

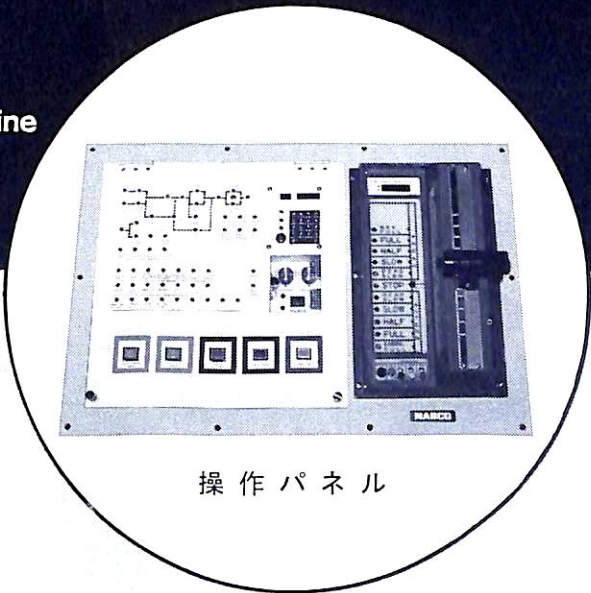
# 船の科学 6

VOL.39 NO. 6

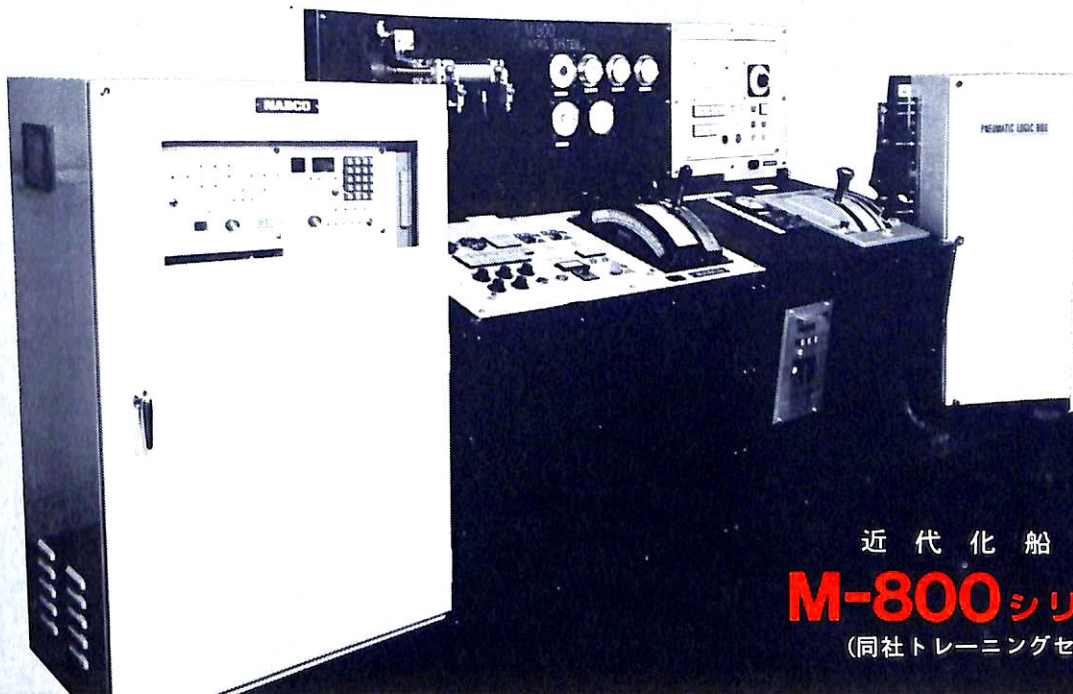
**ナブコ**

Bridge Control System for Marine Diesel Engine

新時代の船舶の主機関遠隔操縦用に開発された本装置は、船橋に設けられたエンジンテレグラフ発信機を操作する事で、自動的にディーゼル主機関を遠隔操縦することができます。



操作パネル



近代化船装備

**M-800**シリーズ

(同社トレーニングセンター)



日本エヤーブレーキ株式会社

# 356 SUNNY DAYS!!

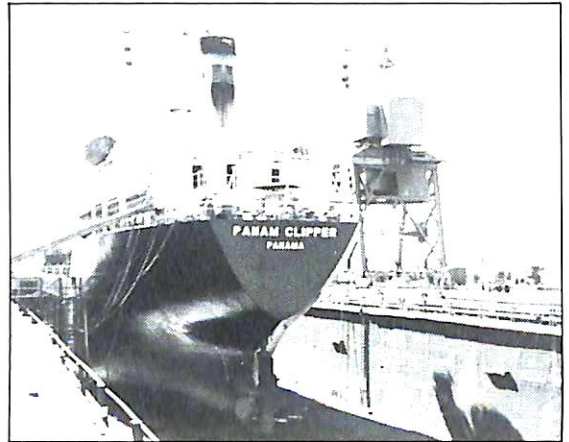
修繕と改造はカリブ海“キュラソー”で…  
降雨量は年間わずか400ミリ。

- |             |    |
|-------------|----|
| ● 修繕ドック     | 2基 |
| 150,000 dwt | 1基 |
| 28,000 dwt  | 1基 |

- 1,800m(総延長)修繕岩壁
- 各種クレーン(ドックサイド)9基

### 事業内容

- 船舶の修繕・改造
- 発電機・モーターの修繕と巻換え
- 電子機器及び自動化装置の修繕
- 年中無休サービス、ジェット便は北米、南米、ヨーロッパ各地へ直行便毎日運航。



入渠中のカベラケミカル殿ケミカルタンカー

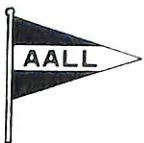
### 会社別主要御得意先(順不同)

大 洋 商 船	北 真 船 舶	東 京 マ リ ン
三 光 汽 船	英 雄 海 運	安 保 商 店
日 正 汽 船	萬 野 汽 船	日 魯 漁 業
上 村 海 運 商 会	東 興 海 運	雄 洋 海 運
関 汽 外 航	大 日 マ リ ン	シンコー・マリタイム
近 海 タ ン カ ー	乾 日 汽 船	永 井 海 運
鹿 島 汽 船	山 下 新 日 本 汽 船	大 洋 海 運
大 阪 商 船 三 井 船 舶	関 兵 海 運	神 運 汽 船
中 野 海 運	住 友 商 事	ハ 幡 汽 船
ファーイースト・ SHIPPING	ジャ パ ン ・ ラ イ ン	パ ル シ ッ ピ ン グ
クリムソン・ライン	矢 野 海 運	共 栄 タ ン カ ー
中 村 汽 船	神 戸 シ ッ ピ ン グ	極 東 船 舶



## CURACAO DRYDOCK COMPANY INC.

Curacao NETHERLANDS ANTILLES



総代理店

### オールアンドコンパニー リミテッド

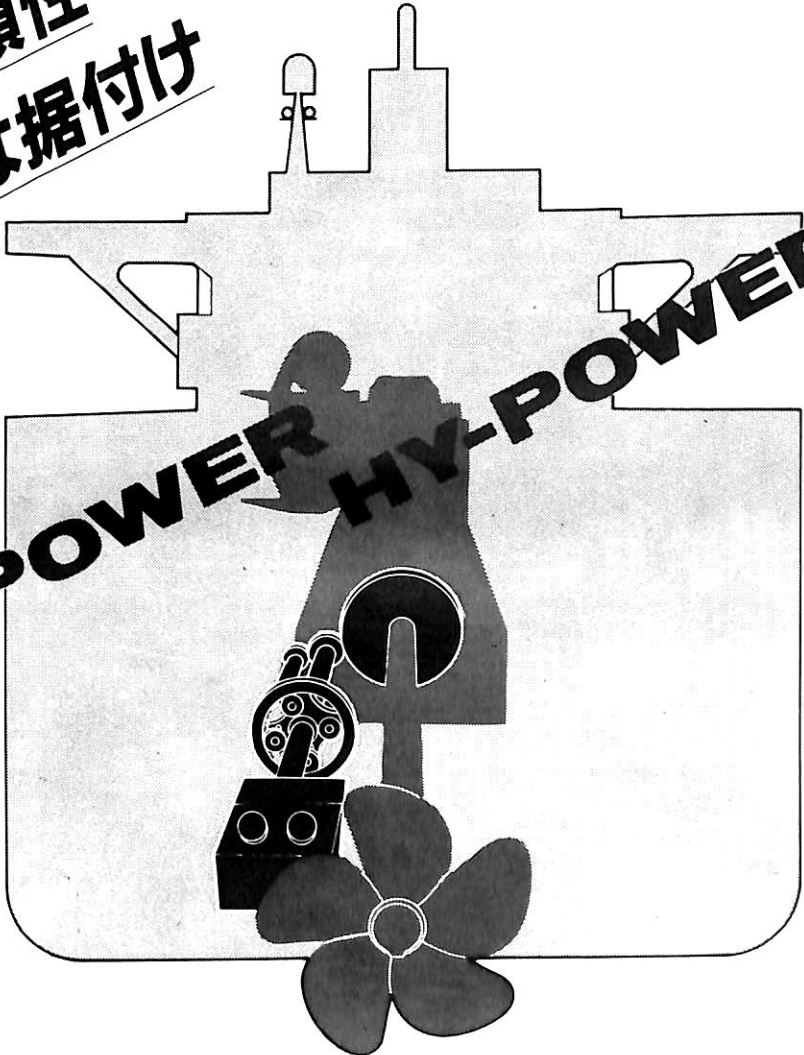
〒105 東京都港区西新橋1-1-3(東京桜田ビル) 電話(03)(503)2030(代)  
テレックス222-3266“AALL J”

〒650 神戸市中央区東町113-1(大神ビル) 電話(078)(391)7801(代)  
テレックス5622-401“AALL KB J”

# 三菱主軸発電装置

- 高効率
- 高信頼性
- 容易な据付け

PL-POWER HY-POWER



三菱重工業株式会社

本社 原動機第2部船用機械課

東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎東京(03)212-3111

# 閃光シミュレート



ヒーローの登場は、いつも眩しい。  
ニッケツのSFステンレスワイヤは、  
溶接棒にとって代わる、新しい時代のバイオニア  
フラックスを内蔵しているから、  
ワイヤ表面に合わせ目がない。  
しかもソリッドワイヤの高効率性と  
手溶接棒の使い易さを兼ね備えた凄いヤツ。  
こいつこそ、ステンレス、ニューエージのヒーローだ。

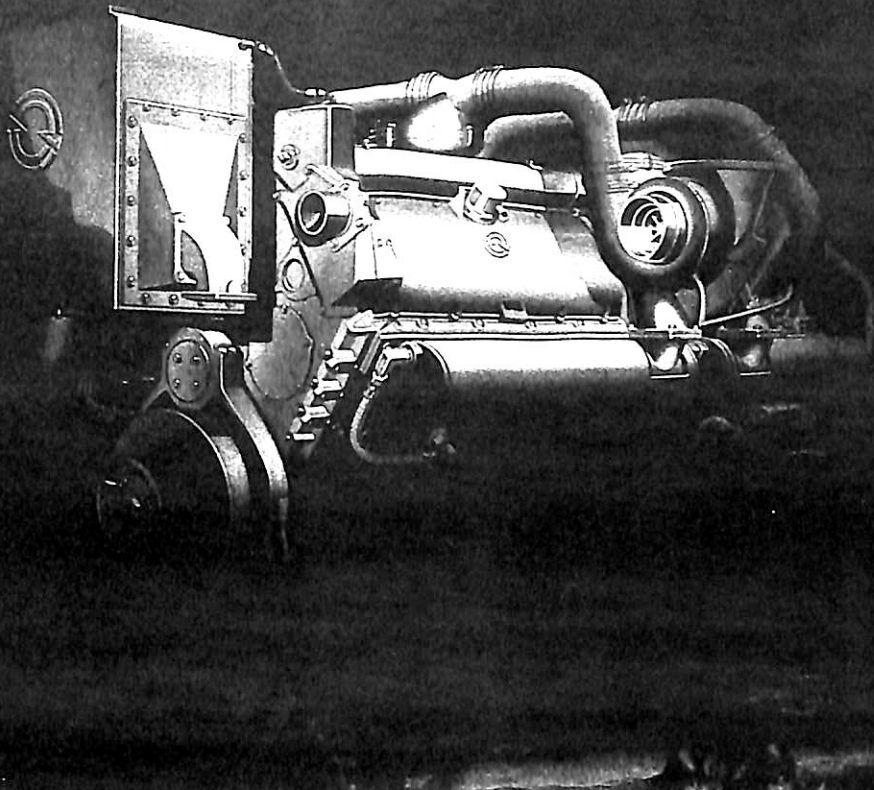
光を放て、ヒーロー  
SFステンレスワイヤ

**SF**  
SF-308L  
SF-309L



釜本邦茂

日鐵溶接工業株式会社



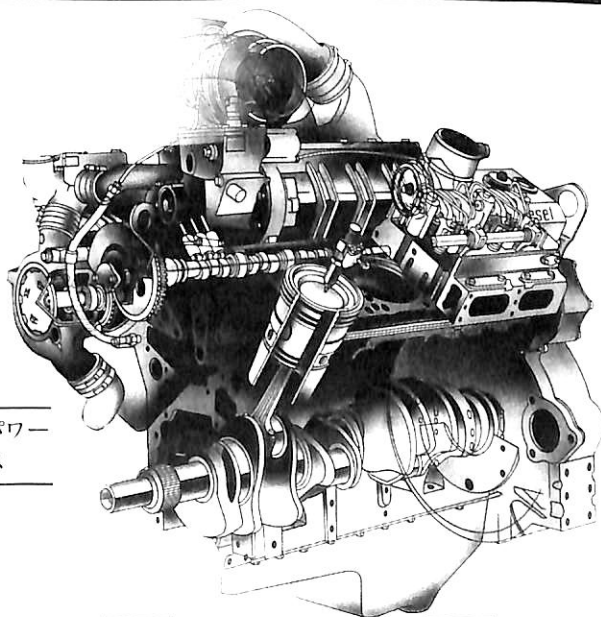
# DETROIT DIESEL TECHNOLOGY

## 先進 高性能

先端の思想と技術で築いた

新たなディーゼル  
テクノロジーコンセプト

コンパクトなボディに秘めた強力パワー  
ハイクオリティー・ハイパフォーマンス



## THE SILVER ENGINES

GMからのコミットメント

Dependability

Fuel Economy

Serviceability

東京都中央区日本橋小舟町4-1  
電話(03)662-1855(代表)

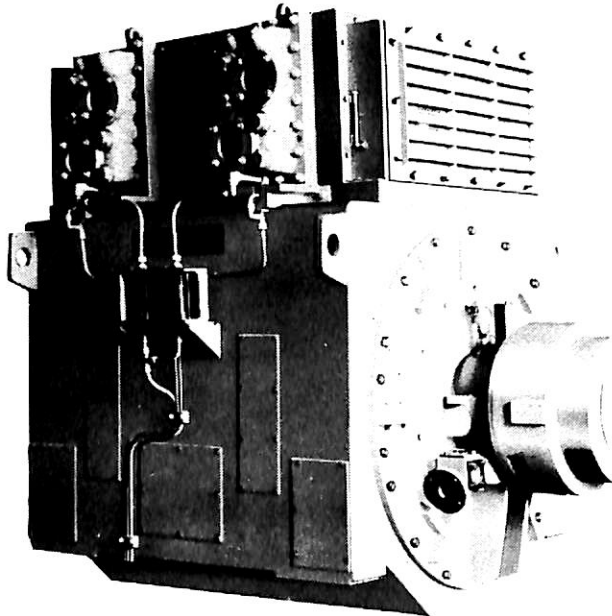


大阪市北区西天満2-6-8  
電話(06)361-3836(代表)

ながい経験と最新の技術



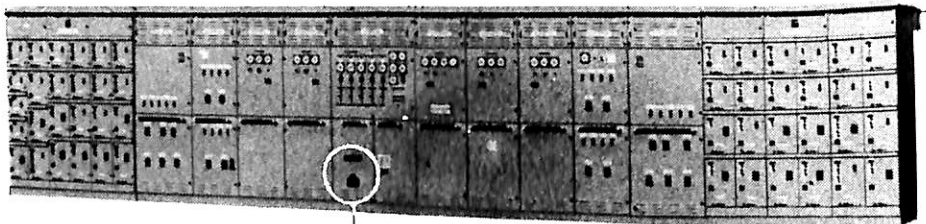
# 大洋の船舶用電気機器



排ガス利用2極タービン発電機

## 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
- 送風機



配電盤



発電装置制御用マイクロコンピュータ

 **大洋電機** 株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町2-4東洋ビル  
電話 03-293-3061 (大代表)  
工場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬  
営業所 下関・三原・大阪・札幌  
海外 Jakarta・Pusan・AbuDhabi  
Dubai・Baghdad・Riyadh

# 船の科学

1986

6

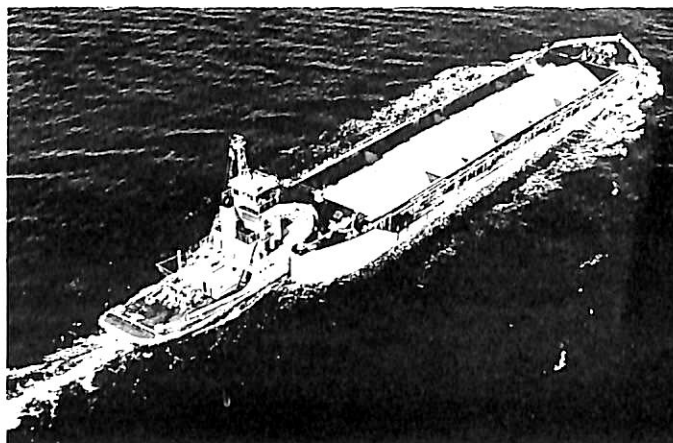
Vol. 39

## 目次

- 7 新造船写真集 (No.452)
- 17 大型クルーズフェリー“WELLAMO”(1)……………府川 義辰
- 16 日本商船隊の懐古 No.83 (北野丸, かなだ丸→第5多聞丸)……………山田 早苗
- 22 商船の映像(34)「船と摩天楼」(クイーン・エリザベス, リベルテ)……………野間 恒
- 
- 25 5月のニュース解説(円高の急進と海運造船)……………米田 博
- 28 3,800GT型高速貨客船“かめりあ丸”の概要……………内海造船
- 35 1300<sup>m</sup>積みケミカルタンカー“第三越山丸”……………船舶整備公団
- 39 有害液体物質を運送する自航船に対する安全規則<その10>……………編集部
- 44 船用機器の損傷とヒューマン・エラー……………椎原 裕美
- 50 防錆・防食の事例(1)……………濱田 外治郎
- 
- 56 ●船舶塗料について<その10>  
第2章 船底塗料……………中国塗料
- 61 ●造船技術変遷史シリーズ  
船型試験をめぐって<その28>……………横尾 幸一
- 65 ●シリーズ・日本の艦艇・商船の電気技術史<その21>  
第2章 商船の電気機装・電気機器……………徳永 勇
- 
- 67 造船工学覚え書<28>……………川上 益男
- 71 続・液化ガスタンカー<25>……………恵美 洋彦
- 76 船舶電子航法ノート<109>……………木村 小一
- 
- 83 JGコーナー(第2回)  
運技審13号その後・我が国の技術契約の概要……………運輸省海上技術安全局
- 85 NKコーナー(第1回)  
81 SOLAS 危険物運送船適合証をコンテナ船に発給, その他……………日本海事協会
- 86 IMOコーナー(第53回)  
第31回無線通信小委員会の報告……………運輸省海上技術安全局
- 製品紹介 特殊ポリマーセメント系静電気防除導電塗料“セメンシャス・ドーデン” 恒和化学工業
- 新刊紹介 『豪華客船インテリア画集』加藤知夫・中西 久監修 アテネ書房
- お知らせ 船舶技術研究所春季(第47回)研究発表会を開催 運輸省

# “押船—舢艀船団に”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!

タイセイ・エンジニアリング株式会社

東京都中央区東日本橋3の4の14  
小沢ビル 電話03(667)6633  
テレックス 2655164 TAIENG J

## 新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

### ■ 主要業務

受託試験、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



### 船舶艀装品研究所

所長 芥川 輝孝

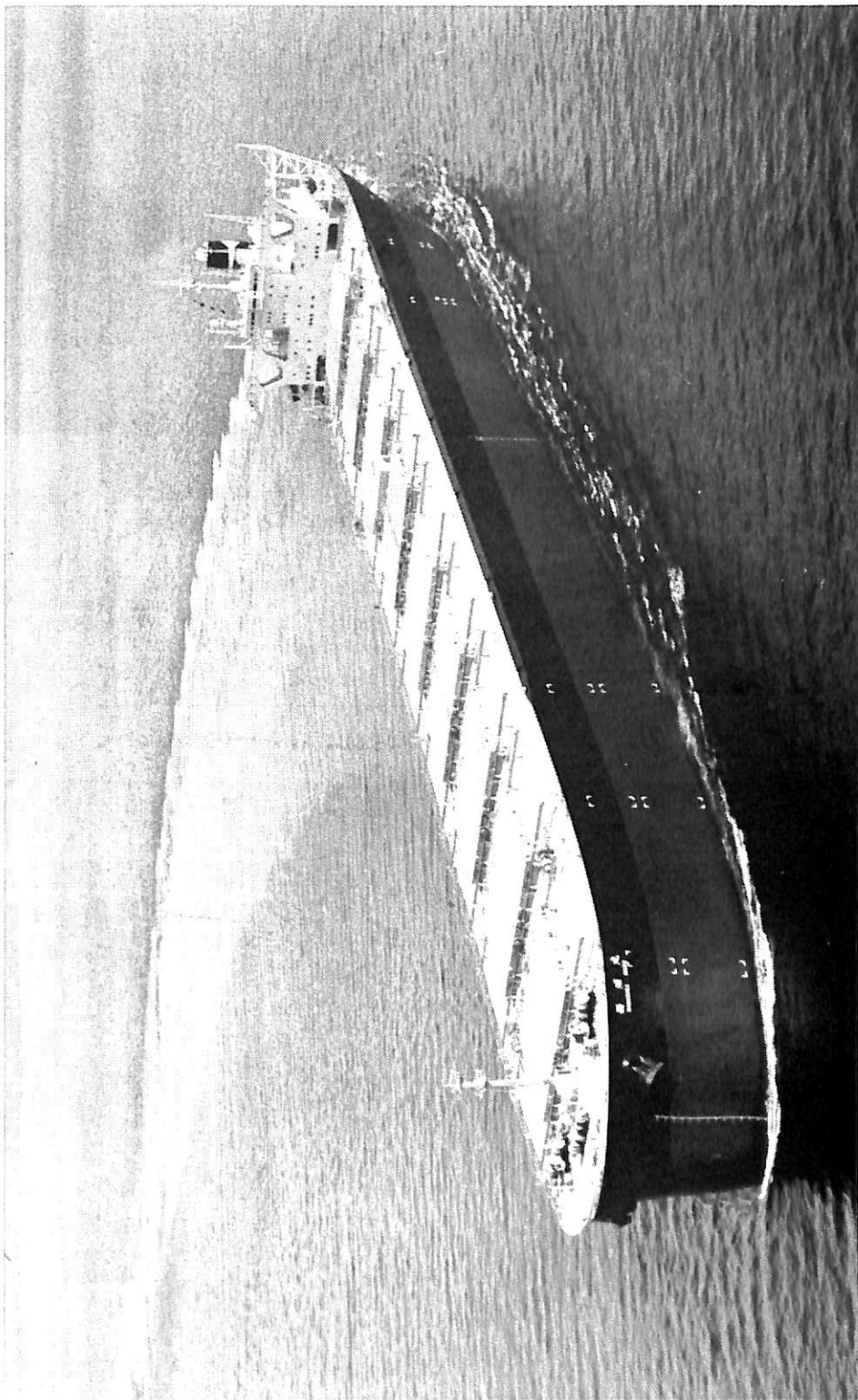
RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING  
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

〒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)





40次撒積貨物船 西 浦 丸 第一中央汽船株式会社

日立造船株式会社有明工場建造(第4806番船)  
 全長 299.90m 垂線間長 290.00m  
 総噸数 98,968T 純噸数 62,482T  
 艀口数 9 7tトラベリグホイスト  
 清水槽 585.0㎡ 主機関 日立-B&W 6L80MCE型(予)機関×1  
 (常用)14,130PS(78.5rpm) アロペラ 4翼 1軸  
 發電機 西芝(軸発)500kVA×AC440V×1, 西芝(予)925kVA×AC450V×2, 西芝(夕)925kVA×AC450V×1  
 送(主)1.2kW×1(補)125W×1 受(主), (補)100kHz ~ 35MHz 各1  
 航海計器 テッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー  
 航統距離 30,880哩 船級・区域資格 NK 遠洋(M.O.A)  
 。HZノズル装備

竣工 60-12-21  
 満載喫水 18.479m  
 貨物艀容積(グ) 207,796.4㎡  
 燃料艀消費量 39.2t/day  
 出力(連続最大) 16,500PS(83rpm)  
 7,300kg/h × 8.5kg/cm<sup>2</sup> · G × 1  
 無線装置 無線装置  
 船電話 海事衛星装置 VHF  
 同型船 ジャパン アフリコット  
 乗組員 28名 速度(試運転最大) 15.494kn (満載航海) 12.7kn

起工 60-3-25 進水 60-9-18  
 型幅 47.50m 型深 25.00m  
 載貨重量 194,468t  
 燃料油槽 4,594.7㎡ (含D.O.)  
 大阪ボイラー 横型乾燃室式  
 船型 平甲板型 乗組員 28名  
 出力(試運転最大) 15.494kn



撤積貨物船 **マリン クルセイダア** 大同海運株式会社

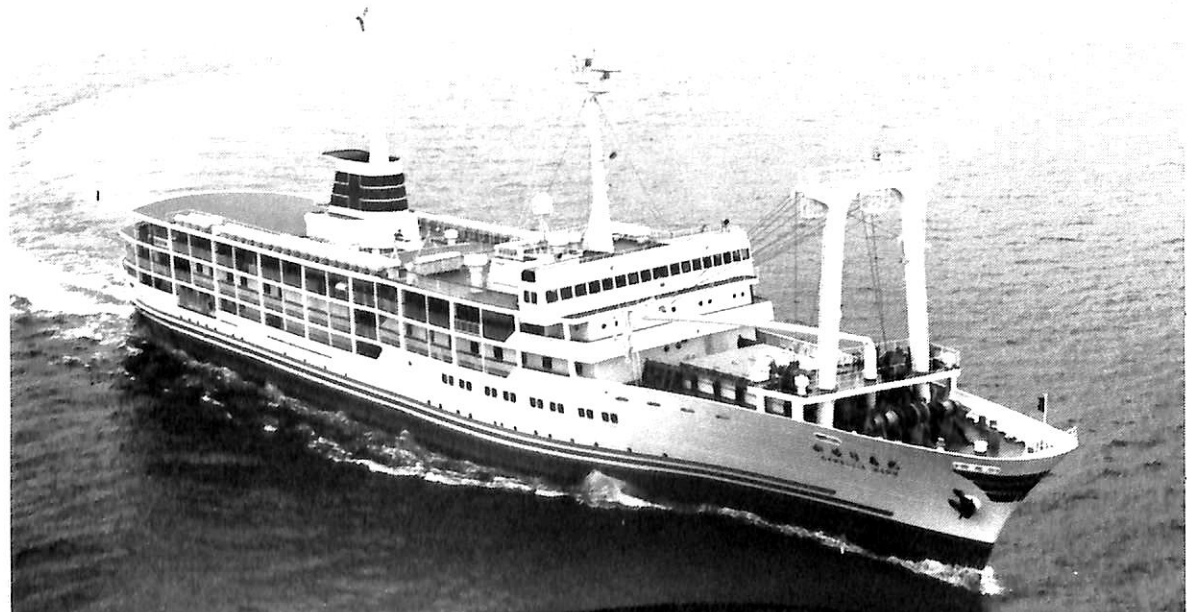
MARINE CRUSADER

住友重機械工業株式会社追浜造船所建造(第1134番船) 起工 60-4-15 進水 60-10-9 竣工 61-2-19  
 全長 299.844m 垂線間長 288.00m 型幅 47.20m 型深 24.40m 満載喫水 16.331m  
 総噸数 95,952T 載貨重量 168,570T 貨物艙容積(グ) 204,847<sup>m</sup> 艙口数 9  
 燃料油槽 5,404<sup>m</sup> 燃料消費量 44.8t/day 清水槽 458<sup>m</sup> 主機関  
 住友-Sulzer 6RTA84型(デ)機関×1 出力(連続最大)18,390PS(71rpm)(常用)15,630PS  
 (67.2rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 7,000kg/h×9kg/cm<sup>2</sup>×1, 排エコ×1  
 発電機(タ)700kW×1 (デ)700kW×2 (非)125kW×1 無線装置 送(主)1.0kW×1 (補)0.13W×1  
 受(主),(補)各1 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ NNSS 衝突予防装置 レーダー  
 速力(試運転最大)16.35kn 航続距離 34,400浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 平甲板型 乗組員 30名

貨客船 **か め り あ ら** 船舶整備公団・東海汽船株式会社

CAMELLIA MARU

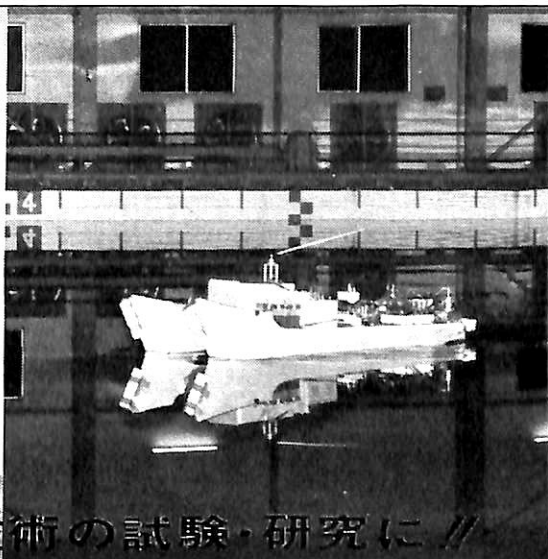
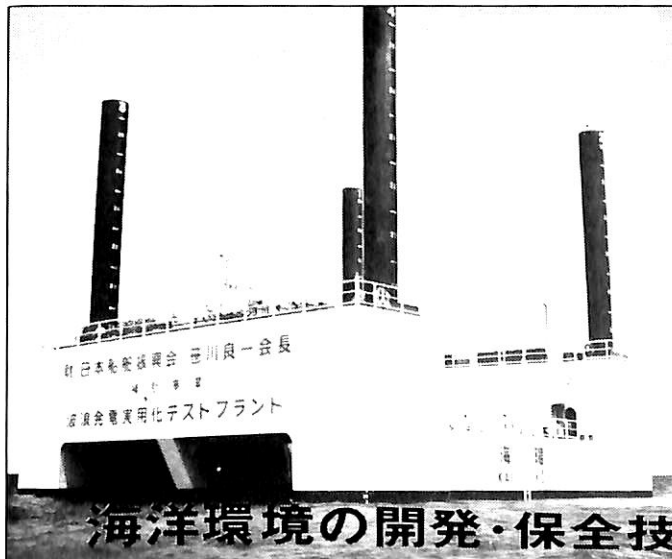
内海造船株式会社(瀬戸田)建造(第508番船) 起工 60-9-10 進水 61-1-13 竣工 61-3-25  
 全長 102.87m 垂線間長 92.00m 型幅 15.00m 型深 6.20m 満載喫水 4.75m  
 総噸数 3,751T 載貨重量 1,013t 艙口数 1 門型デリック 10t×1 Cont. 搭載数 25個  
 (2.99m×2.00m×2.44m) 燃料油槽 201<sup>m</sup> 燃料消費量 20.6t/day 清水槽 120<sup>m</sup> 主機関  
 神発-三菱 6UEC37LA型(デ)機関×2 出力(連続最大)3,600PS(186rpm)×2 (常用)3,060PS(176rpm)×2  
 プロペラ 4翼2軸 CPP 補汽缶 堅パッケージ式 1,600kg/7at 7kg/cm<sup>2</sup>×1 発電機 562.5kVA×  
 450kW×3 (原)ヤンマー 660PS×900rpm×3, 125kVA×100kW×1, (原)ヤンマー 180PS×1,800rpm×1  
 無線装置 27MHz SSB 航海計器 ロラン 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大)19.425kn(満載航海)  
 17.20kn 航続距離 3,580浬 船級・区域資格 JG・近海 船型 全通船楼甲板型 乗組員 54名  
 旅客 977名 沿海6時間未満 1,765名 主要航路 東京~伊豆七島 ナカシマプロペラベッカーラダー×2  
 (本文28頁参照)





耐食アルミ合金製双胴型高速旅客船 マリン シャトル 船舶整備公団・共正汽船株式会社

三井造船株式会社千葉事業所建造 (第CH1604番船)	MARINE SHUTTLE	起工	60-7-29	進水	60-12-9	竣工	61-2-10
全長 41.00 m	垂線間長 36.90 m	型幅 10.80 m	型深 3.40 m	満載喫水 1.39 m			
総噸数 268 T	燃料油槽 20 m <sup>3</sup>	主機関 池貝—16V190 ATC型高速(デ)機関×2		燃料消費量 164 g・PS/h (10,300 kCal/kg)	出力 (連続最大) 2,750 PS (1,450 rpm)		
清水槽 0.7 m <sup>3</sup>	×2 (常用) 2,450 PS (1,400 rpm) ×2		航海計器 レーダー	プロペラ 3翼2軸	発電機 40 kVA × AC 225 V × 2		
60 Hz × 1,800 rpm × 2	船級・区域資格 JG 限定沿海		乗組員 4名	速力(試運転最大) 34 kn	(巡航) 32 kn		
○三井スーパーマラン CP 30MK II型			旅客 280名	航路 和歌山—徳島			



海洋環境の開発・保全技術の試験・研究に //

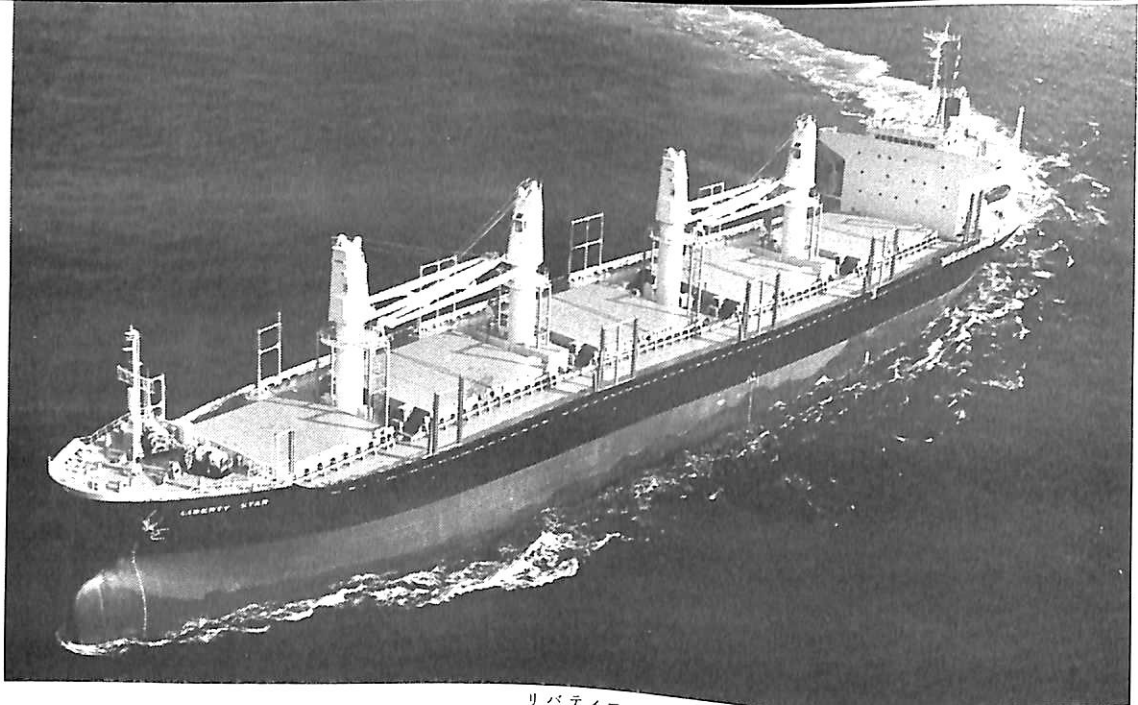
沖縄県西表島サバ崎沖で稼働中の「海陽」

角水槽における油回収船の無線操縦性能試験

(財) 日本造船振興財団 会長 笹川良一  
海洋環境技術研究所

〒305 茨城県筑波郡大穂町南原2

TEL 0298-64-2125, 2126, ファックス (G III) 専用 0298 64 2127



リバティ

スター

### 輸出木材 / 散積貨物船

## LIBERTY STAR

船主 TNK Marine (Panama) S. A. (Panama)

株式会社白杵鉄工所佐伯工場建造(第1326番船)

全長 168.00m 垂線間長 158.00m

満載排水量 32,736t 総噸数 16,080T

(べ)33,099<sup>㎡</sup> (ク)34,942<sup>㎡</sup> 艀口数 5

主機関 三菱6UEC52LA型(テ)機関×1

プロペラ 4翼1軸 補汽缶 コンボジット型×1

(原)540PS×720rpm×2 無線装置 送(主)1.2kW×1

航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー

航統距離 19,500浬 船級・区域資格 NK 遠洋

起工 60-9-27  
型幅 27.00m

純噸数 9,118T  
クレーン 25t×4

出力(連続最大) 7,080PS(126rpm) (常用) 6,018PS(119rpm)

燃料油槽 1,316<sup>㎡</sup> 発電機 自己通風防滴 360kW×60Hz×2

送(主)1.2kW×1 (補)50W×1 受(主)50W×1 (補)25W×1

速力(試運転最大) 16.227kn (満載航海) 13.5kn

船型 ウェル甲板型

進水 60-10-28  
型深 13.45m

載貨重量 26,914t

燃料油槽 1,316<sup>㎡</sup> 発電機 自己通風防滴 360kW×60Hz×2

送(主)1.2kW×1 (補)50W×1 受(主)50W×1 (補)25W×1

速力(試運転最大) 16.227kn (満載航海) 13.5kn

船型 ウェル甲板型

竣工 61-1-20  
満載喫水 9.547m

貨物艀容積

清水槽 398<sup>㎡</sup>

発電機 自己通風防滴 360kW×60Hz×2

速力(試運転最大) 16.227kn (満載航海) 13.5kn

船型 ウェル甲板型

### 輸出プロダクトタンカー

スボラデス

## SPORADES

船主 Sporades Shipping (Greece)

株式会社神田造船所建造(第287番船)

全長 170.0m 垂線間長 160.0m

満載排水量 37,270t 総噸数 17,612T

40,388.54<sup>㎡</sup> 主荷油泵 1,000<sup>㎡</sup>/h×100m×4

燃料消費量 22.7t/day 清水槽 428.5<sup>㎡</sup>

出力(連続最大) 8,160PS(98rpm) (常用) 7,340PS(94.6rpm)

10t/h×16kg/cm<sup>2</sup>×1, 8t/h×16kg/cm<sup>2</sup>×1, 排エコ 0.7t/h×16kg/cm<sup>2</sup>×1

ダイハツ 1,500PS×720rpm×2, (補)三菱460kW×1 (原)タイハツ/cm<sup>2</sup>×1

1,800rpm×14.5kg/cm<sup>2</sup>×1 無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)130W×1

航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー

航統距離 13,000浬 船級・区域資格 LR 遠洋

起工 60-4-5  
型幅 26.0m

純噸数 11,802T  
クレーン 10t×2

主機関

プロペラ

(原)タイハツ/cm<sup>2</sup>×1

送(主)1.5kW×1 (補)130W×1

速力(試運転最大) 14.8kn

船型 凹甲板型

進水 60-7-3  
型深 14.60m

載貨重量 29,990t

燃料油槽 A.200.4<sup>㎡</sup> C.1,328.9<sup>㎡</sup>

主機関 IHI-Sulzer 6RTA58型(テ)機関×1

プロペラ 5翼1軸 補汽缶 煙管(油袋)

発電機 (主)三菱 1,030kW×2 (原)

受(主),(補)全波各1 海事衛星装置 VHF

速力(試運転最大) 14.8kn (満載航海) 14.5kn

船型 凹甲板型

竣工 61-1-30

満載喫水 10.805m

貨物艀容積

煙管(油袋)

発電機 (主)三菱 1,030kW×2 (原)

受(主),(補)全波各1 海事衛星装置 VHF

速力(試運転最大) 14.8kn (満載航海) 14.5kn

船型 凹甲板型

乗組員 29名。奇性ソーダ積可能





## 安全な航海のため、 操舵室の窓はクリアーに。

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、  
吹き付ける水雪、操舵室の窓は、どうしても  
曇りがちです。

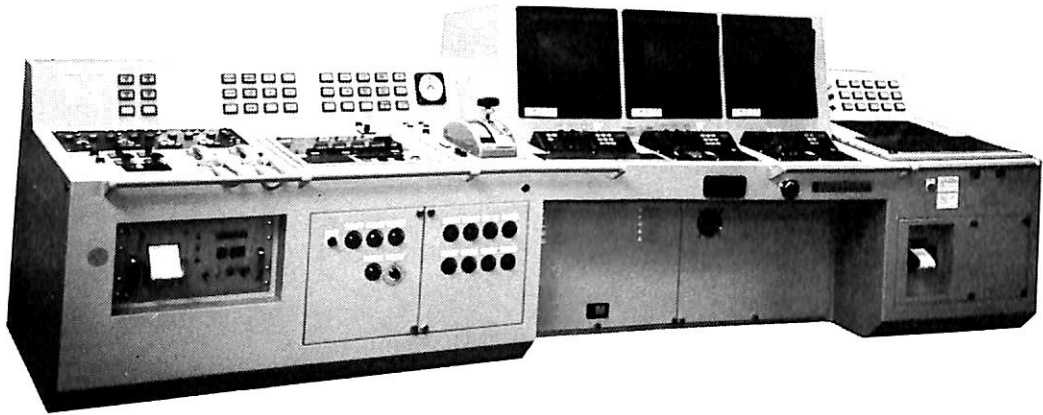
でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視  
界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス  
表面に薄い金属膜をコーティングして通電  
発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融  
雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金  
属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜  
の保護や感電防止も万全です。またガラス  
は万一割れても破片の飛び散らない安全な  
合わせガラスです。

**ヒートライト® C**

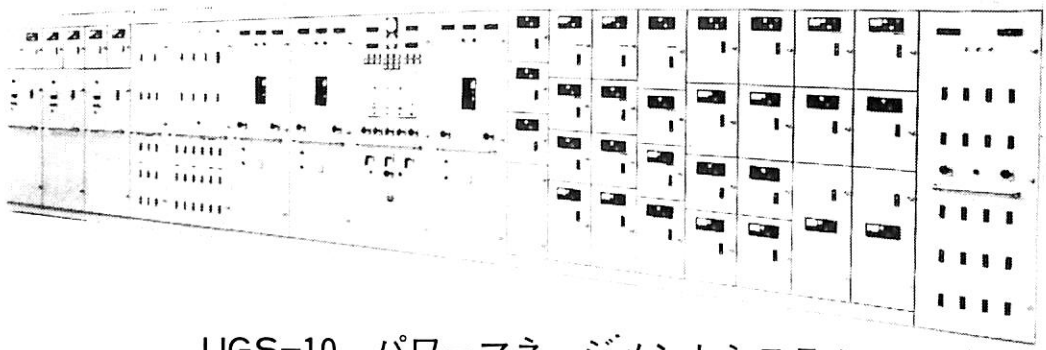
 **旭硝子**

〒100 東京都千代田区丸の内2-1-2 千代田ビル  
☎(03)218-5397 旭硝子事業本部

# 渦潮電機の最新技術で 船の近代化・省力化と経済性アップ!!



UMS-35 マイクロコンピュータシステム



UGS-10 パワーマネジメントシステム

船舶電機のトータルエンジニアリング 設計・製作・艤装

## 渦潮電機株式会社

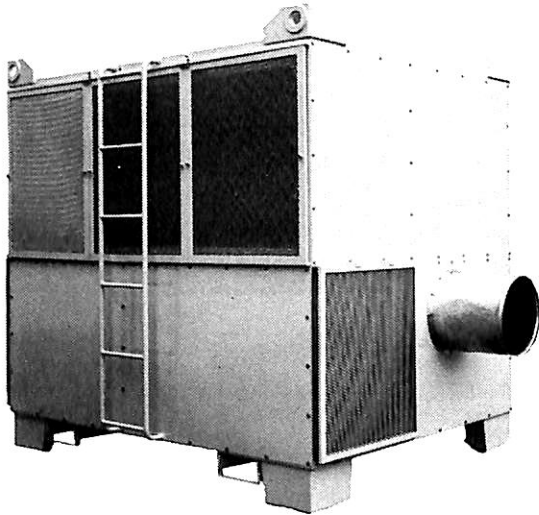
代表取締役社長

小田 道人 司

本社 愛媛県越智郡大西町大字九王甲1520 TEL(0898)53-6111(代) FAX(0898)53-2266  
東京営業所 東京都港区西新橋1丁目19-9 TEL(03)508-1266(代) FAX(03)508-1265  
松山営業所 松山市南齊院町179 TEL(0899)71-9945  
広島営業所 広島市中区本川町2丁目6-10 TEL(082)291-0958

未来を開くパイオニア!! 空調装置と冷凍装置の総合メーカー

## 潮スポットクーラー

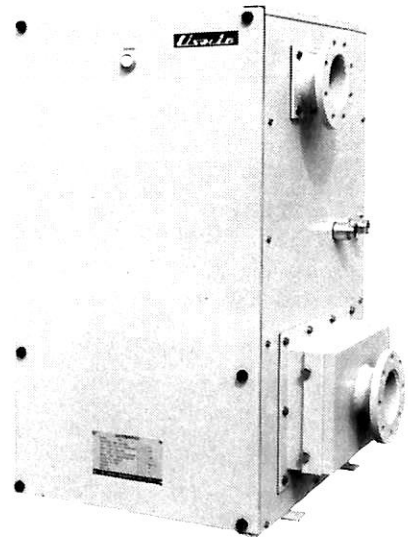
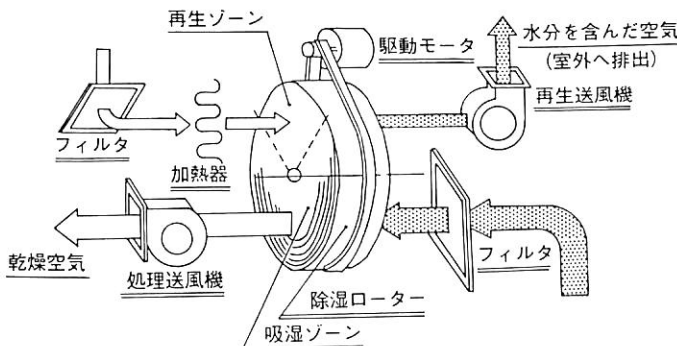


# 風神

こんなところにはスポット冷房を!

- 造船所(船殻・二重底・艀装工事)
- タンク製造業●金属熱処理工場
- プラスチック工場●機械組立作業所
- 土木建設作業所 その他、高温・多湿・発熱体のあるところ

## 貨物倉内除湿装置ドライキーパー



# 潮冷熱株式会社

代表取締役社長 小田 園

本社・工場	愛媛県越智郡大西町大字脇甲883-1	TEL(0898)53-2400(代)	FAX(0898)53-6363
東京営業所	東京都港区西新橋1丁目19-9	TEL(03)508-1266(代)	FAX(03)508-1265
松山営業所	松山市南齊院町179	TEL(0899)71-9945	
広島営業所	広島市中区本川町2丁目6-10	TEL(082)291-0958	



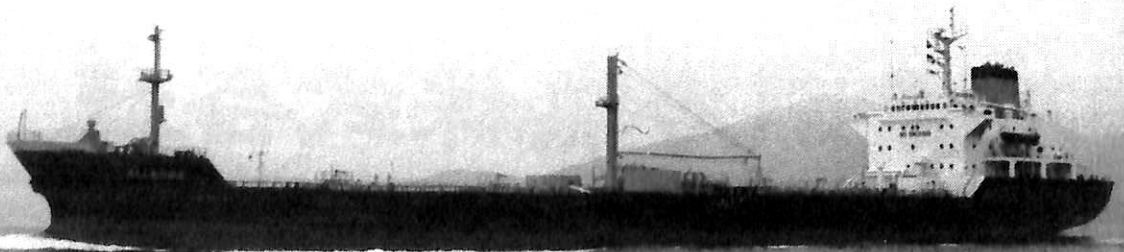
フューシャン

輸出多目的貨物船 **富 裕 山 (FUYU SHAN)**

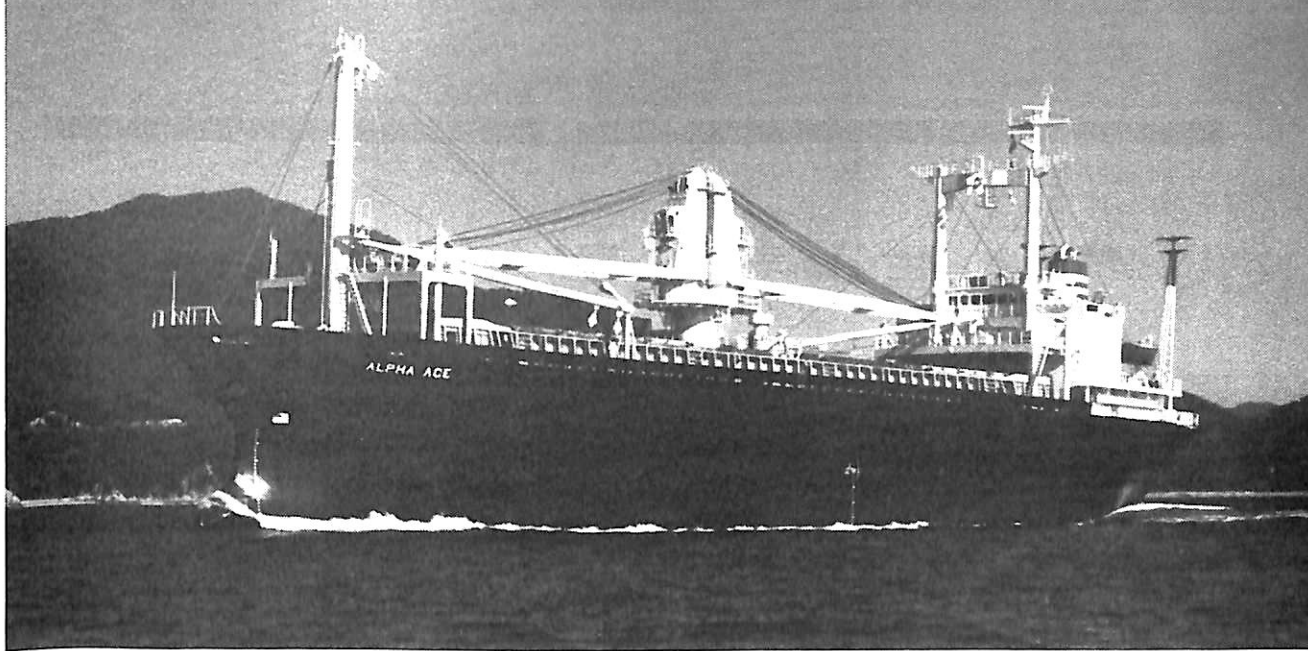
船主 Tianjin Ocean Shipping Co. (China)  
 三菱重工業株式会社下関造船所建造(第874番船) 起工 60-7-23 進水 60-10-16 竣工 60-12-26  
 全長 151.00m 垂線間長 144.00m 型幅 25.00m 型深 13.60m 満載喫水 9.821m  
 総噸数 13,482T 純噸数 7,799T 載貨重量 20,225t 貨物艙容積(ベ) 25,120m<sup>3</sup>  
 (グ) 27,005m<sup>3</sup> 艙口数 7(上甲板) 6(第二甲板) クレーン 22t×2, 22t(Ⅱ)×1 Cont. 搭載数  
 604 TEU. 燃料油槽 1,060m<sup>3</sup> 燃料消費量 18.0t/day 清水槽 331m<sup>3</sup> 主機関  
 三井-B&W 5L60MCE型(デ)機関×1 出力(連続最大)6,950PS(95rpm)(常用)6,260PS(92rpm)  
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 油焚 1,000kg/h×1, 排エコ 600kg/h×1 発電機 500kVA×400kW×3  
 (原)ダイハツ 600PS×3 無線装置 送(主)1.5kW×2 (補)130W×1 受(主),(補)全波各1 VHF  
 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大)17.66kn (満載航海)15.0kn  
 航続距離 19,600浬 船級・区域資格 ZC・遠洋(Ice Class B) 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 42名

輸出プロダクトタンカー **アレッグラ ALLEGRA**

船主 San Lorenzo Seatrade Corp. (Liberia)  
 笠戸船渠株式会社笠戸造船所建造(第360番船) 起工 59-3-30 進水 60-6-8 竣工 61-1-8  
 全長 163.54m 垂線間長 154.00m 型幅 23.00m 型深 11.54m 満載喫水 8.5175m  
 満載排水量 25,154t 総噸数 11,844T 純噸数 7,957T 載貨重量 19,966t 貨物油槽容積  
 28,121m<sup>3</sup> 主荷油ポンプ 900m<sup>3</sup>/h×90m×3 燃料油槽 698m<sup>3</sup> 燃料消費量 19.1t/day  
 清水槽 202m<sup>3</sup> 主機関 三菱-Sulzer 5RTA48型(R1)型(デ)機関×1 出力(連続最大)6,600PS(150rpm)  
 (常用)5,940PS(145rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 95kg/cm<sup>2</sup>×16t/h×1 発電機  
 (主)360kW×AC450V×3 (補)56kW×AC450V×1 無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)75W×1 受(主),(補)各1  
 VHF 航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大)14.52kn  
 (満載航海)14.0kn 航続距離 11,000浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 凹甲板型  
 乗組員 34名 同型船 Giacinta







アルファ エース  
輸出貨物船 **ALPHA ACE**

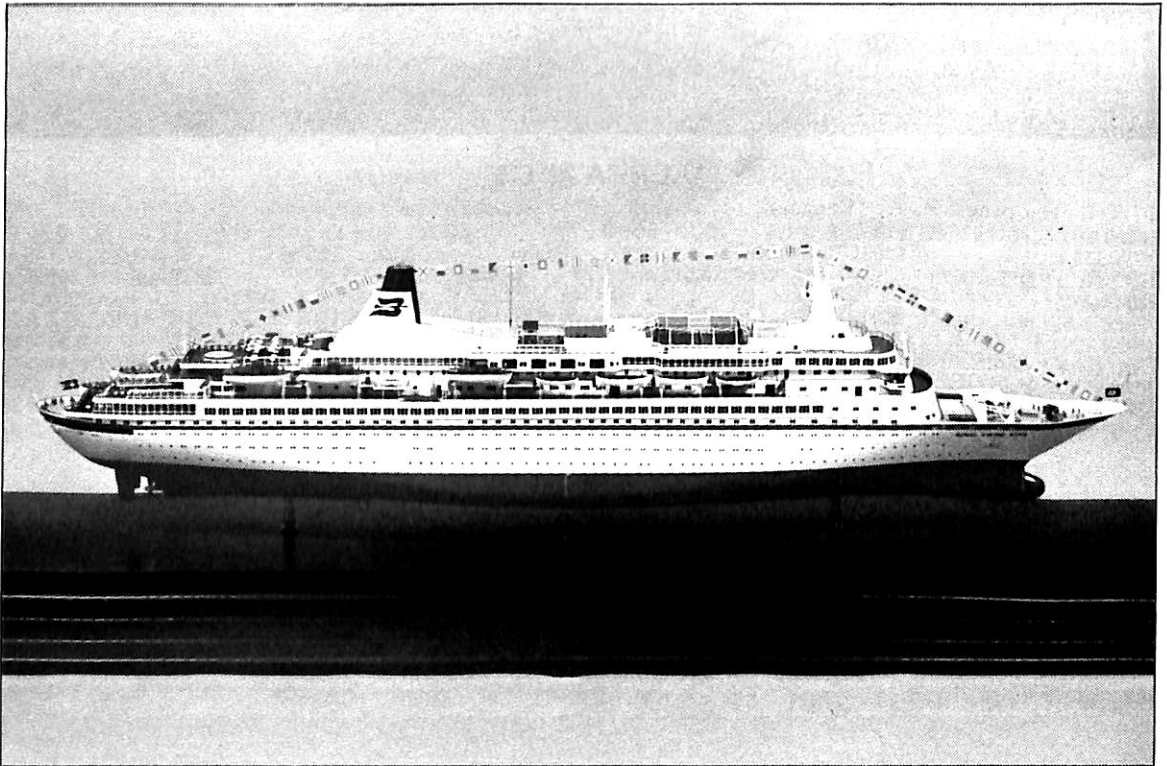
船主 Trio Happiness, S. A. (Panama)  
 檢垣造船株式会社建造(第333番船) 起工 60-9-7 進水 60-10-16 竣工 60-12-9  
 全長 98.52m 垂線間長 89.95m 型幅 18.00m 型深 7.50m 満載喫水 7.143m  
 満載排水量 8,614.72t 総噸数 5,512T 純噸数 2,223T 載貨重量 6,208.37t  
 貨物艙容積(ベ)11,860<sup>m</sup> (グ)12,709<sup>m</sup> 艙口数 2 デリック 25t×2, クレーン 25t×4  
 燃料油槽 591<sup>m</sup> 燃料消費量 9.5t/day 清水槽 214<sup>m</sup> 主機関 赤阪-三菱6UEC37LA型  
 (デ)機関×1 出力(連続最大)3,000PS(195rpm)(常用)2,700PS(188rpm) プロペラ 4翼1軸  
 補汽缶 排ガス併用堅型 500kg/h, 排ガス 300kg/h各1 発電機(主)350kVA×AC450V×420PS×720rpm×2  
 (停)100kVA×AC450V×125PS×1,800rpm×1 無線装置 送(主)0.5kW×1 (補)50W×1 受(主),(補)各1  
 航海計器 NNSS レーダー 速力(試運転最大)14.63kn (満載航海)12.0kn 航続距離 13,000哩  
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 二層甲板船尾機関型 乗組員 21名

ヤイ ミーン  
輸出曳船 **YAY MYIN(1)**

船主 People's Pearl and Fisheries Corp. (Burma)  
 神原海洋開発株式会社建造(第OE-126番船) 起工 60-11-13 進水 60-12-12 竣工 61-1-13  
 全長 21.45m 垂線間長 18.70m 型幅 5.80m 型深 2.50m  
 満載喫水 1.65m 満載排水量 99.42t 総噸数 79T 純噸数 24T  
 燃料油槽 7.12<sup>m</sup> 清水槽 3.58<sup>m</sup> 主機関 ヤンマーS165-UT型(デ)機関×2  
 出力(連続最大)450PS(1,300rpm)×2 (常用)337.5PS(1,181rpm)×2 プロペラ 4翼2軸  
 発電機 大洋電機 30kVA×AC450V×3φ×50Hz×2 (原)ヤンマー 38PS×2 無線装置 VHF  
 速力(試運転最大)11.698kn (満載航海)10kn 船級・区域資格 NK 平水  
 船型 一層甲板船型 乗組員 3名 その他 12名



進水記念贈呈用に  
不二の船舶美術模型を



客船“ロイヤル バイキング スター”

建造所：ヴァルツィラ社 ヘルシンキ造船所(フィンランド)  
縮尺：1/100模型 発注先：横浜海洋科学博物館

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

ベラモ  
大型クルーズ フェリー M/V "WELLAMO" (I)

Yoshitatu Fukawa  
府 川 義 辰

フィンランド Wärtsilä Helsinki 造船所は、去る 1 月 9 日、フィンランド スティームシップ社 (EFOA-Finland steamship) 向けの大型豪華クルーズ フェリー "WELLAMO" (第 471 番船) (次頁写真) を同日竣工・引渡しをした。更に同日運航にあたるシルヤライン社 (Silja Line) に引渡されて、フィンランド(ツルク) ~ デンマーク (ストックホルム) 間に就航をした。

本船は、同造船所で昨年 5 月に竣工したスベア社 (フィンランド) 向け "Svea" 33,830 GT (Vol. 38, No. 9 紹介) と姉妹船である。

主 要 目

全 長	168.0 m
全 長 (DWL)	156.4 m
幅 (Mid)	27.6 m
喫 水 (DWL)	6.3 m
喫 水 (max)	6.5 m
載貨重量	3,000 t
総 噸 数	33,818 T
純 噸 数	17,568 T
タンク容積 F. O.	1,017 m <sup>3</sup>
D. O.	244 m <sup>3</sup>
清水槽	1,222 m <sup>3</sup>
自動車搭載台数	350 台
救命設備 救助用ボート (各 20名)	2
モーター付ライフボート (各 143名)	4
膨張式救命筏 (各 25名)	72
速力 試運転最大	22.0 kn (出力 21,600 kW)
船級	DNV + 1A1, A. E. O. Ice 1A, MCDK.
主機関 Wärtsilä - S. E. M. T. Pielstick	
12 PC2-6V 型 × 4	
出力	6,600 kW (8,975 hp) (520 rpm)
補機関 Wärtsilä Vasa 6 R32 型 × 4	
出力	2,045 kW (2,780 hp) (750 rpm)
発電機	2,500 kVA × AC 440V × 750 rpm × 4 (非) 600 kVA × 1
プロペラ	4 翼スキュード (CPP) × 2, 舵 2
ハウスラスター	(CPP) 1,320 kW × 2
スタンスラスター	(CPP) 880 kW × 1

スタビライザー	フィン	7.5 m <sup>2</sup> × 2
スタンランプ		4.9 m × 9.0 m × 1 (右舷) 4.9 m × 6.0 m × 1 (左舷)
カーデッキ	デッキハイト	4.9 m

航海計器

磁気コンパス, ジャイロコンパス, オートパイロット, エコーサウンダー, ドップラーログ, デッカナビゲーター, オートマティックレダープロットングエイド

リフト 旅客用	8 名 × 1
船員用	6 名 × 1, 4 名 × 1
荷物用	3,000 kg × 1, 1,500 kg × 1

旅客設備

船 室	旅 客 数
566	1,625

ラウンジ

Deck 1		
バブ	70 m <sup>2</sup>	30 seats
ディスコ	130 "	111 "
Deck 2		
サウナバー	100 "	38 "
サウナ	310 "	
プール	70 "	
Deck 4		
エントランスホール	460 "	53 "
寝椅子	190 "	188 (beds)
サロン	110 "	86 (seats)
Deck 7		
ダイニングルーム	900 "	360 + 120 (bars.)
キャフテリア	280 "	150 (seats)
アフターダイニング	1,260 "	306 "
レストラン	50 "	34 "
子供遊び室	90 "	
ホール&アーケード (Deck 5, 6, 7)	430 "	110 "
Deck 8		
スカイバー	320 "	204 "
サロン	80 "	71 "
会議室	490 "	446 "
ホール&アーケード	370 "	18 "
ショッピングエリア	450 "	

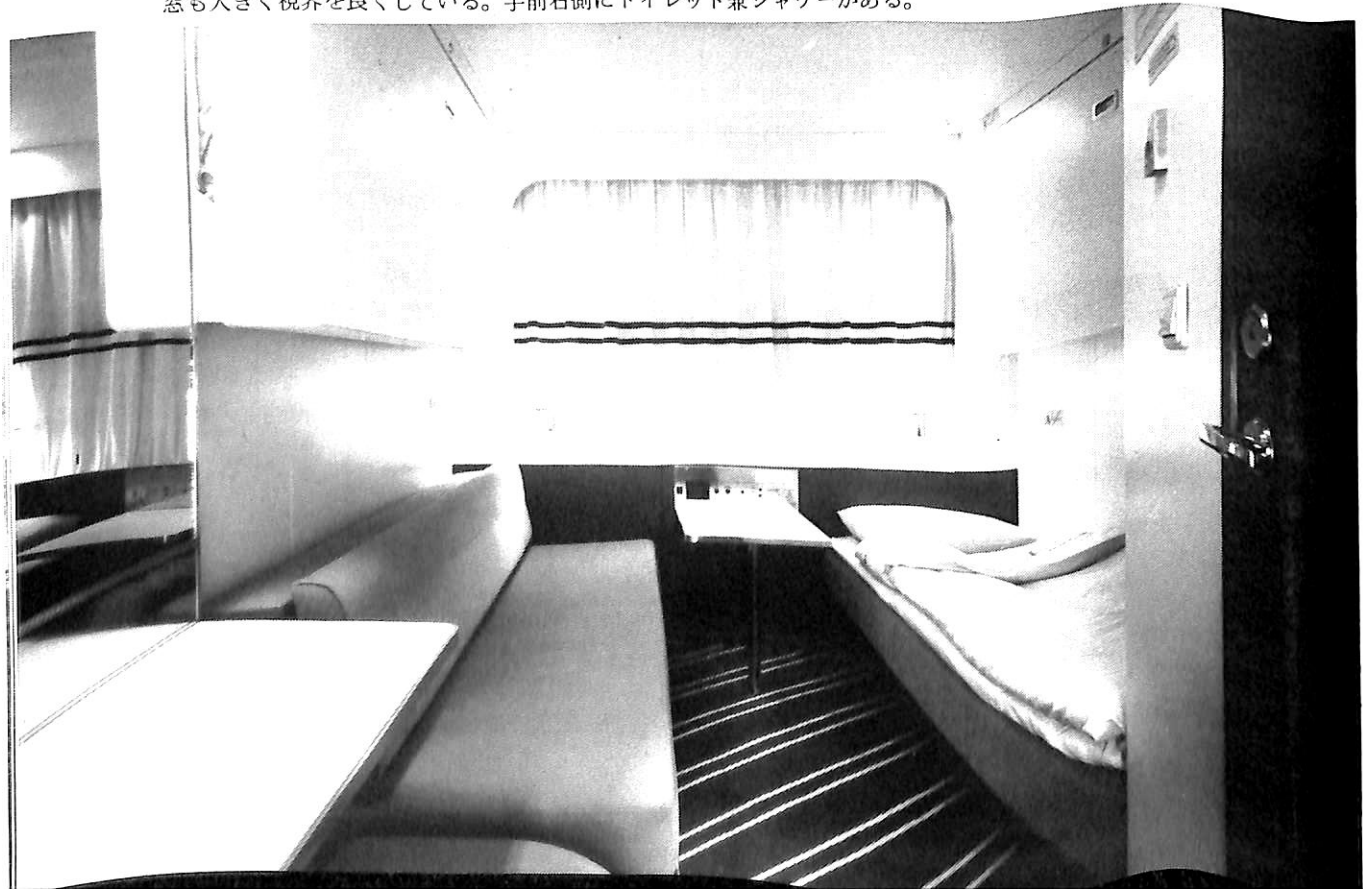


バルチック海を航行中の“WELLAMO”

— 18 —

## WELLAMO

“Standard cabin” プルマンベッド2台を備えた2～4名用キャビン  
窓も大きく視界を良くしている。手前右側にトイレ兼シャワーがある。





レストラン“La coupole”天井は円形のモザイク模様と鏡で構成されている。

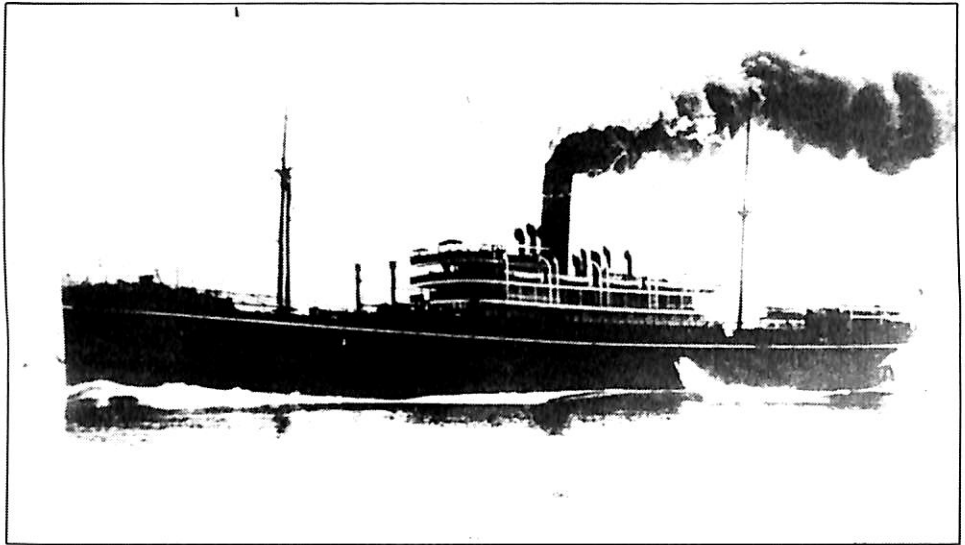
WELLAMO

— 19 —

レストラン“La coupole”にあるステージ，カーテンの部分が船首側である。



## 貨客船 北野丸 日本郵船



三菱重工業(株)長崎造船所建造(第198番船)	船舶番号 11609	信号府字 LHDQ → JKND
起工 明39-6-10	進水 42-1-24	竣工 42-4-26
垂線間長 141.73m	型幅 17.06m	型深 10.54m
総噸数 8,512T	純噸数 4,926T	満載喫水 8.16m
主機関 三連成レシプロ機関×2	出力(連続最大) 9,029 PS	貨物艙容積(ベ) 11,407 m <sup>3</sup> (グ) 11,876 m <sup>3</sup>
(満載航海) 14.0kn	船級・区域資格 逓信省第1級船	速力(試運転最大) 17.266kn
乗組員 97名	旅客 1等83名, 2等32名, 3等132名	遠洋 ロイド100A1 LMC.BS.
三島丸, 宮崎丸(以上川崎)	船籍港 東京	姉妹船 賀茂丸, 熱田丸, 平野丸(以上三菱長崎)

日本とヨーロッパを結ぶ海上輸送は日本郵船によって明治20年頃から計画されていたが、明治28年4月、日清戦争終結の頃から外国との交流が活発となり、その中でもヨーロッパとの交流がその第1番にあげられていた。

明治29年3月15日、日本郵船は土佐丸を第1船として遂に定期航路開設にふみきり横浜を出港した。つづいて4月18日和泉丸、5月15日アガパンザス号、6月24日鹿兒島丸、7月20日パルモラル号、8月8日旅順丸と順調なすべり出しであった。一方では新造船6隻の建造が進められ明治31年8月までに全部が完成、就航した。これが神奈川丸クラスと呼ばれるもので、さらに準姉妹船6隻が追加され明治32年12月には12隻が勢揃いし、2週1回の発航となった。

しかしこれらも年とともに老齢化し、航海奨励法に定められた15年の制限年令に近づくため日本郵船では明治39年、8,500トンクラスの新造船6隻を発注、これが賀茂丸クラスと呼ばれるもので、本船はその第6船として長崎にて完工した。本船の建造には政府の造船奨励法による補助金を受け、船価は161万円であった。

本船の進水式は、明治42年1月24日午前9時に行われる予定であったが、キロッキングを切っても船体が予定通り動かず、香港より入港予定の天洋丸の船尾と、20分おくらせて船台から滑り出した本船の船尾がわずか2分の

差で接触をまぬがれるという大変危険な進水であった。

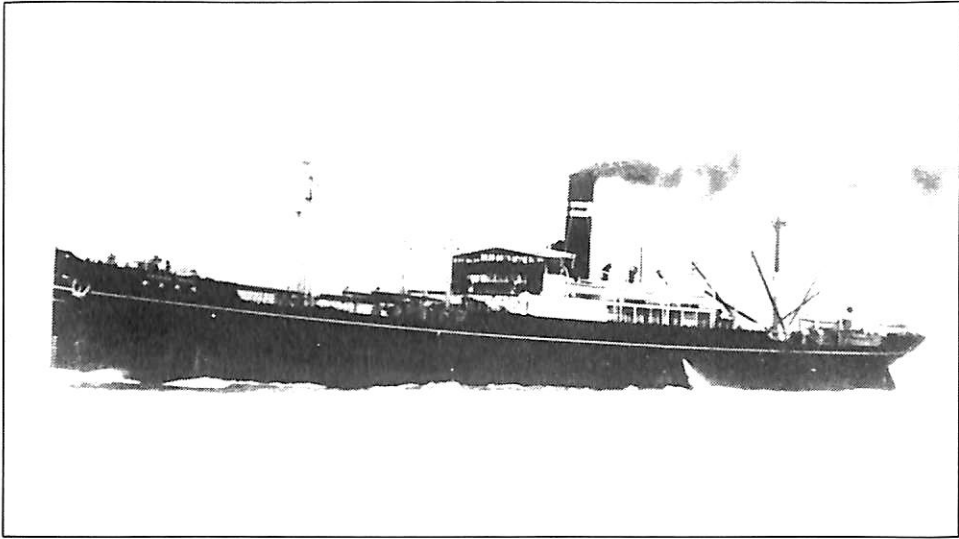
明治42年4月12日公試運転を実施し最高速力17.266ノットを記録した。5月23日午前11時、神戸港を出港してヨーロッパへの処女航海に旅立つ。

大正3年7月、第1次世界大戦が勃発し、ヨーロッパ海域は危険となり大正6年9月30日、逓信省の許可により優秀船を北米、オーストラリア航路に転用することになり、本船は一時オーストラリア航路に就航したが、大正11年3月再び元の航路に復帰した。

昭和3年8月11日夜、ミドルズブローからアントワープに向け航海中、北イングランド東海岸で濃霧のため英国オリेंट汽船のオトラント号(987G/T)と衝突、1番船艙に浸水し、ハル港にて1カ月修理を受ける。昭和5年8月、新造船 靖国丸、照国丸の両船の就航により同航路を撤退、オーストラリア航路に配船される。

昭和16年10月18日陸軍軍用船となり、12月24日第14軍団、第16師団をのせた20隻の船団に加わりフィリッピン島のラモン湾に部隊を揚陸した。3月16日一旦門司に帰り、3月17日門司より人員、物資を満載して3月25日高雄を経由して3月27日午後1時フィリッピンリンガエン湾に進入中、触雷し、午後6時10分沈没した。北緯16°11′東経120°19′の地点であった。

## 貨客船 かなだ丸→第5多聞丸

大阪商船→南洋海運→宮地商店→  
栗林商船→八馬汽船

三菱重工業(株)長崎造船所建造(第202番船)	船舶番号 13690	信号府字 LPSF → JCDD
起工 明40-5-28	進水 44-1-11	竣工 44-4-15
全長 124.97m	垂線間長 121.92m	型幅 15.54m
型深 9.93m	満載排水量 11,943t	総噸数 6,064 T
純噸数 3,553 T	満載喫水 7.83m	載貨重量 7,584t
貨物艙容積 (べ) 10,523 m <sup>3</sup> (グ) 11,089 m <sup>3</sup>	主機関 三連成レシプロ機関×2	速力 (試運転最大) 14.85 kn
(満載航海) 12.0 kn	船級・区域資格 逓信省第1級船	ロイド100 A1 LMC. 鋼船
乗組員 47名	旅客 1等9名 3等186名	姉妹船 たこま丸, しあとる丸, しかご丸 (以上川崎)
ばなま丸, めきしこ丸 (以上三菱長崎)	船籍港 大阪→東京	

大阪商船の所有船は主として内航向けの3,000トンクラスが最大であったが日露戦争後の日本の世界的発展に応じて遠洋航路進出を目指して一躍6,000トン級の貨客船6隻の建造を計画、3隻を三菱長崎へ、3隻を川崎へ発注、これをもって大阪商船は世界の大船会社に発展した。

本船は6隻のたこま丸型の第6船として政府の造船奨励法の適用を受けて完工した。明治44年4月15日受渡しののち4月23日香港に向け出港し、香港・タコマ線の定期船として就航した。

大正2年5月28日香港発長崎経由、神戸に向う途中6月4日午後3時30分釣島灯台の南々西の海岸に乗揚げたが自力で離礁した。

大正9年10月25日神戸を出港、南米航路の第1船として就航した。

大正12年9月1日関東大震災では京浜一阪神間の救援輸送に従事。

大正15年3月23日神戸を出港、アフリカ東海岸の開設の第1船として就航。

昭和4年3月6日午前3時、神戸港第8浮標に係船中川崎造船所に改装中の労農ロシア商船第3クラボロフ号(6,400G/T)が鎖を切断して強風で押流され本船の船首に3回も衝突する事故があった。

昭和6年7月南洋線に就航。

昭和10年10月28日南洋海運の設立とともに移籍された。

昭和11年9月10日トン当り50円で宮地商店に売却。

昭和12年5月24日120万円で栗林商船に売却された。

昭和14年1月30日トン当り130円で八馬汽船に売却され、第5多聞丸と改名。

昭和16年10月陸軍に徴用され軍用船となり10月28日大阪発、11月下旬第14軍、第16師団は比島ラモン湾上陸のため奄美大島に集結、12月17日20隻の船団で出撃、12月24日ラモン湾に進入、部隊を揚陸した。その後、昭和17年1月3日高雄、1月20日青島、2月5日海防、2月6日サイゴン、2月18日コーンチャン、4月8日九竜、4月9日黄埔、4月14日虎門、4月26日香港、5月2日サイゴン、5月16日高雄を経て5月22日大阪にもどる。

昭和17年6月5日徴用解除。

昭和18年3月海軍に徴用され軍用船となり、3月8日大阪発、3月15日青島、3月22日函館、3月24日釜石、3月30日釧路、4月7日名古屋、4月19日秦皇島、4月29日函館、5月2日釜石を出港、北上船団に加わり鮑崎沖を航行中、5月7日2本の魚雷が船橋直下に命中、船体は2つに折れて沈没、51名の乗組員のうち11名が死亡した。三陸野田湾黒崎灯台北6度3.7'、北緯40°4' 東経141°57'の地点で攻撃したのは米潜Wahoo (SS238)であった。

# 船と摩天楼

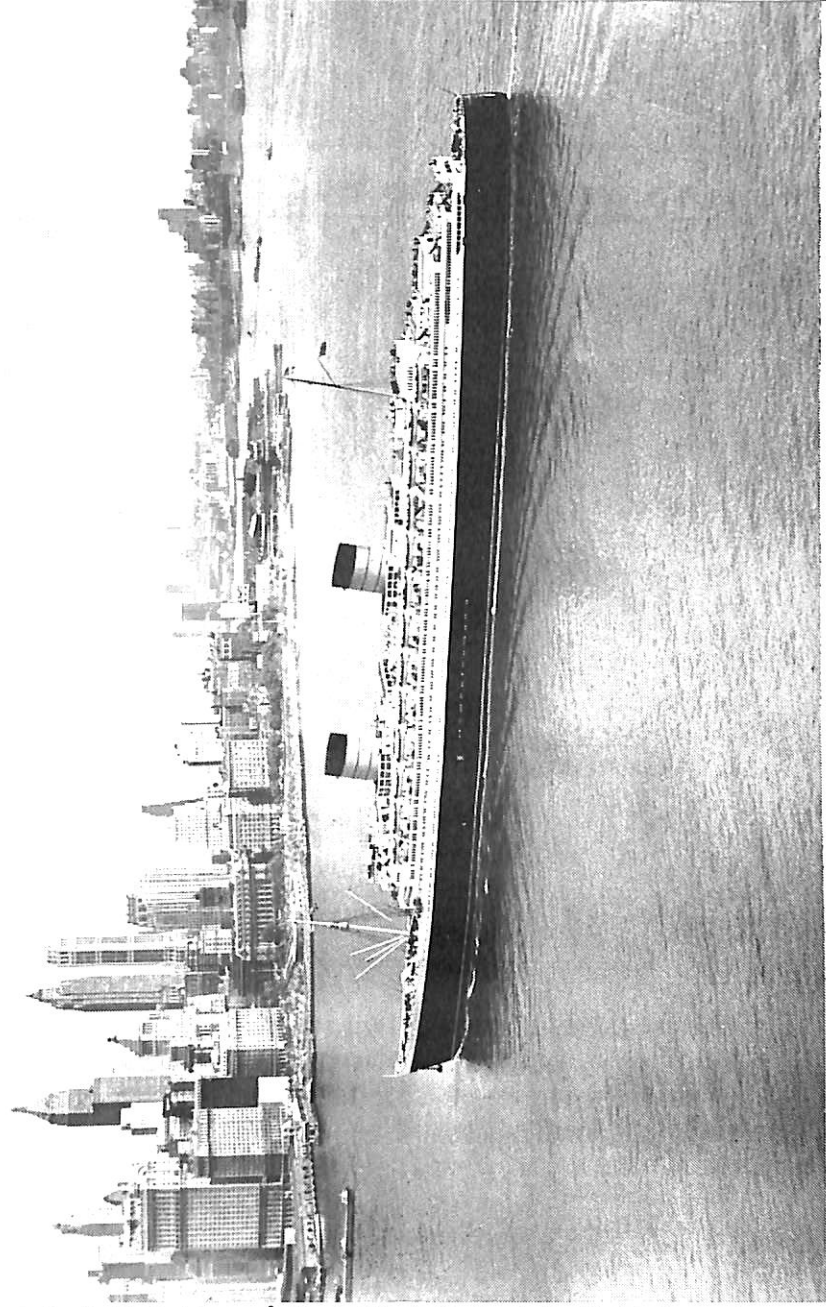
野間 恒  
H · N O M A

*Ships and skyscrapers.*

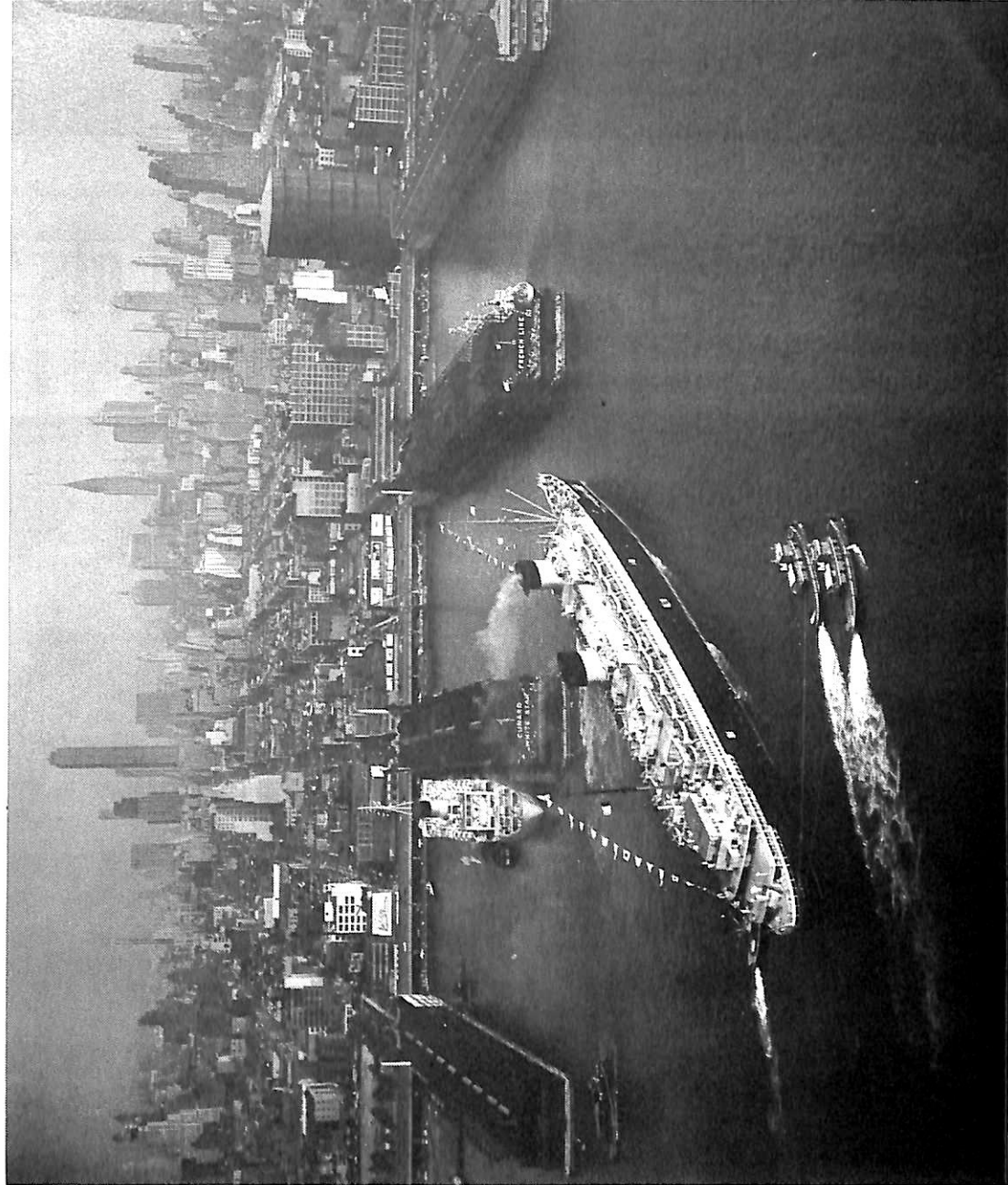
QUEEN ELIZABETH entering Hudson River

## “クイーン・エリザベス”

マンハッタンの上スカイラインを右手に、ハドソン川に向かうのは、イギリス客船クイーン・エリザベス(82,998総トン)である。キューナード・ラインが計画した大型船二隻による北大西洋ウイークリー・サービスのために建造された「クイーン姉妹」の妹のほうである。姉貴格のクイーン・メリー完成の半年後に起工された。その一年前に就航したライバル客船ノルマンディの構造やデザインが参考にされたとも言われるだけに、そのスタイルも、「メリー」に比して洗練されたものになっている。主機ボイラー数も、「メリー」の半分になったから、二本煙突になった。この写真は、本船の庄重でスマートな船容の美しさを、あますところなく表している。第二次大戦のため、本船は兵員輸送船として完成、巨体を活かして大活躍した。1947年に初めて商業航海にいたが、続く1950年代にはキューナード定期客船サービス最後の盛期が訪れる。本船の巨体が船客輸送成績向上(最盛期には全旅行客の3分の1をキューナード船隊が輸送した)に役立ったことは間違いない。「メリー」の盛名の蔭になり、地味な生涯を送ったが、世界最大の客船の名に恥じない活躍した船といえよう。







## “リベルテ”

新装なった客船リベルテ（51,839総トン）が、ニューヨーク港の埠頭に接舷しようとしている。1930年の北大西洋に登場したドイツ高速客船オイローバが、本船の前身である。姉妹船ブレメンとともに、ブルーリボン・ホルダーとして勇名を馳せた本船は、大戦の戦火から無傷のまま生き残り、フレンチ・ラインの手に移った。改装中に台風で着底したり、火災事故をおこすなどの曲折ののち、カムバック、1950年8月17日ニューヨークに到着したときの姿がこの写真である。褐色から赤色煙突に変わり、美しく化粧されたスリークな船客からは、とても船令20年の老嬢とは思えない。隣の埠頭には、前年も登場して問題になったキュナード社のクルーズ兼用船カロニアが、淡緑色の船体を休めている。このキュナード社専用埠頭は、ニューヨーク市90番街の西端にあることから、「90番ピア」と呼ばれて永く親しまれた。それから30数年たったいま、このあたりの景色は変わってしまい、冬になると客船の姿も見られなくなった。背後にくるぐろと林立する摩天楼が印象的である。

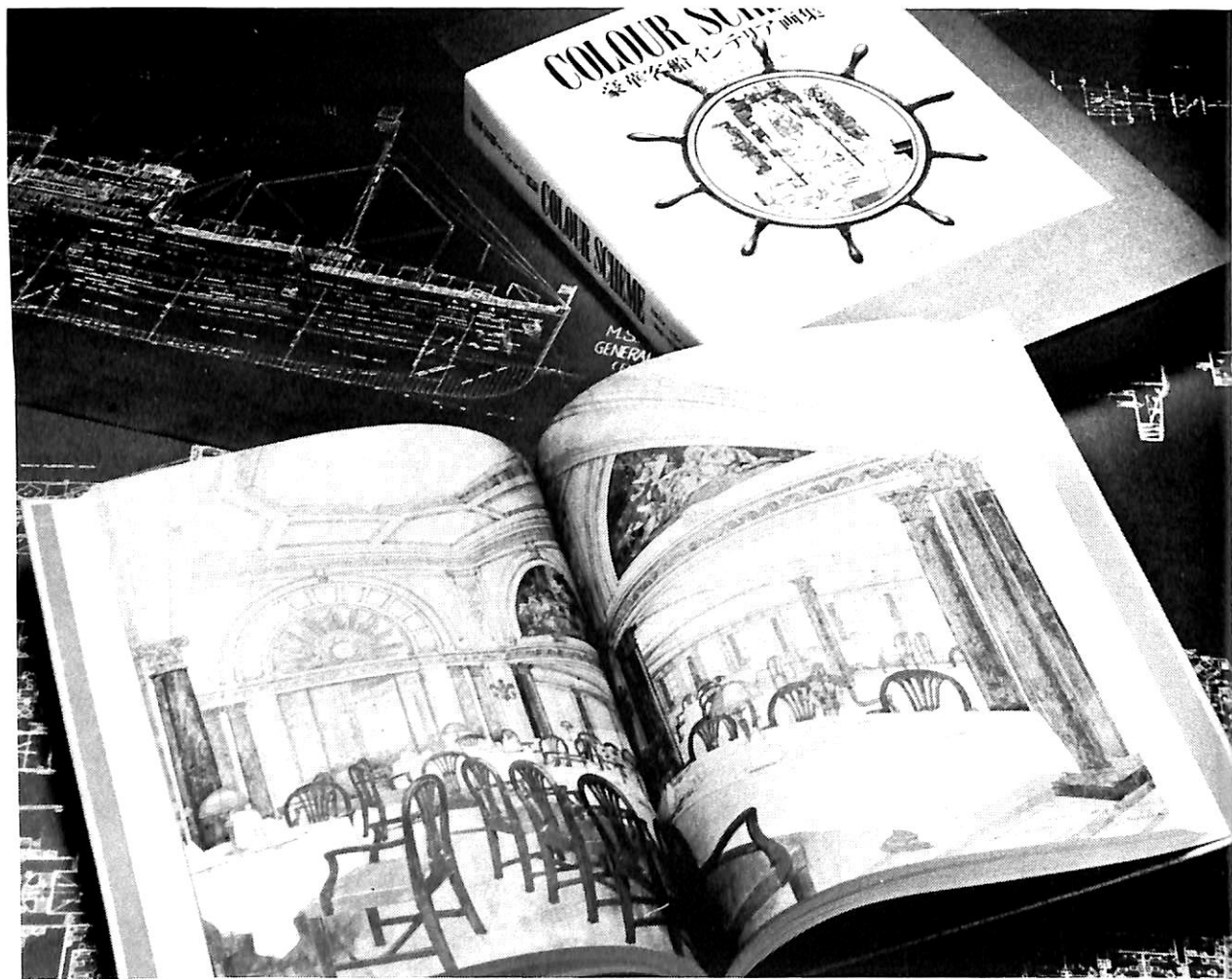
絢爛たる船内装飾画で甦える戦前豪華客船の華麗な世界

COLOUR SCHEME

# 豪華客船インテリア画集

加藤 知夫・中西 久 監修  
(元東京大学教授) (元日本郵船常務取締役)

三菱重工業(株)船舶技術部編



写真中に見える絵は浅間丸1等食堂。

カラスキーム・写真

天洋丸・地洋丸・春洋丸  
北野丸・横浜丸・香取丸・諏訪丸・伏見丸  
浅間丸・龍田丸・秩父丸  
あるぜんちな丸・ぶらじる丸  
氷川丸・日枝丸  
新田丸・八幡丸・春日丸 榑原丸

本巻 = B4判・上製クロス装・美装函入  
体裁 = 豪華愛蔵本。本巻 = クロス装、ビニールカバー掛け。  
函 = 美装題箋貼り特装ケース入り。  
内容 = B4判。総ページ170(うち図版100ページ)。  
付録 = 浅間丸一般配置図・3枚組  
三菱重工業(株)長崎造船所作成・1929  
浅間丸一般配置図3枚組。特装袋入り。  
寸法 = 約1/200, ①470×1100, ②810×1100, ③650×1100

定価 32,000円

お申込み方法▶ハガキが電話、ファックスで小社までお申込み下さい。分割払いもあります。呈カタログ。

## アテネ書房

文京区本郷1-1-1 ☎113

電話 03(816)3871 ファックス 03(816)3873

## 5月のニュース解説

米田 博

## 海運・造船日誌

4月18日～5月19日

- 海運・造船問題
- 一般政治経済問題

4月

- 17日●OECD閣僚理事会がパリで開会。  
(木)○日本船舶輸出組合がまとめた60年度の輸出船契約実績によると、輸出船受注は288万総トンで7年振りに300万総トン台を割った。この結果年度末の輸出船手持ち工事量は623万総トンで前年度末に比べ31.6%の減少となった。
- 19日●米国が公定歩合を下げたのを受けて、日銀(土)が21日から公定歩合を米国と同幅の0.5%引下げて年3.5%にすることを決めた。今年に入って3度目の利下げで2度目の国際的な協調利下げ。
- 21日●ジュネーブで15日から再開していたOPEC(月)Cの臨時総会は、減産について合意しないまま閉会した。
- 外航労務協会、外航中小船主労務協会の2船主団体と全日本海員組合は春の賃上げ額を前年比3.14%増(定昇込み)と決めた。海運不況を背景に労使は一時、交渉が決裂したが、船員中央労働委員会の斡旋をえて労使が歩み寄った。
- 22日●東京外国為替相場が初めて1ドル=170円(火)の大台を突破して168円60銭となった。24日には166円65銭の瞬間最高値をつけた。
- 26日●ソ連のウクライナ共和国にあるチェルノブイリ原子力発電所で炉心溶融によるとみられる事故が発生した。

28日○全日本海員組合と各船主団体との61年度労働協約改定交渉が近海労務協定を最後に終了した。外航が54年以来7年ぶりの船員中央労働委員会の斡旋による解決、内航が外航を上回る水準で妥結、など異例づくめであった。

29日○春の叙勲。運輸省関係は286氏。うち木下(火)昌雄・元日立造船社長が勲二等旭日重光章を受賞。

○春の褒章受賞者。運輸省関係は黄綬褒章19氏、藍綬褒章35氏の計54氏。うち藍綬受章者中に川崎重工業・大西 胖副社長、今治造船・桧垣正司社長、新潟鉄工所・鷺尾秀夫社長、昭和海運・石井大二郎社長、三菱倉庫・和田穰太郎社長など。

5月

- 4日●第12回主要先進国首脳会議(東京サミット)(日)が迎賓館で開幕した。6日まで。
- 8日●日本政府の招待で、チャールズ英皇太子と(木)ダイアナ妃訪日。13日離日。
- 12日●東京外国為替市場での円の対ドル相場は、(月)瞬間的ながら1ドル=159円99銭をつけた。
- 15日●渡辺通産相は電力9社、大手ガス3社と沖(木)縄電力から出ている円高差益と原油値下がりを還元するための料金値下げ申請を認可した。来年3月までの暫定措置で6月から実施する。
- 16日○三塚運輸相は船員中央労働委員会(会長地(金)田知平氏)に対し、60年代を見通した船員雇用対策の基本方針について諮問した。
- 19日○海運造船合理化審議会海運対策部会小委員(月)会が海運不況の実態などを中心に審議した。
- 4月21日実施の第3次公定歩合引下げに伴って預貯金金利が引下げられた。普通預金0.38%など戦後最低を更新した。

## 円高の急進と海運造船

### 東京サミットと円高

今月の話題のトップは直接海運造船に関係するわけではないが、やはり東京サミットであろう。1979年の東京サミット（第5回）の主要テーマは第2次石油危機に対処してサミット加盟7国間で原油輸入枠の枠取りであったが、7年後の第2回目の東京サミット（第12回）の主要テーマは、「世界の石油価格の低落に先進諸国としてはどう対処するか？」となろう、というのが2～3カ月前の下馬評であった。

ところが東京サミット開会の直前になってリビアの首都トリポリに対する米軍機の爆撃、チェルノブイリ原子力発電所事故などがおこり、このため今回の東京サミットは政治色の非常に強いものとなり、日本側の期待に反して円高など国際通貨問題は殆んど取上げられず、石油問題も極めて影の薄いものとなった。

今回のサミットへの出席者はサミットへの参加回数順に、サッチャー英首相(8)、レーガン米大統領(6)、ミッテラン仏大統領(6)、中曽根日首相(4)、コール西独首相(4)、クラクシ伊首相(3)、マルルーニー加首相(2)の7首脳とEC議長国のルッベルス蘭首相(1)、ドロールEC委員長(2)、の計9人であるが、発表された内容でみる限り、米英の主張が可成り強く、且つまかりとおったように思われる。サミットは第2日の5月5日、建設的な東西関係の推進をうたった「政治宣言(東京宣言)」を発表するとともに、リビアへの対抗措置を盛った「国際テロリズムに関する声明」と、「チェルノブイリ原子力事故の諸影響に関する声明」を採択し、第3日の6日「東京経済宣言」を採択して閉幕した。宣言は多角的な政策調整でインフレなき成長を維持する方向を前面に出しており、そのためサミット参加7カ国の蔵相会議(G7)を

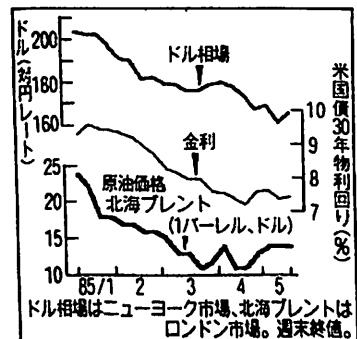
新設するとともに、経済政策を相互に監視することとした。

ところで、サミット最終日であり、連休明けの5月6日(火)の東京為替市場では円相場が急騰し、一時1ドル=164円85銭まで上昇して最高値を更新したあと、1ドル=165円20銭で取引を終えた。終値ベースでも当日までの最高値であった。その後12日には瞬間的ながら1ドル=159円99銭をつけたが、その後は165円前後で推移している。

そこで運輸省は5月12日、円高が海運、造船業界に与える影響を試算した。これは一般紙、専門紙に紹介されたが、それによると、今後1年間1ドル=160円の状態が続くと、61年度の営業損益は1ドル=約240円だった59年度に比べて外航海運業界(欧米向け航路)で約600億円、近海海運業界(東南アジア航路)で約700億円、造船で約300億円、合計1,600億円悪化する、としている。

この試算は外航海運6社(売上高ベースで業界全体の約80%)、近海海運251社(同100%)、造船9社(同約60%)を対象にして、各社のドル建て、円建て、それぞれの売り上げおよび費用が59年度当時と変わらず、ドル-円レートだけが変ると仮定して試算したものである。

円高は、石油安のメリットを日本が世界中で最も強く受けることを端的に示している、といわれている。第1図に示すように今年に入っての原油価格、ドル相場(対円レート)、金利の動きを見



第1図 ドルと債券・原油相場の推移  
(5月18日付日本経済新聞より)

るとこの3つの指票には強い因果関係があることが察知できる。ともあれどこかのレベルで安定することが望まれている。

### 船腹需給バランス

1985年8月号本誌では世界の船腹需給を知る一方法として、日本造船工業界が作成した「世界建造量予測」を紹介した。

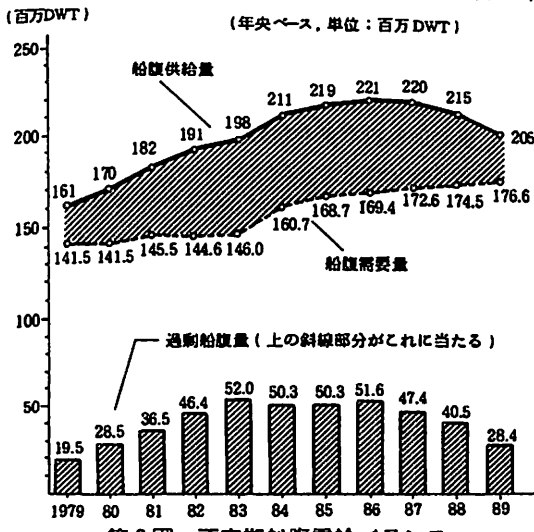
このたび大阪商船三井船舶調査部で、極めてオーソドックスな方法で世界の不定期船およびタンカーの船腹需給バランスの試算を行なっているのでその結論を紹介しておく。

#### 船腹需給バランス（1986年以降の動き）

86年に入って原油価格は急落し、1973/79年の石油危機を経て、海上荷動きは減退している。今回原油価格が急落したままで安定すれば、当然市況にも大きな変化をもたらすが、同社は先行き価格は20ドル強で安定すると予測し、この価格水準では荷動きには影響を与えないと判断して以下の市況展望を行っている。

#### (A) 不定期船（第2図）

まず船腹供給量は86年に2億2,100万重量トンと史上最高に達した後、漸減するものと予測される。一方の船腹需要量は、各年とも1～2%の伸



第2図 不定期船船腹需給バランス  
出所・大阪商船三井船舶「海運調査月報」

びをみせると思われる。これは、一般炭の荷動き増に支えられて石炭の輸送需要は増えるものの、穀物、鉄鉱石が伸び悩むと予測されることによる。

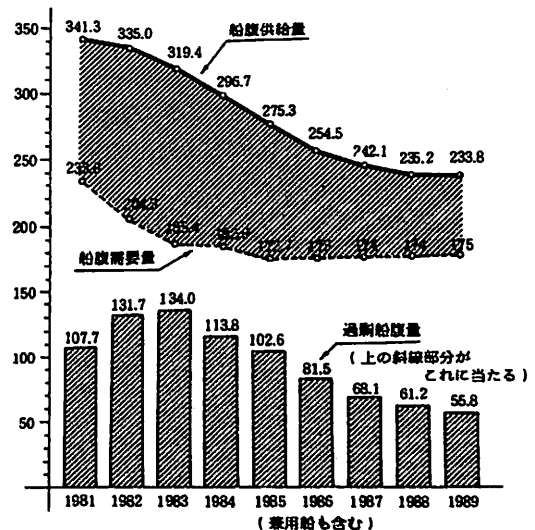
このように供給の漸減と需要の漸増により、过剩船腹は86年をピークに減少すると思われ、その後89年時点で过剩船腹は2,840万重量トンと、80年とほぼ同水準となる。80年は運賃が堅調に推移した年である。船腹需要に伸び悩みのみられる昨今、市況回復は船腹供給をどの程度減らせるかにかかっており、現状打開に向けての船会社のより一層の努力が必要とされる。

#### (B) タンカー（第3図）

过剩船腹量は86年には前年比20.6%減少し、8,150万重量トンとなる。これを運賃予測に引き直すと、86年の運賃は85年に比べ上昇の可能性があるとさえいえる。

87年以降は船腹の需要量は横ばいであるが、スクラップの進展が今後も続くものと仮定すると供給量は大幅に減少し、过剩船腹量は5,880万重量トンと大きく減少する。すなわちスクラップが進み、新造船もあまり行なわれないことを前提とした第3図によれば、87年以降の運賃はゆるやかながら上昇過程をたどるものと考えられる。

(百万DWT) (年央ベース、単位：百万DWT)



第3図 タンカー船腹需給バランス  
出所・大阪商船三井船舶「海運調査月報」

●新造船紹介

## 3,800 GT型高速貨客船“かめりあ丸”の概要

内海造船株式会社

### 1. まえがき

本船は船舶整備公団および東海汽船株式会社の発注により、当社瀬戸田工場にて建造された3,751総トンの貨客船で、昭和61年3月25日無事竣工、引渡された。本船は東京～伊豆諸島間（大島、利島、式根島、神津島）および東京～三宅島、八丈島間を結ぶ定期航路に就航し、また他の航路にも就航し得る船として近海区域（非国際）第2種船の資格を有している。

以下に“かめりあ丸”の概要を紹介する。

### 2. 船体部

#### 2.1 船体部主要目

全長	102.87 m
垂線間長	92.00 m
幅（型）	15.00 m
深さ（型）	6.20 m
計画満載喫水（型）	4.75 m
総トン数	3,751 T
載貨重量（計画満載喫水にて）	1,013 T
航行区域	近海（非国際）
普通コンテナ	25個
燃料油槽容積（AおよびC重油合計）	201.34 m <sup>3</sup>
清水槽容積	119.92 m <sup>3</sup>
旅客定員（名）	近海（24 h 以上）
特等A室	8名
特等B室	40名

一等室	351名
二等室	578名
甲板ベンチ席	—
旅客合計	977名
乗組員	54名
最大搭載人員	1,031名
最大速力（試運転時）	19.410 ノット
航海速力	17.2 ノット
航続距離	約3,380 浬

#### 2.2 基本計画概要

本船は貨客船としてふさわしい外観をもち、乗心地も十分良くする様配慮しながら、下記条件を満足するように設計された。特に狭隘な港での離着岸また、防振対策など留意して設計された。

- (1) 港湾事情により全長を約100 mに押える。
- (2) 航海速力は17.2 ノットを確保する。
- (3) 総トン数は3,800 トン以下とする。
- (4) 客室は優雅なおちついた色彩を基調とした。また、音源に近い客室等には防音壁を設置、または仕切壁を二重張りなどにて防音に努め居住性の向上を図った。
- (5) 港湾内の浅い水深を考慮して、満載喫水を4.75 m以下となるようにした。
- (6) 旅客定員は沿海（6 h 未満）で1,765 名とした。
- (7) 乗心地を良くするため、アンチローリングタンク（フリューム式）を設けた。
- (8) 狭隘でうねりの影響をうける港が多いので、船の操縦性を特に考慮し推進機は2機2軸とし、舵はフラップ付舵を2枚装備すると共に、パウスタ、可変ピッチプロペラを装備し、港内における操縦性能のより一層の向上を図った。
- (9) 船首部に貨物倉を設け、荷役時に



◀ 3800 GT 貨客船“かめりあ丸”全景

振れが少なく安全荷役ができる10 t トムソン式デリックを設け、トランク型倉内には専用コンテナ等を搭載し、また倉口上にはコンテナ、乗用車、大型バスなどが搭載可能となるよう諸設備を設けた。

### 2.3 船型および配置上の特徴

本船は傾斜型船首、巡洋艦型船尾を有する全通船楼甲板船である。

2機2軸2舵を有する高速貨客船である。船首部水線下にはバウスラストを設けた。機関室は船体中央部船尾寄りに配置し、この前後および上部に乗組員室、旅客室等を配置した。

遊歩甲板上、船体中央部のエントランス廻りに案内所および乗船券切換所、売店、自動販売機コーナーを廻り同甲板上後部に客用食堂を設けた。

船橋甲板後部暴露部は固定式FRP製天幕を設け、広々としたスペースを配し、夏期には納涼船として屋外パーティ場として使えるよう、仮設売店、仮設ステージの設備などを考慮した。

### 2.4 船体構造

本船の船コク構造は横肋骨方式を採用し、NK鋼船規則に準拠して構成されている。

海象状況の厳しい海域に就航するため船首部は高速による波浪衝撃に対して十分強固な構造とし、また舷側は岸壁接触を考慮し十分補強された。

上部構造を軽量化に努めながら、耐振設計をした。

### 2.5 旅客設備

全般に船名に因んだ花“かめりあ”(椿)を中心として、伊豆諸島の風土をモチーフとした装飾を船内各所に設備し、観光旅行者、家族連れ客、帰省客のお客の目的に沿った近代的で明るい旅客設備を設けた。

上部遊歩甲板および遊歩甲板前部には特等A、B室および一等客室とし客室は極力外部に面した角窓付の配置とし眺望をよくした。

特等A、B室は洋室とし室内が広く感じられるよう軽快な色彩とし、明るい落着きのある雰囲気を作り出した。また、仕切り壁は室間および通路側とも防音壁を設け静かでゆったりとくつろげるようにした。

一等室は和室としゆったりとした和風の感じを出すようにし、明るさと清潔感を基調とした色彩で、小グループのお客が利用できるよう余裕をもった広さとした。

遊歩甲板の中央部および後部にはメインエントランス、案内所、売店、自動販売機およびゲーム機コーナー、客用食堂を配置し、これら公室は旅客室区域より区別した。

メインエントランスは本船の玄関にふさわしくなるよう広々とした空間とした。明るさ、開放感を与えるよう照明を十分にとり、壁面の白、床の赤を金属と色ガラスで効果的にマッチさせた。また、周囲には案内所、売店、自動販売機およびゲーム機コーナーを配した。

客用食堂は出入口をカラーアクリル樹脂製の自動扉を配し、若者志向の明るい壁面、天井、木目調タイルで、照明は白熱灯を採用してリラックスした雰囲気の中で落着いて楽しく食事ができるようにした。

上甲板、第二甲板の中央部および後部には二等客室を配置しグループ、団体又は個人で旅行する人々のための客室として各室を小ブロックに区割り配置した。人々が多く集まる場所であるため室内でできるだけ広く感じられるよう配慮し、明るく清潔で軽快な雰囲気客室とした。

また、第二甲板の客室には照明入りのイミテーション窓を配して、窓のない圧迫感を柔げるように心がけた。

### 2.6 冷暖房設備

本船の冷暖房設備は多数の旅客に対し、快適な条件を



客室—特等A室

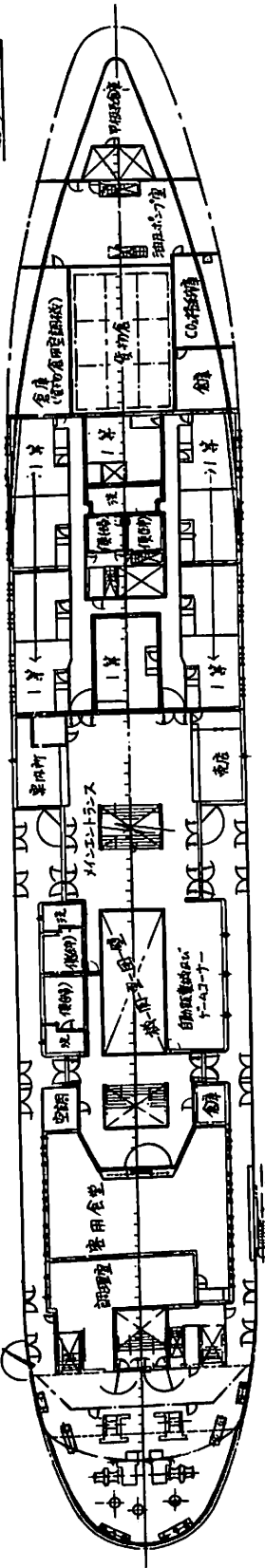


客室—特等B室

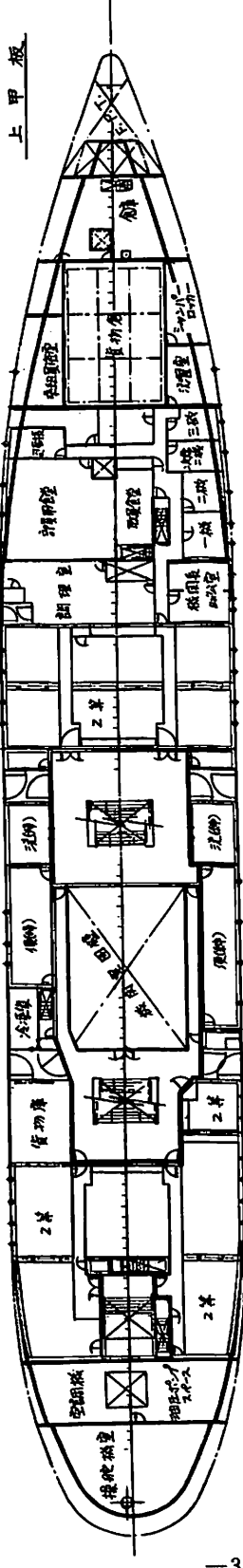




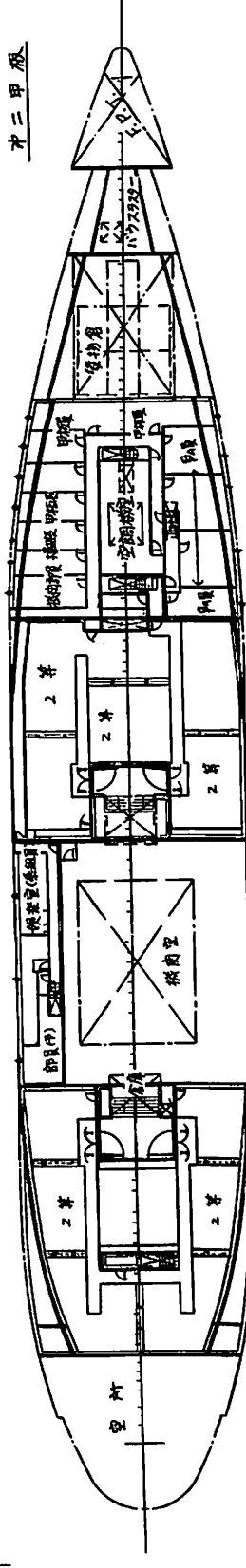
遊歩甲板



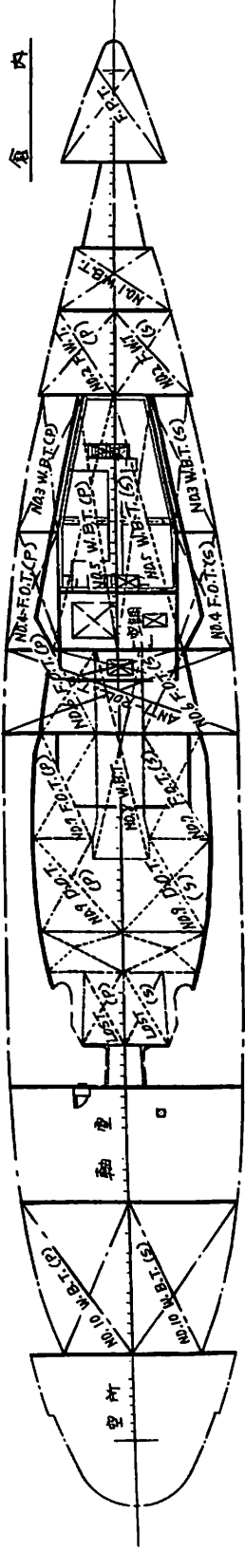
上甲板



中甲板

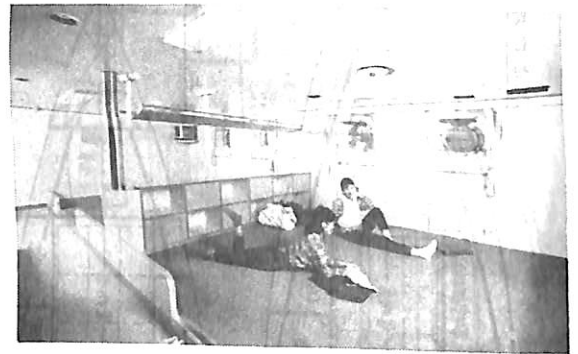


倉内





客室-1等室



客室-2等室

満すよう温度・湿度を最適に保ち、空気の滞流個所がないように吹出口および吸込口配置に十分考慮した。

また、夏場と冬場の旅客数および旅客室のランク配置、冷暖房装置の系統分けに十分注意を払った。

系統数としては全部で9系統とし、それぞれ使用目的に合うよう次のとおりとした。なお、居住区域ではないが、貨物倉専用に冷房装置を1系統設備した。

- 旅客室 : 6系統
- 乗組員室 : 2系統
- 機関管制室 : 1系統
- 貨物倉 : 1系統 (冷房のみ)

冷凍機の合計台数 10台 合計能力 約 230 kW

通風機の合計台数 12台 合計能力 約 70 kW

旅客室用および乗組員室用冷暖房区画の通風バランスをスムーズに行うために合計台数7台、合計能力約17kWの排気通風機を設備している。

### 2.7 救命設備

救命設備は近海(非国際)および沿海を資格しうるよう次のとおり設備し、脱出甲板を上部遊歩甲板とした。

膨張型救命筏	甲種 25人用	42個
	乙種 25人用	41個
	(FRPコンテナ入りとして、)	
	投下方式は手動投下式とした。	
シューター	自動膨張式 250人用	2個
救命胴衣	非膨張式 大人用	2,075個
	“ 小人用	203個
救命筏支援艇	膨張式船外機付	4隻
同上用ダビット	手動ウインチ式	2組
救命浮環		6個
網梯子	3列式	4個
自己点火灯		3個

自己発煙信号	2個
落下さん付信号	8個
火せん	4個
救命索発射器	1個

### 2.8 荷役設備

本船はコンテナ雑貨荷役のため、船首部にトムソン型デリックの荷役設備を配置している。本船は接岸時の横揺れを考慮し、荷役中荷揺れの少ないトムソン型(鳥居型)を選定した。デリックブームの吊能力は10tとした。油圧式ウインチの能力は、次に示すとおりである。

カーゴウインチ	6 t × 40 m/min	1台
トッピングウインチ	5 t × 36 m/min	1台
ガイウインチ	3 t × 55 m/min	1台

なお、操作は機側の他に、各舷にマロール配管を行い、ブレーキおよび速度制御がどちらの舷からもできるようにした。

### 2.9 甲板機械

(1) かじ  
本船は狭い港湾内でも、十分な旋回性を得るため、2舵のフラップ付舵(ベッカーラダー)を採用した。

(2) かじ取機  
1台の舵取機を設備し、2台の油圧ポンプを設備している。そのうち、1台を常用とし、残り1台は完全予備とした。

また、低速時の舵効きを良くするため、片舷45°転舵可能とした。

(3) ウィンドラス兼ムアリングウインチ  
ウィンドラス兼ムアリングウインチは電動油圧式とし、各舷独立型2台を設備した。

ジブシーホイル : 11 t × 12 m/min

係船索用ドラム : 10 t × 15 m/min

(4) ムアリングウィンチ

ムアリングウィンチは電動油圧式とし、船尾に2台設備した。

係船索用ドラム : 10 t × 15 m/min

(5) ホーサーリール

電動油圧式ホーサーリールを船首部に2台、船尾部に2台を配置した。ホーサーリールはウィンドラスまたはムアリングウィンチの索用ドラムと併用のうえ使用されるものである。

能力は下記のとおりである。

0.1 t × 45 m/min

ホーサーリールの巻取り能力は、

船首尾共: 繊維索 55 mm φ × 165 m とした。

### 3. 機関部一般

本船は東京港より伊豆諸島に就航するが、その間、船の往来の輻輳する航路、狭い港湾事情等、悪条件が重なるので機敏な操船性と同時に客船としての安全性が要求される。

このため推進プラントは2機2軸方式とし、可変ピッチプロペラおよびフラップ付2枚舵を装備した。さらにバウスラスト1台も装備している。

また、主機関の燃料節減を考え、静圧過給方式の低速2サイクルクロスヘッド型ディーゼル機関とし、C重油発停および低負荷時での燃焼改善対策を行なっている。

発電装置は、ディーゼル駆動の主発電機3台および非常用発電機1台を装備している。なお主発電機用ディーゼルはC重油(180 cSt at 50°C)が使用可能なる仕様になっている。

蒸気発生装置は船内必要蒸気が十分まかなえる容量の立型パッケージ補助ボイラ1台を装備している。

機関室配置は低速2サイクル主機関を搭載した関係上、中央機関ケーシング方式を採用しているが、客室スペースを極力広く確保するために、機関室スペースはできるだけ小さくなるよう計画している。ただし、機器の保守・点検および作業環境等は問題なきよう十分考慮されている。

### 4. 自動化および計装

主機関および可変ピッチプロペラは、船橋の操縦台に設けられたテレグラフ発信器兼用の操縦ハンドルにより、回転数および翼角のコンビネータ制御のほか切換スイッチ操作により、各々単独制御が可能なるよう計画されている。



食 堂

また、防音、空調設備を施した機関管制室を機関室最前部に設け、主発電機関、各補機の制御およびCRTモニタ表示による主機関等の監視が行なえるよう計画されている。

### 5. 主要機器要目

(1) 主機関

型式×台数 : 神戸発動機 6 UEC 37 LA × 2 台

連続最大出力 : 3,600 PS × 186 rpm × 2

常用出力 (85%) : 3,060 PS × 176 rpm × 2

(2) 軸系 (2機2軸)

中間軸 : 245 mm φ × 2 式

給油軸 : 255 mm φ × 2 式

プロペラ軸 : 305 mm φ × 2 式

プロペラ : 三菱 Ka Me Wa 4翼可変ピッチ  
プロペラ × 2 個 直径 3,200 mm

(3) 発電装置

主発電機 : 562.5 kVA (450 kW) × 900 rpm × 2 台

同上用原動機 : ヤンマー M 200 AL-DT 型

660 PS × 900 rpm × 2 台

非常用発電機 : 125 kVA (100 kW) × 1,800 rpm × 1 台

同上用原動機 : ヤンマー 6 HAL-H

180 PS × 1,800 rpm × 1 台

(4) 補助ボイラ : タクマ NE-180 S 型 × 1 台

約 1,600 kg/h × 7 kg/cm<sup>2</sup>・g

(5) その他

油清浄機 : 燃料油用 × 2 台, 潤滑油用 × 2 台

海洋生物付着防止装置 : 電極棒式 × 1 式

廃油焼却炉 : 1 台

バウスラスト : 電動可変ピッチ型, 推力 7 t × 1 台

### 6. 電気部



エントランス



自動販売機・ゲーム機コーナー

## 6.1 電気部主要目

### (1) 電源装置

#### 発電機

横防滴 ブラシレス式, AC 450 V, 3 φ, 60 Hz

3 - 562.5 kVA (450 kW) 主

1 - 80 kVA (64 kW) 非常用

発電機の使用台数は、航海中主発2台、出入港時主発3台の並行運転を行なう。

#### 変圧器

3 - 60 kVA 1 φ 乾式 (一般用) AC 440 / 105 V

3 - 15 kVA 1 φ 乾式 (非常用) AC 440 / 105 V

1 - 25 kVA 3 φ 乾式 (雑用) AC 440 / 205 V

1 - 15 kVA 3 φ 乾式 (冷凍コンテナ用) AC 440 / 205 V

#### 蓄電池 (船内通信・警報用)

1 - DC 24 V 200 AH 鉛式

### (2) 配電装置

1 - 主配電盤 (防滴デッドフロント二重母線式)  
自動同期投入, 負荷分担装置を装備している。

1 - 非常用配電盤

1 - 充放電盤

### (3) 動力装置

電動機はB種絶縁を採用している。始動器は機関部重要補機の始動器は主配電盤と列盤として管制室に配置し、その他は小形集合始動器方式を採用し、それぞれの用途に応じ適当位置に配置している。

### (4) 照明装置

一般に照明は蛍光灯を使用している。また非常照明としては一般照明の一部を使用している。なお旅客室の照明は調光装置を装備し、一等客室は各々の室で、また二等客室、娯楽室、食堂および外部通路は案内所で調光が可能である。

### (5) 船内通信・計測装置

1 - 10回線電子式自動交換電話

1 - 4ヶ所相互式電話

1式 - 350 W 拡声装置

1式 - 20W 操船指令装置

1式 - 火災探知警報装置

1式 - エンジンテレグラフ

1式 - 非常警報装置

1式 - 水晶時計

1式 - テレビ受像機

テレビシステムは衛星放送受信装置およびVTRを装備し、常に鮮明な映像を放映することができるようにしている。

### (6) 航海計器

衝突予防装置付レーダを装備し、安全な航行ができるよう配置している。

1 - 転輪羅針儀および自動操舵装置

1 - ドブラーログ

1 - 音響測深儀

1 - 12吋衝突予防装置付レーダ

1 - 12吋レーダ

1 - ロランC受信機

1 - 電気式風信儀

## 7. あとがき

本船の設計・建造にあたり、御指導・御協力をいただいた関係各位に対し、深く感謝する次第である。

### ●船の科学刊行の本●

『コンテナ船』 (財) 日本造船研究協会編

B 5 版 304 頁 上製本 定価 3000 円

『商船基本設計の一考察』 渡瀬正磨著

B 5 版 180 頁 ビニールカバー 定価 2000 円

## ●新造船紹介

## IMOタイプⅡ適合船

1300<sup>m</sup>積みケミカルタンカー “第三越山丸” の概要

船舶整備公団 工務部工務課

## 1. はじめに

本船は、船舶整備公団と山根海運株式会社との共有船で、株式会社今村造船所において建造し、昨年11月30日に竣工した1,300KL型ケミカルタンカーである。航路は鹿島～黒崎間の約3,100 哩を就航の予定である。

## 2. 一般計画および特徴

本船の計画にあたっては、山根海運㈱、(株)今村造船所および公団の間で十分な検討・打合せを行ない、省エネルギーによる経済性向上、運航荷役の安全性向上、設備の合理化・省力化を重点目標として、設計・建造を進めた。

本船の基本的特徴は以下のとおりである。

- (1) 船首楼を有し、船尾に機関室を設けた鋼製1軸ディーゼル機関推進一層甲板船である。
- (2) 貨物槽はステンレススチール(SUS304)製で、二重船殻構造の内殻としている。
- (3) やせ型船型(方形係数  $C_b = 0.692$ )としている。
- (4) 省燃費型主機関を採用し、RW. No 1 100° F 1500 秒C重油専焼としている。
- (5) 主機関排ガスエコノマイザを採用している。
- (6) 主機関駆動発電システムを採用している。
- (7) 航海時は主機駆動発電機を使用し、出入港時および荷役時はディーゼル駆動発電機を使用することとしている。また、停泊用発電機を採用している。

- (8) IMO TYPE II 適合船としている。また、適合搭載品(137品目)一覧を別表に示す。

## 3. 主要目

- (1) 主要寸法
 

長さ(垂線間)	65.00 m
幅(型)	11.00 m
深さ(型)	5.15 m
満載喫水	4.29 m
方形係数( $C_b$ )	0.692
- (2) トン数その他
 

総トン数	681 T
載荷重量トン数	1,498.25 t
貨物槽容積	1,288.822 <sup>m</sup>
- (3) 船級・資格
 

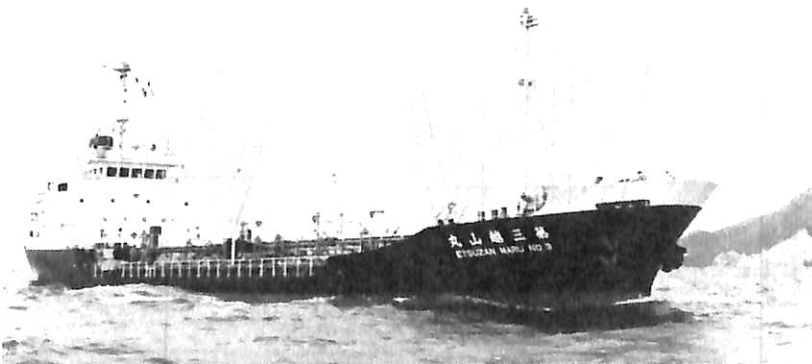
船 級	J G
航行区域	沿海区域
資 格	第四種船
- (4) 主機関
 

型式・基数	阪神内燃機LH28G型ディーゼル機関 1基
連続最大出力	1,300 PS×375/375rpm
常用出力(85%)	1,105 PS×355/355rpm
(65%)	845 PS×325/325rpm
- (5) プロペラ
 

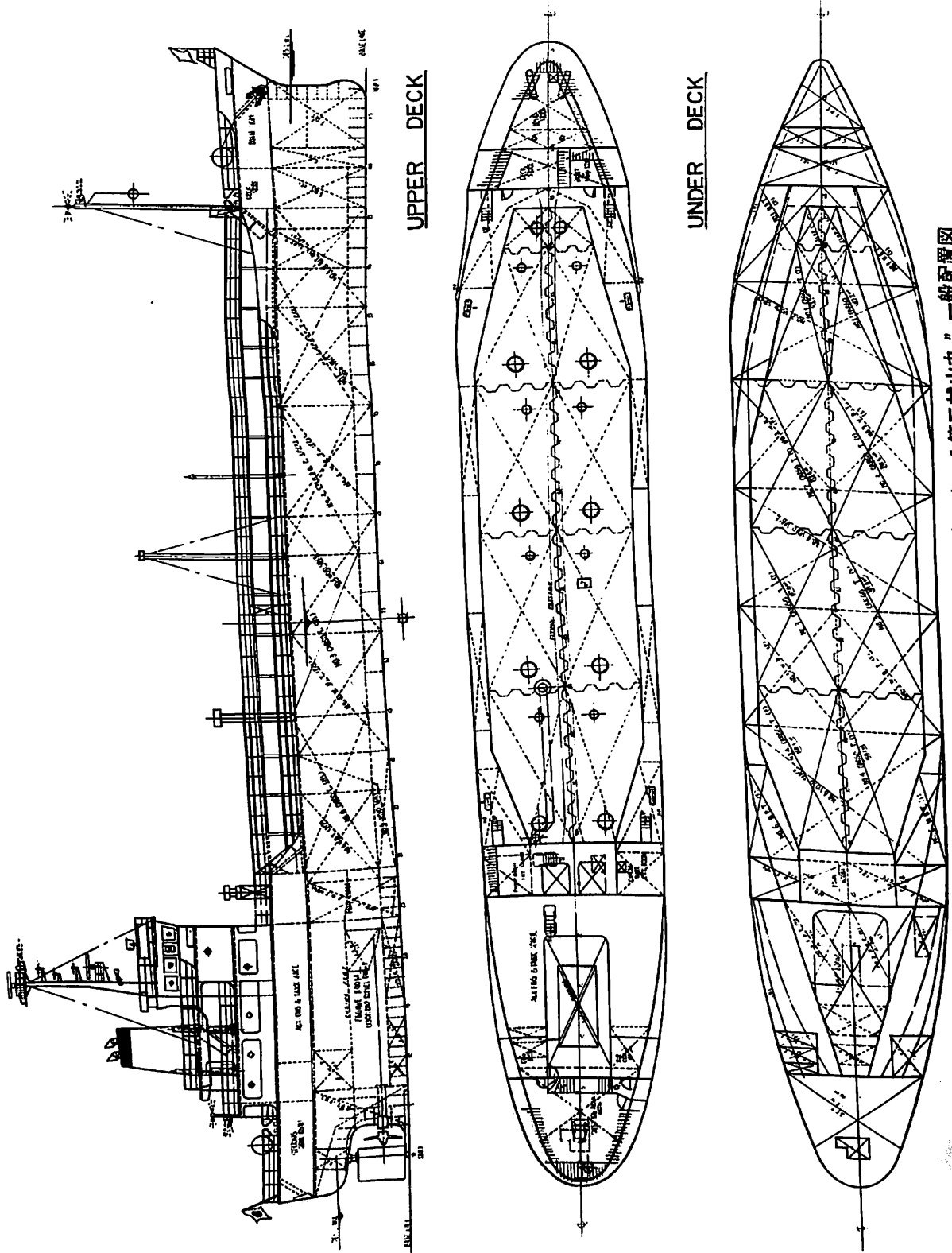
4翼固定ピッチプロペラ	直径 1930 mm
-------------	------------
- (6) 試運転速度
 

満載状態, 375 rpmにて	11.714 ノット
" 355 rpmにて	11.065 ノット
" 325 rpmにて	10.197 ノット
- (7) 復原性
 

軽荷 KM 6.72/KG 4.39/GM 2.33m	
-----------------------------	--



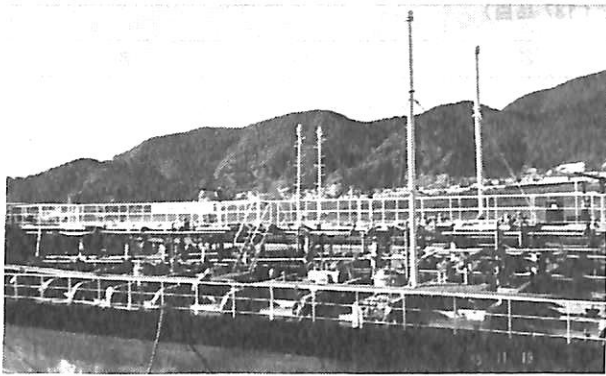
◀ 1,300 <sup>m</sup>積みケミカルタンカー “第三越山丸” 全景



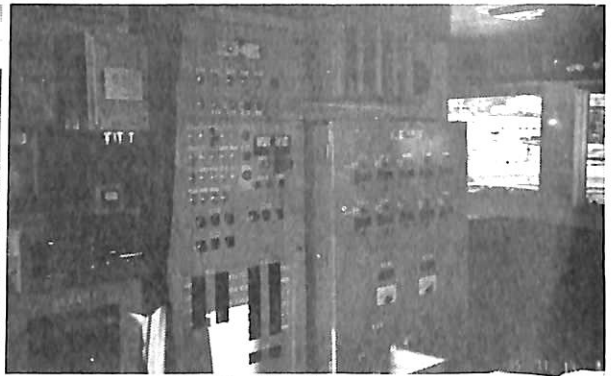
船艙整備公団・山根海運向け1300㎡積みケミカルタンカー「第三越山丸」一般配置図  
今村造船所 建造

## 適合搭載品一覧 (137 品目)

品名	品名	品名
モノエチルアミン水溶液 (72%以下)	バラキシレン	モノエタノールアミン
ヘキサ-n	キシレンミックス	アニリン
ヘプタ-n	スワゾール	無水酢酸
ジエチルアミン	三井ラバソルベント	ホルムアルデヒド水溶液 (45%以下)
トリエチルアミン	三井ソルベント	ブチレングリコール-β
アセトニトリル	軽油	プロピレングリコール
アセトン	ジェット燃料	クレゾール-meta
ブチルアルコール-tert	灯油	クレゾール-ortho
エチルアルコール	シクロヘキサン	クレゾール-para
メチルアルコール	ホワイトスピリット	フェノール
プロピルアルコール-iso	ナフサソルベント	キシレノール類
ジイソブチレン	酢酸ブチル-iso	フタル酸ジブチル
プロピレンテトラマー	酢酸ブチル-n	ジエチレングリコールモノエチル
プロピレントリマー	酢酸ブチル-sec	エーテル
オレフィン-α	プロピオン酸	ポリプロピレングリコール
オクテン (全異性体)	ジエチレントリアミン	トリエタノールアミン
パラフィン-n	エチレンジアミン	エピクロロヒドリン
シクロヘキサン	ピリジン	フルフラール
ガソリン (自動車用)	ジメチルホルムアミド	エチレングリコール
ミネラルスピリット	ビニールアセテートモノマー	フルフリルアルコール
ヘキサメチレンイミン	アクリル酸ブチル-n	ジクロロプロパン+プロパン
ジメチルアミン (45~50%)	アクリル酸エチル	(D-Dソイルフミガント)
メタクリル酸ブチル	メタクリル酸メチル	クロロベンゼン
アクリロニトリル	アクリル酸メチル	ジエチレングリコール
アリアルアルコール	塩化アリル	トリエチレングリコール
ホワイトオイル (Camphor oil)	シクロヘキサノン	ジフェニルメタンジイソシアネート
メチルエチルケトン	フォロン-iso	トルエンジイソシアネート
メチルイソブチルケトン	アセトンシアンヒドリン	グリセリン
アミルアルコール-n	シクロヘキサノール	二塩化エチレン
アミルアルコール-tert	エチレングリコールモノメチルエーテル	水酸化マグネシウム
ブチルアルコール-iso	エチレングリコールモノエチルエーテル	ソルビット
ブチルアルコール-n	アセテート	クロロニトロベンゼン-ortho
ブチルアルコール-sec	エチレングリコールモノエチルエーテル	メチレンクラロイド
デシルアルコール-n	ノニフェノール	ジクロロベンゼン-1,2
ヘプチルアルコール	メチルステレン-α	ジクロロベンゼン-1,4
ヘキシルアルコール	ステレンモノマー	トリクロロエタン (1,1,1)
メチルアミルアルコール	ジシクロペンタタジエン	塩化カルシウム液
ノニルアルコール	フタル酸ジオクチル	塩酸ナトリウム水溶液 (50%)
オクタノール-n	酢酸エチル	糖蜜
テレピン油	酢酸メチル	クロロホルム
ベンゼン	フタル酸ジヘプチル	トリクロロエタン (1,1,2)
ドデシルベンゼン	ジエチレングリコールモノブチル	トリクロロエチレン
エチルベンゼン	エーテル	苛性カリ溶液
ジイソプロピルベンゼン (全異性体)	エチレングリコールモノブチルエーテル	四塩化炭素
キュメン	酢酸	パークロロエチレン
トルエン	アクリル酸	
メタキシレン	メタクリル酸	
オルソキシレン	ジエタノールアミン	



上甲板をみる (消火用ガス, 通風筒がみえる)



荷役制御盤

満載出港	KM 4.65/KG 3.84/GM 0.81 m
満載入港	KM 4.64/KG 3.82/GM 0.82 m
(8) 最大搭載人員	8名
(9) タンク容積	
燃料油タンク (C重油)	62.00 m <sup>3</sup>
"    (A重油)	16.70 m <sup>3</sup>
清水タンク	106.40 m <sup>3</sup>
海水バラストタンク	485.70 m <sup>3</sup>
(10) カーゴポンプ	
主機駆動スクリュウ式3出力型 (スチームジャケツトタイプ)	300 m <sup>3</sup> /h×70 m
(11) 甲板機械	
揚錨機 電動油圧式 5/2.5t×9/18m/mm	2台
係船機 電動油圧式 4/2t×15/30m/mm	1台
(12) 操舵機 電動油圧式 6.0t - m	1台
(13) 蒸気発生装置	
補助ボイラー 三浦工業 全自動自然循環水管式 (VWS-1200E) 相当蒸発量 1200kg/h	
排ガスエコノマイザー 三浦工業 強制循環多管式 (KS-21) 伝熱面積 21.05 m <sup>2</sup>	
(14) 発電装置	
No.1 発電機 AC 445V×90kVA×1200rpm 主機駆動オメガ一段定速装置付	
No.2 発電機 AC 445V×150kVA×1200rpm ディーゼル機関(ヤンマー 6KFL-T)駆動	
停泊用発電機 AC 445V×30kVA×1200rpm ディーゼル機関 (三菱自動車工業 6DR-50) 駆動	
(15) 航海・無線装置	
ジャイロコンパスおよびオートパイロット (東京計器)	一式
レーダ (10インチ)(東京計器)	2台

VHF船舶電話(日本船舶通信)	一式
(16) 固定式甲板消防装置	
粉末消防設備 日本ドライケミカル 薬剤量 360/700 kg	
エアフォーム消防設備 柏汽船産業 消防液タンク容量 1800 ℓ	
機関室自動火災警報 能美防災 イオン式	5基
引火性ガス検知器 理研計器	2基
(17) 海洋汚染防止装置等	
油水分離器 大晃機械UST-OS 0.5t/h	1台
スラッジタンク 1.5m <sup>3</sup>	1基
燃料油清浄機 三菱化工機SJ-700 700ℓ	1台
潤滑油清浄機 三菱化工機SJ-700 700ℓ	1台
機関室通風機 250m <sup>3</sup> /min×20mm Aq×2.2kW	2台
ポンプ室通風機 100m <sup>3</sup> /min×40mm Aq×3.7kW	1台

4. おわりに

最後に本船の計画・建造にあたり、終始ご指導・ご協力をいただき船主・造船所・メーカーならびに関係官庁各位に対し深く感謝するとともに、本船の航海の安全と乗組員と一緒のご多幸を祈ります。

●船の科学第2回“造船・海洋構造物”技術セミナー●  
6月17・18日開催

『ケミカル/プロダクトタンカーの設計・建造・運航と規則に関する最新の技術と動向』

※本誌の5月号に詳細な日程・項目・費用・申込書等を掲載しておりますので、御参照下さい。

●お問合せは 株式会社 船舶技術協会 船の科学編集部  
〒104 東京都中央区新川1-23-17 03(552)8798



## ●規則を読む

## 有害液体物質を運送する自航船に対する安全規則

—USCG 46 CFR 153—

&lt;その10&gt;

編集部訳

本誌1985年4月号以来連載してきたUSCGのケミカルタンカー規則 USCG 46 CFR 153 の訳は、今回で完了する。

1985年5月22日付の「federal register」で一部改正された規則は、昨年11月号の<その6>以降の訳にはその改正を織り込みその部分をゴチックで示してある。それ以前の改正部分については、次頁に掲載した。なお、表1の最低要件一覧表及びその脚注については、改正部分を取り入れた最終的なものを掲載したので、1985年6月号のものとは差しかえて頂きたい。

## 付録Ⅰ—支章Dまたは支章Oで規制されない貨物のリスト

次のばら積み液体貨物は、この章の支章Dまたは支章Oにより裏書きされた検査証書もしくは適合証書を有していない船舶で運送することができる：

硝酸アンモニウム水溶液（34%以下）  
 硝酸アンモニウム、尿素水溶液、アンモニア2%以下  
 燐安水溶液  
 燐安、尿素水溶液  
 ポリ燐安  
 硫安水溶液（20%以下）  
 リンゴジュース  
 臭化カルシウム水溶液  
 塩化カルシウム水溶液  
 2-クロロ-4-エチルアミノ-6-イソプロピルア  
 ミノ-5-トリアジン水溶液  
 塩化コリン水溶液  
 グルコース水溶液  
 ヘキサメチレンジアミン水溶液  
 白陶土スラリー  
 リグニンリカー（スルホン化カルシウム、水溶液）  
 塩化マグネシウム水溶液  
 水酸化マグネシウム（水中懸濁物）  
 糖蜜  
 ジエチレントリアミンペンタ酢酸ペンタナトリウム  
 塩水溶液

下水スラッジ（腐敗、火災の危険がないよう処理済）  
 スラッジ（安定、非腐蝕性、無害、不燃性）  
 炭酸ナトリウム水溶液  
 リグノスルホン化ナトリウム、水酸化ナトリウム  
 （1%重量以下）水溶液  
 ナフテンナトリウム水溶液（遊離アルカリ濃度、3%  
 以下）  
 ポリアクリルナトリウム水溶液  
 珪酸ナトリウム水溶液  
 ソルビトール水溶液  
 エチレンジアミンテトラ酢酸テトラナトリウム塩水溶液  
 1.1.1-トリクロロエタン（メチルクロロフォルム）  
 1.1.2-トリクロロ-1.2.2-トリフルオロエタン  
 n-水酸化エチルエチレンジアミントリ酢酸、トリナ  
 トリウム塩水溶液  
 尿素水溶液  
 水  
 臭化亜鉛 / 臭化カルシウム水溶液  
 本表の貨物のみの混合物

## 付録Ⅲ—153編で使用したメートル単位

パラメータ	メートル(SI) 単 位	略字	英または共通のメ ートル単位との換算
長 さ	メートル	m	39.37in
	センチメートル	cm	0.3937in
容 積	立方メートル	m <sup>3</sup>	264 gallons
	同 上	m <sup>3</sup>	35.3 ft <sup>3</sup>
温 度	摂 氏	°C	5/9 (°F-32)
力	ニュートン	N	0.225 lbs
圧 力	パスカル	Pa	1.450×10 <sup>-4</sup> lbs/in <sup>2</sup>
	キロパスカル	kPa	0.145 lbs/in <sup>2</sup>
	(1,000パスカル)	kPa	1.02×10 <sup>-2</sup> kg/cm <sup>2</sup>
	同 上	kPa	1×10 <sup>3</sup> N/m <sup>2</sup>

<1985年5月22日付 Vol.50, No.99による改正規則>

§ 153.2 定義

- ・タンク溢出防止に関する“独立”の定義を削除する。
- ・次の定義をアルファベット順に追加する：  
“制御場所”は、この章の 30.10-19aに定義されている。

“液体”周囲温度で固体の貨物名に使用された場合は、この貨物が、溶融するまで貨物を加熱することにより液体として取扱われることを意味する。

“混合物”とは、この語と共に記述される物質のみを含む混合物を意味する。

“溶液”とは水溶液を意味する。

§ 153.8 米国籍船の裏書き申し込み

- ・(b)(2)を次のように改正する。

(2) 本章 § 54.01-18, 56.01-10, 91.55-5(a), (b), (d), (g), および(h), 並びに 110.25-1 掲げる図書および参考資料; および

改正に従い、153 編の表1の全部を次のように改正する。

#は、この最終規則により要件が改正されたことを示す。

★は、この最終規則により要件が追加されたことを示す。

§ 153.200

- ・この節を削除する。(新設の § 153.201に含む。)

§ 153.201 居住区域、業務区域または制御場所の開口

(a) この節の(b)で認められる場合を除き、居住区域、業務区域または制御場所の入口、通気吸引口および排出口、並びに他の開口は、貨物区域に面する甲板室隔壁から少なくとも次の距離だけ後方に配置されなければならない:

(1) 船の長さが75m未満の場合は 3 m。  
(2) 船の長さが75mから 125 mの間の場合は L / 25。  
(3) 船の長さが 125 m以上の場合は 5 m。  
(b) ゲージ圧 207 kPa (30psig)の消火ホースで試験して漏れない場合には、固定の舷窓、操舵室の扉、並びに窓は、この節の(a)項に規定する位置の要件に適合する必要はない。

§ 153.202

- ・この節を削除する。(新設の § 153.201に含む。)

<表1 最低要件一覧表の脚注および注意>

<各欄の項目に対する脚注>

- 1) 貨物名は、この欄に示すとおりとすること (§§153.5 153.900, 153.907 参照)
- 2) この欄は、貨物に対して要求される格納システムの形式を示す。( § 153.230 から 153.232 参照)
- 3) この欄は、要求される全てのベントライザの高さを示す。( § 153.350 および 153.351 参照)
- 4) この欄は、要求される全てのベント制御弁を示す。( §§ 153.355 参照)
- 5) この欄は、要求される計測装置の形式を示す。( §§ 153.400 から 153.406 参照)
- 6) この欄は、要求される防火装置の形式を示す。一形式を超える形式が示されている場合、示されたどの形式のものを使用してもよい。次の形式がある。

表1 最低要件一覧表(1)

貨物名 <sup>1)</sup>	貨物格納システム <sup>2)</sup>	ベント高さ <sup>3)</sup>	ベント <sup>4)</sup>	計測 <sup>5)</sup>	防火装置 <sup>6)</sup>	特別要件 <sup>7)</sup>	電気的危険性クラス及びグループ <sup>8)</sup>
Acetic acid	III	4m	PV	Restr.	A	238(a), 527, 554	I-D
Acetic anhydride	II	4m	PV	Restr.	A	238(a), 526, 527, 554	I-D
Acetone cyanohydrin	II	B/3	PV	Closed	A	238(a), 316, 338, 408, 525, 526, 527, 912(a)(2), 933, 1002, 1004, 1020, 1035	NA
Acetonitrile	II	B/3	PV	Restr.	A	525, 526, 1020	I-D
Acrylamide solution (50 pct or less)*	II	NR	Open	Closed	NSR	409, 525 (a), (c), (d), (e), 912(a)(1), 1002(a), 1004, 1020	NA
Acrylic acid	III	4m	PV	Restr.	A	238(a), 526, 912(a)(1), 1002(a), 1004	I-D
Acrylonitrile	II	B/3	PV	Closed	A	236 (a), (c), (d), 316, 408, 525, 526, 527, 912(a)(1), 1004, 1020	I-D
Adiponitrile	III	4m	PV	Restr.	A	526	NA
Alkyl benzene sulfonic acid	III	NR	Open	Open	B	None	NA
Allyl alcohol	II	B/3	PV	Closed	A	316, 408, 525, 526, 527, 933, 1020	I-C
Allyl chloride	II	B/3	PV	Closed	A	316, 408, 525, 526, 527, 1020	I-D
2-(2-Aminoethoxy)ethanol*	III	NR	Open	Open	A,C,D	236 (b), (c), 409	NA
Aminoethylthanolamine	III	NR	Open	Open	A	236 (a), (b), (c), (g)	NA
Ammonium hydroxide (28 pct or less NH <sub>3</sub> )	III	4m	Open	Restr.	C	236 (b), (c), (f), 526, 527	I-D
Aniline	III	B/3	PV	Closed	A	316, 408, 525, 526, 933, 1020	NA
Benzene or hydrocarbon mixtures containing 10 pct or more Benzene #.	III	B/3	PV	Restr.	B	316, 526, 1060	I-D

表1 最低要件一覧表(2)

貨物名 <sup>1)</sup>	貨物格納システム <sup>2)</sup>	ベント高さ <sup>3)</sup>	ベント <sup>4)</sup>	計測 <sup>5)</sup>	防火装置 <sup>6)</sup>	特別要件 <sup>7)</sup>	電氣的危険度クラス及びグループ <sup>8)</sup>
Benzenosulfonyl chloride*	III	4m	PV	Restr.	B,D	.238 (a), (b), (c), (g), 408, 526	I-D
Benzyl chloride	II	B/3	PV	Closed	B	.318, 408, 525, 526, 527, 912(a)(2), 1004, 1020	NA
(iso-, n-) Butyl acrylate	II	4m	PV	Restr.	A	.526, 912(a)(1), 1002 (a), (b), 1004	I-D
(iso-, n-, sec-, tert-) Butylamine #	II	B/3	PV	Closed	A	.238 (b), (c), .318, 408, 525, 526, 527, 1020	I-D
(n-) Butyl ether #	III	4m	PV	Restr.	A,D	.500, 525, 526, 1020	I-C
Butyl methacrylate #	III	4m	PV	Restr.	A,D	.526, 912(a)(1), 1002 (a), (b), 1004	I-D
Butyl methacrylate, Decyl methacrylate, Cetyl oleoyl methacrylate mixture.	III	4m	PV	Restr.	A,C,D	.912(a)(1), 1002 (a), (b), 1004	I-D
(iso-, n-, crude) Butyraldehyde	III	4m	PV	Open	A	.526	I-C
Camphor oil	III	4m	PV	Open	B	None	I-D
Carbolic oil	II	B/3	PV	Closed	A	.408, 525, 526, 933, 1020	NA
Carbon disulfide	II	B/3	PV	Closed	C	.236(c), .252, 408, 500, 515, 520, 525, 526, 527, 1020, 1040	I-A
Carbon tetrachloride	II	B/3	PV	Closed	NSR	.318, 409, 525, 526, 527, 1020	NA
Cashew nut shell oil (treated)	III	4m	PV	Restr.	B	.526, 933	NA
Caustic potash solution	III	NR	Open	Open	NSR	.238(a), (c), (g), 933	NA
Caustic soda solution	III	NR	Open	Open	NSR	.238(a), (c), (g), 933	NA
Cetyl oleoyl methacrylate*	III	NR	Open	Open	A,C,D	.912(a)(1), 1002(a),(b), 1004	NA
(mono-) Chlorobenzene	III	4m	PV	Restr.	B	.526	I-D
Chloroform	III	B/3	PV	Restr.	NSR	.525, 526, 527, 1020	NA
(crude) Chlorohydrin	II	B/3	PV	Closed	A	.408, 525, 526, 1020	I-D
2- or 3-Chloropropionic acid	II	NR	Open	Open	A	.238(a), 554	NA
Chlorosulfonic acid	I	B/3	PV	Closed	NSR	.408, 525, 526, 527, 554, 555, 562, 933, 1000, 1020, 1045	I-A
(o-, m-, p-) Chlorotoluene*	III	4m	PV	Restr.	B,C	.526	I-D
Coal tar naphtha #	III	4m	PV	Restr.	A,D	.526	I-D
Cresote #	III	NR	Open	Open	B,D	.409	NA
Cresols	III	NR	Open	Open	B	None	NA
Crotonealdehyde	III	B/3	PV	Restr.	A	.318, 525, 526, 527, 1020	I-C
Crotylate spent caustic (mixtures of Cresote and Caustic soda solutions)*	III	NR	Open	Open	NSR	.238 (a), (c), 933	NA
Cyclohexanone	III	4m	PV	Restr.	A	.236 (a), (b), 526	I-D
Cyclohexylamine #	III	4m	PV	Restr.	A,D	.238 (a), (b), (c), (g), 526	I-D
*(iso-, n-) Decyl acrylate	III	NR	Open	Open	A,D,C	.236 (b), (c), 912(a)(1), 1002(a), (b), 1004	NA
* Diammonium salt of Zinc ethylenediamine tetracetate acid solution. <sup>12)</sup>	III	NR	Open	Open	NSR	none	I-B
Diethylamine #	III	4m	PV	Restr.	B,D	.238 (b), (c), 526	I-C
Dichlorobenzene #	III	4m	PV	Restr.	B,D	.236 (a), (b), 526	NA
1,1-Dichloroethane #	III	4m	PV	Restr.	B	.526, 527	I-D
2,2-Dichloroethyl ether	II	4m	PV	Restr.	A	.236 (a), (b), 526	I-D
2,2-Dichloropropyl ether*	II	B/3	PV	Restr.	B, C, D	.236 (a), (b), .318, 408, 525, 526, 1020	I-D
Dichloromethane <sup>13)</sup>	III	4m	PV	Restr.	NSR	.526	NA
2,4-Dichlorophenol <sup>13)</sup>	III	4m	PV	Restr.	B,C,D	.236 (a), (b), (c), (g), 409, 526, 933	NA
1,1-, 1,2-, or 1,3- Dichloropropene	III	B/3	PV	Restr.	B	.525, 526, 1020	I-D
1,3-Dichloropropene	III	B/3	PV	Closed	B	.318, 338, 408, 525, 526, 527, 1020	I-D
Dichloropropene, Dichloropropene mixtures*	III	B/3	PV	Restr.	B	.318, 338, 408, 409, 526, 527	I-D
2,2-Dichloropropionic acid <sup>14)</sup>	III	4m	PV	Restr.	A	.238 (a), 238(a), 266, 500, 501, 554	NA
Diethanolamine	III	NR	Open	Open	A	.238 (b), (c)	NA
Diethylamine	III	B/3	PV	Restr.	A	.236 (b), (c), (g), 525, 526, 527, 1020	I-C
Diethylenetriamine	III	NR	Open	Open	A	.236 (b), (c)	NA
Diethylmethanolamine #	III	4m	PV	Restr.	A,D	.236 (a), (b), (c), (g), 526	I-C
Diethyl sulfato <sup>15)</sup>	II	4m	PV	Closed	A,D	.236 (a), (c), (d), 409, 526	I-C
Disobutylamine	II	4m	PV	Restr.	B,D	.236 (a), (b), (c), (g), 409, 525(a), (c), (d), (e), 526, 1020	I-C
Diisopropylamine	III	NR	Open	Open	A	.236 (b), (c)	NA
Diisopropylamine	III	B/3	PV	Closed	A	.236 (b), (c), 408, 525, 526, 527, 1020	I-C
Dimethylamine (40 pct or less) #	III	B/3	PV	Restr.	A,C,D	.236 (a), (b), (c), (d), 525, 526, 527, 1020	I-C
Dimethylmethanolamine #	III	4m	PV	Restr.	A,D	.236 (b), (c), 526	I-D
Dimethylformamide #	III	4m	PV	Restr.	A,D	.236 (b), 526	I-D
Di-n-propylamine*	III	4m	PV	Restr.	A	.236 (b), (c), 409, 525, 526, 1020	I-C
Diphenyl methane diisocyanate <sup>11)</sup>	III	B/3	PV	Closed	C,D	.236 (a), (b), .318, 409, 500, 501, 525, 526, 602, 1000, 1020	I-C
1,4-Dioxane	II	B/3	PV	Closed	A	.408, 525, 526, 1020	I-C
Dodecyl diphenyl oxide disulfonate solution	III	NR	Open	Open	NSR	None	NA
Dodecyl methacrylate*	III	NR	Open	Open	A,C	.236 (b), (c), 912(a)(1), 1004	I-D
Dodecyl pentadecyl methacrylate*	III	NR	Open	Open	A,C,D	.912(a)(1), 1002 (a), (b), 1004	NA
Dodecyl pentadecyl methacrylate*	III	NR	Open	Open	A,C,D	.912(a)(1), 1002 (a), (b), 1004	NA
Epichlorohydrin	III	B/3	PV	Closed	A	.318, 408, 525, 526, 527, 1020	I-C
Ethanamine	III	NR	Open	Open	A	.236 (b), (c), 526	NA
Ethyl acrylate	II	4m	PV	Restr.	A	.526, 527, 912(a)(1), 1002 (a), (b), 1004	I-D
Ethylamine solution (72 pct or less)*	II	B/3	PV	Closed	A,C	.236 (a), (b), (c), 408, 525 (a), (c), (d), (e), 526, 527, 1020	I-D
N-Ethylbutylamine*	III	4m	PV	Restr.	A	.236 (a), (b), (c), (g), 408, 525 (a), (c), (d), (e), 526, 1020	I-C
N-Ethylcyclohexylamine*	III	4m	PV	Restr.	A,C	.236 (a), (b), (c), (g), 408, 526	I-C
Ethylene chlorohydrin #	II	B/3	PV	Closed	A,C,D	.318, 408, 525, 526, 527, 933, 1020	I-D
Ethylene cyanohydrin	II	NR	Open	Open	A	None	NA
Ethylene diamine	II	4m	PV	Restr.	A	.236 (b), (c), 526	I-D
Ethylene dibromide	II	B/3	PV	Closed	NSR	.408, 525, 526, 527, 1020	NA
Ethylene dichloride	II	4m	PV	Restr.	B	.408, 526	I-D
Ethyl ether #	III	4m	PV	Closed	A	.238(g), 252, 372, 408, 440, 500, 515, 526, 527	I-C
2-Ethylhexyl acrylate	III	NR	Open	Open	A	.912(a)(1), 1002(a),(b), 1004	NA
2-Ethylhexylamine	III	B/3	PV	Restr.	A	.236 (a), (b), 525, 526, 1020	NA
Ethylene norbornene	III	B/3	PV	Restr.	B,C,D	.236(a), 409, 526	I-C
Ethyl methacrylate #	III	4m	PV	Restr.	B,D	.526, 912(a)(1), 1002(a),(b), 1004	I-D
2-Ethyl-3-propyl acrolin #	III	4m	PV	Restr.	A	.526	I-C
Formaldehyde (50 pct or more), Methanol mixtures*	III	4m	PV	Closed	A	.409, 526, 527	I-C
Formaldehyde solution (37 to 50 pct)	III	4m	PV	Restr.	A	.526, 527	I-C
Formic acid	III	4m	PV	Restr.	A	.238 (b), (c), 526, 527, 554	I-D

表1 最低要件一覧表(3)

貨物名 <sup>1)</sup>	貨物格納システム <sup>2)</sup>	ペント高さ <sup>3)</sup>	4) ペント	計測 <sup>5)</sup>	防火装置 <sup>6)</sup>	特別要件 <sup>7)</sup>	電気の危険度クラス及びグループ <sup>8)</sup>
Furfural	III	4m	PV	Restr.	A	526	I-C
Glutaraldehyde solution (50 pct or less)*	III	NR	Open	Open	NSR	None	NA
Hexamethylenediamine solution*	III	4m	PV	Restr.	A	236 (b), (c), 409, 526	I-D
Hexamethylenimine solution	II	4m	PV	Restr.	A,C	236 (a), (b), (c), (g), 526	I-C
Hydrochloric acid	III	4m	PV	Restr.	NSR	252, 526, 527, 554, 557, 933, 1045, 1052	I-B <sup>10</sup>
2-Hydroxyethyl acrylate	II	B/3	PV	Closed	A	408, 525, 526, 912(a)(1), 933, 1002(a),(b), 1004, 1020	NA
Isoprene #	III	4m	PV	Restr.	B	372, 440, 912(a)(1), 1002(a),(b), 1004	I-D
Isophorone diamine	III	4m	PV	Restr.	A	236 (b), (c), 526	NA
Isophorone diisocyanate <sup>11)</sup>	III	B/3	PV	Closed	C,D	236(a), (b), 316, 409, 500, 501, 602, 1000, 1020	NA
Maleic anhydride**	III	4m	PV	Restr.	A,C*	None	NA
Mesityl oxide	III	4m	PV	Restr.	A	409, 526	I-D
Methyl acrylate	II	4m	PV	Restr.	B	526, 527, 912(a)(1), 1002(a),(b), 1004	I-D
Methacrylic acid	III	4m	PV	Restr.	A	238(a), 526, 912(a)(1), 1002(a), 1004	I-D
Methylamine solution (42 pct or less)*	II	B/3	PV	Restr.	A,C,D	236 (a), (b), (c), (g), 316, 408, 409, 525, 526, 527, 1020	I-D
2-Methyl-6-ethyl aniline*	III	NR	Open	Open	B,C,D	None	NA
2-Methyl-5-ethyl pyridine #	III	NR	Open	Open	A,D	236(b)	NA
Methyl formate #	II	B/3	PV	Restr.	A	372, 408, 440, 525, 526, 527, 1020	I-D
2-Methyl-2-hydroxy-3-butene	III	4m	PV	Restr.	A	236 (b), (d), (f), (g), 526	I-D
Methyl methacrylate	III	4m	PV	Restr.	B	526, 912(a)(1), 1002(a),(b), 1004	I-D
2-Methyl pyridine*	II	4m	PV	Closed	A,C	236(b), 409, 525(a), (c), (d), (e), 1020	I-D
Alpha-methyl styrene #	III	4m	PV	Restr.	A,B,C,D	526, 912(a)(1), 1002 (a), (b), 1004	I-D
Morpholine	III	4m	PV	Restr.	A	236 (b), (c)	I-C
Motor fuel anti-knock compounds (containing lead alkyls) #	II	B/3	PV	Closed	B, C	252, 316, 336, 408, 525, 526, 527, 933, 1020, 1025	I-D
Naphthalene (liquid) #	III	4m	PV	Restr.	A, D	440	NA
Nitric acid (70 pct or less)	II	4m	PV	Restr.	NSR	408, 526, 527, 554, 555, 559, 933, 1045	I-B <sup>10</sup>
(mono-) Nitrobenzene #	II	B/3	PV	Closed	A,B,C,D	316, 336, 408, 525, 933, 1020	NA
(o-) Nitrochlorobenzene*	II	B/3	PV	Closed	B,C,D	316, 336, 408, 525, 526, 1020	I-B
(o-) Nitrophenol	II	B/3	PV	Closed	A,C,D	409, 440, 525, 526, 1020	NA
1- or 2-Nitropropane #	III	4m	PV	Restr.	A*	526	I-C
(o-, p-) Nitrotoluene	II	B/3	PV	Closed	B	316, 408, 525, 526, 1020	I-B
Oleum	II	B/3	PV	Closed	NSR	316, 408, 526, 527, 554, 555, 556, 602, 933, 1000, 1045, 1052	I-B <sup>10</sup>
Paraldehyde #	III	4m	PV	Restr.	A	None	I-C
Pentachloroethane	III	B/3	PV	Restr.	NSR	316, 525, 526, 1020	NA
1,3-Pentadiene	III	4m	PV	Restr.	B	526, 912(a)(1), 1002, 1004	I-D
Perchloroethylene	III	4m	PV	Restr.	NSR	526	NA
Phenol, or solutions with 5 pct or more Phenol #	II	B/3	PV	Closed	A	408, 440, 525, 526, 933, 1020	NA
Phosphoric acid	III	NR	Open	Open	NSR	554, 555, 558, 1045, 1052	I-B <sup>10</sup>
Phthalic anhydride (liquid)	III	4m	PV	Restr.	D	None	I-D
Polyethylene polyamides	II	NR	Open	Open	A	236 (b), (c)	NA
Polyethylene polyphenyl isocyanate <sup>11)</sup>	II	B/3	PV	Closed	C,D	236(a), (b), 409, 500, 501, 525, 526, 602, 1000, 1020	NA
(iso-, n-) Propanolamine	III	NR	Open	Open	A	1020	NA
Propionitrile	III	4m	PV	Restr.	A	236 (b), (c), 526	I-C
Propionic acid	III	4m	PV	Restr.	A	316, 529, 527	I-D
Propionic anhydride	III	4m	PV	Restr.	A	238(a), 527, 554	I-D
(iso-) Propylamine #	II	B/3	PV	Closed	C,D	238(a), 556	I-D
(n-) Propylamine #	II	B/3	PV	Closed	C,D	238 (b), (c), 372, 408, 440, 525, 526, 527, 1020	I-D
Propylene oxide #	III	B/3	PV	Closed	A,C	236 (b), (c), 408, 500, 525, 526, 527, 1020	I-B
(iso-) Propyl ether	III	4m	PV	Closed	A,C	372, 408, 440, 500, 526, 530, 1010, 1011	I-D
Pyridine #	III	4m	PV	Restr.	A	409, 500, 515, 912(a)(1)	I-D
Sodium borohydride (15 pct or less), Sodium hydroxide solution*	III	NR	Open	Open	NSR	236(b)	I-D
Sodium chlorate solution (50 pct or less)*	III	NR	Open	Open	NSR	236 (a), (b), (c), (g), 933	NA
Sodium hydrosulfide solution (45 pct or less)	III	4m	PV	Restr.	NSR	409, 933, 1065	NA
Sodium hypochlorite solution (15 pct or less)	III	4m	PV	Restr.	NSR	526, 933	NA
Sodium-2-mercaptobenzothiazol solution*	III	NR	Open	Open	NSR	236 (a), (b), (c), (g), 933	NA
Styrene	III	4m	PV	Open	B	236 (a), (b), (c), (g), 933	I-D
Sulfur (liquid)	III	NR	Open	Open	NSR	912(a)(1), 1002 (a), (b), 1004	I-C
Sulfuric acid	III	NR	Open	Open	NSR	252, 440, 526, 545	I-B <sup>10</sup>
1,1,2,2-Tetrachloroethane	III	B/3	PV	Open	NSR	554, 555, 556, 602, 933, 1000, 1045, 1046, 1052	I-D
Tetraethylene-pentamine <sup>12)</sup> #	III	NR	PV	Restr.	NSR	316, 525, 526, 1020	NA
Tetrahydrofuran	III	4m	PV	Open	A	236 (b), (c), (g)	NA
Toluenediamine*	II	B/3	PV	Restr.	A,D	526, 912(a)(2), 1004	I-C
Toluene diisocyanate <sup>11)</sup>	II	4m	PV	Closed	B,C,D	236 (a), (b), (c), (g), 316, 408, 525, 526, 527, 933, 1020	NA
(o-) Toluidine*	III	B/3	PV	Closed	C,D	236(b), 316, 408, 500, 501, 525, 526, 527, 602, 1000, 1020	NA
1,2,4-Trichlorobenzene*	III	4m	PV	Closed	A,C	316, 408, 525, 526, 933, 1020	NA
1,1,2-Trichloroethane	III	B/3	PV	Restr.	C	409, 526	I-D
Trichloroethylene	III	B/3	PV	Restr.	NSR	526	I-D
1,2,3-Trichloropropane*	III	B/3	PV	Restr.	NSR	316, 525, 526, 1020	I-D
Tricresyl phosphate (containing 1 pct or more of the ortho isomer)	II	4m	PV	Closed	B,C,D	316, 408, 525, 526, 1020	I-D
Triethanolamine	III	NR	Open	Open	A	408, 525 (a), (c), (d), (e), 1020	NA
Triethylamine	III	B/3	PV	Restr.	B	236 (a), (b), (c), (g)	NA
Triethylenetetramine	III	NR	Open	Open	A	236 (b), (c), 525, 526, 527, 1020	I-C
Trimethylacetic acid*	III	4m	Open	Open	A	236 (a), (b), (c)	NA
Trimethylhexamethylene diamine (2,2,4- and 2,4,4-isomers)*	III	NR	PV	Restr.	A,C	238(a), 266, 554	I-D
Trimethylhexamethylene diisocyanate (2,2,4- and 2,4,4-isomers) <sup>11)</sup>	II	B/3	Open	Open	A,C	236 (a), (b), (c), (g), 409	NA
Urea, Ammonium nitrate solution (containing more than 2 pct NH <sub>3</sub> )	III	4m	PV	Restr.	A	316, 409, 500, 501, 525, 526, 602, 1000, 1020	NA
(iso-, n-) Valeraldehyde	III	4m	PV	Restr.	A	236(b), 526	I-D
						500, 526	I-C

表1 最低要件一覧表(4)

貨物名 <sup>1)</sup>	貨物格納システム <sup>2)</sup>	ペント高さ <sup>3)</sup>	ペント <sup>4)</sup>	計測 <sup>5)</sup>	防火装置 <sup>6)</sup>	特別要件 <sup>7)</sup>	電氣的危険度クラス及びグループ <sup>8)</sup>
Vinyl acetate	III	4m	PV	Open	A	.912(a)(1), .1002(a), (b), .1004	I-D
Vinyl ethyl ether #	II	4m	PV	Closed	A	.236 (b), (f), (g), .372, .403, .440, .500, .515, .526, .527, .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004	I-C
Vinylidene chloride #	II	4m	PV	Restr	B	.236 (a), (b), .372, .440, .500, .526, .527, .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004	I-D
Vinyl neodecanate	III	NR	Open	Open	B	.912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004	NA
Vinyl toluene #	III	4m	PV	Restr	A,B,C,D	.236 (a), (c), (g), .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004	I-D
Xylenes	III	NR	Open	Open	B	None	NA

- A : 水溶性貨物に対する泡装置 (イオン溶解性泡)
- B : 非水溶性貨物に対する泡装置 (非イオン溶解性泡)
- C : 水噴霧装置
- D : ドライケミカル装置
- NSR : 防火装置に適用する特別な要件のないことを意味する。

ドライケミカル装置は、代替物として示されているか、または司令官 (G-MTH)により代替物として承認された場合を除き、どちらの泡装置の代替物としても使用してはならない。( § 153.460 )

- 7) この欄は、この編の一般要件に加えて貨物用に適用する節を示す。153 編という番号は省略している。
- 8) この欄は、この章の支章 J (電気工学)により電気設備の要件を決定する際に貨物用に対して使用される電氣的危険の等級およびグループを示す。

<特定貨物に対する脚注>

- 9) ケミカルによっては、貨物と反応し爆発を生じることがあるので、ドライケミカル消火装置はこの貨物を含む火災に使用してはならない。
- 10) 酸に対する 1-B 電氣的危険度は、暴露甲板上的場所には適用しない。46 CFR 111 編参照。
- 11) 暴露部の火災に対しては水が有効であるが、閉囲区

画の貨物に使用された場合は、危険な量のガスを発生する。

- 12) 部分侵蝕および腐蝕が報告されているのでアルミニウムは構造材料として適当でないかもしれない。IMOのケミカルコードでは、この貨物用の構造材料としてアルミニウムを禁止している。
- 13) 空気中の水分を含む水がこの貨物に混った場合、タンクの部分侵蝕が報告されている。IMOのケミカルコードでは、この貨物上の蒸気区画は乾燥状態に保つよう要求している。

一般的注意 :

"solution (溶液)"とは、水溶液を意味する。

"mixture (混合物)"とは、この用語と共に記述された物質のみとの混合物を意味する。

"liquid (液体)"は、周囲温度で固体である物質に使用された場合は、この貨物が溶融するまで加熱されて液体として取扱われることを意味する。

この章の 150 編は、貨物の格納および貨物の相互反応に関する要件を含んでいる。

この編の付録 I は、この編または、この章の支章 D (30編から35編)で規制されない貨物リストを含んでいる。(おわり)

●船の科学刊行の技術資料●

★ケミカル / 液化ガスタンカーの設計・建造・運航関係者必須 /

★荷役装置の設計・取扱い関係者必須の指針 /

USCG : 46 CFR  
 液化ガスばら積船 / ケミカルタンカー  
 安全規則 / 技術要件

船舶用荷役装置の安全と構造設備  
 のための要件 (第1集)

B 5判 本文 80頁 定価 2500円

B 5判 本文 88頁 定価 3200円

※ 当社に直接、ご注文下さい。送料当社負担します。

船舶技術協会

## 船用機器の損傷とヒューマン・エラー

財団法人 日本海事協会  
椎原裕美

### 1. はじめに

近年、自動化機器の進歩と設備の信頼性が高まる中で、我国においても乗組員の小人数化が進み、航海中の保守要員の不足から、船内の主・補機器の故障率および信頼性の変化が話題となることも多い。

船内に装備される主・補機の中でも、殆んどが二重装備され、1台の故障が生じても予備機により航行し、支障なく運航されうるポンプ、圧縮機、ストレーナー類に比べて、主機-ギヤ-軸系の主機推進系は、通常船舶では1台のみの装備であり、その一部の故障により運航スケジュールに大きな狂いを生じさせることも少なくない。従って、故障予知・予防保全の観点に立ち、これら機器の故障の分析及び予防方法の検討へのニーズは大きいといえる。

### 2. 一般機器の損傷原因に占めるヒューマン・エラーの割合

一般に機器の損傷を原因から見ると経年劣化と偶発事故に大別される。これらを機器とそれを取り扱う人間の関係から見た場合、機器側に原因のある場合を物的原因、取り扱う人間に原因のある場合を人的原因とに分けることができる。通常、一般的にこれまでの事故の調査結果

からは、事故原因の約8割は人的原因である<sup>1)</sup>と言われている。

一例として、高圧ガス保安協会が行なった全国5つのコンビナートでの事故調査結果を表1に示すが、この例でも、人的原因によるものがその6割近くを占めていることがわかる。

表1 コンビナートにおける事故原因別件数<sup>1)</sup>

事故原因		件数	小計	割合(%)	合計
物的原因	構造改訂不良	122	322	39	828
	材料不良	38			
	工作不良	45			
	計装制御系統の欠陥	8			
	劣化	62			
	外部荷重または衝撃	11			
人的原因	その他	36	506	61	
	誤操作	141			
	技能未熟	20			
	作業基準の不備	112			
	指揮命令の不備	57			
	点検不良	101			
その他	補修不良	9	66		
	その他	66			

表2 船舶における機関の海難損傷の原因別分類<sup>2)</sup>

発生原因		原因件数(%)	小計(%)	合計件数
機関の点検、取り扱いに係るもの	運転中の点検不十分	125 (17.1)	601 (82.2)	731
	運転準備不十分	76 (10.4)		
	運転中異常を認めながらその措置不十分	73 (10.0)		
	過負荷運転	45 (6.2)		
	取扱いの誤り	22 (3.0)		
機関の保守・整備に係るもの	日常の整備点検の怠り	103 (14.1)	130 (17.8)	
	整備不十分	91 (12.4)		
	要修理箇所の放任	40 (5.5)		
	整備の誤り	26 (3.5)		
機関の材質・設計・構造等に係るもの	材質不良	89 (12.2)	130 (17.8)	
	設計・構造不良	28 (3.8)		
	工作不良	13 (1.8)		

表3 損傷例毎の発生原因の分類<sup>2)</sup>

損 傷	発 生 原 因	原因件数(%)	合計
起動後、1時間以内に発生したもの	起動準備手順を怠ったもの	41 (25.2)	163
	日常の整備不十分によるもの	23 (14.1)	
	運転中のL O圧力監視不十分によるもの	20 (12.3)	
	運転前の点検不十分によるもの	16 ( 9.8)	
	出港前に行なわれた工場整備に係るもの	16 ( 9.8)	
	運転中、冷却水が不足したもの	15 ( 9.2)	
	材質に係るもの その他	15 ( 9.2) 17 (10.4)	
クランク軸が折損したもの	デフレクション計測を行わず軸心の狂いに気付かなかったもの	14 (28.0)	50
	主軸受の焼損、摩耗などで間隙が過大のまま運転されたもの	12 (24.0)	
	軸系自体の整備の怠りまたは船体強度に係るもの	8 (16.0)	
	長期間の使用による材質の疲労によるもの	6 (12.0)	
	ねじり振動、急回転等にかかわる材質の疲労によるもの その他	5 (10.0) 5 (10.0)	
クランクボルトが折損したもの	締付ナットの片締めによるもの	18 (31.6)	57
	締付ナットの締過ぎたもの	9 (15.6)	
	締付ナットの締め不足によるもの	5 ( 8.8)	
	長期間の使用による材質の疲労によるもの	10 (17.5)	
	クランクメタルの隙間の過大または過負荷運転によるもの	6 (10.5)	
	クランクボルトの材質、工作等ボルト自体の欠陥によるもの クランクメタル組込作業の不良によるもの	5 ( 8.8) 4 ( 7.0)	

3. 船用機器の損傷に占めるヒューマン・エラーの割合

この人的原因を「ヒューマン・エラー」と称するが、自動化の進みつつある船用機器においても、事故の大半を占めるこのヒューマン・エラー防止に自動化が役立っているかが気になる所である。

表2は、昭和51年から55年までの5年間に起きた海難事故の中から機関損傷事故の原因について分類したものである。この例からも判るように海難損傷においてもその8割近くがヒューマン・エラーに起因していることが判かる。ただし、この例の場合、海難を起こした船の8割近くが漁船であったという事情も考慮しなければならぬが、大略の傾向は示している。

更に、その発生原因別分類を示す表3および図1から判かるように、原因として経年劣化に関するものでも、その知識および予防体制があれば十分防ぐことも可能なものも多い。ヒューマン・エラーの占める割合は遠隔操縦装置および各種警報装置が装備されていても、その取り扱い者によっては損傷の傾向は従来と変化ないとも言える。

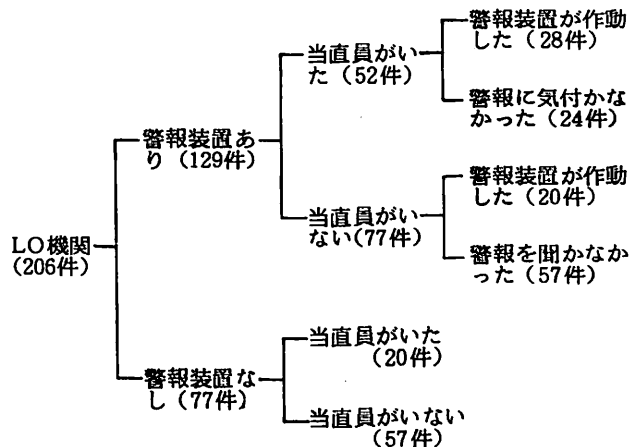


図1 機関の海難損傷におけるL O警報装置関連事故の原因別分類<sup>1)</sup>

ただし、表2、表3および図1に上げられた件数は、自動化機器が装備されていても損傷の発生した件数であり、自動化機器により、未前に損傷が防げた件数は、これ以上に多いことを忘れてはならない。

表4 自動化船の故障発生頻度及び故障パターン

項目	故障発生頻度		故障パターン	
	2サイクル機関	4サイクル機関	初期故障	偶発故障又は経年劣化
油清浄機	H	H		○
補助ボイラ、群ガスエコノマイザー	H	H	○	
配管	H	H	○	
補機の制御装置	H	H	○	
一般の制御装置	H	H	○	
主機関	M	H		○
主機の制御装置	M	H		○
電気設備	M	M	○	
ポンプ、タンク、補助ボイラ等の温度、圧力、レベル等の指示装置	M	M		○
発電機	L	L		○

注) H：高頻度（6件/10,000稼動時間以上）  
 M：中頻度（2～6件/10,000稼動時間）  
 L：少頻度（2件/10,000稼動時間以下）

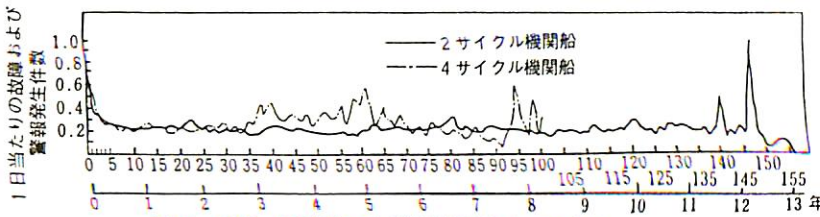


図2 NK-M0船の主機関故障発生率の経年変化

4. 船用機器損傷発生に及ぼす自動化の効果

表4に自動化船（NK-M0, M0・A）の機器の故障発生頻度を示す。同表に示すように故障は初期故障と偶発故障に分けることができ、新造後の一種の調整期間内に前者は発生し、その後は、経年劣化とも合せて、後者が問題となる。

この関係を時経列に見たのが図2である。図2は4サイクル機関と2サイクル機関について、適切な保全を施している自動化船の場合を示し、通常の経年劣化による損傷が自動化機器を用いることにより未前に防止されていることがわかる。

次に、自動化の進展に伴って、主機操作にどのような変化が現われているかを図3、図4に示す。図3、図4はNK-M0船により発生した故障の運航への影響を3つのグループに分けて表わしたものである。

グループⅠ：1969～73年中にM0符号を取得して現在も稼動している2/S船

グループⅡ：1974～78年中にM0符号を取得して現在も稼動している2/S船

グループⅢ：1979～83年中にM0符号を取得して現在も稼動している2/S船

自動化機器の進歩に伴って、その設備による機器の保全が進み、その結

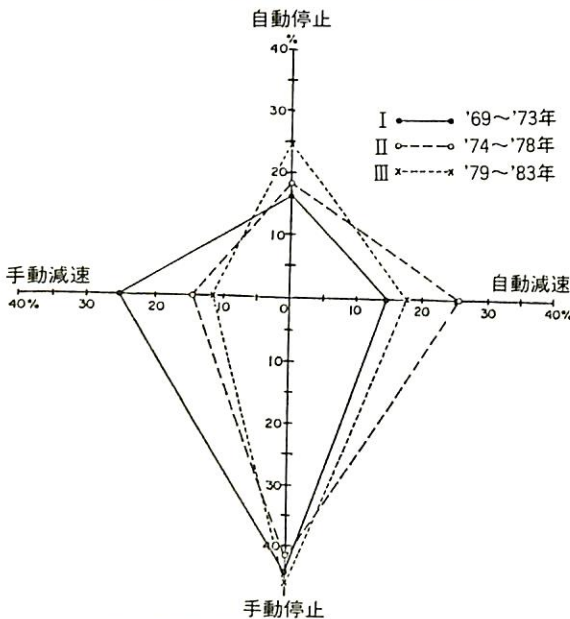


図3 主機操作別の故障発生比率<sup>4)</sup>

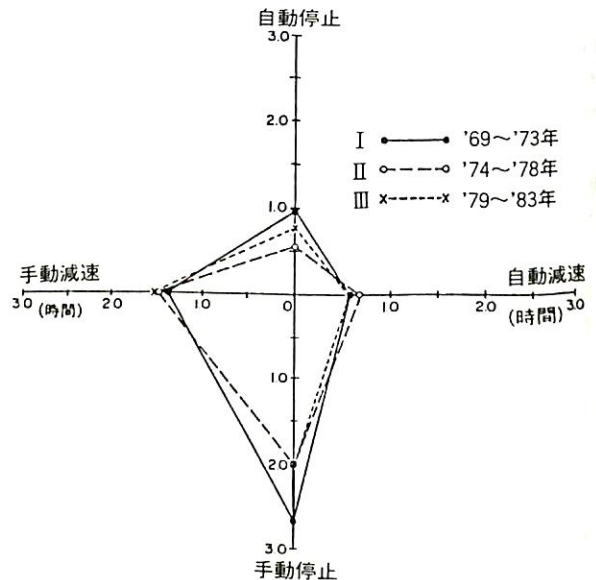


図4 主機操作別故障による平均影響時間<sup>4)</sup>



果としての故障等による平均影響時間も少なくなっていることが判かる。このことは表2, 表3に示した機器の損傷の中で、ヒューマン・エラーによって生じたと思われる損傷の発生も、自動化機器の進歩に伴って減少しているといえることができる。

5. ヒューマン・エラーの発生プロセスと対策

以上のように、機器の損傷に与えるヒューマン・エラーの影響は大きく、その防止に自動化機器の役割が高まっているが、同時に、ヒューマン・エラーの発生過程を研究して、設備の設計等に反映させようとする研究も進んでいる<sup>1), 5)</sup>。

さて、図5にヒューマン・エラーの発生プロセスのモデルを示す。図5のモデルで示すように、通常、人間の

表5 ヒューマン・エラーの発生要因<sup>7)</sup>

1. オペレーター・ファクターズ 疲労、不適性、注意の散漫、動機づけ、忘却混乱、期待や固執、心理的ストレス、不十分な理由づけ / 問題解決能力、不十分な技能レベル、不十分な知識
2. オペレーショナル・ファクターズ 時間的制約 人間-機械系のインターフェースによる行動への制約 情報不足 適度の仕事負担量 環境上のストレス (騒音、照明、温度など)
3. デザイン・ファクターズ 操作具 / 表示器の位置関係 操作具 / 表示器の組合せ方 操作具 / 表示器の見分けやすさやコーディング 操作具 / 表示器の操作や応答の形式 情報の有効性 情報の読みやすさ フィードバック情報の有効性
4. 手順に関するファクターズ 誤まった教示や指令 不完全な、または矛盾する教示内容 紛らわしい指令
5. 訓練上の要因 不適切な知識教育 不適切な技能教育

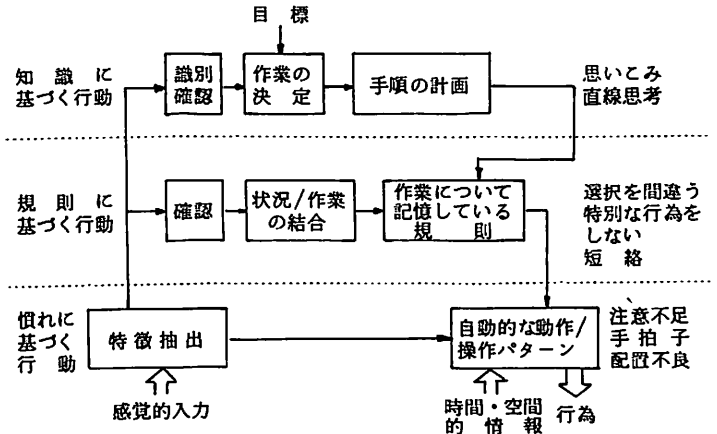


図5 人間の判断と過誤発生モデル<sup>6)</sup>

行動は、作業の複雑さ、高度さに応じて

- (1) 慣れに基づく、いわゆる条件反射的行動 → (2) 決められた作業マニュアル等による規則に基づく行動 → (3) 作業者の経験・知識に基づく行動

へと移りながら、作業者の判断・決定が下され、行為として現われるものと考えられる。その意志決定行為にエラーを生じさせる要因としては大略、表5に示すような

表6 バルブの切り替えおよび復帰操作における操作忘れの確率<sup>8)</sup>

作 業	HEP
バルブの切り替えおよび復帰の操作行動を起こす。	0.001 (0.0005-0.005)
ある作業の開始時にバルブの切り替え、または復帰をする。(手順書を使用せず1つのバルブの操作)	0.001 (0.0005-0.005)
MOV切り替え後、バルブ、サーキットブレーカー、またはSWにタグをつける。	0.001 (0.0005-0.005)
第三段階のタギングに関しては、限度を0.5として第二段階の適当なHEPを10倍する。	
第一段階のタギングに関しては、全ての作業間がCDであるとする。(最初の作業が行われれば全ての作業は行われる。)作業を開始し損なう場合のみ。	0.001 (0.0005-0.005)
(必要であれば)バルブ復帰後ロックする。	0.005 (0.002-0.02)
第一段階のロッキングでバルブ復帰後ロックし損なう。	0.001 (0.0005-0.005)

備考: 断わらない限り、第二段階のタギングおよびロッキングであるものとする。

ことがあげられる。

従って、ヒューマン・エラー防止においては、図5の判断決定レベルおよび表4の各ファクターを考慮して、例えば、技能未熟者に対する技能訓練、知識不足者に対

表7 バルブの切り替えおよび復帰操作における操作ミスの確率<sup>8)</sup>

作 業	HEP
2つ以上のとなり合ったバルブの中から、オペレータが誤ったバルブを選択する。外観は類似しており、少なくとも1つは、同じ状態にある。または、バルブの状態は、バルブ自体からは判断できないタイプのMOV。	0.005 (0.002-0.02)
“逆のエラー”、既に切り替えられ、タグの付けられたバルブを再び切り替えてしまう。このエラーは、バルブをノーマルポジションに復帰させてしまう。	0.0001 (0.00005-0.001)
既に切り替えられているが、タグの付けていないバルブの“逆のエラー”オペレータが、類似したものの中から、誤ったMOVのスイッチまたは、サーキットブレーカーの操作を行う。	0.1 (0.01-0.5) 0.003 (0.001-0.01)
完全に切り替わるまでオペレータがスイッチをホールドしておかなければならないタイプのMOVの切り替えをミスする。	0.003 (0.001-0.01)
復帰させようとしていたバルブ(またはMOVのスイッチサーキットブレーカー)に、2つ以上のタグがついていることに気づかない。マニュアルバルブがひっかかった場合、オペレータがバルブは全開(全閉)であると誤って判断。	0.0001 (0.00005-0.0005)
①システムの上昇するバルブバルブが3/4以上の位置でひっかかった場合(開度指示なし)	0.005 (0.002-0.02)
開度指示がある場合	0.001 (0.0005-0.01)
②他の全てのバルブバルブに開度指示のある場合	0.001 (0.0005-0.01)
開度指示が他の場所にある場合(これを見るのに特に労力を要する)	0.002 (0.001-0.01)
開度指示なし	0.01 (0.003-0.1)

備考：第一および第二段階のタギングに適応される。

する知識教育、手順指示書の再検討、見やすい標示等の対策が取られることになり、船用プラントの設計においても、これらを考慮に入れた設計が必要となる。

例えば、配管系におけるバルブの誤操作の確率および集中制御盤上の誤操作の確率について表6～表8に示すが、配管系の色分け、バルブの配置および操作位置、ラベル等、誤操作の確率の小さくなるような設計が行なわれることになる。表6～表8の中に示すHEPはヒューマン・エラーの確率を表わし、

$$HEP = \frac{\text{ある対象作業でエラーが生じた数}}{\text{ある対象作業でエラーが生じ得る機会の数}} \text{と定義されている}^{11)}$$

### 6. 少乗組員船における展望

以上の結果も含めて、船用プラントの信頼性は高まり、図3に示したように、異常を検知した自動化機器による自動減速、自動停止の度合いが多くなり、未前に事故を防ぐとともに、緊急時によるヒューマン・エラー発生をも防いでいることになる。

さて、昨今の乗組員の少人数化の流れによって、我が国でも、A段階(18人乗)の実証を経て、B段階(16人乗)の実験にはいっている。ノルウェーでは乗組員10人の実験船を検討中といわれ、NVの見通しでは、船橋要員3名、機関要員2名、甲板、司厨兼要員1名の計6人の乗組員まで認められているとしている。この中にあって、今後、自動化機器への依存は当然高まり、設備の信頼性に対するニーズも大きくなって来ている。

表8 マニュアル・コントロールの操作ミス(Commission Error)の確率<sup>8)</sup>

作 業	HEP
ラベル表示のみの同型の操作器のなかから誤って選択	0.003 (0.001-0.01)
機能別に分類された操作器のなかから誤って選択	0.001 (0.0005-0.01)
パネルのグラフィックライン上の操作器を誤って選択	0.0005 (0.0001-0.001)
誤った方向に回転させる(常識的回転方向)	0.0005 (0.0001-0.001)
誤った方向に回転させる(常識と逆の回転方向の場合)	0.05 (0.005-0.1)
高いストレスのかかった状態で、誤った方向に回転させる。(設計が常識と逆の回転方向の場合)	0.5 (0.1-0.9)
マルチポジションのセレクターを誤ったポジションにセットコネクタを誤って接続	0.001 (0.0001-0.1) 0.01 (0.001-0.05)

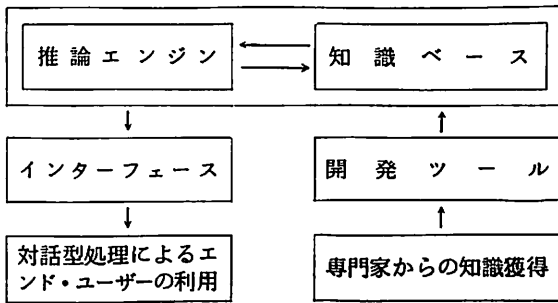


図6 エキスパート・システムの基本構成

これまで航海中に船内で適宜、開放・点検・保守が行なわれて来た船内の主・補機器においても、予防保全システム(PMS: Planned Maintenance Schemes (System) または、PMT: Preventative Maintenance Techniques) を取り入れた計画的なメンテナンスが採用されるケースも多くなりつつある。また、保守作業を港ごとに行う航海中無開放運転が検討され始めている<sup>9)</sup>。

また、コンピュータを用いたAI(人工知能)利用、通信衛星を用いた陸上支援等の研究が官民を含めて進められている<sup>10)</sup>。AIは、1960年代に米国で開発され、コンピュータによる医療診断システムに代表されるように、人間の持つ専門知識と判断プロセスをコンピュータに行なわしめようとするシステム(図6参照)で、昨今、我が国でもエキスパート・システムの名で、各コンピュータ会社から支援システムが提供され、これを用いた各種システムが開発されている。船においても、少人数化により、従来、乗組員の経験と感に頼っていた保守・点検作業や事故および緊急時の処理手順などを、コンピュータを用いた支援システムでカバーすることが検討されている。

## 7. おわりに

燃料の粗悪油化が言われて久しく、乗組員の少人数化が時代の流れの中で急速に進む中において、船内作業におけるヒューマン・エラー発生の可能性も高まっているわけであるが、以上述べたように、自動化機器の進歩により、逆に故障発生件数は低下しつつあり、従来の人間の経験と感による判断が、自動化機器にとって変わられるこの傾向は、今後更に進むものと思われる。

しかし、一方では、米国TMI原子力発電所の事故<sup>11)</sup>の例で言われるように、自動化機器は、人間の判断・作業の手助けであり、緊急時等において特に誤操作を生じた場合には重大事故につながりやすくなる潜在的危険性を合わせて考慮に入れておく必要もあろう。

## 参考文献

- 1) 林善男：人間信頼性工学，海文堂
- 2) 海難審判庁：船舶における機関損傷の実態，昭和57年2月
- 3) 白石圭一：Ship Machinery in the 1990's，日本海事協会会誌，No 190
- 4) 石田憲治：M0船の故障警報と機器の信頼性，日本海事協会会誌，No 191
- 5) 柴田碧：耐震設計におけるヒューマン・エラーと工学的基準の評価概念的考察について，日本機械学会，第63期通常総会講演概要集，No 860-2
- 6) Rasmussen, J., et. al.; Classification System for Reporting Events Involving Human Malfunction, Riso-M-2240 (1981) (訳：異常診断技術に関する情報小委員会(人間関係グループ)：人間・機械系の定常的信頼性解析，高圧ガス保安に関する情報紹介，No 83, 37~53, 高圧ガス保安協会(1982)-前1)に掲載。
- 7) Malone, T. B., et. al.: Human Factors Evaluation of Control Room Design and Operator Performance at Three Mile Island-2, NUREG/CR-1270, Vol. 1 (1980)-中央労働災害防止協会調査研究部：不安全行動要因評価チェックリストとその活用，中央労働災害防止協会(昭55)および前1)に掲載。
- 8) Swain, A. D. and H. E. Guttman, Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications, NUREG/CR-1278, SAND 80-0200 (1983)-前1)に掲載。
- 9) 吉田真：近代化船の保全(保守、整備)，日本船用機関学会誌，Vol. 20, No 9, P. 516~
- 10) 森雅人：少人数船と技術開発の動向，日本船用機関学会誌，Vol. 20, No 9, P. 521~
- 11) ジョン・ケメリー：スリーマイル島原発事故報告書，ハイライフ(昭55)-前1)に掲載。

## 『LNG船/LPG船技術資料』

恵美洋彦 編著

B5判640頁 上製函入 定価35,000円(守当方負担)

本書は、LNG船およびLPG船のみならず、その他の全ての液化ガスタンカーに関する技術資料を網羅し、液化ガスタンカーの設計建造、運航、関連メーカー等の関係者のみならずその他の液化ガスに関連する方々の技術資料として編纂されている。

株式会社 船舶技術協会

## 防 錆 ・ 防 食 の 事 例 ( 1 )

濱 田 外 治 郎

### 4. 船舶と海洋鋼構造物の防錆・防食

防錆という言葉は、大気自然環境下において気象および環境条件の変化によって鉄鋼の表面に生ずる錆を防ぐことであり、防食とはこれ以外の環境下（土中、水中、海水中、その他）で鉄鋼の腐食を防止するということとで区分しているのが一般的である。

こうしたことを前提とすると、船舶における防錆対象区画は、居住区、機関室、ポンプルーム、ストア、上部構造物外面、曝露甲板、ホールド、ボイドスペースなどで、人が生活したり、出入して作業が出来るような環境がこれに該当する。

それ以外の区画、すなわち船底外板、諸タンク類、各種圧力容器、主機関、機器、諸配管系などでの腐食を抑制することを防食といっている。

さて、船舶は海上、海水中などの苛酷な腐食環境下を航行し、海洋鋼構造物は多種多様なものがあり、鋼矢板岸壁、鋼杭栈橋、ドルフィン、ブイなどの港湾施設に属するものから、沈埋函、海底管、石油掘削リグ、バージ、洋上台場、洋上長大橋など何れも構造物の長期防食対策を必要とされるので、当然建造計画、製作にあたっては、構造体の各部、主機、補機にいたるまで、防錆・防食に対するいろいろな配慮が行われている。このような仕事が防食の計画や設計の仕事である。

#### 4・1 防錆・防食設計概論

##### (1) 皮膜による腐食環境からの遮断（塗装など）

塗装は船舶や海洋鋼構造物の防錆・防食法の代表的なもので極めて広範に用いられ、船内外のほとんど全面にわたり、各種の塗料で塗装されている。このなかには、美観、色彩、防汚（海水生物付着防止）などの効果を加味したものもあるが、大部分の塗装は広い意味での防錆・防食が主体となっている。

25万トンタンカーでは約250トン、4万トンクラスのバルクキャリアでも約80トンの各種の塗料が船体各部の防錆・防食のために適用されている。

海上構造物は塗り替えが船舶程容易に行えないことから、設計当初に長期防食を目的とした、重防食塗装、複

合重防食塗装が計画段階から考慮されている。

塗装とは液状の塗料を塗面に塗り広げ、塗膜となつてはじめてその効果が評価されるもので、それぞれの目的と腐食環境の相違に応じ、船舶の場合は数十種類の塗料を組み合わせて、船内外の各部に使い分けている。

最近では、海洋鋼構造物の長期防食塗装において実績の多い塗装系（ジンクリッチペイント、エポキシ、タールエポキシ樹脂塗料など）が船体外板やバラスタックなどの防食に適用され、有効な重防食塗装であることが確認され普及してきたことによる。

これらの塗料は、特別な下地処理精度と塗装技術、技能両面の配慮を行って、完全な施工を行えば、その耐久性は一般塗料の比ではなく、また塗装時に高度技能水準が要求されることから特殊塗装という新用語が生まれ、船舶、海洋鋼構造物塗装のレベルアップをうながす結果となった。

このような特殊塗装工事に対応できるようにするため、全天候型、研掃・塗装工場、更に省力設備を備えた恒久的塗装工場を設置した造船所も多くなってきている。

また全塗装設備および環境改善設備を装備した特殊塗装工作船が出現し、これからの造船工業での新しい塗装技術分野の一端をきづいた。

塗装に関する設計・施工等に関しては後篇の施工法においてその詳細を述べるので、前篇では省略することにする。

##### (2) 適性な金属材料の選択使用

海水環境における腐食作用は非常に激しく、種々の理由から、耐食金属の使用や普通鋼に塗装・被覆、電気防食などが単独適用または併用されている。船舶や海洋鋼構造物における防食法として耐食材料が使用される場合の前提は、塗装や電気防食の適用が非常に困難か或いは不適當なものに限定されている。

船舶・海洋鋼構造物の主要構成材料は、

- (a) 鋼材……普通鋼、高張力鋼、耐海水鋼
- (b) 特殊鋼……クロム鋼、ニッケルクロム鋼、クロムモリブデン鋼、ニッケルクロムモリブデン鋼、13クロム鋼、18-8不銹鋼（ステンレス鋼）
- (c) 軽金属材料……軽量かつ耐食性の大きいアルミニ

ウム系軽合金が上部構造物、機関部に用いられ、純アルミ、ヒドロナリウム系合金の材料や各種の鑄造材がある。

- (d) 銅および銅合金……純銅、黄銅、青銅、アルミ黄銅、キュープロニッケル、モネルメタルなど。
- (e) 木材、繊維類、合成樹脂など。

これら船舶用材料の耐食性は使用箇所、目的によってそれぞれ異なるが、海水に対しては青銅、黄銅類が強く、酸その他の腐食性媒質に対しては特殊鋼を用いるべきで、ことに18-8ステンレスは最良の材料として多用されている。ディーゼル機関、タービン、推進器翼、管系統にあっては一般的な腐食の他に、機械的な侵食作用（エロージョン）が加わる場合があるので、耐食性の他に侵食抵抗に富む材料が選択使用されている。

(3) 電気防食

船舶の電気防食の代表例としてバラスタク内の電気防食があげられる。当初は電気防食単独による防食法であったが、海水バラスタ率が低いときや湿潤空気に接している面に対して効果が乏しい。

一方、塗装に（主としてコーラルエポキシ樹脂塗料）によるバラスタク内の防食では、膜厚不足部分や塗り残し部分からの発錆を見ることがある。このように点在する塗膜欠陥部からの腐食を経済的に防食するために、少量のZn陽極を併用して行うbuck up anode protectionが最も有効なバラスタク内の防食方法となっている。

海洋鋼構造物の電気防食は、裸の鉄面を防食する方式と塗装を併用することによって防食電流を低減する方式の二つの方式がある。経済的効果について夫々のケースについて検討し計画する必要がある。

4・2 工場における防錆管理

(1) 素材の長期防錆

鋼板（25~30mm×2,000×8,000）約300枚（約2,000 ton）の在庫を引続き、約1年半屋外バクロをする場合の防錆方法は如何。この鋼板は造船所の鋼材置場に山積にして保管、使用に際してショットブラストを行い、ショッププライマーの塗装が行われる。山積のままの状態では、気温の変化や降雨の影響により、鋼板の間に水が結露し、ミルスケールの欠陥部に異常孔食（通称：ジャンカ）を生じショット・ブラストを行ってもその痕が残る。

次のような防錆方法が考えられた。

- (a) 鋼材一枚づつの両面にP-1型防錆油を塗布して山積にする。
- (b) ショット・ブラスト→ショップ・プライマーを塗

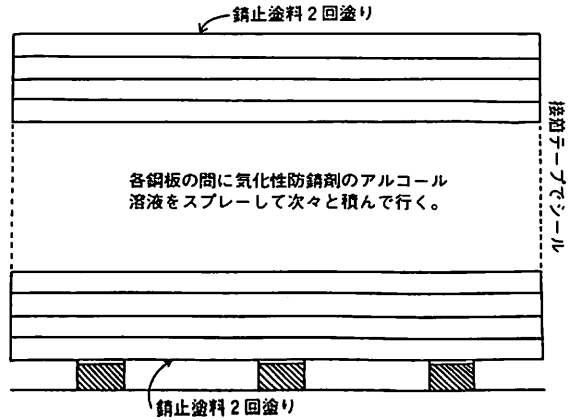


図6 鋼板素材の長期防錆

装して山積にする。

(a)は防錆油除去が大変な仕事量となり、(b)はZn系ショップ・プライマーでは白サビの発生などが問題となり、結局ミルスケール付着のままの状態、次のような防錆方法を適用し、使用に際してはそのままの状態での通常の工程に流す方法が選択された。

(c) 鋼材を積みなおし、その間に気化性防錆剤を散布しながら山積みをする(図6)。

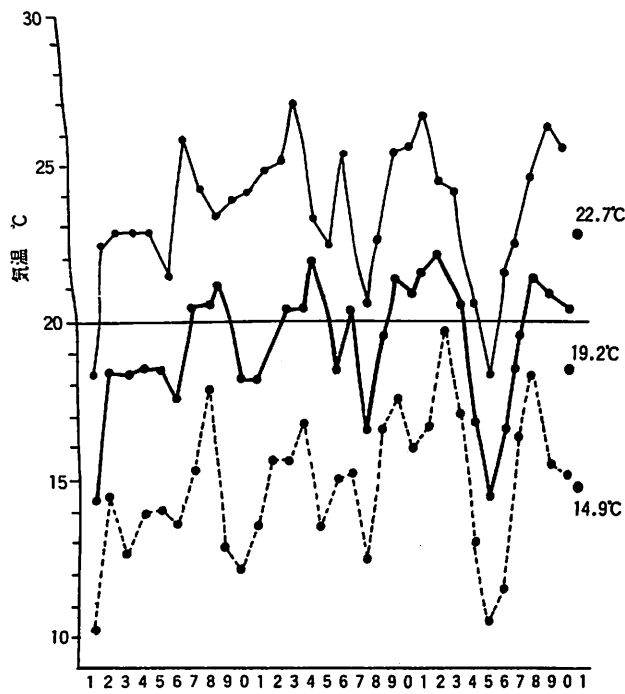
“JIS Z0103-1978では、気化性さび止め剤、常温で気化性の金属の腐食抑制剤。固体・液体の区別はない”通常VCI (Volatile Corrosion Inhibitor) という。適用した気化性防錆剤は、ジシクロヘキシルアンモニウムナイトライトという有機の亜硝酸塩で白色の粉末で、鋼板の上面に散布機で散布したあと、その上に鋼板をクレーンで積み重ねると、パウダーが圧力で外に大部分出てしまうことがわかり、粉末のままの状態で散布するよりも、これをメタノールやエタノールに溶解して溶液としてスプレーした方がよいことがわかった。

ジシクロヘキシルアンモニウムナイトライトの各種溶媒に対する溶解度(25°C)は次のとおりである。

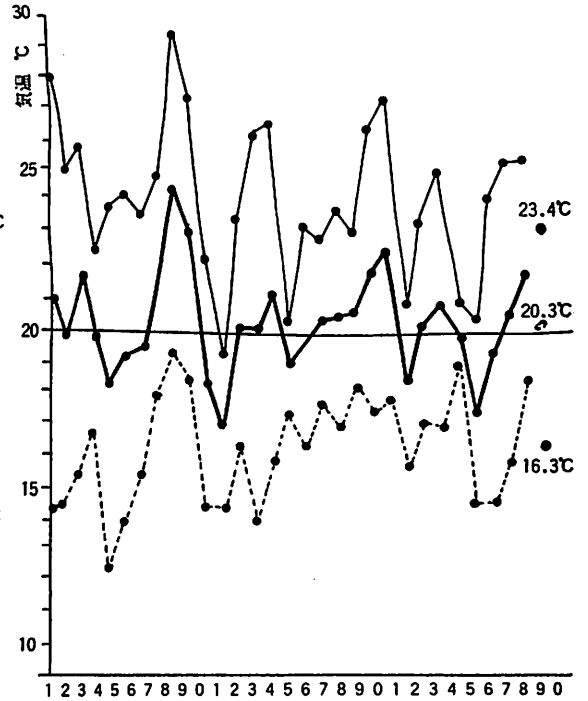
メタノール：23.6%      エタノール：9.2%

(2) 鋼管内面の長期防錆方法

ボイラチューブ等の素材鋼管内部の腐食は、大気中の水蒸気が鉄面に結露することによって初まる。露は夜間放熱によって管材の温度が下り、露点に達したときに生ずるもので、夜間放熱が多く昼間との温度差が大きいほど、また、そのときの湿度が高いほど結露しやすい。図7は5月~6月における温度差をグラフに示したもので、図8は結露を生ずる際の気温と物体表面の温度と湿度との関係を示す露点図である。このように管内面は直接降雨などによるぬれがなくとも、温度変化による鋼面でのぬ



昭和58年 5月 気温データ



昭和58年 6月 気温データ

於 藤沢市宮前428  
東経139°30'10"04 北緯35°20'1"60

図7 最低~最高気温変化

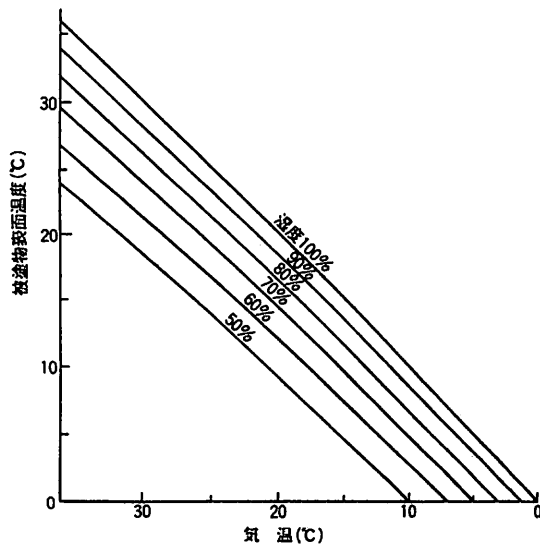


図8 露点図

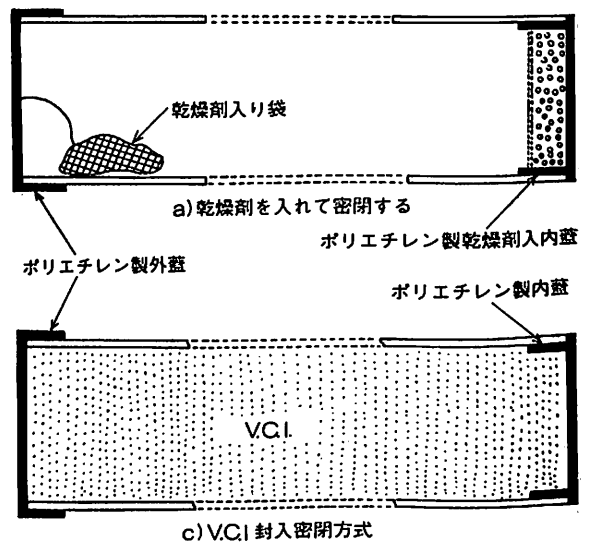


図9 管内面の防錆方法

れを生じ、酸素を溶解した液体の水と接することから腐食がはじまる。したがって、管内面などの防錆を考える場合、

- (a) 管内面の湿度を下げ（乾燥状態）で気温の変化があっても結露しないようにする。同時に管内面を密

閉状態に保つ。

- (b) 温度変化の少ない、乾燥状態の倉庫内に保管する。
- (c) 気化性防錆剤を封入後密閉状態に保つ。

具体的な防錆処理方法として、(a)の場合はシリカゲルのような乾燥剤入りの包を入れ、管の両端を例えばポリ

エチレン製のフタをして密閉する方法が行われる。  
 葉ビンのフタに乾燥剤をセットした除湿方法などが参考になる。(c)の方法はV.C.I.を管内容積30cm<sup>3</sup>あたり1グラムの割合で散布しておけば、気化し拡散、対流によって管内部に、V.C.I.の蒸気が充満すると共に鋼表面に結露の条件が生じた場合、その水滴に溶解し腐食抑制剤の働きをするため、管内面の防錆を行うことが出来る。これらの方法を、図9に簡単に図示した。

4・3 船舶の空所における防錆

密閉空間における防錆方法の例として、素材の防錆、鋼管内部の長期防錆方法を実例で解説したが、船舶においても、これと同様な箇所の防錆に関し、何回も同じような疑問や質問を受けたことがあるので解説しておこう。

(1) 舵内面のような空所の防錆

古くから、ポットムプラグを外して、ここからビチュミナスソルーションを入れてプラグを締め、クレーンを使用して舵をトンボさせながら舵内面にビチュミナスソルーションを付着させ、余分なビチュミナスソルーションをプラグから排出させて防錆処理が完了するというものであるが、実はこの仕事はクレーンを使ってやる仕事なので仲々大変なことなのであって、実効のある方法ではないとしながらも、永年行われて来た方法である。

このような方法が真に有効な防錆方法であるかどうかを云々する前に、舵内面において生ずる腐食機構とその程度を考えて見よう。舵が完成してポットムプラグが締められ、そのままの状態に船に取り付けられる。以降舵内面の腐食は一体どうなるであろうか。封入された空気中には季節により若干の差はあるが、その時の条件における湿分が封入される。この湿分が気温の低下により鉄面に結露し鉄が発錆する。

このときは舵内面の空気中の酸素が錆となって消費され濃度が減ずる。気温の上昇があると錆の中の水分が蒸発し、次いで気温の低下により結露を繰り返しつつ、舵内面の空気中の酸素が錆の方に移行し、ついには酸素と水分の欠乏により腐食反応は中断する。したがって舵内

面の実際の腐食は、封入された空気中の酸素量以上の腐食は生じないわけである。

しかし、このことが理解されるまでにはなかなかの年月を要しているわけである。入渠してプラグを外したら大量の水が出て来た云々……で昔ながら行われていた方法を変えるにはかなりの長年月がかかった。その間クレーンを使って行う前述の防錆処理方法から、気化性防錆剤封入方式や重質油の中にジエチレントリアミンなどの有機アミン系のインヒビターを添加した、防錆油を浮し塗りして舵内面に付着させたのち水を排出させる方法などが創案されたりした。

現在では、舵を合せ溶接する前に内面をタールエポキシ塗装するようになってきているが、今だにビチュミナスソルーション云々という話を聞くことがあるが、もしもポットムプラグから水が入るおそれがあるならば、プラグを締め付けたあとにパテ付けを行なってタイトネスを保ったらどうであろうか。

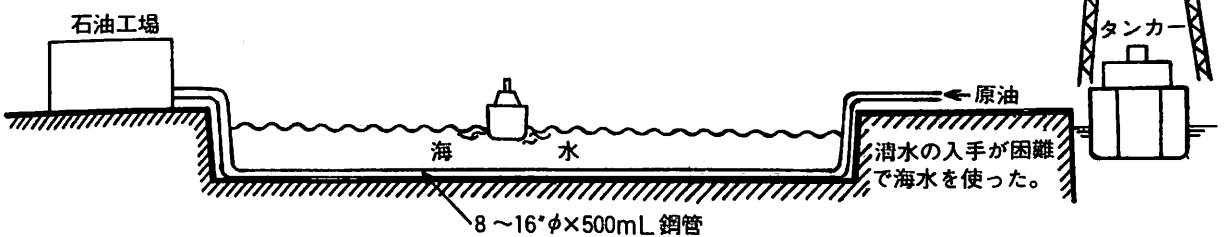
(2) ボラード、デリックブームなどの密閉空間の防錆方法

完全な密閉空間における鉄鋼の腐食は封入された湿分が温度変化により結露することによりはじまるが、空気中の酸素が消費されることで腐食反応がストップするので、問題となることは全くないが、就航中に何等かの理由で密閉空間の気密性が破れた場合の腐食の安全性を考慮してか、簡単な防錆塗装が行われている。

(3) 腐食により、酸欠を生ずる区画

舵内面やボラード、デリックブームなどは例え腐食反応によって酸素欠乏状態となっても、人が入ることがないから酸欠による事故とはならない。それでは酸欠を生ずる区画とは、修理船などで無塗装で通気性が悪く、ドレン等がたまって腐食の著しいところが要注意区画となる。すなわち前記の3つの条件がともなうようなバラ

図10 海底油送管として使用される長溶接鋼管の防錆



スタック、ボイドスペース等が長期間(3ヶ月ぐらい)にわたって腐食を続けることにより、空気中の酸素が消費されて減少するからである。その意味でもこのような腐食の著しい区画には、逆に塗装などを施工して腐食を減ずることが酸欠状態を起さない対策となる。

4・4 長溶接鋼管(約500m)の水圧(海水)試験後の内面防錆

図10のごとく海底油送管として使用される8~16"φの長溶接鋼管が水圧テスト後5ヶ月後でなければ稼動状態にならない。その間における管内面の防錆方法如何。外面は塗覆装に電気防食が併用されている。

一般的に水圧試験を行なった場合、排水後に容器内の発錆が著しく増加する。そのため水圧試験水中にインヒビターを添加して腐食を抑制する方法が行われるが、排水後における防錆効果まで考慮に入れておく必要がある。乾燥しにくいもの程腐食し易い。こうしたことを含んで、8~16"φ×500mのパイプライン内面の防錆対策を考える必要があり、考えられる防錆方法を表5に一覧し解説を加えた。

<実施例>

表5の(5)インヒビターおよび(1)密閉する方法を併用した。この場合、構造的に完全な防錆方法を得ることは不可能であるが、海水に混じて有効な腐食抑制剤(Corrosion inhibitor)として高級脂肪酸アミンがあり、2,000ppm程度添加して管内面にインヒビターを被膜させる。理想的な用法としては、このままの状態で放置することが望ましい。インヒビターの被膜作用と修復作用は溶液中で行われるからである。

一応被膜したのち排水したとしても、水溜り部分にはインヒビターが懸濁しているため、この部分の腐食は著しく軽減され、空間部分は、はじめはインヒビターの被膜がきいて防錆され、管の両端を密閉することにより、表5の(1)の効果により腐食が軽減される。

4・5 溶接開先防錆の問題

造船工業が開花期をむかえた頃、防錆力、作業性、溶接性のいずれをも満足させ得る溶接開先防錆方法が要望された一時期があった。現在ではショップ・プライマーに溶接性のよいことなどの条件が加わり、また内業工場における溶接方法も進歩し、当時程でなく、この問題の関心が薄らいではいるが、海洋鋼構造物の現地溶接など

表5 長溶接鋼管の防錆方法

防錆方法	適用方法	備考
(1) 密閉する方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>排水後両端を閉塞して腐食の進行をおそくする。</li> <li>腐食量一時間には、次の関係がある。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>防錆方法としては非常に簡単である。</li> <li>積極性に欠け水だまりの部分では腐食が進行する。</li> </ol>
(2) 不活性ガスにて置換	<ul style="list-style-type: none"> <li>不活性ガス例えばN<sub>2</sub>, Arガスなどを封入して空気中のO<sub>2</sub>を減ずる方法</li> <li>フリーユース法の適用でO<sub>2</sub>を減ずる方法※</li> </ul>	※船舶の貨物油槽内の防錆および火災防止法として使用される。
(3) 気化性防錆剤利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>気化性防錆剤を散布して、水蒸気中に溶存せしめ、結露した場合インヒビターとして作用させる。(35gr/m<sup>2</sup>の必要量を散布)</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>均一散布は無理がある。</li> <li>海水の水だまりの部分には効果不十分</li> </ol>
(4) Float type 防錆油の利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>Float coat oil (防錆油)を入れ海水を張水しながら管内面に塗布する。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>水でぬれた部分にはコーティングしない。</li> <li>水平管には不適</li> </ol>
(5) インヒビター	<ul style="list-style-type: none"> <li>インヒビターとして、特に海水に混じて効果のあるものでは、高級脂肪酸アミン系インヒビターがあげられる。管内面にインヒビターの防錆被膜をつくらせる。</li> </ul>	満海水の状態では排水後、(1)の方法を行う。



において、工場で開先加工され溶接するまでかなりの月日を海洋環境下で暴露されるため、この分野において、溶接開先防錆方法が再び要望されて来たので、筆者が検討した溶接開先防錆方法を紹介しよう。

#### (1) 当時の造船工業でのニーズ (1960)

ブロック建造が行われるようになってから、地上において自動溶接を実施する場合、開先部分の腐食生成物が溶接部に欠陥を生じさせることがあり、溶接開先防錆の問題に関し、各社で色々検討され、また国内でいろいろ試みられた方法とその概要について説明する。

#### (2) 検討された防錆方法と研究の概要

##### (a) 防錆油剤の適用

当時、とくに溶接開先防錆用として市販されていた数種の防錆油があった。1つはあらかじめ開先部分に塗布して必要な期間、防錆の役割をはたした後溶接前に適当な石油系溶剤で拭き取ることを前提としたタイプの防錆油である。

他の1つは溶接すべき部分に塗布またはスプレーして、溶接の際にも除去しない直溶接型の防錆剤であった。

前者は防錆効果の点で十分な効果を示すとしても、除去方法が現場的に採用され難いことが多く、後者は防錆皮膜として残存する有機抑制物質が、溶着金属となる熱溶滴と接しブローホール、パイピング等の欠陥を生ずる心配がないでもなかった。防錆剤の溶接に対する影響についての調査方法としては、手溶接および自動溶接の突合せ継手の曲げ試験、引張り試験、X-Ray 試験、顕微鏡試験、硬度・衝撃試験を行なって適用の可否を判定するというものである。

##### (b) 可剥性プラスチックの適用

これは溶接開先面に、コールド型可剥性プラスチック材料(一名ストリップペイントと称せられるもの)を塗布し、溶接前の適当な時期に剥離する方法であるが、かなり厚くコーティングしなければ剥離性がよくない。また複雑な開先型状や面の表面状態によっても剥離が悪く、困難になる等の理由により、防錆効果の面では良くても現場における作業性がよくなかったので多く採用されることはなかった。

また、開先面に粘着テープのようなものを貼布して防錆の目的に利用する試みもあったが、これも同じ理由から利用されなかった。

##### (c) 水硝子の塗布

溶接棒のフラックスのバインダーに水硝子が使用されていること、また水硝子は無機系の腐食抑制剤としての効果もあるところから、これを現場部門で採用したと聞いたことがあるが、その効果についてのデータの公表は

なかった。筆者も試験的に水硝子を用い、テストを行なって見たが、防錆期間が短かく、とくに降雨の影響により水硝子が流れ出すため数ヶ月の効果しか望めなかった。

##### (d) その他

塗膜の溶接に及ぼす影響が問題となる場合がある。例えばショップ・プライマー塗装面に隅肉溶接を行うような場合がその例である。ウオッシュ・プライマーが溶接に及ぼす影響について調べた結果では10 $\mu$ 以下の塗膜は実用上の欠陥が少ないということで、長い間ウオッシュ・プライマーが造船工業でのショップ・プライマーとしての優位を保った一面での理由であった。

##### (3) 溶接開先防錆剤としての条件

(2)において従来行われた防錆方法の概要を述べたが、水硝子による方法以外は、有機系の被覆材料またはインヒビターを主用する方法である。これらの方法は、防錆の面からは良い結果が得られるであろうが、溶接性の面では必ずしも理想的な条件を与えるものではなかった。溶接性を前提として防錆物質を模索すると次のような事が考えられる。

有機物質(油や塗膜)が開先面に残存すると溶着金属によってこれらの物質が瞬間的に爆発燃焼する。その際ガス状物体が溶着金属層を突き抜けるものが、パイピング、内在するものがブローホールを形成して溶接欠陥となる。錆が残存すると附着水分が酸化する際に前記欠陥を形成する。これらの有機物質や水分の残存は、その膜厚が厚い程その影響が大きい。

ウオッシュ・プライマーの場合、膜厚が薄く燃焼し易い場合には、その影響が少ないことから、有機物質を使用しないか、使用する場合でも少量とし、無機物を主体とし、且つこれらの溶接への影響を考慮して少量で有効なものであることが、溶接開先面に適用する防錆剤の必要条件となる。現在造船工業界で長期バクロ型ウオッシュ・プライマーから、新無機ジンクショップ・プライマーと変遷して来ていることも、防錆力の向上の他に、溶接・溶断性の考慮が払われている。

##### 参考文献

- 1) 竹内:「造船工業における防食問題」防錆管理, Vol. 3, No 10
- 2) 浜田:「溶接開先防錆方法」防錆技術講習会テキスト, 1961年, 日本防錆技術協会

#### ● 船の科学ファイル ●

船の科学1年分が種々な資料とともに収録できます。料金は送料共で700円。当社に直接ご注文下さい。

<その10>

第2章 船底塗料

中国塗料株式会社  
技術本部 中尾 学

2・2・2 長期防汚システム

現在実用化されている防汚塗料は、防汚剤を含んだものが大部分を占めるため、防汚剤の溶出速度が防汚力と有効ライフに多大の影響を与える。従って長期間効力を維持できる防汚塗料とは、防汚剤を効果的に長期にわたり一定して溶出させるものである。

防汚塗料の設計にあたっては組成面はもちろんのこと船舶の運航状態、海水環境も考慮に入れて防汚剤の選択や溶出速度のコントロールをすることが理想的である。図2・30に防汚塗料の防汚性要因を示す。

(1) 有機錫拡散型防汚塗料の適用

前述したように、有機錫防汚剤は塗膜形成樹脂の中で溶けたような状態（固溶体）で分布し、分子拡散により溶出する。この有機錫化合物の特性を生かし、亜酸化銅との併用型防汚塗料を設計すると、長期間はば一定の溶出速度を維持することが可能である。有機錫化合物の拡散力は溶出キャリアーとしての作用もあり、亜酸化銅などの併用防汚剤を効果的に溶出させることができる。防汚剤の溶出速度と時間の関係について示すと図2・31のようになる。拡散型のライフが長いことが容易に推測で

きよう。

しかしながら、拡散型防汚塗料は経時とともに樹脂マトリックスがスケルトン層として残存し、その厚さが増していくため、塗膜下層部の有効防汚剤の溶出が防げられる。従って、この種の防汚塗料の有効期間は通常24ヶ月/150 $\mu\text{m}$ 程度であり、これ以上厚膜塗装しても防汚期間の延長はあまり期待できない。

現在市販されている防汚塗料は、トリフェニル錫ハイドロオキシド、トリフェニル錫フルオライド、トリブチル錫フルオライドなどの有機錫化合物と亜酸化銅を併用したものが多く、錫と銅の相乗効果によって一層防汚効力が強力となり、それぞれ単独では得られない広範囲の動植物に対して防汚作用を発揮する。

(2) セルフポリッシング型防汚塗料の適用

トリブチル錫メタクリレート共重合体を塗膜形成樹脂とする防汚塗料の特色は、樹脂が表層より徐々に加水分解するため、常に塗膜表層がリフレッシュされ、セルフポリッシング効果と防汚性をもつトリブチル錫イオンのコントロール溶出が可能にある。セルフポリッシング型防汚塗料は酸化亜鉛、ロダン銅、亜酸化銅などの活性顔料を配合して用いられるが、防汚性から亜酸化銅配合塗料が最も有効である。

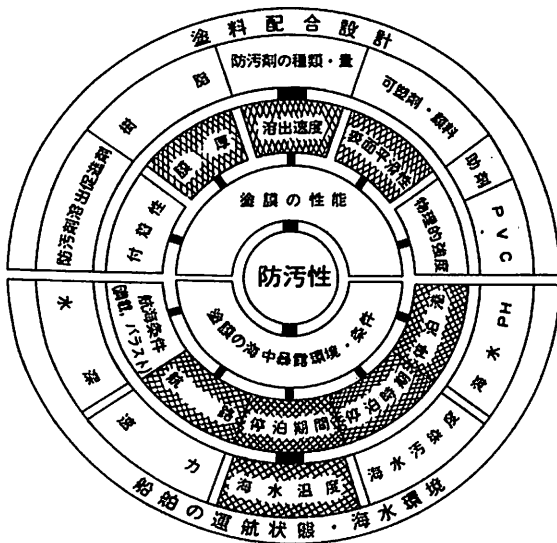


図2・30 AF塗料の防汚性要因

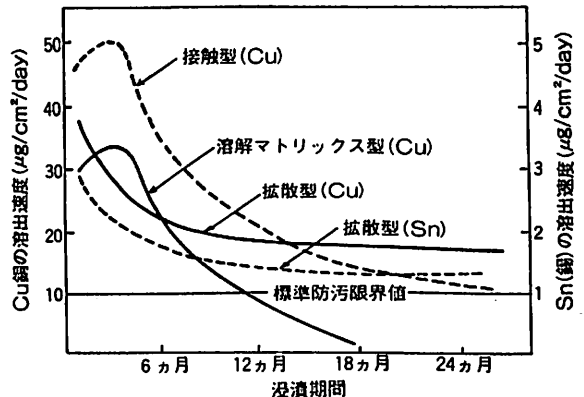


図2・31 溶解マトリックス型（亜酸化銅）、接触型（亜酸化銅）、拡散型（亜酸化銅・有機錫化合物併用）防汚塗料の防汚剤溶出速度（リーチングレート）

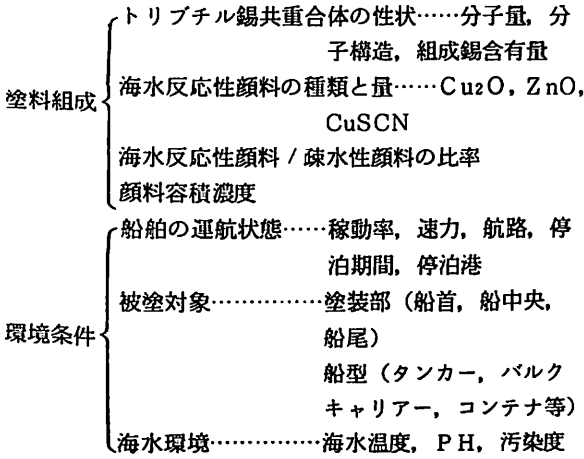


図 2・32 セルフポリッシング型AFの塗膜消耗性因子

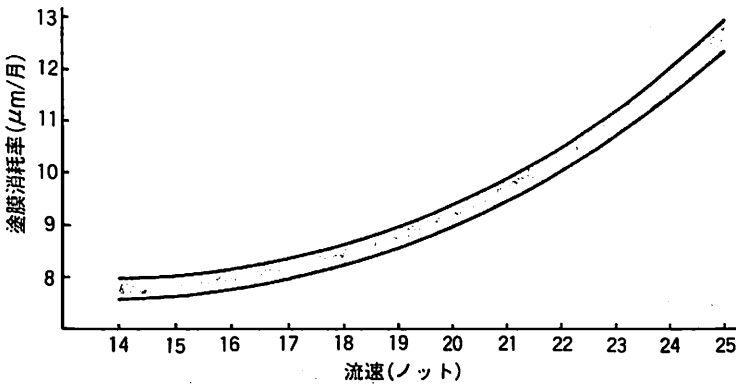
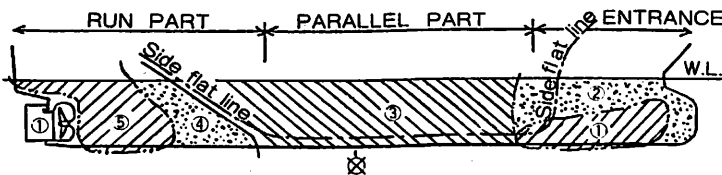


図 2・33 セルフポリッシング型AFの流速と塗膜消耗速度の関係



- ① 舵, 船首ビルジ付近, プロペラ周辺      ④ 船首Run部前方
- ② 船首エントランス部 (含バルバスバウ)      ⑤ 船尾Run部後方
- ③ ビルジ及び船体平行部

図 2・34 船底部の流速順位

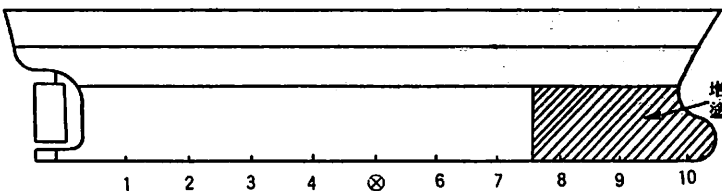


図 2・35 船首部のAF増塗範囲

防汚剤溶出機構は、加水解離という一種の化学反応によるものであり、塗膜の消耗が塗膜形成樹脂の水可溶化に依存するため、塗料組成はもちろん、反応条件環境つまり船舶の運航状態、船型、海水環境によって消耗度が大きく変化する。

塗膜消耗因子を示すと図 2・32 のようになる。

特に流速による変化は顕著である。Wilkie, Edwards London らの研究によると、従来の不溶解マトリックス型防汚塗料では、銅イオンの溶出速度は1ノットの場合に比べ、20ノットによると2~3倍に増大すると言われている。セルフポリッシング型防汚塗料では、図 2・33 のような実験的相関性が見られる。

このように流速が塗膜の消耗に多大な影響を与えるため、船速、船型、稼働率によって、消耗速度の異なるセルフポリッシング型防汚塗料を適用している。

塗装膜厚を決定するためには、環境条件を予め知っておく必要がある。その上で次式に従って、消耗速度を算出し適切な消耗タイプを選択し、膜厚を設定する。

$$E_R = C \cdot R \cdot T \cdot V^k \quad (2.5)$$

$$F_t = E_R \cdot M \quad (2.6)$$

$E_R$  : 塗膜消耗速度 ( $\mu m$ /月)

$C$  : 塗料組成に起因する係数

$R$  : 船舶の稼働率

$T$  : 海水温度の係数

$V$  : 船速

$k$  : 速度係数

$F_t$  : 設定膜厚

$M$  : 運航計画月数

船底部は部位によって、流速、流圧が異なるため、防汚塗膜は一樣に消耗しない。図 2・34 に船底部の流速の順序を示した。

船首部、プロペラ周辺、ラダー、ウォータラインなどは消耗が大きく船底部は小さい。従って膜厚を変えて塗装するか、消耗度の異なるタイプを塗装することが理想である。例えば船首部の場合、15ノット運航船であれば約18ノットの流速となる。3ノットの流速増加は約15%の消耗増加となる。このため船首部(全体の約25%)は図 2・35 のような増し塗りするのも適切な方法である。

また、塗膜の防汚有効期間は膜厚に比例する。その概略は図 2・36 である。

セルフポリッシング型防汚塗料は、当初厚

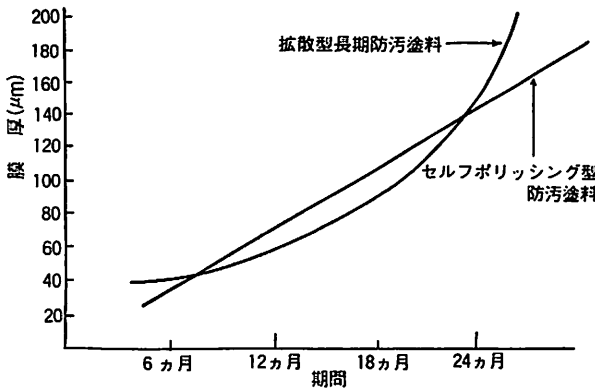


図 2・36 塗装膜厚と防汚有効期間について

膜塗装されていたが塗料使用量、塗装回数などで経費がかかるため近年、ハイソリッド、ハイビルド型が開発され、これが主流になりつつある。そのメリットを図 2・37に示す。

設定膜厚も  $100\mu\text{m}$ /年から  $75\mu\text{m}$ /年に変わりつつあり、今後低消費でかつ防汚性に優れるものが望まれることは間違いない。

この種の防汚塗料は、外的環境条件で消耗度が変化するため、塗膜消耗速度を正確に算出することは困難である。一応(2・5)式で計算はできるが、実際の設定膜厚には必ずしも余裕をとる必要がある。余裕は1年当たり  $15\sim 30\mu\text{m}$  が適当である。有効期間が長期になる程余裕を十分とって活性塗膜を残存させることが望まし

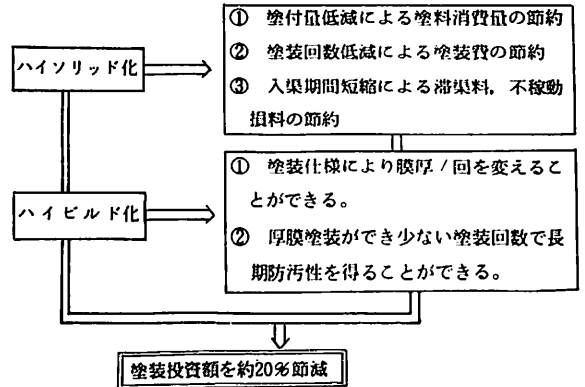


図 2・37 セルフポリッシング型AFのハイソリッド、ハイビルド化による塗装投資額節減

2年有効防汚システム

2nd	易溶型セルフポリッシングAF
1st	遅溶型セルフポリッシングAF
A/C	

3～5年有効防汚システム

3rd ~ 5th	易溶型セルフポリッシングAF
2nd	遅溶型セルフポリッシングAF
1st	遅溶型セルフポリッシングAF
A/C	

図 2・38 長期有効防汚システム

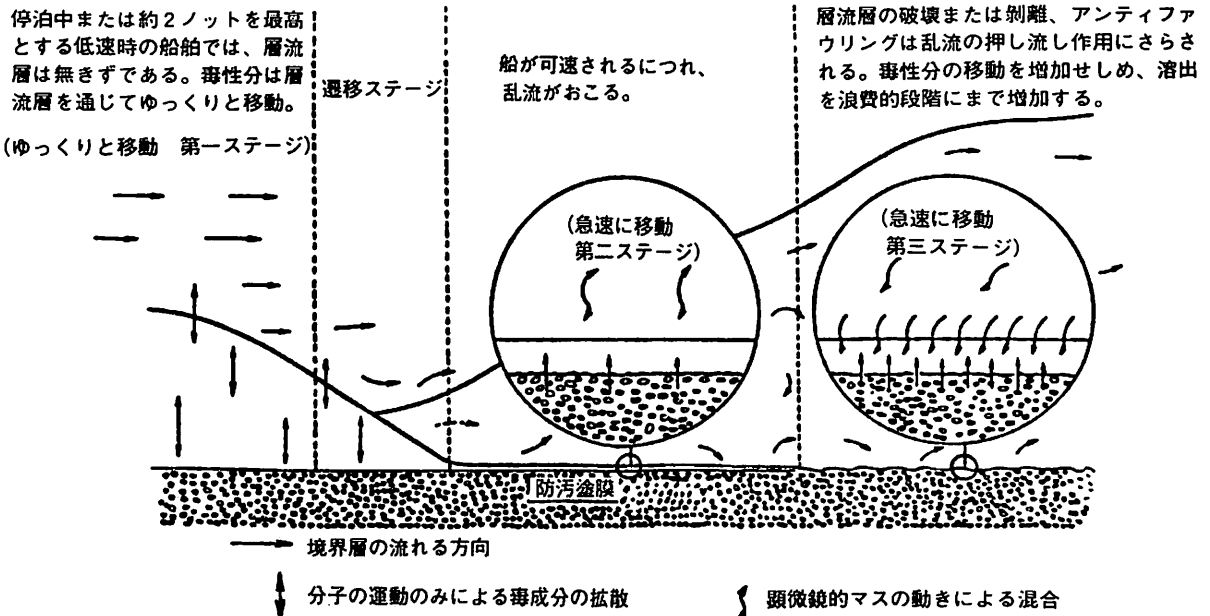


図 2・39 防汚毒物の溶出状態

く、そのためには遅溶型塗膜と易溶型塗膜を組み合わせ  
て塗装するのも得策である。長期防汚システムを図式化  
すると図2・38のようになる。

(3) 親水性皮膜の活用

数年前、不溶解マトリックス型防汚塗料の上に親水性  
皮膜を10 $\mu$ m程度塗付し、下層の塗膜中の防汚剤を定期的  
に溶出させようとする試みがなされた。防汚剤の溶出は、  
主として濃度勾配による拡散が支配的であることから、  
船速が増すにつれ層流層の減少、乱流層の増加が著しく  
なり海水中に乱流拡散し、浪費される。塗膜に含まれる  
防汚剤のうち90%以上が走航中に浪費されている。図  
2・39は層流から乱流へ遷移する過程で、境界層中に見  
られる防汚剤の拡散状態を示したものである。

停泊中または低速走航中の船舶では層流層があり、防  
汚剤は徐々に移動拡散していく。船速が増すにつれて乱  
流が生じ層流層の破壊、剥離現象が見られる。この結果  
防汚剤は加速的に乱流層へ拡散溶出する。

親水性皮膜は、水透過率-吸水率を適度にコントロー  
ルし、防汚剤のこうした乱流拡散を制御するものであ

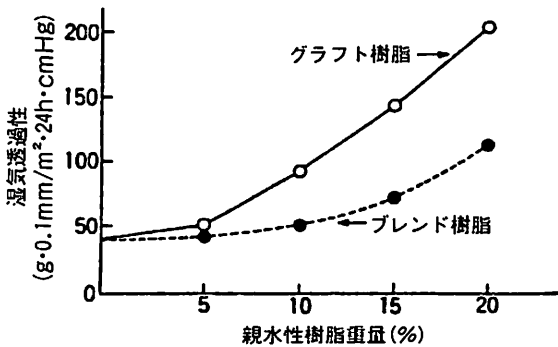


図2・40 グラフト及びブレンド樹脂の湿気透過性

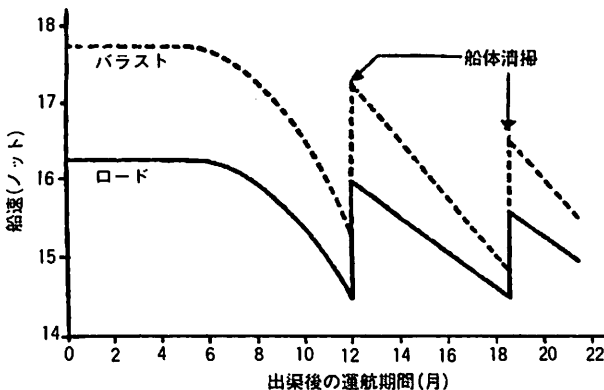


図2・42 1.9万トンタンカーにおけるSCAMP船体  
清掃と船速の関係

た。この親水性皮膜は、ヒドロキシ化アクリレート(メ  
タクリレート)、ビニルアルキルエーテル、エチレングリ  
コールジメタクリレートなどから合成でき、チェコスロ  
バキア国立科学アカデミーで開発されたものである。新  
規船体被覆材として一時注目されたが、塗装作業の困難  
さ、走航中の剥離、セルフポリッシング型防汚塗料の出  
現などから現在では殆んど使用されていない。

親水性樹脂を防汚塗膜の上塗りとして用いるのだけでなく、  
塗膜形成樹脂として利用する方法がある。親水性のポリ  
マーと疎水性のポリマーのブレンド、親水性ポリマーの  
疎水性モノマーによるグラフト化、親水性ポリマーの架  
橋などによって合成できる樹脂は適度に親水性をもたせ  
ることが可能であり、防汚剤の溶出を制御できる。図2  
・40、図2・41<sup>19)</sup>は親水性のグラフトポリマーの透湿  
および吸脱水の挙動を示したものである。

(4) リアクティブ・アンチファウリング・システム

このシステムは新しい防汚塗料と言うよりも、仕様面  
での新利用法の部類に属するものである。従来の不溶解  
マトリックス型防汚塗料の効力は、膜厚や防汚剤含有量  
にはあまり関係なくせいぜい18~20ヶ月程度である。こ  
の種の防汚塗料は、亜酸化銅を主体とするもので、防汚  
剤の溶出によりその表層は、ポーラスなスポンジ状の樹  
脂層となる。この樹脂層は内部からの新しい防汚剤の溶  
出を妨げるだけでなく、水に不溶な塩基性塩、不溶解酸  
化物、バクテリアなどの微生物によって細孔が充填され、  
その下にある健全な塗膜からの防汚剤の溶出を阻止する  
ため、防汚塗膜全部を有効に利用することができない。

塗膜表面に生成する不活性樹脂層を、アフロートの状  
態で定期的にブラシなどにより取り除いて防汚塗膜表面  
を活性化し、新しい防汚剤を露出させて防汚効果の延長  
を図るのがこのリアクティブ・アンチファウリング・  
システム(Reactive Antifouling System)である。

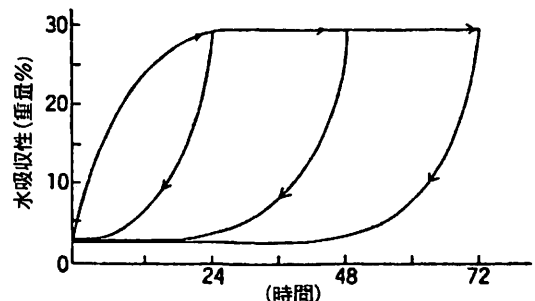


図2・41 水吸収-離脱曲線  
(吸収: 20°C水中, 離脱: 20°C, 湿気0%)

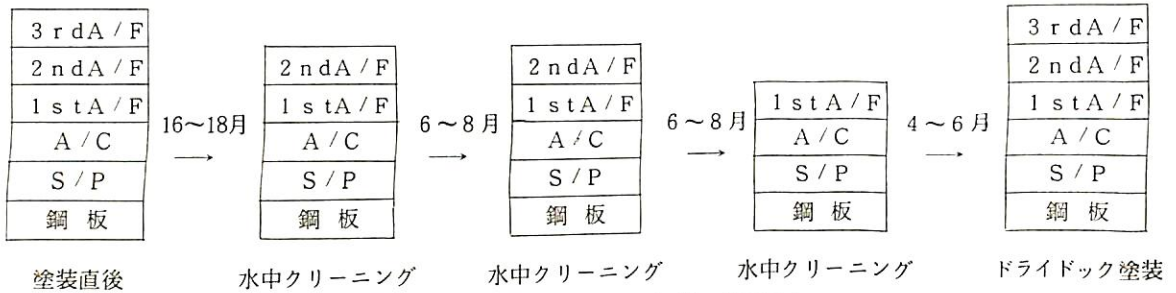


図2・43 リアクティブ・アンティ・ファウリング・システム

本システムの使用される防汚塗料は、高濃度の亜酸化銅を主体とした不溶解マトリックス型に属するもので、防汚剤溶出後の樹脂層を Rotating Wire Brush で容易に除去できるよう設計されている。このように保留または荷役中に短時間で水中での汚損生物の清掃ができ、かつ活性な塗膜に再生できるので、船舶の運航には支障をきたさず、3～5年間の防汚性維持を計画できる。

船を浮かべたままの状態では船体を清掃する方法として Brush Boat および SCAMP がよく知られている。水中清掃を行うと船速は回復するが、その後再び低下するので、ブラッシングは定期的に行う必要があり、塗装後1～1.5年くらいから3～6ヶ月毎に停泊中ブラッシングによって船体の汚損生物を除去しているが、100%の復旧は無理である。これは掻き落としによる外板面の肌荒れと、残存するスポンジ状樹脂層がアバタ状になり、表面抵抗が増大するためである。SCAMPによる船体清掃が船速に与える影響は図2・42の通りで、船体を清掃する毎にスピードの回復が見られる。

本システムでは、できるだけ長期間、防汚塗料で汚損を防止し、防汚効力が減衰して汚損が始まった時点で

Scrubbing 方式を実施し、就航期間を延長させるのが良策である。

リアクティブ・アンティファウリング・システムの例を図2・43に示す。

このシステムは、エポキシ系重防食塗料と高銅型防汚塗料からなり、防汚塗料を3回塗り200～250 μmに塗装し、防汚効果を失なった不活性膜を水中クリーニングで除去し活性膜を露出させ、さらに防汚効果を持続させる方法である。最上層の防汚塗料は易溶型の合成ゴム系塗料であるため、最初のクリーニングは二層目の防汚塗料が不活性膜を形成した時点で行う。各防汚塗料は色相を変え水中クリーニング時の残存塗膜層の状態を判断する目安としている。

リアクティブ・アンティファウリング・システムは北欧を中心に実施され、わが国でもまれに行われることもあるが、いったん塗膜表面をブラッシングすると、表面が荒れて海中生物が付着しやすくなり、より頻りにブラッシングが必要となると同時に、防食塗膜を損傷するなど問題が多く十分な効果を得ていないのが実情である。

お知らせ

お知らせ

### 運輸省・船舶技術研究所春季（第47回）研究発表会を開催

このたび、同研究所の昭和61年度春季（第47回）研究発表会が6月26、27日開催される。

なお、今回は、構造強度、材料加工、機関および原子力部門について、下記の課題を中心に発表が行われる。

日時 第1日目 昭和61年6月26日(木) 10:00～17:30

第2日目 昭和61年6月27日(金) 9:45～17:45

会場 船舶技術研究所 講堂

東京都三鷹市新川6-38-1 ☎0422(45)5171(代)

<第1日目> 6月26日(木)

・水素エネルギー及び波浪エネルギー利用に関する研究

・舶用機関の省エネルギー及びセラミックス利用に関する研究

・レーザ等を利用した燃焼に関する研究

<第2日目> 6月27日(金)

・異常海象下における海難防止に関する研究(波浪外力と船体構造強度等)

・衝撃荷重による材料及び船体構造の破壊挙動等に関する研究

・溶接部及び部材の強度等に関する研究

・鋼材の腐蝕、防食に関する研究

・原子力船及び放射性物質輸送の安全に関する研究

# 船型試験をめぐって

<その28>

(財)日本造船技術センター

横尾 幸一

## 6・8 造船研究協会の船型に関する最近の研究

高度成長時代に日本造船研究協会が行なった肥大船及び高速船の船型に関する研究については前に述べたが、ここでは50年代に入ってから省エネルギー船の研究開発を主とした推進性能関係の研究について述べる。

昭和50年度から53年度にかけて、新経済船型開発のための肥大船船尾まわりの流場に関する研究(159部会)、52年度から53年度にかけて、総合輸送効率向上を目指した幅広船型の開発に関する研究(171部会)、52年度から54年度にかけて、馬力節減を目的とした1軸中型船の船尾形状の開発に関する研究(174部会)及び海上幹線輸送システムに適する双胴船型に関する調査研究(176部会)、55年度から57年度にかけての、船尾振動・騒音の軽減を目的としたプロペラ及び船尾形状の研究(183部会)、59年度から61年度にかけての、船尾形状設計法(粘性流場)に関する研究(196部会)、60年度からの、プロペラの推進性能と騒音特性の推定法に関する研究(199部会)が行われた。これ等の調査研究のうち、私が主として関係したのは、171、176、183部会の研究であり、これらの概要について以下に述べる。

### 6・8・1 幅広船型の開発研究(SR171, SR200-9)

石油危機以後、内航海運の近代化、省力化が強く要望されるとともに、全輸送システムの能率化という観点から船型、船種が変化するようになった。

従来のSRの船型開発は、大型タンカーや高速コンテナ船が主であって、カーフェリーや中速コンテナ船のような幅広浅喫水船型に対する研究は行われていなかったが、この種の船型に対する研究開発の要望が強くなり、SRとして必要最小限の系統的模型試験を計画した。

研究の内容としては、高速から中速に至るまでのロールオン・ロールオフ船型を対象として  $C_B$ 、 $L/B$  及び  $B/d$  を変化させた9隻と、横截面積曲線を変化させた2隻の船型を選ぶことにした。

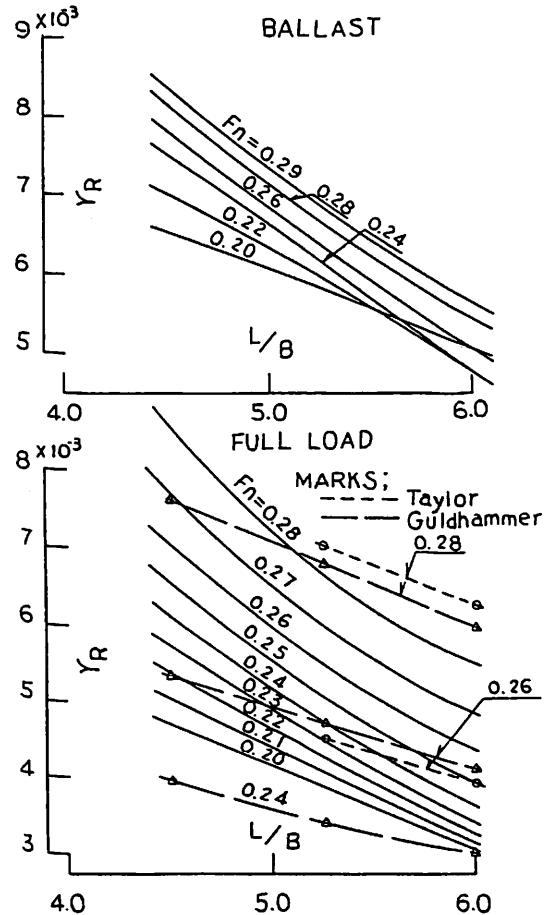


図6・24 幅広浅喫水船 ( $C_B = 0.60$ ,  $B/d = 3.4$ )の  $L/B$  が  $\tau_R$  に及ぼす影響

従来の系統的模型試験では、一つの母型を従来の資料によって求めて、その母型を幾何学的に変化させることによって模型船群を求めたが、この研究の系統的模型試験においては、それぞれの主要目を持った模型船に対して、各設計速力に関しての最適船型を理論的検討によって求めて、最適船型によって構成される系統的模型試験を行うこととした。

CONDITION	$F_n$	$D_p$ (m)	MARKS
FULL LOAD	0.26	0.180	○
		0.155	△
BALLAST	0.26	0.180	○
		0.155	△

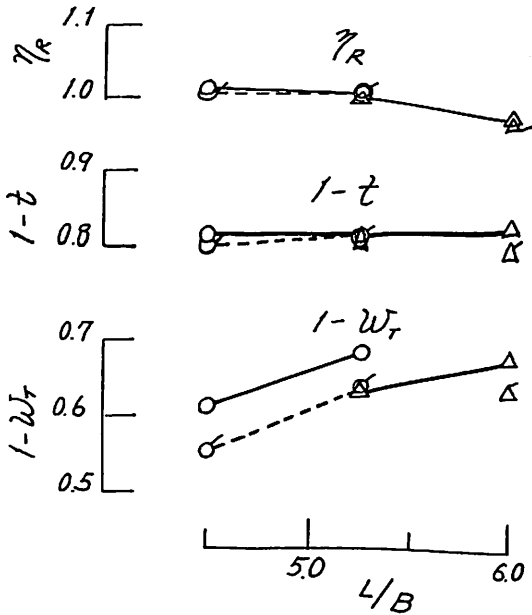


図 6-25 幅広浅喫水船の L/B が自航要素に及ぼす影響  
BALLAST CONDITION

SR.NO	M.S.NO	DRAFT (m)			TRIM (m)	DISPLACEMENT		$D_p$ (m)	MARKS
		A.P.	M.S.	F.P.		$V_d$ (m <sup>3</sup> )	$\Delta$ (t)		
C	3603	7.347	6.797	6.067		19237	19978	6.000	
D	3606A	6.373	5.823	5.073	1.500	17135	14488	6.000	
E	3607	5.667	5.097	4.367		16856	11727	5.787	

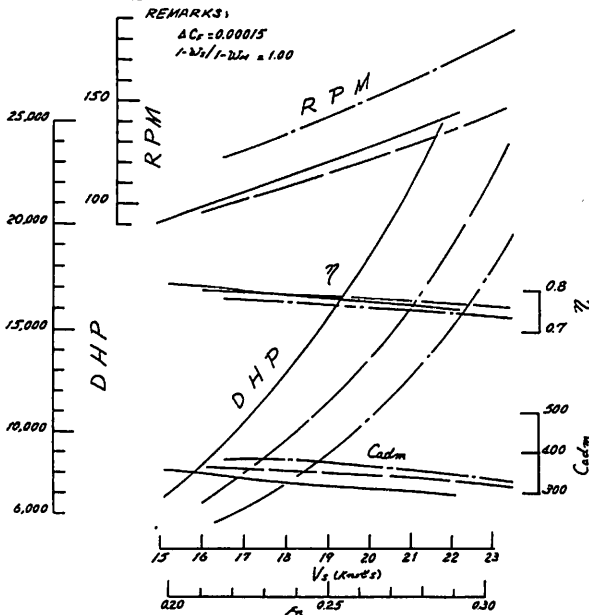


図 6-27 幅広浅喫水船の DHP 等曲線 (バラスト状態)

FULL LOAD CONDITION

SR.NO	M.S.NO	$D_p$ (m)	DRAFT (m)	TRIM (m)	DISPLACEMENT		MARKS	$L/B$
					$V_d$ (m <sup>3</sup> )	$\Delta$ (t)		
C	3603	6.000	7.800		29396	30335		4.5
D(A)	3606A		8.400	0.0	21266	22290		5.25
D(B)	3606B		8.400					6.0
E	3607	5.167	7.350		16702	17119		

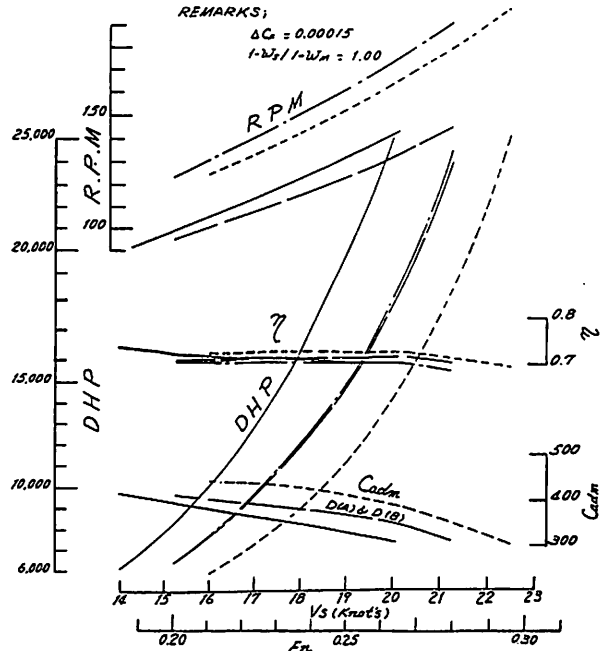


図 6-26 幅広浅喫水船の DHP 等曲線 (満載状態)

SR 171 は 3 年計画をもってスタートしたが、事情によって 2 年間で打ち切りとなってしまったので、SR 200-9 として、各方面で行われた研究資料も含めて取りまとめを行い、幅広船型の開発研究を終了した。

研究を開始するに当っては、研究対象船の RO-RO 船に関して、国内外の建造船の主要目や船型特徴についての調査を行い、模型船群の主要目等を定め、船型計画に当っては、多賀野による統計解析の手法を使用するとともに塙方式によるチェックを行なった。

模型船の主要目は、 $B/d$  は 3.4 の一定として、 $C_B = 0.55$  に対して  $L/B = 4.5$  及び 5.25、 $C_B = 0.60$  に対して  $L/B = 4.5$ 、5.25 及び 6.0、 $C_B = 0.65$  に対して  $L/B = 5.25$  及び 6.0 とした。

試験結果の一例として、 $B/d = 3.4$ 、 $C_B = 0.60$  に対する  $L/B$  の影響を図 6-24 ~ 図 6-27 に示す。

詳しくは、日本造船研究協会 171 研究部会報告書 (昭和 53 年 3 月及び 54 年 3 月) 及び 200 研究部会第 9 分科会報告書 (昭和 55 年 3 月) を参照されたい。

6・8・2 海上幹線輸送システムに適する双胴船船型に関する調査研究 (SR 176)

日本は細長くのびた 4 つの島を主たる領土として居り、



表6・11 双胴船模型の主要目と試験状態

M.S.NO.	3539		3539A	3539B	3539C
L <sub>pp</sub> (m)	4500 (10000)				
l <sub>wl</sub> (m)	46125(10250)				
※1 B (m)	0.4500(1000)				
※2 双胴間隔(m)	13500		18000	22500	DEMI-HULL
CONDITION	FULL LOAD	BALLAST		FULL LOAD	
▽ <sub>F</sub> (%)	100	75		100	
DRAFT	0.2700 (6.00)	A.P. 0.2352	M.S. 0.2127	F.P. 0.1903	0.2700 (6.00)
TRIM	0	0.0450 10%L.P.P.		0	
▽ <sub>M</sub> (m <sup>3</sup> )	0.63549	0.47685		0.63549	0.31775
S <sub>M</sub> (m <sup>2</sup> )	6.5881	5.4660		6.5881	3.2940
L/B	100				
B/d	1.667	2.116		1.667	
▽/L <sup>3</sup> × 10 <sup>-3</sup>	6.974	5.233		6.974	3.487
C <sub>B</sub>	0.580	0.552		0.580	
C <sub>p</sub>	0.612	0.592		0.612	
C <sub>M</sub>	0.948	0.934		0.948	
ℓ <sub>cb</sub> (%)	+1.381	+1.665		+1.381	
PROP. IMMERISION	0.975	0.782		0.975	
RANGE OF SPEFD (F <sub>m</sub> )	※3 0.07~0.36 ※4 0.25~0.36	0.07~0.38		0.07~0.36 0.25~0.36	
TEMP. OF WATER (C)	22.7	22.7		22.6	22.7 22.6

備考 ※1 Bは半胴幅を示す。 ※2 双胴間隔は外側の距りを示す。 ※3 抵抗時の速度範囲を示す。  
 ※4 自航時の速度範囲を示す。 ( )内の数値は実船に対する値を示す。

面積に比べて海岸線が非常に長い。一方、貨物輸送量は、昭和48年末の石油危機を境として、我が国の経済が高度成長より安定成長へと変化したにも拘わらず、増加の一途を辿っていた。

そこで、運輸省船舶局では新しい輸送方式調査の一環として、

海上新幹線輸送システムを考え、その一例として、双胴船船型に関する調査研究を行うこととし、日本造船研究協会の176部会として、昭和52年度~54年度の3年にわたって、調査及び試験研究を行なった。

昭和52年度には、双胴船に関する内外の文献調査を行うとともに、双胴船の対称船型と非対称船型について理論的研究を行い、船体及びプロペラの設計を行なった。

昭和53年度には、対称船型の中型双胴船(想定実船の長さ100m)に対して平水中の推進性能試験及び運動性能試験を行うとともに、非対称船型の双胴船の設計及び

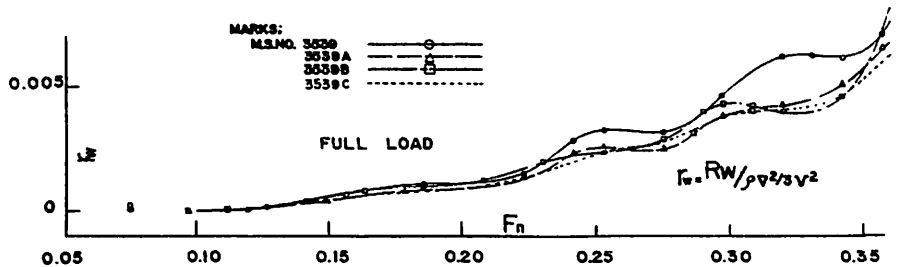


図6・28 双胴船の造波抵抗係数(満載状態)

理論計算並びに推進性能試験を行なった。

昭和54年度には、対称船型の双胴船について操縦性能試験及び耐航性能試験を行うとともに、波浪荷重と構造強度についての検討を行なった。

研究開始の当初にあたっては、大型(長さ140m)、中型(長さ100m)及び小型(長さ70m)の3種の双胴船について調査研究を行う予定であったが、予算的制約があって中型のみについての幅広い調査研究を行うことになった。

中型双胴船の推進性能試験としては、双胴の間隔を3

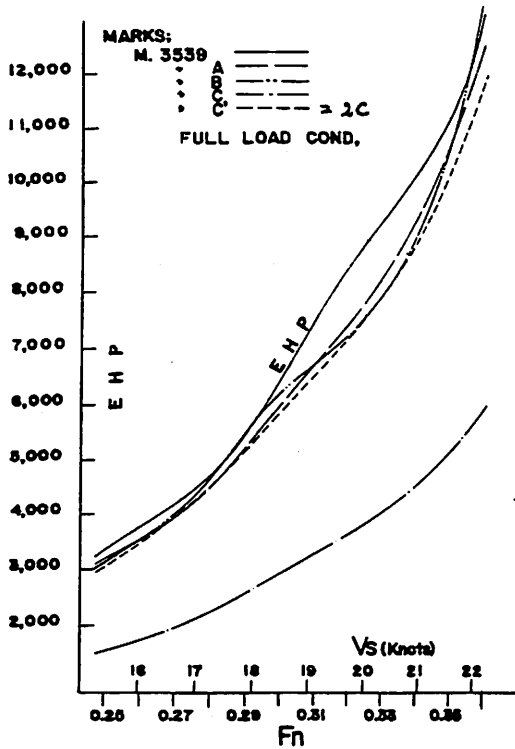


図6・29 双胴船のEHP (満載状態)

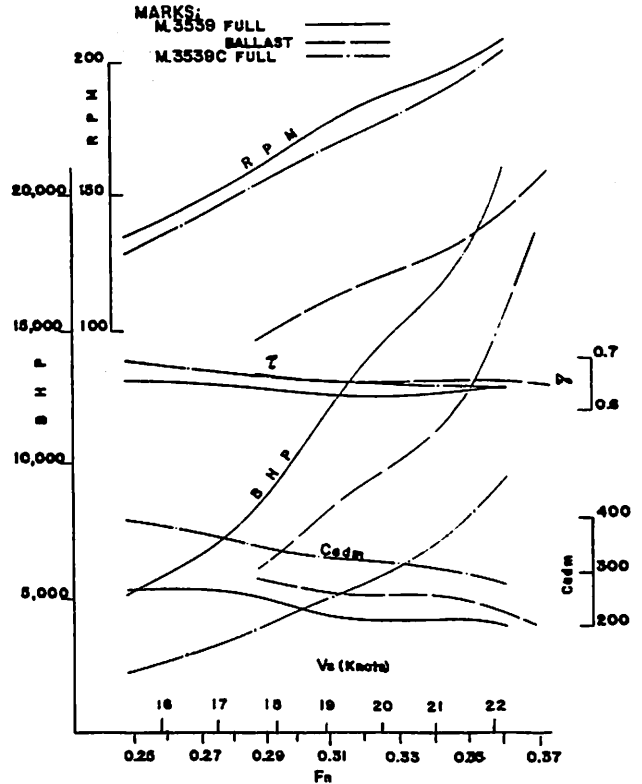


図6・30 双胴船のBHP等曲線図

種に変更した場合と単胴についての試験を行なった。模型船の主要目及び試験状態を表6・11に、抵抗試験の結果を図6・28及び図6・29に、自航試験結果より求めたBHP等曲線図を図6・30に示す。これらは試験研究結果の一例であって、詳細はSR 176の報告書(昭和53年3月, 54年3月及び55年3月)に述べられている。

この試験研究の結果、双胴船型に対して与えられた総合評価は次のとおりである。すなわち、長所は、

- (1) 非常に高速で推進性能がよくなるようにすることができる。
- (2) 操縦性能が優れ、狭い湾内での操船がし易い。
- (3) 甲板面積が広くて、軽い貨物を多く積むことができる。
- (4) 貨物の甲板上の移動が容易のため荷役時間が短縮される。

一方、欠点としては、

- (1) 主要目を自由にとれる状況での設計を考えれば、単胴船に比べて推進性能が劣る場合が多い。
- (2) 単胴船に比べてD.W.をとりにくい。
- (3) 停船時の横波については、単胴船より双胴船の方が揺れが大きい。

以上のような長所、短所を総合的に評価すれば、双胴船は高速客船、カーフェリー、消防艇等の船種に対して

適しており、貨物船としては適さない場合が多い。

今回試験研究の対象とした双胴船船型は1隻だけであって、必ずしも最適船型ではないが、かなりの長所もあるので、海上幹線システムに適する船舶としては、双胴船は十分適性があるものと考えられた。

第2次石油危機があり、54年以降省エネルギーの気運が急激に盛上がったので、本研究の結果を応用しての計画は当分の間実現されないものと思われるが、世界経済は長い眼で見れば発展するものであり、将来には本研究の成果が応用されることを期待したい。

### 「ケミカルタンカー」

恵美洋彦・角張昭介

B5版 300頁 定価5,000円(千当社負担)

本書は第1章ケミカルタンカーの概要から第5章船体構造及び貨物タンクまでを、IMOの動向に合わせ補訂し、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。「続・ケミカルタンカー」(7,500円, 千込)6章~10章まで収録。

株式会社 船舶技術協会

## &lt;その21&gt;

## 第2章 商船の電気機装・電気機器

徳 永 勇\*

## 3・2・2 発電機

発電機は直流発電機が多く、2線式配電方式である。明治の初期は、貨物船、客船ともに65V級であって、貨物船は6kW前後、客船は60kW前後の容量のものが多。明治末期から大正中期にかけて、直流100V級になり、容量も、貨物船は15kW前後、客船は70kW以上200kW以下が多い。

発電機駆動機関は、貨物船はレシプロエンジンで、客船は大型船になればタービンである。商船用ターボゼネレータの最初は日本郵船会社の大正10年に建造の箱根丸、榛名丸級で100V、100kW 2台の容量を有している。次いで大正11年の宮崎丸の100V、125kWのターボゼネレータ2台（三菱電機会社の最初の製品）、大正12年の白山丸の110V、100kWのターボゼネレータ2台などはその例である。

そのころ、アメリカでは既に10kW前後の容量の発電機にもタービン駆動にした例がある。また、外国の客船などでは、タービン船であっても、補機はほとんど電動駆動であって、直流225V級の電圧を使用している。我が国では、大正末期ごろの客船及びディーゼル船などに、補機も電化されたので発電機も容量大となり直流220V級となった。

台数は、明治初期ごろは1台が多いが、中期以降は同容量の発電機2台とし、うち1台は予備として使用するようになった。そして、客船では、大正13年ころから軽油発動機駆動の非常発電機を備えるようになった。我が国では、このころは3線式配電方式を採用していない。

## 3・2・3 電動機

明治初期において電動機といえば扇風機に応用された程度であった。明治34年に外国で建造された日本郵船会社の熊野丸に2台（3.3kW）のサーモタンク式電動通風機に電動機が初めて装備されていたことが注目に値する。その後、明治36年に我が国で建造した日光丸に国産のサーモタンク用電動機2台を装備した。

客船などには、明治40年には電動水防扉、大正3年に

はボートウィンチまでも電動化した。しかし、大正末期においては、客船のタービン船及びディーゼル船では、補機類は電動化されたために、1隻あたりの電動機の数も次第に増加してきた。

## 3・2・4 通信機

船舶における最も簡単な通信機は呼鈴であって、次が電話機である。商船において最初にこれを装備した船名は判然としないが、前表でみる限り明治40年建造の天洋丸である。この船は客船であったため、客室には電話機が設けられ当時としては、サービス万点の効果が上がったと思う。しかし、一般の客船では客室に必ずしも電話機は設けていない。

この時代には専ら呼鈴装置が使用されていた。その理由は、電話機を使用すれば、故障の問題もあったが、多くは外国語がボーイにおいてそれほど堪能でないため、意志が通じない。それよりも呼鈴によってボーイを呼んで、面對面の通話が有効であったためであるという。呼鈴表示盤も最初はドロップカード式であったが、ゴキブリの巣となったため密閉のランプ式に変更した。

また、操だ室←→機関室、操だ室←→操だ機室間の電話機は通常の電話機では周囲の騒音のため役に立たないので、これに耐える電話機が開発され高声電話機と称した（図2・12参照）ものが盛んに使用されるようになった。しかし、電話機が使用される以前には、伝声管（ボイスチューブ）を、船橋と機関室間及び船橋と操だ機室間などに布設して通話連絡をなした。呼び出しには、最初のころはチューブを吹いて、チューブに付いている笛を鳴らして相手を出して通話する原始的なものであったが、呼鈴が発明されてからは、この笛に代って呼鈴を用いた。この方式は小型船などでは最近でも、利用している傾向がある。

次に、テレグラフと称する通信連絡方式が船舶には絶対に必要である。初期のころは、テレグラフは機械的操作のテレグラフであって、これはテレグラフ盤上に、通信連絡に必要な事項を明記し、この事項を指示する指針をロッドとチェーンを使用して、発信器から受信器に連結してある。

\* 日本船舶調査研究委員会 電気専門委員会委員長

表 2・14 各種電球の消費電力<sup>8)</sup>

電球の種類	消費電力 W/CP
カーボンランプ	3.5
ゼムランプ	2.5
タンタラムランプ	2.0
ニトロランプ	1.0
タングステンランプ	1.25
ガス入りタングステンランプ	1.0

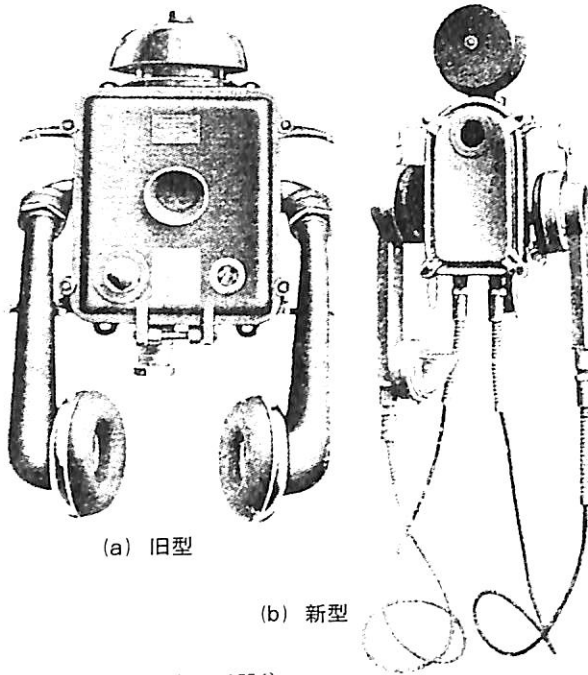


図2・12 高声電話器<sup>1)</sup>

いま、発信器上のハンドルで指示事項に指針を合わせれば、ロッドとチェーンが機械的に動いて、受信器の指針が命令事項を指示する。これと同時に鐘が鳴る。これによって命令事項が相手側に分かる方式である。最も簡便な方法ではあるが、大型船、殊に客船ともなれば、チェーンの布設が困難であるばかりか、途中でチェーンが切断する恐れもあることから、セルシン装置（2・2・4（3）参照）を利用した電気式テレグラフが開発され、次第にこの方式に移行していった。

大正末期になって、客船などに火災警報装置を装備するようになった。貨物船の宮崎丸（10,413 GT）はその例である。

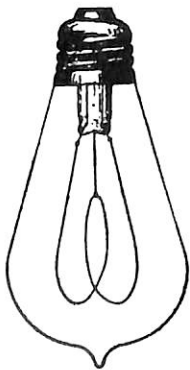


図 2・13 カーボン電球

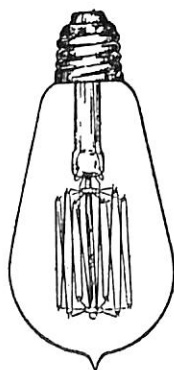


図 2・14 タングステン電球

### 3・2・5 電熱器

大正11年ころから、暖房用及び厨房用に電熱器を使用するようになった。また、暖房用には、蒸気暖房用と電熱器とを組合せたものもあった。Elektro Vapour System と称するもので、スチームパイプの代りに電線を使用した電熱器で、水を熱して暖房した特殊例で<sup>5)</sup>外国船にこれが使用されたようである。

### 3・2・6 電球（ランプ）

白熱電球の誕生と発展の過程は、2・2・3（2）にある程度記述した。ここでは、明治初期から大正時代にかけて、どのように電球が船舶に使用されていたか、また、我が国の発達過程を記述する。初期はカーボンランプが使用され（図2・13参照）、その後は、シーメンス・ハルスケ会社のタンタラムランプ、アメリカのGE社のカーボンを金属的性質にしたゼムランプ等が、カーボンランプより効率が良いことから使用されたが、高価で、寿命が短く、振動が弱いため、ガス入りタングステンランプが世に出るまで公室または荷役灯に限られていたようである。

我が国での電球製造の歴史<sup>8)</sup>は、明治43年ごろ東京電気が初めて押線タングステンランプを国産化し、次いで引線タングステンランプを試作していた（図2・14参照）。また、これと並行して排気装置の発達と排気作業の改善によって、大正14年には100Wの窒素ガス入り電球を完成するようになったので、カーボンランプを駆逐しタングステンランプ時代に入った。なお、大正10年にはタングステンフィラメントを二重コイルにして発光効率を高めた。また、大正14年に内面つや消しの電球を考案した。このように電球は相当に進歩していった。

当時の船舶では、消費電力の大部分は電球が占めていたので、消費電力が小で、光度は高く、寿命の長い電球が要求されていた（表2・14参照）。電球の進歩発達について、使用の電球を逐次新型に取り換えて、明るくしかも消費電力の少ないものになっていった。

その一例として、大正9年の秋、日本郵船の諏訪丸の客室の改造を三菱長崎造船所で施工した際に、60Wのガス入り電球に取り換えたところ、所要電力が今までの電力の半分以下で済んだということであった<sup>11)</sup>。

● 運 載 ●

# 造船工学覚え書

< 28 >

広島大学名誉教授 (造船学)  
工学博士 川上 益 男

## 14・3 各構造部材の剛性変化と曲げ応力変化

一層および二層甲板構造の各船倉につき、図14・1に示す実船の部材寸法を標準にして、各構造部材の剛性を独立に変化させた場合、これが他の構造部材の強度に及ぼす影響を調べる。そのためまず本船が受ける各種の荷重状態における各部材の強度および倉口の変形を求め、最も厳しい荷重状態を調べ、その状態で各部材の剛性変化が各部材の最大曲げ応力および倉口の最大変形量に及ぼす影響を検討する。

船体に作用する動水圧は非常に複雑で現在のところ厳密に推定することは困難であるため、 $L/20$  ( $L$ :船の長さ)の波の山または谷がその船倉に遭遇したときの喫水における静水圧を考えることにする。

図14・1に示す実船のNo 2 船倉につき厳しい荷重状態と考えられる次の3状態に対して計算を行う。各荷重状態での縦および横強度部材に生じる曲げモーメント分布をそれぞれ図14・3、図14・4に示す。図14・3では縦軸のスケールが異なることに注意されたい。船底部材ではHog., BallastおよびHog., Fullのとき、またその他の部材ではHog., Fullの状態のとき曲げモーメントは大きくなる。

表14・1 一層甲板船倉の荷重状態

荷重状態	f (m)	WH1 (t/m)	WD1 (t/m)	WS (t/m)	WB (t/m)	WC (t/m)
Hog., Full	0	5.56	0	31.4	32.9	15.61
Sag., Full	5.22	5.56	0	12.2	13.8	15.61
Hog., Ballast	2.60	0	0	20.3	21.8	0

### (I) 一層甲板船倉

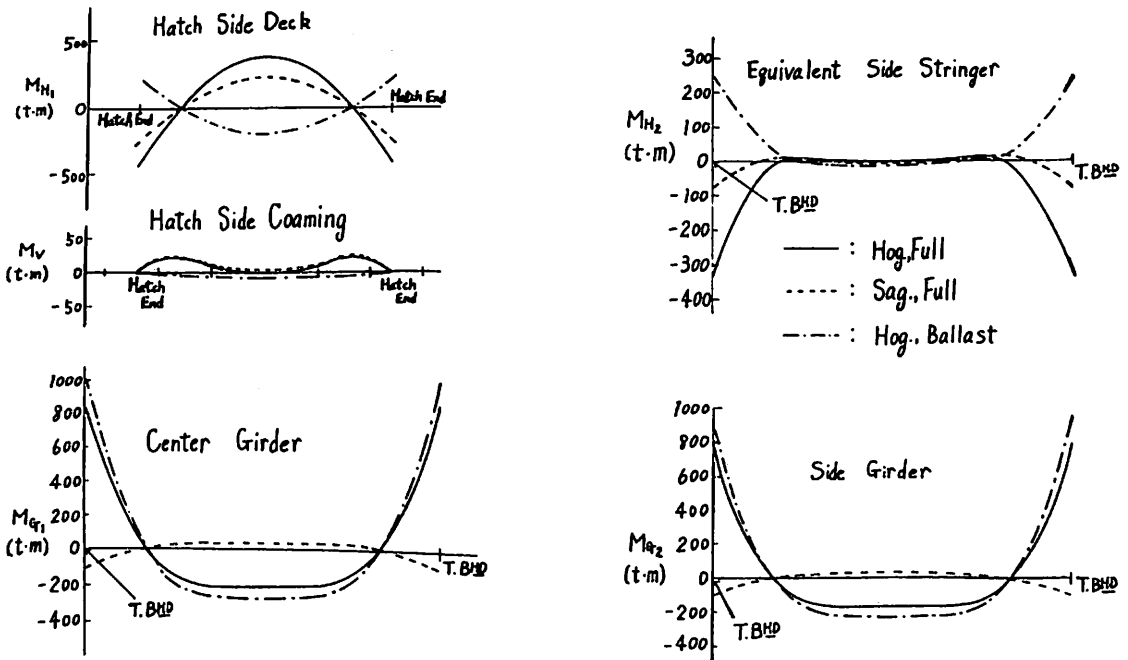


図14・3 一層甲板船倉の縦強度部材の曲げモーメント分布

倉口側部甲板の水平曲げモーメントは、倉口端と倉口中央で大きくなり、倉口縁材の曲げモーメントは倉口中央では却って小さくなり、倉口端で大きくなる。また船側縦桁では横隔壁の近傍のみ大きくなり、横強度部材の強度にはほとんど貢献していないことを示しており、注目すべきことである。

船底中心縦桁および船底側桁の曲げモーメント分布は同じような傾向を持ち、横隔壁近傍で大きくなっている。

横強度部材の曲げモーメント分布は倉口中央のものが倉口端部のものの約2倍になっており、船底肋板の曲げモーメントは船底わん曲部よりもむしろ船体中心部で、特設肋骨では船底わん曲部付近で大きくなる。また縦部材を無視した場合の曲げモーメントの分布は立体構造計

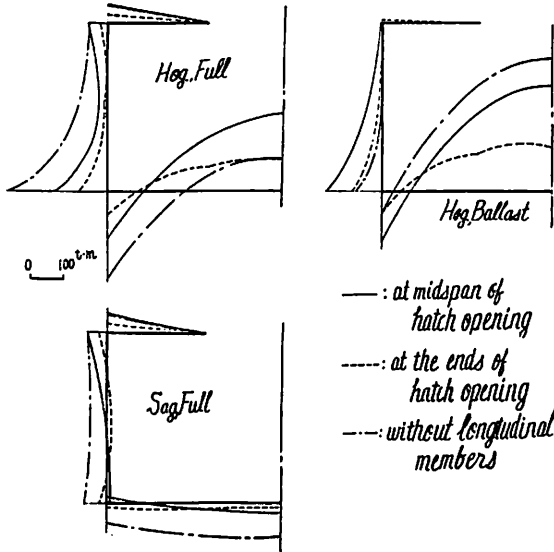


図14・4 一層甲板船倉の横強度部材の曲げモーメント分布

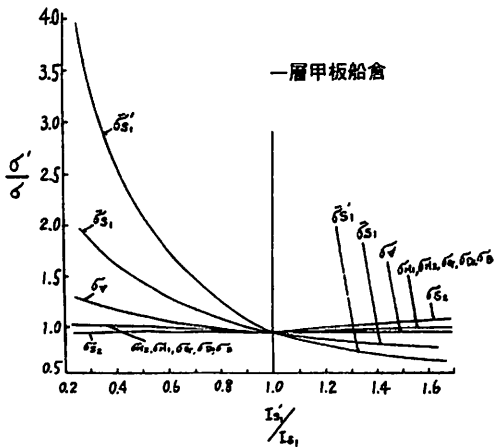


図14・5 船側縦桁より上の船側肋骨の剛性変化による各部材の曲げ応力の変化

算によるものに比して著しく相異している。

3種の荷重状態の中で各部材の応力が最大となるような最もきびしい状態を調べてみると、それはHog., Fullの状態であることが判明した。この状態において各構造部材の剛性が変化したとき各部材の最大曲げ応力がどのように変化するかを検討してみる。

図14・5～図14・12は、その検討結果を示したもので、横軸に $I'_i / I_i$  ( $I_i$ : 実船の*i*部材の断面2次モーメント,  $I'_i$ :  $I_i$ を変化させた値), 縦軸に $\sigma' / \sigma$  ( $\sigma$ : *i*部材の断面2次モーメントが $I_i$ の場合の各部材の最大応力,  $\sigma'$ : *i*部材の断面2次モーメントが $I'_i$ になった場合の各部材の最大応力) をとり、各構造部材の剛性を独立に変化させた場合、これが他の部材の強度に及ぼす影響を示したものである。また $\sigma_1$ : *i*部材の最大応力,  $\bar{\sigma}_1$ : *i*部材のウェブの高さを変化させた場合の、 $\bar{\sigma}'_1$ : ウェブの高さを一定にして断面2次モーメントを変化させた場合の、最大応力を示す。これらの図から次のことが判明する。

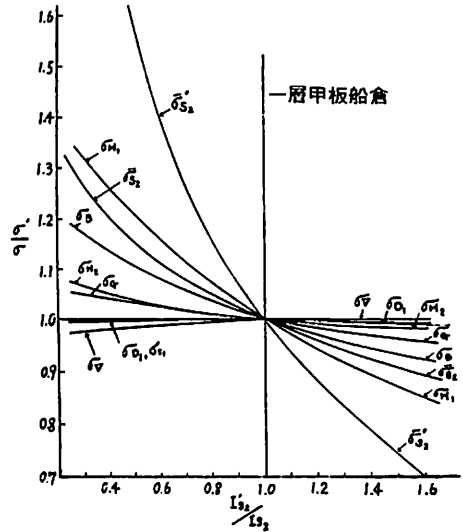


図14・6 船側縦桁より下の特設肋骨の剛性変化による各部材の曲げ応力の変化

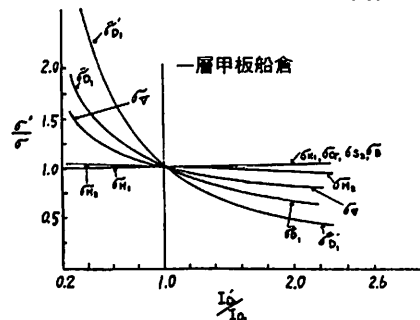


図14・7 上甲板梁の剛性変化による各部材の曲げ応力の変化

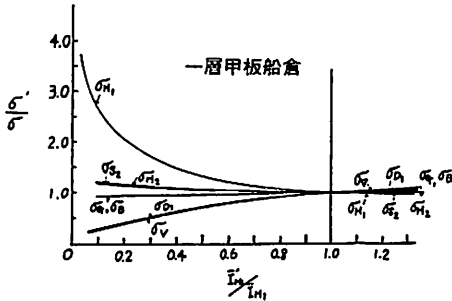


図14・8 倉口側部甲板の剛性変化による各部材の曲げ応力の変化

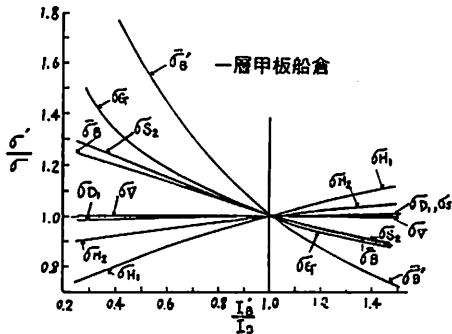


図14・9 船底肋板の剛性変化による各部材の曲げ応力の変化

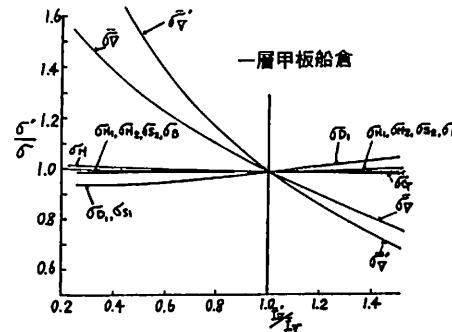


図14・10 上甲板倉口縁材の剛性変化による各部材の曲げ応力の変化

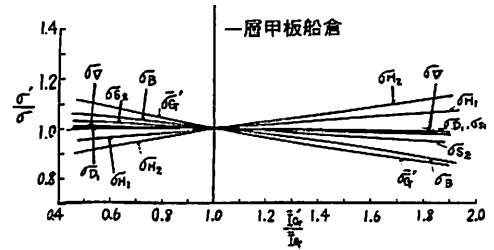


図14・11 船底中心縦桁の剛性変化による各部材の曲げ応力の変化

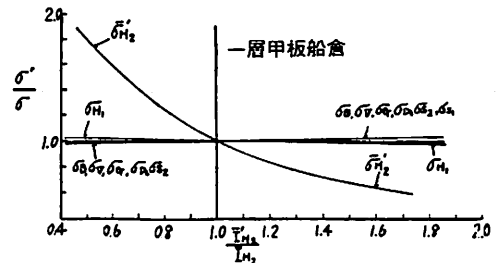


図14・12 船底側縦桁の剛性変化による各部材の曲げ応力の変化

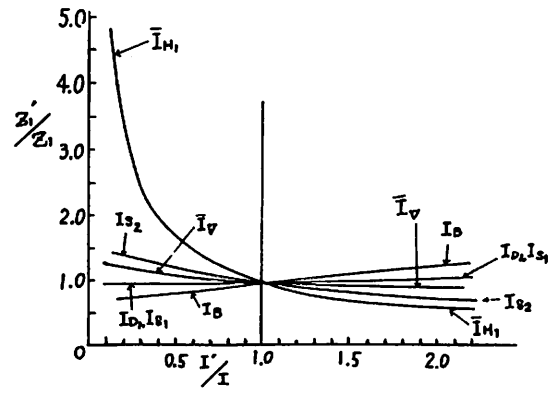


図14・13 各部材の剛性変化による上甲板倉口の開閉量の変化

(1)  $I_{S1}$  を変化させた場合、その部材の応力変化は大きい、倉口縁材を除いてその他の部材に与える変化は小さい。また特設肋骨のわん曲部の応力は  $I_{S1}$  が減少すれば倉口側部甲板の内側水平たわみの増加に伴い、それによる水平反力が増加するため僅かながら減少する。

(2)  $I_{S2}$  を変化させれば、その部材の応力のみならず、倉口側部甲板、船底肋板の応力をかなり変化させる。またわずかながら二重底の縦桁にも影響を及ぼしている。

(3)  $I_{D1}$  の変化により、その部材および倉口縁材を除いては、その影響は小さい。

(4)  $I_{H1}$  を変化させる場合は、倉口側部甲板の幅を変化させたのであるが、倉口側部甲板の幅を小さくすれば、倉口縁材および甲板特設梁の応力は減少する。また、この場合、特設肋骨の剛性は二重船側構造のため大きいので、倉口側部甲板の幅の変化によりそれほど影響されない。

(5)  $I_B$  を変化させれば特設肋骨のわん曲部、船底縦桁倉口側部甲板の応力はかなり影響を受け、 $I_B$  を減少させれば特設肋骨および船底縦桁の応力は増加するが、倉口側部甲板では内側方向の水平たわみの減少に伴い応力も減少する。

(6)  $\bar{I}_V$  の変化により甲板特設梁は多少の影響を受けるが、他の部材はほとんど影響されない。これは船体が二重殻構造で特設肋骨および倉口側部甲板の剛性が大きいため、倉口縁材の部材寸法を大きくしても倉口側部甲板の水平曲げ剛性はそれほど変化しないことを示している。

(7)  $\bar{I}_G$  の変化によっては、その部材自身の応力はそれほど変化を受けないのみならず、他の部材においてもその影響は小さい。 $\bar{I}_G$  を増加すれば二重底甲板および特設肋骨のわん曲部の応力は減少するが、倉口側部甲板および船側縦桁では増加する。これは  $\bar{I}_G$  の増加により二重底甲板の変形が減少するため、わん曲部の特設肋骨の外側への傾斜を減少させることにより、倉口側部甲板および船側縦桁の内側方向の水平たわみを増加させるためである。

る。

(8)  $\bar{I}_{H2}$  の変化によりその部材の応力の変化は大きい、その他の部材にはほとんど変化はない。

このような資料を作製したことにより長倉口船の立体構造においてどの部材がどの程度その強度に影響を与えているかが良く判明して興味深いと言える。

次に各部材の剛性変化による倉口開閉量の変化を調べるため、Hog., Full の状態において横軸に  $I'/I$ 、縦軸に  $Z'/Z$  ( $Z, Z'$  : それぞれ  $I, I'$  のときの上甲板の倉口側部甲板の水平たわみ) をとって示したのが図14・13である。これより判明するごとく、 $\bar{I}_{H1}$  の影響が著しく大きく、 $I_{S2}$ 、 $\bar{I}_V$  などがそれに次いで大きい、 $\bar{I}_{H1}$  はほど大きくはない。

製品紹介

製品紹介

特殊ポリマーセメント系静電気防除導電塗料

“セメンシヤス・ドーデン”

恒和化学工業株式会社

石油製品・油・化学薬品・ガスなどの貯蔵槽や輸送船の導電、防錆、不燃仕上げに最適な導電塗料である“セメンシヤス・ドーデン”は、人体に蓄積された静電気を自動的に安全にアースさせるため、すでに発売中の“セメンシヤス”（長期防錆用特殊ポリマーセメント系塗料）に導電性能をプラスして研究・開発されたものである。

“セメンシヤス・ドーデン”は、長期にわたって導電効果を発揮するとともに、附着力にも優れた鉄構造物ばかりでなくコンクリートなど様々な素地に対応する。

主な特長

- (1) 耐久性の高い帯電防止効果（静電気伝導性の抵抗値  $10^5\Omega \sim 10^8\Omega$ ）
- (2) 摩耗に強い（大きなノンスリップ効果を発揮）
- (3) 衝撃に強い
- (4) 耐候性がよい
- (5) 速乾性であり、短時間で施工完了
- (6) 作業が安全（有機溶剤を含まない）等

標準塗装工程

(1) 素地調整

新設：サンドブラストにより SISSa - 2.5 まで処理する→動力工具・手工具により SISSt - 3.0 まで処理する（ショット鋼板の場合はプライマーを80%以上除去する）。

改装：サンドブラストにより SISSa - 2.0 以上に処理する→動力工具・手工具により旧塗膜を除去する→発錆部は SISSt - 3.0 程度まで除去する。

(2) 清掃脱脂

全面清掃し、溶剤をしみこませたウエスで油脂分を完全に除去する。

(3) 先行塗り

溶接部や膜厚のつきにくいコーナー部分などは、“セメンシヤス・ドーデン”で先行増し塗りする。

(4) 本塗装

標準塗装仕様により、全面に塗布する。

標準塗装仕様

塗り回数	3 回	塗装間隔	1 ~ 3 時間
所要量合計	6 ~ 1.8kg/m <sup>2</sup>	稀釈率	刷毛10~12% 膜厚 600μ (清水) スプレー10~12%

塗膜性能

試験項目	品質基準 (社内基準)	試験結果	試験方法
耐衝撃性	1/2インチの錐針を用い、500gの重りを50cmの高さから落しても異状がないこと	異状なし	JIS K 5400 6.13 B法
耐摩耗性	500mg以下	98mg	テーバー摩耗試験機 CS-17摩耗試験重量500g
付着性	10kg/m <sup>2</sup> 以上(下地鉄板)	16.5kg/m <sup>2</sup>	単軸引っ張り試験機
塩水噴霧試験	500時間で異状がないこと	異状なし	JIS K 5400 7.8
冷熱繰り返し試験	10サイクルで異状がないこと	異状なし	-20℃ ~ +80℃繰り返し
電気抵抗	10 <sup>5</sup> Ω ~ 10 <sup>8</sup> Ω であること	6.8×10 <sup>6</sup> (印加電圧100V) 7.2×10 <sup>6</sup> (印加電圧500V)	固有抵抗電圧電流計法
耐候性	WOM250時間異状がないこと	異状なし	JIS K 5400 6.17
耐熱性	100℃で48時間放置しても塗膜に異状がないこと	異状なし	社内規格

問合せ先 〒143 東京都大田区平和島6-1-1  
東京流通センタービル9F  
☎ 03 (767) 3561 (代)



# 貨物の潜在的危険性概論<6>

恵美洋彦

## 5・3・6 貨物の流動による危険

貨物の流動によって生ずる衝撃圧による破壊危険としては、サージ圧、スロッシングおよび高速気体流を掲げることができる。いずれも、事故例がある。

流動による破壊危険は、構造設備と密接に関連する問題であり、むしろ、機械系の危険として扱うのが妥当である。故に、ここでは、そのような現象の発生し易さを指適するに留める。

### (1) サージ圧

液化ガスの管内移送は、水やその他の液体物質に比べて高いサージ圧が発生し易い次の要因を有する。

- (a) 貨液の管内移送流速は、3ないし8 m/s程度の数値である<sup>27)</sup>。これは、船舶における水、油等の移送速度に比べて速い。
- (b) 液化ガスおよび揮発性液体は、サージ圧発生時に、蒸発・再凝縮し易い。これは、より高い衝撃圧を発生させる要因となる。
- (c) 液中に、空気のような非凝縮性気体が僅かに混入すると、圧力波伝ば速度が低下する。これは、サージ圧を低くする。しかし、液化ガスでは、このような気体の混入は少ない。

サージ圧発生原因として最も多いのは、液の移送中の弁の急速しゃ断である。このサージ圧を文献<sup>31)</sup>による近似式で試算した結果を図16に掲げる。これは、単一の管

系に対する式であり、正確には管路に応じた流体の運動方程式を解くことによって求める。しかし、およその傾向は、この図から推定できる。

図から液化ガスタンカーの荷役は、過大なサージ圧による管系統破壊危険を有することがわかる。液化ガスタンカーの事故例も少なからず報じられている<sup>27)</sup>。安全設計・計画および危険性評価のいずれにおいても、十分に考慮すべき問題である。

### (2) スロッシング

スロッシングは、タンクの大きさと形状、液位、液と船体の動揺特性によって支配される液体のタンク内流動現象である。最も大きく影響するのは、タンクの大きさと形状であり、さらに、液位（貨物積付け率）も重要な因子である。液化ガスタンカーでは、大型の非独立型タンクにおいて、7件の損傷事故例が報じられている<sup>27)</sup>。損傷は、設計に起因するといえる。即ち、危険性評価においては、貨物の流動状態が引き起こす危険とはいえ、タンクの構造的要因と考えられる。

### (3) 高速気体流

貨物ガスの移送中の流速は、最大で20 m/s程度である<sup>27)</sup>。この程度の流速では、管の破壊危険はない。

安全弁からの貨物ガス放出時、ベント管内流速は、音速を超える場合がある。このような高速流は、設計上、十分に配慮しないとベント管等の破壊を生じるおそれがある。

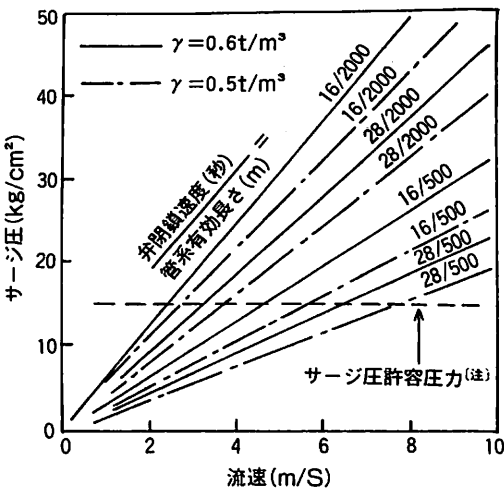


図16 貨液の管内移送中、弁の急速閉鎖によるサージ圧

### (計算条件)

K (液体の弾性係数)	$7.3 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
E (管の弾性係数)	$2.1 \times 10^{10} \text{ kg/cm}^2$
d (管径, $L_e = 2000 \text{ m}$ )	0.3 m
(管径, $L_e = 500 \text{ m}$ )	0.2 m
t (管厚, $L_e = 2000 \text{ m}$ )	0.01 m
(管厚, $L_e = 500 \text{ m}$ )	0.008 m
a (圧力波伝ば速度, $\gamma = 0.5 \text{ t/m}^3$ )	1138 m
(圧力波伝ば速度, $\gamma = 0.6 \text{ t/m}^3$ )	1039 m
$L_e$ は有効長さ。ここでは、単一の管系統を想定。	
$\gamma$ は液の比重値。	

(注) 管の許容圧力20 kg/cm<sup>2</sup>Gとし、静圧が5 kg/cm<sup>2</sup>加わっているとした。

表18 安全弁開放時の管内流速および曲がり管に働く力

対象船舶 安全弁設定圧力	P <sub>2</sub> / P <sub>1</sub>	管内流速		曲がり管(90°)に働く力			
		管径(mm)	流速(m/s)	比重量(kg/m <sup>3</sup> )	流速(m/s)	管径(mm)	F <sub>x</sub> = F <sub>y</sub> (kg)
低温式LPG船 0.25 kg/cm <sup>2</sup> G	0.85	200 ~ 350	30 ~ 65	2.85	65	200	196
低温圧力式LPG船 5.0 kg/cm <sup>2</sup> G	0.3	150 ~ 300	200 ~ 300	11.4	300	150	2,353
圧力式LPG船 18kg/cm <sup>2</sup> G	0.1	150 ~ 300	300 ~ 550	24.0	550	150	16,151

注：P<sub>1</sub>は安全弁入口圧力（絶対圧力），P<sub>2</sub>は安全弁出口圧力（絶対圧力）

管内流速は，断熱可逆変化の状態で噴出するとして導かれた算式（安全弁設計基準）で計算した。

曲がり管に働く力は，平板に噴流が衝突するときに発生する力として，次式による。（図17も参照）

$$F_x = \frac{\rho}{g} \cdot A \cdot S^2 (1 - \cos \theta) \qquad F_y = \frac{\rho}{g} \cdot A \cdot S^2 \cdot \sin \theta$$

Aは管の断面積，ρは気体の比重量，gは重力加速度。

ある。陸上の貯蔵容器では，管内面に高速気体が衝突する反力でもってベント管のタンク付け根部の破壊が生じ，大事故に至った例がある。

表18に，安全弁開放時の気体流速およびそのとき曲がり部に発生する力を計算した結果を示す。これから圧力式および低温圧力式液化ガスタンカーでは，安全設計・計画に，この問題についての配慮を必要とするといえる。危険性評価においては，設計上，この問題について配慮が払われていれば，破壊危険は十分に小さいとして扱える。なお，低温式液化ガスタンカーでは，高速気体流による破壊危険なしと考えてよい。

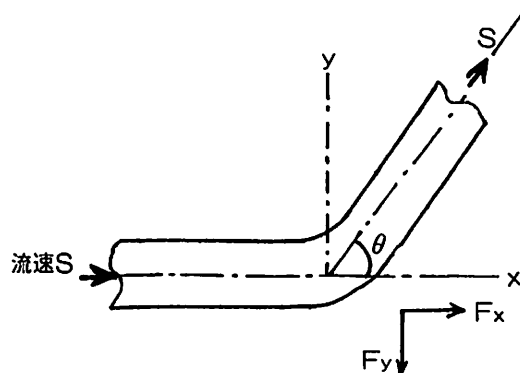


図17 曲がり部に発生する力

### 5・4 相変化とその危険性

#### 5・4・1 一般

貨物の相変化，即ち蒸発と凝縮は，適切な制御のもとで進行しないと，低温，高圧力等の危険を招く。危険に関連するのは，主として，不適当な貨物取扱における蒸発現象である。

ここでは，相変化を伴う貨物の状態変化によって生ずる各種の危険およびその状態量（温度，圧力等）の予測についてとりあげる。

まず最初に，激しい蒸発現象に関して解説する。

#### 【フラッシュ蒸発】

高圧飽和液体が低圧力下におかれると，過熱状態となり，物質の内部エネルギーで蒸発して平衡状態を保つ。この物質内部の熱エネルギーの移動は，瞬時であり，したがって，蒸発も瞬間的である。このような蒸発をフラッシュ蒸発あるいは単にフラッシュという。フラッシュ蒸発における内部エネルギーを消費することによって，残った液は，低圧力下の飽和温度，大気圧下では沸点まで温度

が下がる。

フラッシュ蒸発による蒸発量(ΔW)は，次式で与えられる。

$$\Delta W = \frac{i_1 - i_2}{H_{vm}} \cdot W = \frac{C_{pm}}{H_{vm}} \cdot W (T_1 - T_2) \quad (31)$$

ここで，

- W : 過熱液体の重量 (kg)
- C<sub>p</sub> : 液比熱 (k cal/kg°C)
- H<sub>v</sub> : 蒸発潜熱 (k cal/kg)
- i : エンタルピ (k cal/kg)
- T : 液温 (°C)

である。添字 1, 2 は蒸発前後，m は平均を表わす。

フラッシュ蒸発の割合をフラッシュ率(f)という。これは次式で表わせる。一般的には，大気圧下に開放されたときの値をいう。計算例を図18に示す。

$$f = \frac{\Delta W}{W} = \frac{i_1 - i_2}{H_{vm}} = \frac{C_{pm}}{H_{vm}} (T_1 - T_2) \quad (32)$$

フラッシュ蒸発は，瞬間的に大量の危険ガス・蒸気が

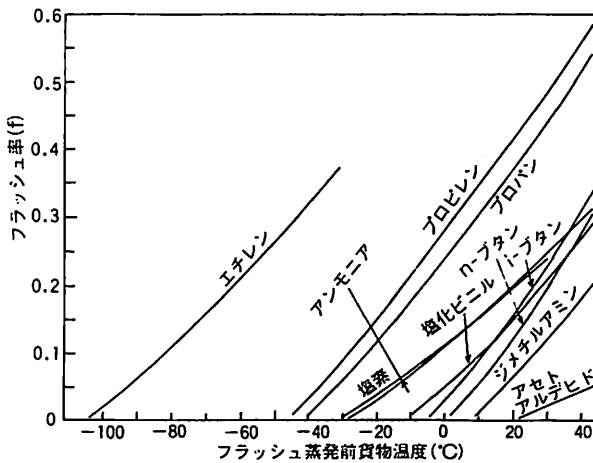


図18 フラッシュ率

発生するという危険と低温発生という危険をもたらす。前述のように、低温式、即ち大気圧下の沸点に冷却された貨液が常温大気圧下に開放されたとしても、蒸発による熱エネルギーは、外部からの熱伝達による。したがって、フラッシュ蒸発の危険性を有するのは、圧力式または低温圧力式液化ガスである。

〔蒸気爆発(ブレーブ)〕

蒸気爆発とは、容器内高圧飽和状態の液体が容器の大きな破孔によって急激に圧力が低下したとき、前述のフラッシュ蒸発の原理で爆発的に蒸発することをいう。即ち、容器内フラッシュ蒸発で急膨張した気液混合体が隔壁に激突する衝撃的高圧力で容器の破裂と内容物の飛散が生ずる。蒸気爆発の発生には、容器内の圧力低下速度が関連する。低下速度が速い(即ち、破孔大)と蒸気爆発を起こすが、現在、定量的な関係は明らかでない。

蒸気爆発は、低温式液化ガスおよび揮発性液体では一般的に発生しない。しかし、これらの液体を高圧容器内で熱し(例、火災等)、高圧飽和状態としてから容器破壊が生じるような場合、蒸気爆発に至る。

〔フラッシング〕

暖かい金属表面上に低沸点液化ガスを置いたとき、沸騰熱伝達によって激しく蒸発することをいう。激しい蒸発現象であるので、前述のフラッシュ蒸発も含めてフラッシュということがある。

〔ロールオーバー(roll over)〕

密度差を有するLNGが同一タンクに上層、軽密度、下層、重密度と層化(stratification)積載されたとき、上下層は、互いに混合しない。上層に侵入する熱は、蒸発に、下層のそれは、LNGの温度圧力上昇に費やされる。蒸発は、軽質成分が多く、上層は次第に重くなり、

下層は、温度上昇によって軽くなる。そして上下層の密度差が小さくなった時点で両者の混合が起こる。下層のLNGが上層に移ったとき、低圧力下となるため、過熱状態となり、平衡状態を保つため、急激に蒸発する。(原理的には、フラッシュ蒸発)これをロールオーバーという。ロールオーバーは、タンク過圧や大量の蒸発ガス発生という危険を招く。

〔ポッピング〕

低温液化ガスと水との接触による遷移沸騰領域における急激な熱伝達によって生ずる爆発的な蒸発現象をポッピングという。水温と低温液化ガスの温度差が90ないし140℃の範囲が発生し易い。純メタンの場合、水との温度差が前述の範囲外の膜沸騰領域となるので、ポッピングは発生しない。

〔水と低温液化ガスの混合による爆発的現象〕

水とLNGのような低温液化ガスの混合物では、中にLNGを閉じこめた水が生成する。これに、さらに水を供給すると水中のLNGが急激に蒸発して水を破壊し、爆発的現象を引き起こす。

5・4・2 貨液の過剰排出による温度圧力の低下

戻りガス不足またはなしの状態では貨液を排出すると、気相部圧力が低下し、フラッシュ蒸発によって液温が下がる。この温度低下(ΔT:℃)の推定式として、次式を導ける。

$$\Delta T = \frac{H_v \cdot r_G \cdot Q_v}{c_p \cdot r_L \cdot Q_L} \cdot \ln\left(1 - \frac{Q_L}{V_0} \cdot t\right) \quad (33)$$

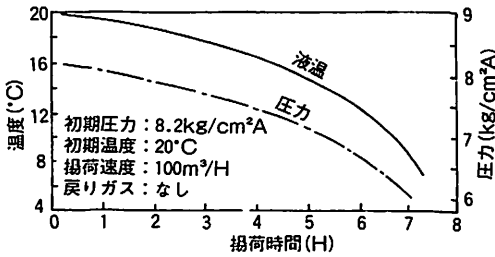
- Q<sub>L</sub>, Q<sub>v</sub> : 揚荷速度および戻りガス流量 (m<sup>3</sup>/H)
- r<sub>L</sub>, r<sub>G</sub> : 貨液およびガス比重量 (kg/m<sup>3</sup>)
- H<sub>v</sub> : 貨物の蒸発潜熱 (kcal/kg)
- c<sub>p</sub> : 貨物の液比熱 (kcal/kg℃)
- V<sub>0</sub> : タンク容積 (m<sup>3</sup>)

これから揚荷開始後、t時間経過の貨液温度の低下量(ΔT,℃)を推定できる。ここで、Q<sub>L</sub>, Q<sub>v</sub>は、一定とする。また、r<sub>L</sub>, r<sub>G</sub>, H<sub>v</sub>, c<sub>p</sub>は、温度圧力変化によって変わってくるので、数値計算とする。圧力は、液温に対応する蒸気圧に等しいとして求める。

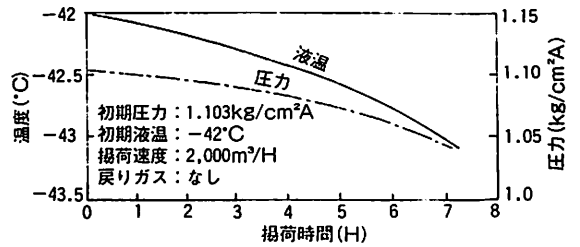
図19に計算例を示す。

これから、次のことがいえる。

- (a) 圧力式液化ガスタンカーの過剰揚荷の場合、初期貨物温度が低いと、低温危険となる。
- (b) 低温式液化ガスタンカーでは、低圧危険となる。揮発性液体の場合も同じであるが、低圧になる度合いは大きい。
- (c) 低温圧力式液化ガスタンカーでは、タンク的设计

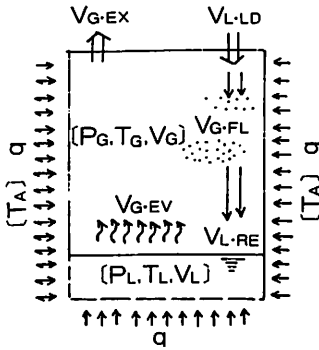


(a) 圧力式LPG船(タンク容積800 m³)



(b) 低温式LPG船(タンク容積 20,000 m³)

図19 貨物の過剰揚荷による温度圧力変化



- (記号) P, T, V : 圧力 (kg/cm<sup>2</sup>・A), 温度 (°K), 容積 (m<sup>3</sup>)  
 VL, VG : 単位時間における貨物液またはガスの流量 (m<sup>3</sup>/H)  
 q : 侵入熱量 (kcal/m<sup>2</sup>・H)  
 (添字) FL, EV, RE : 積込貨液のフラッシュ蒸発分, 侵入熱による蒸発分, タンク内貨液残留分  
 LD, EX : 貨液の積込, 貨物ガスの排出  
 L, G : 貨液, 貨物ガス  
 O : 初期状態  
 m : 初期から時間経過 t までの平均値  
 A : タンク周囲条件

図20 積荷時のタンク内の状態 (タンク内低圧)

温度と初期貨物温度によっては、低温危険になることがある。

設計・計画においては、タンクの構造と貨物の取扱い要領に応じて、このような危険性を考慮した適切な安全設備 (温度・圧力警報, 自動停止装置等) を検討する。危険性評価では、設備, 取扱い要領等との組合わせで解析する。

### 5・4・3 積荷時の低温の発生

低圧のタンクに中または低沸点液化ガスの高圧飽和液を積込むと、フラッシュ蒸発して低温液が貯まって、低温危険となるおそれがある。これは、蒸発後残留液の温度と量に関連する。

図20に掲げるモデルで、積荷時の低温発生を検討する。蒸発ガス  $V_{G-FL}$  および  $V_{G-EV}$  は、次式で表わせる。

$$V_{G-FL} = f \cdot V_{L-LD} \frac{\tau_{L-LD}}{\tau_G} \quad (34)$$

$$V_{G-EV} = e \cdot V_{L-LD} \frac{\tau_{L-LD}}{\tau_G} \quad (35)$$

ここで、 $\tau$  は比重量 (kg/m<sup>3</sup>) である。f はフラッシュ率である。e は外部からの侵入熱量  $q$  による貨液蒸発率である。侵入熱量の全てが貨液蒸発に費やされるとす

ると、

$$e = \frac{q \cdot S}{H_v \cdot V_{L-LD} \cdot \tau_{L-LD}} = \frac{K \cdot S (T_A - T)}{H_v \cdot V_{L-LD} \cdot \tau_{L-LD}} \quad (36)$$

で求まる。K はタンク囲壁熱伝達率 (kcal/m<sup>2</sup>・H・°C), S は熱が侵入する部分のタンク囲壁面積 (m<sup>2</sup>) である。

蒸発ガスを気相部容積の増加と考えると、気相部容積  $V_G$  は

$$\begin{aligned} V_G &= V_0 + \int_0^t (V_{G-FL} + V_{G-EV}) dt - V_{G-EX} \cdot t \\ &= V_0 + \int_0^t (e+f) V_{L-LD} \frac{\tau_{L-LD}}{\tau_G} dt - V_{G-EX} \cdot t \quad (37) \end{aligned}$$

と書ける。また、タンク内に貯まる貨液量  $V_L$  は

$$\begin{aligned} V_L &= \int_0^t \{1 - (e+f)\} V_{L-LD} \frac{\tau_{L-LD}}{\tau_{L-RE}} dt \\ &= \int_0^t \{1 - (e+f)\} V_{L-LD} dt \quad (38) \end{aligned}$$

から求まる。

タンク内気相部容積  $V_G'$  は、 $(V_0 - V_L)$  となるが、積荷開始初期の僅かの時間を問題とする場合、 $V_G' = V_0$  と見做してよい。したがって、(37)式による気相部容積  $V_G$  が  $V_0$  に圧縮するとして、気相部の温度  $T_G$ ・圧力  $P_G$  を求めることができる。この圧縮を断熱圧縮とすると、 $P_G$  およ

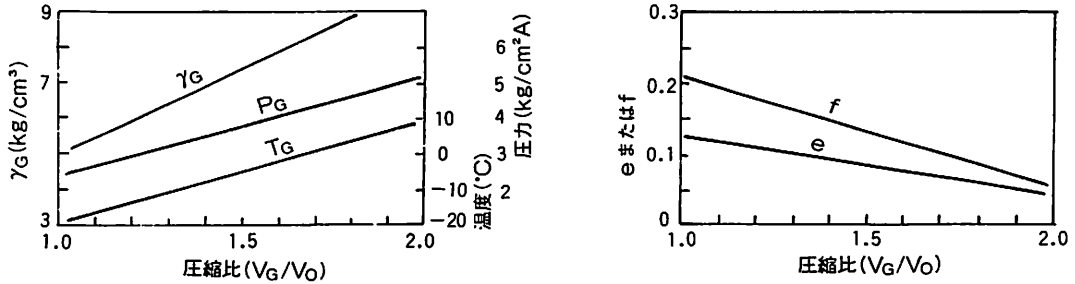
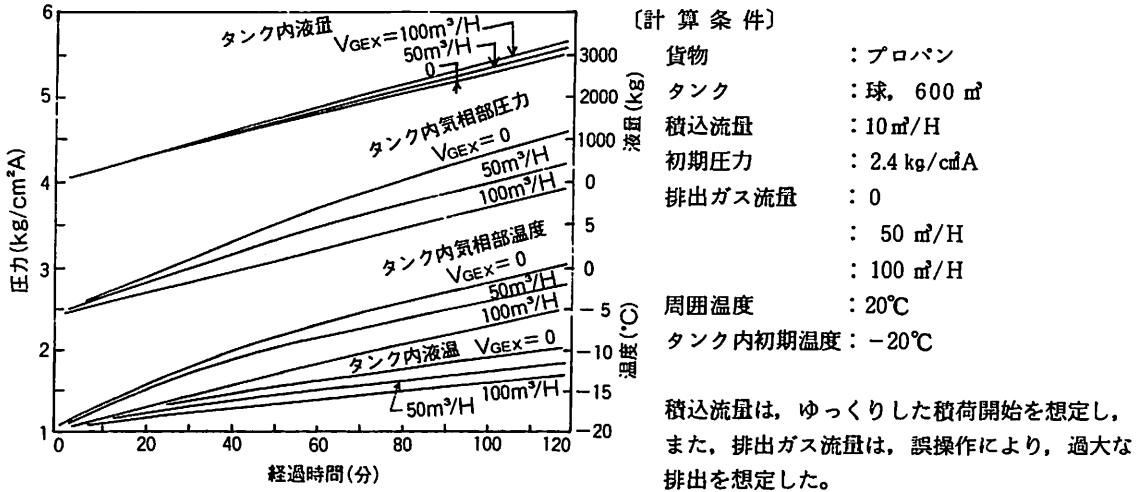


図21 圧縮比と蒸発率, ガス密度等との関連 (貨物はプロパン, その他の条件は図22と同じ)



[計算条件]

- 貨物 : プロパン
- タンク : 球, 600 m³
- 積込流量 : 10 m³/H
- 初期圧力 : 2.4 kg/cm²A
- 排出ガス流量 : 0
- 周囲温度 : 20°C
- タンク内初期温度 : -20°C

積込流量は, ゆっくりした積荷開始を想定し, また, 排出ガス流量は, 誤操作により, 過大な排出を想定した。

図22 低圧タンクへの貨物積載による状態変化

び  $T_G$  は

$$P_G = P_0 \left( \frac{V_G}{V_0} \right)^\kappa \quad (39)$$

$$T_G = T_0 \left( \frac{V_G}{V_0} \right)^{\kappa-1} \quad (40)$$

と表わせる。κ は比熱比である。

これらの計算において, e, f および  $\gamma_G$  は, 温度圧力によって変化する。したがって, 適当に  $V_0$  を想定して温度圧力を推定し, 対応する e, f および  $\gamma_G$  を求め, 数値計算することになる。問題とする積荷開始後の短期間では, 図21に示す例のように, 圧縮比  $V_G/V_0$  と e, f,  $\gamma_G$  等とは, 直線関係であると見做せる。

したがって, これらの値の平均値 ( $e_m, f_m, \gamma_{Gm}$ ) を用いると, (37) 式から,

$$t = \frac{V_G - V_0}{(e_m + f_m) \frac{\gamma_{L.LD}}{\gamma_{G.m}} V_{L.LD} - \gamma_{G.EX}} \quad (41)$$

を導ける。図21および(41)式から  $V_G$  に対応する時間経過  $t$  を簡易計算でき, (39) および(40)式から対応する気

相部圧力および温度を推定できる。タンク内に貯まる貨液量  $V_L$  は, 次式により求まる。

$$V_L = \left\{ 1 - (e_m + f_m) \right\} V_{L.LD} \cdot t \quad (42)$$

この液温  $T_{L.RE}$  は,  $P_G$  に対応する飽和温度を Antoine 式から求め, その平均温度として推定する。

図22にタンク内に貯まる貨液量と, その液温の試算例を掲げておく。これは, 計算の簡単のため, タンク内初期温度を初期圧力に対応する貨物の飽和温度に等しいと仮定した。実際上, この温度は, 常温であり, 初期のタンクおよびタンク内貨物ガスの高温による蒸発や昇温を無視している。即ち, 実際より厳しい側に計算している。

結論的に, 積荷開始にあたって, 気相部圧力は, タンク設計温度に対応する貨物の蒸気圧程度にしておかないと低温危険を招く。これは, 貨物取扱い要領や安全設備の設計・計画上, 考慮しておけば特に問題とならない。また, 危険性評価では, 個々の例で設備と貨物取扱い要領に応じて検討する必要がある。

# 船舶電子航法ノート (109)

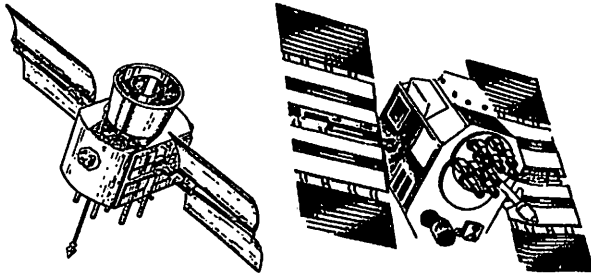
木村 小一

## A・7・3・4 GPSの衛星と衛星からの信号

前にも述べたとおり、GPSのシステムは宇宙部分、制御部分と利用者部分から構成されている。このうちの宇宙部分とは衛星のことである。その衛星は現在のところブロック1と呼ばれる衛星とブロック2と呼ばれる衛星とに分けることができる。ブロック1衛星(第A・7・99図)はシステム開発の第1段階にシステムの評価試験のために開発されたもので、すでに述べたように米空軍がNDS(Navigation Development Satellite)として開発していたものが、その原形であって、第A・7・23表に示すように全部で11が作られ、そのすべてが打上げられている。

この他、米海軍が開発したNTS-2(NTSはNavigation Test Satellite)が、GPSの仕様合うように作られ、前項のシステム試験の初期には使用された。この海軍の衛星は、衛星上でのセシウムビーム原子発振器の開発を主目的としたものであった。ブロック2衛星(第A・7・100図)はより大型の運用型の衛星で現在その28が発注され製作中である。

ブロック1衛星の初期には複数台のルビジウム原子発振器が基準発振器として搭載され、その予備として水晶発振器が備えられていたが、NAVSTAR 5号と6号でセシウム発振器の搭載が試験され、8号衛星から本格的な搭載がされるようになった。その後の衛星にはルビジウム3台とセシウム1台が搭載されているとされている。また、運用型の衛星ではセシウム、ルビジウム各2台が搭載されることになっている。



第A・7・99図 ブロック1 NAVSTAR衛星  
第A・7・100図 ブロック2 NAVSTAR衛星

これらの原子発振器からは、すべて10.23MHzの基準周波数が得られるようになっている。もっとも、この10.23MHzは地上で受信されたときにこの周波数になるように一般相対性理論の影響を考え、衛星上では10.22999999545MHzと10.23MHzよりも0.00455Hzだけ低い周波数が発振されている。

衛星上の電子回路は概略第A・7・101図のようにになっている。衛星上の原子発振器は衛星上の時計の原発振器となるとともに、10.23MHzの基準周波数は154通倍してL1送信周波数である1575.42MHzを、また、120通倍してL2送信周波数1227.6MHzを作る。更に、この10.23MHzはそのままPコードの発生器に送られるとともに10通降した1.023MHzがC/Aコードの発生器に使用される。L1周波数はPコードで位相変調されるとともに、その位相を $\pi/2$ (90°)ずらせたものをC/Aコードで位相変調する。こうして、L1周波数にはPコードとC/Aコードの両方の測距信号が直交変調で相乗りしている形となる。図ではL2周波数も同じ二つの変調が加えられるようになっているが、実際はL2周波数は通常はPコードのみで変調され、必要に応じてC/Aコードにその変調が切換えられる形をとることになっている。

第A・7・23表 ブロック1 NAVSTAR衛星の一覧表

NAVSTAR No.	SV No.	位置 No.	打上げ年月	状態
1	4	(4)	1978. 2	原子時計故障, 水晶時計のみ
2	7	—	1978. 5	故障(電波停止)
3	6	6	1978.10	運用中
4	8	3	1978.12	運用中
5	5	(1)	1980. 2	電波停止
6	9	5	1980. 4	運用中
7	1	—	(1981.12)	打上げ失敗
8	11	2	1983. 7	運用中
9	13	1	1984. 4	運用中
10	12	4	1984. 3	運用中
11	3	—	1985. 8	運用中

備考) NAVSTAR Noは打上げ順, SV Noは衛星のPNコードを示す番号, 位置Noは衛星の軌道上の位置である。

C/Aコード発生器の構成を第A・7・102図に示す。図からも明らかなように、この回路は二つの10段のシフトレジスタによる最長系列のPN符号発生器G<sub>1</sub>とG<sub>2</sub>からなっており、それぞれのPNコードを合成して作るゴールド符号発生器である。基準発振器からの基準周波数の位相は測距信号の基準として使用されるため正確に規定されている。図の左端にあるX<sub>1</sub>エポックというのがそれで、週のはじめ(土曜日の24.00 UT)からの1.5秒ごとの基準時間であるから、繰返しが10.23 Mbps (メガビット毎秒)であるから、エポックとエポックの間は15,345,000チップがあり、C/Aコードは1ms (ミリ秒)、長さにして1023ビットごとに繰返されるからその15,345番目ごとに各シフトレジスタは全部ゼロにセットされることになり、かつ、C/Aコードの各チップはX<sub>1</sub>エポックと同期することとなる。

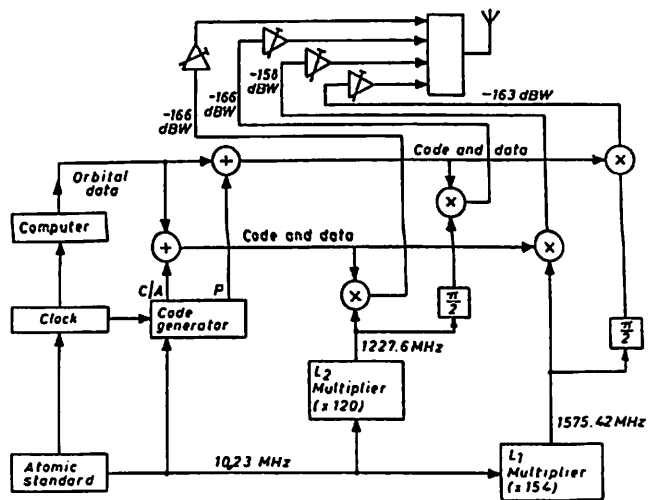
図の両シフトレジスタによる符号発生器のうちG<sub>1</sub>の方は同じ符号を出力するが、G<sub>2</sub>の方はその出力の取出しのS<sub>1</sub>とS<sub>2</sub>はシフトレジスタの各段から取出し、その両者を合成するよう変えることができる。従って、10から2を選ぶ組合せによって、45通りのPNコードが作り出せることとなり、G<sub>1</sub>との合成のゴールド符号もまた45通りに変えられる。こうして、この発生回路は45種類のコードのうちの一つが、各衛星ごとに割当てできるか、実際にはそのうちの32種類が使われることになっている。

Pコードの発生法はX<sub>1</sub>エポックを作る15,345,000とそのX<sub>1</sub>よりも37チップ長いX<sub>2</sub>エポックとの二つのPNコードX<sub>1</sub>(t)とX<sub>2</sub>(t+niT)とを合成して、

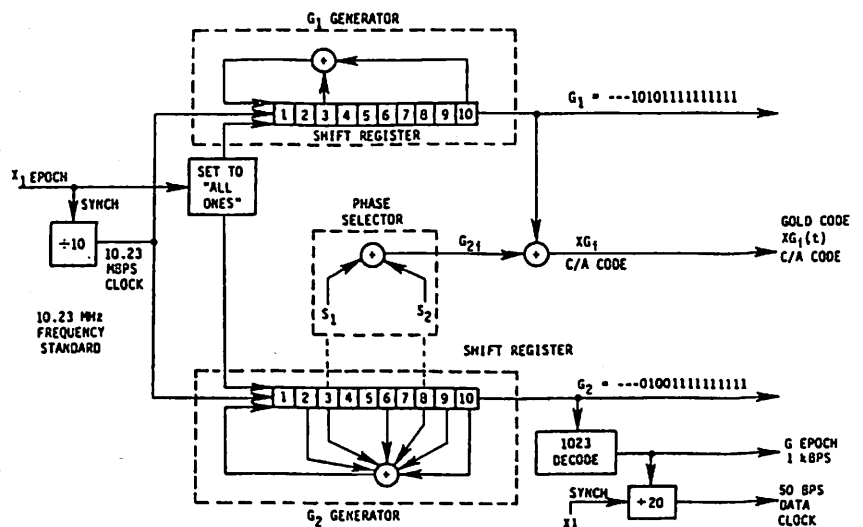
$$XP_i(t) = X_1(t)X_2(t+niT)$$

ここで、 $T=1/10.23\text{ MHz}$ ,  $0 \leq niT \leq 36$  とすることによって、37までの衛星に別々のPNコードを割当てることができる。このPコードは土曜日の24時(UT)に更新される長いコードである。

PコードもC/Aコードとも第A・7・102図の右下に示すように、これまたX<sub>1</sub>エポックに同期した毎秒50ビットのデータにより変調されている。このデータは前にも(このノートの(34)1979年7月号)に述べたように、衛星の時計や軌道データなどであるが、その送信フォーマットが1982年12月1日にフェイズIのときのものから



第A・7・101図 衛星上の送信回路



第A・7・102図 C/Aコードの発生回路

一部改められたので、新しい形について改めて述べることにする。

衛星からのデータ送信は、時間的には30秒間が1フレームとなり、その間に1,500ビットの情報が放送される。その送信のフォーマットは第A・7・103図に示すとおりで、その内容は第A・7・24表に一覧表として示してある。

各フレームは6秒間300ビットの五つのサブフレームに分けられる。サブフレーム1,2,3は、フレームごと、すなわち、30秒ごとに同じ内容が繰返して送信されるのに対し、サブフレーム4と5はフレームごとにその内容が変わり、それをページと呼び、全部でそれぞれ25ページがあり、それらが放送されると元に戻って送信が繰返

される。従って、サブフレーム4と5は12.5分ごとと同じ情報が繰返して放送されることになる。

各サブフレームは10等分され、その30ビット中24ビットが情報ビットで、図にP6と示した6ビットは誤り訂正符号である。各サブフレームの初めにはTLMとHOWと呼ばれる二つの22ビットがある。TLMはテレメータの略語である。この語のはじめの8ビットはメッセージ同期用の同期語であり、残り14ビットがテレメータのデータ、誤り訂正符号の前の2ビットは誤り訂正符号と併せて使う無情報ビットである。HOWはHand Over Word(手渡し語)の略語で、この語のはじめの17ビットでつぎのサブフレームのはじまる時間(GPSシステム時間)を短縮したZカウンタの番号で示している。また、20~22ビット目はサブフレームの番号の1~5を2進数の001~101で示している。こうして、TLM語はGPS受

信機がデータを取り出すための同期用に、また、HOWはGPS受信機がC/Aコードを捕捉して、その中からこのメッセージを取り出すと、長さが1週間の長いPコードのうちのどこを使えばPコードの捕捉ができるかのデータを示していて、C/AコードからPコードへの捕捉を行うために使用される。

サブフレーム1は主として衛星の時計の状態を示すデータであるが、二三の他の情報も含んでいる。HOWに続く語は4分割され、その10ビットはWN(Week No. 週の番号)で、1980年1月6日をゼロとしたときの週の数を示している。L2変調というのはL2周波数がPコードで変調されているか「01」、C/Aコードで変調されているか「10」の表示、C/Aの精度はC/Aコードに測位がその時点でどの程度の精度で運用されているかを $2^N$ mのNを示す形で表示をされている。N=15は精度の予測

のできないときである。Healthとなっている6ビットは衛星の健康状態のうちの主として送信信号の状態を示す情報である。

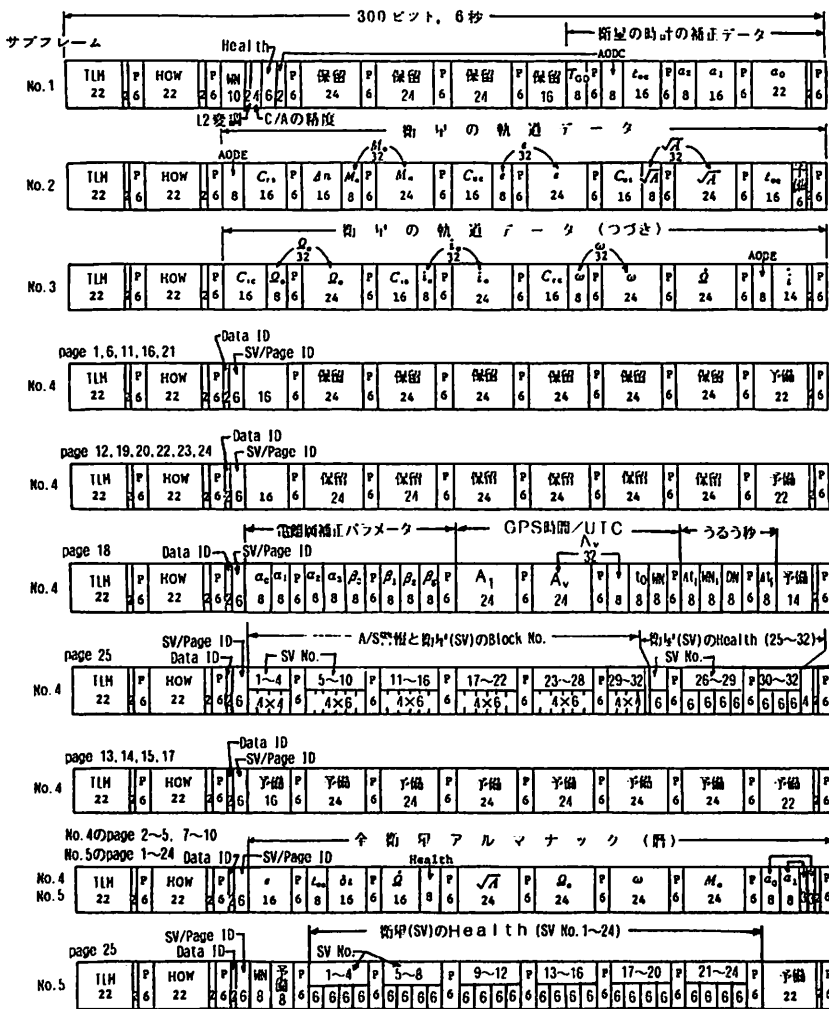
つぎからの語の保留(reserved, 別にある予備 spare との区別は不明)のところの一部には、C/Aコードによる測位のときに使う電離層パラメータが入っていたが、これはサブフレーム4の18ページに移されている。残りの衛星の時計のデータはフェイズIのときのもと同じであってつぎのとおりであるが、AODCのみは従来の8ビットが10ビットとなり、追加の2ビットは図に示すようにHealthの右に分かれておかれている。

$T_{GD}$ —衛星内の回路における群遅延のL1チャンネルとL2チャンネルの差

AODC (Age of Data Clock) —ここで放送されている時計のデータの新鮮さ

$t_{oc}$  —つぎの $a_0, a_1, a_2$ の基準となった時計補正のための基準時間で、週の時間を秒で表わしている。

$a_0, a_1, a_2$ —衛星上の時計の補正の予測値は $t_{oe}$ からの時間の二次式で計算されるこ



第A・7・103図 衛星からの送信データのフォーマット





とになっているので、その二次式の係数（セシウム時計の場合は一次式でもある程度の補正ができる由であるが、ルビジウム時計のときは二次式が必要である。）

この計算は表の中にも示してあるが、補正を行うときのGPSシステム時間を  $t$  とすると、この時間は補正前の衛星の時間  $t_{sv}$  で近似をしても大差はない。そこで、補正の予測値  $\Delta t_{sv}$  は次式で求められる。すなわち、

$$\Delta t_{sv} = a_0 + a_1 (t - t_{oc}) + a_2 (t - t_{oc})^2$$

であるが、この他に、特殊相対性理論にもとづく、衛星上の時計と地上受信データの差をこの式に加えて補正しておく必要がある。この影響は最大 70 ns にもなるからである。補正式は

$$\Delta t_r (t) = -4.443 \times 10^{-10} e \sqrt{A} \sin E (t)$$

であり、 $e$ 、 $A$ 、 $E$  はつきに述べる衛星の軌道要素である。こうして、衛星上の時計の  $t_{sv}$  に対応するGPSシステム時間  $t$  は次式となる。

$$t = t_{sv} - \Delta t_{sv} - \Delta t_r (t)$$

サブフレーム 2 と 3 は、衛星の軌道要素の予測値であり、ケプラーの軌道の 6 要素を基本としている。角度に関する数値はすべて半円 (semi circle) という単位で、これは、1 半円 =  $180^\circ = \pi \text{ rad}$  であるから、度にもラジアンにも変換できる。1982年の改正によって新しく加わったのは、 $i$ 、すなわち、軌道傾斜角の摂動値の追加であり、各パラメータそれぞれの記号の意味およびそれから衛星位置を地球中心、地球固定の直交座標系に直す計算方法は表に示すとおりである。（詳しくはこのノートの (34) を参照されたい。）

サブフレーム 4 は従前はメッセージブロックと呼ばれていたものであるが、改正によって大きく変更されたが説明の都合上サブフレーム 5 から先に述べる。

サブフレーム 5 はもともと 25 ページに分れていたが、そのうちの 1~24 ページは従前とほぼ同じであるが、新しく追加されたのは、サブフレーム 4 と 5 のすべてを通して HOW のあとにつづく 8 ビット（もとのサブフレーム 5 では ID）分の内容で、これを 2 つに分けて、はじめの 2 ビットはデータの識別 (ID)、後の 6 ビットは衛星 (SV) またはページの ID となった。データの ID はこの航法データがフェーズ I 時代のものか、新データのものかの区分であり、残りの 6 ビットは衛星の番号またはページの番号を示している。

サブフレームの 1~24 は暦 (アルマナック, almanac) データと呼ばれ、システムに属する全衛星の概略の時計データと軌道データの予測値を示すもので、表からも明らかなようにその数値の桁数が短かかったり、また、 $a_2$ 、

$\Delta n$ 、 $i$  のように送信されないものもある。軌道傾斜角  $i$  の代りには  $60^\circ$  からの傾斜角の差  $\delta i = i_0 - 60^\circ$  が送られているし、また、このデータはサブフレーム 1~3 に使われている基準時間  $t_{oc}$ 、 $t_{oe}$  とは別の時計と軌道要素に共通のアルマナック基準時間  $t_{oa}$  が使用される。この暦を送信できる衛星の数は従前は 24 であったが、それが 32 衛星に増加され、24 ページ分では不足するので、サブフレーム 4 の 2~5 ページと 7~10 ページがこのために追加使用されるようになった。

これらのページの SV ID には 1~32 を示す 2 進数が入り、これは SV No (第 A・7・23 表参照) と呼ばれる衛星から送信される C/A コードおよび P コードの PN コードの番号を示すものであり、このコードは前述したように、32 種類に限定されていることがわかる。この暦のサブフレーム以外に使われるサブフレームには page ID がつけられ、それは 51~63 に相当する 2 進数がつけられるが、同じ ID がつくものもあり、つまり、12.5 分の間に何回か繰返して送信されるサブフレームもあることになる。

暦のデータのところにも衛星の健康状態 (Health) を示すデータがあるけれども、サブフレーム 5 のページ 25 は、システムに属する全衛星の健康状態の一覧表が示されている。但し、このサブフレームには SV ID が 1~24 までであり、残りの 8 衛星分はサブフレーム 4 のページ 25 の右側にはみ出している。暦のデータとこれらの健康の一覧表は、GPS 受信機がこれらの軌道データから、各衛星までの仰角 (仰角がマイナスな衛星は見えないことを意味する) と方位角を計算し、更にその衛星の健康を見ることで、現在見えている健康な衛星を知り、更に、測位のために最も良い衛星の組合せを決定するのに使用して、それらの衛星の SV No から受信機内でその PN コードを作り出すための準備をし、また、軌道と時計の予測データは受信機の回路をできるだけ早く受信信号に同期させるために使用される。

サブフレーム 4 の残りのページで、航法用に関係のあるのはページ 18 だけである。その他のページの使い方はいまのところ明らかでなく、また、ページ 25 の残りの部分の A/S 警報というのは Anti-Spoof という意味であるがその使い方は不明である。同じ場所にある衛星のブロック番号とは旧型の実験用衛星 (ブロック 1) から現在製作中の運用衛星 (ブロック 2) かの区分の一覧表である。ブロック 1 衛星もブロック 2 衛星も SV No は 1~32 を共用しているので、衛星の区分はこれでつけることになる。

ページ 18 の前半は、サブフレーム 1 から移ってきた 1

周波数受信機の計算による電離層補正のためのパラメータ  $\alpha_{0\sim3}$  と  $\beta_{0\sim3}$  の8パラメータ(各8ビット)であり、後半は協定世界時(UTC)とGPS時間との関係を示すデータが組込まれることになっているが、この方は表の注にもあるとおり、運用地上施設の完成後に送信されることになっている。

8パラメータによる電離層補正の方法については、このノートの(35)(1979年8月号)でかなり詳しく述べられているけれども、アメリカでは更に良く整理された論文が発表されているので、それに従って改めて述べることにする。

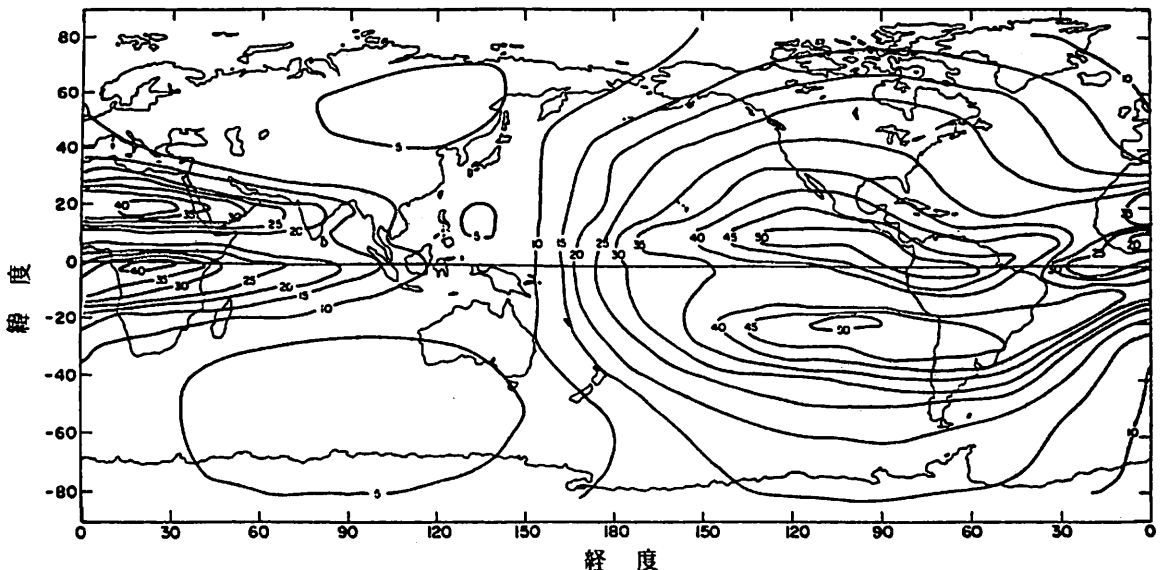
GPSに使用されるL1周波数である1.575 MHzでは、最も条件の悪いときは、電離層を通過する電波の伝搬遅延は3,000 ns(ナノ秒)に達し、これは100 mの測距誤差に対応する。月平均の伝搬遅延量についても衛星の仰角が低いときは150 nsになることもとされている。二つの周波数を使用する軍の利用者は電離層の影響は周波数の二乗に逆比例することで実時間で補正することになっているが、L1周波数のみを使用する民間の利用者は以下に述べる方法で誤差の50% rms 目標に補正することができる。

電波を遅らせることに関する電離層での影響は、電波が電離層を通るときに出会う電子の全体の数である。これを全電子含有量(TEC, Total Electron Content)と呼び、このTECは太陽からの放射フラックスの長期的と短期的な変化、磁気活動、季節、1日中の時間及び利用者の位置などの多くの変数の関数である。1575 kHz

の電波に対する垂直上方の伝搬遅延の2000 UTに対する地理的变化の一例は第A・7・104図に示すとおりで、緯度的には最大値は赤道でなく、地磁気赤道の上下で生ずる。図は垂直上方の衛星に対する遅延で、 $5^\circ$ という低仰角ではこの値は3倍に増加をする。

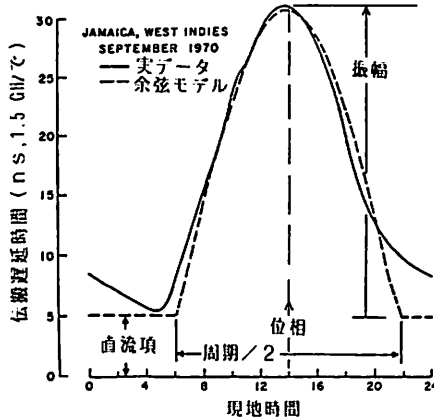
このTECの変化については多くの研究があるが、概略的にいうと、中緯度では春分と秋分の月が季節的に最大となり、9月の方が3月よりも若干大きく、1日の中では現地時間の1400が最大である。月平均値に対する標準偏差はその20~25%である。これらの条件は補正モデルの作成に当たって考慮をされたが、つぎの四つの条件を前提とされた。(1)利用者での計算ができるだけ簡単なこと。(2)TECの時間的、日々のそして場所的な変化の現在の知識をできるだけ取り入れること。(3)衛星からの送信メッセージの量が少いこと。(4)GPSを利用する地域を実情に合わせることに。

考えられたモデルは第A・7・105図に示すとおりである。図の実線は代表的な月平均のTECの日変化曲線を、また破線はここでモデルに使用した余弦(cos)形式のモデルのアルゴリズムの実際のデータとの一致度を示している。この余弦モデルはつぎの四つのパラメータで表現できる。(1)直流項で、夜間のTECを一定と仮定したもの。(2)cosの振幅でそれは最大のTECから直流項を引算したものとなる。(3)cosの位相で最大TECの生ずるときの時間であり、ここでは現地経度における1400時一定と仮定する。(4)cos半サイクルの長さで、半周期に相当する。この場合の1周期は一般に24時間より長い。

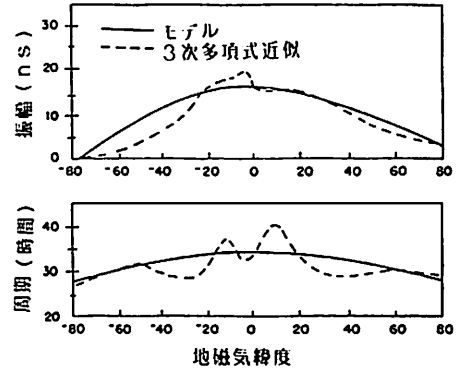


第A・7・104図 1980年3月の月平均2000 UTの電離層伝搬遅延(1575 MHzでの)大きさの分布(単位 ns)

こうして、この余弦モデルを表現するには(1)と(3)を一定とすれば二つのパラメータ、すなわち、 $\cos$ 項の振幅と(半)周期があればよいことになる。この二つのパラメータはアルゴリズムでは地理的緯度よりはむしろ地磁気緯度の関数として、3次の多項式で表現され、その多項式の係数が衛星のメッセージの中で送信される形がとられている。この衛星からのメッセージは10日ベースで、または、ときには必要に応じてより



第A・7・105図 電離層の伝搬遅延の1日の変化を示すアルゴリズムの各パラメータ



第A・7・106図 電離層伝搬遅延のアルゴリズムのパラメータの地磁気緯度との関係の例(実線はより高度のモデルで作ったもの)

短い時間で更新され、これらの係数の計算はBent氏による電離層変化のモデルから計算され、10日間の平均太陽フラックスにもとずいている。もとなるBent氏のモデルは1000以上の係数を使って大型の計算機を使って計算されるもので、地球のほとんどの場所で70~80%の補正を与えることができるが、その計算が複雑であるためにそのまま採用はできない。

第A・7・106図は地磁気緯度に対する振幅(伝搬遅延量 ns)と周期(時間)の好ましいモデル計算値と、その3次の多項式近似の値の比較を示しており、多項式近似は赤道付近での大きな変化には対応できないけれども、中緯度地域ではよい近似を示していることがわかり、この方法による補正は赤道付近では期待が少ないことを知る必要がある。

高緯度地域におきるオーロラもまたこの方法による補正を良くないものにする原因である。オーロラは夜間に生じ、その伝搬遅延が昼間のそれに匹敵するものとなる可能性もあるからである。しかし、その出現はまれであることが救いの一つである。

実現に使用される電離層補正のアルゴリズムはつぎのとおりである。

- (1) 入力データ：利用者の概略位置の緯度と経度( $\phi_u$ ,  $\lambda_u$ )、GPS衛星を見る仰角と方位角(E, A)、衛星からのメッセージにある係数( $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ )、なお、角度の単位はすべて半円とする。
- (2) 利用者と衛星間の地心角：

$$\psi = \frac{0.0137}{E + 0.11} - 0.022$$

- (3) 電波が電離層を通る点の緯度( $\phi_1$ )と経度( $\lambda_1$ ):

$$|\phi_u| < 0.416 \text{ なら}$$

$$\phi_1 = \phi_u + \psi \cos A$$

$$|\phi_u| > 0.416 \text{ なら}$$

$$\phi_1 = 0.416$$

$$\lambda_1 = \lambda_u + \frac{\psi \sin A}{\cos \phi_1}$$

- (4) 地磁気緯度( $\phi_m$ ):

$$\phi_m = \phi_1 + 0.064 \cos(\lambda_1 - 1.617)$$

- (5) 現地時間(t)(時間はすべて秒):

$$t = 4.32 \times 10^4 \lambda_1 + \text{GPS時間 (sec)}$$

$$t > 86,400 \text{ なら } t = t - 86,400$$

- (6) 電離層を斜めに通るための係数(F):

$$F = 1.0 + 16.0 (0.53 - E)^3$$

- (7) 電離層伝搬遅延量( $T_1$ ):

$$\text{まず } x = \frac{t - 50,000}{\beta_0 + \beta_1 \phi_m + \beta_2 \phi_m^2 + \beta_3 \phi_m^3}$$

を計算する。

$$|x| < 1.57 \text{ なら}$$

$$T_1 = F \times \left\{ 5 \times 10^{-9} + (\alpha_0 + \alpha_1 \phi_m + \alpha_2 \phi_m^2 + \alpha_3 \phi_m^3) \times \left( 1 + \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} \right) \right\}$$

$$|x| \geq 1.57 \text{ なら}$$

$$T_1 = F \times 5 \times 10^{-9}$$

- (8) 以上の計算を全衛星について繰返す。計算された

$T_1$ はL1周波数のものである。L2周波数用とするときには( $T_1 \times 1.65$ )とする。

&lt;船舶技術情報No.2より&gt;

## 運技審13号のその後・我が国の技術契約の概要

運輸省海上技術安全局 技術課

### “運技審13号のその後” シリーズ

「最近における産業構造の変化、要素技術の進展等に対応して今後推進すべき造船技術開発について」（運輸技術審議会第13号答申、昭和57年8月）に基づき、船舶技術の抜本的高度化を目指した、いわゆる「高信頼度知能化船」の研究開発が、(財)日本船舶振興会及び関係各位の支援・協力を得、産・学・官の総力を結集して鋭意推進されている。58年度から5ヶ年計画としてスタートした本研究開発も本年度で4年目を迎え、所期の成果を上げつつあるが、本号では、同研究開発の概要、進捗状況等をご理解いただくため基本的要素技術の幾つかに焦点を当て、可能な限りやさしくシリーズで紹介する。

なお、参考までに「高信頼度知能化船」の研究開発項目を次に掲げておく。

- (1) 高信頼度プラント
  - (i) 高信頼度船用機器 (ii) 故障予知診断システム
- (2) 海陸一体化と知能化による高度自動運航システム
  - (i) 最適自動運航システム (ii) 出入港自動化システム
- (3) 新居住・救命システム
  - (1) 船用ディーゼル機関のメカトロ化

船舶の基本技術である省エネルギー技術、自動化・省力化技術は、従来から研究開発が行われて来ており、既に相当程度の成果が得られている。近年、省エネルギー技術の高度化や燃料油の粗悪化にともない、ますます複雑なメンテナンスが要求される傾向にある一方で、十数名の乗組員で運航される超近代化船が出現する状況にあって、船用機器のメンテナンス等船内業務を減少さ

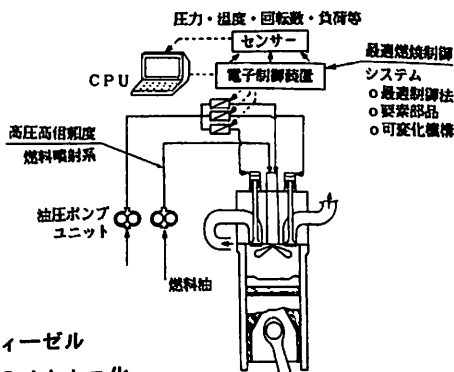


図1 ディーゼル機関のメカトロ化

せることが基本的な課題となっている。このような、相反する要求を満たすために、推進機関を始めとする機器の信頼性が飛躍的に向上し、高度に自動化された「船用プラント」の研究開発を推進しているところである。

この船用プラントにおいては、運航指令に従ってコンピュータから出される回転数、負荷等の運転操作情報と自動計測システムにより得られる機関状態、燃料性状、大気条件等に関する情報に基づき、電子制御装置によって自動的に機関の最適運転を行うことができる。従って、船舶の省エネルギー化に対応するとともに、最適燃焼を負荷の全領域で実現可能であることから粗悪燃料油に対処する信頼性向上策としても有効である。

このような機関の知能化は、メカトロニクス技術の適用に他ならず、本研究開発では、ディーゼル機関の燃料噴射系及び吸排気弁系のメカトロ化の手法として総合電子制御システムの開発を行なっている。

総合電子制御システムの開発においては、①負荷全領域において粗悪油の最適燃焼、②燃料油の高圧噴射、③長期間のメンテナンス・フリーを開発目標として、弁開閉制御等の研究を実施している（図1参照）。

#### (2) 見張りと画像処理

船の運航に必要な作業の中で、自動化が極めて困難なものの一つが船橋における見張りである。ここでは主として衝突防止の観点から見張り作業の自動化について述べる。

レーダーで得られる情報には、他物標の位置、他物標の自船に対する運動速度がある。しかし、安全な避航操船を行うには、レーダーで得られる情報の他に、他物標の性質に関する情報が必要である。まず、他物標が船であるか否か、船であれば大きさ、向きはどうか、操縦性能は良いか、場合によっては変針の予定までも考慮して実際の操船は行われるのである。小型船であれば近い距離で避けても良いし、漁船であれば朝なら漁場へ向かうであろうからもうすぐ変針するであろうといった予測をも含めて操船がなされている。こうした判断を行うのに十分な情報を得るには、レーダーだけでなく、人間の眼に代わるセンサーが必要となる。いわゆるイメージセンサーであり、画像処理の技術である。

画像処理の技術は既に多くの場で実用に供されている。

よく知られた例としては、工場内での製品（部品）検査があるが、この場合照明の具合、対象物の種類が限られているので、船橋での見張りとは全く性質を異にする。昼夜や天気の変化のもとで、様々な形の物標について、操船に必要な情報を短時間に得なければならぬ操船用画像処理には、比較にならない程高度の技術が要求されるのである。

画像処理の研究が活発な分野にロボットがある。最近では眼が見えなければロボットではないといわれる程になってきたと聞く。そうした状況の中で、数年前には通産省工業技術院電子技術総合研究所を中心に多くの画像処理ソフトウェアがまとめられた。ぼんやりした画像を明確にするソフト、画像の中から角や円を抽出するソフトなどが広く用いられるようになり、画像処理技術の進歩は一層加速されつつある。しかし、船舶が遭遇する様々な状況に於いて、人間に代わって物標としての船を識別し、その船に関する種々の情報を得るための技術は、本研究開発の重要な一項目なのである。船橋の見張りのもう一つの側面「障害物の存在の確認」に関しては、さらに数段高度な技術であり、これも現在研究中である。

### 船舶技術情報コーナー

#### (1) 我が国の技術契約の概要

我が国の事業者が外国から技術（工業所有権、ノウハウ等）を導入する契約については、「外国為替及び外国貿易管理法」とこれに関する政省令等の規定に基づき、契約に先立っての事前届出が必要とされている。

以前は、国際収支の改善、重要産業・公益事業発展への寄与といった条件を内容とする基準が設けられ、外国技術の導入には、許認可制が採られていた。しかし、そ

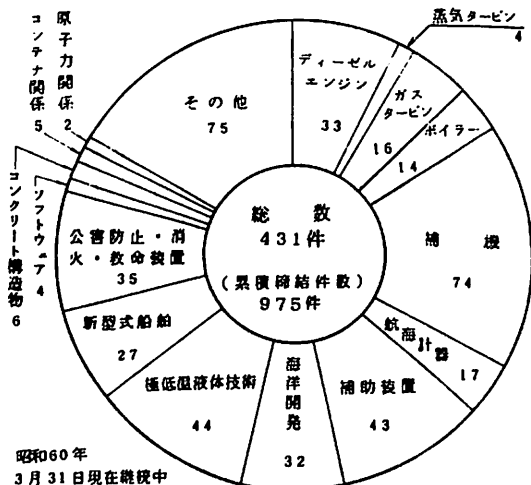


図2 船舶関係技術導入契約締結件数

の後我が国経済の急速な発展や、貿易拡大のための自由化促進を基調とする国際経済の動き等を反映し、外国から導入する技術の契約は、その運用が次第に柔軟なものとされてきた。昭和54年の外資法、外為法の改正以来、基本的な考え方は「原則禁止」から「原則自由」（手続きとして事前届出制）へと転換され、現在では、支払対価が1億円を超える指定技術を除き、届出がなされた時点から取引が可能とされている。

事前の届出は、大蔵大臣と、その事業を所管する大臣とに対してなされ、船舶関係技術については、造船業を所管する運輸大臣に届出書が提出される。事務を担当している当課では、届出書の受理の他、対価の支払額等に関する年度毎の調査を実施しており、船舶行政の業務上の参考に資するものとして活用している。このほど、昭和59年度分の調査結果（図2参照）がまとまったので、その概要を紹介する。

昭和59年度末現在までに締結された契約件数は975件であり、そのうち431件が現在継続中である。昭和59年度の締結件数41件のうち、「その他」を除いて最も多いのは「補機」（8件）で、「海洋開発関係」（4件）「ディーゼルエンジン」（3件）等が続いている。対価の支払い実績では、59年度船用分の支払額は約77億円、そのうちディーゼルエンジンが約43億となっている。

#### (2) 造船技術開発動向調査

本調査は、造船業における技術開発動向を把握するために、造船大手7社を対象としているもので、調査項目は、生産高、研究費、従業員数、研究者数等である。図3は、造船関係（造船・造機、海洋開発機器）R&D比率と他産業のR&D比率の比較を示したものである。

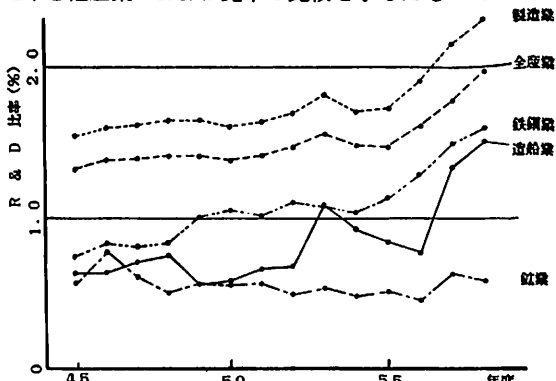


図3 船舶関係と他産業のR&D比率の比較  
 注) 1) 資料：造船業「造船技術開発動向調査」(運輸省海上技術安全局)  
 他産業「科学技術研究調査報告」(総務庁統計局)  
 2) R&D比率 = 研究費 / 生産高 (造船業)  
 研究費 / 売上高 (他産業)

図3 船舶関係と他産業のR&D比率の比較

## 8 | SOLAS 危険物運送船適合証をコンテナ船に発給, その他

財日本海事協会研修・広報部では、「NK News」を発行している(現在41号)。規則改正の動向や認定・検査要領の改正など、造船・海運・関連業界等の適宜に知っておかなくてはならない技術情報であるので、同会の了解を得てそのつど一部を紹介することとする。 編集部

### 81 SOLAS 危険物運送船適合証をコンテナ船に発給

本会は、このほど波止浜造船株式会社津本部工場で建造されたパナマ国籍の1810TEU積コンテナ船“OASIS ALTAIR”(36,124総トン)に対し、昨年11月25日付けで、最初の危険物運送適合証を発給した。

これは、周知のように、1984年9月1日に発効した1974年海上人命安全条約の1981年改正(通称81 SOLAS)によって、ケミカルタンカーやガスクャリアーのような、液体危険物を専門に運ぶ船を除き、一般の貨物船が、火薬や毒物等の危険物を運送する場合、条約の第七章「危険物の運送」で要求されている事項のほかに、新たに第Ⅱ-2章に加えられた第54規則「危険物を運送する船舶の特別要件」も満足しなければならないこと、そして、この特別要件に適合している船舶に対し、船籍国の主管庁から発給されることになっている適合証を、本会がパナマ、リベリア、バハマ等の各国政府から承認を得て、それらの政府に代って発給することができることに基づいて行われたものである。

上記の特別要件では、危険物を第1類「火薬」をはじめとして、第2類「ガス(圧縮ガス、液化ガス及び高压溶解ガス)」、第3類「引火性液体」、第4類「可燃性固体」等13の種別に分類し、船舶がこれらを積載する場合には、船舶の種類、積載方法に応じて、通風、火災探知、消火設備等定められた特別要件を満たすことを求めている。従来、個々の危険物の運送基準として、IMOによりInternational Maritime Dangerous Goods Code(IMDGコード)が勧告として策定されており、各国では、前記の第七章の補足としてこれを探り入れているが、今回の81 SOLASの発効によって、防火等に関する設備の規制が一段と強化されたものといえる。

本船は、コンテナ冷却のために散水ノズルを、ハッチカバー裏に設けたり、船倉を、1時間当たり6回換気できる能力を有する通風装置を備えるなど、特別要件のすべてを満足している。

### 日本籍NK船級船の消防設備、 焼却設備等の検査について

承知のとおり、行政事務の簡素化合理化を目的として、昨年12月24日、「許可、認可等民間活動に係る規制の整理及び合理化に関する法律」並びに関係政令・省令が公布されたが、このうち船舶関係では、船舶安全法及び同施行規則等の一部が改正され、本会の行う検査について、いわゆる「みなし」の範囲が拡大された。

これによって、同日以降、船級検査の一部として次の設備等について本会の検査を受け、これに合格したものは、国の行う検査にも合格したものとみなされることになった。

- 消防設備(イナートガス装置を含む)
- 脱出設備    ○焼却設備    ○火災制御図
- タンカーの損傷時の復原性

なお、改正法令の経過措置として、消防設備及び火災制御図に関する検査については、法令の施行日以降最初に行う本会のこれらの検査を受けるまでの間は、国によって行われるので注意のこと。

### NK船級船の動き

NK船級船舶腹量は、昨年12月末現在で6,200隻、6,944万総トンに達した。

このうち、非日本籍船は4,170隻、約3,411万総トンで、隻数は全船級船の67.3%を占め、国籍は63か国に及んでいる。

NK船級船の国籍別構成(昭和60年12月末現在)

国名	隻数	総トン数
日本	2,030	35,324,417
パナマ	1,753	16,845,499
リベリア	245	6,550,770
フィリピン	224	2,369,534
シンガポール	795	1,857,032
中国	128	1,408,212
キプロス	99	1,089,322
韓国	58	858,892
その他56か国	868	3,137,649
計	6,200	69,441,327

&lt;第53回&gt;

## 第31回無線通信小委員会の報告

運輸省 海上技術安全局

標記会合は、1986年4月14日から4月18日まで（特別作業部会は4月7日から4月11日まで）ロンドンのIMO本部で開催された。

今回は、この第31回無線通信小委員会の概要を報告する。

## 1. FGMDSS の搭載要件および段階的導入

## (1) 移行期間中の通信手段の確保

FGMDSS 開始後、すべての条約船に完全実施するまでの移行期間中、新船と現存船等との間の通信を確保するため、新船に追加の装置を備え付けることを要求する米提案については、各国の支持を得、当該装置が新たに搭載要件案に加えられた。

また我が国より、移行期間終了直前の船舶に対してまで本要件を求めることは不合理である旨指摘したところノートされ、次回作業部会で更に検討されることとなった。

## (2) 小型船（総トン数300トン以上1600トン未満）の搭載要件

小型船については、経済的負担が相対的に大きいことを理由に、原則として各設備の導入時期を遅らせること、および性能基準の緩和を図ることにより負担の軽減を行うことが合意された。各設備に関し合意された主な事項は次のとおりである。

## (i) 衛星系 EPIRB

① 本装置のフロートフリー機能に関しては、装置そのものがフロートフリーでなくとも、膨張式救命いかだの内部に組み込むことによって沈船時等の当該機能を満足させることが認められるよう搭載要件案が修正された。また、この装置は大型船にも認められることとなった。

② 本装置のブリッジからの手動作動要件については、遠隔作動が可能であるか又はブリッジに近接した場所に積み付けるかのいずれでもよいことが合意され、その旨搭載要件案に明示された。

③ 本装置をブリッジから手動作動できない場合の代替措置については、衛星系の設備に限定すべきでないとの我が国提案の合理性が各国に強く支持され、その結果、搭載要件案に第2のアレーティング設備として各海域ご

とに必要な設備が規定されることとなった。

## (ii) インマルサット標準C型船舶地球局

本装置は、従来の標準A型船舶地球局に加えて、A3海域での主設備として認められることとなった。さらに、大型船に対しこの措置を認めることについては、我が国、西独および仏が反対したものの、アメリカ、ノルウェー、ギリシャ、イギリス、ソ連、中国等、多数の国が賛成し、そのように決定された。

## (iii) DSC設備

VHFおよびMFのDSC設備については、スペインの提案により1982年を建造時期の区分として、2段階で導入することとなった。また、本設備について当該設備の導入時期が近づいた時点で、その搭載要件を再度見直すべきであるとの米提案については、基本的に合意され、FGMDSSに関する改正採択時に決議を行い当該措置を手当てすることとなった。

## (iv) NBDP設備

HFのNBDP設備は、小型船に対しても必要であるとされたが、その段階的導入および搭載要件の見直しについては、前述のDSC設備と同じ方法で行われることとなった。

## (3) 移行計画

FGMDSSの移行期間を1年長くして7年に延長するとのアルゼンチン提案については、各国の意見が分かれ、WG（ワーキング・グループ）に諮られたが、最終的には、開始日1991年8月、完全実施日1997年とすることで合意された。

## 2. 新第IV章のフォーマット

特別作業部会（運用）の検討結果を審議した。第5規則（締約国政府の義務）については、一部を総会決議とする案と全部を第5規則に含める案とを並記し、次回締約国政府の義務についてどこまで拘束できるかを含めて検討することとなった。

## 3. FGMDSSのための海岸局設備の準備

全世界的な海上避難安全システムに対する海岸局の設備に関する勧告を暫定案として起草し、加盟国に対し、



次回合会に向け意見と提案の提出が求められることとなった。

#### 4. その他の FGMDSS 搭載要件関連事項

##### (1) 非条約船のためのガイドライン

小委員会は、ドラフティング・グループが作成したガイドライン案（強制要件ではなく、非条約船が効果的に FGMDSS に参加するための指針を示すもの）を原則的に承認し、次回これについて最終審議を行うこととした。

##### (2) インマルサット EGC システム

本件に関し、①コーディネーション、②コスト、③トライアルの評価、④HFシステムによる可能性の4点について、小委員会は、①②③をインマルサットで④を特別作業部会（技術）で検討するように指示した。

さらに小委員会は、トライアルの結果およびコスト評価に基づいて最終決定するものとするが、原則として EGC 受信機能を搭載要件とすることを方向づけた。

#### 5. 性能基準および試験基準

##### (1) FGMDSS 設備の性能基準

VHF、MF、MF/HF 無線設備および生存艇用レーダートランスポンダーの性能基準案は承認され、第53回 MSC へ送られることとなった。406 MHz 衛星系 EPIRB の性能基準案は、本文中から「COSPAS / SAR SAT 仕様と合致」との表現を削除し、さらに主管庁の

裁量によってリモート起動の備えが出来るよう修正し、承認され、第53回 MSC へ送られることとなった。

また、VHF EPIRB (ch 70) 及び生存艇用持運び式無線電話 (ch 16) の性能基準案は次回継続審議されることとなった。なお、フロートフリー衛星系 EPIRB、フロートフリー VHF EPIRB、レーダートランスポンダー、生存艇用持運び式無線電話には共通の温度範囲（作動 -20°C ~ +55°C、保存 -30°C ~ +65°C）を適用することとした。

##### (2) 無線救命設備の試験基準

前週に行われた特別作業部会における「試験基準の作成は必要である」との決定に対し、我が国より、本会議において、SOLAS 条約第2次改正第三章の規定を実施するためには試験基準の作成が必要であり、このためドラフティング・グループを構成して作業を行うよう提案したが、ギリシャ、ブラジル等はこれを支持したものの、アメリカ、イギリス、ソ連等は、詳細な試験基準は不要であるとして、これに反対した。

結局、特別作業部会の決定に従うか、またはドラフティング・グループを構成して作業を始めるかについて決を採り、特別作業部会の決定を追認する結果となった。なお、本小委員会は IMO が無線救命設備の詳細な試験基準を作成しない以上各主管庁は独自にこれを定めることができるとの我が国の見解に同意した。

#### ●新刊紹介

### 『豪華客船インテリア画集』

加藤知夫・中西 久 監修  
三菱重工業(株)船舶技術部編



B4判 総170頁 上製クロス装 定価32,000円

日本は豊かになったと巷間で言われ信じられているが、1隻の豪華な本格的な客船を1隻も持っていないことは、何を語るであろうか。アメリカ、イギリス、フランス、イタリア、北欧、ソ連等は現在も客船を持ち日本の港に就航・停泊している。その時に迎える人々の歓喜は何を望んでいるのであろうか。それのみか、乗船し本物の豪華さを味わう人々の夢は何であらうか。

こんな思いを抱かせるのは、かつて豪華客船を建造・運航し、かつ所有していた時を、日本も持っていたことを知らせる画集が出版されたからである。

本画集のカラースキーム（室内完成予想着色透視図）によってみられるように、船内装飾の美しさには驚くものがある。浅間丸をはじめとする戦前の豪華客船は、氷川丸を唯一の例外として、すべて第二次世界大戦で徴用され、無情な戦火を浴びて海底へ姿を消した。これらの客船の素晴らしさ、華麗さは、語りつかれ、いまでは伝説となっている。

本画集によって、伝説の船がその姿を再び現わし、伝説が誇張でなかったことを知ることができる。また建築デザインの歴史に欠かせぬ貴重な研究資料として、現在、造船の船内装飾設計者のみならず、建築デザイナーやインテリアデザイナーにも、いま注目を浴びているアール・ヌーボーの生きた見本としても活用されることを望むものである。

発行元：アテネ書房 電話 03 (816) 3871

〒113 東京都文京区本郷 1-1-1

# 昭和61年度(4月分)新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分	月～ 月分				4 月 分			
	隻	G. T.	D. W.	契約船価	隻	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船				3	71,000	121,900	17,650 千円
	油槽船				0	0	0	
	その他				2	33,400	13,400	
	小計				5	104,400	135,300	
輸出船	貨物船				5	110,490	113,295	14,681 千円
	油槽船				1	4,400	6,600	
	その他				0	0	0	
	小計				6	114,890	119,895	
合 計					11	219,290	255,195	32,331 千円

### ●編集後記●

□運輸省海上技術安全局が4月30日、「船舶技術情報」(No.2)を発行した。内容は「明日への糧」「技術開発」など6項目となっている。同局の土井技術課長は「明日への糧」の中で、造船技術は現在でも国内産業のトップレベルにあるとし、この造船技術を支えているのが大手をはじめ造船企業の造船技術者で、この優秀な技術集団を明日の糧のためにフルに活用することが、造船業界はもちろん、技術立国を目指すわが国産業界全体にとっても重要な課題であるとしている。また、21世紀へ向けて、わが国造船業が引き続き世界の造船界をリードしていくために、伝統と蓄積のある技術力を駆使し他国よりも一歩も二歩も先を行く技術面の優位性を持つ努力を継続的に推進する必要を述べている。さらに、貿易立国を国是とする我が国において、大量輸送手段としての船舶を供給する造船業の使命と高度な技術力を展開する造船業の魅力は、決して失われることなく、関係者の努力が報われる技術優位の時代が必ずやってくることを確信していると語っている。本号には、他2点を紹介した。

□東京サミットも無事終了した。この政治ショーには連日動員された警官は3万人、170億円の金がかかったとのこと。国際テロ支援国家としてリビアを非難し、十指にのぼる対抗措置を決めた。石油危機後、積み上げてきたアラブとの関係から、日本はリビアを名指しで非難しなくなかった。しかし、米英、特に鉄の女、サッチャー首相に仏、伊首脳が押し切られると、議長国日本は、ひとたまりもなかった。

□今年の黄金週間中、4連休以上は、主な企業の3分の1程度、3連休以上は9割を越えたとのこと。今年は、4日が日曜に当たるからだ。来年も4日が振り替へ休日だし、再来年以降4日が休みと決まったので、勤労者に3連休は確保された。われら日本人は年間、米国人より36日、西ドイツ人より2ヶ月余、余分に働く(昭和58年労働時間国際比較)状況はやや改まってきたとはいえ比較にならない。

□船の科学第2回技術セミナー6月17日・18日の参加者まだ余裕あります。駆け込み参加の方、奮ってどうぞ。

☆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。

予約金 { 6カ月分 6,900円 (送料共)  
1ヶ年分 13,200円 }

運輸省海上技術安全局監修  
造船海運総合技術雑誌 船の科学

昭和61年6月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }  
昭和61年6月10日発行 { 第3種郵便物認可 }

© 禁転載 第39巻 第6号 (No.452)  
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(マリビル)  
振替口座 東京 3-70438 電話 03(552)8798

定価 1,200円 (〒55円)  
発行人 天田尚孝  
編集委員長 田宮真  
印刷所 大洋印刷産業株式会社

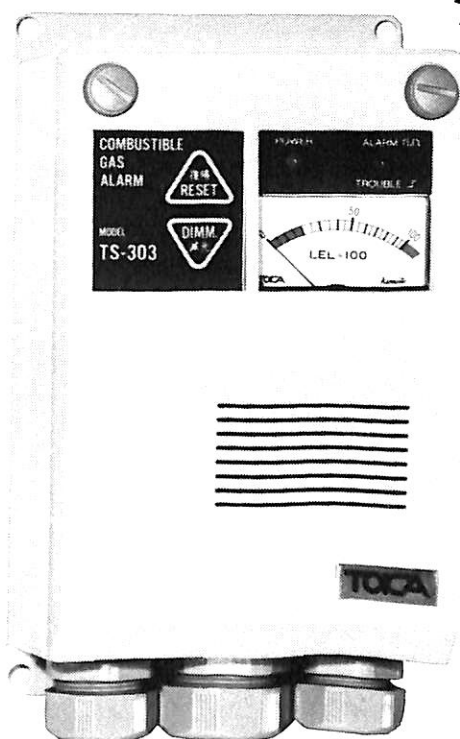
# 船舶用可燃性ガス警報器

## TS-303型

労働省産業安全技術協会検定合格  
日本海事協会形式試験合格  
水産電子協会型式試験合格

新製品

各種  
検定  
船級  
対応



内航LPG船から  
VLCCまで、各  
種危険物運搬船  
の安全管理に最  
適です。

### 特 徴

- 完璧な耐蝕性
- 向上した耐アーク・絶縁性
- 超軽量(本体わずか800g)
- ライトタッチの操作ボタン
- 豊富なオプション機能



拡散式検知部DZF-3

**TOICA** 株式会社 **東科精機**

川崎市中原区新丸子町756  
〒211 ☎044(733)3381(代)

 三菱重工

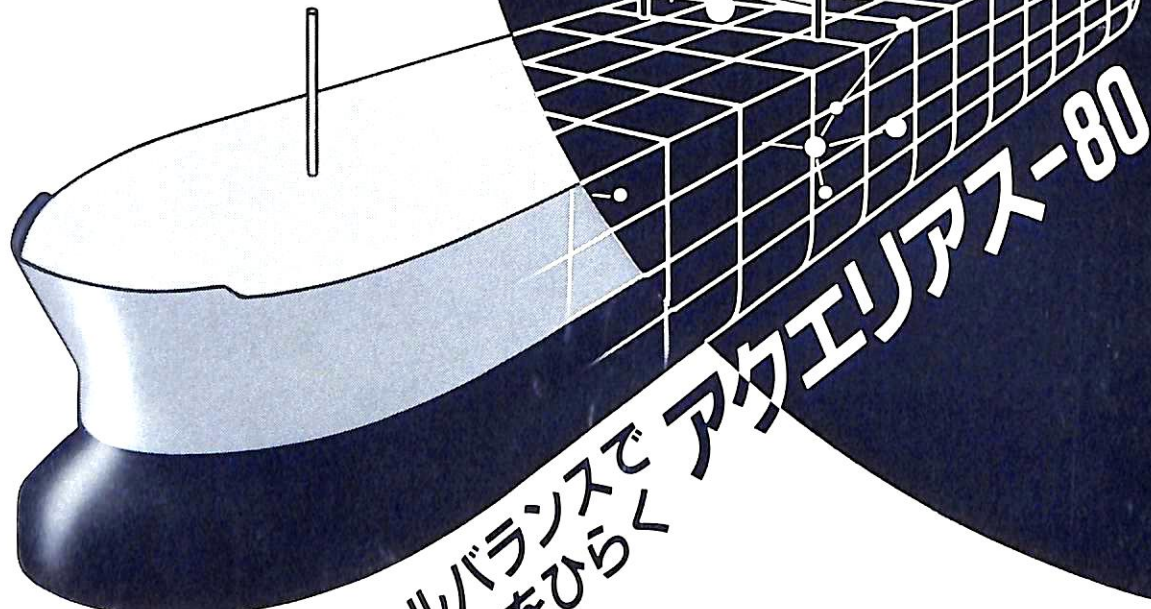
MITSUBISHI STANDARD  
**AQUARIUS-80**  
 80,000DWT TANKER

★超低燃費

**26.6** t/D(満載14kt)

★12.19m吃水にて

**81,000** DWT  
 (荷油比重0.76)



経済性とトータルバランスで  
 タンカー新時代をひらく **アケリアス-80**

全長	237.6m
幅(型)	41.00m
深さ(型)	19.50m
計画満載吃水(型)	12.19m
構造吃水(型)	13.60m
載貨重量	81,000トン
計画満載吃水	12.19m
構造吃水	13.60m
主機	三菱-スルザ 4RTA84M 最大 12,550PS×72rpm
航海速度	14.7ノット

お問合せは  
 三菱重工業株式会社

本社 船舶鉄構事業本部

東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎東京(03)212-3111 ファクシミリ(03)201-6037

昭和六十一年六月十五日印刷  
 昭和六十三年十一月三日発行  
 第三種郵便物認可

船の科学

定価 一三〇〇円

東京都中央区新川一丁目三番七号  
 (株)船舶技術協会  
 電話 東京(552)八七九八番