まず Jourdain 委員長から次回の開催は3年後にポーランド・グダンスク市で行うことや次回の理事会理事および各技術委員会の委員の名簿が提出され、承認された。

この日午後8時から同ホテル大広間で宴会が行なわれた。これはフランス造船工業会会長とフランス造船研究協会会長の共同招宴であった。始めカクテルパーティを行ない、9時頃からテーブルについた。宴の終り頃に造船研究協会会長の Conne 氏からの演説があり、その後次期 I S S C 委員長 Wierzchowski 博士の演説などがあった。

## 理事会

理事会は会の運営を司るため会期中数回にわたって開かれ、重要案件が処理された。理事会は11カ国の代表からなり日本代表として筆者が出席した。

理事会は会期中4回ゼール・フランクの間で行なわれ、会期第1日9時からの1回目では次のことが討議されて決った。

- (1) 次期開催国をポーランドにする。
- (2) 理事を出していない国には連絡員をおいているが今回中国 (本土) が新たに加わったので台湾と2カ所になる。(国は1つと考える)
- (3) 今回の委員会報告は海洋構造物の分がすこし少ない。

(4) 設計の委員会を二つに分け、一つは設計手順を従来通り扱い、一つは実用的な設計の提案を行なう。2回目の理事会は会期第3日午後6時より開かれ、次のことが決った。

- (1) I・3委員会 (設計荷重) は廃止する。
- (2) IV・1委員会 (計算手法) では最近盛んになったコンピュータ利用の設計手法 (CAD) および工作法 (CAM) をも扱う。
- (3) 新設される設計の委員会の名称を設計式の提案 (Design Proposal) とする。
- (4) 次回の I S S C 委員長はポーランド船級協会理事 Wierzchowsky 氏、幹事は同 Majewski 氏とする。
- (5) I S S C の規約字句一部修正
- (6) 次回の技術委員会の名簿をきめた。このうち委員長と日本側委員を示すと次のとおりである。

技術委員会と名称 (略記) 委員長 日本委員  
I・1 (海象) Ochi (アメリカ) 合田  
I・2 (波浪荷重)

Eatock Taylor (イギリス) 長沢

II・1 (線型応答) Moan (ノルウェー) 山越

II・2 (非線型応答) Smith (イギリス) 上田

II・3 (非定常荷重応答)

Meyerhoff (ドイツ) 山本

II・4 (定常荷重応答) Ward (イギリス) 間野

III・1 (鉄鋼材料)

Petershagen (ドイツ) 金沢・飯田

III・2 (非鉄複合材料)

Furnes (ノルウェー) 西牧\*

III・3 (工作法) 藤田 (日本) ——

IV・1 (計算手法) Kamel (アメリカ) 川井

V・1 (設計理念) Planaix (フランス) 新田

V・2 (設計提案) Taylor (イギリス) 山口

(注\*印は帰国後変更したもの)

なお上記の名簿の結果、アメリカの委員数15、イギリスは14人、日本は13人、ノルウェー11人、オランダが9人、以下ドイツ、フランスとなり、またアジアからは中

国の2人が注目を引いた。この名簿は長い討論の未決定されたもので理事会の修了は午前2時であった。

第3回の理事会は会期第4日午後5時から開かれ、つぎのことが議された。

- (1) 今回合同討論を1カ所に集めてやったのは成功だった。
- (2) 会議参加者の全数を今まで150人におさえていたが、今後は200人とする。
- (3) 各技術委員会の課題 (mandate) を一部変更。
- (4) 会計報告、全支出 68万フラン

第4回理事会は最終日正午より開かれ、一般的な決議事項の確認を行なった。

### 見学会

会期最終日の8月24日午後見学会が行なわれ、2組に分れてバスでフォンテンブローまたはポー・ル・ピコムに行った。

### あとがき

今回でISSCは第7回会合を迎えたわけだが、日本

が提唱してできた国際会議がすっかり安定成長し、比較的小さくまとまった国際会議のため各出席者も顔なじみが多く、国際的な意志の疎通に充分役目を果たしていた。

日本からの参加者が今回やや少なく、前回より3名減であったが、遠隔地からの参加としては熱心な参加といえる。今回の参加者の特徴は前にも述べたが東南アジアすなわち韓国、中国、シンガポールからの参加者のあったことで、中近東、印度地区や東欧、南米圏よりも熱心な参加であった。

発表された報告書もますます refine され、総合報告の感が強いが、やや野性味が欠けてきた嫌いがある。日本論文の引用も例によって大変多く、心強く感じた。

本会議はますます実用性を重んじ design-orient になって来ているので、造船所、船会社の関心がますます高まることを期待して報告を終る。

終りに本会議の出席に多大の激励援助を頂いている日本船舶振興会や日本造船工業会等に厚く感謝の意をささげる次第である。

## 商船設計の基礎 (上・下) 55年版 船員日記

造船テキスト研究会編

◇上巻(概論・主要目と概略一般配置の決定)と下巻(船殻構造・船体艤装)を通して、設計技術の変化を折込んだ設計全般の基礎知識を紹介してあり、同時に採算計算・機関関係・運航の実態など実務的分野からも造船全般を幅広く詳述する。  
 <上巻> B5判・432頁 定価5500円(〒280)  
 <下巻> B5判・554頁 定価7000円(〒280)

成山堂書店編集部編

◇評判の海の便利帳! 日常生活に密着した実用付録で広く愛用されています。本年も値段据置!  
 ■カラー写真で掲載する各船会社の新鋭船/日本に寄港した世界の客船/私のひとこと(趣味)  
 ■主要港案内/船舶電話/岸壁電話/通関の知識  
 海事関係アドレス/なんでも便利帳/住所録—  
 A5判・310頁 定価1200円(〒200)

### 船舶無線艤装

◇熊田俊一著 船舶運航時の厳しい条件と諸規程が複雑に絡む通信施設の艤装問題を完全に体系化! 法令・設計・工事・検査・完工まで詳細なデータを加えてすべてを解説。  
 A5判・380頁 定価4800円(〒200)

### 船舶安全法及び関係法令

◇運輸省船舶局監修 54年9月20日現在の最新版。昭和32年以来と注目される「危険物船舶運送及び貯蔵規則」の大改正(54年10月1日施行)にあわせて編集されています。  
 A5判・380頁 定価2200円(〒200)

### 船体関係図面の見方

◇橋本/師岡/軍司/河原共著 製図・図面の一般知識から設計図・製作図(工作図)など造船関係で使用される図面まで詳述。記号と略号一覧表で便覧としての活用も配慮!  
 A5判・310頁 定価6800円(〒200)

### FRP漁船早わかり

◇船越 卓/笠井健一/金山美彦共著 FRP漁船の歴史・設計・工作・管理・廃棄まで完全紹介。要点をわかりやすくまとめてあるのでFRP漁船の得失の理解に最適の指針!  
 A5判・330頁 予価3000円(〒200)

海事総合図書出版・目録進呈  
振替口座(東京)7-78174番

## 成山堂書店

東京都新宿区南元町4-51(成山堂ビル)  
(〒160) TEL03(357)5861(代表)

## ケミカルタンカー (41)

恵美洋彦 角張昭介  
(日本海事協会船体部)

## 7・2・4 消火剤の種類とその特徴

貨物の種類に応じてIMCO規則<sup>2)</sup>で要求される消火剤の原理, その装置の詳細, 設計基準等については, 関連の参考書<sup>6)7)9)</sup>あるいは基準<sup>17)</sup>を参照のこと。

次に参考までに各消火剤に対する主な特徴についてのみ説明しておく。

## (1) 水

消火剤としての水は海から供給されるので, その供給制限はポンプ容量のみであり, 何時でも, 何処でも使用できるようにすべきである。水が消火剤として適さない貨物の火災の場合においても, 次のような有効な使用方法があることを忘れてはならない。

- (a) 貨物甲板, 船尾甲板室の前端壁等の固定冷却設備は, 人命安全のために, 特に有効である。
- (b) 船上に貨物がこぼれた場合, 洗い流して延焼防止に使用できる。
- (c) 低引火点の物質に水を混入して, 引火点の高い混合液体または溶液とすることができる。例, 酸化プロピレン

(2) 泡<sup>12)14)18)19)</sup>

甲板を保護するための泡は, 蛋白質系の原液から機械的に海水と混合する泡発生機により発泡される。水溶性の貨物も積載するケミカルタンカーでは, 耐アルコール型の泡消火剤も用いる。泡消火の原理及び使用方法は, ここでのべるまでもないので省略するが, ケミカルタンカーの消火剤として用いる場合の主な注意事項を示すと次のとおりである。

## (a) 標準型甲板泡

石油類の消火に用いられているもので, 天然蛋白質系材料を主原料とするものである。泡原液の性状, ノズル放出容量等は, 一般油タンカーの基準による。詳細は省略する。

## (b) 耐アルコール型甲板泡

水溶性液体に対しては, 石油類火災用泡消火剤を用いても消泡して泡層が液面に拡大しない。このため, 水溶性液体火災用の泡消火剤が開発された。しかし, 万能的な水溶性液体火災用泡消火剤ではないので, 貨物に適切

なものか否かを確認する必要がある。

泡原液は, 運輸省令「船舶消防設備規則」検査心得5-2の付属書3に適合するものとする<sup>12)</sup>。この基準に定められない事項(放出容量, 消火対象区域, 機器の配置等)は標準型甲板泡のそれらの規定による。これによると耐アルコール型の泡原液は, 次に示す要件に適合することになっている。

- (i) 比重は, 20℃において1.14ないし1.20の範囲内にあること。
- (ii) pH 値は, 20℃において6.0ないし10.0の範囲内にあること。
- (iii) 沈殿物は, 6%以下であり, かつ, 海水または清水と混合してもそれ以上に増えないこと。
- (iv) 流動性は, 20℃において45ないし60センチストークス (cm<sup>2</sup>/sec) の動粘度範囲であること。
- (v) アルコール等水溶性の化学製品に対する安定剤として適当な添加物が含まれ, かつ, 長期間の保存剤として適当な鉄塩類が含まれていること。
- (vi) 海水または清水に3ないし6%の範囲の濃度で混合発泡させた場合, 放水量の6倍以上の泡を発生させること。
- (vii) 標準消火試験要領(標準泡消火試験, 文献<sup>12)</sup>参照)において31.9ℓ/minの放水量を有する標準泡ノズルを用いて消火試験を行ない, 適合したものとすること。

## (c) 併用型泡

水溶性液体に標準泡を用いても泡の供給割合(通常の2ないし3倍以上)を多くすれば, 泡が消えるより多く

17) NFPA Codes, A Compilation of NFPA Codes Standards, Recommended Practices and Manuals, Vol. 1 to 16, 1979. (毎年発行される)

18) 星野, 泡消火剤, 日本火災学会誌 108, Vol. 27, No. 3, 1977.

19) 沖山, 泡消火剤について(1)ないし(3), 日本火災学会誌116ないし118, Vol. 28, No. 5, 1978 ないし Vol. 29, No. 1, 1979.

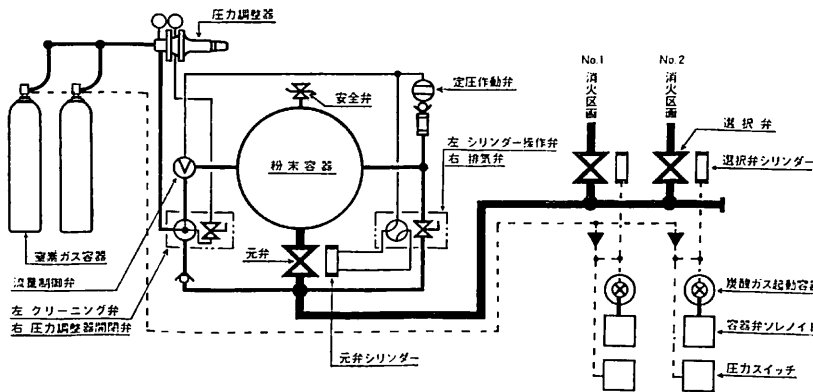


図7・4 固定式粉末消火装置の一例<sup>20)</sup>

の泡が供給されることによって消火できることは、よく知られている。さらに、泡の組成を石油類および水溶性液体（アルコール等）の何れにも適合するものとした泡の開発も進められている。

このように泡消火剤の組成および供給量を考慮した併用型の泡消火剤が使用される例も最近では増えつつある。また、IMCO規則もこのように1つのタイプの泡消火を設けるケミカルタンカーを主体とするような規定に改正されている<sup>5)</sup>。ケミカルタンカーは、何れ、併用型泡が主流となるであろう。

(d) 消火として用いる以外に、泡装置は、次のように使用できる。

- (i) 激しい毒性または可燃性液体をこぼした場合、その表面に泡を放出すると蒸発をさまたげる方法として有効である。
- (ii) 輻射による入熱に対する有効な防熱効果が期待される。

③ 粉末消火

主として重炭酸ナトリウム（重炭酸カルシウム、リン酸アンモニウム等を使用する例もある）の粉末を高圧の窒素ガスと混合（消火剤/ガス≒1 kg/50l）して燃焼体に吹きつけて炎抑制作用によって消火するもので、可燃性液体あるいは液化ガスの火災に対して効果がある。粉末が固まる（ケーキング）のを防ぐため、ステアリン酸マグネシウム等が添加される。固定式粉末消火装置の一例を図7・4<sup>20)</sup>に示す。

粉末消火の特徴の1つとしては、冷却効果が殆どないことをあげることができる。このため、可燃性液体から蒸発するガスが再燃する危険性がある。したがって、粉末消火する場合は、水等で火面を冷却し、かつ酸素の供給をシャ断し得るように準備しておく必要がある。この

ため、IMCOガスコード<sup>13)</sup>では、可燃性貨物を運送する液化ガスタンカーに対しては、水噴霧装置と粉末消火装置の両方の設置を要求している。

また、通常の粉末消火は、泡を破壊（ステアリン酸金属塩の効果による）するため、泡消火と併用することはできないことにも注意すべきである。即ち、粉末消火が必要な貨物と泡消火が必要な貨物を同時に積載する計画がある場合、粉末消火剤は

泡を破壊しないタイプのものとする。

なお、粉末消火剤については、主管庁が適当と認めたものを使用することになっており、日本では、運輸省船舶局による「船舶等型式承認のための試験方法及び性能基準」に基づき認められたものとする必要がある。

米国のNFPA規格<sup>17)</sup>のNFPA No.17 (1975)では、次の4種類の粉末消火剤に分類し、それぞれの適合性を示している。

- (a) 炭酸水素ナトリウム (NaHCO<sub>3</sub>) ベースの粉末
- (b) カリウム塩ベースの粉末；炭酸水素カリウム (KHCO<sub>3</sub>)、塩化カリウム (KCl) および炭酸水素カリウム-尿素 (KC<sub>2</sub>N<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>3</sub>) をベースとするもの。
- (c) 多目的粉末；りん酸-水素アンモニウム (NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>；略称、第一りん安) または、これと同等効力のある物質をベースとするもの。
- (d) 泡と適合する粉末；前(a)ないし(c)の範疇であるが、泡を破壊せずに適合すると認められたもの。これは、実験結果により適合する泡消火剤と共にリストアップされる。

粉末消火は、上述のような特徴を有するので、その選定には注意を要する。選定上の注意事項は、7・2・5を参照のこと。

7・2・4 消火剤/消火装置の選定および使用

ケミカルタンカーの貨物タンク区域の消火剤および固定式消火装置は、IMCO規則VI章最低要件一覧（本稿、第2章、表2・9）に、貨物毎に指定されている。さらに、7・2・3(1)で述べたようにその他の化学品に対しては、主管庁の判断により標準型または耐アルコール型あるいは併用型泡消火装置が要求される。何れとするかは、貨物の水溶性によって判断することになるが、これは、付録 その他の化学品の主要特性一覧<sup>注)</sup>を参照され

注) 本連載の最後に付録として掲載予定

たい。

なお、今後は併用型泡消火が主体になるであろうことは、7・2・4(2)(c)で説明したとおりである。

規則上は、前述の要件に基づいて消火剤/消火装置を選定すればよい訳であるが、選定および使用上の主な注意事項についての補足を次に示す。

(1) 泡消火 (NFPA<sup>17)</sup>, No.11-1976による)

- (a) 泡消火は、原則として水より軽い液体の消火に使用されるが、さらに、泡の覆いでもって着火を防止するのにも使用できる。7・2・4(2)(d)に示す目的にも使用できる。
- (b) 水分を含むため、泡は通常の可燃物、木材、紙、ぼろきれ等の表面火災の消火にも使用できる。
- (c) 泡の使用制限は、次のとおりである。

- (i) 泡消火は、ブタン、ブタジエン、プロパン又は、その他の冷却液体のように常温より低い沸点を有するガス又は液化ガス火災には適さない。
- (ii) 流れている液体、例えば、過熱タンクからオーバーフローしている液体の消火には適さない。
- (iii) 泡消火は、金属ナトリウム、金属カリウム等のように水と激しく反応する材料の消火に使用してはならない。
- (iv) 泡は伝導体であるので電気火災には使用してはならない。
- (v) 水の沸点より高く熱せられた油、燃焼中のアスファルトまたは、その他の液体の消火に泡を用いる場合は、判断が必要である。比較的水分の少ない泡をこのような液体火災に低い速度で供給するのは、冷却効果があり、有効である。
- (vi) 泡と不適合な液または粉末媒体と一緒に使用してはならない。(7・2・4(3)参照)
- (vii) 標準泡は、水溶性液体または極性溶剤の火災には不適當である。特別な泡では、このような物質の火災に有効である。
- (viii) 泡原液メーカーから指示された有効期限が過ぎたものを使用してはならない。

(2) 固定式水噴霧 (NFPA<sup>17)</sup>, No.15-1973による)

- (a) 水噴霧しようとする場合は、対象物質の物理および化学的特性について注意深く調査し、その使用が適切であるか否かを定める。考慮すべき物質の特性としては、引火点、比重、粘度、混合および溶解性であり、さらに、水噴霧の温度および保護すべき危険物質の通常時の温度についても考慮する。
- (b) 水噴霧でシャ閉する物質が高温の物質または広い蒸留範囲を有する物質である場合に起こり得るスロップオーバーまたは泡立ちの危険性についても配慮する。

(c) アルコールのような水溶性物質については、特別の配慮が必要である。このような物質がこぼれた場合を含む火災は、通常、希釈によって消火されることになる。場合によっては、表面火災は適切な割合での供給およびシャ閉によって消火し得る。十分な資料が得られないかぎり、水溶性物質への水噴霧使用の適合性は、試験によって判断すべきである。

(d) 水に反応する物質への直接の水噴霧は避けるべきである。(例えば、金属ナトリウムや炭化カルシウムは過熱された蒸気の放射により危険反応または危険性の増加をもたらす、また、LNGのような冷却液化ガスでは水によって熱せられることにより激しく蒸発する<sup>注</sup>)

(3) 固定式粉末消火 (NFPA<sup>17)</sup>, No.17-1975による)

- (a) 次に示すような火災時の粉末消火の使用は、適切と考えられる。
  - (i) 引火または可燃性液体および可燃性ガス。ただし、引火性液体または可燃性ガスの制御できない放出における消火に使用すると引続く爆発の危険を招くことがあるので注意する。
  - (ii) 火災時に熔融する固体 (例、ナフタリン、ピッチ等の可燃性固体)
  - (iii) 移送または積荷中に漏えいした引火性液体、可燃性液体または可燃性ガス
  - (iv) 変圧器または油回路ブレーカのような電氣的火災
  - (v) その他；平滑面の織物、木材、紙、布などの表面火災。台所のフード、ダクト、レンジ、平油なべの火災。ある種のプラスチック火災。
- (b) 次に示すような火災では、粉末消火の使用は適当でない。

- (i) ニトロセルローズのように酸素を発生する化学品の火災
- (ii) カリウム、ナトリウム、マグネシウム等のような可燃性金属の火災。ただし、国家的試験機関結果により認められた粉末消火装置は使用できる。
- (iii) 深い穴の中の火災等では、多目的粉末消火は、燃焼源に粉末が届かないので不適當。

(c) 電気設備または繊細な電気リレーの保護に粉末消火を使用する場合は、使用後の粉末残渣の影響について考慮しておくべきである。

(d) 多目的粉末は、繊細な電気設備のような機器には、温度が250°Fを超えたり、あるいは相対湿度が50%を超えたりすると、残渣の除去が困難なので適切ではない。

注) 甲板上に少量こぼれたLNGなどを洗いながしたり、蒸発させたりするには、有効である。

(e) 放出した粉末は、湿度の存在する材料の表面の汚れまたは腐食を最小にする為、適切に清掃すること。

### 7・2・6 各種固定式消火設備の要件

貨物タンク区域における水噴霧、泡および粉末固定消火設備の現行の設計要件（本節の最初にことわったように、今後、IMCOでさらに改正、あるいは詳細規定が定められる可能性あり）を次に示す<sup>12)</sup>。

#### (1) 固定式水噴霧装置

IMCOガスコード<sup>13)</sup>の関連規定を準用する<sup>12)</sup>。これをケミカルタンカーに適用すると次のようになる。

#### (a) 散水対象区域

- (i) 暴露したタンクドームおよび暴露した貨物タンク頂板（甲板）
- (ii) 甲板上に暴露した貨物の格納容器
- (iii) 貨物の液または貨物蒸気用マニホールドおよびこれらの制御弁が設けられている区域、および特に重要な制御弁が設けられている他の区域。これらは、設けられているドリフトレイの面積以上を対象とすること。

#### (b) 容量

- (i) 水平投影面；10ℓ/m<sup>2</sup>/min
- (ii) 垂直投影面；4ℓ/m<sup>2</sup>/min。局部からの予想流量を考慮してよい。
- (iii) ポンプ；全ての対象面積に同時に前(i)および(ii)の水を供給できること。消火主管装置の規定流量の水と同時に供給できる能力があれば、主消火ポンプと兼用して可。また主管庁が認めた場合、通常時、他の目的に使用する給水ポンプ（衛生ポンプ、バラストポンプ、ビルジポンプ又は雑用水ポンプ）との兼用可。

#### (c) 配置

- (i) 水噴霧主管には、管に損傷を生じた場合、当該部に水が流入することのないように適当な間隔で止め弁を設ける。
- (ii) 操作装置を貨物タンク区域の後方に設ける場合、個々に操作できる別個の装置（個別装置）として可。1つの個別装置は、当該区域を含む船舶の横方向のタンク群の全てを対象とするものとする。
- (iii) 消火主管と水噴霧主管を連結する場合、連結部は、貨物タンク区域外とし、止め弁を設ける。

#### (d) 構造

管、弁およびノズル、並びにその他の付属品は、海水による腐食に耐え、かつ、亜鉛メッキ鋼管のように火災にも耐えるものとする。

#### (2) 固定式泡消火装置

一般タンカーの泡消火の関連規定<sup>10)</sup>を準用する。ただし、貨物に適した消火剤および供給量のものとする必要があることは、7・2・4(2)で述べたとおりである。一般タンカーの泡消火装置の配置および構造に関する要件は、よく知られている<sup>10)</sup>とおりであり、ケミカルタンカーに対しては大きな相異はないが、泡の供給量については異なる。表7・4にその基準を示す。今後は、1種類の泡原液の装置を備える場合は、基本的な蛋白質系ではなく、かつ、積載予定貨物の全てに適するものとし、表7・4に示す要件に適合させる必要がある。

#### (3) 固定式粉末消火装置

IMCOガスコード<sup>13)</sup>の関連規定を準用する<sup>12)</sup>。また、IMCOで検討されている規則案<sup>2)</sup>もほぼ同様である。これらによる基準をまとめると表7・5のようになる。

IMCO規則VI章最低要件一覧(i)欄（表2・9の(i)欄と同じ）に最適の消火剤として、ある物質に対して“D”として掲げられる。この消火剤は、これらの特定貨物の運送に従事する船舶に装備する固定装置を考慮するための指針として示される。

#### (4) ケミカルタンカーの火災安全設備一般

IMCO規則（第9回改正）<sup>9)</sup> III章E 3.13 火災安全設備（3.13.1および3.13.2）を参考までに次に掲げておく。この基準によると、ケミカルタンカーの貨物ポンプ室の消火装置としては、鎮火性ガス装置が主として考えられている。

#### “3.13 火災安全設備

3.13.1 規則の対象となる全ての船舶は、その大きさの如何に拘らず、1974年 SOLAS<sup>10)</sup> II - 2章第52, 56, 57, 58及び59規則の規定によらなければならない。ただし、積載予定貨物が火災危険性、あるいは毒または腐食吸収危険性がない場合、主管庁の判断により、これらの規定の適用を免除することができる。

(a) 74 SOLAS II - 2章第2規則による炭酸ガス消火装置。この消火装置は、静電気による発火の危険性を考慮して、消火にのみ使用し、かつ、インナーテイングの目的には使用してはならない旨の注意を操作場所に明示すること。本規定の適用に関しては、貨物ポンプ室は、A類機関区域と見做した装置を設けること。但し、全ての場合、貯蔵すべきガス量は、開放状態でポンプ室の容積の45%以上とする。あるいは、

(b) 機関区域に関する推奨基準<sup>註)</sup>として定めるハロゲン炭化水素消火装置は、ポンプ室の容積に対し

表7・4 甲板泡消火に関する基準

項 目	標準型泡 (74 SOLAS <sup>10)</sup> )	耐アルコール型泡 (JG/NK基準 <sup>12)</sup> )	併用型泡 (IMCO規則 <sup>*1</sup> )	
泡 原 液	主管庁承認 (JG検査心得5-2) 附属書I またはII	主管庁承認 (JG検査心得5-2) 附属書III	積載予定貨物の全て に対して主管庁が適 当と認めるもの	
配 置	貨物タンク区域全体および甲板が破壊している何れの貨物タンクにも泡 を供給し得るもので、貨物タンク区域外の居住区域に隣接し、かつ、貨物 タンク区域火災時に容易に近づき得る区域で主制御できるものとする。			
泡 供 給 量	(i) 貨物タンク区域甲板面積	0.6 l/min/m <sup>2</sup> 以上	0.84 l/min/m <sup>2</sup> 以上	2 l/min/m <sup>2</sup> 以上
	(ii) タンク水平横断面積 <sup>*2</sup>	6 l/min/m <sup>2</sup> 以上	8.4 l/min/m <sup>2</sup> 以上	20 l/min/m <sup>2</sup> 以上
	(iii) 最大のモニターで保護する面 積	—	—	10 l/min/m <sup>2</sup> 以上、 または <sup>*3</sup> 1250 l/min/モニター 以上
	(iv) 泡供給総量、前(i)ないし (iii)のうち、何れか大きい方に 対して	20分以上	20分以上	30分以上
モ ニ タ ー	泡 放 出 能 力	必要総量の50%以上		
	1 個 当 た り の 放 出 能 力	保護面積に対する必要量の3倍以上		—
	モ ン イ タ ー の 保 護 す る 面 積	モニターの前方のみとし、静止大気状態での放出距離の75%以下とする。		
ア プ リ ケ ー タ ー	構 造 / 配 置	消火作業に際して操作の自在性を与えるもので、かつ、モニターからし ゃ閉された面積を保護できるものとする。		
	数 / 配 置	—	—	4 個以上、かつ、少な くとも2個のアプリケ ータが貨物タンク区域 の如何なる部分でも保 護できること。
	泡 放 出 能 力	—	—	15m 以上の 放出距離 で、かつ、400 l/min 以上
継 手	モニターおよびアプリケーションのホース用継手は、船尾楼または船尾甲板 室前端的貨物タンク区域に面する船舶の両舷に設置すること。			
弁	泡主管および消火主管(泡装置の一部となる場合)の何れにも各モニ ター設置位置のすぐ前方に損傷を受けたこれらの主管を隔離するための弁 を設けること。			
水 の 供 給	甲板泡装置が要求された放出量において作動している場合、同時に、消 火主管装置で要求される圧力および数の射水ができること。			

注) \*1 IMCO A212 (VII), 第9回改正による。

\*2 最大水平横断面積を有する貨物タンク

\*3 載貨重量4000トン未満の船舶では主管庁が適当と認めるところによる。

表7・5 固定式粉末消火装置に関する規定

項 目	JG/NK基準 <sup>12)</sup> (IMCOガスコード準用)	IMCO案 <sup>2)</sup>	備 考
消 火 剤	使用目的に対して適当と主管庁が認めたもの。	貨物に適し、かつ、甲板上貯蔵に適すると主管庁が認めたもの*。	* 泡消火と共に設ける場合、泡にも適合すること。
消火剤の 格納装置	2組以上の自己内蔵型粉末消火装置*を設ける。ただし、主管庁が認めた場合、1組でよい。	(1) 制御区域として防火構造上認められ、かつ、貨物タンク区域外の開放甲板から容易に交通できる区域に1基以上の格納容器を設置。 または、 (2) 船長方向に20mを超えない間隔で配置した自己内蔵型粉末消火装置* 手動ホースを有する場合、モニターの個所に設ける。	* 付属操作装置、加圧用固定配管モニター/手動ホースを含むもの。
配 置	少なくとも2個の手動ホース、またはモニターと手動ホースの組合わせて貨物管装置を含む暴露甲板上の貨物タンク区域の全てに粉末を供給できるもの。  貨物マニホールドはモニター*で保護。貨物タンク区域後端に1個以上の手動ホースまたはモニター。	—	* 手動および遠隔の何れでも作動するものとする。
粉末供給方法	専用で、かつ、粉末容器に隣接して貯蔵されたN <sub>2</sub> のようなイナートガスで粉末を放射するもの。		
操 作	装置は、ホース貯蔵用リールまたはモニターの位置で操作できること。	同左。さらに、粉末放出までの時間は30秒以内。	
装置の詳細	(1) 2組以上のモニターまたは手動ホースあるいはこれらの組合わせは、それぞれ粉末消火剤容器の位置まで分岐管を用いた独立配管とする* <sup>1)</sup> 。 (2) 2本以上の管が1つのユニットに設けられている場合、何れかの、または全てのモニター/手動ホースは、同時にまたは順次に規定の容量で作動すること。 (3) モニターの能力は、10kg/秒以上。 (4) 手動ホースは、1人の人間で操作可能な3.5kg/秒以上の能力でよじれにくく、かつ、始動/停止の操作ができるノズルを有すること。手動ホースの長さは33m以下とする。 (5) 粉末貯蔵容器と手動ホース/モニター間を固定配管とする場合、その長さは装置を連続または断続している間、粉末の流動状態を保つことができ、かつ、装置が停止した場合、粉末をバージし得るものとする。 (6) 手動ホースおよびノズルは、耐風雨性のものとするか、または耐風雨性の囲いあるいはカバーを設けて容易に近づけるように装置する* <sup>2)</sup> 。		* <sup>1)</sup> 主管庁が適当と認めた代替措置を有する場合は、この限りでない。  * <sup>2)</sup> IMCO案 <sup>2)</sup> では、さらに、ホース/ノズルを設置する区画は、粉末供給N <sub>2</sub> ボトル格納区画と別個のものとする旨の規定あり。
容 量 な ど	(1) 全てのモニター/手動ホースが45秒以上放出可能な粉末を有すること。 (2) 固定式モニターによる保護範囲； モニター能力 (kg/秒)； 10            25            45 最大距離 (m)； 10            30            40 (3) 手動ホースは、ホースの長さに等しい保護範囲の最大有効距離を有すると見做す。 (4) 保護区域がモニター/ホースリールよりも高い位置の場合は、特別に配慮すること。		



て次に示す値以上のものを使用できる。

ハロン1301	7%
ハロン1211	5.5%
ハロン2402	0.3kg/m <sup>3</sup>

静電気による発火の危険性を考慮して、この装置は、消火にのみ使用し、かつ、イナートイングの目的では使用してはならない旨の注意を装置の操作場所に明示すること。特殊な貨物の運送に従事する船舶のポンプ室については、主管庁の適当と認めるところによる。

3.13.2 高圧水噴霧装置または泡装置の何れかによる消火装置は、炭酸ガスまたはハロゲン炭化水素消火が積載予定貨物に適切でないことが主管庁によって認められた場合、貨物ポンプ室用として使用してよい、危険化学品を運送するための船舶の適合証書には、この条件を記載しておかなければならない。”

### 7・2・7 消防員装具

消防員装具は、74 SOLAS II-2 章第52規則(i)および関連規定による。注意すべきは、ケミカルタンカーでは、船舶の大きさの如何に拘わらず(即ち、500 総トン未満でも)74 SOLAS の規定適用が最低要件となっていることである。詳細は、第8章を参照のこと。

## 7・3 防 爆

### 7・3・1 ケミカルタンカーの防爆

防火および消火と同じように、ケミカルタンカーの防爆に関する基本的要件は、一般油タンカーと特に変わるところがない。一般油タンカーの防爆に関しては、関連規則または基準<sup>21)22)</sup>あるいは便覧<sup>23)</sup>に詳述されているので参照されたい。

本節では、ケミカルタンカー特有の防爆に関する注意事項について説明する。なお、電氣的危険区域または場所については、すでに、図2・5、表2・7、3・3・6 および4・3・4 で説明済みである。さらに、可燃性液体の危険性に関しても4・2・2 に詳述している。これらも合わせて参照されたい。

### 7・3・2 危険区域の電気設備に関する要件

本項で使用される危険区域に関する用語は、3・3・6 (2) に示すものを用いる。

ケミカルタンカーの危険区域の電気設備に関する要件

注) MSC XXXV III/22, Annex V による

を次に示すが、これは、IMCO規則<sup>2)</sup>では、詳細が定められていないので、同規則適用船に対するNKの補足規定<sup>24)</sup>である。

#### (1) 配 線

危険区域(場所)のケーブルは、次の(a)ないし(c)の何れかとする。ただし、ケーブルのがい装または金属シースが腐食するおそれのある場合には、がい装または金属シースの上にインパーピラスシースを施し、これを保護する。

- (a) 鉛シースがい装のもの
- (b) 無機絶縁金属シースのもの
- (c) インパーピラスシースがい装のもの

貨物の液または蒸気にさらされる区域に布設するケーブルは、積載予定貨物によって侵食されたり、温度および圧力によって損傷を受けたりするおそれのないものとする。造船所、船主等は、積載予定貨物のリストをメーカーに提示して、貨物との適合性に関する資料をメーカーから提出してもらい必要がある。また、IMCO規則<sup>2)</sup>による使用禁止材料にも注意を払うのを忘れないようにする。

#### (2) 危険区域の電気設備

(a) 危険区域(3・3・6(2) に示す区域、場所等)には、電気設備を設けないことが、原則である。しかし、必要上、設ける場合の注意事項は、本項(7・3・2) に示すとおりである。

(b) 防爆形機器は、主管庁または船級協会が定める関連規定(鋼船規則<sup>21)</sup>ではH編9章)に適合するものであり、かつ、貨物蒸気の雰囲気内での使用に対して安全性が確認されているものとする。

(c) 電気式の計測、監視、制御および通信用の機器は、本質安全防爆形のものとする。

(d) 携帯灯は、電池自蔵の本質安全防爆形または耐圧防爆形のものとする。或いは、内部加圧外被を有する空気駆動式のものとする。

#### (e) 本質安全防爆形電気機器

21) 日本海事協会、鋼船規則集H編9章および21章および同検査要領H9およびH21、昭和54年版

22) IEC, Publication No. 92-5, Chapter XX; Tanker 1972.

23) 船用機関学会、船用電気工学便覧、海文堂

24) NK, Part S Ships Carrying Dangerous Chemicals, 1977. (英和併記版)

25) 造研、研究資料 No. 56R (昭和52年), No. 68R (昭和53年) および No. 78R (昭和54年)

すべての危険区域に設けることができる。

(3) 電気設備の設置制限

前(2)で説明したように危険区域には、電気設備を設けないのを原則とするが、必要上、設ける場合は、本質安全形防爆機器を除き、危険区域の種類に応じて次に示すところにより防爆形電気機器を設けてよい。

(a) 貨物タンク

タンク内にサブマージド型貨物ポンプ用電動機およびその給電ケーブルを設けることができる。ただし、この条件としては、IMCOガスコード<sup>13)</sup> 10.2.2に定める要件(あらゆる状態でタンク内が非爆発雰囲気を保たれること)を満足させる必要がある。

ケミカルタンカーで電動サブマージド型ポンプを備えた例はないので、詳細説明は省略する。必要な場合は、IMCOガスコードおよびその条文解釈<sup>25)</sup>を参照のこと。

(b) 貨物タンクに隣接する区域; コフファダム, トランク等の3・3・6(2)(b)または(d)に示す区域。

(i) 電気式の測深装置, ログ装置および外部電源式陰極防食装置の電極を設けてもよい。これらの装置は、貨物タンクに隣接しないガス密の囲いの中に設ける。これらのケーブルは、防食処理を施したガス密の厚肉鋼管内に布設して主甲板まで導く。

(ii) やむを得ず、前の装置以外のケーブルを通過し布設する場合は、防食処理を施したガス密の厚肉鋼管内に布設する。

(c) 貨物ポンプ

前(b)の装置のほか、耐厚防爆形の電灯を設けてもよい。電灯の回路は少なくとも2組とし、多極連け式の制御スイッチを安全区域に備える。

(d) 貨物タンク区域の前後または上部に隣接する閉鎖または半閉鎖区域; 3・3・6(2)(d)および(e)に示す区域

(i) 耐圧防爆形の電灯を設けてもよい。

(ii) 固定式強制機械通風が設けられている場合には、他の耐圧防爆形電気機器を設けてもよい。

(iii) ケーブルを通過させて布設してよい。前(1)参照。さらに、このケーブルは機械的損傷から適当に保護する。

(e) 貨物用管または貨物ホースを取付けるか、或いは格納する区域

(i) 通常の手操作, 保守, 点検, 監視等のため、照明設備が必要な場合は、適当な通風装置(固定式機械式通風)を設けることを条件として、耐圧防爆形の電灯を設けることができる。

(ii) 前(b)(ii)の規定に従ってケーブルを設けてもよ

い。

(f) 貨物タンク区域内の開放甲板上の危険区域; 3・3・6(2)(g)および(h), 並びに3・3・6(3)に示す区域

(i) 耐圧防爆形の電気機器を設けてもよい。

(ii) ケーブルを通過して設けてもよい。この場合、3・3・6(2)(g)または3・3・6(3)に示す貨物開口から3 mまたは4.5 m以内には、ケーブルの伸縮部を設けないのを原則とする。

(g) 各種危険区域に直接開口がある閉鎖または半閉鎖区域をそれぞれの危険区域と同等の危険区域として電気設備の設置要件を定める。

(3) 接地

独立型貨物タンクおよびその他の帯電するおそれのある貨物管系統並びに貨物用機器は、電氣的に船体に接地する。

7・3・3 個々の貨物についての電気設備要件

(1) 防爆が要求される貨物

IMCO規則最低要件一覧(f)(表2・9(f)欄)に防爆と記載されているものについて、前(1)ないし(3)に定める要件が適用される。これは、基本的には引火点が60℃未満の可燃性液体がリストアップされて防爆規定が適用されるものである。

(2) 危険範囲拡張が要求される貨物

高度の引火危険性のある貨物に対する危険範囲の拡張については、個々の規則で定められる。JK/NKの基準<sup>12)</sup>は、3・3・6(3), 表3・8および4・3・4で説明したとおりである。

(3) 不燃性貨物の防爆

貨物の化学反応で発生する可燃性蒸気(水素)を考慮した防爆規定は、IMCO規則最低要件一覧(表2・9参照)の欄に4・8或いは4・8・5と指示されている貨物に対して要求される。3・3・6(4)および表3・8を参照のこと。

(4) 二硫化炭素

二硫化炭素は、自然発火温度が低いこと(100℃)および火焰逸走限界が狭いこと(表4・9参照)の理由により、一般の防爆形電気設備に対するものより厳しい安全措置が要求される<sup>22,24)</sup>。即ち、危険区域内に一般の防爆要件に適合する電気設備を設置することは禁止され、次のような要件が追加されている<sup>22,24)</sup>。

(a) サブマージドポンプを設ける場合は、駆動モーターがタンク内部空隙部の二硫化炭素蒸気の発火源になる前にモーターを非課電化するように電氣的にインタロックを設ける。なお、二硫化炭素の場合は、サブマージトボ

ンプ又はディーブウエルポンプのみの設置が認められ貨物タンク外のポンプ室等にポンプを設けることは、禁じられている。

(b) 防爆型機器は、二硫化炭素の蒸気中での使用するのに適したものとする。(二硫化炭素は爆発等級3/発火度5に分類される)

(c) 貨物タンク区域内の全ての電気機器は、全閉構造のものとし、かつ、使用状態において外被の表面温度が80℃を超えないものとする。

(d) 危険区域にケーブルを布設する場合は、ガス密の厚肉鋼管内に布設するのを原則とする。

#### (5) ジエチルエーテル

エチルエーテルともいわれるこの貨物では、7・3・2および前(2)に示す防爆上の要件のほか、次の事項にも注意する。

(a) 防爆形機器は、ジエチルエーテルの蒸気中での使用に適するものとする。(ジエチルエーテルは爆発等級は1であるが発火度は4に分類される。尚、液化ガスタンカーの対象貨物となるアセトアルデヒドも同様の発火度に分類される。)

(b) 貨物タンク内の全ての電気機器は、全閉構造のものとし、且つ、使用状態において外被の表面温度が130℃を超えないものとする。

(c) 危険区域内にケーブルを布設する場合は、ガス密の厚肉鋼管内に布設するのを原則とする。

(d) 承認された固定式照明器具を除き、貨物タンクに隣接する閉囲区域には、電気設備を設けてはならない。

### 7・3・4 防爆形電気機器

船舶で使用される防爆形電気機器の種類は、一般的に次の4種類である。

本質安全防爆形電気機器

耐圧防爆形電気機器

安全増防爆形電気機器

内圧防爆形電気機器

しかし、引火点60℃未満の可燃性液体を運送するタンカー(一般の油タンカー、ケミカルタンカーおよび液化ガスタンカー)の危険区域では、原則として本質安全または耐圧防爆形のみが認められる。これらの構造および要件については、関連の規則<sup>21)</sup><sup>22)</sup>または便覧<sup>23)</sup>を参照のこと。

ケミカルタンカーでの使用上の主な注意事項を掲げると次のとおりである。

(1) 防爆構造の構成材料は、設置場所の環境条件および貨物蒸気に対し、電気的、機械的および化学的に十分

な抵抗力を有するものでなければならぬ旨の規定<sup>21)</sup>が定められているが、さらに、IMCO規則4.12の使用禁止材料の規定を忘れないようにする。これらの使用禁止材料は、貨物またはその蒸気に接触する可能性のあるものに使用してはならないことになっている。例えば、タンク内に設ける温度、液面検出端、その他の材料は、これに該当する。ケミカルタンカーの防爆形電気機器の注文仕様書には、積載予定貨物リスト(表3・1に示すようなもの)を添付しておくべきである。

(2) 防爆形電気機器だからといって全ての危険区域に設置が認められる訳ではない。防爆構造の種類とその設置可能区域について十分な配慮を払うこと。本件については、7・3・2および7・3・3に示してあるが、参考までにケミカルタンカーでの例を表7・6に示す。

(3) タンカー等の防爆形電気機器として一般的に認められているものは、表7・7<sup>24)</sup>に示すようにJISC0903(電気機器の一般用防爆構造規則)の発火度G3/爆発等級2に分類される(4・2・2の表4・9を参照のこと)爆発性ガスまたは蒸気中での使用に適するものである。ケミカルタンカーでの防爆形電気機器の選定にあたっては、貨物対象品の中に特に高度の爆発危険性を有するものがある場合、その貨物ガスまたは蒸気中での使用が認められたものとする必要がある。例えばジエチルエーテル(エチルエーテルともいわれる)では、表4・9から明らかのように、発火度G4/爆発等級2として認められたもの、二硫化炭素の場合は、前7・3・3(4)および発火度G5/爆発等級3として認められたものを使用することになる。防爆性能の等級の表示は、例えば、 $d_2G_3$ とあれば、爆発等級2/発火度G3の分類の爆発性ガスに適合すると認められた耐圧防爆形を意味し、 $i_2G_3$ とあれば、同じ分類での爆発性ガスに対して本質安全形として認められたものを意味する。また、 $i_3G_5$ と表示されているものは、爆発等級3/発火度G5の分類の全ての爆発性ガスに適合すると認められた本質安全防爆形電気機器を意味する。

(4) 本質安全防爆形電気機器の認定にあたっては、前(4)即ち表4・9とは別の分類による場合(英国<sup>27)</sup>、米国<sup>28)</sup>)もある。この分類を表7・8に示す。

表7・8(a)では、2aから2fの順に最小点火電流が小さ

26) 山田、本質安全防爆形電気設備について、日本海事協会誌

27) BS 1259 Intrinsically Safe Electrical Apparatus and Circuit

28) USCG, CFR 46, Part 111.80-5, 1979

表7・6 防爆形電気機器の種類例

防爆構造の種類	NK関連規則 <sup>21)</sup> 条番号	機器の例	設置可能区域の例
本質安全防爆構造機器	H. 9.1 H. 9.2.3 H. 21.3.1-3 H. 21.3.2	各種の計測、監視、遠隔制御及び通信伝達装置 (液位、温度、圧力の計測及び警報、ひずみ計測、弁開度指示発信器、電磁弁、トランシーバー等)	全ての区域に設置可能
耐圧防爆構造機器 (d <sub>2</sub> G <sub>3</sub> 以上)	H. 9.1 H. 9.2.1 H. 21.3.1-2 H. 21.3.3 ないし12	ディーゼルポンプ駆動用電動機	暴露甲板上の危険区域
		貨物ポンプ室及び他の危険区域の通風ファン駆動用電動機	通風ダクト外の暴露した危険区域
		天井燈、隔壁燈	原則としてタンク内及びコファダムを除く全ての区域に設置可能
		携帯電燈(電池自蔵式)	
(耐圧防爆構造の電動機は、貨物ポンプ室又は危険区域となる) (コファダム、通風ダクト内等の閉鎖された区画では使用禁止)			
安全増防爆構造機器	H. 9.1 H. 9.2.2 H. 21.3.1 H. 21.3.8	電燈(NK承認品なし)	原則として暴露部の危険区域及びP/R等の直上閉鎖区域で使用できる可能性があるが、1隻毎に承認要。但し、実績なし。
		電動機	ケミカルタンカーでの使用実績なし。液化ガスタンカーの再液化冷凍機室、圧縮機室に隣接した電動機室(安全区域)に使用されることがある。
内圧防爆構造機器	H. 9.1 H. 9.2.4 H. 21.3.8	NK承認機器なし	原則として、暴露部の危険区域及びP/R等の直上の閉鎖区域で使用できる可能性があるが、1隻毎に承認要。但し、実績なし。
その他	H. 21.3.1 H. 21.3.3 ないし7	加圧外被を持つ空気駆動式の電燈	貨物タンク内及びコファダムを除く全ての個所に設置可能である。ケミカルタンカーでの使用例はないが一般油タンカーでは使用実績がある。

注) 二硫化炭素及びジエチルエーテルを積載するケミカルタンカーでは、7・3・3 (4)及び(5)に記載した特別要件が追加される。又、腐食性物質を積載する場合、積載するタンクに隣接する空所(貨物ポンプ室を除く)には、原則として一切の電気設備の設置を認めていないが、止むを得ず設置する場合には、水素級で合格した本質安全防爆構造又は、耐圧防爆構造のものを認めることがある。

表7・7 防爆構造ガスの分類記号

爆発等級	1	記号 1
	2	2
	3	3 n (爆発等級3の全てのガス)
		3 a (水性ガスおよび水素ガス)
3 b (二硫化炭素)		
	3 c (アセチレン)	
発火度	G 1	記号 G 1
	G 2	G 2
	G 3	G 3
	G 4	G 4
	G 5	G 5

注) 4・2・2 の表 4・9 も合わせて参照のこと

くなる。表7・8(b)は、概ね、最小発火エネルギー (4・2・2 (3)参照) の小さな順に分類されている。日本では、前(4)に示したような分類で表示されているが、外国では、このように異なる分類で爆発性ガスとの防爆上の適合が示されるので注意する必要がある。ここで、最小点火電流 (または最小点火電圧) とは、点火火花発生装置を用いて、点火電流 (または電圧) を測定して求めた最小点火電流である。

7・3・5 本質安全形電気機器の設置

ケミカルタンカーの貨物タンク等には、液面指示装置、液面警報、温度検知、圧力計測等の各種計測監視装置、あるいは各種の制御装置が、一般の油タンカーに比べて取付けられる例が多い。これらの電気設備は、全て本質安全形機器である。

表7・8 防爆形機器の爆発性ガスの分類

(a) B S 1259 (本質安全防爆機器)

分類記号	ガスの種類	試験するガスの種類と濃度	用途
1	メタン	メタン 8.3%	炭坑用
2 a	アンモニヤ		一般用
2 b	(将来のため保留)		〃
2 c	ペンタン, ベンゼン, 石油類ほか99種	ペンタン 8.9%	〃
2 d	エチレン, ほか15種	エチレン 7.8%	〃
2 e	水素, 水性ガス, 都市ガス, コークス炉ガス	水素 22%	〃
2 f	二硫化炭素, アセチレン		〃

(b) U S C G , C F R 46 , § 111.80-5 (a) (7); 防爆形電気機器

グループ	ガスの種類
A	アセチレン
B	ブタジエン, エチレンオキシド, 水素, 製造ガス (水素を容積比で30%を超えて含むもの), プロピレンオキシド (酸化プロピレン)
C	アセトアルデヒド, シクロプロパン, ジエチルエーテル, エチレン, イソブレン, 非対称ジメチルヒドラジン
D	アセトン, アクリルニトリル, アンモニヤ, ベンゼン, ブタン, ブチルアルコール, 2-ブタノール, n-ブチルアセテート, イソブチルアセテート, エタン, エタノール, エチルアセテート, 塩化ジエチレン, ガソリン, ヘブタン, ヘキサン, メタノール, 3-メチル-1-ブタノール, メチルエチルケトン, 2-メチル-1-プロパノール, 2-メチル-2-プロパノール, 石油ナフサ, オクタン, ペンタン類, 1-ペンタノール, プロパン, 1-プロパノール, プロピレン, スチレン, トルエン, ビニルアセテート, 塩化ビニール, キシレン類
E	金属粉じん (アルミニウム, マグネシウム等)
F	カーボンブラック, 石炭, コルク粉じん
G	花粉, でんぶん, 穀物粉

表7・9 制御盤内の機器の設置および配線

No.	回路の種類	機器の構造および配置	盤内配線
1	異質の本質安全回路相互間	絶縁距離、離隔距離、接続端子間の距離は十分とること。	互いに分離して配線するか、多心線または束ねて配線する場合は、互いにシールド線によってしゃへいする。
2	異質の本質安全回路と非本質安全回路相互間	両回路の機器は、それぞれ単独に配置するか、または、その間に接地した金属隔離板を設けること。	同上
3	異質の非本質安全回路相互間	同上	同上
4	一般回路と非本質安全回路の相互間	同上	別々のダクト内に配線するか、ダクト内に隔離板を置いて分離配線する。または、電路を分けて別々に配線する。
5	一般回路と本質安全回路の相互間	同上	同上

この設置上の注意は、一般の油タンカーと同じであるが、設置する例が多いので、次に設置上の注意事項を掲げておく<sup>26)</sup>。

(1) 機器の配置

本質安全形機器は、使用電圧／電流が極めて小さく、例え火花やアークが発生しても発火源となり得ないような性能／構造の要件を満足し、かつ、点火試験によってその安全性が確認されたものであるから、そのままの構成／使用条件にしたがって使用されなければならない。したがって、船内に装備する場合、ほかの電気装置の一部として組込んだり、ほかの電気回路を導入したり、また勝手に内部の構成部品および配線を変えたりすることは、混触あるいは誘導をうけて本質安全性が失なわれるおそれがあるので避けなければならない。一般に本質安全防爆形機器は、単独で使用されることは少なく、他の本質安全形機器あるいは一般機器と組合わされて併置されることが多い。たとえば、油タンカーの荷役制御関係コンソール内には、ソレノイドバルブ装置、荷油弁開度指示装置およびその開閉装置が、それぞれ電源を異にした単独の本質安全機器として組込まれ、さらに、表示灯、油圧機器の制御回路、その他計器類など各種の電圧をもった一般の機器が収納されている。これら、異質の本質安全機器の間および本質安全機器と一般機器の間の配線・配置については、それぞれの本質安全形機器の本質安全性を保持するために、細心の注意を払って、実施されなければならない。このように各種の機器が組込まれた制御盤内の配線配置上の注意すべき点を表7・9に示す。

(2) ケーブルの布設と接続

本質安全形機器の制御システムに接続される機器は、安全区域および危険区域を問わず各所に置かれることが多い。例えば、荷役制御関係の機器本体、検

出器、遠隔指示計などがそれぞれ場所を異にしておかれたり、また電話機のように各所の通話を行なうようなシステムでは、船内のすべての場所に設置される。本質安全形機器で危険区域に設置される本質安全回路は、システムに接続されるすべての回路が、他の回路からの混触、誘導（静電的、電磁的）を受けていない状態で本質安全性が評価されているので他からの影響があってはならない。したがって、本質安全形機器から出る本質安全回路と非本質安全回路の布設ケーブルは、船内のすべての場所において、他の電気装置のケーブルから影響を受けないよう配置しなければならない。この具体的方法の例を次に示す。

(a) 本質安全形機器の回路相互間；本質安全回路相互間が混触しても本質安全性が失なわれない回路の場合は、同一多心ケーブルに納めてもよい。また、非本質安全回路と本質安全回路を同一多心ケーブルに納める場合は、本質安全回路側を確実に接地したシールド線によってしゃへいするか、別々のがい装ケーブルで布設する。この場合は、同一パイプ、同一ダクトに入れてもよい。（図7・5参照）

(b) 異質の本質安全回路相互間；いくつかの本質安全形機器の本質安全回路を同一の多心ケーブルに納める場合は、それぞれの本質安全形機器ごとに線心をシールドするか、または別々のがい装ケーブルを使用する。この場

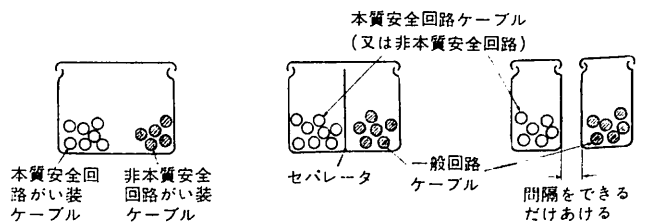


図7・5 ダクト内のケーブル布設要領例

- 合、同一パイプ、同一ダクトに納めてもよい。
- (c) 異質の本質安全回路と非本質安全回路相互間；前(a)の本質安全回路の場合と同じでよい。
  - (d) 一般回路と本質安全回路（または非本質安全回路）；同一パイプまたは同一ダクトに納めてはならない。やむをえず、同一ダクトに納める場合は、両回路のケーブルを分けて中間に接地した金属製隔離板（セパレータ）を設けて、なるべく離すようにする。（図7・5 BおよびC参照）
  - (e) ケーブルの接続；本質安全形機器の非本質安全回路または本質安全回路のケーブルを途中で、接続箱を用いて接続するような場合には、接続箱の見やすい位置に、他の回路のケーブルが接続されないよう、取扱上の注意名板を貼ることが望ましい。また、名板には本質安全機器であることを明記しなければならない。

③ 機器およびそのケーブルの取扱い上の注意

一般に電気設備は、船内に装備されてから、実際に運用されるようになると、機器の調整、修理あるいは改造などを行なう必要が生ずる。本質安全形機器の場合は、他の電気機器と違い、もしこのような作業が誤って行なわれると、危険区域に接続される本質安全回路の機器の安全性が失なわれるおそれがある。このために、本質安全形機器には、本体の見やすい位置に「機器の構成部

- 品、配線などの変更、改造などを行なってはならない」旨の注意名板を貼ることになっている。また、危険区域の機器（検出器など）への接続端子には、「本質安全回路」である旨の表示も行なわれている。本質安全形機器の本体、すなわち、電源部、調整部、制御部などは、安全区域に設置されるのが普通であるので、とかく、「防爆」という観念がうすれることがあり、注意を要する。また安全区域内に布設される本質安全回路および非本質安全回路のケーブルについても同様のことがいえる。以上のことから、特に注意すべき事項を次に掲げてみる。
- (a) 本質安全機器の本体に貼り付けた注意名板および表示事項を厳守すること。
  - (b) 予備品の交換は、製造者の取扱説明書および注意名板の指示に従って実施すること。
  - (c) 構成部品、配線の変更、または改造の必要がでた場合は、原則として、製造者にまかせること。やむを得ない場合には、製造者の指示を受けて実施すること。
  - (d) 本質安全機器に接続されるケーブル（本質安全および非本質安全回路）の損傷などで、ケーブルの張替え、または接続箱を設ける場合には、ケーブルの種類、大きさ、布設位置、布設方法など従来のもものと全く同一としなければならない。なお、接続箱は専用のものとし、本質安全形機器の表示を行なう必要がある。

ニュース

ニュース

モービルから28万トン型タンカー4隻の  
主機換装工事を一括受注

石川島播磨重工は、モービル・ SHIPPING & トランスポート社 (MOSA T) から大型タンカー4隻の主機換装工事を受注、9月14日正式契約に調印した。

これは昨年2月同社がMOSA Tから大型タンカーとしては世界初の28万トン型タンカー“モービルホーク”の主機換装工事を受注し、昨年12月完成・引渡したものに続くものである。引渡し以来“モービルホーク”の運航成績は良好であり、タービン主機搭載時の燃料 (C重油) 消費量が常用出力で約170t/dayであったのに比べ、換装後の燃料消費量は同出力のディーゼル主機で約110t/day とはぼ劣に低下し、本船の運航費の低減に大きく寄与している。今回の4隻の一括成約もこうした実績が評価されたものである。

主機換装工事の概要は次の通りである。

- 1) 現在の主蒸気タービンを撤去し、減速機付中速ディーゼルエンジンはC重油を使用する。(レッドウッド No. 3,500秒まで使用可能)

主ディーゼルエンジン

型式 IHI-SEMT Pielstick 12PC4 V型×2基  
連続最大出力 (1基当り) 18,000PS 400rpm  
常用出力 (1基当り) 16,200PS 386rpm  
燃料消費率 (連続最大出力時) 142g/PS・h

減速機

型式 一段減速ダブルヘリカルギヤ×1  
出力軸回転数 約86rpm (at MCR)

2) 排ガスエコノマイザー2基新設

現存の主ボイラは補助ボイラとしてそのまま使用

3) ポンプ、清浄機、熱交換器、パイピング等の艤装は  
中速ディーゼルエンジンの運転に必要なものに換装

4) 現存のプロペラ及びシャフトはそのまま使用

5) 主機換装対象船と完成納期(同工事は相生第一工場)

船名	電機トン	完成年	タービン馬力	換装工事 完成年月
モービル・イーグル (Mobil Eagle)	DWT 28,544.0	1976年	3,651.5馬力	'80年8月
モービル・ファルコン (Mobil Falcon)	DWT 28,150.3	1975年	3,800.0馬力	'80年10月
アソス (Athos)	DWT 27,622.1	1974年	3,800.0馬力	'81年1月
ダルトニアン (Dartagnan)	DWT 27,623.7	1974年	3,800.0馬力	'81年3月

# 船舶電子航法ノート(38)

木村小一

(電子航法研究所)

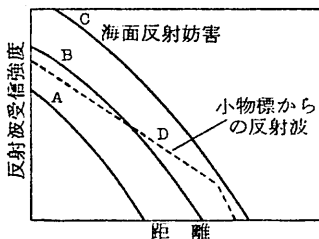
## 5・1・4 海面からの反射波の特性

海面が比較的滑らかであればレーダ電波は第5・4図に示すように遠方(前方)へ向けて反射または散乱(forward scatter)をするだけである。海面が波立っているときは、いろいろな反射面ができることになり、海面からの反射波がレーダの方向に戻ってくるような反射または散乱成分(back scatter)が生じ、それらはレーダ受信機で受信されて指示器上に表示される。このような反射波は海面上にある浮標などの小さな物標の探知をマスクする妨害を生ずることになり、これを海面反射妨害(sea clutter)と呼ばれている。

このような海面における後方散乱波は、入射波と海面とのなす角が小さくなると、鏡面反射的な成分が増加し、後方散乱成分が減少するので、海面反射妨害の効果はレーダからの距離とともに他の物標からの反射波よりも急速に減衰するという性質をもっている。第5・12図はそれを定性的に示したもので、曲線A, B, Cは海面の状態によって海面反射妨害の大きさが異なる状況(A, B, Cの順に波が荒くなる)を示している。点線で示した曲線Dは浮標のような小物標で、曲線Bと比較を見ると、曲線DがBの上に出た部分では、レーダの受信機の利得を調整することによって、海面反射妨害に打勝って小物標の存在を探知することが可能であることになる。

## 5・1・5 雨、霧などの影響

第5・1図ではマイクロ波が水蒸気によって減衰を受けることを示したが、水蒸気が凝結してできた水滴があると、そこでレーダ電波はその一部が反射され、また吸収



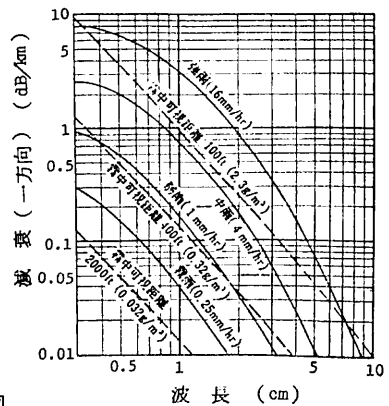
第5・12図 海面反射妨害と小物標からの反射波の距離特性

されて減衰をする。水滴によるレーダ電波の反射からレーダが雨域を表示し、その中にある小物標の反射波をマスクしてしまうことも良く知られている。ここでは実際のデータにより、レーダ電波の雨の中あるいは霧、雪などの中での減衰の効果について見てみよう。

第5・13図の中の実線はマイクロ波の雨による減衰の実測結果(J. W. Ryde および D. Ryde による)であり、図に示してあるとおり、16mm/hrの強雨から0.25mm/hrの霧雨までを4段階に分けて示してある。また、同じ図の破線は霧(または雲)の中での減衰を視程別に3種類のデータとして示している。可視距離400ft(約120m)のような霧中ではレーダはその何百倍もの電波の到達距離を有することになる。

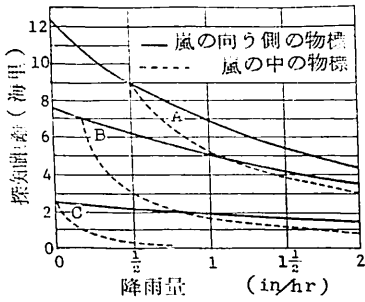
第5・14図から第5・16図までは第5・8図に示した3cm波レーダを使って雨、雪(あられ)および霧の中でレーダの探知距離の減少を示したもので、曲線に付してあるA, B, Cは何れの図も同じ物標を示している。すなわち、Aは10,000トン級の船で、通常の探知距離は12 $\frac{1}{2}$ 海里、Bは1,000トン級の船で、通常の探知距離は7 $\frac{1}{2}$ 海里、Cは小舟またはブイで、通常の探知距離は2 $\frac{1}{2}$ 海里である。

第5・14図は雨による物標の探知距離の減少を示したものであって、横軸は降雨量を毎時当りのインチ(in/hr)で目盛っている。図の実線は雨域の外の向う側に物標が

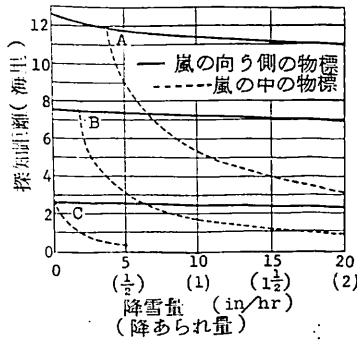


第5・13図 マイクロ波の雨(実線)及び霧(破線)による減衰

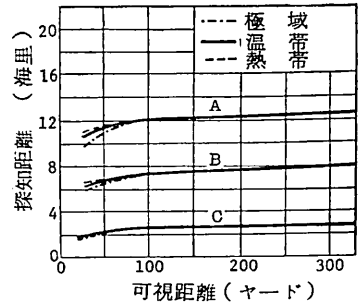




第5.14図 雨による物標の探知距離の減少 (A: 10000トンの船, B: 1000トンの船, C: 小舟またはブイ)



第5.15図 雪 (およびあられ) による物標の探知距離の減少 (降あられ量は降水量に換算)



第5.16図 霧による探知距離の減少

あって雨は電波の伝搬の減衰にのみ寄与している場合で、かつ雨が探知距離全体に均一に降っているときである。物標が雨域の中にあると、雨の水滴による反射波によって物標からの反射波をマスクし、探知距離がそれによっても減少する。図の点線はこの効果を含めた探知距離を3つの物標について示したものである。この減衰曲線は気温によって若干の差があるとされているが、波長3cmのレーダではほとんど無視できる。

第5.15図は雪 (およびあられ) による同様の減少を同じ3つの物標に示してある。前の図と比較をすると降雨量が増加しても、電波の減衰は余り増加しないのに、雪の反射は雪の粒が大きくなると大きくなる。このことは降雨時の温度も影響をもつことになる。

第5.16図は霧による物標の探知距離を視程を横軸に目盛っている。霧の場合は温度により減衰がかなり変化をするので極地方の霧 (0℃)、温帯 (16℃)、更に熱帯 (25~30℃) の3つの曲線に分けて3つの物標について示してある。視程が50~100m以下にならないと目立った探知距離の減少がないことがこの図からわかる。

5.1.6 レーダ断面積

前の節で物標のレーダ断面積の一応の意味を述べたけれども、ここでもう少し詳しくしらべてみよう。レーダ断面積 $\sigma$ は、レーダ方程式の誘導のところ述べたように、レーダ電波が物標から元のレーダの方向に反射をする電力( $w$ )と、その物標に入力するレーダ電波の電力密度 ( $w/m^2$ , 単位面積当りの電力) の比である。入射電力密度を  $S_0$ 、反射をする単位立体角当りの電力を  $S_r$  とすると

$$\sigma = 4\pi \frac{S_r}{S_0} \tag{5.23}$$

で表わすことができ、 $\sigma$ の単位は  $m^2$  つまり面積となる。この式を  $\sigma S_0 = 4\pi S_r$  とすると左辺は断面積 $\sigma$ への

入射電力、右辺は全方向への反射電波の電力の計であり、前に述べた $\sigma$ は全方向へ均一に反射をする物標の断面積という前述の定義となる。より厳密には、つぎのように定義できる。「レーダ断面積とは、ある特定の方向から散乱物体に入射する平面波の単位面積当りの電力に対する、その特定の方向に散乱をする単位立体角当りの電力の比の  $4\pi$  倍である。更に正確にいうと散乱物体から散乱電力を測定する点までの距離が無限大に近いときのその比に限定される」(米国電気電子学会)ということになる。この定義の後段の意味はつぎのとおりである。(5.23)式を物標を照射するレーダ電波の電界強度 ( $E_i$ ) と反射をされた電界強度 ( $E_r$ ) で表わす。電力は電界強度の2乗となるので、 $\sigma = 4\pi r^2 (E_r/E_i)^2$  となる。ここで  $r^2$  がつくのは式 (5.23) では分母の  $S_0$  は電力密度であるのに対し、この式では、分子と分母が同じく電力であるからである。そこでこの式はつぎのような条件のもとに成立をする。

$$\sigma = 4\pi r^2 \lim_{r \rightarrow \infty} \left| \frac{E_r}{E_i} \right|^2 \tag{5.24}$$

ここで、いくつかの理想的な形の物体のレーダ断面積の例示をする。なお、各物体の材料はすべて完全導体であると仮定をする。

- (1) 面積  $A$  の平面に垂直に電波が入射したときは  $\sigma = 4\pi A / \lambda^2$  (5.25)
- (2) 半径  $R$ 、長さ  $L$  の円筒の軸に直角に電波が入射したときは  $\sigma = \pi R L^2 / \lambda$  (5.26)
- (3) 半径  $R$  の球面に電波が入射したときは  $\sigma = \pi R^2$  (5.27)
- (4) 平面の法線に対して  $\xi$  の角度で電波が入射したとき  $\sigma = 4\pi \lambda^2 / (2\pi \xi)^4$  (5.28)

である。上の各式で  $\lambda$  はレーダ電波の波長である。

表5・2 いろいろな形の物体のレーダ断面積

反射物体の形	電波の入射方向	レーダ断面積	備考
球	全方向	$\sigma = \pi a^2$	$a = \text{半径}$
円錐	軸方向	$\sigma = \frac{\lambda^2}{16\pi} \tan^4 \theta_0$	$\theta_0 = \text{円錐頂半角}$
回転拋物体	軸方向	$\sigma = 4\pi \xi_0^2$	$2\xi_0 = \text{頂部の曲率半径}$
回転楕円体	軸方向	$\sigma = \frac{\pi b_0^4}{a_0^4}$	$a_0 = \text{長軸半径}$ $b_0 = \text{短軸半径}$
オジーブ (ロケットの弯曲した頂部)	軸方向	$\sigma = \frac{\lambda^2}{16\pi} \tan^4 \theta$	$\theta_0 = \text{物標ノーズコーンの半角}$
円板	垂線に角 $\theta$ の方向	$\sigma = \pi a^2 \cot^2 \theta j_1^2 \left( \frac{4\pi a}{\lambda} \sin \theta \right)$	$a = \text{円板の半径}$
任意の形をした大きな平板	垂線方向	$\sigma = \frac{4\pi A^2}{\lambda^2}$	$A = \text{面の面積}$
円筒	側面に角 $\theta$ の方向	$\sigma = \frac{a\lambda}{2\pi} \frac{\cos \theta \sin^2(KL \sin \theta)}{\sin^2 \theta}$	$a = \text{半径}$ $L = \text{円筒の長さ}$

第5・3表 各種の船舶の  $\sigma$  の値

船舶の種類	$\sigma$ (m <sup>2</sup> )	
	$\lambda = 10\text{cm}$	$\lambda = 3\text{cm}$
油槽船	2,200	2,200
小型貨物船	140	140
中型貨物船	7,400	7,400
大型貨物船	15,000	15,000
小型潜水艦 (海上の場合)	37	140
船長12mの巡視船	—	7

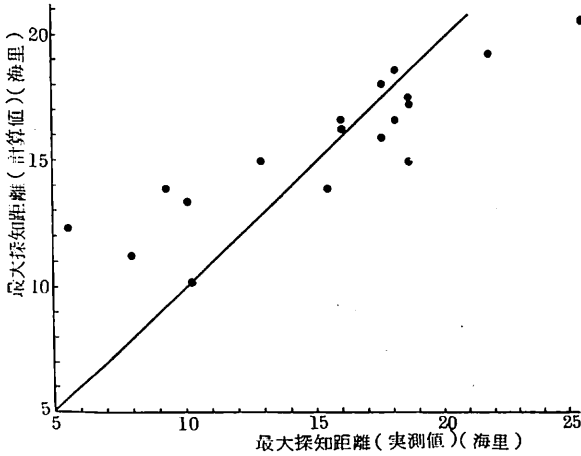
上の(1),(2),(3)で  $\lambda = 3\text{cm}$  のとき  $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$  の平面はほぼ半径  $1.5\text{m}$ 、長さ  $0.6\text{m}$  の円筒 (断面積で20倍) または半径  $6\text{m}$  の球 (断面積で約1250倍) と同じ  $\sigma$  をもつことになり、鏡面反射的な  $\sigma$  が極めて大きな値をもっており、更にまた(3)以外は波長によってレーダ断面積が変化することもわかる。なお、第5・2表にいくつかの形の物体のレーダ断面積の計算式を示す。

複雑な形をした実際の物標におけるレーダ断面積の値は計算で求めることがむずかしく、実測によらなければならない。この測定はその物標だけのレーダ断面積を切

第5・4表 18隻の船でのレーダ断面積と最大探知距離の実測例

船舶の種類	物標の船			レーダ断面積 <sup>1)</sup> (m <sup>2</sup> )	最大探知距離(n.m.)	
	全長(ft)	総トン数	レーダ高さ(ft)		測定値	計算値
内海漁船	28	5	8 (12) <sup>2)</sup>	3~10	5.5	8.6
小型内航船	130~150	200~250	15	25~800	7.8	11
内航船	180	500	20	50~2,000	10	12.4
内航船	180	500	25	300~4,000	9	13.5
内航船	186	500	23	1,000~15,000	9.8	13
大型内航船	220	836~1,000	25	1,000~5,500	15	13.5
石炭船	241	1,570	30	300~2,000	18	14.5
軍艦 (フリゲート)	338	2,000 <sup>3)</sup>	30	6,000~100,000	12.5	14.4
定期貨物船	374	5,000	40	11,000~16,000	15.5	16
定期貨物船	448	8,000	55	5,000~15,000	17	17
バラ積船	546	8,200	40	500~11,000	17.5	16.1
貨物船	502	9,400	40	1,500~11,000	15.5	15.8
貨物船	545	10,430	50	700~15,000	18	16.8
バラ積船	650	15,000~20,000	55	1,000~30,000	17.5	18
鉱石運搬船	675	25,400	60	1,700~30,000	21	18.7
コンテナ船	695	26,436	75	10,000~80,000	24.5	20
中型タンカ	700~750	30,000~35,000	50	50,000~900,000	17	15.4
中型タンカ	824	44,700	60	17,000~1,600,000	18	17

注 1) 荒い対数日盛の図よりの読取り値 2) コーナ反射器の高さ 3) 排水量



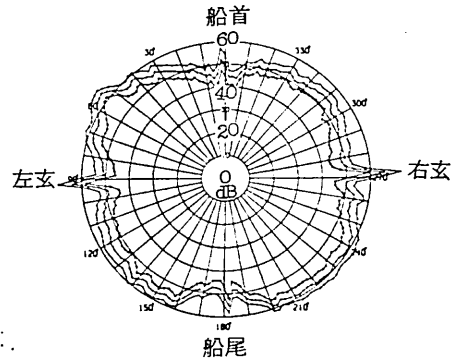
第5・17図 18隻の船に対する最大探知距離の実測と計算の比較

離して求めるにはいろいろな困難があり、縮尺模型による実験なども行なわれている。船を例にとりて、 $\sigma$  の値を第5・3表に示すが、これらは相当に古いデータで1つの目安にすぎない。最近の研究による1, 2の例も併せて示すと、まず、第5・4表はデッカ・レーダ社の研究所が English Channel を通る18隻の船を長時間レーダ追跡をして、その間の各船の $\sigma$ の値の変化と変動とを海上にある標準の $\sigma$ をもった物標との比較によって求めたものである。各船がレーダに真横を見せたときの鏡面反射的な $\sigma$ の値はこの表では除いてある。船のトン数などは、その船の写真をとってあとから調査してある。 $\sigma$ の値に大きな幅があるのは船のアスペクトによる変化と海面反射波の干渉などを含む電波伝搬上の変動などによるものであろう。また、軍艦が一般の船舶に比し大きな $\sigma$ をもつのはその上部構造物の複雑さによるものと思われる。

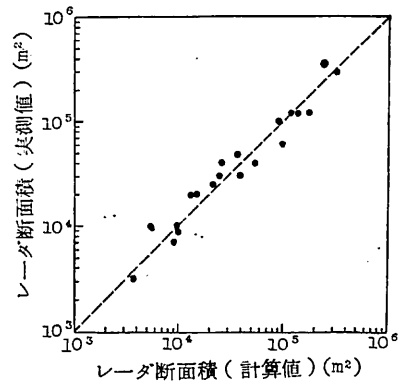
同じ18隻の船に対する最大探知距離が測定され、その最上船橋構造の高さをもとに(表にはレーダの装備高さが示してある)レーダの性能を加味して計算が行なわれた。その比較が表の右2欄と第5・17図に示してあり、かなりの一致を示している。

第5・18図はアメリカ海軍の研究所が多数の海軍の船についてレーダ断面積を測定したものの中から、その水平指向特性を示した例であり、3本の曲線は外側よりそれぞれ20%, 50%および80%の確率で探知される $\sigma$ である。この $\sigma$ は1 m<sup>2</sup>を0 dBで示しているのので、20dBが、10<sup>2</sup>m<sup>2</sup>, 40dBが10<sup>4</sup>m<sup>2</sup>……の $\sigma$ となる。約2,000トン~17,000トンの間の多くの船についての $\sigma$ の値が排水量Dの関数として求められ、平均の50%確率による $\sigma$ として、

$$\sigma = 52f^{1/2}D^{3/2} \quad (5 \cdot 29)$$



第5・18図 船のレーダ断面積の水平指向特性の実測値



第5・19図 船のレーダ断面積の計算値と実測値の比較

という実験式が作られた。この式の適用は第5・19図に示すように実測値と比較され、良好な一致を示している。

5・1・7 レーダの性能とそれに影響する諸パラメータ

レーダの性能はつぎの4つの項目、すなわち、最大探知距離、最小探知距離、距離分解能および方位分解能が最も重要なものとされている。最大探知距離は、ある物標をどの距離まで探知できるかであり、最小探知距離は逆に物標がレーダに近寄って来たとき、どの距離まで物標があると判別できるかの性能である。距離分解能は同じ方位にある2つの物標が互に接近しているとき、その両者が2つの物標としてレーダで探知できる両者の間隔である。方位分解能は同一距離にある2物標を2つと探知できる両者の間の方位角である。このほかにも、レーダによる距離測定の精度とか、方位測定の精度とかレーダの性能にはいろいろな項目があるが、上の4つについてレーダの各種のパラメータがどのように影響をするかを検討する。

最大探知距離はすでに(5・8)式のレーダ方程式で示しかつ論じてきたとおり、ある高さで、あるレーダ断面積をもった物標は、送信電力が大きいほど、最小受信可能

電力  $P_{rmin}$  が低いほど、また、送受空中線が大きく、利得が高いほど遠くなる。送受空中線は普通は同一であるので、式(5・8)の  $G_t$  と  $A_0$  は同じ空中線の性能を示すパラメータであり、空中線利得  $G_t$  と空中線面積  $A_0$  とは  $G_t \propto 4\pi A_0 / \lambda^2$ ,  $\lambda$  = 波長の関係にある。

以上はレーダ方程式から容易にわかる項目であるが、この他にも送信波のパルス幅(航海用レーダはパルス電波を使用していることは周知のとおり)も影響をする。パルス幅が狭くなると、そのパルス波は広い帯域の周波数成分をもつことになるので、受信機の通過帯域幅を広くしなければならない。しかし、受信帯域幅を広げると、それだけ受信機の雑音が増加するので、受信機の感度を下げることが要求される。こうして、パルス幅はそれが広い方が最大探知距離が増加するが、広いパルスはレーダの他の性能に悪影響を与えるので、その間の調整が必要となる。

アンテナの装備高さが最大探知距離に大きな影響を与えることはすでに述べたとおりである。従って、ある航海用レーダの性能をいうときには、アンテナ高さいくらという条件をつけることが必要である。

最小探知距離に最も影響を与えるのはパルス幅である。一般のレーダは前述したように送受同一のアンテナを使用し(ミリ波レーダなどではきわめて例外的に送受別のアンテナを使うこともある)ている。レーダのパルス波送信は尖頭値としてかなりの大電力であるので、それが受信機に大きな電力のままで直接まわり込まないように、航海用レーダでは送受の切替にTR管およびATR管と称する放電管を使用し、送信中はこれら放電管が放電をして、受信回路が断になるようになっている。電波は  $1\mu s$  に 150m を往復するので、パルス幅が  $1\mu s$  のときはレーダから 150m 以内の距離の物標からのパルス波の先端部は受信できず、パルス波の尾の部分が受信されたとしても、送信機から受信機へ漏れ込む送信パルスとの分離ができない。TR管などの放電管は送信が止ってもその復旧には若干の遅れがあるので、この距離は更に少し伸ばして考える必要がある。その効果を考えることなく、最小探知距離の概略の値はパルス幅のみが関係するとして次式で表わされる。

$$r_{min} = 150\tau \quad (5 \cdot 30)$$

ここで、 $\tau$  は  $\mu s$  でのパルス幅である。

なお、最小探知距離はPPIの表示性能および使用する表示用CRTの径やその輝点の径によって影響されるし、レーダのアンテナの垂直指向性がアンテナの直下付近で著しく低下するようときには若干の影響があるかも知れない。

距離分解能は、最小探知距離同様にパルス幅がその最も大きな影響をする。同じ方位にある2つの物標からの反射波が分かれて受信できない条件は(5・30)式の右辺と同じであるので両者はほぼ同じ値をとるのが普通である。但し、距離および方位分解能はCRTの輝点の径によっても左右され、それが原因で2つの物標を分離して判別できないこともありうる。従って、普通のレーダでも余り広い距離範囲(レンジスケール)を使うと、この輝点の径の方が分解能決定の大きな要因になるので、どの距離範囲でということに限定して考える必要がある。

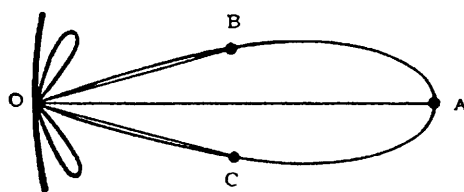
これに対して、方位分解能はアンテナの主ビームの指向性が問題となる。アンテナの主ビームのビーム幅は普通は第5・20図に示すように、その放射電界が  $1/2$  になる両端の幅(BOC)の角度で表わす。レーダのアンテナ(走査空中線、スカナ)はいろいろな大きさのものが使用されているが、この水平のビーム幅は主としてアンテナの幅(横方向の長さ)によってきまる。いま、この幅を  $D(ft)$  とすると、ビーム幅  $\theta$  の概数はつぎの式で求められる。

$$\theta = 2.3 \frac{\lambda}{D} \quad (5 \cdot 31)$$

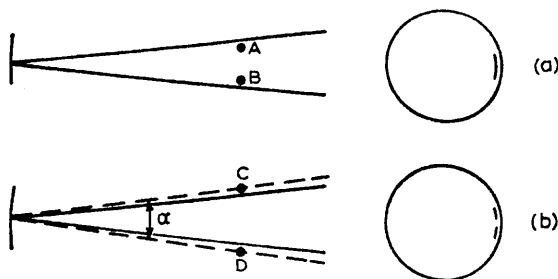
ここで、 $\lambda$  は波長である。こうして、方位分解能は第5・21図(b)のように2つの物標がこのアンテナのビーム幅内に同時には入らないだけ離れていれば2つの物標として識別できる。

方位分解能も当然CRTの輝点の大きさにも影響されるので、その値は「映像面の外周近くの物標に対して」という制限のものに規格化される。

上に述べたようにレーダのパルス幅はレーダの性能に



第5・20図 アンテナビーム幅



第5・21図 方位分解能

大きな影響を持つとともに、最大探知距離と最小探知距離（および距離分解能）とで相反する面をもっている。これを解決する手段として、最近の大型船用のレーダでは距離範囲の表示の切換と連動をして、パルス幅、パルス繰返し数およびそれに対応する受信機の通過周波数帯域幅を2段階または3段階に切換える設計となっている。例えば、3海里以下の距離範囲は0.08 $\mu$ sのパルス幅として、分解能と最小探知距離を良好にし、6海里以上のレンジでは0.8 $\mu$ sのパルスで受信機の感度を上げて、最大探知距離を伸ばしているなどである。

5・1・8 航海用レーダのPPI表示の種類

第5・22図はPPI上でレーダ映像を読みとるための各種の目盛を示しているが、この全部がすべてのレーダに備わっているわけではない。このPPI表示では自船の位置は映像面の中心にあり、それを中心として図の場合は6本の等間隔の同心円が画かれているが、これら固定距離目盛または固定距離環（fix range ringあるいはmarker）と呼ばれ、普通はCRTの輝線として電子的に表示をされる。この表示の距離範囲が12海里であれば、6本の環であるので、その間隔は2海里となるようにレンジによって区切のよい本数の線が使用される。この輝線は消去することを含めて独立に輝度調節ができる。中央から上方に1本の放射状の線があるが、これが船首線（または船首輝線）である。この線は走査空中線が船首方向を向いたときに、その回転部に付属しているカムスイッチの作用で電子的に作られ、映像の船首の方向を示す。この線は例えば船の映像と重なったときに消

すことはできるが、スイッチから手を離せば線が自動的に現われるという、いわゆる自動復帰型のスイッチを使って、常時船首線で現われているようにしなければいけないことになっている。

固定距離目盛の内から3本目と4本目の間にあるのが可変距離目盛または可変距離環（variable range ring）であり、これは外部のつまみでその半径が任意に変更でき、外部にその半径に応じた距離がデジタル表示される。すべてのレーダに付属しているわけではないが物標までの正確な距離の測定に使用される。もちろん消すことも、輝度を調節することもできる。

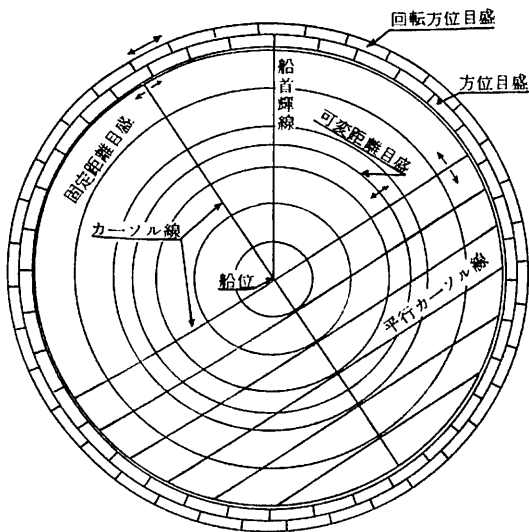
PPI面上に十文字にあるカーソル線は普通CRT面上の透明プラスチック板に彫刻してあり、方位目盛用の照明で同時に照明されている。このカーソルは外部のつまみにより自由に回転できるので、それと外周の方位目盛を使って物標の方位の測定ができる。このカーソル線の片側にある平行カーソルはすべてのレーダにあるというものではないが、これがあるとつぎのようなときに便利に使用できる。

- (1) 後述をする離心PPI（自船の位置が中心にないPPI）で物標の方位をはかるとき。
- (2) 任意の場所の2つの物標の相対方位および相互距離をはかるとき。
- (3) 対航船と自船との側方航過距離や、接近船の最近距離の目安を得るとき。

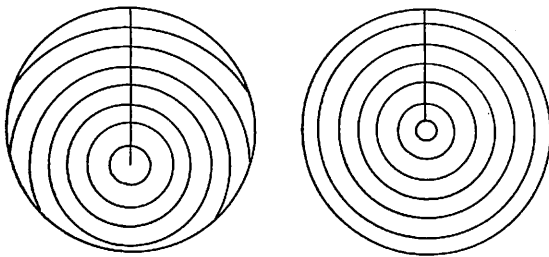
方位目盛はCRTの外側に取付けられ、普通は1℃おきに上方0℃(360℃)から時計まわりで角度が示され、輝度調節のできる内部照明が施されている。このほか、主に大型船用レーダにはその外部に2重目盛が施され、この外側の目盛はジャイロコンパスとの連動で船の針路に応じて回転されるようになっており、図で明らかのように、この両目盛とカーソルを使うと物標の真方位と相対方位が同時にわかる。この表示面の外側には現在表示されている距離範囲と固定距離目盛の間隔などの表示がある。

第5・22図では船首線が上を向いていることから自船の針路は上向きであるが、このほかに表示の向きなどを変えたPPI表示法がとられる場合がある。これらの表示は何れもジャイロコンパスまたはジャイロコンパスとログなどとの連動によるものであるため、それらの装備のない船では使用されない。

表示の種類第1の分類は物標の運動の映像面での動きかたによるものであって、真運動（トルーモーション、true motion）と相対運動（relative motion）に分ける。第2の分け方は映像面を船の操舵やヨーイングによ



第5・22図 レーダ映像面の諸目盛



(a)離心PPI (b)中心点拡大PPI  
第5・23図 PPIの変形

って映像が動くのを防ぐ安定化 (Stabilized) をするとしないの区分である。なお、これらの分類とは関係なく、PPIの表示方法の変形としたものとして第5・23図に示す離心(または偏心)PPI (off-center PPI) と中心点拡大PPI (center expand PPI) がある。離心PPIは自船の位置を映像面の中心から外れた位置に移動させる表示方法で、それ単独でも船の針路方向の表示面が大きくなる必要のあるときなどに活用されるが、前述の平行カーソルを使っても、物標の方位の測定が余り正確に行なえないという欠点がある。この離心PPIは後述の真運動表示用に主として使用される。中心点拡大PPIは自船の位置である中心点を1cm程度の径の円に拡大することによって自船に近接した物標の識別とその方位測定をより正確に行なうことを目的とした特殊な表示法である。この中心拡大をするとPPI像全体が歪むので常時この表示のままにしておくのは適当でない。

航海用レーダの基本の表示は相対運動の安定化しない表示法で、船首上方 (head-up) 表示と呼ばれている。第5・22図がこの表示である。この表示はレーダの映像面の前に立った航海者が自船の周囲の物標をそのままの感じでPPI上にとらえることができ、例えば、自船に接近する相手船の上にカーソル線をのせておいたとき、その物標がカーソル線から外れることなく近寄って来るようなときはその物標は衝突する危険のある船であるなどの判定が容易にできる。但し、ヨーイングのはげしいときや再々操舵をする海域などでは、PPI像は残光効果をもっているので、映像面が汚れるという欠点がある。また、物標の真方位が二重の方位目盛がない限り直接求めることはできない。

これに対し、(相対運動の) 安定化表示は、つぎのようにして作られる。すなわち、船首上方の表示でのCRTでの放射状掃引線の回転は、レーダの走査空中線の回転と同期させるため、空中線の回転をシンクロで指示器に導いているのみであるのに対し、安定化PPIでは、この空中線の回転を伝えるシンクロとジャイロコンパス

のレピータに当るシンクロとの回転を差動的に加え合わせた回転で掃引線を走査する。この表示では、従来は北上方 (ノースアップ, north-up) 表示、つまり、船の針路とは関係なくPPIの上方を北にして安定をさせてあり、船の進行方向は船首線の向きで知り、その線の外周を方位目盛で針路の方位を読みとることができる。この表示は船が操舵をしても船首線の向きが変わるだけで、あとの物標像は北上方のまま安定しており、海図との対応が容易である利点をもっているため、沿岸航海の航法用に適している。

この北上方表示のほか、比較的最近使われた安定化PPIに針路上方 (course-up) 表示がある。これはコンパスと連動をしているオートパイロットの設定針路を上方に安定をさせた表示方法で、船首上方との相違は船のヨーイングに応じて、船首線が上向きではあるが左右に少しずつ振れるという点である。この表示と二重方位目盛とがあれば、北上方表示が周囲の船の状況の判断にやや難がある点の解決ができる。

相対運動表示がいままで示したように自船の位置を映像面上の1点に固定して、周囲の物標が自船と相対的に動くのに対して、真運動表示では自船が映像面上を移動する。この真運動表示するにはコンパスのほかログからのデータが必要である。もっとも、真運動表示のできるレーダには速度設定用のつまみがあって、手動で自船の速力を入力できるようになっている例が多い。真運動表示は普通は離心PPIで北上方表示を使い、その離心の割合が自船の速度と針路に応じて変化をするようにするわけである。この表示では陸地および周囲の静止物標は映像面上に完全に固定され、ちょうど海図上での自船を含めた各船の動きを見る形となる。更に、真運動表示をするときのCRTには残光時間のより長い蛍光体が使われているので、映像面上の船の映像は若干尾を引いて、その真針路などの概略の判定ができる。しかし、この表示でははじめに自船の映像面上の位置を十分に前方に余裕をとるようなところに設定しても、時間の経過とともに自船が映像面を横切って進むので、次第に自船の前方の表示範囲が少なくなってしまうので、表示をリセットする必要がある。普通、自船の位置は映像面の75%の中にあるようにしなければならず、この枠を出ると自動的にリセットされるか警告がなされなければならない。但し、自動的リセットでは大事な局面では若干リセットを遅らす措置がとれる必要がある。なお、上の75%の範囲はその手段の関係上円形の映像面に対し正方形に設定されている例が多いので、方位によってリセットの範囲が異なっている点にも注意が必要である。

## 中速艇の一設計法(7)

大隅 三彦

### § 9 復原性能, 浮泛性能

#### 1) 3Sについて

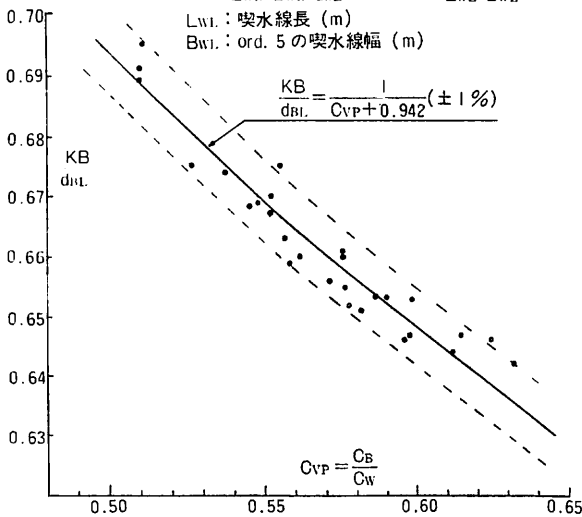
旧海軍は速力 (Speed), 復原性 (Stability), 強度 (Strength) を 3S といって, 軍艦の具備すべき最も重要な性能と考えていた。私は水密 (Suimitsu), 復原性 (Stability), 耐航性 (Seaworthiness) の 3S が船として具備すべき最も重要な性能であり, これこそが他の交通機関や建造物と異なる所以であると思っている。どこからともなく水が入って来て終に沈んでしまったり, 或いは又転覆してしまったのでは御伽噺に出てくるカチカチ山の狸のドロブネであり, フネではなくなる。波を乗り越えて安全に目的地迄自ら走って行くことが出来なければ, 浮機橋であり, フネではなくなる。

#### 2) 復原性能

船舶復原性規則では次の船に対する技術基準を定めている。

##### i) 総トン数 5 トン以上の旅客船

KB: 基線から浮心点の距離 (m)  
 dBL: 型喫水 (m)  
 $C_B = \frac{\text{排水容積}}{LWL \cdot BWL \cdot dBL}$        $C_W = \frac{\text{水線面積}}{LWL \cdot BWL}$   
 LWL: 喫水線長 (m)  
 BWL: ord. 5 の喫水線幅 (m)



第62図 浮心の高さ (KB) の近似式

ii) 遠洋区域, 近海区域, 又は沿海区域を航行区域とする長さ24m以上の船舶であって, 旅客船以外のもの (国際航海に従事しない総トン数 500 トン未満の船舶を除く)

iii) 総トン数20トン以上の漁船

iv) 前3号に掲げる船舶のほか, 総トン数5トン以上の水中翼船

海上保安庁では「海上保安庁所属船舶の復原性基準」を制定し, 上記 ii) の対象外の小型船艇に対しても, ii) とほぼ同じ様な技術基準を定めている。

又, 防衛庁技術研究本部では「高速艇の復原性能に関する基準案<sup>1)</sup>」を保有している。

何れにしても,  $G_0M$ ,  $GM$ ,  $OG$ ,  $G_0Z$  曲線, 乾舷, 横揺周期, 風圧側面積, 風圧偶力矩等が判っていなければ計算が進められない。 $G_0Z$  曲線の近似作画法が見つからないので初期設計では,  $G_0M$ ,  $GM$ ,  $OG$ , 乾舷, 風圧側面積比等を基に手本船と比較しながら復原性能を推定するしかない。一般的に中速艇は幅が広いので, 復原性能は割合良い方であるが,  $LWL > 25m$  の旅客船で上部構造物を大きくすると復原性が悪くなる場合があるので注意を要する。

##### i) KBの近似式 (第62図)

$$KB = \frac{d_{BL}}{\frac{C_B}{C_W} + 0.942} \quad (\pm 1\%)$$

##### ii) BMの近似式 (第63図)

$$BM = \frac{0.145 \cdot C_W - 0.061}{C_B} \cdot \frac{BWL^2}{d_{BL}} \quad (\pm 3\%)$$

##### iii) KGの推定 § 8 による

##### iv) GMの推定

$$GM = KM - KG = KB + BM - KG$$

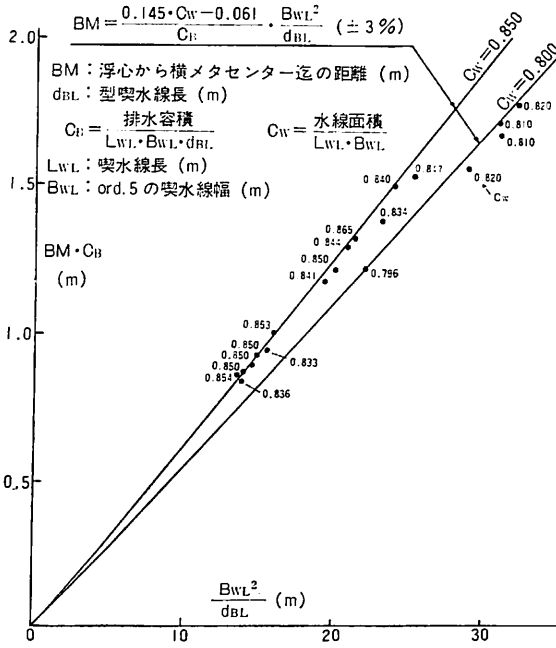
##### v) $G_0Z$ の推定 手本船から推定する。

##### vi) 横揺周期の近似式 (第64図)

$$T_R = 0.965 \frac{BWL}{\sqrt{GM}} \quad (\pm 6\%)$$

##### vii) $G_0Z$ 曲線の極めて概略な推定

船舶設計便覧の方法<sup>2)</sup>で計算した  $G_0Z$  に修正係数を



第63図 BMの近似式

掛けて適当にフェアリングする。

$\theta$	15°	30°	45°	60°	75°
修正係数	0.77	0.68	0.82	0.79	0.70

チ) 横揺減減係数<sup>1)</sup>

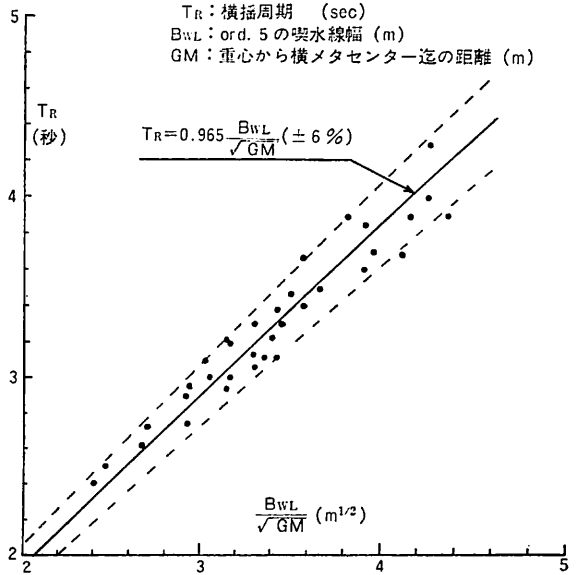
充分な実験結果がないので角形船型では状態が変わっても0.02の一定値をとるのが普通である。

リ) 復原力曲線

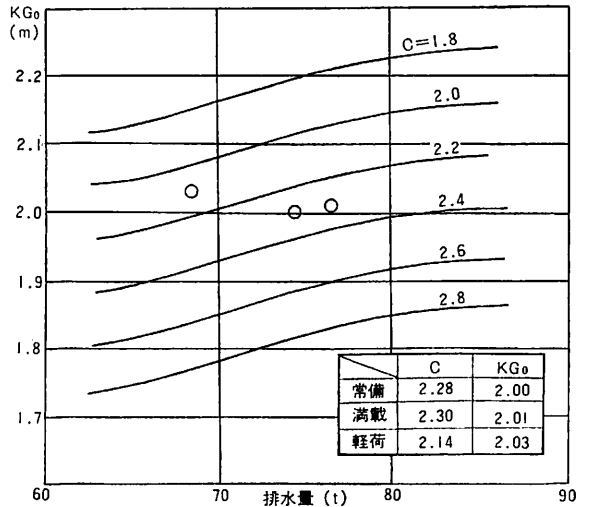
船舶復原性規則, 海上保安庁所属船艇の復原性基準では  $G_0Z$  曲線を使用する。ただし海上保安庁の乙基準用には減揺水の自由液面は考慮しない。防衛庁技術研究本部のものは  $GZ$  曲線を使用する。

ヌ) 復原力交叉曲線作製上の注意

- 復原力交叉曲線に算入する範囲は, 上甲板以下および船楼 (甲板室は含まない) とし, 交叉曲線は上甲板以下は実線で書き, 船楼を付けたものは点線で書く。
- 左右非対称部分のある場合は, 復原力の少ない側をとる。
- 横断面積曲線は, オージネート 7~8 1/2 で変化が急であるから, チェビチェフの 5 分割法を適用すれば簡便であろう。又この断面は海水流入角の計算にも流用する。
- 傾斜角度は 7.5°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90° 場合によっては 105° まで計算する。7.5° を入れてお



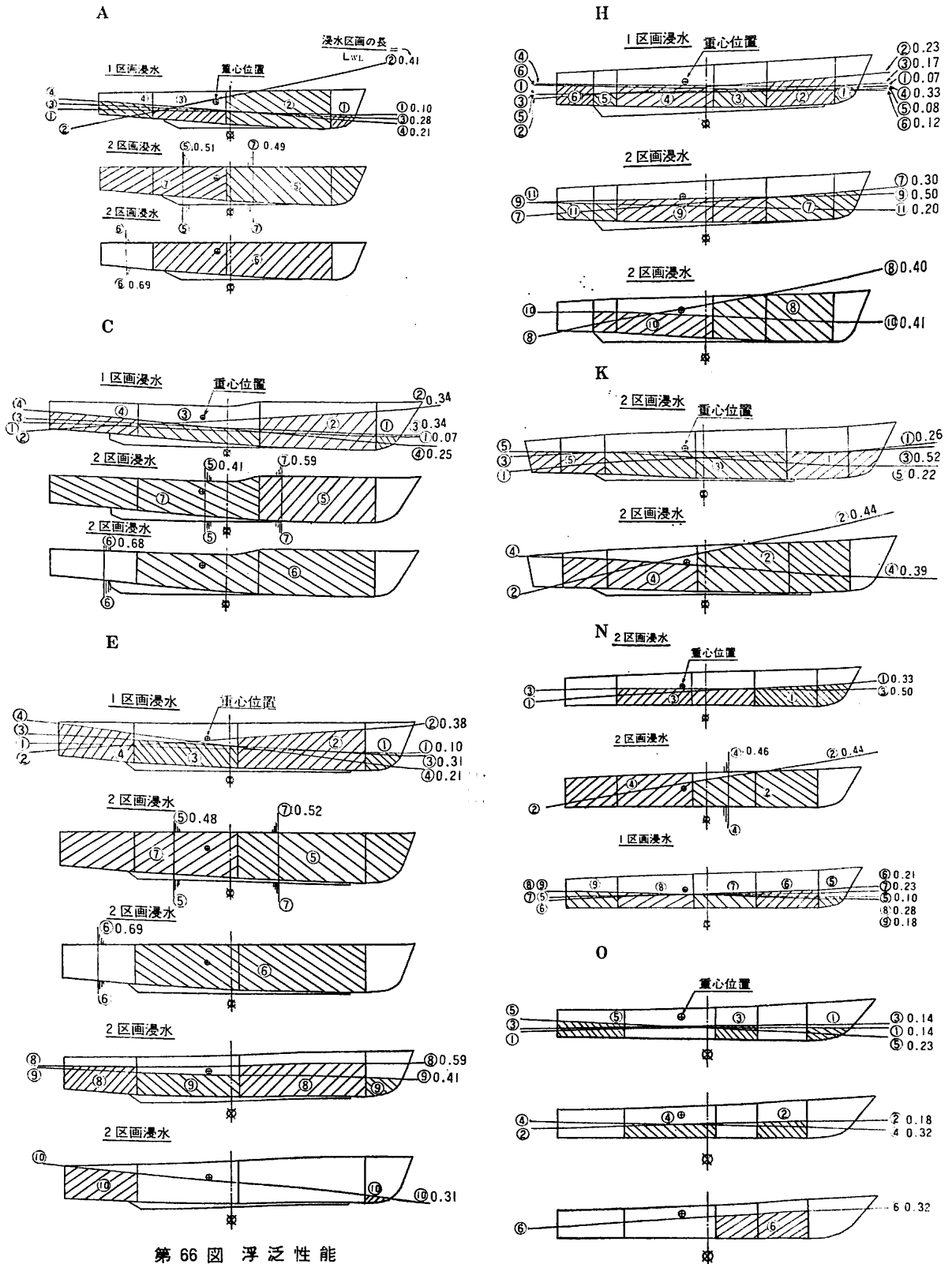
第64図 横揺周期の近似式



第65図 等安全示数曲線 (沿海)

- かないと, 小角度の  $G_0Z$  曲線が不正確になる。
- 仮定重心高さは計画重心位置に近いラウンドナンバーとなる点に取るのが便利である。即ち, 傾斜角度を 90° までとれば充分か, 105° までとらなければならないか見当がつく。
- 全没排水量を求めることを忘れないこと。
- 排水量の範囲は軽荷-10%から満載+20%までカバー出来れば充分であるから, いたずらに範囲を広げないこと。
- 復原力交叉曲線は 1mm 目方眼紙を用い  $GZ=0.1$  m を 20mm にとって画くと丁度よい。同図中には計算方法 (電子計算機によるとか, チェビチェフ 5 分割イ





第 66 図 浮込性能

代表船の復原性能

項目	A			C			E			H			K			N			O		
	軽荷	常備	満載	軽荷	常備	満載	軽荷	常備	満載	軽荷	常備	満載	軽荷	常備	満載	軽荷	常備	満載	軽荷	常備	満載
排水量	6,982	7,423	7,608	11.65	12.55	12.96	17.89	19.01	19.48	40.29	44.57	46.04	58.98	63.15	64.85	43.43	48.14	50.00	72.89	82.84	86.71
喫水	0.703	0.719	0.726	0.742	0.764	0.779	0.872	0.900	0.912	1.15	1.21	1.23	1.138	1.181	1.198	0.90	0.95	0.96	1.040	1.117	1.146
前後部	0.681	0.683	0.683	0.556	0.558	0.559	0.754	0.760	0.763	0.96	0.94	0.94	1.097	1.158	1.187	0.96	0.96	0.95	1.378	1.341	1.315
水平	0.719	0.747	0.759	0.931	0.969	0.987	0.995	1.041	1.061	1.36	1.47	1.52	1.171	1.197	1.207	0.85	0.94	0.97	0.774	0.934	1.004
平均	0.700	0.715	0.721	0.744	0.764	0.773	0.875	0.901	0.912	1.16	1.21	1.23	1.134	1.178	1.197	0.905	0.950	0.960	1.076	1.138	1.160
トリム	0.038	0.064	0.076	0.375 (-0.025)	0.411 (0.011)	0.428 (0.028)	0.241 (-0.069)	0.281 (-0.009)	0.288 (-0.002)	0.40	0.53	0.58	0.074	0.039	0.020	-0.11	-0.02	0.02	0.604	0.404	0.311
TPC	0.269	0.271	0.272	0.402	0.407	0.409	0.406	0.409	0.411	0.773	0.782	0.785	0.985	0.994	0.998	0.949	0.999	1.015	1.265	1.307	1.320
MT	0.201	0.204	0.205	0.404	0.412	0.417	0.390	0.396	0.398	0.972	0.989	0.992	1.403	1.433	1.443	1.477	1.558	1.581	2.211	2.304	2.341
K	2.435	2.350	2.325	2.578	2.485	2.443	2.151	2.099	2.078	3.44	3.26	3.20	3.675	3.576	3.537	3.89	4.09	4.13	4.24	4.12	4.07
K	1.081	1.061	1.056	1.147	1.138	1.148	1.211	1.191	1.189	1.77	1.73	1.75	1.870	1.793	1.769	1.67	1.63	1.63	2.19	2.14	2.15
G	1.354	1.289	1.269	1.431	1.347	1.295	0.940	0.908	0.889	1.67	1.53	1.45	1.805	1.783	1.768	2.22	2.14	2.49	2.05	1.98	1.92
G	1.354	1.284	1.265	1.431	1.340	1.289	0.940	0.902	0.884	1.67	1.50	1.43	1.805	1.735	1.723	2.22	2.14	2.49	2.05	1.96	1.90
O	0.583	0.547	0.535	0.605	0.586	0.573	0.489	0.441	0.427	0.87	0.77	0.77	0.836	0.715	0.672	0.77	0.68	0.67	1.124	1.012	1.00
※B	0.340	0.362	0.370	0.905	0.930	0.938	1.015	0.994	0.987	1.27	1.26	1.25	1.010	1.030	1.033	1.83	1.83	1.83	2.20	2.20	2.19
※G	0.449	0.537	0.575	0.820	0.965	1.028	0.887	0.956	0.982	1.03	1.33	1.43	1.187	1.119	1.078	1.45	1.77	1.89	1.58	2.18	2.43
※F	0.755	0.732	0.725	1.120	1.070	1.045	0.694	0.662	0.652	1.29	1.22	1.20	1.310	1.252	1.226	1.82	1.81	1.79	2.24	2.04	1.97
最大復原傾	0.352	0.361	0.361	0.415	0.410	0.405	0.520	0.525	0.519	0.578	0.577	0.565	0.835	0.850	0.860	0.86	0.86	0.85	0.712	0.716	0.700
向上を生ずる角度 deg	46	47	47	48	49	50	50.5	51.0	49.5	51.5	50.0	49.5	49.5	49.2	49.0	50.5	51.5	51.0	54.0	53.5	52.5
復元性範囲	85	87	87	88	86	85	95.8	96.7	96.5	89	89	88	94.3	95.0	95.9	83.8	81.5	80.6	91.5	92.3	91.8
最大動的復原力 tm	2.527	2.780	2.857	5.57	5.69	5.79	9.35	10.20	10.12	24.63	26.65	26.72	51.78	56.08	58.95	38.11	42.10	43.34	54.35	62.37	63.48
最大初期復原力 m	0.362	0.375	0.376	0.440	0.454	0.447	0.523	0.537	0.520	0.61	0.60	0.58	0.878	0.888	0.909	0.877	0.875	0.867	0.746	0.753	0.732
海水流入角 deg	79.3	77.2	76.3	88.2	86.0	85.0	85.2	82.7	81.8	73.0	70.3	69.4	95.1	91.9	90.6	83.8	81.5	80.6	64.0	61.8	60.06
風圧側面積 m	17.95	17.80	17.75	32.60	32.25	32.07	31.32	30.90	30.73	60.40	59.10	58.70	71.3	70.2	69.9	72.8	71.6	71.2	106.7	104.5	103.8
風圧側面積比	2.75	2.66	2.62	3.07	2.96	2.87	2.84	2.71	2.65	2.88	2.67	2.60	3.11	2.93	2.88	3.40	3.18	3.10	3.82	3.47	3.35
横揺周期 sec	2.4	2.5	2.5	2.57	2.66	2.70	3.09	3.14	3.17	3.03	3.17	3.24	3.04	3.10	3.11	3.3	3.1	3.1	3.28	3.34	3.39
横揺減衰係数	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
横揺角 deg	31.4	30.7	30.5	31.1	30.5	30.3	28.0	27.3	27.1	30.1	28.9	28.8	28.9	27.9	27.5	29.3	28.3	28.2	30.84	29.65	29.42
乙基準(公海)	1.15	1.34	1.41	1.11	1.23	1.28	2.74	3.11	3.10	1.77	2.00	2.05	3.26	3.50	3.74	2.69	2.92	2.96	1.62	1.78	1.80
丙基準	3.66	3.76	3.76	3.95	3.91	3.86	4.23	4.27	4.22	3.64	3.63	3.55	4.28	4.35	4.41	5.06	5.06	5.00	3.77	3.79	3.70
丁基準	1.50	1.55	1.55	1.60	1.63	1.67	1.68	1.70	1.65	1.72	1.67	1.65	1.65	1.65	1.63	1.68	1.72	1.70	1.80	1.78	1.75
前部	1.284	1.282	1.282	1.726	1.724	1.723	1.561	1.555	1.552	2.046	2.006	2.066	2.403	2.342	2.313	2.44	2.44	2.45	2.863	2.900	2.926
中央部	1.064	1.050	1.044	1.171	1.151	1.142	1.290	1.264	1.253	1.796	1.746	1.726	1.966	1.922	1.903	1.80	1.75	1.74	2.240	2.178	2.156
後部	0.846	0.818	0.806	1.084	1.046	1.028	1.020	0.974	0.954	1.546	1.436	1.386	1.528	1.502	1.492	1.25	1.16	1.13	2.041	1.881	1.811
予備浮力 t	33.01	32.57	32.38	64.6	63.7	63.3	63.9	62.8	62.3	164.8	160.4	159.0	237.2	233.1	231.4	220.6	215.9	214.0	374.7	364.7	360.9
予備浮力排水量	4.72	4.38	4.25	5.55	5.08	4.89	3.57	3.30	3.20	4.09	3.60	3.45	4.04	3.69	3.57	5.08	4.48	4.28	5.14	4.40	4.16

註：(1) トリム欄の力は許容トリムを引いた値。(2) 復原性能はG.Z.曲線を使用した。

ンテグレーターによるとか)、仮定重心高さ、全没排水量、算入範囲の判る側面図を記入しておくこと。

ル) 等安全示数曲線 (第65図)

完成図としては、横軸に排水量、縦軸に $KG_0$ をとり、安全示数をパラメーターとした等安全示数曲線を作製しておく、艇の状態が変化した時に直ちに安全示数の推定が付き便利である。排水量は軽荷排水量から満載排水量の20%増の間を、又 $KG_0$ は復原性能計算に使用した最大値から最小値の外部迄十分カバーする範囲をとる。これらの範囲内で適当に4点以上の排水量と4点以上の $KG_0$ との組合せ即ち16組以上の安全示数を計算し、等安全示数曲線を描く。

3) 浮泛性能

何らかの原因で喫水線下に破口を生じ浸水して来た場合、ビルジポンプで排水しきれものではない。結局、一般的には水密横隔壁で細かく仕切られているのが沈みにくい船である。水密縦隔壁を設けることは殆ど無いが、此の場合には非対称浸水した場合のことを考え転覆しない様に考慮する必要がある。

軽構造船暫定基準の区画の頃には、旅客定員が13人以上の船舶にあっては、いずれの1区画に浸水しても甲板が浸水せず、かつ $G_M$ が正となるよう船内を区画することと定められている。旅客船以外のものには別に定めはない。海上保安庁の巡視艇等では、何れの隣接2区画に浸水しても残存予備浮力があり(浮いていればよい)、且つ $G_0M$ が正ならばよいと考えている。

浸水状態計算書もかなり設計が進んだ状況でなければ出来ないし、又相当の手間にかかるものであるから、初期設計には間に合わない。しかし一般配置概案を作る時には横隔壁の位置を決めなければならないので、手本船を参考にして目見当でやるしかない。第66図もあまり正確な計算結果ではないが、大体の傾向は判ると思う。一

般的に、船首隔壁直後の区画では  $\frac{\text{隔壁間隔}}{\text{喫水線長}} = \frac{l}{L_{WL}} \leq 0.4$   
 又最後端区画では  $\frac{l}{L_{WL}} \leq 0.23$  ならば軽構造船暫定基準を満足しそうである。

次に海上保安庁の浸水状態計算要領をのべる。

- a) 常備状態にて浮んでいる時、各区画に浸水した場合を仮定し、原則として浮力減少法により計算する。
- b) 浸水区画は海上保安庁の指示による。
- c) 浸水区画に搭載してある水および油等は海水と完全に入れかわるものとする。
- d) 各区画の浸水率は下記のとおりとする。ただし木船 (Al骨木皮、サンドイッチ構造FRP艇等を含む) は下記数値よりそれぞれ2%少ない値とする。

機関室	80%
諸倉庫	80%
(巡視艇の船首倉庫のみは特に97%とする)	
居住区	95%
糧食庫	70%
錨鎖庫	70%
二重底	98.5%
その他のタンク	99%

- e) 浸水状態の水線面積および同慣性モーメントの計算には浸水率を考慮する必要はない。
- f) 浸水前の船の状態、浸水後の船の状態、浸水時の船の喫水を表す船体側面図を描く。

4) 代表船の復原性能

表に示す。

参考文献

- 1) ポートエンジニアリング No. 10, 1974. 春期号
- 2) 船舶設計便覧 (第3版) P. 337~338  
 関西造船協会編 昭和51年3月10日発行
- 3) 大串雅信 理論造船学 (上巻) 海文堂

『ケミカルタンカー』 好評発売中!!

恵美洋彦・角張昭介

B 5 版 300 頁 定価 4000 円 (〒200)

本書は『船の科学』に好評連載中の同名論文の第1章から第5章までを、IMCOの動向に合わせて、さらに化学品名の索引を添付してまとめたもので、ケミカルタンカーの建造・取扱・積荷等について国際及び国内の規則を中心に技術的に詳述した“ケミカルタンカー”の決定版であります。ケミカル運航に携わる方々、造船所の技

術・営業に携わる方々及びその関連企業に携わる方々にとって必須の座右書であると確信します。

□申し込み先 株式会社 船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル  
 電話 03 (552) 8798 振替口座 東京3-70438

## 昭和54年度（9月分）新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分		4月～9月 分 累 計				9 月 分			
		隻数	G T	D W	契 約 船 価	隻数	G T	D W	契 約 船 価
国内船	貨物船	38	459,009	596,113		—	—	—	
	油槽船	28	862,238	1,367,468		5	80,300	137,300	
	貨客船	2	13,500	5,160		—	—	—	
	小 計	68	1,334,747	1,968,741	千円 163,562,985	5	80,300	137,300	千円 10,295,000
輸出船	貨物船	57	902,900	1,428,953		4	82,000	165,300	
	油槽船	35	1,123,400	2,005,915		2	23,900	43,250	
	貨客船	—	—	—		—	—	—	
	その他	—	—	—		—	—	—	
	小 計	92	2,026,300	3,434,868	千円 314,972,225	6	105,900	208,550	千円 20,267,550
合 計		160	3,361,047	5,403,609	千円 478,535,210	11	186,200	345,850	千円 30,562,550

### ■ 編 集 後 記 ■

□10月7日（日）総選挙が行なわれた。今度の選挙は先月号にも書いたように、何のための選挙かよく判らないが、どうも事前の世論調査に力を得て自民党の安定多数を確保したいためのものであったらしい。しかし選挙の結果は前回をも下廻り目的を果し得なかったというところか。結局国費を使って、騒音をばらまいて元の木阿彌どころか、自民党内の内紛を残し不安定化したのみということになりそうだ。国民の政府に対する信頼と希望は逆により空しくなったのではなからうかと心配する。「おごる平家は久しからず。」ふと平家物語の一節を心の隅に連想する。

□ともあれ、総選挙における各党の公約の手前、財政危機をきりぬけるためには、まず不公平税制の見直しを行わざるを得まい。しかし現在の自民党では各種政治献金の関係から徹底的にやることはできないであろう。そうすると何らかの形の増税を行うか、インフレ政策をとるかであろう。いずれにしても'80年代は我々庶民にとってきびしい世の中になりそうだ。

□10月19日付日刊工業新聞によれば、日本郵船、大阪商船三井船舶、川崎汽船の3社が関西電力などとインドネシアからのLNGの輸送契約を結ぶことになり、これに伴う3隻LのNG船（3社共有）の建造を三菱重工業、三井造船、川崎重工業の3社に一隻づつ発注することが内定されたようだ。これは、従来日本のLNGユーザーとインドネシア国営石油公社（プルトミナ）との輸入契約はすべてCIF建てであったが今回初めてFOB建てで合意を見たことによる。各船12万5千m<sup>3</sup>、1隻当り建造費は300億円程度と見られている。LNGの需要は益々増えるであろうから、LNG船の国内建造も増えることになり、造船業にとって明るい一材料となろう。

□第35次計画造船は、コンテナ船、油送船とも省力化に重点をおいている。既に省力化船がいくつか完成し、また建造中である。12月号に省力化新造船を紹介する予定であるが、今月号には今後の大型船舶における省力化システムの考え方について日本郵船にお願いして書いていただいた。御参考になることと期待します。

☆予約購読案内 書店での入手が困難な場合もありますので、本誌確保ご希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。

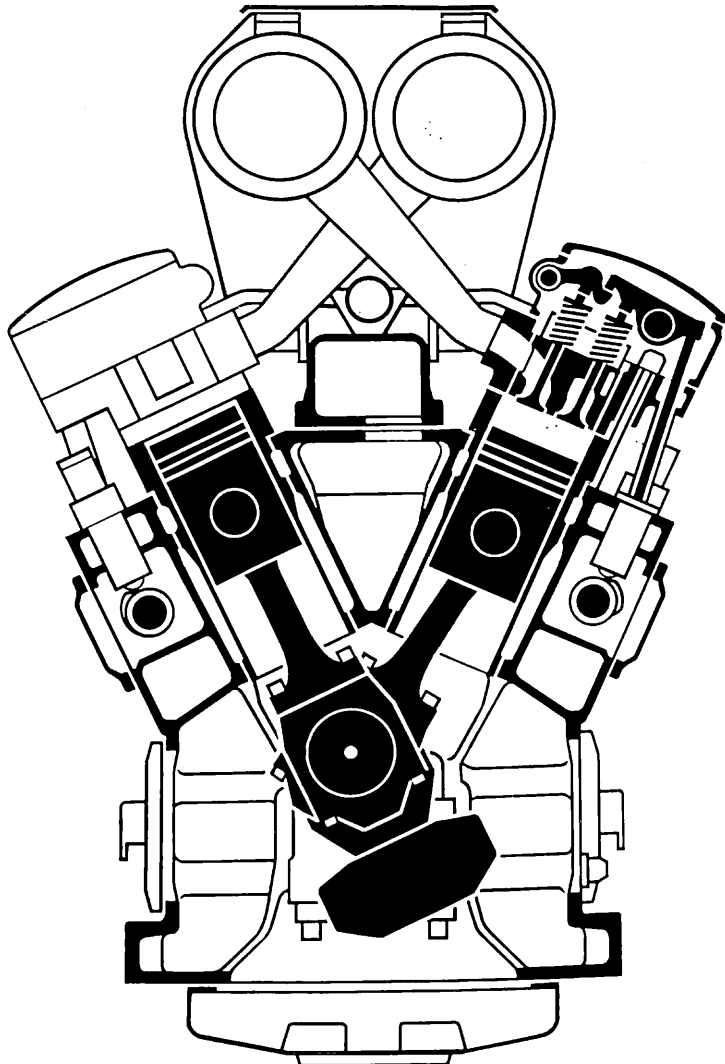
運輸省船舶局監修  
造船海運総合技術雑誌  
禁転載 第32巻 第11号 (No.373)  
発行所 株式会社 船舶技術協会  
〒104 東京都中央区新川1の23の17 (マリンビル)  
振替口座 東京 3-70438 電話03 (552) 8798

昭和54年11月5日印刷 {昭和23年12月3日}  
昭和54年11月10日発行 {第三種郵便物認可}  
定価 880円 (〒37円)  
発行人 船橋敬三  
編集委員長 田宮真  
印刷所 大洋印刷産業株式会社

# M·A·N

## 中速機関 L/V40/45

750PS/cyl 600rpm



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

### 日本代表事務所

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

神戸サービスベース

横浜サービスエンジニアー

Tel. (03) 214-5931

Tel. (078) 232-3500

Tel. (045) 201-2931

### ライセンシー

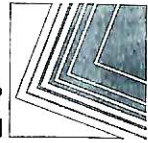
川崎重工業株式会社

三菱重工業株式会社

神戸/東京

東京/横浜

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AKTIENGESELLSCHAFT/WEST GERMANY



信頼に応える  
共石の高級潤滑油



**共石マリン**  
Sシリーズ：ストレート油



**共石マリン**  
Pシリーズ：クロスヘッド型機関用 プレミアムタイプ システム油



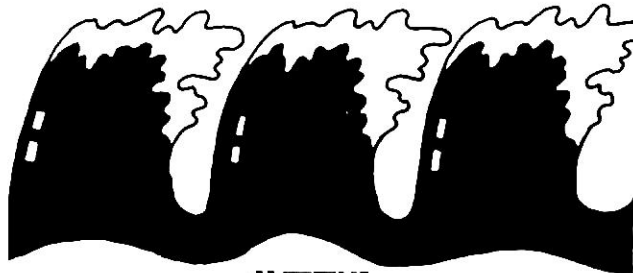
**共石マリン**  
PDシリーズ：クロスヘッド型機関用 HDタイプ システム油



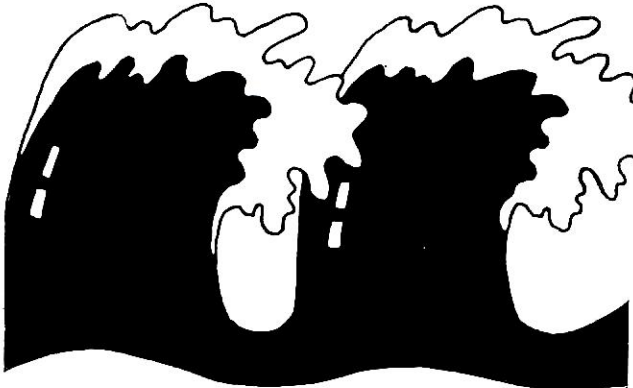
**共石マリン**  
Dシリーズ：トランクピストン型機関用 シリンダー・システム兼用油



**共石マリン**  
400シリーズ：中型ディーゼル機関用 中アルカリタイプ シリンダー油



**共石マリン**  
700シリーズ：クロスヘッド型機関用 高アルカリタイプ シリンダー油



**共石マリン**  
900シリーズ：クロスヘッド型機関用 超高アルカリタイプ シリンダー油

かお  
**海の貌いろいろ、  
オイルさまざま。**

大波、小波——海の表情は千変万化。そのなかを安全に航海するために、エンジン油はピッタリしたものを選びたいものです。

千変万化する海で鍛えあげられた、共石の船用エンジン油は、ワイド・バリエーション。エンジンのタイプや使用燃料にあわせて、最適のエンジン油がお選びいただけます。しかも、その選定から効果的な使用方法まで、きめこまかいテクニカル・サービスを実施しています。

ワイド・バリエーション、ワイド・サービスが魅力の共石の船用エンジン油で、安全航海の第一歩を確かなものにしてください。

高性能・高品質・高信頼性



本社/100東京都千代田区永田町2-11-2(星が同ビル) TEL(580)3711(代)  
支店/札幌・仙台・東京・関東・横浜・名古屋・大阪・広島・高松・福岡・沖縄

保存委番号  
199006