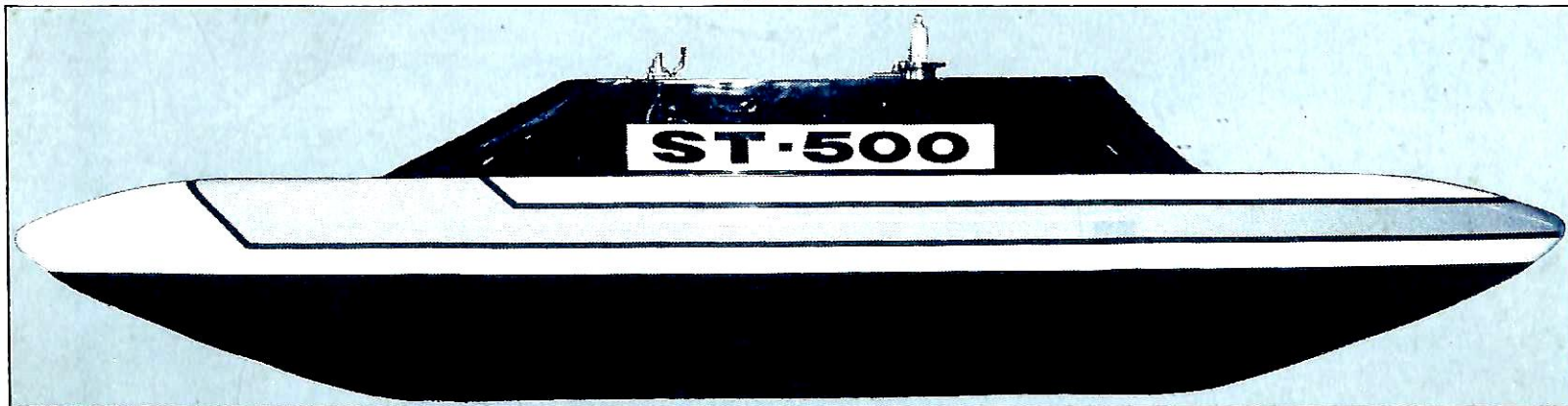
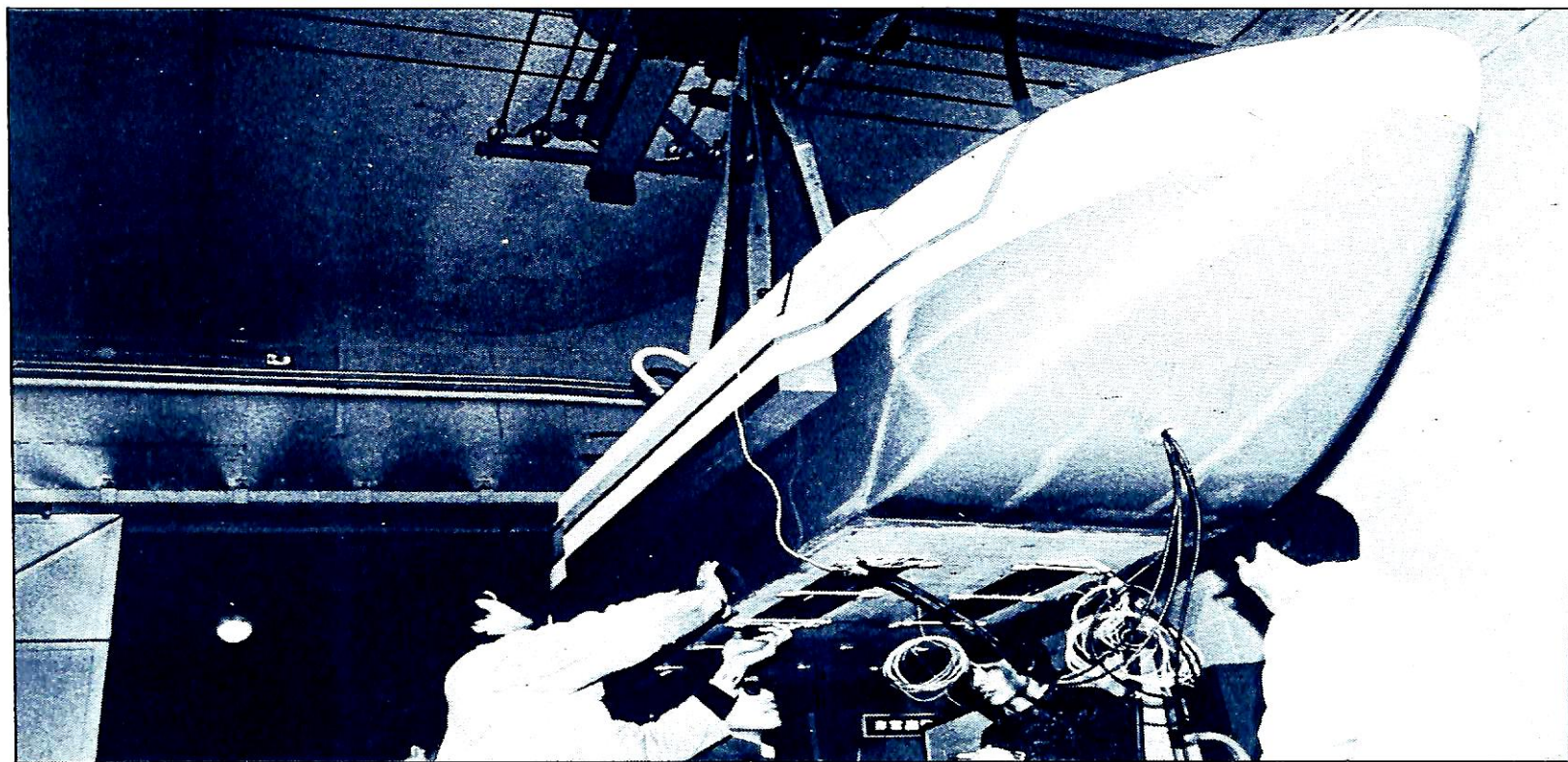


# 船の科学

1984

# 2

VOL.37 NO.2



## DREAM SHIP

川崎重工業・神戸商船大学で共同開発

世界初の超電導電磁推進モデル船“ST-500”

全長3.6m,

重量700kg

磁場強度2万ガウス, 推進力1.5kgf

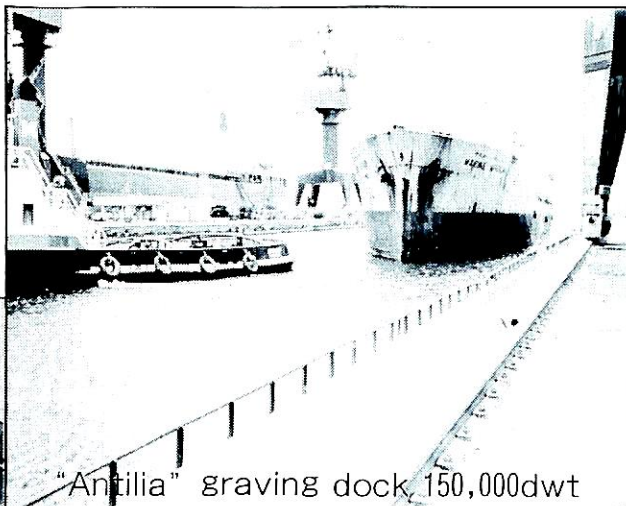


# 356 SUNNY DAYS!!

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

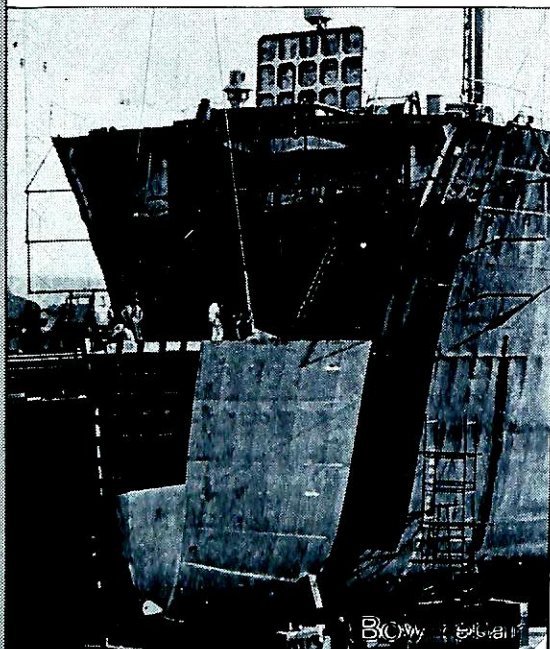
- 修繕ドック 2基  
150,000dwt 1基  
28,000dwt 1基
- 1,800m(総延長)修繕岩壁
- 各種クレーン(ドックサイド)9基



“Antilia” graving dock, 150,000dwt

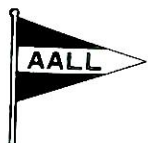
## 事業内容

- 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.**

Curacao NETHERLANDS ANTILLES



総代理店

**オールランド コンパニー リミテッド**

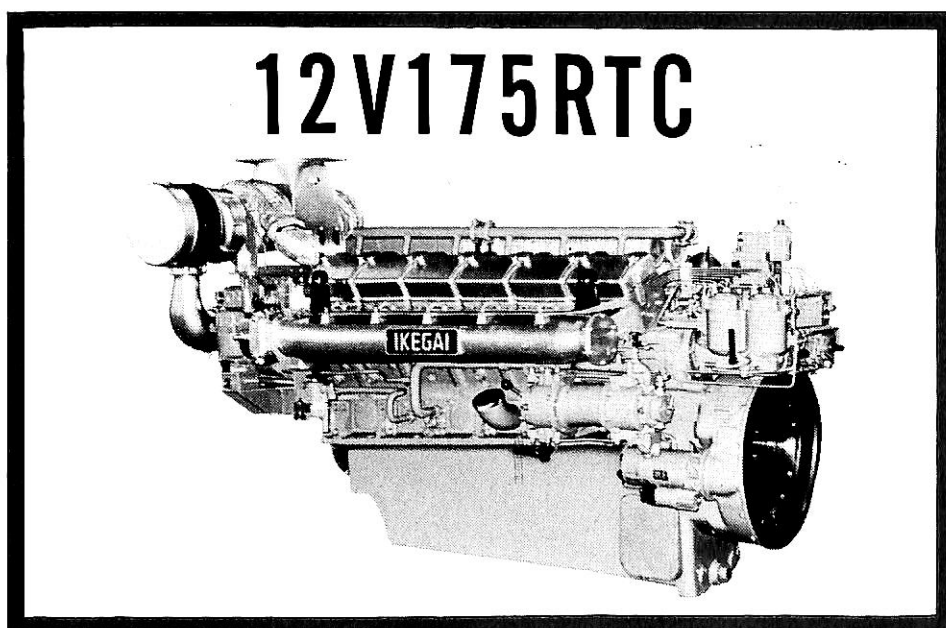
〒105 東京都港区西新橋1-1-3(東京桜田ビル) 電話(03)(503)2030(代)  
テレックス222-3266“AALL J”

〒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”

# 池貝高速ディーゼル機関 (240～2750PS)

ディーゼルエンジンを製造して60余年の池貝鉄工が培った技術を結集して製造した12V175RTCは馬力当り重量(kg/PS)が1.95の超軽量・小型・高出力エンジンです。

23m—30m型高速艇に



## その他の主な特長

- 低燃費, 約150g/PS・h
- 低質燃料使用可能(A/Cブレンド油)
- 低公害・低騒音・低振動

## 最大出力

1800PS/1600rpm

## 連続最大出力

1500PS/1500rpm

重量 約3500kg



## 池貝鉄工株式会社

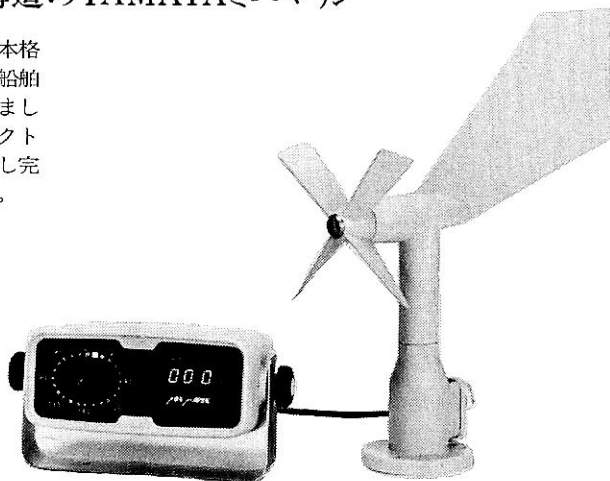
本社 〒108 東京都港区三田3丁目13番16号(三田43森ビル)  
TEL 代表 03(452)8121  
エンジン営業部 直通 03(454)2651

# 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、小型船舶に艦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年までの天測曆内蔵、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曆データを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

●カクログ・資料請求は、  
当社までハガキか電話にてご連絡ください。



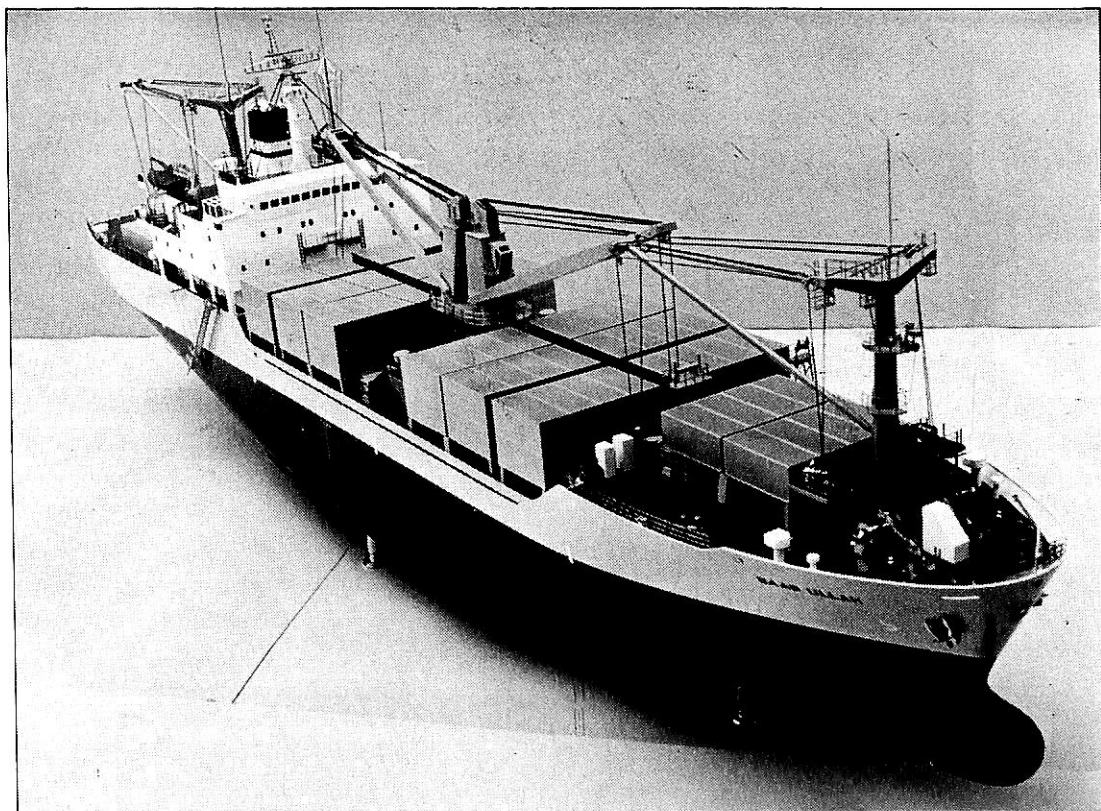
TAMAYA

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



# 進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



セミコンテナ船 M.V. "BAAB ULLAH"

船主 The Republic of Indonesia

造船所 佐世保重工業株式会社

全長 134.00m 垂線間長 126.00m

型幅 21.70m 深さ 12.00m

総屯数 9,471.88T 重量トン 10,169t

船級 B.K.I., NK 縮小 1/100模型

## 株式会社 不二美術模型

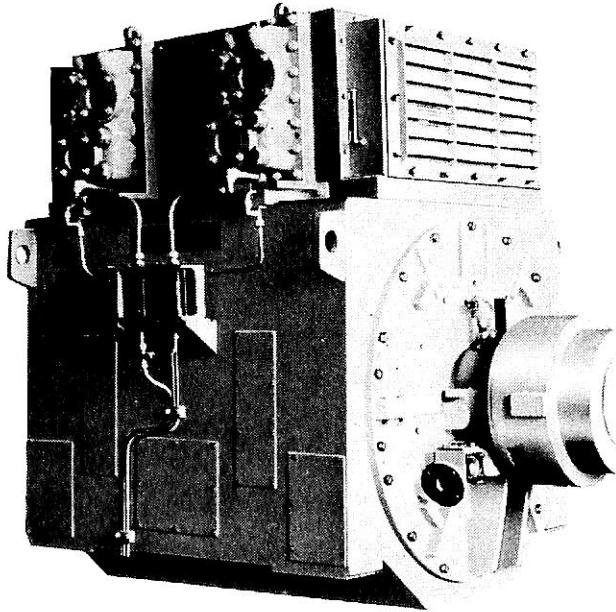
代表取締役社長 桜庭 武二

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



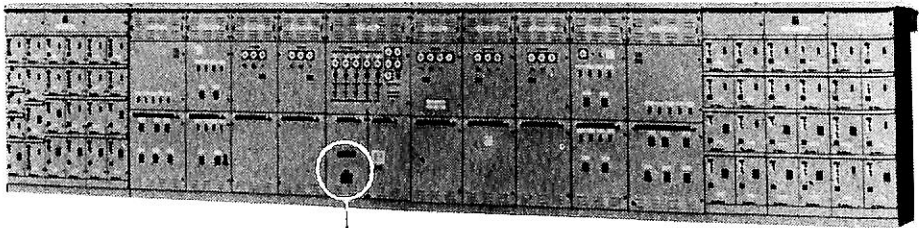
# 大洋の船舶用電気機器



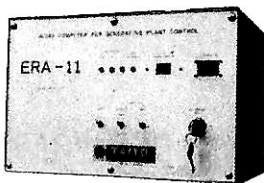
排ガス利用2極タービン発電機

## 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



# 船の科学

1984

2

Vol. 37

## 目 次

- 7 新造船写真集 (No. 424)
- 20 日本商船隊の懐古 No. 56 (朝風丸, はあぶる丸) .....山 田 早 苗
- 22 商船の映像 (7) ゲイラード・カットを通過する商船 (1)  
(エンプレス オブ オーストラリア, シティ オブ ロス アンゼルス) .....野 間 恒
- 25 1月のニュース解説 .....米 田 博
- 28 高性能 RO/RO 兼 LO/LO 式貨物船 "TANA" .....常 石 造 船
- 34 IMO 現存船ガスコード適用圧力式 LPG 船 "進徳丸"  
の改造工事について .....神 戸 船 渠 工 業
- 38 超電導電磁推進船の研究 (その 1) .....川 崎 重 工 業
- 44 高速艇用高速ディーゼル機関 12 V 175 RTC 型 (その 2) .....池 貝 鉄 工
- 53 ノルウェーにおける海運及びオフショア .....編 集 部 訳
- 
- 56 造船工学覚え書 < 2 > .....川 上 益 男
- 61 冷凍運搬船 < 6 > .....角 張 昭 介 ・ 椎 原 裕 美
- 69 続・液化ガスタンカー < 6 > .....恵 美 洋 彦
- 79 船舶電子航法ノート (82) .....木 村 小 一
- 
- 86 IMO コーナー (第 26 回)  
第 28 回航行安全小委員会の報告 .....運 輸 省 船 舶 局

●技術短信 パソコンによる船舶用積付計算システムを開発

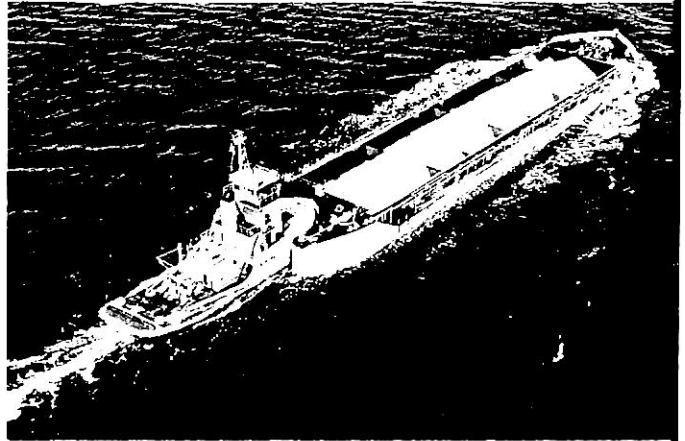
芙蓉情報センター

●海外技短 帯のもつれがない安全胴衣 — ガス, 可燃性雰囲気気向 —

MWセフティ社

# “押船—繋船団に”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



## 船舶機装品研究所

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)

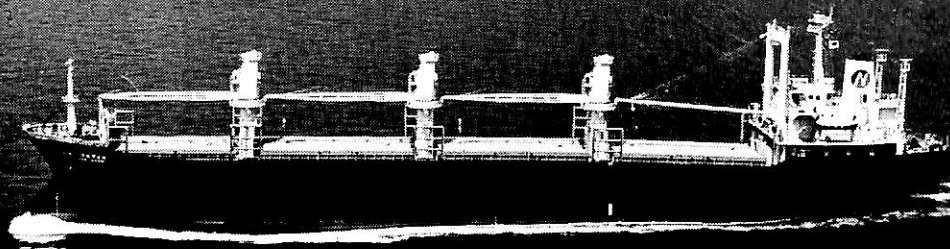




39次コンテナ船 ジャパン アライアンス  
JAPAN ALLIANCE ジャパンライオン株式会社

石川島播磨重工業株式会社相生第一工場建造(第2815番船)  
 全長 220.00m 垂線間長 204.00m 型幅 32.20m 起工 58-4-15 竣工 58-10-14  
 総噸数 31,356T 純噸数 10,778T 型深 18.70m 進水 58-7-15 満載喫水 11.522m  
 1,534TEU 燃料油槽 3,450m<sup>3</sup> 載貨重量 30,941t 貨物艙容積 1,302m<sup>3</sup> Cont.搭載数  
 (デ)機関×1 出力(連続最大)30,200PS(100rpm) 燃料消費量 83.6t/day 清水槽 550m<sup>3</sup> 主機械 1H1 Sulzer 8RLB90型  
 構煙管式 14.5t/h×1, 排エコ 5.0kg/cm<sup>2</sup>×223°C×6.75t/h×1 発電機(タ) 2,600kW×60Hz×AC450V×1,800rpm×1 補汽缶 大阪ボイラー  
 (原)IHI GDC114×1, (デ) 900kW×60Hz×AC450V×720rpm×3 (原)ダイハツ6DS-26A×3 無線機器 1.0kW, 0.4kW, 0.15kW  
 各工・海事衛星装置 VHF 航海計器 デックカウラー NNSS レーダー 船型 船首接付平板型 乗組員 38名  
 航続距離 17,100哩 船級・区域資格 NK 遠洋

。高度合理化船構想に基づき、ナビゲーションシステム、ロールルーム(A甲板)を設けて主機、推進補機、荷役作業等の遠隔操作、監視等を行う。 。発電機システムにSSG-MARK Iを採用。 。IHI 開発のススキューブローペラ(直径7.4m)を搭載。



撒積貨物船 **サザン アルタイル** サザンシップング株式会社  
SOUTHERN ALTAIR

南日本造船株式会社建造(第561番船) 起工 58-5-14 進水 58-6-29 竣工 58-9-19  
 全長 160.00m 垂線間長 150.00m 型幅 24.40m 型深 13.60m 満載喫水 9.915m  
 満載排水量 29,330t 総噸数 14,286T 純噸数 8,449T 載貨重量 23,796t 貨物艙容積  
 (ベ) 29,176.5<sup>m</sup> (グ) 30,503.7<sup>m</sup> 艙口数 4 デッキクレーン 25t×3, デリックブーム 30t×1  
 燃料油槽 1,341.9<sup>m</sup> 燃料消費量 17.6t/day 清水槽 480.0<sup>m</sup> 主機械 神発一三菱 6UEC52HA型  
 (デ) 機関×1 出力(連続最大) 6,200PS(141rpm) (常用) 5,580PS(136rpm) プロペラ 4翼1軸  
 補汽缶 縦煙管式 1,000kg/h×7.0kg/cm<sup>2</sup>G, 排エコ 800kg/h×7.0kg/cm<sup>2</sup>G 発電機 西芝 450kVA×2  
 (原) ヤンマー 600PS×900rpm×2 無線装置 送(主) 1.0kW×1 (補) 75W×1 受(主)×1, (補)×1, VHF  
 航海計器 ロラン オメガ 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 16.525kn (満載航海) 13.5kn  
 航続距離 20,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 30名

撒積貨物船 **オーシャン ブリーズ** 広洋汽船株式会社  
OCEAN BREEZE

株式会社新山本造船所建造(第269番船) 起工 58-6-13 進水 58-8-5 竣工 58-9-28  
 全長 152.65m 垂線間長 142.00m 型幅 24.00m 型深 13.20m 満載喫水 9.709m  
 満載排水量 26,553t 総噸数 12,905T 純噸数 7,885T 載貨重量 21,340t 貨物艙容積  
 (ベ) 27,021.07<sup>m</sup> (グ) 28,349.57<sup>m</sup> 艙口数 4 デッキクレーン 25t×3 デリック 25t×1  
 燃料油槽 1,304.94<sup>m</sup> 燃料消費量 19.8t/day 清水槽 379.95<sup>m</sup> 主機械 日立 B&W L55GB型  
 (デ) 機関×1 出力(連続最大) 8,100PS(136rpm) (常用) 6,880PS(129rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶  
 パーナー側/排ガス側 1,000/1,000kg/h 発電機 西芝 450kVA×AC450V×900rpm×2 (原) ヤンマー  
 600PS×900rpm×2 主機駆動 西芝 450kVA×AC450V×1,200rpm×1 無線装置 送(主) 1kW×1  
 (補) 75W×1 受(主) 全波×1 (補) 全波×1 VHF 航海計器 NNSS レーダー 速力(試運転最大)  
 16.574kn (満載航海) 13.5kn 航続距離 15,700浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 26名





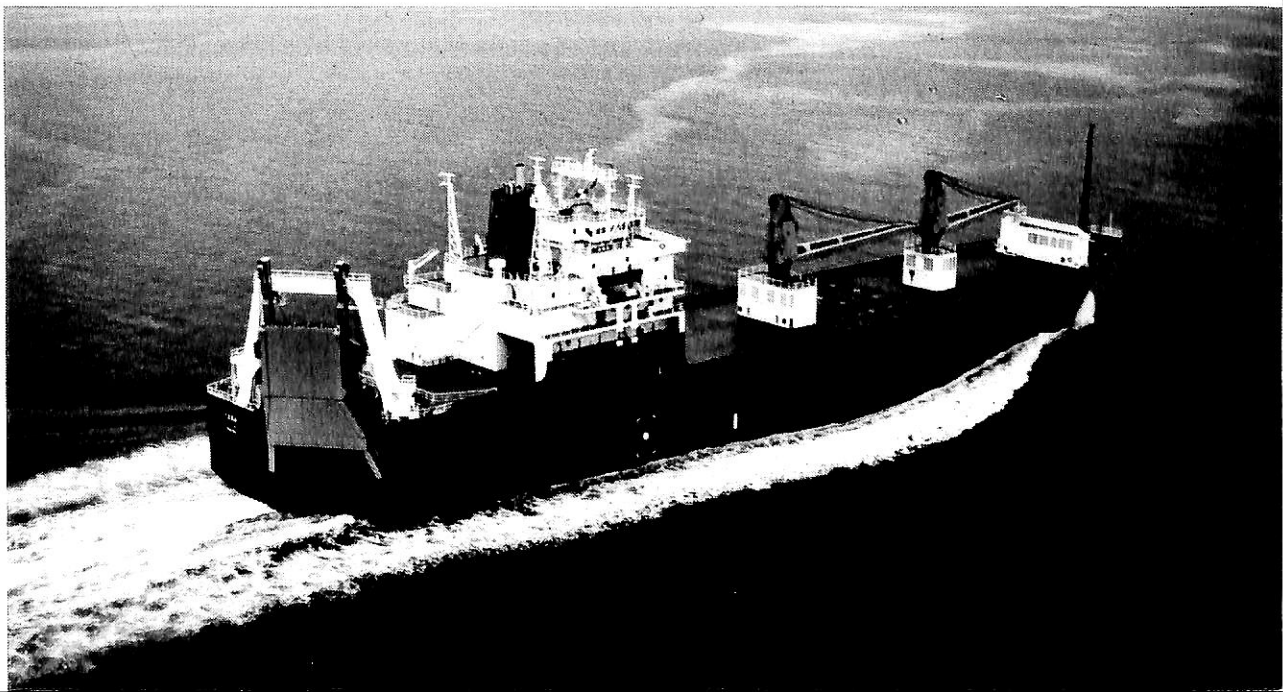


自動車運搬船 明 豊 丸 明治海運株式会社  
MEIHO MARU

今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1114番船)	起工 58-3-8	進水 58-7-30	竣工 58-9-22
全長 183.53m	垂線間長 170.00m	型幅 32.20m	型深 30.82m
総噸数 21,064T	純噸数 14,041T	載貨重量 16,149t	満載喫水 9.417m
燃料油槽 2,932.60m <sup>3</sup>	燃料消費量 46t/day	清水槽 321.47m <sup>3</sup>	主機械 三井B&W7L67GB型
(デ)機関×1	出力(連続最大)17,600PS(123rpm)	(常用)14,960PS(117rpm)	プロペラ 4翼1軸
補汽缶 堅型水管式 7.0kg/cm <sup>2</sup> ×1,700kg/h	送(主)1kW×1(補)75W×1	受(主)全波×1(補)全波×1	無線装置 無線装置
速力(試運転最大)20.574kn	(満載航海)18.0kn	航続距離 20,000浬	航海計器 NNSS レーダー
船型 多層甲板型	乗組員 25名	船級・区域資格 NK	遠洋

RO/RO兼LO/LO貨物船 夕 TANA 関兵精麦株式会社

常石造船株式会社建造(第506番船)	起工 57-12-23	進水 58-3-4	竣工 58-8-5
全長 165.01m	垂線間長 153.00m	型幅 27.00m	型深 17.250m
総噸数 19,789T	純噸数 5,936T	載貨重量 14,454t	貨物艙容積(ベ) 26,756m <sup>3</sup>
艙口数 2	クレーン 40t×2	Car・Cont.搭載数 792TEU又はトレーラ114台	主機械 神発-三菱7UEC60HA型
燃料油槽 1,734.1m <sup>3</sup>	燃料消費量 34.6t/day	清水槽 425.4m <sup>3</sup>	プロペラ 5翼1軸
(デ)機関(Derating)×1	出力(連続最大)12,600PS(128rpm)	(常用)10,710PS(121rpm)	無線装置 送(主)1.2kW×1(補)75W×1
補汽缶 コンボット型 1,300/1,300kg/h×1	発電機 大洋電機 800kW×3	(原)ヤンマー 1,200PS×720rpm×3	航海計器 デッカ
無線装置 送(主)1.2kW×1(補)75W×1	受(主)×1(補)1	船舶電話 海事衛星装置 VHF	航海計器 デッカ
ラン NNSS 衝突予防装置 レーダー	速力(試運転最大)19.76kn	(満載航海)17.0kn	航続距離 17,200浬
船級・区域資格 NK 遠洋	船型 平甲板型	乗組員 35名	同型船 タコラディ (本文28頁参照)





冷凍貨物 / 自動車運搬船 **バルティック スター** 徳丸海運株式会社  
BALTIC STAR

佐世保重工業株式会社佐世造船所建造(第322番船) 起工 58-4-11 進水 58-5-26 竣工 58-10-14  
 全長 140.50m 垂線間長 130.00m 型幅 22.20m 型深 13.00m 満載喫水 8.818m  
 総噸数 9,628T 純噸数 4,045T 載貨重量 9,464t 貨物艙容積(ベ) 11,261m<sup>3</sup> 艙口数 4  
 クレーン 10t×3, 20t(Ⅱ)×1 Car・Cont. 搭載数 424台, 54TEU 燃料油槽 1,416m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 35.9t/day 清水槽 387m<sup>3</sup> 主機械 神発一三菱7UEC60HA型(デ)機関×1  
 出力(連続最大) 12,400PS(128rpm)(常用) 11,160PS(124rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 堅水管油焚型  
 6kg/cm<sup>2</sup>×1.3t/h×1, 排エコ 6kg/cm<sup>2</sup>×1.3t/h×1 発電機(デ) 700kVA×AC450V×720rpm×4  
 無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 150W×1 受(主) 1 (補) 1 VHF 航海計器 ロラン NNSS レーダー  
 速力(試運転最大) 22.41kn (満載航海) 19.65kn 航続距離 17,200浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 多層甲板型 乗組員 36名

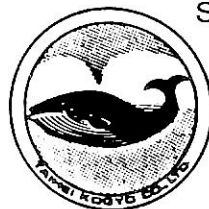
# タイテックス TIGHTEX

〔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

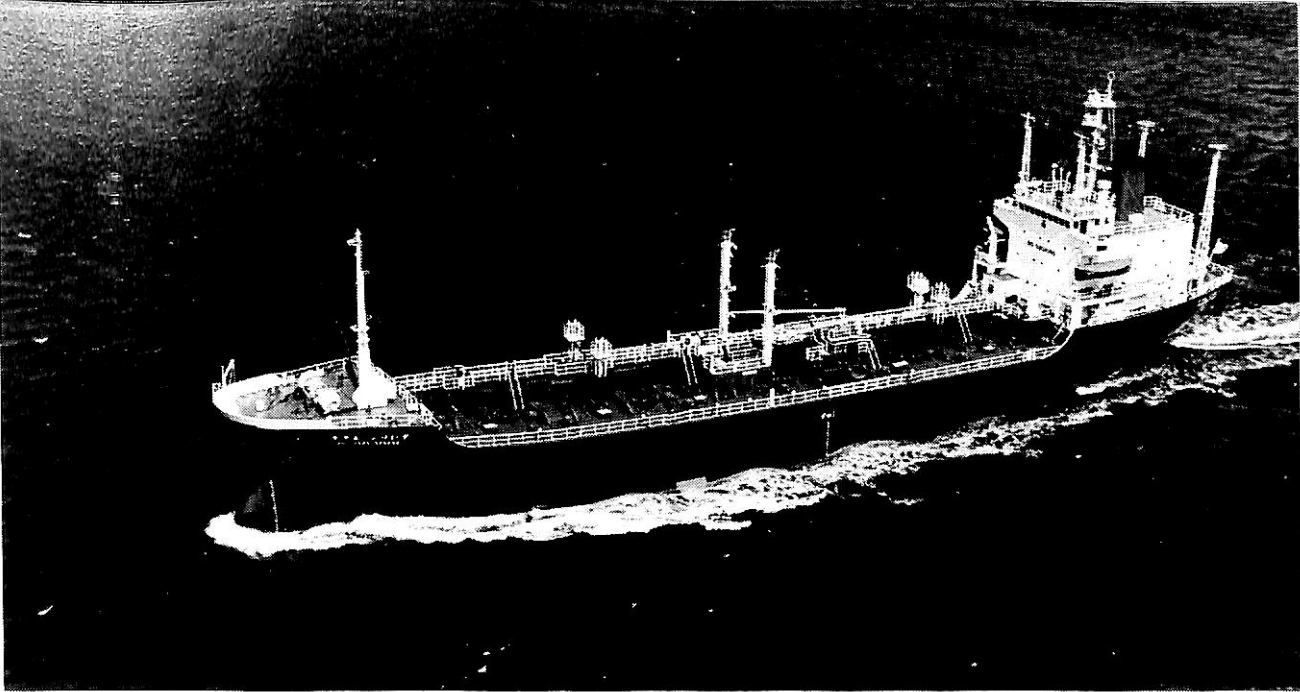


タイハイ  
**太平洋工業株式会社**

〒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



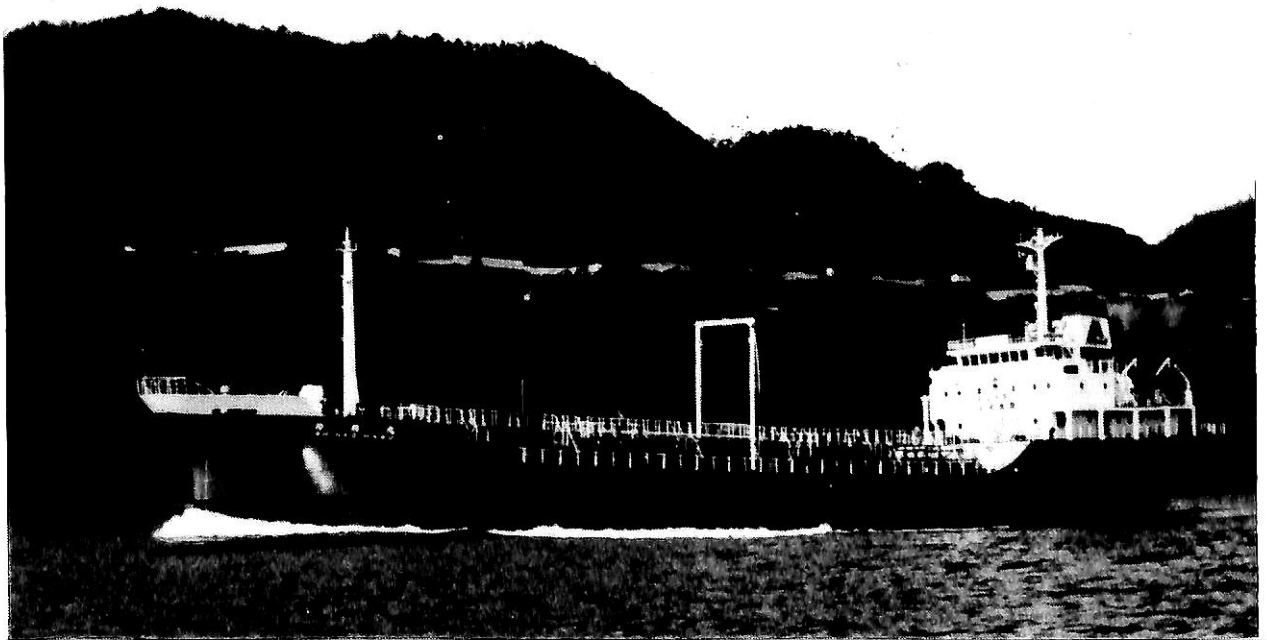
ケミカルタンカー **さざん ぶりいず** 日光汽船株式会社  
SOUTHERN BREEZE 辰巳マリン株式会社

福岡造船株式会社建造(第1106番船)	起工 58-3-31	進水 58-6-11	竣工 58-9-22
全長 106.09m	型幅 16.50m	型深 8.20m	満載喫水 6.764m
垂線間長 98.60m	載貨重量 6,227t	燃料油槽積 7,091.70m <sup>3</sup>	燃料消費量 10.0t/day
総噸数 3,789T	燃料油槽 A. 142.68m <sup>3</sup> C. 636.87m <sup>3</sup>	出力(連続最大) 3,300PS (230rpm)	補汽缶 堅型水管式×1
主荷油ポンプ 150m <sup>3</sup> /h×80m×5	主機械 赤阪 A41型(テ)機関×1	無線装置 送 1kW×1	発電機
清水槽 162.98m <sup>3</sup>	プロペラ 4翼1軸	速力(試運転最大) 13.540kn	船舶電話
(常用) 2,805PS (218rpm)	(原) ヤンマー 350kVA×2	船型 凹甲板型	乗組員 24名
西芝 280kW×445V×60Hz×2	VHF 航海計器 ロラン レーダー	IMO Type II&III	
航続距離 12,000浬	船級・区域資格 NK 近海		
。センタータンク SUS316L, サブマージドポンプ			

- 11 -

油槽船 **伸 興 丸** 船舶整備公団  
SHINKO MARU 三興運油株式会社

株式会社栗之浦ドック建造(第186番船)	起工 58-5-26	進水 58-7-8	竣工 58-8-31
全長 89.01m	型幅 13.0m	型深 6.7m	満載喫水 5.98m
垂線間長 83.00m	載貨重量 3,611t	燃料油槽積 7,091.70m <sup>3</sup>	燃料消費量 7.0t/day
満載排水量 4,833t	燃料油槽 245m <sup>3</sup>	出力(連続最大) 2,600PS (235rpm) (常用)	補汽缶 タクマ クリーンサーモエコ
主荷油ポンプ 1,000m <sup>3</sup> /h×75m×2	主機械 阪神 6EL38型(テ)機関×1	無線装置 船舶電話	発電機
清水槽 100m <sup>3</sup>	プロペラ 4翼1軸 CPP	航続距離 9,000浬	
2,243PS (222.2rpm)	大洋電機 AC440V×1,200rpm×2 (補機, 主機駆動各1), AC440V×1,800rpm×1(碇泊用)		
航海計器 ロラン レーダー	速力(試運転最大) 13.044kn (満載航海) 12.725kn		
船級・区域資格 NK 沿海	船型 凹甲板船尾機関型		
	乗組員 14名		







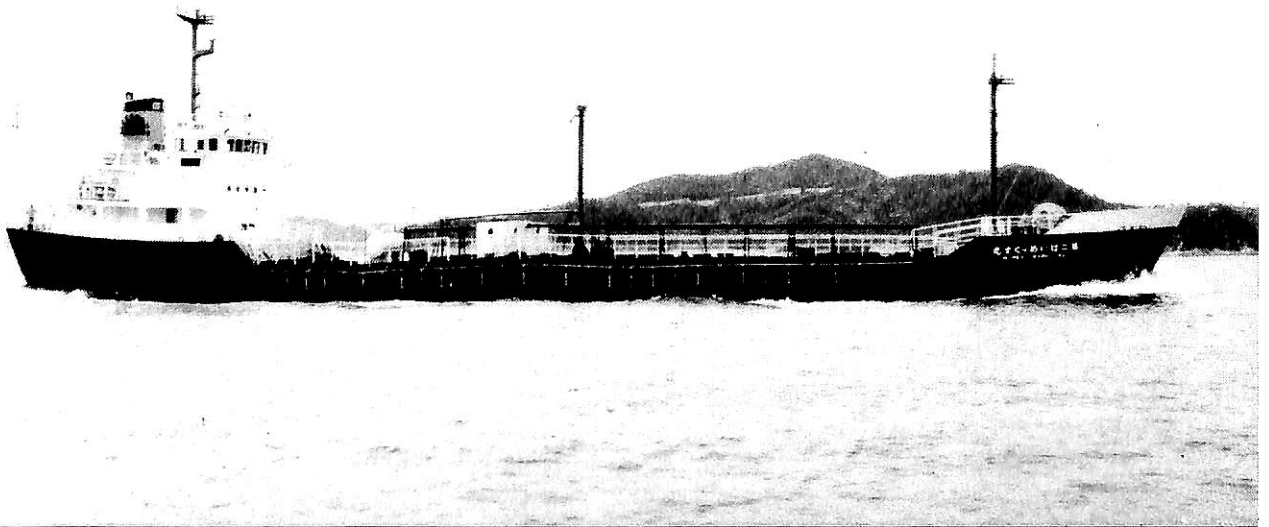
カーフェリー 英 鶴 丸 永雄商事有限会社  
HIDE TSURU MARU

林兼造船株式会社長崎造船所建造(第913番船) 起工 58-6-1 進水 58-8-10 竣工 58-9-30  
 全長 71.60m 垂線間長 65.00m 型幅 13.70m 型深 5.00m 満載喫水 3.713m  
 満載排水量 2,136.45t 総噸数 1,581T 載貨重量 767.91t Car 搭載数  
 20tトラック 14台, 乗用車 30台 燃料油槽 104.6m<sup>3</sup> 清水槽 66.2m<sup>3</sup> 主機械  
 ダイハツ 6DSM-28型(デ)機関×2 出力(連続最大)1,800PS×2(720/260rpm)(常用)1,530PS×2  
 (682/246rpm) プロペラ 4翼2軸 発電機 大洋電機 240kW×2(原)360PS×1,200rpm×2  
 無線装置 船舶電話 VHF 航海計器 レーダー 速力(試運転最大)15.696kn  
 (満載航海)13.8kn 航続距離 2,400浬 船級・区域資格 JG 沿海 第二種船  
 船型 平甲板型 乗組員 45名 旅客600名(特別室18名, 椅子席272名, 立席310名)  
 航路 須磨~淡路島

- 12 -

アスファルト運搬船 第二 はいめっくす丸 上野興産株式会社  
HI-MEX MARU No.2

村上秀造船株式会社建造(第215番船) 起工 58-6-23 進水 58-7-30 竣工 58-8-31  
 全長 69.50m 垂線間長 65.00m 型幅 10.40m 型深 4.80m 満載喫水 4.289m  
 満載排水量 2,204.64t 総噸数 699T 載貨重量 1,380.67t 貨物油槽容積 1,307.362m<sup>3</sup> 艙口数 2  
 燃料油槽 108.48m<sup>3</sup> 燃料消費量 5.5t/day 清水槽 35.03m<sup>3</sup> 主機械 阪神 6EL 30型(デ)機関×1  
 出力(連続最大)1,800PS(300rpm)(常用)1,530PS(284rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 三浦工業  
 熱媒体油加熱式 500,000kcal/h 発電機 大洋電機 AC 445V×60Hz×2(原)ヤンマー 145PS×1,200rpm×2  
 無線装置 船舶電話 航海計器 レーダー 速力(試運転最大)12.469kn(満載航海)11.985kn  
 航続距離 4,866.77浬 船級・区域資格 JG 近海区域(非国際) 船型 凹甲板型船尾機関型  
 乗組員 8名





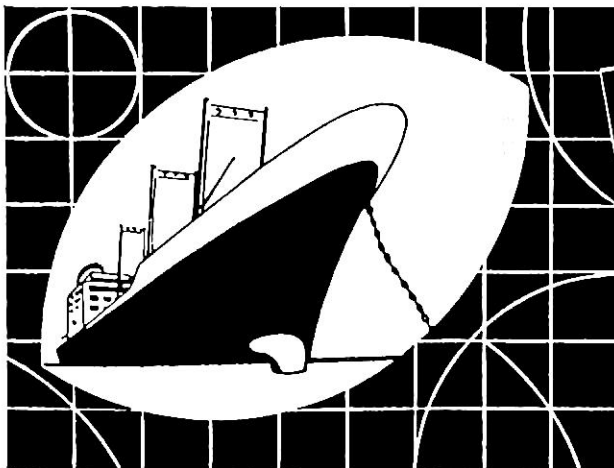
海洋環境の利用・開発・保全技術の  
開発・試験・研究に大型水槽施設の利用を!!

角水槽における浮体式波浪発電装置の実験

回流水槽における Transient wave 中の全天候型救命筏の実験

(財) 日本造船振興財団 会長 笹川良一  
海洋環境技術研究所

〒305 茨城県筑波郡大穂町南原2 (筑波研究学園都市内)  
TEL 0298-64-2125, 2126, ファックス (G-III) 専用 0298-64-2127



船舶の設計

各種船舶基本計画

各部工作図

高速艇

油回収船

修繕船修理工事

配管工事

その他鉄構工事

海上運送業務

船舶回航業

船舶運航業

船舶仲立業

海水こし器

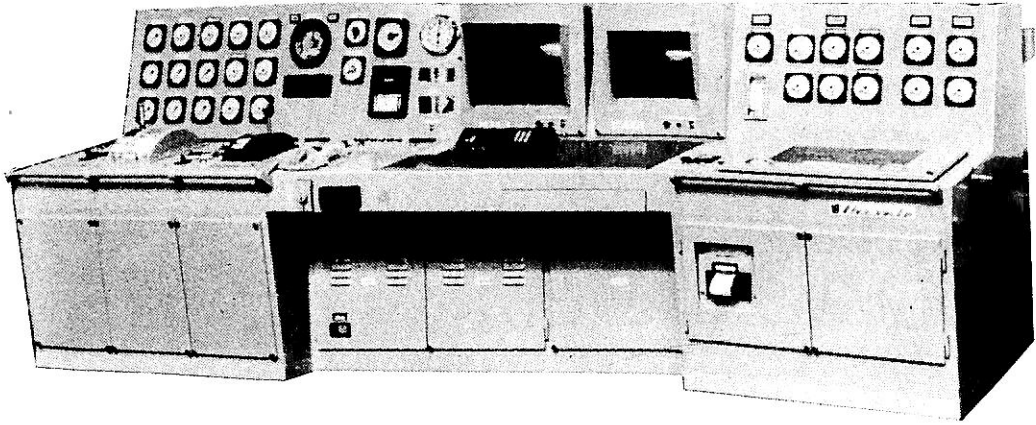


株式会社

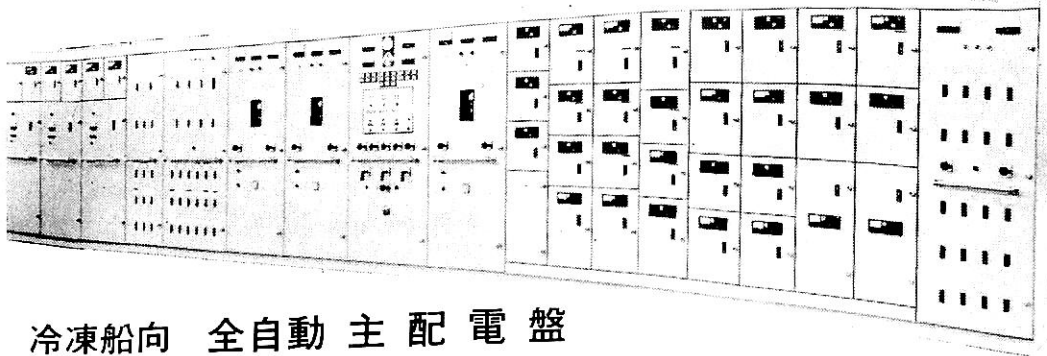
共栄船舶興業

本社 横浜市神奈川区東神奈川2-48-2  
〒221 ☎ 045 (441) 7685 (代表)  
清水営業所 静岡県清水市宮代町6-25  
〒424 ☎ 0543 (63) 0955 (代表)

# 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

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

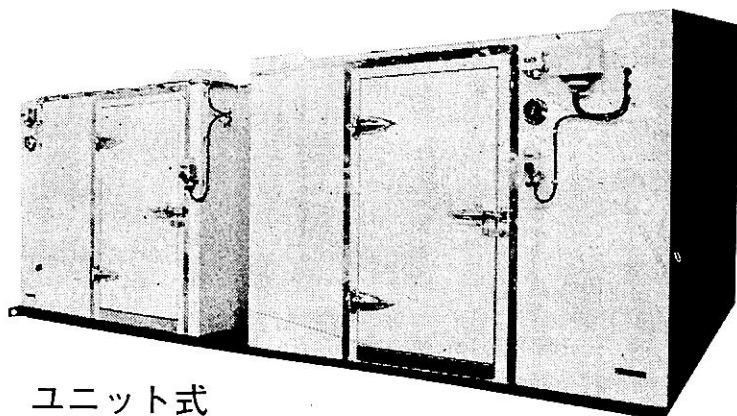
代表取締役社長

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)  
広島営業所 広島市中区本川町2丁目6-10 TEL(082)291-0958

# 船舶装備のトータルコストダウンを推進!!

## 省エネタイプ冷凍・冷蔵庫



ユニット式  
冷凍・冷蔵庫

### 急速冷凍OK!!

〔例〕

DW6000T 遠洋 NK規格  
冷凍庫 9.7m<sup>3</sup>  
冷蔵庫 11.0m<sup>3</sup>  
コンプレッサー 1.5kW×1水冷  
(従来 2.2kW×1水冷)  
冷却器 ファンコイルユニット

#### 〔特長〕

- ① セッティングシート取り付けと冷却水配管で運転OK。
- ② コンプレッサーを1ランク落とせます(当社, 従来比)。
- ③ 形状および容量は船型に合わせます。
- ④ 外部(3.2mm)ボンデ鋼板耐水塗装仕上げ, シールドロッカー, 鋼製棚(可変), 照明警報装置付, 内部よりドアロックアウト付。
- ⑤ オールステンレス製作可能。
- ⑥ 空冷式・水冷式・全閉型・開放型 各種製作。

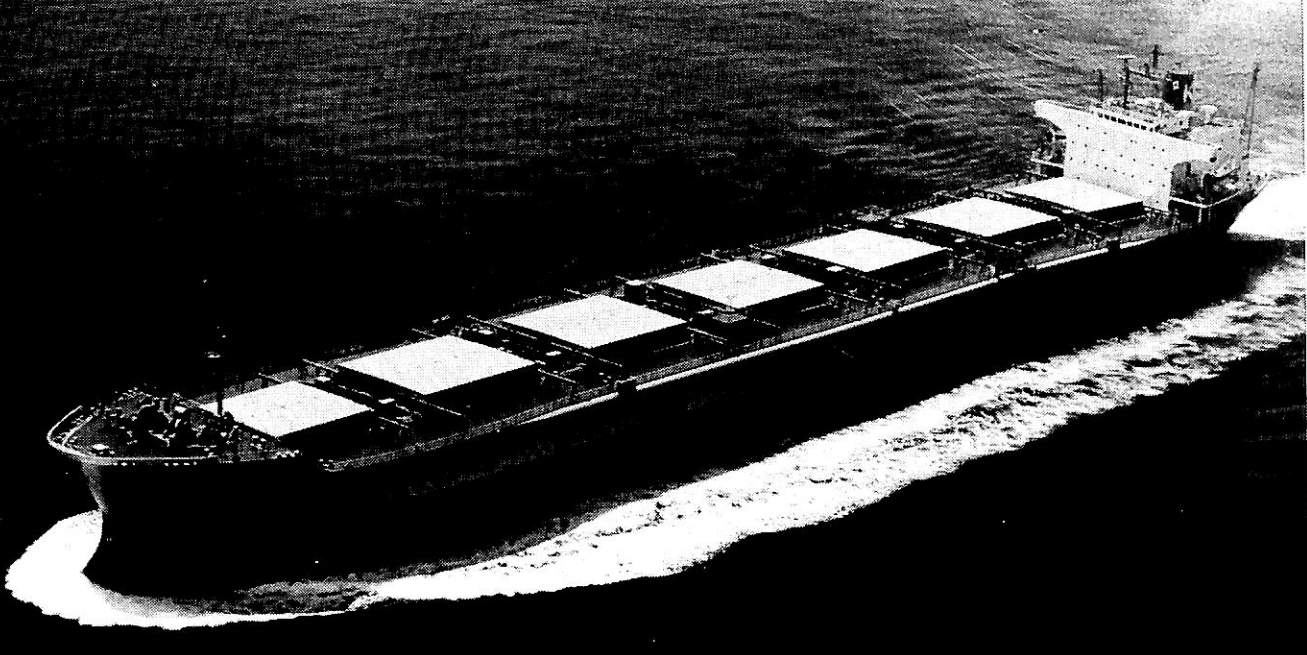
船舶空調艙装実績業界No.1 (57年; 180隻)  
設計より引渡しまで安心しておまかせ下さい。

# 潮冷熱株式会社

代表取締役社長 小田 團

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)  
広島営業所 広島市中区本川町2丁目6-10 TEL(082)291-0958





ドンパフ

輸出撒積貨物船 **DONPAFU**

船主 Donpafu Co., S.A. (Panama)  
 今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1110番船) 起工 57-7-15 進水 58-5-23 竣工 58-8-31  
 全長 235.25m 垂線間長 225.20m 型幅 32.20m 型深 18.20m 満載喫水 13.227m  
 総噸数 32,912.61T 純噸数 26,442.55T 載貨重量 69,203t 貨物艙容積(ク) 80,802.78m<sup>3</sup>  
 艙口数 7 プロビジョンクレーン 40t×1 燃料油槽 3,704.52m<sup>3</sup> 燃料消費量 33t/day 清水槽 554.25m<sup>3</sup>  
 主機械 三菱 Sulzer 6RLB66型(デ)機関×1 出力(連続最大) 11,850PS (135rpm)(常用) 10,665PS (130rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 コ克蘭コンポジット型7.0kg/cm<sup>2</sup>(油焚)1,500kg/h, (排ガス)1,300kg/h  
 発電機 ダイハツ 560kW×AC450V×2 無線装置 送(主)1kW×1 (補)75W×1 受(主)全波×1  
 (補)全波×1 船舶電話 航海計器 ロラン NNSS レーダー 速力(試運転最大)15.604kn  
 (満載航海)13.3kn 航続距離 24,400浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 船首楼付平甲板型

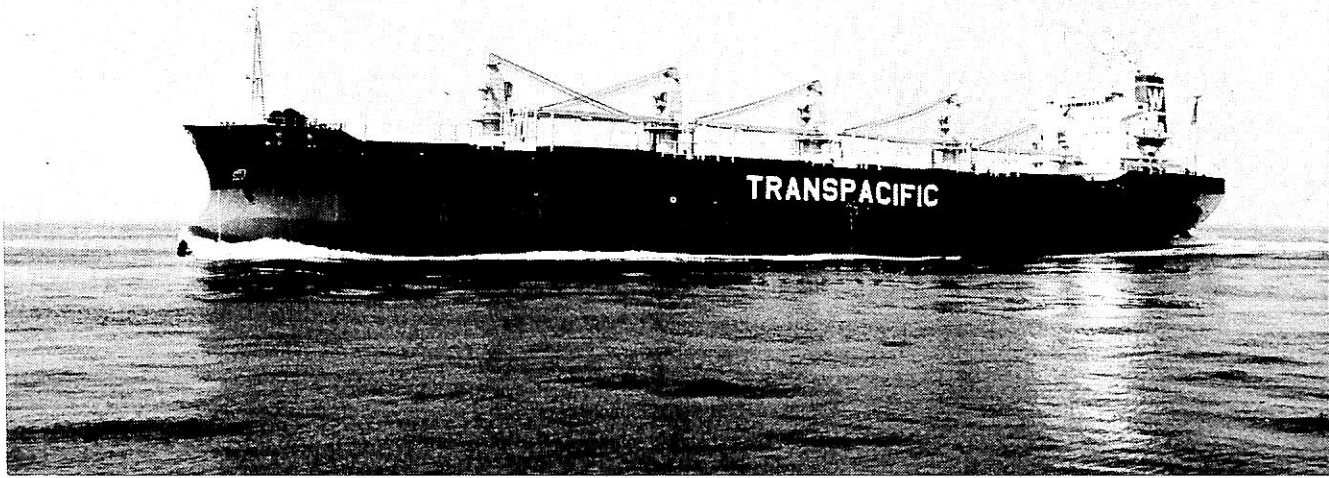
- 16 -

オグデン ミズリー

輸出撒積貨物船 **OGDEN MISSOURI**

船主 Ogden Missouri Transport Inc. (U. S. A.)  
 石川島播磨重工業株式会社呉第一工場建造(第2792番船) 起工 58-3-10 進水 58-7-15 竣工 58-10-21  
 全長 192.00m 垂線間長 183.40m 型幅 32.20m 型深 17.60m 満載喫水 12.215m  
 総噸数 26,527.44T 純噸数 18,811T 載貨重量 49,675t 貨物艙容積(ク) 62,857.3m<sup>3</sup>  
 艙口数 5 クレーン 25t×4 燃料油槽 4,028.3m<sup>3</sup> 燃料消費量 34.3t/day 清水槽 446.2m<sup>3</sup>  
 主機械 1H1 Sulzer 6RLB66型(デ)機関×1 出力(連続最大) 11,100PS (124rpm)(常用) 9,990PS (119.7rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 大阪ボイラ コ克蘭 7kg/cm<sup>2</sup>G×飽和×2t/h×1, 排エコ 大阪ボイラ  
 強制循環水管式 7kg/cm<sup>2</sup>G×飽和×1.95t/h×1 発電機 700kW×60Hz×AC450V×720rpm×3 (原)ダイハツ  
 6PSHTd×3, (非)160kW×60Hz×AC450V×1,800rpm×1 (原)ダイハツ MSSG-AF×1 無線装置  
 (主)0.5kW×2 (補)0.04kW×1 航海計器 ロラン レーダー 速力(試運転最大)16.18kn (満載航海)14.8kn  
 航続距離 35,900浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 33名 フェーチャー45型第1船



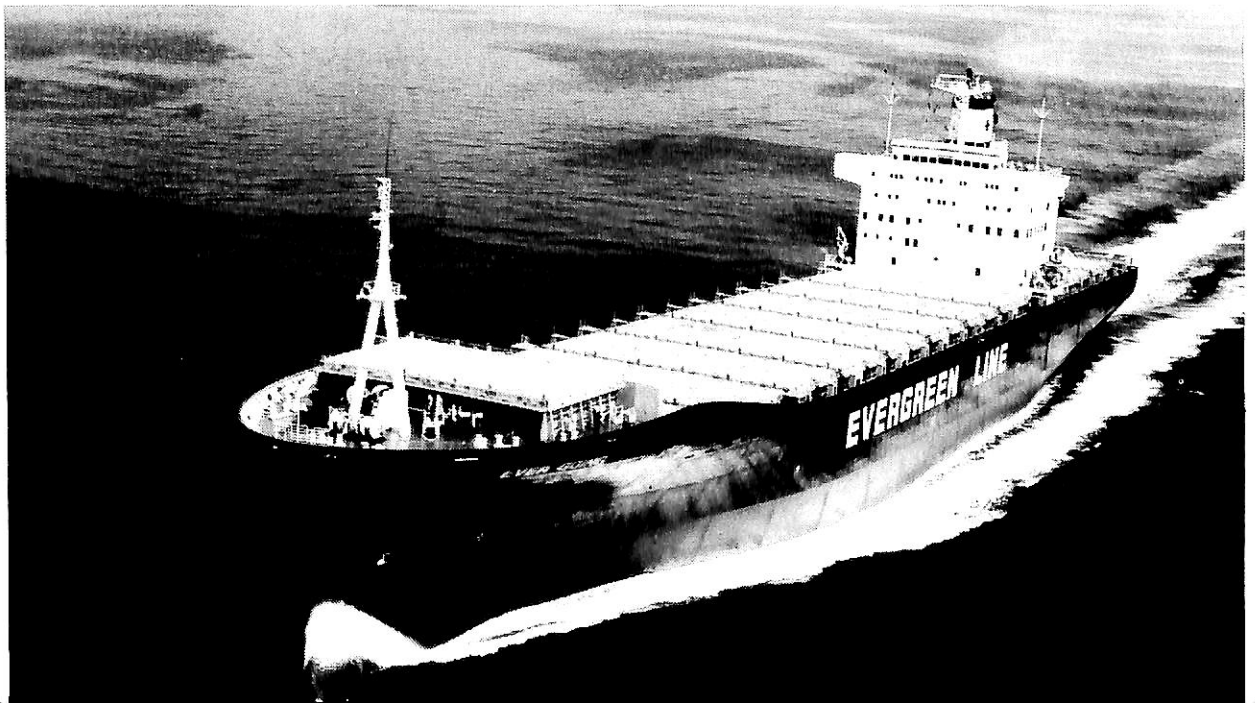


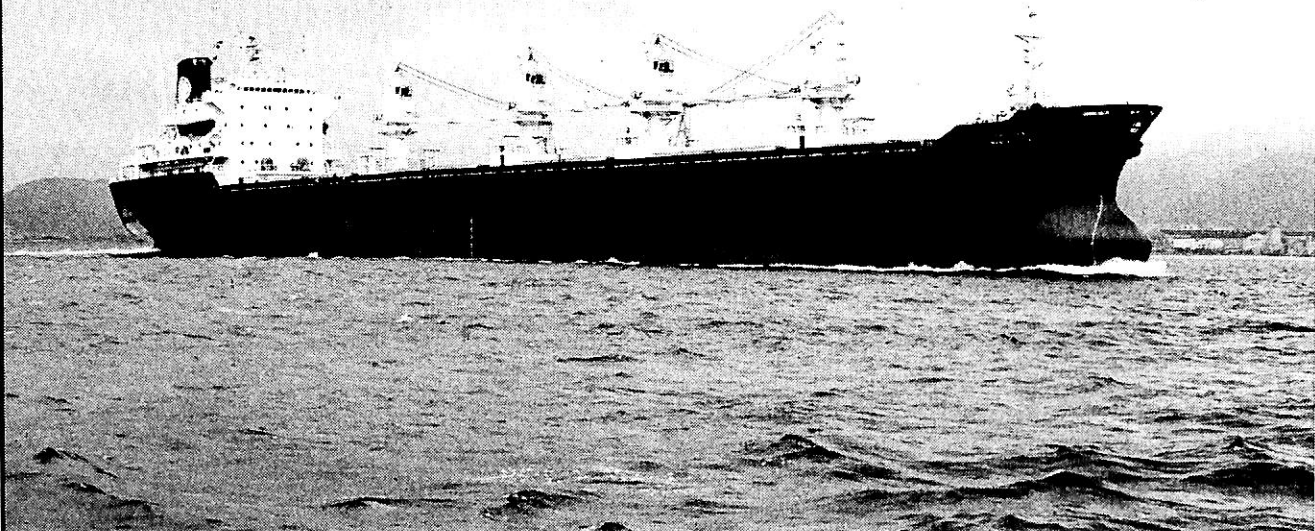
ワールド オーク  
輸出撒積貨物船 **WORLD OAK**

船主 Starboard Helm Shipping Ltd. (Hong Kong)  
 株式会社大阪造船所建造(第412番船) 起工 58-1-18 進水 58-6-6 竣工 58-9-30  
 全長 186.214m 垂線間長 178.00m 型幅 28.40m 型深 15.60m 満載喫水 11.250m  
 満載排水量 45,379t 総噸数 22,148T 純噸数 12,947T 載貨重量 37,531t  
 貨物艙容積(ベ)46,068m<sup>3</sup>(グ)46,939m<sup>3</sup> 艙口数 5 クレーン 25t×19m/min×5 燃料油槽 2,370.3m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 36.86t/day 清水槽 434.3m<sup>3</sup> 主機械 日立B&W8L55GA型(デ)機関×1  
 出力(連続最大)12,000PS(155rpm)(常用)10,900PS(150rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶  
 コクランコンポジット 7kg/cm<sup>2</sup>×1,400kg/h×1 発電機 大洋電機 587.5kVA×AC450V×60Hz×3φ×900rpm×3  
 (原)ダイハツ 690PS×900rpm×3 無線装置 送(主)1.2kW×1(補)180W×1 受(主)1(補)1 VHF  
 航海計器 デッカ ロラン オメガ レーダー 速力(試運転最大)17.884kn(満載航海)15.2kn 航続距離 19,400哩  
 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 43名 〇木材は艙内, 甲板上に約62,100m<sup>3</sup>搭載出来る。

エバー ゴーイング  
輸出コンテナ船 **EVER GOING**

船主 Evergoing Line S.A. (Panama)  
 石川島播磨重工業株式会社第一工場建造(第2818番船) 起工 58-3-24 進水 58-6-24 竣工 58-9-29  
 全長 202.500m 垂線間長 188.00m 型幅 32.200m 型深 18.650m 満載喫水 11.626m  
 総噸数 31,316T 純噸数 12,441T 載貨重量 34,150t 貨物艙容積(グ)58,263m<sup>3</sup> 艙口数 33  
 Cont. 搭載数 1,954TEU(20'換算) 燃料油槽 4,949.4m<sup>3</sup> 燃料消費量 71.3t/day 清水槽 382m<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 堅型煙管式油焚 7kg/cm<sup>2</sup>G×飽和×1.2t/h×1, 排エコ  
 大阪ボイラ 強制循環水管式 7kg/cm<sup>2</sup>G×飽和×1.5t/h×1 発電機(デ)700kW×60Hz×AC450V×720rpm×3  
 (原)ヤンマー 6GL-ST×3 無線装置(主)1.5kW×1(補)0.13kW×1 航海計器 ロラン レーダー  
 速力(試運転最大)23.00kn(満載航海)21.00kn 航続距離 28,500哩 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 25名





マンガル      デサイ  
輸出撒積貨物船      **MANGAL DESAI**

船主 Larsen & Toubro Ltd. (India)  
 内海造船株式会社瀬戸田工場建造(第477番船)      起工 58-3-30      進水 58-6-10      竣工 58-10-3  
 全長 185.00m      垂線間長 176.00m      型幅 23.10m      型深 14.65m      満載喫水 10.434m  
 総噸数 17,822T      純噸数 10,378T      載貨重量 28,788t      貨物艙容積(ベ) 33,917m<sup>3</sup>(グ) 39,552m<sup>3</sup>  
 艙口数 5      クレーン 25t×4      燃料油槽 2,025m<sup>3</sup>      燃料消費量 28.9t/day      清水槽 675m<sup>3</sup>  
 主機械 日立B&W 7L55GA型(デ)機関×1      出力(連続最大)9,290PS(149rpm)(常用)8,450PS(144rpm)  
 プロペラ 4翼1軸      補汽缶 2,000kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>      排エコ 1,650kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>      発電機(主)  
 西芝 675kVA×3 (原)ダイハツ 900PS×720rpm×3, (非)西芝 125kVA×1, (原)ダイハツ 150PS×1,800rpm×1  
 無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)160W×1      受(主)1 (補)1      VHF      航海計器 デッカ ロラン NNS  
 衝突予防装置 レーダー      速力(試運転最大)17.140kn (満載航海)14.5kn      航続距離 21,900浬  
 船級・区域資格 NV& IRS 遠洋      船型 凹甲板型      乗組員 55名

ロング      ビーチ  
輸出多目的貨物船      **C. C. LONG BEACH**

船主 Char Fong Marine (Panama) S. A. (Panama)  
 佐野安船渠株式会社水島造船所建造(第1057番船)      起工 57-3-26      進水 58-1-11      竣工 58-9-29  
 全長 166.40m      垂線間長 158.00m      型幅 27.60m      型深 13.40m      満載喫水 9.682m  
 満載排水量 33,638t      総噸数 17,098T      純噸数 9,905T      載貨重量 26,320t      貨物艙容積  
 (ベ) 32,983.3m<sup>3</sup>(グ) 34,202.0m<sup>3</sup>      艙口数 9      クレーン 25t×22mR, 35t×22mR各1, 25t(II)×22mR×2  
 Cont. 搭載数 1,022TEU      燃料油槽 1,995.4m<sup>3</sup>      燃料消費量 29.1t/day      清水槽 412.6m<sup>3</sup>  
 主機械 神発-三菱 6UEC60HA型(デ)機関×1      出力(連続最大)10,200PS(140rpm)(常用)9,180PS(135rpm)  
 プロペラ 4翼1軸      補汽缶 壺型煙管式7kg/cm<sup>2</sup>G×1,600kg/h×1      発電機 562.5kVA×AC450V×60Hz×3φ×3  
 (原)660PS×720rpm×3      無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)130W×1      受(主)NRD92A×1 (補)NRD61A×1  
 VHF      航海計器 ロラン NNS      衝突予防装置 レーダー      速力(試運転最大)17.9kn (満載航海)15.1kn  
 航続距離 23,000浬      船級・区域資格 NK 遠洋      船型 凹甲板船尾機関型      乗組員 27名      自動航法装置





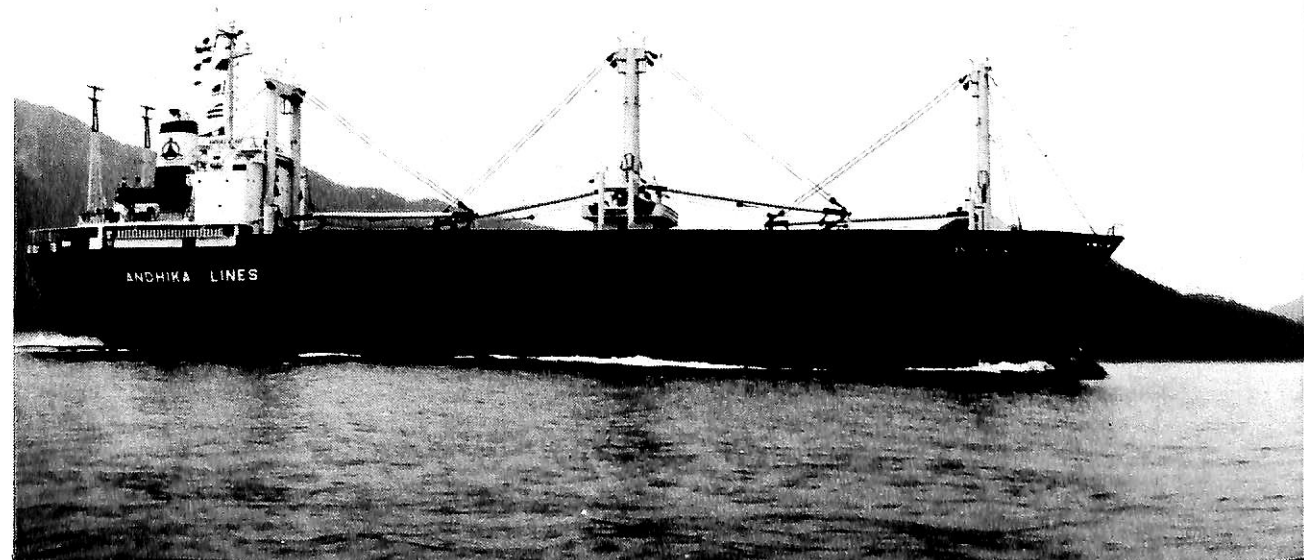


輸出自動車運搬船 蓉 YOHJIN 神

船主 Aquatic Monarch Lines Inc. (Monrovia)  
 株式会社金指造船所豊橋工場建造(第3001番船) 起工 58-4-7 進水 58-5-30 竣工 58-9-31  
 全長 164.00m 垂線間長 155.00m 型幅 28.00m 型深 10.96m 満載喫水 8.420m  
 満載排水量 21,259t 総噸数 29,933T 純噸数 24,119T 載貨重量 11,662t  
 Car 搭載数 3,070台 燃料油槽 2,191.59m<sup>3</sup> 燃料消費量 31.7t/day 清水槽 304.44m<sup>3</sup>  
 主機械 宇部-三菱 6UEC60HA型(テ)機関×1 出力(連続最大)10,800PS(128rpm) (常用)9,720PS  
 (124rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 SCBO15×1 発電機 大洋電機 850kVA×3  
 (原)ヤンマー 1,000PS×720rpm×3 無線装置 送(主)1.2kW×1 (補)130W×1 受(主)全波×1 (補)全波×1  
 船舶電話 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS レーダー 速力(試運転最大)19.783kn  
 (満載航海)18.0kn 航統距離 28,098浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 多層甲板型 乗組員 30名

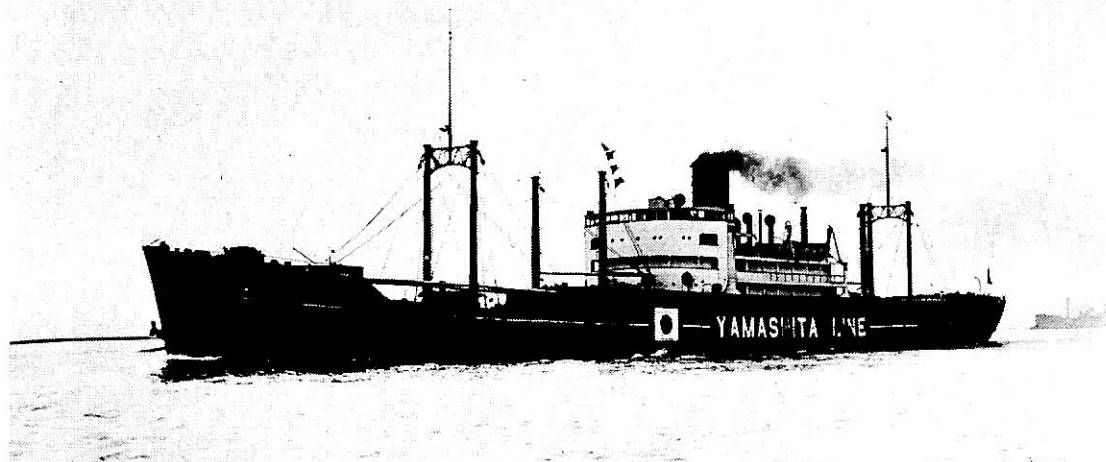
輸出貨物船 アンディカ ウィジャヤ ANDHIKA WIJAYA

船主 Iris Shipholding S.A. (Panama)  
 桧垣造船株式会社建造(第297番船) 起工 58-2-14 進水 58-6-11 竣工 58-7-21  
 全長 98.18m 垂線間長 89.95m 型幅 18.00m 型深 13.00/8.00m 満載喫水 7.544m  
 満載排水量 9,186.29t 総噸数 5,464T 純噸数 2,262T 載貨重量 6,845.77t  
 貨物艙容積(ベ)12,096.64m<sup>3</sup>(グ)13,070.29m<sup>3</sup> 艙口数 2 燃料油槽 629.09m<sup>3</sup> 燃料消費量  
 11.38t/day 清水槽 309.07m<sup>3</sup> 主機械 阪神 6EL40型(テ)機関×1 出力(連続最大)3,300PS  
 (240rpm) (常用)2,805PS(227rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 自然循環水管式堅型 VWS-800E  
 発電機 ヤンマー AC450V×350kVA×900rpm×3 無線装置 送(主)0.5kW×1 (補)75W×1 受(主)1  
 (補)1 VHF 航海計器 ロラン レーダー 速力(試運転最大)15.219kn (満載航海)12.0kn  
 航統距離 10,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 全通二層甲板船尾機関型 乗組員 27名他2名  
 同型船 Andhika Permata





貨物船 朝 風 丸 東大汽船(株)→山下汽船(株)



大阪鉄工所因島工場建造	船舶番号 44754	船舶信号 JPAM	起工 昭12-12-24
進水 13-9-10	竣工 13-11-28	垂線間長 128.0m	型幅 17.50m
満載喫水 8.39m	総噸数 6,517.06T	純噸数 3,879.0T	満載排水量 14,156.0t
載貨重量 10,160t	貨物艙容積 (ベ) 11,172㎡ (グ) 11,577㎡	主機械 日立製作所製衝動式併置複動2段減速	速力 (試運転最大) 15.9kn
装置付タービン機関×1	出力 (連続最大) 3,648 PS (計画) 3,100 PS	船級・区域資格 逓信省 第1級船 遠洋区域 BS, NS	鋼船 旅客 1等2名
(満載航海) 14.0kn	乗組員 50名 姉妹船 興進丸(岡田商船), 日産丸, 日立丸, 日威丸, 日朗丸, 日瑞丸(日産汽船)	船籍港 神戸	

昭和13年秋、大阪鉄工所(現日立造船)因島工場にて岡田商船の興進丸が完成した。同船はマイヤーフォーム型船首、巡洋艦型船尾を有する三島型船で、甲板上に木材積付装置を完備した中型の高性能の貨物船として注目された。本船は東大汽船の発注による同型船でその性能は高く評価され、これにひきつづいて日産汽船は6隻を発注、因島工場及び桜島工場にて続々と竣工した。その後日本の造船界は海軍艦艇の増強や、戦争による資材不足から貨物船の標準型化が計画された。これが所謂平時標準型船で、興進丸から始まった一連の同型船がそのひな型となって平時標準型船A型が生れた。

昭和13年9月10日午前11時因島にて進水、11月28日に完工した。完工後直ちに山下汽船に定期用船されて内地と北米間の不定期船となり、北米の木材の輸送に従事した。

昭和15年8月1日東大汽船は山下汽船と合併、本船も山下の所有となる。昭和15年12月16日海軍に徴用され呉鎮守府所属、海軍省直属の運炭船となる。

昭和16年11月5日付で南方部隊の給炭船となり、太平洋戦争開戦準備のため石炭6,000トン、潤滑油100トン、ボイラー油900トンを積み11月26日内地を出撃、南方の前進根拠地に進出した。

昭和17年4月10日付で南方部隊第2艦隊の配属となる。

昭和17年10月12日、北緯28度30分・東経137度28分小

笠原諸島の北西海上にて雷撃を受け航行不能となった給糧艦「間宮」を発見、本船はこれを曳航して10月17日佐伯へ到着した。

昭和17年の後半、連合軍の攻勢によりガダルカナル島の防衛が困難となり、軍では急ぎラバウル方面の防備を強化するため多くの部隊が内地や大陸方面から投入された。

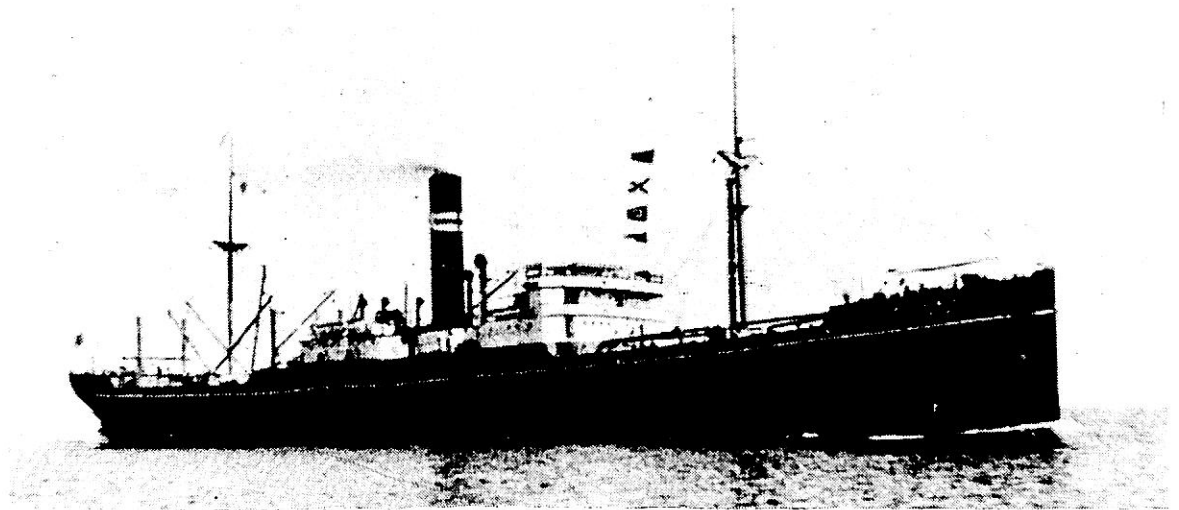
本船も昭和17年12月10日、乙1号輸送として呉第6特別陸戦隊、横須賀第7特別陸戦隊及び設営隊を乗せて桐川丸とともに駆逐艦「山雲」の護衛で横須賀を出港、12月22日ラバウルに部隊を揚陸した。

昭和18年5月11日には8号演習輸送のK511船団に加わり佐伯を出港、5月19日パラオ着、5月31日P531船団でパラオ発、6月9日佐伯にもどる。

昭和18年8月26日ラバウル発オ605船団で9月2日パラオ着、9月12日フ807船団でパラオ発9月27日佐伯にもどり新居浜に向う。

昭和18年10月9日横須賀発3009船団で駆逐艦「追風」の護衛のもとに10月14日トラック着、11月7日トラック発5075船団で11月13日クェゼリン着。12月5日クェゼリン島に停泊中、早朝よりアメリカ軍の戦爆連合50機の大空襲を受け、北緯9度0分・東経166度30分の地点にて沈没、乗組員19名が戦死した。

## 貨物船 はあぶる丸 大阪商船株式会社



大阪鉄工所因島工場建造 竣工 9-5-25	船舶番号 26757 垂線間長 124.13m	船舶信号 RVWG→JDLD 型幅 15.27m	進水 大9-4-23 型深 9.96m
満載喫水 7.89m	総噸数 5,821.0T	純噸数 3,450T	満載排水量 12,344t
載貨重量 8,651t	貨物艙容積(ベ)11,634m <sup>3</sup> (グ)12,821m <sup>3</sup>	主機械 三連成レシプロ機関×1	速力(試運転最大)14.16kn (航海)9.0kn
出力(連続最大)3,973PS (計画)3,000PS	船級・区域資格 逓信省 第1級船 ロイド100A1 LMC MS, BS 鋼船	乗組員 53名	旅客 1等6名
	姉妹船 へいぐ丸, はばな丸, ほのる丸, 蓬萊山丸	船籍港 大阪	

大正3年7月28日ヨーロッパに於て第1次世界大戦が勃発し、世界的に船腹不足は深刻となり各地の造船所は新造船の建造に大わらわとなった。その結果造船用鋼材は極度に品不足となり、アメリカは大正6年8月2日鉄材の輸出を禁止する命令を出すまでに至った。各船会社は、この際航路の拡張や高運賃による収益向上につとめたが、新造船の船価も異常に高騰し、鋼材の入手も困難で、新造船の建造は思うにまかせなかった。

そこで、大阪商船ではなんとか安価に新造船を建造すべく、それに必要な鋼材を直接アメリカミッドベール社に発注し、現地でこれを買付け、自社船で日本に輸送し、これを造船所に引渡して2クラス、8隻の新造船を建造した。

本船は、このうちへいぐ丸型の第3船として大正9年5月に因島にて完工し、大阪商船の欧州航路定期船として就航した。大正12年12月には、重油の安価な北米への配船にそなえて三連成レシプロ機関を石炭焚きから重油焚きに切替えるため大阪鉄工所因島工場に入渠し、ウォールセンドハウデン式低圧重油燃焼装置を取付け、大正13年よりニューヨーク航路に配船された。

昭和5年に入るとニューヨーク急航線が開設され高速の新造船が続々とこの航路に投入されるに及び、本船も昭和5年ひまらや丸、せれべす丸が撤退したボンベイ線に配船された。昭和9年には日本カルカット線に配船さ

れたが間もなく昭和12年7月、日中戦争とともに陸軍軍用船となる。

昭和16年10月再び陸軍に徴用され軍用船となり、南満州コロ島より第14軍団の一部を基隆に輸送、その他大陸各地から集結してきた第14軍団の大部隊を乗せた輸送船は高雄、基隆、馬公を12月17日夜一斉に出撃、84隻の大船団が南支那海にて合流し、本船は第1輸送船隊第1分隊に属し、12月22日リングエン湾に進入、アリンガイ河南方に投錨、部隊を揚陸した。昭和17年2月には、マニラ占領を終えた第48師団を乗せてホロ島に進出、19日午前9時39隻の大船団でホロ島を出撃、3月1日午前7時50分東部ジャワ島クラガンに部隊を揚陸。その後シンガポールとジャカルタ間で輸送任務につき、4月にはラングーン、5月ジャカルタ、6月マニラを経て、7月16日門司に帰る。昭和19年3月20日在満州の独立工兵9連隊を乗せて釜山を出港、横浜にて大陸より中部太平洋に増強される部隊を乗せた東松4号船団に加わり26隻の船団で東京湾を出撃、4月15日トラック島に部隊を揚陸して、4月23日東京にもどる。昭和19年5月30日館山より第43師団の歩兵第118連隊などをのせて3530船団4隻で出撃、サイパンに向う途中、6月6日サイパンの北西200哩にて米潜Pintado (SS-387)の雷撃を受けて大火災となり沈没した。北緯16度28分・東経142度16分の地点であった。

(本誌36巻9号29頁 商船の映像(2)を参照)

# 商船の映像 (7)

Image of Merchant Ships as an element of seascape.

野間 恒  
H · N O M A

## ゲイラード・カットを 通過する商船 (1)

### Merchant ships transiting Gaillard Cut

この項では、パナマ運河の太平洋側に近い南東部にあるゲイラード・カットの情景を紹介しよう。このカットはシャグレス河の河口にあるガンボアからペドロ・ミゲル閘門にいたる延長13キロ、幅150メートル(底幅90メートル)の彎曲した水路から出来ている。この狭水路は、パナマ運河通過船にとり最も緊張する区間であるとともに、乗客にとっては、雄大でスリルある景観に息を呑むような昇竜を覚える部分である。

この個所にはクレブラ山という岩山が横たわっていたので、その部分の工事は最大の難工事であった。掘削工事中には大きな地崩れに幾度も見舞われ、多くの人命が失われた。この地崩れは運河開通後も起り、船舶の通航が度々妨げられたので、運河会社は浚深船を近くに配置するのを常としていた。このカットは工事中にはクレブラ・カットと呼ばれていたが、この地区の掘削工事を指揮し、運河完成を見ずに倒れたゲイラード陸軍大佐

David Du Bois Gaillard (1859—1913) の名をとり、ゲイラード・カットと改められた。筆者も数年前パナマ運河を通航したが、かような雄大な土木工事を成し遂げた人間の英知と努力に感銘をうけた。

### “エンプレス・オブ・オーストラリア”



写真はイギリス商船エンプレス・オブ・オーストラリア EMPRESS OF AUSTRALIA (21,860総トン、1919～52)がゲイラード・カットを通航中の光景である。本船はドイツ客船テイルピッツ TIRPITZ として進水したが、第一次大戦のため未完成のまま連合国側へ引き渡された。1921年カナディアン・パシフィック・ラインに購入され、1922年エンプレス・オブ・オーストラリアと改名、新装なって同年6月2日イギリスを出発、パナマ運河を経由して7月19日バンクーバーに到着した。こ

の写真はその時(7月6日通過)のものである。それから太平洋横断サービス(5年間)、北大西洋横断航路とクルーzing(12年間)に従事した。第二次大戦中は兵員輸送船として活躍後、1952年に解体された。1923年9月1日関東大震災発生当時、横浜出帆直前の本船が1週間日本に留まり、罹災者救助に活躍したことは有名である。写真の場所はゲイラード・カット南端のパライン付近である。水路幅を広げるためか、多数の作業船が北岸に係留されているのが見える。

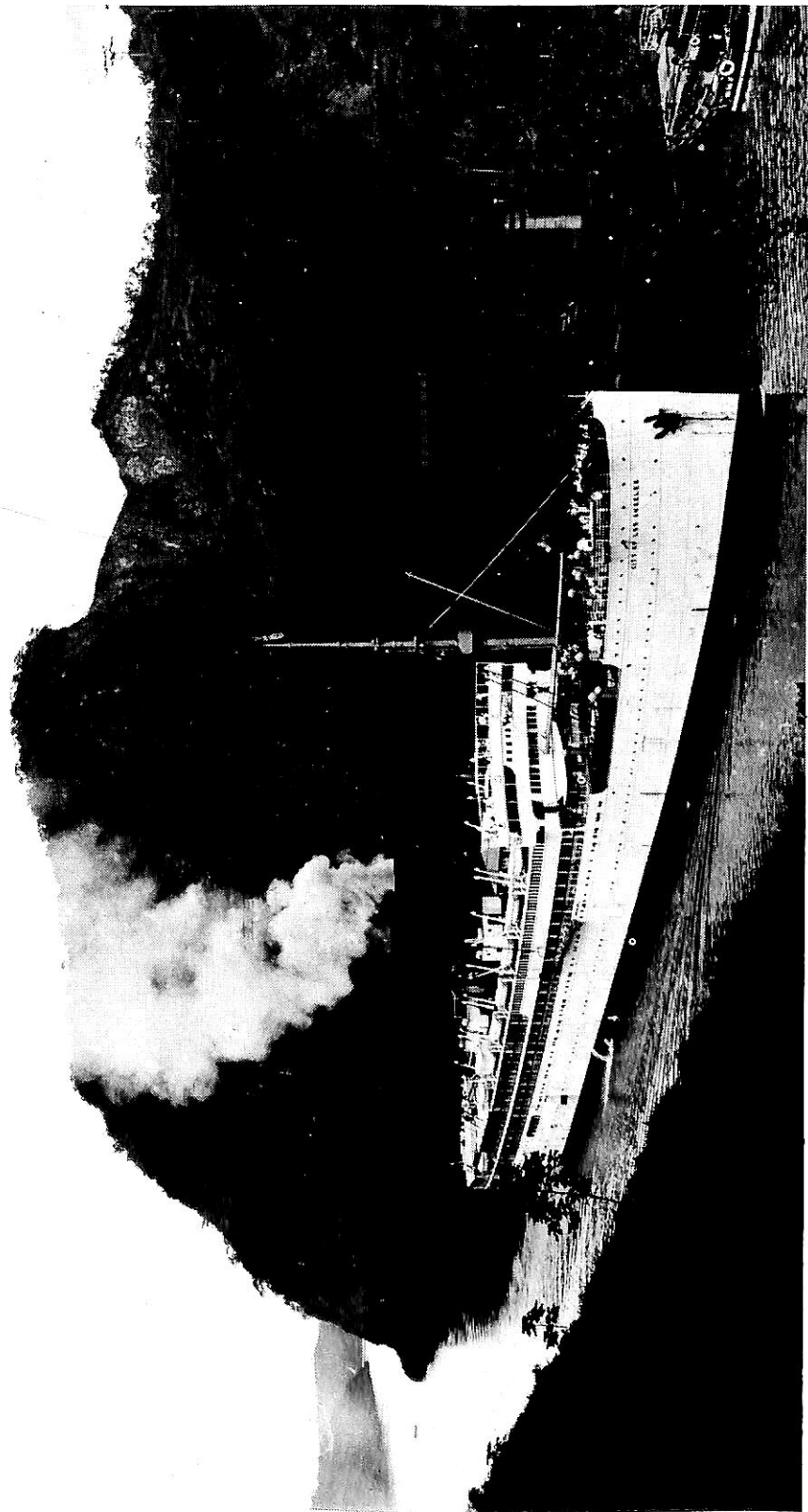
## “シテイ・オブ・ロス・アンゼルス”

写真はアメリカ商船シテイ・オブ・ロス・アンゼルス CITY OF LOS ANGELES (12,642総トン, 1900~37)が、ゲイラード・カットの半ばを通過しているところである。この場所は運河工事のなかで最も困難をきわめたところであり、標高200メートルもの山を開削して掘ったわけだから、如何に夥しい量の土砂を取り除いたか想像に余りある。掘削土砂の運搬は、底地に幾條も敷設した鉄道でおこなわれている。通航中のシテイ・オブ・ロス・アンゼルスは、もともと北ドイツ・ロイド社のグローセ・クルフルスト GROSSE KURFURST と

(Photos : Panama Canal Co.)

呼ばれた客船で、北大西洋航路と薩州線に交互に就航していた。第一次大戦中はニューヨークに難を逃れていたが、1917年アメリカ参戦で接収され、イオラス AEOLUS と改名し、米海軍輸送船となった。1923年にはロス・アンゼルス・ステイム・シップ社へ移り頭記の船名になり、翌年からロサンゼルス〜ホノルルの定期航路に使われた。

写真撮影の時期は定かでないが、東海岸から西海岸へ回航(1922年か1924年)の途中と思われる。







安全・迅速・丁寧をお約束する

貴船のパートナー・ドック

**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	499G/T 貨物船並びにタンカー	3 隻
	11m × 80m × 1 基	199G/T 貨物船並びにタンカー	6 隻
	24m × 45m × 1 基	30~60 タグボート	3 隻
	13m × 45m × 1 基	700t 積解	50 隻
乾ドック	21m × 80m × 7m × 1 基 排水 / 2 時間 注水 / 1 時間 20 分	作業用台船	10 隻
		その他各種船の製造及び修理	
		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 / 東京都千代田区丸の内 1 丁目 2 番 1 号 東京海上ビル新館 1516 号 〒100 TEL03(211)4861 FAX03-211-4862

## 1月のニュース解説

米 田 博

## 海運・造船日誌

12月15日～1月20日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

12月

18日●第37回総選挙が行なわれた。投票率 67.94 %。開(日)票の結果、新議席は自民党 250、社会党 112、公明党 58、民社党 38、共産党 26、新自由クラブ 8、社民連 3、無所属 16。自民党の大敗となった。

20日○ジャパンラインが、タンカー部門を新会社へ切り(火)離し、乗組員も大幅に人員整理する、との再建策を労働組合に示した。

●P L Oの内部抗争に敗れたアラファト議長派は、同議長を含む 4,000 人の兵士がギリシャ船 5 隻に分乗してアルジェリア、北イエメンなどへ向け出発した。

22日●ベイルートの中心街で爆発事件が 2 件相次ぎ、仏(木)兵を含む 14 人が死亡し、40 人前後が負傷した。

23日○運輸省は昭和 58 年度運輸経済年次報告(運輸白書)(金)を発表した。

26日●中曽根首相は、新自由クラブの田川誠一代表と会(月)談し、政治倫理確立など 4 項目の政策協定を結び、国内統一党派「自民党・新自由国民連合」の結成に合意した。この提携で与党の衆院勢力は 267 議席となった。

●政府は臨時閣議で第 1 次中曽根内閣の総辞職を決定した。特別国会はまず衆院本会議で、議長に自民党の福永健司氏、副議長に社会党の勝間田清一氏を選出した。衆参両院本会議での首相指名選挙で中曽根氏が首相に再指名された。首相は田中六助幹事長ら自民党新三役を決め、引続き組閣を終えた。新内閣は自民・新自ク連合内閣となり、田川誠一新自ク代表が自治相・国家公安委員長として入閣することとなった。運輸相は細田吉蔵氏。

27日●第 2 次中曽根内閣は皇居で首相の親任式、各閣僚の認証式が行なわれ、正式にスタートした。

28日●米国は、国連教育科学文化機関(ユネスコ)本部(水)に対し 1985 年 1 月 1 日付で脱退する、と通告した。ユネスコが政治的に偏向しているなどを理由としている。

1月

1日●ボルネオ島北部の英自治領ブルネイが 96 年にわた(日)る英国の統治に終止符を打ち、完全独立した。7 日にジャカルタで開かれる A S E A N 外相会議で A S E A N 6 番目の加盟国として参加を認められた。

8日●ニカラグア、エルサルバドルなど 5 カ国はパナマ(日)で開いた外相会議で、コンタドーラ・グループが提唱していた和平案を部分修正のうえ承認し、ニカラグア革命政権と他の親米 4 カ国間で地域紛争解決に向けた具体的な合意が成立した。

9日●東京証券取引所株式第一部のダウ平均株価は、史(月)上初の 1 万円の大台に乗せた。

17日○自民党科学技術部会(林寛子部会長)は、原子力(火)船「むつ」を廃船にすることを決め、藤尾正行政調会長に申し入れた。18日の自民党総務会ではこれに対して批判が出、同党執行部は部会決定手続きに欠陥があったことを認め、廃船問題の扱いを政調正副会長会議などで改めて慎重に検討し、党三役が最終結論を出すこととした。

●ストックホルムで 35 カ国による欧州軍縮会議が始まった。

18日●三井石炭鉱業三池鉱業所・有明鉱で抗内火災が起(水)き死者 83 名を数えた。

19日●政府は経済対策閣僚会議と、その後の臨時閣議で(木)「59 年度の経済見通しと経済運営の基本的態度」を決定した。それによると、来年度の日本経済は個人消費や民間設備投資がけん引力となって景気の持続的拡大が見込まれるため、名目経済成長率 5.9%、実質成長率 4.1%と、実質では 4 年ぶりに 4 %台を回復する見通しとなっている。また物価上昇率は卸売物価が 1.0%、消費者物価が 2.8%と引き続き落ち着いた水準にとどまるとみている。

20日●大蔵省は、一般会計総額 50兆 6,272 億円の 59 年度(金)予算大蔵原案を策定し、臨時閣議に報告、了解を得たのち、各省庁に内示した。

## 景気回復しても海運造船は不況

## 1984年の市況観測

12月18日の第37回総選挙は戦後最低の67.96%という投票率となり、開票の結果自民党公認は過半数を割る250議席にとどまって大幅に後退した。野党側は、社会党が112議席、公明党は58議席、民社党は38議席にそれぞれ勢力を伸ばした反面、共産党は26議席、新自由クラブは8議席へとやや後退し、社民連は3議席で変わらず、無所属は16議席であった。その後自民党は、保守系無所属の当選者9人を追加公認してようやく過半数を確保した。今回の選挙では田中角栄元首相個人は22万票を獲得して野坂昭如氏の批判立候補に対応したものの、国民全般は政治倫理問題をあいまいにしたまま衆院解散総選挙とした自民党に対して鮮烈に意思表示したといえよう。

自民党内部では中曽根首相の選挙敗北責任を追及する声もあったが、結局中曽根氏が引続き政権を担当することとなった。中曽根首相は12月26日新自由クラブと政治倫理確立など4項目の政策協定を結び、国会内統一会派「自民党・新自由国民連合」の結成に合意した。この提携で与党の衆院勢力は267議席となり、総選挙後の「与野党伯仲」は「安定多数」に近い状況となった。

12月26日組閣を終って、第2次中曽根内閣は27日に正式発足したが、運輸大臣は細田吉蔵氏となった。経済閣僚は外務大臣安倍晋太郎、大蔵大臣竹下登、通産大臣小此木彦三郎、経済企画庁長官河本敏夫、農水大臣山村新治郎の諸氏であったが、最も注目すべきは新自由クラブ代表田川誠一氏が自治大臣として入閣し、自民党結党以来初の連立内閣となったことである。

こうした政治日程のため政府予算案の策定は年を越したが、選挙終了後の個人所得税、住民税の減税を法人税、間接税等の増税等で穴埋めしようとの政府の意向が次第に明らかになり、公共料金を始めとする各種値上げ案が次々と出され、1984年の国民生活は可成り大きな影響を受ける気配となった。

世界の景気は米国を起爆地として可成り上向いた感が強まっている。これを反映して日本の年始株式市場も強気で出発し、1月9日には東京証券取引所株式第一部のダウ平均株価は、史上初の1万円の大台に乗せた。

恒例の新年における海運造船各社社長の挨拶は昨新年

にくらべるとやや明るかったといえるが、全般的には暗い調子であった。一言でいえば、その内容は「本年は内外の景気情勢に若干の明るさがみえてきたが、海運の3部門同時不況はなお続くものと思われ、従って造船も不況から脱し得ないであろう。」というものである。

熊谷清船主協会々長、小野晋日本郵船社長、近藤鎮雄大阪商社三井船舶社長の年頭の辞を総合すると、1984年における海運の問題点は、わが国海上貨物をめぐる環境に構造的変化が起きたことに最も多く起因するとしている。これは、わが国産業構造の高度化、高付加価値化の進展に伴い、素材産業の原材料の輸入が減少する一方、エレクトロニクス関連製品等いわゆる軽薄短小の高付加価値製品の輸出が増え、さらには、日本企業の海外進出がめざましく、販売拠点型から現地生産型へ変わりつつあり、いずれも海上貨物の量的増加に直接結びついていないということである。

この、わが国海上貨物をめぐる環境の構造的変化は、1974年の営業3部門に次のような影響を与えようとしている。

構造的変化の影響を最も強く受けているのは定期船部門である。これについて熊谷船協会長は次のように述べている。

「最も深刻な状況にあるのは、定期船の不況である。不況のパターンは従来のそれとは異なり、構造的な問題を内蔵している。すなわち海上貨物の回復が得られても、運賃水準の低下が著しく、収益は全航路にわたって悪化している。そして、発展途上国海運による自国海運保護、中進国海運の低コストを武器とする低価格競争、東欧圏諸国海運の非商業的盟外活動、米国の海運政策による同盟機能の低下等が複雑にからみあって、問題の解決をより難しくしている。」

不定期船部門では、世界経済の景気回復によりある程度の海上貨物の増加が予想されるが、船腹量の増加がそれを上回り、不定期船市況は昨年に引き続き低迷するとみられている。小野、近藤両社長はこれをやや具体的に表現し、「鉄鋼を始めとする素材産業全般の冷え込みの影響を受けて荷動き量が伸び悩み、その半面、新造船完工の増加により船腹需給バランスはさらに悪化しており、市況低迷からの脱出は当面望めそうもない。」としている。

タンカー部門については、昨年中に2,400万トンのタンカーがスクラップされたが、いまだ6,000万トンに及ぶ係船があり、需要も省エネルギーの進展により石油の海上荷動き量が低迷する一方で、中東の国際情勢如何にもよるが市況の回復に大きな期待がもてない、としている。

## 海洋開発産業時代への動き

海運の1984年展望がこのような悲観的であるので、造船の年頭展望も等しく沈滞ムードであったが、最近の造船各社の取組みをみると、大型海洋構造物の需要掘りおこしに可成りの期待をもっていることがうかがえる。そのあらわれが造船業における大型海洋構造物建造用大型方形ドック建設の機運であり、海洋開発事業部門組織の拡充整備である。

造船業がこのように海洋開発部門強化に強い関心を持つようになったのは、原子力や宇宙開発とならぶ知識集約型の巨大システム産業である海洋開発産業が、二度の石油ショックで低迷を余儀なくされたにもかかわらず、いよいよ本格的に開花し始めた、との認識が、造船会社に対する内外の需要家からの引合いなどでくみとられているものと思われる。本誌の昨年12月号「11月のニュース解説」でふれたように、海洋産業とは、海洋空間利用、海洋エネルギー利用、海水・海底資源開発、海洋生物資源開発、海洋環境保全等とその具体的内容としており、東京大学など日本の大学の船舶工学科も21世紀に向けて他の分野との学際研究を推進する必要があるとしているものである。

海洋開発産業として将来が期待されているもののうち最も手近にあるのはリグである。昨年一年はリグを中心にした海洋機器の業界では新規商談は殆どなかったが、ことし後半にはリグ商談が活発になりそうだとわれている。これらはほとんどが北極海などの氷海、あるいは深海用で、従来のリグでは対応できない「零下50℃の極低温にも耐えうる鋼材、溶着法で建造する特別仕様のリグ」などが期待されているようで、北極海、カリフォルニア沖、サハリン沖、ボンベイ沖、北海などの海域で、海底石油の試掘用や生産用の人工島ともいふべき、長さ、巾とも100メートルを超える大型リグの需要が出るものとされている。最近大手造船所が競って大型の海洋構造物専用ドックを建設しようとしているのは、このような需要動向を先取りしようとしているものであるが、先に超大型タンカー建造ドックの過剰建設が行なわれたことの二の舞になることをあやぶんでいる向きが多い。

リグの次に需要が出そうだとされているのが海底石油生産装置であり、その他に研究課題とされているものに人工島による海上都市の建設、マンガン団塊の採取、海洋エネルギーの利用、水産資源の増殖等がある。

運輸省は毎年10～12月に運輸経済年次報告(運輸白書)を出している。昭和58年度については年末選挙の関係で

白書の閣議承認が遅れ、12月23日に漸く発表した。この運輸白書では随所に海洋開発に関連するテーマを取りあげているので、その主なものをピックアップして紹介しておく。

### 〔氷海用船舶〕

運輸省は、厳しい自然環境下にある資源の開発利用に当たって必要とされる氷海用石油掘削船並びに氷海用船舶及びその運航援助システムの開発を、船舶技術研究所を中心として、民間企業及び海外との協力を図りつつ進めている。

### 〔海洋空間利用技術の開発〕

運輸省は従来から港湾土木技術、造船技術等を駆使して、各種海洋空間利用技術の開発を推進してきており、これまでの臨海部埋立てによる海洋空間利用から、沖縄アクアポリス、長崎空港、神戸ポートアイランド等にみられる海洋構造物および沿岸人工島の建設による、より沖合の海洋空間利用への技術の革新を図ってきている。57年度は水深50～100メートルの沖合大水深海域に立地可能な「沖合人工島に関する調査」を前年度に引き続き行い、自然条件、土木構造物、浮体構造物・プラント着底構造物等の人工島築造に係る技術課題の抽出・整理を行い、実証実験のあり方を含めて検討を行った。

また、海洋空間利用のための技術課題解決の一環として、「海洋構造物による海洋空間等の有効利用に関する研究」に参画し、波浪に対する構造強度の確保、構造材料の腐食対策、構造物の沖合での係留技術、大水深における施工システム技術等各種技術課題についての研究開発を行った。

### 海洋開発機器の整備に対する日本開発銀行の融資実績

区分	年度	56	57	58(見込み)
海底石油掘削装置		3,800百万円	—	1,520百万円
海上作業設備		—	350百万円	—

### 我が国で建造された主要な海洋機器 (竣工基数)

区分	年度	50	55	56
海洋調査船		3	16	6
特殊運搬船		3	1	2
潜水作業船		1	0	3
石油掘削船		5	13	15
生産プラットフォーム		1	8	8
海域利用構造物		2	7	10

注 (1) 運輸省船舶局調べによる。(2) 特殊運搬船とは、潜水式貨物運搬船、ラウンチング・バージ等をいう。(3) 海域利用構造物とは洋上プラント、洋上居住施設等をいう。



●新造船紹介

## 高性能RO/RO兼LO/LO式貨物船

### “TANA”

常石造船株式会社 基本設計部

#### 1. まえがき

本船は、関兵精麦株式会社の注文により当社において建造されたRO/RO兼LO/LO貨物船の同型二隻の第一番船で、昭和57年12月23日起工、昭和58年3月4日進水、そして海上公試運転等にて性能確認されたのち、昭和58年8月5日竣工し、船主に引渡された。

当社では4年前に、同じ船主の注文によるRO/RO兼LO/LO貨物船二隻を建造しており、今回は前船の運航実績に基づいてさらに大型化し、20'コンテナ換算で約150個分の積載能力増強のため長さおよび幅の拡張を図ると共に、荷役効率の改善のため40トン2基のシンクロクレーンの採用、船尾ランプの大型化を含め、船殻構造、荷役装置等の全面的な改良を行った。

さらに本船は、機関プラントに一層の省エネおよび高信頼化仕様を取入れ、また、船型も当社開発の高性能経済船型(TESS船型)を採用することにより、推進性能向上並びに十分な復原性を確保することができ、省エネに対して多大な成果をあげることができた。

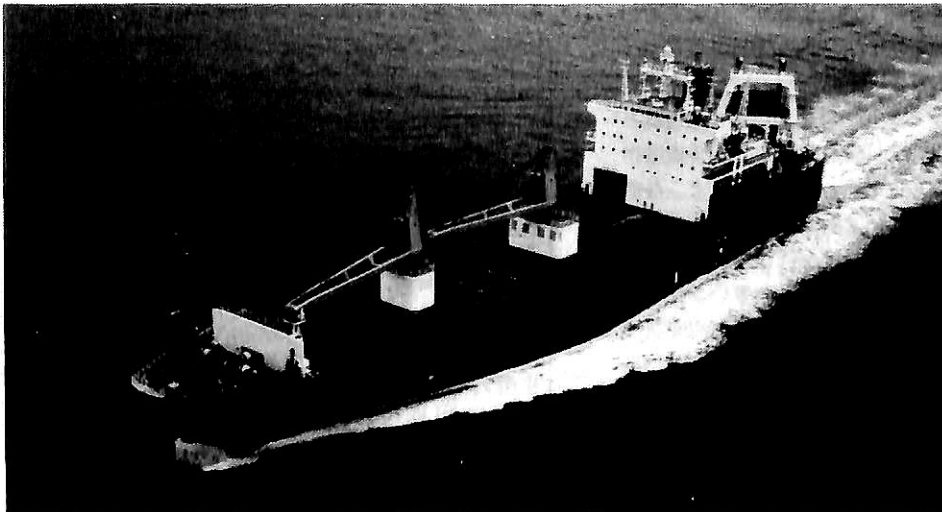
なお、第二番船“TAKORAD1”は本年1月23日に引渡された。

#### 2. 船体部主要目等

全長	165.00 m
垂線間長	153.00 m
幅(型)	27.00 m
深さ(型)	17.25 m
夏期満載喫水	9.00 m
国際総トン数	19,789 T
航海区域	遠洋航海
船級 NK, NS* (Equipped for Carriage of Vehicles), MNS*, "M0"	
載貨重量	14,454 t
載貨能力	
コンテナ積載個数(20'コンテナ換算)	792個
大型トレーラー積載台数	114台
航海速度	17.0 kn
航続距離	約17,200 浬
燃料消費量	約34.6 t/day
最大乗組員	35名

#### 3. 船体部概要

本船は、ROLL-ON/OFFとLIFT-ON/OFF



RO/RO兼LO/LO  
式貨物船  
“TANA”

方式を組合わせ、荷役効率を最大限に生かせるように船殻構造および荷役装置の配置等を十分考慮し、貨物艙は二重船側構造を全面的に採用することにより横置隔壁を一切設けず、一般配置図に示すようにトレーラー甲板およびタンクトップに十分な全通の貨物積載スペースを確保した。さらに、上甲板上の居住区後方にも貨物積載が出来るように、居住区下部に通路兼貨物積載スペースを設けた。

本船の対象貨物は主としてコンテナ、パッケージドカーゴ、トレーラーであり、艙内は20'または40'コンテナをフォークリフトにて2段積み（艙口下はクレーンにより3段積み）が出来るようなクリアハイトを有し、トレーラーなど車輛の走行および貨物の積付けを考慮して船殻構造を計画している。上甲板にはクレーンによって20'または40'コンテナで3段積みまで積載可能であり、20'冷凍コンテナも50個（40'では20個）積載出来る。

トレーラーおよびフォークリフトはスターンランプから直接トレーラー甲板および上甲板に乗り込めるように、上甲板へは固定式スロープウェイを設け、上甲板上の出入口に上下スライド式のスロープウェイドアを装備した。また、トレーラー甲板とタンクトップ間には、60トンカーゴリフトを配置し、タンクトップの車輛およびコンテナの昇降を行うようにしている。そして、上甲板上に配置した2基の40トンデッキクレーンを使用して、上甲板はもちろん、直接タンクトップまで荷役が出来るように、ハッチカバーおよびカーゴリフトを配置している。

船首水密隔壁後方には、バウスラスタを装備し、出入港時における操縦性の向上を図っている。

#### 4. 船殻構造

先に述べたように、本船に二重船側構造を採用して全通の貨物艙を確保すると共に、車輛走行および貨物積載の面からピラーはデッキクレーン下部とカーゴリフトサイドのみとなるように設計した。また、クリアハイトを最大限に取るためデッキガーダーをボックス構造にするなど十分注意を払い、艙内縦通隔壁は積付に便利のように、甲板面に対して垂直としている。

本船は、居住区下部両舷に車輛走行用の開口を有していることから居住区の振動が若干懸念されたが、初期推定通り問題の無い結果を得ることが出来た。

#### 5. 船体艙装

##### 5・1 スターンランプ

船尾右舷には大型のスターンランプを装備しており、このランプは150トントレーラーの走行が可能で、オー

トテンション機構により岸壁にかかる荷重を $2\text{ t/m}^2$ 以下に保つようになっている。また、安全性向上のためランプの開口部には油圧ヒンジアップ式水密扉を装備している。

##### スターンランプ

寸法 8.00 m / 12.00 m (W) × 33.00 m (L)

設計荷重 150 t トレーラー 1台走行

##### スターンドア

開口寸法 12.00 m (W) × 6.025 m (H)

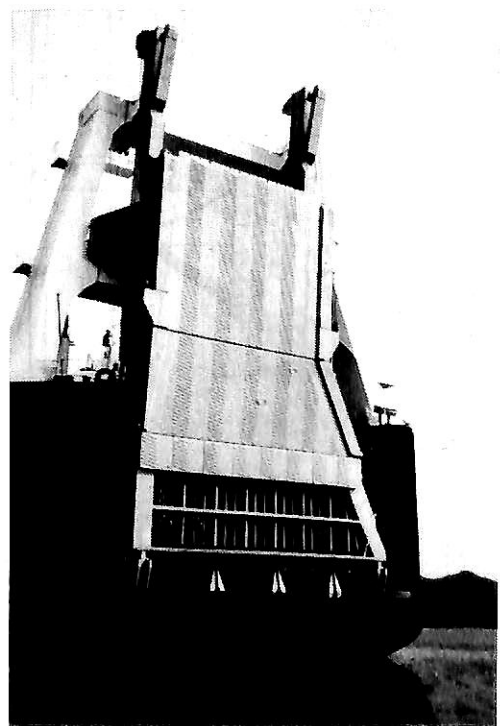
##### 5・2 デッキクレーン

LO / LO荷役のため、世界最大級の40トンシングルクレーン2基を上甲板に装備している。2基の40トンシングルクレーンは電動サイリスタレオナード式で、マイクロコンピューターによるシンクロ荷役を行うことが出来、ヘビーデリック並の最大80トンの吊上げ能力を持っている。

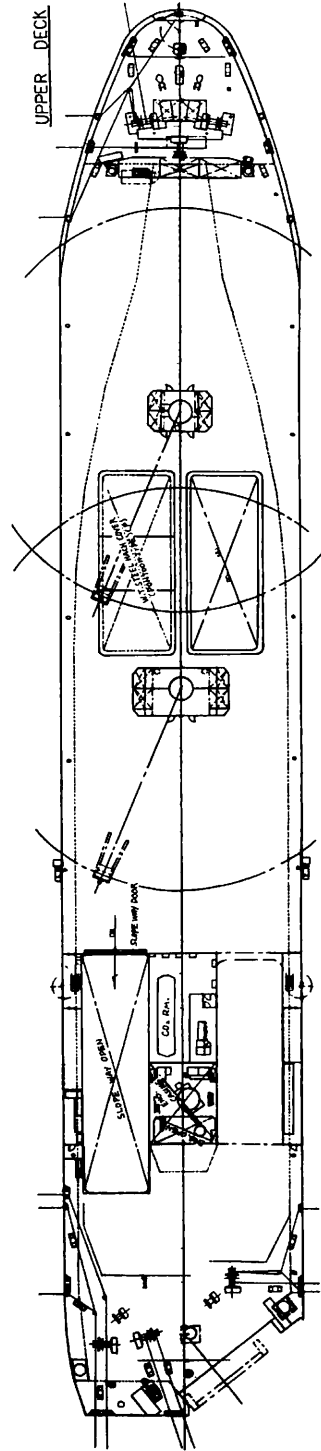
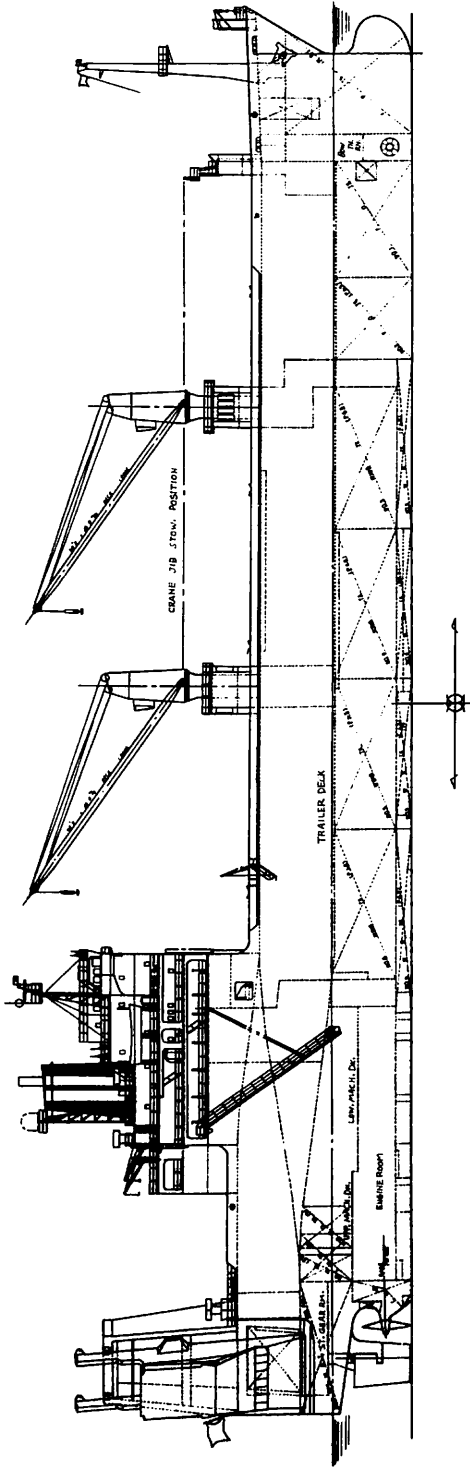
##### 5・3 ハッチカバー

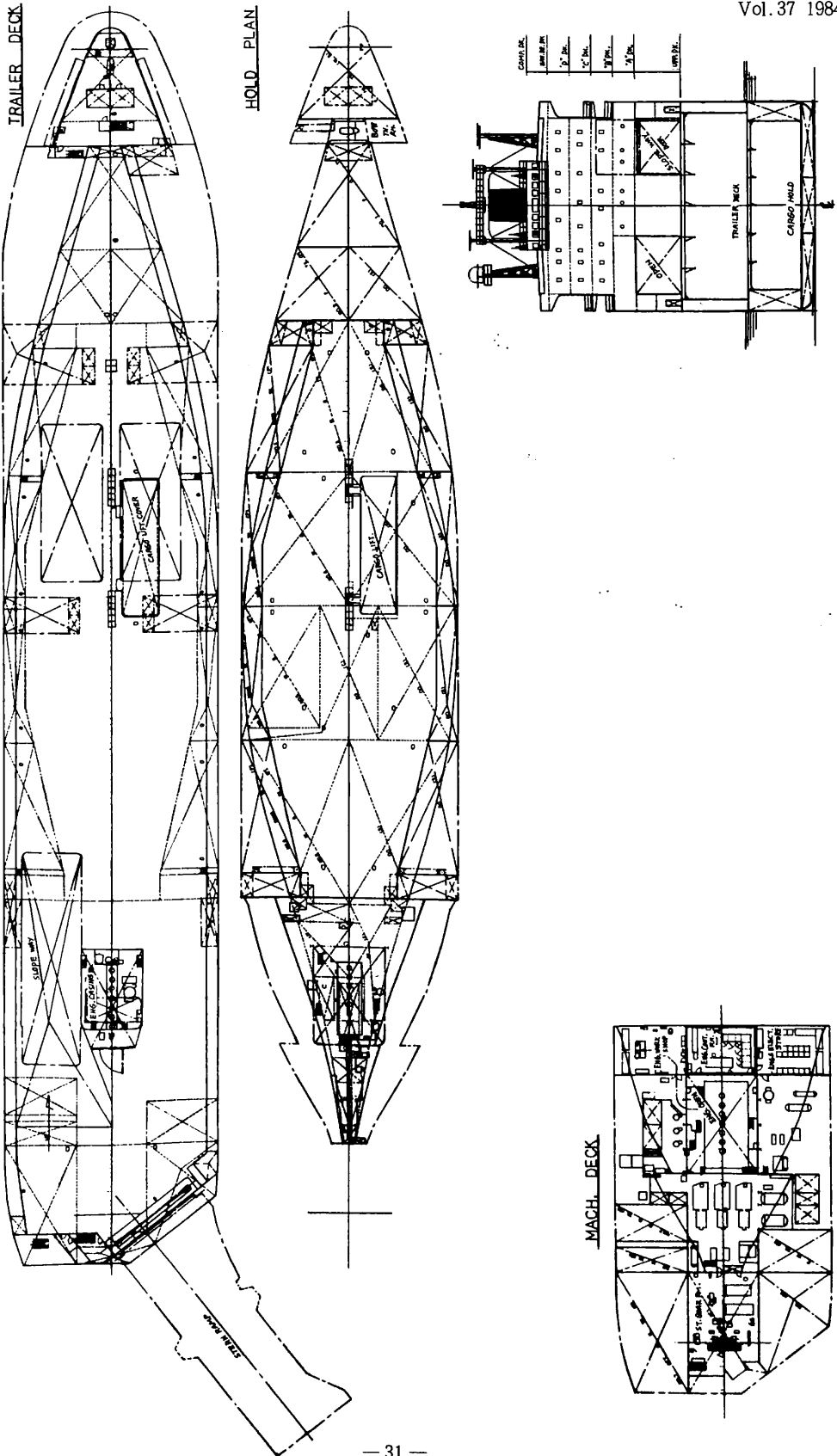
本船のハッチカバーは水密フラッシュ型ポンツーンで、上甲板に2列に配置し、手動スクリュークリートによる締めつけとしている。このハッチカバーは、コンテナ荷重および車輛走行に耐え得る強度と水密性を持たせるようにしている。

開口寸法 20.60 m (L) × 7.80 (W) × 2列



スターンランプ 150 t トレーラー走行可能





関兵精麦向け高性能 RO/RO 兼 LO/LO 式貨物船 "TANA" 一般配置図  
常石造船建造



5・4 カーゴリフト

カーゴリフトは油圧シリンダー駆動とし、トレーラー甲板とタンクトップ間の荷役に使用される。また、車輛走行の障害となるカーゴリフトのガイドピラーを少なくするため、カンチレバー方式を採用した。このカーゴリフトはタンクトップに格納され、トレーラー甲板開口部は油圧シリンダー操作の気密ヒンジ式リフトカバーを設けている。

寸法 18.00 m (L) × 4.51 m (W)

荷重 60 t × 7 m/min

5・5 油圧源供給システム

本船の揚錨機、係船機、およびRO/RO装置（スターンランプを除く）はすべて油圧源を共通としたメインラインシステムとして、スペースの節約および配管の減少を図っている。なお、スターンランプにはオートテンションウインチの使用上から専用の油圧源を設けた。

5・6 コンテナおよびトレーラー固縛装置

コンテナの固縛は、取外し式ポジショニングコーンまたはツイストロックにより行うものとし、RO/RO、LO/LOの両方式の積付に対し有効に配置している。

トレーラーの固縛は、縦・横各々5フィート間隔に配置したクローバーリーフを使用し、チェーンにて行う。

クローバーリーフ、コンテナソケット等の金物は、すべて埋込み型とし、荷役の障害とならないよう考慮している。

5・7 ヒールコントロールシステム

本船は、No.5 ウイングバラストタンクを荷役中のヒール調整用として使用しており、荷役時船体ヒール角が2°



甲板上の40t シングルクレーン（2基：組合せると最大80t 吊り可能）

以上になると自動的にヒール調整を行うシステムとなっている。

5・8 通風装置

本船は、長大な貨物艙を有しているため空気の流れを入念に検討した上、通風機の容量および配置を決定している。また車輛の走行性およびスペースを確保するよう、艙内の通風ダクトは二重船側構造内を通してはいるが、ダクト部は船側の二重構造が途切れるため、満載喫水線下の開口部には、遠隔操作による上下スライド式水密ダンパーを設け船舶の安全性の向上を図っている。

6. 機関部

6・1 機関部主要目

(1) 主機関

神戸発動機 7 UEC 60 HA (Derated)

単動クロスヘッド過給気付ディーゼル機関

1基

連続最大出力 12,600 PS × 128 rpm

常用出力 10,710 PS × 121 rpm

(2) プロペラ

5翼1体型 ニッケルアルミ青銅 1基

直径×ピッチ 5,340 mm × 4,905 mm

(3) 発電機関

YANMAR 6 GL-ET 3基

1,200 PS × 800 kW × 720 rpm

(4) 補助ボイラ

堅型コンポジット型 1基

油だき側 1,300 kg/h × 7 kg/cm<sup>2</sup>G 飽和

排ガス側 1,300 kg/h × 7 kg/cm<sup>2</sup>G 飽和

(主機出力85%において)



トレーラー甲板

## (5) バウスラスター

電動可変ピッチプロペラ型

1基

電動機出力

680 kW

## 6・2 機関部概要

本船の主機関としては、新型高効率のMET-S B型過給機の採用等により、従来のH形よりも大幅に燃費の改善された三菱UEC-H A型機関を採用し、また、最少の燃料消費量にて所定の船速が得られるようディレーティングを行っている。

燃料費の高粘度対策としては、特に燃料油の移送ラインに注意を払い、吸入抵抗が最小となるような移送ポンプの配置、吸入能力の高いピストン式ポンプの採用、移送管のチームトレース、保温等を行い確実に移送出来るシステムとしている。

省力化対策として、本船はNKの無人化規則“M0”を満足するよう、船橋からの主機関の遠隔操縦、発電機の遠隔発停、諸機械の集中監視を行っており、さらに、機関室内諸装置の安全運転のために、自動逆流式フィルターの採用、シーチェスト用海洋生物付着防止装置等レスメンテナンスに対して、十分注意を払って計画されている。

## 7. 電気部

## 7・1 電源動力装置

本船の所要電力は、3台の主発電機のうち航海中は1台、出入港時および荷役時は2台の発電機にて供給出来るよう計画されている。また、発電機には自動起動、自動負荷分担、自動同期の各装置を装備している。

デッキクレーンがサイリスターレオナード方式のシンクロクレーンのため、高周波によるノイズ対策を施している。また、冷凍コンテナ監視用集中モニター装置を設置している。

## 7・2 艙内照明

艙内照明として、40W×2灯式の気密型けい光天井灯および安全増けい光天井灯を設けている。気密型けい光天井灯は、艙内通風機とインターロックを採っている。

## 7・3 航海機器

航海機器として、ジャイロコンパスおよびオートパイロット、レーダー、電磁ログ、音響測深機、NNS S、ロランC、方位測定機、電気時計、風向風速計等を装備している。ジャイロコンパス組込みのオートパイロットスタンドは、完全二系統でデュアルゲイン方式を採用した省エネタイプであり、コースレコーダーも装備してい



船長居室

る。電磁ログのセンサーは遠隔昇降が出来るものとし、音響測深機の送受波器と共に機関室船底に装備されている。ロランCは緯度・経度表示が出来るもので、NNS Sにはプリンターが装備されており、乗組員の省力化が図られている。

## 7・4 船内通信装置

船内通信装置として、共電式電話、50回線自動交換電話、操船兼船内指令装置、400 MHz トランシーバー（6台）等を装備している。

## 7・5 無線装置

無線装置として、1.2 kW SSBを装備している。また、通信業務の迅速化および能力強化の目的から、インマルサットシステムを装備している。

その他、無線装置として、ファクシミリ、国際VHF無線電話等を装備している。

## 8. おわりに

冒頭に述べたように、本船は前船に比べてより合理的に、また、荷役効率も一段とすぐれたRO/RO兼LO/LO貨物船として建造された。また、荷役装置等の諸試験および海上公試運転の結果も良好であり、これからの本船の活躍が大いに期待される。

## ■ 船の科学ファイル ■

船の科学1年分12冊がとじこめる特製ファイルです。その他事務用・個人用にも資料やカタログをとじるなど利用できます。

定価 700 円（当会に直接お申し込み下さい。〒無料）

株式会社 船舶技術協会

●改造船紹介

# IMO現存船ガスコード適用 圧力式LPG船“進徳丸”の改造工事

神戸船渠工業株式会社 船体部

## 1. ま え が き

従来のLPG船、共栄企業(株)所有船“進徳丸”を、今回“液化ガスばら積輸送適合証書”取得のため、工期(昭和58年7月21日～昭和58年8月5日)の間、NK鋼船規則及びIMCO A-329(現存船ガスコード)に基づき、改造工事を行なった。

以下に、その内容を記述する。

## 2. 主 要 目

造船所	内田造船株式会社
船番	111076
船名	進徳丸
船級	NK
航行区域	近海国際
竣工	昭和46年12月
総トン数	1,445.00 T
純トン数	710.59 T
全長	77.20 m
垂線間長	71.00 m
幅(型)	12.20 m
深(型)	5.50 m
夏期満載喫水	4.70 m
載貨重量	1,603 t

載貨容量	1,705 m <sup>3</sup>
載貨物	プロパン、ブタン、プロピレン
主機関	赤阪鉄工 AH40ディーゼル機関 1基
	連続最大出力 2,600 P S
航海速度	13.5ノット
乗組員	職員7名、部員10名、合計17名

## 3. タンク要目

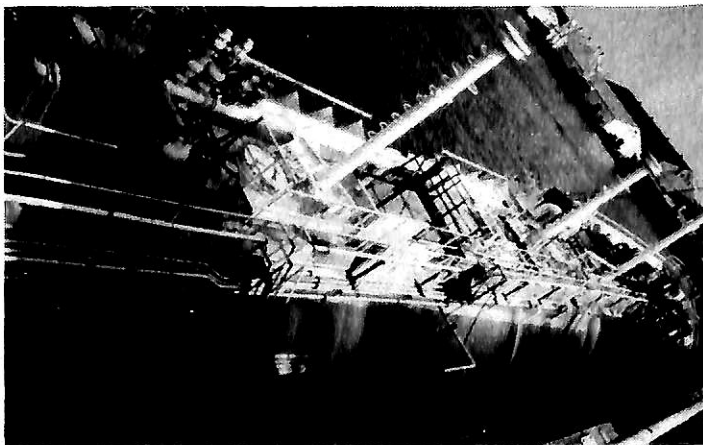
型式	独立型タンク	タイプC
	鋼製円筒全溶接製タンク	
容量	No.1タンク	852.5 m <sup>3</sup>
	No.2タンク	852.5 m <sup>3</sup>
主要寸法 (No.1, 2共通)		
胴内径		8,300 mm
胴長		10,197 mm
全長		18,550 mm
板厚(胴)	炭素マンガン鋼	31 mm
	WEL-TEN 80 C	
(鏡)	炭素マンガン鋼	22 mm
	K 6 D	
設計圧力		18.0 kg / cm <sup>2</sup>
設計温度		45 °C
耐圧試験圧力		27.0 kg / cm <sup>2</sup>
	気密試験圧力	18.0 kg / cm <sup>2</sup>

## 4. 改造工事内容

### 4・1 船体配置

- (a) 船首楼甲板上電動機室入口ハッチ並びに給気通風機吸入口移設
- (b) 圧送機室滞留防止のため通風筒新設
- (c) 居住区船首側の貨物区域に面す

◀ IMO現存船ガスコード適用の改造圧力式LPGの船“進徳丸”の水噴装置の通水テスト状況



る窓を、固定式（非開閉式）のものに取替

- (d) 操舵室の扉を、ガス密扉に取替
- (e) 居住区船首側の貨物区域に面する出入口扉を、自己閉鎖ガス密扉に模様替
- (f) ホールドスペースの機関室内ビルジ吸引管に、眼鏡型盲フランジとねじ締め弁を設け、その弁の近傍に使用の旨を記載した注意板を新設

4・2 プロセス用圧力容器、並びに液、ガス及び圧力用管装置

- (a) ローディングマニホールド液出口ラインの圧力計ラインに枝を設け、圧力スイッチリードライン並びに圧力スイッチ（19kg / cm<sup>2</sup>設定）新設。
- (b) 緊急遮断弁用油圧ユニットポンプ出口から枝を設け、圧力スイッチ（18kg / cm<sup>2</sup>設定）及び電磁弁を取付け、油圧ユニットへ油戻りライン新設。
- (c) 両舷ローディングマニホールド先端部各ラインにボスを設け、元弁、カップラー、圧力計を新設。
- (d) 緊急遮断弁用油圧ライン取外し、パイプ、油圧ヘッダー、止弁取替。
- (e) ローディングマニホールド先端部に緊急遮断弁を移設並びに増設。
- (f) ドレンノズル及びポンプフラッシングノズルに、エキセスフロー弁を新設。

4・3 貨物ベント装置

- (a) バルブドーム上の既設安全弁を取外し、安全弁ヘッダーとバタフライ弁を設け、タンク側に高圧用安全弁、他方に低圧用安全弁を取付。

高圧用安全弁 18.0 kg / cm<sup>2</sup>設定  
 低圧用安全弁 7.0 kg / cm<sup>2</sup>設定

既設ベント装置を取外しの上改造し、各安全弁出口から放出口管を設け導き、ベント開口端の高さを、歩路上約5mに設置取付。

- (b) 荷役配管付安全弁及び荷役コンプレッサー附属タンク付安全弁の設定値変更。 20.0 kg / cm<sup>2</sup>

4・4 電気設備

- (a) 船橋内にローディングマニホールド液ライン圧力スイッチ、及び緊急遮断弁用油圧ライン圧力スイッチにより可聴警報を発し、同時に全荷役機器を停止させる信号を発する、また、緊急遮断弁用油圧ライン圧力スイッチの信号により電磁弁を作動させて油圧を放出する警報パネルを新設。

4・5 防火及び消火

- (a) 消火主管の損傷箇所を隔離する目的で、貨物区域の甲板上の消火栓間に止め弁を増設。

80 A × 5 kg / cm<sup>2</sup> 2ヶ所

65 A × 5 kg / cm<sup>2</sup> 1ヶ所

- (b) 水噴霧装置新設

水噴霧場所

- (イ) 暴露した貨物タンクドーム及び貨物タンクの全ての暴露部
- (ロ) 貨物の液、または蒸気の揚荷、積込用マニホールド及びこれらの制御用弁がある区域
- (ハ) 船楼、常時人がいる甲板室及び貨物圧縮機室、貨物ポンプ室並びに貨物コントロール室の貨物区域に面する囲壁

水噴霧容量

- (イ) 水平の撮影面に対しては、1分間に10ℓ / m<sup>2</sup>以上
- (ロ) 垂直の面に対しては、1分間に4ℓ / m<sup>2</sup>以上

水噴霧ポンプ

兵神機械 VOK-300 J

堅型電動渦巻式 300 m<sup>3</sup> / H × 50 m 75kW 1台

管 各サイズ STPG Sch 40 垂鉛メッキ管  
 弁 ネジシメアングル弁 SC 250 A × 5 kg / cm<sup>2</sup>  
 ネジシメ玉型弁 FC 250 A ~ 50 A  
 ×10kg / cm<sup>2</sup> ~ 5 kg / cm<sup>2</sup>  
 濾器 250 A S型

ノズル

船首楼後端 新倉 EX28 × 15ヶ

Na 1, 2貨物タンク上及びマニホールド、制御用  
 弁上 新倉 1 EX 270 F × 52ヶ  
 3 / 4 EX 230 F × 14ヶ

船尾楼前端

上部 新倉 1 / 2 EX 220 × 20ヶ  
 下部 EX 28 × 20ヶ

シーチェスト

右舷船尾機関室内 (Fr. No.21 ~ 22) 1ヶ所

- (c) ドライケミカル粉末消火装置新設

消火区域

甲板上の貨物用管装置を含む甲板上に暴露した貨物区域

構成

川重防災俣 700型 2台

粉末貯蔵タンク

重炭酸ナトリウムベース (第一種粉末)

粉末薬剤 700 kg (730 ℓ)入

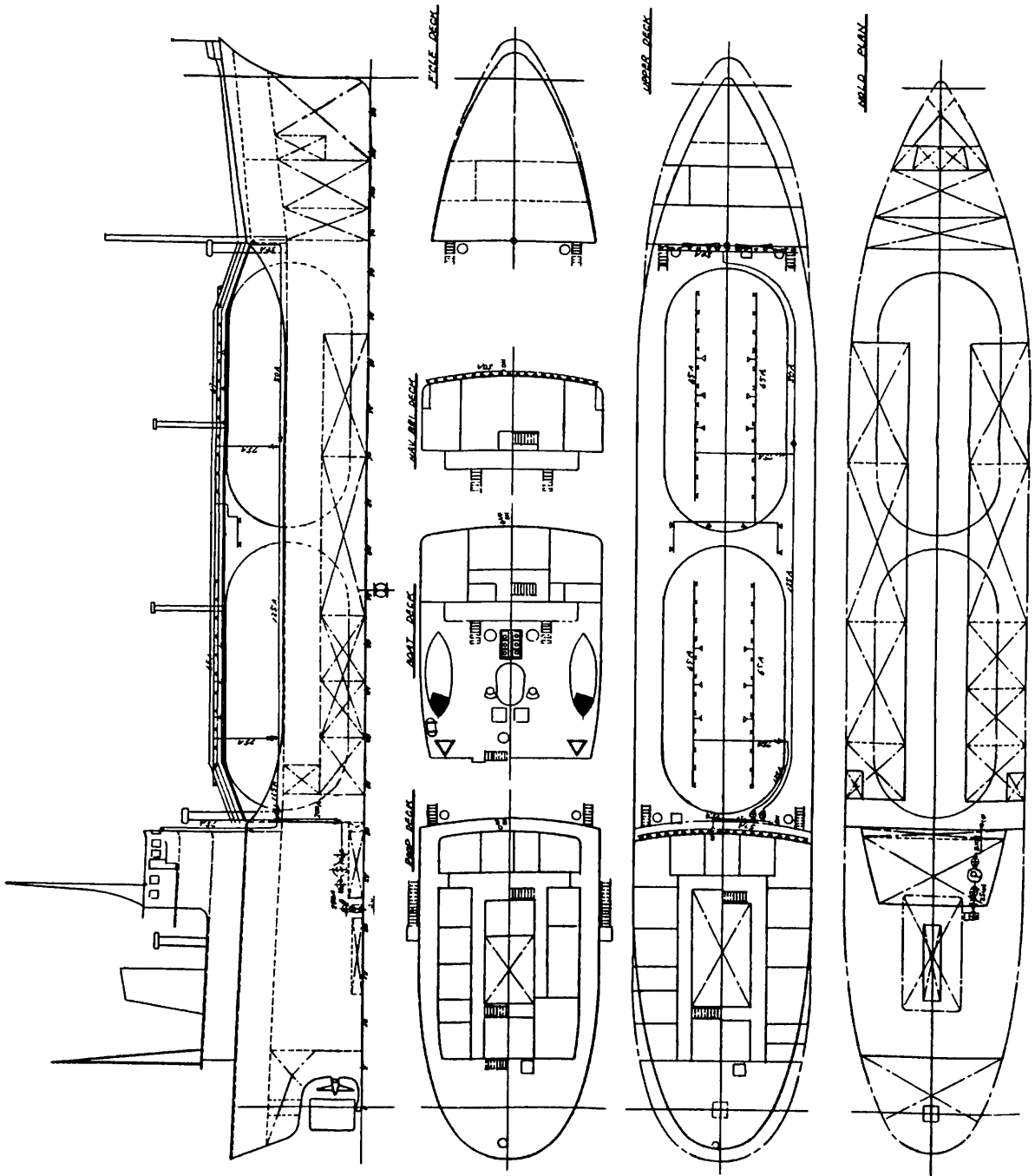
モニター (10kg / sec)

ホースリール (3.5 kg / sec)

加圧容器

約68ℓの内容積に150 kg / cm<sup>2</sup> / 35℃のN<sub>2</sub> ガスを充填した容器で起動用CO<sub>2</sub> ガス圧力により





IMO 現存船ガスコード適用圧力式L.P.G.船“進徳丸”一般配置図  
 内田造船建造/神戸船渠改造(水噴霧装置の配置△△を付す)

上頭部に設けられた容器弁を開放。

起動

各機側から起動可能、但し、モニターの起動は船橋からも起動可能

管

モニター及びホースリール

STPG Sch 40 亜鉛メッキ管

スターター

Cu T

ドライケミカル粉末消火装置制御室

船尾楼内予備室 2ヶ所を模様替

鋼製風雨密戸 1ヶ所

#### 4・6 計装 (計測、ガス検知)

- (a) ガス検知装置の可視聴警報を荷役事務所だけでなく、船橋内にも設置。

ガス検知装置 北川式 FAS-4~9

ガス検知装置の装置場所がガス安全区画のため、ガス採取管に遮断弁を設け、且つガス検知器からの排出ガスを安全な位置で大気に放出するように模様替え。

- (b) 主管庁によって承認され、且つ、輸送する貨物対象品に適切な可搬式ガス検知器を2個所に増備。  
(c) 不活性化雰囲気中の酸素濃度を計測するため、可搬式酸素濃度測定器を1個設備。

#### 4・7 人身保護

- (a) 積荷及び揚荷作業に従事する乗組員の保護のために貨物対象品の特性を考慮して、目の保護装具を含む適当な保護装具を10組設備。  
(b) ガスが充満した区域に人間が入り、且つ作業するために安全装具を2組設備。

安全具の1組とは、

開放空気で1200ℓの容量を内蔵した自蔵式空気呼吸具

保護服、長靴、手袋及び気密の防御眼鏡

ベルト付き綱心救命索

防爆ランプ

- (c) 各呼吸具毎に6000ℓの予備の空気ポンペを設備。  
(d) 甲板下の区域から負傷した人間を吊揚げるのに適した担架を設備。  
(e) 輸送する貨物に対して適した解毒剤を含む応急器具及び酸素蘇生器を設備。  
(f) 保護装具、安全装具、予備の空気ポンペ、担架、応急器具及び酸素蘇生器を格納するため、船尾楼内予備室を模様替し、その中に格納。  
(g) 安全装具を格納するため、専用ロッカーを設けNo.2貨物タンクの後部歩路上に設置しその中に格納。  
(h) 船尾楼甲板上左舷船尾に洗眼器及びシャワーを新設。

#### 4・8 オペレーション規定

船舶には、輸送に必要な情報、適合性、人間の訓練、区画への交通、保護服、装置及び制御、貨物移送作業等、貨物の安全な輸送に必要な資料として、オペレーションマニュアルを作成し船長に供与した。

### 5. 改造工事の附帯

#### 5・1 検査

- (a) 工事完了確認  
(b) 居住区船首側固定窓 放水テスト  
(c) 操舵室前面落窓 エアーテスト  
(d) 居住区船首側出入口扉 エアーテスト  
(e) 液、ガス及び圧力用管 N<sub>2</sub>ガス圧力テスト  
(f) 貨物ベント装置 N<sub>2</sub>ガス圧力テスト  
(g) 警報パネル 作動テスト  
(h) 水噴霧装置 作動テスト  
(i) ドライケミカル粉末消火装置 配管気密テスト  
通気テスト  
N<sub>2</sub>ガス圧力テスト  
作動テスト

- (j) 改測

#### 5・2 図面及び図書作製

- (a) 関連図面  
(b) 重量重心トリム計算書  
(c) 船長のための復原性資料  
(d) オペレーションマニュアル

### 6. あとがき

我が社初めての、既存船“液化ガスばら積輸送船”改造工事も無事終え、本船は順調に航海を続けていると聞いている。

この工事にあたり、終始御指導ならびに御協力を戴いた船主、海運局、日本海事協会およびメーカーの方々に対し深く感謝の意を表すると共に、本船の航海の安全と乗組員御一同の御多幸を祈る次第である。

国際航海に従事する液化ガスタンカーは、各国の規制により、IMO適合証書の所持を義務づけられるすう勢にあることは、よく知られているとおりである。このような状況に対応し、当社は、本船の経験を生かしてIMO現存船ガスコード適用のための改造工事を迅速に行なえる体制が整ったことを申添えておく。

\* \* \*

## 超電導電磁推進船の研究(その1)

川崎重工業株式会社・技術研究所

岩田 章

神戸商船大学 佐治 吉郎

## 1. はじめに

## 1・1 電磁推進とは

電磁推進(以下EMTと略記, Electro-Magnetic Thruster)とは, 図1(a)に示すフレミングの左手側を直接船舶推進に適用した, これまでにない新しい推進方式である。即ち磁場発生用コイルを船体に固定し, そして海水中に電流を流してその磁場と相互作用させる。その結果, 磁場強度と海水電流値の積に比例した電磁力, 即ち推進力が得られる。ここで海水中に通電する方法としては, 図1(b)に示すように船体外面に取り付けた1対の電極板から直接海水に通電する方法と, 図1(c)のように海水中に敷設した電路に通電する方法などが報告されている。

このようなEMTの最大の特徴は, プロペラのような回転部を介することなく直接海水又は海水中の電路に力を及ぼす点であり, その結果EMTは次のような利点を持つ。

- ① 機械的な回転機構がなくしかも海水の流れが層流的なので, 推進機に起因する振動や騒音がない。
- ② 有効推進力は海水電流(又は磁場)の強度に比例するので, 逆進も含めて速度制御が容易で, かつ瞬発力の発生も可能である。
- ③ 電磁力作用域(即ちみかけのプロペラ径)を容易に大きくできるので, 従来以上に高い推進効率を得ることが可能である。
- ④ 構造が簡単でメンテナンスも容易である。

このような利点を生かして, EMTの様々な応用が考えられる。その代表的なものとしては,

- a. 利点①, ④を生かした水中作業船
- b. 利点②を生かしたDPS
- c. 利点③などを生かした半没水双胴船<sup>18)</sup>や潜水タンカー<sup>9)</sup>
- d. 利点④, ②を生かした砕氷船
- e. 図1(c)の場合の誘導・推進性能を生かした, 過密港湾や河川における船舶の集中制御誘導システム(CSS)<sup>9)</sup>などが挙げられる。

## 1・2 電磁推進の種類

図2に示すように, EMTは磁場の種類による分類と電磁力作用域の違いによる分類が可能である。前者では交流磁場を用いるACグループと直流磁場を用いるDCグループに分けることができ, 後者では船体のダクト内に電磁力を発生させる内部磁場型と船体外の広い領域に電磁力を発生させる外部磁場型に分けることができる。

ACグループはいわゆるリニアモータと同じであり, 海水中にかけた交流磁場とそれによって誘起される海水電流の相互作用で推進力を得る。この方式であれば海水中に直接通電する必要はないが, 誘導方式の常としてエネルギーの変換効率が低い。それに対してDCグループでは, 先に図1でも示したように, 海水中に流した直流電流と船体からかけた直流磁場の相互作用で推進力を得る。この方式では海水中に直接通電する必要はあるがエネルギー変換効率は高い。

次に電磁力発生域による分類に目を移す。外部磁場型では, 船体周りの海水中に電磁力を発生させその反作用で船体が推進力を得る。この方式では船体外の非常に広い領域に電磁力を発生させることができ(即ちみかけプロペラ径を大きくでき), 理論的には非常に高い推進効率を得ることが可能である。実際ウェスティングハウス社のS. Wayは80~90%の推進効率を算出している<sup>5)</sup>。又内部磁場型では, 電磁場の作用域を船体のダクト内に限定し, このダクトから海水を噴射させて推進力を得る。この方式では電磁場が船体外へ出ないので, 最も容易に実用化が可能である。しかしダクト内での摩擦などで推進効率は多少低くなる。なお, 各種EMTの推進特性については文献(4)を参照された。

## 1・3 電磁推進研究の動向

EMTの着想は古く, 1961年のW. A. Riceによる米国特許にまで遡る<sup>1)</sup>。彼はこの着想を液体金属の電磁ポンプの逆発想として得ている。その後1960年代は主として大國に於て多方面の研究が行われた<sup>2, 3)</sup>。特に1966年には, ウェスティングハウス社のS. Wayが常電導コイルによる世界初のモデル船(EMS-1)を開発し, カリフォルニア海岸で走行実験に成功している<sup>4)</sup>。彼はこの研究

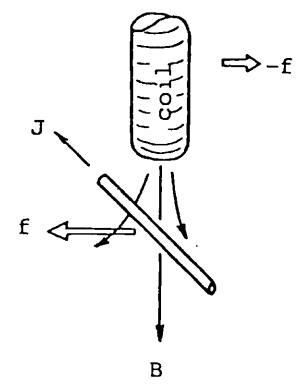
から、超電導コイルの強力な磁場を使うと推進効率90%以上のEMTが実現できる、と結論している<sup>5)</sup>。

1970年代に入って筆者らのグループは、超電導応用研究の一つとして超電導コイルをEMTへ適用する試みを始めた。その過程でEMTの超電導化に適したパネル方式(図2(f))を考案し、1976年に超電導コイルによる小

型モデル(SEMD-1)<sup>8)</sup>を、1979年には図3に示す世界初の本格的な超電導EMTモデル船(ST-500)を完成させ<sup>12)</sup>、実験的・理論的研究を行なった<sup>18)</sup>。現在はその成果を踏まえて、EMT実用化研究の第一歩として直流内部磁場型EMTの基礎研究を進めている。

久しく鳴りを静めていた米国では、数年前にONR(Offi-

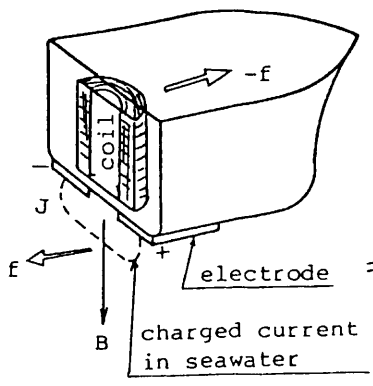
magnetic field + electric current → force  
( Fleming's Left Hand Rule )



B : magnetic flux density (tesla)  
J : electric current density (A/m<sup>2</sup>)  
f : force density (N/m<sup>3</sup>)

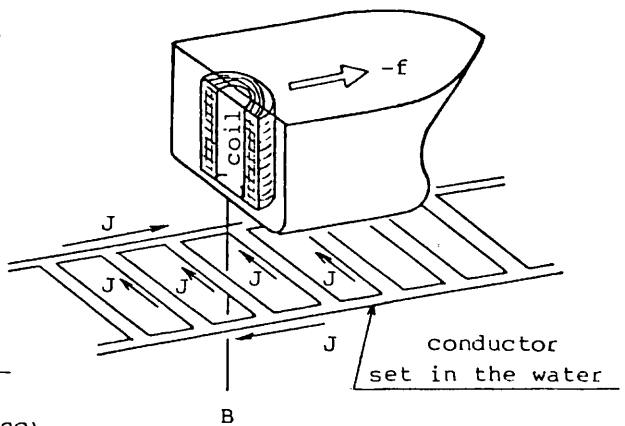
$$\underline{f = J \times B}$$

(a) Principle



- Prospects
- o semi-submerged catamaran (SSC)
  - o dynamic positioning system (DPS)
  - o deep-sea surveyor
  - o submarine tanker

(b) Charging seawater method



- Prospects
- o concentrated control system of ships (CCSS)

(c) Charging circuit method

図1 電磁推進原理の説明



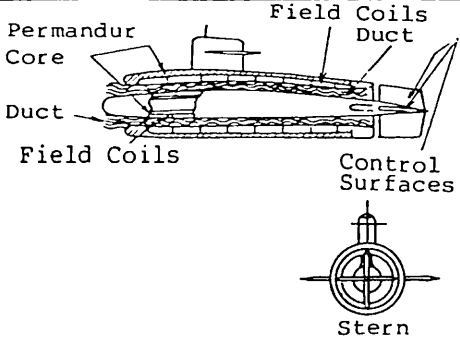
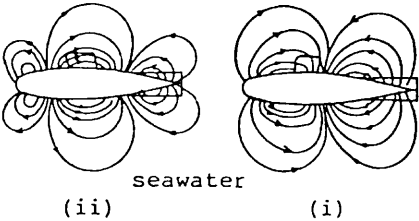
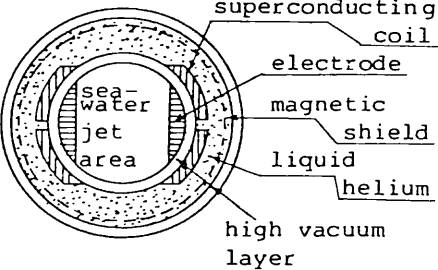
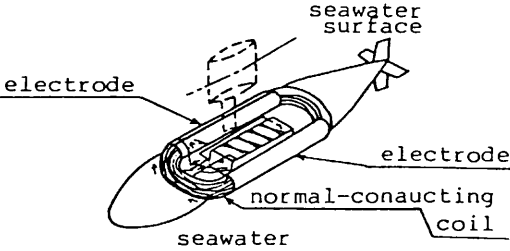
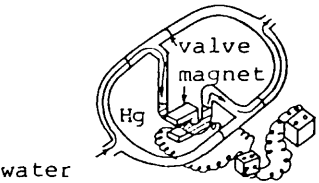
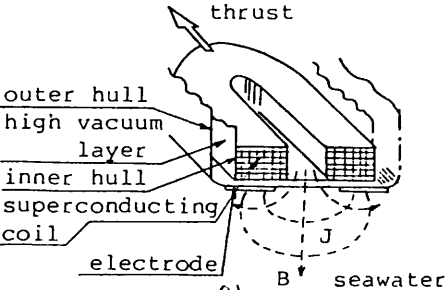
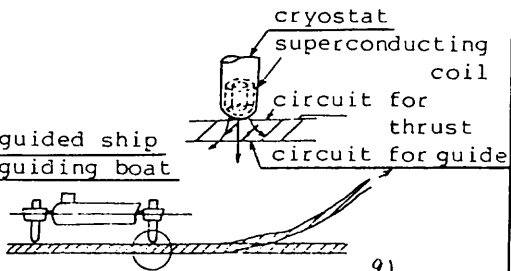
active region magnetic field	inner type	outer type
AC group	 <p>(b) AC-inner duct type<sup>2)</sup></p>	 <p>(a) A.C. magnetic field type<sup>2)</sup></p>
	 <p>(c) inner field type<sup>3)</sup></p>	 <p>(d) bipolar coordinate type<sup>4)</sup></p>
DC group	 <p>(e) charging melting metal type<sup>6)</sup></p>	 <p>(f) panel type<sup>9)</sup></p>
		 <p>(g) charging circuit type<sup>9)</sup></p>

図2 電磁推進の種類



図3 世界初の本格的な超電導電磁推進モデル船<sup>12)</sup>

ce of Naval Research) レポート<sup>10)</sup>として直流内部磁場型 EMT の推進特性の解析結果が報告され、既に実験船の完成が伝えられている超電導電気推進船と合わせて研究開発が進められている模様である。又中国においても超電導応用研究の一つとして EMT 研究に着手しており、一昨年の低温国際会議でその概要が報告された<sup>17)</sup>。

## 2. 超電導 EMT モデル船 (ST-500) による研究概要

### 2・1 超電導とは<sup>22)</sup>

超電導とは、ある種の金属を約 $-270^{\circ}\text{C}$ の低温になると電気抵抗が突然消滅してゼロになる現象をいう。この電気抵抗ゼロとは、超電導体中に電流を流してもエネルギー損失（いわゆるジュールロス）が全く無いことを意味している。したがってこの超電導体で送電線を作ると、送電に伴う電力ロスは無くなり、さらにコイルを作ると通電すると電力ロス無しで容易に高磁場が得られるので、電力機器省エネルギー化の切札として現在大いに期待されている。

超電導の生成に関してもっとも興味深い点は、室温で非常に優れた電気伝導体である銅や金・銀は超電導にはならず、逆に室温では電気抵抗体として用いるタンタルやタングステンなどが超電導となる。このことは室温で電気抵抗を高める要因（金属中の自由電子と金属結晶格子との衝突）と超電導を生成する要因が同じであることを暗示している。

しかしこのように優れた電気特性をもつ超電導も、決して万能ではない。図4に示すように、超電導状態は各超電導体固有の臨界温度、臨界磁場、臨界電流で囲まれた領域内でないと使用できない。即ち、超電導体はまず

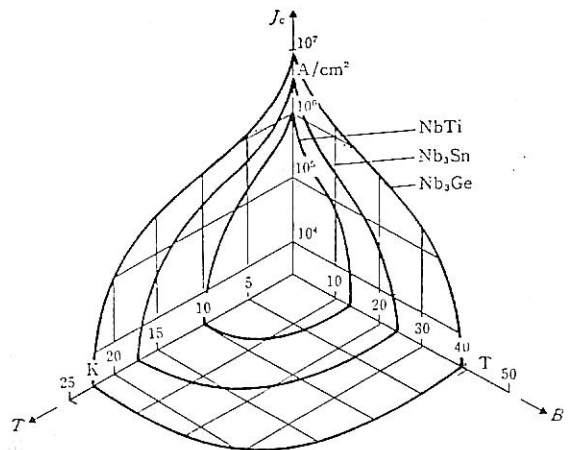


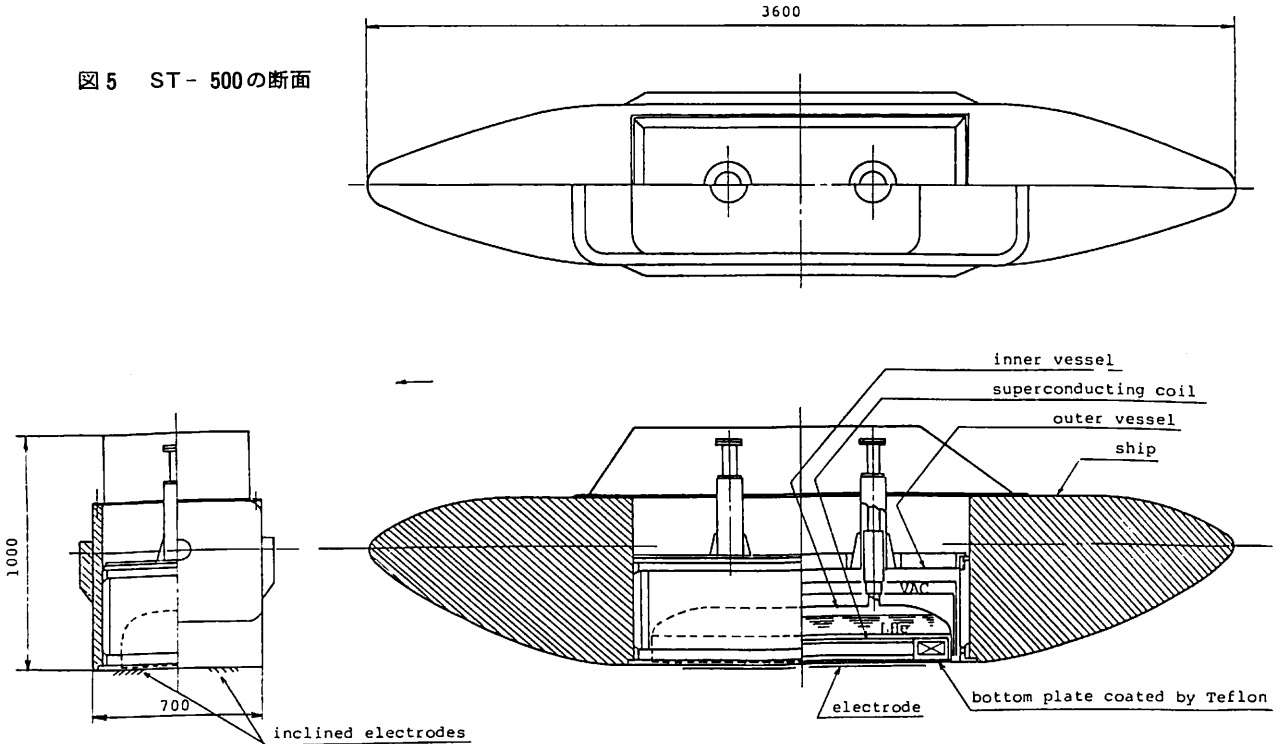
図4 高磁界超電導体の電流 - 磁界 - 温度特性<sup>22)</sup>

表1 超電導の応用例

電気抵抗ゼロの応用	ジョセフソン効果の応用
(1) 電力機器 核融合炉用超電導コイル MHD 発電用超電導コイル 電気エネルギー貯蔵設備 超電導発電機 超電導送電ケーブル (2) 輸送機器 磁気浮上列車 電気推進船 電磁推進船	SQUID 磁束計 (医学, 生理学, 宇宙研究などに広く利用されている) 超高速大型計算機 マイクロ波検出器 周波数変換器

約 $-270^{\circ}\text{C}$ まで冷却する必要があり、その温度を維持して約15万ガウス以下で使用する。このような制限領域を如何に拡大するかが現在の超電導研究の主テーマであり、終局的には室温で使える超電導体の開発を目指して研究が進められている。

図5 ST-500の断面



現在研究開発が行なわれている超電導の応用技術としては、電気抵抗ゼロという超電導の省エネルギー効果を生かした各種電力機器への応用、又省エネルギーと共に小型・軽量化を狙った輸送機器への応用、さらに超電導特有のジョセフソン効果\*を生かした各種電子機器への応用などがある。それらを表1にまとめる。

2・2 モデル船 (ST-500) の構造<sup>12)</sup>

(a) ST-500の概要

図5にST-500の断面を、表2に主要諸元を示す。船体は長さ3.6m、重量700kgであり、電磁推進機は船体に固定した超電導コイルと船底に取付けた1対の海水通電用電極板で構成されている。推進力は海水通電値65アンペアのとき1.5kg重である。

超電導コイルを使うときに問題になるのは、先に述べたようにそれを-270℃まで冷却しなければならない点である。そのために現存する最低温度の液体であるヘリ

ウムに超電導磁石を浸漬する。この液体ヘリウムは沸点が-270℃と低くしかも蒸発潜熱も0.61kcal/lと水の約千分の1しかなく非常に蒸発し易い。このため超電導コ

表2 ST-500の主要諸元

材料	船体	木材
	電極	白金合金メッキチタン
推進機型式	超電導電磁推進型式	
外形寸法	700幅×1,000高×3,600長mm	
重量	700kg	
推進部磁束密度	2.0T(最大)	
海水電流	65A(〃)	
推進力	15N(〃)	
船速	0.6m/s	
完工	1979.8	
建造	川崎重工業	

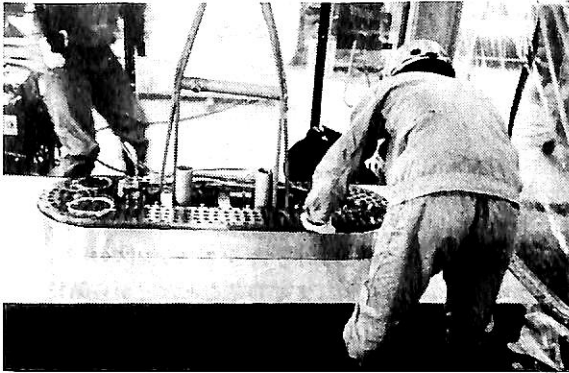
表3 各種低温液体の物性

項目	液体	ヘリウム	水素	窒素	酸素	LNG	水(参考)
標準沸点(K)		4.2	20.3	77.4	90.2	111.7	373.15
三重点(K)		2.17	13.8	63.1	54.4	90.7	273.16
蒸発潜熱(kcal/l液)		0.61	7.67	38.1	57.9	51.3	534.7
密度(g/cm <sup>3</sup> )		0.125	0.071	0.804	1.14	0.424	1.0

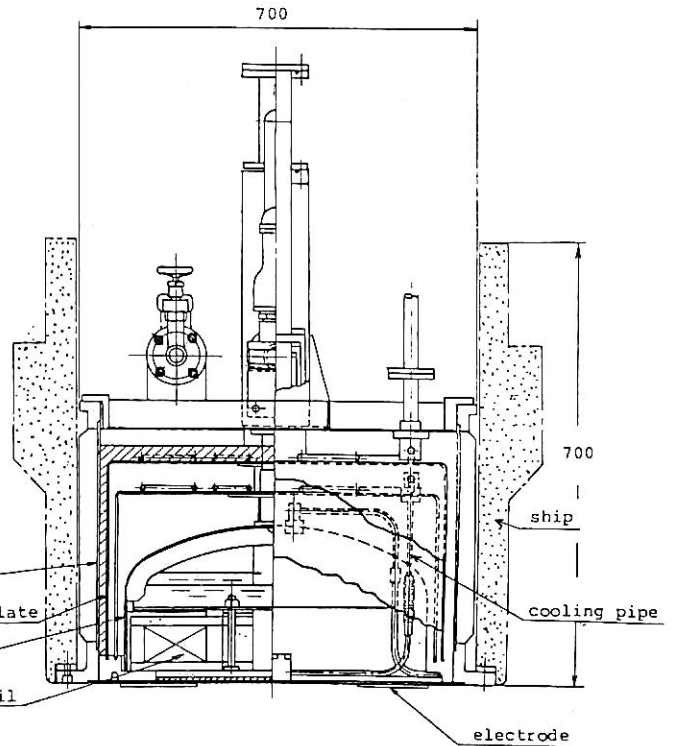
(注) Kは絶対温度単位で273.16を差引くとセ氏温度となる。

\*ジョセフソン効果

薄い絶縁膜によって互いに分離された2つの超電導体間に、超電導電子(クーパー対)による電流が流れる現象をいう。この電流は両超電導体に電圧をかけなくても流れ、しかもこの電流の大きさは磁場の基本単位(磁束量子、 $2 \times 10^{-15}$ Wb)に関係して変化するの、微弱磁場の高感度測定が可能となる。



(a) General view of superconducting coil



(b) Cross-sectional view of cryostat

図6 ST-500主要構成機器

イルはクライオスタットと呼ばれる高性能断熱の容器に液体ヘリウムと一緒にに入れて冷却保持する。なお参考のため各種低温液体の物性を表3に示す。

(b) ST-500の超電導コイル

図6(a)に超電導コイルの全体を、表4(a)に主要諸元を示す。コイルはレーストラック形で、コイル線材は外径約40μのNb-Ti系超電導細線360本を銅で固めて外径1.8mmに成形したもので、一般に安定化多芯超電導線と呼ばれているものである。このコイルに420Aの電流を流すことができ、その時のコイル内部の最高磁場は51,000ガウスで、海水中での推力発生用磁場は約17,000ガウスである。

(c) ST-500のクライオスタット

図6(b)にクライオスタットの断面を、表4(b)に主要諸元を示す。このクライオスタットではとくに断熱性能を高めるために二重壁構造とし、二重壁間を高真空にすると共に輻射入熱を抑制するための積層断熱材(通例スーパーインシュレーションと呼ぶ)を挿入している。

又このクライオスタットでは、推進力発生域である船底で出来るだけ強い磁場を得るため、クライオスタット底部の真空断熱層を従来にない薄い構造にしている。

(つづく)

表4 ST-500主要構成機器の仕様

(a) 超電導コイル

超電導材料	: Nb-Ti-Zr-Ta
コイル形式	: レーストラック型
寸法	○ボア径: 1000/200mm
	○外 径: 1200/400mm
	○高 さ: 60mm
蓄積エネルギー	: 200kJ
電流密度	: $1.4 \times 10^8 \text{A}/\text{m}^2$
磁束密度	: 4.5T (最大)
インダクタンス	: 2.9H
冷 却	: 液体ヘリウム(4.2K)
重量	○コイル: 220kg
	○導 体: 90kg

(b) クライオスタット

断熱形式	: ガス冷却輻射防止板型式
材料	○内 槽: SUS 304L
	○外 槽: SUS 304
	○断熱材料: Al 蒸着マイラ+ ポリエステルネット
外形寸法	: 664幅×1,464長×460高mm
LHe容量	: 100ℓ
重 量	: 400kg
入熱損失	: 0.6W
	3.3W (励磁リード含む)

(注) T (テスラ) は磁場強度の単位で 1T = 1万ガウスである。



■新機関紹介

# 高速艇用高速ディーゼル機関12V175RTC型 (その2)

池貝鉄工株式会社

### 3. 本機の詳細

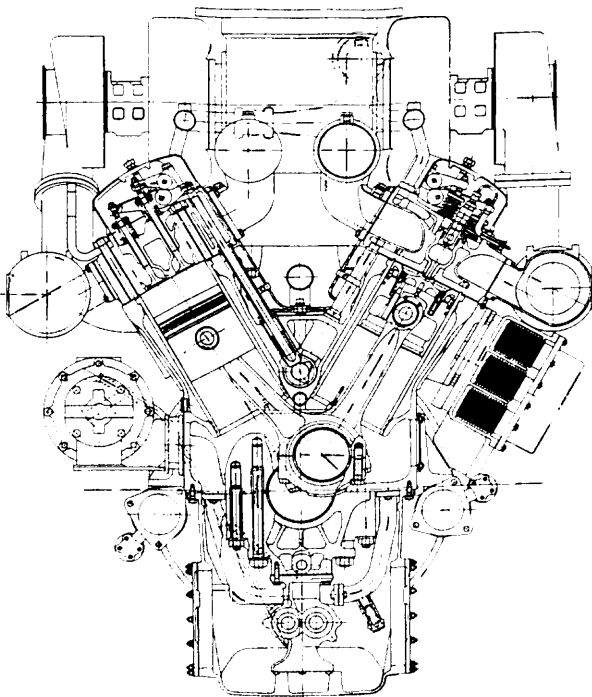
以上の考え方から設計された本機の主要目表を第1表に、断面図を第5図に示す。また第6図に本機とMB820型の主要部の相異点を示す。このようにして設計製作された本機の性能曲線を第7図に、等燃費曲線を第8図に、燃焼特性を第9図、第10図に、P-V線図を第11図に示す。

第8図、第9図より本機は予燃焼室方式であるため、直接噴射方式とくらべて第9図、第10図より分るように、燃焼がゆるやかにおこなわれ、且つ最大燃焼圧力も低いことがわかる。この結果として、第12図の如く機関運転騒音も機側1メートルのところでは102dB(Aスケール)と低い値を示している。

また振動についても燃焼衝撃値  $dP/d\theta$  が低いこと、本機の場合、クランク軸のダイナミックバランスの許容値を精密級の  $3\mu$  以下におさえていることなどから第13図の如く低い値となっている。第14図は船用特性におけるヒートバランスを示す。冷却水温度を高くしている関係から、他の機関と比較して冷却水損失が小さくなっている。

第1表 12V175RTCディーゼル機関主要目

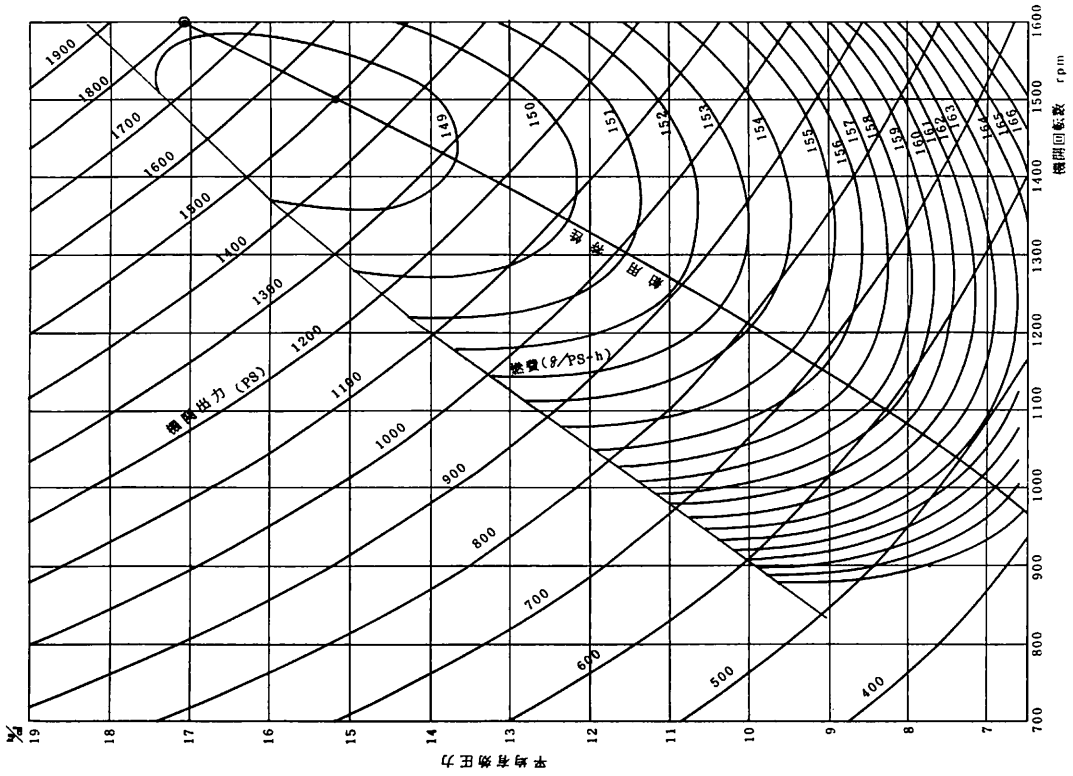
項 目	単 位	仕 様
型 式		12V175RTC
シリンダ数		12
シリンダ配列		60°V
シリンダ径×行程	mm	175×205
1シリンダ当り排気量	ℓ	4.93
総排気量	ℓ	59.16
燃 焼 方 式		予燃焼室方式
圧 縮 比		約16
最大出力/回転数	PS/rpm	1800/1600
同上時平均有効圧力	kg/cm <sup>2</sup>	17.1
〃 平均ピストン速度	m/s	10.9
〃 出力率	kg・m/cm <sup>2</sup> s	186.4
〃 1シリンダ当り出力	PS	150
連続最大出力/回転数	PS/rpm	1500/1500
同上時平均有効圧力	kg/cm <sup>2</sup>	15.2
〃 平均ピストン速度	m/s	10.25
〃 出力率	kg・m/cm <sup>2</sup> s	155.8
〃 1シリンダ当り出力	PS	125
機関回転方向		出力側よりみて左
アイドリング回転数	rpm	600
始動方式		電気(又は空気)
出力軸前部PTO	kg-m	400
許容傾斜角	deg	連続15° 瞬時30°



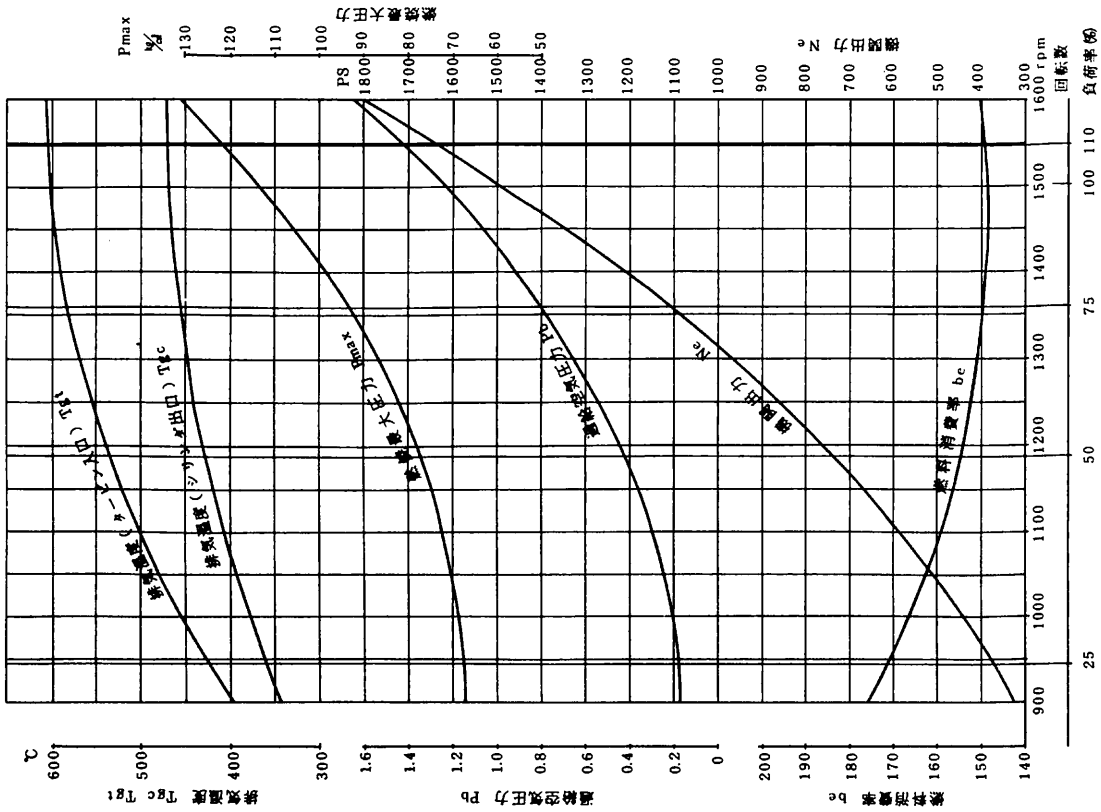
第5図 12V175RTCディーゼル機関断面

第6図 主要部品の設計変更例

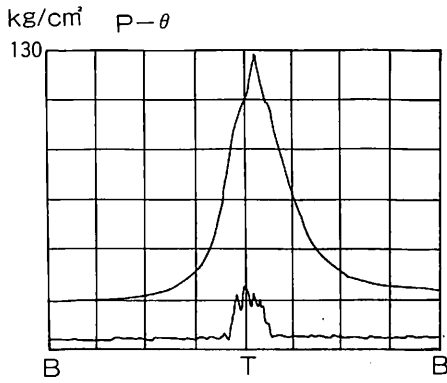
項目	部品名称	従来の設計	新開発機関	項目	部品名称	旧	新
1	クランク軸		 剛性 応力集中緩和	5	軸受		 薄肉 材質
2	ピストン		 組立形 冷却ピストン	6	主軸受冠		 負荷分担 形状、ボルト
3	リング	圧カリリング オイルリング 	 形状 個数	7	架構		 剛性 ベルハウジング ピストン冷却用ノズル
4	連接棒		稜部 ショットピーニング  剛性 疲労強度	8	オイルサンプ		 容量 剛性
9	カム軸		 カムプロファイル オーバーラップ	10	燃焼室	 形状	 噴口との一体化 最適燃焼
11	吸排気弁	形状、材質 	冷却、シート面 	15	インタークーラ		管形状 フィン ピッチ 熱貫流率 小形 高効率化
12	ガバナ	遠心式 油圧式 	電子式 	16	熱交換器	多管式 	コルゲート フィン チューブ など 小形集積型 
13	ターボチャージャ	軸流タービン(水冷) 	ラジアルタービン(無冷却)  許容タービン入口温度	17	冷却水ポンプ		小形高性能 
14	排気マニホールド	動圧過給方式 	静圧、pc 過給方式 	18	潤滑油コシ器		自動逆洗、高汚過能力 
				19	管接手		



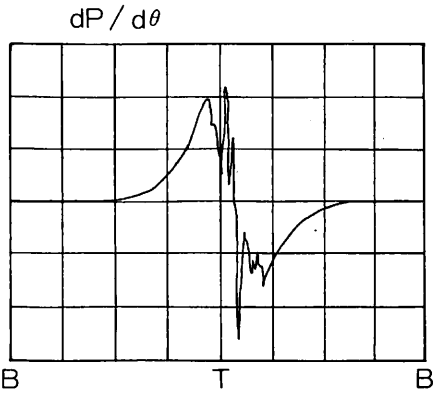
第8図 12V 175 RTC等燃費曲線



第7図 12V 175 RTC性能曲線(船用特性)

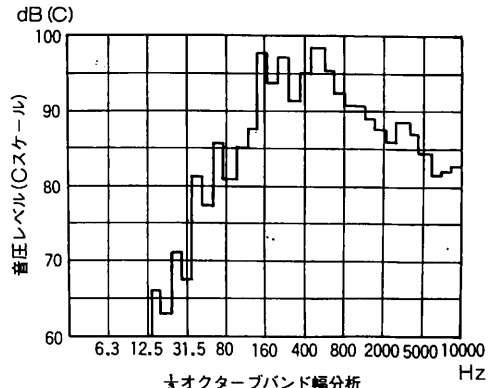
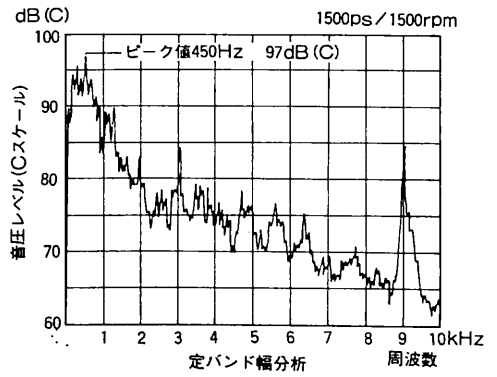
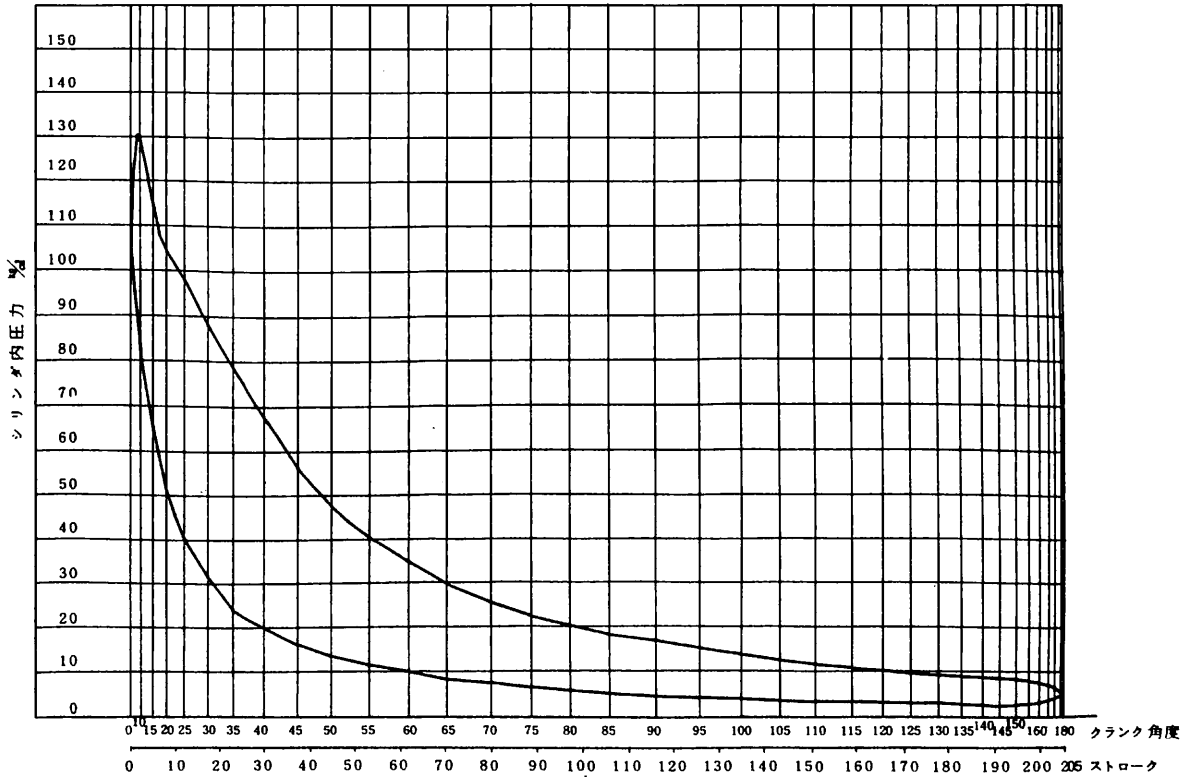


▲第9図 燃焼特性 ▼第10図



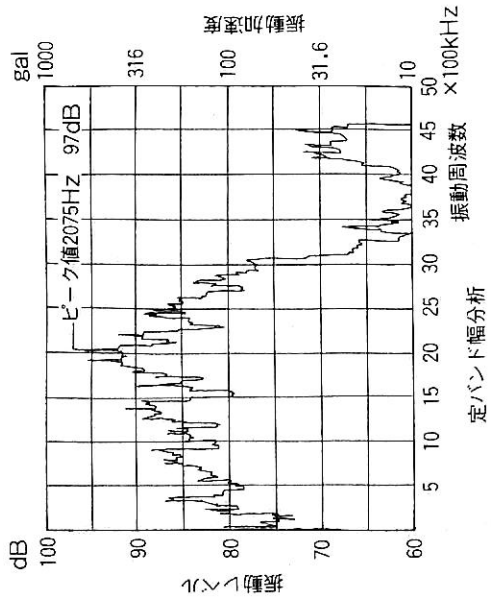
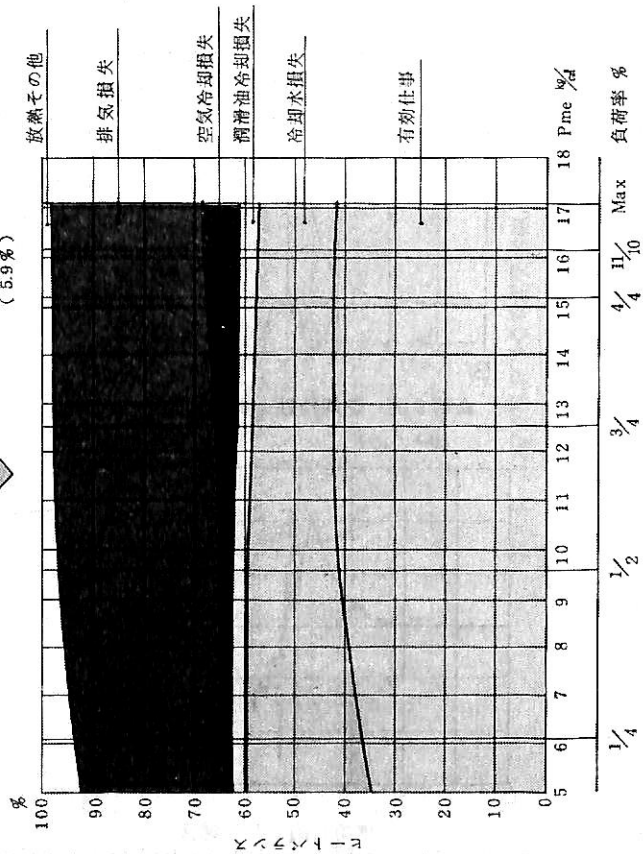
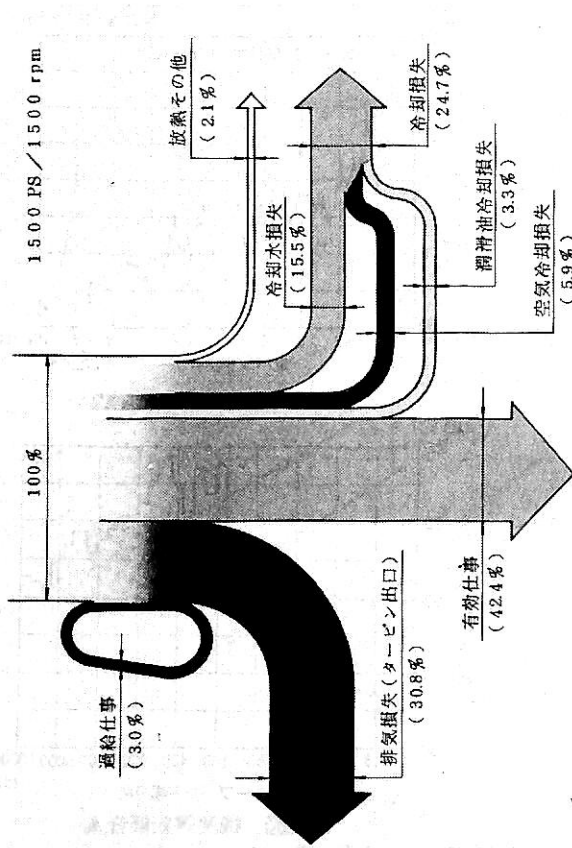
▼第11図 P V線図

160 1.2 V 1.75 RTC 1800 PS / 1600 rpm Pmi = 20.51% Pme = 17.1% Pme / Pmi = .834

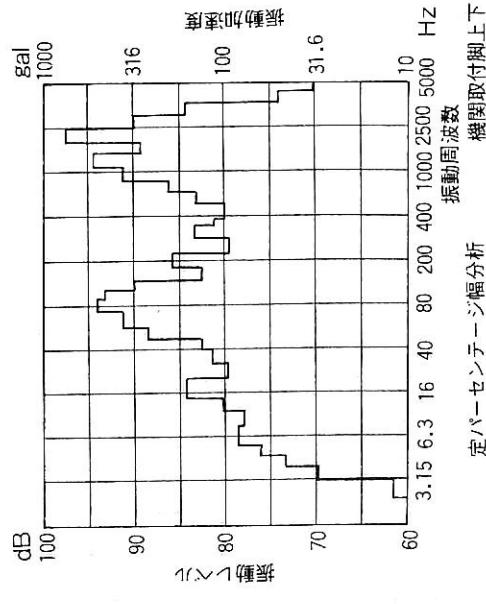


第12図 機関運転騒音▲

12V175RTC ヒートバランス (船用特性)



定バンド幅分析



定パーセンテージ幅分析

機関取付脚上下

第13図 振動許容特性

第14図 12V175RTCヒートバランス(船用特性)▶



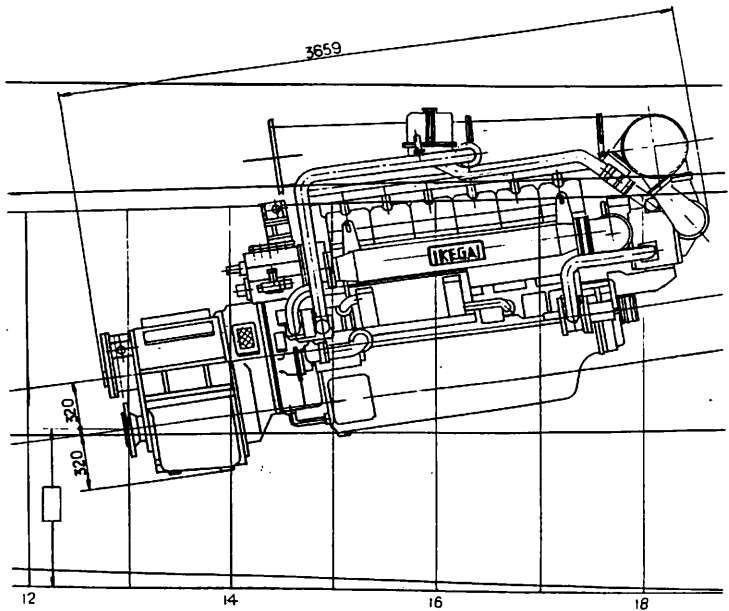
第15図は本機を高速艇に搭載した場合の据付図で、排気出口管が主機の据付傾斜角を考慮して据付けた状態で、水平になるように設計されている。

4. 重質油運転について

予燃焼室・渦流室などの副室式燃焼方式は、本来直接噴射方式の燃焼改善の手段として開発された燃焼方式であるから、軽油などの軽質油より燃焼が困難な重質油の燃焼方式として、むしろ適していなければならない。

また本機の開発に先だって同じ予燃焼室方式のMB 820 Db 型 (MCR : 1,100 PS / 1,400 rpm) にB重油相当のA/Cブレンド油を使用しての実船運航に成功されている、大手海運会社系列の船主の運航実績にもとづく全面的な指導により重質油対策をおこなった。

この場合の問題は、燃焼上の問題よりも、むしろ高温腐食に対する対策に重点がおかれ、その中でも特に常時無冷却状態で高温の腐食ガスにさらされる予燃焼室噴口は、燃焼開始時にホットスポットの作用をして、燃焼遅れの改善に役立つ半面、苛酷な条件で使用されるための高温腐食もまた大きい。この対策とし



第15図 12V 175 R T C機関の高速艇搭載図

て、セラミック・コーティングが極めて有効な手段であるということが出来る。

セミラックは、ジルコニアなどの酸化セラミックと炭化けい素、窒化けい素などの非酸化セミラックがあるが、コーティングには主として酸化セミラックが用いられる。

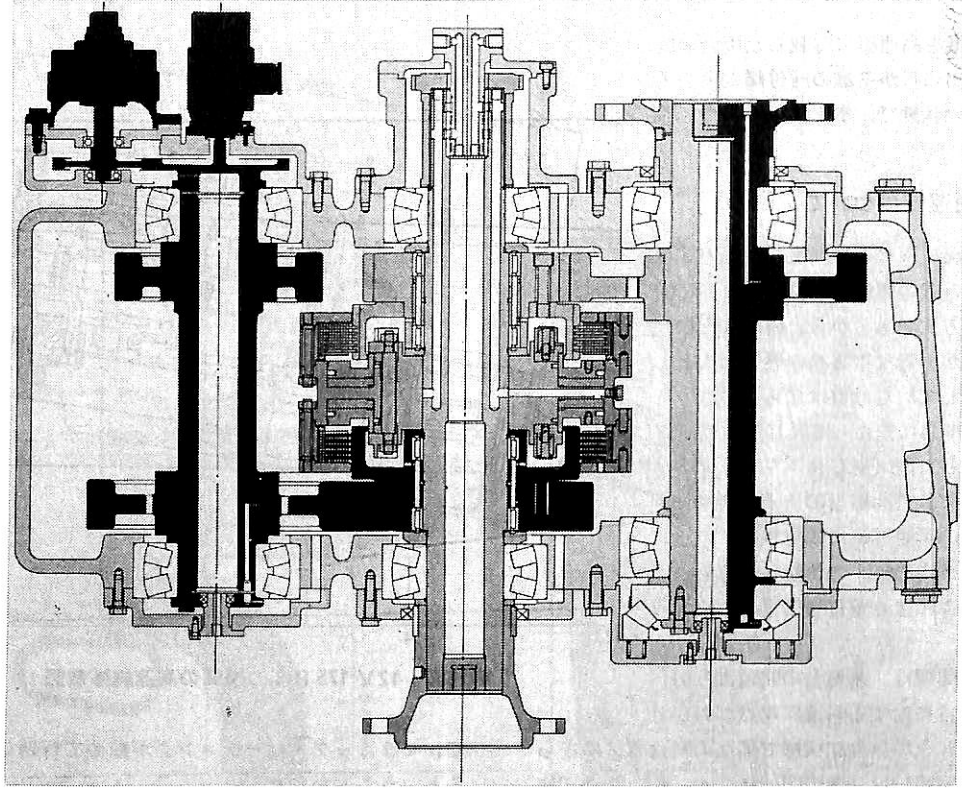
第2表はコーティング材に使用される主要セラミック材を示したものである。この表にみるようにセラミックの組成元素により、耐食、耐摩耗、耐熱衝撃、断熱、減摩などのさまざまな特性が保たれ、今後機関部品のセラミックコーティングは、断熱エンジンへの移行の段階として益々多用されるものと思われる。

コーティングの方法としてはプラズマ溶射が主流で、多層コーティングなどの技術の進歩によって、0.3耗以下の薄膜コーティングの場合、剥離などの問題は殆んど起らない。

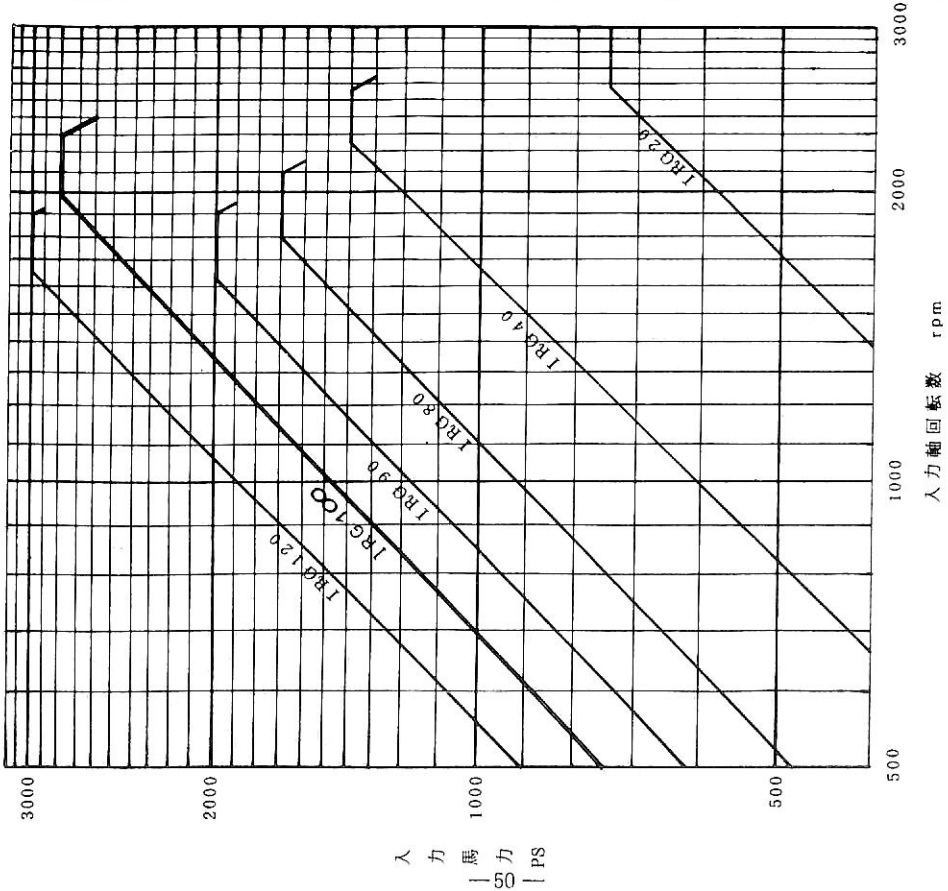
本機の場合は重質油の性状、機関の負荷率により、その対策は異なるが、予燃焼室噴口以外にピストンおよびシリンダヘッド燃焼面、予燃焼室内外面、シリンダライナ外面、排気弁排気ガス接触面、弁案内内面などが上げられる。

第2表 コーティング材に使用される主要セラミック材

材 料 名 称	組 成	特 性
ク ロ ミ ア	$Cr_2O_3$	耐蝕・耐摩
チ タ ニ ア アルミナ-チタニア	$TiO_2$ $Al_2O_3-TiO_2$	平滑性、耐摩
ス ビ ネ ル	$MgO-Al_2O_3$	耐熱・耐熱衝撃
ム ラ イ ト	$Al_2O_3-SiO_2$	全 上
ジルコニア・イットリア 全 複 合 材	$ZrO_2-Y_2O_3$ $ZrO_2-Y_2O_3-NiCr$	高温断熱・耐熱衝撃
ジルコニア・マグネシア	$ZrO_2-MgO$	
ジルコニア・カルシア	$ZrO_2-CaO$	
ジルコニア・ムライト	$ZrO_2-Al_2O_3-SiO_2$	
ジルコニア・シリカ	$ZrO_2-SiO_2$	
クロム・カーバイト 全 複 合 材	$Cr_3C_2$ $Cr_3C_2-NiCr / Ni$	耐摩・耐蝕性
チタニウム・カーバイト 全 複 合 材	$TiC$ $TiC-Ni / CO$	耐 蝕

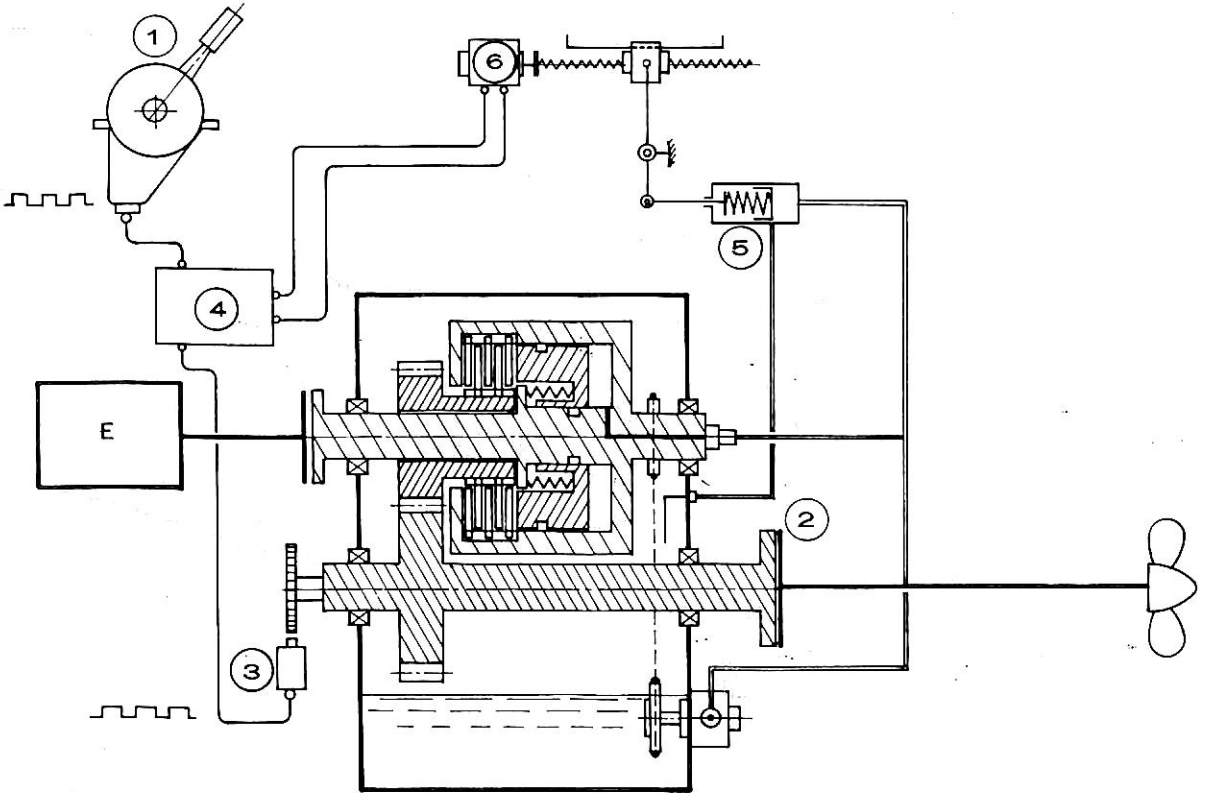


第17図 I R G 100 逆転減速機の内部構造



許容減速比 1 : 1 ~ 1 : 1.8

第16図 I R G 100 逆転減速機伝達容量曲線



第18図 微速運転装置の作動説明図

### 5. IRG 100 型船用逆転減速機

当社は、IRGシリーズの高速艇用逆転減速機を従来より手がけてきたが、今回12V 175 RTC型用として新しくIRG 100型(写真3)を開発した。開発目標としては、主機とのバランス関係から重量で主機の20%、長さで30%以下を目標とした。第16図は本逆転減速機の伝達容量曲線を、第17図は内部構造図を示す。

#### ●船用減速機の微速運転装置

12V 175 RTC型機関の最低調速回転数は、600rpmで、高速艇の場合この回転数でも相当速い船速となり、狭水路などの運航に危険をとまう場合がある。

この対策としてクラッチを半クラッチ状態で使用するいわゆるスリップ運転が一般におこなわれるが、この自動化のために開発されたのが池貝式微速運転装置である。

この種のものには、既に出力軸側に遠心ガバナ機構を組み込んだものが開発されているが、当社の場合最近の電子技術を応用した微速運転装置を開発した。

この作動説明図を第18図に示す。すなわち、出力軸②

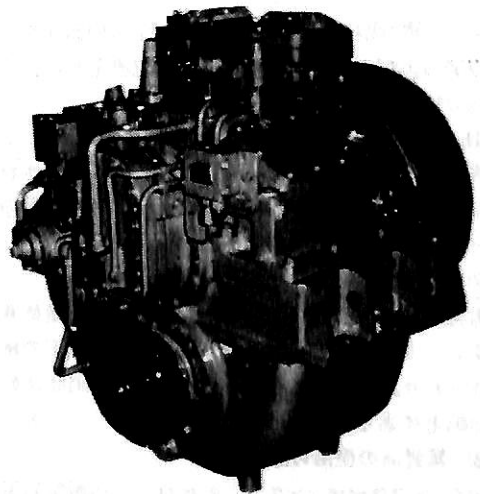


写真3 IRG 100 型船用逆転減速機

の先端に取りつけられたパルスカウンタ③によって出力軸の回転数を検出し、①の微速運転用ハンドル側より送られてくる指令パルスを④の比較制御装置で比較し、そ

の互差分だけサーボモータ⑥を介して調圧弁⑤を動かして、クラッチの作動油圧を調整して微速運転を行うものである。

## 6. 機関監視装置

本機の開発と並行して、従来からの操縦計器盤の固定された観念から離れ、機関の状況を総合的に診断監視制御できるような機能をもつ機関監視装置を開発した。

監視方法としては、従来の圧力計、温度計などの計器の代わりに、ブラウン管のスクリーン上にグラフィック表示を行ない、一目で現在の運転状態が判断できるように考案されている。

写真4は排気温度をグラフィック表示している一例で、機関の各回転数に於ける排気温度の上限、下限、平均値を、それぞれ赤・黄・白線で記憶表示し、現在の値を緑点で点滅表示し、限界値をはずれると緑点が赤点に変わり警報を発するようにしてある。

また、これらの計測値はXYプロッターによって、デジタルおよびアナログ（線図表示）のいずれかを選択印刷でき、データロガーとしての機能も果すことができる。

## 7. おわりに

今回、当社が開発した12V 175 R T C型高速ディーゼル機関およびその周辺機器について記述したが、最後に本機の特長を別記する。

### (1) 軽量・小形・コンパクト

馬力当り機関重量1.95 kgと2 kg以下が達成された。ちなみに国産オリジナル機関の3 kg台、国際標準の2 kg台と比較して世界的水準にある。

### (2) 低燃費

馬力当り燃料消費率149 g / P S ・ h と予燃焼室式高速ディーゼル機関として150 g / P S ・ h 以下の燃費が達成された。第8図にみるように最小燃費範囲が船用特性曲線上にあるのも一つの特長といえる。

### (3) 重質油の使用可能

セラミックコーティングなどの耐食、耐熱衝撃対策などによってB重油相当の重質油運転を可能にした。

### (4) 電子化

将来の高速艇の電子制御に対応できるように、電子ガバナを標準仕様として採用した。

### (5) 低公害

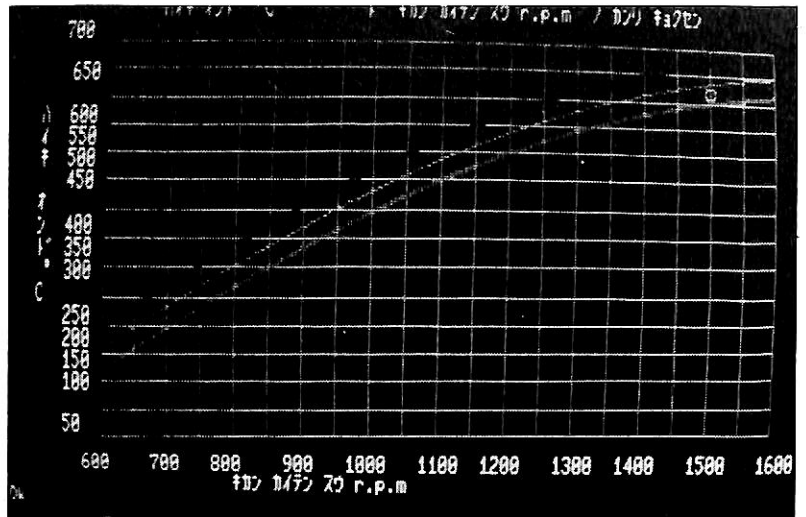


写真4 排気温度のグラフィック表示

燃焼室方式に予燃焼室方式を採用したため騒音、振動、NOx排出量などが、直接噴射方式の高速ディーゼル機関と比較して大巾に改善された。

### (6) 高信頼性

予燃焼室方式を採用したため、直接噴射方式とくらべ低圧燃料の噴射、低圧燃焼が達成され、したがって、主要構成部品に対する負荷が軽減でき、軽量・小形であるにも拘らず高い信頼性が得られた。

### (7) 保守の容易性

極度のコンパクト化は保守の容易性の阻害要素となるが、本機の場合架構側面に点検窓を設け内部を点検できるようにしたこと、および過給装置を機関前端部に、燃料ポンプを機関出力側に配置したため、機関の保守が容易におこなえる。

### (8) コンパクト化

ベルハウジングによる船用逆転減速機との一体化、清水冷却器などの熱交換器類、ポンプ類の軽量・小形・高能率化を計った結果、保守性を阻害することなしにコンパクト化が達成された。

今回の高速ディーゼル機関の開発経緯から、次の開発目標を設定するとすれば、将来有望視されるセラミックをはじめとする新素材の多用、ターボコンパウンドエンジンなどの機関の複合化によって馬力当り機関重量1.5 kg以下、燃料消費率140 g / P S ・ h 以下が、次の船用高速ディーゼル機関の開発目標となるものと思われる。

## 参考文献

- 1) 丹羽誠一著「高速艇工学」舟艇協会

## ●海外文献紹介

## ノルウェーにおける海運およびオフショア

—将来に向けての戦略—

編集 部 記

SHIPPING WORLD & SHIPBUILDER 1983年4月号に、ノルウェーの海運およびオフショアについての今後の動向と同国の戦略について記事があったので、我国海運・造船界にも参考になると考え、抄訳して紹介することにした。

## ま え が き

世界海運は現在危機に当面している。ノルウェー船主協会は、この危機を切り抜けるため、海外進出の方針を決定した。ノルウェーの海運技術は世界の主導的立場にあり、ノルウェーによって提供されるサービスは、世界各国の顧客の特定のニーズにさらに合致させる必要があると考える。

ノルウェー船隊の船腹量は、1982年1月1日から1983年1月1日までに3,820万DWTから3,450万DWTに、隻数は849隻から822隻に減少した。1982年という年は国際海運にとって激動的な年であり、若干の国々は大打撃を受けた。

ノルウェーがオフショア掘削装置・設備およびその支援船を大量に所有することになったのは、ノルウェーの技術の多様化および革新化への能力の著しい実例である。現在ノルウェー籍の半没式掘削装置・設備が31基、支援船は168隻あり、いずれも世界第2位である。1982年におけるこのオフショア部門の収入は4.50億ポンド強で、外航船隊からの総運賃収入の7分の1である。 SHIPPING 全体の収益は、油、ガスを除く総輸出収益の4分の1強を占めている。

## インターナショナリズム

ノルウェーの海事業界は現在進行中の国際化へ適応すべく努力している。Atle Jebson氏(ノルウェー船主協会会長)が最近ロンドンで行なった講演を引用する：「我々は世界の最も国際的なビジネスの真ただ中にあるが、今日提供されているサービスはまったく月並みでありすぎる。我々は、国籍のことを忘れなければならない。そして他国民の船舶の管理およびコンサルタンシー協定が我々の業務のあり方において重要な局面となるであろうことを認識しなければならない。」

国際主義は死活問題であり、ノルウェーの船主は将来の競争力を確保するため、あらゆる障害を乗り越えるべく努力するであろう。

## 船舶職員制度 (Manning)

ノルウェーの国際化への追求において克服しなければならない第一の障害の一つは、海事理事会(Norwegian Maritime Directorate)から提案された改訂マニング規則が海員組合は言うまでもなく、業界のあらゆる部門によって受け入れられることである。現行の規則は、1969年に採用されて以来遵守されて来た。この改正は、すべての通常の任務に応じられる職員規模を与え、また、今日の技術を反映することにもなる“安全基準”に重点を置いて船主協会によって発議されたものである。新しいルールは原則として、問題となっている当該船舶の各々に対する職員要件の個別の評価に基づいており、また“basic manning”という新しい用語は、すべてのマニング要件が安全の観点から基本的に決定されるべきことを指示するために採り入れられたものである。規定された技術水準を有する船舶について、職員配置表が以下のように与えられている。

職員配置表

GT	200		300		500		1200		2000		7000		20,000	
	300	500	1200	2000	7000	20,000								
職員	1)*		1)*		2)*									
船長	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
航海士	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
機関士	1	1	1~2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
通信士					0~1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
電気員					0~1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
機械員	2	3	4	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
司厨員		1	1	1~2	2	2~3	3~4	3~4	3~4	3~4	3~4	3~4	3~4	3~4
計	5	7	9~10	10~12	15~16	17~18	18~19	18~19	18~19	18~19	18~19	18~19	18~19	18~19

1)\* 船内最高作業時間に関する規定からの適用除外が認められている。

2)\* 2,000 総トンまで表示のマニングはヨーロッパ航路に適用するものである。



500 総トン以上は3直制に基づいている。

特別に高度の技術水準の船に対しては、上表より減員し得る場合もある。

ノルウェーの造船・海運界、さらに船員自身の将来のために、ノルウェー籍船に関するマンニングのこのような考察はきわめて重要なことであり、また、もしうまく活用されれば、ノルウェーの船主が世界で最も進歩した、最新式のマンニングシステムを備え、より多くの船舶をノルウェー籍のもとに保有できることになる。

これらの事に関しては、ITFとノルウェー船主協会の間で現在活潑な議論が行われている。そしてこれらの話し合いを世界の海運界が大きな関心をもって見つめている。

### 外国籍船への投資

1981年10月に保守党政府がノルウェー政権を握って以来、外国籍船への投資に関する法律および指針が、より柔軟性のある仕方で取り上げられてきた。

ノルウェーが生き延びるためには、資本獲得のための新しい源資をもとめ、ジョイントベンチャーを設立し、その事業を真に多国籍的基盤に立って運用しなければならない。この発展は何れの国を選ぶかをより自由にするものであり、現ノルウェー政府が認めた一つの現実である。

### 保護貿易主義

ノルウェー人は保護貿易主義が蔓延してはならないと信じており、また国際主義に進むべきであると考えている。国際海運の約80%を占めているバルクおよびタンカー貿易は、他の部門と比較してまだかなりオープンである。だが全体としては保護的措置が急速な勢いで加速しつつあり、高い失業率と低迷した経済活動から生ずる圧力により明らかに悪化している。北海に従事する船に対する市場進出に関する制限についての論争が目下英国およびその他の国で行なわれているが、これは保護措置と関連している。ノルウェーの貿易・海運省のArne Skauge氏は、“より多くの外国船がノルウェー大陸棚市場において仕事をすることを望んでいる”と公の席で語っている。

ノルウェーの造船・海運産業に対する政策は、高コスト国で生活することによる悩みや難問に立ち向かうための自信に満ちた処置であり、その立場はここ当分変わることはないであろう。

### オフショア

米国だけで活動中のリグ基数は平均して3,100基である。北海では、2.2百万バレル/日の石油生産に加えて、2.7百万 $\text{m}^3$ /日のガスが英国大陸棚から生産され、世界第5位の生産分野となっている。そのうち50%は輸出されている。ノルウェーについては、石油換算百万バレル/日で、うち国内消費は20%である。

世界石油消費量の20~25%を占めている西欧は世界確認埋蔵量の40%以下しか有していない。一方、近東については、消費量が3%で埋蔵量は世界の50%以上である。英国の埋蔵量/生産量は16年であり、米国は10年に落ちた。もし生活水準を維持し、経済危機を回避することが必要ならば探求テンポを維持しなければならない。しかし、現在はリグが過剰となっているので、余り多くの探鉱は行なわれておらず、現在のところ生産が主たる作業となっている。

### 発注中のリグ

現在建造中のリグは10基であり、1983年中に引渡されることになっている。個々の部品が従来よりもずっと容易に交換できるようになったので、その耐用期待年数は今ではおおそ20年となっている。

中国は、旧式のセミサブを使用しており、今のところまだ自国では建造できず、引き続きノルウェーの専門知識を活用することになる。

英国のBritoil社、オランダ及びドイツのBP社、ドイツのEsso/Shell社向けのリグについて、リベリアと英国の建造会社がジョイント・ベンチャーを設定することになっている。フランスで建造される(英国で建造するより安い)これらのリグに必要な資金は、英国、スウェーデン、および他の資金源から調達された。ノルウェー政府は当面新造のための融資は行っていない。

現在、北海で使用しないで置いてあるリグが4基あり、この休止損失コストは1基当たり約5,000米ドルに達している。

現在リグの若干のものが現行規則に合致していないということで、新造需要があると楽観視している向きもあるが、新造リグのコストは現在1億1千万米ドルもかかるのである。

### 外国籍のオフショア支援船

昨年、ノルウェー領内において外国籍オフショア支援船が重要な役割を果たした。エッソ、シェル、ガルフのオペレータ3社が1982年中に外国籍とノルウェー籍の船舶を同隻数長期契約で用船した。オスロー市にあるノルウェー船舶仲買人協会から発行された報告書によると、ノ

ルウェーの国有石油会社 Statoil 社は比較的長期契約のものについてはノルウェー籍船のみを使用した。比較的短期契約のものについては、英国、米国およびオランダ籍船を使用したことが確認された。エルフ社、サゴ社、及びアコモ社においても同様である。モービル社は長期契約による4基のノルウェー籍船と12ヶ月までの期間契約による4隻の外国籍船を使用している。

ノルウェー保有船隊のうち10%は、外国の旗をかかげて航海しているという興味深い事実もある。

### オンショアからオフショアへ

海洋油田が、世界確認埋蔵量の1/5以上を占めていると推定されているので、有望な海洋油田を有する国々にとって、探鉱および生産がオンショアからオフショアへ移行しつつあることは明らかである。石油工業界が海底の石油ガスに狙いを定めることになるので、1980年代後半は、世界的にオフショア操業と技術開発の競争に突入するであろうと予測されている。

ノルウェーはこれに対処すべく鋭意努力中であり、40基の移動式海洋掘削装置を建造した。これは世界総基数の約6%を占めることになる。ジャッキアップ式の多い世界の他の諸国と違って、ノルウェー船隊の70%は、特に過酷な深海域用に設計及び艤装されたセミサブ式およびドリル船で占められている。ノルウェー籍の装置によって行なわれた最も大きな作業は欧州においてであり、その活動の大部分は英国およびノルウェー大陸棚に集中している。欧州以外では、ノルウェーのリグは米国、カナダおよびインドを含み16ヶ国で操業している。ノルウェーは特に北極（北緯62度以北の北ノルウェー、カナダ東岸側のグリーンランドおよびブラドル）での経験をもっている。同地域で作業するのにふさわしい装置を建造する能力がある。新世代のオフショアセミサブが造船所とリグオーナとの間で緊密な連携をとりながら設計されている。

世界の20基の大型移動式オフショア・アコモデーション・プラットフォームのうち10基がノルウェーの管理下にある。大部分が英国の大陸棚、ノルウェー大陸棚、ならびにメキシコ、ブラジルにおいて従事している。

### タンカー

ノルウェーは10年以内にタンカー業界から手を引くという徴候がみられる。ノルウェー政府がタンカー船主あるいは一般海運及び漁業に対していかなる形態の補助金をも供与しないということは確かである。

### 関心のある他の分野

米国東岸市場の急激な盛り上がり、サンフランシスコ南部およびカリフォルニア海岸全域が活動のきわめて多忙な区域であることにノルウェー人は注目している。石油発見の可能性の高いノバ・スコティア沖海域でもモービル社によってフィージビリティスタディが行われている。2年以内にはノバ・スコティアにおいて最初のガス/石油オフショア活動が始められるであろう。

予測するのが難しい市場はラブラドル海域であるが、ラブラドル向けにセミサブ1基が三井造船から'83年4月引渡されることになっているというニュースを我々は得た。(原文ママ)

中国に関して多大の関心が示されているが、これは比較的浅海域であり、そのためあまり高度でない機械を使ってでも仕事ができるために、北海におけるよりも掘削費用が安いという限りにおいてである。中国は1983~1984年の間に活動中のリグを10基~15基もつと期待されている。

### オフショアの将来

北海における新しい油田が益々大水深海域において本格的に調査されており、そのうちに"Sub sea"という言葉が今日の"Off shore"という言葉と同じくらいよく使われるようになるであろう。海中居住設備の建造がここ10年のうちに実現可能となるであろう。

来年あるいは再来年にかけての油価に変動があれば、オフショア活動の規模に影響を及ぼすことになろう。オフショア掘削の生産コストはより高くなるので、油価の低下はある種の油田の採算性をおよびやすくすることになろうし、そしてその結果として探鉱が停止されるか、あるいは大幅に削減されることになるかも知れない。

### 協調と遂行

海運およびオフショア業界に対し更にノルウェーがしようと思っていることの一つは、現在定着しており、かつ十分に支持されている Norshipping Exhibition を再び組織化し、後援することである。'83年は6月6日から11日までオスロ市の The Sjelyst 展示センターで開催されることになっている。(原文ママ)

ノルウェーから声を大にして、かつはっきり宣言するメッセージは、海運およびオフショアの両部門の協調に鋭意努力しており、かつ世界の主導的な造船・海運国の一員として自国の自主性を失わずに"自由貿易"(国際化)ができるような道を模索中であるということである。

# 造船工学覚え書

<2>

広島大学名誉教授 (造船学)  
工学博士 川上 益 男

## 2・4 小型旅客船に対する復原性基準

以上の平水区域航行の船に対する復原性基準は、小型船にても勿論用い得るものであるが、小型船の場合にはその船の形とか排水量などが容易にわかりかたいことから、上記の形でGMを規定することは適用がむずかしいので、L、B、Dおよびd<sub>0</sub>、f<sub>0</sub>などで復原性を規定する方が便利である。ここでd<sub>0</sub>、f<sub>0</sub>：乗客が乗っていないときの喫水、乾舷。

図2・6より

$$GM = KB + BM - KG \quad (a)$$

V：排水容積(m<sup>3</sup>)，A<sub>w</sub>：水線面積(m<sup>2</sup>)，I：水線面積2次モーメントとすれば

$$\left. \begin{aligned} KB &= d - (d/2 + V/A_w)/3 = 5d/6 - \Delta/3\sigma A_w \\ BM &= I/V = \sigma I/\Delta, \quad \sigma: \text{水の密度} \end{aligned} \right\} (b)$$

乗客がないときの船の排水量をΔ<sub>0</sub>，Kから重心までの高さをKG<sub>0</sub>，乗客の重心は平均して床から1mの高さにあるものとすれば，

$$KG = \{\Delta_0 \cdot KG_0 + wn(h+1)\}/\Delta \quad (c)$$

(a), (b), (c)より

$$\Delta \cdot GM = 5\Delta d/6 - \Delta^2/3\sigma A_w + \sigma I - \Delta_0 \cdot KG_0 - wn(h+1) \quad (d)$$

$$\Delta_0 \cdot G_0 M_0 = 5\Delta_0 d_0/6 - \Delta_0^2/3\sigma A_{w0} + \sigma I_0 - \Delta_0 \cdot KG_0 \quad (e)$$

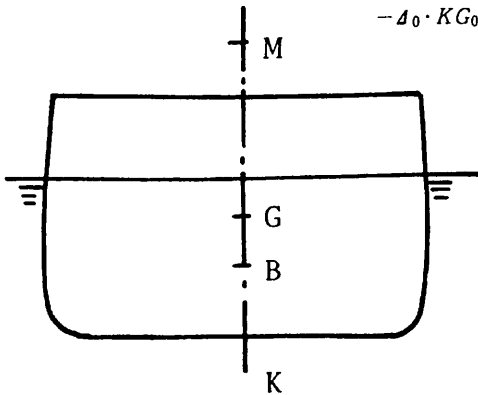


図2・6 重心，浮心，メタセンター

(d), (e)より

$$\begin{aligned} \Delta_0 \cdot G_0 M_0 - \Delta \cdot GM &= 5(\Delta_0 d_0 - \Delta d)/6 - (\Delta_0^2/A_{w0} - \Delta^2/A_w)/3\sigma \\ &\quad + \sigma(I_0 - I) + wn(h+1) \end{aligned} \quad (f)$$

乗客搭載前後を比較すると，

$$\left. \begin{aligned} \Delta &= \Delta + wn, \quad d \approx d_0 + 2wn/\sigma(A_{w0} + A_w), \\ A_{w0} &= LB C_{w0}, \quad A_w = LB C_w, \quad I_0 = k_0 LB^3, \\ I &= k LB^3, \quad \Delta_0 = \sigma LB d_0 C_{b0}, \quad C_w = r C_{w0} \end{aligned} \right\}$$

である故，これを(f)に入れると

$$\begin{aligned} \Delta_0 \cdot G_0 M_0 - \Delta \cdot GM &= -(wn)^2(4r-1)/\{3r(1+r)\sigma LB C_{w0}\} \\ &\quad + (wn)\{(h+1) - 5d_0/6\} \\ &\quad - \{(3r-2)d_0 C_{b0}/3r(1+r)C_{w0}\}(wn) \\ &\quad - (r-1)\sigma LB d_0^2 C_{b0}^2 / (3r C_{w0}) \\ &\quad - \sigma(k-k_0)LB^3 \end{aligned} \quad (g)$$

(g)にて，S<sub>0</sub> = Δ<sub>0</sub>・G<sub>0</sub>M<sub>0</sub>，σ ≈ 1 とおき両辺をLBd<sub>0</sub><sup>2</sup>で割ると，

$$\begin{aligned} (S_0 - \Delta \cdot GM)/LBd_0^2 &= -(4r-1)(wn)^2/\{3r(1+r)C_{w0}\}(LBd_0)^2 \\ &\quad + \{(h+1)/d_0 - 5/6 - (3r-2)C_{b0}/3r(1+r)C_{w0}\} \\ &\quad \cdot (wn/LBd_0) - (r-1)C_{b0}^2/3rC_{w0} \\ &\quad - (k-k_0)(B/d_0)^2 \dots\dots\dots (h) \end{aligned}$$

(h)をみると，(S<sub>0</sub> - Δ・GM)/LBd<sub>0</sub><sup>2</sup> は主として，wn/LBd<sub>0</sub> と (h+1)/d<sub>0</sub> の関数であることがわかる。種々の実船例の平均として p = 3.00 が得られ，

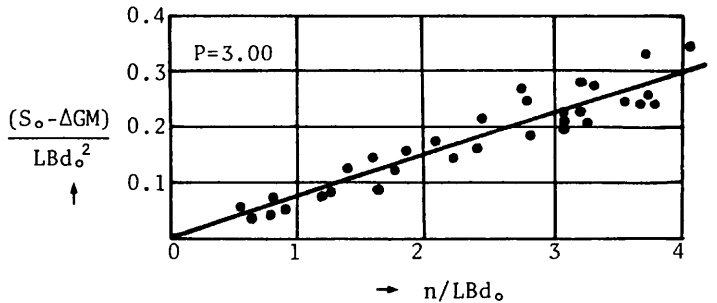


図2・7 乗客と船の主要寸法との関係

$(S_0 - \Delta \cdot GM) / LB d_0^2$  と  $n / LB d_0$  とを点置してみると、図2・7のようになり、平均として両者は1次関数で表わせることがわかった。今( $h$ )を図2・6のごとき1次関数で近似する。 $\alpha$ を常数として

$$(S_0 - \Delta \cdot GM) / LB d_0^2 = \alpha (wn) / LB d_0, \quad (i)$$

$$p = (h+1) / d_0$$

$$\therefore S_0 - \Delta \cdot GM = \alpha w n d_0 \quad (i)$$

のようになる。 $h$ の変化をも式中に表わすことにすると或る状態、即ち図2・7のときの $p$ の値を用いて、

$$S_0 - \Delta \cdot GM = \alpha w n d_0 + w n d_0 \{ (h+1) / d_0 - p \} \quad (j)$$

$$= w n \{ (h+1) - (p - \alpha) d_0 \}$$

この式で  $p = 3.00$ ,  $\alpha = 1.25$ ,  $w = 0.06$  (ton) とすれば

$$S_0 - \Delta \cdot GM = 0.06 n (h+1 - 1.75 d_0) \quad (k)$$

乗客がないときの初期復原力  $S_0 = \Delta \cdot G_0 M_0$  は傾斜試験によって知ることができる。即ち、 $b$  : 重量 $W$ の移動距離(m),  $\ell$  : 振子の長さ(m),  $s$  : 振子の移動量(m) とすれば、

$$S_0 = W \cdot b / (s / \ell) \quad (l)$$

となる。いま(2・6)にて  $(1 - r / r_0) / 4 = C$  とおくと小型船にて乗客の移動による横傾斜が $\theta$ を越える条件は

$$\Delta \cdot GM \geq c w n \bar{B} / \tan \theta$$

$$\therefore S_0 \geq S_0 - \Delta \cdot GM - c w n \bar{B} / \tan \theta \quad (m)$$

ところが各種の船で調べてみると  $\bar{B} \approx 0.9B$  さらに  $r = 3.33$  (人/㎡),  $r_0 = 7.00$  (人/㎡) をとると

$$c = (1 - 3.33 / 7.00) / 4 = 0.131$$

$\tan \theta$  はもし乾舷の70%まで傾くときを限界にとると(2・10)の代りに  $\tan \theta = 0.7f / (B/2) = 1.4f / B$

となる。これは小型船の場合には水上暴露部の面積がかなり小さいので実船例について計算してみると、風速10

(m/sec) の風圧による船の横傾斜がわずかに $2^\circ$  くらいしかないので、復原性の基準としては乗客の移動による横傾斜のみをとりあげて安全のように基準をきめ、風

圧モーメントに対しては横傾斜の限界として以前は $0.8f$  としたのを  $0.7f$  と減らすことにより考慮する。

$w = 0.06$  (ton) を(m)に入れると

$$S_0 \geq (S_0 - \Delta \cdot GM) + 0.01 n B^2 / 2f \quad (n)$$

ただし前と同じに傾斜 $20^\circ$ を限度として  $f \leq B/5.5$  である。ところが  $f \approx f_0 - 2wn / \sigma (C_{w0} + C_w) LB$  と

置けるが、小型船では  $(C_{w0} + C_w) / 2 \approx 0.7$ ,  $\sigma = 1$ ,  $w = 0.06$  なる故

$$f \approx f_0 - 0.085 n / LB \quad (o)$$

小型船では復原性基準は(j)と(m)より

$$S_0 \geq w n \{ 1 + h - (p - \alpha) d_0 + c \bar{B} / \tan \theta \} \quad (2 \cdot 14)$$

または具体的な数値を入れた式として(k), (n)その他の式を用いると、

$$S_0 \geq \frac{n}{100} (6 + 6h - 10.5d_0 + B^2 / 2f),$$

$$f = f_0 - 0.085 n / LB \leq B / 5.5 \quad (2 \cdot 15)$$

のようになる。この式は乗客搭載前の初期復原力  $S_0$  をその船の主要寸法および乗客数、乗客位置などから容易に規定し得る基準として(2・13)の基準より遥かに取り扱いやすいという利点がある。

### 2・5 波浪中を航行する船の復原性

船の最大横揺角は波の傾斜、周期、平均風速、突風などに支配されるが、Sverdrup, Munk の波浪生成理論により平均風速がわかれば、波の傾斜および周期を求めることができるので、各航路または水域での平均風速或いは最大風速などがわかれば波浪中での船の横揺の性質がわかり、従って船の動復原力を考えた復原性基準が定められる。日本での29箇所の台風時の風速の過去35年間の記録について調べた結果平均風速は、

- $v = 15$  (m/sec) ..... 寒冷前線
- $v = 20$  (m/sec) ..... 移動性低気圧
- $v = 25$  (m/sec) ..... 台風

であることがわかった。また瀬戸内海や湖のごとき陸地にさえぎられた水域では、

$$v = 10 \text{ (m/sec)}$$

が最大である。さらに定常風に対する突風の割合は(1.25 ~ 1.41)倍である。このような調査結果を用いて乙基準の標準風速をきめる。乙基準で風圧傾斜モーメント挺： $D_w$  は次式で計算するように要求されている。

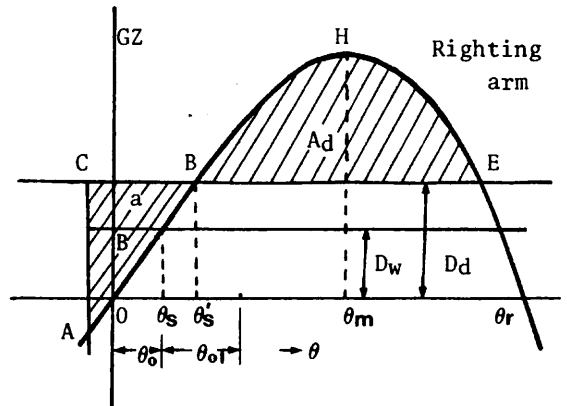


図2・8 波浪中で横揺を定常風、突風をうけたときの船の復原力曲線

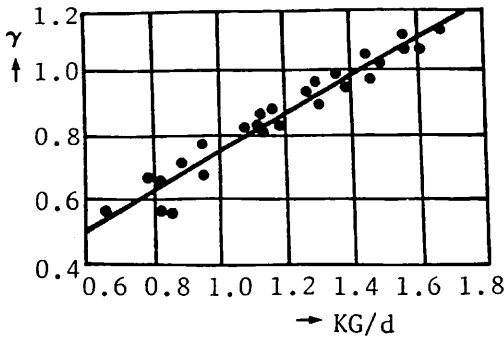


図2・9 有効波傾斜係数と重心高さと喫水の比

$$D_w = K_1 Ah / \Delta \text{ (m)},$$

$$K_1 = 0.0514 \text{ (近海以上)}$$

$$K_1 = 0.0274 \text{ (沿海)}$$

$$K_1 = 0.0171 \text{ (限定沿海)} \quad (2 \cdot 15)$$

$$\theta_0 = (138.5 r \delta N)^{1/2}, \quad r = 0.73 + 0.60 \cdot OG/d,$$

$$\delta = K_2 - K_3 T_s \quad (2 \cdot 16)$$

ただし  $\theta_0$ : 最大横揺角,  $r$ : 有効波傾斜係数,  $\delta$ : 波の相度 ( $0.100 \geq \delta \geq 0.035$ ),  $OG$ : 船の重心の喫水線からの垂直距離 (m) (水線上を正),  $d$ : 喫水 (m)

$$\left. \begin{aligned} K_2 &= 0.151, \quad K_3 = 0.0072 \dots \text{近海以上} \\ &0.153, \quad 0.0100 \dots \text{沿海} \\ &0.155, \quad 0.0130 \dots \text{限定沿海} \end{aligned} \right\} (2 \cdot 17)$$

$$N = 0.02 \dots \dots \dots \text{動揺減衰係数}$$

このような基準が出された根拠を明らかにしておく。船は定常風をうけて  $\theta_0$  だけ横傾斜しこれを中心として  $\theta_0, \theta_{01}$  なる横揺をし, 風上側に  $\theta_0$  傾いたとき定常風の0.5倍の速度の突風をうけたときの船を傾斜させようとするエネルギー:  $B_s$  と船を復原させようとするエネルギー:  $A_d$  との比:  $A_d/B_s$  によって波浪中における船の安全性が判定される。

定常風による傾斜モーメントは,  $\rho = 1.25 \times 10^{-4}$  ( $\text{tan} \cdot \text{sec}^2/\text{m}^4$ ),  $C_D = 1.25$  とすると,

$$M_w = 0.78 \times 10^{-4} Ah v^2 \quad (2 \cdot 18)$$

となる。従って

$$D_w = M_w / \Delta = 0.78 \times 10^{-4} Ah v^2 / \Delta \quad (2 \cdot 19)$$

が導かれる。この式の  $v$  に各水域の値を入れれば (2・15) が求まる。また  $D_d = 1.5 D_w$  である。

横揺最大傾斜角:  $\theta_0$  は同調時において理論的に次式で与えられる。

$$\theta_0 = \sqrt{\pi r \theta_w / 2N} \quad (2 \cdot 20)$$

ただし  $r$ : 有効波傾斜係数,  $\theta_w$ : 最大波傾斜,  
 $N$ : 横揺における相当減衰係数

表2・2 波齢と相度

波齢 ( $V_w/U$ )	0.4	0.62	0.7	0.85	1.12	1.4
相度 ( $\delta$ )	1/10	1/13	1/15	1/20	1/30	1/40

$V_w$ : 波の進行速度,  $U$ : 風速

多くの船につき  $r$  と  $KG/d$  との関係調べてみると, 図2・9のようになり

$$r = 0.74 (KG/d)^{0.85} \quad (2 \cdot 21)$$

の平均近似式が得られる。

$$KG = KO + OG$$

であるから, これを (2・21) 式に入れ  $0.85 \approx 1$  とし直線で近似すると (2・16) が得られる。Sverdrup, Munk 波の生成理論より  $V_w/U$  と  $\delta$  との関係は表2・2のごとき値となる。しかるに  $V_w$  と波の周期:  $T_s$  との関係は理論より  $V_w = (g/2\pi) T_s$  で与えられる。波令と相度との関係を近似し, さらに  $V_w$  と  $T_s$  との関係を用いて各標準風速に応じて (2・16) の  $\delta$  と  $T_s$  との関係が得られる。(2・21) と  $\delta, \theta_w$  との関係を整理すれば波浪中の最大横揺角  $\theta_0$  がほぼ (2・21) 式中の  $\theta_0$  の式のように表わし得るのである。このようにして復原性曲線を用いて波浪中での安全限界が得られる。

波浪中での復原性能を判定する乙基準の計算法をまとめておくと, 次のようである。

- (1) 船の傾斜角に対する復原挺の曲線を作る。
- (2)  $D_w, D_d$  の直線を求める。これを知るために  $A, h$  が必要であるが, これは船体プロフィールより求める。
- (3)  $\theta_s$  より  $\theta_0$  の角度をとり  $AC$  をひく。そのためには  $r, \delta, N$  を計算すればよい。
- (4)  $r, \delta$  を計算するためには  $OG, T_s$  が必要であるが  $G$  は傾斜試験,  $T_s$  は簡単な動揺試験を行えばわかる。が  $T_s$  は計算によっても求められる。

## 2・6 横揺周期

船の自由横揺の運動方式は,  $I$ : 縦軸周りの重量2次モーメント,  $\Delta$ : 船の排水量,  $GZ(\theta)$ :  $\theta$  なる横揺角のときの復原挺, とすれば,

$$I \ddot{\theta} + \Delta GZ(\theta) = 0, \quad \dot{\theta} = d\theta/dt$$

である。普通船型の船では  $\theta < 15^\circ$  では  $GZ(\theta) \approx GM \cdot \theta \approx m\theta$  となるので上式は  $I \ddot{\theta} + \Delta m\theta = 0$  となる。従って, 横揺周期:  $T_s$  は,

$$T_s = 2\pi \sqrt{I/\Delta m} = 2\pi \sqrt{\Delta K^2/\Delta mg} = 2\pi K/\sqrt{mg} \quad (2 \cdot 22)$$

$K$ :  $G$  の周りの横慣性モーメント半径

$g$ : 重力の加速度



この横揺周期は  $\theta < 15^\circ$  位の小さな横揺角のときのものを与えるもので、もし  $\theta > 15^\circ$  のとき大横揺をするときの周期は、この  $T_s$  に修正を加えれば求められる。  
 (2・22) の  $m = GM$  は傾斜試験によって正確に求められるが  $K$  は詳細な計算を行うかまたは近似計算<sup>2・4)</sup> で求めるかである。商船に対して、

$$(K/B)^2 = f\{C_b C_u + 1.10 C_u (1 - C_b)(H/d - 2.20) + H^2/B^2\} \quad (2 \cdot 23)$$

ただし、 $f$  : 船型によって定まる係数、 $C_b$  : 方形肥瘠係数、 $C_u$  : 上甲板面積係数、 $H = D + A/L_p$  : 船の有効深さ、 $D$  : 船の型深さ、 $A$  : 船楼および船室の側面積、 $L_p$  : 垂線間長、 $d$  : 喫水、トリムが大きいときは相当喫水

$f$  の値は、

2・4) C. Doyère : Théorie du Navire (1927)

加藤弘 : 船の横揺周期の近似計算について、造船協会論文集, 89 (1956)

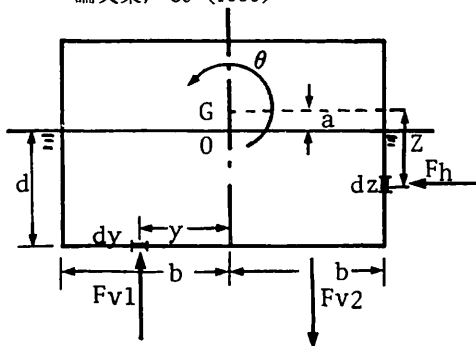


図 2・10 箱型船の横揺時の力と抵抗

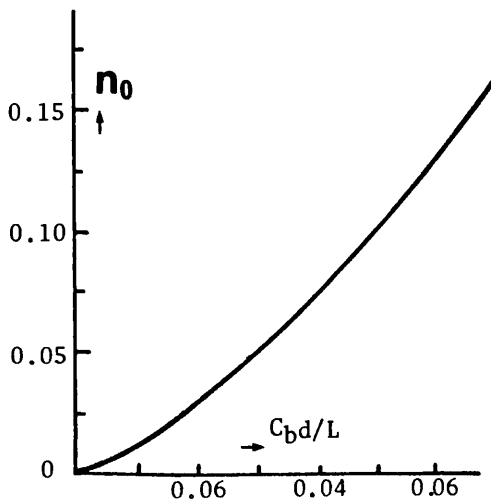


図 2・12  $N_0$  と  $C_b d/L$

客船, 貨客船, 貨物船	$f = 0.125$
油送船	$f = 0.133$
鯨魚船	$f = 0.200$
捕鯨船	$f = 0.177$

(2・23) は、船の軽荷、満載何れの状態にも適用されるもので、横揺試験の結果より逆算した  $K/B$  と (2・23) で計算したものととの比較では、最大誤差 3%, 平均誤差 0.1% であった。(2・23) で  $K$  を求めそれを (2・22) へ入れればかなり正確な  $T_s$  がわかる。

(2・23) を用いるためには、かなり実船についての計算を必要とするが、もっと簡単な  $T_s$  の近似式として軍艦に対して Doyère が与えた式を参考のために示しておく。

$$T_s = 0.58 \{(B_u^2 + 4\overline{KG}^2)/m\}^{1/2} \quad (2 \cdot 24)$$

ただし、 $B_u$  : 水面下最大幅、 $m = GM$

この式で計算したものは、最大誤差 17%, 平均誤差 8% である。

2・7 横揺の相当減衰係数

船の波浪中での同調時の最大横揺角  $\theta_0$  を求めるためには、相当減衰係数  $N$  を知る必要があるが、乙基準

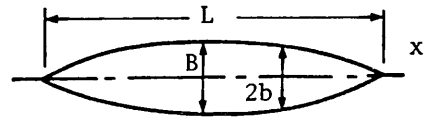


図 2・11 水線面形状

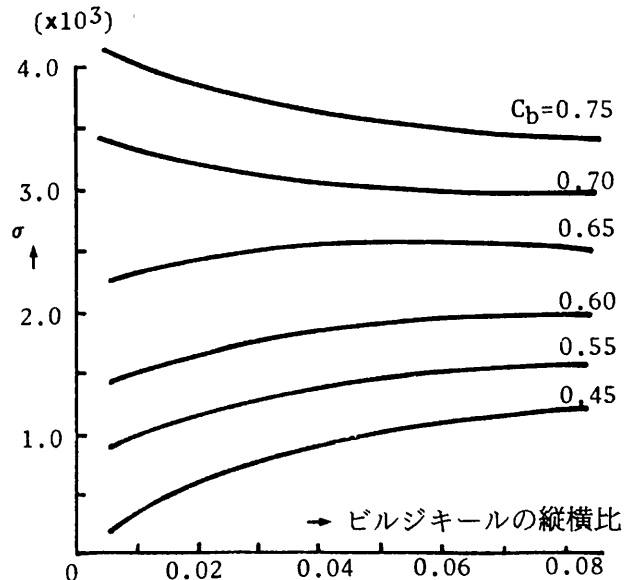


図 2・13  $\sigma$  とビルジキールの縦横比

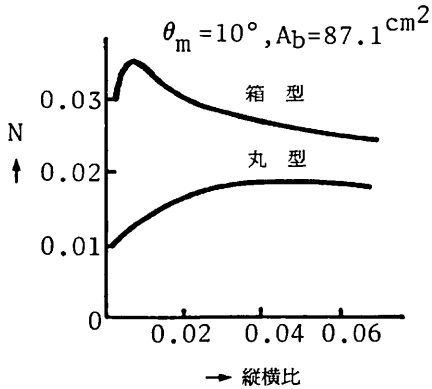


図 2・14 N の模型実験結果(1)

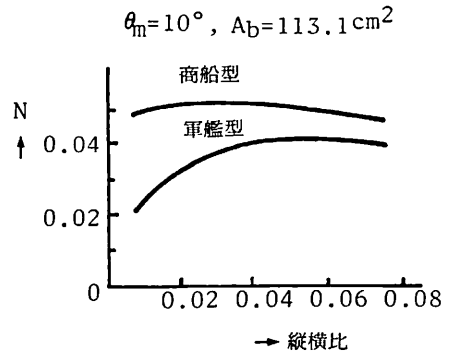


図 2・15 N の模型実験結果(2)

では  $N = 0.02$  をとっている。この値はビルジキールを有する船の場合であって、そうでない場合には多少の修正が必要である。

箱型船が  $\dot{\theta}$  の角速度で横揺をするときの  $N$  の計算式を求める。図 2・10 に示すごとく船側より  $F_h$ 、船底より  $F_{v1}$ 、 $F_{v2}$  の力が作用し、その結果として船に抵抗が作用する。横揺抵抗を表わすのに減衰係数を、

$$\Delta\theta = a\theta_m + b\theta_m^2 + c\theta_m^3$$

の形で表わし、 $\theta_m$  が大きくなると  $a$ 、 $c$  など小さいので  $\Delta\theta = N\theta_m^2$  で表わすのが普通である。これを (2・16)、(2・20) に入れれば  $\theta_0$  が求められる。

$G$  より  $z$  の距離にある  $dz$  部分に作用する水圧は、 $(z\dot{\theta})^2 L dz$  に比例する。従って船側の水圧によるモーメント  $M_s$  は、

$$M_s = C_s L \int_a^{d+a} (z\dot{\theta})^2 L dz = C_s \dot{\theta}^2 \ell^3 L d (1 + d^2/4\ell^2) \quad (a)$$

ただし、 $C_s$  : 抵抗係数、 $\ell = d/2 + a$ 、 $a = OG$

また船底では、 $Q$  より  $y$  の距離の  $dy$  に作用する水圧は  $(y\dot{\theta})^2 dy dx$  であるから船底の水圧によるモーメント  $M_b$  は、

$$M_b = C_b \int_{-L/2}^{L/2} \int_0^b (y\dot{\theta})^2 y dx dy = C_b (\dot{\theta}^2/4) \int_{-L/2}^{L/2} b^4 dx \quad (b)$$

今水線面の形を  $m$  次のパラバラと仮定すれば

$$b = (B/2) \left\{ 1 - \left( \frac{x}{L/2} \right)^m \right\}$$

となるので、これを (b) に入れて  $M_b$  は

$$M_b = (C_b/64) \dot{\theta}^2 L B^4 f(C_w), \quad m = C_w/(1-C_w), \quad \left. \begin{aligned} f(C_w) &= 1 - 4/(m+1) + 6/(2m+1) - 4/(3m+1) \\ &\quad + 1/(4m+1) \end{aligned} \right\} \quad (c)$$

$M_s + M_b$  が横揺抵抗であって、これをいま  $I\beta\dot{\theta}^2$  とおけば  $M_s + M_b = I\beta\dot{\theta}^2$ 、また  $N = (4/3)\beta$  であるから、

$$N = 4(M_s + M_b)/3I\dot{\theta}^2 \quad (d)$$

ここで  $C_s = C_b$  とし、 $I = 4\pi^2/\Delta m T_s^2$  を入れると

$$N = (nLd/\Delta m T_s^2) \{ \ell^3 (1 + d^2/4\ell^2) + f(C_w) B^4/64d \} \quad (e)$$

(e) において  $m$  を  $n_0$ 、 $\sigma$  をパラメータとして

$$m = n_0 + \sigma d A_b / L^3 \quad (f)$$

の形で表わし得るものとする。 $A_b$  : ビルジキールの面積。 $n_0$  は  $C_b d/L$  の、 $\sigma$  は  $C_b$  のほかにビルジキールの縦横比の関数と考えられる。系統的な模型実験の結果  $n_0$ 、 $\sigma$  は図 2・12、図 2・13 のようになる。(f) の  $m$  は、 $\theta_m = 10^\circ$  の場合で、 $\theta_m = 20^\circ$  では近似的に、

$$m = n_0 + 2\sigma d A_b / 3L^3 \quad (f')$$

で与えられる。これを入れて  $N$  の計算式を示すと、

$$\left. \begin{aligned} \theta_m = 10^\circ \dots\dots \\ N &= (n_0 + \sigma d A_b / L^3) \{ \ell^3 (1 + d^2/4\ell^2) \\ &\quad + f(C_w) B^4/64d \} (Ld/\Delta m T_s^2) \\ \theta_m = 20^\circ \dots\dots \\ N &= (n_0 + 2\sigma d A_b / L^3) \{ \ell^3 (1 + d^2/4\ell^2) \\ &\quad + f(C_w) B^4/64d \} (Ld/\Delta m T_s^2) \end{aligned} \right\} \quad (2 \cdot 21)$$

となる。模型実験結果を示したのが図 2・14 と図 2・15 である。前者は  $A_b = 87.1$  (cm<sup>2</sup>)、後者は  $A_b = 113.1$  (cm<sup>2</sup>) の場合である。 $N = 0.02$  は最小に近い値で、この値をとることが安全側である。(つづく)

●新連載のお知らせ

『私の造船技術史』シリーズ第 1 回として、日本造船技術センター・常務理事横尾幸一氏の「船型試験をめぐる」を 3 月号より連載いたしますので、乞御期待下さいませ。

●連載●

## 冷 凍 運 搬 船 &lt; 6 &gt;

— Reefer —

角張昭介・椎原裕美

## 第3章 冷 媒

## 3・1 一 般

冷媒とは、冷凍サイクル中において、その状態を変化することにより、熱または冷たさを運ぶ役目をするものである。冷媒の作用は、一般に低い温度と圧力において蒸発により熱を奪い、この熱をより高い温度と圧力のところへ凝縮により与えるものということができる。従って、冷媒は通常液化しやすいガスで、冷凍サイクル中において液体になり、あるいは気体になり、その状態を変化するものである。

冷たさを運ぶという広い意味において冷媒と類似のものにブラインがある。これは蒸発器で蒸発する冷媒の冷凍力を被冷却品に伝える仲介をする不凍液（一般に凍結点の低い塩化物水溶液）である。即ち、システム内においてその状態を変化することなく感熱の形で冷たさを伝える。あるいは、その熱容量によって冷凍力を貯蔵するものであり、基本的な作動原理において冷媒とは異なるものであるが、共に冷たさを運ぶという意味においては冷媒の一種として考えることができよう。広い意味においては、このブラインを二次冷媒と呼び、先の状態変化を行なう冷媒を一次冷媒と称することもある。

冷媒として使用される物質が具備すべき条件としては、大略次のことが必要となる。

- (1) 価格が低廉で入手しやすいこと。
- (2) 引火性・毒性・腐食性が無く、且つ刺激・悪臭が無いこと（人体への悪影響並びにカーゴダメージの防止）。
- (3) 高圧側圧力の下で冷却水温度によって容易に凝縮し、且つ所定の低温で蒸発すること。即ち、蒸発圧力および凝縮圧力が適当であることであり、実用上、 $0.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ A} \sim 20 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$  程度が取扱い易い。

- (4) 蒸発熱が大きく液体比熱が小さく、蒸発熱に対する液体比熱の割合が小さいこと。
- (5) 臨界温度が高く常温で必ず液化し、且つ、凝固点が高いこと。
- (6) 蒸気および液体の比体積が小さいこと。
- (7) 粘度、表面張力ともに小さいこと。
- (8) 潤滑油および水分による影響を受けないこと。
- (9) 熱伝導率が大なること。
- (10) 電気抵抗（絶縁耐力）が大なること。
- (11) 化学的に不活性で、且つ安定なこと。

現在までに冷媒として用いられているものには、フッ素系冷媒、アンモニア ( $\text{NH}_3$ )、炭酸ガス ( $\text{CO}_2$ )、メチルクロライド ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ )、ジクロルメタン等があげられるが、上記諸条件を満足するに近い冷媒として、最近では、フッ素系冷媒とアンモニアが多く用いられており、特に可燃性、毒性の点で劣るアンモニアに比べて、フッ素系冷媒の中のフロン系冷媒の使用が増えている。

従来、我が国および米国の陸上ではアンモニアが、また、英国では冷却水温度が低いことから炭酸ガスが主として用いられていたが、近年は、次第にフッ素系化合物に移行しつつあり、船舶もその例外ではない。

フッ素系化合物では、フッ化ハロゲン炭化水素系、いわゆる、フロン（フレオン）系冷媒が主である。従来用いられている「フレオン」の呼称は、米国デュポン社の登録商品名であるため、我が国では「フロン」の呼称を使用することになっている。また、略号は冷媒一貫番号のRを用いたR-12、R-22等の呼び方が使われる。

上記の冷媒に必要な諸性質において、化学的、経済的見地からの必要特性については説明するまでもないが、物理的特性（(3)ないし(7)）に関しては、以下に簡単に趣旨を取りまとめておく。

(3)は、凝縮器では、冷媒の凝縮濃度は常に冷却水温度から数度高いことを必要とする。また逆に、蒸発器での蒸発温度は常に冷却保持温度より数度低いことを要する。

なお、凝縮器内で冷媒を液化させるために与える圧力も、経済的、強度的見地からは実用的範囲内であるべきである。

(4)は、蒸発熱が大きいと一定の冷凍能力を得るための冷媒流量が少なくて済むことを示している。また、蒸発熱の割合に液体比熱が大きいと膨張弁を通して液が冷えたとき、液を冷却するため蒸発する液化冷媒量の割合が大きき多量の冷媒ガスが発生してしまう。従って、それだけ冷凍能力のないガスを通すことになる不具合が生じる。

(5)は、臨界温度は少なくとも常温以上とし、通常の冷却水温度での液化を妨げないものとするを示している。(ガスが液化しない場合、冷凍サイクルの形状が普通の冷媒と異なり、成績係数が減少する。)また、凝固温度も当然低い方がよく、通常サイクルの温度条件下で冷媒の凝固が生じてはならないことを示している。

(6)は、蒸気比体積が小さければ圧縮器が小型で済むこと、また、比体積が小さければ体積冷凍効果〔冷凍効果(kcal/kg)/比体積(m<sup>3</sup>/kg)〕が大きくなることを示す。

(7)は、当然のごとく、粘度が小さければ、流れ抵抗が少なく、圧縮機の体積効率も向上する。表面張力が小さければ、液化冷媒が蒸発する時に蒸発管表面の濡れ方が良くなり伝熱作用が良好となる。

### 3・2 冷媒の種類とその性状

既述のとおり、現在最も一般に使用されている冷媒は、フロンとアンモニアであり、船舶においても例外ではない。

従来から使用されてきたアンモニアは、熱力学的には優秀な冷媒であるが、安全性の問題から使用範囲が制限を受けてきた。その安全性の改良を図って、途中、メチルクロライドの登場も見だが依然として安全性には問題が多く、1930年代に入りフロンの開発使用に至って、初めて安全性の問題は解決したといえる。

冷媒は種類も多く、特にハロゲン化炭化水素系冷媒では、化学名で呼ぶと非常に長くなるので記号を使用する機会が多い。表示としては冷媒(Refrigerant)の頭文字“R”の後に番号を付して表わす。

フロンの分子式表示および記号表示は、次のとおりである。

$$\text{分子式表示； } C_k H_l C l_m F_n \\ 2k + 2 = l + m + n$$

$$\text{記号表示； } R - \text{○○○} \\ \text{第1桁} = k - 1 \\ \text{第2桁} = l + 1 \\ \text{第3桁} = n$$

即ち、記号表示の一番右の表示はフッ素の原子数を示し、右から2番目の桁の数字は、水素原子より1つ多い数を示し、右より3番目の桁の数字は、炭素原子数より1つ少ない数を示す。これが零になる時は列から除外される。例えば、R-22は、化学式CHClF<sub>2</sub>を示す。

フロン系冷媒同士、または適当に異種の冷媒が混合された冷媒、即ち、共沸混合物には、500番台の番号が用いられる。例えばR-500は、R-12(73.8重量%)およびR-152a(26.2%)の混合物である。さらに、600番台は有機化合物、700番台は無機化合物となっている。なお、700番台は当該物質の分子量で表わされている。例えば、アンモニア(NH<sub>3</sub>)はR-717、炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)はR-744、亜硫酸ガス(SO<sub>2</sub>)はR-764等である。

以下、主としてこの両者の特徴をとりまとめる。

#### 3・2・1 フロン系冷媒とその性状

##### (1) 冷媒としてのフロン

フロン、即ちフッ化ハロゲン炭化水素系冷媒は、熱力学的性能からは、従来から使用されてきたアンモニアより劣る冷媒であるが、引火爆発性並びに人体に対する毒性の面ではアンモニアより遥かに安全な冷媒であることから近年大きく普及してきている。

即ち、フロンは、基本的に可燃性、爆発性、毒性がなく、金属を腐食せず電気絶縁性が良好で、電気絶縁物を劣化しない特性を有している。

但し、一般にフロン系冷媒は無毒で安全であるが、注意しなければならない点がないわけではない。それは、空気よりも重く、無臭であることから、万一漏洩した場合、冷凍機室内に滞留し、酸欠事故を起こす可能性があることである。事実、過去にも漏洩に気づかず室内に入り、死に致った例がある。

フロン系冷媒で、現在迄最も一般に使用されてきているものはR-12(CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>)であり、冷凍能力はアンモニアの60%程度である。しかし、R-22(CHClF<sub>2</sub>)を使用すれば、アンモニアと同程度の冷凍能力を出すことができる。また、R-22はR-12に比べて低温まで冷せることから、特に近年の超低温(-45~-60℃)の冷凍技術の進歩と相まって、近年特に多用されるようになってきている。その他、現在頻繁に使用されるフロン系冷媒としては、R-11、R-13、R-21、R-113、R-114、R-500およびR-502がある。

##### (2) フロン系冷媒の一般的特徴

フロン系冷媒に共通の一般的特徴を取りまとめると、大略次のとおりであるが、個々のフロン系冷媒の性状については表3・1および表3・2<sup>1)2)</sup>を参照されたい。

表3・1 実用的フロン系冷媒の種類と用途

冷媒名	化学記号	使用温度範囲*	冷凍機種類	用途	特徴
R-11	$\text{CCl}_3\text{F}$	高	ターボ式	冷房	-70℃以下の低温でライン用としても使用可。
R-12	$\text{CCl}_2\text{F}_2$	高・中・低	往復式 ターボ式	冷蔵・冷房 化学工業用 その他一般	最も一般に使用されている。 往復式圧縮機に適している。 冷凍能力はアンモニアの約60%。
R-22	$\text{CHClF}_2$	高・中・低・超低	往復式	冷蔵・冷房 化学工業用 その他一般	圧力・冷凍能力はアンモニアと同等。 R-12で能力不足の時、R-22を使用すると能力が60%位増加する。
R-113	$\text{C}_2\text{Cl}_3\text{F}_3$	高	ターボ式	冷房	ターボ冷凍機用の低圧冷媒でR-11より多少段数を少なくできる。
R-500	$\text{CCl}_2\text{F}_2$ (73.8%) $\text{CH}_3-\text{CHF}_2$ (26.2%)	高・中	往復式	冷蔵 冷房	Carrene-7と呼ばれた。 冷凍能力はR-12に比較して20%増加する。
R-502	$\text{CHClF}_2$ (48.8%) $\text{CClF}_2\text{CF}_3$ (51.2%)	高・中・低・超低	往復式	冷蔵・冷房 化学工業 その他一般	冷凍能力はR-22に比較して13%増加し、圧力も多少高い。 吐出ガス温度が低く、冷媒が分解するおそれがない。
R-13	$\text{CClF}_3$	超低	往復式	特 殊 用 途 低温化学工業 低温研究 特殊冷房 化学工業 小型冷凍機 低温化学工業 低温研究	値段は高価でアンモニアの100倍程度。高圧冷媒で-100℃程度の低温が得られる。
R-21	$\text{CHCl}_2\text{F}$	高・中	往復式 ロータリー式 ターボ式		圧力がR-11とR-12の間でR-12では圧力が高すぎる場所に使用。 製鋼所クレーンカブ冷却用。
R-114	$\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_4$	高・中	往復式 ロータリー式 ターボ式		圧力的にはR-21と同様の使用。

\* 使用温度範囲 高 10℃～0℃, 中 0℃～-20℃, 低 -20℃～-60℃, 超低 -60℃以下

- (1) 電氣的絶縁耐力が大きく電気絶縁物を侵さない。  
(全密閉式および半密閉式冷凍機に適する)
- (2) 金属に対する腐食性が無い。但し、普通のゴムは溶解するのでネオプレン等を用いる。
- (3) 価格は、アンモニアに比して一般に高価である。
- (4) 一般に塩素の代りにフッ素Fが増加するに従って沸騰点は低下する。即ち、飽和圧力が高くなる。
- (5) 燃焼性、爆発性ともに無い。但し、酸素および水蒸気の存在下で焰で熱すると、分解してフ化水素(HF)、ホスゲン( $\text{COCl}_2$ )等の有毒ガスを発生することに注意が必要である。
- (6) 伝熱特性は、アンモニアに比し不良である。
- (7) 水分を溶解しない。従って、水分が存在すると膨張弁に水分が凍結、閉塞し冷凍作用が行なわれず、また、加水分解して酸を生じ金属を腐食する。そのためフロン系冷媒の冷凍装置にはドライヤーが必要となる。

- (8) 液化冷媒は油を溶かすので低圧部に油が多量に流入する。また油の粘度を低下させるので油の潤滑性を低下させる。

表3・1に示したとおり、同じフロン系冷媒でも冷凍機の種類として往復動式が適するもの、およびターボ式またはロータリー式も適するものがある。これは、一定体積の吸入ガスに対する冷凍量によって、使用圧縮機の形式が異なるものである。

即ち、一定体積の吸入ガスに対する冷凍量の大きいものでは、吸入ガスの容積は少なくとも相当の冷凍力が出せるので往復式圧縮機が使用され、一方、一定体積の吸入ガスに対する冷凍量が少なくなると回転式圧縮機、更に冷凍量が少なくなるとターボ冷凍機が使用されるのが一般的である。

- (3) フロン系冷媒 (R-12, R-22 および R-502) の特徴

表3・1の中でも最近特に用いられる機会の多いフロ



表3・2 実用的フロン系冷媒およびアンモニアの諸特性

記号	R-11	R-12	R-13	R-21	R-22	R-113	R-114	R-500 (CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> ) 73.8%	R-502 (CHClF <sub>2</sub> ) 48.8%	アンモニア
化学式	CCl <sub>3</sub> F	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CClF <sub>3</sub>	CHCl <sub>2</sub> F	CHClF <sub>2</sub>	CCl <sub>2</sub> F- CClF <sub>2</sub>	CClF <sub>2</sub> - CClF <sub>2</sub>	(CH <sub>3</sub> - CHF <sub>2</sub> ) 26.2%	(CClF <sub>2</sub> - CF <sub>3</sub> ) 51.2%	NH <sub>3</sub>
分子量	137.38	120.92	104.47	102.93	86.48	187.39	170.93	99.29	111.64	17.03
沸騰点 °C	23.77	-29.8	-81.5	8.92	-40.80	47.57	3.55	-33.3	-45.6	-33.3
凝固点 °C	-111	-158	-181	-135	-160	-35	-94	-158.9	-	-77.7
臨界温度 °C	198.0	112.0	28.8	178.5	96.0	214.1	145.7	-	90.1	133
臨界圧力 kg/cm <sup>2</sup>	44.6	41.4	39.4	52.6	50.2	34.4	33.2	44.4	42.1	116
臨界容積 cc/mol	247	216	179	197	164	325	293	-	200	-
臨界密度 kg/l	0.554	0.558	0.581	0.522	0.525	0.576	0.582	0.498	0.559	-
液の比重 (30°C) kg/l	1.466	1.294	1.296 (-30°C)	1.356	1.177	1.556	1.443	-	1.242	0.595
飽和蒸気の比重 (沸騰点にて) kg/m <sup>3</sup>	5.86	6.25	6.90	4.57	4.83	7.4	7.84	-	6.05	0.905
-15°Cにおける飽和蒸気比 体積 m <sup>3</sup> /kg	0.766	0.0927	-	0.57	0.078	1.69	0.264	0.095	0.0514	0.509
25°Cにおける飽和液比体積 l/kg	0.679	0.764	-	0.733	0.838	0.64	0.688	0.86	0.805	1.66
液の比熱 (30°C) kcal/kg °C	0.209	0.243	0.25 (-30°C)	0.256	0.335	0.218	0.238	0.29	0.3	1.15
C <sub>p</sub> (1 atm, 30°C) kcal/kg °C	0.135	0.147	0.138 (-30°C)	0.140	0.152	0.161 (60°C)	0.160	-	0.168	0.52
C <sub>p</sub> /C <sub>v</sub> (1 atm, 30°C)	1.136	1.136	1.172 (-30°C)	1.175	1.184	1.080 (60°C)	1.088	1.127	1.132	1.31
沸騰点における蒸発熱 kcal/kg	43.51	39.97	35.77	57.86	55.92	35.07	32.78	-	42.5	327
熱伝導率 液 (30°C) kcal/mh °C	0.0906	0.0732	0.134 (-70°C)	0.1035	0.0885	0.0775	0.0663	-	0.038	0.43
ガス (30°C, 1 atm) kcal/mh °C	0.0072	0.0083	-	0.00846	0.01009	0.0067 (0.5 atm)	0.00962	-	-	0.019 (0°C)
粘度 (30°C) 液 cP	0.405	0.251	0.37 (-70°C)	0.330	0.229	0.619	0.356	0.222	0.25	0.22
ガス (1 atm) cP	0.0111	0.0127	-	0.0116	0.0131	0.0104 (0.1 atm)	0.0116	-	0.013	0.014 (30°C)
表面張力 (25°C) dynes/cm	19	9	-	19	9	19	13	-	8	-
誘電率 液	2.28	2.13	-	5.34	6.11	2.44	2.17	-	-	-
ガス (0.5 atm)	1.0019	1.0016	1.0013	1.0035	1.003	-	1.0021	-	-	-
絶縁能力 (23°C, ただし 窒素を1とする)	3.1	2.4	1.4	1.3	1.3	2.6 (0.4 atm)	2.8	-	2.34	0.83
冷媒の水に対する溶解率 g/100g	-	0.026 (27°C)	-	0.69 (30°C)	0.12 (30°C)	-	0.014 (20°C)	-	-	52.5 (20°C)
水の冷媒に対する溶解率 g/100g (30°C)	0.013	0.012	-	0.16	0.15	0.013	0.011	0.040	-	-
" (0°C)	0.0036	0.0026	-	0.056	0.060	0.0036	0.0026	-	0.056 (26°C)	89.9
可燃性	なし	なし	なし	実用上なし	なし	なし	なし	-	なし	あり
毒性順位* (Underwriter's Laboratoryの分類による)	5 A	6	おそらく6	4と5の 間	5 A	4と5の 間	6	-	5aと6の 間	2
基準冷凍サイクルに於ける冷 凍力 kcal/kg	38.6	29.6	-	50.9	40.2	30.9	25.1	34	26.9	269.0
1日本冷凍噸に対する冷媒 循環量 kg/h	86.1	112.3	-	65.2	82.7	107.4	132.1	98	124	12.34
1日本冷凍噸に対する理論 ピストン押のけ量 m <sup>3</sup> /h	65.9	10.8	-	37.2	6.42	171.4	34.8	9.25	6.38	6.28
1日本冷凍噸に対する理論 図示馬力	0.99	1.10	-	1.01	1.06	1.02	1.055	1.12	1.12	1.08
圧縮機吐出ガス温度 (°C)	44.4	10.8	-	61.1	55.0	30.0	30.0	41	38	98
成績係数	5.23	4.7	-	5.13	4.87	5.09	4.90	4.6	4.6	4.8

\*毒性は数の多いものほど少ない。5 A, 4 Aは, 5, 4より毒性は少ない。

ン系冷媒、R-12、R-22およびR-502について、その特性の特徴を次に示す。

(a) R-12

往復式圧縮機用として最も一般的な冷媒であり、蒸発温度で $-30^{\circ}\text{C}$ までの単段圧縮機に用いられる。食品の浸漬式凍結の場合のブラインとしても使用される。潤滑油との相性もよく、いかなる温度でも潤滑油と溶け合う。

(b) R-22

圧力および冷凍能力がほぼアンモニアと同じであり、R-12に比べて同一の圧縮機で60%程度冷凍能力が増加でき、低温域での冷凍能力はアンモニアよりも勝れているため、 $-80^{\circ}\text{C}$ （2段圧縮）までの冷凍装置に用いられる。また、水分もR-12に比べて、わずかながら溶解させ得る。しかし、R-12に比べるとゴムを膨張させる傾向にあり、低温になると潤滑油と2相分離（上相に油分の多いR-22、下相にR-22の多い油）する。

(c) R-502

R-22とR-115の共沸混合冷媒であり、吐出ガス温度がR-12と同等でR-22よりも $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ も低く、潤滑油との相性もよく安定度が高いため、最近低温用に用いられ始めている。冷凍能力はR-22よりも13%程度大きく、凝縮圧力はほぼR-22と同程度で、吐出温度がR-12と同程度ということから、低温においても単段圧縮が可能である。

### 3・2・2 アンモニア冷媒とその性状

アンモニアは、古くより広く用いられてきた冷媒であり、熱力学的に優秀な特性を有すること、および廉価であることから、現在においても冷媒として有効利用されている。但し、この冷媒は、後述するようにフロンと異なり燃焼・爆発性および毒性を有する点に取扱い上の注意が必要であり、これまでも船舶においても漏洩による中毒事故の発生例がある。

#### (1) 冷媒としてのアンモニアの特徴

冷媒として使用される場合のアンモニアの特徴・利点を整理すると次のとおりである。

- (1) 沸点は $-33.3^{\circ}\text{C}$ で、 $30^{\circ}\text{C}$ における凝縮圧力 $11.9\text{ kg/cm}^2\text{ abs}$ であり、あまり高压に圧縮しなくとも液化できる。即ち、圧縮機の製造・運転コストが廉価である。
- (2) 臨界温度は $132.4^{\circ}\text{C}$ 、臨界圧力は $111.5\text{ kg/cm}^2$ なる故、冷却水温が高くとも液化できる。コンデンサーがコンパクトにできる。

- (3) 蒸発潜熱は、通常使用されている冷媒では一番大きく、且つ、液体比熱に対する割合が大きい。（蒸発潜熱： $-10^{\circ}\text{C}$ において $309\text{ kcal/kg}$ ）
- (4) 特有の臭気を有するため、万が一の漏洩時、早期発見が可能である。
- (5) アンモニアガス、液ともに熱伝導率が良好であり、通常、使用されている冷媒中では最良である。
- (6) アンモニアガス、液ともに粘度は小さい。
- (7) 耐食性の観点から、アンモニアと接触する個所に銅、ニッケル、亜鉛、錫およびこれらの合金類の使用を避ける。

冷媒に用いるアンモニアは、水その他の不純物を完全に含まぬことが要求され、99.5%以上の純度の無水アンモニアとする必要がある。（普通の工業用アンモニアは、純度99.9%程度が確保されている。）

船内における冷媒の取扱い作業は、閉鎖または半閉鎖場所にて行なわれることが多く、且つ冷凍機器、管装置からの漏洩が発生した場合でも同様の区域が多く、換気も不十分なことが多い。

従って、無水アンモニアの取扱いに際しては、その毒性および引火危険性に対し特に注意しなければならない。通常の冷媒中では、その毒性は亜硫酸に次いで大きいとされている。

アンモニア冷媒が少量漏洩する際には、応急処置として水をかけて吸収させることがある。また、冷凍液からアンモニアを抜く場合にも最後に残った空気とアンモニアの混合ガスは、水を汲んでおいてこの中に噴出させて回収する。何れの場合にも、アンモニアが水に吸収され易い特性（アンモニアは、水に約900倍の量溶ける）を利用している。

アンモニア特有の刺激臭は、逆に漏洩の早期発見を促すことになる。アンモニアは、大気中に $20\sim 50\text{ ppm}$ の極く微量の濃度が存在するだけで大半の人がその存在を察知できる。また、アンモニアの許容濃度自体は $50\text{ ppm}$ であり、且つ、災害を受ける時は、通常 $0.5\sim 0.6\%$ （ $5,000\sim 6,000\text{ ppm}$ ）の濃度に30分間程度曝露された時以上の条件であり、よほど短時間に多量漏洩する場合を除き、早期発見と迅速な処置が可能であることが理解できる。

アンモニアの漏洩個所は、臭気その他、濃塩酸または点火した硫黄ランプを漏洩個所に沿って移動させ、濃い白煙を生じることで発見することができる。液体中に漏洩した場合には、ネスラー試薬を用いる。

#### (2) アンモニア冷凍機の取扱いおよび設置条件

アンモニアの有する毒性および危険性を考慮して、通

表3・3 無水アンモニア液およびアンモニア水溶液の事故時の処置

事故形態	無水アンモニア液の場合の処置	アンモニア水溶液の場合の処置	蒸気の影響
火 災	<p>ガス流出を止めその後粉末消火剤または炭酸ガスを使用。消火作業員は有毒ガス用の防護服および呼吸具を着用。燃えているアンモニアを直接ウォータースプレイをかけることは厳禁 (備考参照)</p> <p>引火点；0℃以下 発火点；651℃ 爆発範囲；16%～25%</p>	<p>アルコールフォーム、粉末消火剤または炭酸ガスを使用。 ウォータースプレイではタンクを冷却する。消火作業員は防護服および呼吸具の完全着用。</p> <p>引火点；資料なし 発火点；651℃以上 爆発範囲；16%～25%</p>	/
液体が眼に入った場合	<p>直ちに 清浄な海水または清水で眼を開けたまゝ少なくとも15分間は洗浄を続ける。すみやかに医療上の指示を受ける。</p>	<p>直ちに 清浄な海水または清水で眼を開けたまゝ少なくとも15分間は洗浄を続けること。</p>	<p>蒸気が眼に触れると高濃度では、激しい刺激および火傷の恐れあり。</p>
液体が皮膚に触れた場合	<p>直ちに 汚染した衣類を脱ぎ触れた部位を少なくとも15分間は水で洗い流す。負症後24時間以内に軟こう類を使用してはならない。(凍傷部は直ちに温水に浸すこと。) すみやかに医療上の指示を受ける。</p>	<p>汚染した衣類を脱ぎ触れた部位を少なくとも15分間は水で洗い流す。</p>	<p>蒸気が皮膚と接触すると激しい刺激。粘膜や水で濡れた皮膚では焼けるような感覚あり。</p>
蒸気を吸入した場合	<p>患者を新鮮な空気の場合へ移す。呼吸が停止したり弱くなったり不規則となったら口対口または口対鼻による人工呼吸を行なう。すみやかに医療上の指示を受ける。</p>	左 同	<p>蒸気を吸入した場合には、急性作用としてひどいせき込みを伴う呼吸器管への激しい刺激。高濃度の場合は心臓に悪影響があり。また呼吸困難になるおそれあり。慢性作用としては、肺の永久的傷害になる恐れあり。</p>
漏 洩	<p>液体または蒸気との接触を避ける。呼吸具及び防護服の着用。着用していないものは冷凍機室に入ってはならない。発火源を絶つ。少量の漏洩は多量の水で洗い流す。多量の漏洩であれば拡散しないようにして蒸発させる。大量の漏洩の場合は、港湾当局に通報する。</p>	<p>液体または蒸気との接触を避ける。防護服および呼吸具を完全着用。発火源を絶つ。 多量の水で洗い流す。 大量の漏洩の場合は、港湾当局に通報する。</p>	/
<p><b>備考</b></p> <p>危険な濃度のガスの蓄積となるのでガス放出を止める前に消火することは危険である。ウォータースプレイやウォーターフォグを十分使用することは蒸気濃度を減少することになるが、アンモニアが多量に燃えているところに直接放水することは絶対に行なってはならない。</p> <p>アンモニアの温度がウォータースプレイの温度より高い場合にのみウォータースプレイはタンク等冷却に有効である。</p> <p>引火範囲内では、アンモニアガスは、熱または炎があれば容易に引火し淡いオレンジ色の炎を出して燃えるが継続的に着火源がないと燃え続けない。それ故炎があれば爆発する危険性がある。火災の危険は油や可燃性蒸気があれば増大する。</p>			

表3・4 冷媒の可燃性と人体に与える影響

グループ	冷媒番号	化学名	化学式	自然発火温度(°C)	爆発範囲(大気中容積%)		人体に与える影響度(大気中容積%)		備考	注)		
					下限界	上限界	数分以内に致死または重大な被害を受けける濃度	30~60分以内で危険状態となる濃度			1~2時間以内ならば危険がない濃度	注)参照
1	11	Trichloro-fluoromethane	<chem>CCl3F</chem>					10		a)	高濃度では僅かな麻酔性あり。	
	12	Dichloro-difluoromethane	<chem>CCl2F2</chem>					20~30		b)	高濃度では酸欠、窒息を惹き起す。	
	13	Chloro-trifluoromethane	<chem>CClF3</chem>					20~30		b)	無臭であり、無毒と致死量の間は特に狭い範囲にない。	
	13B1	Bromo-trifluoromethane	<chem>CBrF3</chem>					5		a)	非常に低濃度でも臭いにより気づく。	
	21	Dichloro-fluoromethane	<chem>CHCl2F</chem>			10		20		b)	非常に低濃度でも臭いにより気づく。	
	22	Chloro-difluoromethane	<chem>CHClF2</chem>			5~10		2.5		a)	非常に低濃度でも臭いにより気づく。	
	113	Trichloro-trifluoroethane	<chem>CCl3FCClF2</chem>					20~30		b)	非常に低濃度でも臭いにより気づく。	
	114	Dichloro-tetrafluoroethane	<chem>CClF2CClF2</chem>					20~30		b)	非常に低濃度でも臭いにより気づく。	
	115	Chloro-pentafluoroethane	<chem>CClF2CF3</chem>					20~30		b)	非常に低濃度でも臭いにより気づく。	
	C318	Octofluoro-cyclobutane	<chem>C4F8</chem>					20		b)	非常に低濃度でも臭いにより気づく。	
	500	R 12 (73.8%) + R 152 (26.2%)	<chem>CCl2F2/CH3CHF2</chem>					20		b)	非常に低濃度でも臭いにより気づく。	
	502	R 22 (48.8%) + R 115 (51.2%)	<chem>CHClF2/CClF2CF3</chem>					20		b)	非常に低濃度でも臭いにより気づく。	
			Carbon dioxide	<chem>CO2</chem>			8		2~4		c)	非常に低濃度でも臭いにより気づく。
	2	717	Ammonia	<chem>NH3</chem>	630	15	28	0.5~1.0	0.01~0.03		d, c	腐食性
		30	Methylene chloride	<chem>CH2Cl2</chem>	—	—	—	5~5.4	0.2		a	有害な分解性(グループ1と同じ)
40		Methyl chloride	<chem>CH3Cl</chem>	625	7.1	18.5	15~30	0.05~0.1		f	腐食性(グループ1と同じ)	
		Methyl formate	<chem>C2H4O2</chem>	456	4.5	20	2~2.5	0.9~1.0		c	腐食性(グループ1と同じ)	
160		Sulphur dioxide	<chem>SO2</chem>	—	—	—	0.2~1.0	0.005~0.001		d, c	腐食性(グループ1と同じ)	
		Ethyl chloride	<chem>CH3CH2Cl</chem>	510	3.6	14.8	15~30	2.0~4.0		f	腐食性(グループ1と同じ)	
1130		Dichloroethylene	<chem>CHCl=CHCl</chem>	458	6.2	16	2~2.5	2~2.5		f	腐食性(グループ1と同じ)	
170		Ethane	<chem>CH3CH3</chem>	515	3.0	15.5	4.7~5.5	4.7~5.5		g	可燃性大	
290		Propane	<chem>CH3CH2CH3</chem>	470	2.1	9.5	4.7~5.5	4.7~5.5		g	可燃性大	
600		Butane	<chem>CH3CH2CH2CH3</chem>	365	1.5	8.5	5.0~5.6	5.0~5.6		g	可燃性大	
600a	Isobutane	<chem>CH(CH3)3</chem>	460	1.8	8.5	4.7~5.5	4.7~5.5		g	可燃性大		
1150	Ethylene	<chem>CH2=CH2</chem>	425	2.7	34	—	—		g	可燃性大		

常アンモニア冷凍機の設置場所は、全ての船内他区画と気密隔壁、甲板で隔離された区画とし、且つ、次のような諸設備をそなえさせている<sup>3)</sup>。

- (1) 区画の出入口扉は気密のものとし、出入口は直接居住区に通じてはならない。
- (2) 区画の出入口が1個所の場合は、脱出口を設けなければならない。この脱出口は、やむを得ない場合以外は直接居住区域に開口させてはならない。
- (3) 区画には、アンモニアの漏洩検知器を設け、その指示装置は区画の外側であって、出入口に近接した位置に設けなければならない。
- (4) 区画の外から操作できる独立の機械式換気装置を設けなければならない。換気装置の容量は、区画の全容量について毎時30回以上換気できるものとしなければならない。
- (5) 区画の外から操作できる撒水装置を設けなければならない。
- (6) 少なくとも2個の呼吸具を備え、その内1個は、アンモニアの漏洩に際しても容易に近付き得る位置に配置しなければならない。
- (7) 区画の排水は、他の区域の開放型ビルジだめ、または、ビルジ道に排出してはならない。

また、漁船の場合には、配置上の制限から、止むを得ずアンモニア冷凍機を機関室内に設置することが認められているが、その場合であっても、設置区画としての機関室に対し、前(4)、(5)および(6)の設備を設け、更に、アンモニア漏洩に対する検知・警報装置の設置、並びに監視室（または制御室）からの脱出経路が機関室を通過するように設備されている場合には、監視室（または制御室）にも少なくとも1個の呼吸具を備える等の対策が行なわれる。

アンモニアは、冷媒として使用される時の無水アンモニアおよび漏洩時の水洗い処置後等に生じるアンモニア水溶液とでは、両者の物理的、化学的特性値に若干の相違があるため、火災時および人体への接触時の処置においても若干の相違がある。事故時の処置要領を表3・3に比較して示す<sup>4)</sup>。

### 3・2・3 ISOによる冷媒の分類

きもの。中には、可燃性で3.5%または、それ以上の容積%の爆発下限界を併せ持つものがある。

グループ3；可燃性/爆発性があり、3.5%以下の容積%の爆発下限界を有する。

最後に、安全性の面からみた冷媒の諸特性を表3・4に取りまとめる<sup>5)</sup>。これはISOの基準により分類したものであり、火災、爆発危険性並びに人体に与える影響の程度により、冷媒を大きく分けて次の3つのグループに分類している。

グループ1；非可燃性で危険のない冷媒

グループ2；毒性を有する冷媒であり、漏洩時を考慮して一定の量以下に使用を限定すべ

#### 参考文献

- 1) 「冷凍空調便覧」, (社)日本冷凍協会
- 2) 山田, 中山, 「冷凍・冷蔵施設マニュアル」, 工学図書株式会社
- 3) 「冷蔵設備規則」, 日本海事協会, 昭和58年
- 4) 「Tanker Safety Guide (Chemicals)」, ICS (同和訳, 日本船主協会発行)
- 5) ISO Recommendation - R1662, "Refrigerating Plants Safety Requirements", January 1971 (つづく)

## 帯のもつれがない安全胴衣

### —ガス, 可燃性雰囲気向—

安全器具のついた帯がつけてあるため、無造作にしまっておいても、帯がもつれたりしない安全胴衣“MV”が、英国MWセフティ社から発売されている。

ガスや可燃性雰囲気中で安全に使用できるもので、呼吸機器との使用を目的としたもの。簡単に着ることができ、長期間にわたって着ていても着心地は非常によい。

厳しい英国標準規格に合格したこの種の胴衣は、これが初めてだという。黄色のポリ塩化ビニールでつくられており、油や化学薬品に強く、不燃性である。

胸から脚にかけてつける帯は、ポリエステル/ナイロン製で、身長に合わせて調節でき、胸囲は86.5~122cmの範囲に合わせられる。脚のバックルはステンレス鋼製、胸のバックルはカドミウムめっきがしてある。

静電防止したナイロン製の長さ1.3mの締め綱は、敏速解放式フックにより安全胴衣と安全綱をつなぐ。

製造会社: MW Safety Co. Ltd.

60a Gravel Road, Bromley,

Kent BR2 8PF, England.

Telex: 893981

(資料提供: 英国大使館)

## ● 連 載 ●

## 続・液化ガスタンカー

Liquefied Gas Tanker

&lt; 6 &gt;

恵 美 洋 彦

## 5・8・6 液化ガス兼ケミカルタンカーの例

液化ガスおよび化学品を運送するタンカーも、数少ないが就航している。これは、液化ガス用の貨物タンクにも化学品を積載し得るように計画された船舶である。このような船舶は、積載する貨物の種類によって適用する規則が異なるので注意を要する。予定貨物が液化ガス貨物対象品のほか、危険化学品を含む場合、その規則<sup>19)</sup>も適用する。さらに、予定貨物が油（石油精製品）を含む場合、油タンカーとしての要件にも適合させる必要がある。

なお、危険化学品のうち、ジエチルエーテル、イソブレン、イソプロピルアミン、モノエチルアミン、プロピレンオキシド、ビニルエチルエーテルおよび塩化ビニリデンは、規則<sup>19)</sup>にもリストアップされている。即ち、これらは、液化ガスタンカーとしての規則要件（個々の貨物に対する特別要件を含む）に適合させればよい。

次に、液化ガス兼ケミカルタンカーを3例紹介しておく。

(1) 5,000 m<sup>3</sup>型液化ガス/ケミカル兼用タンカー  
"Osco Beduin" <sup>77)</sup>

本船の主要目、船主、造船所等は、次のとおり。

L all	; 103.00 m
L pp	; 94.10 m
B	; 16.30 m
D	; 10.80 m
d (エチレン)	; 5.90 m
(LPG)	; 6.00 m
(アンモニヤ)	; 6.30 m
(塩化ビニール)	; 7.45 m
(最大)	; 8.41 m
タンク容量 (液化ガス)	; 5,066 m <sup>3</sup>
(液体貨物)	; 5,306 m <sup>3</sup>
載貨重量	; 7,000 kT
主機関	; 4,250 PS×570 rpm
航海速度 (最大喫水)	; 13kn
乗組員	; 23名

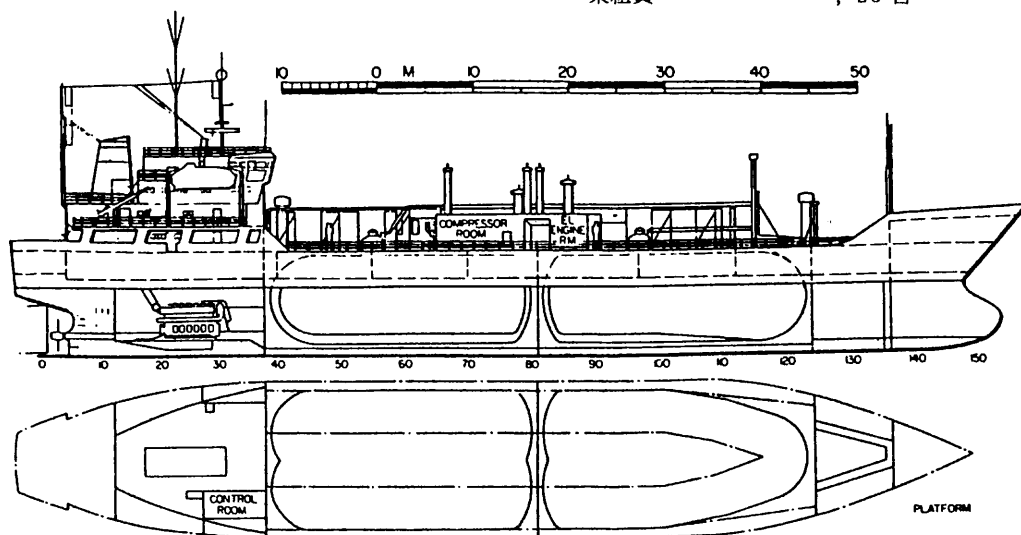


図 5・188 液化ガス兼ケミカルタンカー "Osco Beduin" 一般配置図



船主 ; Osco Beduin & Co., A/S  
 造船所 ; Aukra Bruk A/S

貨物対象品は、液化ガスとしてLPG, アンモニヤ, ブタジエン, プロピレン, ブチレン, ジメチルアミン, エタン, MAPPガス等がある。化学品としては、酢酸, アセトン, 硝酸, 苛性ソーダ, エチレングリコール, 酢酸ビニール, アルコール類, ワイン, 各種溶剤等がある。本船は、液化ガスおよび危険化学品の両規則<sup>1)19)</sup>に適合している。さらに、DNV, USCG, RINAおよびノルウェー規則にも適合している。

本船の配置は、図5-188に示すとおり。

貨物タンクの主要目は、次に掲げるとおりである。

材料タイプ	SUS 316 N 鋼製双胴円筒形	
容量	No.1 タンク	2,382 m <sup>3</sup>
	No.2 タンク	2,684 m <sup>3</sup>
	スロップタンク	240 m <sup>3</sup>
	(化学品専用)	
設計蒸気圧	4.1 bar・g	
設計温度	-104°C	
設計比重	1.44ないし2.0	

貨物積付け率を大きくし得るようにタンクには、設定圧力を変更できる安全弁が設けられている。-104°Cに冷却した状態で設計比重1.44としてタンク強度が定められている。化学品の設計比重は、2.0である。

貨物管系統は、3系統である。そして、同時に3種類の化学品を積載し得る。液化ガスは、同時に2種類を積分けることができる。

貨物冷却装置は、混合式を3ユニット備えている。各ユニットは、Sulzer製K105 213無給油2段貨物圧縮機が使用される。冷媒は、フロンである。

2台の貨物加熱用ヒータが設けられている。これは、揚荷時に使用される。この装置は、積荷時に戻りガスが得られぬ場合にも使用される。熱媒体は、海水であるがその温度が低い場合、海水をバタワースヒータで暖める。

多種の貨物を交互に積載するため、クリーニング装置は完備している。タンクおよびその他の装置内の湿気は、メタノール・空気装置を使用して除去し得る。洗浄後の化学品汚水を積載するため、2基の7m<sup>3</sup>タンクが甲板上に装備される。

有害液体物質となる化学品は、エジェクタでスロップタンクに移送される。これは、MARPOL 73/78にも適合した配置である。

貨物ポンプは、Thune-Eureka CL製ディーブウエルポンプが2台備えられる。ポンプの性能は、120mの液頭圧で135m<sup>3</sup>/hrである。さらに、80m<sup>3</sup>/hrの化学品用ディ

ーブウエルポンプも整備されている。

CLシリーズのポンプは、-104°Cまでの液化ガス貨物および+80°Cまでの化学品、さらに溶剤や水も移送し得る多性能なものである。このポンプは、貨物タンクに貨物を積載した状態でポンプを開放せずにベアリングを代えることができるという特長を有する。ポンプは、4台備えられ、同時に運転できる。

安全装置として、高位液面自動しゃ断弁、高位液面警報および緊急しゃ断弁が設けられている。これらは、規則<sup>1)19)</sup>を満足し、かつ、陸上の設備とも適合するように配慮されている。

本船は、運航の弾力性をもたせるため、部分積載も可能なように設計されている。そして、最大喫水では、比重2.2の貨物まで積載できる。

(2) 8,300 m<sup>3</sup>型液化ガス兼ケミカルタンカー  
 "Igloo Finn" 78)

本船の主要目、船主、造船所等は、次のとおり。

L <sub>all</sub>	; 128.00 m
L <sub>pp</sub>	; 116.00 m
B	; 21.30 m
D	; 12.10 m
d (プロパン)	; 7.00 m
(アンモニヤ)	; 7.40 m
(VCM)	; 8.40 m
(比重1.2溶剤)	; 9.30 m
(最大)	; 9.45 m
タンク容積	; 8,300 m <sup>3</sup>
載貨重量(20°C)	; 11,200 kT
主機関	; Sulzer 6 RLA56
主機関出力	; 7590 PS×155rpm
最大速力	; 16kn (d=7.00m)
乗組員	; 23名
船主	; Partrederier NEMO
造船所	; Moss Rosenberg

本船は、8,300 m<sup>3</sup>のタンク容積を有する液化ガス兼ケミカルタンカーである。そして、LPG, エチレン, 化学品等の8種類の貨物を同時に積載できる。そのうち、2種類は、完全冷却(低温式)とし得る。

貨物対象品は、次に掲げるとおり;

- エチレン (Ethylene)
- エタン (Ethane)
- プロピレン (Propylene)
- ブタジエン (Butadiene)
- アンモニヤ (Ammonia)
- ブチレン (Butylene)

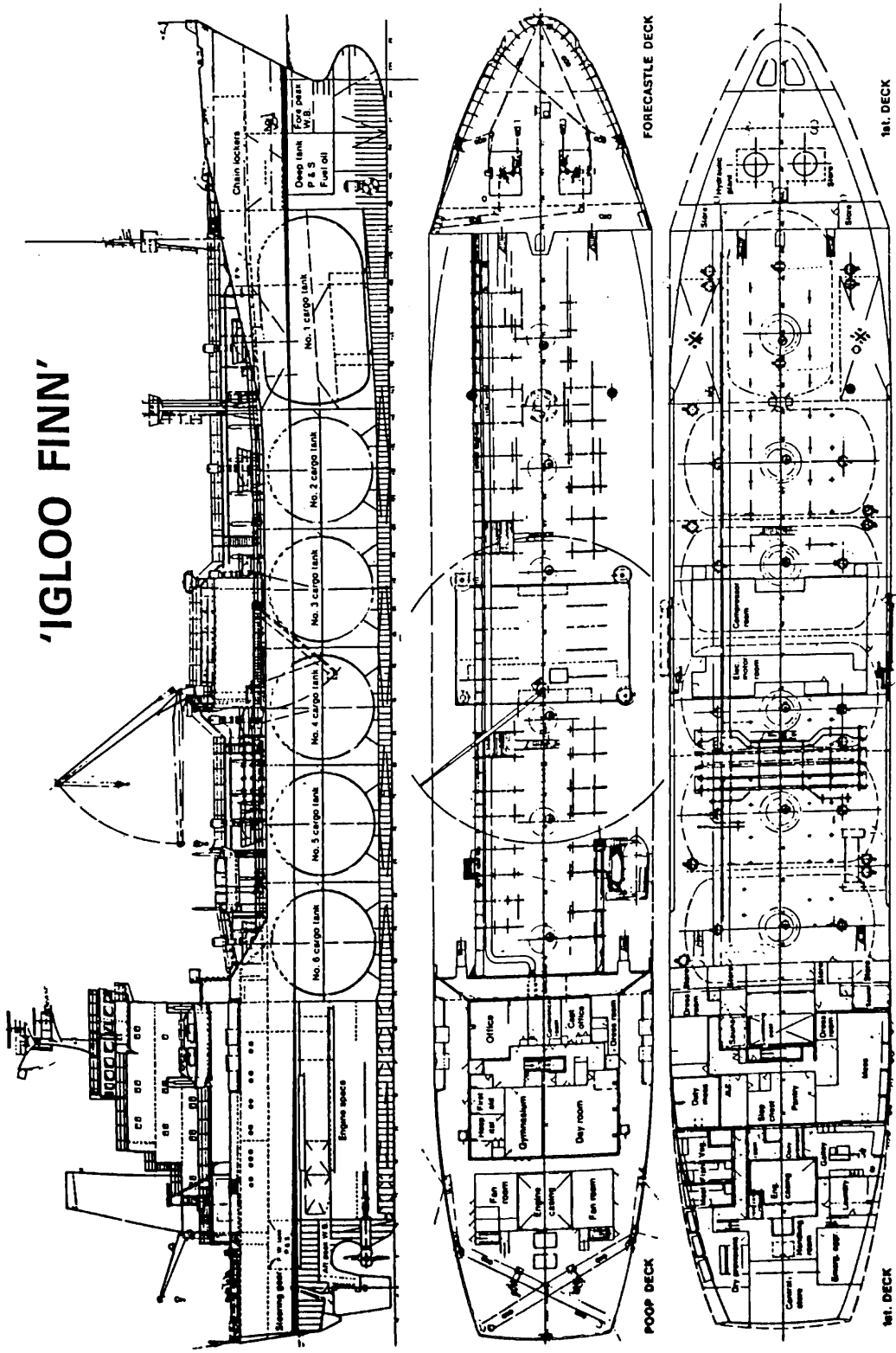


図 5-189 8,300 吨型液化ガス兼ケミカルタンカー「Igloo Finn」一般配置図(78)

(图中, ※のNo.1 船側タンクは, 化学品専用貨物タンク)

塩化ビニール (Vinyl chloride monomer: VCM)  
 Mapp ガス (a mixture of methyl-acetylene  
 and propadiene with hydrocarbon gases)  
 ブタン (Butane)  
 ブタン/プロパン混合体 (Butane/propane  
 mixtures)  
 プロピレンオキシド (Propylene oxide)  
 C<sub>4</sub> 留分ガス (C<sub>4</sub> stream)  
 各種溶剤 (Solvents); 比重 1.2  
 その他の化学品; 最大比重 1.8

本船のタンク配置は、図 5-189 に示すとおり。図からわかるように、6 基の円筒形タンクと 2 基の 1 体型タンクが設けられている。タンクの主要目は、次のとおり。

〔円筒形タンク〕

タイプ等 ; ステンレス鋼だ円形鏡板円筒形  
 タンク計 6 基 7,700 m<sup>3</sup>  
 積載貨物 ; 液化ガスおよび化学品  
 設計蒸気圧 ; 3.95 bar·g  
 設計温度 ; -104°C ないし +80°C  
 設計比重 ; 1.8  
 タンク防熱 ; ポリウレタンフォーム

〔一体型タンク〕

タイプ等 ; コーティングタンク 2 基 600 m<sup>3</sup>  
 積載貨物 ; 化学品  
 設計比重 ; 1.0

高度かつ複雑な貨物取扱いおよび監視装置は、中央部甲板室が基本となる。ここでは、貨物冷却装置および貨物制御コンソールが配置されている。

Kvaerner Kulde 冷却装置は、3 ユニットの R-22 混合式装置からなる。うち、2 ユニットで十分な冷却能力を有し、1 ユニットは予備となる。エチレンは、大気/海水が 45°C / 32°C のとき、ほぼ大気圧に保たれる。このほか、タンク囲壁外側に冷却/加熱用コイルが溶接で取付けられている。そして、エタノールをこの中に通すことによって貨物を -30°C ないし +80°C の温度に制御できる。

本船の特長の 1 つは、世界中の殆どどの基地で貨物を積み得ることである。即ち、圧力式および低温式の液化ガスのいずれも受け入れることができる。

積揚荷時間は、それぞれ、15 時間で計画される。各タンクには、185 m<sup>3</sup>/hr の容量のディーブウエルポンプが装備されている。揚荷時の背圧に対し、2 基のブースタポンプも備えられている。この容量は、それぞれ、280 m<sup>3</sup>/hr である。必要な場合、海水との熱交換器を通して貨物を加熱する。

すべてのタンクは、互いに独立して積揚荷することができる。

A Tofte & Jorgensen タンク洗浄器は、化学品積載後の洗浄用として装備される。

安全装置としては、次のようなものが装備される。

Moss ガス検知器  
 イナートガス製造装置 900 N m<sup>3</sup>/hr  
 Selenia レーダ  
 衝突予防装置 (AR 1645/9, ARP 1660/12 S)  
 Raytheon JLE 2400 サテライト受信装置  
 Anshütz Standard 4 ジャイロコンパス  
 ジャイロコンパス 4 基 (Anshütz)  
 速力ログ

(3) 小型液化ガス兼ケミカルタンカー  
 "Borthwick"<sup>79)</sup>

本船の主要目、船主、造船所等は、次のとおり。

L all	; 78.85 m
L pp	; 73.20 m
B	; 12.80 m
D	; 6.00 m
d	; 5.30 m
タンク容積	; 2,500 m <sup>3</sup>
船舶のタイプ	; II PG
主機関	; ディーゼル機関, 1,600 kW × 825 rpm
船主	; George Gibson and Company
造船所	; Robb Caledon Shipbuilders
設計	; Liquid Gas Equipment Ltd. (貨物格納設備およびその他の貨物装置)
載貨重量	; 2,050 kT
(内訳)	ディーゼル油注 <sup>1</sup> 156 kT
	清水 70 kT
	潤滑油 10 kT
	小タンク 2 kT
	乗組員 (含手荷物) 2 kT
	消耗品 2 kT
	貯蔵品 1 ないし 3 kT
	積荷注 <sup>2</sup> 1,797 kT
	雑 10 kT

注 1: イナートガス製造用を含む。

注 2: 復原性を確保するために必要な積荷時の海水バラストを含む。

発電機 ; ディーゼル機関駆動交流発電機  
 4 台 (160 kW × 4)



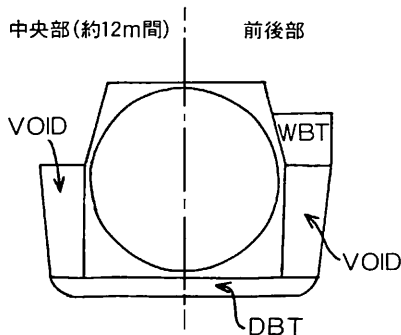


図5-190 “Borthwick”の一般配置(2) 横断面

乗組員 ; 14人  
 甲板部士官 4人  
 機関部士官 3人  
 甲板部員 4人  
 スチュワード3人(調理士含む)

貨物対象品は、アンモニア、プロパン、ブタン、プロパン/ブタン混合体、ブタジエン、プロピレンおよび塩化ビニールである。そして、危険化学品であるプロピレンオキシドも運送できるように計画されている。ただし、このプロピレンオキシドは、前述のように規則<sup>1)</sup>でもリストアップされている。故に、規則上、本船は液化ガスタンカーである。(液化ガスタンカーとしての適合証書のみで可) 船体配置の概要は図5-190に掲げるとおり。貨物タンクの主要目は、次のとおりである。

- タイプ ; 低温用炭素鋼製円筒形タンク (だ円形状鏡板)
  - タンク容量 ; Na 1 タンク 1,120 m<sup>3</sup>  
Na 2 タンク 1,383 m<sup>3</sup>
  - 設計蒸気圧 ; 7 kg / cm<sup>2</sup> G
  - 安全弁設定圧力; 6.5 kg / cm<sup>2</sup> G
  - 設計温度 ; -48°C
  - タンク防熱 ; 75mm厚さポリウレタンフォーム (1 mm厚さ亜鉛メッキ鋼板カバー付き)
  - タンク支持 ; 堅木製ライナのくら形支持
- 貨物ポンプ、貨物冷却装置等の主要目を、次に示す。
- 貨物ポンプ; 電動多段式ディーブウエルポンプ 2台 150 m<sup>3</sup>/hr (-48°C に於いて)
  - 他に、ブースタポンプが設置されている。
  - 貨物圧縮機; 無給油往復動式 Linde WK 85型 2台 電動機駆動 1段および2段圧縮のいずれも可能
  - 貨物凝縮器; 円筒多管式(海水使用) 2台 管中に海水、胴側に貨物
  - 貨物加熱器; 低温用炭素鋼製円筒多管式(海水使用)

胴側に貨物、管側に海水  
 海水側 耐食エポキシ樹脂塗装  
 貨物管系統; 貨液および貨物ガス管いずれも1系統 (同時に2種以上の貨物は積載しない)

荷役用マニホールド部には、貨液管に対して温度計および圧力計、貨物ガス管に対して圧力計が、それぞれ、設けられている。タンクの圧力および温度は、電子式伝送装置によって操舵室でも監視できる。過圧および高位液面警報も同様である。

緊急しゃ断弁は、規則<sup>1)</sup>に基づいて設備されている。この操作場所は、甲板上、操舵室、圧縮機室、電動機室、およびイナートガス製造装置室となっている。そして、押しボタンまたは三方弁を操作することによって、緊急しゃ断弁が閉鎖する。

貨物ポンプ/圧縮機室は、上甲板中央部よりやや後方に設けられている。この中には、貨物圧縮機、凝縮器、ブースタポンプ等が設置されている。駆動は、隣接した電動機室から駆動軸を介しての電動機による。

貨物圧縮機は、前述のように1段および2段の作動ができる。これは、使用目的および貨物の種類に応じて適宜使い分けるものである。圧縮機は、貨物冷却、積荷中の貨物ガス移送および圧力揚荷に使用される。第2段の吐出温度を150°C以下に制限するための冷却装置がついている。

貨物加熱器は、低温貨物の加熱に使用される。そして、低温貨物を常温貨物として揚荷できる。この装置は、貨物蒸発器(ペーパーライザ)としても使用でき、300 m<sup>3</sup>/hrの貨物蒸気を発生させ得る。

プロピレンオキシドの積載にあたっては、種々の配慮が必要である。本船には、そのために必要な設備が備えられている。また、材料も、プロピレンオキシドに適合するものが使用されている。

(4) “Hemina”<sup>81)</sup>

本船の主要目は、次のとおり。

- L<sub>all</sub> ; 75.00 m
- L<sub>pp</sub> ; 70.00 m
- B ; 14.00 m
- D ; 7.90 m
- d ; 5.50 m
- タンク容積 ; 2,450 m<sup>3</sup>
- 主機関 ; 3,000 PS × 415rpm
- 航海速力 ; 13.5 kn
- 船舶のタイプ; II PG
- タンク構造 ; 低温用炭素鋼製双胴円筒形タンク  
ポリウレタンフォーム防熱

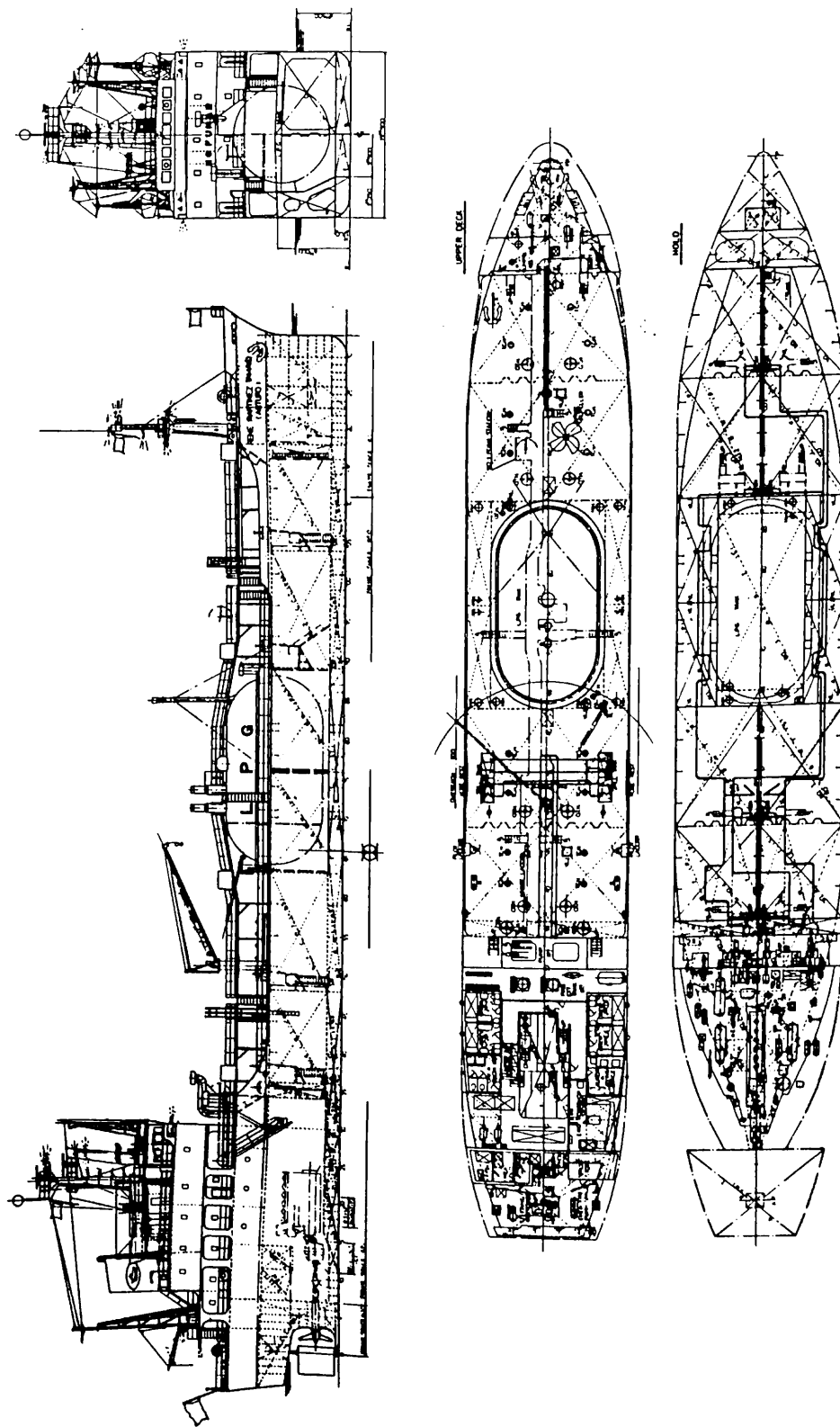


図5-191 LPG兼プロダクトタンカー“Rene Martinez Tamayo”一般配置<sup>80)</sup>



## 船の科学

タンク数	； 2基
設計温度	； -48°C
設計比重	； 0.97 (清水=1)
設計蒸気圧	； 7.0kg/cm <sup>2</sup> G
安全弁設定圧	； 5.0kg/cm <sup>2</sup> G
造船所	； Moss-Rosenberg
船主	； K/S A/S Heragas

本船は、低温圧力状態または低温状態のLPGを積載するよう計画されている。ほかに、アンモニア、ブタジエン、塩化ビニール、プロピレンオキシド、ブチレン、C<sub>4</sub>留分およびMAPPGガスも貨物対象品とする。本船も前(3)の例と同じく、規則<sup>1)</sup>上は、液化ガスタンカーとして建造されている。

貨物装置等の概要は、次に示すとおりである。

貨物ポンプ	； Thune-Eureka CL80-1 ディーゼルポンプ80 m <sup>3</sup> /hr × 4
ブースタポンプ	； 150 m <sup>3</sup> /hr × 2
貨物冷却装置	； Kvaerner Kulde 製 2 ユニット (Sulzer 無給油往復 2 段圧縮機)
イナートガス	； 500 Nm <sup>3</sup> /hr 燃焼排ガス式 Moss Verft 製
粉末消火装置	； 500 kg コンテナ × 2 管系統およびモニター付

本船は、同時に2種類の貨物を積載できるとのことである。このため、貨液およびガスラインは、タンク毎に設けられている。ただし、貨物冷却装置は、2ユニットであり、その1つが予備となっている。したがって、同時輸送する1つの貨物は、蒸気圧の低い貨物(ブタン、ブチレン等)に限定されるものと思われる。

イナートガス装置の燃焼装置は、液および固体廃棄物のいずれも燃焼できる焼却炉としても使用できる。

### 5・8・7 液化ガス兼プロダクトタンカーの例

(“Rene Martinez Tamayo”)<sup>80)</sup>

当初のLPG船は、全て油(原油または石油精製品)とLPGの兼用船であった。これは、その後、LPG貨物の増加に伴ない、LPG専用船若しくは多目的液化ガスタンカーに置き代わった。しかし、油兼LPG船が全く無い訳ではなく、両方を同時に輸送するような需要も少なくない。

本項では、LPGとディーゼル油を同時輸送するように計画された兼用船“Rene Martinez Tamayo”の概要を紹介する。このほか、油タンカーの甲板上にLPGタンクを設置する例やLPGタンクにナフサを積む例も、少なからず見られる。いずれにしてもこのような船舶は、

油タンカーおよび液化ガスタンカーとしての両方の規則要件を満足する必要がある。これは、例えば甲板上的LPGタンクが小容量だからといっても、同じである。

“Rene Martinez Tamayo”は、前述のような趣旨で、液化ガスタンカーおよび油タンカーとしての最新の規則が適用された。即ち、液化ガスタンカーとしては、規則<sup>1)</sup>が完全適用され、また、油タンカーとしては、新しく発効したMARPOL73/78附属書Iが適用されている。

本船の主要目は、次のとおり。

L <sub>all</sub>	； 90.55 m
L <sub>pp</sub>	； 85.00 m
B	； 13.50 m
D	； 6.00 m
d(計画)	； 4.50 m
総トン数	； 1,979 トン
載貨重量	； 2,346 kT
タンク容量	
LPGタンク	； 650 m <sup>3</sup>
貨物油タンク	； 2,218 m <sup>3</sup>
スロップタンク	； 85 m <sup>3</sup>
WBT	； 1,161 m <sup>3</sup>
ディーゼル油タンク	； 172 m <sup>3</sup>
清水タンク	； 113 m <sup>3</sup>
航海速力	； 13.7 kn
航続距離	； 4,100 浬
定員	； 25 名

#### (1) 一般

本船の配置は、図5-191に示すとおりである。写真を図5-192に示す。本船は、前述のように最新の液化ガスタンカーの規則とMARPOL73/78の両方の規定(損傷時復原性)に適合する。液化ガスタンカーの損傷時復原性要件を満足させるため、次の配慮が払われている。

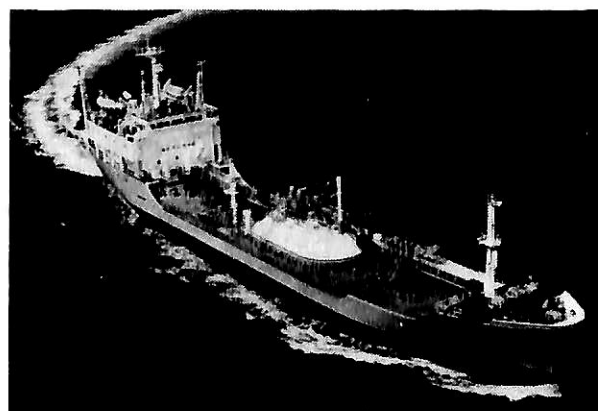


図5-192 “Rene Martinez Tamayo”の全景

る。

- (i) トリム差を少なくするため、燃料タンクを船首槽の後方に設ける。
  - (ii) バラストタンクを二重底およびLPGタンクの両側に設ける。
  - (iii) LPGタンクの上甲板突出部のハッチコーミング高さを甲板中心線で1.00mとする。
  - (iv) 機関室内の置タンクの一部を船体付きとする。
  - (v) 操舵機室と機関区域を別の区画とする。船尾水密隔壁を船尾楼甲板まで連続させる。
  - (vi) LPG積荷中、および後、並びに貨物油積荷中の復原性能を良くするためのバラスト能力を定める。
- なお、当然のことながら貨物油タンク部の損傷に対しても、液化ガスタンカーの損傷時復原性基準が適用されている。

(2) LPG貨物装置

LPGは、圧力式（常温）で受取り、貯蔵しそして引渡すよう計画されている。LPG貨物装置の主要目は、次のとおり。

- 貨物タンク（高張力鋼製円筒形タンク一基）；
- 設計蒸気圧 18 kg/cm<sup>2</sup>G
- 設計温度 0 ないし 45°C
- 安全弁設定圧力 18 kg/cm<sup>2</sup>G（高圧）  
6 kg/cm<sup>2</sup>G（低圧）

貨物ポンプ（ディープウェル 2 台  
図 5-193 参照）、

- 吐出量 140 / 170 m<sup>3</sup>/hr
- 全揚程 160 / 180 m
- 電動機 防爆 d<sub>2</sub>G<sub>4</sub>, e-d<sub>2</sub>G<sub>3</sub>  
定格出力 65 kW  
電源 AC 440 V,  
60 Hz, 3 相

- 貨物圧縮機（1 台）
- 最高吐出圧力 20 kg/cm<sup>2</sup>G
- 差 圧 常用 2.5 kg/cm<sup>2</sup>  
最大 7.0 kg/cm<sup>2</sup>
- 電動機 65 kW

- デミスタサイクロン分離器（1 基）
- 定量および圧力 270 ℓ および 20 kg/cm<sup>2</sup>G
- ノックアウトドラム（1 基）
- 容量および圧力 270 ℓ および 20 kg/cm<sup>2</sup>G

LPG 貨物管系統は、図 5-194 に

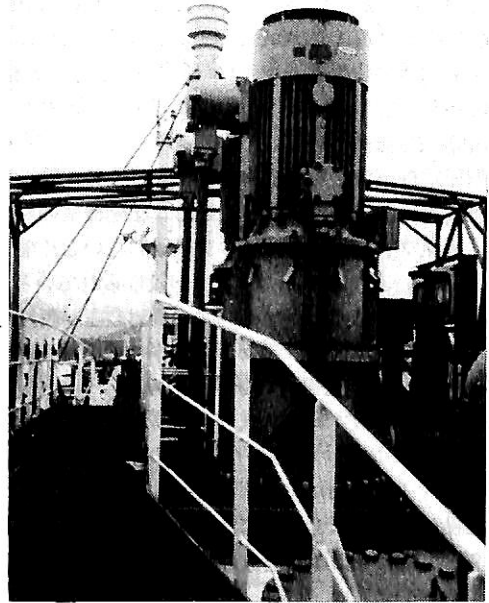


図 5-193 電動ディープウェルポンプ

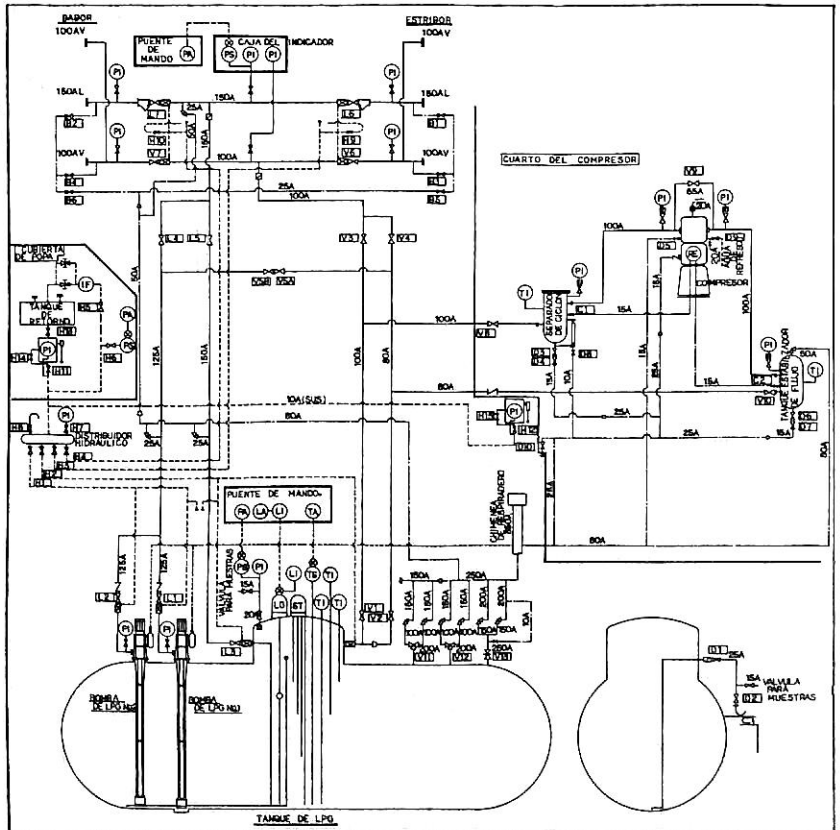


図 5-194 “Rene Martinez Tamayo” の LPG 貨物管系統

示すとおり。図からわかるように貨液管1(150mmφ)および貨物ガス管1(100mmφ)が設けられている。これらの管および貨物ドレン管には、管内流量が定格の1.5ないし2倍になったとき、自動塞止するエクセスフロー弁が設けられている。

貨物圧縮機室は、船首楼内後部に設けられ、隣接の区域に駆動用電動機が設置されている。圧縮機室の安全のため、換気ファンが起動して5分経過しないと圧縮機が起動できないようにインタロックが設けられている。圧縮機駆動軸貫通部には、油溜り式の軸封装置が設けられている。

(3) LPG貨物用監視および制御装置

液面計は、電磁フロート式(レベルマスター、ムサシノ製)およびスリップチューブ式(中北製)である。いずれも、ドーム頂部に配置されている。(図5-195参照)前者は操舵室に表示および警報される。

LPG貨物警報および自動停止装置として次のものが設けられている。

- マニホールド部高圧力(設定値19kg/cm<sup>2</sup>G)
- タンク内温度警報(設定値; 上限45°C, 下限0°C)
- タンク高液面
- ポンプ吐出管系の全閉
- ポンプ吸入管系のベーパー発生
- 緊急手動停止
- ポンプ電動機の高温(監視および警報のみ)

緊急しゃ断弁は、油圧低下によって作動する方式である。規則に従って、貨液管および貨物ガス管のタンク付き部およびマニホールド部に計8ヶ所設けられている。また、マニホールドおよびタンク上の可溶栓が98ないし104°Cで溶けて作動油が流出し、油圧低下によって緊急しゃ断弁が自動閉鎖するよう計画されている。

固定式ガス検知器(LPG用)の検出端は、次の4箇所である。

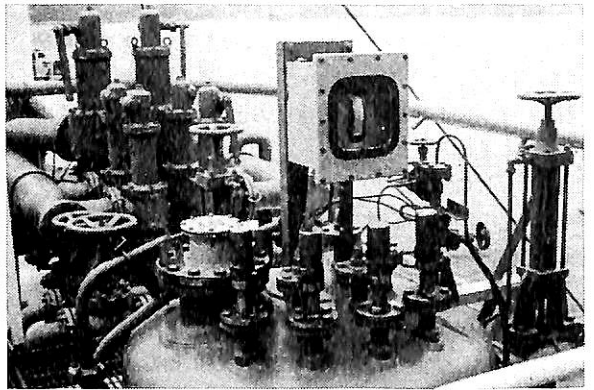


図5-195 液面計の甲板上的写真  
(レベルマスター; 向こう側, 及びスリップチューブ; 手前)

- LPGタンクのホールドスペース; 前後各1
- LPG圧縮機室; 1
- ボスストア(圧縮機用電動機室); 1

操舵室には、荷役装置監視制御パネルおよび液面計表示パネル、が設けられている。また、ガス検知警報等も同じ場所に配置されている。本船は、油タンカーでもあるため、MARPOL73/78による油排出監視制御装置も設置されている。

(4) 消火設備等

液化ガスタンカーと油タンカーの両方の規則要件を満たすため、次の装置が設置されている。

- 粉末消火装置; LPGタンクおよびLPG用機器設置区域用
- 水噴霧装置; LPGタンク上およびLPGマニホールド上
- 固定式泡消火装置; 貨物油タンク区域
- CO<sub>2</sub>消火装置; 機関室, 貨物ポンプ室およびLPG用圧縮機室用。(後の2つの区画には、別にイナーートガス封入用設備必要) (つづく)

新刊

続・ケミカルタンカー

恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介

好評の『ケミカルタンカー』を昭和54年刊行以来4年目、「ケミカルタンカー」の船の科学連載も完結し、単行本刊行の準備を進めてまいりましたが、やっと『続・ケミカルタンカー』として発刊のはこびとなりました。本書は、前著の第1章から第5章までの内容に続き、第6章貨物用諸装置、第7章防火

新刊

総頁 424頁 B5判

定価 7,500円(〒300)

※送料5月末日迄当会負担

・消火および防爆、第8章人身保護・安全装具、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頁もある技術資料集である。危険物運搬船の本格的な技術書であり正・続とまり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

# 船舶電子航法ノート(82)

木村小一

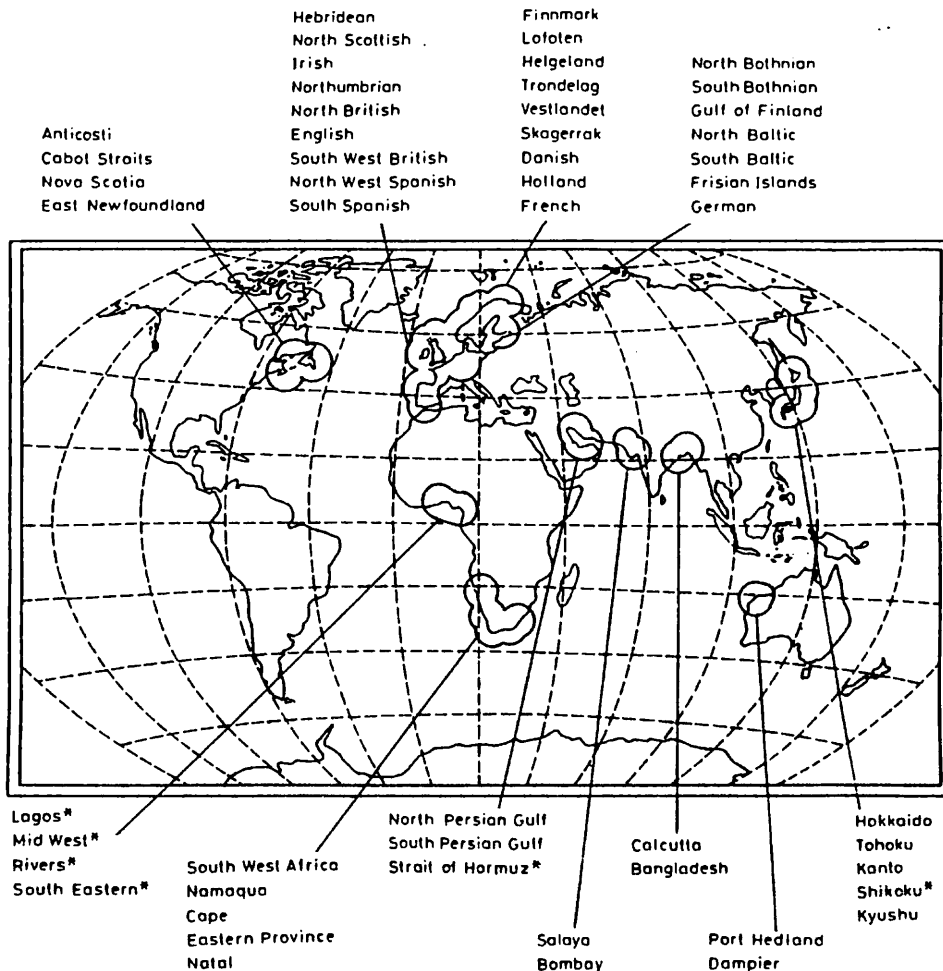
## A・4 デッカ航法システムの追補

デッカ航法システムについては、本誌の Vol. 30, No 6 と No 7 (1977年) にどこの教科書にも書いてあるような内容を中心に述べてある。このシステムは、すでに十分に成熟をしたシステムであって、最近海外ではほとんど研究論文もないので、追補の必要はないかも知れないが、デッカシステムが拡張されていた1950年代に、二三のすぐれた論文もあるので、それらを含めて若干の追

補をする。

### A・4・1 デッカシステムの現状

デッカシステムはよく知られているように1946年にはじめて運用され、現在にいたるまで、システムの拡大がはかられている。第A・4・1図は1981年5月現在のチェーンの一覧であって、星印のついているのは当時建設中のもので、例えばわが国の四国チェーンのようにすでに運用されているものも多いと思われる。当時、約25,000隻の船舶と数百機の航空機にその受信機が装備されてい



第A・4・1図  
デッカシステムの  
チェーンの現状  
(\*印は1981年5  
月現在の建設中を  
示す)

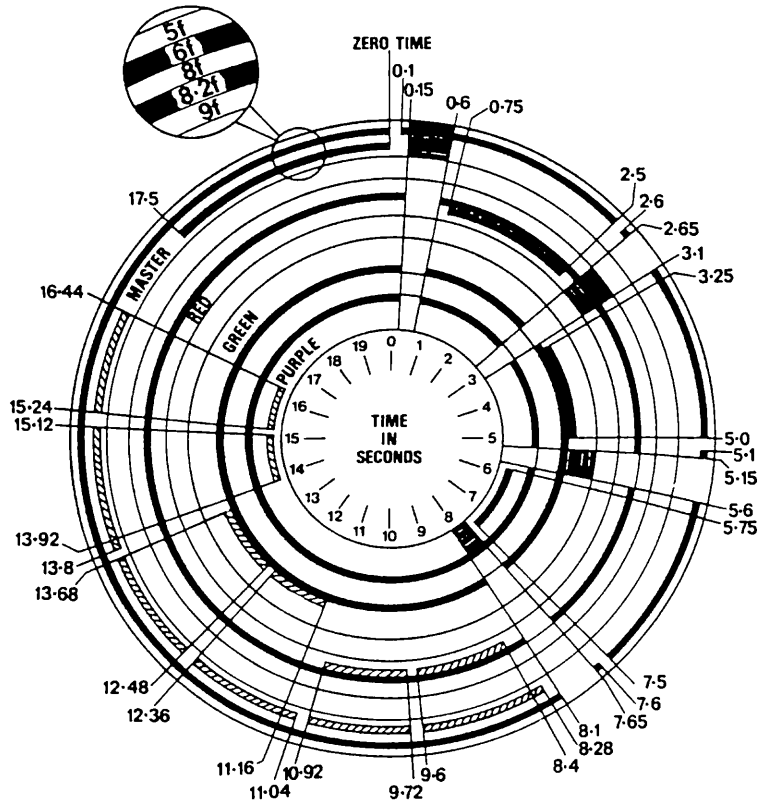
るとされ、最近は約30,000隻、わが国では1981年現在約1,300隻である。

デッカシステムの各チェーンは、原則として主局(M)と赤(R), 緑(G) および紫(P)と名付けた3局の従局とで星形に構成されており、基本周波数を $f$  ( $f$ は14 kHz 付近の指定された周波数)とすると、主局は $6f$ , 紫従局は $5f$ , 赤従局は $8f$ , 緑従局は $9f$ の送信を行うとともに、いわゆるレーン識別のために、この4周波数に加えて $8.2f$ の送信を各局ごとに同時送信を行っている。各局別の送信のタイミングとスケジュールは第A・4・2図に示すとおりである。

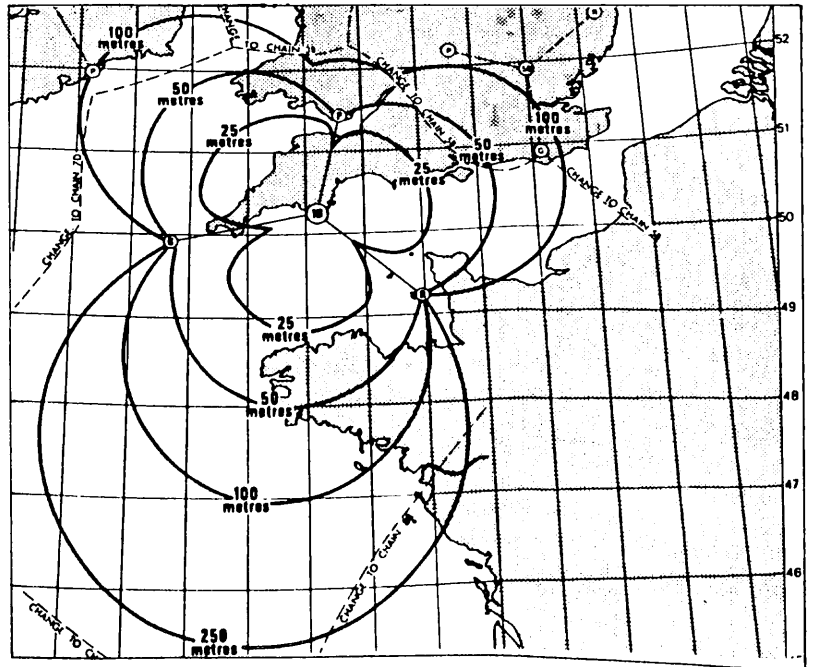
よく知られているように受信機では、主局と赤従局の場合は $24f$ , 緑従局に対しては $18f$ , 紫従局に対しては $30f$ というそれぞれの最小公倍数での電波の位相比較による測位を行うとともに、各局ごとの全周波数の送信時に、その全周波数を用いて $1f$ と $0.2f$ の位相を求め、それによってレーン識別を行う。これらについてはすでに、この電子航法ノートの(10) (Vol.30, No.6, 1977年) で述べたので、ここでは繰返さない。

A・4・2 デッカシステムの測位誤差

このデッカシステムの測位誤差についても、そのつぎの第7号で述べてあり、同じような図を再掲するが若干の追加を述べておく。この測位誤差は昼と夜とでかなりの様変りをする。昼間の場合の誤差は第A・4・3図に示すように(南西イギリス(SW British)チェーン)主として送信局群と受信位置との幾何学的関係によってきまり、図ではその1σの測位誤差の等精度曲線で示してある。このような図は、デッカ社が運用している局については Decca data sheet として、また Admiralty List of Radio Signal, Vol. 5 にある。この図ではまた、どこでチェーンの切換をするかを示す線も入っていることに注目すべきである。

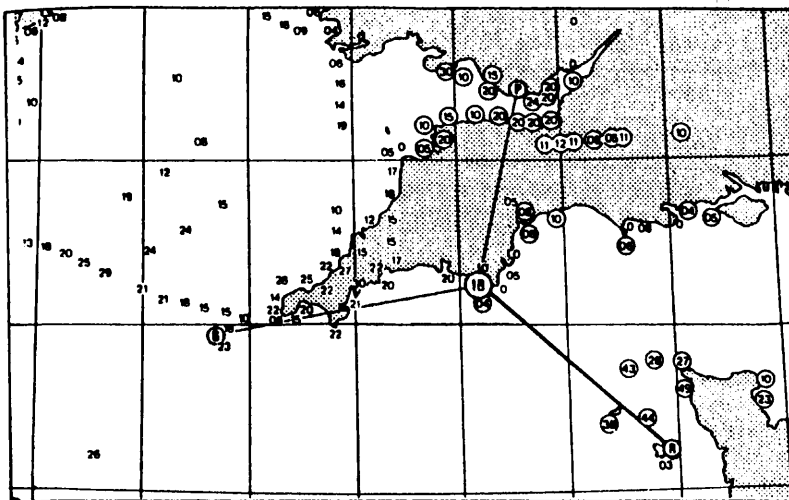
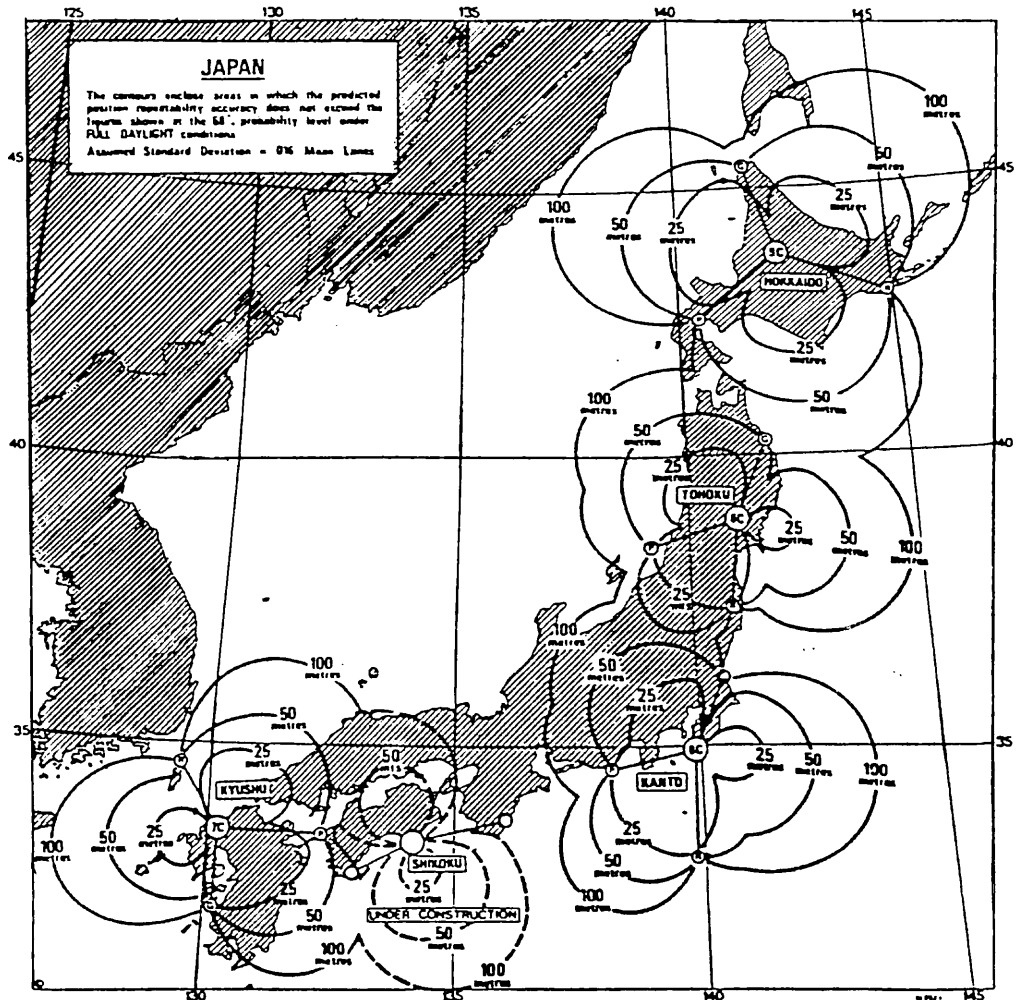


第A・4・2図 デッカチェーンの各局の送信のタイミング (主局および各従局は、この送信を毎分3回繰返す)



第A・4・3図 SW Britishチェーンの昼間の等精度曲線

第A・4・4図  
デッカ社が計算した日本の  
デッカチェーンの屋間の等  
精度曲線



第A・4・5図 SW Britishチェーン 組局の陸上伝搬に伴う  
測位誤差の補正値

これと同じデータを日本のチェーンについてデッカ社の方で計算したのが第A・4・4図であり、この段階では四国チェーンが完成していなかったので点線となっている。別の機会に発表をする予定であるので、ここでは省略するが筆者がデッカシステムのGDOPの計算をしたところ、この図の誤差100mの線とGDOP=10の線が、また50mの線とGDOP=5の線がほぼ完全に一致しているので、この関係の図はデッカシステムの屋間の測距精度を10mとして計算したものと思われる。わが国ではこのような図は発表されていない。

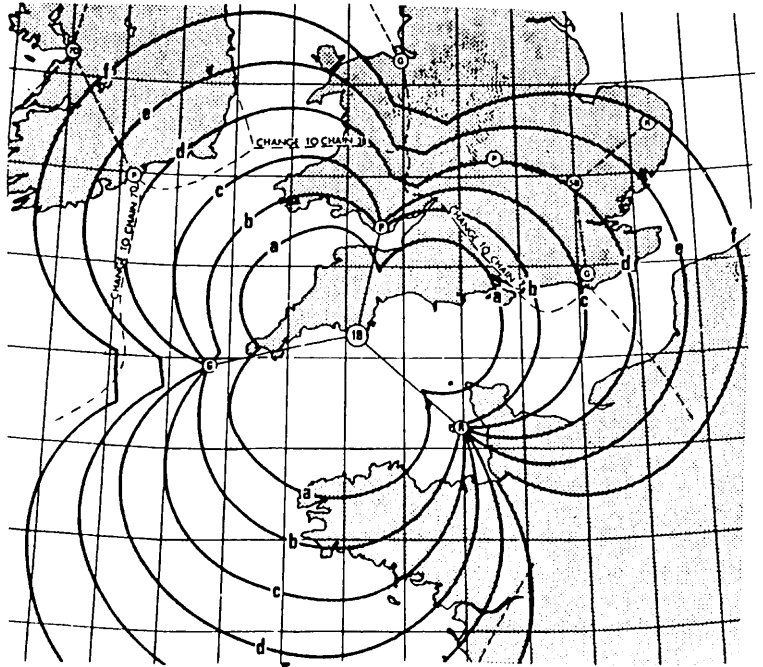


実際の測位誤差はこれに電波伝搬に基づく固定誤差を加えなければならない。後に詳しく述べるが、陸上ではとくに大きな固定誤差の原因となり、その影響は海岸近くでとくに顕著である。そのデータを独立的に同じチェーンの一部について示したのが第A・4・5図であって、これはM-Rの組局のみによるデータであり、他の組局の図は別になっている。これらの補正值の単位はセンチレーン（1レーンの百分の一）であって、数字だけのときはその値を表定の値から引算（測定値に加算）をし、円の中に入っている数字は表定の値に加算（測定値からは引算）をすることを意味する。まれには80センチレーンをこえる補正もあるが、普通は50センチレーンをこえることは余りない。

このような誤差は、図に示してないところにもあるが、実測データのあるところにしか表示されていないので、周囲の補正值からの内外挿をするか、若干誤差の多いことを予め考えなければならない。わが国のシステムではこのようなデータは公表されておらず、標準の陸上伝搬の影響は位置の線の計算に含めてある。

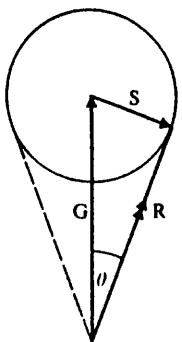
夜間におけるデッカシステムの測位誤差の主要な原因は地上波信号への上空波の干渉である。デッカはロランシステムとは異なり、連続波信号を使っているので、地上波と上空波の伝搬時間の差から分離できない。そのため第A・4・6図に示すようにランダムな位相の上空波と地上波の合成波の位相は $\theta$ だけ誤差をもつことになる。このため第A・4・7図に示すような完全な昼間（full daylight）以

外に使用するための等精度曲線が与えられている。図の下の(b)にある図は横軸が一年間の日が、また縦軸には時刻が示してあり、その交点はその地の昼夜の別であり、(a)の表にある概当の項（例えば3月中旬の1600すぎは“half night”）の値が図のa, b, …… fに示した値（海



(a) RANDOM FIXING ERRORS AT SEA LEVEL IN NAUTICAL MILES  
68% PROBABILITY LEVEL

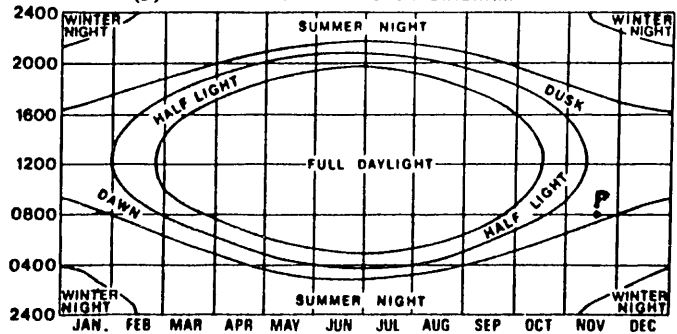
DECCA PERIOD <small>See Time and Season Factor Diagram below</small>	CONTOUR					
	a	b	c	d	e	f
HALF LIGHT	<0-10	<0-10	<0-10	0-13	0-25	0-50
DAWN/DUSK	<0-10	<0-10	0-13	0-25	0-50	1-00
SUMMER NIGHT	<0-10	0-13	0-25	0-50	1-00	2-00
WINTER NIGHT	0-10	0-18	0-37	0-75	1-50	3-00



第A・4・6図  
上空波の干渉

（上空波Sが干渉によって地上波Gとの合成波Rができ、 $\theta$ という位相誤差を生じる。）

(b) TIME AND SEASON FACTOR DIAGRAM



第A・4・7図 昼間以外の等精度曲線

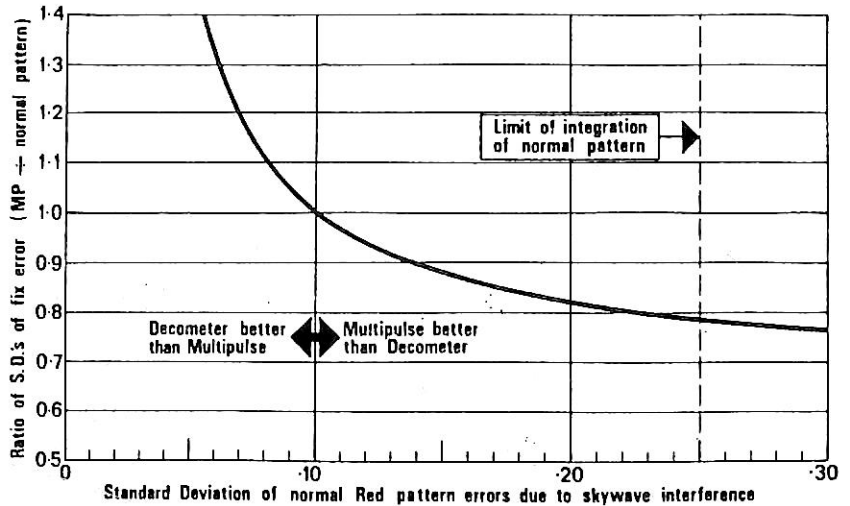
里)の等精度曲線となる。

このような上空波のまざった状態では、 $5f$ 、 $6f$ 、 $8f$ 、 $9f$ の四つの電波から作った $1f$ の方がより位相的に安定になる。従って、各局別の $1f$ の位相値を読んで、その位相差を求める(レーン識別をすると同時にそのときのセンチレーン値も読む)ことによる方がより精度の良い測位結果が得られることになる。

第A・4・8図は横軸にM-R組局の測位誤差を、縦軸には普通のデコメータの読みによる測位誤差に対するレーン識別(LI)メータによる測位誤差の比を示してある。従って、この比が1より小さくなればLIメータの読みを使った方が良いことを示し、横軸の0.1海里より大きいところ(第A・4・7図の表からわかる)ではLIメータを使った方が良いことになる。この切換の目安は夜間、主従局からの距離が100~150海里をこえたところとされている。

**A・4・3 新しいデッカ受信機**

国産のデッカ受信機としてデコメータを使用しないデジタル式のMS-5A型が開発されている。その外観は第A・4・9図に示すとおりで、発光ダイオードの大型のデジタル表示によって三つの組局のゾーン番号(英字)、レーン番号およびセンチレーン値の順で位置の線の値が3段に示され、その下にLIメータに相当するデジタル表示がある。この受信機は従来の受信機に比し、小型、軽量、低電力で、その操作はマイクロプロセッサ

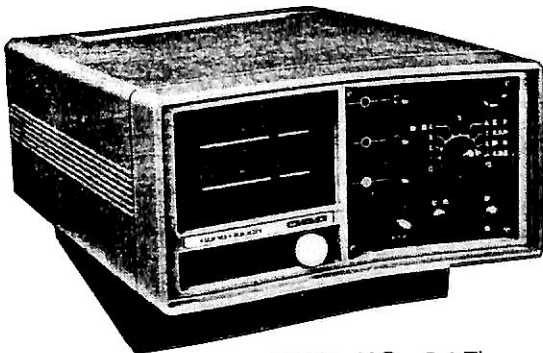


第A・4・8図 夜間の正規のデコメータによるパターンとLIメータによるパターンとの比較

を内蔵しているので大幅に自動化され、電源投入後、ゾーン番号のみの設定が要求されている。この受信機は日本国内でしか使えない。

また、デッカの双曲線の読みとり値から緯度と経度を計算するDP-80型デッカ座標変換プロセッサも発表され、更に航跡プロッタもある。第A・4・10図は座標変換プロセッサの外観で、日本国内用と50チェーン分のデータを内蔵している国際形とがある。

この装置の測位計算は次のようにして行われる。第A・4・11図において、原点を推測位置(緯度と経度をそれぞれ $\phi_0$ と $\lambda_0$ )とし、測位に使用した主局と二つの従局がそれぞれこの図のような関係にあったとして、この図で、 $\theta_m$ 、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ をそれぞれ原点に対する主局、従局1、従局2の方位角(rad)



第A・4・9図 デッカ受信機 MS-5A型  
(外形寸法は 270×395×135 (mm))



第A・4・10図 デッカ座標変換プロセッサ DP-80型  
(外形寸法は 270×330×212 (mm))

$d_m, d_1, d_2$  をそれぞれ原点と主局, 従局 1 と従局 2 の距離 (m)

$D_1, D_2$  □□ をそれぞれ主局と従局 1 および主局と従局 2 の距離 (m)

とする。地球上の 2 点  $(\phi, \lambda)$  から見た  $(\phi', \lambda')$  の方位角  $\theta$  は次式で求められる。

$$\theta = \pi + \tan^{-1} \left[ \frac{\sin(\lambda' - \lambda)}{\sin \phi \left\{ \frac{\tan \phi'}{J \tan \phi} + \frac{e^2 \sqrt{J + \tan^2 \phi'}}{\sqrt{J + \tan^2 \phi}} - \cos(\lambda' - \lambda) \right\}} \right] \quad (A \cdot 4 \cdot 1)$$

ここで,  $a$  を地球の長軸 (6,377.397 km),  $b$  を地球の短軸 (6,356.079 km) とすると  $e = a/b$ ,  $J = 1/(1 - e^2)$  である。 $(\phi, \lambda)$  と  $(\phi', \lambda')$  の間の距離  $D$  はいわゆる Andoyer - Lambert の式で求まるが, ここでは, つぎの式が用いられている。

$$D = d + \frac{d^3}{24R^2} \quad (A \cdot 4 \cdot 2)$$

ここで,

$$d = a^2 \left\{ (\cos u - \cos u')^2 + (1 - e^2)(\sin u - \sin u')^2 + 4 \cos u \cos u' \sin^2 \left( \frac{\lambda - \lambda'}{2} \right) \right\}$$

$$u = \tan^{-1}(e \tan \phi)$$

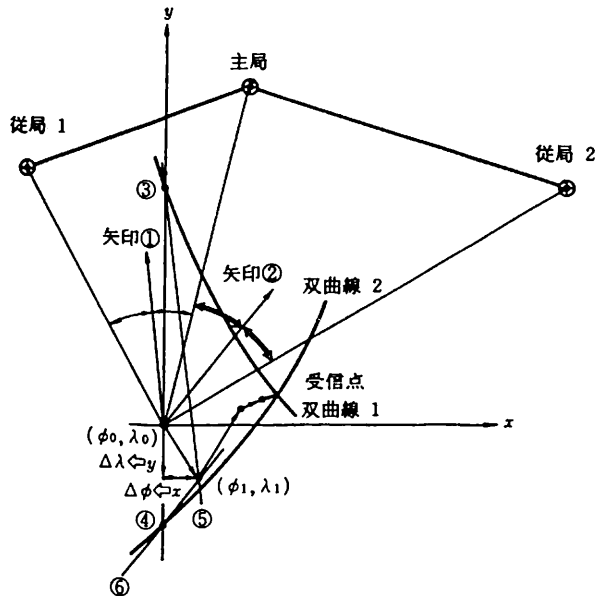
$$u' = \tan^{-1}(e \tan \phi')$$

$$R = \frac{a \sqrt{1 - e^2}}{1 - e^2 \sin^2 \left( \frac{\lambda + \lambda'}{2} \right)}$$

デッカの位置の線の読みを  $L$  とする。この  $L$  はそのチューンの基本周波数  $1/f$  の連続値であり, 距離に換算すると電波の伝搬速度を  $C$  とすると  $CL/f$  となる。

計算の順序は第 A・4・11 図を参照すると, まず, 2 組の主従局の中間の方位①と②を求める。ついで, 判定した位置の線である双曲線 1 と 2 が  $y$  軸と交わる点③と④を求める。③を通り①の方位と平行な線⑤と④を通り②の方位と平行な線⑥の交点を求め, それを新しい推測位置  $(\phi_1, \lambda_1)$  とし, 座標軸の原点をその点に移して, 以上の計算を繰返す。こうして⑤と⑥の線は位置の線である双曲線と次第に近づいてくるので, 原点の移動が 10m 以下になるまで計算を繰返せば双曲線の交点と一致するようになる。

以上の計算を数式で示すとつぎのとおりである。



第 A・4・11 図 デッカ座標変換プロセスの測位計算法

$$\left. \begin{aligned} A_s &= \sin \theta_s - \sin \theta_m \quad (s=1, 2) \\ B_s &= \sin \theta_s - \cos \theta_m \quad (s=1, 2) \\ C_s &= (CL/f) - D_s - d_m + d_s \quad (s=1, 2) \end{aligned} \right\} (A \cdot 4 \cdot 3)$$

$$\left. \begin{aligned} x &= (C_2 B_1 - C_1 B_2) / (A_1 B_2 - A_2 B_1) \\ y &= (C_2 A_1 - C_1 A_2) / (B_1 A_2 - B_2 A_1) \end{aligned} \right\} (A \cdot 4 \cdot 4)$$

この直交座標軸による原点の移動距離  $x, y$  を緯度と経度の原点の移動  $\Delta\phi$  と  $\Delta\lambda$  に換算する。

$$\left. \begin{aligned} \Delta\phi &= y(1 - e^2 \sin^2 \phi_0)^{3/2} / a(1 - e^2) \\ \Delta\lambda &= -x(1 - e^2 \sin^2 \phi_0)^{1/2} / a \cos \phi_0 \end{aligned} \right\} (A \cdot 4 \cdot 5)$$

従って, 新しい推測位置 (座標の原点) は,

$$\left. \begin{aligned} \phi_1 &= \phi_0 + \Delta\phi \\ \lambda_1 &= \lambda_0 + \Delta\lambda \end{aligned} \right\} (A \cdot 4 \cdot 6)$$

となり, この計算を  $\Delta\phi < 10m, \Delta\lambda < 10m$  になるまでくりかえせば位置が求まる。

この計算からわかるように, このプロセッサでは電波伝搬速度を陸上も海上も一定として処理をしているので, そのための誤差を考慮しておく必要がある。

●お知らせ● 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。5 月末日まで直接当会へ御注文いただいた方は送料当会負担いたしますので, ドシドシ御購読下さいませよう, お願いします。

## 技術短信

## パソコンによる 船舶用積付計算システムを開発

株式会社美容情報センターは、このほど沖電気工業と共同でパーソナルコンピューターによる船舶向け積付システムを開発した。

船の積付計画は、その輸送計画および安全性の面から重要である。これまで手作業で行なっていたタンカーや貨物船の積荷の重量、バランスなど高級船員が造船所から支給された諸図表を使用して計算していた積付計算を専用パソコンシステムで、短時間に効率よく算出するのが特徴で、従来3日必要とした作業が2,3時間で済むという。

同社が開発した船舶積付システムは、沖電気の8ビットパソコン「if 800」を利用した専用システムで、既存の船舶に簡単に設置できるようになっている。

同システムは、主に中小型船舶を対象としたもので、データ作成・登録時に容量曲線と一緒に、容積を計算する方式であるサウンディングスケール、またアレージハイトをセットしておく、水、燃料、バラスタタンクなど各項目ごとに容積計算ができる。他の特徴は、次のとおりである。

- (1) 想定喫水およびトリムになるようカーゴまたはバラスタの搭載量を自動的に計算することができる。
- (2) 入力で設定した搭載状態または自動積付計算を行なった状態での排水量、重心位置などの計算ができる。
- (3) あらかじめ指定した位置の剪断力、曲げモーメントを、設定された搭載状態で計算できる。

船の積み付け計画は、国際満載喫水線条約でも、船体構造に過大な応力が生じないように調整できるための資料を本船に提供するように規定するなど重要視されているが、計算作業が複雑で、かなりの作業時間を必要としていた。パソコン利用で、こうした負担が軽減され、また結果を記録できるため事務の省力化にも役立つという。

同システムの販売については、当面既存の国内中小外航船向けに同社が直接販売するが、「米国など海外への輸出にも取り組みたい」といっている。

## お問い合わせ先

〒107 東京都港区赤坂4丁目7番14号  
TEL 03(582)5311(代表)



## 機能

- (1) サウンディングおよびアレージ計算
- (2) バラスタ自動積付計算
- (3) カーゴ自動積付計算
- (4) 重心トリム計算
- (5) 縦強度計算

## 出力項目

- 各タンクの積載重量及び百分率
  - 重心トリム計算結果
  - 船首尾の喫水、GM
  - 縦強度計算結果
  - 各タンク端の剪断力及び曲げモーメント、安全率
- (下の写真に出力結果の例(画面)を示す。)

## 将来計画

- (1) 復原力計算
- (2) 航行中の指定点の加速計算
- (3) ブレーン計算
- (4) その他入出港時の事務計算

## 入力項目

- あらかじめ用意するデータ
- フレームスペーステーブル (又はG/A)
  - ボンチャンカーブ
  - ハイドロカーブ
  - キャパシティカーブ
  - 軽荷重量分布
- 本船上で入力するデータ
- サウンディングスケール又はアレージハイト
  - 自動積付の場合は、平均喫水及びトリムとタンク指定

\*\*\* Summary of Trim Calculation \*\*\*

	Weight (t)	Mid.G (m)	Moment (tm)	KG (m)	Moment (tm)	I (m <sup>4</sup> )
Light Weight	40			5	200	
D.W Constant	20			10	200	
Fresh Water	450	-55596	-250	1.13889	512.5	1666.66
Fuel Oil	513	1.66667	855	1.70667	875.52	1666.66
Lubrication Oil						
Cargo	326.149	-0.72510	-23.6493	5.92562	1932.7	1666.67
Water Ballast	82.25	3.78419	311.25	5.42523	446.225	1666.66
Total	1431.4	62356	892.601	2.911	4166.95	6666.65
Draft Mean	3.50833	(m)				
After	3.84307	(m)				
Fore	3.1736	(m)				
Trim	69.9467	(m)				
GM	3.6787	(m)				
MTC	13.333	(m)				

出力結果の画面例

## 〈第26回〉

## 第28回航行安全小委員会の報告

昭和58年10月17日～10月22日開催

運輸省船舶局検査測度課 安全企画室

今回は一般の方にとって、IMOの小委員会としてはなじみ深い航行安全小委員会について報告をしていくことにする。まずは、航行安全小委員会（以後NAV）について簡単に説明する。

本小委員会では、大ざっぱに言って船舶が航行するさい安全に運行するための技術及び法律的問題について検討が行われている。法律的なものとしては、船舶の航路指定とか衝突予防規則等である。また、技術的なものとしては船舶の信号について（これには電波式や光式のものなど色々ある。）とか航行援助設備（レーダーとか衛星航法機器等）等となっている。それでは以上について、NAVで検討が行われた議題ごとにかいつまんで報告をしてゆくことにする。

## 1. 1972年衝突予防規則の実施と解釈

今回のNAVにおいては、本規則の改正もふくめた議論がかわされたが、改正問題については決着はつかなかった。以下にその他の本規則についてのルール別の報告をしてゆく。

## Rule 3 (h)

改正の必要性に対して意義の提出がされた。

## Rule 7 (1)

さらに検討されることになった。

## Rule 10 (定義問題)

定義問題の検討の必要性が提案された。

## Rule 10 (a)

さらに検討されることになった。

## Rule 10 (c)

幾つかの代表より改正が必要との意見が表明された。

## Rule 10 (d)

さらに検討されることになった。

18 (d) (ii) "

27 (a) "

28 "

34 "

## 搜索及び救助に関する事項

○海上搜索計画(SAR plan)について

(1) 現在13海域に区割されているそれぞれの海域におけるSAR planの進捗状況の確認が行われた。

(2) 現在使用されている用語について不適当との指摘を受けたため下記のように変更した。

SAR plan → Provisional maritime  
海域の状 SAR plan or  
況により information  
Coordinator → information collector

## 2. 航海機器及び関連設備

## (1) VHF無線燈台業務

VHF電波による無線燈台については、通常のVHF受信機を利用でき、また、沿岸航路の小型船に対して時に有用であるためのNAVの今後の作業計画としてこの運用要件を検討することを次回の海上安全委員会（以後MSC）に要請することにした。

## (2) 1983年WARC-Mの結果報告

(ITU World Administrative Radio Conference for the Mobile Services, 1983)  
WARCにより要請された事項の検討を行い、デジタル伝送技術を使用するデータ交換の運用要件(WARC決議310)及びヨーロッパ海域で計画されている183.5～315 kHzの周波数の無線標識に対する運用要件(WARC勧告602)について、各国で検討の次回NAVに提出するよう要請した。

またSARレーダートランスポンダーについての追加要件としてWARC勧告COM5/3に関しレーダーPPI上に表示されるドットの数及びその間隔をそれぞれ20個及び5μ secとすることをその理由を含めて推奨するむねCCIR(International Radio Consultative Committee)に提案することとした。

## (3) 電子航海機器の一般要件に関する勧告A 281

(Ⅷ)の改正

第27回NAVに提出された改正案に対して別途さらに改正案（以後改正2とする）が提出され主に改正2が検討され、一部修正の上ドラフトが作成された。このドラフトは次回MSC（本年4月開催予定）に送られる予定になっている。最終的には第14回総会（1985年開催予定）で採択されることになる模様。

#### (4) 世界的な衛星航法システム

(World-wide satellite navigation system)

将来の世界的な航法システムとして、衛星利用の航法システムを確立するために必要な検討事項案が作成され次回MSCに送られることとなった。また同時に第27回無線通信小委員会（以後COM）にも送付されCOMとしてのコメントは本年4月に開催されるMSCに直接COMから送られることになった。

#### (5) 電子式船位測定装置の性能要件及び装備要件

(Performance standards and carriage requirements for electronic position-fixing systems)

電子式船位測定装置の性能要件の作成については、今後も検討するとしても多年を要し、また、世界的な衛星利用の航法システムの検討も行われる状況にあり、装備要件が合意を見るには更に長期間必要となることであろうことから、とりあえず将来の航法システムの全体像が固まるまでの取り決めとして、勧告A. 156 (ES. IV) (タンカー等危険物をばら積み運送する船舶について船位測定装置の設置を推奨する勧告)を現状にあわせて改正することをNAVの作業項目にとり入れるようMSCに要請することとなった。

### 3. 航海船橋からの視野

(Bridge design and layout)

航海船橋からの視野に関するガイドライン案がISO規格案を基に次回NAVで各国からのコメントを待ち本格的に検討されることとなった。本ガイドラインがSOLAS条約の一部として取り扱われるか否かについては議論が別れ次回NAVで再検討されることになった。以下に簡単に今回のガイドラインについての決定事項をしるす。

#### (i) 「目的及び適用範囲」

ガイドラインの適用については新船に限る旨合意され、現存船については主管庁が判断した場合に限る。また本ガイドラインはすべての項目をすべての船舶について完全に適用しようとするものではなく、船橋からの視野について設計者が念頭に置くべき目標を定めたものであるとされた。

#### (ii) 「視野の範囲」

“船の前方左右各10°の範囲内で船の長さの2倍又は500mのうち短い方又は遠は視界がさまたげられないこと”となった。

### 4. その他の事項

#### ○ 操船ブックレット

(Recommendation on information to be included in manoeuvring booklets)

操船ブックレットに含まれるべき情報についての勧告A. 209 (VII)を改正し、船長・航海士にとり使いやすいものを作成すべしとの提案が合意され、今後NAVの場で正式に議題としてとりあげるよう次回MSCに要請することとなった。

以上のように多岐にわたって検討されたが、ここにもやはり電子という言葉が多く出て来ている。私も含めてみなさん方にも電子のことは良くわからないという方も多くおられることであろうが、これからはますますこの言葉が意味を持つてくることであろう。

### ● 読者の皆様へ 投稿のお願い

“船の科学”編集部では、皆様より提案・原稿を募集しております。造船・設備・船舶の運航等ジャンルを問わず、あらゆる技術に関し、皆様が平生お考えになっているご意見・ご提案についてのご寄稿を期待しておりますので、ふるってご応募下さい。

○ 原稿は未発表のものを原則とし、採否は本誌編集会議の審査のうえ決定し、掲載分には本誌規定の原稿料をお支払い致します。

○ 原稿の返却は一切致しませんので、別にコピーをおとりいただきます。



# 昭和58年度(58年12月分)新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分		4 月 ~ 12 月 分				4 月 分			
		隻	G. T.	D. W.	契約船価	隻	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船	83	1,320,495	1,932,144		8	146,300	236,200	
	油槽船	11	86,980	142,379		2	7,630	12,000	
	貨客船	2	23,060	9,500		1	18,000	7,000	
	小 計	96	1,430,535	2,084,023	262,028,000千円	11	171,930	255,200	30,027,000千円 <sup>1</sup>
輸出船	貨物船	362	7,114,729	10,793,543		21	337,390	479,000	
	油槽船	55	1,166,530	1,888,223		15	336,760	534,487	
	貨客船								
	小 計	417	8,281,259	12,681,766	1,298,205,512千円	36	674,150	1,013,487	116,886,145千円
合 計		513	9,711,794	14,765,789	1,560,233,512千円	47	846,080	1,268,687	146,913,145千円

● 編 集 後 記 ●

□ 昨年の後半から幾らか上昇気味の景気の動向は、年があけて漸次目立ってきたように感じる。過去の景気動向指数の動きから推定しても今年は上昇の年に当たっている。干支からいっても今年は甲子の年であり、西歴の世紀替りに相当し、昔から大きな変革がある年であるといわれている。縁起かつぎかも知れないが、すべての点において画期的によくなる年となって貰いたいものである。

□ 昨年末に僅かに所得税の減税があり、本年度からは、国税 7,000 億円、地方税 3,000 億円、所謂 1 兆円減税が実行されることになる。そしてこの減税の見返りとして大幅増税をすべく、いろいろな増税案が大蔵省から打ち出されている。新しい増税財源を探すのもよいが、その前に世にいうクロヨン（またはトーゴイチ）を始めとする一般国民がおかしいと考えている不公平徴税方式を見直し、是正することにより増税を図る方が先ではないかと考えるかどんなものであろうか。1 兆円や 2 兆円はすぐ出てくるのではなかろうか。

□ 最近、韓国を始めとする第 3 造船国の実力は次第に高

まって来ているようだ。特に韓国は、20~30年前の日本と同じように、外貨獲得に国をあげて努力しており、その中で造船には特に力を入れている。造船業は中進国向きの産業であるということは、以前からよくいわれていた。昭和31年に西欧諸国を追い越して、日本が世界一の造船生産国になったのであるが、現在の韓国の造船状況はその頃の日本の造船状況を彷彿させる。恐るべき競争国である。

□ 日本の海運・造船界は、将来のわが国海運の国際競争力の強化、造船業の先進国型産業への脱皮を図るため、「高信頻度知能化船の研究開発」及び「造船のロボット化技術の研究開発」を各々 5 ヶ年計画で鋭意推進しているが、世界一の座を守るためにはいろいろ努力が必要であろう。

□ 1 月号から川上益男博士の「造船工学覚え書」を連載している。博士が中小造船所の中堅以下の設計者を対象として広い分野に亘ってまとめたもので、造船学入門書として読者の方々の御愛読を乞うものである。

☆ 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ヶ年分 12,000円 }

運輸省船舶局 監修  
造船海運総合技術雑誌

## 船の科学

禁転載 第 37 卷 第 2 号 (No. 424)

発行所 株式会社 船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川 1 の 23 の 17 (マリビル)

振替口座 東京 3-70438 電話 03 (552) 8798

昭和59年 2 月 5 日印刷 (昭和23年12月3日)  
昭和59年 2 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

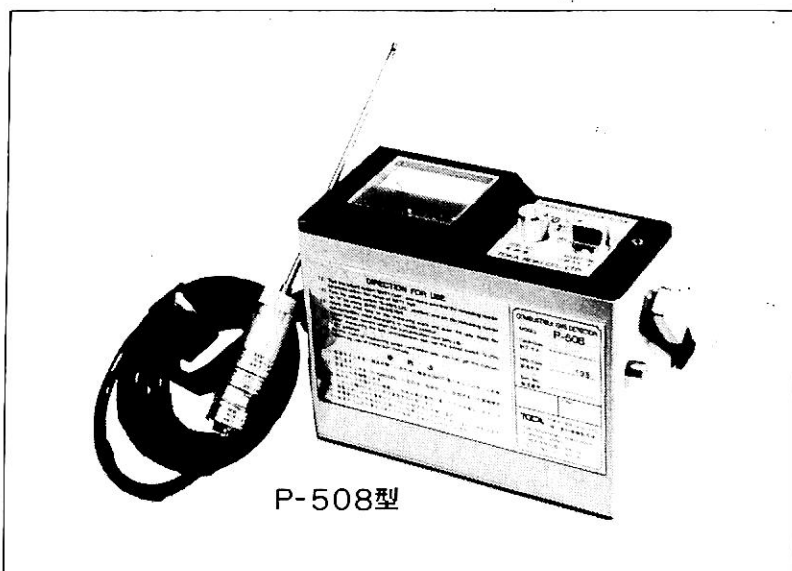
印刷所 大洋印刷産業株式会社

# 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。携帯に便利の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。
- ポンプ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

昭和五十九年二月五日印刷  
昭和五十九年二月十日発行  
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

**DIMETCOTE®**

厚膜型無機亜鉛塗料

# ダイメットコート

カーゴ/オイルタンクの防食塗料

**Amercoat®**

高性能防汚塗料

**AMERCOAT® AF**

甲板上機器類の保守・補修に

**Amerlock™**

高性能膜厚計

マイクロテスト・ミニテスト

★Mikrotest®

★Minitest®

その他、関連資材・機器

塗料販売および塗装工事

株式会社 **井上商会**

米国アメロン社技術提携塗料製造

株式会社 **日本アマコート**

本社 〒231 横浜市中区尾上町5の80  
電話 (045) 681-1861 (代)  
取締役社長 井上正彦

本社 井上商会内  
工場 〒231 横浜市中区かもめ町23  
電話 (045) 622-7509・7529  
取締役社長 東 常広

船の科学

定価 一〇八〇円

東京都中央区新川一丁目三三(七)マリンビル  
(株)船舶技術協会  
電話 東京(52)八七九八番