

# 船の科学 10

VOL.37 NO. 10



 **日立造船株式会社**

Amstel Tanker Management B. V. 向け  
重量物運搬船 “HAPPY BUCCANEER”  
載貨重量 13,740t      ヘビーデリック 550T×2  
主機ディーゼル 5,140PS×2      速力試運転最大 16.4kn  
日立造船・広島工場建造

# 356 SUNNY DAYS!!

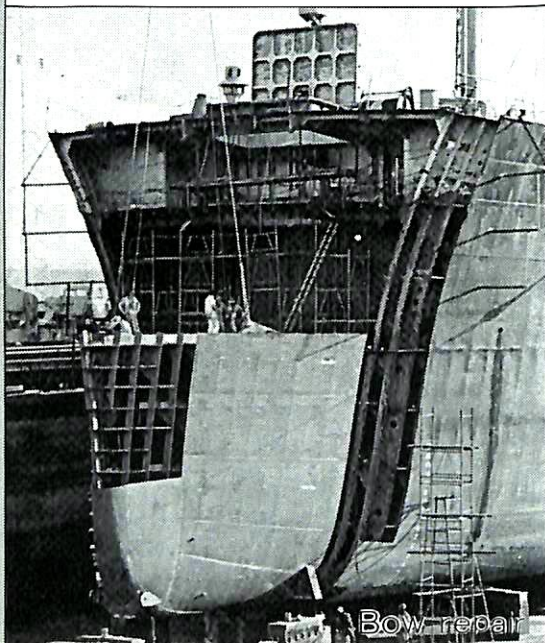
修繕と改造はカリブ海“キュラソー”で…  
降雨量は年間わずか400ミリ。

## 設 備

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



“Antilia” graving dock 150,000dwt



Bow repair

## 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



**CURACAO DRYDOCK  
COMPANY INC.**

Curaçao NETHERLANDS ANTILLES



総代理店

**オールランドコンパニー 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”



# 省エネ冷却技術が トータルで生きる 空調システム



10,000トン カーフェリー “高千穂丸”、“美々津丸”

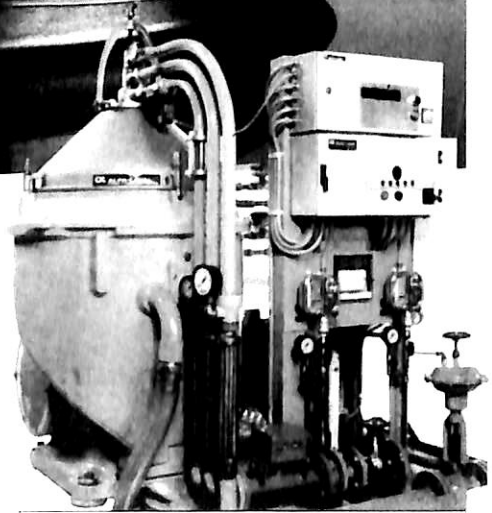
## 株式会社 前川製作所

本社 東京都江東区牡丹2-13-1 ☎(03)642-8181 ●支社 大阪市北区南扇町7-20宝山ビル ☎(06)312-9271 ●札幌・釧路  
八戸・弘前・気仙沼・石巻・塩釜・仙台・いわき・長野・守谷・銚子・三崎・清水・焼津・名古屋・富山・境港・広  
島・下関・高松・松山・福岡・長崎・宮崎・鹿児島・ブリュッセル・バンクーバー・ロサンゼルス・メキシコシティ  
・カラカス・ボゴタ・リマ・サンパウロ・サンチアゴ・ブエノスアイレス・ヨハネスブルグ・ソウル・タカオ・シン  
ガポール・ジャカルタ

# 高比重燃料油でお困りですか？

長年遠心分離機の比重板は船舶業界にたずさわるエンジニアにとって、悩みの種でした。燃料油の比重が変わるたびに比重板を交換しなければならず、また比重991kg/m<sup>3</sup>の燃料油に対してはうまく封水を保つことができませんでした。しかし、ついにアルファ・ラバルは全く新しいアプローチにより高比重油問題を解決しました。比重板のな

いALCAPシステムがそれです。高性能ウォータトランスデューサ及びマイクロプロセッサの働きにより清浄油は絶え間なくモニターされ、最適な分離状態が維持されるため、ALCAPは比重1010kg/m<sup>3</sup>までの油をみごとにクリーニングします。ALCAP-それは、まさに高比重燃料油対策の決め手なのです。



**ALFA-LAVAL**  
NAGASE-ALFA K.K.  
長瀬アルファ株式会社

営業第2部

〒542 大阪市南区鶴谷西之町5(三栄ビル) ☎(06)281-1062  
〒103 東京都中央区日本橋本町1-12(日本ビル) ☎(03)279-5313

信頼と技術をモットーとする  
アルファ・ラバルサービス株式会社

営業第2部

〒253 01 神奈川県高津郡川町一之宮318 ☎(046)7175-3377  
〒542 大阪市南区鶴谷西之町6番地 ☎(06)252-8521

## ALCAP

高比重燃料油処理システム

高比重燃料油問題に対する手間のかからない解決法です

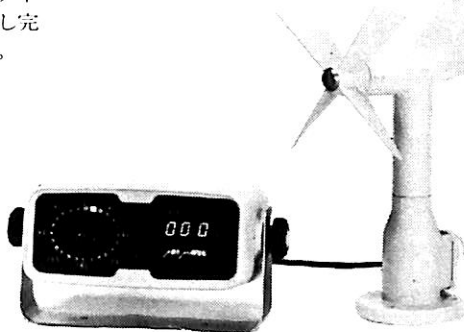


# 先端技術が航海の安全を守る—タマヤの航海計器

## 風を征服—コンパクト設計、超軽量構造のTAMAYAミニマリン

ミニマリンは、小型船舶に艀装する目的で開発された本格的な小型風向風速計です。従来の風向風速計は、小型船舶には大きすぎたり、価格が高すぎるなどの問題がありました。本器は、風向風速計の専門スタッフが高度のエレクトロニクス、エンジニアリングプラスチック技術を駆使し完成した、小型船舶の要求する仕様を備えた新製品です。

- 小型船舶に最適な小型・軽量（発信器はわずか0.8kg）
- 経済的な価格設定 ■ 優れた性能と耐久・耐候性（広い測定範囲：2~70m/s、360°全方位、耐風速：80m/s以上 ■ バッテリー使用を考慮した省電力設計（300mA AC100V 50/60HzとDC24V兼用電源） ■ 正確で速い応答特性（発信器—指示器間100mまで遠隔可能） ■ 見やすいLEDによるデジタル指示器（明るさを無段階に調節できるディマー付）指示器は壁掛・卓上用兼用タイプ



## 簡単に、迅速に、正確に、航海を計算して記録する。TAMAYA航法計算機NC-88

世界中のナビゲーターに認められたタマヤの航法計算機NCシリーズに、いま新たにプリンター付NC-88が誕生しました。貴重なデータを残すプリンター機構、プログラミングされた2100年までの天測暦内蔵、そしてわかりやすい“対話式”の入出力など、世界のTAMAYAの技術から生まれた新製品です。



- 一切プログラミングの必要がない航法計算専用LSI内蔵
- データの正誤チェックが可能 ■ 位置の線（LOP）が簡単に算出 ■ LOP/FIXモードは船位計算するだけでなく方位角と修正差を途中表示 ■ 太陽、月、金星、木星、土星、と63個の航海用恒星の天測暦データを0.2以内の精度で算出
- ALM/AcZモードによるわかりやすい索星機能 ■ 最新の測定結果（WGS-72）による離心率を適用 ■ 大圏航路および集成大圏航路計画を迅速に計算 ■ 便利な時間弧度変換キー ■ m/ft切換キー付 ■ ユーザー専用メモリーと内部出力メモリー付 ■ ゼロサプレス、LCD表示 ■ 充電池ACアダプター付 ■ クロス内張りの木製収納ケース入り ■ 詳しい天文航法テキストブック付

●カタログ・資料請求は、当社までハガキか電話にてご連絡ください。



TAMAYA

タマヤテクニクス株式会社

東京都大田区池上2-14-7 ☎03-752-3211(代)

主機の大幅な回転変動にも追従できる!!

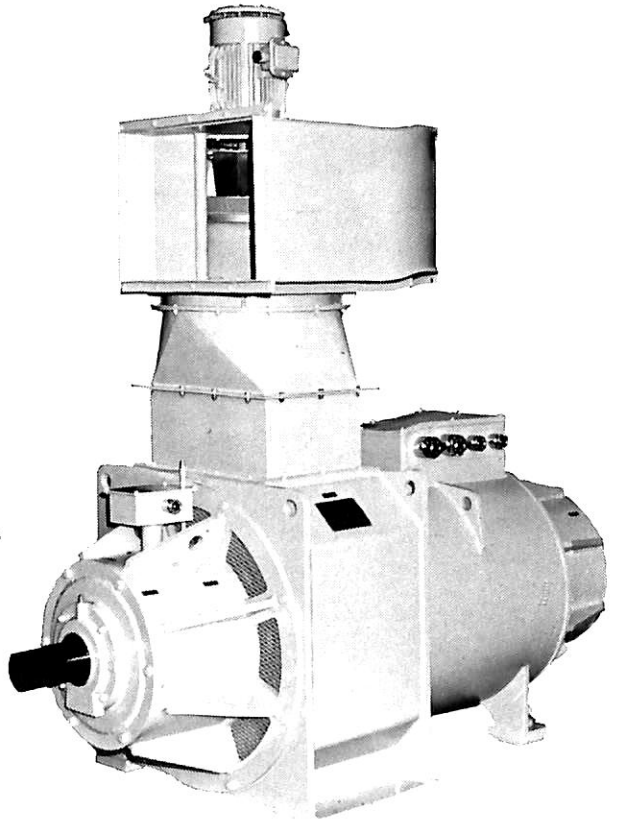
# 三信定速発電装置

—CG形《主機駆動三相交流発電機》—

■7.5KVA~250KVAまで各種豊富

## 運輸省設計承認・予備検査受検品

- 主機の大幅な回転変動や負荷変動にも常に一定の電圧と周波数が得られます。
- 電気特性が優れており、また動力負荷の始動にも優れた特性を発揮します。
- 他の発電機への負荷移行の瞬時並行運転はもとより、並行運転用の調整器使用により常時並行運転も可能です。
- 無線障害防止用対策は万全です。
- 主機特性に合わせた効率のよい使用方法により省エネ効果がより発揮されます。
- ブラシレス構造ですから保守が容易でしかもベアリング寿命対策も考慮してあります。
- 小形、軽量で設置しやすく、取付けスペースも節減できます。
- 各種絶縁対策も万全で、過酷な条件下でも長期の使用に耐えられます。
- 冷却は空冷方式であり、水冷方式などに比べ安全で設備も低減できます。



**三信船舶電具株式会社**  
日本工業規格表示許可工場  
**三信電具製造株式会社**

■本社 / 東京都千代田区内神田1-16-8  
☎電話 (03) 295-1831 (大代)

■営業所

- 福岡(092) 771-1237代 ●室蘭(0143) 22-1618代
- 函館(0138) 43-1411代 ●高松(0878) 21-4969代
- 石巻(0225) 93-2115代 ●大阪(06) 261-6613代

# GM DETROIT DIESEL

◆◆◆ THE STANDARD OF THE INDUSTRY

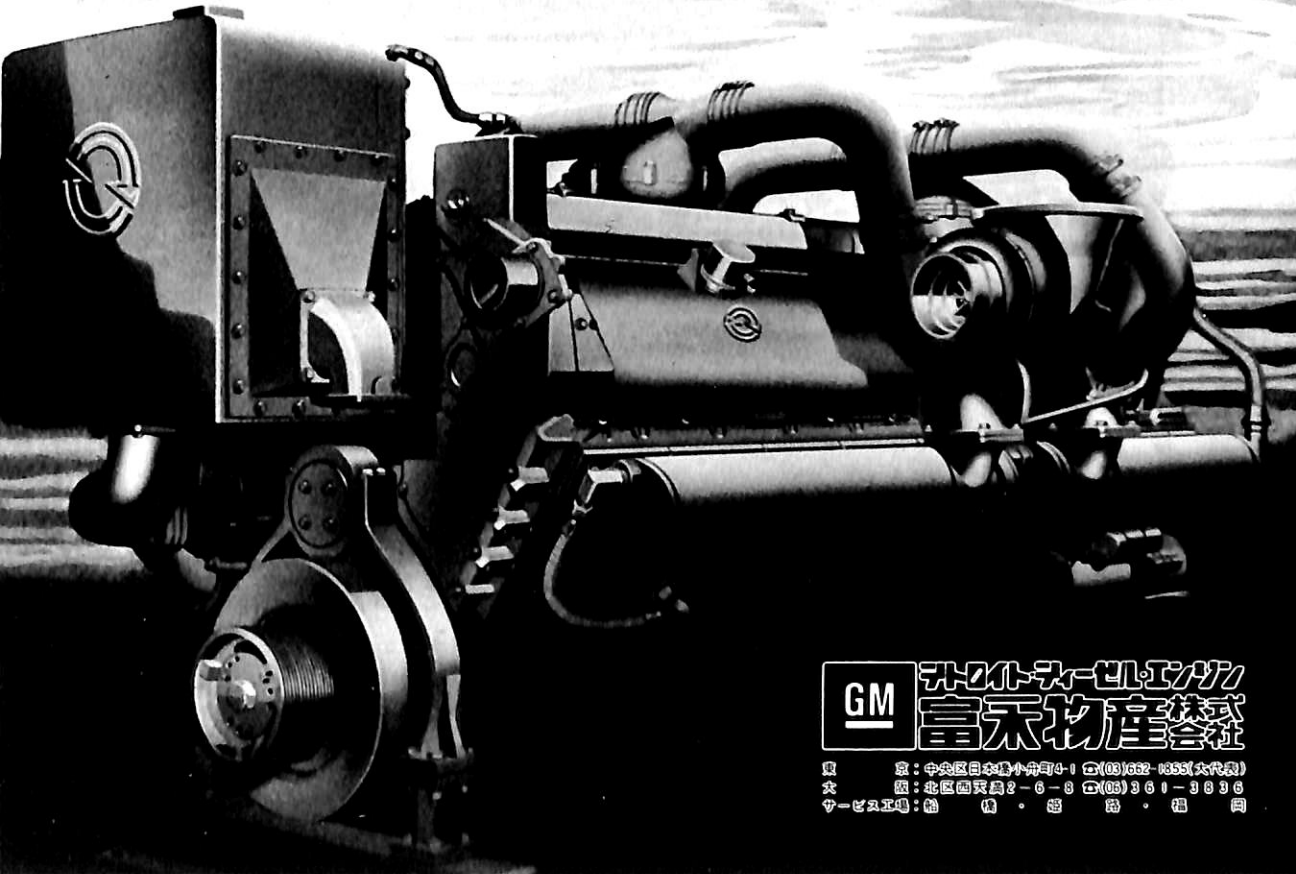


## The Detroit Diesels

Two CYCLE・高速回転の高出力・軽量・コンパクト デザインに更に先進技術の粋を結晶。  
GMデトロイトディーゼルのHigh Performance-High Efficiency エンジンはディーゼル  
メーカーのリーダー、GMのニューテクノロジー、革新的な設計思想を広範囲に導入 ....高性能  
能・省燃費エンジンのニーズに対応したニュースタンダードの誕生です。

## BIG POWER PLUS

- 安定して長時間、高出力運転が出来ます。
- ユニットインジェクター燃料システム、高効率ターボ、エアーステムなど燃焼効率向上に依る燃費節減の技術が生かされています。
- あらゆる使用条件や環境で余裕をもって使用出来るヘビーデューティ構造設計になっています。
- 耐久性に優れ、取扱いも簡単で保守は容易です。



GM **デトロイトディーゼルエンジン**  
**富永物産株式会社**

東京：中央区日本橋小舟町4-1 ☎(03)632-1353(本代理店)  
大阪：北区西天満2-6-8 ☎(06)361-3836  
サービス場：船橋・沼津・相模



実績、経験を誇る日防の電気防蝕！

**Capac**<sup>®</sup> エンゲルハード=日防

自動制御式外部電源電気防蝕装置

本装置は、エンゲルハード社の製品です。  
過去12年間に30,000台が船舶に取り付け  
られております。

防蝕用Al入りZn流電陽極

**ZINNODE**

PAT. NO 252748

**M.G.P.S.** 三菱=日防

海洋生物付着防止装置

船舶の海水配管を海洋微生物や貝類の付  
着から守るため、海水の電気分解法によ  
る本装置“M.G.P.S.”を完成しました。

防蝕用Al合金流電陽極

**ALANODE**

PAT. NO 254043



**日本防蝕工業株式会社**

調査=設計=施工

〒100 東京都千代田区丸の内一丁目6-4(交通公社ビル)

☎東京(03)211-5641(代) FAX(03)211-5649(GⅡ、Ⅲ)

☎大阪443-9271 ☎名古屋231-1698 ☎広島243-2720 ☎福岡431-8421 ☎長崎22-9185 ☎仙台25-0916

中川の総合防蝕エンジニアリングを！

**ALAP**<sup>®</sup> (アルミニウム陽極)

**NACC** (自動制御外部電源方式)

**ZAP**<sup>®</sup> (亜鉛陽極)

**CHLOROPAC** (海水電解式防汚装置)

**MAGNAP**<sup>®</sup> (マグネシウム陽極)

ジンキー # 10(無機質高濃度亜鉛塗料)

**PT電極** (不溶性白金チタン電極)

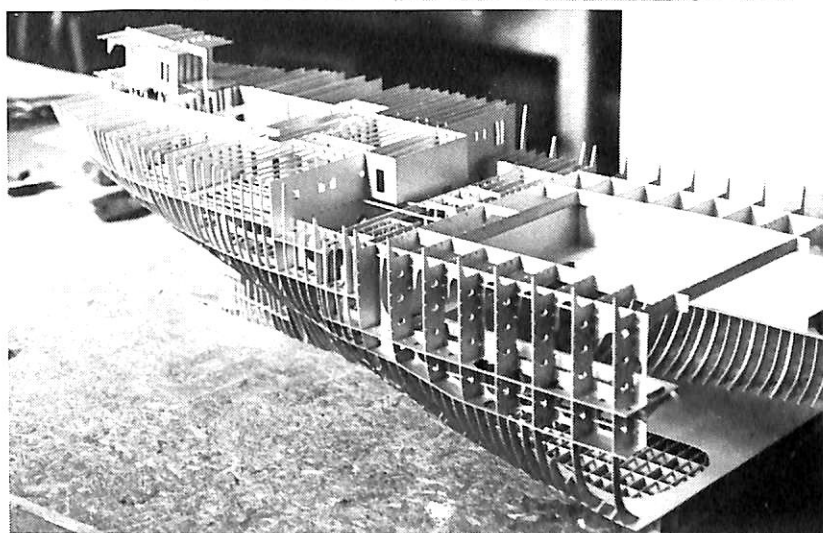
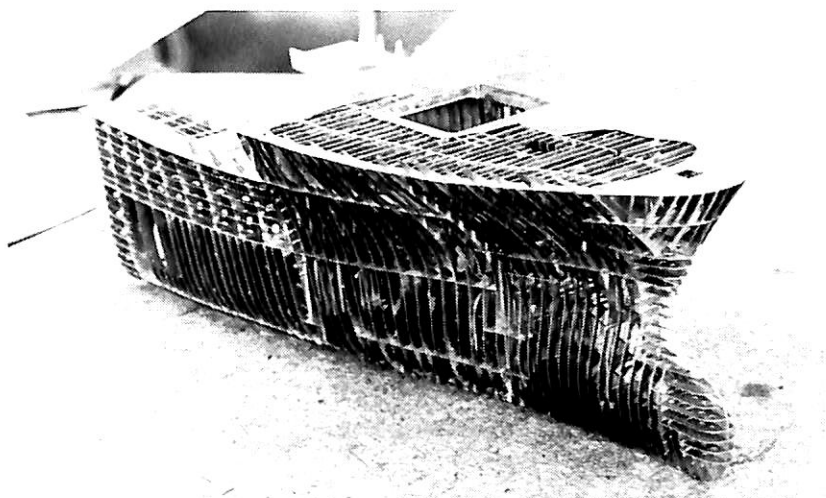
**NAFES** (電解鉄イオン供給装置)



**中川防蝕工業株式会社**

本社 (〒101) 東京都千代田区鍛冶町 2-2-2 ☎03 (252)3171

# 進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



“若波丸”船体構造模型 S=1/100

船主=日本郵船株式会社  
模型発注先=(財)横浜海洋科学博物館

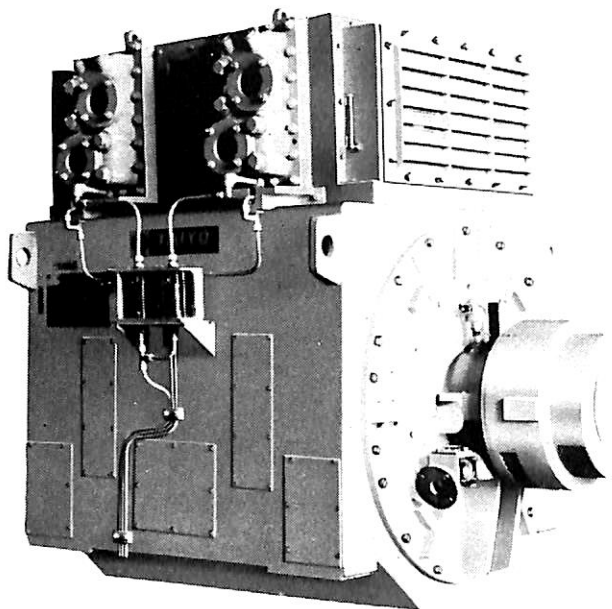
## 株式会社 不二美術模型

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

ながい経験と最新の技術



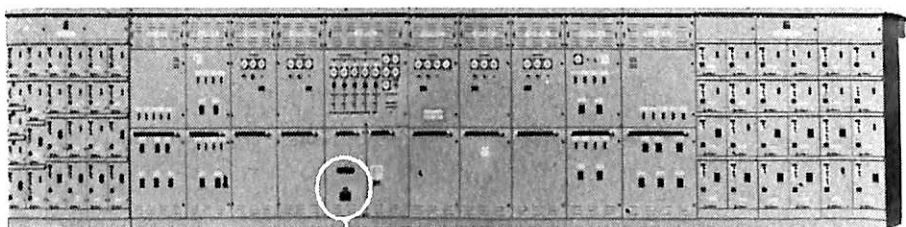
# 大洋の船舶用電気機器



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



## 目 次

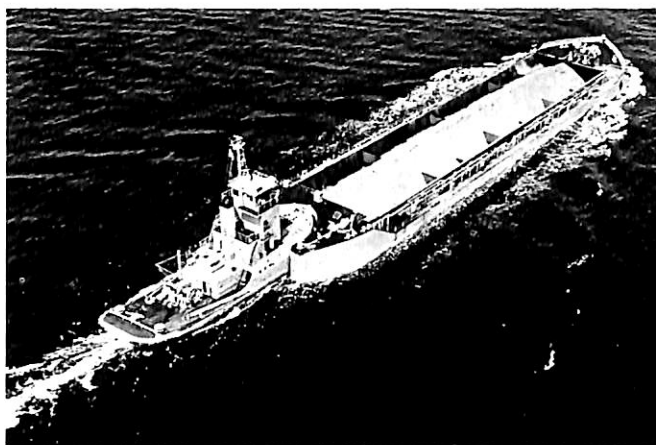
- 11 新造船写真集 (No. 432)
- 28 日本商船隊の懐古 No. 63 (綾戸山丸, 大武丸→琴平丸) .....山 田 早 苗
- 30 商船の映像 (13) ロサンゼルス港の白亜商船群  
(モンテレーとマロロ, アトランティスとタラマンカ).....野 間 恒
- 
- 33 9月のニュース解説.....米 田 博
- 36 IMO Type II 新測度499総トン型  
ケミカルタンカー "第七旭豊丸" .....寺 岡 造 船
- 43 USCGのケミカルタンカーに対する貨物の適合性及び  
オペレーションに関する新規定 (その1) .....編 集 部
- 
- 昭和59年度日本造船学会授賞論文紹介
- 52 Highly Skewed Propeller の研究 .....山 崎 正 三 郎
- 54 船体運動の統計的最適制御に関する研究.....大 津 皓 平
- 56 振動する繫留鎖の挙動と張力(I, II, III).....栖原寿郎・小寺山亘・肥山央・古賀洋治
- 58 型打鍛造クランク軸の疲れ限度および  
半組立形クランク軸の疲れ限度とその推定法.....福 井 義 典
- 
- 60 ●シリーズ・海洋開発産業時代への動き<第5回>  
海洋生物資源の利用と開発.....水産庁振興部
- 65 ●造船技術変遷史シリーズ  
船型試験をめぐる<その8>.....横 尾 幸 一
- 72 ●シリーズ・日本艦艇・商船の電気技術史  
第1章 艦艇の電気機装, 電気機器 <その1> .....山崎信次・伊藤武夫
- 
- 76 造船工学覚え書<10> .....川 上 益 男
- 80 冷凍運搬船<14> .....角張昭介・椎原裕美
- 84 続・液化ガスタンカー<10> .....恵 美 洋 彦
- 89 船舶電子航法ノート (90).....木 村 小 一  
番外編: 航海用レーダーの法規の改正とその解説<2>
- 
- 94 IMO コーナー (第34回)  
第36回危険物運送小委員会報告.....運輸省海上技術安全局

- 製品紹介・ホイール式高所作業車 "スカイボーイ" 多田野鉄工所
- お知らせ「国鉄連絡船写真展一川村修コレクション」を開催 横浜海洋科学博物館  
船の科学館にて「灯台展」を開催 日本海事科学振興財団
- 新刊紹介「1984年米国海運法の解説」(財)海事産業研究所編 成山堂書店

# “押船—舳船団に”アーティカップル

ピンジョイント式  
自動連結装置

ボタン操作による  
全自動方式



☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

## 大成設計工務株式会社

東京都千代田区岩本町1-6-7  
宮沢ビル703号 電話03(851)3837  
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



## 船舶艙装品研究所

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)



39次自動車運搬船 **おーろら えーす**  
 AURORA ACE

大阪商船三井船舶株式会社  
 新築船舶株式会社・松岡汽船株式会社

株式会社来島どっく大西工場建造(第2290番船)  
 全長 190.00m 垂線間長 178.00m  
 満載排水量 28,219t 総噸数 33,546T  
 Car. Cont. 搭載数 3,500台(ブルーバード型)  
 燃料消費量 35.2t/day 活水槽 408.48m<sup>3</sup>  
 (123rpm) (常用)10,965PS (117rpm) 85% M.C.O.  
 排エコー 強制循環式 1,400kg/h × 7kg/cmG × 1  
 無線装置 送(主)1.2kW × 1 受(主), (補)75W × 1  
 ロラン NNSS レーダー 速度(試運転最大)20.72kn  
 船型 多層甲板型 乗組員 30名  
 起工 58-12-16 進水 59-3-21  
 型幅 32.20m 型深 24.47m  
 40'コンテナ 200個搭載可能(甲板上) 純噸数 10,063T  
 主機械 三菱-Sulzer 7RTA58型(予)機関 × 1 燃料油槽 2,141.81m<sup>3</sup>  
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 乾機室丸型 出力(連続最大)12,900PS  
 発電機 937.5kVA (750kW) × AC 450V × 3 φ × 60Hz × 3 (原)1,100PS × 720rpm × 3  
 (補)全波各1 海事衛星装置 VHF 航海計器 テック  
 (満載航海)18.05kn 船舶電話 航路距離 19,900哩 船級・区域資格 NK 適洋  
 同型船 れいんぼう えーす。オートパイロットを適応制御方式にしている。





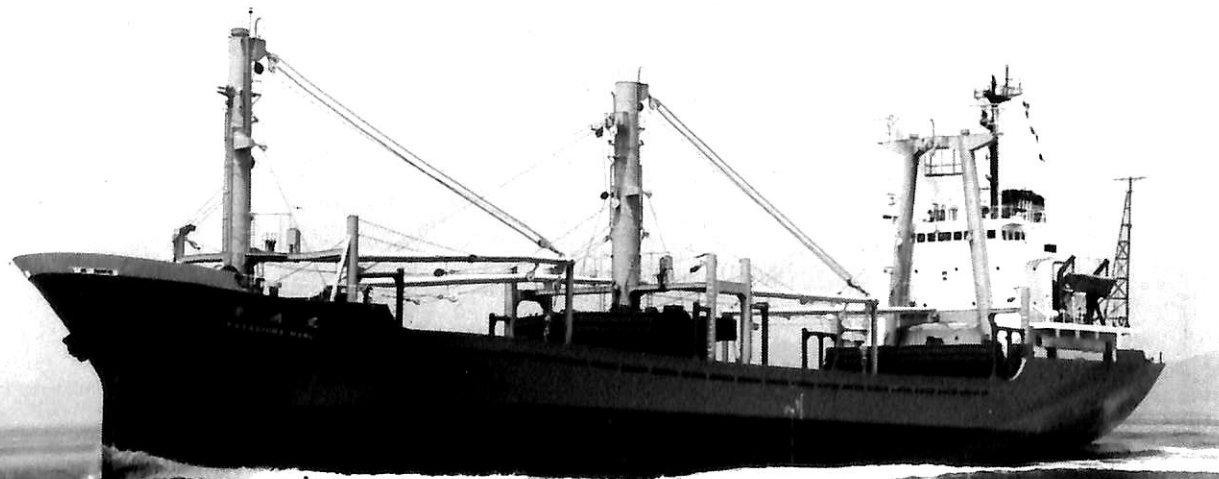
散積貨物船 雲 洋 丸 山九株式会社・萬野マリン株式会社  
UNYO MARU

東北造船株式会社建造(第203番船)	起工 58-12-19	進水 59-4-15	竣工 59-6-15
全長 176.00m 垂線間長 165.00m	型幅 28.20m	型深 15.60m	満載喫水 11.378m
満載排水量 42,738t	総噸数 20,986T	純噸数 13,216T	載貨重量 35,287t
貨物艙容積 (ベ) 40,484m <sup>3</sup> (グ) 47,173m <sup>3</sup>	艙口数 5	クレーン 25t×4	燃料油槽 2,297m <sup>3</sup>
燃料消費量 27.1t/day	清水槽 248m <sup>3</sup>	主機械 三菱-6UEC60HA型(デ)機関×1	出力 補汽缶
(連続最大) 10,200PS (140rpm) (常用) 8,670PS (133rpm)		プロペラ 4翼1軸	無線装置
AQ-5 6.5kg/cm <sup>2</sup> G×1,300kg/h×1	発電機 600kVA×450V×60Hz×3 (原) 750PS×720rpm×3		無線装置
送(主) 1kW×1 (補) 130W×1 受(主),(補) 全波各1	船舶電話 VHF	航海計器 ロラン オメガ NNSS	
レーダー	速力 (試運転最大) 16.187kn (満載航海) 13.90kn	航続距離 22,500浬	船級・区域資格
NK 遠洋	船型 凹甲板船尾機関型	乗組員 28名	同型船 豊裕

- 12 -

貨物船 萱 嶋 丸 船舶整備公団・志満屋海運株式会社  
KAYASHIMA MARU

宇部船渠株式会社建造(第182番船)	起工 59-1-20	進水 59-4-18	竣工 59-6-18
全長 106.10m 垂線間長 96.00m	型幅 17.20m	型深 8.50m	満載喫水 7.00m
満載排水量 8,840t	総噸数 4,287T	純噸数 2,535T	載貨重量 6,678t
貨物艙容積 (ベ) 8,373m <sup>3</sup> (グ) 8,860m <sup>3</sup>	艙口数 2	デリック 20t×2, 26t×2	
燃料油槽 435m <sup>3</sup>	燃料消費量 10.22t/day	清水槽 584m <sup>3</sup>	主機械 三井-楨田 6L35 MCE型
(デ)機関×1	出力 (連続最大) 3,510PS (200rpm) (常用) 3,160PS (193rpm)		プロペラ 4翼1軸
補汽缶 538kg/h×1, 排エコ 400kg/h×1	発電機 大洋電機 275kVA×2 (原) ヤンマー 360PS×1,200rpm×2		無線装置 送(主) 0.5kW×1 (補) 75W×1 受(主),(補) 各1
NNSS レーダー	速力 (試運転最大) 14.94kn (満載航海) 12.50kn	航続距離 12,500浬	船級・区域資格
NK 遠洋	船型 凹甲板船尾機関型	乗組員 21名	



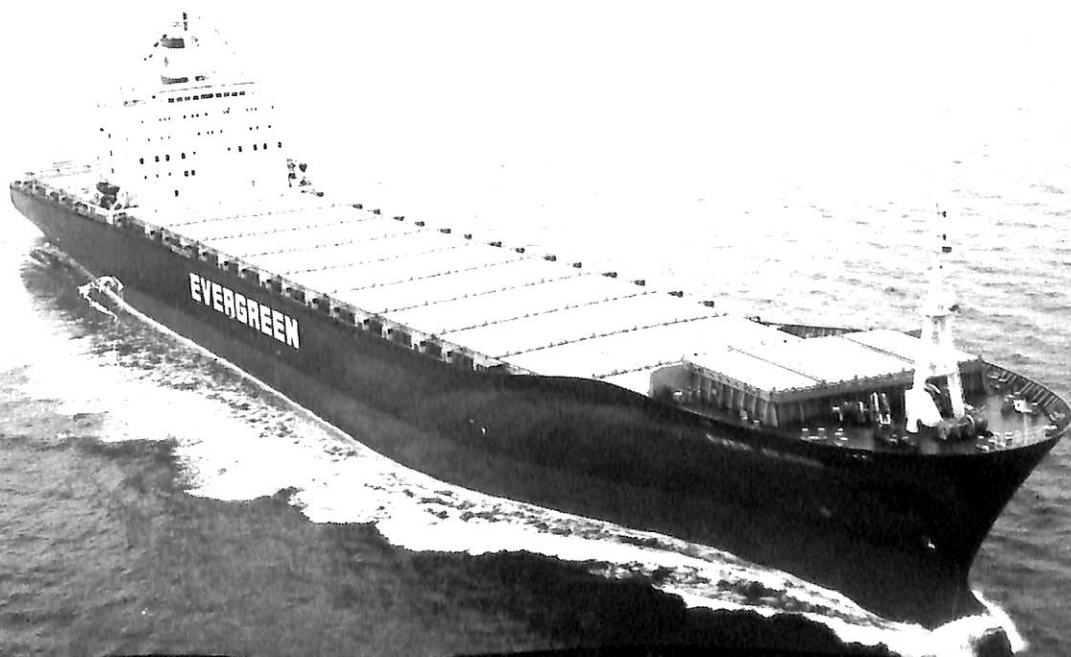


ノース マーチョネス  
輸出撒積貨物船 **NORTH MARCHIONESS**

船主 Polaris Transport Corp. (Greece)  
 日立造船株式会社有明工場建造(第4759番船) 起工 58-10-20 進水 59-1-20 竣工 59-4-26  
 全長 225.00m 垂線間長 215.00m 型幅 32.20m 型深 17.80m 満載喫水 12.434m  
 総噸数 35,978T 純噸数 21,797T 載貨重量 61,177t 貨物艙容積(グ) 82,925.9m<sup>3</sup>  
 艙口数 13 クレーン 5.0t traveling hoist 燃料油槽 2,371.1m<sup>3</sup> 燃料消費量 34.3t/day  
 清水槽 316.8m<sup>3</sup> 主機械 日立-B&W 7L60MC型(デ)機関×1 出力(連続最大) 14,560PS (111rpm)  
 (常用) 13,250PS (107.5rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 日立造船 堅型強制循環式油焚  
 1,800kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>G×1 発電機 Siemens 750kVA×AC450V×60Hz×720rpm×3 無線装置  
 送(主),(補) 1.2kW各1 受(主),(補) 10kHz~30MHz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 速度(試運転最大) 16.44kn (満載航海) 14.5kn 航続距離 23,500浬  
 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 37名 スターンバルブ装備

エバー グローブ  
輸出コンテナ船 **EVER GLOBE**

船主 Everglobe Line S.A. (Panama)  
 尾道造船株式会社建造(第311番船) 起工 58-9-6 進水 58-12-5 竣工 59-6-11  
 全長 230.82m 垂線間長 216.32m 型幅 32.2m 型深 18.65m 満載喫水 11.593m  
 満載排水量 57,482t 総噸数 37,042T 純噸数 15,421T 載貨重量 43,285t  
 艙口数 7 ダビットクレーン 3.5t×11~13m/min×2 Cont. 搭載数 2,390TEU (3段積) 2,728TEU (4段積)  
 燃料油槽 C 4,887.80m<sup>3</sup> 燃料消費量 71.3t/day 清水槽 382.4m<sup>3</sup> 主機械 IHI-Sulzer 6RLB90型  
 (デ)機関×1 出力(連続最大) 24,000PS (102rpm)(常用) 21,600PS (98.5rpm) プロペラ 4翼1軸  
 補汽缶 大阪ボイラ強制循環式 1.2t/h×7kg/cm<sup>2</sup>×1 発電機 西芝防滴ブラシレス AC700kW×450V×720rpm×3  
 (原)ヤンマー 1,100PS×720rpm×3 無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 75W×1 受(主),(補)各1 VHF  
 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大) 22.022kn (満載航海) 20.5kn  
 航続距離 29,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 25名 旅客 3名





ケップベイ  
**輸出撒積貨物船 KEPBAY**

船主 Kepmount Shipping (Private) Ltd. (Singapore)  
 三井造船株式会社千葉事業所建造(第1267番船) 起工 57-11-28 進水 58-9-17 竣工 59-4-19  
 全長 182.8m 垂線間長 174.0m 型幅 30.5m 型深 15.75m 満載喫水 11.019m  
 総噸数 21,426.23 T 純噸数 15,187.68 T 載貨重量 40,907 t 貨物艙容積(ベ) 48,866.8 m<sup>3</sup>  
 (ク) 49,970.4 m<sup>3</sup> 艙口数 5 クレーン 25t×4 燃料油槽 2,046.3 m<sup>3</sup> 燃料消費量 33.4 t/day  
 清水槽 378.2 m<sup>3</sup> 主機械 三井-B&W 6L67 GA型(デ)機関×1 出力(連続最大) 11,000 PS (116 rpm)  
 (常用) 10,000 PS (112 rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 三井 1,400 kg/h×6 kg/cm<sup>2</sup> 発電機  
 西芝 540 kW×720 rpm×3 (原) ヤンマー 800 PS×3 無線装置 送(主) 1.5 kW×1 (補) 1.2 kW×1 受(主), (補)  
 0.1~29.9 MHz各1 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS レーダー 速力(試運転最大) 16.68 kn  
 (満載航海) 14.9 kn 航続距離 19,750 浬 船級・区域資格 NV 遠洋 船型 船首楼, 船尾楼付  
 平甲板型 乗組員 35名 同型船 Kepbreeze, Muse

- 14 -

サンコー ディグニティ  
**輸出撒積貨物船 SANKO DIGNITY**

船主 Golden River Co., Ltd. (Liberia)  
 川崎重工業株式会社坂出工場建造(第1362番船) 起工 58-11-1 進水 58-12-28 竣工 59-5-31  
 全長 179.40m 垂線間長 172.00m 型幅 29.00m 型深 15.40m 満載喫水 10.822m  
 総噸数 22,361 T 純噸数 12,680 T 載貨重量 38,309 t 貨物艙容積(グ) 47,870.5 m<sup>3</sup>  
 艙口数 5 クレーン 25t×4 Cont. 搭載数 140 TEU (ハッチカバー上) 燃料油槽 1,783.8 m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 21.1 t/day 清水槽 271.6 m<sup>3</sup> 主機械 川崎-MAN-B&W 5L60 MC型(デ)機関×1  
 出力(連続最大) 8,000 PS (95 rpm) (常用) 7,200 PS (92 rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 1,100 kg/h×  
 6.0 kg/cm<sup>2</sup>×1, 排エコ 1,100 kg/h×6.0 kg/cm<sup>2</sup>×1 発電機 富士 500 kVA×450 V×3 (原) ヤンマー  
 600 PS×720 rpm×3 無線装置 送(主) 0.8 kW×1, (補) 130 W×1 受(主), (補) 全波各1 海事衛星装置  
 VHF 航海計器 デッカ ロラン オメガ 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 15.979 kn (満載航海)  
 14.0 kn 航続距離 22,600 浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 32名







## 安全な航海のため、 操舵室の窓はクリアーに。

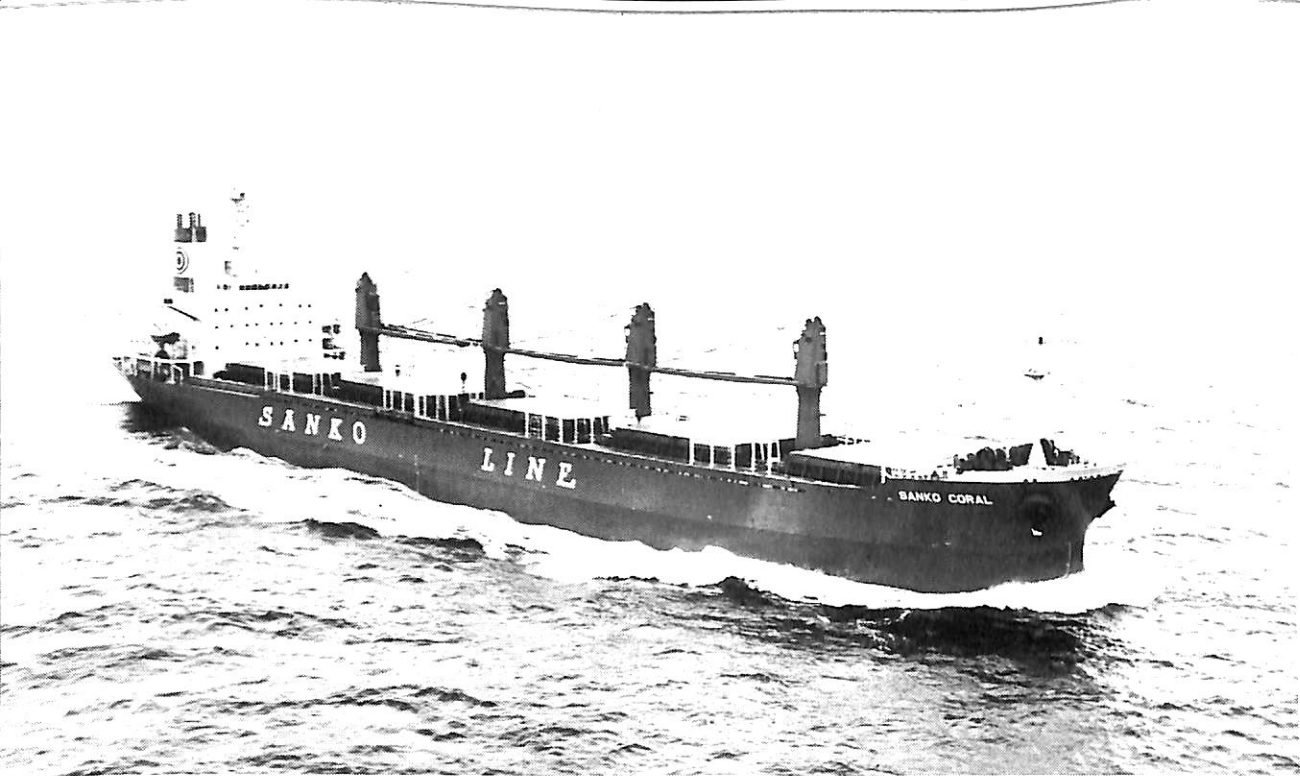
結露・氷結から視界をまもりまします。  
変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、  
吹き付ける氷雪、操舵室の窓は、どうしても曇りがちです。

でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス表面に薄い金属膜をコーティングして通電発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜の保護や感電防止も万全です。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(加工硝子部)



輸出撒積貨物船 サンコー コーラル  
**SANKO CORAL**

船主 Midas Transport Inc.

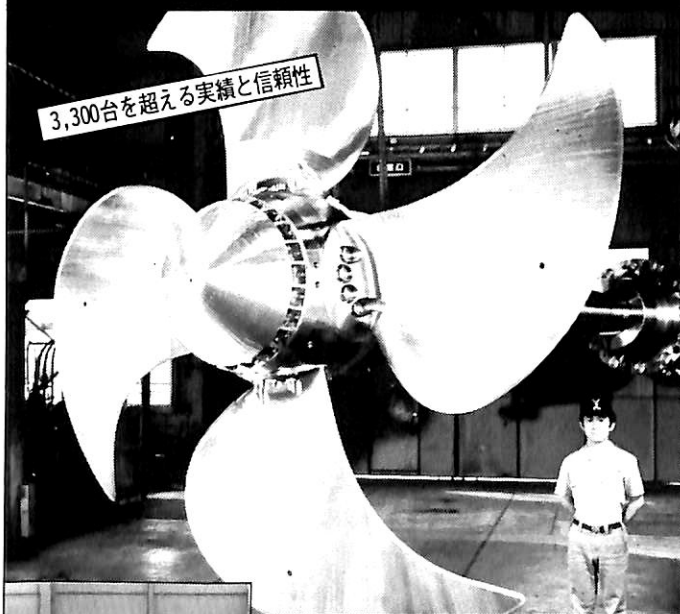
(Liberia)

株式会社名村造船所建造 (第871番船)

起工 58-8-2	進水 59-1-6
竣工 59-3-30	全長 181.03m
垂線間長 174.00m	型幅 31.00m
型深 15.50m	満載喫水 11.005m
総噸数 23,536T	純噸数 13,340T
載貨重量 39,345t	貨物艙容積 (ベ) 48,565.6㎡
	(グ) 49,673.7㎡
艙口数 5	クレーン 25t × 4
燃料油槽 C. 1,425.8㎡	A. 121.4㎡
燃料消費量 21.65t/day	清水槽 287.6㎡
主機械 三菱-Sulzer 6RTA58型(デ)機関 × 1	出力(連続最大) 8,640PS (100rpm)
(常用) 7,340PS (95 rpm)	プロペラ 4翼1軸
補汽缶 豎型水管式 12t/h × 7kg/cmG × 1	
発電機 500kVA × 400kW × AC 450V × 3	
(原) ヤンマー 600PS × 720rpm × 3	
無線装置 送(主) 0.8kW × 1 (補) 125W × 1	船舶電話
受(主), (補) 全波各1	航海計器
海事衛星装置 VHF	レーダー
ロラン オメガ 衝突予防装置	
速力(試運転最大) 15.52kn (満載航海) 14kn	
航続距離 20,000浬	船級・区域資格
NK 遠洋	船型 船首楼付平甲板型
乗組員 32名	

## かもめ 可変ピッチプロペラ

3,300台を超える実績と信頼性



道南石油向け、8000PS冷凍船かもめスキッド CPP装備プロペラ直径5,000mm

### 製造品目

- 可変ピッチプロペラ 70-15,000PS
- 固定ピッチプロペラ 各種
- サイドスラスト 推力0.5-20t
- 船尾軸系装置 一式
- K-7ラダー 各種



全国50ヵ所のサービス網完備

運輸大臣認定製造事業場

## かもめプロペラ株式会社

本社 横浜市戸塚区上矢野町690 ☎ 245 ☎ (045) 811 2451 (代表)  
ファックス ☎ (045) 811 9444  
東京事務所 東京都港区新橋 34-7 第三ビル ☎ 105 ☎ (03) 434 3 9 3 9  
ファックス ☎ (03) 431 5438



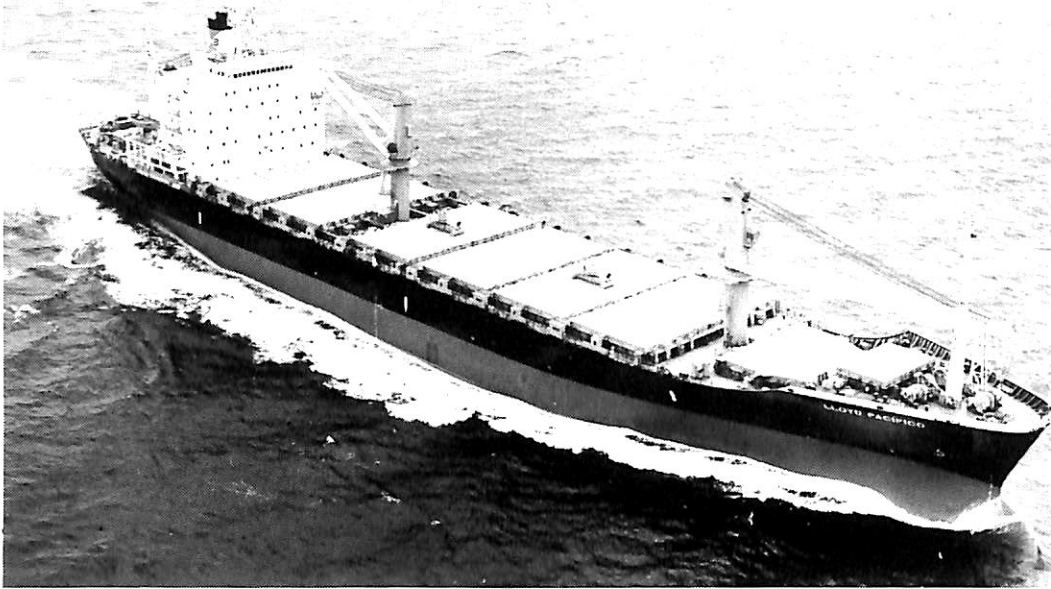
輸出撒積貨物船 **フォーチュニー**  
**FORTUNÉE**

船主 Tartan Transportation Co. (Greece)  
 石川島播磨重工業株式会社呉第一工場建造(第2775番船) 起工 57-7-8 進水 57-10-27 竣工 59-3-15  
 全長 187.73m 垂線間長 178.00m 型幅 28.40m 型深 15.30m 満載喫水 10.764m  
 総噸数 19,562.41T 純噸数 13,590T 載貨重量 37,609t 貨物艙容積(ベ) 44,368.9m<sup>3</sup>  
 (ク) 45,839.9m<sup>3</sup> 艙口数 5 デッキクレーン 15t×3, 25t×2 燃料油槽 3,116.9m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 33.7t/day 清水槽 383.6m<sup>3</sup> 主機関 IHI-Sulzer 6RND68型(テ)機関×1 出力  
 (連続最大) 9,900PS(150rpm)(常用) 8,900PS(144.8rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 大阪ボイラー  
 竖水管式 7kg/cm<sup>2</sup>G×飽和×1.5t/h×1, 排エコ 大阪ボイラー 7kg/cm<sup>2</sup>G×飽和×1.3t/h×1 発電機 500kW×  
 AC450V×60Hz×900rpm×3 (原)ダイハツ 6DS-19A×3 無線装置 送(主)1.2kW×1 (補)0.05kW×1  
 航海計器 ロラン レーダー 速度(試運転最大)15.80kn (満載航海)15.0kn 航続距離 28,800浬  
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 30名

輸出撒積貨物船 **サワコ**  
**SAWAKO**

船主 Neptune Shipping Lines S. A. (Panama)  
 株式会社神田造船所建造(第285番船) 起工 58-11-4 進水 59-1-17 竣工 59-3-30  
 全長 179.50m 垂線間長 170.00m 型幅 27.60m 型深 15.00m 満載喫水 10.767m  
 満載排水量 40,515.38t 総噸数 19,882T 純噸数 11,551T 載貨重量 33,264.19t  
 貨物艙容積(ベ) 41,185.82m<sup>3</sup> (ク) 42,820.66m<sup>3</sup> 艙口数 5 クレーン 25t×5 燃料油槽 1,877.43m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 20.6t/day 清水槽 287.46m<sup>3</sup> 主機関 IHI-Sulzer 5RTA58型(テ)機関×1 出力  
 (連続最大) 7,730PS(113rpm)(常用) 6,570PS(107rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 1,200kg/h×7.0kg/cm<sup>2</sup>×1  
 発電機 西芝 AC450V×3φ×60Hz×400kW×3, (原)600PS×720rpm×3 ダイハツ 無線装置  
 送(主)0.8kW×1, (補)130W×1 受(主),(補)全波各1 VHF 航海計器 ロラン オメガ 衝突予防装置  
 レーダー 速度(試運転最大)16.362kn (満載航海)14.0kn 航続距離 21,000浬  
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 32名 同型船 Sanko Princessa





ロイド      パシフィコ  
輸出コンテナ船      **LLOYD PACIFICO**

船主 Companhia de Navegacao Lloyd Brasileiro (Brazil)  
 石川島播磨重工業株式会社呉第一工場建造(第2835番船) 起工 58-9-26 進水 59-1-12 竣工 59-5-30  
 全長 188.00m 垂線間長 178.00m 型幅 30.20m 型深 16.10m 満載喫水 11.025m  
 総噸数 22,783T 純噸数 9,655T 載貨重量 29,265t 艙口数 23 デッキクレーン  
 36t×2, 20t×1 Cont.搭載数 1,210TEU 燃料油槽 2,448.5m<sup>3</sup> 燃料消費量 46.3t/day  
 清水槽 1,030.87m<sup>3</sup> 主機 機 IHI-Sulzer 6RTA76型(デ)機関×1 出力(連続最大)16,560PS(90rpm)  
 (常用)14,900PS(86.9rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 Aalborg 堅水管式 7.0kg/cm<sup>2</sup>G×飽和×2.2t/h×1  
 排エコ 7.0kg/cm<sup>2</sup>G×飽和×1.9t/h×1 発電機(主駆)1,400kW×AC450V×60Hz×1,200rpm×1, (主)1,100kW  
 ×AC450V×60Hz×720rpm×3, (非)125kW×AC450V×60Hz×1,800rpm×1 無線装置 送1.5kW×1  
 航海計器 ロラン レーダー 速力(試運転最大)20.32kn(満載航海)17.75kn 航続距離 19,000浬  
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 49名



[甲板舗床材] ラテックスタイプ・ウレタンタイプ・エポキシタイプ



タイハイ  
**太平洋工業株式会社**

〒615 京都市右京区西院金槌町8番地 ☎075-311-1101(代)  
 営業所 東京都千代田区神田錦町1-3 島津神田錦町ビル ☎03-291-0147  
 営業所 広 島・坂 出



JG. UK-DOT.  
 NK. NV. SBG.  
 AB. LR. NSA.  
 BV. ZC.  
 CR. NSC. 等  
 SOLAS 1974  
 承認材





ニュー バンガード

輸出ケミカルタンカー

**NEW VANGUARD**

船主 Tomas Panama S.A. (Panama)

南日本造船株式会社建造(第570番船)

全長 174.00m 垂線間長 162.00m

総噸数 16,820T 純噸数 11,555T

750/400 m<sup>3</sup>/h×100m×4 燃料油槽 1,608m<sup>3</sup>

主機械 三井-B&W6L60 MCE型(デ)機関×1

プロペラ 4翼1軸 補汽缶 乾燃室式 15t/h×9kg/cm<sup>2</sup>×1

(デ)650kVA×AC445V×60Hz×3 (原)ヤンマー900PS×900rpm×3

(補)130W×1 受(主),(補)全波各1 VHF

速力(試運転最大)15.537kn(満載航海)14.6kn

船型 凹甲板型

乗組員 29名

起工 58-10-28

型幅 25.40m

載貨重量 29,974t

出力(連続最大)9,450PS(106rpm)

排エコ 1.05t/h×7kg/cm<sup>2</sup>×1

航海計器 ロラン

航続距離 18,000浬

IMO Type III

進水 58-12-18

型深 14.35m

貨物油槽容積 40,026m<sup>3</sup>

燃料消費量 26.28t/day

清水槽 486m<sup>3</sup>

出力(常用)8,500PS(102rpm)

排エコ 1.05t/h×7kg/cm<sup>2</sup>×1

航海計器 ロラン

航続距離 18,000浬

船級・区域資格 LR

竣工 59-5-31

満載喫水 10.674m

主荷油ポンプ

清水槽 486m<sup>3</sup>

出力(常用)8,500PS(102rpm)

排エコ 1.05t/h×7kg/cm<sup>2</sup>×1

航海計器 ロラン

航続距離 18,000浬

船級・区域資格 LR

遠洋

エルティ アーゴシ

輸出撒積貨物船

**LT ARGOSY**

船主 Larsen & Toubro Ltd. (India)

内海造船株式会社瀬戸田工場建造(第479番船)

全長 185.00m 垂線間長 176.00m

総噸数 17,825T 純噸数 10,419T

(グ)39,552m<sup>3</sup> 艙口数 5

燃料消費量 25t/day 清水槽 675m<sup>3</sup>

(連続最大)9,290PS(149rpm)(常用)8,450PS(144rpm)

×7kg/cm<sup>2</sup>, 排エコ 1,650kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>(常用出力にて)

900PS×720rpm×3 無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)160W×1

航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー

航続距離 21,900浬

起工 58-10-29

型幅 23.10m

載貨重量 28,791t

クレーン 25t×4

主機械 日立-B&W7L55GA型(デ)機関×1

プロペラ 4翼1軸 補汽缶 2,000kg/h

出力(常用)8,450PS(144rpm)

無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)160W×1

航海計器 デッカ ロラン

航続距離 21,900浬

進水 59-1-17

型深 14.65m

貨物艙容積(ベ)33,917m<sup>3</sup>

燃料油槽 2,025m<sup>3</sup>

出力(常用)8,450PS(144rpm)

排エコ 1,650kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>(常用出力にて)

無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)160W×1

航海計器 デッカ ロラン

航続距離 21,900浬

船級・区域資格 DNV&IRS

竣工 59-3-19

満載喫水 10.434m

燃料油槽 2,025m<sup>3</sup>

出力(常用)8,450PS(144rpm)

排エコ 1,650kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>(常用出力にて)

無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)160W×1

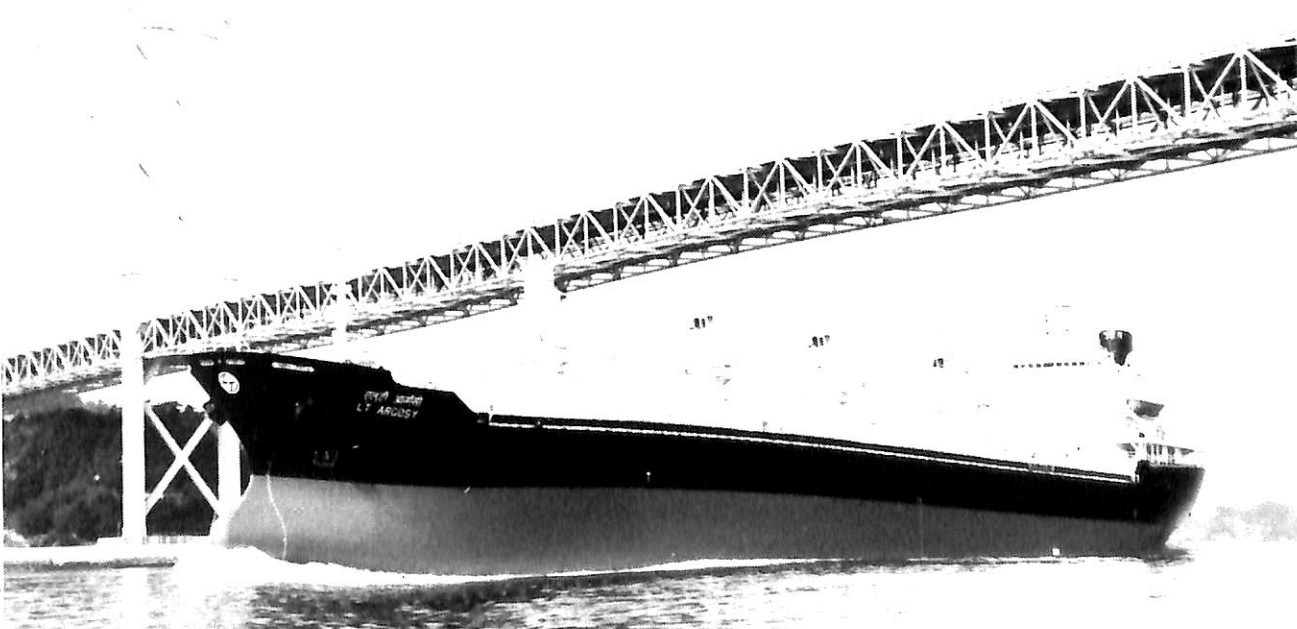
航海計器 デッカ ロラン

航続距離 21,900浬

船級・区域資格 DNV&IRS

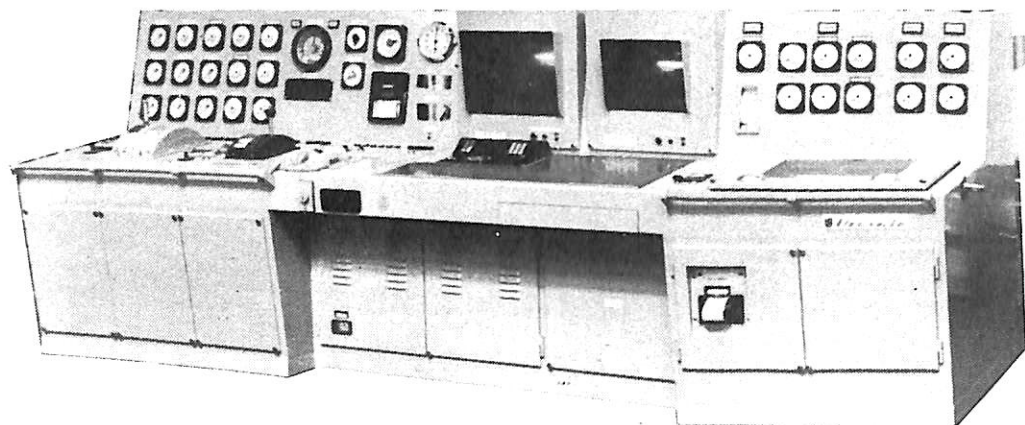
遠洋

乗組員 52名

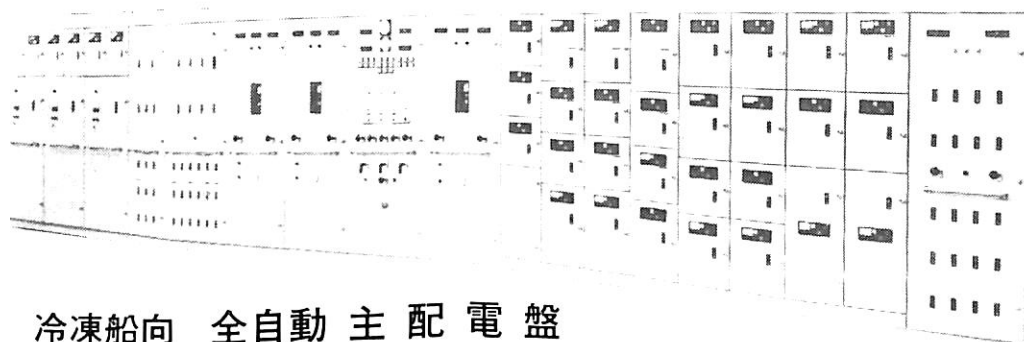




# 渦潮電機の最新技術で 船の近代化・省力化と経済性アップ!!



カラーCRT付データロガー (UMS-35) 装備、3750台積PCC向  
集中監視盤



冷凍船向 全自動主配電盤  
(発電機ワンタッチコントロールシステム搭載)

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

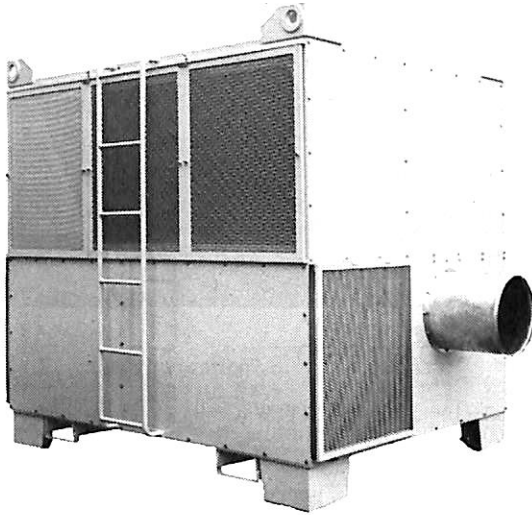
代表取締役社長

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

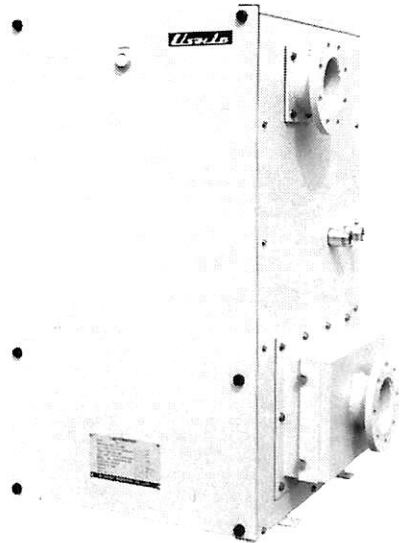
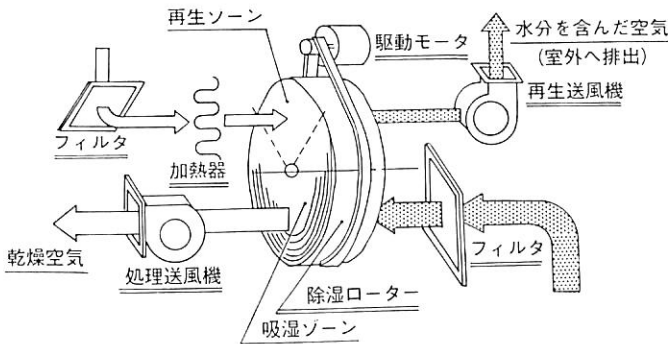


# 風神

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	松山市南斎院町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	



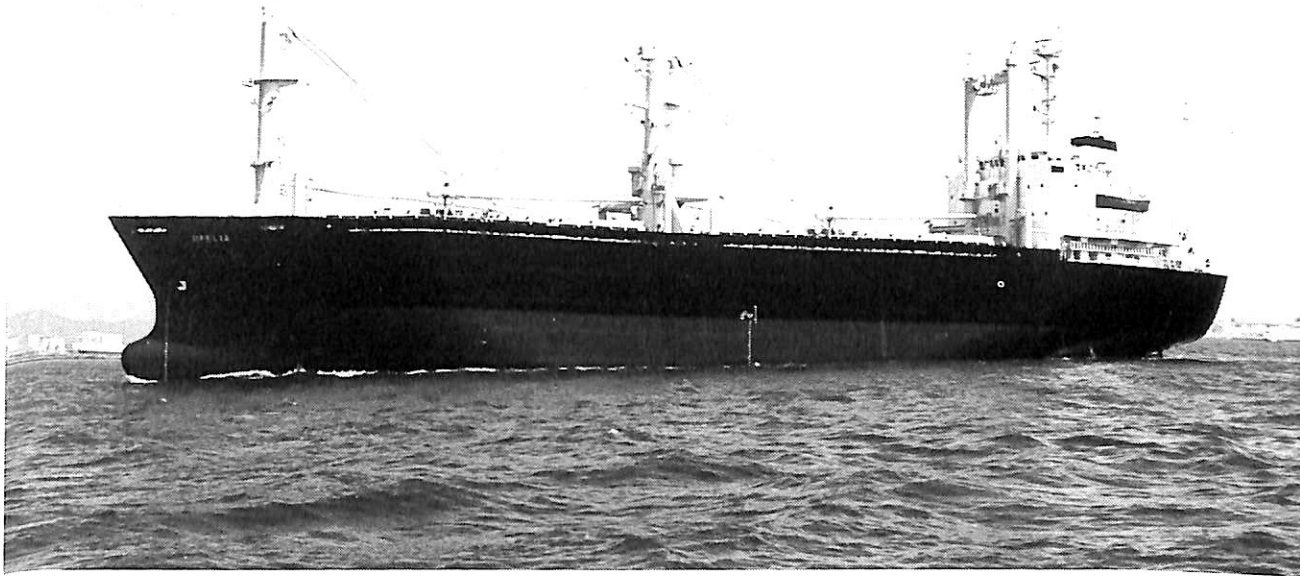
アトランティック コンコード  
輸出撒積貨物船 **ATLANTIC CONCORD**

船主 Thalia Oceanic Transport, S.A. (Panama)  
 今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1125番船) 起工 58-10-20 進水 59-2-9 竣工 59-3-19  
 全長 174.93m 垂線間長 164.80m 型幅 27.00m 型深 14.00m 満載喫水 10.121m  
 総噸数 17,999T 純噸数 10,120T 載貨重量 29,135t 貨物艙容積(ベ) 35,706m<sup>3</sup>(グ) 37,334m<sup>3</sup>  
 艙口数 4 デッキクレーン 25t×4 燃料油槽 1,390m<sup>3</sup> 燃料消費量 21.5t/day  
 清水槽 351m<sup>3</sup> 主機械 三菱-Sulzer 6RTA58型(テ)機関×1 出力(連続最大) 8,500PS(100rpm)  
 (常用) 7,225PS(95rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 豎水管式 7.0kg/cm<sup>2</sup>(油焚) 1,300kg/h  
 (排エコ) 800kg/h 発電機 ダイハツ 500kVA×2 無線装置 送(主) 1kW×1 (補) 75W×1 受(主), (補)  
 全波各1 VHF 航海計器 ロラン NNSS レーダー 速力(試運転最大) 16.882kn (満載航海) 14.1kn  
 航続距離 15,200浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウエル甲板型 乗組員 27名

ユニオン ピース  
輸出撒積貨物船 **UNION PEACE**

船主 Gloxinia Maritime Corp. (Panama)  
 日立造船株式会社広島工場因島建造(第4767番船) 起工 58-8-4 進水 58-10-12 竣工 59-3-21  
 全長 178.22m 垂線間長 167.20m 型幅 23.10m 型深 14.75m 満載喫水 10.609m  
 総噸数 17,054T 純噸数 10,342T 載貨重量 28,097t 貨物艙容積(ベ) 33,651m<sup>3</sup>  
 (グ) 38,584m<sup>3</sup> 艙口数 5 クレーン 25t×4 燃料油槽 1,962m<sup>3</sup> 燃料消費量  
 25.9t/day 清水槽 298m<sup>3</sup> 主機械 日立-Sulzer 6RTA58型(テ)機関×1 出力  
 (連続最大) 9,600PS(116rpm)(常用) 8,640PS(112rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 大阪ボイラー  
 AQ-3×1 発電機 550kVA×AC450V×60Hz×3 (原)ダイハツ 660PS×720rpm×3 無線装置 送(主)  
 1.5kW×1 (補) 130W×1 受(主), (補) 100~30MHz各1 船舶電話 VHF 航海計器 ロラン NNSS  
 レーダー 速力(試運転最大) 17.12kn (満載航海) 14.5kn 航続距離 23,540浬 船級・区域資格 AB 遠洋  
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 31名 同型船 Union Pioneer





オフイリア

輸出貨物船 **OFELIA**

船主 Crystal Navigation S.A. (Panama)

福岡造船株式会社(第1107番船) 起工 58-11-5 進水 58-12-22 竣工 59-3-26  
 全長 96.788m 垂線間長 89.50m 型幅 18.00m 型深 12.70m 満載喫水 7.313m  
 総噸数 5,479T 純噸数 2,185T 載貨重量 6,522.47t 貨物艙容積(べ) 11,856.727m<sup>3</sup>  
 (グ) 12,507.171m<sup>3</sup> 艙口数 2 デリック 20.5t×2, 25.0t×2 Cont. 搭載数 132個  
 燃料油槽 625.46m<sup>3</sup> 燃料消費量 8.9t/day 清水槽 264.08m<sup>3</sup> 主機械  
 神発-三菱6UEC37H-II(ER)型(デ)機関×1 出力(連続最大) 3,315PS(210rpm)(常用) 2,818PS  
 (199rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 横煙管式堅型(コンボジット型) 発電機 西芝 200kW×  
 445V×60Hz×2 (原) ヤンマー S165L-T×2 無線装置 送(主) 440W×1 (補) 130W×1  
 受(主),(補)全波各1 VHF 航海計器 NNSS レーダー 速度(試運転最大) 15.365kn  
 (満載航海) 12.3kn 航続距離 14,000浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 二層平甲板型 乗組員 25名

ヤハブ

輸出サブライ船 **YAGHOUB**

船主 National Iranian Tanker Co. (Iran)

神例造船株式会社建造(第301番船) 起工 58-11-1 進水 59-2-15 竣工 59-5-9  
 全長 61.00m 垂線間長 55.30m 型幅 12.20m 型深 5.00m 満載喫水 3.90m  
 総噸数 1,019T 純噸数 305T デッキクレーン 5t×3m×1 燃料油槽 615.49m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 10.909t/day 清水槽 252.16m<sup>3</sup> 主機械 三井-DEUTZ型(デ)機関×2  
 出力(連続最大) 1,812PS×2(900rpm)(常用) 1,359PS×2(818rpm) プロペラ 4翼2軸 発電機  
 神鋼電機 300kVA×AC385V×3φ×50Hz×2, 神鋼電機 60kVA×AC385V×3φ×50Hz×2 無線装置  
 SSB 400W×1 VHF 航海計器 NNSS レーダー 速度(試運転最大) 13.036kn  
 (満載航海) 12.5kn 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 船首楼付平甲板型  
 乗組員 16名 同型船 Soleiman ○バルクタンク 30m<sup>3</sup>×4, パウラスター





わが国最大級：18,000GT型

# カーフェリー “フェリーらいらっく”

石川島播磨重工業(株)相生第一工場において新日本海フェリー(株)向け、わが国最大のカーフェリー“フェリーらいらっく”を建造していたが、この程完成して7月10日に引渡された。

本船は、新日本海フェリーの舞鶴・小樽航路に就航中の“フェリーすずらん”(8,586総噸)の代船として建造されたもので、トレーラ又はトラック(9m)152台、乗用車136台、旅客554名を積載、旅客および車両輸送のための充実した設備を備えた新鋭船である。

本船は、高速船であることと横揺れ時の復原性をよくするため、喫水線から上方で幅を広げた朝顔型と呼ばれる特殊な船型になっている。また、荒天時の動揺を減らすため、フィンスタビライザーを装備している。

## 特 徴

- 主機関は連続最大出力13,200PSのIHI-Pielstick 8PC4-2L型中型(デ)機関2基を備え、減速機を介して2個のプロペラを駆動する。
- 冬場の日本海は風波が強く、大出力を必要とするが、逆に夏場は穏やかで低い出力で運航できるため、本船の

主機関は低負荷での連続運転も効率よく行えるよう設計されている。

○車両はC・D甲板の二層積みとし、40トンカーリフト、ターンテーブルを備え、効率のよい車両荷役が可能。

○船首の美観保持と、ランプの保護のため、船首ランプの外側にパウバイザーを装備している。

## 旅 客 設 備

○客室はBデッキに一等室、二等寝台室、二等和室およびドライバー室が配置され、Aデッキは特別室、特等室(和・洋)となっており、いずれもツインルーム、バス、トイレ付きでホテル並みの設備。

○178名を収容できるレストランや娯楽室、ゲームコーナー、体育室、幼児のための遊戯室、売店、会議、研修用のミーティング室なども設けられている。

○航海船橋デッキにはシアターラウンジ、バーコーナー、ステージ、ディスコ照明、音響設備、ビデオプロジェクターなどが設けられ、各種の催物、映写会、ディスコパーティーなどに利用出来る。

(石川島播磨重工業株式会社)



カーフェリー フェリー らいらっく 新日本海フェリー株式会社  
FERRY LILAC

石川島播磨重工業株式会社相生第一工場建造(第2904番船)	起工 59-2-3	進水 59-3-27	竣工 59-7-10
全長 192.91m	垂線間長 181.00m	型幅 29.40m	型深 14.50m
総噸数 18,268T	積載重量 8,285t	Car搭載数	トラック又はトレーラ(長さ9m)C甲板46台、
D甲板 106台 計152台	乗用車(長さ4.5m) 136台(C甲板)	燃料油槽 830 <sup>m</sup>	燃料消費量
77.4t/day	清水槽 946 <sup>m</sup>	主機械 IHI-SEMT Pielstick 8PC4-2L型(デ)機関×2	燃料消費量
出力(連続最大)13,200PS×2(400/173.1rpm)(常用)11,880PS×2(386.2/167.1rpm)		プロペラ 5翼2軸	
補汽缶 三浦工業 8kg/cm <sup>2</sup> ×169.6°C×3.0t/h×1, 排エコ 三浦工業 強制循環フィン 7.0kg/cm <sup>2</sup> ×169.6°C×1.4t/h×2		無線装置 送MF 0.26kW×1 AF 0.50kW×1	
発電機(デ)1,400kW×AC60Hz×450V×600rpm×3		速力(試運転最大)24.87kn(満載航海)21.80kn	航続距離 4,300浬
航海計器 ロラン レーダー		船型 全通船楼中央機関室型	乗組員 54名
船級・区域資格 JG 近海(非国際)		旅客 554名	
。パウ及びスタンスラスタ 推力約17.2t各1	フィンスタビライザー	最大発生揚力64.2t	航路 舞鶴～小樽

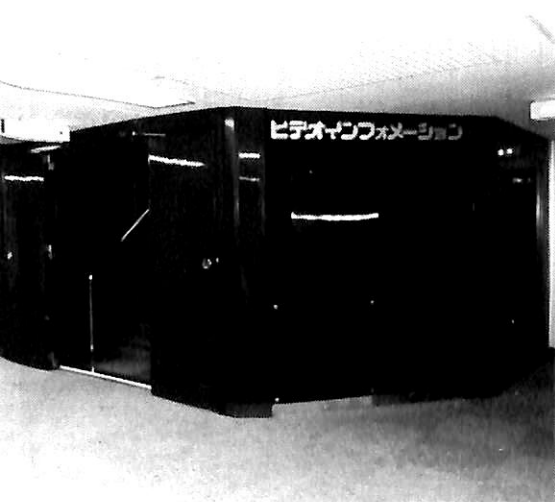




▲リスニングルーム

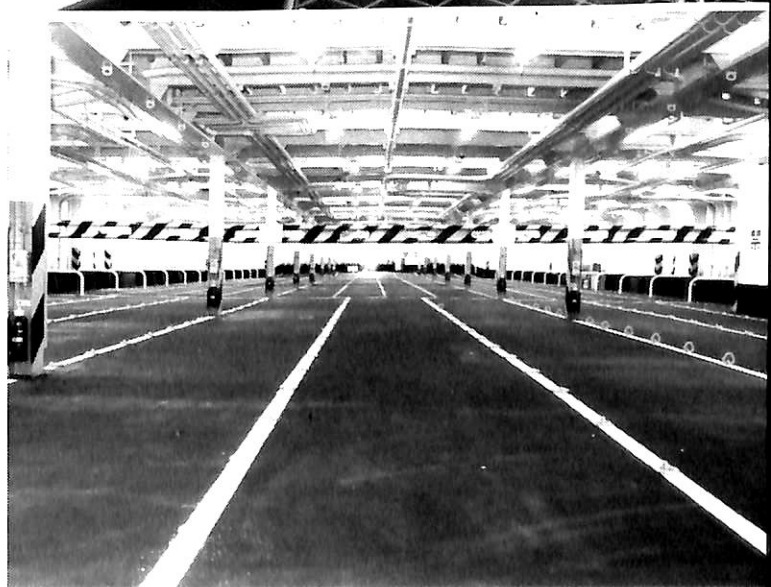


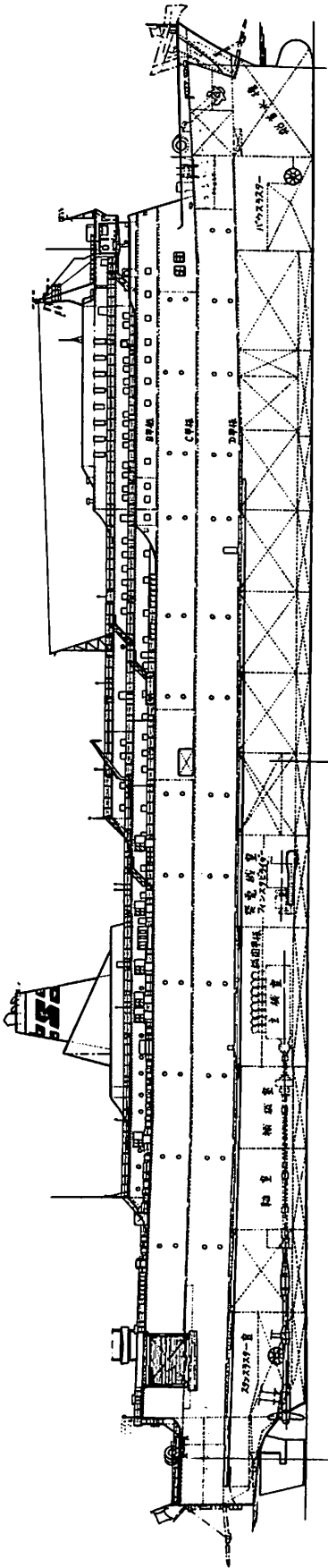
レストラン



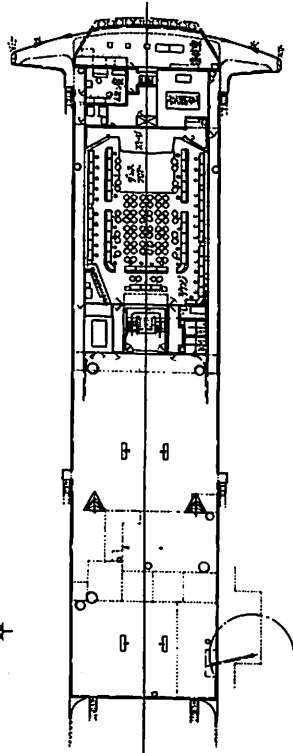
ビデオインフォメーション

車両甲板 (C甲板) ▶

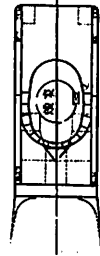




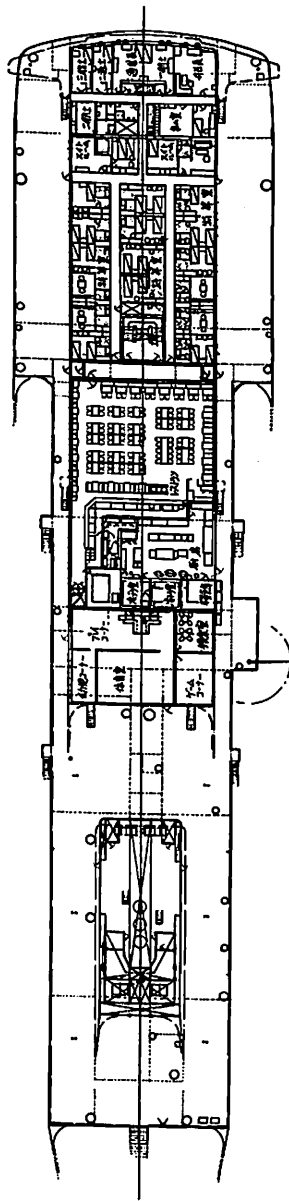
航海船橋甲板



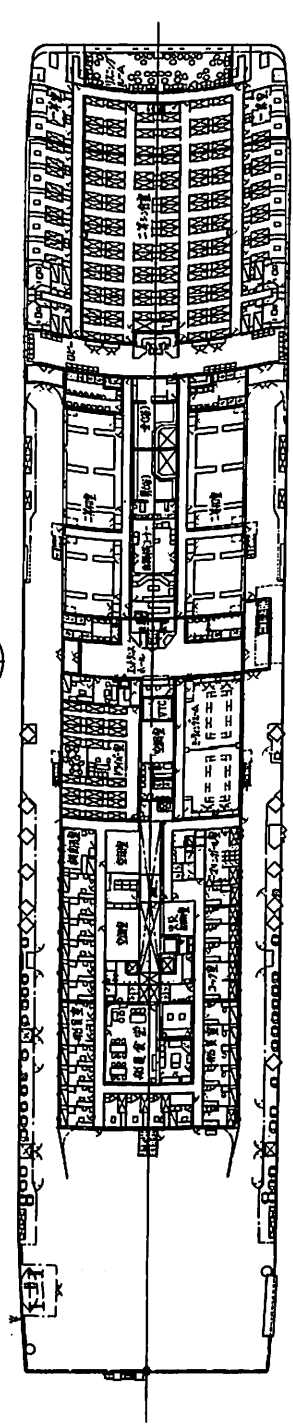
機艙室圍壁頂部

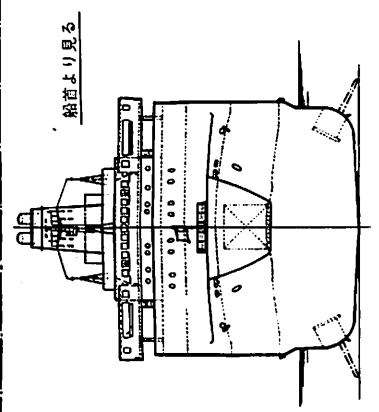
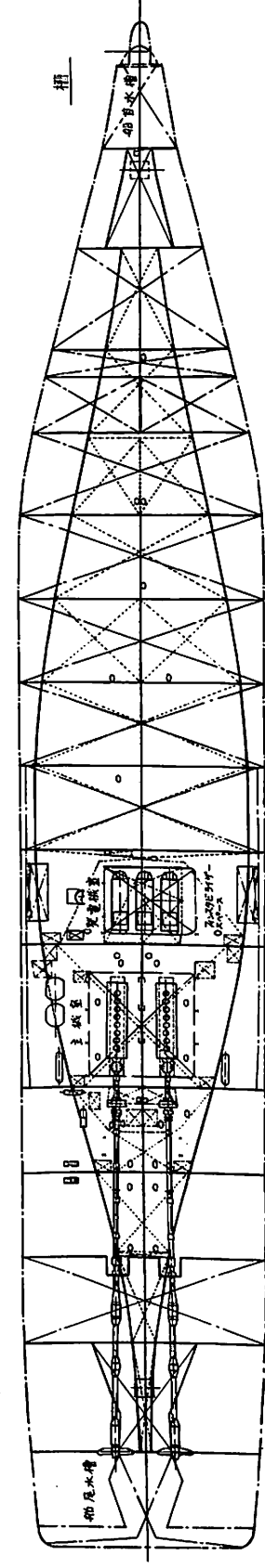
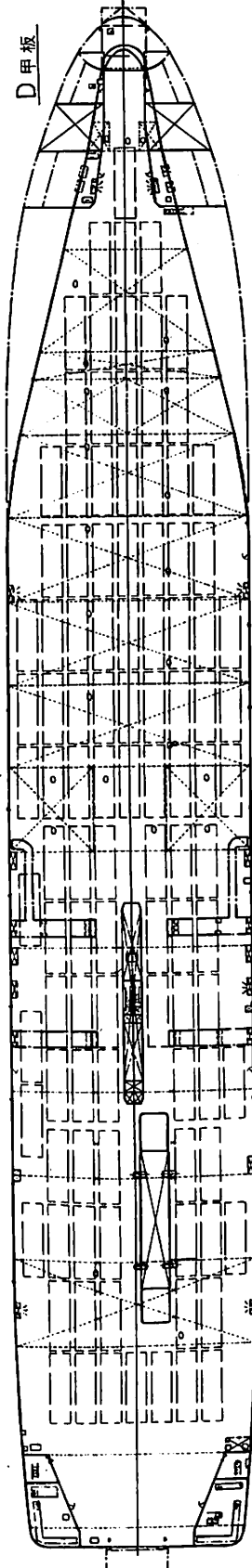
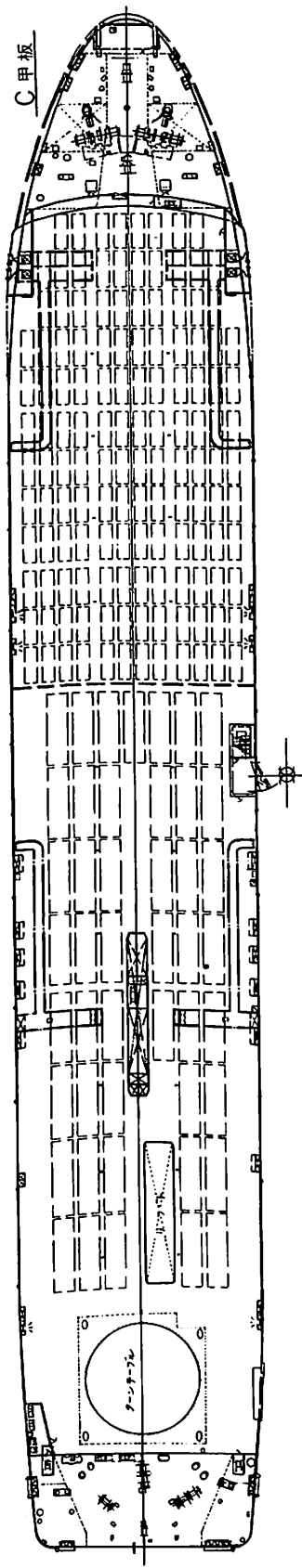


A 甲板



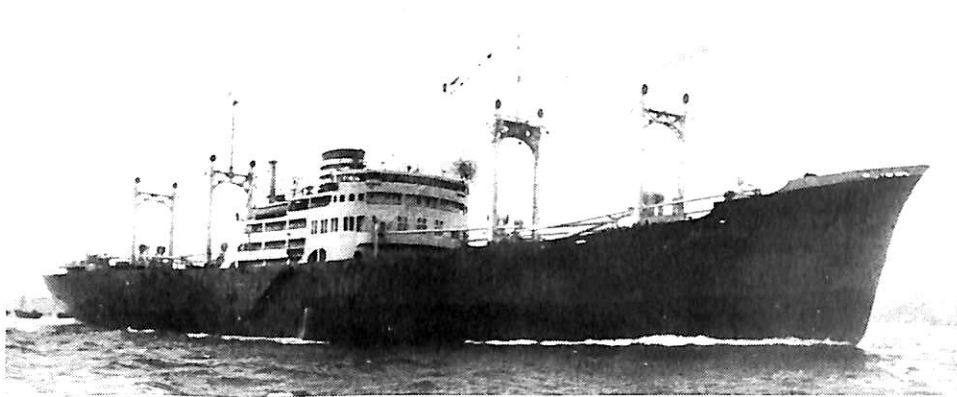
B 甲板





新日本海フェリー向けカーフェリー  
 “フェリー らいらっく” 一般配置図  
 石川島播磨重工業・相生第一工場建造

## 貨物船 綾戸山丸 三井物産(株)船舶部



三井造船玉工場建造(第246番船)	船舶番号 47958	信号符字 JXUM
起工 昭13-6-13	進水 14-9-28	竣工 16-2-24
垂線間長 145.14m	型幅 19.50m	型深 12.40m
満載排水量 17,441.0t	総噸数 9,788.0T	純噸数 5,803.0T
主機械 三井-B&W 2DA型(テ)機関×1	出力(連続最大)11,092PS	(計画)9,600PS
速力(試運転最大)19.1kn (満載航海)18.0kn	船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋区域	鋼船
乗組員 54名	旅客 1等12名	同型船 淡路山丸
		船籍港 神戸

本船は三井物産船舶部がニューヨーク航路に配船するため建造した2隻の姉妹船の第2船として完成したもので、昭和12年頃建造された浅香山丸型(本誌第32巻8号31頁参照)を拡大改良したもので、船橋楼は4層となり、居住性は大幅に改善され、ハウス前面は流線型となり、外観はスマートでスピード感に富んでいた。出力も遂に1万馬力を突破し最大11,092馬力となった。

昭和14年9月28日午前11時玉野にて進水、本船は正規の航路に就航することなく、4月12日軍の使用船となり、時前支那大陸の重慶に対する外国からの援助物資の搬入路であった南支那の海岸線、浙東省の寧波、台州、温州方面を覆滅する浙東作戦のため、朝鮮南西部八口浦より第5師団を乗せて、4月19日鎮海、石浦、海門、半浦などに部隊を揚陸した。

昭和16年7月には熱田山丸、淡路山丸とともに陸軍に徴用され、8月18日大阪発、8月21日漢口、9月29日広東、10月2日汕頭、10月12日西貢を経て10月21日宇品にもどる。

昭和16年11月20日日米開戦にそなえて広東に入港、虎門にて第18師団・佗美支隊を乗せて11月28日広東を出港、12月1日海南島三亜に集結、12月4日三亜を出撃、12月7日12時、タイ湾フック島南部に集結、船団の第4分隊に属し、12月8日日米開戦とともにマレー半島東岸コタバル地区に敵前揚陸に成功した。しかし本船は上陸作

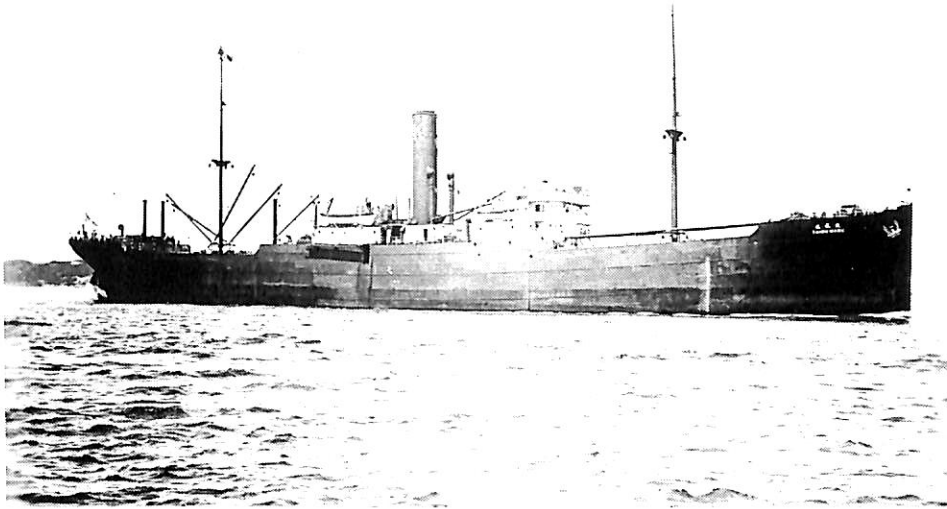
戦中、左舷に爆撃を受け甲板のボートを粉碎され、水線上2mに1m径の破孔を生じ、第4番船艙のデリックの鋼索を切断、附近の居室を破壊、つづいて第5、第6船艙にも命中弾を受け揚陸が不能となり、一旦北方に退避してバタニ沖に向ったが、18時再びコタバルにもどる。本船には歩兵第56連隊本部、歩兵第56連隊・第3大隊、同速射砲中隊、工兵第12連隊の1小隊など合計1,700名が乗船しており、そのうち60余名が戦死、70余名が負傷した。

この戦闘で姉妹船の淡路山丸が沈没した(本誌第36巻1号39頁参照)。

昭和17年2月18日、ジャワ島攻略に向う今村中将のひきいる第16軍・第2師団を乗せてカムラン湾を出撃、54隻の船団の第3船隊第2分隊に属し、2月28日午後10時バンナム湾アラウン岬に部隊を揚陸した。

昭和17年6月22日第17軍司令部の主力を乗せてタバオに到着、7月2日タバオ発、7月3日パラオへ、7月9日南海支隊を乗せてパラオ発、駆逐船「夕風」の護衛で7月14日ラバウル着、7月20日午後8時陸路ポートモレスビー攻略を目指す南海支隊横山先遣隊を乗せてニューギニア北岸のゴナに進入、部隊を揚陸中、7月22日100機の空爆を受けて火災を発生、午後7時10分海岸に座礁し、沈没した。乗組員1名が戦死、場所は南緯8°0′・東経148°40′の地点であった。

## 貨物船 大武丸 → 琴平丸 内田汽船→国際汽船→北洋汽船→内外汽船



大阪鉄工所因島工場建造	船舶番号 22587	信号符字 NVGR → J EUD
進水 大7-4	垂線間長 124.05m	型幅 15.27m 型深 9.96m
満載喫水 7.89m	満載排水量 12,420t	総噸数 6,100T 純噸数 4,484T
載貨重量 8,884t		貨物艙容積(ベ) 11,887㎡ (グ) 12,959㎡
主機械 三連成レシプロ機関×1		出力(連続最大) 4,104 PS (計画) 2,900 PS
速力(試運転最大) 13.2kn (満載航海) 10.0kn		船級・区域資格 逋信省 第1級船 ロイド100A1
LMC 鋼船 乗組員 45名 旅客 特等1名	同型船 蓬萊山丸	船籍 京都府中 → 神戸

内田汽船が造船奨励法の適用を受けて建造した貨物船で、大阪鉄工所(現日立造船)因島工場にて完成し、神戸を船籍港とする。

大正8年国際汽船の所有となり引続き神戸に置船。

大正15年12月現在、キューバ～ヨーロッパ間の不定期船として砂糖の輸送に当る。

昭和4年3月14日、北太平洋ベーリング海北緯54°15'西経177°40'の地点で風浪のためプロペラシャフトを破損、甲板上の木材は海中に押し流されて漂流、東京サルベージの恵須取丸が小樽より急航し救助に成功した。

昭和4年国際汽船より北洋汽船に移籍され、船名も琴平丸と改名され、京都府中を船籍港とする。

昭和7年川崎汽船に傭船されて樺太方面を航海中、8月30日午前1時40分時化のため樺太西岸に座礁したが、帝国サルベージの来島丸によって救出された。

昭和8年12月6日内外汽船の所有となり、船籍を神戸に移す。

昭和10年8月27日、金華山沖5哩にて濃霧のため浜根商店のやすくに丸(3,020G/T)と衝突し、本船の船腹に大穴があき沈没にひんする大事故があった。

昭和16年12月28日陸軍に徴用され軍用船となり大阪を出港、高雄、バンコックを経て昭和17年1月22日カムラン湾に至り、2月10日宇品に帰る。

昭和17年2月11日門司を出港、2月17日サイゴンを経て3月5日シンガポールに進出、4月14日には南アングマン島・ポートブレアに入港、さきに同地の攻略を終えた林大隊(第18師団の歩兵第56連隊・第2大隊)を乗せ、4月17日午後3時ラングーン河口に達し、これを北上、午後7時ラングーンに部隊を揚陸、4月22日シンガポールを経て5月28日門司に帰る。

昭和17年6月13日門司を出港、6月20日高雄、6月27日黄浦、7月2日マニラを経て、8月17日門司に帰る。

昭和17年10月4日小樽を出港、北洋材の積取りのため北方海域に進出、10月9日松輪島に至り、10月27日小樽にもどる。

その後本船は小樽と千島列島柏原との間を往復していたが、昭和17年12月、大本営がキスカ、アッツ、セミチ島などの西部アリューシャン列島の防衛強化を打出すに及び北海守備隊の北千島進出、及びアリューシャン列島への部隊輸送に当ることとなる。

昭和17年10月29日小樽を出港、北海守備隊司令部・建築要員・船舶工兵1小隊など360名、糧秣、組立家屋、燃料などを積んで12月31日幌筵を経て沼風の護衛でアッツ島に向う。昭和18年1月6日アッツ島北海湾(ホルツ湾)北方8kmの地点で、午前8時40分敵機の空爆を受け火災を発生、午前9時沈没、全員が戦死した。

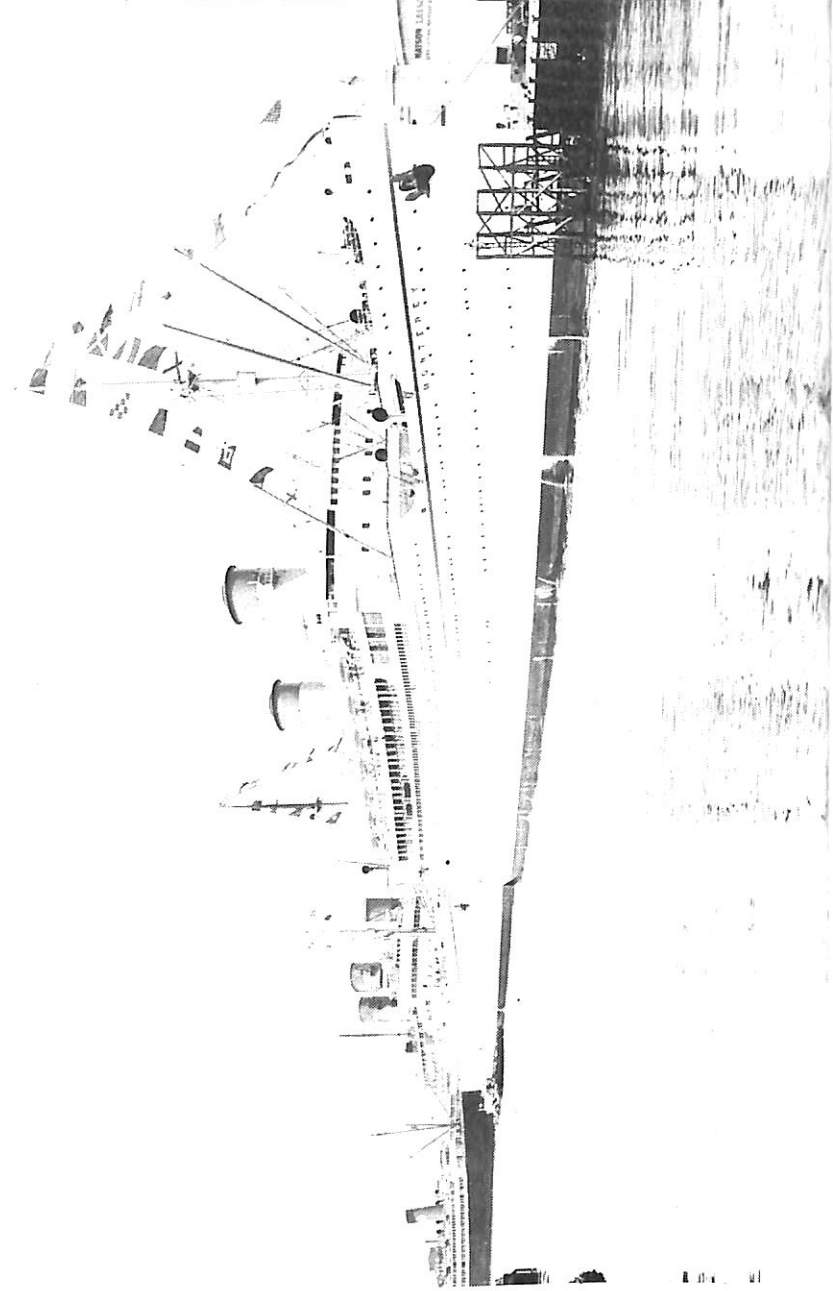


## ロサンゼルス港の白亜商船群

White fleet in the Port of L. A.

### “モンテレー”と“マロロ”

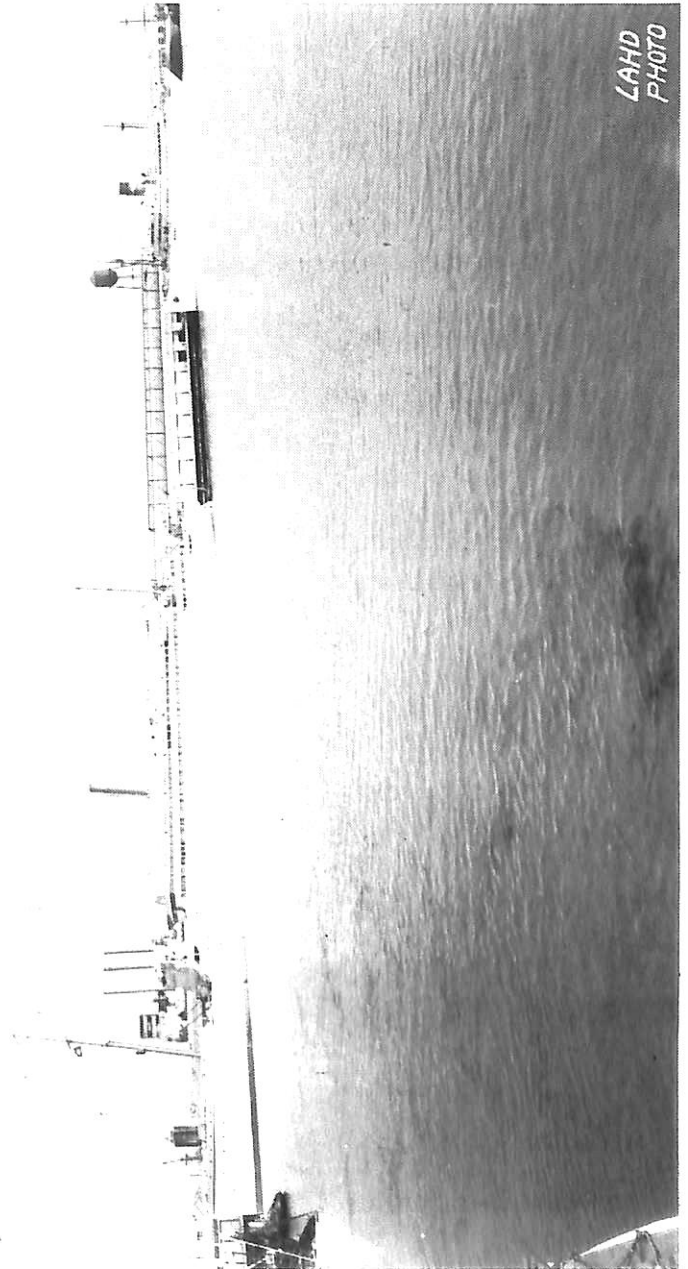
右の写真はマトソン・ラインのサンフランシスコ〜ホノルル定期船 モンテレー MONTEREY (18,017 総トン) と マロロ MALOLO (17,232 総トン) が純白の姿態を横たえているところである。マロロについては既に紹介したが、モンテレーはマロロの運航経験に基づいて計画された姉妹客船の第1船である。本船は1932年5月12日サンフランシスコ出帆、ホノルル経由オーストラリア向け処女航海の途についたが、この写真はその途中に寄港した時のもので、船首旗 (JACK) を含め荷船飾が施されている。マロロとモンテレーは、救命艇の懸架位置を除けば似かよった外観をもっているが、後者のほうが船体が15.3メートル長く、幅は1.2メートル少ないというスリムなスタイルであった。モンテレーはこのうち、大戦中の軍隊輸送船任務を経て、1956年マトソニア MATSONIA、63年ラーリン LURLINE と改名されたが、戦後は西海岸〜ハワイ航路に就航した。1970年ギリシャへ売却され、クルーズ客船ブリタニス BRITANIS となり、まだ現役船として活躍している。



### “アトランティス”と“タラマンカ”

左の写真は1936年3月10日当時のもので、英、米の両客船が並んで碇泊した珍しい情景である。左側が英客船アトランティス ATLANTIS (15,135総トン, 1913年建造), 右側がユナイテッド・フルーツ社の タラマンカ TALAMANCA (6,963総トン, 1931年建造) である。アトランティスはもともとロイヤル・メーブル・ライオン (RML) の欧州～南米東岸線のアンデスANDESとして建造されたが, 1930年以降はクルーズ専用船アトランティスとなり, 各水域を巡航したが, この写真はその当時のものである。RMLの商船は専らハーランド・アンド・ウルフ造船所で造られており, 本航の外観も同造船所特有の優雅なラインで包まれている。タラマンカは船客定員100名の貨客船で, 専らカリブ海からアメリカ本国への青果物輸送に従事していた。船主のユナイテッド・フルーツ社はカリブ海から米本国への青果物輸送で有名な会社で, 冷蔵船をもつ数千総トン型貨客船を多数運航していた。現在はコンテナ輸送の発達により, かよように蒲酒なリーフアー貨客船の姿は見られなくなった。この写真の頃には各国とも世界不況の後遺症から脱しつつあり, アメリカでも工業生産高指数が不況突入直前のものに比し75パーセントまで回復していた。

(Photos: L. A. H. D.)



LAHD  
PHOTO



安全・迅速・丁寧をお約束する

貴船のパートナー・ドック

FUJISHIRO  
ZŌSEN  
Co., Ltd.

**2,000総トン乾ドックと、最高の技術が  
あなたの船の「安全性」をパワーアップします。**

● 主要設備 ●

● 製造能力 ●

船台	13m × 80m × 1基 11m × 80m × 1基 24m × 45m × 1基 13m × 45m × 1基	499G/T貨物船並びにタンカー 3隻 199G/T貨物船並びにタンカー 6隻 30~60タッグボート 3隻 700t積解 50隻 作業用台船 10隻
クレーン	30Tジブクレーン 1基	その他各種船の製造及び修理
乾ドック	21m × 80m × 7m × 1基 排水 / 2時間 注水 / 1時間20分	修理船 平均1月・約20隻 (2,000G/T未満)

藤代造船の以上の能力が、貴船を安全に、まちがいなく  
そして実り豊かに航行させます。どうぞ藤代造船に御依頼下さい。

## 株式会社 藤代造船所

造船所 / 千葉県千葉市中央港1丁目19番2号 〒260 TEL0472(46)3811 FAX0472-46-3815  
東京営業所 / 東京都港区芝2丁目3番3号(芝東京海上ビル4F406号B) 〒105 TEL03(457)1481(代)

## 9月のニュース解説

米 田 博

## 海運・造船日誌

8月20日～9月19日

## ○海運・造船問題

## ●一般政治経済問題

8月

22日○海運造船合理化審議会海運対策部会第11回小委員  
(水) 会。中間答申案についての討議が行なわれた。

24日○カーク島南方約100キロの海上を航行していたキ  
(金) プロス船籍の石油タンカー「アメシスト」号(52,581  
トン)がイラク空軍機とみられる戦闘機によって  
ミサイル攻撃を受け沈没したと伝えられた。

26日○ベルギー沖で仏貨物船「モン・ルイ」号(4,200トン)が  
(日) 沈没したが、船内に放射性的六フッ化ウランが積  
まれていたことが判明した。その後全部で30個沈  
んだコンテナが逐次回収されている。

28日○科学技術庁は原子力船「むつ」の今後の研究開発  
(火) の進め方について自民党科学技術部会に説明し了  
承された。それによるとむつ市の関根浜に建設す  
る新母港に61年9月「むつ」を回航したのち、6  
カ月ぐらいの出力上昇試験を行ない、1年程度  
の実験航海に出る。さらにその後約5年かけて廃  
船にする。60年度概算要求の新港建設費は、海上  
部分が67億円、陸上施設が5億円、合計72億円。

30日○海運造船合理化審議会第2回海運対策部会。第59  
(木) 回総会。諮問第88号「今後の外航海運政策はいか  
にあるべきか」に対する中間答申を行なった。そ  
の後総会は故永野重雄委員長の後任に佐々木直氏  
(経済同友会代表幹事)を選任した。

31日○大蔵省は昭和60年度予算案の各省からの概算要求  
(金) を締切って集計したが、一般会計は対前年度比8.2  
%増の54兆7,500億円、財政投融资計画は22兆1,300  
億円台で伸び率4.9%は戦後最低。海運造船関係で  
は41次船が1,355億円(対前年度比23.7%増)、船舶  
向け輸銀融資金は981億円(同1.1%増)。

9月

6日●全斗煥韓国大統領夫妻が韓国の国家元首としては

(木) 初めて来日。天皇陛下は皇居での歓迎晩さん会で、  
日本の植民地支配について「誠に遺憾」と表明。

12日○米国西岸～日本を含む極東の復航運賃同盟(PWC、

(水) 加盟11社)の船主会議がオスロで開かれていたが、  
PWCの解散を決議。米国新海運法が引き金にな  
ったもので解散決議を荷主など関係者に通告する  
期間60日を経て、11月中旬に復航同盟は消滅する。

○各所よりの報道を総合すると、イラク空軍の船舶  
攻撃はまた活発になり、イラクは最近1週間に6  
隻を攻撃したと発表している。新聞に報ぜられた  
もののうち、11日に被弾した1隻は昭和石油が用  
船して日本向け原油を積んでいるリベリア船籍の  
タンカー「セントトピアス」号(250,000 DW)。12  
日に被弾した1隻はイラン国営石油会社がチャ  
ーターしていたパナマ船籍、西独会社所有の石油関  
連補給船「ゼートランス21」号(500トン)で本船は沈  
没し、英国人3人を含む11人が死亡した。

●国際通貨基金(IMF)は1984年度年次報告で「83  
年から84年上期にかけて、世界経済は著しく良好  
な実績を達成した」と事実上の世界景気回復を宣  
言した。

13日○運輸省海上技術安全局は第2回高信頼度知能化船  
(木) 研究開発推進委員会を開き、これまでの研究成果  
を報告し、今後の研究計画を審議した。

14日●長野県西部地震が発生し、震源近くの長野県木曾  
(金) 郡王瀧村で土砂崩れが起き、死亡・行方不明29人  
に達した。揺れは東北から中国地方まで広範囲に  
わたった。

●全体で3,500億ドルの累積債務をかかえる中南米  
11カ国の外相・蔵相による第2回債務問題会議は、  
債務国と債権国の共同会議を遅くとも来年上半期  
に開くよう求めるなど、10項目の宣言を採択し、  
閉幕した。

18日○日本～北米定期船航路で日本船など運賃同盟参加  
(火) 各社が同盟非加入会社と競争するために導入して  
いた二重運賃制度が廃止された。北米往航同盟で  
は18日付、北米復航同盟は19日付。米国新海運法  
の影響。

19日●自由民主党本部が火災車2台で襲われ、本部のピ  
(水) ルの3～7階に火がつき延べ約650㎡を焼いた。

## 近代化船を商船隊の中核に

### 海造審諮問第88号の中間答申

海運造船合理化審議会（委員長代理川又克二経団連副会長）は8月30日、第59回総会を開き、4月9日に諮問されていた諮問第88号「今後の外航海運政策はいかにあるべきか」についての中間答申を細田運輸相に提出した。4月以降海造審は2回、海運対策部会を開き、実質審議は11回の小委員会で行なわれたが、過去の海造審では避けて通ってきた船員問題を中心に論議を進めてきたのが特徴である。

中間答申は次のような構成となっている。

1. 外航海運の問題点
  - (1) 海運をめぐる国際環境の変化
  - (2) 海上貨物流動の変化
  - (3) 日本船の国際競争力低下と船員問題
  - (4) 海運企業の経営上の問題
  - (5) 海運集約体制
  - (6) 定期航路運営体制
2. 今後の外航海運政策の考え方
3. 我が国商船隊の構成のあり方及び規模の見直し
  - (1) 今後の商船隊構成のあり方
  - (2) 日本人船員の役割
  - (3) 我が国商船隊の規模の見直し
  - (4) 船員問題への対応
4. 海運企業の経営合理化・活性化と企業基盤の確立
5. 海運集約体制及び定期航路運営体制の見直し等

本中間答申は約13,000字におよんでおり、到底ここに全文を掲載できないので各紙の論調を参考にしてその要点を紹介する。

答申ではまず国際競争力の低下、船員問題などわが国外航海運が直面する問題点を浮き彫りにしたうえで、今後の外航海運政策の考え方として良質な海上輸送サービスの提供、日本人船員の職場確保、緊急事態における輸送力の確保などの面から今後とも日本人船員による日本船をわが国商船隊の中核とすべく位置づけている。しかし国際競争力の保持あるいは耐える力が前提で、このため日本船の国際競争力の回復、コスト競争力の強い外国用船を含めた各種船舶の組み合わせによる国際競争力の確保などを図る方法の確立が必要で、まず企業の自主努

力、労使の協力が求められ、他方、政府も所要の施策を講じるべきとしている。

わが国商船隊の構成については、日本船の乗組員の少数精鋭化を一層推進し、近代化船を整備増強し、日本商船隊の中核とする一方、国際競争力回復が当面困難な船舶は海外貸渡方式による日本船（従来マルシップといわれてきたもの。日本船舶を外国企業に裸用船に出し、相手方である外国の用船主が配乗権をもって、これに主として発展途上国船員を配乗させた後、これを日本の海運企業が再び用船するものをいう。）、支配外国用船、外国用船を組み合わせ、全体として国際競争力の確保を具体的に指摘している。一方、日本人船員については高度な船舶運航技術者であるとともに営業、情報システムなど諸部門に活用できる技術者を目指すべきとして、その必要性を明言している。

日本商船隊の規模では次表に示すように現状の積取比率維持を前提に65年度時点で現在より約700万総トン減の約5,000万総トンを見込んでおり、日本船は約2,900万総トンと試算している。このうち中核となる近代化船は約2,000万総トン（約350隻）まで増強されることが望ましいとしている。今後6年間に年間200～210万総トンの近代化船整備が必要となる試算である。このため乗組員の少数精鋭化、資金確保などあらゆる努力が必要としている。船員問題では65年時点でも船員過剰傾向が続くと

65年度の日本商船隊の規模の見直し

（単位：万総トン）

		現 状 (58年央)	65 年 度 船 腹 量
日 本 船 船	運 航 中	2,600	2,548
	備 蓄 ・ 係 船	455	—
	内航・漁船兼用等	43	33
	海 外 貸 渡	312	312
	計	3,410	2,893
外 国 用 船	運 航 中	2,246	2,107
	備 蓄 ・ 係 船	17	—
	内航・漁船兼用等	—	—
	海 外 貸 渡	46	—
	計	2,309	2,107
日 本 商 船 隊	運 航 中	4,846	4,655
	備 蓄 ・ 係 船	472	—
	内航・漁船兼用等	43	33
	海 外 貸 渡	358	312
	計	5,719	5,000



みており、労使協議による努力、教育機関の見直し、船員雇用対策の検討を指摘している。

このほか、海運企業の合理化、経営多角化努力を促す一方、活性化を図るため利子補給対象会社への諸規制の見直しなどを具体的に求めている。また海運企業基盤強化のため船舶の特別償却制度拡充、投資減税など税制上の措置が必要としている。

なお専門紙によれば今後海造審は10月に小委員会を再開し、海運集約体制、定期航路の運営体制の見直しや過剰船員に伴う具体的な船員雇用対策などについて審議し年内に本答申の予定だが、本答申は来春以降に延びるかも知れないと伝えられている。

### 海事関係の60年度予算概算要求

大蔵省は8月31日、昭和60年度予算の概算要求を締め切った。各省庁の概算要求合計額は一般会計で54兆7,500億円強で、今年度予算比8.2%増となった。一般会計から国債費と地方交付税交付金を除いた一般歳出は原則として今年度予算を下回る概算要求基準となっていたため今年度予算比0.9%増にとどまった。その中で、防衛費や政府開発援助(ODA)などが高い伸びを示し、対外配慮が浮き彫りとなった。

運輸省の概算要求は一般会計は対前年度比1.7%減、財政投融资は関西国際空港など航空関係整備の伸びなどにより、対前年度比5.1%の増となった。

主要施策のうち海事関係では外航海運の整備(41次計画造船、財投)が対前年度比23.7%増の1,355億円、建造量は180万総トン、利子補給(既契約分)5カ月繰り延べで74億円、船舶向け輸銀融資金は981億円(対象船146万総トン)の要求となった。船舶整備公団関係は324億円(国内旅客船2万2,000総トン、内航船8万総トン、近海船3万総トン)、離島航路補助は39億円と前年度をやや上回る要求となっている。港湾整備は前年度を下回っているが、関西国際空港整備は一般会計51億円、財投124億円と大幅な要求増となっている。例年のスケジュールでは9月から大蔵省と各省との予算折衝がおこなわれ、12月末に大蔵予算案が作成され、これを閣議決定して政府予算案となり、来年1月から衆参両院で審議して年度末に可決成立ということになる。

### 高信頼度知能化船の研究開発

運輸省海上技術安全局は9月13日、運輸省会議室で産官学の有識者からなる「高信頼度知能化船研究開発推進委員会」(座長=金森政雄 日本造船工業会会長)を開き、

先端技術を導入した将来の船舶のあり方について、これまでの検討状況を報告する一方、今後の開発方針を審議した。

本委員会は昨年9月16日に発足したもので、その発足に至る経緯および高信頼度知能化船研究開発の推進体制については本誌1983年11月号の「10月のニュース解説」で詳しく解説しているが、その後1カ年たったので第2回の委員会が開催されたものである。

専門紙の報ずるところによれば、58年度に要した開発費は13億9,000万円で、59年度は35億6,000万円としている。これらの資金の80%は日本船舶振興会からの資金援助であり、日本造船振興財団の技術基金も加わっている。

本年4月に運輸省船舶局は「運輸技術審議会第13号答申のその後(昭和58年度研究状況)」を発表しているが、その中で(1)造船のロボット化技術の研究開発、(2)高信頼度知能化船の研究開発、(3)船舶信頼性調査、の三本柱について報告している。うち(2)の要約は次のとおり。

#### (2) 高信頼度知能化船の研究開発(要約)

##### (イ) 高信頼度プラント(高信頼度船用推進プラント技術研究組合—大手造船7社で構成—担当)

6カ月メインテナンス・フリーで高効率の大型船用ディーゼル機関及び故障予知診断システムの開発を目的として、これらの要案技術の研究開発として次の各項目を推進している。

- セラミックス化高信頼度機関部品
- 最適燃焼制御システム
- 高信頼度過給機
- その他

##### (ロ) 高度自動運航システム(社)日本造船研究協会が担当)

協会に大手造船7社、中核6船社、船舶技術研究所、大学等の技術者及び研究者による2部会22W.G.を設け、実態調査及び分析に精力を注ぐとともに関連技術の評価を行ない、以下の各サブシステムの開発の技術的手法について目途をつけた。

##### (i) 最適自動運航システム

- 海象・気象状態評価監視システム
- 船体状態監視評価・姿勢制御システム
- 最適航路計画システム
- 総合運航管理システム

##### (ii) 出入港自動化システム

- 港内航行誘導システム
- 衝突・座礁予防システム
- 自動離着棧・係船システム
- 自動荷役システム

●新造船紹介

## IMO Type II 新測度 499総トン型ケミカルタンカー “第七旭豊丸”

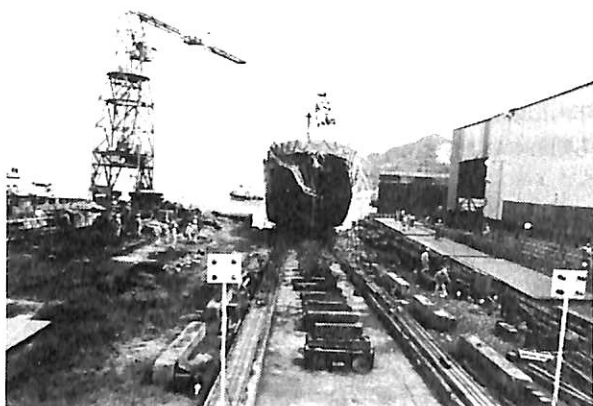
寺岡造船株式会社  
設計部 基本設計課

### 1. はじめに

本船は、船主矢田汽船株式会社が内航ケミカルタンカー輸送業者近畿輸送倉庫株式会社を運航会社として内航総連合会、昭和58年12月期建造等に許可申請をし、翌59年1月の船腹調整委員会に於て慎重審査され承認された。その工程は昭和59年3月1日当社第二工場第一船台にて起工、昭和59年7月9日に引渡されたもので、本邦国内沿岸をサービスするケミカルタンカーである。

基本設計に当っては、昭和39年1月当時でも珍しい総ステンレスタンク構造の酒運搬船“第五千鳥丸”の建造実績と最近に於ける内航ケミカルタンカー業界の最新技術を採用し入れ危険化学薬品の毒物、引火性液体、腐蝕性物質および有害物質であるアクリルニトリル、クロロホルム、ヘキサメチレンジアミン等の57品種の多くに上る積荷が可能のごとく設計され、船艙は総ステンレス鋼により外板はSS41級の鋼材にて、二重船殻構造を採用して建造された。

当社は、最近の三ヶ年半は北欧、中近東および東南アジア方面への特殊作業船の輸出100パーセントの実績で海外から特殊船の造船所として、高く評価されており、且つまた、昭和31年鋼船建造を最初に建造以来多数のタンカー船、並びにケミカル船を設計・建造しており、豊



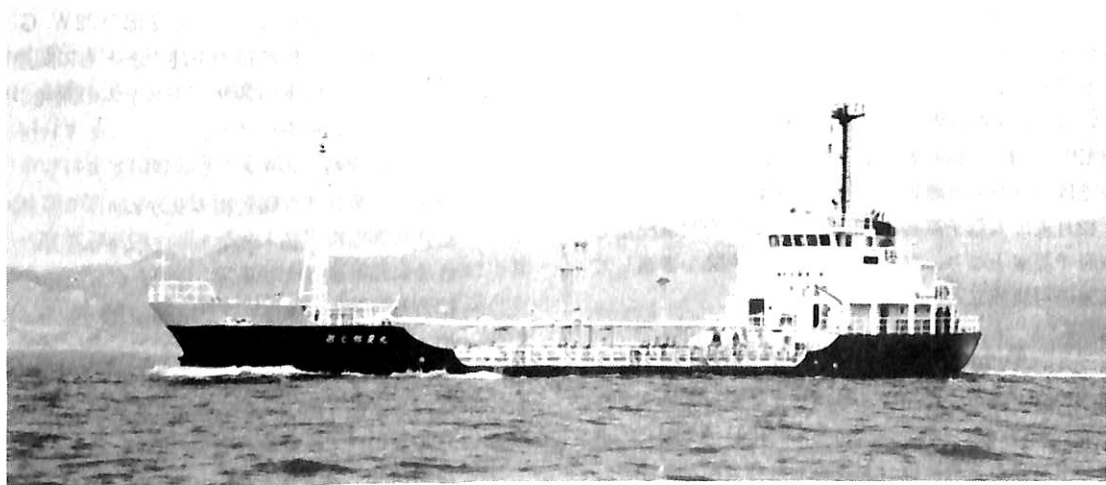
進水する“第七旭豊丸”前途は洋々ケミカル船としての活躍が待たれる。下の写真は“第七旭豊丸”の全姿

富な経験と特殊船の実績を有している。

本船の設計と建造に際しては、これらの実績に加えて最新の省エネ・省力化技術を織り込み、建造中終始一貫して船主の立場に立って品質面での管理に特に配慮した。

### 2. 主要目

- (1) 船級および航行区域  
JG 沿海区域



(2) 適用法規

海上人命安全条約 (1974) およびその議定書 (1978)  
 海洋汚染防止条約 (1973) およびその議定書 (1978)  
 IMO 危険ケミカルばら積構造設備規則, タイプII 船  
 IMCO 決議A 212 (VII) 第1回改正より第10回までの  
 改正趣旨適合, NK 規則CS編, NK規則集検査要領,  
 NK技師長通達

(3) 交付書類

運輸大臣指示書, 運輸大臣許可書, 神戸海運監理部長  
 許可書, 適合証書一式

(4) 主要寸法および仕様概要

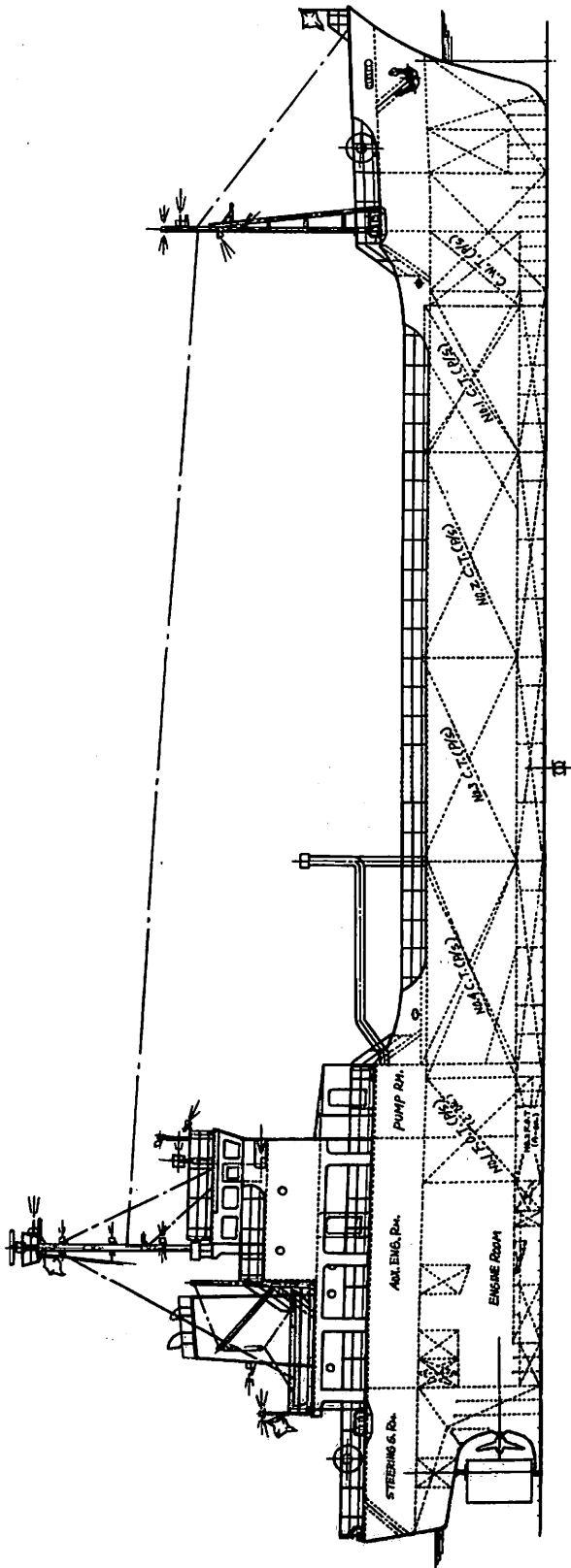
全長		63.00 m
垂線間長		58.00 m
幅 (型)		9.20 m
深さ (型)		4.60 m
計画満載喫水 (型)		4.15 m
満載排水量		1,100 t
船種船型	第四種船	船首楼船尾楼付凹
総トン数		499 T
貨物艙容積	第1油槽左舷	78.904 m <sup>3</sup>
	右舷	79.046 m <sup>3</sup>
	第2油槽左舷	124.483 m <sup>3</sup>
	右舷	124.829 m <sup>3</sup>
	第3油槽左舷	124.848 m <sup>3</sup>
	右舷	124.836 m <sup>3</sup>
	第4油槽左舷	121.230 m <sup>3</sup>
	右舷	121.288 m <sup>3</sup>
	合計	899.464 m <sup>3</sup>
燃料油タンク		
	No 1 燃料タンク C重油左舷	28.0 m <sup>3</sup>
	右舷	28.0 m <sup>3</sup>
	No 2 燃料タンク A重油二重底	22.0 m <sup>3</sup>
	合計	78.0 m <sup>3</sup>
潤滑油タンク		
	潤滑油サンブタンク	3.13 m <sup>3</sup>
	潤滑油セッティングタンク	3.00 m <sup>3</sup>
	潤滑油貯蔵タンクM/E	3.00 m <sup>3</sup>
	AUX/E	1.40 m <sup>3</sup>
	合計	10.53 m <sup>3</sup>
清水タンク		
	No 1 清水タンク (APT)	34.0 m <sup>3</sup>
バラストタンク		
	FPT	19.0 m <sup>3</sup>
	No 1 バラストタンク左舷	41.0 m <sup>3</sup>
	右舷	41.0 m <sup>3</sup>

No 2 バラストタンク		42.0 m <sup>3</sup>
No 3	"	80.0 m <sup>3</sup>
No 4	左舷	42.0 m <sup>3</sup>
	右舷	42.0 m <sup>3</sup>
No 5	"	80.0 m <sup>3</sup>
合計		387.0 m <sup>3</sup>

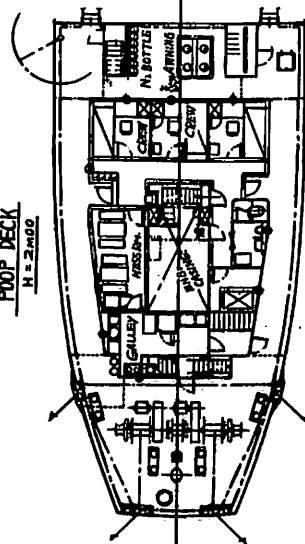
その他のタンク

スロップタンク	左舷	22.5 m <sup>3</sup>
"	右舷	22.5 m <sup>3</sup>
FOドレンタンク		0.9 m <sup>3</sup>
スラッジタンク		2.9 m <sup>3</sup>
乗組員数		6名
試運転最大速度		11.2 ノット
航海速度		10.5 ノット
航続距離		3,500 海里
航海日数		10.0 日
燃料消費	C重油	4.4 ton/day
甲板機械		

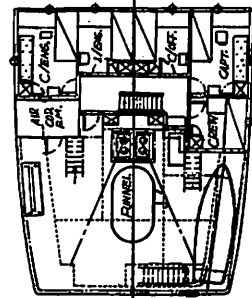
揚錨機	分離形電動油圧	
	3.5t × 15m/min × 2台1ドラム+1ワーピングエンド	
係船機兼中錨用	電動油圧	
	2.5t × 15m/min × 2台1ドラム+1ワーピングエンド	
操舵機	電動油圧式 ラム式	
	40t/m × 1台 MCP付	
荷役ポンプ	主機駆動 全SUS メカニカルシール付	
	350m <sup>3</sup> /h × 70m	2台
スロップポンプ	油圧駆動 全SUSメカニカルシール付	
	35m <sup>3</sup> /h × 60m	1台
残液ポンプ	ウエルディング SUS弁テフロン	
	3m <sup>3</sup> /h × 20m	2台
二重底バラストポンプ	油圧駆動	
	150m <sup>3</sup> /h × 15m	1台
ポンプ室送風機	シロッコ電動	
	80m <sup>3</sup> /min × 30m/Aq	1台
船首ビルジポンプ	エジェクター式 40φ	1台
中央部ボイドスペースビルジポンプ		
	エジェクター式 40φ	2台
船首ビルジポンプ	エジェクター式 40φ	1台
ポンプ室ビルジポンプ	耐ケミカル製	
	電動ピストン式 3m <sup>3</sup> /h × 20m	1台
	貨物油槽内換気用送風機ターボファン水駆動	2台
	貨物油槽内タンク洗浄機 固定式	10台
	非常用消防ポンプ 30m <sup>3</sup> /h × 55m	1台
	(ディーゼル 12PS 駆動)	
機関関係		



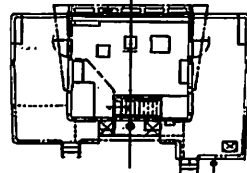
POOP DECK  
H = 2 m 00



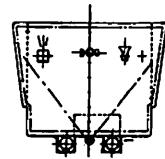
BOAT DECK  
H = 2 m 10



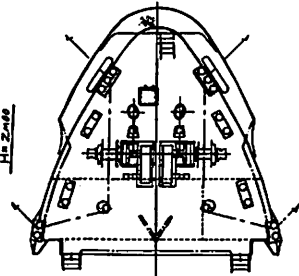
NAV. BRIDGE  
H = 2 m 10

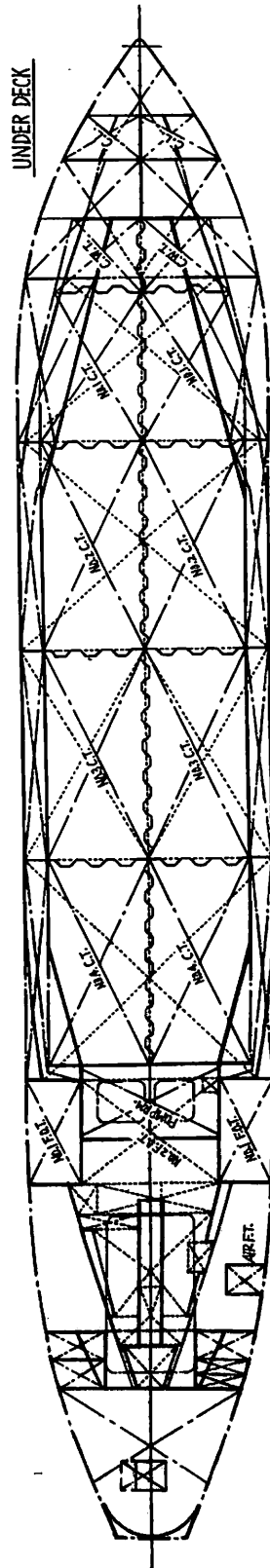
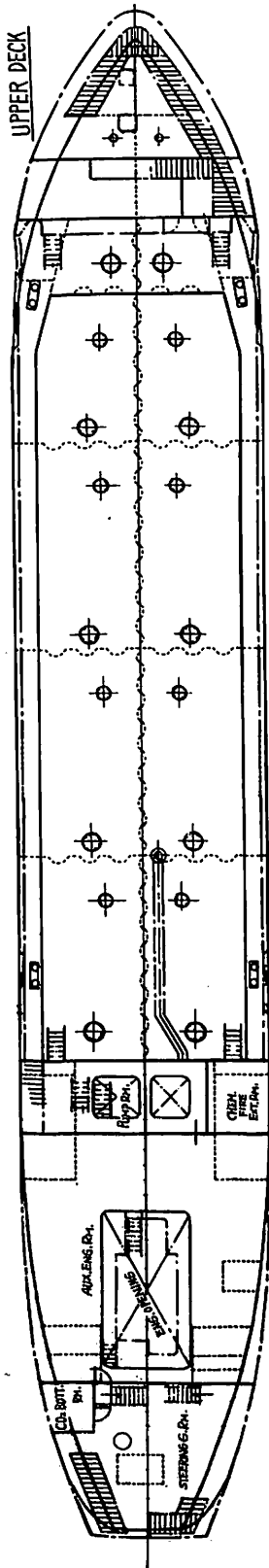


COMP. DECK  
H = 2 m 10



F. C. I. E. DECK  
H = 2 m 00





矢田汽船向け IMO Type II 新測度 499 総トン型ケミカルタンカー“第七旭豊丸”一般配置図  
寺岡造船 建造



主機関		
阪神ディーゼル	6LU28G-D	1基
連続最大出力	1,200PS × 370rpm	
常用出力	1,020PS × 351rpm	
推進器	4翼固定ピッチプロペラ	1基
発電機		
ヤンマーディーゼル	6CHL-HTN	1台
	120PS × 100kVA × AC220V × 60Hz	
主機駆動定周波数型マリンフレック		1台
	100kVA × AC220V × 60Hz	
蓄電池	鉛式 (N-200)	2群
	24V × 200AH	
航海器具		
反映式磁気羅針儀		
操舵コンパス		
オートパイロット (MCP)		
エンジンテレグラフ		
レーダー 10吋70漣		
舵角指示器		
エアertайフオン		
音響測深儀		
風向風速計		
旋回窓		
船内指令装置		
消火装置		
機関室	海水および持運式泡消火器, CO <sub>2</sub> 消火装置	
居住区	海水および持運式泡消火器	
荷役ポンプ室	CO <sub>2</sub> 消火装置	
甲板区域	固定式泡消火装置およびドライケミカル消火装置	
暖房装置		
パッケージ組込集中蒸気および電気ヒーター		
冷房能力	15,000 kcal/h × 3.7kW	
暖房能力	19,000 kcal/h 蒸気 7kg/cm <sup>2</sup>	

### 3. 本船の概要

本船の荷主は旭化成で、主として積荷はTDI(ジイソシアニル酸トルエン) MDI(ジフェニールメタンジイソシアネート) およびフェノールといった毒物性、有含性物質を積載して新居浜、鹿島、大阪、神戸、名古屋および千葉等の各港間の輸送に従事するステンレスケミカルタンカーである。

IMOルールで要求される残存能力の確保には、当社のIBMコンピューターをフルに活用して基本設計の大半を費した。

さらに船体構造、配置艙装品等の設計に関しては船主と十分な協議を行ない、各々の積荷に最適のように配慮し、二品目の同時積付可能と低温度ヒーティングの管理方式を採用して上甲板およびボイドスペースにステンレス製ヒーティングコイルを装備しタンク全体の保温とヒーティングコイル自体の寿命に考慮を払った。

積付けタンクの容積については、新測度法を採用した499G/T型では最大の900m<sup>3</sup>を確保することが出来、荷主および船主の好経済性に貢献している。

本船は凹甲板船、船尾機関型として建造し、船首は傾斜型、船尾はカットオフスターン型とし、一般配置図に示すごとく機関室および甲板室を船体後部に設け、居住区その他各室が配置されている。

上甲板下は8個の水密隔壁に分割され前部より船首水槽、バラスタタンク、クリーニング水タンク、スロップタンク、貨物艙No.1~4、空所、ポンプ室および燃料油槽、機関室、清水槽とする。

機関室下部および貨物槽は一部を二重底構造とし、バラスタタンク、空所、燃料油タンク、潤滑油サンプタンク等を設ける。船内には水夫長倉庫、オイルフェンスおよびペイント倉庫を設ける。

船尾機内にはポンプ室エントランス、ドライケミカル消火装置、CO<sub>2</sub>室、機関室閉壁、操舵機室を設け、船尾機甲板上に船員室、倉庫、サロン兼食堂、賄室、食糧庫、便所、機関室閉壁等を設ける。

端艇甲板上には、船員室、冷暖房機室、甲板倉庫、バッテリー箱等を設け、航海甲板上に操舵室を設ける。

荷油槽は、油密水密隔壁により2列4タンクとし配置は一般配置図のとおりとする。

船員室はすべて個室としてプライバシーを確保し、調



整然と配置配管された荷油管, CO<sub>2</sub>, 消防管, ヒーティングコイル, エヤイベント管など

理関係部員の労力削減の目的をもって調理室の隣りに食堂を設けて、セルフサービスに便利のように配置した。

#### 4. 船体部構造および機装

船体主要部に用いる軟鋼材、ステンレス鋼材、SUS 304、鋳鋼、鍛鋼品は船舶安全法または鋼船構造規程に合格した材料とし、鋳巣その他有害な欠陥のないものを使用する。

木材は十分に乾燥した有害な死節裂庇等のないものを使用する。船体中央部は船底縦隔壁上甲板は縦通肋骨式構造として二重底を設ける。

その他の箇所、船側および船首、船尾構造等は、全て横置式構造とする。貨物艙およびスロップタンクはステンレス鋼を使用し、積荷による腐蝕防止と輸送中の品質管理面に配慮した。

上甲板は全て鋼甲板張詰めとし、中央部貨物槽には一部ステンレス鋼の膨張トランクを設ける構造とし、甲板梁は中央部を縦通梁式、その他横置梁式とする。

縦通桁および特設梁は、適当な位置に設けられた特設肋骨により支持する方式とし、貨物艙は全てステンレス鋼板を使用し外骨式を採用した。

揚錨機、係船機その他揚錨係船器具類の下部は十分に補強し振動対策を考慮した。

船首尾構造、機関室構造の剛性保持に努め、上部構造物にまでおよぶ防振対策などを実施したため、海上公試時の船体振動計測では、主船体は勿論のこと上部構造およ

び局部振動も極めて少なく良好な結果を得ることが出来た。

ケミカル船としての生命である貨物油ポンプおよびバラストポンプについて二重底バラストポンプは、主機駆動の油圧により油圧駆動横渦巻式自吸ポンプを採用し、貨物油ポンプは主機の前端駆動軸を通じてエアクラッチ嵌脱によってポンプの制御をする。

変速機は1入力4出力型とし、機関室内に設け主貨物油ポンプ2台、油圧ポンプ1台、および、発電機1台を駆動するように計画し、隔壁貫通部は軸封オイルシールを使用し水密および気密性を保つようにした。

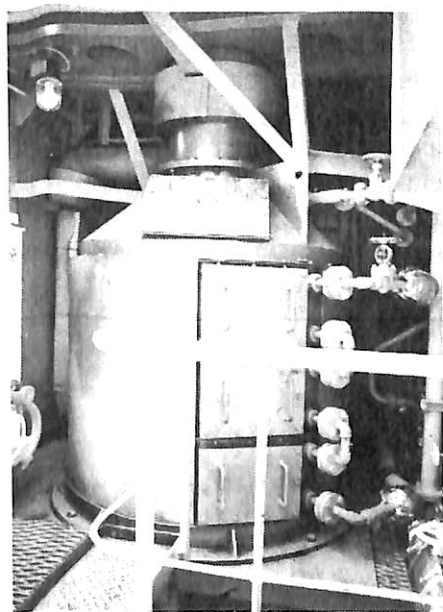
貨物油ポンプのケーシング歯車関係軸は、ステンレス鋼とした。二重底バラスト用海水吐出口および海水吸込口を設け、船底弁200Aを1個装備、荒天時の航海のために貨物タンクにもバラスト注水可のごとく船底弁より非常用ホースにて連結出来るような配管とする。

各貨物油艙内中央部付近にフロート式液面計を取付けて、操舵室内に設けた液面計監視盤により各貨物槽内の液面を常に計測出来るようにする。尚、油の流出防止のため、オーバーフローおよび高液面警報用レベルスイッチを液面計監視盤に組込み、電子ホーンおよび回転灯等の警報は操舵室頂部に取付け、また、船外用スピーカーにより現場に連絡出来るように計画した。

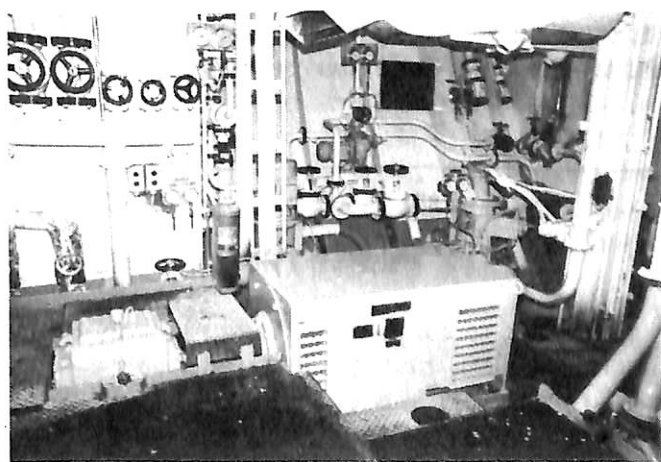
貨物油給入管は4槽2系統配管とし、吸入管兼注油管の口径を150A、導油管は200A、主貨物油ポンプで吸引出来るよう配管し、吐出管は主貨物油ポンプ2台の吐出しを2系統とし膨張トランク内に配管し、陸上取出口を船体中央部両舷に設ける。

#### 5. 機関電気部機装

主機関は4サイクル単動トランクピストン型排ガスタ



排ガスエコマイザ



主機関駆動の発電機100kVA

ービン給機中間空気冷却器付ディーゼル機関1基で、1軸の推進軸系に連結する。推進器は固定ピッチプロペラを装備する。航海中はC重油使用を立前として清浄装置とホジナイザー装置等必要なものを設備する。

船内電源用として、ディーゼル機関直結の発電機を1台、および、主機関駆動定周波発電機1台を装備し、その容量は機関室内補機、甲板機械、照明その他必要な電力に対して充分なるものとし、並列運転はしないものとした。

主機関の燃料油の加熱、暖房および貨物油加熱等に供するため、1台の専用ボイラーと排気ガスエコノマイザーを装備する。

主機関および補機関の排気には、各製油所での安全着積と火災防止対策としての寺岡造船独自の方法にて考案された、スパークアレスターを取付けていることも、本船の特徴の一つである。

主配電盤は防滴垂直床置自立鉄棒デットフロント型とし、発電機制御盤1面、225V動力給電盤1面、集合起動器盤105V給電盤を一体として機関室内に装備した。

本盤は各発電機よりの受電ならびに各負荷への給電を行うに必要な計器器具を完備し、調整に容易なように蝶番式で簡単に開閉出来るパネルとし、気中遮断器、N.F.B等各器具の取り替えは盤正面より帯電部に触れることなく作業出来るように工夫をこらした。

一般に居住区各室、内部通路、機関室を含めた区画に蛍光灯を採用し外部の通路は白熱灯を採用した。非常照明装置として発電機等の故障により照明回路が無電圧になった場合、機関室および主要通路は自動的に蓄電池電源に切替えるものとする。

## 6. むすび

近畿輸送倉庫㈱向には、先に近海構造のLPG船を1隻、本年1月末にはアクリロニトリル運搬船、ケミカル船、第一旭豊丸および本船と相次いで特殊船の発注を戴き、何れも省エネ好経済船としてそのフリートの一部として活躍している。



寺岡方式のスパークアレスターを取付けられた煙管とその周辺

本船は先に述べてきたように、省燃費・省力化はもとより船内随所各部にわたって安全性、信頼性を重視して設計され、充分な品質管理と船主駐在監督員立会の下で建造された最新鋭のステンレスケミカルタンカーである。また、その性能と技術力は海上公試において各種テストにおいてすべてにわたり満足するデータが記録されている。

新造就航後二ヶ月足らずであるが、本船の能力を十二分に発揮して、船主、荷主に大変好評を得ている。

最後に本船の建造に際しては御協力御支援または、御指導下さいました関係各位に対し、感謝の意を表するとともに厚く御礼を申し上げねばなりません。

本船の輝かしい前途と御安航および関係各位の御健勝を祈念して、本稿のむすびといたします。

## 続・ケミカルタンカー

恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介

B5判 424頁

定価 7,500円

※送料 当社負担

好評の単行本『ケミカルタンカー』(5,000円)を昭和54年刊行以来4年目、この程続きの『続・ケミカルタンカー』が発行されました。既刊「ケミカルタンカー」の第1章から第5章までの内容に続き、本書は、第6章貨物用諸装置、第7章防火・消火および防爆、第8章

人身保護・安全装置、第9章材料・溶接・腐食、第10章オペレーションおよび保守、付録資料17編 総頁424頁の危険物運搬船の本格的な技術書です。正・続まとめましたので揃えて活用して戴ければ幸いです。

株式会社 船舶技術協会

## ●規則の動向を読む

# USCG のケミカルタンカーに対する貨物の適合性及びオペレーションに関する新規定(その1)

編 集 部

1983年版46CFR § 153.905で米国領海を航行または米国の港に入港するケミカルタンカーに対して所持義務が課せられているCFR第 35, 第 150 および 153編のうち新たにCFRに取り入れられた第 150 編の和訳を試み、読者諸兄の参考に供する次第である。

## 第 150 編 貨物の適合性及びばら積有害廃棄物に対するオペレーション上の要件

## 目 次

支編 A	貨物の適合性
節	
150.110	適 用
150.115	定 義
150.120	不適合貨物の定義
150.130	不適合貨物を積載している船への貨物積載
150.140	表 I に記載されていない貨物
150.150	適合表の例外
150.160	適合表の例外としての貨物の運送
図 I	適合表
表 I	アルファベット順貨物リスト
表 II	貨物の分類
付録 I	適合表の例外
付録 II	図 I の説明
付録 III	適合表の例外を決定するための試験方法
付録 IV	データシート
権威:	46 U.S.C. 391a; 49 U.S.C. 1803; 46 CFR 1, 46(n) (4)及び (t)
出典:	CGD 75-59, 45FR 70263, 1980年10月23日 但し特記事項を除く

## 支編 A 貨物の適合性

## § 150.110 適 用

この支編は、不適合な危険な物質を識別するための規則および恒久的に設備されたタンクまたは船上に設けられている間に積貨、または揚貨されるタンクに貨物とし

てばら積みされるこれらの物質の運送規則を規定するものである。この規則は46 U. S. C 391aに規定するすべての船舶に適用する。

## § 150.115 定 義

この支編で使用される“危険な物質”とは、次のものを指す。

(a) 本章(第 I 章: 訳注)の § 30.10-22 で定義する可燃性液体、または § 30.10-15 で定義する引火性液体。

(b) 本章の表 151.05 (無人ケミカルバージ用の最低要件一覧: 訳注)、第 153編表 I または第 154 編表 4 に掲げる物質

(c) 46CFR 172.01 に掲げる液体、液化ガスまたは加圧ガス

“責任者”とは、自航船の船長、またはバージの責任者を指す。

## § 150.120 不適合貨物の定義

§ 150.150 で記述されている場合を除き、危険な物質とされる貨物は、ケミカルグループが次に示す指示がされている場合、表 I に掲げる他の貨物と適合性がない。

(a) 図 I のマス目に“×”印が付されていて、かつ、付録 I の例外規定のないもの。

(b) 図 I のマス目に“×”印以外の記号が付されていて、かつ、その記号が示す脚注に特別に掲げられているもの。

(§ 150.140 も参照のこと)

## § 150.130 不適合貨物を積載している船への貨物の積載

§ 150.160 で記述されている場合を除き、船の責任者は、危険な物質である貨物を格納する設備が次の要件に適合していることを確認しなければならない。

(a) 格納設備が危険な物質を、または表 I の貨物を不適合であるようないかなる貨物の残留物を、次に示すもので構成される二重の防壁によって分離しなければならない。

(1) コファダム

(2) 空のタンク

図1 USCGの貨物適合表

編纂部注：本表は当社刊の「ケミカルタンカー」表4・21ケミカル相互反応表A(液化ガスを含む)の改正であり、「純・ケミカルタンカー」の資料5に対応する。

貨物グループ	1. NON-OXIDIZING MINERAL ACIDS	2. SULFURIC ACID	3. NITRIC ACID	4. ORGANIC ACIDS	5. CAUSTICS	6. AMMONIA	7. ALIPHATIC AMINES	8. ALKANOLAMINES	9. AROMATIC AMINES	10. AMIDES	11. ORGANIC ANHYDRIDES	12. ISOCYANATES	13. VINYL ACETATE	14. ACRYLATES	15. SUBSTITUTED ALLYLIS	16. ALKYLENE OXIDES	17. EPICHLOROHYDRIN	18. KETONES	19. ALDEHYDES	20. ALCOHOLS, GLYCOLS	21. PHENOLS, CRESOLS	22. CAPROLACTAM SOLUTION
無機酸(鉱酸)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
炭酸																						
硝酸																						
有機酸																						
苛性ソーダ, 苛性カリ等																						
アンモニア																						
脂肪族アミン																						
アルカノールアミン																						
芳香族アミン																						
アミド																						
脂水有機酸																						
イソシアネート																						
酢酸ビニル																						
アクリレート																						
置換体を行なうアリル																						
酸化アルキレン																						
エピクロロヒドリン																						
ケトン																						
アルデヒド																						
アルコール, グリコール																						
フェノール, クレノール																						
カプロラクタム溶液																						
オレフィン																						
パラフィン																						
芳香族炭化水素																						
各種炭化水素混合物																						
エステル																						
ビニルハライド																						
ハロゲン化炭素																						
ニトリル																						
炭素 disulfide																						
スルフォラン																						
グリコールエーテル																						
エーテル																						
ニトロ化合物																						
各種水溶液																						

脚注  
 x 不適合グループ  
 (A) Acrolein, Crotonaldehyde, および 2-Ethyl-3-propyl acrolein とグループ1 (Non-Oxidizing Mineral Acids) の組み合わせは不適合である。  
 (B) Isophorone および Mesityl Oxide とグループ8 (Alkanol amines) の組み合わせは不適合である。  
 (C) Acrylic Acid(4) とグループ9 (Aromatic Amines) の組み合わせは不適合である。  
 (D) Allyl alcohol とグループ12 (Isocyanate) の組み合わせは不適合である。  
 (E) Furfuryl Alcohol とグループ1 (Non-oxidizing Mineral Acids) の組み合わせは不適合である。  
 (F) Furfuryl alcohol と Formic Acid (4; 訳注) の組み合わせは不適合である。  
 (G) [ 保留 ] (この記号に対応する指示が削除された場合、以下の記号をくり上げることをしないで記号だけ残しておくという意味：訳注)  
 (H) Trichloroethylene とグループ5 (Caustics) の組み合わせは不適合である。  
 (I) Ethylenediamine(7) と Ethylene dichloride(6) の組み合わせは不適合である。

貨物グループ

貨物グループ



- (3) ボイドスペース
- (4) 貨物操作区画
- (5) 適合貨物を格納しているタンク、または
- (6) パイプトンネル

(b) 本支編において、十字形の接合部分の対角隔離(線接触による隣接：訳注)は、二重の防壁による隔離と同等である。

(c) 危険な物質の格納設備は、その危険な物質が不適合である他の貨物を運送する格納設備に接続する管装置、またはベント装置を有してはならない。そのような管装置またはベント装置のいずれも、不適合貨物を運送する格納設備と次の方法により分離されてなければならない。

(1) 弁またはスプールピースを取外し、その開放管端に盲板を取り付ける。

(2) 連続して2つの盲板を取り付け、この盲板間の管内の漏洩を検知する手段を有する。

#### § 150.140 表 I に記載されていない貨物

(a) 表 I に掲げられていない危険な物質である貨物は、司令部 (G-MTH) (TEL No (202) 426-2167) がその危険な物質を適合グループのいずれかに指定するまで、他の全ての貨物と不適合であるとして取り扱われなければならない。

(b) 危険な物質は、司令部 (G-MTH) (TEL No (20

2) 426-2167) がその未掲示物質を適合グループのいずれかに指定するまで、表 I に掲げていないいかなる貨物とも不適合であるとして取り扱われなければならない。

#### § 150.150 適合表の例外

司令部 (G-MTH) は、図 I で不適合とされた 2 種類の貨物が付録 III に示す適合な組合せに対する基準に適合する場合、ケース・バイ・ケースによりこの支編の規則に対する例外を承認する。

#### § 150.160 適合表の例外としての貨物の運送

§ 150.150 の規定により例外措置として運送される貨物を積載している船のオペレーターは、次の事項を確認しなければならない。

(a) 司令部 (G-MTH) がレターまたはメッセージとして、その貨物の組合せを適合表に対する例外として承認していること。

(b) そのレターまたはメッセージの写しを船上に備えていること。

編集部注：頁の都合により本号では、図 I および表 I のみを掲載し、次号に表 II および、付録 I, II, III, IV を掲載する。

表1 アルファベット順 貨物リスト (表の最後に脚注あり)

品 名	グループ 番 号	品 名	グループ 番 号
Acetaldehyde	19	(2-Aminoethoxy) Ethanol, 2-	8
Acetic Acid	4	Aminoethylethanolamine	8
Acetic Anhydride	11	Ammonia, Anhydrous	6
Acetone	18	Ammonium Hydroxide (28% or less)	6
Acetonitrile	37	Ammonium Nitrate, Urea, Water Solution (containing Ammonia)	6
Acetophenone	18	Ammonium Nitrate, Urea, Water Solution (not containing Ammonia)	43
Acetyl Tibutyl Citrate	34	Ammonium Polyphosphate	43
Acrolein (inhibited)	19	Ammonium Sulfate Solution (20% or less)	43
Acrylamide Solution	10	Amyl Acetate	34
Acrylic Acid (inhibited)	4	Amyl Alcohol	20
Acrylonitrile (inhibited)	15	Amyl Tallate	34
Adiponitrile	37	Aniline	9
Alcohols (Mixed)	20	Asphalt	33
Alkyl Phthalates (n-)	34	Asphalt Blending Stocks:	
Allyl Alcohol	15		
Allyl Chloride	15		

船の科学

品名	グループ 番号	品名	グループ 番号
Rioofers Flux	33	Corn Syrup	43
Straight Run Residue	33	Creosote, Coal Tar	21
Behenyl Alcohol	20	Cresols	21
Benzene	32	Cresylate Spent Caustic Solution	5
Benzene, Toluene Xylene (crude)	32	Cresylic Acid	21
Butadiene (inhibited)	30	Crotonaldehyde	19
Butane	31	Cumene	32
Butene	30	Cycloaliphatic Resins	31
Butyl Acrylate (inhibited)	14	Cyclohexane	31
Butyl Acetate	34	Cyclohexanol	20
Butyl Alcohol	20	Cyclohexanone	18
Butylamine	7	Cyclohexylamine	7
Butyl Benzyl Phthalate	34	Cyclopentadiene Polymers	30
Butylene	30	Cyclopentadiene, Styrene, Benzene Mixture	30
1,3-Butylene Glycol	20	Cymene	32
Butylene Oxide	16	Decaldehyde	19
Butyl Ether	41	Decane	31
Butyl Heptyl Ketone (iso-)	18	Decene	30
Butyl Methacrylate, Decyl Methacrylate Cetyl Eicosyl Methacrylate Mixture	14	Decyl Alcohol	20
Butyl Methacrylate (inhibited)	14	Decyl Acrylate (inhibited)	14
Butylaldehyde	19	Decylbenzene	32
Butynic Acid	4	Dextrose Solution	43
Calcium Bromide Solution	43	Diacetone Alcohol	20
Calcium Chloride Solution	43	Diammonium Salt of Zinc Ethylene Diamine Tetraacetic Acid Solution	43
Camphor Oil (light)	18	Dibutylamine	7
Caprolactam Solution	22	Dibutyl Phthalate	34
Carbolic Oil	21	Dichlorobenzene	36
Carbon Black Base	33	Dichlorodifuroromethane	36
Carbon Disulfide	38	1,1-Dichloroethane	36
Carbon Tetrachloride	36	Dichloroethyl Ether	41
Cashew Nut Shell Oil (untreated)	4	Dichloroisopropyl Ether	36
Caustic Potash Solution	5	2,2-Dichloroisopropyl Ether	41
Caustic Soda Solution	5	Dichloromethane	36
Chlorine	(1)	Dichlorophenol, 2,4-	21
Chlorobenzene	36	1,1-Dichloropropane	36
Chloroform	36	1,2-Dichloropropane	36
Chloronitrobenzene, 2 - See Nitrochlorobenzene, ortho - Chlorotoluene (m-, o-, p-)	36	Dichloropropane/1,3-Dichloropropene Mixture	15
Chlorosulfonic Acid	(1)	1,3-Dichloropropene	15
Choline Chloride Solution	20	Dichloropropionic Acid, 2,2-	4
		Dicyclopentadiene	30
		Diethanolamine	8
		Diethylamine	7

品名	グループ 番号	品名	グループ 番号
Diethylbenzene	32	Flashed Feed Stocks	33
Diethylene Glycol	40	Diundecyl Phthalate	34
Diethylene Glycol Monobutyl Ether	40	Dodecane	31
Diethylene Glycol Monobutyl Ether Acetate	34	Dodecanol	20
Diethylene Glycol Monoethyl Ether	40	Dodecene	30
Diethylene Glycol Monomethyl Ether	40	Dodecylamine, tetradecylamine Mixture	7
Diethylene Glycol Monophenyl Ether	40	Dodecylbenzene	32
Diethylenetriamine	7	Dodecyl Diphenyl Oxide Disulfonate Solution	43
Diethylethanolamine	8	Dodecyl Pentadecyl Methacrylate	14
Diethyl Sulfate	34	Epichlorohydrin	17
Diglycidyl Ether of Bisphenol A	41	Epoxy Resin	18
Diheptyl Phthalate	34	Ethane	31
Diisobutylene	30	Ethanolamine	8
Diisobutyl Carbinol	20	Ethoxylated Alcohols C <sub>11</sub> -C <sub>15</sub>	20
Diisobutyl Ketone	18	Ethoxy Triglycol	40
Diisodecyl Phthalate	34	Ethyl Acetate	34
Diisononyl Phthalate	34	Ethyl Alcohol	20
Diisooctyl Phthalate	34	Ethyl Acrylate (inhibited)	14
Diisopropanolamine	8	Ethylamine	7
Diisopropylamine	7	Ethyl Benzene	32
Diisopropyl Benzene	32	Ethyl Butanol	20
Diisopropyl Napthalene	32	Ethylbutylamine (n-)	7
Dimethyl Acetamide	10	Ethyl Chloride	36
Dimethylamine	7	Ethylcyclohexylamine (n-)	7
Dimethylcyclohexylamine	7	Ethylene	30
Dimethylethanolamine	8	Ethylene Chlorohydrine	20
Dimethylformamide	10	Ethylene Cyanohydrine	20
Dimethyloctanoic Acid, 2,2-	4	Ethylenediamine	7
Dimethyl Phthalate	34	Ethylene Dibromide	36
Dimethyl Polysiloxane	34	Ethylene Dichloride	36
Dimethylpropane -1-3-Diol, 2,2-	20	Ethyl Glycol	20
Dinonyl Phthalate	34	Ethylene Glycol Monobutyl Ether	40
Diocetyl Phthalate	34	Ethylene Glycol Monobutyl Ether Acetate	34
1,4-Dioxane	41	Ethylene Glycol Monoethyl Ether	40
Dipentene	30	Ethylene Glycol Monoethyl Ether Acetate	34
Dipropylamine	7	Ethylene Glycol Monoisopropyl Ether	40
Dipropylene Glycol Dibenzoate	34	Ethylene Glycol Monomethyl Ether	40
Diphenyl-Diphenyl Oxide	33	Ethylene Glycol Phenyl Ether	40
Diphenylmethane Diisocyanate	12	Ethylene Oxide	(1)
Di-n-propylamine	7	Ethyl Ether	41
Dipropylene Glycol	40	Ethylhexaldehyde	19
Distillates		2-Ethyl Hexanol	20
Straight Run	33		

船の科学

品名	グループ 番号	品名	グループ 番号
Ethylhexiic Acid, 2-	4	Hexylene Glycol	20
2-Ethylhexyl Acrylate (inhibited)	14	Hydrochloric Acid	1
Ethyl Hexylamine	7	Hydrofluoric Acid	1
Ethyl Hexyl Tallate	34	Hydrofluorosilicic Acid	1
Ethylidene Norbornene	30	Isophorone	18
Ethyl Methacrylate. (inhibited)	14	Isoprene (inhibited)	30
Ethyl -6-Methyl- n-(1-Methyl-2-		Jet Fuels:	
Methoxy Ethyl Aniline, 2-	9	JP-1 (Kerosene)	33
2-Ethyl-3-propyl Acrolein	19	JP-3	33
Fatty Acid Amides	33	JP-4	33
Formaldehyde Methanol Mixtures	19	JP-5 (Kerosene, Heavy)	33
Formaldehyde Solution (37-50%)	19	Kaolin Clay Slurry	43
Formic Acid	4	Kerosene	33
Furfural	19	Latex, Liquid Synthetic	43
Furfuryl Alcohol	20	Lignin Liquor (Calcium Ligno - Sulfonate.	
Gas Oil :		Water Solution)	43
Cracked	33	Magnesium Nonyl Phenol Sulfide	33
Gasoline Blending Stocks:		Maleic Anhydride	11
Alkylates	33	Maleic Anhydride Copolymer	33
Reformats	33	Mesityl Oxide	18
Gasolines :		Methacrylic Acid	4
Casinghead (natural)	33	Methane	31
Automotive (containing over 4.23 grams		Methoxy Triglycol	40
lead per gallon)	33	Methyl Acetate	34
Aviation (containing not over 4.86		Methyl Acetoacetate	34
grams lead per gallon)	33	Methyl Acetylene, Propadien Mixture	
Polymer	33	(stabilized)	30
Straight Run	33	Methyl Acrylate (inhibited)	14
Glutaraldehyde Solution	19	Methyl Alcohol	20
Glycerine	20	Methylamine	7
Glyceryl Triacetate	34	Methylamine Solutions	7
Glycidyl Ester of Versatic Acid	34	Methyl Amyl Acetate	34
Glycol Diacetate	34	Methyl Amyl Alcohol	20
Grycols, Resin, and Solvent Mixture	33	Methyl Bromide	36
Glyoxal Solution	19	3-Methyl Butylaldehyde	19
Heptane	31	Methyl Chloride	36
Heptanoic Acid (n-)	4	Methyl -6-Ethyl Aniline, 2-	9
Heptene, 1	30	Methyl Ethyl Ketone	18
Herbicide (C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> NO <sub>2</sub> Cl)	33	2-Methyl -5-Ethyl Pyridine	9
Hexamethyleneamine	7	Methyl Formal (Dimethyl Formal)	41
Hexane	31	Methyl Heptyl Ketone	18
Hexanol	20	Methyl -3-Hydroxy -2- Butyne, 2-	20
Hexene	30	Methyl -iso -Amyl Ketone	18

品名	グループ 番号	品名	グループ 番号
Methyl Isobutyl Ketone	18	Oils :	
Methyl Isobutyl Carbinol	20	Aliphatic	33
Methyl Methacrilate (inhibited)	14	Clarified	33
Methyl Naphthalene	32	Coal Oil	33
Methylolureas (20% Free Formaldehyde)	19	Crude Oil	33
Methyl Pyridine, 2	9	Diesel Oil	33
Methyl Pyridine, 3	9	Oiticia	34
Methyl Pyrrolidone (N-)	9	Residual	33
(alpha -) Methyl Styrene (inhibited)	30	Road	33
Methyl tert - Butyl Ether	41	Seal	34
Mineral Spirits	33	Soapstock	34
Molasses	20	Transformer	33
Monochlorodifluoromethane	36	Tung	34
Morpholine	7	White (Mineral)	33
Motor Fuel Antiknock Compounds		Edible Oils, including :	
Containing Lead Alkyls	(1)	Babassu	34
Naphtha		Castor	34
Coal Tar	33	Coconut	34
Cracking Fraction	33	Coconut, Methyl Ester	34
Solvent	33	Corn	34
Stoddard Solvent	33	Cotton Seed	34
Varnish Markers' and Painters' (75%)	33	Cotton Seed Fatty Acid	34
Naphthalene (molten)	32	Fish	34
Napthenic Acid	4	Lard	34
Nitric Acid (70% or less)	3	Olive	34
Nitric Acid (95%)	(1)	Palm	34
Nitrobenzene	42	Peanut	34
Nitrochlorobenzene (ortho -)	42	Rapeseed	34
1 - or 2 - Nitropropane	42	Rice Bran	34
Nitrotoluene	42	Safflower	34
Nonane	31	Soya Bean	34
Nonene	30	Soybean (, Epoxidized)	40
Nonyl Alcohol	20	Sunflower Seed	34
Nonyl Phenol	21	Tucum	34
Nonyl Phenol (ethoxylated)	40	Vegetable	34
Nonyl Phenol Sulfide	33	Fuel Oils :	
Octadecene - 1	30	No. 1 (Kerosene)	33
Octadecenoamide (Oleamide)	10	No. 1 - D	33
Octane	31	No. 2	33
Octene	30	No. 2 - D	33
Octyl Alcohol	20	No. 4	33
Octyl Aldehyde	19	No. 5	33
Octyl Epoxytallate	34	No. 6	33



船の科学

品名	グループ 番号	品名	グループ 番号
Miscellaneous Oils, including :		Polypropylene	30
Absorption	33	Polypropylene Glycol Methyl Ether	40
Aromatic	33	Polypropylene Glycol	40
Coal Tar	33	Polyvinylbenzyltrimethyl Ammonium Chloride Solution	43
Heartcut Distillate	33	Propane	31
Linseed	33	Propanolamine	8
Lubricating	33	Propionaldehyde	19
Mineral	33	Propionic Acid	4
Mineral Seal	33	Propionic Anhydride	11
Motor	33	Propionitrile	37
Neatstool	33	Propyl Acetate	34
Penetrating	33	Propyl Alcohol	20
Range	33	Propylamine	7
Resin	33	Propylene	30
Resinous Petroleum	33	Propylene Butylene Polymer	30
Rosin	33	Propylene Glycol	20
Sperm	33	Propylene Oxide	16
Spindle	33	Propylene Tetramer	30
Spray	33	Propyl Ether	41
Tall	34	Pseudocumene (1,2,4-Trimethylbenzene)	32
Tanner's	33	Pyridine	9
Turbine	33	Rum	20
Oleic Acid	4	Sewage Sludge	43
Oleum	(1)	Sodium Borohydride Solution (15% or less)/ Sodium Hydroxide Solution	5
Pentadecanol	20	Sodium Carbonate Solutions	5
1,3- Pentadiene	30	Sodium Cyanide Solution (30% or less)	5
Pentane	31	Sodium Dimethyl Naphthalene Sulfonate, Aq. Solution	34
Pentene	30	Sodium Hydrosulfide Solution (45% or less)	5
3- Pentenenitrile (crude)	37	Sodium Hypochlorite Solution (15% or less)	5
Pentyl Aldehyde	19	Sodium Polyacrylate Solution	43
Perchloroethylene	36	Sodium Silicate Solution	43
Petrolatum	33	Sorbitol	20
Petroleum Naphtha	33	Stearic Acid	4
Phenol	21	Styrene (inhibited)	30
Pentachloroethane	36	Sulfolane	39
Phosphoric Acid	1	Sulfur (molten)	(1)
Phosphorus	(1)	Sulfuric Acid	2
Phthalic Anhydride (molten)	11	Sulfuric Acid, Spent	2
Pinene	30	Tall Oil, Fatty Acid	34
Polybutene	30	Tallow	34
Polyethylene Glycole	40		
Polyethylene Polyamines	7		
Polymethylene Polyphenyl Isocyanate	12		

品名	グループ番号	品名	グループ番号
Tallow Fatty Acid	34	Triethyl Benzene	32
Tallow Fatty Alcohol	20	Triethylene Glycol	40
Tallow Nitrile	37	Triethylene Glycol Butyl Ether Mixture	40
1, 1, 2, 2-Tetrachloroethane	36	Triethylene Glycol Ether Mixture	40
Tetradecanol	20	Triethylenetetramine	7
Tetradecene	30	Triethyl Phosphate	34
Tetradecylbenzene	32	Triisooctyl Trimellitate	34
Tetraethylene Glycol	40	Trimethyl Benzene, 1, 2, 4-	32
Tetraethylenepentamine	7	Trimethyl Pentanediol - 1, 3-	
Tetrahydrofuran	41	Diisobutyrate, 2, 2, 4-	34
Tetrahydronaphthalene	32	Trimethyl - 3- Pentanol - 1-	
Tetrasodium Salt of EDTA Solution	43	Isobutyrate, 2, 2, 4-	34
Toluene	32	Tripropylene	30
Toluenediamine	9	Tripropylene Glycol	40
Tolene Diisocyanate	12	Turpentine	30
Toluidine (ortho-)	9	Undecanol	20
Triarylphosphate	34	Undecene	30
Tributyl Phosphate	34	Undecylbenzene	32
1, 2, 4- Trichlorobenzene	36	Valeraldehyde	19
Trichloroethane, 1, 1, 1-	36	Vinyl Acetate (inhibited)	13
Trichloroethylene	36	Vinyl Acetate. Fumarate Copolymer	34
Trichloro - 1, 2, 2- Trifluoroethane, 1, 1, 2-	36	Vinyl Chloride (inhibited)	35
Tridecane	34	Vinyl Neodecanate	13
Tridecanol	20	Vinylidene Chloride (inhibited)	35
Tridecene	30	Vinyl Toluene (inhibited)	30
Tridecylbenzene	32	Xylene	32
Triethanolamine	8	Zinc Bromide. Calcium Bromide Solution	43
Triethylamine	7		

脚注 (1) 極めて著しい反応性または運送の特別の条件のため、この物質は適合表に含まれていない。

船による運送のために適合性に関する情報が必要な場合は、司令部 (G-MTH-3) まで連絡のこと。

連絡先: USCG, 2100 Second St. SW., Washington, D. C. 20593 TEL No (202) 426-2167

編集部注: 本表は、当社刊『続・ケミカルタンカー』資料13相互反応表グループの索引 (USCGの相互反応表) を新資料により、誤植訂正し、アルファベット順に組みなおしたものである。

## ●お知らせ

### 船の科学館にて『灯台展』を開催

灯台展は、同館3階特別展示場にて、10月7日~12月10日まで開催される。内容は、日本の灯台の歴史と現状を機器類などの実物展示品やパネルで紹介し、航路標識・灯台補給船の今昔もあわせて紹介される。また、日本の有名灯台を美しい写真で紹介し、それぞれの灯台の見学ガイドも添えている。他に毎週日曜日に海のマンガ映

画を上映している。詳細は問合せのこと。

・入館料 大人500円 学生400円 小人300円

問合せ先 (財) 日本海事科学振興財団

〒135 東京都品川区東八潮3-1 電 (528) 1111

## ●お知らせ● 船の科学編集部より読者の皆様へ

『続・ケミカルタンカー』B5判 総頁424頁が刊行されました。定価は7,500円です。直接当会へ御注文いただいた方は送料当社負担いたします。

## Highly Skewed Propeller の研究

山崎 正三郎\*

### 1. HSP との出会い

人間性回復の声とともに船舶の居住性改善に対する要求が強まり、船体振動・騒音を軽減するために Highly Skewed Propeller (HSP) が自動車運搬船やコンテナ船に数多く採用されている。HSP は翼のそり (スキュー) を大きくしたプロペラであり、大きなスキューによって船尾伴流の大きい所を横切る時間を長くしてプロペラ起振力を大幅に減少させることができる。

HSP のアイデアは古く、1867 年の Bourne の報告に HSP の図がみられる。本格的な研究は、1968 年頃から David Taylor Naval Ship Research and Development Center (DTNSRDC) を中心として開始された。DTNSRDC では、HSP の単独性能、キャビテーション、船尾変動圧力、翼応力に関する模型実験や有限要素法 (FEM) を用いた翼応力解析などがおこなわれ、Conventional Propeller (CP) と比較して HSP の性能が調べられる。

さらに、1975 年 Daniel らは、DTNSRDC の研究を基にして San Clemente Class Ore/Bulk/Oil Carrier に  $72^\circ$  HSP を設計・装着して、プロペラ起振力、振動などを実船計測し、大幅な振動軽減効果のあることを確認した。しかし、この  $72^\circ$  HSP はクラッシュアスターン中、事故により  $0.7R$  から先端で曲り、補修9ヶ月後に折損した。そのために HSP の翼応力について不安を残す結果となってしまった。

筆者と HSP との係りはこの頃で、Netherland Ship Model Basin (NSMB) 留学中に Dr. Hylarides のもとで FEM による HSP の翼応力解析を手伝ったことに始まる。実験値と比較計算するために DTNSRDC の研究報告をいくつか読んだ。しかし、とりたてて HSP に興味があったわけではなく、後日、改めて HSP の翼応力解析で苦勞することになるとは思ってもいなかった。

### 2. 理論計算法の開発

1979 年、ヨーロッパにおいて可変ピッチ型 HSP が急速に増え始めたので、(株)神戸製鋼所においても一体

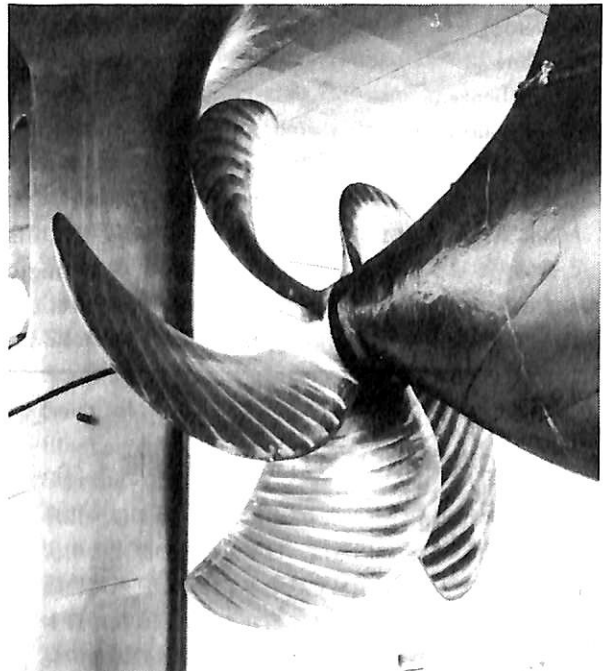
型 HSP を研究することになり、その開発を筆者が担当した。HSP はプロペラ起振力を減少させることができるが、その反面、後進力が低下し、翼応力が急増する。一体型 HSP では逆回転時の翼応力が問題となる。とくに、クラッシュアスターン時においては極端に大きな翼応力が発生し、瞬時に翼が曲る心配がある。HSP の翼応力対策として翼厚を厚くすると、プロペラ単独効率、キャビテーション性能の低下を来すことが予想される。そこで、研究の目的を、

- (1) プロペラ起振力を大幅に下げることができる。
- (2) CP と同等以上の高効率である。
- (3) 強度上の問題がない。

を特徴とした一体型 HSP 設計法の開発とした。そして、これらの性能と HSP 幾何形状の関係を調べるために次の理論計算法を開発した。

#### (1) Wake Adapted Skew Distribution の簡易計算法 (WASD)

翼系理論を応用して各船型に最適なスキュー分布を計



自動車運搬船「智神丸」用  $46^\circ$  Highly Skewed Propeller

算する方法であり、このスキュー分布の採用によりプロペラ起振力を大幅に減少できる。

(2) 非線形定常プロペラ揚力面理論によるプロペラ性能計算法 (NOSPLST)

HS Pの性能解析で重要なピッチ分布、レーキ分布、半径方向の流速などを考慮できるように従来の線形解法を修正したもので、これにより逆転時を含めた重荷重度における単独性能、翼面圧力分布も精度良く計算できるようになった。

(3) 有限要素法によるHS Pの翼応力解析システム (SPROSA)

汎用構造解析プログラムMSC/NASTRANを用いて開発したシステムで、HS Pの翼応力、たわみなどが計算できる。

### 3. コンテナ船用HS P模型実験

これらの理論計算法の有効性を検証すると同時に、HS Pの性能上の特徴について調べるために、コンテナ船を対象にしてCP、72°HS P、90°HS Pを設計し、各種の模型実験を実施した。なかでも、逆回転時の翼面上の流線観察、変動翼応力の計測は、クラッシュアスターン時のHS P翼特性を調べるために今回始めて実施したものである。

主な模型実験結果は次の通り。

(1) 極端に大きなスキューでは、重荷重度の逆転状態において翼面上の流れに失速が生じるために、プロペラ性能解析にプロペラ理論を適用できない。したがって、HS P設計では失速の有無の確認が必要である。

(2) 72°~90°HS Pの後進力はCPより約30%低下する。しかし、クラッシュアスターン性能の低下量はその $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{4}$ と小さくなる。

(3) 72°~90°HS Pの船尾変動圧力はCPの $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ に減少する。その原因は、CPと比較してHS Pではキャビテーションが発生している時間が長く、集中的なキャビテーションの発生が分散され、また、キャビティ断面積の変化率が小さいなどであることが、ピンによるキャビティ厚さの計測により確認された。

(4) 前進時における72°HS Pの平均翼応力はCPの約3倍、翼応力振幅はCPの約2倍となる。クラッシュアスターン時には、さらに前進時の2倍にもなる。したがって、HS Pの翼応力設計においては前進時の疲労強度とクラッシュアスターン時の最大応力の解析が必要である。クラッシュアスターン時の翼応力については直接理論解析できないので、NOSPLSTとSPROSAを用いて停船直後の後進逆転時における翼応力を

解析して間接的に評価する方法を提案した。

### 4. 自動車運搬船「智神丸」への実用

以上の研究によって当初目的とした最適HS Pの設計が可能となり、その適用第一船として常石造船(株)建造、若松海運(株)向け3,200台積み自動車運搬船「智神丸」が選ばれた。その理由は、HS Pの採用に関して船主、造船所に強い熱意があったこと、自動車運搬船は船体構造上、振動が問題になりやすいことなどである。それでも、HS P採用が決まるまでに半年以上の期間と数回にわたる打合せが必要であった。

スキューは46°とした。コンテナ船用に設計した72°以上のHS Pでは強度上問題があり、またスキューを46°とすることにより「智神丸」の振動を許容限界内におさえられると予測されたからである。

46°HS P装着による効果を調べるために模型実験と実船実験を実施した。「智神丸」は新船型であるために同型船がない。そこで、CPとの比較は模型実験によった。この46°HS Pは逆転状態においても翼面上の流れに失速がなかった。また、CPと比較してプロペラ効率同等であり、キャビテーション発生量は少なくなり、船尾変動圧力は約40%減少している結果がえられた。実船実験は、1982年7月、(財)日本海事協会の協力をえて内試と公試運転の際におこなわれた。

筆者も設計者として公試運転に乗船させて頂いたが、計測される船速、回転数、馬力を指定値と比較して一喜一憂した。クラッシュアスターン試験では逆転開始時に生ずる船体の振動に、翼が曲ったのではないかと不安になり、そのあと船速、回転数に変化がないことを確かめて胸をなでおろした。実船実験の結果は良好で、船尾変動圧力、翼応力とも設計値に近い値が計測された。また、振動も従来よりかなり小さいと好評であった。1年後のドックインの際もプロペラをみせて頂いたが、翼の変形、キャビテーションエロージョンもなく大いに自信をえた。

### 5. おわりに

現在、HS Pの実績は相当数にのぼり、益々増加の傾向を示している。プロペラ設計の観点からみるとスキューもピッチ分布、翼幅分布などと同じ1ファクターにすぎない。逆転時のミクロのHS P翼特性の解明、小面積比に適したHS P翼形状の開発など残された課題も多いが、これらを解決することによりCPとHS Pを区別しないプロペラ設計をめざして研究を進めたい。

(\* 株神戸製鋼所 呉事業所 呉開発室)

## 船体運動の統計的最適制御に関する研究

大津 皓 平\*

## 1. はじめに

時系列解析の醍醐味は、一見不規則に見える実際の複雑な現象がこの解析法の適用によって、忽然とその真の構造を現わしてくる瞬間にある。特にお互いに複雑に入り組む2つ以上の時系列の絡みが、解ける瞬間の魅力は、霧中を難航中の船の前面が一瞬にして晴れ渡る瞬間に似て、胸の高まりを覚える一瞬である。

さて航海中の船の運動は大変不規則で、しかも多くの運動モードが絡み合っており、この複雑な現象を解き明かすには、時系列解析の手法を借りる以外に方法はない。例えば、時系列解析から求められるスペクトラムは船の運動や波高などの周波数構造を明らかにし、また周波数応答関数はある周期の波に対して船がどの程度応答するかと言う情報をもたらす。

ところで、スペクトラムを例にとって、これをN. Wienerがその難解を「黄禍」とまで言われた有名な著書の中で述べた道筋に従って計算するには、得られた時系列データ $x(n)$ ,  $n = 1\Delta, 2\Delta, \dots, N\Delta$  ( $\Delta$ =サンプリング時間)から現在の時刻の $x(n)$ とそれより $\ell\Delta$ だけ隔った時刻での $x(n+\ell)$ がこの時系列の中で平均的にどの程度の相関があるかを、相関々数

$$R(\ell) = E[x(n)x(n+\ell)] = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N-\ell} x(n)x(n+\ell) \quad (1)$$

を使って計算する(ここで $E[\ ]$ は $[\ ]$ 内の値の集合平均をとることを意味する)。そしてこの相関々数のフーリエ変換から「生のスペクトラム」を計算し、ウィンドウと呼ばれる適当な平均化操作により、生のスペクトラムを平滑化する。この方法が最近まで主流のいわゆるBlackman-Tukey法の荒筋である。

ところが、時系列解析法には、1927年にG. U. Yuleが太陽黒点の周期解析に用いた時間領域での時系列を最も良く近似するモデルを作って、このモデルによって時系列を予測しスペクトラムを求めるという潮流があった。Wienerの理論では、最後に求めたスペクトラムの平方根の逆フーリエ変換によって時間領域での時系列の予測を行なうが、後者の方法では、時間領域で予測モデルを作って後にスペクトラムを求めるわけである。

この時間領域でのモデルとして、Yuleが用いたものは

$$x(n) = \sum_{m=1}^M a(m)x(n-m) + \epsilon(n) \quad (2)$$

で表現される自己回帰モデル(Auto Regressive Model: 略してARモデル)と呼ばれる統計モデルであった。上記モデルが統計モデルと呼ばれる由縁は、上記モデルに偶然誤差項 $\epsilon(n)$ が加わっているからである。右辺第1項は、時刻 $n$ より過去の時刻での $x(n)$ の値の線型荷重和を表わす項である。すなわち、現在の $x(n)$ が、それより $M$ 時刻過去までの自分自身の値 $x(n-m)$ ,  $m = 1, 2, \dots, M$ の線型荷重和で表現される部分と、それだけでは表現されない偶然によって支配される部分との和で表わされている。

時系列の予測がモデルにより簡単に出来ること、得られるスペクトラムが滑らかなこと等の理由からこの方法が良いことは知られていたが、最大の難点は次数 $M$ を適切に決める有力な方法が無い事であった( $M$ が決まれば $a(m)$ は最小2乗法で求める)。

しかし1969年に我国の赤池弘次博士がFPE(Final Prediction Error)法を提案し、局面は打開された。以後その拡張としてAIC(Akaike's Information Criterion)が発表され、これ等の量を最小にする次数を最適な次数として選択する最小AIC法の原理が確立した。

さて著者は、このような最近の時系列解析の新たな展開を踏まえ、著者の専攻である船の運動、特に操舵とそれに伴う船の応答現象の実際のデータを基礎にした解明にこの理論の応用を考えた。そしてこの理論の適用によって得られた船の操縦運動の統計的予測モデルを最大限利用した最適制御型のオートパイロットの設計を計画した。

## 2. 操縦型ARモデルの決定

著者が提案した操舵した時の操縦運動を予測するモデルは(2)と似た

$$\psi(n) = \sum_{m=1}^M a(m)\psi(n-m) + \sum_{m=1}^M b(m)\delta(n-m) + \epsilon(n) \quad (3)$$

である。ここで、 $\psi(n)$ は時刻 $n\Delta$ での船首角、 $\delta(n)$ は同時刻の舵角である。

この操縦型ARモデルの決定に、1.で述べた赤池の最小AIC法を用いて次数 $M$ を、最小2乗法により操縦特性を表わすパラメータ $a(m)$ ,  $b(m)$ を決める。その際、基礎となるデータは、統計モデルであるので、実際の海面で保針運動をしている船舶の $\psi(n)$ ,  $\delta(n)$ の時系列データで良い。すなわち特別に例えばZig-Zag testなどを行なわなくとも良い。この点がこの方法の最大の利点である。



著者等は、このデータを得るため実船として東京商船大学の汐路丸(約330トン)を選び数回の $\psi(n)$ ,  $\delta(n)$ の実測データから、 $a(m)$ ,  $b(m)$ を決めた。

### 3. DDC型オートパイロットの設計に成功

さて、船体運動を予測する能力を持った統計モデルが求められると、今の状態からこの次はこのままであると何が起こるか予測できるので、その結果いわばそれに先手を打った操舵が出来る。すなわち、これまでの船の操縦運動を同定する作業から一步進めて船を最適に制御する問題に入ることが可能で、いよいよここで現代制御論の登場となる。

さて現代制御論では、上記のような船体運動システムを表現する予測モデルはすべて、まず状態空間表現といわれる統一的なモデル

$$Z(n) = \Phi Z(n-1) + \Gamma \delta(n-1) + W(n) \quad (4)$$

に直すのが常套手段である。ここで $Z(n)$ は、 $\psi(n)$ の過去の値(M時刻までの)による線型結合で、システムの状態を表現するベクトルである。また $W(n)$ は雑音ベクトルである。そして、このモデルで動かされているシステムにおいて、このシステムが消費するエネルギー関数

$$J = E \left[ \sum_{n=1}^M Z_n^T Q Z_n + \delta_{(n-1)} R \delta_{(n-1)} \right] \quad (5)$$

を最小にする最適操舵則 $\delta^*(n)$ は、適当なゲイン $G$ によって

$$\delta^*(n) = G Z(n) \quad (6)$$

と表わされる。これは、現時刻での状態量 $Z(n)$ にフィードバックゲイン $G$ を掛けるフィードバック制御である。この $G$ は、船体運動が定常であるとはほぼ一定値であるので計算であらかじめ求めておく事が可能である。この掛算(6)の結果をマイコン程度の計算機で $\Delta$ 時刻毎に出せば、電算機制御のDDC(Direct Digital Control)型オートパイロットが実現できる。

著者等は上記の船に制御用電算機を置き、このような実験を行ない、従来のアナログ型オートパイロットに比べても遜色の無いオートパイロットを設計することに成功した。

### 4. DDC型オートパイロットの実験

この型のオートパイロットの評価のための実験としては、現在まで、

(1) エネルギー消費関数(5)において、重み係数 $Q$ ,  $R$ を種々に変えて最適の $Q$ ,  $R$ を求める実験

(2) 一定のゲインで外乱を色々な方向に変えてみた場合、1つのゲインでどの程度まで押し切れるかと言う、

いわば1つのゲインの強靱性の実験

#### (3) 変針実験

等を試み良い成績を収めた。さらに行われねばならない実験も多く、 $\Delta$ の選び方、 $Q/R$ の選択法、針路不安定船の制御の可能性、さらに荒天(現在までの所風力5まで)に成った時の挙動等の調査が残されている。また、この型の外乱適応型のオートパイロットへの拡張なども既に考え実船試験も試みているが、さらに整備し洗練された船用オートパイロットにする必要がある。また、海洋構造物等の、より多次元となる制御系の設計、船体運動を考慮した主機ガバナーの最適制御化等への応用も一部著者等により進められている。

### 5. 時系列記録の最小AIC法による再解析

このARモデル(1)は、多次元に拡張し

$$X(n) = \sum_{m=1}^M A(m)X(n-m) + U(n) \quad (7)$$

のようなモデルを考えるとフィードバック系を含む複雑な線型システムの解明に役立つ。ここで、 $X(n)$ は $(x_1(n), x_2(n), \dots, x_k(n))$ 等から成る多次元ベクトルである。著者は最後にこのモデルを使って、人間操舵あるいはオートパイロット操舵あるいは上記のような最適操舵型オートパイロットによる操舵時の船体運動の時系列記録を再び最小AIC法で解析してみた。この結果それぞれの型のオートパイロットによる操舵則の相異が、このモデルから得られるインパルス応答、周波数応答関数に非常に鮮明に現われることを知った。とくに、赤池氏の導入した雑音寄与率は、1つのスペクトラムの各周波数でのパワーがどのループから入りこんで来たかを知る上で非常に便利で効果的であった。この関数によって、例えばYawやRoll等の運動が他の運動(自分自身の過去の値も含む)からどのように影響を受けているかを一目瞭然に知ることが出来た。

### 6. おわりに

このように、制御から複雑なシステムの解析に至るまで多くの問題が、多次元ARモデルが適切に表現出来ている事を知った事は、非常に貴重な体験であった。最後にこの実験は、統計数理研究所の赤池博士、北川博士の全面協力を得、本学の堀籠助教授等と共に共同実験を行なった成果である。また、三井造船の山内博士、東大の小山教授には終始暖かい支援を頂いた。これ等の方々へ深く感謝すると共に、この魅力ある分野への造船・海運関係者の関心の深まる事を願い拙い文章を終える。

(\* 東京商船大学)

## 振動する繫留鎖の挙動と張力(I, II, III)

榎原寿郎,\* 小寺山巨,\* 肥山 央,\* 古賀洋治 \*

## 1. 研究の梗概

浮遊式海洋構造物など浮体の繫留に関する基礎問題の一つとして、繫留索鎖の挙動や静的、動的張力に関する研究が多く行われるようになった。それは浮体の運動状態によっては、繫留ラインに大きな変動張力を生じることが分って来たことなど、厳しい海象条件下で繫留される海洋構造物の安全性から、設計上重要な問題となったからである。これらの多くの研究においては、繫留ラインの波動方程式を解く方法や、有限要素法を用いた解法など種々な手法が提唱されており、特に有限要素法、ランプドマス法などが多く利用され成果を上げている。しかしながらこれらの方法はどれも数値的解法であり、一般に計算時間が長く、初期設計段階でこれらを用いた広範囲の parametric search を行うことは実際問題として困難な場合が多く、もっと簡単な簡易計算法の開発が望まれていた。一般に簡易計算法が初期設計段階において必要な精度を持つためには、まず現象の簡単化のための仮定が適切なものであり、方法は近似的ではあるが現象の特性を十分に反映したものでなければならない。

一方、従来行なわれてきた多くの研究においては、水中で振動する繫留ラインの挙動や、これと変動張力との関係など力学特性について多くの不明の点が残されていた。そこで本研究においては、先ず対象を弛緩状態で水中に繫留された鎖の上端を上下、水平に一定振巾で強制振動させる場合に限定し、その振巾、加速度、初期張力、鎖の単位長さの重量などのパラメーターを出来るだけ広範囲に変化させて、それぞれの場合の鎖の挙動を実験的に正確に把握し、挙動と動的張力との関係の力学機構を明らかにするための作業から開始した。

実験に際して振動する鎖の三次元的運動を観察し、繫留ラインの変形モードや変位と張力の関係を測定するために実験装置に幾つかの新しい工夫がなされた。この実験には相当の時間と労力を費したが、ここで得られた多数の実験結果から、次節に述べる様に振巾、加速度、初期張力などのパラメーターの広範囲の値に対する繫留鎖の挙動が明らかになり、またこれらと動的張力の関係、あるいはスナップ現象の発生機構など、研究の後半に行なわれた簡易計算法の開発に最も必要な現象に関する基礎知識を十分に獲得することができた。

次に以上の実験結果のうち、繫留ラインにスナップ現

象が発生しない範囲内についての動的張力の簡易計算式を導いた。範囲を限定したのは、実際にはスナップが発生しない範囲に繫留ラインが設計されているという前提と、幸いなことに実験結果からこの範囲内では繫留ラインの振動変位、動的張力ともごく大ざっぱに調和振動で近似できると考えられたからである。動的張力の簡易計算式を導くに当りこの近似は非常に重要な意味を持っており、これを用いて後節で述べる様に鎖の振動を極端に単純模型化して一自由度の線形振動系であらわし、この振動方程式の解析解から動的張力の計算式を求めることができた。さらに鎖の全張力が0になるという条件、すなわちスナップ発生条件を与える式を導いた。

最後にこれらの簡易計算法の精度を検証するために、パラメーターの広範囲の値に対応する数十例の実験結果について計算結果と比較し、良好な一致を示すことを確めた。このことから本方法によって、振動振巾、加速度が小さい場合から比較的大きい場合についても実用上十分な精度で動的張力を推算できること、およびスナップ現象が発生する限界の振巾、加速度、水深等の関係を計算できることが確かめられた。ただし本計算では付加質量係数および抵抗係数は実験に使用した鎖そのものの係数値であり、直接水槽実験で計測された値である。従って実機についてのこれらの係数値については別に検討する必要がある。以上が本研究の梗概である。次節以降に得られた研究結果の概要を述べる。

## 2. 繫留鎖の挙動

実験は振巾、振動数、初期張力等を広範囲に変化させて行い、その多数の実験結果から鎖の動的挙動が振動加速度の増大に伴い次の4種類の異なった状態即ち、(I)準静的平衡状態、(II)準調和振動状態、(III)弛緩・緊張状態、(IV)自由落下・緊張状態に分類されることがわかった。

(I)準静的平衡状態では鎖の変位および動的張力は調和振動波形を示し、起振点とカテナリー中心点の位相差はない。また張力の動的振巾は静的振巾に比べて若干減少するが振動加速度が増大するに従い再び増大し、遂に静的振巾に等しくなる。これまでが準静的平衡状態でこの範囲では実用的には張力を静的カテナリー計算で求めれば安全側となる。更に加速度を増大させて(II)準調和振動状態になると動的張力の最大値はほぼ加速度に比例して増大し、また最小値は減少して遂に0となる。

これは動的張力の変動量が初期張力に等しくなったためであり、これまでの範囲が準調和振動状態である。この範囲では繫留ラインの形状と静的カタナリーとの差が明瞭になり、後節に述べる様に繫留ラインの形状変化を考慮した近似理論を用いる必要がある。また起振点とカタナリー中央点の運動の位相差が大きくなる。さらに張力の振動波形も高次のものが加わった複雑な形になるが、一次の波形が卓越しているので荒っぽく考えれば調和振動波形で近似できる。この範囲で同じ加速度でも振巾が小さく周波数が高い場合には繫留ラインの横振れが発生することがある。振動加速度を更に大きくしてⅢ弛緩・緊張状態になると動的張力の最小値は絶えず0であり、このことは鎖にゆるみが発生していることを示している。従ってこのゆるみの状態で鎖に引張りを生ずるといわゆるスナップ現象が生じ動的張力の最大値が急激に増大し、遂には初期張力の数倍の値に達することもある。また繫留ラインの横振れが発生し中央点の上下振巾の減少が見られる。起振点と中央点の位相差は更に大きくなる。次に起振点の振動加速度を増大させて重力の加速度  $g$  より大きくするとⅣ自由落下・緊張状態となる。この状態になると動的張力の最大値は頭打ちになり、続いて減少の傾向を示す。この範囲では鎖は自由落下状態となり、これにつづく張力のためスナップ現象が発生し、これが繰返される。繫留ラインは鉛直面内で複雑な振動波形を示すと共にこれと直角な面内に横振れを発生し、三次元的に複雑で不安定な波形となる。以上が繫留鎖の挙動の概要であるが、実際の繫留状態で発生すると考えられるのはⅠ)及びⅢ)の状態であり、特殊の場合Ⅳ)のスナップ状態の発生も考えられるが、このスナップによる張力増大はトート状態の繫留ラインのように特定の振巾、振動数になると急激に大きなスナップ張力が発生するものではなく、その増大は比較的緩慢である。

### 3. 張力の簡易計算式

1節に述べた様に動的張力の簡易計算式は前節のⅠ)準静的平衡状態およびⅡ)準調和振動状態の範囲に適用できるものである。これはⅡ)における鎖の挙動を調和振動で近似できるからであって、Ⅲ)、Ⅳ)の状態には適用できないが実用的にはⅠ)、Ⅲ)だけで充分であると思われる。以上の前提の下で鎖の振動をモデル化して運動方程式を求めするために次の重要な仮定をおいた。

- 1) 鎖はスラック状態で繫留されており、アンカー点から充分の長さ亘って海底に接しているものとする。
- 2) 繫留ラインの上端は、ほぼ水面の近傍で繫留鉛直面内で鉛直および水平に一定振巾で正弦強制振動させる。
- 3) 繫留ラインの弾性的伸縮はない。

4) 繫留ラインの振動変位のラインの長さ方向の平均値(ラインの運動する範囲)は、その鉛直成分で近似することができ、水平成分は小さいものとして無視する。この仮定は極端なスラック状態を除いて上端を水平に強制振動させた場合でも大きな誤差はない。

5) 振動する繫留ラインの変位は、起振点の変位による静的カタナリーの変位と慣性力と抗力によるラインの動的変位の和で表わされる。この動的変位の平均値(4項と同じ)の垂直成分はラインに作用する慣性力と抗力の総和の垂直成分に比例すると近似する。

以上の仮定は言い換えると鎖の運動する部分の質量がその重心点に集中しているものとする小寺山の模型を拡張して鎖の静的張力、慣性力および流体力の外に繫留ラインの動的変形による変動張力も考慮して、これらが全てこの質量に作用するとして全繫留ラインを鉛直方向に運動する一自由度の振動系に置き換え、その振動方程式の解析解および振動特性を求めたものである。この解を用いて動的張力の鉛直成分を各パラメーターの簡単な近似関数として表わすことができた。更に、張力の水平成分と鉛直成分の間には近似的に一定の比例関係があることが理論および実験から確められたことによって張力の水平成分も鉛直成分と同様な式で表わすことができた。またこれらの計算結果は広範囲のパラメーターの値について実験結果と非常によい一致を示した。

### 4. 繫留ラインのスナップ現象発生条件の簡易計算式

2節に述べた実験結果から振動する繫留ラインの最小張力が0になることがスナップ発生条件になることが確められた。従って3節で求めた振動方程式の解で張力の最小値を0に等しく置けばスナップ現象発生条件が容易に求められる。スナップ発生の限界加速度は鎖の等価円柱径を  $D_c$  とすると(振巾/ $D_c$ )と(水深/ $D_c$ )の関数で与えられる。これらの計算結果は実験結果とよく一致することが確められた。

### 5. あとがき

繫留ラインが鋼鉄ロープの場合も振動加速度が比較的小さく、スナップ現象が発生しない範囲では鎖とほぼ同様な方法で計算できるが、スナップ発生以後はその圧縮力、剪断力等の影響があらわれ、挙動が異なったものになる。鎖が不規則に振動する場合、あるいは過渡振動する場合等については今後更に研究する必要がある。また海洋構造物全般について、例えば運動、構造内力は勿論繫留張力等について実機による応答特性の計測が必要であり、これらの多数のデータの蓄積が望まれる。

(\*九州大学 応用力学研究所)

# 型打鍛造クランク軸の疲れ限度および半組立形クランク軸の疲れ限度とその推定法

福井 義典\*

## 1. はじめに

船用ディーゼル機関に使われるクランク軸は船舶の安全運航上重要な部品であるため、古くからクランク軸自身の強度あるいは機関の運転に伴って起こる諸挙動について広範な研究が行われてきた。最近開発される船用機関は石油価格の高騰に対処するため、 $P_{max}$ の上昇あるいは低回転速度高トルク化がますます進められようとしている。これらの省エネルギー対策はいずれもクランク軸に生ずる応力を増大させる。

省エネルギー形機関を開発するには、クランク軸の面からは過去に行われた諸研究結果を整理検討し、これに実体強度試験を含む方法によって実証値を付加してクランク軸の実体強度を明らかにしなければならない。そのため、(財)日本船舶振興会の助成をえて、運輸省船舶技術研究所、(財)日本海事協会(NK)、(社)日本船用工業会を初め、船用機関メーカー各位の指導と協力の許に、クランク軸強度に関する詳細確認の実験が行われた。

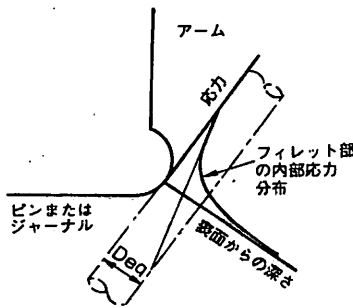
## 2. クランク軸の強度

折損などクランク軸で起こる重大事故は、振動に関する解析技術が確立される以前は油孔部が起点になることがあったが、最近はこの種の事故は著しく少なくなり、主としてピンまたはジャーナルフィレット部から曲げ応力または曲げ及びねじり合成応力によって起こっている。

クランク軸系に生ずるねじり応力は新造後軸系に改造が加えられない限り時間経過によって殆ど変わらないが、曲げ応力は機関各部の損耗などの影響をうけて時間経過につれて変化する。従ってピンまたはジャーナルフィレット部の疲れ限度を明らかにすることは、クランク軸全体としての強度を把握するのみでなく、使用期間中におけるクランク軸の強度的信頼性を知る上においても必要なことである。

### 2・1 一体形クランク軸の曲げ疲れ限度

クランク軸のフィレット部には右図に示すごとく大きな勾配があるため、一体形クランク軸の疲れ限度、即ちフィレット部



の疲れ限度は、フィレット部と同じ材料特性をもつクランク軸フィレット部の応力勾配と、同じ応力勾配をもつ相当直径試験半径 $Deq$ との関係

た丸棒試験片(相当直径試験片)の疲れ限度に一致すると考えられる。一体形クランク軸は型打鍛造法、CGF(RR)鍛造法或は自由鍛造法などによって作られるため、フィレット部の材料特性はこれらの製造法によって異なる。従って表面処理が施されていないクランク軸の疲れ限度 $\sigma_{DW}$ は相当直径試験片の疲れ限度と製造法に基づくフィレット部の材料特性の違いを考慮し、式(1)であらわされると推察される。この考えに基づいて一体形クランク軸の強度研究が行われた。

$$\sigma_{DW} = \sigma_0 \cdot \zeta \cdot k \quad (1)$$

ここで、 $\sigma_0$ :熱処理効果が考慮された10mm直径丸棒試験片の疲れ限度 $kgf/mm^2$ 、 $\zeta$ :相当直径試験片の曲げの寸法効果、 $k$ :製造法による違いの効果をあらわす係数。

$\sigma_0$ についてはすでに多くの提案がなされているので、それらの内から適切と思われるものが用いられた。 $\zeta$ についても日本機械学会その他から提案はされているが、いずれも試験片直径が小さくなると著しく大きくなり実際に合いくいたため、式(2)の形を仮定し、定数 $C_1$ 、 $C_2$ 及び $C_3$ は過去のデータをもとにして定められた。

$$\zeta = C_1 - C_2 / (C_3 + d^2) \quad (2)$$

ただし、 $C_1$ 、 $C_2$ 及び $C_3$ :定数、 $d$ :試験片直径mm。

丸棒試験片の曲げの寸法効果とクランク軸フィレット部の曲げの寸法効果との関係付けは、光弾性実験によってフィレット部の応力勾配を求め、フィレット近傍の寸法比は船用機関用クランク軸においては殆ど変わらないので、この特殊条件を用いてフィレット半径と相当直径試験片径との間の関係性を求め、クランク軸フィレット部の曲げの寸法効果が丸棒試験片の曲げの寸法効果で置換えられるようにした。

他方ピン径95mmから310mmのクランク軸について行われた実体疲れ試験によって求められた $\sigma_{DW}$ 、 $\sigma_0$ 及び $\zeta$ をもとに、式(1)の製造法による違いの効果をあらわす係数 $k$ を逆算によって求めると次の値がえられた。

$$k = 0.90 \quad \text{自由鍛造及び型打鍛造クランク軸}$$

$$k = 1.05 \quad \text{CGF(RR)鍛造クランク軸}$$

クランク軸の強度査定式については多くの提案がなされ、近くはConseil International des Machines a Combustion(CIMAC)から、各国で行われたクランク軸の実体疲れ試験結果を元にして作成された推定式が提案されている。この推定式によって求められる値と、本研究によって作成されたフィレット部の応力勾配を元

にした推定式による算出値とはよく合致しており、クランク軸の強度は相当直径の考えに基づいて推定できることがわかった。

## 2・2 半組立形クランク軸の曲げ疲れ限度

半組立形クランク軸で対象になる省エネルギー型大形機関の開発を可能にするには、少なくともジャーナル焼ばめ部の許容伝達トルク及び焼ばめ部に生ずる塑性変形域の拡がり、この塑性変形域がクランク軸の強度ならびに許容伝達トルクに及ぼす影響が明らかにされなければならない。また製造工程の安定化のため焼ばめ時に生ずる熱応力の大きさについても確かめられなければならない。そのため軸径70mmの小形クランク軸から軸径640mmの大形クランク軸を用いて研究が行われた。

### (1) 焼ばめ部に生ずる塑性変形域の拡がりこれが許容伝達トルクに及ぼす影響

焼ばめ孔径640mmの大形クランクスローを用いて、焼ばめのための加熱期からジャーナル焼ばめ後冷却するまで、連続54時間にわたって行われたスローの主だった箇所54点についての測温結果の解析及び実体スローによる静的及び動的すべり試験を行うことにより、次のことが導き出された。

(a) クランクスローは形状的に非軸対象であるが、焼ばめ面圧は厚肉円筒の弾性理論式によって計算されても、FEM解析の結果に比べて17%低く算出されるのみで、その差は小さい。

(b) 焼ばめ応力を熱応力と把握力に分けて考えると、熱応力はジャーナル焼ばめ後約1時間経過した時点で最大になり、その後低下する。把握力は熱応力が低下し始める時期から生じ始める。従って焼ばめ過程で両者重畳して大きな応力が生ずることはない。

(c) 焼ばめ部周辺に生ずる塑性変形域の拡がりには式(3)に示すNKの式とよく一致する。

$$r_4 = 0.9 \cdot r_2 \cdot \sqrt{(\alpha \cdot E / \sigma_y) + 0.25} \quad (3)$$

ここで、 $r_4$ 、 $r_2$ ：塑性変形域及び焼ばめ孔の半径mm、 $E$ 、 $\sigma_y$ ：ヤング率及びウェブ材の降伏点kgf/mm<sup>2</sup>、 $\alpha$ ：焼ばめ率。

(d) 摩擦係数 $\mu$ とウェブ厚 $t$ 及び焼ばめ孔径 $d$ との間には式(4)に示す関係が成立つ。

$$\mu = (1 + 8 \cdot t/d) / 20 \quad (4)$$

ただし、 $0.25 \leq t/d \leq 0.514$ 、 $0.8 \leq \alpha \cdot E / \sigma_y \leq 1.3$

$\mu$ を焼ばめ部近傍に生ずる塑性変形域の拡がりの程度を表わす $\alpha \cdot E / \sigma_y$ で整理すると、 $\alpha \cdot E / \sigma_y < 1.0$ において $\mu$ はばらつきが大きい、塑性変形域が生じ $\alpha \cdot E / \sigma_y > 1.0$ になると $\mu$ のばらつきは小さくなる。一般に焼ばめ率が大きくなり、焼ばめ部に塑性変形域が生ずると、

それ以上焼ばめ率を大きくしても伝達トルクは大きくならないと考えられているが、本研究結果によると、 $\alpha \cdot E / \sigma_y$ の値が1.0をこえ1.3に達しても伝達トルクはほぼ直線的な上昇を示した。従ってジャーナル焼ばめにおいて $\alpha \cdot E / \sigma_y$ の値を1.0以上にすることは、機関の高トルク化の要求に応える1つの手段であると考えられる。

### (2) 半組立形クランク軸の強度

ジャーナル焼ばめ面近傍に塑性変形域が生ずるまで焼ばめ率を高めることは、機関の高トルク化に対処する1つの手段であると考えられるが、焼ばめ率が高められたときのクランク軸の強度変化が明らかでなければならぬ。そのため光弾性実験によってジャーナル焼ばめによってクランクスローに生ずる応力が測定された。

ジャーナル焼ばめによってピン直下フィレット部には大きな軸方向圧縮応力（応力の方向はピンを円柱と考え）が生じ、ピン直下から離れるにつれてフィレット上に生ずるこの軸方向圧縮応力の絶対値は小さくなり、ピン直下から45°離れたフィレット上では大きな軸方向引張り応力になる。ピンフィレット上における焼ばめ応力のこの分布から、半組立形クランク軸の疲れ限度は焼ばめ率によって次のように変わると推定される。

(a) 始め焼ばめ率が大きくなると疲れ限度は上昇し、ピン直下部付近が危険断面になる。(b) 焼ばめ部に塑性変形域が生ずる程度まで焼ばめ率が大きくなると、焼ばめ率の変化によって疲れ限度は殆ど変わらないが、危険断面はピン直下から30°離れた付近に移る。(c) さらに焼ばめ率が大きくなると危険断面は45°付近に移り、疲れ限度は焼ばめ率の増大につれて急速に低下する。

この予想される現象をピン径550mmの大形実体のクランク軸によって確かめ、ウェブ材の降伏点をこえる焼ばめ率でジャーナルを焼ばめすることの有利さを明らかにした。またこれらの実証試験結果をもとに半組立形クランク軸の疲れ限度推定法を提案した。あわせてフィレット冷間ロール加工法が適用されたときの強度向上量の推定法についても提案を試みた。

### 3. おわりに

船用機関用クランク軸は日本海事協会(NK)の鋼船規則に則って製作されなければならない。本規則はNKにおける長年にわたる優れた研究結果に基づいて作成されており、他船級をリードする進歩的な考えに基づいた合理的な規則であると考えられる。クランク軸の実体強度試験を通して鋼船規則の合理性を改めて認識するとともに、自然を相手にする船舶分野においては、確固たる信頼性確認の許に新技術が実用化されることを願って止まない。

(\* 神戸製鋼所 構造研究所)



## &lt; 第 5 回 &gt;

## 海洋生物資源の利用と開発

水産庁振興部開発課  
農林水産技官 飯田 実

## 1. はじめに

過日、「船の科学」の編集者から、最近の海洋開発に関する幾つかのテーマについてシリーズ的に掲載して行きたいというお話があり、その中の一つのテーマとして水産に関するものを取り上げたいとの要請を受けた。お話を伺うと、予定されるテーマは運輸関係のテーマが多くなるので、同じ海を利用してきた水産分野のテーマが是非とも欲しいとのことであり、編集者の趣旨に賛同し、お引受けした次第である。テーマの主題はお任せ頂いたものの、準備不足もあって果して編集者の意図した内容になっているかどうか心もとない限りであるが、その点は御容赦頂きたい。

## 2. 海洋利用と漁業

海洋は人間にとって多くの利用価値を持っている。海洋の利用分野は、歴史的な変遷をたどりながら進展してきたが、今日ほど多くの新たな可能性が期待されている時代はなかったであろう。

海は『生命の母』とも云われるぐらいであるから、人間の“ふるさと”であるのかも知れない。そのような意味で、人間と海のかかわり合いは人類の歴史と共にあったものといえよう。先史時代の人間と海のかかわり合いの中味は、どのようなものであったのだろうか。想像するところ、やはり真先きに、海は魚介類の採捕の場、食料生産の場であったと思う。

また、海浜の景観は人の心を魅して诗情をそそり、単調な生活を彩る原始的なレジャーの場であり、人が交流する海路であり、航路が拓ければ、陸のシルクロードと同じように人と一緒に自ずと物資の交流も行われたと思う。即ち、漁業とレジャーと交通・運輸が有史以前からの人間と海のかかわり合いの主たる内容であったのではなからうか。

有史以降になると、経済や技術・文化の発展に伴って、バイキングの活躍の場であったり、戦争の場となったり、

大航海時代における新大陸や新航路の発見などに象徴されるような未知への挑戦の絶好の場、人のロマンをかき立てる場となってきたことは、史実として明らかであると思う。

このような過程を通じて、船の科学や漁業の科学も発展してきたのであるが、海とのかかわり合い方において、漁業は他の分野と基本的に異なっている点がある。それは、漁業は海の物理・化学的性質そのものを利用することがファイナルではなく、それらの性質を利用することを前提として、それらの性質を利用して個体を維持している生物資源を利用することがファイナルである。

即ち、海の物理・化学的条件あるいは性質に適応して生息している魚介類を、海の生態系の中から有効に取り出すのが漁業であり、それを食料として利用するということが、漁業を通した人間と海のかかわり合いの内容である。

言葉を変えていえば、海洋利用の大きな一分野として漁業と共に有史以前からの歴史を持つ海交通・運輸は、船の科学に基づいて海象や気象の物理的性質・原理を利用するのであるが、漁業は、船の科学や海象・気象の原理に基づいた諸技術を支援技術として、海洋空間に生息する生物資源を利用する複合的技術システムであるといえることができる。

一方、共通項としては、漁業は漁船によって自ら漁場に行って生産活動を行い、生産物を自ら持ち帰るわけであるから、交通・運輸を自前でやっていることである。この点については、最近、漁業をとりまく諸条件の変化によって、生産物の自船持ち帰りは必ずしも経済的な漁業システムではない状況がみられており、特に、遠洋漁業においては、魚を獲る船と運ぶ船の分離が進みつつある。

いずれにしても、海の自然を相手としていることは共通であり、宇宙時代に入って宇宙空間の知見は急速に増大したが、我々が生活している地球の三分の二を占める海洋空間については、まだまだ未知の部分が多い。この

未知なるものへの挑戦をするという共通のロマンがあることには間違いのないところだと思う。

### 3. 海洋生物資源開発の今日的意義

#### 3・1 海洋新時代

主として発展途上国の爆発的な人口増大と飢餓への対応を中心課題とした世界的な食料問題や、富の偏在、海洋資源利用の不公平に対する現状批判などが背景となって、昭和48年から第三次国連海洋法会議が開催され、人類が海洋から得られる多様な富の新たな分配の仕組みについて、国際的な検討が開始された。漁業関係の問題としては、領海幅員の拡大と200海里経済水域制度の創設が主要な問題であった。

海洋法会議は多くの曲折を経て昭和57年4月の第11会期において、領海12海里と沿岸国が主権的権利を持つ200海里経済水域制度を含む新しい海洋法条約草案を、130ヶ国の賛成（反対4ヶ国、棄権17ヶ国）多数によって採択した。同年12月ジャマイカで開催された署名会議には140ヶ国が出席し、117ヶ国が署名し、我が国は署名しなかったが、翌昭和58年2月7日119番目の署名国となっている。本年3月1日現在で、署名国は134ヶ国、条約批准国は10ヶ国となっている。我が国はまだ批准していないが、今後批准国が60ヶ国に達してから1年後に発効することとなっている。

海底鉱物資源の開発をめぐるアメリカ等が反対しているため、新海洋法条約が正式に発効するまでには、更に時間が必要と考えられるが、何れにしても、今までの海の制度は狭い領海、広い公海であったのに対し、これからの海洋空間の利用は、従来の公海の部分が狭まり、領海や領海的な沿岸国の管轄権が及ぶ水域が飛躍的に広まる制度のなかで行われることになる。

このような国際動向は、第三次国連海洋法会議以前の昭和40年代前半から芽生えていた。従って、外国水域における我が国漁船の生産活動は、海洋法会議の過程にお

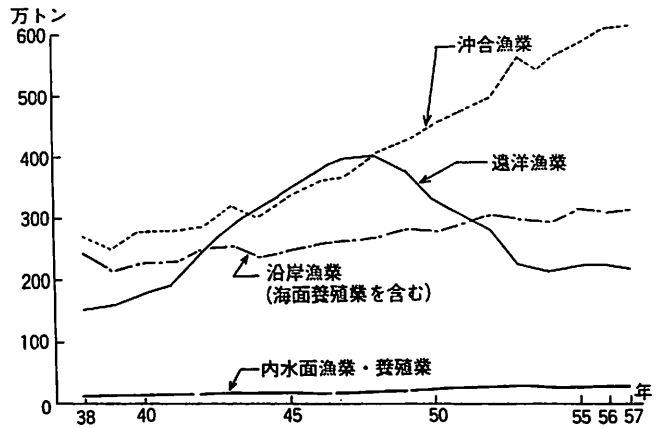


図1 我が国の漁業部門別生産量の推移

いて事実上の制約を受けることとなった。即ち、昭和30年代から発展し始めて約400万トンの生産をあげるまでに伸びてきた遠洋漁業の生産は、早くも昭和49年を境に減少に転じ、昭和51年には300万トンを割り、昭和54年には約200万トンに落ち込み、沿岸漁業の生産とその地位が逆転するに至った。

このように、海洋法会議のインパクトは漁業においていち早く現実のものとなり、我が国の海洋生物資源利用・開発における200海里元年は、ソ連とアメリカの先進大国が200海里水域の実質的な先取りをした昭和52年であると規定することができ、我が国の漁業は、それ以降海洋新時代に入ったといえることができよう。

#### 3・2 日本型食生活と漁業

人の健康を維持するためには、各種の食物をバランス良く食べる必要がある。なかでも、たんぱく質については、動物たんぱくと植物たんぱくのバランス、動物たんぱくでも、陸上動物が生産する乳肉類のたんぱくと、海洋生物が生産する魚介類のたんぱくのバランスが重要である。

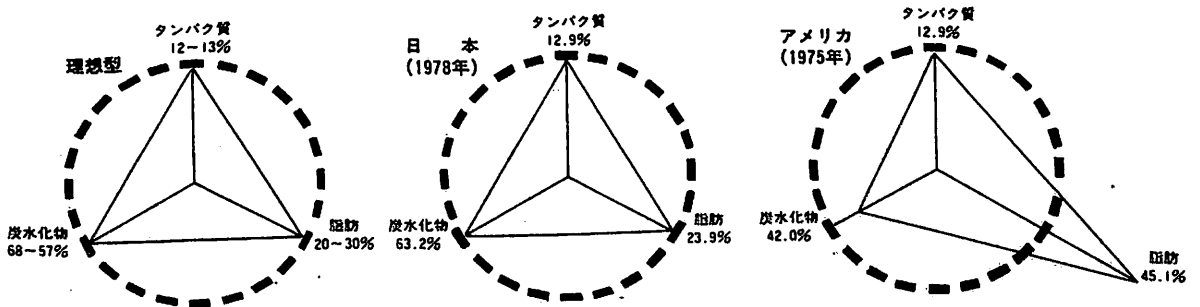


図2 PFCバランス

最近の栄養学や疫学などの研究成果によれば、たん白質は乳肉類と魚介類を半々に食することが、健康維持にとって理想的であるといわれている。日本人は昔から動物たん白の多くを水産物に依存しており、今でもその50%を水産物から摂取している。米・魚・野菜を基本とした伝統的な日本型食生活が、今や世界的に評価されている。

食事中に占めるたん白質(P)、脂肪(F)、炭水化物(C)のカロリー比率を“PFCバランス”というが、図2のとおり、日本人はほぼ理想型であるがアメリカ人の場合は極端に脂肪が多くなっており、これが肥満の原因、成人病の原因になっているといわれる。このようなことから、アメリカ上院特別委員会が1977年に『アメリカ人の食事目標』を発表(マクガバーン・レポート)し、①野菜、果実、穀類、魚肉の消費を増やすこと、②脂肪の多い食品を減らすこと、③コレステロールの多い食品を減らすこと——などのキャンペーンを行なっている。

更に、魚貝類には成人病の予防効果のある多価不飽和脂肪酸や含硫アミノ酸などの物質が多く含まれている。多価不飽和脂肪酸はコレステロールを調節して動脈硬化を抑制する働きがあるとされ、最近、同脂肪酸の一種であるエイコサペンタエン酸(EPA)が血栓症の予防に有効であることが、1977年にデンマークのダイヤベルク博士の研究で明らかにされた。

これは、エスキモーが脂肪分の多いアザラシやオットセイを食べながら心筋硬そくで死亡するケースが殆んどないことから、研究の結果それらの脂肪にはEPAが多く含まれており、血小板の凝集機能を弱めていることが判明したものである。

その後、富山医科薬科大学の熊谷教授らが、千葉県魚介類を多く食べる漁業地区と比較的少なく食べる農村地区で疫学的調査を行なった結果、ダイヤベルク博士の研究と同じく魚類に含まれるEPAの効果立証している。そのほか、タウリン、メチオニン等の含硫アミノ酸も魚類たん白質に多く含まれており、血圧を下げ、脳出血や心筋硬そくなどの予防効果があることが判明している。

我が国の漁業は、沿岸・沖合のみならず世界の海で生産活動を展開し、日本の食生活を支える基盤的産業として重要な役割を果たしてきた。しかし、前述のように海洋新時代の影響をいち早く受けて、昭和54年までに遠洋漁業の生産は半減した。この減少分については、輸入によって補う部分もあり得るけれども、食料が戦略物資として位置づけられるようになった昨今においては、食料保安の一環として、我が国自身の沿岸海域の生物資源利用の見直しや再開発によって対応することが基本とならなければならない。

### 3・3 沿岸漁場の開発ポテンシャル

我が国周辺の海は古来から世界の三大漁場の一つとなっており、その地理的位置・形状、海洋構造及び極めて多様な生物相等からみて、沿岸漁場における漁業生産を更に増大できる可能性を十分に持っているものと考えられる。特に、沿岸海域は水産資源の産卵・発生・成育にとって重要な役割を果たしており、そこに有効な海域制御を人為的に加えることによって、水産資源の培養・増大を期待することは十分可能である。

### 3・4 世界的食料問題と海洋生物資源

陸上における動物たん白質の生産効率に比べ、海における動物たん白質の生産効率は極めて高い。たん白質の生産は、動植物を利用した物質・エネルギーの変換である。例えば、1kgの牛肉を生産するのに約20kgの飼料を必要とするが、1kgの養殖ハマチを生産するには約7kgの餌料で済む。単純に比較すれば、海の効率は陸上の約3倍となる。更に、天然の魚貝類は海食物連鎖の中で生産されるため、人為的に餌飼料を与える必要はなく、海の動物たん白の生産メカニズムを利用することは、陸上に比べ極めて有利なのである。

世界の総漁獲量は約7千万トンであるが、FAOの推定によれば堅く見積っても更に3千万トンの増産が可能であるという。現在食用として利用していない水産資源についても、近い将来は加工技術等の発展によって食用化が可能とするならば、私見ではあるが更に5千万トンの生産増が期待できよう。従って、世界の総漁獲量は、現在の約2倍の1億5千万トン位まで伸ばすことが可能であると考えられる。

一方、FAOの調査によれば、1972～74年平均の年間1人当たり水産物消費量は、発展途上国で8.4kg、先進国で24.5kg、世界計で13.1kg、世界一の魚食国である日本で35.5kg(1978年)である。世界人口は1981年で約45億人であるが、アメリカの推定によれば、2000年には63億人に達するといわれる。

かりに、世界的な漁場の開発と適切な資源管理のもとに、世界の漁業生産が2000年代初めまでに1億5千万トンに達するとすれば、年間1人当たり約23kgの水産物を食料として消費できる計算となる。現在世界の漁業生産量の約25%がフィッシュ・ミール等の非食用に使われており、今後は食用向けのシェアが増加すると考えられるが、非食用向けはゼロになるわけではない。その場合でも年間1人当たり約20kgは確保できる可能性があり、海洋生物資源の開発は、21世紀に向けて世界の食料・栄

養問題の解決に大きく貢献することになる。

#### 4. 生物的海域制御技術

##### 4・1 生物的海域制御のねらい

すべての生物は天然に与えられた環境条件に適応しながら再生産を繰り返している。特に、海の生物の場合は、海という生息環境の変動要素が多く、かつ、食う食われるというフード・チェーンのメカニズムの中で種の維持を図るために、一個体から産み出す卵や幼生は、千のオーダーから千万のオーダーまであり、陸上生物に比べて極めて多い。これは、卵・稚仔期における自然減耗が激しいことに対する生物の適応である。

このような水産生物の自然の再生産過程における特性に着目して、成育段階初期の自然減耗の最も大きい時期、即ち、生物の生活史のなかで海洋環境の変動や外敵に対して最も弱い時期に、その生物の成育段階に応じて生息環境を好適に制御することにより、水産資源の増大を期待するのが生物的海域制御のねらいである。

##### 4・2 生物的海域制御の要素技術

沿岸性水産資源の培養、増殖に必要な海域制御技術としては、次のような要素技術がある。

- ① 波浪制御技術
- ② 流動制御技術
- ③ 底質制御技術
- ④ 魚類の行動制御技術

以下、比較的新しい技術に基づく工法・構造物について述べる。

##### (1) 波浪制御技術

波浪制御技術としては、防波堤、透過式防波堤、潜堤、浮消波堤、護岸などがあるが、ここでは浮消波堤について述べる。

浮消波堤は、係留浮体を利用して消波を行い背後に静おん域を造成しようとするもので、多くの型式が提案されている。浮体の形状、大きさ、材質、係留方式など、

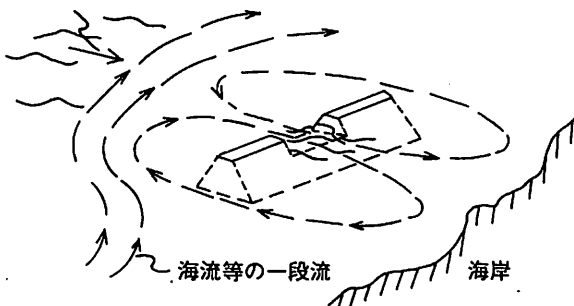


図3 波による循環流の発生と一般流からの独立水塊形成

いづれも千差万別である。

浮消波堤は、重力式防波堤の築造が困難な水深のあるところや地盤の悪いところ、海水の流動が特に要求されるところ、一時的に消波を必要とする場合などに適している。多く型式が開発されているにもかかわらず実施例が少なかったが、最近では、養殖漁場の造成のための需要が多く、設置例が多くなっている。

浮消波堤の機能は、反射、碎波、摩擦抵抗、散乱などのうち、一つ又は複数を組み合わせるものである。設置海域の条件と使用目的によって消波条件と耐用条件が定められるが、消波条件は入射波の波高・波長を与えて、波高透過率を50%位にすることが多い。台風時には沈下させるものもある。

##### (2) 流動制御技術

流動制御技術としては、湾口改良、導流堤、みお筋工、新水路開削、波浪流制御工、海底堤防、人工礁等があるが、ここでは波浪流制御工について述べる。

波浪流制御工は、波のエネルギーを流れのエネルギーに変換して、一定水域の水質保全や海水拡散の促進・抑止に用いる工法で、①海水導入のための波浪流制御工、②海水の流動・拡散抑止のための波浪流制御工、③海浜流の制御工の三つに大別される。

①は波のエネルギーを越波あるいは滞積水位(wave set up)を通じて流れに変えて、養殖場や増殖溝といった場所に導水し、水質の改善・維持を行うものである。

②は同様にして波エネルギーを流れに変え、循環流を発生させて潮流や海流などから独立性の強い水塊を作り、水塊内の有用物質、卵、幼生等の移流・拡散を抑止しようとするものである。

③は、砂浜域において波の平面分布を制御することによって、波浪流の制御を行うものであり、工法は、離岸

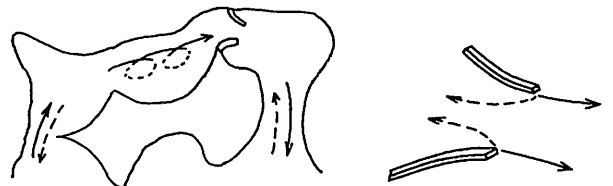


図4 導流堤による潮流制御

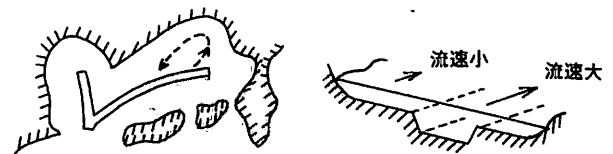


図5 ミオ筋工による海水交換の促進

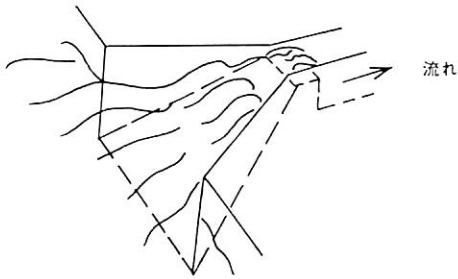


図6 波エネルギー集中による越波取水工(海底堤防)

堤や離岸潜堤の組合せとなるが、このとき同時に漂砂の輸送形式、地形の形成に変化を与え、それが又、波や流れに影響するというように、全体として地形制御と関連した工法である。

(3) 底質制御技術

底質制御技術としては、突堤、離岸堤、築磯(投石)、

制砂工等があり、いずれも波浪流制御工との組合せによって水産生物の好適環境造りには有効な工法となっているが、紙面の都合により割愛する。

(4) 魚類の行動制御技術……………(略)

5. おわりに

以上極めて不十分な内容になったが、生物的海域制御技術は、海とそこに生息する生物を対象とする技術であるから、海と生物に関する知見を更に集積することによって、今後更に発展する可能を持つ若い夢のある技術体系であることを最後に強調したい。そのためには、海域の複合制御技術としての沖合人工島、人工岬、人工海嶺等の構想が、21世紀に向けて1日も早く現実のものとなり、その過程において生物的海域制御技術が限りなく発展することを期待するものである。

製品紹介

製品紹介

ホイール式高所作業車“スカイボーイ”

造船・工場・プラント工事などの業界では、経営合理化を目標に無足場高所作業のニーズが高まっているが、そうした高所での作業はいかに安全に効率よく行なうかが重要なテーマである。タダノのホイール式高所作業車

AWシリーズはバスケット内から旋回・起伏・伸縮・走行の各操作が自由にでき、しかもバスケットスイング機構を採用しているので作業範囲が広くなり、作業性は抜群、スピーディな走行性能とともに微速性にも優れており、最適な作業ポジションが容易に得られる。

もちろん安全性についても、過負荷防止装置、自動駐車ブレーキ、マイコン内蔵の作業範囲制御装置、高速走行規制装置、バスケット自動水平装置、フィートスイッチ、緊急停止装置、非常用降下装置などの採用によって、高度の安全を実現している。

〔製品名〕

- AW-250TG バスケット底面高さ：25.0m  
バスケット積載荷重：200kg 又は 2名
- AW-215TG バスケット底面高さ：21.5m  
バスケット積載荷重：200kg 又は 2名
- AW-185TG バスケット底面高さ：18.5m  
バスケット積載荷重：250kg 又は 2名
- AW-165TG バスケット底面高さ：16.5m  
バスケット積載荷重：200kg 又は 2名
- AW-150TG バスケット底面高さ：15.0m  
バスケット積載荷重：200kg 又は 2名
- AW-130TG バスケット底面高さ：13.0m  
バスケット積載荷重：250kg 又は 2名



スカイボーイ AW-215TG外観

問合せ先 ㈱多田野鉄工所 技術課広報係へ  
営業本部 東京都港区浜松町2-4-1 ☎03(435)3620

## 船型試験をめぐって

&lt;その8&gt;

(財)日本造船技術センター  
横尾幸一

## 4・12・3 自航要素の尺度影響

プロペラ効率比 $\eta_R$ 、スラスト減少係数 $t$ 及び伴流係数 $w$ を総称して自航要素といい、これらはそれぞれ次の形で表わされる。

$$\eta_R = \eta_B / \eta_0$$

$$t = 1 - R/T$$

$$w = 1 - v_A/v_S$$

ここで、 $\eta_B$  = 船後のプロペラ効率

$\eta_0$  = プロペラの単独効率

$R$  = 船体抵抗

$T$  = プロペラの発生するスラスト

$v_A$  = プロペラの前進速度

$v_S$  = 船の速度

これらの自航要素の中で最も大きな尺度影響を受けるのは $w$ であって、実船の馬力推定にあたっては $w$ の尺度影響を考慮するのが現在の一般的方法である。

目白水槽で $w$ の尺度影響を求めるために使用しているのは図4・60 (矢崎敦生他, 船用プロペラ設計資料—第1集, 運研資料No 43, 1962)である。ここで、 $w_s$  = 実船の伴流係数,  $w_M$  = 模型船の伴流係数,  $L_{PP}$  = 船の垂線間長さ,  $B$  = 船の幅,  $d_A$  = 船の船尾喫水

$w_M$ をもとにして $w_s$ を求める手法としては、矢崎の方法のほかにも、Lindgren (9th ITTC, 1960), 横尾 (運研英文報告 No 43, 1961), 笹島 (11th ITTC, 1966), 須藤 (12th ITTC, 1969), Brard (12th ITTC, 1969)等により発表されている。通常用いられている船型に対しては矢崎の方法でほぼ妥当な値が得られるが、変わった船型に対しては、上記の2つ以上の方法を使用して $w_s$ を求めてみた方が安全であろう。

現在に至るまで、模型試験結果から実船の馬力を推定するに当って、 $\eta_R$ 及び $t$ には尺度影響がないものとしている。すなわち、実船の $\eta_R$ 及び $t$ としては、模型船で求められた値をそのまま使用している。

プロペラ単独試験は普通には、舵なしの状態で行われ、自航試験時には舵がついているので、 $\eta_R$ に対しては、流

れの不均一性の影響と舵の影響が含まれている。実船の境界層は模型船の境界層より薄くなるので、一般には、プロペラ円板上の流れの不均一性は実船の場合の方が小さく、したがって、 $\eta_R$ は実船の方が大きくなるものと思われる。

目白水槽で行なった多くの模型試験の結果を利用して $\eta_R$ と船体要目その他との相関を調査したことがあるが、 $\eta_R$ に対して最も強い相関が認められたのはフルード数 $F_n$ であった。模型と実船との間におきかえてみると、 $\eta_R$ はレイノルズ数 $R_n$ との相関があるということになる。

一方、スラスト減少係数 $t$ は、船後のプロペラの作動状態によって変わってくる筈であり、作動状態を表わすものとしてスラスト係数 $K_T$ とプロペラの前進係数 $J$ を考えて、 $K_T/J^2$ の横軸上に $t$ を置点した例が図4・61である。この図によると $K_T/J^2$ によって $t$ の値がかなり大きく変化することが分かる。(横尾幸一, 11th ITTC, 1966)ここで、 $N$ 丸は $L = 276m$ ,  $C_B = 0.809$ のタンカー,  $K$ 丸は $L = 249m$ ,  $C_B = 0.785$ のタンカーであり、 $K_T = T/\rho n^2 D^4$ ,  $J = v_A/nD$ である。ただし、 $T$  = スラスト,  $\rho$  = 水の密度,  $n$  = プロペラの毎秒回転数,  $D$  = プロペラ直径,  $v_A$  = プロペラの前進速度である。

相似模型船を使用して、模型船長とプロペラ荷重が自航要素に及ぼす影響を調査した例を図4・62に示す。A, B両模型船とも $C_B = 0.81$ のタンカーに対応するものである。これらの図によると、船型や載貨状態によって変化の様子は変わるが、 $\eta_R$ ,  $t$ ,  $w$ ともに尺度影響を多かれ少なかれ受けているようである。

現在の馬力推定法では $\eta_R$ ,  $t$ には尺度影響はないとしているので、その厳密さは粗度修正量 $\Delta C_F$ の中に入ってきている。 $\Delta C_F$ の本来の意味は、滑面である模型船の表面に比べて実船表面は粗面とみなせるから、粗面影響による摩擦抵抗の増加分を考慮したものである。しかし、実船の摩擦抵抗を計測することはできないので、計測できる実船の軸馬力から、 $\eta_0$ ,  $\eta_R$ ,  $t$ に対して適当な仮定を設けて、実船の抵抗を求め、 $\Delta C_F$ を求めることになる。



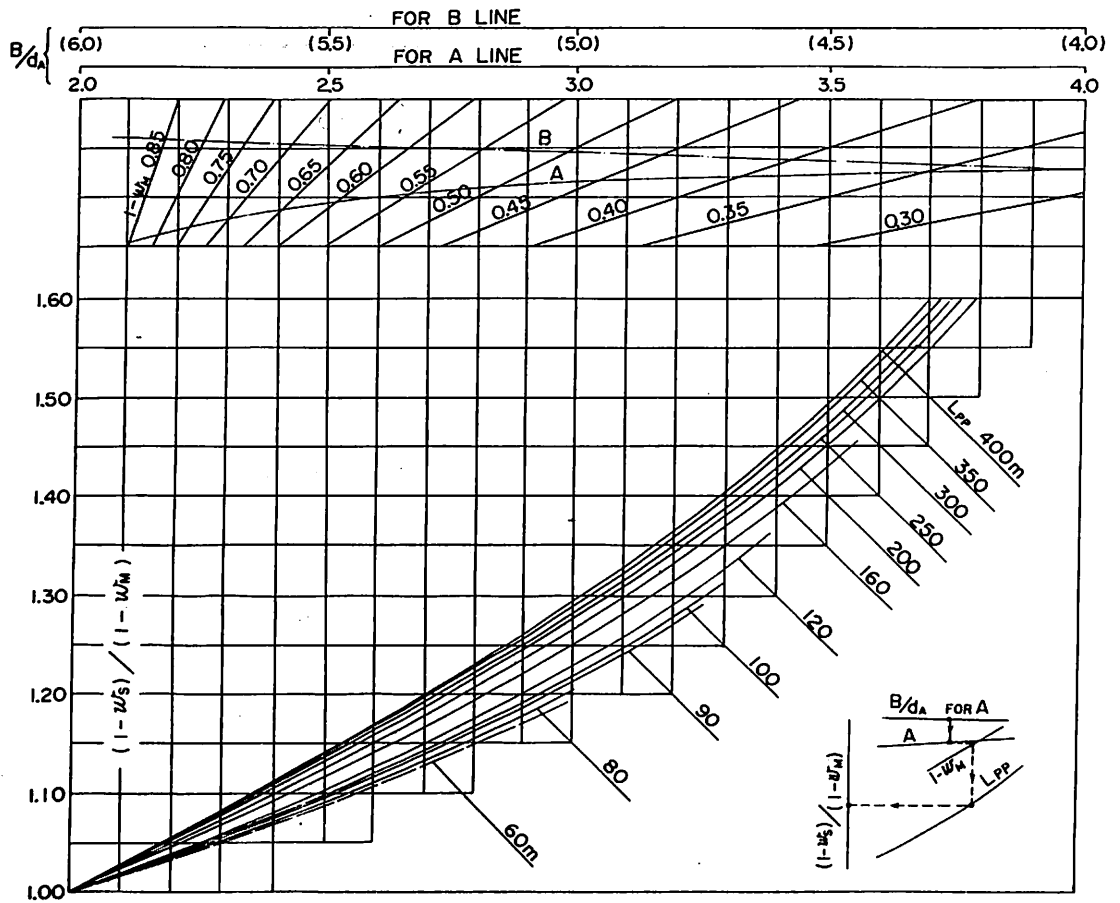
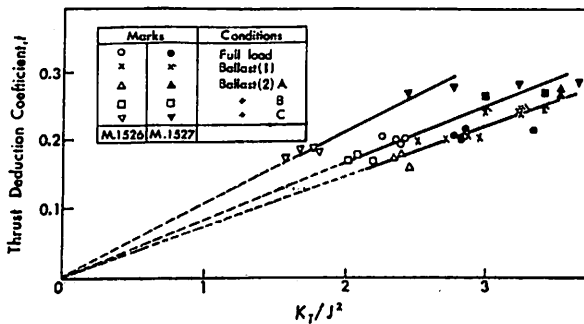
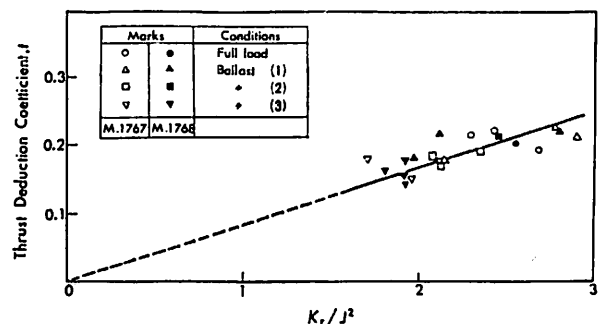


図4・60 模型船・実船間の伴流係数の尺度影響を推定する図表



(a) N丸



(b) K丸

図4・61 相似模型船の試験より求めた $K_T/J^2$ と $t$ との関係

正しい $\Delta C_F$ を求めるためには、 $\eta_0, \eta_R, t$  に対しての正しい尺度影響を求める必要があり、現在使われている $w$ の尺度影響も見直す必要がある。

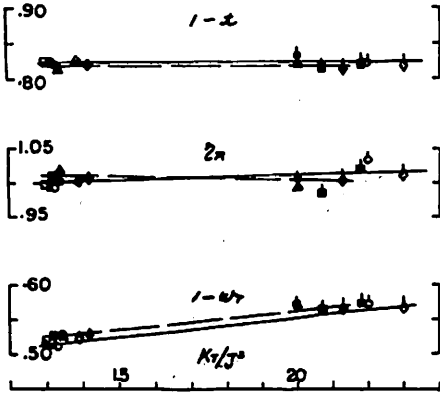
実船の馬力推定のために必要な伴流係数はプロペラ面上の平均値であり、今まで述べてきた $w$ の尺度影響もそ

の意味に限定してきたが、プロペラのキャビテーションや起振力、騒音というものが問題になってきた近年においては、単なる平均伴流の値だけでなく、伴流の分布形状を知ることが必要になってきた。

伴流分布の尺度影響を始めて取扱ったのは笹島教授で

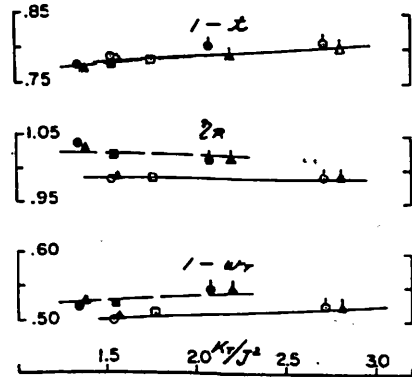
(a) MODEL "A" FULL LOAD CONDITION

MODEL LENGTH (m)	SELF-PROPULSION POINT	Fn			
		.12	.14	.16	.18
8.0	SHIP	○	△	□	◇
	MODEL	◊	▲	◓	◔
12.0	SHIP	○	△	□	◇
	MODEL	◊	▲	◓	◔



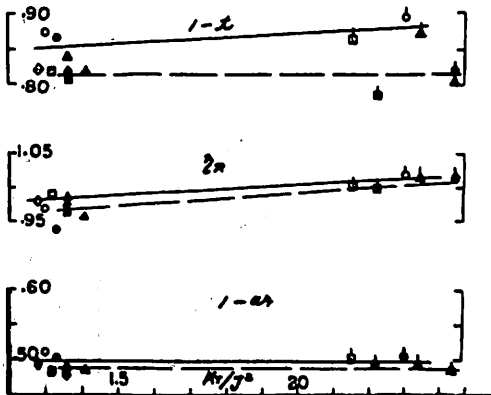
(c) MODEL "B" FULL LOAD CONDITION

MODEL LENGTH (m)	SELF-PROPULSION POINT	Fn		
		.15	.17	.19
8.0	SHIP	○	△	□
	MODEL	◊	▲	◓
14.5	SHIP	○	△	□
	MODEL	◊	▲	◓



(b) MODEL "A" BALLAST CONDITION

MODEL LENGTH (m)	SELF-PROPULSION POINT	Fn			
		.14	.16	.18	.20
8.0	SHIP	○	△	□	◇
	MODEL	◊	▲	◓	◔
12.0	SHIP	○	△	□	◇
	MODEL	◊	▲	◓	◔



(d) MODEL "B" BALLAST CONDITION

MODEL LENGTH (m)	SELF-PROPULSION POINT	Fn		
		15	18	19
8.0	SHIP	○	△	□
	MODEL	◊	▲	◓
14.5	SHIP	○	△	□
	MODEL	◊	▲	◓

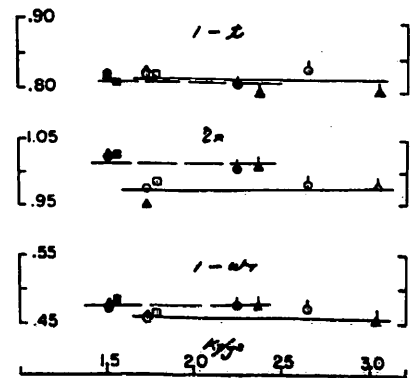


図4・62 相似模型船の試験より求めた $K_T/J^2$ と自航要素との関係

模型船伴流から実船伴流を求める手法の図式説明を図4・63のように、また、計算例を図4・64のように示した。  
 (笹島秀雄及び田中一朗, 11th ITTC, 1966) 図中で、  
 $w'_p$  = ポテンシャル伴流係数,  $w'_f$  = 摩擦伴流係数,  $\delta$  = 境界層厚さ,  $w' = w'_p + w'_f$ ,  $(\delta/L)_s / (\delta/L)_m = C_{fs} / C_{fm}$ ,  
 $w_{fs} = w_{fm} (1 - w'_{ps}) / (1 - w'_{pm})$

この笹島の方法は世界各国の水槽で検証され、船型に

よっては不十分であるが、通常船型に対してはかなり良い近似を与えることが知られている。

NSMBのHoekstraはHigh Powered Propulsion of Large Shipsに関するシンポジウム(Wageningen, 1974)で笹島法の改良法とでも言うべきものを発表した。が、笹島法の方が簡便なので、日本では笹島法を使っている所が多い。

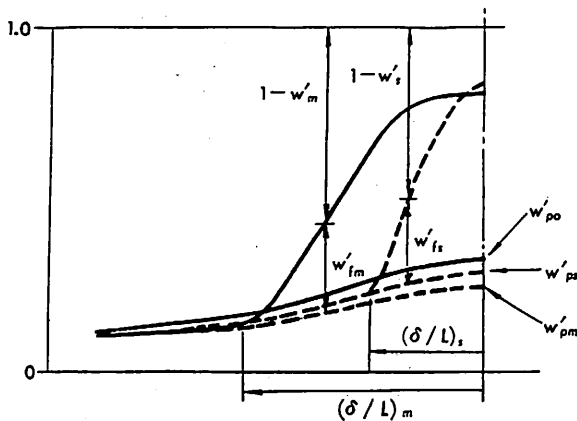


図4-63 模型船局部伴流係数より実船の局部伴流係数を求める手法

#### 4・13 私の英国留学

私が1年間の英国留学を命じられたのは昭和32年であり、造船に関する英国留学は戦後始めてだったので、科学技術庁の試験官を始めとして、英国側の受入れその他について危惧を抱く人もあった。しかし、実際には、英国において私が世話になった人々は皆親切であり、留学目的の勉強も十分に行うことができたばかりでなく、その後においても人との繋がりは大いに役立った。

##### 4・13・1 船旅

私の留学行には船を使うように命じられ、往復とも日本郵船の船にお世話になった。“マニラ丸”という、長さ145mの高速貨物船（タービン船で航海経済速力16ノット）で、往路には、神戸港を出港して、基隆、香港、シンガポール、アデン、スエズ、ポートサイド、アレキサンドリア、ジェノア、マルセーユ、バルセロナ、タンジール、カサブランカと寄港して、私はロンドンで下船した。復路も殆ど同様な航路を逆にとったが、ペナンに寄港した。

片路約7週間の航海で、各港に数時間から2晩停泊したが、その他の時間は、昼も夜も船は走り続け、十分に船旅を経験するとともに、船の動きを体験した。

東支那海及びベーリング海峡で船は多少揺れたが、その他の海は全く平穏であった。ただ、時々、船体はきしんでいるような音を立てることがあった。

この頃の各港の荷役施設は誠に貧弱であって、人が荷物を担いで荷役を行う港もあった。アデンは、荷役ではなく、給油のために短時間寄った港である。

マニラ丸には客室が4つあり、A室には英国人家族3名、B室にはアメリカ老婦人と中年の日本婦人、C室には北海道大学の小山教授と私が割当てられ、D室は空室

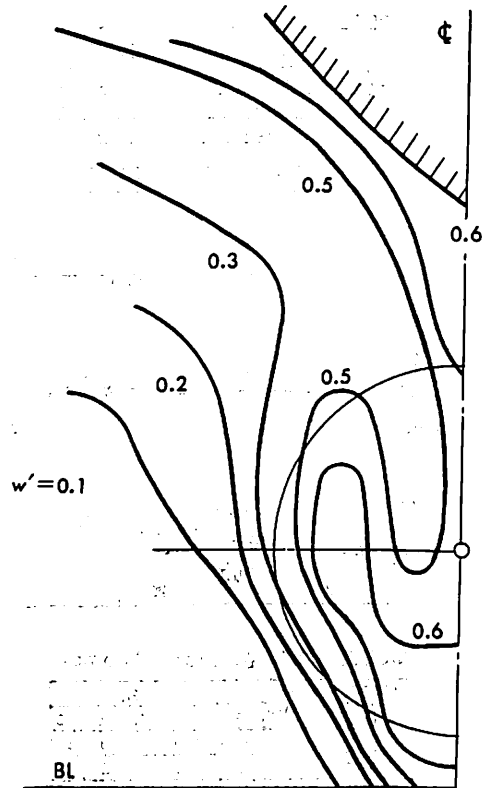


図4-64(a) 模型船で計測された伴流分布図

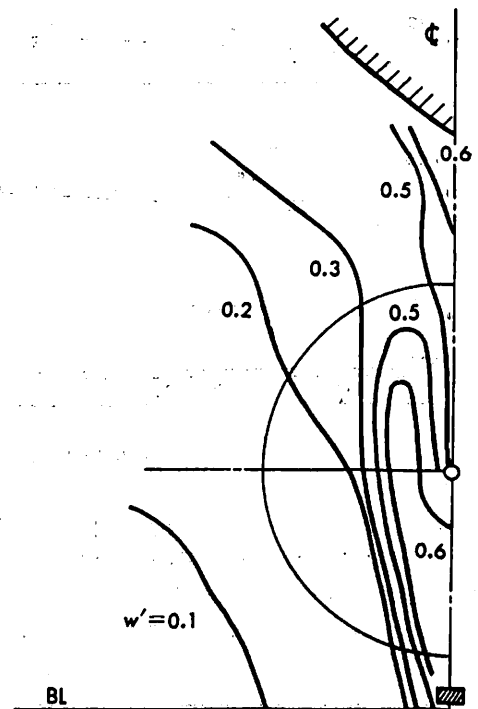


図4-64(b) 計算された実船の伴流分布図



写真4・1 グラスゴー大学（塔と構内）

であった。日本婦人はシンガポールで、小山教授はマルセユで下船したので、マルセユからロンドンまでは私と英語国民の4名が乗客であった。

英会話の訓練が多少ともできたばかりでなく、日本から英国までの途中の国々に寄って、見聞を広めることができて、大変楽しい旅行であった。また、船員の人達とも話をする時間もたっぷりあって、船員の方々の暮しぶりや考えの一端に触れることができた。

#### 4・13・2 グラスゴー大学

私の1年間の留学のうち、約10ヶ月はグラスゴー大学に世話になった。グラスゴーはスコットランドの南西部に位置し、人口約110万のスコットランド第一の都会であり、大きさの点ではスコットランドの首都エジンバラをしのいでいる。

グラスゴーの真中を走るクライド河の両岸には造船所その他の工場が並び、グラスゴーは煙の都とも言われた。北の方に位置するため、グラスゴーの冬の夜明けは9時頃で、午後3時には太陽は沈んでしまう。正午でも赤い太陽が建物の屋根の所に顔を出しているだけで、南側の窓からは1日中太陽が見える。夏には、逆に、日没は午後10時頃となり、殆ど1日中が昼みたいになり、戸外の運動も盛んになる。

グラスゴー大学は、市の真中よりやや南の方、クライド河の支流ケルビン河に沿って建てて居り、1951年に500年祭があったという古い大学である。私のいた頃の建物は古く、どっしりしており、総長のバトラー氏は国会議

員としても有名であった。殆どすべての部門を有し、学生数は約7000名、内2000名は女子学生、大学院生は約150名で、この中にもかなりの数の女子学生がいた。

工学部はメイン・ビルディングの中にあり、私はその3階に一室を与えられて、日中の殆ど大半をその部屋で過ごした。部屋の大きさは約3m×約6mで、机2、椅子3、本箱1が与えられた。

船舶工学科の教授はJ. F. C. Conn 1人で、他の先生はlecturerと言っていた。私が世話になったのは、Muller氏とStevenson氏であった。また、私の部屋の向い側に大学院生のC. Kuo氏（現在はグラスゴーにあるStrathclyde大学の教授）がいた。昼食はKuo氏と一緒に大学院学生のクラブに行くのが常だった。入口を入った所の廊下の片側にはコートをかけるフックが沢山並んでおり、ここにコートをかけて、まず2人は卓球室へ入り、約15～20分位卓球をしてから洗面所へ行く。ここで手を洗い、身なりを整えて食堂へ行き、自分の好む料理をもらう。食後は2階の休憩室へ行き、コーヒーを飲みながら雑談



写真4・2 Mr. C. Kuo

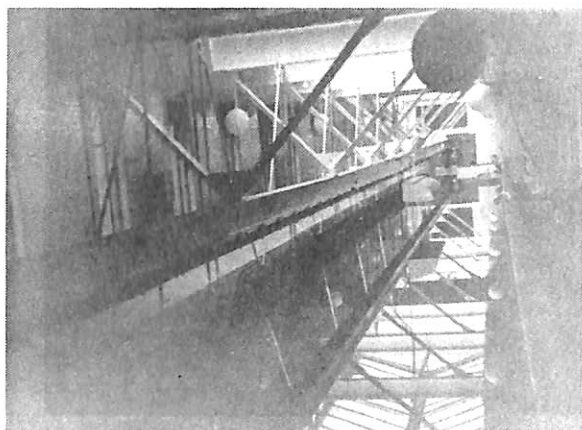


写真4・3 ニューカッスル大学 長水槽

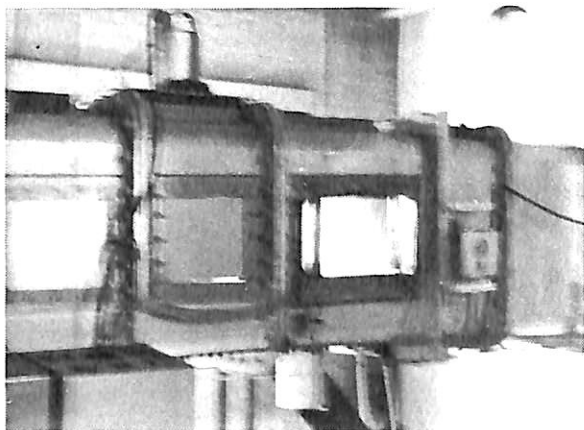


写真4・4 同・キャビテーション・トンネル

をしたり、音楽を聞いたりする。それで1時間の食事休憩が終りとなる毎日であった。

私がここに留学したのが機縁で、後に、北川氏と菅井氏がここに留学した。

#### 4・13・3 ニューカッスル大学

ニューカッスルはイングランドの北東部にあり、グラスゴーと並び造船の中心となっていた。私がいた頃は、ニューカッスル大学とは言わずに、キングス・カレッジと呼ばれ、ダラム大学の一部門であった。

私の滞在は短期間であったが、グラスゴー大学におけるのと同様に一部屋与えられ、バリル教授は私のことをビジティング・プロフェサーと呼ぶことにしようと言われた。

ここでは、10時と15時にお茶を飲むことになっていて、lecturerであったEmerson, Townsin等の各氏と一緒に一部屋に集って、お茶を飲みながら雑談した。当時、グラスゴー大学には水槽施設はなかったが、ここには小さな長水槽と、かなり大きなキャビテーション・トンネルがあった。キャビテーション・トンネルは、もとはハンブルグにあったものであるが、戦後賠償施設としてここに持ってこられたということである。私のいた頃は、Townsin氏が水槽を、Emerson氏がキャビテーション・トンネルを使用していた。計器関係にはRobsonという人がいた。

#### 4・13・4 英国における当時の水槽施設

英国における当時の水槽施設としては、グラスゴー大学を除き政府関係に2ヶ所、民間に4ヶ所であった。

##### (1) National Physical Laboratory

この研究所のShip Divisionはロンドン郊外の Teddingtonにあり、抵抗・自航試験用水槽、プロペラ単独試験用水槽、小型キャビテーション・トンネルの3つの

施設を持っていた。Felthamに新施設を建設中であり、大型曳航水槽、小型角水槽、大型キャビテーション・トンネルが予定されていた。

Ship Divisionの部長はTodd氏で、殆どの時間Teddingtonの方に居り、副部長のHughes氏が新施設建設の任にあっていた。この当時、私が訪問して面会したのは、上記の両氏のほかに、船体関係として、Clement氏、プロペラ関係としてSilverleaf氏であった。Hughes氏がいまだに自分で図面を画いていた姿と、Silverleaf氏の明晰な話し方が今だにはっきりと思い出される。

N. P. L.は運研からの留学先で最も適当と思われ、私の最初の手紙も当時の部長のAllan氏宛に出したが、水槽建設中で世話しかねるという理由で断わられてしまった。しかし、N. P. L.の人達に逢い、施設を見ると、ここは運研の船舶推進部の人の留学先としては最も適当なところだということが再認識され、水槽建設が完了した後は当方よりの留学生を受入れて貰いたいとTodd氏に申入れ、了承された。

##### (2) William Denny の水槽

当時動いていた水槽のうちでは最も古いもので、寸法も91.4m×6.82m×2.67mという小さなものである。私の訪問した時の水槽代表者はVolpitch氏で、かなりきつい言い方をする人であった。

試験法は典型的なBritish methodで、月曜は抵抗試験、火曜から金曜までは自航試験で、1日に1状態で1速度で、各速度ごとに回転数を10種類位変えるということであった。したがって、馬力曲線として与えられる速度は4点で、速度に対するhump, hollowの感じは自航試験からはでてこないわけである。ただ、どんな摩擦修正量に対しても、即座に馬力が求められる利点がある。

いずれにしろ、非常にのんびりしたものであった。

この水槽は、後になってWilliam Denny 造船所がつぶれた時に、Vickers Armstrong 社のものとなった。

### (3) Vickers Armstrong の水槽

所長のMoor氏が若く、実行力のある人なので、どんどん新しいものを採用しており、William Dennyの旧さと対照的であった。年間に試験する模型船は、約100隻で、土曜、日曜も休みなしに、毎朝7時から夜9時まで水槽を動かしているということであった。パラフィン模型船の製作日数は、型の製造2日、削り1日、仕上げ3日の合計6日間ということであった。

### (4) その他の水槽、研究機関

私が見学した水槽は上記の3ヶ所であったが、英国にはその他に、海軍の水槽がHaslarに、民間の水槽として、John Brownの水槽、Saunders Roeの水槽があった。

造船に関する研究機関として英国造船研究協会があり、日本造船研究協会と違って、協会自身が相当の研究スタッフを持っている。Lackenby氏がその長となって、造船、造機及びintelligenceの3部門に分れていた。事務所はロンドンにあり、分室がSunderlandにある。分室には実船用の測定機械があり、それを取扱う担当者がある。最も力を入れていたのは船体表面の粗度計測で、主な船の試運転直前や出渠直後に船体表面の約50ヶ所に対して粗度の測定を行っており、同一船体に対して数年にわたって測定した結果は、その試運転結果とともになかなか興味深く感じられた。

### 4・13・5 当時の主要造船所

#### (1) Vickers Armstrong

最大のは(以下同じ)

Walker 工場： 船台 7 (長さ 1100 ft)

Barrow 工場： 船台 8 (長さ 850 ft)

造機工場、造兵工場

他に、カナダ工場及びオーストラリア工場があり、造船会社としては英国で一番大きい。

#### (2) Harland & Wolff

Belfast 工場： 船台 18 (長さ 1000 ft)

Glasgow 工場： 船台 7 (長さ 750 ft)

単独の工場としては、このBelfast工場が英国で一番大きい。軍艦も作っている。

#### (3) Swan Hunter

Newcastle工場： 船台 10 (長さ 1000 ft)

#### (4) Cammel Laird

Birken head 工場： 船台 10 (長さ 1000 ft)

#### (5) John Brown

Clydebank 工場： 船台 7 (長さ 1000 ft以上)

クイン・メリーやクイン・エリザベスを建造した工

場で、名前は一番有名であるが、大きさは4位か5位といったところ。

#### (6) Fairfield

Glasgow 工場： 船台 6 (長さ 1000 ft)

以上が英国の大手造船所で、長さ200m近くの船を建造できる船台を所有する中手造船所は約12ある。

William Dennyの造船所は中手にも入らない、小さな船台しかもっていない造船所で、主としてコースターやフェリーを建造していた。しかし、世界の造船所で最初に水槽施設を作り、ヨーロッパの水槽建設の糸口を与えたのであるから、その功績は大きい。

John Brown造船所ではたまたま42,000トジ級タンカーの進水式を見た。沢山の見物人が来ていたことは日本の進水式と全く同様であったが、くす玉はなく、つなを切るとシャンペンが船首にあたって船をぬらすというだけであった。John Brownはクライド河に沿った造船所であり、河幅はそんなに大きくないため、船の行き過ぎるのを防ぐため、ぼう大な量のチェーンを引きづって進水する。そのチェーンのため、船の滑り去る時は、後にもうもうたる砂ほこりを残す。このタンカーの船名はBritish Dutchesと言ひ、長さ720ft、 $C_B = 0.78$ の同型船6隻の中の1隻であった。

### 新刊紹介

#### 『1984年米国海運法の解説』

A5判 338頁 定価4,500円(〒300)

日本海運界は異常なくらい米国海運法のゆくえを追い続けてきたが、何故外国の海運法を日本の海運が気にしなければならないのかということがどうも理解できない方が多いものと思われる。本誌8月号のニュース解説の「米国新海運法と北米航路」で解説を試みたが、実はそんなに簡単に解説できる問題ではない。本書は海運を本業とする人のみならず、海運の周辺にあって本問題の理解に苦しんでいる人にとって好個の解説書といえよう。

米国新海運法の制定に際して海事産業研究所は極めて適切な対処をしてこられた。米国海事法担当者を招聘してのセミナーの開催などはその一つであるが、今また本書によって米国新海運法理解の重要性をアピールしてもらえる。或る時期にワシントンの在米日本国大使館一等書記官として対米交渉を担当され、運輸省海運局長を長年勤められた後藤茂也所長の執念のようなものから出た成果といえよう。新海運法の翻訳と逐条解説及び同法制定の経緯及び要旨については日本郵船調査室野口邦輝氏が担当しておられる。今からの北米航路の危機を理解するに当って不可欠の座右の書である。

株成山堂書店刊 東京都新宿区南元町4-51 電話(357)5861



## 日本の艦艇・商船の電気技術史

### 連載に当たって

先般、日本船用機関学会の創立10周年記念事業の一環として、学会内に日本船用機関に関する調査研究委員会（委員長石谷清幹）が設けられた。その目的は、明治以前時代から第二次世界大戦終了時までの我が国の船用機関及びこれに関連する機器等の技術的進歩発達の変遷を、それぞれの部門別に、広汎なる資料から調査研究を行なって、これらを系統的に編集する事業であって、このことは従来にならぬ企画であった。

幸いに、(財)日本船舶振興会からの多大の補助金の援助を受けて、この程、この事業の調査研究の成果を十分にあげることができた。

この度、本委員会の部門別の一つである電気専門委員会において、その成果を基にして、日本の艦艇・商船の電気技術史を作成した。これを本誌にシリーズものとして逐次連載して発表することになった。

本史は、年代的にはほぼ明治時代から第二次世界大戦終了時までとし、その間の艦艇及び商船における電気に関連する有らゆる電気技術の発達過程を出来る限り詳細に記述したものである。なお、各分野をひとめで理解できる「艦船の電気技術総合年表」を年代順に随時付載する予定である。

章 名	執 筆 者
第1章 艦艇の電気装・電気機器	山 崎 信 次
	故 伊 藤 武 夫
第2章 商船の電気装・電気機器	徳 永 勇
第3章 電気推進	森 田 豊
第4章 艦艇の電波機器	津 村 孝 雄
	故 大 野 茂
第5章 商船の無線機器	進 藤 幸三郎
	津 田 圭一郎
第6章 艦艇の水中音響機器	桑 原 新
	久 山 多美男
第7章 商船の航海機器	庄 司 和 民
第8章 艦船消磁	義 井 胤 景

昭和59年9月

徳 永 勇

(日本船用機関調査研究委員会)  
電気専門委員会 委員長

# 第1章 艦艇の電気機装, 電気機器

## <その1>

山崎 信次\*  
伊藤 武夫\*

### 1. はじめに

この章は旧海軍の艦艇に装備された電気機器のあらましと、その機装要領について歴史的変遷を述べたものである。時代は明治初年から昭和20年の終戦までであって、その期間を明治大正期と昭和期に大別して、前者を山崎、後者を伊藤が分担執筆した。

ここで取り上げる電気機器とは、発電機や配電盤などの一次電源装置、電動発電機や二次電池などの二次電源装置、探照灯装置、信号灯装置、艦内照明装置、艦内通信装置、潜水艦電気推進装置などであって、水上艦艇の電気推進装置、無線機やレーダーなどの電波機器、水中音響機器、航海機器、及び船体消磁については別章に記述されるので、この章では触れない。

### 2. 明治大正期

#### 2・1 最初の電気機器, 探照灯

イギリス人デービーが炭素棒を電極としたアーク灯の実験を行い、極めて明るい光の発生に成功したのは19世紀初頭のことである。最初このアーク灯は不安定で、長時間の点灯に耐えなかったが、多くの人の手で改良が加えられ、1850年代になって、ようやく実用的なアーク灯が実現した。それでもなお当時は、一次電池を電源としていたため費用がかさみ広く普及するには至らなかった。

1870年代に入ると初めて実用的な発電機が開発され、これを電源に使ったアーク灯が、灯台の光源や、工場・街路の照明などに用いられるようになった。それと共にこのアーク灯を反射鏡の付いた灯器の中に取り付けた投光器、或いは探照灯が軍用に供されるようになった。既に1870年の普仏戦争において探照灯が陸上で使用されたということである<sup>1)</sup>。

海上では1874年、少なくともフランス海軍の2隻の主力艦とロシア海軍の数隻の艦艇に、グラム式の探照灯と

発電機が搭載されたとの記録がある<sup>2)</sup>。恐らくこれが世界で最初の探照灯・発電機搭載艦であろうと思われる。1876年(明治9年)にはイギリス海軍が初めて軍艦ミノトアにワイルド社製探照灯と発電機を装備した。この発電機はポンプエンジンからベルト駆動される交流発電機であったが、間もなく直流式のものに取り換えた<sup>3)4)</sup>。

このころ我が国では明治新政府が軍備の増強に腐心しつつあったが、その手始めとしてイギリスに発注した軍艦3隻が明治11年(1878)に完成し、相ついで我が国に回航されてきた。これが軍艦金剛、比叡及び扶桑の3艦である。これらの艦は新鋭艦とは言え、未だ探照灯も発電機も装備されていなかった。

それから3年を過ぎた明治14年3月、横須賀に設立されたばかりの水雷伝習所に大きな荷物がイギリスから送られてきた。これは我が海軍が初めて手に入れた探照灯とその発電機である(当時海軍では探照灯と発電機を一括して「電気灯」という名で呼んでいた)。伝習所では早速この電気灯を組立てて、4月8日、17日、18日の3日にわたり点灯試験を行なった<sup>5)</sup>。我が国において公にアーク灯を点火したのは、明治11年3月25日、電信中央局開局式祝宴が工部大学校大ホールで催されたときであることは有名であるが、そのときの電源は電池であった。発電機を電源としたアーク灯の点火は上記の水雷伝習所におけるものが最初である。

この試験で探照灯の有効性を認めた海軍当局は、既成の軍艦に探照灯を装備することとし、まず3万燭光ブラッシュ式探照灯をアメリカから輸入して軍艦比叡に装備すると共に、同じく3万燭光探照灯2基をフランスから輸入して軍艦扶桑と金剛に1基ずつ装備した。これが明治16年(1883)のことであって、我が国海軍艦艇に電気機器が装備された最初である。扶桑のシーメンス式発電機は電圧50V、2極直巻、ドラム形電機子であり、金剛のグラム式発電機は650rpm、50V、45A、2極直巻、リング形電機子であったが、比叡のものはブラッシュ式直巻発電機という以外わからない<sup>5)</sup>。

これらの探照灯の照明能力について、明治17年比叡艦

\* 日本船舶機関調査研究委員会 電気専門委員会委員

長が提出した報告がある。それによると、横浜停泊中、比叡の探照灯は約10ケーブル（約1800m）の距離にある横浜海岸を照らしても「漠然として分明ならず」、これに対し金剛の探照灯は約11ケーブル（約2000m）の距離にある横浜町会所時計台を「明確に照射し得た」と書かれている<sup>51</sup>。この後我が国ではアメリカのブラッシュ式は評判が悪く、余り使われていない。このころの探照灯では、フランスのマンジャン式が最も優れていて、イギリスでも明治26年ごろまで反射鏡と炭素棒はすべてフランスから輸入していたとのことである<sup>41</sup>。

扶桑など3艦に初めて探照灯と発電機が装備されたその年に、我が国はチリーから1隻の巡洋艦を購入し、これを筑紫と命名した。この艦は明治14年（1881）イギリスで建造されたものであるが、1基のシーメンス式発電機を積んでいて、探照灯ばかりでなく白熱電灯も備えていたということである<sup>51</sup>。

探照灯装備の艦が次第に増えてきた明治22年、東京湾頭で初めての海軍大演習が挙行された。大演習と言ってもその規模は誠に小さなもので、甲軍は6隻、うち探照灯装備艦は金剛、筑紫の2隻、乙軍も同じく6隻、うち探照灯装備艦は扶桑、高千穂、浪速の3隻であった。両軍とも数隻の水雷艇を付随していた。この演習の様子が次のように記録されている<sup>51</sup>。

「本演習に於ては予て各艦に装備せられありし発電機が初めて実地に演習用として其の効力の試練を受くることとなりしものにして、4月4日第3回の演習に於て、乙軍はその東京湾内に突入するに当り、電気灯を以て海陸を照らし、愈々猛進せしが、甲軍はその灯火の存在により、水雷艇所は容易に発射の機を把うることを得、為に敵艦2隻を轟沈するを得たり。」

このように探照灯はその運用が適切でない、自らの所在を敵に知らせる結果となるので、当時フランスやアメリカでは探照灯装備の可否を巡って論議が交わされていたようである。

## 2・2 白熱電灯による艦内照明の始まり

よく知られているように、イギリスの Swan が実用的な炭素フィラメント電球を製作公表したのは1878年（明治11年）であり、その1年後にはアメリカのエジソンも同じような電球を完成している。両者共これを企業化して1880年（明治13年）ごろから販売し始めた。イギリスの造船家たちは早速この白熱電球を商船の照明に採り入れ、イギリス海軍も1881年（明治14年）軍艦インフレキシブルに初めて白熱電灯を装備した。ところがこの艦の給電方式は今から見ると誠に変わっていて、発電機電圧を

800Vとし、スワンランプを直列に接続して点灯したということである<sup>31, 41</sup>。

この艦にはほかに照明用アーク灯も併用されていて、16個のアーク灯が直列に800Vの電源に接続されていた。当時陸上ではアーク灯直列給電が一般的であったから、それを踏襲したのである。しかしこれは船体が金属であることを忘れた危険な計画であって、満1年も経過しないうちに人命事故が発生した。イギリス海軍は驚いて、急ぎ改善策を講じ、艦内電源電圧の標準を80Vに定めたこと報道されている<sup>31</sup>。

前に述べたように、明治16年（1883）チリーから購入したイギリス製巡洋艦筑紫には、既に白熱電灯が装備されていたようである。筑紫の竣工時期はインフレキシブルとほとんど同じであるけれども、発電機電圧は80Vで、800Vではなかった。当時我が国民一般はまだ石油ランプの下で生活していた時代で、明治17年6月上野高崎間汽車開通式の当日、式場にアーク灯1個と白熱灯24個を点じたのが、我が国での白熱灯公開の最初とされていることを思えば、筑紫の乗員は随分早くから白熱電灯の下で文明開化の恩恵に浴していたことになる。なお我が国と時を同じくして、アメリカでも1883年に巡洋艦トレントンに初めて発電機を装備し、247個の白熱電灯に給電したという<sup>71</sup>。

筑紫から3年後の明治19年には、イギリスに注文していた巡洋艦浪速と高千穂とが相次いで完成した。いずれもブリチシュ・グラム式発電機（2極複巻、410rpm、80V、75A、リング形電機子）4基を積み、この電源から4個の探照灯と約300個の白熱電灯に給電した。

このようにして従来の艦内照明用具であった油灯は急速に影を潜め、白熱電灯がすべての艦艇に用いられるようになったのである。

明治38年の調査によると、これまで述べた軍艦のうち、扶桑は発電機がシーメンス式2極、80V、100A、500rpmのもの3基に変っている。また筑紫は22年にシーメンス式2極、80V、100A、600rpm 1基と換装され、浪速、高千穂は30年にエジソン式4極、80V、200A、400rpm 2基と換装された<sup>51</sup>。

## 2・3 明治中期の電気艦装一般

上記の浪速、高千穂以後、明治27、28年の日清戦争までの間に出来た主要艦船の搭載発電機と探照灯を列記すれば次のとおりである。（艦名に続く括弧内は艦種、常備排水量、完成年、建造所の順）

高雄（巡洋艦、1774トン、明22、横須賀）

S. H. シーメンス式複巻直流発電機（600rpm、80V、

- 100 A) 2 基, 探照灯 2 基  
 八重山 (通報艦, 1609 トン, 明23, 横須賀)  
 ソーテ・レモニエ社製グラム式 4 極複巻直流発電機  
 (340 rpm, 70 V, 100 A) 2 基, 探照灯 2 基  
 厳島 (海防艦, 4210 トン, 明24, フランス)  
 グラム, チューブレイ式直流発電機 (350 rpm, 70 V,  
 250 A) 2 基, 探照灯 4 基  
 千代田 (巡洋艦, 2439 トン, 明24, イギリス)  
 シーメンス式直流発電機 (415 rpm, 80 V, 300 A)  
 2 基, 探照灯 2 基  
 松島 (海防艦, 4210 トン, 明25, フランス)  
 ソーテ・レモニエ社製グラム式直流発電機 (350 rpm,  
 70 V, 250 A) 2 基, 探照灯 4 基  
 吉野 (巡洋艦, 4160 トン, 明26, イギリス)  
 アーネスト・スコット・エンド・マウンテン社製 2 極  
 直流発電機 (325 rpm, 75 V, 400 A) 2 基, 探照灯  
 4 基  
 橋立 (海防艦, 4216 トン, 明27, 横須賀)  
 ソーテ・レモニエ社製グラム式直流発電機 (330 rpm,  
 70 V, 250 A) 2 基, 探照灯 4 基  
 秋津州 (巡洋艦, 3172 トン, 明27, 横須賀)  
 シーメンス式 2 極直流発電機 (520 rpm, 80 V, 100 A)  
 4 基, 探照灯 4 基  
 和泉 (巡洋艦, 2950 トン, 明17竣工, 明27購入, イギ  
 リス) シーメンス式 2 極直流複巻発電機 (500 rpm,  
 80 V, 100 A) 2 基, 探照灯 3 基

上記諸艦の配電方式は、いずれも直流 2 線式の樹枝状配電である。発電機から給電する負荷は、探照灯と白熱電灯だけであって、電動機のような動力負荷はまだ無い。

艦内通信は伝声管や機械的通信装置に頼っていて、電気はその補助的役割を果たしていたに過ぎない。すなわち、伝声管の呼出し用にベルと表示器を組合わせた呼鈴装置 (海軍では呼鐘装置の名で呼んでいた) が使われていた。その電源は一次電池であった<sup>4)</sup>。明治 9 年 (1876) にベルによって発明された電話機は明治 20 年代に入っても軍艦にはなかなか採用されなかった。

その理由は、この時代はまだ伝声管で十分用が足りたし、騒音の多い所で使えるような電話機が容易に実現しなかったからである。しかしフランス海軍はなかなか進取的であって、明治 24 年 (1891) には既に装甲艦 5 隻ほか補助艦 2 隻に電話機を取り付けている。その電話機は 5 心の電線で接続され電話器各個に電池を内蔵していた<sup>5)</sup>。

この年代の電灯回路用電線は S W G 20 番 (径 0.91 mm) の心線を用いるのが標準であった。一般に電線はゴム絶縁の上に防腐剤浸透の綿テープを巻き付けたものであ

て、これをチーク材の木製線被 (レースウェイ) の中にパテで埋め込んで船体に取り付けていた<sup>3)</sup>。

当時のゴムは絶縁性能が十分でなく、艦内の高温高湿という悪条件にさらされて劣化が早かったため、イギリス造船技師の書いたものに、「絶えず発電機や電線に故障を生じ、たびたび修繕を要し、使用上困難を極めた。」その上「船中の電線に塩水がかかり、しばしば絶縁を害し、電路に短絡を生じ、遂には電線を包蔵している木製線被に火を発生し、時には近接の可燃物を焼くことがある。」と嘆いた文章がある<sup>4)</sup>。このためイギリスでは明治 21 年 (1888) 鉛被電線を採用して木製線被を廃止してしまつた。我が国でも大体これと似たような状況にあったと考えられる。

大砲を打つための装薬を電気で発火させることは、イギリスで 1874 年 (明治 7 年) に試みられている。一次電池を電源とし、砲側又は離れた場所にある引金を射手が引けば回路が閉じて、砲尾に差し込まれた電気火管が発火するという簡単なものであるが、誤発を防ぐとか、発砲の確実性を増すとかのため、いくつかの付属装置が考案され、付加されていた。回路も最初は 2 線式であったが、1881 年ごろから単線式に変わった<sup>4)</sup>。わが国で、この種の発砲電路が主用されるようになったのは明治 27 年 (1894) ごろということである。

19 世紀中葉、欧米では敷設水雷を電気で発火させる研究が始められ、1853~56 年のクリミア戦争、次いで 1861~65 年のアメリカ南北戦争などで実戦に偉功を奏し、海軍の主要兵器と目されるに至つた。我が国でも、早くも安政 4 年 (1857) に鹿児島藩主島津齊彬が地雷及び水雷の電気発火の実験を行なっている。幕末から明治初年の軍艦はこの敷設水雷と共に、電源のル克蘭シエ電池や発火用「アームストロング・リレー」や「電気銅索」と称する水中ケーブルなどを積載するものが多かった。このように電気が扱えるのは水雷科の乗員であったから、探照灯や発電機が導入されたとき、まずその取り扱いに当たるのは水雷科の者であった。これがもとで海軍部内の水雷部門が電気を所管するという制度組織ができ上り、それが大正末期まで継続したのである。

#### 参考文献 (明治大正期)

- 1) 内田三郎:「照明学会雑誌」, 3, 78 (大8)
- 2) C. Singer, et. al. 編, 高木純一郎ほか訳:「技術の歴史」(A. History of Technology), 9 巻 (昭39)
- 3) H.D. Maclaren: Proc. I.E.E. 108, 1-14 (1961)
- 4) 「電気之友」19-23 号, 28-29 号, (明26)
- 5) 海軍教育局編「帝国海軍機関史」(昭11)

造船工学覚え書

<10>

広島大学名誉教授(造船学)  
工学博士 川上益男

8. 不連続部の応力集中

8・1 応力集中と形状係数

船その他の構造物、機械類などには孔をあけたり、断面の大きさが急に变化するような部分などが非常に多いが、そのような部分を不連続部という。そのような不連続部をもつ部材に力が作用すると、その不連続部とその周辺部には他の部分より大きな応力が発生する。これを応力集中という。

部材の設計においては、その部材に発生する最大応力を設計応力とするので、不連続部を有する部材ではそこに生ずる最大応力を知っておく必要があるので、ここでは船体構造および船用機関で多くみられる不連続部の最大応力を、正解のある場合はそれを主とし、正解のないものは実験結果を抄録しておく。

応力集中の程度を表わす量として従来から、応力集中係数と形状係数という言葉が用いられているが、本質的には両者は同じもので、ただ比較する基準応力に相異があるだけである。

図8・1は円孔のある帯板に一様引張力  $P = 2b\sigma_0$  ( $2b$ : 帯板の幅,  $\sigma_0$ : 一様単位力) が作用する場合の応力分布<sup>8)1)</sup>を示したものである。 $a$ : 円孔の半径とし、帯板の最小断面積  $2(b-a)$  で割った量

$$\sigma_n = P/2(b-a) : \text{平均応力}$$

でこの板に発生する最大応力  $\sigma_{max}$  を割った値を

$$\sigma_{max}/\sigma_n = \alpha : \text{形状係数}$$

と名付けている。また  $\sigma_{max}$  の代り

8・1) Howard, R. C. J.,

Phil. Trans. Roy. Soc. (1930)

に各部応力を  $\sigma_n$  または一様引張応力  $\sigma_0$  で割った値を集中係数とっている。

図8・1は  $\sigma_0$  で各方向の応力を割った値で示した応力集中係数の曲線を示したものである。

このような応力集中問題の研究には解析的取扱いと実験とが用いられてきた。解析はAiryの応力関数を導入した方法である。実験は光弾性を利用する方法である。

応力関数  $F$  と直交直線座標  $x, y$  に関する直応力  $\sigma_x, \sigma_y$  およびせん断応力  $\tau_{xy}$  との間には次の関係がある。

$$\sigma_x = \frac{\partial^2 F}{\partial y^2}, \quad \sigma_y = \frac{\partial^2 F}{\partial x^2}, \quad \tau_{xy} = \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} \quad (8 \cdot 1)$$

二次元応力の平衡方程式を  $F$  を用いて書き直すと次のようになる。

$$\begin{aligned} \Delta^2 F &\equiv \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right)^2 F \\ &= \frac{\partial^4 F}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} = 0 \end{aligned} \quad (8 \cdot 2)$$

この方程式および応力に関する境界条件を満足する解を求め、(8・1)により応力が求められる。

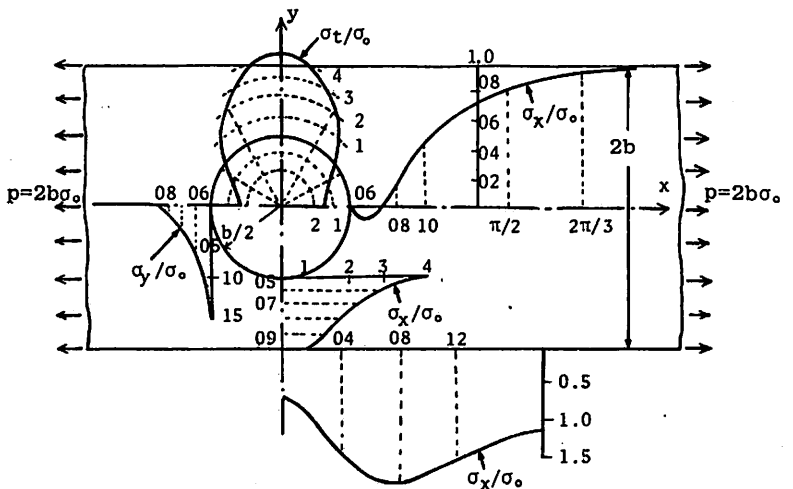


図8・1 有効帯板の孔縁付近の応力分布

このような解析解が実際と矛盾しない、即ち、二次元応力状態というのは、非常に薄い板にその面内だけに外力が作用するとき、および非常に厚い部材に  $x, y$  に直角な  $z$  軸方向に荷重が一様に作用するような場合とである。

このような解析解が得られない場合にはやむを得ないので光弾性実験によって集中係数を求める。

8・2 平板に開口があるときの応力集中

平板に開口があり、従って、二次元応力状態での解析が可能な応力集中の例について今までに得られている結果を示す。

(1) 円孔

この問題には極座標  $r, \theta$  をとった方が解析に便利である。このときの応力関数と応力との関係は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \partial F / r \partial r + \partial^2 F / r^2 \partial \theta^2 \\ \sigma_\theta &= \partial^2 F / \partial r^2 \\ \tau &= -\partial (\partial F / r \partial \theta) / \partial r \end{aligned} \right\} \quad (8 \cdot 3)$$

応力の平衡方程式は、次のようになる。

$$\Delta^2 F = \left( \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{\partial}{r \partial r} + \frac{\partial^2}{r^2 \partial \theta^2} \right) F = 0 \quad (8 \cdot 4)$$

この方程式と円孔周辺  $r=a$  で  $\sigma_r = 0, r=0$ , 無限遠で  $\sigma_r, \sigma_\theta, \tau = 0$  の境界条件を満たす解は、次のようになる。

$$F = \frac{\sigma_0}{4} \left[ r^2 - 2a^2 \log r - \frac{(r^2 - a^2)^2}{r^2} \cos 2\theta \right] \quad (8 \cdot 5)$$

また応力は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{\sigma_0}{2} \left( 1 - \frac{a^2}{r^2} \right) \left\{ 1 + \left( 1 - \frac{3a^2}{r^2} \right) \cos 2\theta \right\} \\ \sigma_\theta &= \frac{\sigma_0}{2} \left\{ 1 + \frac{a^2}{r^2} - \left( 1 + \frac{3a^4}{r^4} \right) \cos 2\theta \right\} \\ \tau &= -\frac{\sigma_0}{2} \left( 1 - \frac{a^2}{r^2} \right) \left( 1 + \frac{3a^2}{r^2} \right) \sin 2\theta \end{aligned} \right\} \quad (8 \cdot 6)$$

この場合、最も応力集中の大きいのは円孔周辺上の  $\sigma_\theta$  で、(8・6)にて  $r=a$  とおけば円孔上の応力分布がわかる。それを示したのが図8・2の下のものである。そして

$$\sigma_\theta = \sigma_0 (1 - 2 \cos 2\theta) \quad (8 \cdot 7)$$

で表わされる。最大応力は作用外力に直角方向、即ち、 $\theta = \pi/2$  で  $|\sigma_\theta|_{r=a}, \max = 3\sigma_0$  となっている。

(2) 楕円孔

無限平板に楕円孔があり、楕円孔の主軸と任意の角  $\phi$  をなす方向に一様引張応力  $\sigma_0$  が作用する場合の応力の解(8・2)-(8・4)について示す。

この問題を解くには楕円座標を用いる。それは直交直線座標と次の関係をもつ。

$$x = c \operatorname{ch} \alpha \cos \beta$$

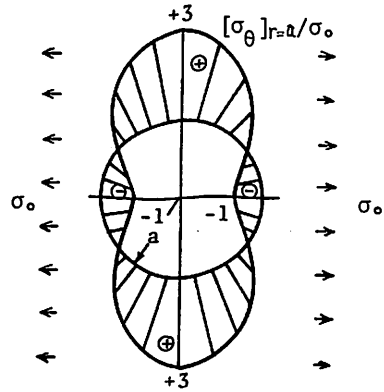
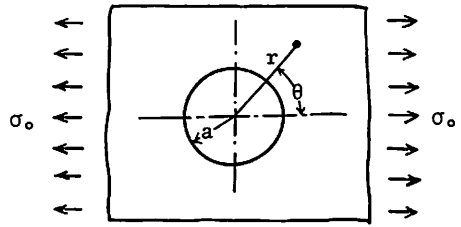


図8・2 一様引張りをうける円孔のある平板

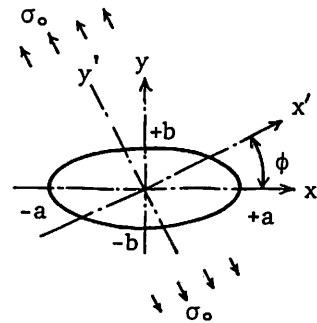


図8・3 楕円孔のある無限平板

$$y = c \operatorname{sh} \alpha \sin \beta \quad (8 \cdot 8)$$

ただし  $\operatorname{ch} \alpha = \cosh \alpha, \operatorname{sh} \alpha = \sinh \alpha$  である。 $\alpha$  = 一定は楕円を、 $\beta$  = 一定は双曲線を表わす。測度  $h$  として、

$$h^2 = 2/c^2 (\operatorname{ch} 2\alpha - \cos \beta) \quad (8 \cdot 9)$$

を考えると応力関数に関する応力の平衡方程式は次のようになる。

$$\left( \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} \right) h^2 \left( \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} \right) F = 0 \quad (8 \cdot 10)$$

また応力と  $F$  との関係は次のようである。

8・2) Inglis, C. E., T. I. N. A. (1913)

8・3) 横田成年, 東京数物記事, 8 (1915)

8・4) Pöschl, T., Math. Zeit., 11 (1921)



$$\left. \begin{aligned} \sigma_\alpha &= h^2 \frac{\partial^2 F}{\partial \beta^2} + h \frac{\partial h}{\partial \beta} \frac{\partial F}{\partial \beta} - h \frac{\partial h}{\partial \alpha} \frac{\partial F}{\partial \alpha} \\ \sigma_\beta &= h^2 \frac{\partial^2 F}{\partial \alpha^2} + h \frac{\partial h}{\partial \alpha} \frac{\partial F}{\partial \alpha} - h \frac{\partial h}{\partial \beta} \frac{\partial F}{\partial \beta} \\ \tau_{\alpha\beta} &= -h^2 \frac{\partial^2 F}{\partial \alpha \partial \beta} - h \frac{\partial h}{\partial \beta} \frac{\partial F}{\partial \alpha} - h \frac{\partial h}{\partial \alpha} \frac{\partial F}{\partial \beta} \end{aligned} \right\} (8 \cdot 11)$$

この方程式を満足し孔辺および無限遠での境界条件を満足するFは、楕円孔を $\alpha = \alpha_0$ で表わすとき、次のようになる。

$$F = \frac{\sigma_0 c^2}{8} \left[ \text{sh } 2\alpha - 2\alpha (\text{ch } 2\alpha_0 + \cos 2\varphi) + e^{2\alpha_0} (\text{ch } 2(\alpha + \alpha_0) - 1) \cos 2(\beta - \varphi) - e^{-2(\alpha - \alpha_0)} \cos 2\varphi \right] \quad (8 \cdot 12)$$

特別な場合、即ち、一様引張 $\sigma_0$ が楕円孔の主半径a, b ( $a \geq b$ )のbの方向に作用する場合には孔辺で $\sigma_\alpha = \tau_{\alpha\beta} = 0$ で $\sigma_\beta$ のみが残り、図8・4で

$$|\sigma_\beta|_\Lambda = \sigma_0 (1 + 2a/b) \quad (8 \cdot 13)$$

となる。他の特別な場合として図8・5に示すとき、引張またはモーメントが作用するときの応力集中係数 $\alpha = \sigma_1/\sigma_0$ は、図示ようになる。

(8・13)および図8・5でわかるごとく楕円孔の長半径の端では $a/b$ ,  $a/\rho$ の値が大きい、従って細長い孔のとき非常に大きな応力集中となることは注意すべきことである。切欠による脆性破壊の発生その他でこの楕円孔の応力集中結果が利用されている。

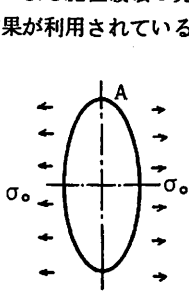
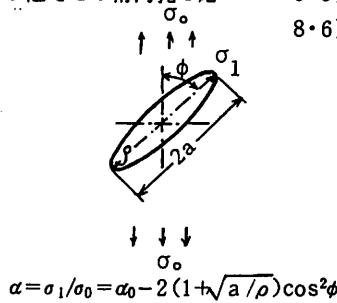


図8・4 楕円短径方向に引張



$$\alpha = \sigma_1/\sigma_0 = \alpha_0 - 2(1 + \sqrt{a/\rho}) \cos^2 \phi$$

$$\alpha_0 = 1 + 2\sqrt{a/\rho}$$

図8・5 楕円孔板に引張、モーメントが作用する場合の応力集中係数

(3) 楕円孔を利用して近似的に応力集中の推定

平面上に孔または切欠があるときの応力集中係数は、多少の誤差を許容すれば、楕円孔の応力集中係数で近似することができる。それには、近似する楕円孔の長軸 $2a$ を図8・6のごとくにとり、楕円孔の先端の曲率半径 $\rho$ を実際の開口のそれに等しくとって、楕円孔に関して理論解析で求められた(8・12), (8・11), (8・13), 図8・5の応力集中係数を図8・6のそれぞれの場合について用いればよい。形が複雑な孔の場合には、光弾性実験の結果を利用する外はない。

(4) 楕円孔を有する帯板の曲げ<sup>(8・5), (8・6)</sup>

図8・7のごとき楕円孔を有する帯板の曲げにおける応力関数Fは次式で表わされる。

$$F = \frac{P}{96\text{ch}\alpha_0} \left\{ (-\text{ch } 3\alpha - 3\text{ch}\alpha + \text{Ae}^{-3\alpha} + 6\text{De}^{-2\alpha}\text{sh}\alpha) \sin 3\beta + (\text{ch } 3\alpha + 9\text{ch}\alpha + \text{Be}^\alpha + \text{Ce}^{-\alpha} + 6\text{De}^{-2\alpha}\text{sh}\alpha) \sin \beta \right\} \quad (8 \cdot 14)$$

ただし、

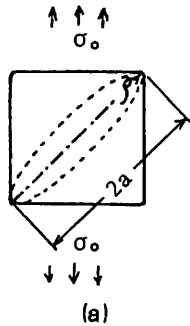
$$\text{A} = e^{3\alpha_0} (\text{ch } 3\alpha_0 + 3\text{ch}\alpha_0 - 12\text{ch}^2\alpha_0 \text{sh}\alpha_0)$$

$$\text{B} = -12\text{ch}^2\alpha_0, \text{C} = 0, \text{D} = 2e^{2\alpha_0} \text{ch}^2\alpha_0$$

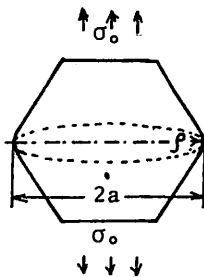
前に示したごとく $\alpha_0$ は楕円周辺を表わす。このFを(8・11)へ入れれば楕円 $\alpha$ 、双曲線 $\beta$ に関する直応力およびせん断応力が計算される。

8・5) Wolf, K., Z. Phys. (1922)

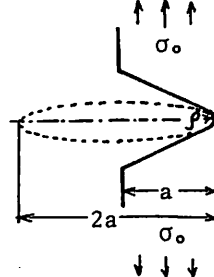
8・6) Neuber, H., Ing. Arch. (1934)



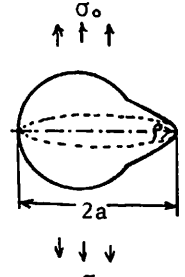
(a)



(b)



(c)



(d)

図8・6 各種孔縁の応力集中を楕円孔を内接させて近似的に推定する方法

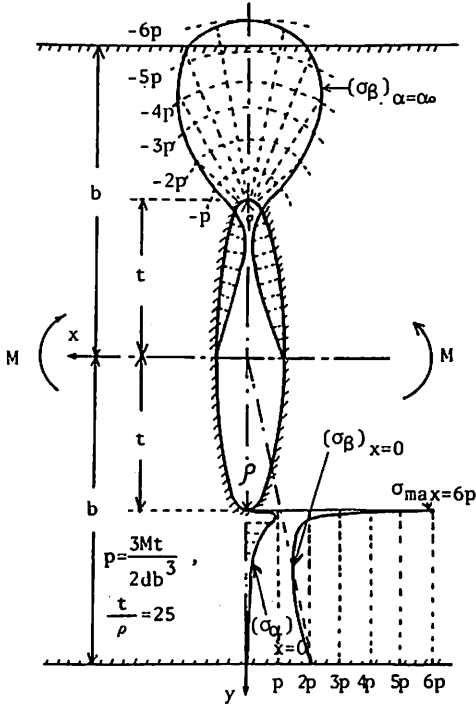


図8-7 楕円孔を有する帯板の曲げによる応力

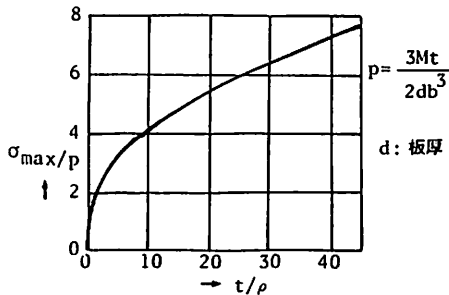


図8-8 楕円孔を有する帯板の曲げによる応力集中係数の変化

図8-7に作用する曲げモーメントの代わりに  $p = 3Mt / 2db^2$  (各記号は図中に記入) による応力変化の計算結果を示してある。また  $\sigma_{max}/p$  の  $t/\rho$  による変化を図8-8に示してある。注意すべきことは、曲げモーメントによって発生する引張、圧縮の最大応力が板の縁に発生するのではなく、楕円孔の長半径端なることである。

(5) 楕円孔を有する帯板のせん断

図8-9にせん断力をうける有楕円孔帯板の  $\sigma_\beta, \tau_{\alpha\beta}$  をせん断力  $V$  の代わりに  $p = V/2bd$  ( $d$ : 板厚) をパラメータとして示してある。この図は  $t/p = 25$  の場合で、この値が変化したときの  $\sigma_{max}, \tau_{max}$  の変化を図8-10に示してある。図8-7、図8-9でみられるごとく、楕円孔があることにより帯板の応力が非常に複雑になることがわかる。

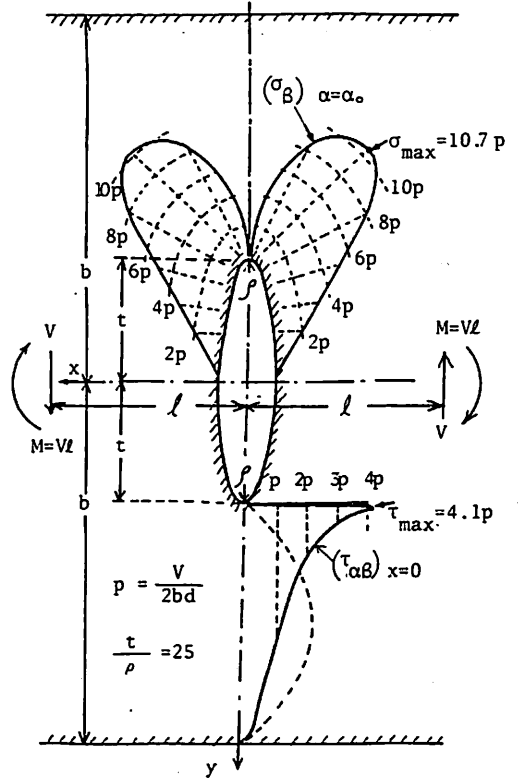


図8-9 楕円孔を有する帯板のせん断力による応力

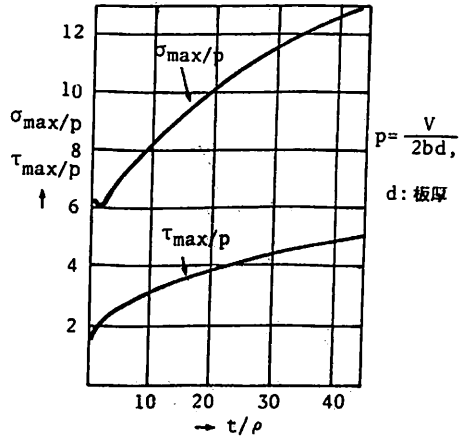


図8-10 せん断をうける楕円孔を有する帯板の最大応力

英 和 対 訳

液化ガスばら積船/ケミカルタンカー

安全規則/技術要件

USCG : 46 CFR

判型 B 5 判 本文 80 頁 定価 2,500 円

(ご注文は当社に直接おねがいします。送料は当方負担)

株式会社 船舶技術協会

# 冷凍運搬船 <14>

— Reefer —

角張昭介・椎原裕美

## (2) エアクーラー型 (Air Cooler Type)

エアクーラー (空気冷却器) またはユニットクーラー (Unit Cooler) でフィン付蒸発管を多数配した方形箱を通して、ファン (送風機) によって強制的に空気の循環を行なって、効率の良い熱交換を行なえるようにしたものである。図 4・45 から明らかなようにクーラー内の蒸発管の配置とファンの風速によってはグリッドコイル型の数倍の効率が得られる。

図 4・46 にエアクーラー型の冷却方式の場合の冷蔵倉内配置を示す。図 4・6 に本方式の場合の冷気の流路からなる二つのダクト方式を示したが、図 4・46 はその中の床グレーチングダクト方式の場合である。

エアクーラーの設置方法には 2 通りある。縦置き、上方吸込み下方吹出し方式と、横置き、上方吸込みサイド吹出し方式である。前者が床グレーチングダクト方式の

場合で、エアクーラーに送風機の付いたユニットクーラーが設置され、後者は、サイドダクト方式の場合であり、送風機は図 4・6 に示されるようにダクトスペース部分に取り付けられる。

エアクーラー室は冷蔵倉内横置隔壁に幅 1m 程度で仕切られ、図 4・6 で判るように、仕切りの上方には循環空気の吸込み口、下方には吹出し口 (サイドダクト方式の場合には、エアクーラー室両サイドからダクトスペースを通し、冷蔵倉両サイド下部に吹出し口が設けられる。) が設けられ、それぞれ金網で仕切られる。また、この通風口はデフロスト時、エアクーラー室のドレンや温風が冷蔵倉内に流入しないように配慮される。

エアクーラー上方には、冷蔵品の場合に必要な新鮮空気の給排気用ダクトが設けられ、エアクーラー内上部には、デフロスト装置も設備される。下方には、デフロストドレンパンが設けられる。

エアクーラー内蒸発 (冷却) 管および管ヘッダー等は、表 4・9 等により、使用温度に適した材料が用いられる。通常、冷凍運搬船のエアクーラー用蒸発 (冷却) 管にはフィン付銅管が用いられるが、フロン系冷媒の場合、熱交換効率の良いアルミニウムフィン付銅管でも良い。

フィン付銅管 (銅管) においては、蒸発 (冷却) 管への霜積、成長および霜の粗密はその冷却温度およびフィン間隔に依存する。蒸発 (冷却) 管のフィンピッチも冷却温度に応じて適切な値を取る必要がある。冷蔵倉内温度が 2°C 以下で 1 インチ (25.4 mm) 当り、4 フィン、-18°C 以下でも 5 フィン以上のフィン間隔となるようにしなければならない<sup>15)</sup>。

クーラーケーシングは当然のこととして耐腐食性材料か、または防食対策の施された材料で作られ、船のローリング、ピッチング等の動揺および振動にも耐えられるように、強固に取り付けられる。

空気循環用送風機は、防滴型の軸流ファン、またはシロッコファンが用いられ、送風機による空気循環回数は少なくとも冷蔵倉内容積相当の空気を 1 分間で循環させ

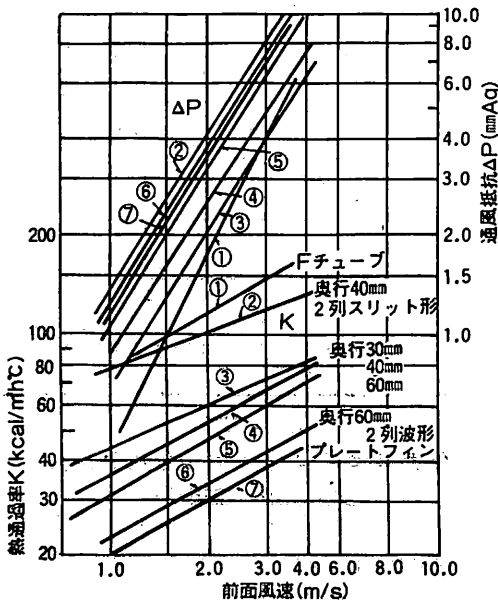


図 4・45 空冷熱交換器の風速、通風抵抗、熱通過率の一例<sup>16)</sup>

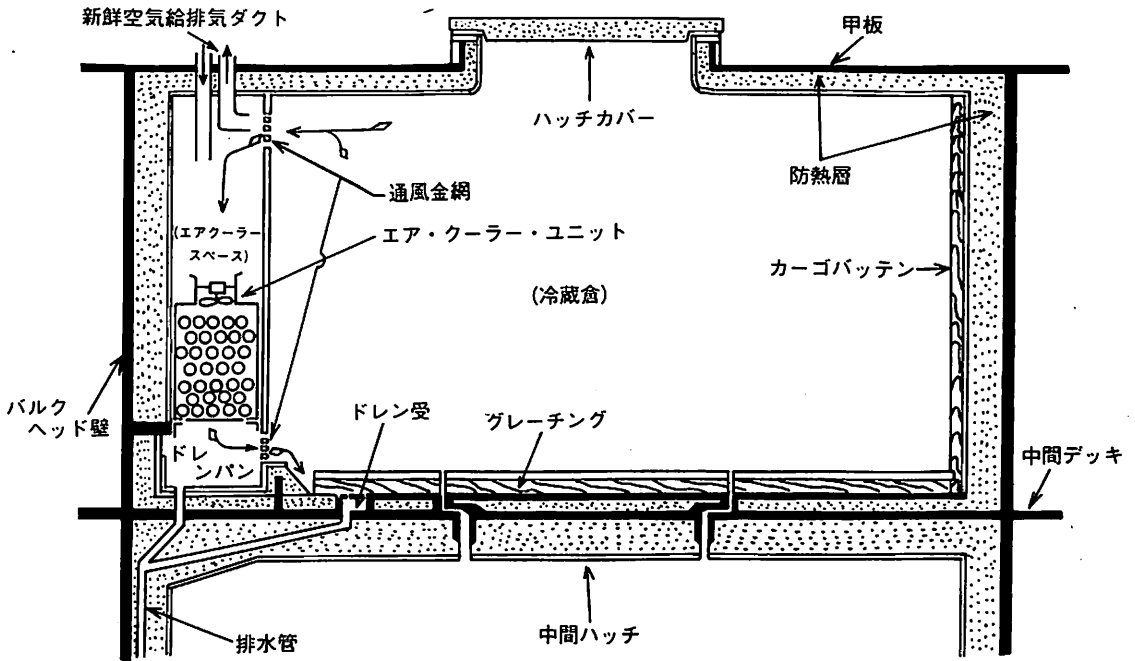


図4・46 エア・クーラー型の冷蔵倉の一例

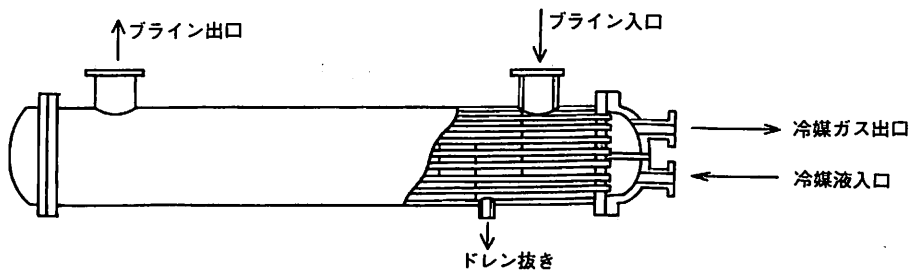


図4・47 乾式シェルチューブ型ブラインクーラー

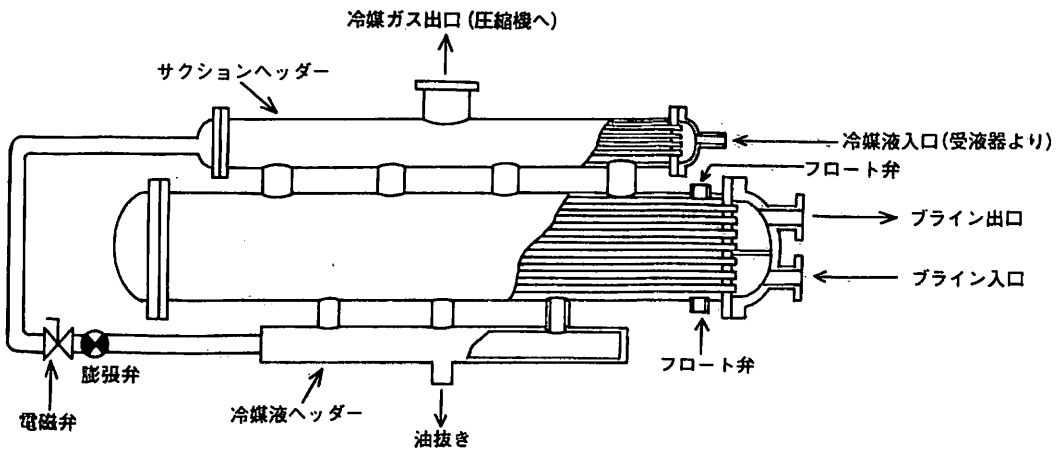


図4・48 満液式シェルチューブ型ブラインクーラー

られるだけの容量が必要である<sup>15)</sup>。

エア・クーラーに装備されるディフrost装置には、ホットガス式、温海水散布式、電熱式およびホットブラインの各方式が採用でき、積載貨物、倉内温度制御方式、コスト等に合った方式が装備される。その下のドレンパンは、その下の防熱層にドレンが侵入しないように、また、船の動揺時でも溜ったドレンが冷蔵倉内に流入しないように作られる。

(3) 横形シェルチューブ型ブラインクーラー

最も一般的に用いられる型式であり、冷媒液制御方式により乾式と満液式がある。構造的には他の多管式熱交換器と大差はない。

乾式では、図4・47に示すようにシェル側にブライン、チューブ内に冷媒が流れるように設計され、ブラインはシェル内に設けられた邪魔板の間を通り抜けながら冷やされる。

一方、満液式では図4・48で分るように、シェル側に冷媒が満たされ、チューブ内をブラインが通って冷却される。通常シェル側の冷媒には上下にヘッダーが設けられ、上部のサクションヘッダーでは受液器からの冷媒液を過冷却させ、逆に、クーラー内でガスとなった冷媒はそこで過熱されて圧縮機へ導かれるように熱効率の向上が計られ、更に、下部液ヘッダーを設けることでクーラー内液レベルコントロールを容易にしている。

チューブ材質はアンモニア冷媒では鋼管、フロンの場合では黄銅管および銅管が用いられ、管表面を加工したローフィンチューブ等フィン付管の使用もある。図4・49に管の種類による熱伝達率の変化を示す。ブラインクーラーではブライン流速もその容量の選定時の一つの要

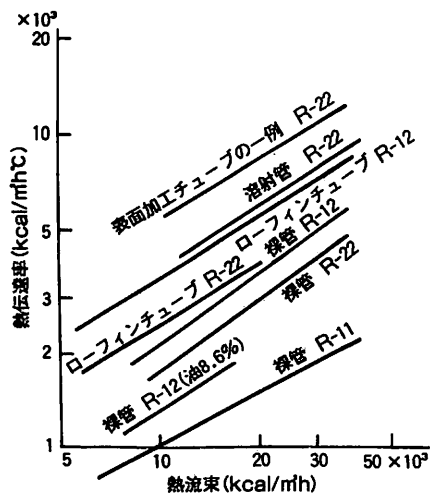


図4・49 冷媒管外沸騰の熱伝達の一例<sup>16)</sup>

素であるが、特に満液式でのフィン付チューブでは、熱通過率が向上されているため、その流速が適当でないと、ブライン凍結による管破壊を起こす恐れもあり、蒸発温度のコントロール等が必要となる。

ブラインクーラーの設計では、管肉厚は(4・10)式、シェル肉厚は(4・9)式によるが、乾式の場合はシェル側にブラインが満たされるので圧力は低く、シェル材としては単に相応の低温材を用いれば良く、その温度も外側は大気に接しているため、通常、{(冷凍機室温度)+(ブライン温度)}×1/2の温度において材料を選べばよい。一方、満液式では、シェル内が冷媒液で満たされているので、蒸発温度まで冷やされる上に、低圧側設計圧力(船級によっては高低圧の区分のない所もあるが)で設計されなければならない。

(4) コイル・イン・ケーシング型ブラインクーラー

船用としては現在、ほとんど用いられることはないが、古い船で設備されているのがある。構造的には、図4・50に示すように円筒容器内に蒸発コイルを配したものであり、冷却負荷の変動が激しい場合に、ブラインの熱容量でそれを吸収できる利点がある。本型式は乾式の冷媒液制御で良い。

4・9・3 蒸発(冷却)器の容量

蒸発器(冷却器)の容量を決める基となるのが、その伝熱面積である。伝熱面積F(m²)を決定するためには、冷却必要負荷Q(kcal/h)、蒸発(冷却)管内外の平均温度差Δtm(deg)および、蒸発(冷却)管の熱通過率K(kcal/m²・deg・h)を用いて、次式で表わされる。

$$F = \frac{Q}{K \Delta t_m} \quad (4 \cdot 14)$$

冷却必要負荷Qは後章で述べる冷凍機運転時の冷蔵倉内での負荷であり、貨物積み込み時のcooling downが終了した後では概略、冷蔵倉外から囲壁を通して侵入して

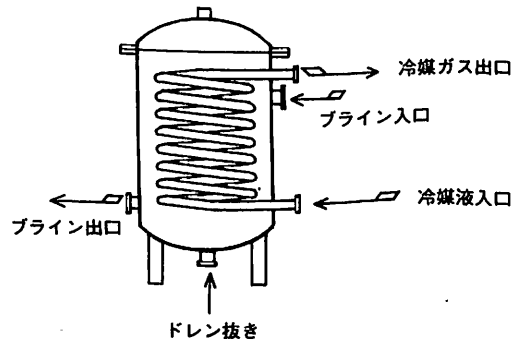


図4・50 コイル・イン・ケーシング型ブラインクーラー

くる熱負荷および果物等の呼吸している貨物への新鮮空気導入による負荷で占められる。ブラインクーラー等ではブライン配管ロスも若干考慮に入れる。

これらの総負荷から各蒸発器（冷却器）の必要負荷が求まる。

蒸発（冷却）管内外の平均温度差  $\Delta t_m$  は、

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_a - \Delta t_b}{\ln \frac{\Delta t_a}{\Delta t_b}} \quad (4 \cdot 15)$$

$\Delta t_a$  : 冷媒と外気（またはブライン）との最大温度差

$\Delta t_b$  : 冷媒と外気（またはブライン）との最小温度差

で求められる。

熱通過率  $K$  は、次式で求められ、冷媒の種類、管内外面のよごれ度および着霜厚さ等を考慮して決められる。

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_r} + \frac{1}{\alpha_{wr}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{R}{\alpha_b} + \frac{R'}{\alpha_{wb}}} \quad (4 \cdot 16)$$

$K$  : 熱通過率 ( $\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{deg} \cdot \text{h}$ )

$\alpha_r$  : 冷媒側の熱伝達率 ( $\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{deg} \cdot \text{h}$ )

$\alpha_b$  : 空気またはブライン側の熱伝達率 ( $\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{deg} \cdot \text{h}$ )

$\lambda$  : 管壁の熱伝導率 ( $\text{kcal}/\text{m} \cdot \text{deg} \cdot \text{h}$ )

$\delta$  : 管壁の厚さ (m)

$\alpha_{wr}$  : 冷媒側の汚れ係数 ( $\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{deg} \cdot \text{h}$ )

$\alpha_{wb}$  : ブライン側の汚れ係数、着霜の場合は  $\lambda'/\delta'$ 、 $\lambda'$  は霜の熱伝達率、 $\delta'$  は着霜厚さ

$R$  : 管の外表面積と内表面積の比

$R'$  : 着霜厚さ（またはブライン汚れ）を考慮した管の外表面積と内表面積の比

冷媒側の熱伝達率および汚れ係数は、先の冷媒液流量制御による分類で示された各方式によっても異なって来る。管表面が冷媒液で満たされている方が当然、良くなる。管表面に気泡が付着すると有効伝熱面積が減少し、

伝熱が悪くなる。管表面は粗いほど、また管径も小さいほど発生する気泡が離れやすくなるので伝熱も良くなる。

(4・16)式では、ブラインの場合は先の凝縮器と考え方には大差はないが、着霜についてはエアクーラーの場合とグリッドコイルの場合で、その厚さ等について異なってくる。

一般にシェルチューブ型の熱通過率は、滴液式の場合フロン-ブラインの場合で150~450  $\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{deg} \cdot \text{h}$ 、アンモニア-ブラインで225~500  $\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{deg} \cdot \text{h}$ 、フロン-水で250~750  $\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{deg} \cdot \text{h}$ 程度、乾式の場合、フロン-水で250~575  $\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{deg} \cdot \text{h}$ 程度である。

参考文献

- 15) ASHRAE standard ANSI/ASHRAE 26-78 (Supersedes ANSI B 59.1-64)
- 16) 機械工学便覧

●訂正 前号、冷凍運搬船<12>中、次の図を掲載洩れしておりましたので、86頁の左段上へ入れて下さい。

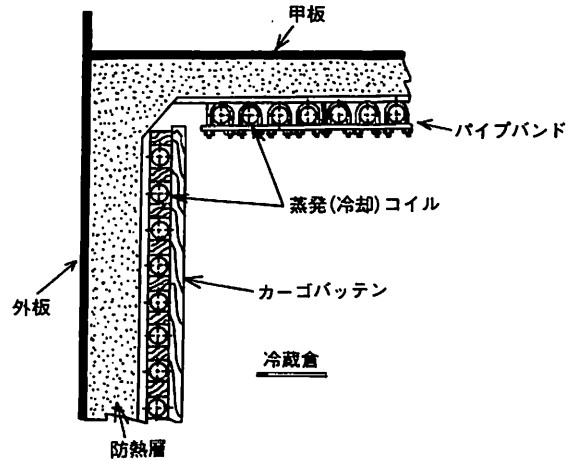


図4・44 グリッド・コイル型蒸発器の例

『私の戦後海運造船史』

米田 博 著

判型 B5判 165頁  
定価 1500円(〒300円)

本書は、『船の科学』の昭和55年1月号から57年12月号まで36回にわたり、「私の戦後海運造船史」と題して連載したものに、海運造船と関連する政治・経済に関する昭和20年から昭和56年までの年表、それに著者の執筆論文の一覧表を付してまとめたものである。日本の戦後の海運造船史は、GHQとの折衝から始まり、鉄鉱石専用船、

コンテナ船、タンカーの大型化、自動化とめまぐるしく変化しながら盛衰を歩んできている。海運・造船に携わる人々にとって、自分たちが歩んできた足跡を確かめ明日を考えるのに本書は有意な資料となるであろうと確信する。読者の皆様の御購読をおねがいたします。

株式会社 船舶技術協会



●連載●

# 続・液化ガスタンカー

Liquefied Gas Tanker

< 10 >

恵 美 洋 彦

## 6章 材料・溶接に関する補遺

液化ガスタンカーの設計その他に関連して材料・溶接に関する基本特性、および破壊機構解析に関する基礎理論は、不可欠の知識である。当初、6章としてこれらについて概説する予定であった。しかし、近年これらの解説やデータをまとめた文献は、数多く発表されている。

例えば、

液化ガスタンカーの材料に関する一般的説明<sup>1)3)</sup>  
 各種材料試験法 (特に破壊じん性試験)<sup>1)7)</sup>

破壊力学<sup>1)7)8)</sup>

疲労強度<sup>1)9)</sup>

材料・溶接に関する規格・基準<sup>2)4)10)</sup>

各種特性 (各種材料の化学、物理および機械的性質、破壊じん性、疲労強度)

炭素鋼 / 合金鋼<sup>1)6)10)</sup>

ニッケル鋼 (1½ Ni, 2¼ Ni, 3½ Ni, 5 Ni, 9 Ni, 36 Ni)<sup>1)5)10)</sup>

アルミ合金<sup>1)5)10)</sup>

銅および銅合金<sup>1)10)</sup>

チタンおよびチタン合金<sup>1)10)</sup>

クラッド継手材料<sup>1)10)</sup>

表 6・1 使用禁止材料 (規則<sup>11)</sup>による)

品 名	使 用 禁 止 材 料
アンモニア, ジメチルアミン, モノエチルアミン	水銀, 銅, 銅合金および亜鉛
ブタジエン, ビニルエチルエーテル	銅, 銀, 水銀, マグネシウムおよびその他のアセチリド形成金属
イソプロピルアミン	銅, 銅合金, 亜鉛および亜鉛メッキ鋼
ジエチルエーテル	銅および1%より多い銅を含む合金
エチレンオキシド	銅, 銀, 水銀, マグネシウムおよびその他のアセチリド形成金属, S-U S 416 および 446 鋼, 鑄鉄
プロピレンオキシド, エチレンオキシド / プロピレンオキシド 混合体	ネオプレン, 天然ゴム, アスベストまたはその含浸材料, 石棉のようなマグネシウム酸化物を含む材料
臭化メチル, 塩化メチル	アルミニウムおよびその合金
塩化ビニル	銅, 銀, 水銀, マグネシウムおよびその他のアセチリド形成金属, およびアルミニウムおよびその合金
塩化ビニリデン	アルミニウムおよびその合金, および銅およびその合金

表6・2 材料の使用制限 (規則<sup>III</sup>)による)

品名	材料の使用制限
アンモニア	応力腐食割れ防止対策に関する規定(6・3参照)
塩素	常温の貨物を扱う場合でも-40℃以下の温度に適する低温用鋼とすること。 タンクは熱処理による応力除去を行なうこと。
エチレンオキシド/ プロピレンオキシド 混合体、 プロピレンオキシド	タンクは、鋼またはSUS鋼製とする。 弁、フランジおよびこれらの付属装置は鋼またはSUS鋼あるいは主管庁承認材料とする。 弁のディスク、ディスク表面、弁座およびその他の摩耗部品はクロムを11%以上含むSUS鋼製とする。 ガスケットは、反応または溶解あるいは貨物の自然発火温度を低下させたりしない材料でかつ十分な耐火および機械強度を有する材料で製作する。貨物との接触面は、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)またはこれと同等の不活性の安全度を有する材料とする。主管庁の承認を得て、ラセン状に巻きつけたPTFEまたは同様のふっ化ポリマー塗装した材料を使用できる。 防熱材およびパッキン材料には、反応または溶解あるいは貨物の自然発火温度を低下させないものを使用する。 銅、アルミニウム、絶縁材料のような、通常、電気設備に使用される材料は、貨物蒸気との接触を防止するため、例えば、カプセルに入れる等の方法で、できる限り保護する。

表6・3 貨物の材料との反応および腐食危険性

危険等級	定義	貨物品名
0; 殆ど危険性なし 材料の選定において、一般的な注意を払えばよい。	一般構造材料に対して殆ど腐食なし 腐食速度 $\leq 0.1$ mm/年 材料との接触による反応危険性なし	アセトアルデヒド、ブタン、ブタン・プロパン混合体、ブチレン類、エタン、塩化エチル、エチレン、イソブレン、メタン(LNG)、メチルアセチレン・プロパジエン混合体、窒素、プロパン、プロピレン、冷媒ガス
1; 若干の危険性あり 材料の選定にあたって一般的な注意のほか、貨物と材料の組合せについて配慮を払う。	一般構造材料に対して若干の腐食性あり 腐食速度 $> 0.1$ mm/年 $\leq 0.7$ mm/年 特定の材料に対し危険な反応を生じることあり(高温、高圧、不純物等の条件を考慮)	ブタジエン、ジエチルエーテル、ジメチルアミン、イソプロピルアミン、臭化メチル、塩化メチル、モノエチルアミン、塩化ビニル、ビニルエチルエーテル、塩化ビニリデン
2; 危険性 材料の選定にあたって十分の配慮を必要とする。	一般構造材料に対して腐食性あり 腐食速度 $> 0.7$ mm $\leq 1.5$ mm 比較的多くの材料に対して危険反応を起こすことあり	アンモニア、エチレンオキシド、エチレンオキシド・プロピレンオキシド混合体、プロピレンオキシド、二酸化硫黄
3; 高度の危険性 材料の選定にあたって特別の配慮を必要とする。	一般構造材料を著しく腐食する(温度、圧力、不純物等の条件を考慮) 腐食速度 $> 1.5$ mm/年 多くの材料に対して危険反応を生じることあり	塩素
4; 激しい危険性 (液化ガス貨物対象品) では該当品なし	特定の材料のほかは著しい腐食または反応危険性あり	-

表6・4 貨物の各種材料に対する腐食およびその他の反応性(1)

品名	腐食およびその他の反応性*1
アセトアルデヒド	空気との接触により腐食性物質となる酢酸を生ずるが、アセトアルデヒド自身の腐食性はない。ある種のゴムは、長時間接触すると分解する。
アンモニア	銅、銅合金、アルミ合金およびこれらのメッキに対して激しい腐食性を示す。金、銀および水銀とは爆発性の化合物を生成する。亜鉛（メッキを含む）、フェノール樹脂、PVC、ポリエステル樹脂および多硫化ゴムも不適当な材料。鋼は、アンモニア中の不純物（空気を含む）の影響等によって応力腐食割れを起こすことがあり、特に高張力鋼（調質鋼）は、この傾向が強く、材料溶接の選定には慎重な配慮を要す。
ブタジェン（1.3-）	ゴム、プラスチック材料等には、膨潤するものもある。微量のアセチレン類を含むブタジェンもあり、これと反応して金属アセチリド*2を生成する銅および銅合金（62%以上）銀、水銀、マグネシウム等の使用を避ける。モネル合金およびアルミニウムも不適当な材料。
塩素	<p>きわめて腐食性が強い物質である。特に、湿り塩素は、その傾向が強い。（貨物としては、湿り塩素≧水分150ppmを扱わない）乾燥塩素の腐食性は、次のとおり；</p> <p>白金、タンタル、金、鉛、銀、PVC、ポリエチレン樹脂、高硅素鋳鉄等；一般的には完全に適合するといわれ、腐食性は少ない。</p> <p>炭素鋼、鋳鉄、銅、アルミ青銅、ニッケル、ニッケル合金、モネル等；腐食速度が遅く、一般的に使用可。加圧下（10kg/cm<sup>2</sup>A程度）では、200℃ないし300℃の温度でこれらを著しく腐食。</p> <p>SUS 304 または 316 鋼；200℃以下で使用可</p> <p>チタン、熱硬化性樹脂、アルミニウム等；腐食が速く、不適当</p> <p>高温高圧になると、適当な材料でも腐食が促進されるものもあり、要注意。また、湿り塩素では、適合材料（例、鉛、白金等）でも著しく腐食するものがある。（逆に、チタンのように乾燥塩素では不適当だが、湿り塩素には適合する例もある）塩素は、また、水分と接触すると塩酸を生じ、多くの材料を腐食する。結論的に、使用材料の選定は、温度、圧力、水分含有量等の条件を考慮して慎重に行なう要あり。塩素は、不燃性物質であるが高圧下で加熱すると、例えば、鉄とでも燃焼反応（<math>Fe + (3/2)Cl_2 \rightarrow FeCl_3 + 93.6 \text{ kcal/mol}</math>）を起こし、燃焼欠損することがある。（中に塩素を含んでいる容器や管の溶接不可）</p>
ジエチルエーテル	ゴム類は、膨潤する。
ジメチルアミン	銅、銅合金、アルミニウム、錫、亜鉛（メッキを含む）等を腐食する。水銀と接触すると激しく反応して爆発することがある。
塩化エチル	一般的には非腐食性であるが、水との反応で塩化水素を生ずる。湿った鋼、銅、アルミニウム、マグネシウムおよびその合金は非適合。
エチレンオキシド	腐食性はない。酸化鉄や酸化アルミニウムが存在すると重合反応を起こすので、錆の生じにくい材料を使用するのが望ましい。金属アセチリドを生成する銅、銀、水銀、マグネシウムおよびその合金は、不適合。パッキング材料に石綿を使用するのは、好ましくない。
エチレンオキシド・プロピレンオキシド混合体	エチレンオキシドおよびプロピレンオキシドの欄参照
イソブレン	金属に対する腐食性はないが、ゴム、プラスチック材料等には、膨潤するものもある。（例、ポリエチレン）

表6・4 貨物の各種材料に対する腐食およびその他の反応性(2)

品名	腐食およびその他の反応性*1
イソプロピルアミン	アルミニウム、銅および銅合金を強く腐食する。
メチルアセチレン・プロパジエン混合体	アセチレンを含むと銅、銀、水銀等と反応して爆発性の金属性アセチリド*2を生成する。銅合金は、67%以上の銅を含むものは不適合。通常の真ちゅうは適合。
臭化メチル	アルミニウムおよびその合金とは、危険な反応および腐食性がある。水分の存在下では、亜鉛、錫を腐食させ、鉄表面と反応を起こす。天然ゴム、合成ゴム、合成樹脂等を溶解または膨潤する。
塩化メチル	アルミニウム、亜鉛、マグネシウム（いずれも合金を含む）を腐食する。ダイキャスト鋳鉄も不適当な材料。また、アルミニウムおよびその合金とは、危険な反応（自然発火性物質生成）を起こす。
モノエチルアミン	アルミニウムおよびその合金、銅および銅合金、鉛、錫および亜鉛（メッキを含む）と不適合。水銀およびチタンとも適合せず。銀およびアルミ青銅も使用しないようにする。
プロピレンオキシド	金属に対する腐食性はないが、鉄やアルミニウムとの酸化物（錆）があると爆発反応を促進させるので注意を要す。ネオプレンゴムおよび天然ゴム、アスベスト類およびその他のマグネシウム酸化物を含む材料は、一般的に不適当である。
冷媒ガス	非適合材料の例 R-21：マグネシウム合金、マグネシウム2%以上含有のアルミ合金、ポリスチレン。水の存在下でマグネシウムおよびその合金と不適合。 R-22：同上のほか、ナイロンは、水存在下で120℃で不適当
二酸化硫黄	乾燥状態では、多くの金属材料に対して腐食性を示さないが、水分との接触で硫酸を生成し、激しい腐食性を表わす。
塩化ビニール	水と接触すると僅かではあるが塩酸を生成して、鉄や鋼を腐食する。銅、銀、水銀、マグネシウムおよびその他の金属アセチリドを形成する材料とは非適合。アルミニウムおよびその合金も不適当。
ビニルエチルエーテル	銀、水銀、銅、マグネシウムおよびその他の金属アセチリド*2を形成する金属とは非適合。
塩化ビニリデン	銅および銅合金とは、爆発性金属アセチリドを生成する可能性があり非適合。アルミニウムおよびその合金も使用は、不適当。
その他： ブタン ブチレン類 エタン エチレン メタン 窒素 プロパン プロピレン	左記の貨物対象品は、一般的に金属材料と適合する。ただし、貨物中の不純物によって腐食等を生ずる例もある。 例：ブタン中の海水による SUS 304 L 鋼腐食。 例：LPG 中に含まれる硫化水素（1,000ないし10,000 ppm）に起因する応力腐食割れによる貫通割れが鋼製タンク溶接付近に多数発生。100 ppm 以下の硫化水素では高張力鋼に対しても安全といわれる。 非金属材料には、左記の貨物対象品も非適合なものもある。要注意。 例：プロピレンは、ゴムやプラスチックを膨潤させる性質を有する。

注 \*1 この表には、温度および機械的性質による非適合性は含めていない。

\*2 金属アセチリドとは、アセチレン結合を有する金属炭化物の総称であり、銅、銀、水銀、金等の化合物は、著しい爆発性がある。

溶接試験検査一般<sup>1) 5) 10)</sup>

注) 肩付きの文献は、関連の解説やデータが記載されている一例である。

等である。したがって、本章では、これらの問題についての解説は省略する。そして、これまであまり広くとりあげられていなかった問題点について論ずることとする。即ち、本章は、“液化ガスタンカーの材料・溶接および破壊機構解析”に関する補足ともいうべき構成となる。

編集部注: これらの基本的事項については、読者の要望があれば、後日とりあげる予定である。

なお、破壊機構解析の液化ガスタンカーへの応用については、4・4・5で概説している。また、防熱材料、タンク支持材料等の非金属材料については、4・5および4・6、溶接試験検査については、4章および5章で

とりあげている。

6・1 規則<sup>11)</sup>による材料の使用制限

表6・1に規則<sup>11)</sup>による使用禁止材料をあげておく。また、表6・2には、規則<sup>10)</sup>による材料の使用制限を示す。これらは、規則<sup>11)</sup>に貨物毎に明示されている材料の使用上の注意であり、そのほかにも、使用に適さない材料があることに留意すべきである。(次の6・2を参照のこと)

6・2 材料の反応および腐食危険性

材料との反応および腐食危険性を危険等級による一般表示すると、表6・3のようになる。これは材料選定にあたっての1つの目安である。

表6・4には、貨物毎に材料との反応および腐食危険性について文献調査<sup>12) 13) 14) 15) 16) 17) 18)</sup>した結果を掲げておく。

●新刊案内●

全ての液化ガスタンカーの技術資料が網らされた関係者必須の図書 //

「LNG船 / LPG船技術資料」

恵美洋彦編著

B5判 総頁640頁 上製本函入り 定価35,000円(〒当方負担) ご注文は、当社へ直接お願いします。

LNG船、LPG船およびその他の液化ガスタンカーに関するデータは、多くの文献に公表されている。しかし、1冊にまとめたものは皆無であり、公表された貴重なデータも関係者の目に止まらないことが多い。また、折角蒐集された貴重なデータも、整理されずにあると容易に見付けることができない。そこで、“船の科学”編集部と協力して液化ガスタンカーに関する重要な技術データを蒐集整理することとした。さらに、本書用としても多くの図表およびその他の資料を作成した。これらをまとめたのがこの資料集である。

本書には、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掲載した。また、実船例をできるだけ多く掲載するように務めた。主要目をリストアップしたのは、100隻を超える。図を含めて概要を紹介したのも50隻近い。これらには、上述のような貨物を運送する液化ガスタンカーのほか、化学品や石油精製品との兼用船も包含されている。

本書は、基礎編、技術資料編および実船紹介編よりなる。そして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。

関係の方々の座右の書の一つとして利用されることを期待する次第である。(序文より)

【本書の構成概要】

基礎編 I 液化ガスタンカー入門 II 液化ガス関係データ集  
技術資料編 I LNG船の就航記録から II 液化ガスタンカー構造設備関係 III 貨物オペレーション  
IV 比較的よく海上輸送される液化ガスの運送計画における注意 V 双胴円筒形タンク採用の液化ガスタンカー

実船紹介編 I LNG船、アンモニア船、エチレン船等  
II 各社のLNG船技術 III 液化ガスタンカーの配置概要及び主要目集

本誌4月号の最後のページに、内容を紹介していますので、ご参照下さい。皆様のご購読をお願いします。

申込先 株式会社 船舶技術協会

東京都中央区新川1-23-17 マリンビル

電話 03(552)8798 〒104

郵便振替口座 東京 3-70438

## 船舶電子航法ノート(90)

—番外編：航海用レーダの法規の改正とその解説(2)—

木村小一

## A・6・1・1 SOLAS条約とIMOのレーダの性能標準の改正(つづき)

本号も前号に引続き9月1日より施行されるレーダの規則改正を紹介する。

電波法では、つぎの二つの場合を除いて船舶に設置する無線航行のためのレーダは無線機器検定規則による型式検定に合格したものでなければならないことになっており、その除外例は、

- 1) 外国において検定規則で定める型式検定に相当する型式検定に合格していると郵政大臣が認めるもの
- 2) 船舶安全法第6条の4の規定による型式検定を受けたもの

となっている。この無線機器検定規則には付表がついていて、型式検定のための技術条件と試験方法などが詳しく定められているが、これらも同様に改正されているので、以下に新しい表の関係部分を示す。

まず、技術的条件の表はつぎのとおりである。

船舶に設置する無線航行のためのレーダ	1 第1種レーダー(設備規則第四十八条第二項のレーダーをいう。以下同じ。)
	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) PON電波 2.92GHzから 3.1GHzまで、5.46GHzから5.65GHzまで又は 9.32GHzから9.5 GHzまでを使用するものであること。</li> <li>(2) 羅針儀に連動して目標の方位を真北を基準として安定に示すことができるものであること。</li> <li>(3) 空中線は、方位角 360°にわたって連続して自動的に回転するものであること。</li> <li>(4) 設備規則第四十八条第一項第三号、第四号並びに第七号イ及びハ((4)を除く。)並びに第二項第一号(ニ、ホ、チ及びルを除く。)、第三号、第四号、第六号ニ及び第九号から第十二号までの条件に適合するものであること。</li> </ol>
	2 自動レーダープロットング機能(設備

規則第四十八条第一項第七号ハの自動レーダープロットング機能をいう。以下同じ。)  
付第1種レーダー

- (1) 1の条件に適合するものであること。
- (2) 別に告示する条件に適合するものであること。

3 第2種レーダー(設備規則第四十八条第三項のレーダーをいう。以下同じ。)

- (1) 1の(1)、(2)(羅針儀との連動装置を有するものに限る。)及び(3)の条件に適合するものであること。

- (2) 設備規則第四十八条第一項第三号、第四号並びに第七号イ及びハ((4)を除く。)第二項第一号ハ及び第三号(羅針儀との連動装置を有するものに限る。)並びに第四号並びに第三項第二号イ及びロの条件に適合するものであること。

4 第3種レーダー(設備規則第四十八条第一項のレーダーをいう。以下同じ。)

- (1) 1の(1)の条件に適合するものであること。
- (2) 設備規則第四十八条第一項第三号、第四号並びに第七号イ、ロ及びハ((4)を除く。)の条件に適合するものであること。

5 第4種レーダー(設備規則第四十八条第四項のレーダーをいう。以下同じ。)

別に告示する条件に適合するものであること。

6 船舶に設置する無線航行のためのレーダーに自動レーダープロットング機能を付加する装置。

- (1) 設備規則第四十八条第一項第七号ハの(1)、(2)及び(3)の条件に適合するものであること。
- (2) 2の(2)の条件に適合するものであること。

ついで、試験方法はつぎのとおりである。

船舶に設置する無線航行のためのレーダー	<b>1 第1種レーダー</b>						
	<p>(1)振動 振動数毎分0回から500回までの振動(この場合の振動の全振幅は3mmとする。)、500回を超え1,500回までの振動(この場合の振動の全振幅は0.75mmとする。)及び1,500回を超え3,000回までの振動(この場合の振動の全振幅は0.2mmとする。)をそれぞれ上下、左右及び前後に各30分間(10分間の周期で振動数を低、高、低の順序で変えるものとする。)加えた後、規定の電源電圧を加えて動作させたとき。</p> <p>(2)注水 直径約5cmで36個の注水孔(1個の孔の直径は、1mmのもの)を有する注水器によって、3.6kg/cm<sup>2</sup>の静水圧で2時間注水した後、規定の電源電圧を加えて動作させたとき(海水及び雨雪等にさらされる部分に限る。)</p> <p>(3)連続動作 通常の使用状態で24時間動作させたとき。</p> <p>(4)温度 ア (-)25°Cの温度に3時間放置し、その状態で規定の電源電圧を加えて30分間動作させたとき(海水及び雨雪等にさらされる部分に限る。イの場合において同じ。) イ (+)70°Cの温度に3時間放置した後、(+55°Cの温度に下げ規定の電源電圧を加えて2時間動作させたとき。 ウ (-)15°Cの温度に3時間放置し、その状態で規定の電源電圧を加えて30分間動作させたとき(海水及び雨雪等にさらされる部分以外の部分に限る。エの場合において同じ。) エ (+)55°Cの温度に3時間放置し、その状態で規定の電源電圧を加えて2時間動作させたとき。</p> <p>(5)湿度 周波数測定装置の1の(3)に同じ。</p> <p>(6)連続動作 通常の使用状態で、羅針儀を1分間に2回の割合で水平に回転させたときと等価とみなされる信号を加えたとき。</p> <p>(7)風圧 風速51.5m/sの状態<sup>ニ</sup>で規定の電源電圧を加えて動作させたとき(空中線(空中線を駆動する部分を含む。))に限る。)</p> <p>(8)真運動 規定の電源電圧を加えて一定の方向に連続して移動させたとき(設備規則第四十八条第二項第八号の装置を有するものに限る。)</p>	<p>1 機械的に支障なく動作し(空中線にあっては、設備規則第四十八条第二項第五号の条件に適合すること。)、かつ、破損、発火、発煙等の異状を呈しないこと。</p> <p>2 始動してから4分(試験方法の欄の(3)及び(4)に掲げる場合においては、それぞれに定める時間)経過したとき以後において、次の電氣的条件を満たすこと。</p> <p>(1) 指定周波数帯の幅は、次の表の左欄に掲げる使用周波数の区別に従い、同表の右欄に掲げる値の範囲内にあること。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">2.92 GHz から 3.1 GHz まで</td> <td style="text-align: center;">100 MHz</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5.46 GHz から 5.65 GHz まで</td> <td style="text-align: center;">120 MHz</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9.32 GHz から 9.5 GHz まで</td> <td style="text-align: center;">110 MHz</td> </tr> </table> <p>(2) スプリアス発射の強度は、設備規則第七条の規定に適合すること。</p> <p>(3) 空中線電力の偏差は、設備規則第十四条の規定に適合すること。</p> <p>(4) 船首線(設備規則第四十八条第二項第一号ニの船首線をいう。))は、同号ニ及びホの条件に適合すること。</p> <p>(5) 距離環(設備規則第四十八条第二項第一号チの距離環をいう。以下同じ。))は、同号チの条件に適合すること。</p> <p>(6) 羅針儀の回転に連動して示す方位の誤差は、0.5°以内であること(試験方法の欄の(6)に掲げる場合に限る。)</p> <p>(7) 距離特性は、設備規則第四十八条第二項第六号イ及び第七号の条件に適合すること。</p> <p>(8) 分解能は、設備規則第四十八条第二項第六号ロの条件に適合すること。</p> <p>(9) 精度は、設備規則第四十八条第二項第六号ハの条件に適合すること。</p> <p>(10) 指示器の表示面における当該機器に係る電波の発射位置の表示の移動は、表示面の中心からその有効半径の75%の範囲内であること(試験方法の欄の(8)に掲げる場合に限る。)</p>	2.92 GHz から 3.1 GHz まで	100 MHz	5.46 GHz から 5.65 GHz まで	120 MHz	9.32 GHz から 9.5 GHz まで
2.92 GHz から 3.1 GHz まで	100 MHz						
5.46 GHz から 5.65 GHz まで	120 MHz						
9.32 GHz から 9.5 GHz まで	110 MHz						
<b>2 自動レーダープロットング機能付第1種レーダー</b>							



(1)振動	第1種レーダーの(1)に同じ。	<p>1 機械的に支障なく動作し（空中線にあっては、設備規則第四十八条第二項第五号の条件に適合すること。）、かつ、破損、発火、発煙等の異状を呈しないこと。</p> <p>2 始動してから4分（試験方法の欄の(3)及び(4)に掲げる場合においては、それぞれに定める時間）経過したとき以後において、次の電気的条件を満たすこと。</p> <p>(1) 第1種レーダーの2の(1)から(10)までの条件に適合すること。</p> <p>(2) 別に告示する条件に適合すること。</p>
(2)注水	第1種レーダーの(2)に同じ。	
(3)連続動作	第1種レーダーの(3)に同じ。	
(4)温度	第1種レーダーの(4)に同じ。	
(5)湿度	周波数測定装置の1の(3)に同じ。	
(6)連動動作	第1種レーダーの(6)に同じ。	
(7)風圧	第1種レーダーの(7)に同じ。	
(8)真運動	第1種レーダーの(8)に同じ。	
<p>3 第2種レーダー</p>		<p>1 機械的に支障なく動作し（空中線にあっては、設備規則第四十八条第三項第六号の条件に適合すること。）、かつ、破損、発火、発煙等の異状を呈しないこと。</p> <p>2 始動してから4分（試験方法の欄の(3)及び(4)に掲げる場合においては、それぞれに定める時間）経過したとき以後において、次の電気的条件を満たすこと。</p> <p>(1) 第1種レーダーの2の(1)から(4)までの条件に適合すること。</p> <p>(2) 距離環は、設備規則第四十八条第三項第二号ハ及びニの条件に適合すること。</p> <p>(3) 羅針儀の回転に連動して示す方位の誤差は、<math>0.5^{\circ}</math>以内であること（試験方法の欄の(6)に掲げる場合に限る。）。</p> <p>(4) 距離特性は、設備規則第四十八条第二項第六号イ(6)(イ)及び(ロ)を除く。及び第七号の条件に適合すること。この場合において、同項第六号イ(6)中「50」とあるのは「92」と、同項第七号中「(6)」とあるのは「(6)(イ)及び(ロ)を除く。」と読み替えるものとする。</p> <p>(5) 分解能は、設備規則第四十八条第一項第八号ロの条件に適合すること。</p> <p>(6) 精度は、設備規則第四十八条第二項第六号ハ(1)及び第三項第三号の条件に適合すること。この場合において、同条第二項第六号ハ(1)中「1」とあるのは「2」と読み替えるものとする。</p> <p>(7) 指示器の表示面における当該機器に係る電波の発射位置の表示の移動は、その移動する方向における当該表示面の有効範囲を</p>
(1)振動	第1種レーダーの(1)に同じ。	
(2)注水	第1種レーダーの(2)に同じ。	
(3)連続動作	第1種レーダーの(3)に同じ。	
(4)温度	<p>ア <math>+50^{\circ}\text{C}</math>の温度に3時間放置し、その状態で規定の電源電圧を加えて2時間動作させたとき。</p> <p>イ <math>-15^{\circ}\text{C}</math>の温度に3時間放置し、その状態で規定の電源電圧を加えて30分間動作させたとき（海水及び雨雪等にさらされる部分に限る。）。</p> <p>ウ <math>-10^{\circ}\text{C}</math>の温度に3時間放置し、その状態で規定の電源電圧を加えて30分間動作させたとき（海水及び雨雪等にさらされる部分以外の部分に限る。）。</p>	
(5)湿度	周波数測定装置の1の(3)に同じ。	
(6)連動動作	第1種レーダーの(6)に同じ（羅針儀との連動装置を有するものに限る。）。	
(7)真運動	第1種レーダーの(8)に同じ。	

		著しく制限しないこと（試験方法の欄の(7)に掲げる場合に限る。）。
4 第3種レーダー		
(1)振動	第1種レーダーの(1)に同じ。	1 機械的に支障なく動作し、かつ、破損、発火、発煙等の異状を呈しないこと。 2 始動してから4分（試験方法の欄の(3)及び(4)に掲げる場合においては、それぞれに定める時間）経過したとき以後において、次の電氣的条件を満たすこと。 (1) 第1種レーダーの2の(1)から(3)までの条件に適合すること。 (2) 距離特性は、設備規則第四十八条第一項第八号イ及び第九号の条件に適合すること。 (3) 分解能は、設備規則第四十八条第一項第八号ロの条件に適合すること。 (4) 精度は、設備規則第四十八条第一項第八号ハの条件に適合すること。
(2)注水	第1種レーダーの(2)に同じ。	
(3)連続動作	第1種レーダーの(3)に同じ。	
(4)温度	第2種レーダーの(4)に同じ。	
(5)湿度	周波数測定位置の1の(3)に同じ。	
5 第4種レーダー		
別に告示する条件に適合するものであること。		
6 船舶に設置する無線航行のためのレーダーに自動レーダープロットング機能を付加する装置		
(1)振動	第1種レーダーの(1)に同じ。	1 機械的に支障なく動作し、かつ、破損、発火、発煙等の異状を呈しないこと。 2 始動してから4分（試験方法の欄の(2)及び(3)に掲げる場合においては、それぞれに定める時間）経過したとき以後において、自動レーダープロットング機能付第1種レーダーの2の(2)の電氣的条件に適合すること。
(2)連続動作	第1種レーダーの(3)に同じ。	
(3)温度	第1種レーダーの(4)に同じ。	
(4)湿度	周波数測定装置の1の(3)に同じ。	

この表で、無線設備規則などの他の部分を引用してあるところは、つぎのとおりである。

1. 設備規則第7条スプリアス発射の強度の許容値は、次の表に定めるとおりである。

基本周波数帯	給電線に供給される周波数ごとのスプリアス発射の平均電力の許容値
470 MHzを超えるもの	基本周波数の平均電力より40 dB低い値

2. 設備規則第14条空中線電力の許容偏差は、次の表の上欄に掲げる送信設備の区分に従い、それぞれ同表の下欄に掲げるとおりとする。

送信設備	許容偏差	
	上限 (%)	下限 (%)
その他の送信設備	20	50

3. 周波数測定装置の1の(3)

(3)湿度 | (+35℃における相対湿度95%の湿度に4時間放置した後、常温常湿に復帰させて規定の電源電圧を加えて動作させたとき。

4. 設備規則では、その無線局に指定された送信周波数に対する周波数の許容偏差を定めている。しかし、100 MHz以上の電波を使用する無線測位局では、許容偏差でなく指定周波数帯によるものがあり、船舶用のレーダーではつぎのように指定されている。

使用周波数	指 定 周 波 数 帯
3,050 MHz	3,000 MHzから 3,100 MHzまで
5,540 MHz	5,480 MHzから 5,600 MHzまで
9,375 MHz	9,320 MHzから 9,430 MHzまで
9,410 MHz	9,355 MHzから 9,465 MHzまで
9,415 MHz	9,360 MHzから 9,470 MHzまで
9,445 MHz	9,390 MHzから 9,500 MHzまで

また、自動レーダプロットング機能についての告示は「船舶に設置する無線航行のためのレーダーの指示器」であって、自動レーダプロットング機能を有するものの技術的条件〔昭和58年郵政省告示第67号(昭和58年1月31日)〕であって、今回はその改正なく、本ノートの

(73) (1983年4月号) にすでに紹介してあるので、ここでは省略する。

更に、第4種レーダーに関する告示「船舶に設置する無線航行のためのレーダーであって無線設備規則の規定を適用することが困難又は不合理であるもの及びその技術的条件〔昭和55年郵政省告示第329号、昭和55年5月24日)〕と「無線機器型式検定規則別表第1号及び別表第2号の規定による第4種レーダの構造及び性能の条件並びに機械的及び電気的条件〔昭和55年郵政省告示第330号(昭和55年5月24日)〕についても今回は改正なく、すでにノートの(46) (1980年7月号) にその概要がのせてあるので省略する。 (この項つづく)

● 近 刊 予 約 受 付 中 ●

★荷役装置の設計・取扱い関係者必須の指針！

『船舶用荷役装置の安全と構造設備のための要件』

B5判 本文約90頁 予価3,200円(〒共:ご注文は当社に直接お願いします)

船舶に搭載されるデリック装置、クレーン装置等の揚荷装置は、従来、ILO(国際労働機関)が定めた「船舶の荷積み又は荷卸に使用せらるる労働者の災害に対する保護に関する条約(第32号)(1932年改正)」に基づく各国政府規則または各船級協会その他権威ある民間団体規則に従って試験・検査されてきていることは、周知のとおりである。

ILOでは、1979年6月6日開催の第65回会議において、この条約の見直しを行ない、新たに第152号条約として「船舶の荷役作業における職業上の安全と健康に関する条約」並びに、この条約を補足する目的で同時に採択された第160号勧告「船舶の荷役作業における職業上の健康と安全に関する勧告」を併せて採択した。

この新条約は、その後1982年12月5日付けにて発効し、1984年5月現在、既に西独、フィンランド、ノルウェー、スウェーデン、スペイン、メキシコ、キューバ、ギニア、およびタンザニアの9カ国で批准されており、近い将来においては、その他の先進海運国においても批准されることになろう。また、各船級協会においても新条約の内容を盛り込んだ規則制定の動きがあり、揚荷装置の試験・検査はいずれ新条約の規定に従うことが主流になろう。試験・検査に関し新条約と現行第32号条約との間で大きく異なる点は、全ての揚荷装置は少なくとも5年に1度荷重試験が実施されること、並びに毎年1回は定期的完全検査(但し、目視による詳細な検査)を実施することであり、従って、大改造または損傷修理後等に限って要求されていた就航後の荷重試験は、定期的に5年毎に

実施されるようになると同時に、デリック装置に適用されていた年次検査(Annual Inspection)及び4年毎の完全検査(Quadrennial Thorough Examination)の方式も変更を余儀なくされている。

揚荷装置の各試験・検査完了を証明する荷役設備検査記録簿(Register of Ships Cargo Handling Machinery and Gear)の標準式についても現在ILOにて検討中であり、いずれ新条約の検査方法に従ったものが発表されるものと思われる。なお、現行第32号条約の実行上の指針として従来から利用されている「ILO指針」(ILO Code of Practice, Safety and Health in dock Work, 1979)は今後も当分の間はそのまま使用される。

上記のような船舶用揚荷装置を取り巻く最近の情勢変化に鑑み、船の科学編集部では上記「新条約“および”新勧告”の英和対訳(仮)並びに上記の「ILO指針」の和訳を試み、読者各位の資料として役立てるように「船の科学別冊」として刊行することにした。

現代においては、大は重量物運搬用から小は食糧積込み用まであらゆる種類の船用揚荷装置が実用に供され、且つ、殆どの船舶には何らかの揚荷装置が搭載されているのが現状である。従って、本資料は設計や取扱い規程など、全ての造船・海運並びに港湾関係者にとって必須の資料としてお役に立てるものと信ずる次第である。

申込先 株式会社 船舶技術協会  
東京都中央区新川1-23-17 マリンビル  
電話 03(552)8798 〒104  
郵便振替口座 東京 3-70438

<第34回>

### 第36回危険物運送小委員会報告

運輸省 海上技術安全局

IMO第36回危険物運送小委員会(CDG)は、6月25日から6月29日までロンドンのIMO本部において開催された。以下今回のCDGでの重要議題を紹介する。

#### 1. 隔離要件の見直し

複数の危険物を同時に運送する場合、隔離表によって定められた距離だけ相互の危険物をはなす必要がある。今回隔離要件の見直しという作業が始まったのは各国より以下のような現行規則の矛盾点が指摘されたためである。

(i) 例えば、引火性液体類(Class 3)の物質と腐食性物質(Class 8)の隔離は、隔離表によると隔離区分1(Away From)とされている。

隔離区分1とは図1のような隔離を意味する。

図1から明らかなようにコンテナの場合、隔離要件1を要求される物質を例え3m離しても同一コンテナ内に収納することはできない。

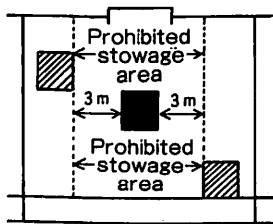
(ii) 引火性液体類(Class 3)と水と接して危険となる物質(Class 4.3)の隔離は、隔離区分2(Separated From)が要求されている。

#### 〔一般船舶〕

事故発生時に混載禁止物質が危険な相互反応を起さないように有効に離して積載すること。ただし、垂直投影の水平距離を3m(10ft)以上離れた場合は、同一の船倉若しくは区画又は甲板上に積載することができる。

#### 〔コンテナ船〕

同一のコンテナ内に収納することは禁止されているが、非開放型の場合コンテナ相互の隔離は要しない。



基準となる危険物..... ■  
隔離を要する危険物..... ▨

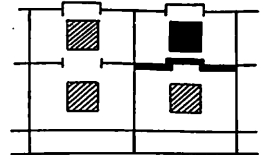
図1 隔離要件1の積付け (Away From)

ここで隔離区分2とは図2で定めるような隔離をいうが、1 Holdのみしか有しない船舶の場合隔離区分2の危険物は、いくら距離をはなしても同一Hold内に積載できない。これに対し非開放型のコンテナは、一定距離はなれていれば同一Hold内に積載が認められるし、また甲板上積載は3mの距離をおけばよい。

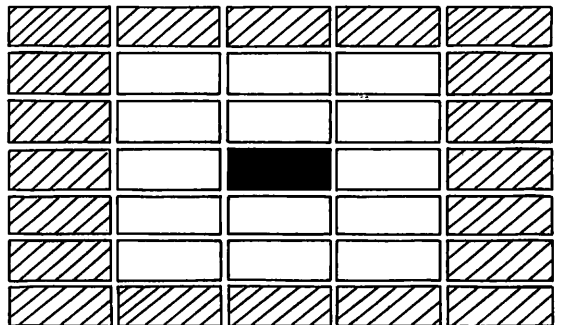
上記(i)は特に欧州の短国際航海において鉄道または自動車を用いた海陸一貫輸送を行う場合に問題となり、また、(ii)のような巨大なHoldを有する船舶についても従来規則では想定されていない。

#### 〔一般船舶〕

甲板下積載の場合は、別の船倉に積載すること。介在甲板が耐火耐水性を有する場合には、垂直方向の隔離、すなわち、別区画への積載は、この隔離と同等とみなす。甲板上積載の場合は、この隔離は、隔離区分1(Away From)と同義である。



#### 〔コンテナ船〕 (非開放型コンテナ甲板下積載の場合) 積付図



基準となる危険物..... ■  
隔離を要する危険物..... ▨  
耐火耐水性を有する甲板..... ━━━━

図2 隔離要件2の積付け (Separated From)

## IMOコーナー

## IMOコーナー

今回の会合では、上記の意見を反映した形で危険物輸送の根幹とも言える隔離要件の見直しが行われるものとなったものである。

方針としては、今までの安全性を損うことなく現実に即した形でより簡潔な規則を作るという方向で会議は進むと思われるが、詳細については、今後の審議によることとなる。

## 2. 主管庁許可の手順について

IMDG Codeの中には主管庁が許可した場合のみ許される運送要件がかなりある。この主管庁許可というのは、出港地、荷揚地、その途中の国のうちのどれか1ヶ国の主管庁の許可を受ければよいのか、それとも、その全ての国の許可を受ける必要があるのだろうか。

本件は前回採択の予定であったが、各国とも国内での検討が不十分であるとの理由でその最終決定が本会合まで延期されていたものである。今回決定された内容は次のとおりであり、IMDG Codeの総則にSec. 22として新たに規定されることとなっている。

### 22. 主管庁許可

22. 1 主管庁の許可や証書の発給がCodeの中で認められており、かつそのような証書の発給又は許可が主管庁の責任のもとになされた場合、他の主管庁はそれを認めること。
22. 2 各主管庁の許可や証書の発給の基準は SOLAS 条約及びIMDG Codeの基準以上のものであること。
22. 3 各主管庁の住所は常に最新のものがこの節に付録として添付されること。

この主管庁許可の手続については、次回さらに火薬類、可燃性固体、有機過酸化物質及び放射性物質の運送の許可について検討されることとなった。

## 3. 危険物を原因とする事故について

この他に今回の会議で危険物による事故が幾つか報告された。その概要を紹介する。

(i) パナマ・チリ等4ヶ国より1982年から1983年にかけておこった魚粉による火災事故について報告された。事故の原因を完全に究明するのは困難であるが、抗酸化剤の含有が不十分であった可能性が高い。

(ii) 亜ジチオン酸ナトリウムを積んで英国を出港したソ連船から出火。亜ジチオン酸ナトリウムは、プラスチック袋に入れられさらにドラム缶にいれられていたが、

プラスチック袋は亜ジチオン酸ナトリウムを入れる時に1~3cm破損していたうえに、船舶の振動のためドラム缶の気密性も保たれなくなったため、湿気にふれ自然発火したものである。

(iii) もう一件はフィリピンからコブラを積載して出港した船舶が、黒海で出火したというものである。現在の規則でもコブラは乾燥状態に保つこととされているが、実験の結果によると2,3ヶ月程度の自然乾燥では85℃までに自然発火することが報告された。

亜ジチオン酸ナトリウム及びコブラについては、次回会合で引き続き検討されることとなっている。

今回の会議を最後に22年間にわたってCDGに参加し議長を務めてきたBuschmann氏(オランダ)が引退したが、その最後のあいさつでは、声をつまらせ言葉にならない場面があったという。

我々からも彼の功績に対し拍手を送ることとしたい。

次回第37回危険物運送小委員会の日程及び議題は次のとおりである。

日時 1985年4月29日~5月3日

場所 ロンドンIMO本部

議題

1. 議題採択
2. MSC, MEPCの決定の報告
3. IMDG CODEの改正
4. EmS, MFAGの改正
5. IBCsについて
6. タンクコンテナについて
7. MEPC/Circ 78(海洋汚染物質)の見直し
8. UN等からの報告
9. その他の事項
10. 次回日程の決定及び議長選出
11. MSCへの報告

### ●お知らせ

#### 『国鉄連絡船写真展—川村コレクション』開催

横浜海洋科学博物館にて10月14日~12月2日まで川村修氏(国鉄青函局青森棧橋航海士)の撮影した最近10年間の国鉄連絡船の写真約150点が展示される。

◦入館料 大人50円 小人30円

問合せ先 財団法人横浜海洋科学博物館 ☎045(61)4488  
〒231 横浜市中区山下町15(マリントワー3階)

# 昭和59年度(59年8月分)新造船許可集計

運輸省 海上技術安全局

区 分		4 月 ~ 8 月 分				8 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	22	443,749	663,855		5	162,200	273,350	
	油槽船	2	5,998	10,549		—	—	—	
	貨客船	—	—	—		—	—	—	
	小計	24	449,747	674,404	63,856,000 千円	5	162,200	273,350	18,816,000 千円
輸出船	貨物船	89	2,028,268	2,913,860		25	672,008	966,681	
	油槽船	48	453,800	722,461		22	155,290	249,250	
	貨客船	—	—	—		—	—	—	
	小計	137	2,482,068	3,636,321	382,117,269 千円	47	827,298	1,215,931	116,817,120 千円
合 計		161	2,931,815	4,310,725	445,973,269 千円	52	989,498	1,489,281	135,633,120 千円

● 編 集 後 記 ●

□9月6日水に韓国大統領全斗煥氏来日した。晩餐会で天皇が(憲法に反して?)政治的と覚しき挨拶をする。全大統領は中曽根総理と2度に涉って会談した。これで100年に近い間くすぶっていた日韓のわだかまりが解消するわけではないだろうが、これを機会に一衣帯水の両国の親善が進むとしたら喜ばしいことである。

□日本と韓国の間で、政府レベルで造船会議を開き、船価、建造量などの調整を行おうとの動きがあるようだ。民間レベルでは、日本が欧米造船国を追い抜いて世界の50%シェアを占めるようになったいきさつからも、韓国が造船立国を標榜して日本に追付け、追越せの努力をしようとする気持を止めるわけには行かない。資本主義体制の下では競争原理が最も強く働くのはあたりまえのこと、日本が優利のまま話し合いで動きをストップさせることは至難のわざであろう。

□日本銀行が9月11日発表した「企業短期経済観測調査」によると、景気が着実に上昇しているとのこと。輸出が好調な伸びを示し、個人消費のゆるやかな回復など

内需も着実に増加しているようだ。一般的景気の上昇の中で、造船業界も上昇することを期待する。しかし、まだ係船も相当あることだし、我々の方に影響してくるのはいつのことだろうか。

□本誌10月号から徳永勇氏らの「日本艦艇・商船の電気技術史」を連載することにした。この論文は財団法人船舶用機関学会で日本船舶用機関調査研究委員会電気専門委員会委員の有志が各項目毎にまとめ、学会で単行本として出す予定であったが、何らかの都合で出せなくなかったものである。折角まとめた著者らの要望もあり本誌を通じて一般に広報することにした。読者の方々の御参考になるものと思う。

□また、本年も財団法人造船学会授賞論分4編の概略を紹介する。数ある論文の中から選ばれた4編であり、読者の方々の参考になるものと思われる。なお全文をお読みになりたい方は学界論文集をごらん下さい。

□当社も創立以来37年を経過した。近く経営陣を若返えることにするべく努力中である。

☆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 6,400円 (送料共)  
1ケ年分 12,000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

禁転載 第37巻 第10号 (No.432)

発行所 株式会社 船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリンビル)

振替口座 東京 3-70498 電話 03(552)8798

昭和59年10月5日印刷(昭和23年12月3日)  
昭和59年10月10日発行(第3種郵便物認可)

定価 1,080円(〒55円)

発行人 船橋敬三

編集委員長 田宮真

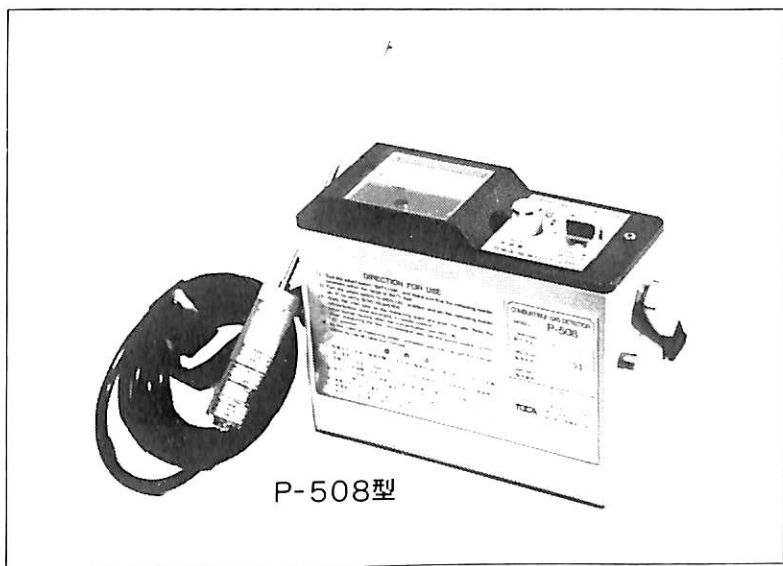
印刷所 大洋印刷産業株式会社

# 船舶用携帯形可燃性ガス検知器

## P-508型

電気部・本質安全防爆構造  
検知部・耐圧防爆構造

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



### ●概 要●

本器は各種可燃性ガスの漏洩検知に用いる携帯用の可燃性ガス検知器で、可燃性ガスおよびケミカルの製造事業所、備蓄基地、タンカー、消費設備等の保安用として幅広く御使用戴けます。携帯に便利なように小型軽量に作られていますので長時間の可搬にも疲れません。採気棒部にはWSフィルターを内蔵していますので水吸収によるセンサーの故障を未然に防ぐことが出来ます。☆カタログのご請求は、下記に御連絡下さい。

### ●特 徴●

- 小型軽量です。
- ホンフ内蔵の自動吸引式で操作が簡単です。
- 感度切換により低濃度(0~20%LEL)のガス検知も容易です。
- 警報ブザーを内蔵しており20%LELにて警報を発する(設定可)。
- センサーは長寿命・高感度で交換容易です。
- 防爆構造(検知部;耐圧防爆、電気部;本質安全防爆)なので危険場所でも安心してご使用になれます。

**TOICA** 株式会社 **東科精機製作所**

〒211 川崎市中原区新丸子町756

☎044(733)3381(代表)

TELFAX 044(722)7260



# 三菱重工の技術をあなたも御利用になれます。



船の科学

定価 一〇八〇円

三菱重工が100年以上にわたって蓄積した造船技術をもとに次のエンジニアリングサービスを提供いたします。

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| ● エンジニアリングと設計     | ● 各種フィージビリティスタディ |
| ● 契約仕様書の作成        | ● プロジェクトの取纏め及び管理 |
| ● 船舶設計図面販売        | ● 主要プラントの性能解析    |
| ● 建造技術供与及び指導      | ● 技術者の研修         |
| ● 資材供給            | ● MHI技術者の派遣      |
| ● 設計・建造用電算プログラム販売 | ● その他            |

● お問い合わせいただければ、お参上して詳細に御説明申し上げます。

 三菱重工業株式会社

本社 船舶・鉄構事業本部 船舶技術部 東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎(03)212-3111

東京都中央区新町一丁目三番一七号  
(株)船舶技術協会  
電話 東京(52)八七九八番