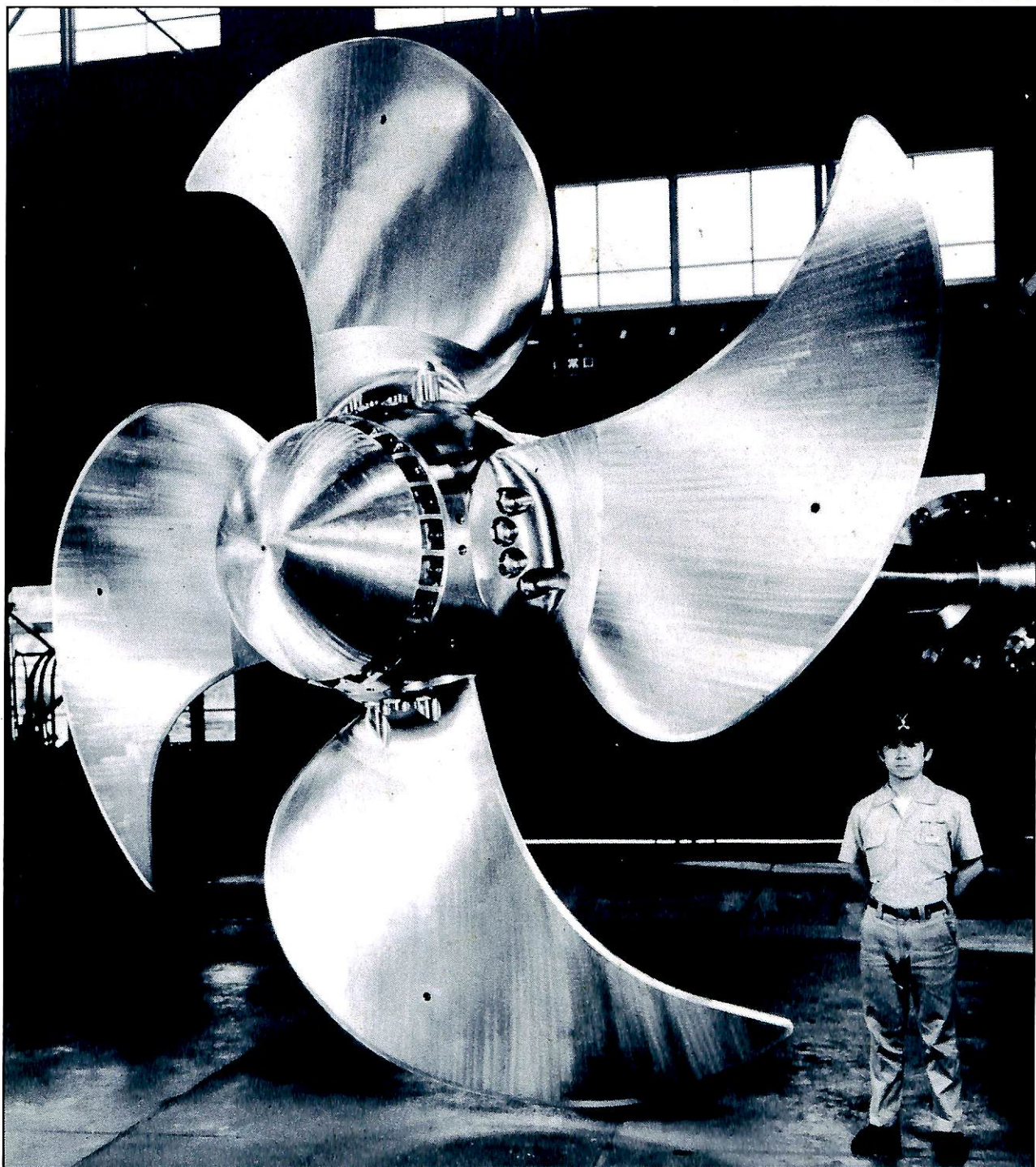


船の科学 9

VOL. 36 NO. 9



かもめプロペラ株式会社

道南石油(株)向け8000PS冷凍運搬船装備

KAMOMEスキュード可変ピッチプロペラ

プロペラ直径 5 m

ポンプの総合メーカー

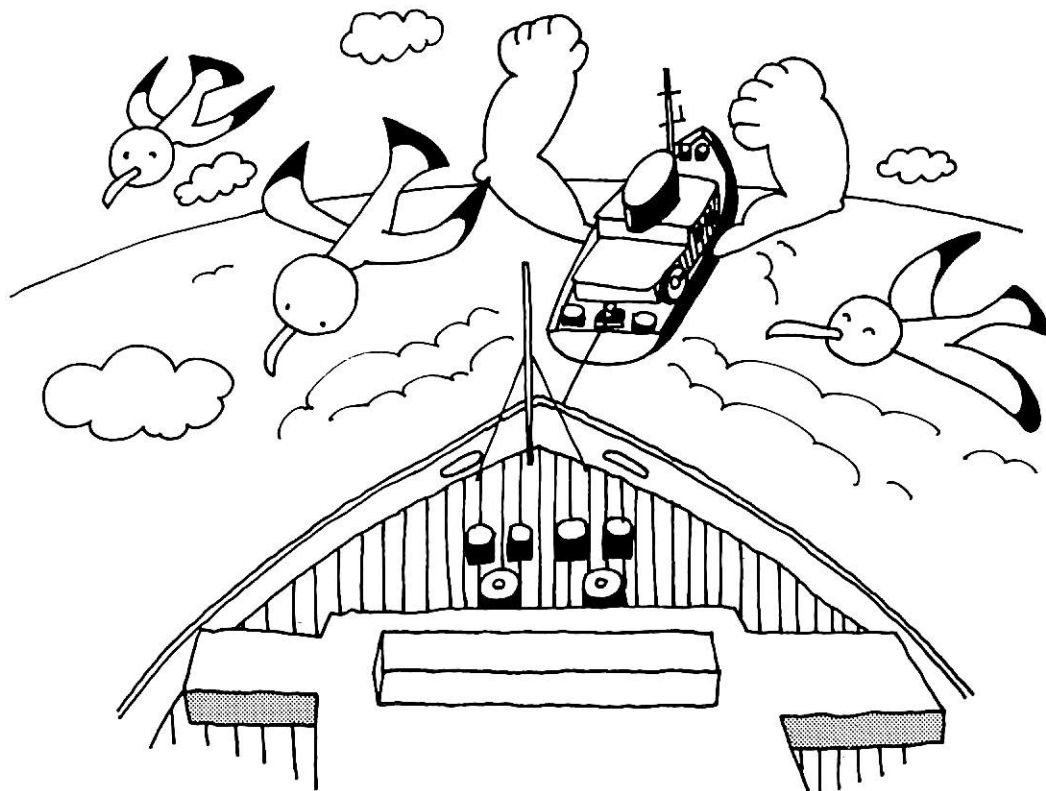


大晃機械工業株式会社
TAIKO KIKAI INDUSTRIES CO., LTD

本 社 工 場 〒742-15 山口県熊毛郡田布施町下田布施209
 ☎08205(2)-3111(代) テレファックス 08205-2-4884
 東京営業所 〒101 東京都千代田区神田佐久間町1-14第2東ビル9階
 ☎03 (255) 2871(代) テレファックス 03-255-6503
 大阪営業所 〒541 大阪市東区瓦町5の47市川ビル4階
 ☎06 (231) 6241(代) テレファックス 06-222-3295

日本船舶振興会は、造船業界の大きな飛躍のための力となっています。

信頼の力



モーターボート競走の収益金は、人類の文化と経済をささえた海の正しい理解の普及、及び海洋保護、海難防止、新しい未来づくりのための海洋開発、そのための新しい技術の研究、開発などの援助のほか「世界は一家、人類は兄弟姉妹」の理念に基づき、文教、体育、社会福祉、防犯・防火、その他の公益の増進、及び海外への協力援助事業など、幅広く役立てられています。

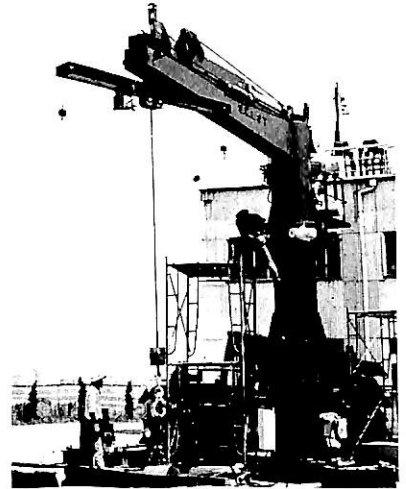
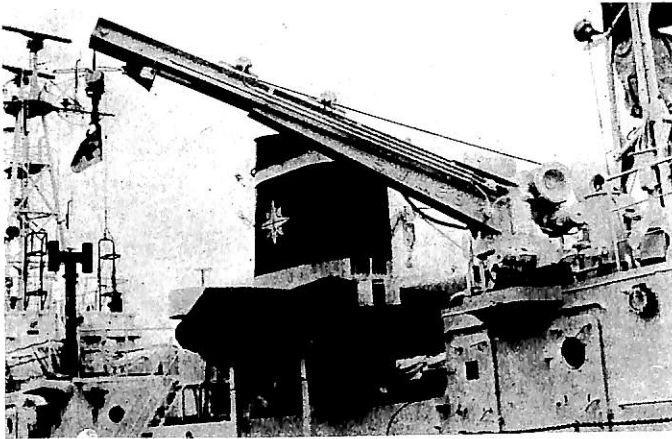
●モーターボート競走の収益金は、広く地球上のすべての人たちの生活向上、発展のために役立てられています。

財団法人 **日本船舶振興会** (会長 笹川 良一)

UEDA

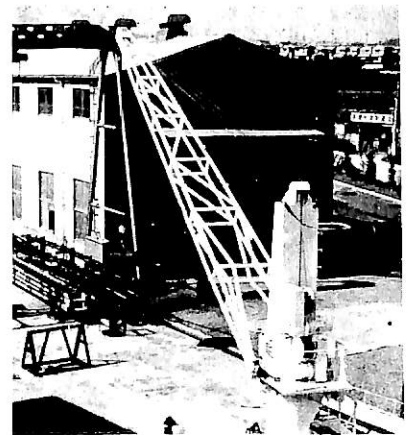
船用クレーン

● 波浪追従装置付クレーン(特許)



営業品目

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



株式会社 友田鐵工所

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

ライムチタニヤ棒は これ1本でOK!



A-3

作業能率のアップに、コストダウンに



“スラグハクリが抜群”

“高電流でよくのびる”

“傾斜部の溶接もらくらく”

これらⓈA-3の特長は使えば使うほど
そのよさがわかりいただけます。

日鐵溶接工業

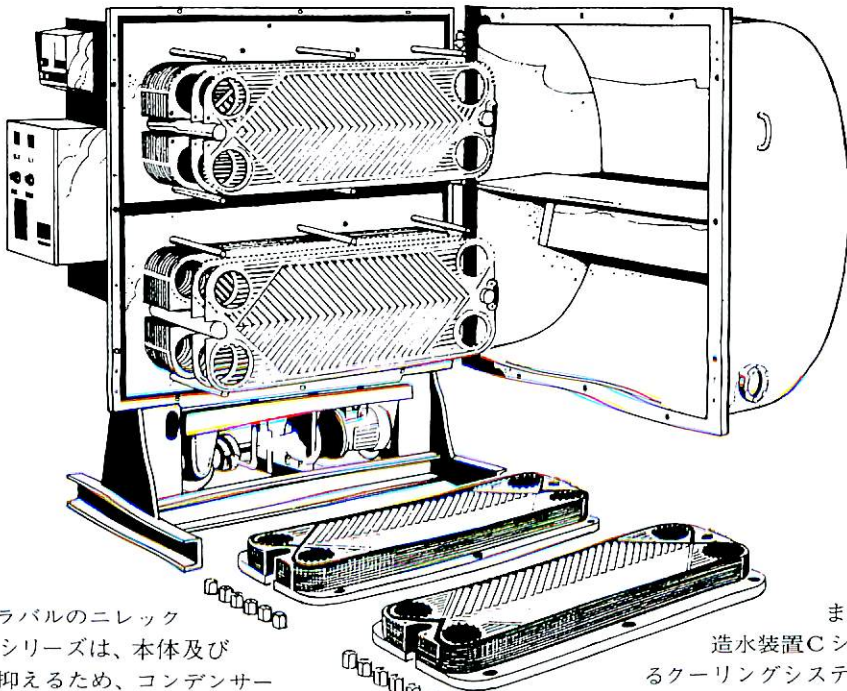
本社 東京都中央区築地 3-5-4

中川築地ビル TEL 03(542) 8611(代)

営業所：札幌・仙台・新潟・小山・千葉・東京・横浜・静岡・名古屋・富山・大阪・姫路・高松・広島・北九州・長崎

機能性を追求したスリムなデザイン

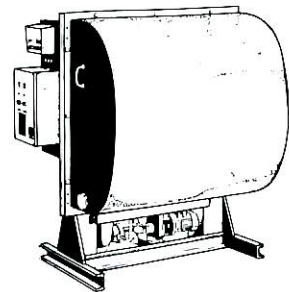
ニレックス造水装置Cシリーズ



アルファ・ラバルのニレックス造水装置Cシリーズは、本体及び据付コストを抑えるため、コンデンサークーリングとエジェクターウォータシステムをひとつのコンパクトなユニットにまとめ、デザインをスリムにしました。

しかも、腐食を追究する独自のチタニウム製プレート式熱交換器が組み込まれているほか、システムエンジニアリング、及び、世界的なサービス網によってバックアップされています。

また、ニレックス造水装置Cシリーズはいかなるクーリングシステム内でも経済性を発揮できる機能と信頼性を兼ね備えています。



部品・修理・技術員派遣の御要求は……

信頼と技術をモットーとする

アルファ・ラバルサービス株式会社

営業第2部

〒550 大阪市西区新町1-1-17
TEL (06) 538-0391

〒103 東京都中央区日本橋本町1-12(岡本ビル)
TEL (03) 279-5317

アルファ・ラバル船用機器に関する資料御請求、御質問は下記へ……

ALFA-LAVAL

長瀬アルファ株式会社

営業第2部

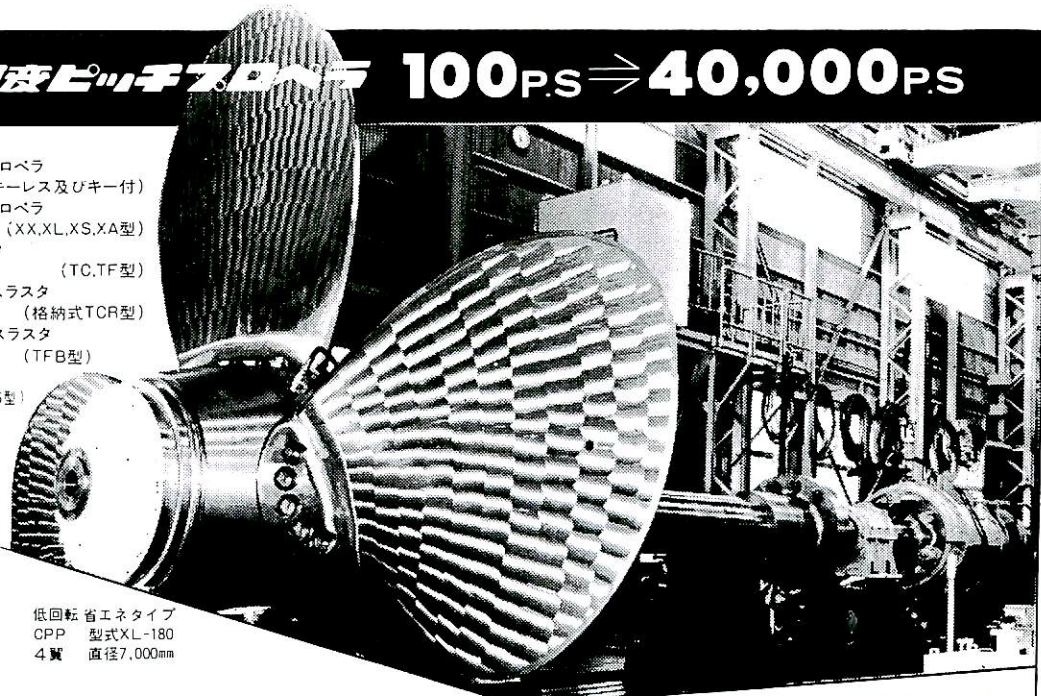
〒542 大阪市南区鯉谷西之町6(三栄ビル)
TEL (06) 281-1062

〒103 東京都中央区日本橋本町1-12(岡本ビル)
TEL (03) 279-5313

可変ピッチスローペラ 100PS ⇒ 40,000PS

製造品目

- 固定ピッチプロペラ
(キーレス及びキー付)
- 可変ピッチプロペラ
(XX, XL, XS, XA型)
- サイドスラスト
(TC, TF型)
- ダイナミックスラスト
(格納式TCR型)
- 船底吸込式スラスト
(TFB型)
- シャフト
カップリンク(NKS型)
- ヘッカー
フラップラタ
(KSR, S, L型)
- 船尾装置
エンシニアリンク



低回転省エネタイプ
CPP 型式XL-180
4翼 直径7,000mm

ナカシマ・ストーン・ビッカーズ株式会社
ナカシマスローペラ株式会社

〒700-91 岡山市上道北方688-1 岡山中央郵便局私書箱167号 TLX.5922320

- 本社工場 岡山 <0862> 79-5111(代)
- 東京支店 東京 <03> 553-3461(代)
- 大阪営業所 大阪 <06> 341-0011(代)
- 福岡営業所 福岡 <092> 461-2117(代)
- 仙台営業所 仙台 <0222> 23-8353(代)
- 札幌営業所 札幌 <011> 821-8382(代)



業務内容

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

楽しい船旅は安心から…
— 備えあれば、憂いなし —

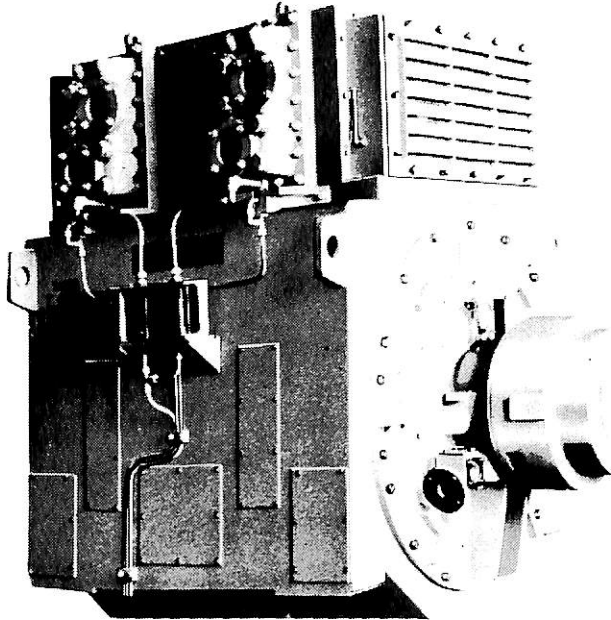
日本定航保全株式会社
社長 渡 邊 浩

東京都千代田区内幸町2丁目2番2号(富国生命ビル17階)
電話 東京03 (501) 局6821-2 (503) 局4566

ながい経験と最新の技術



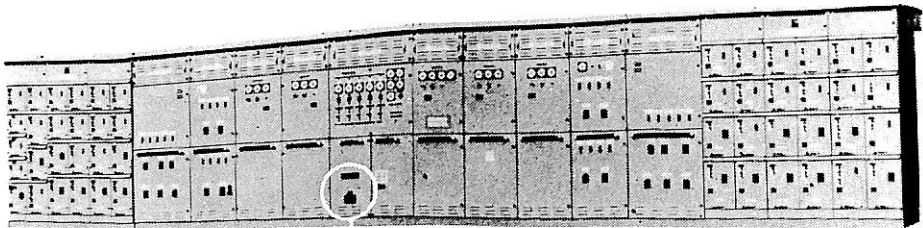
大洋の船舶用電気機器



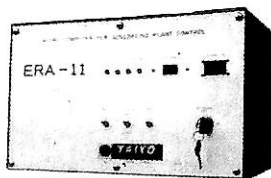
排ガス利用2極タービン発電機

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

1983

9

Vol. 36

目次

- 9 新造船写真集 (No. 419)
- 26 日本商船隊の懐古 No. 51 (徳島丸, 恵昭丸)山田 早苗
- 29 商船の映像 (2) ロサンゼルス港の商船群野間 恒
- 33 8月のニュース解説米田 博
- 36 省エネルギー 76,000 m³型LPG運搬船 "クリーン りばー"川崎重工業
- 43 22,000 DWT 型多目的貨物船 "C. R. DOUALA"三菱重工業
- 50 三菱-スルザ 7RTA 58型ディーゼル機関の概要 (1)三菱重工業
- 56 先端技術を支えるファインセラミックス日立化成工業

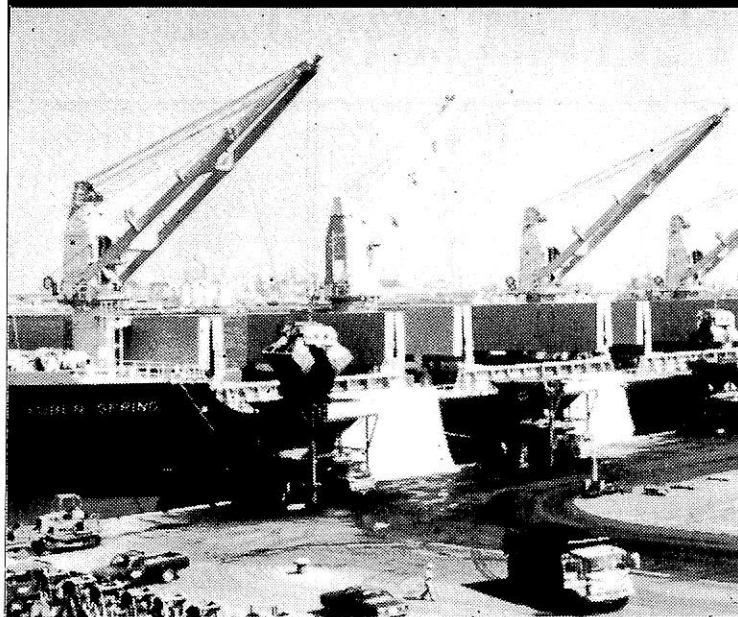
- 64 冷凍運搬船 (1)角張昭介・椎原裕美
- 73 続・液化ガスタンカー (1)恵美洋彦
- 83 船舶電子航法ノート (78)木村 小一

- 89 無機質系長期防食塗材セメンシャス恒和化学工業
- 93 IMO コーナー (第21回)
IMO 創立25周年を迎えて運輸省船舶局

●技術短信 最適航海計画システム

三菱重工業

最新の技術と実績を誇る 福島製の甲板機械



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



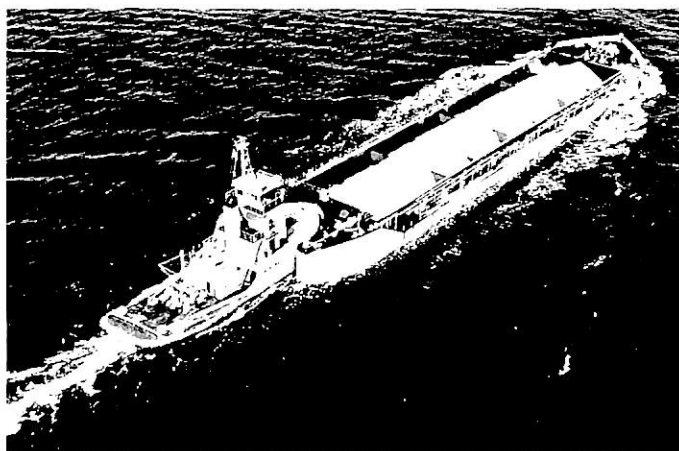
株式会社 **福島製作所**

本社・工場 / 福島市三河北町 9 番 80 号 ☎0245(34)3146
 東京事務所 / 東京都千代田区四番町 4-9 ☎03(265)3161
 大阪営業所 / 大阪市東区南本町 3-5 ☎06(252)4886
 営業所 北海道・東北・尾道・下関
 海外駐在員事務所 / ロンドン

“押船—舳船団に”アーティカップル

ピンジョイント式
自動連結装置

ボタン操作による
全自動方式



☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

大成設計工務株式会社

東京都千代田区岩本町 1-6-7
 宮沢ビル703号 電話03(851)3837
 テレックス 2655164 TAIENG J



モジュール運搬船
SNIMOS ACE
えーす
えーす
日本郵船株式会社・大阪商船三井船舶株式会社
山九株式会社

三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第1917番船)
全長 162.00m
常用喫水 4.50m
デッキアレー 4.320^m (120m × 36m) 燃料油槽 2,793^m
出力(連続最大) 4,375PS × 2 (450rpm) (常用) 3,720PS × 2 (426rpm)
補汽缶 1,200kg/h × 1, 排エコ 600kg/h × 2
受(主) 全波 × 1 (補) 全波 × 1 (満載航海) 13.10kn
速度(試運転最大) 14.7kn (満載航海) 13.10kn
船型 船首楼付平甲板型(超広幅浅喫水型)
運搬/据付用車輛により、モジュールの荷役をRO/RO方式にて行う。船舶内光ファイバー総合通信システムを装備している。
三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第1917番船)
全長 162.00m
常用喫水 4.50m
デッキアレー 4.320^m (120m × 36m) 燃料油槽 2,793^m
出力(連続最大) 4,375PS × 2 (450rpm) (常用) 3,720PS × 2 (426rpm)
補汽缶 1,200kg/h × 1, 排エコ 600kg/h × 2
受(主) 全波 × 1 (補) 全波 × 1 (満載航海) 13.10kn
速度(試運転最大) 14.7kn (満載航海) 13.10kn
船型 船首楼付平甲板型(超広幅浅喫水型)
運搬/据付用車輛により、モジュールの荷役をRO/RO方式にて行う。船舶内光ファイバー総合通信システムを装備している。

起工 57-11-17
型幅 38.00m
純噸数 4,262T
清水槽 439.6^m
送(主) 500W × 1 (補) 125W × 1
無綫装置 4翼2軸 CPP(カメラ)
送(主) 500W × 1 (補) 125W × 1
無線装置 4翼2軸 CPP(カメラ)
送(主) 500W × 1 (補) 125W × 1
無線装置 4翼2軸 CPP(カメラ)
送(主) 500W × 1 (補) 125W × 1
無線装置 4翼2軸 CPP(カメラ)

進水 58-3-17
型深 9.00m
載貨重量 21,858t (喫水6.344mにて)
主機械 三菱MAN7L40/54A型(予)機関 × 2
プロペラ 4翼2軸 CPP(カメラ)
航海計器 無線装置 送(主) 500W × 1 (補) 125W × 1
送(主) 500W × 1 (補) 125W × 1
無線装置 4翼2軸 CPP(カメラ)
送(主) 500W × 1 (補) 125W × 1
無線装置 4翼2軸 CPP(カメラ)



自動車運搬船 **オーキッド エース** 風早汽船株式会社
ORCHID ACE

常石造船株式会社建造(第513番船) 起工 57-7-15 進水 57-12-21 竣工 58-3-24
 全長 176.000m 垂線間長 166.000m 型幅 27.000m 型深 11.900m(5thDK)/26.350m(ACC・DK)
 満載喫水 8.220m 総噸数 11,916.12T 純噸数 5,604.59T 載貨重量 12,507t
 Car・Cont.搭載数 Private car 3,196台 (C.K.D., 20' コンテナ101TEU) 燃料油槽 1,813.2m³
 燃料消費量 36.7t/day 清水槽 531.4m³ 主機械 三井B&W8L55GFCA型(デ)機関×1
 出力(連続最大)12,000PS(155rpm)(常用)10,900PS(150rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶
 堅型水管式 5,000kg/h×9kg/cm²G×1 発電機(タ)新興金属 470kW×3,600rpm×1, (デ)440kW×720rpm
 (原)ヤンマー 6GL-HT×2 無線装置 送(主)1kW×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 NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大)20.17kn
 (満載航海)18.2kn 航続距離 19,650浬 船級・区域資格 NK 遠洋 MO 船型 多層甲板型 乗組員 23名

自動車運搬船 **雄 大 丸** 中野海運株式会社
YUDAI MARU 小西海運株式会社

株式会社臼杵鉄工所臼杵工場建造(第1518番船) 起工 57-11-6 進水 58-1-14 竣工 58-3-5
 全長 108.23m 垂線間長 100.00m 型幅 20.00m 型深 10.70/6.00m 満載喫水 5.921m
 総噸数 3,630T 載貨重量 3,569T Car・Cont.搭載数 トレーラー 30台, コンテナ(8' 8' 20')70個
 乗用車,トラック 120台 燃料油槽 340m³ 燃料消費量 20.8t/day 清水槽 117m³
 主機械 赤阪-三菱 8UEC45/115H型(デ)機関×1 出力(連続最大)8,000PS(165rpm)
 (常用)6,000PS(165rpm) プロペラ 4翼1軸 CPP 補汽缶 堅型水管式×1
 発電機 AC445V×290kW×2 (原)ヤンマー 470PS×900rpm×2 無線装置 船舶電話
 航海計器 レーダー 速度(試運転最大)20.06kn (満載航海)17.5kn 航続距離 6,340浬
 船級・区域資格 NK 沿海 船型 多層甲板型 乗組員 15名 同型船 雄宝丸
 ○50Tトレーラーリフター 1式

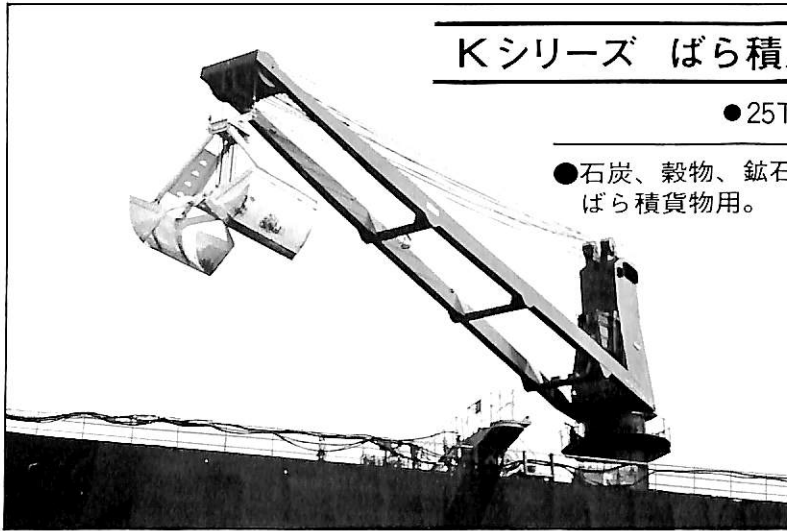


JSW-HÄGGLUNDS Hydraulic deck cranes

Kシリーズ ばら積用

●25Ton

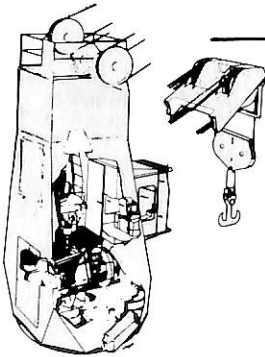
●石炭、穀物、鉱石等の
ばら積貨物用。



Gシリーズ 一般貨物用

●20~60Ton

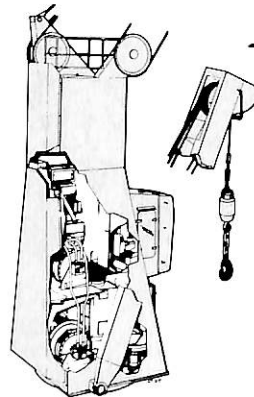
●コンテナハンドリング、
グラブハンドリング、
チームクレーン等が装備
できます。



Hシリーズ 一般貨物用

●12、16Ton

●最新、コンパクト
なデザイン。



JSW-HÄGGLUNDS 電動油圧デッキクレーンは12t~60t(シングル)、12t×2~60t×2(ツイン)まで標準化されており、小型軽量で、デッキ上の据付面積が少なく、安全に効率のよい荷役ができます。ご用途に適した機種をお選びいただけます。

アフターサービスは全世界にネットワークをもち、迅速なサービスが受けられます。

その他の船用機器

- 油圧ウインドラス、ムアリングウインチ、その他甲板機械。
- カーリフター用油圧機械。
- 船内天井走行クレーン用油圧機構。
- バウスラスタ用油圧機器。
- 電動油圧式グラブ(バケット型、オレンジピール型、木材用グラブ)


 株式会社 **日本製鋼所**
 油圧機械部船用機械グループ
JSW The Japan Steel Works, Ltd.

東京都千代田区有楽町1-1-2(日比谷三井ビル) 電話(03)501-6111
 営業所 関西(大阪)06-222-1831・九州(福岡)092-721-0561
 東海(名古屋)052-935-9361・中国(広島)08282-2-0991
 北海道(札幌)011-241-2271・北陸(新潟)0252-41-6301
 東北(仙台)0222-94-2561・四国(坂出)08774-5-8282



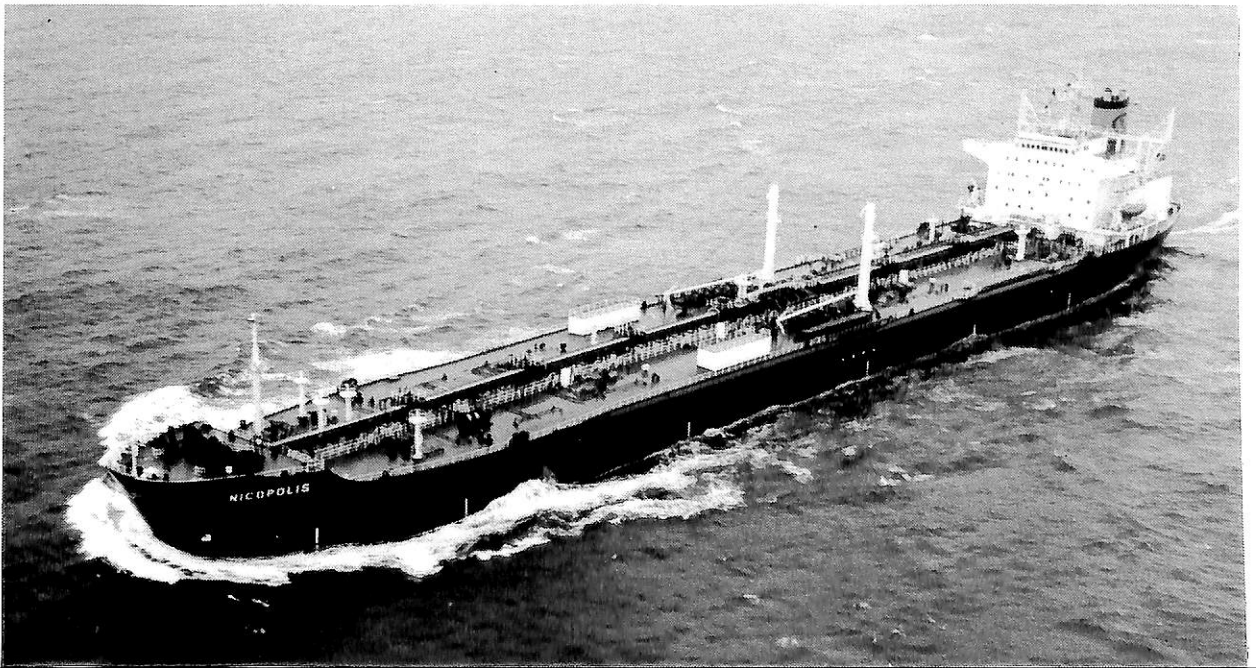
ワールド スピアー
輸出散積貨物船 **WORLD SPEAR**

船主 Longevity Company S. A. (Panama)
 幸陽船渠株式会社建造(第1037番船) 起工 57-9-24 進水 58-1-13 竣工 58-5-10
 全長 228.96m 垂線間長 218.00m 型幅 32.20m 型深 18.50m 満載喫水 13.40m
 満載排水量 74,382t 総噸数 37,955T 純噸数 22,086T 載貨重量 67,911Lt
 貨物艙容積(ベ) 76,273.6m³(グ) 78,024.2m³ 艙口数 7 燃料油槽 3,519.71m³ 燃料消費量 36.7t/day
 清水槽 232.29m³ 主機械 三井B&W7L67GBE型(デ)機関×1 出力(連続最大) 13,100PS(119rpm)
 (常用) 11,900PS(115rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 堅型横煙管式 OEC-315S 発電機 大洋電機
 625kVA×450V×60Hz×3 (原) ヤンマー 750PS×720rpm×3 無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 75W×1
 受 全波×2 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ ロラン オメガ NNSS レーダー
 速力(試運転最大) 16.732kn (満載航海) 14.7kn 航続距離 28,300浬 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 40名

- 13 -

ニコポリス
輸出油槽船 **NICOPOLIS**

船主 Shipping Transport Enterprises Ltd. (Liberia)
 石川島播磨重工業株式会社相生事業所建造(第2788番船) 起工 57-3-4 進水 57-7-5 竣工 58-5-19
 全長 228.55m 垂線間長 219.00m 型幅 32.20m 型深 18.912m 満載喫水 12.210m
 総噸数 30,684.95T 純噸数 22,320.39T 載貨重量 60,525t 貨物油槽容積 71,501.9m³
 主荷油ポンプ 1,500m³/h×120m×4 デリック 15t×2, クレーン 5t×20m/min×2 燃料油槽 3,935.0m³
 燃料消費量 45.4t/day 清水槽 398.8m³ 主機械 IHI Sulzer 6RND76M型(デ)機関×1
 出力(連続最大) 13,680PS(112rpm) (常用) 12,310PS(108.1rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 IHI
 16kg/cm²×飽和×25t/h×2, 排エコ 7.0kg/cm²×飽和×1.5t/h×1 発電機 ヤンマー 620kW×AC450V×
 60Hz×720rpm×3 無線装置 1.5kW×1 航海計器 ロラン レーダー
 速力(試運転最大) 15.72kn (満載航海) 14.9kn 航続距離 23,300浬 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 37名





キャプテン スタマティス
輸出撒積貨物船 **CAPTAIN STAMATIS**

船主 Dove Maritime Corp. (Greece)
 日立造船株式会社広島工場因島建造(第4702番船) 起工 57-12-7 進水 58-2-10 竣工 58-4-27
 全長 224.50m 垂線間長 215.00m 型幅 32.20m 型深 17.80m 満載喫水 12.457m
 総噸数 32,241.10T 純噸数 25,626T 載貨重量 60,005Lt 貨物艙容積(ク) 83,071.8m³
 艙口数 7 クレーン 5.0t×2, デッキクレーン 25.0t×4 燃料油槽 3,412.6m³ 燃料消費量 43.7t/day
 清水槽 437.6m³ 主機械 日立-Sulzer 6RND76M型(テ)機関×1 出力(連続最大) 13,500PS(122rpm)
 (常用) 12,150PS(118rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 壺型水管式 1,350kg/h×7kg/cm²G×1
 発電機(テ) 600kW×AC450V×60Hz×3 無線装置 送(主) 1.5kW×1(補) 130W×1 受(主) 1(補) 1
 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン NNSS レーダー 速力(試運転最大) 17.05kn
 (満載航海) 14.8kn 航続距離 23,400浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型
 乗組員 34名 同型船 Maroula パナマックス船型 HZノズル設備

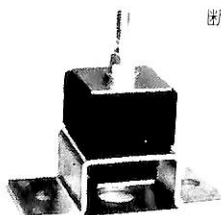
抜群の防振性能、耐久性!

HZME形 防振ユニット コンポSRマリン

特許・実用新案登録



断面



垂直型



傾斜型

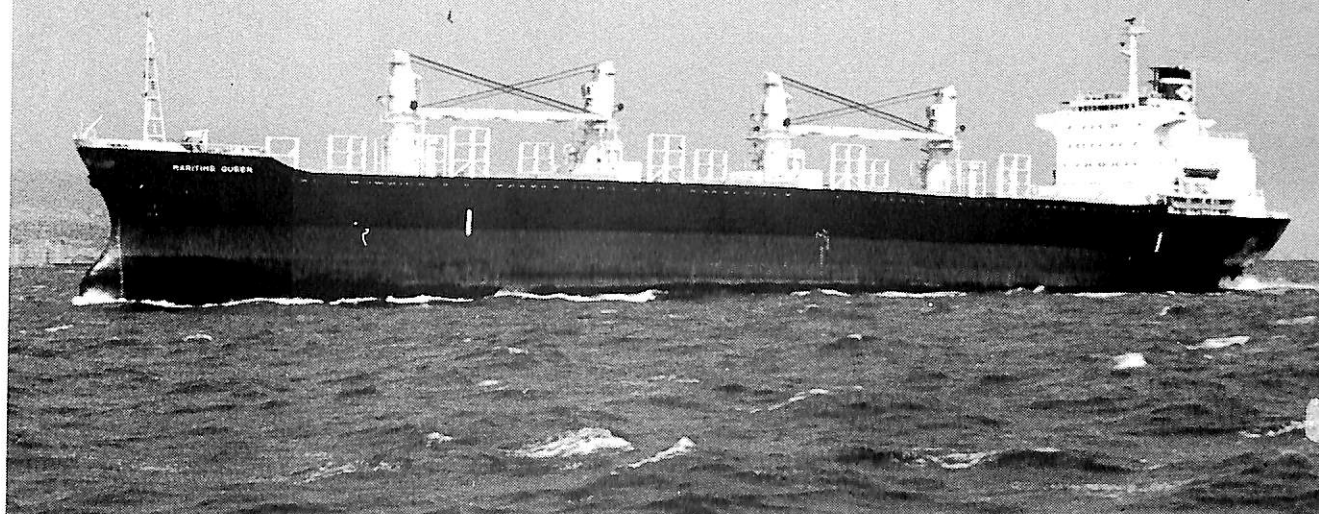
- 二重コイルスプリングとV字溝を有するゴム板層の複合ユニットです。
- ローリング、ピッチング、X振動、H振動など、シビアな振動要因に十分な効果を発揮します。
- 要求される防振グレードに応じた、エコノミーな防振設計をお引受けします。
- その他、防音、防振、据付エンジニアリングを承ります。

カタログを用意しています。

ニチソウモデルエンジニアリング(株)

大阪市西区江戸堀1丁目18-11 小谷ビル303号(〒550) TEL (06) 443-4046(代)

尾道事業所 広島県御調郡向島町111 (〒722) TEL (0848) 44-6323~4

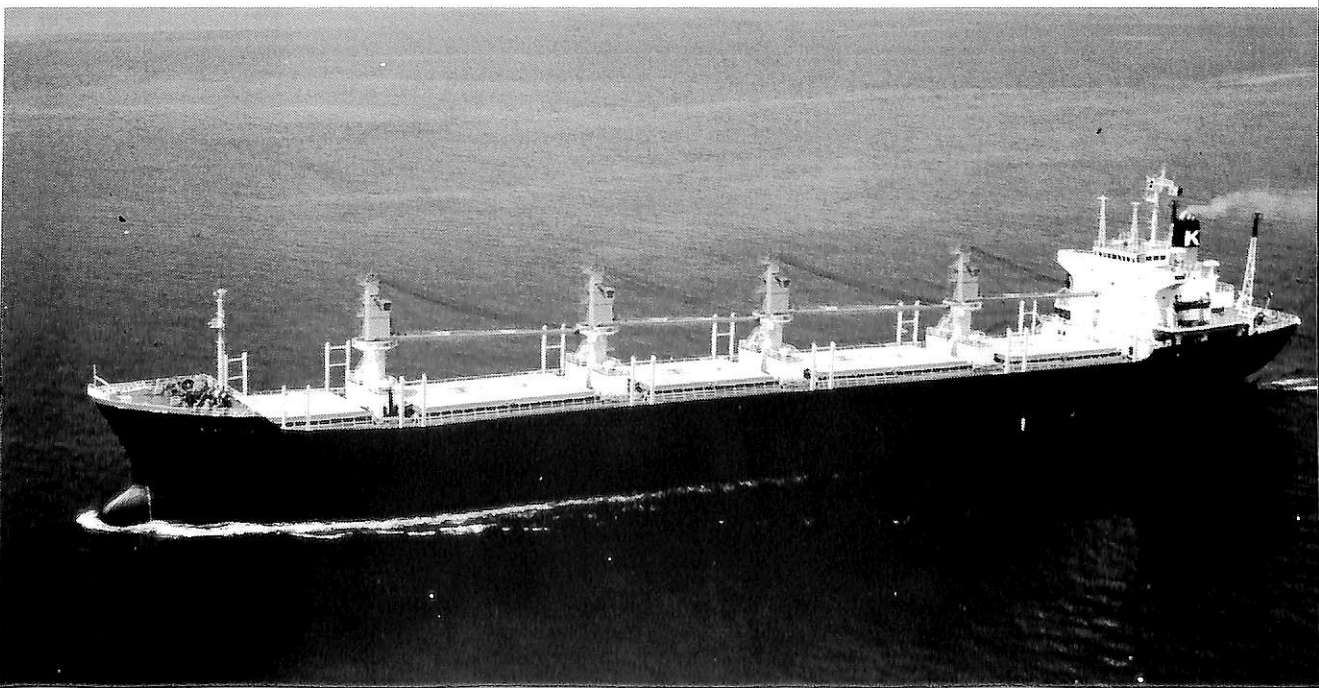


マリタイム クイーン
輸出撒積貨物船 **MARITIME QUEEN**

船主 Beaumont Navigation Co., Inc. (Panama)
 株式会社大阪造船所建造(第409番船) 起工 57-3-10 進水 57-7-23 竣工 58-3-30
 全長 188.557m 垂線間長 180.000m 型幅 28.400m 型深 16.400m 満載喫水 11.676m
 満載排水量 47,975t 総噸数 21,500.21T 純噸数 15,196T 載貨重量 39,369t 貨物艙容積
 (ベ)49,882㎡ (グ)50,805㎡ 艙口数 5 デッキクレーン 25t×20m/min×4 Cont.搭載数 934TEU
 燃料油槽 2,502.7㎡ 燃料消費量 41.6t/day 清水槽 458.4㎡ 主機械 三菱 Sulzer 7RLB66 (ERPI)
 型(デ)機関×1 出力(連続最大)13,825PS (135rpm) (常用)12,440PS (130rpm) プロペラ 4翼1軸
 補汽缶 コンポジット型コクラン缶 7kg/cm²×1,600/1,600kg/h×1 発電機 大洋電機 712.5kVA×AC450V×
 60Hz×3φ×720rpm×3 (原)ダイハツ 840PS×720rpm×3 無線装置 送(主)1.2kW×1 (補)130W×1
 受(主)1(補)1 VHF 航海計器 デッカ ロラン オメガ レーダー 速度(試運転最大)17.916kn (満載航海)15.7kn
 航続距離 18,400浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 33名

ラ マルクエッサ
輸出撒積貨物船 **LA MARQUESA**

船主 Marquesa Maritima S. A. (Panama)
 今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1116番船) 起工 57-12-27 進水 58-3-1 竣工 58-4-24
 全長 189.98m 垂線間長 180.00m 型幅 28.40m 型深 15.30m 満載喫水 11.016m
 総噸数 23,144T 純噸数 12,567T 載貨重量 37,994t 貨物艙容積(ベ)44,323.22㎡ (グ)46,155.00m
 艙口数 5 デッキクレーン 25t×4 燃料油槽 2,465.03㎡ 燃料消費量 30t/day
 清水槽 365.79㎡ 主機械 三菱 Sulzer 7RLB56型(デ)機関×1 出力(連続最大)10,500PS (170rpm)
 (常用)9,450PS (164rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 コクランコンポジット型 7.0kg/cm²
 (油焚)1,300kg/h, (排ガス)1,150kg/h 発電機 ヤンマー 625kVA×2 無線装置 送(主)1.5kW×1
 (補)130W×1 受(主)全波×1 (補)全波×1 航海計器 ロラン レーダー 速度(試運転最大)16.134kn
 (満載航海)13.5kn 航続距離 19,900浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウェル甲板型
 乗組員 23名





ガルフウインド

輸出貨物船 **GULFWIND**

船主 Westwind Shipping Corp. (Greece)

株式会社大島造船所建造(第0066番船) 起工 57-8-19 進水 57-10-24 竣工 58-3-28
 全長 185.00m 垂線間長 176.00m 型幅 29.50m 型深 14.80m 満載喫水(mld.) 10.580m
 満載排水量 46,215t 総噸数 20,669.48T 純噸数 13,203T 載貨重量 37,311t
 貨物艙容積(ベ) 45,125³m (グ) 45,990³m 艙口数 5 クレーン 25t/26m×4 Cont. 搭載数 650個
 燃料油槽 A 268.0³m C 2,625.9³m 燃料消費量 39.3t/day 清水槽 340.0³m 主機械 住友Sulzer
 6RLB66型(デ)機関×1 出力(連続最大)13,050PS(140rpm)(常用)11,745PS(135.2rpm) プロペラ 4翼1軸
 補汽缶 西田1,600kg/h×7kg/cm²G 発電機(主)西芝 600kW×3 (原)タイハツ 900PS×720rpm×3, (非)西芝
 125kW×1 (原)ヤンマー 190PS×1,800rpm×1 無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)50W×1 受(主)全波×1
 (補)全波×1 VHF 航海計器 ロラン NNSS レーダー 速力(試運転最大)17.463kn (満載航海)15.2kn
 航続距離 22,200浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首尾楼付平甲板型 乗組員 40名 ACCU適用

- 16 -

クラウン カパル

輸出油槽船 **CROWN KAPAL**

船主 Kapal Management Private Ltd. (Singapore)

三井造船株式会社千葉事業所建造(第1249番船) 起工 57-5-12 進水 57-11-28 竣工 58-6-2
 全長 182.00m 垂線間長 174.50m 型幅 30.00m 型深 17.00m 満載喫水 11.117m
 総噸数 22,285.90T 純噸数 14,774.49T 載貨重量 39,701t 貨物油槽容積 48,343.4³m
 主荷油ポンプ 1,000³m/h×125m×4 デリック 10t×2 (hose handling) 燃料油槽 2,013.1³m
 燃料消費量 34.1t/day 清水槽 371.2³m 主機械 三井B&W 6L67GA型(デ)機関×1 出力
 (連続最大)11,200PS(117rpm)(常用)10,200PS(113rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 三井WTA-40×1
 発電機 ヤンマー 540kW×720rpm×3 無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)130W×1 受(主)0.1~30MHz×1
 (補)0.1~30MHz×1 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー
 速力(試運転最大)15.54kn (満載航海)14.30kn 航続距離 17,900浬 船級・区域資格 AB 遠洋
 船型 船尾楼付平甲板型 乗組員 35名 ACCU適用





安全な航海のため、 操舵室の窓はクリアーに。

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

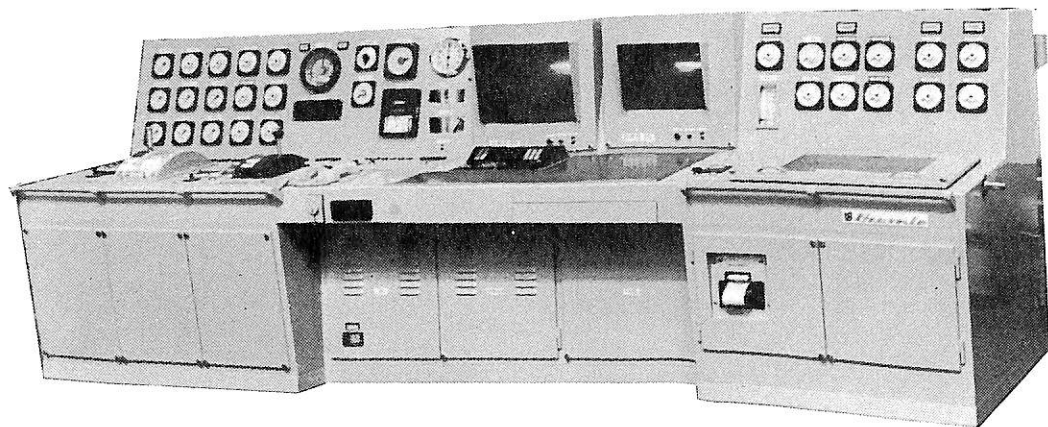
でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視
界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス
表面に薄い金属膜をコーティングして通電
発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融
雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金
属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜
の保護や感電防止も万全です。またガラス
は万一割れても破片の飛び散らない安全な
合わせガラスです。

ヒートライト® C

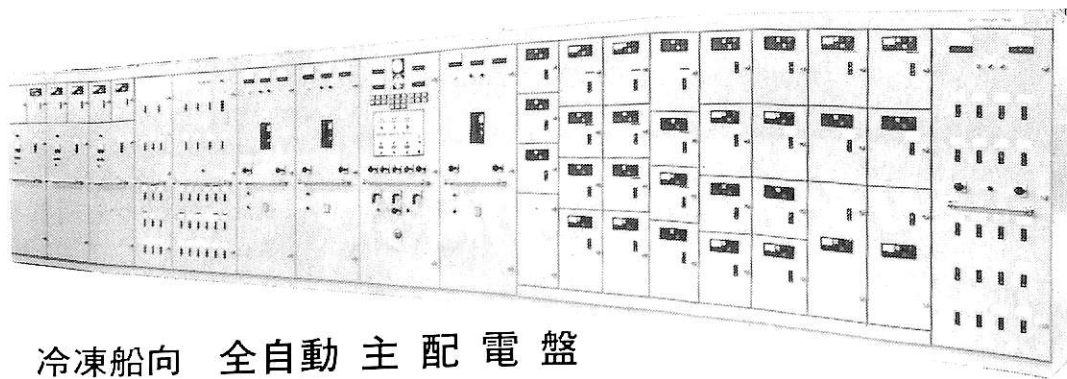
 **旭硝子**

〒100 東京都千代田区丸の内2-1-2 千代田ビル
☎ 03 218 5397 加工硝子部

渦潮電機の最新技術で 船の近代化・省力化と経済性アップ!!



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

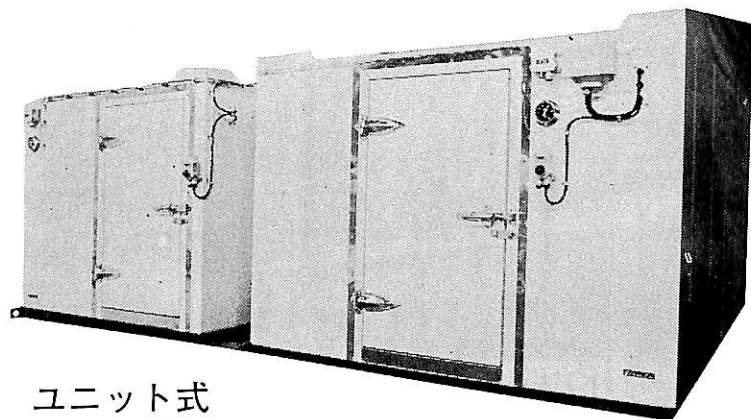
代表取締役社長

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 9.7m²
冷蔵庫 11.0m²
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〕

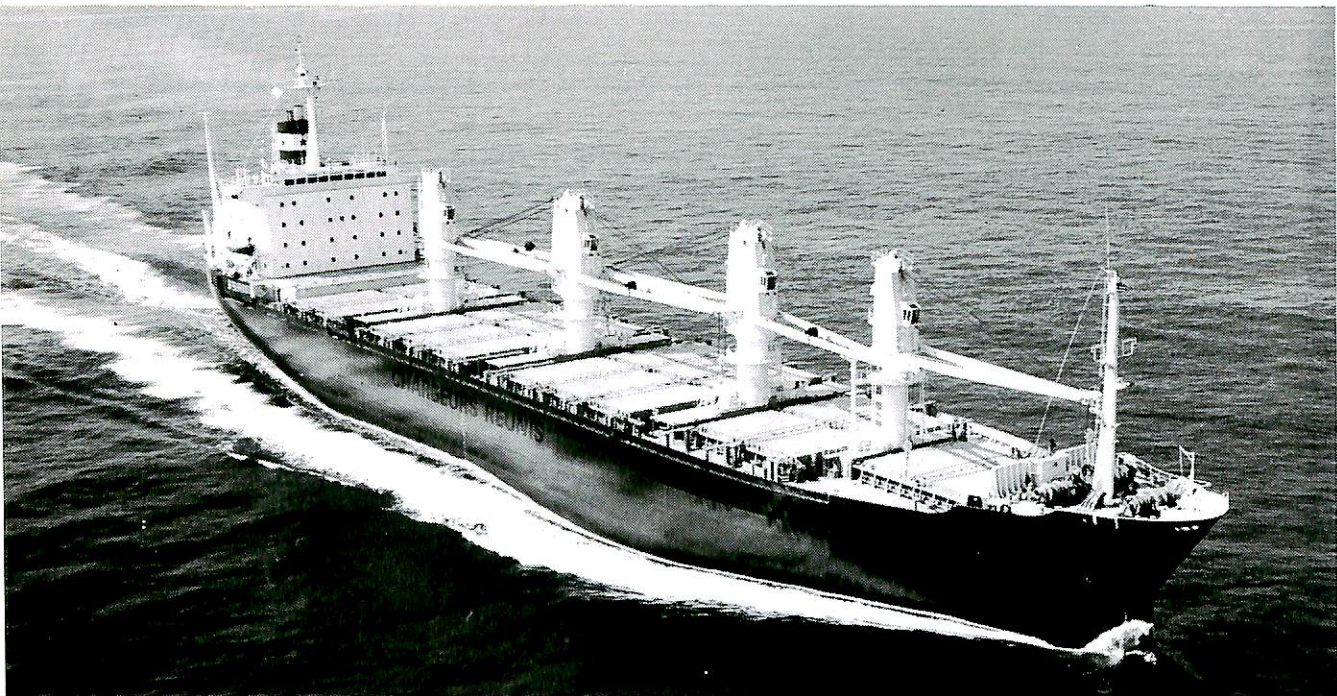
- ① セッティングシート取り付けと冷却水配管で運転OK。
- ② コンプレッサーを1ランク落とせます(当社, 従来比)。
- ③ 形状および容量は船型に合わせます。
- ④ 外部(3.2mm)ボンデ鋼板耐水塗装仕上げ, シールドロッカー, 鋼製棚(可変), 照明警報装置付, 内部よりドアロックアウト付。
- ⑤ オールステンレス製作可能。
- ⑥ 空冷式・水冷式・全閉型・開放型 各種製作。

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



ドウアラ

輸出多目的貨物船 C. R. DOUALA

船主 Mantica Holdings Inc. (Liberia)
 三菱重工株式会社下関造船所建造(第845番船) 起工 57-11-12 進水 58-2-4 竣工 58-5-31
 全長 169.50m 垂線間長 160.0m 型幅 27.00m 型深 14.50m 満載喫水 10.00m 総噸数(国際)
 17,210T 純噸数 8,503T 載貨重量 22,351t 貨物艙容積(べ) 31,586.9 m^3 (グ) 34,5805 m^3 艙口数 5
 クレーン 三菱 26t \times 20m \times 1, 16t(II) \times 24m \times 2, 26t(II) \times 24m \times 1 Cont. 搭載数 744 TEU (冷) 30 TEU
 燃料油槽 H 1,759.5 m^3 D 395.2 m^3 燃料消費量 133g/PS \cdot h 清水槽 598.3 m^3 主機械 三菱 Sulzer
 7RLB66型(デ)機関 \times 1 出力(連続最大) 15,225PS(140rpm)(常用) 12,940PS(133rpm) プロペラ 5翼1軸
 補汽缶 豎円筒 1,500kg/h \times 6kg/cm \times 1, 排エコ 1,500kg/h \times 6kg/cm \times 1 発電機(主) AC450V \times 60Hz \times
 90kVA \times 3, (非) AC450V \times 60Hz \times 125kVA \times 1 無線装置 送 1.5kW SSB \times 1 受 1 船舶電話
 VHF 航海計器 デッカ NNSS レーダー 速度(試運転最大) 20.27kn (満載航海) 17.7kn
 航統距離 15,200浬 船級・区域資格 BV 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 30名 (本文43頁参照)

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を...

■ 主要業務

受託試験、研究
 施設設備の貸与
 技術相談

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



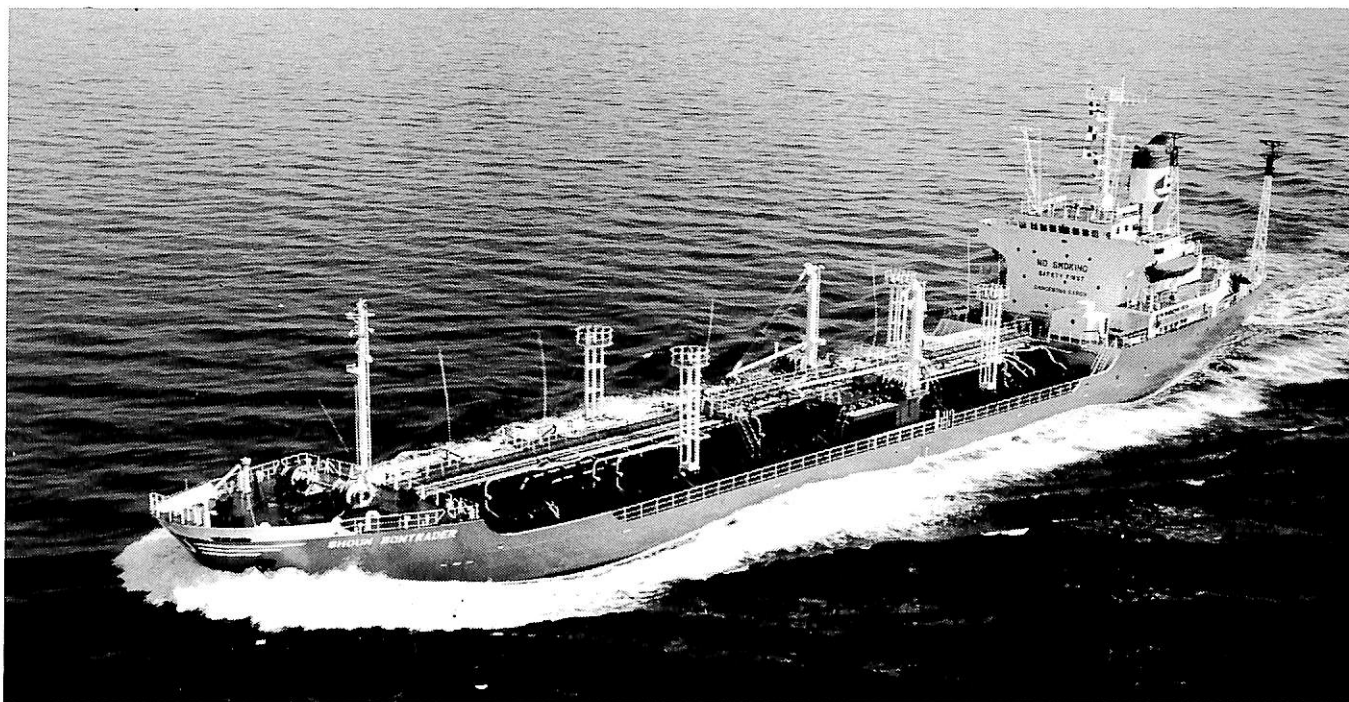
船舶艙装品研究所

所長 芥川 輝 孝

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
 HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

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

(競艇益金事業)



輸出ケミカルタンカー
 ショーウン ボントレイダー
SHOUN BONTRADER

船主 Shoun Tankers S. A. (Panama)
 太平工業株式会社波止浜分工場建造

(第1578番船)

起工 57-12-5 進水 58-1-16
 竣工 58-4-18 全長 113.30m
 垂線間長 104.0m 型幅 18.0m
 型深 8.0m 満載喫水 6.318m
 満載排水量 9,299.0t 総噸数 4,434T
 純噸数 2,145T 載貨重量 6,8150t
 貨物油槽容積 7,648.071m³ 主荷油ポンプ
 400m³/h×70m×4 デリック 5t×1
 燃料油槽 A 180m³ C 720m³
 燃料消費量 12.3t/day 清水槽 425m³
 主機械 赤阪-三菱 6UEC37H-II型(デ)機関
 ×1 出力(連続最大)3,900PS
 (210rpm) (常用)3,510PS(203rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 豎水管式
 クレイトン 6t/h×7kg/cm²×1 発電機
 AC450V×250kVA×2 無線装置
 VHF 航海計器 デッカ ロラン
 オメガ レーダー 速度(試運転最大)
 14.02kn(満載航海)13.7kn 航続距離
 12,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 IMO II Type 船型 球状船首
 トランサム船尾型 乗組員 25名
 同型船 Shoun Ambassador

**FLUME SAVES FUEL
 EASY AS 1**

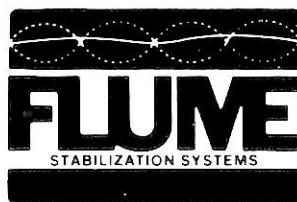
*Rolling increases
 resistance and
 fuel consumption*

2
3

*Bilge keels increase
 resistance and
 fuel consumption*

*The Flume Stabilization System
 reduces rolling more effectively
 than bilge keels, without loss of
 cubic or deadweight and provides
 substantial savings in fuel cost.*

For free fuel saving brochure, write:



**FLUME
 STABILIZATION
 SYSTEMS**

Suite 3000
 One World Trade Center
 New York, New York 10048



船主 Uglund-Aall Car Carriers Ltd. (U. K.)
 神原海洋開発株式会社建造(第S-510番船) 起工 57-6-14 進水 58-3-1 竣工 58-5-16
 全長 99.993m 垂線間長 89.95m 型幅 17.00m 型深 7.67/15.95m 満載喫水(ext.) 4.819m
 総噸数 997.30T 純噸数 315.98T 載貨重量 1,566t Car搭載数 private car 663台
 燃料油槽 463.2m³ 燃料消費量 14.7t/day 清水槽 96.4m³ 主機械 宇部-MAK 6M 552 AK型
 (デ)機関×1 出力(連続最大)5,000/4,920PS (514/254rpm) (常用) 4,250/4,190PS (487/241rpm)
 プロペラ 4翼1軸 CPP 補汽缶 コンポジット 油焚/排エコ 800/750kg/h×7kg/cm²×1 発電機
 大洋電機(デ)300kW×1,200rpm×2, 軸発 800kW×450rpm×1 無線装置 送(主)1.2kW×1 受(主)全波×1
 セルコール型×1 VHF 航海計器 デッカ NNSS レーダー 速度(試運転最大)16.25kn
 (満載航海)16.0kn 航続距離 10,800浬 船級・区域資格 NV 遠洋 船型 多層甲板型
 乗組員 13名 同型船 Autoline

お詫び訂正

8月号20頁 商船の映像(1)表題

Great Train Atlantic Liners in New York (誤)

Great Trans Atlantic Liners in New York (正)

深くお詫び申し上げます。

次頁“こさど丸”写真説明

左上より Suite Room, 2nd Class Room

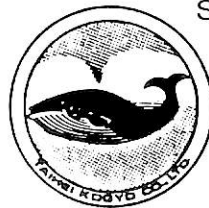
右上より Loung, Snack

タイテックス TIGHTTEX

[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

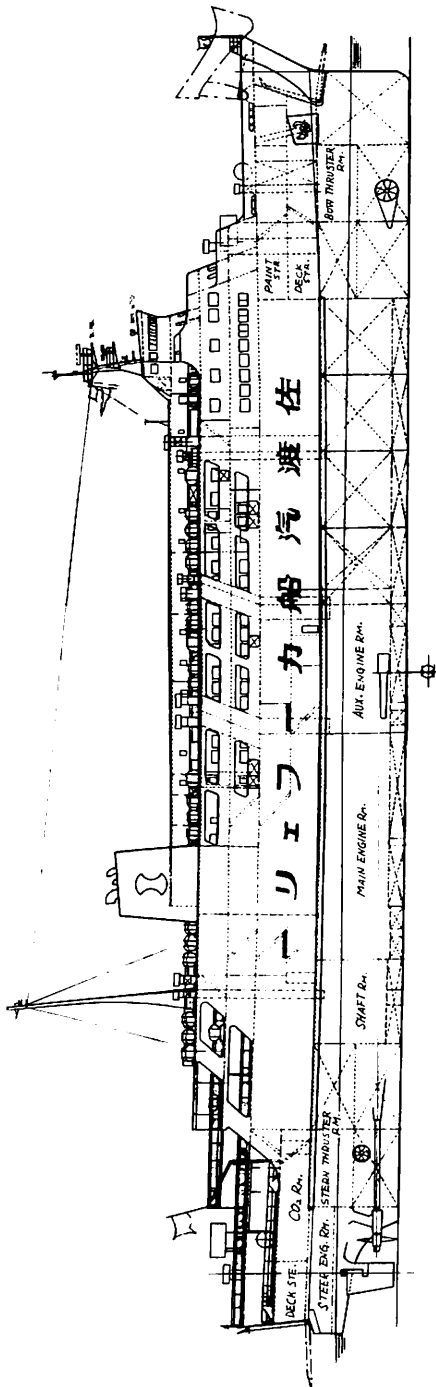
カーフェリー“こさど丸”



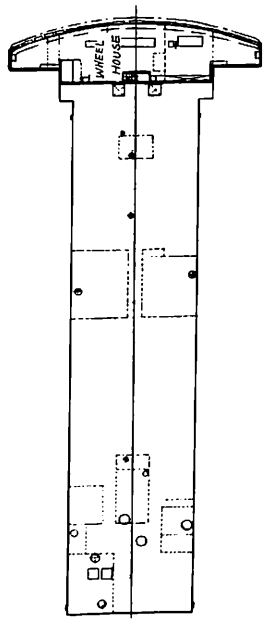
船主 船舶整備公団・佐渡汽船株式会社
 株式会社神田造船所川尻工場建造(第276番船)

全長 119.00m	垂線間長 110.00m	起工 57-12-5	進水 58-3-30	竣工 58-7-7
総噸数 4,007T	載貨重量 1,309.95t	型幅 20.40m	型深 7.20m	満載喫水 5.188m
燃料油槽 A 17.02㎡ C 187.27㎡		清水槽 69.78㎡	主機械 新潟SEMT Pielstick	
9PC2-6L型(デ)機関×2	出力(連続最大)6,750PS×2(520rpm)(常用)5,738PS×2(493rpm)	Car搭載数 乗用車40台, 大型トラック28台,(乗用車のみ164台)		
プロペラ 4翼2軸 2舵 CPP(ハイスキュー) 補汽缶(油焚)2,242kg/h×7kg/cm ² ×1, (排ガス)1,000kg/h×7kg/cm ² ×2	発電機 AC445V×1,000kVA×60Hz×1,200PS×360rpm×3	無線装置 船舶電話		
航海計器 レーダー	速力(試運転最大)22.569kn(満載航海)19.8kn	航続距離 1,600浬		
船級・区域資格 JG 沿海第二種船	船型 全通船楼型	乗組員 50名		
旅客1,500名,(スイートルーム6名1室, 特等室3名6室, 6名2室, 1等36名8室, 特2等室及び2等室等である。)				
乗用車用可動甲板を車輛甲板両舷に設備,ランプ/ドアは船首端,船尾の2ヶ所。 航路 新潟港~両津港				

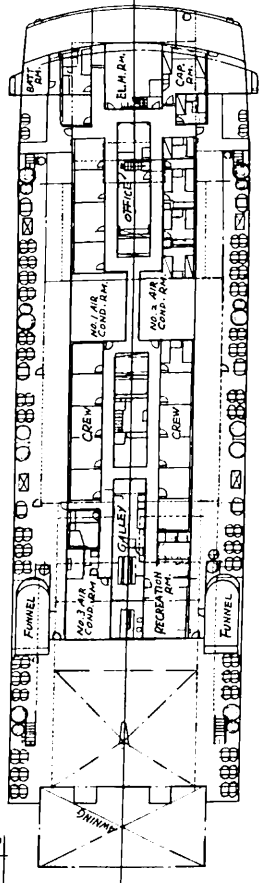




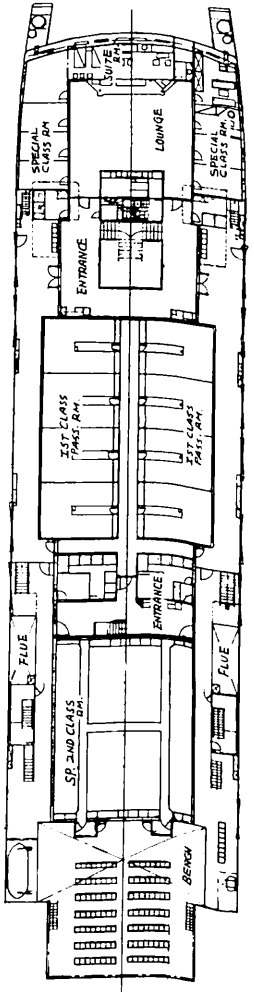
船体結構甲板

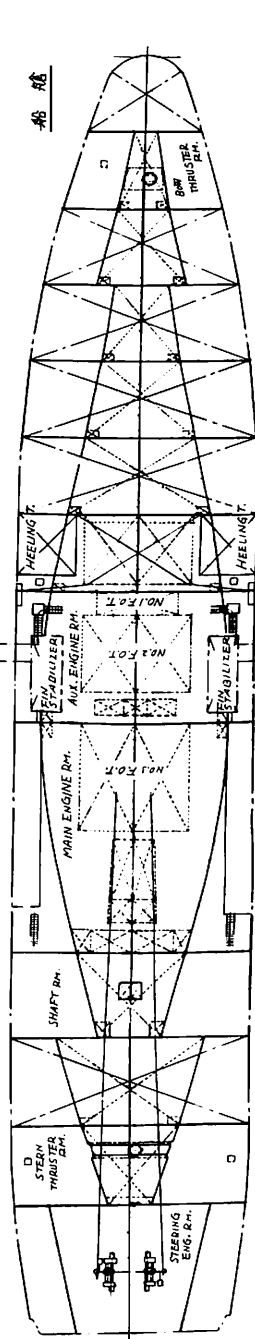
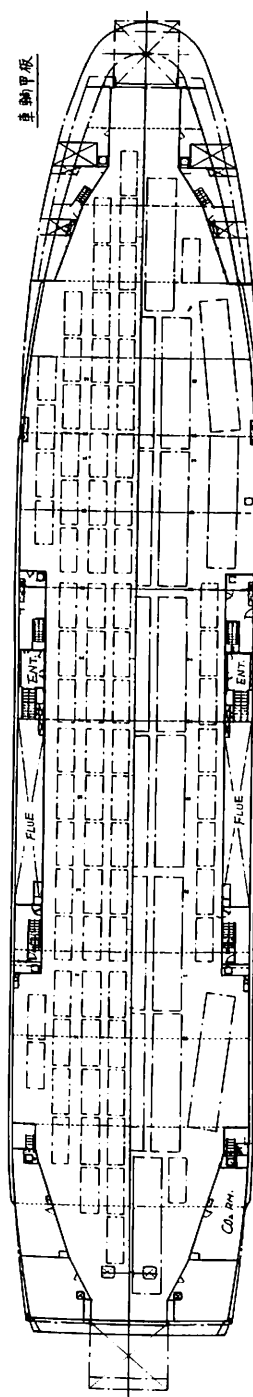
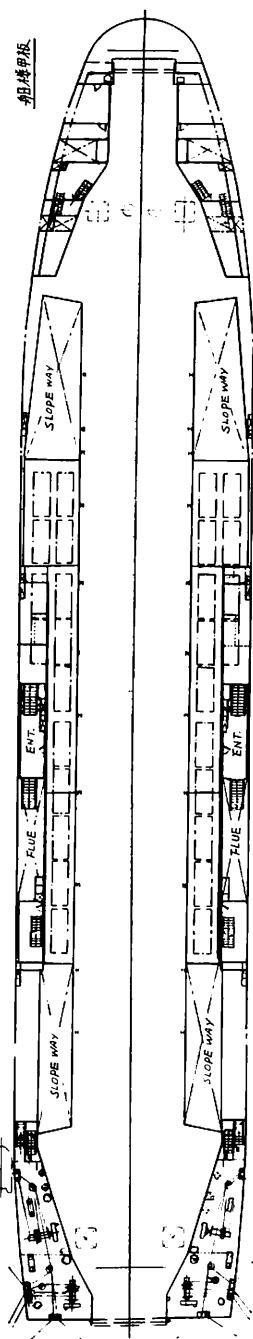
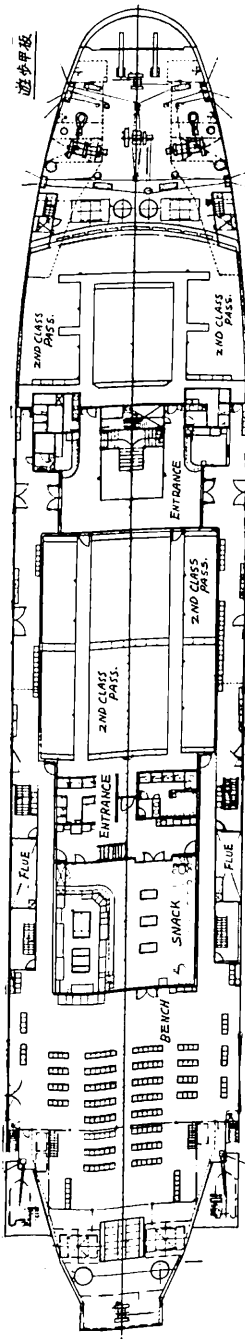


上部船體甲板



船體甲板

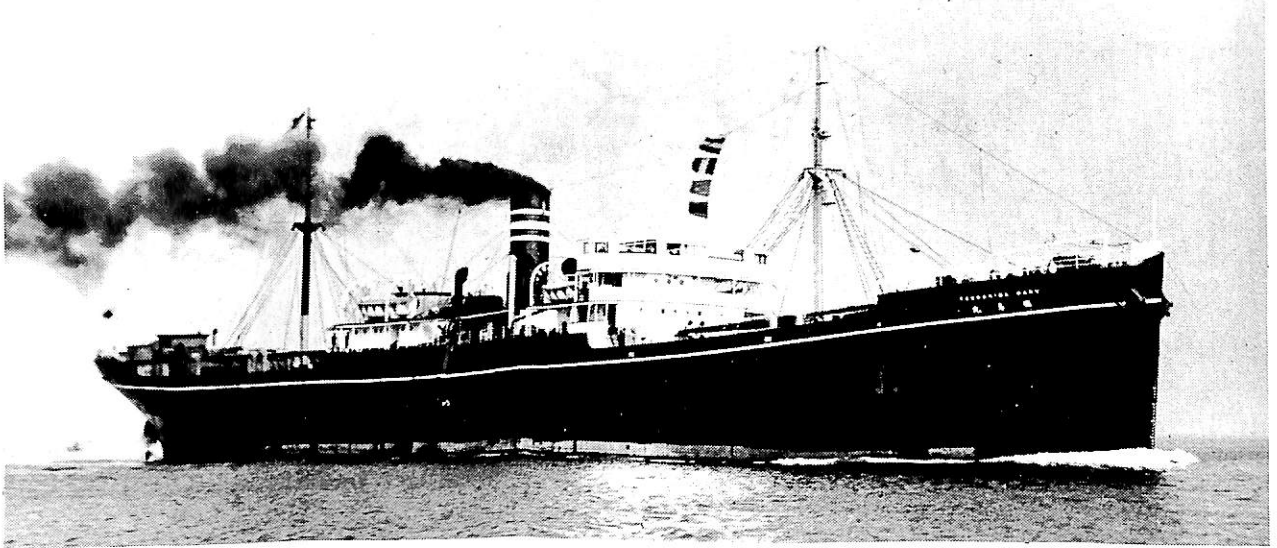




船舶整備公団・佐渡汽船向けカーフェリー“こさど丸”一般配置図

神田造船所建造

貨物船 徳島丸 日本郵船(株)



Russell & Co., グラスゴー(英)建設	船舶番号 16519	船舶信号 MJLN → JTQD
進水 大2-7	竣工 2-12-27	垂線間長 128.78m
満載喫水 7.68m	総噸数 5,975T	型幅 17.12m
貨物艙容積 436,800ft ³	主機械 三連成レシプロ機関×2	型深 9.54m
速力(試運転最大) 12.66kn (満載航海) 10kn	純噸数 3,702T	載貨重量 9,650t
鋼船	旅客 1等2名	出力(連続最大) 3,246PS
	姉妹船 鳥取丸	船級・区域資格 通信省 第1級船
		ロイド100A1
		船籍港 東京

日本郵船では創業以来、ヨーロッパ、オーストラリア、アメリカなどに客船を主体に多くの新造船を投入して大きな成果を収めてきた。しかし、一方では純貨物船の将来性にも着目し、明治の末期頃より研究を進め、英国の貨物船を備船したりしてその経済性を調査してきた。

その結果、英国で建造中の6,000トン、10ノットクラスの2隻の姉妹船を購入し、これを徳島丸、鳥取丸と名付け、大正2年の終りから大正3年の初めにかけて日本に回着した。

このように、本船は日本郵船の純貨物船建造のためのサンプルとして購入したもので、これにもとづいて早速、7,500トン、11ノットクラスの貨物船を英国、三菱長崎、川崎造船へ各2隻、計6隻発注し、大正5年中にはすべて完工した。本船クラスも含めていずれも船名の頭文字をTに統一したためこれをT型船と呼んだ。すぐれた経済性に多くの船主が着目し、日本の貨物船のサンプルとして他社でも多く採用された。

本船は日本に回着ののちヨーロッパ航路に就航したが、第1次世界大戦の勃発によりヨーロッパより印度洋経由で日本に帰る予定を変更してロンドンより大西洋を横断して、大正3年8月15日に開通したばかりのパナマ運河を12月10日に日本船としては始めて通過して横浜に帰着した。その結果、本船は日本郵船としては最初の世界一周船となった。大正14年カルカッタ線に配船となる。

昭和7年2月27日上海事変に軍用船として参加し、3月4日に解除され、7日間に兵員215名を輸送した。

昭和10年7月29日香港を出港してシンガポールに向け航海中、8月2日午後5時南支那海のプロセシルデマー島附近の海上で不時着したフランスの水上飛行機を発見して救助した。

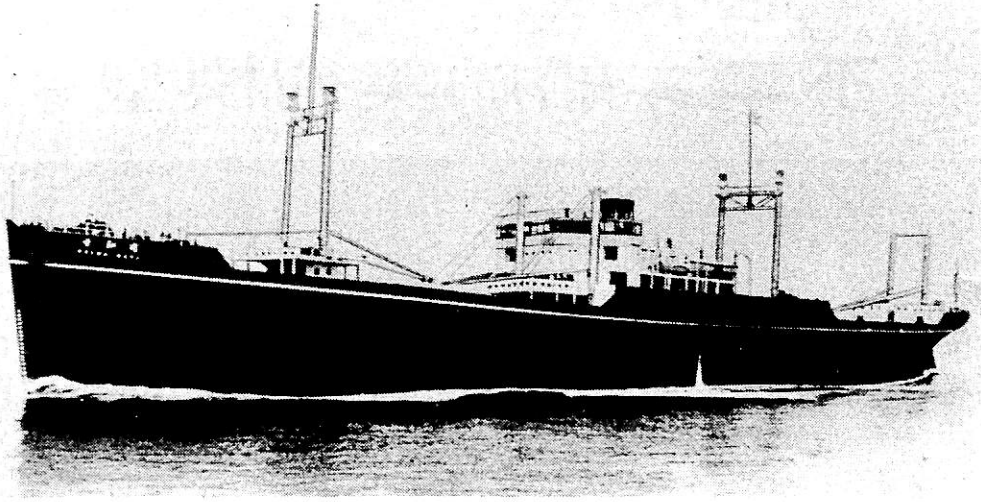
昭和12年7月15日日中戦争の軍用船として陸軍に徴用され、昭和13年3月26日まで軍務に服した。

昭和15年8月3日再び陸軍に徴用され、ひきつゞき太平洋戦争に参加、マニラ占領を終えた第48師団を乗せて昭和17年2月12日ホロ島に進出、19日午前9時ホロ島を出撃、25日坂口支隊の5隻の船団と合流して44隻の船団の第5分隊に所属してクラガンに向かう。

昭和17年3月1日午前1時20分、ジャワ島北岸クラガン沖にて揚陸作戦中に空爆を受け、午前2時任意搁坐、船体は放棄されたが、昭和18年6月に本船は再製のためシンガポールに回航、つづいて10月15日宇品に回航され、三菱神戸にて本格的修理を受けた。昭和19年9月8日午後4時、マニラから高雄に向う8隻の「ミ14船団」に加わって航海中、9月16日午後1時55分台湾南端ガランピ岬の南東約50マイル、北緯21度27分・東経121度35分にて米潜 Picuda (SS-382) の雷撃により船体は分断され1分間で沈没、乗組員、便乗者計179名が死亡した。本船にはクローム錠5,400トンが搭載されていた。

(写真提供 日本郵船)

貨物船 幸和丸→恵昭丸 昭和商船(株)→大同海運(株)



浦賀船渠(株)建造(第340番船)	船舶番号 34513	船舶信号 TWCT→JR RB	起工 昭3-10-5
進水 4-3-11	竣工 4-6-27	全長 131.97m	垂線間長 126.49m
型深 9.66m	満載喫水 7.65m	総噸数 5,847.28T	純噸数 3,582.0T
載貨重量 9,119.19t	貨物艙容積 462,000ft ³	主機械 ドイツ製MAN複動2サイクル	
6気筒クロスヘッド型ディーゼル機関 D6 Z 60/90	空気噴油×1	出力(連続最大)3,840 PS (計画)3,200 PS	
速力(試運転最大)15.259kn (満載航海)12.0kn		船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋区域	
BC, BS 鋼船	乗組員 38名	船籍港 東京→神戸	

昭和商船が北太平洋航路の長大貨物の輸送を目的に浦賀船渠に発注したディーゼル船で、わが国で初めてドイツのMANディーゼル機関を採用したことで注目された。

また、従来船型と言うものは複雑な曲線が多く使われていたが、本船では直線を主体に設計され、正面線図においても船側と船底は単純な直線で、大型船としては初めてこの方法が採用された。

操舵装置については、単螺旋船の特色である船の蛇行性を防ぐため操舵平衡装置を当造船所が開発、本船にはその第5号を装備した。操舵機はわが国初のワードレオナード式ウォームギア型を採用した。

艙口は全部で6コで、第4船艙のみ船橋甲板にあり、他はすべて上甲板にあった。船艙内はできるだけ障害物を省略し、柱は6コのホールドにわずか7本しかなかった。揚荷機はすべて電動式で、英国ローレンスコット製およびメトロポリタン・ビッカース製のものを装備した。6コの艙口に12コの揚荷機があり、デリックは5トン用8本、8トン用2本、3トン用2本があった。

ホールドキャパシティーは、普通積載トン数の40倍となっていたが、本船は約50倍で462,000ft³と非常に大きかった。また、燃料消費量もすくないうえに1,400トンの油を積むことが出来、機関が、全力の3,200BHPの燃費から計算すると北太平洋航路を補給なしに1往復できることになり、本船の給油は全て価格の安いアメリカ太平

洋岸の港で行ない、内地では給油しなかった。

本船の主機関採用にあたっては、浦賀船渠技術部が種比較研究の結果初めてドイツ製MANディーゼル機関を装備することになった。本機の特徴は容積が小さく外形が縮少できるので、その馬力当りの重量も軽減され、船体設計をきわめて有利に行うことが可能であった。

昭和4年6月20日、27日の両日の公試運転では、推進効率66%～69%を示し、在来船の55%に比して大幅に向上した。

昭和7年7月3日横浜を出港して北アメリカのアストリアに向け処女航海に出発、16日同地に到着した。航続時間13日7時間、距離4,270浬、平均速力13.4ノット、最高速力14.2ノット、燃料消費は1日12トンであった。

昭和9年12月22日恵昭丸と改名された。昭和11年5月1日神戸港内で船室の一部が火災によって焼失。昭和11年10月22日犬吠崎沖にて舵の故障で漂流する事故あり。

昭和16年8月7日海軍に徴用され呉鎮守府所属の運送船となる。昭和18年大同海運に移籍。

昭和17年11月25日佐世保を出港して第17設営隊第1班を乗せて西阿丸(大阪商船)とともにラバウルに向う。昭和18年9月14日横須賀発3914船団に加わり、9月25日トラックを経由してラバウルへ。10月12日ラバウル港に停泊中米軍機の空爆を受け、南緯5度15分・東経152度40分にて沈没した。

進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



自動車運搬船 M.V. "AUTOTRANSPORTER"
船主 UGLAND-AALL CAR CARRIERS LTD.
造船所 神原海洋開発株式会社

全長	99.993m	垂線間長	89.950m
型幅	17.000m	深さ	7.670m
喫水	4.200m	重量トン(計画喫水)	763t
船級	D.N.V.1A1 ICE-C	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

ロサンゼルス港の商船群 Ships in Line in L.A.

野間 恒
H. NOHA

ここに掲げた3枚の写真は、1925年、1930年、1940年のロサンゼルス港に碇泊する商船の情景写真である。第1次大戦と世界不況の狭間の時期～不況の真最中～太平洋戦争前夜という、それぞれの時期にこの北米西岸の港に入港中の邦船の船影が認められるものを紹介しよう。



(Photo by L. A. H. D.)

ロサンゼルス港頭 (1925年)

上の写真は、1925年9月25日のロサンゼルス港頭である。向って左側の商船は、大阪商船の極東（香港起点）/ニューヨーク線に就航中の「はあぶる丸」（8,582重量トン、1920～44）である。その当時、同社のニューヨーク航路は、本船を含めた7隻による月一回の配船であったが、使用船の航海速力はいずれも9ノット台という低速であった。本船は、同型の「はばな丸」、「へいぐ丸」とともに同社の日本/欧州線用に建造されたものである。

その後方に着埠しているのは、極東/サンフランシスコ線に就航していた東洋汽船の「これや丸」（11,810総トン、1902～34）である。その前身は、パンフィック・メール社の KOREA であるが、同社が太平洋定期から撤退する際の1916年に東洋汽船が購入したものの。しかし、この写真が撮影された当時は、東洋汽船の経営は悪化しており、その翌年5月、本船は他の社船とともに日本郵船へ譲渡される運命にあった。



日本郵船専用230号埠頭

(1930年)

上の写真は1930年4月25日に撮影されたものである。日本郵船専用の230号埠頭には、同社の「浅間丸」(16,975総トン, 1929~44)と「龍野丸」(7,296総トン, 1915~44)が係留されている。「浅間丸」は、極東/サンフランシスコ線に就航して6ヶ月たった頃であり、「龍野丸」の方はニューヨーク定航の途中に寄港中の姿である。「龍野丸」は、日本郵船が第一次大戦勃発による欧州水域での船腹需要増加に対処するために建造したT型貨物船14

隻のひとつである。大戦後はニューヨーク航路へ転配され、1921年には主機(三連成レシプロ)を石炭から重油燃焼方式に切り換えた。これは、アメリカでは安価な石油が豊富に補給できる事情を勘案したものである。本船の船尾寄りにある228号岸壁には、北ドイツ・ロイドの客船 COLUMBUS (32,354総トン, 1923~39)が着岸している。これは、世界一周のクルーズの途中に初寄港したもので、満船飾を施しているのかわかる。

(Photo by L. A. H. D.)

第二次大戦初期当時の 日本商船群 (1940年)

(Photo by L. A. H. D.)

下の写真は1940年1月10日の情景である。大阪商船の高速貨物船「東海丸」(8,360総トン, 1930~43)と「らぶらた丸」(7,267総トン, 1926~45)の姿が見える。「東海丸」は、同社がその半年まえに開設したニューヨーク經由東航欧州線に就航中のもの。第二次大戦が勃発していたので、その船腹には、交戦国に間違われぬよう鮮か

に日の丸が描かれている。往・復いずれかは判らぬが、やや左に傾斜している姿からは出帆を急ぐかのようになし、煙突が偉大に映り、向こう側に係留された「らぶらた丸」のそれと対照的である。なお、戦局の緊迫化により、同社の欧州線は1940年5月に休航している。





安全・迅速・丁寧をお約束する

貴船のパートナー・ドッグ

FUJISHIRO
ZŌSEN
Co.,Ltd.

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

●主要設備●

●製造能力●

船台	13m × 80m × 1基	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タッグボート	3隻
	13m × 45m × 1基	700t積解	50隻
		作業用台船	10隻
乾ドック	21m × 80m × 7m × 1基	其他各種船の製造及び修理	
	排水 / 2時間	修理船	平均1月・約20隻
	注水 / 1時間20分		(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

8月のニュース解説

米田博

海運・造船日誌

7月18日～8月18日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

- 7月
- 19日●ヘルシンキで18日より開かれていたOPEC定例(火)総会は、1)1バレル=29ドルの基準原油価格を中心とする価格体系、2)日量1750万バレルの生産上限とその国別配分、をともに維持する、という春のロンドン臨時総会の決定を再確認して終わった。
- 20日○第43回海の記念日。運輸省は58年度「日本海運の(水)現況」(海運白書)を発表した。
- 21日○アルン・エル・エヌ・ジー輸送株式会社が設立された(木)。同社はインドネシアのアルン地区から東北電力、東京電力が20年にわたって、年間330万トン購入するLNGを輸送する専用船の運航会社として設立されたもので4月21日に設立された「バダック・エル・エヌ・ジー輸送株式会社」と同様の業務を行なう。新会社の資本金は4億円で中核6社が87.5%、電力2社及び扱商社である三菱商事が12.5%の株式を保有した。現在6社がいろいろの割合で共有するLNG船を三菱長崎で2隻、川重坂出、三井千葉で各1隻建造中であり、新会社は日本郵船が2隻、大阪商船三井船舶および川崎汽船が1隻ずつ船舶管理し船員配乗したものを定期用船してアルン基地から日本諸港(東新潟、千葉、川崎)にLNGを輸送する。
- 27日●経済企画庁は5月の景気動向指数を発表し、上向(水)きの指標の数が3月から5月まで3カ月連続して下向きの指標の数を上回ったので事実上の「景気底離れ宣言」をし、55年3月から58年2月までの36カ月に及んだ不況が終了したとの判断を示した。
- 8月
- 2日○タンカー清水輸送システム調査研究委員会作業部(火)会(部会長=東京商船大学教授久々宮久氏)の第1回会合が開かれた。
- 6日○ケープタウン沖合で、原油を満載して航行中のス(土)ペインのVLCC「カスチリョ・デ・ベルベル」(271,465DW)で火災が発生、炎上した。後、激しい爆発を起こし、船体は真っ二つに割れ、後ろ半分は沈没した。流出原油による海洋汚染が危惧されている。乗組員36名中33名は救出され、3名は行方不明。
- 7日○原子力船「むつ」の新母港建設問題で、青森県む(日)つ市の関根浜漁協は、漁業振興対策費を含む総額23億円の漁業補償を受け入れ、建設に同意した。
- 8日○横浜地方海難審判庁は55年12月に野島崎沖で船体(月)を折損して沈没したばら積船「尾道丸」(昭和郵船所属)事故について、その原因を「満載状態で荒天航海中の大型船に発生する船首部スラミング(船底に対する波浪衝撃現象)の実態が解明されていなかったため」として、受審人の船長に対し「職務上の過失があったとは認めない」とする裁決を下した。また指定海難関係人の昭和郵船、日本鋼管に対しても「本件発生以前には船首部スラミングによる荷重の実態が解明されていなかったため」として責任を問わず、尾道丸事故は当時の造船、操船技術では防げなかったと、事実上不可抗力によるものとの判断を示した。
- 9日●経済審議会(円城寺次郎会長)は昭和58年度から65(火)年度までの8年間の経済運営の基本的なあり方を示した「1980年代経済社会の展望と指針」をまとめ、中曽根首相に答申し、12日に閣議で決定した。
- 11日○大手海運会社4社と全日本空輸が設立した日本貨(木)物航空(堀武夫社長)の太平洋貨物路線の事業認可問題を審議していた運輸審議会は「申請通りの免許が適当」と長谷川運輸相に答申した。運輸相はこれを受けて13日に日本貨物航空に事業免許証を交付した。
- 16日○日本船主が運航するわが国初のLNG船尾州丸が(火)川崎重工から船主の川崎汽船、日本郵船、大阪商船三井船舶に引き渡された。本船は、川崎汽船が船舶管理を担当し、乗組員を配乗しているが、これをバダック・エル・エヌ・ジー輸送が定期用船し、17日インドネシアのボンタンに向け処女航海に出た。

海上貨物流動の変化への 日本海運の対応

昭和58年度海運白書

運輸省は例年のように7月20日の第43回海の記念日に当たって「日本海運の現況」(海運白書)を発表した。

これによると、57年の世界の海上荷動き量は、前年に比べ8.4%の32億1,300万トンで3年連続のマイナスとなった。品目別では原油が14%、鉄鉱石が10.2%とそれぞれ前年より大幅に減少した。日本の海上貿易量は、輸出が自動車、機械など主要品目の不振から前年比1.9%減の7,591万トンと後退し、輸入も原油の落ち込みで前年比1.5%の5億5,906万トンにとどまった。

このなかで日本の商船隊の輸送量は輸出が4,131万トン(前年比2.2%減)、輸入は3億8,725万トン(同2%減)、三国間は7,847万トン(同15.5%増)。全体では5億703万トン(同0.3%増)と3年ぶりの増加に転じたが運賃収入は海運市況の低迷のため、前年よりわずかに減り2兆7,171億円だった。

外航海運助成対象42社の57年度経営状態は、経常利益が前年比マイナス78.4%と大幅減となった。これは定期船、不定期船、タンカーの営業三部門同時不況に陥ったためで、上期より下期の方が減益幅が広がった。今後、外航海運企業には厳しい環境が続く、と白書は予想する。

白書は外航海運に関して続いて近海海運問題、外航海運をめぐる国際的諸問題、安全・公害問題等に関する国際的動向について述べ、その締めくくりとして、「我が国外航海運の問題点と対応」の章を設け、1)日本船の意義 2)日本船の国際競争力の確保 3)海運企業の企業基盤の強化、の部が続き、最後に4)海上貨物流動の変化への対応、となっており、これが、今年度の海運白書の重点テーマと思われるので紹介することとする。

海上貨物流動の変化への対応

最近の我が国海上貨物輸送をめぐる環境には、以下のように産業・貿易構造の変化あるいは国際環境の変化に対応して、構造的ともいふべき変化が見られ、今後の外航海運業のあり方にも大きな影響を及ぼすものと考えられる。

① 経済環境の変化

第一に、経済成長率が鈍化していることである。海上

荷動き量のベースとなる我が国及び世界経済の成長率が第一次石油危機以降鈍化しており、今後についても高度成長期のような伸びは期待し難い。

第二に、省資源・省エネルギーの進展があげられる。エネルギー、原料価格の上昇に対し、世界的に省資源・省エネルギーが進展した結果、成長率に対する弾性値が低下しており、石油等の海上荷動き量低迷の一因となっている。

一方、エネルギー源の脱石油化のため、石炭(一般炭)、LNG等の石油代替エネルギーの導入が進められており、一般炭の輸入は51年度の86万トンが56年度には1,252万トンと14.5倍になり、LNGの輸入も51年度の530万トンが、56年度には1,691万トンと3.2倍になるなど著しい増加を見せている。

第三に、産業構造の高度化、高付加価値化が進行していることである。エネルギーコストの高い基礎素材産業が価格競争力の低下と需要減退により停滞する一方、加工組立型産業は着実に生産を伸ばしており、特に、VTR、半導体・集積回路等のエレクトロニクス関連業種の伸びが著しく、産業構造の高度化、高付加価値化が進行している。海上荷動き面では、基礎素材産業の停滞は原料輸入の減少を招いている。

② 貿易構造の変化

我が国の輸出構造は、強力な国際競争力を背景として、機械・機器が全体の約三分の二を占めており、最近では特にエレクトロニクス関連機器等の高付加価値製品の伸びが大きくなっている。高付加価値製品は運賃負担力があるため、航空輸送のウェイトが高く、その増大が必ずしも海上荷動き量の増大に結びつかない面がある。

一方、輸出の代表品目である鉄鋼、自動車においては、輸出量の拡大が欧米での貿易摩擦を引き起こし、輸出量の自主規制措置をとっている。このため、鉄鋼、自動車の輸出は頭打ち傾向にあり、今後他市場での輸出増に努めるにしても、過去のような伸びは期待しにくい。

③ 国際航空貨物輸送の動向(図参照)

我が国の国際航空貨物輸送は、海上輸送量が、48年度から56年度までの平均伸び率でマイナス0.2%と第一次石油危機以降停滞傾向にあるのに対し、11.3%の伸びを示し、順調に拡大している。57年の航空貨物の割合は、重量ベースではわずかな比率であるが、金額ベースでは、輸出で8.2%、輸入で9.7%となっている。品目別には、機械・機器のウェイトが高く、特に半導体・集積回路等の高付加価値製品で航空化率が高くなっている。

今後も、輸出構造の高度化により、航空適合性の強い

品目が増える方向にあるので、経済成長率を上回って伸びていくものと考えられる。

④ 極東中進国の発展、貿易量の拡大

一方、我が国周辺に目を転ずれば、極東中進国(韓国、台湾、香港、シンガポールの4か国)の経済力伸長により、極東/米国間の貿易の拡大が見られる。すなわち、中進4か国の対米輸出は、55年で177億ドルに達し、日本の約6割の水準にまで拡大してきている。品目としては、繊維等労働集約的な軽工業品が主流であるが、最近では家電、鉄鋼等の分野でも日本とのシェア格差を縮小させてきている。このような中進国の対日キャッチアップの進行に対応して、今後我が国の輸出構造の高度化、高付加価値化が更に進展するものと思われる。

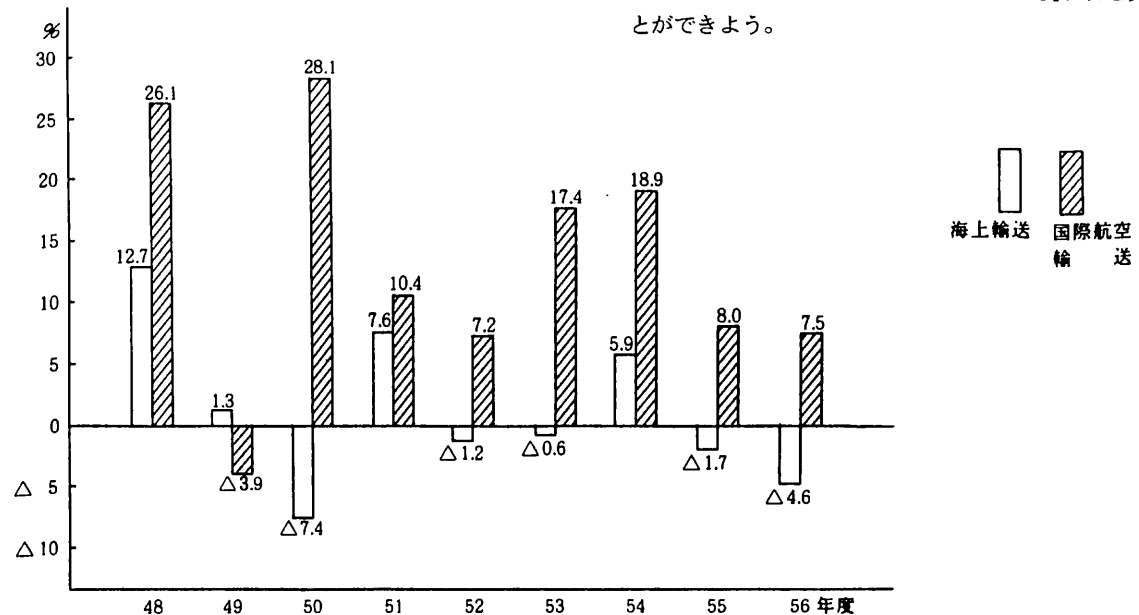
⑤ 企業活動の国際的展開

我が国企業の海外進出は、第一次石油危機により一時停滞したものの、53年度以降増加に転じ、56年度の海外直接投資は89億ドルと過去最高の水準に達している。従来は、販売拠点の設立や資源確保型の進出が主体であったが、最近では、貿易摩擦の回避等のため輸出市場国での現地生産活動を行う本格的な海外進出が増加する傾向にあり、今後も、我が国企業活動の国際化は一層進展するものと思われる。これに伴い、我が国企業の企業活動をめぐる荷動きは、今後国内よりも国外においてより大きく増加すると考えられる。

一方、我が国海外航海運企業の場合、従来便宜置籍船を利用するため船舶保有会社を海外に設立することはあったが、輸送活動は我が国貿易物資の輸出入にほとんど限定され、海外に本拠を置き、三国間輸送に従事するという意味での海外進出はほとんど行っていない。

以上みてきたように、我が国海上貨物流動を取り巻く環境は、産業・貿易構造の変化あるいは国際環境の変化に対応して急速に変貌をとげつつあるといえる。

今後、我が国の輸出入貨物の内容が変化するとともに、その量的拡大が鈍化する一方、極東中進国の経済成長及び我が国企業の海外進出等によってこれらに関連する荷動きが増加するとすれば、我が国海運企業も環境変化に対応し、LNG等石油代替エネルギー輸送分野への積極的進出を図るとともに、合併による現地法人の設立、三国間輸送への進出、国際複合輸送の進展への対応等企業行動の多様化を検討する時期にきているといえよう。例えば、我が国へのLNG輸送については、従来外国船に依存してきたが、日本の船社においても計画造船制度による長期低利の財政資金を活用して、LNG専用船の建造を行い、今年度中には日本船もLNG輸送に参入することになっている。また、邦船二社が、56年8月から57年5月にかけて極東/北米という三国間航路の運行を開始したことは、企業行動多様化の一つの現われと見ることができよう。



注1. 海上輸送は海運局調べ、国際航空輸送は運輸白書による。

2. 輸送量の対前年度伸び率である。

3. 48年度から56年度までの平均伸び率は、海上輸送が△0.2%、国際航空輸送が11.3%である。

海上輸送及び国際航空
貨物輸送の伸び

●新造船紹介

省エネルギー76,000^m型LPG運搬船“くりんりばー”

川崎重工業株式会社
船舶技術本部 技術室

1. はじめに

当社神戸工場において IMO Gass Carrier Code (以下、IMO Code という)の規定にもとづいて建造され、種々の省エネルギー、省力化が計られた最新鋭LPG船“くりんりばー”が竣工し、LPG使用試験を終了後、昭和58年3月、船主の川崎汽船㈱に引渡された。

当社では昭和44年9月に“第五ブリヂストン丸”を竣工させて以来“さんりばー”など7隻のLPG船を建造した。建造第一船から採用してきた当社開発による「セミメンブレンタンク方式」は卓越した発明、考案に対して与えられる「大河内賞」を昭和53年に受賞している。これらの実績により、当社の「セミメンブレンタンク方式」は“IMO Code”に正式に「セミメンブレンタンク」という名前を定義されるといふ名譽に浴している。

更に本船では、タンクの安全性を向上し、IMO Code タンクタイプ B として設計・建造されている他、より安全で、より経済的に運航できるLPG船となっており、ここに当社第二世代LPG船の1番船“くりんりばー”が完成されたのである。

2. 主要目

全長	215.00 m
垂線間長	204.00 m
型幅	34.00 m
型深	23.00 m
夏期満載喫水 (キール下面より)	12.027 m
トン数	
総トン数	43,413 T
純トン数	27,037 T
載貨重量 (夏期満載喫水にて)	51,894 t
タンク容量 (100%)	
LPGタンク	76,313 ^m
燃料油タンク	2,793 ^m
水バラストタンク	22,753 ^m
清水タンク	404 ^m
主機関	川崎—MAN 14 V 52/55A
	4 サイクル 中速ディーゼル機関 1基
連続最大出力	14,770 PS × 450 rpm
常用出力	13,290 PS × 434 rpm



試運転中の
LPG運搬船
“くりんりばー”

発電機

主軸発電機	1 × 1,880 kW
補助ディーゼル発電機	2 × 950 kW
非常用ディーゼル発電機	1 × 100 kW
試運転速力	17.8 kn
航続距離	17,600 浬
乗船定員 (職員10, 部員 9, 予備10, その他6)	35名
船 籍	日本
船 級	日本海事協会

NS* (Tanker, Liquefied Gases, Maximum Pressure 0.25 kg/cm² and Minimum Temperature -46.0 °C for Nos. 2, 3 and 4 Tanks and -9.5 °C for Nos. 1 and 5 Tanks, Type II G) and MNS* (M0)

3. 一般配置等

本船は図1、一般配置図に示すように、船尾機関、船尾船橋を有する平甲板船である。上甲板後部は機関室上部の余分な空間を減らすように、1デッキ分下げている。タンク区画は6個のセミメンブレン型プロパンタンク、その前後にそれぞれ1個 (合計2個) の一体型ブタンタンクを配置している。

タンク区画の側部および底部は二重殻構造になっており、プロパンタンクは二重殻構造に納められ、タンクと内殻の間には防熱が施されている。頂部は当社建造のLPG船としては初めてシングルデッキ構造とし、これに適した新しい防熱方式を採用している。ブタンタンクは船体一体型として容積効率の向上が計られている。

プロパンタンクにはブタンも積載可能であり、ブタンの積載量を25~100% Full Volumeまで、種々の比率で積付可能である。

貨物タンク部の上甲板上後部寄りにLPG再液化のための貨物圧縮機室、中央部にはローディングマニホールドを配置している。

風圧抵抗を少なくするため、三角型上部構造を採用している。荷役制御および再液化装置監視のための貨物制御室を従来設置していた貨物タンク部の上甲板上より居住区内に移し、さらに機関制御室と同一室にまとめ、主機関、可変ピッチプロペラ、発電機関係および機関室内主要補機の遠隔操作・集中監視と貨物関連諸設備の集中監視・遠隔操作など、航海中、荷役中ともに機関部・甲板部の同時監視を可能としており、また貨物用および機関用にそれぞれ1台のデータロガーを装備しており、主要データを随時タイプアウトできるようにしている。近代化実験船関連規則の適用とあいまって19名運航 (ガス

エンジニア1名を含む) を目標とすることができた。

4. LPGタンク

本タンクは "Leak before Failure Concept" の設計原理を満足し、IMO Code に規定されたタイプBセミメンブレンタンクとして認められており、二次防壁は部分二次防壁となっている。図2に示す如く、タンク形状は方形で、根太を介して船体構造に支持される平板部と熱伸縮を吸収する稜線部の円筒及び隅部の球殻によって構成されている。タンク支持用根太は従来の木材から当社が特許申請中の特殊プラスチックに変更し、熱侵入を減らし、省エネルギーを計っている。

タンク壁面には空荷時のタンク自立用等にわずかな防撓材が設けられているのみである。タンク底部の周囲円筒部には適当な間隔で鞍を配置し、液荷重によるタンクの沈下変形を防止している。

タンクは上甲板上に設けられたドーム部で船体に支持され、ドーム部がタンクの熱伸縮の中心となる。LPG積載に伴う温度変化によるタンクの収縮は円筒部の変形により吸収され過大な応力が発生しない構造となっている。

タンクプレートの板厚は大部分8mmであり、材質は低温用アルミキルド鋼を使用している。本タンク方式の信頼性は過去の7隻の良好な就航実績により証明されている。本船のタンク構造は過去の7隻と基本的には同じであるが、設計に当っては広汎な応用解析、実験を含む破

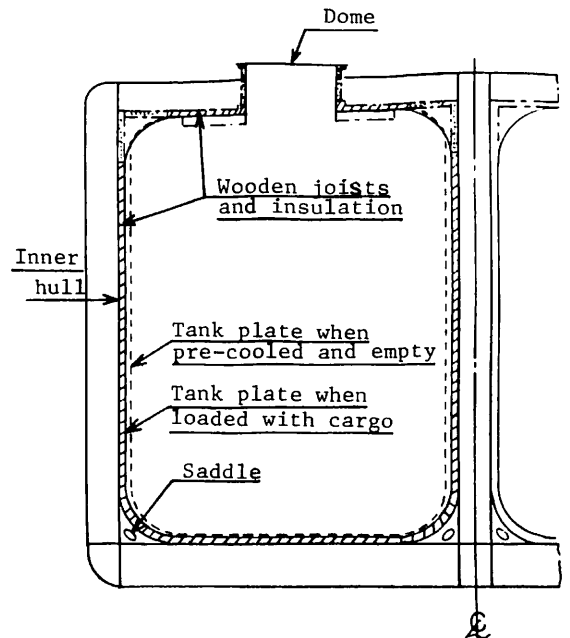


図2 セミメンブレンタンク横断面図

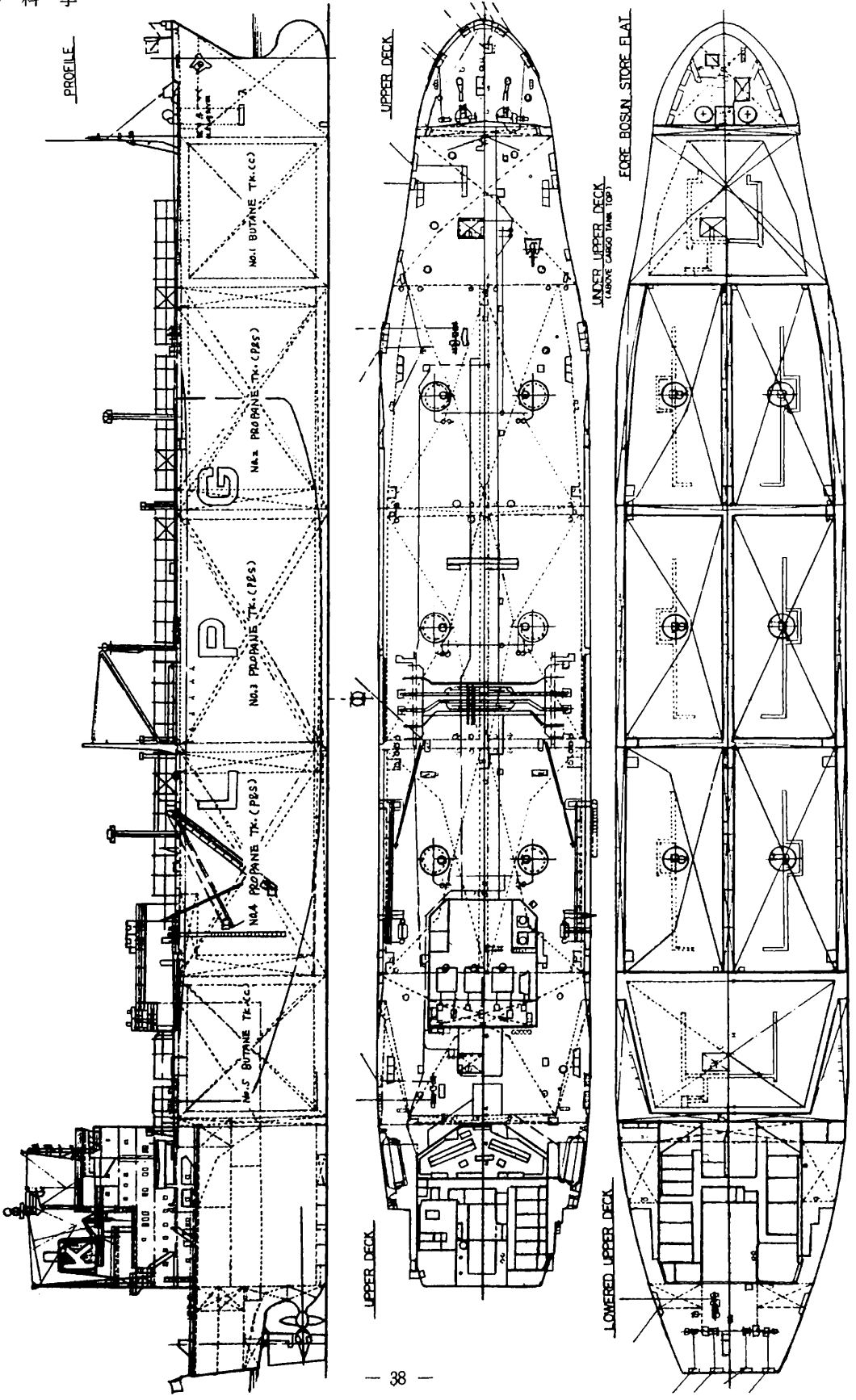


図1 LPG運搬船“くりんりばー”一般配置図(川崎重工・神戸工場建造)

壊強度評価等を行い、本タンク方式がIMO Code のタイプBタンクとして十分な強度信頼性を有することを確認した。

又、タンクの建造はこれまでの実績に基づく、十分な精度管理、検査態勢のもとに行われタンク完成後には設計荷重（20年間の最大荷重）相当の圧力をかけて水試を行い、十分な強度を有することが確認された。

5. 貨物タンクの防熱

ブタン専用タンクは、船体と一体構造をなすタンクなので、タンクの外面に防熱を施工し、プロパンタンクはセミメンブレンタンクなので、二重殻構造の内殻の内面、すなわち、セミメンブレンタンクとの間に防熱を施工している。防熱要領はポリウレタンの現場発泡である。

防熱工事は従来の経験を生かし、材料の納入、保管、工事前の発泡確認、工事の施工、検査等厳密な品質管理のもとで行われた。

6. LPG 関連機装

(1) 貨物配管及び貨物ポンプ

貨物配管はプロパン及びブタンの2種類の貨物が同時に荷役可能なように、荷役管系統及び再液化管系統ともに2つの配管系統に分かれて設けられている。

各タンクの底部に固定された2台のサブマージドポンプ（主ポンプ1台及び補助ポンプ1台）を装備しており、通常揚荷には主ポンプが使用される。

これらのポンプは潤滑液流量過少、電動機の低電流のいずれの現象によっても自動停止される。

上甲板上の管系はマニホールラインおよびショアガスラインを除き、ポリウレタンフォームにより防熱が施され、その外周はベーパーシールのため、耐食アルミシートが施工されている。

(2) 再液化装置

貨物の蒸発ガスを液化して、再びタンクに戻すことによりタンク内圧力を常に大気圧近傍に保つために再液化装置を設備している。再液化装置はプロパン用3台およびブタン用1台が設けられている。プロパン用3台はブタン用としても使用でき、内1台は予備である。

LPG 圧縮機は積荷時の貨物タンクの排除ガスを陸上へ送るため、および貨物タンクの残液蒸発・加熱のために貨物タンクへガスを送るためにも使用できる。

これらの再液化装置は貨物圧縮機室内に、

また圧縮機等の駆動用電動機は貨物圧縮機室に隣接して設けられた電動機室に設置されている。満載航海中の再液化液戻しについては液を戻すタンクを自動的に切替えるシステムとしており、常時液面監視する必要のないシステムとし省人化を計っている。

(3) 計測、警報及び安全装置

① タンク液面計測装置

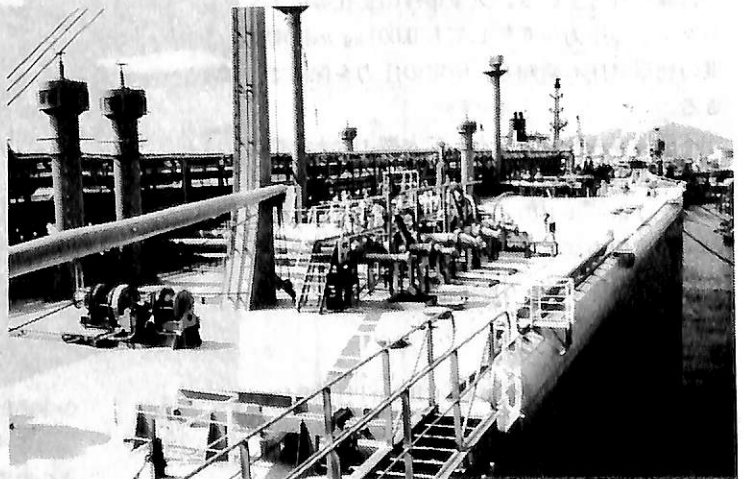
各タンク内に本質安全防爆静電容量型液面計の全域用1台およびプロパンタンクには更に下部用1台を設け貨物および機関制御室に液面の遠隔指示および警報を行えるようにしている。又補助用として、手動操作機側指示のフロート式液面計を各タンクに1台設けている。さらに各タンクに本質安全防爆静電容量型高位液面スポットセンサーを設け設定液面まで達した時、警報を発するとともにタンクドーム付注入弁を閉鎖し積荷役を停止するようにしている。

② 温度計測装置

本質安全防爆型の測温抵抗体を貨物タンク壁および貨物タンク内に設け、貨物および機関制御室に温度遠隔指示している。その他、再液化装置やマニホールドの液ライン管にも温度センサーを設け、貨物及び機関制御室に温度を遠隔指示している。

③ 圧力計測装置

各タンクドーム近くに本質安全防爆型電気式圧力発信器および圧力スイッチを設け貨物および機関制御室に各タンクの圧力遠隔指示および警報を行うようにしている。その他に各ホールスペース、ポンプ吐出管、再液化装置、マニホール液ラインの陸上との取合部の圧力についても同様に貨物および機関制御室に遠隔指示および警報を行うようにしている。



ローディングマニホール付近

船の科学

④ ホールドスペース液位検知装置

各ホールドスペース後部のビルジウエルには、漏洩液検知のため本質安全静電容量型の漏洩液位検知装置を設けている。

⑤ LPGガス検知装置

各ホールドスペース、貨物冷凍機室、電動機室等の漏洩ガスを検知し、警報するために赤外線吸収式検知装置が貨物及び機関制御室に設けられている。

⑥ 緊急しゃ断弁

ローディングマニホールドには油圧作動の緊急しゃ断弁（計8台）を設けており、フェーザブルエレメントの熔融、油圧弁用油圧の喪失及び油圧用電源の喪失、船/陸信号ライン圧の喪失等により、これらの弁が閉鎖される。

⑦ ホールドスペースの不活性ガス自動呼吸システム

貨物タンク周囲のホールドスペースは、万一のタンク漏洩時の安全対策として、不活性ガスで満されているが、気象条件の変化、タンクの満空状況により不活性ガスが膨張、収縮を繰り返すことになる。

従来、ホールドスペースの圧力が高くなった場合、逃し弁を介して大気の不活性ガスを放出していたが、本船では不活性ガス貯蔵タンクを含む圧力コントロールシステムを採用し、ホールドスペースの圧力に従い、不活性ガスの授受を行わせ、不活性ガスの消費を最小限に抑え、不活性ガス発生装置での燃料消費の低減を計っている。気象条件の変化等によりタンクの圧力が変動しても0.001kg/cm²の精度の超微気圧も検知し、所定の圧力を保持できる。

不活性ガス発生装置として大型1台と小型1台の2台を設備している。大型は貨物タンクおよびホールドのイナーティング用であるが、装置内のブロワーによりガスフリー用としても使用できる。小型は不活性ガス補充のために使用される。

(4) LPG機器主要目

主カーゴポンプ 550m³/h×100mTH×8台

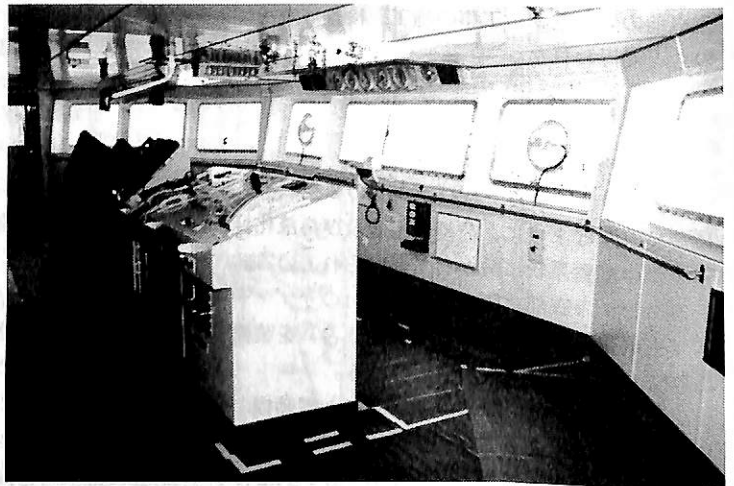
補助カーゴポンプ 150m³/h×100mTH×8台

LPG再液化装置

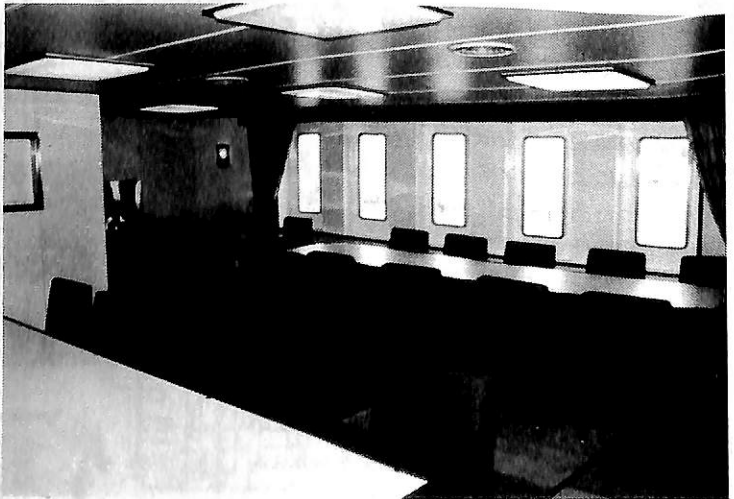
プロパンユニット 310,000kcal/h×3台



居住区前面



操舵室



食堂

ブタンユニット	340,000 kcal / h × 1台
不活性ガス発生装置	5,000 N ^m / h × 1台 150 N ^m / h × 1台

7. 消火・安全設備

上甲板上の貨物管装置を含む、すべての貨物区域の消火用に大容量固定式ドライケミカル消火装置を設備している。

また、冷却、防火および乗組員保護の目的で、タンクドーム部、ローディングマニホールド部、貨物圧縮機室まわり、および貨物区域に面している居住区画等に対して水噴霧装置を設け、安全設備が強化されている。

8. 居住設備

少人数運航を目標とし以下のような居住設備とした。

- ① 糧食庫、賄室、配膳室、食堂、喫煙室は同一甲板にまとめて省力化を計っている。
- ② 食堂は職部員を区別せず、全員を一室に収容でき、ゆったりした配置、5個の大きな窓と明るい内装により、うるおいと清潔感にあふれている。
- ③ 分離型居住区とし、騒音の低減をはかっている。
- ④ 窓はすべて角窓とし、特に船長級居室や公室では大きな角窓を数多く配置して、明るさと居住性の向上を計っている。

9. 機関部

(1) 機関部概要

本船には、船内所要電力量の変化の大きい船に達した省エネプラントとして当社が開発し、特許申請中のKSE・MARK-Ⅲを採用し、NKの“M0”を取得している。本プラントは図3推進プラント概略図に示すように、主減速装置の片側に大容量の軸発電機を直結し、LPG再液化装置運転中を含めた通常航海中の全船内電力を賄っている。また同減速装置のもう一方には、主機の排ガスエネルギーを排ガスボイラで回収し、ここで発生する蒸気により駆動される蒸気タービンを直結し、推進力の一部として還元している。

主機関の回転数の約1/5に減速し、高効率の変可ピッチプロペラを採用することにより推進馬力を大幅に節減し、港湾内の操縦性の向上にも寄与している。

以下KSE・MARK-Ⅲの特徴を述べる。

- ① LPG船は再液化装置の発停に応じて、航海中の船内所要電力量が大幅に変化する特殊性があるがこのような所要電力量の変化に対して、軸発電機のみで賄うことができ他発電機との並列運転の必要がな



貨物および機関制御室

い。また軸発駆動主機関は粗悪油使用が可能で、燃料費の低減に寄与している。

- ② 所要電力の変化に関係なく、常時主機関の排ガスエネルギーが無駄なく最大限に利用できる。
- ③ 停泊中、ディーゼル発電機が使用できない時には推進軸系と分離し、軸発電機を独立の主機駆動発電機として使用できる。
- ④ ギャード・ディーゼル主機関の採用により、プロペラ効率が最高になる回転数を選定できる。
- ⑤ 変可ピッチプロペラの採用により、前後進操縦性

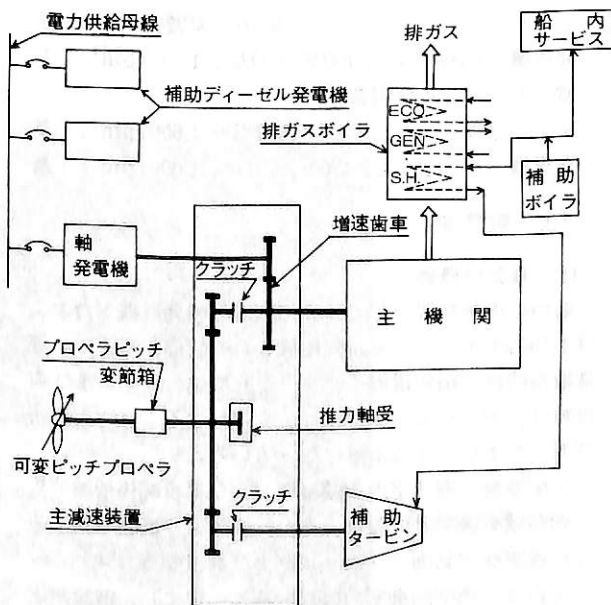


図3 推進プラント概略図(特許申請中)

船の科学

能が向上するとともに船体、機関の経年変化があっても、最適ピッチの運転が可能である。また減速運転時にも軸発電機を使用することができる。

(2) 機関部要目

主機関	川崎-MAN 14V 52/55A型	
	4サイクルディーゼル機関	1基
最大出力	14,770PS×450rpm	
常用出力	13,290PS×434rpm	
補助タービン		1基
最大出力	850PS×3,724rpm	
常用出力	730PS×3,590rpm	
主減速装置	川崎DS-225/118型	1基
回転数 (主機関)	450/(プロペラ軸)	88rpm
推力軸受, 軸発電機用増速歯車およびクラッチを内蔵プロペラ	川崎-エッシャー-ウイス	
	可変ピッチプロペラ	1基
翼数	4枚	
直径	7,200mmφ	
材質	ニッケルアルミブロンズ	
排ガスボイラ	川崎BLE型排ガスボイラ	1基
過熱蒸気	4.5kg/cm ² , 265℃, 3,700kg/h	
飽和蒸気	5kg/cm ² , (飽和), 800kg/h	
補助ボイラ	コクランボイラ	1基
	7kg/cm ² , (飽和), 1,500kg/h	
軸発電機		1基
	2,350kVA, 450V, 60Hz, 1,200rpm	
補助ディーゼル発電機		
ディーゼル発電機	1,400PS×720rpm	2基
	1,190kVA, 450V, 60Hz, 1,200rpm	2基
非常用ディーゼル発電機		
ディーゼル発電機	150PS×1,800rpm	1基
	100kW, 450V, 60Hz, 1,800rpm	1基

10. 電気部

(1) 電気部概要

船内の電源装置として、2,350kVA軸発電機1台および1,190kVAディーゼル発電機2台を装備している。通常航海時は、軸発電機1台を、そして出入港時および荷役時は、ディーゼル発電機2台を運転することにより所要電力をまかなえるようになっている。

主配電盤、機関室内重要補機および荷役関係補機の集合始動機を機関室に設け、そして発電機制御盤を組み込んだ機関部主制御コンソールおよび荷役制御コンソールを貨物及び機関制御室内に設けることにより、電源および重要補機の集中監視、集中制御が可能のように設計し

ている。また主配電盤は同期盤を中心とし、発電機盤、給電盤を鏡対称に配置した構成とすることで、信頼性に留意した設計としている。

(2) 船内通信装置

船内通信装置として、下記のを装備している。	
自動交換電話(40回線)	1式
共電式電話	3組
無電池式電話	1組
船内指令装置	1式
船上通信装置(トランシーバー)	1式
機関室火災探知警報装置	1式

(3) 航海装置

航海装置として、下記のを装備している。	
磁気コンパス	1式
ジャイロコンパス・パイロット	1式
音響測深儀	1式
電磁ログ	1式
レーダー	2組
衝突予防援助装置	1式
NNSS	1式
ロラン-C	1式
積付計算機(KAWASAKI製)	1式

(4) 無線装置

本船の無線装置としては、主送信機、非常用送信機、主受信機、非常用受信機、中波受信機、オートアラーム受信機(500kHzおよび2MHz)、オートキーヤー、VHF電話そして海事衛星通信装置などが設けられている。

11. あとがき

“くりんりばー”は省エネLPG船として、船型の改良、KSE-MARK-Ⅲの採用および主機の燃費改善により、従来のLPG船に比べ約34%の省エネを達成できました。これは本船建造に当り、船主、荷主、関係官庁、船級協会およびメーカー各位の絶大なご指導・ご協力を得たおかげと深く感謝致しております。

最後に本船の航海の安全と今後の活躍をお祈り申し上げます。

■ 船の科学 ファイル ■

定価 700円(税共)

株式会社 船舶技術協会

●新造船紹介

22,000 DWT型多目的貨物船 “C.R. DOUALA”

三菱重工業株式会社 下関造船所
造船設計部

1. まえがき


本船は当社が Mantica Holdings Inc. より注文を受け、下関造船所において昭和58年5月31日に竣工した22,000 DWT型多目的貨物船である。

積載貨物としてはコンテナを主体に、一般雑貨、ホットコイル、バラ積貨物等、多彩な貨物を対象とする他、エネルギー高価格時代に対処し得る省エネ対策や種々の省力化を実施した高度合理化船であり、また十分な強度と構造を持った新鋭船である。

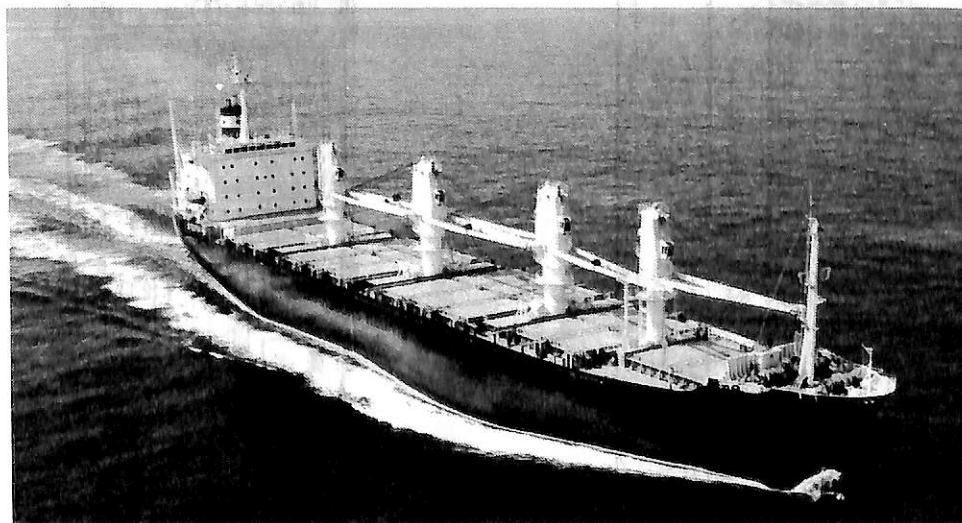
ここに本船の概要を紹介する。

2. 船体部

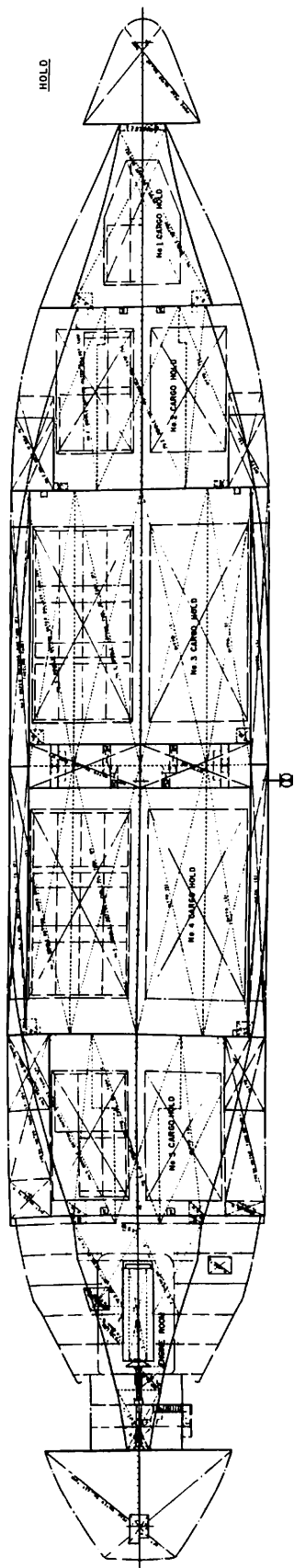
2・1 主要目

船級	B. V.  1 3/3E Container Ship. Bulk Ore Carrier, Deep Sea and AUT
船籍	Liberian
全長	169.50 m
垂線間長	160.00 m
幅 (型)	27.00 m
深さ (型)	14.50 m
喫水 (型)	10.00 m

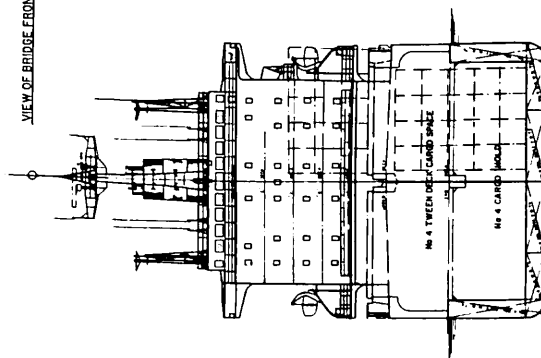
載貨重量	22,351 t
総トン数 (International 1969)	17,210 T
純トン数 (“)	8,503 T
容積 :	
貨物倉 (Bale)	31,586.9 m ³
(Grain)	34,580.5 m ³
コンテナ最大積載数	744 TEU
冷凍コンテナ (No 4 & 5 Upp DK H. Cover 上)	30 TEU
燃料タンク (Heavy oil)	1,759.5 m ³
(Diesel oil)	395.2 m ³
清水タンク	598.3 m ³
バラストタンク	5,649.2 m ³
主機関等	
主機	三菱 Sulzer ディーゼル機関 7RLB66 1基
最大出力	15,225 PS × 140 rpm
常用出力	12,940 PS × 133 rpm
主発電機	A C 450 V × 60 Hz × 900 kVA 3台
非常発電機	A C 450 V × 60 Hz × 125 kVA 1台
補助ボイラー (縦円筒形)	1,500 kg/hr 1台
速力等	



試運転航走中の
“C. R. DOUALA”



VIEW OF BRIDGE FRONT AND HOLD SECTION.



Mantica Holdings Inc. 向け 22,000 DWT 型多目的貨物船 "C. R. DOUALA" 一般配置図

三菱重工業・下関造船所建造

船の科学

試運転最大速力	20.27 kn
航海速力	17.7 kn
航続距離	15,200 海里
定員	
職員	11名
部員	19名
	合計30名

2・2 一般配置および船殻構造

船型は船首楼および船尾楼を有する凹甲板型であり、第2甲板を有する貨物倉を機関室の前面に5倉配置した船尾機関船である。

船首尾形状は、MH Iバルブ付船首と、トランサム船尾を組み合わせ優れた推進性能を発揮できるよう水面下の船体形状には十分な考慮を払うと共に、水槽試験においてその性能の確認を行なっている。

また、低振動、低騒音の見地よりプロペラ起振力の軽減を図るため、十分な実績を持つMH I船尾トンネルフィンを装備している。

主構造は2層の縦通甲板と二重底、7枚の横隔壁およびNo.2からNo.5貨物倉に至る船体中心線上の縦隔壁により構成され、上甲板と船底外板は縦肋骨構造とし、第二甲板、船側外板および縦通隔壁は横肋骨構造としている。

さらに、中央横断面の舷側厚板および上甲板の縦通強度部材には高張力鋼を採用し、BVルールを満足する十分な強度とし、且つ重量軽減を図っている。

各甲板の強度は、一様分布荷重で上甲板が2.5 ton/m²、第二甲板が3.0 ton/m²、二重底はホットコイル積および大型フォークリフトの使用を考慮して17.2 ton/m²とし、コンテナ5段積、15tonホットコイル2段積および自重38tonのフォークリフトのいずれにも耐えうる構造としている。

居住区は、全てバス、トイレ付の個室である。食堂および喫煙室や各居室の家具は、木製を基調とし、後部甲板上にプールを設備している他ゲーム室の設備等、乗組員が快適に生活できるよう十分な配慮が払われている。

さらに、船内の振動、騒音に対する低減要求が年々、高まり規制されて行く中で、本船でもBV、ISOやDOTの推奨値を満足すべく、各種の防音対策および船体構造の改良を施した結果、海上公試時の計測値は全てその範囲内にあり、良好な結果が得られた。

2・3 荷役設備

デッキクレーンは軽量小型の電動サイリスタ・レオナード方式を採用し、下記の三菱重工製クレーンを装備し

ている。

26T×20mR (シングル) × 1 (No.1～No.2 Hold)
16T×24mR (ツイン) × 2 (No.2～No.3 Hold)
No.4～No.5 Hold)

26T×24mR (ツイン) × 1 (No.3～No.4 Hold)

この内、No.3～No.4 Hold間に配置した26Tツインクレーンと、そのハッチ前後の16Tツインクレーンとはマイクロコンピュータによるコンビネーションコントロールの機能を有し、1人の運転者により、最大78Tまでの重量物の荷役が可能である。

ハッチカバーは第二甲板、No.1 Holdの前半分(ポンツーン型)と後半分(ローリング型)を除き、全て油圧トルクヒンジ駆動エンドフォウルディング型を採用しており、上甲板ハッチコーナー部に据えられた制御台のボタン操作一つで、上甲板、第二甲板両方の開閉が速やかに行なえる。

また、上甲板のハッチカバーは風雨密、第二甲板は非風雨密として、それぞれコンテナ積の3段および2段に耐えうる強度を有する他、各々2枚のパネルより構成されるペア毎の部分開閉が可能であり、20ftコンテナの出入りは、全てのパネルを開閉することなく行なえる。

3. 機関部

主機関は、三菱Sulzer 7RLB66 1基を搭載、BV-AUTの諸自動化、保護、警報装置を完備し、粗悪燃料油に対応する諸設備を設けている。

次の機器は各々機関室内において、鋼壁で仕切られた別区画とし、安全性の向上を図っている。

- No.1およびNo.2主発電装置
- No.3主発電装置
- FO, DO, LO清浄機およびFO Blending装置
- Sludge Oil & Garbage 焼却炉
- FO弁メンテナンス、テスト Bench

また、非常用発電装置室は機関室外の上甲板右舷に配置している。

3・1 主要目

(1) 主機関

形式 三菱Sulzer 単動2サイクル、クロスヘッド
過給機付ディーゼル機関

名称および台数 7 R L B66 1基

シリンダ数×直径×行程 7×660 mm×1,400 mm

連続最大出力 15,225 PS×140 rpm

燃料消費率 (85%出力時) 133 g/PS・h

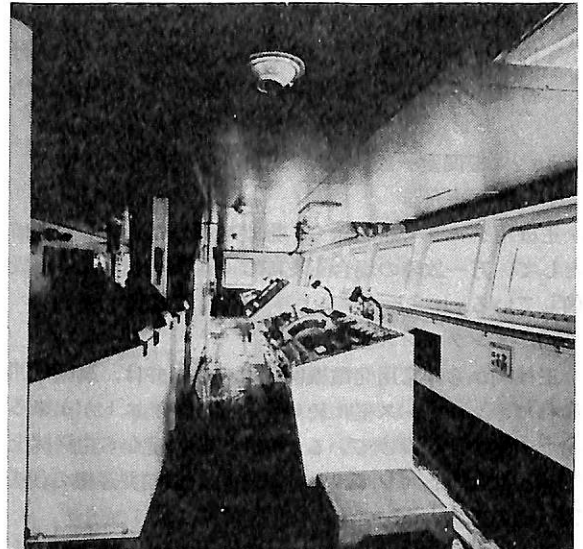
(2) プロペラ

形式 5翼1体形キーレス式
 直径×ピッチ $\phi 5,600 \text{ mm} \times 4,270 \text{ mm}$
 材質 Ni-A ℓ Bc
 (3) 発電機関
 形式および台数
 (主発) 単動4サイクルトランクピストン
 過給機付ディーゼル機関 3台
 (非常) 単動4サイクルトランクピストン

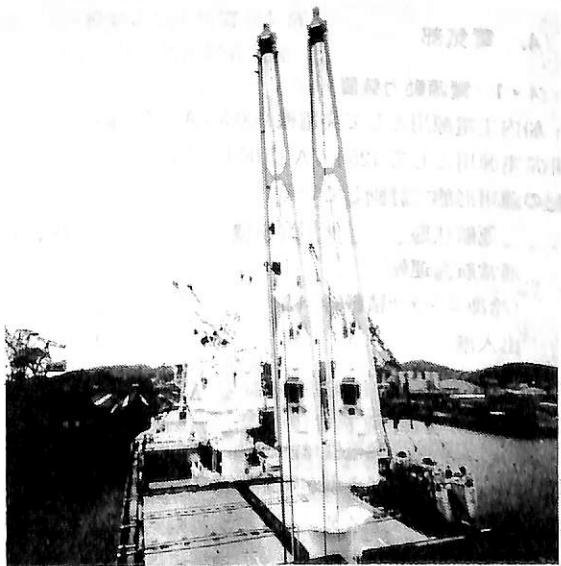
過給機付ディーゼル機関 1台
 シリンダ数×直径×行程
 (主発) $6 \times 260 \text{ mm} \times 320 \text{ mm}$
 (非常) $6 \times 135 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$
 機関出力 (主発) $1,060 \text{ PS} \times 720 \text{ rpm}$
 (非常) $150 \text{ PS} \times 1,800 \text{ rpm}$
 (4) 補助ボイラ
 形式および台数 縦形円筒水管式 1台



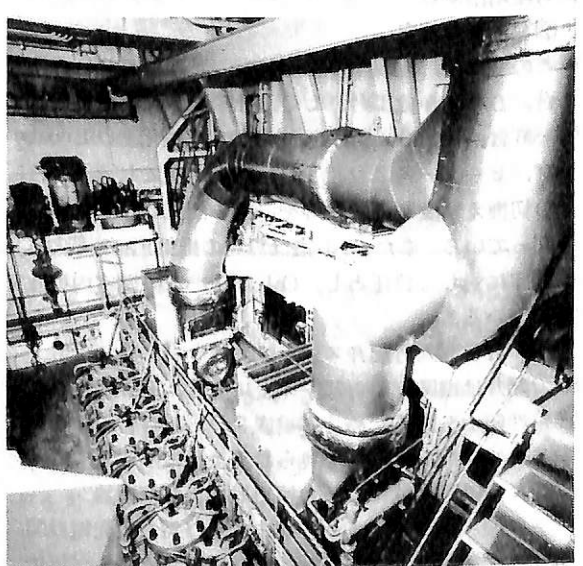
士官食堂および喫煙室



操舵室



デッキクレーン



機関室 (主機関)

容量	1,500 kg/h × 6 kg/cm ²
重油燃焼装置	Rotary-Cup式 1組
加熱面積	21.1 m ²

(5) 排ガスエコノマイザ

形式および台数	フィンチューブ形強制循環式 1台
容量	1,500 kg/h × 6 kg/cm ²
加熱面積	460 m ²

(6) 造水装置

形式および台数	AFGU S42 1台
容量	21 ton/day

(7) 油水分離器

形式および台数	HFN-5 F 1台
容量	5 m ³ /h

3・2 機関室一般

(1) 推進補機器

主機用クレーン類を除く、推進補機器は全て2台装備として、万一故障の場合も支障なく運転可能なように設備している。

(2) メンテナンス室

主機関から非常用発電機関までの燃料弁は、鋼壁で囲われたメンテナンス室に於いて、整備やテストが出来るように諸設備を設けている。また、この室から主機関上部右舷までは、モノレールを導設し、燃料弁運搬の便を図っている。

この1 tonモノレールは、上甲板に設けた機器搬出入用のハッチ横を通っており、ランニングリベア品の運搬にも使用出来る。

(2) 油清浄機室

この室には、油機室の主要なもの、即ちHFO清浄機2台、DO清浄機1台、LO清浄機2台、清浄機用ヒーター5台、Blender装置一式および主機用FO Boostポンプ、ヒーター各2台、FO一次、二次こし器計3台、FO切換え粘度制御装置等を、集中配置し、安全性向上を図っている。また、この室は専用の排気Fanを設けて、機関室に対して負圧とし、Oil Mistの機関室内拡散を防いでいる。

(4) HO取入分配弁スペース

分配弁は機関室船首部主床上に配し、Bunkeringの作業性向上を図るため、二重底FO、DO各貯蔵タンクのレベル計盤が、一目で見られるように配置している。

(5) "AUT" 関係の圧力検出器および変換器

主機関、補助ボイラー、No.1およびNo.2主発電機関、No.3主発電機関および圧縮空気装置の各グループ毎に、パネルをまとめると共に、各機器の機側圧力計盤と同一

高さに配置し、また、検出器毎に検査用三方切換弁を設けることにより、日常の点検、調整の弁を図っている。

3・3 遠隔操作および自動化

(1) 主機関

操舵室の制御盤上テレグラフハンドルにより、発停、逆転、速度制御が自由に行なえる電気一空気式遠隔操縦装置を設備し、機関室の無人化を図っている。

また、機関制御室からは、空気式によりガバナ運転が出来、機関側では直接燃料制御による運転が可能な設備を設けている。

(2) 蒸気発生装置

重油燃焼、給水の自動化とエコノマイザとの組合せにより、出入港を含めた無人化を図っている。

(3) 発電機関

自動台数制御を行なうと共に、燃料油は自動切換設備により、操舵室からのスイッチ操作で、Diesel OilからBlended Oilに切換えることができる。

(4) 燃料油装置

6,000秒の粗悪油に対応する油清浄機の自動運転、油加熱器、タンク等の自動温度およびレベル制御、自動逆洗こし器等を設けている。

(5) 機関室ビルジ排出

ビルジ水面検知により、機関室ビルジポンプおよび油水分離器の自動運転を行なうと共に、ポンプの長時間運転警報とビルジの高水位警報設備を持っている。

また、機関室の浸水警報およびそれに対応する海水弁、船外弁の遠隔閉鎖装置を設けている。

4. 電気部

4・1 電源動力装置

船内主電源用として発電機900kVA(720kW)3台、非常電源用として125kVA(100kW)1台を装備し、下記の運用形態で計画している。

運航状態	使用発電機	スタンバイ発電機
通常航海運転	1	1
(冷凍コンテナ積載時)(2)		(1)
出入港	2	1
荷役	1	1
停泊	1	1

上記、主電源用発電機は、機側、機関制御室および操舵室から発停を行なう事が可能であり、使用発電機の1台が異常の場合は、スタンバイ機が自動始動し、異常機と自動切換される。また、負荷の増減に伴いスタンバイ機を自動発停させることが可能な発電機台数制御の機能

も有している。

主配電盤は給電分離方式を採用し、給電回路の故障に十分な配慮を行なうと共に、主発電機の制御、監視にはマイクロコンピュータを採用している。

機関部補機用始動器盤は、機関制御室および機関室に集中配置され、重要補機のひとつが機関制御室から発停可能である。また、無接点自動切換方式、I T Pスイッチ (Illuminated Turn and Push Switch) を採用している。

その他に、20 ft 冷凍コンテナ30個積載可能な設備も有している。

4・2 照明装置

一般照明は居住区および機関室とも、蛍光灯主体に照明し、機関室には水銀投光器も併用している。

甲板照明は水銀投光器およびハロゲンランプを混用し、照度の確保をはかるとともに運用上の便もはかっている。また、貨物倉内に固定照明として蛍光灯を装備した。これはコンテナ用としての装備が目的であるが、一般貨物やバルクの積載を考慮して、保護装置には十分な配慮をしている。

4・3 通信装置

通信装置としては、下記を装備している。

無電池式電話装置	4組
自動交換式電話装置 (50回線)	1式
船内および操船指令装置	1式
信号ベル装置	3組
一般および火災警報装置	1式
CO ₂ ガス放出警報装置	1式
エンジンテレグラフ (含むサブテレグラフ)	1組
無接触式主軸回転計	1組
舵角指示器	1組

特に、火災検出装置として主機上部に炎式火災感知器、

その他は、全てイオン式火災感知器を装備した。

これらは機関室の全域を網羅し、主機関が通常航海時の状態で、火災が検出されるよう、配慮している。

4・4 航海装置

航海装置はジャイロコンパス1組、電磁ログ (フラットセンサー型) 1組、音響測深機2組 (500 kHz & 200 kHz)、水晶時計1式、レーダー2組 (X & S バンド)、方向探知器1組、NNSS1組、デッキ受信機1組を装備している。

4・5 無線装置

無線装置は、下記のを装備している。

1.5 kW MF/MHF/HF SSB 主送信機	1台
主送信機および補助受信機	各1台
補助送信機	1台
オートアラーム受信機	1台
無線電話緊急自動受信装置	1台
VHF無線電話機	2組

5. おわりに

本船は、従来の中型貨物船とは異なり、あらゆる角度から経済性と合理性を追求し、各種積荷の荷役についても船主から与えられた条件の中で、最適の作業が行なえるよう配慮した最新設計となっている。

本船のような多目的貨物船は、時流の変化に伴って、益々複雑および多様化してくると考えられ、今後も海運界の要求に対応して、一層の技術開発と研究を進めていく所存である。

ここに、本船を無事完成させるにあたり、終始御指導、御協力いただいた関係官庁、船級協会、船主およびメーカーの方々に深く感謝の意を表すると共に、本船の航海の安全と今後の活躍を祈る次第である。

●新刊●

私の戦後海運造船史

米田 博 著

判型 B5判 165頁

定価 1500円 (〒300円)

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

ンテナ船、タンカーの大型化、自動化とめまぐるしく変化しながら盛衰を歩んできている。海運・造船に携わる人々にとって、自分たちが歩んできた足どりを確かめ将来を考えるのに本書は有意な資料となるであろうと確信する。

株式会社 船舶技術協会

▶新機関紹介

三菱-スルザ7RTA58型ディーゼル機関の概要(1)

三菱重工業株式会社 神戸造船所

吉村 望*・本村 収**

1. まえがき

三菱重工は大形船用主機関として三菱-スルザ形機関を長年にわたって製作して来ている。

その神戸造船所ではこのたび7RTA58形機関を完成し、過給機マッチングをはじめとする性能向上のための諸試験及び応力、温度計測など信頼性確認の試験を約3ヶ月の運転期間にわたって実施し、今年4月成功裏に造船所へ引渡した。

三菱重工では、表1に示すように古くからスルザ形機関を手がけ、また世界の初号機も数多く世に出した実績があり、今回の7RTA58形機関の成功もこれら長年にわたって培われた技術が土台になっている。

また信頼性の面でも数多くの船用主機関を製作した実績を踏まえたものであり、十分ユーザの期待にこたえられるものと確信している。

2. 本機関の開発のねらい

ここではまず船用ディーゼルのおかれている環境とそれに対応するRTA形機関の特徴について述べる。

船用ディーゼルの推進プラントとしての総投資額に占める燃料費の割合は、今後とも高水準で推移していくものと予想される。マイル当りの燃料経済の良い機関、すなわち低速でプロペラ効率が高く、かつ機関自体の燃費の低い機関提供のニーズは変わることがないものと考えられる。したがって、船用ディーゼル機関に要求される要件は、

- (1) 機関自体の燃料消費率が低いこと
- (2) 機関回転数が船体船速に適合し、プロペラの推進効率も考えた出力範囲が設定されていること
- (3) 粗悪油が常用可能であること
- (4) 船全体での省エネルギー化に貢献できること
- (5) 機関の寸法すなわち全長全幅が短くとれ、カーゴスペースが広くとれること

表1 三菱-スルザ・ディーゼル機関のあゆみの概要

年度	機関形式	シリンダー直径 (cm)	三菱-スルザの主なる事項
大正6	G	37.5	•わが国で最初のディーゼル機関完成 (三菱デザイン、於神戸)
大正14			•スルザ社とライセンス契約締結
昭和25 } 35	SD RSD	60, 72 76	•SD RSD: 往復動掃気ポンプ付無過給形機関
昭和30 } 36	SAD RSAD	60, 72 76	•RSAD SAD形: 過給機付機関 •昭30: 過給機関RSAD形の世界第1号機完成 (RSAD 76)
昭和35 } 48	RD	(44), 56, 68, 76, 90	•RD形: フルターボ過給機関 (動圧方式) •昭35: RD90形世界1号機完成
昭和43 } 56	RND	(56), 68, 76, 90, 105	•RND形: 静圧過給機関 •昭43: RND形世界1号機完成 (RND 105)
昭和51 } 57	RND-M	68, 76, 90, (105)	•RND-M形: 高出力機関
昭和52 } 57	RLA RLB	56, 66, 76, 90	•RLA形: ロング・ストローク機関 •昭52: RLA形世界1号機 (RLA 56) 完成 •昭54: RLA 90形 (生産機) 世界1号機完成 •昭55: RLA 66形世界1号機完成 •RLB形: 高出力ロング・ストローク機関
昭和57 } 58	RTA	38, 48, 58, 68, 76, 84	•昭56年12月: スルザ社RTA形を発表 •RTA形: スーパーロングストローク・ユニフロー形機関 •昭57年12月: RTA形世界1号機起動 (RTA 58)

* 三菱重工神戸造船所ディーゼル部ディーゼル設計課長

** " " ディーゼル部ディーゼル設計課主任

(6) 機関の信頼性が高く、保守整備費用が安いこと等であり、これらの点を踏まえてRTA形機関は開発された。

まず機関自体の燃料消費率については、ユニフロー形掃気方式の採用、更に排気弁を備えたことによる弁の開閉時期の最適化と超ロングストローク化により筒内のガス交換に有利となり、掃気効率の向上により速い燃焼が

期待でき熱サイクル的に有利となる。これに加えて、筒内燃焼ガスの温度が低く抑えられて熱損失の面でも有利になるという効果がある。

燃料噴射弁は従来形の一弁方式に対し、RTA形では2～4燃料弁方式となり、燃焼速度の向上と燃焼期間の短縮が実現できる。

排気動弁系に油圧駆動を採用し、また空気ばね式を適

表2 三菱-スルザRTA形機関主要目一覧表

機関形式	ボア/ ストローク mm/mm	標準定格点		機関回 転速度 rev/ min	ピスト ン速度 m/s	正味平均有効圧力		機 関 出 力		シリンダ数
						bar	kg/cm ²	kW/ Cyl.	BHP/ Cyl.	
RTA 84	840/2400	連続最大定格点	R 1	87	6.96	15.35	15.67	2960	4030	4-10, 12
			R 2	82	6.56	13.64	13.90	2480	3370	
		経済定格点	R 3	74	5.92	15.30	15.59	2510	3410	
			R 4	70	5.60	13.53	13.78	2100	2850	
RTA 76	760/2200	連続最大定格点	R 1	95	6.97	15.31	15.62	2420	3290	4-10, 12
			R 2	90	6.60	13.56	13.83	2030	2760	
		経済定格点	R 3	81	5.94	15.22	15.53	2050	2790	
			R 4	76	5.57	13.61	13.88	1720	2340	
RTA 68	680/2000	連続最大定格点	R 1	105	7.00	15.34	15.64	1950	2650	4-8
			R 2	99	6.60	13.60	13.83	1630	2210	
		経済定格点	R 3	89	5.93	15.31	15.59	1650	2240	
			R 4	84	5.60	13.67	13.94	1390	1890	
RTA 58	580/1700	連続最大定格点	R 1	123	6.97	15.31	15.64	1410	1920	4-9
			R 2	116	6.57	13.59	13.82	1180	1600	
		経済定格点	R 3	105	5.95	15.27	15.55	1200	1630	
			R 4	98	5.55	13.63	13.90	1000	1360	
RTA 48	480/1400	連続最大定格点	R 1	150	7.00	15.32	15.63	970	1320	4-9
			R 2	141	6.58	13.61	13.86	810	1100	
		経済定格点	R 3	127	5.93	15.29	15.52	820	1110	
			R 4	120	5.60	13.62	13.91	690	940	
RTA 38	380/1100	連続最大定格点	R 1	190	6.97	15.44	15.76	610	830	4-9
			R 2	179	6.56	13.70	13.90	510	690	
		経済定格点	R 3	162	5.94	15.44	15.81	520	710	
			R 4	152	5.57	13.61	13.76	430	580	

用したのは、十分なる排気弁開弁面積を得るためと開弁速度をより速めるという理由があった。

これらの特徴を生かした結果、現在最も熱効率の高い内燃機関としてランク付けされ、その燃費はRTA58形を例にとれば、

- ・高出力のレーティングで 129 g/PS・h
- ・ディレーティング出力で 124 g/PS・h

を保証している。この燃費レベルは、平均有効圧が従来形のRLB機関より約10%高くなっている条件から考えても一段と高水準といえることができる。

更に、この低い燃費を実現できる一要因として高効率の過給機の適用が挙げられるが、RTA形機関では三菱重工が開発したMET-SB形過給機もしくはBBC-VTR4シリーズの搭載が可能となっている。共に高効率であり、比較的低い掃気圧で十分な空気量を機関に供給できる。

次に機関回転数については、プロペラの推進効率向上を目指し定格回転速度を表2に示すように従来形に比し約15%の低速化を行なった。特にRTA84形にては70rpmという低速が可能となっている。

この低速化に対応するため、ストローク/ボア比を2.9と従来形RLB機関2.1の約50%近いロングストローク化を図っている。これに加えてその標準定格点がR1, R2, R3, R4という4つのレーティングに設定され、それも広範囲にとられていることから、顧客のニーズに合せ船舶の種類や運航の形態で様々な定格を選べるようにしている。

図1に各機種の各々のレーティングの出力回転速度のグラフを示している。RTA84形の70rpmからRTA38形の190rpmまで広い範囲で所要の出力回転速度をマッチさせることが可能であり、各々の機種ではR1~R4の定格に囲まれた域であればどこまでも自由にその定格を選ぶことができる。

一方、燃料性状は年々その品質が多様化する傾向にあり、中には非常に重質のものまで見られるようになった。RTA形機関でも、例えば燃料循環弁といった新装置を装備するなど、重質燃料に対する対策は十分

に盛り込まれている。

また、船全体としての省エネルギー化に関しては、過給機出口排気ガス温度のレベルが高いことがその一つの条件になるが、RTA形では従来機関並みのレベルを保っている。

またオプション仕様として機関の後端のカム軸駆動ギヤより出力を取り出し、船内電力の一部を賄うPTO (Power Take Off) システムも備えることができる。

機関の外形寸法については、後端部はスラスト軸をできる限り短くアレンジする。またバラッサが必要な場合もカム軸より駆動するという具合に全長を抑える工夫がなされており、機関のコンパクト化を図っている。

3. 三菱スルザ RTA 58形機関の概要

3.1 主要目

本機関は、ロングストローク化に伴い掃気方式が従来の三菱スルザ形機関の特徴であったループ方式に代わりユニフロー方式が採用されたほかは基本的には従来形と同じで、単動2ストローク、クロスヘッド形、自己逆転式、静圧過給方式の船用主機関である。

ユニフロー掃気方式の導入によりロングストローク化

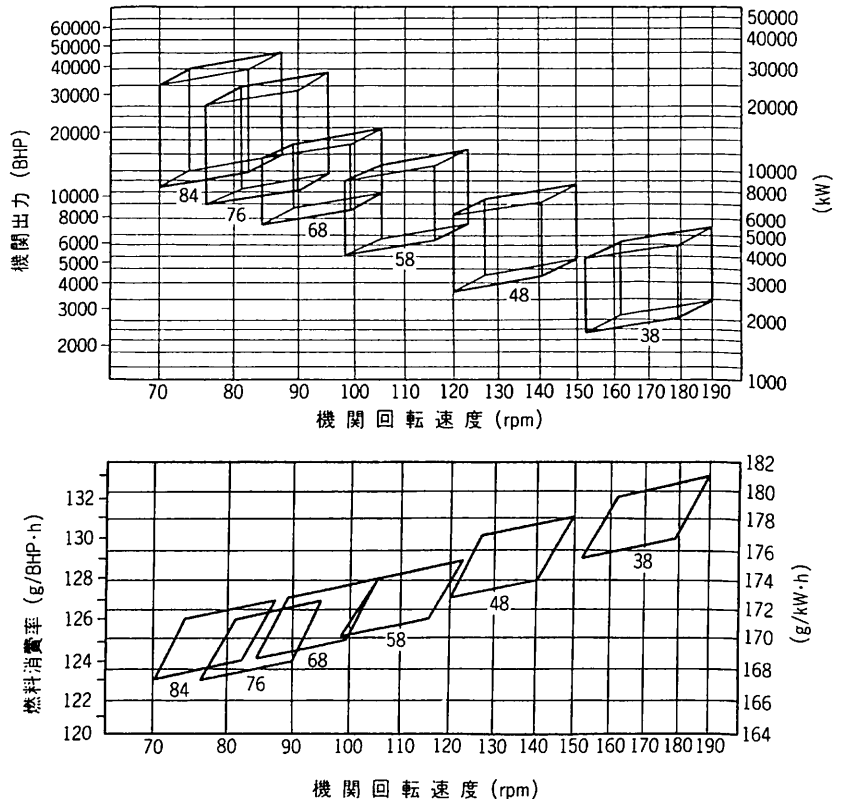


図1 RTA形機関の出力範囲と燃料消費率

が可能となり、機関自体の低燃費化が実現されたとともに、定格回転速度も低く抑えることができるため、より高いプロペラ効率が得られる。ストローク/ボア比は総合的な判断から、従来のRL形での2.1に対し2.9を採用している。

表2にRTA形機関6機種の主要目を示すが、各機種とも標準定格点として前述のように最大出力のR1のほか経済定格点としてR2, R3, R4を設定している。今回製作した7RTA58形機関の主要目を表3に示すが、本機関の定格点は最大の出力R1レーティングである。

図2, 図3に機関横断面及び縦断面をそれぞれ示す。また工場運転中の三菱-スルザ7RTA58形機関の外観

表3 三菱-スルザRTA形機関主要目

形	式	三菱-スルザ ディーゼル機関 単動2ストローク, ユニフロー掃気方式 クロスヘッド, 自己逆転式 排気タービン過給機付	
名	称	7RTA58	
シ	リ	ン	ダ
行	程	mm	580
		mm	1,700
最大出力時	出力	PS	13,440 (R-1レーティング)
	毎分回転数	rpm	123
	正味平均有効圧	kg/cm ²	15.64
	爆発圧	kg/cm ²	128
	平均ピストン速度	m/s	6.97
全	長	mm	9,910
ピストン棒抜き高さ (クランク軸上)		mm	10,230
機	関	重	量
		t	350
回	転	方	向
			前進時船尾側から見て時計回り
冷	却	方	式
			シリンダライナ……清水 ピストン……清水 燃料弁……無冷却 空気冷却器……海水
始	動	方	式
			圧縮空気 (最高圧力25 kg/cm ²)

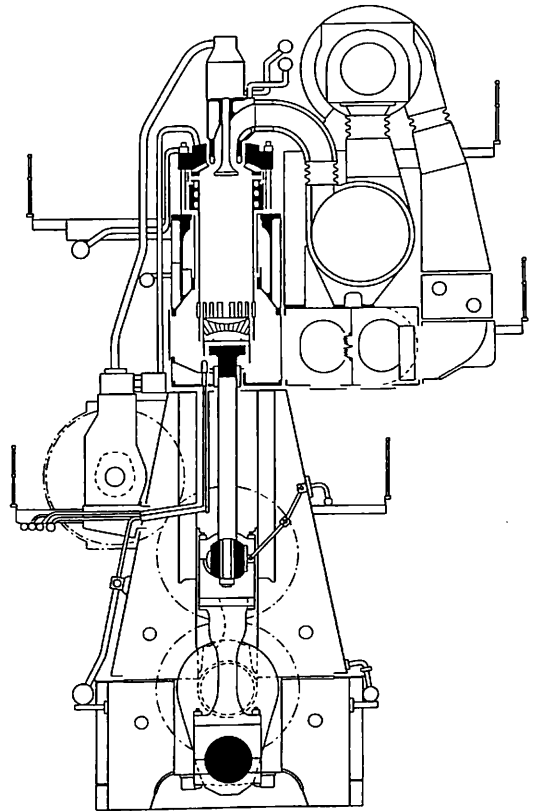


図2 RTA形機関横断面(大口徑機種; RTA 58-84)

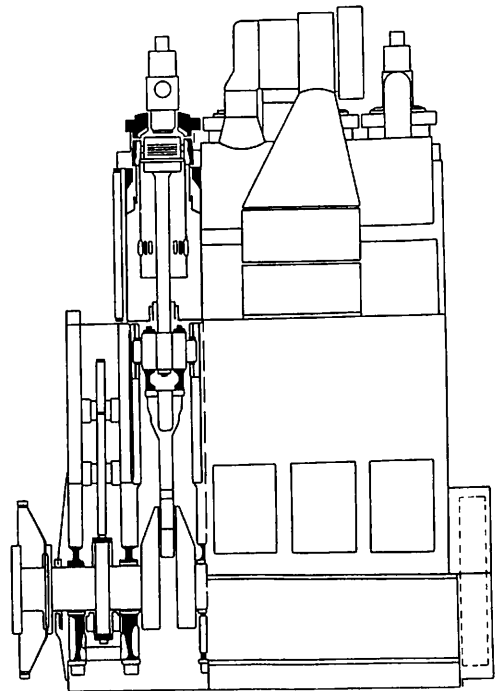


図3 RTA形機関縦断面

を図4に示す。

3・2 構造

基本的には、従来のRLB形までのループ掃気方式機関で十分にその信頼性が実証されている設計方針が踏襲されており、台板、スラストブロック、架構、カム軸駆動系等の主構造についてはRL形と同様な構造が採用されている。ユニフロー掃気方式の採用に伴い排気弁及び排気弁駆動系を新たに装備したことにより、シリンダカバー、カム軸等が従来形とは異なった構造となっている。以下にRTA形機関の特格的な構造について説明する。

3・2・1 排気弁及び弁駆動系

図5に排気弁及び燃焼室構成部品の特徴を、図6に排気弁駆動機構のモデルを、図7には排気弁座冷却機構を示す。

RTA形機関で採用されている排気弁及びその動弁系は次の特徴を有している。

- (1) カム軸によりアクチュエータポンプを駆動する油圧駆動方式
- (2) 空気ばね式
- (3) 着座時の速度をコントロールするダンパ装備
- (4) 弁棒に回転翼を装備し排気により弁を回転させる回転方式
- (5) 対称性の利点を有する中央一弁式
- (6) 弁温度を低く保つ弁座のボアクール清水冷却

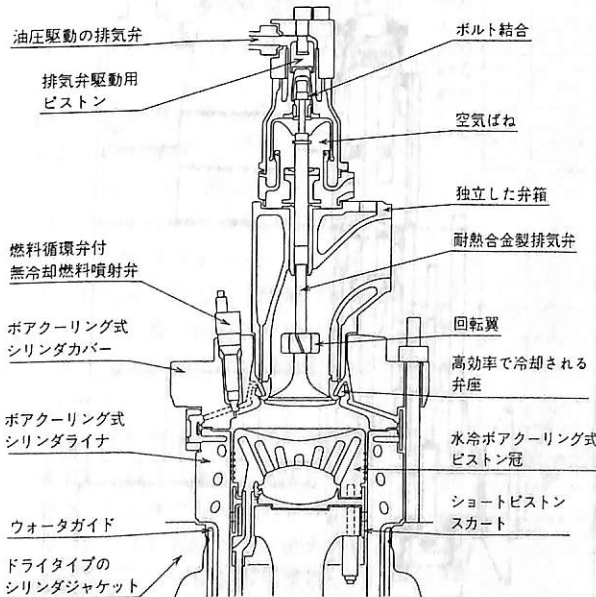


図5 燃焼室形状及び排気弁周り

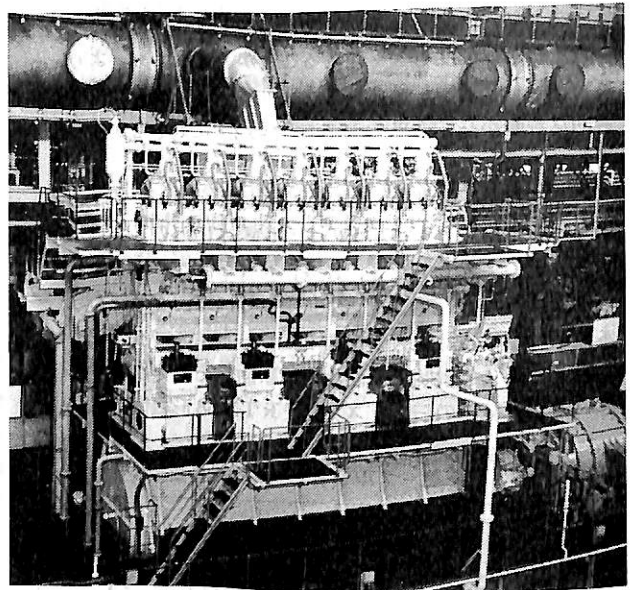


図4 陸上運転中の三菱-スルザ7RTA58形機関

(7) 弁の材料は耐熱、耐腐食性の優れた材料を使用
排気弁を有するユニフロー掃気方式機関での最も重要な課題の一つは排気弁の寿命延長である。そのためには排気弁の温度を低く保つことが必要であり、RTA形機

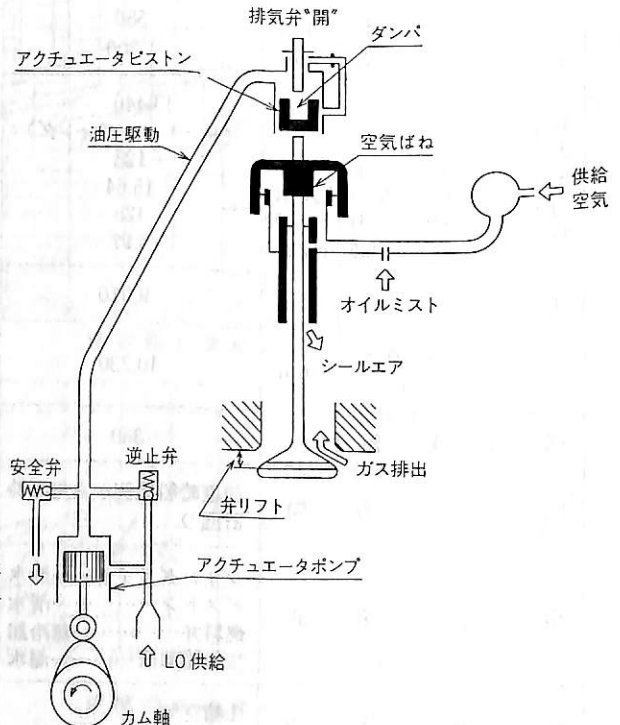


図6 排気弁駆動系

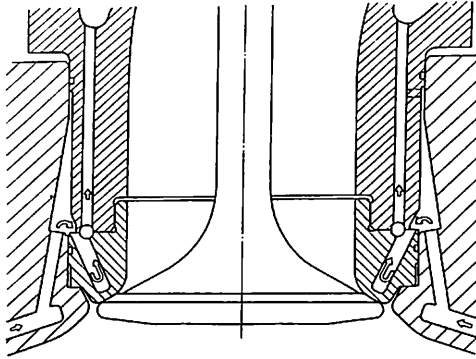


図7 排気弁座の冷却

関では図7に示すように弁座をボアクーリング方式で清水冷却することで、弁温度を十分低く保つことができている。

また排気弁を回転させることにより、弁シート部の損傷の成長を抑える効果があり弁寿命延長につながるが、本機関では油圧駆動を空気ばねの採用により、弁棒に装備した回転翼で、開弁時排気ガスの流れにより容易に弁の回転を実現している。

3・2・2 燃料の噴射系

燃料噴射ポンプは、従来使われているスルザタイプのもが機関中段に配置されている。カムは排気弁系と同様一体形油圧取付方式のもが採用されている。

燃料噴射弁は排気弁がシリンダ中心に装備されたため、排気弁の回りに複数個装備されたサイドインジェクションタイプで数はシリンダ径により異なるが、RTA58形では3弁となっている。図8に燃料噴射弁を示すが、従来の水冷方式は廃止され無冷却形となっている。また、新たに循環弁が装備され、機関停止中には燃料弁内部まで燃料が循環するため港から港までC重油での運航が容易で、かつ信頼性の高いものとなっている。

燃料噴射ポンプの機構が従来と同じということで図9に示すようにVIT (Variable Injection Timing) も従来同様常用負荷域で吸入弁閉、すなわち燃料吐出開始のタイミングを早めに筒内最高圧を上げる機構となっており、常用負

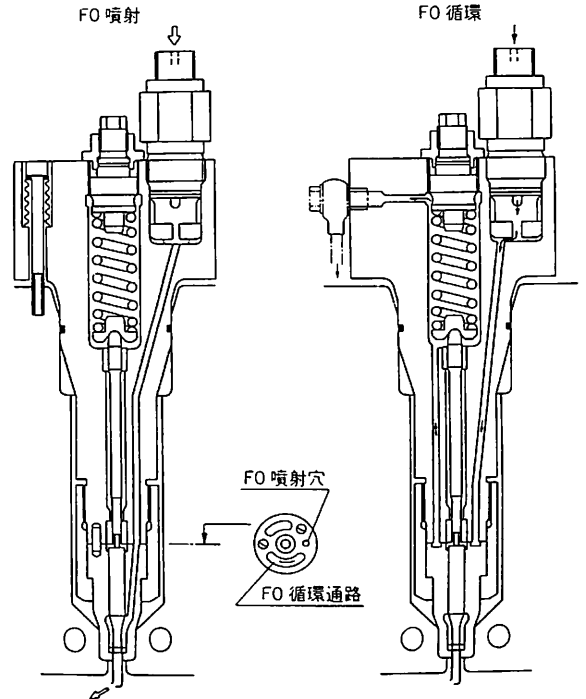


図8 燃料噴射弁

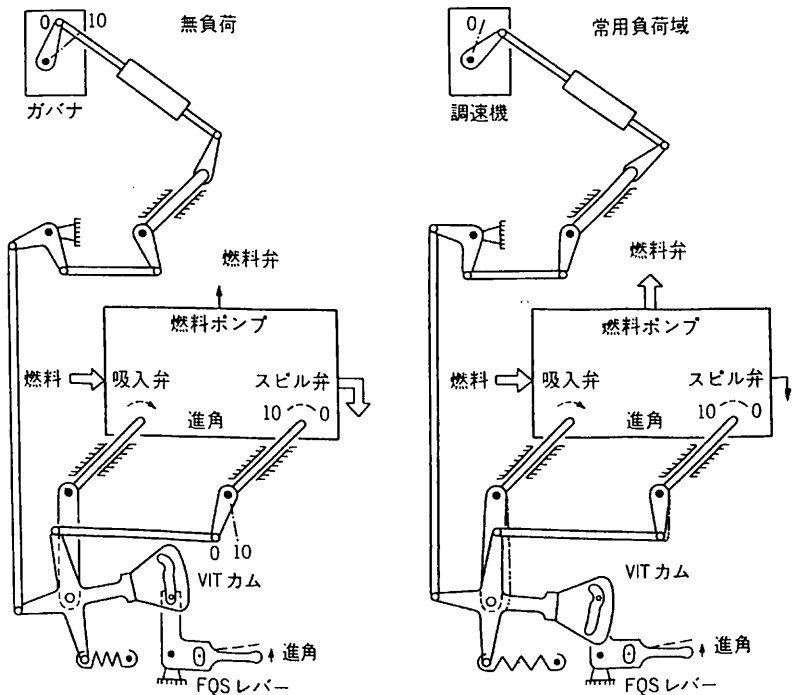


図9 VIT装置の概略

荷域での燃費低減に役立っている。

(つづく)

● 船用新材料紹介

先端技術を支えるファインセラミックス

日立化成工業株式会社
石神工場設計部 谷 萩 寛

1. まえがき

近年セラミックスに関する新技術、新材料の発展は、めざましいものがある。これらの用途は各分野にわたっているが、なかでもエレクトロニクスとの連携によるエレクトロセラミックス、構造部材用のエンジニアリングセラミックスなどは、高度の着想とそれを展開、追求し生まれてきた高性能なものが多いだけに、今後わが国の産業界で新しい柱となり得る将来性のある部門と言える。

船舶、大きく考えれば海洋とセラミックスとの結びつきは、現状では間接的なものである。しかし、セラミックスの発展が、いずれも他分野との交流が刺激となってセラミックスに多彩な機能を求め続けた結果であることを考えれば、今後大いに期待できる分野となる。

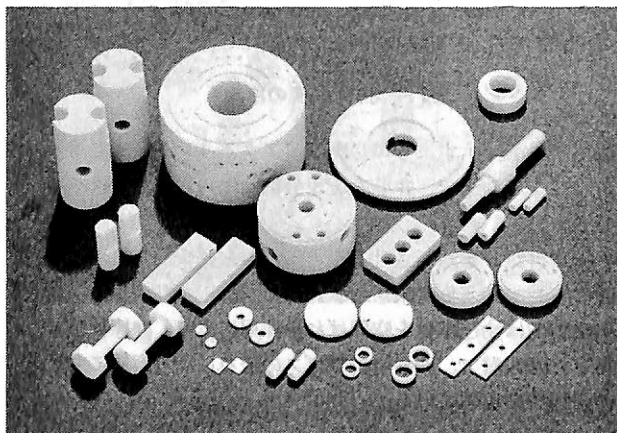
本稿では、「ファインセラミックス」とは、いかなるものか、その製造プロセス、その用途と応用について概説する。

2. セラミックスから
ファインセラミックスへ

物質のもつある物性が有用な機能を有するとき、われわれはそれを材料と呼んでいる。材料は、それを構成する物質の特徴より無機材料、有機材料、金属材料に大別される。

このうち無機材料は、約百万年前にさかのぼる石器時代に、人類が天然の岩石を加工・成形して道具として用いたことから始まったもので、材料としての歴史は最も長い。その後、金属材料やプラスチック（有機材料）の登場により、材料の種類は多岐に渡るようになった。また、無機材料のある部門は、より製造が容易で加工性に優れた他の材料によって置き換えられた。

しかし、近年に至って再びその重要性が認識されるようになってきた。すなわち、第二次大戦後の宇宙開発、原子力産業の勃興、電子技術の発達、優れた耐熱性、機械的強度、電磁気特性などの機能性材料を必要とし、



● Al_2O_3 セラミックス——セラミックスの中で最も広く使用されている材料である。 Al_2O_3 の高強度特性、耐摩耗性、絶縁性などの機能が活かされている。

「窯業」として知られた陶磁器、耐火物、セメント、ガラスなどの従来のセラミックスに対して、材料としての組成、構造や形状、機能が一段と精密に制御された新しいセラミックスの登場を促した。現代が「第二の石器時代」と呼ばれるゆえんである。

特に近年における環境問題および石油危機に端を発したエネルギー問題への関心の高まりは、より優れた各種機能をもつのみでなく、資源として恵まれ、かつ生産プロセスや製品の後始末に環境汚染を行わない材料の出現を要請するに至った。なかでもセラミックスは、資源や環境問題の障害が比較的少なく、しかも他の材料（金属、有機材料）では得られない耐熱性という特性をもっている。

その耐熱性の長所を一段と発揮しつつ、脆さというセラミックスのもつ弱点を改善し、さらに電気、光といった高度機能をもたせた材料を、社会は必要としている。この流れのなかで、窒化物、炭化物、硫化物などの地球上では発見されていない非酸化物材料が、新たに登場してきた（図1）。

セラミックスとは、もともと「やきもの」を指すこと

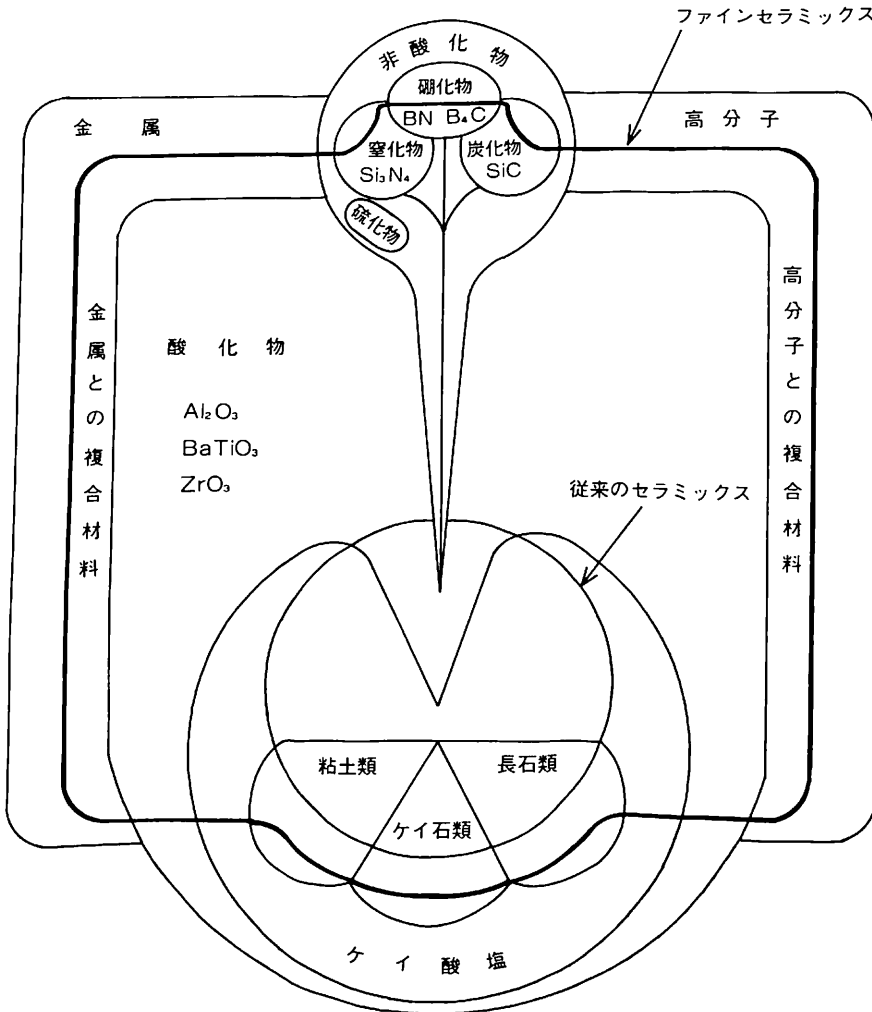


図1 セラミックスに用いられるようになった材料の種類拡大

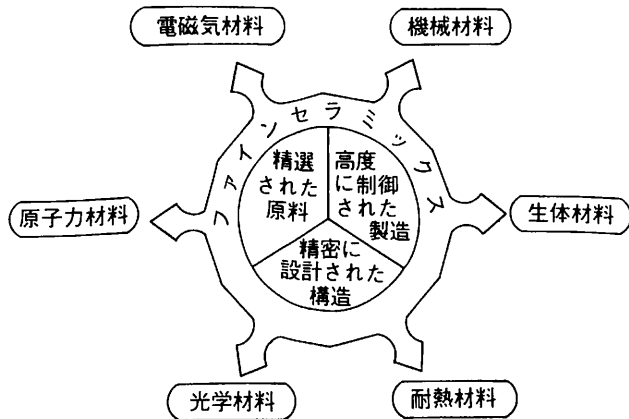


図2 ファインセラミックスの概念図

ばである。近年、米国やわが国ではこれを広義に解釈し、「熱処理によって得られた無機系非金属材料全般」を示すようになった。先に述べたこの新しいセラミックスは、

- ① 精選された原料（一般に高純度、極微粒子）を用い、
- ② 高度に制御された製造を行ない、
- ③ 寸法精度を含め精密に設計された構造をもつものである（図2）。それゆえに、ファインセラミックスと呼んでいるわけである。

3. ファインセラミックスの製造プロセス

セラミックスの顕著な特徴は、硬く、しかも脆いことにある。この点で、セラミックスは金属やプラスチックと比べ極めて対照的である。従って、金属やプラスチックで用いる加工技術によって、セラミックスに所望の形状、寸法精度を与えることはできない。そこで基本的製造プロセスが発展した（図3）。

ファインセラミックスは、金属あるいはプラスチックといった他の材料との組み合わせにより、デバイスあるいはシステムとしてセラミックス特有の材料物性を活かしている場合が多い。

この方が、単独で使用する場合よりもはるかに用途が拡大される。それには、セラミックスも他の材料と同様に自由に望みの形状に加工できることが必要である。

この問題を解決しセラミックスの新応用分野を開拓するには、焼結により製造された材料の加工技術を進歩させることも一つの道である。しかし、一歩前段階のプロセスに戻って、焼結後の加工を必要としない成形・焼成技術の開発も重要な課題である。

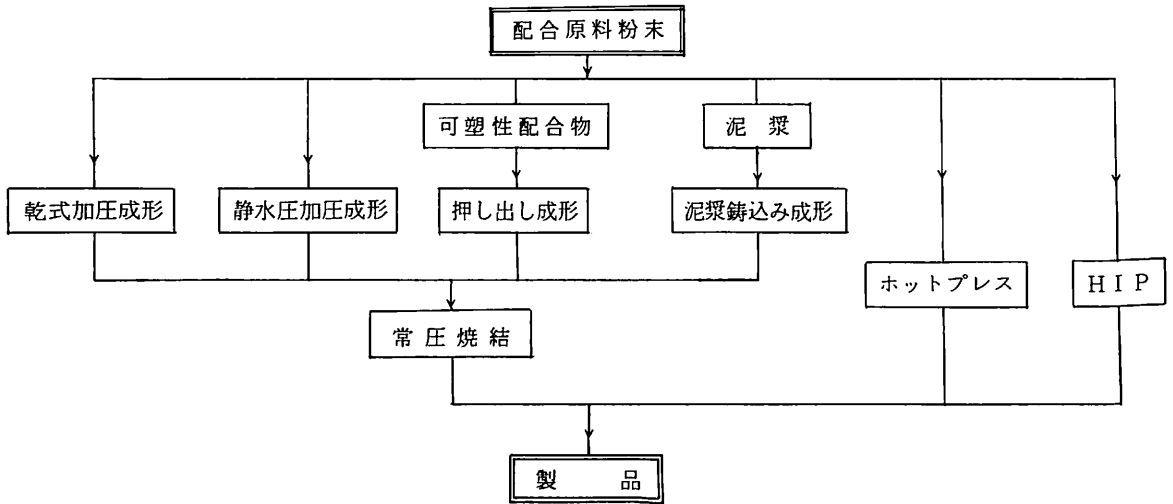


図3 ファインセラミックスの製造プロセス

3・1 原料粉末の合成

ファインセラミックスでは、より優れた耐熱性、機械的強度、電磁気的特性などの機能を要求されるので、化学組成上の純度や粒径の制御された原料粉末が必要となる。そこで、新しい原料粉末の合成法が開発されてきた(図4)。

ファインセラミックスの原料粉末合成工程は、組成の均質性・純度、粒径分布、粒子形状、不純物の混入などが、成形性や焼結性に重大な影響を及ぼし、製品の微細構造や物性などにも尾を引く問題を含む。従って、優れた特性をもつファインセラミックスを製造するには、この粉末合成工程を含む製造原単価が多少割高になっても特殊な合成法が採用される。

たとえば、磁気テープに用いられている $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ は極めて純度が高いことが要求され、不純物を分離・抽出し、精製、煨焼して、諸特性を一定に制御されている。また、コンデンサに利用されている BaTiO_3 では、結晶粒径が約 $1\mu\text{m}$ と $50\mu\text{m}$ とに成長した場合に室温での誘電率は約3.3倍の違いがあるため、特に粒径を制御する必要がある。このような点から、粉末製造のための合成法の重要性が急速に増しつつある。

近年開発された合成法には、アルコキシド法と共沈法とがある。沈殿生成に伴ういくつかの問題点を解決するため、沈殿剤を用いない方法として加熱蒸発法と凍結乾燥法とが研究・開発されている。また、気相から微粒子を得る方法には、蒸発凝縮法と気相反応法とがある。特に後者は、微粉末製造法として注目を集めてきている。その応用例として、超高純度 SiO_2 の合成法により作ら

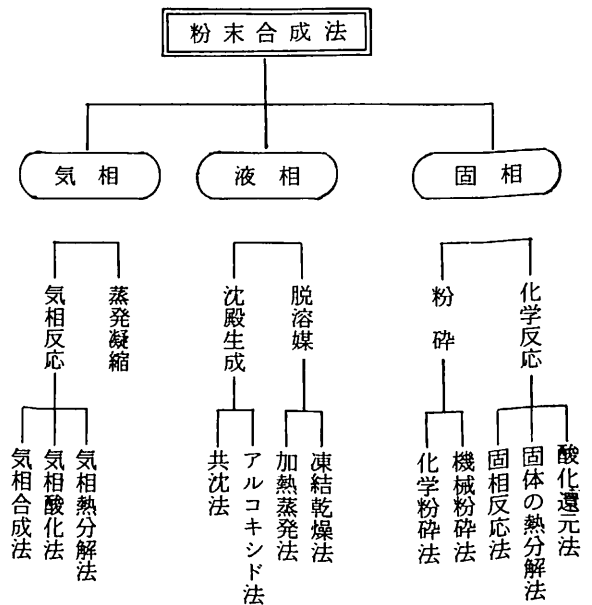


図4 原料粉末の合成法

れた光ファイバーは、近い将来実用化されるであろう光通信時代のホープとして大きな期待を寄せられている。

3・2 成形と多結晶体の微細構造制御

新しい成形技術の完成は、セラミックスの用途を拡大していく一つの原動力といえよう。近年のセラミックスの用途は、 0.05mm 程度の厚さの電子工業用のものから、直径 1m 、高さ 8m の超々高圧碍子などまで、広範囲に

表1 ファインセラミックスの機能と応用例

物性	酸化セラミックス					非酸化セラミックス					
	機能	物質	状態	応用素子	応用装置	機能	物質	状態	応用素子	応用装置	
熱的性質	耐熱性	ThO ₂	焼結体	耐熱構造材	高温炉						
	耐熱断熱性	CaO · nSiO ₂ SiO ₂	多孔質体 繊維タイル	軽重断熱体 耐熱断熱体	不燃性壁材 スペースシャトル 断熱体						
機械的性質	伝熱性	BeO	焼結体	放熱性絶縁基板	集積回路	伝熱性	SiC	焼結体	放熱性絶縁基板	集積回路	
	硬度	Al ₂ O ₃	粉末, 粒子 緻密焼結体	研磨材 切削工具		硬度	ダイヤモンド, B ₄ C, C-BN, TiN, TiC, WC SiC, Si ₃ N ₄ サイアロン	粉末, 粒子 緻密焼結体 組織制御緻密 焼結体	砥石, 研磨材 切削工具 シリンダ, ピストン, タービン翼	ディーゼルエンジン ガスタービン	
電磁氣的性質	絶縁性	Al ₂ O ₃	高密度焼結体	集積回路基板	集積回路	絶縁性	C	単結晶	放熱性絶縁基板	集積回路	
	誘電性	BaTiO ₃	組織制御緻密	コンデンサ	電子回路	電子放射線	LaB ₆	単結晶	電子銃用陰極	熱電子発電	
	圧電性	Pb(Zr _x , Ti _{1-x})O ₃	分極処理緻密	着火素子	ガス器具						
	半導性	LaCrO ₃	焼結体	発振子	超音波素子						
	磁性		BaTiO ₃	組織制御焼結体	抵抗発熱素子	高温電気炉					
			SnO ₂	多孔質焼結体	PTCサーミスタ	ヘアドライア					
			ZnO-Bi ₂ O ₃	組織制御焼結体	ガスセンサ	ガス洩れ警報器					
			γ-Fe ₂ O ₃	粉末	バリスタ	避雷器					
			SrO · 6Fe ₂ O ₃	ゴムの分散体	磁気テープ	テープレコーダ					
	イオン導電性	C-ZrO ₂	緻密焼結体	可焼性磁石 酸素センサ	自動車エンジン の空燃比制御						
	B-Al ₂ O ₃	緻密焼結体	N _a -S電池	電力ロードレベ リング							
光学的性質	透光性	Al ₂ O ₃	組織制御焼結体	耐熱耐食透光性	ナトリウムランプ	蛍光性	CdS	粉体	蛍光体		
	蛍光性	Y ₂ O ₃ :Eu	粉体	蛍光体	カラーテレビ ブラウン管	光反射性	TiN	光沢表面	耐熱性金属特性	集光器	
	偏光性	PLZT	透光性焼結体	光学偏光素子		透光性	ZnSe	透明結晶	レーザー窓		
	導光性	SiO ₂	高純度繊維	オプティカルファイバ	光通信ケーブル						
生物・化学的性質	生体親和性	Al ₂ O ₃ アパタイト	焼結体	人工歯, 人工骨	バイオセラミック						
	担持性	ゼオライト	多孔体	触媒担体	化学反応制御						

渡っている。セラミックスが機能性をもつファインセラミックスとしてこのように広く利用されるようになった背景には、成形技術の大きな進歩があった。

セラミックスは、一般には焼成後複雑な加工を行なうことは実際上不可能に近い。このため、焼成前に目的に沿った形状をつくる技術が不可欠である。そこで最近、非可塑性原料を用いるファインセラミックスの製造分野において、ホットプレス法、HIP (Hot Isostatic Press) 法、静水圧加圧成形法などのニュープロセスの導入が急速になされている。その結果、複雑な形状をもち、しかも焼結体の微構造が制御された高密度焼結体を作製するのに適したプロセスが開発されてきた。

また、耐熱構造材料として注目を集めている SiC, Si₃N₄, AlN などの非酸化セラミックスは、共有結合性であるため焼結しにくい。そのため、焼結体を得るには、粉末原料に焼結助剤を添加して高温で焼結させる常圧焼結法、ホットプレス法がある。他の方法として、焼結助剤を使わないで焼結させる反応焼結法がある。前者による焼結体は、耐熱構造材料として最も重要な特性、すなわち高強度の面で後者より優れている。

用途に応じた設計を満足する部品として、セラミックスに形態を付与する過程は、技術上極めて重要である。それゆえ、原料粉末の合成法を改良するとともに、成形・焼結の基礎研究を行ない、その成果に基づいて焼結技術を確認することが必要である。

3・3 特異な形態への制御

近年のセラミックスでは、同じ材料であっても極端に特異な形態を付与して新しい用途を開拓しているものがある。その形状のつくり方についてのニュープロセスが次々と開発されている。

例えば、自動車の排ガス浄化の触媒担体として用いられているコーゼライト質ハニカムセラミックスは多孔質体の例である。また、セラミックスを繊維状にすれば、機械的強度が極めて優れた強化用繊維、あるいは非常に高温に耐える断熱材になる。機械的性質の優れた繊維で強化した、いわゆる繊維強化複合材料は、軽量で強い構造材料として用途の拡大が著しい。

また、1,000~2,000℃あるいはそれ以上の高温でも使用可能な耐熱性と断熱性に優れ、熱容量の小さい断熱材は、各種高温炉におけるエネルギー消費を少なくするため有用な材料となっている。

4. ファインセラミックスの用途とその応用

ファインセラミックスは、その化学組成により、酸化セラミックスと非酸化セラミックスに大別できる(表1)。

4・1 酸化セラミックス

酸化セラミックスは、耐熱性、機械的強度に加え、導電性、半導性、圧電性、磁性などさまざまな機能を有し、電子工業、化学工業、金属工業などの広い分野で利用されている。以下、最近発展した代表的な酸化セラミックスについて述べる。

4・1・1 セラミックス基板

成形技術の進歩によるものに、Al₂O₃ 製 LSI パッケージがあり、この製品は、70年代において飛躍的に普及した最も代表的な酸化セラミックスである。IC, LSI の急速な発展に伴って従来の窯業的手法ではなし得なかった精密加工技術が、ドクターブレード法、微細パターン形成、ラミネート化などの複合技術によって確立された。LSI の高集積化に伴う熱放散と配線自由度の高い優れた電子部品として広く工業化されている(写真1)。

4・1・2 セラミックスセンサ

セラミックスに導電性、半導性などの機能を付与させたものに各種センサがある。

ZrO₂ 酸素センサは、CaO, MgO, Y₂O₃ などで安定化した ZrO₂ を固体電解質として用いた酸素濃度電池により、酸素量を測定できる。工業的に利用された最初のもは、溶鋼中の微量酸素量を迅速に測定できる酸素センサである。それは製鋼工程にオンライン化され、鋼の品質向上原価低減に多大の貢献をしている。

その後、ZrO₂ 酸素センサは、ボイラ・工業炉の排ガス、熱処理炉の雰囲気測定などによって、省エネルギー、大気汚染防止などに利用されている。

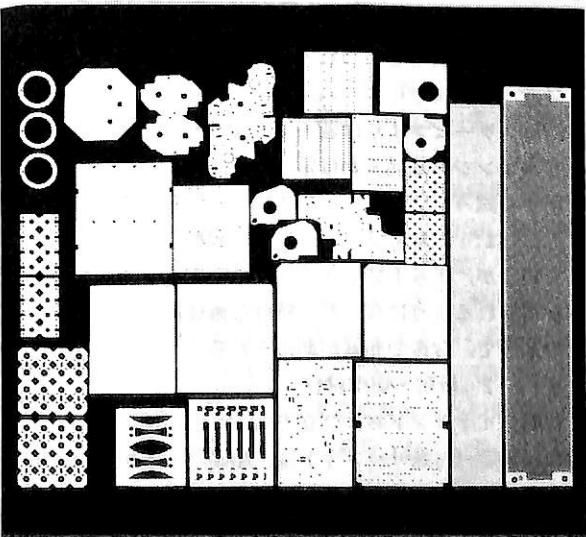
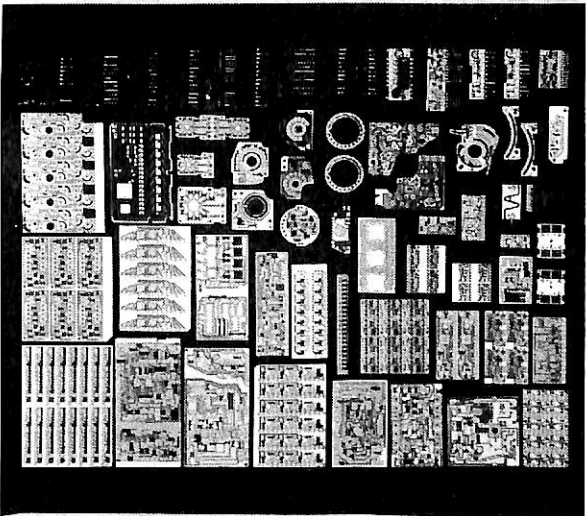
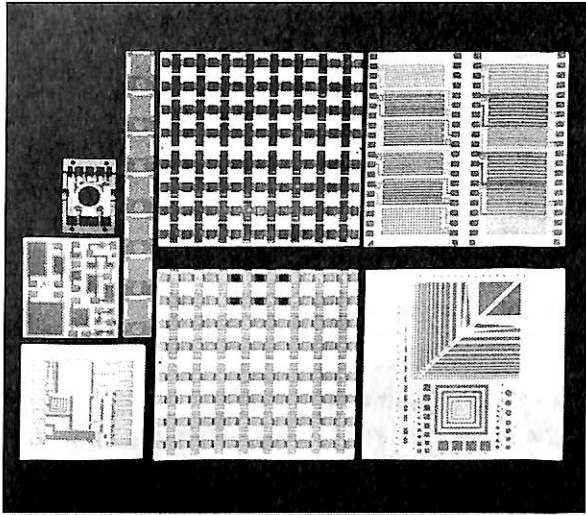
さらに自動車の排ガス浄化にも採用され、大きく発展しつつある。すなわち、ZrO₂ 酸素センサは、エンジンの電子制御センサとして、排ガスの浄化と燃費効率の向上のために用いられる。CO, NO_x, 炭化水素を同時に無害化する排ガス浄化用三元触媒は、ガス中の空気燃料比を化学量論比の狭い範囲に制御することが必要である。このため、ZrO₂ 酸素センサで空気燃料比を瞬時に検知し、エンジンの燃焼動作を最適化させることが可能となった。

また、SnO₂, ZnO などのセラミックスは n 型半導体の性質を示し、可燃性ガスの濃度を検知するセンサとして、MgCr₂O₄-TiO₂ セラミックスは湿度センサとして一般家庭にも普及してきた。

多層配線板

配線板
各種 Al_2O_3 セラミックス製品

基板



4・1・3 圧電素子

圧電素子は、電気的信号と機械的信号を相互に交換する機能がある。主に、 $Pb(Zr_x, Ti_{1-x})O_3$ を焼結させて作られる。 $Pb(Zr_x, Ti_{1-x})O_3$ は、強誘電性の結晶であり自発的電気分極を生じている。焼結体を構成する各結晶粒子の分極の向きはランダムであるため、全体では分極はみられない。しかし、この焼結体に強い電場を印加すると、各結晶の分極方向がそろう。この結果、焼結体においても単結晶の示すような圧電性が得られる。

圧電体の主な用途は、着火素子（ガスの点火栓）と共振子がある。共振子は、特定の周波数の電波だけを選択的に透過する電波のフィルターとして働き、ラジオ、テレビジョンなどの同調回路に用いられている。

圧電体の応用は探傷機器に拡がり、医療診断、魚群探知、海の測深なども可能となり、今後の展開が期待される。

4・1・4 抵抗発熱素子

セラミックスの特徴の一つが耐熱性であり、さらに導電性という機能が付与されたものが、抵抗発熱素子である。この代表例として $LaCrO_3$ などがある。

半導性 $BaTiO_3$ は、発熱特性の向上のためハニカム化することにより用いられる。 $BaTiO_3$ の性質は、相転移温度以下では低抵抗で、相転移温度から急激に抵抗が増加する PTC (Positive Temperature Coefficient) である。この特性を抵抗発熱素子として用いると、相転移温度付近で自動的に温度が制御される。 $BaTiO_3$ の Ba を一部 Pb で置換すると、相転移温度は $200^\circ C$ 以上にでき、ヘアドライヤやふとん乾燥器用に用いられる。また、Ba を Sr で置換すると、相転移温度を $70^\circ C$ 付近に下げられ、電気炊飯器の保温用に用いられる。

4・1・5 サーミスタ

半導体は一般に温度上昇とともに抵抗が減少するが、セラミックスでも多くの物質はこの特性を示す。このなかでも、化学的・熱的安定性、製造の容易性から金属酸化物が実用化された。抵抗検出により、温度制御あるいは計測を行なうためのサーミスタとして使われている。一般に、 $1^\circ C$ 当りの抵抗変化率は数%であり、温度測定の精度は高い。クーラーの温度制御、温度補償回路などサーミスタの使用範囲は広く、最近では小型化、高感度化の傾向にある。

4・1・6 磁性材料

磁性材料としては、酸化鉄を主成分としたフェライト ($MOFe_2O_3$, $M=Mn, Fe, Co, Ni$ など) と呼

ばれる一群のセラミックスがある。フェライトは、その磁氣的応答によってソフトフェライトとハードフェライトに分類される。

ソフトフェライトとしてのスピネル系フェライトは、金属系の磁性材料に比べ高抵抗であり、渦電流損が小さくすむので、高周波でのトランスの磁心に有効である。 γ - Fe_2O_3 は針状結晶の磁性材料として、録音、録画テープに使われている。磁気記憶を化学的に読み取るには、 $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ などの薄膜フェライトを使う。

ハードフェライトは永久磁石として用いられ、金属材料に比べ軽量であること、環状、ペレット状など形状に任意性が大きいことから、テレビジョンのブラウン管用磁石などに用いられている。また、ゴム中にハードフェライト粉末を分散させたものは、磁石の吸引力とゴムの気密性を兼ね備えた材料となり、冷蔵庫の気密ドアなどに使われている。

フェライトの中には電磁波を吸収するものがある。建造物での反射による電波公害を防止する目的で、高層ビルの壁にパネルとして普及した。また、最近話題を呼んでいるレーダに捕まらない戦闘機用にも使われている。

4・1・7 光学材料

セラミックスに透光性をもたせて焼結させる技術が開発されて、 Al_2O_3 、 MgO 、 Y_2O_3 を始めとする多くの透光性セラミックスが登場してきた。透光性アルミナセラミックスは、耐熱性と強度がガラスより優れているため、ナトリウムランプの発光管などに用いられている。

超高純度（10億分の1程度の不純物も問題にされる）の SiO_2 ファイバは光通信に用いられようとしている。現在の電信電話システムは、この材料の出現により大変革がもたらされようとしている。

蛍光体ではカラーテレビジョン用の赤色蛍光体の進歩が特筆に値する。希土類化合物が用いられるので、キド……という商品名が使われている。

4・2 非酸化物セラミックス

非酸化物系で工業的に有用な物質は数多くあろうが、酸化物系に比べ歴史が浅く、多くの場合、利用範囲が特定の用途に限定されているため、研究の進歩もともすると滞りがちである。近年、省エネルギー、省資源あるいは作業性の向上、加工精度の向上などの立場から、非酸化物セラミックス材料に関する認識がかなり高まってきた。さらに耐熱構造材料、研削・切削材料などの分野で、非酸化物セラミックスに関する知識が飛躍的に増大した。以下、実用化に向け研究の進んでいる炭化物、窒化物セラミックスについて述べる。

表2 非酸化物セラミックスの特性

項目 \ セラミックス	SiC	Si ₃ N ₄	AlN
融点または分解温度 (°C)	2600	1900	2450
密度 (g/cm ³)	3.25	3.27	3.26
弾性率 (×10 ⁴ kg/mm ²)	5.7	3.2	3.4
熱膨張係数 (10 ⁻⁶ /°C)	4.3	2.5~3	4.9
熱伝導率 (cal/cm·sec·°C)	0.2 (RT)	0.07 (RT)	0.07 (200°C)

4・2・1 耐熱構造材料

省エネルギーを目的とした熱機関用耐熱構造材料へのSiCおよびSi₃N₄の適用は、日本、アメリカ、ヨーロッパとも国家的プロジェクトとして進められている。欧米では自動車用ガスタービンのセラミックス化が、わが国では自動車用ディーゼルエンジンや発電用ガスタービン部品のセラミックス化が主な目標となっている。このような熱機関への応用は、その作業温度を高めることにより熱効率を向上させることにある。このため高温に耐える構造材料が必要であるが、金属ではほとんど限界に達している。セラミックスは、脆く、加工困難という欠点はあるが、耐熱性に富み、しかも比重が小さく、移動用動力機関の部品として金属より有利である（表2）。

これらの材料は将来が期待されているが、現在、信頼性の評価および信頼性の向上をどのように図っていくかが、脆性材料の設計手法の研究とあわせ大きな課題となっている。当初、SiCおよびSi₃N₄の高密度結晶体は、ガスタービン部品たとえばローター、ブレードなどへの応用を目標として検討されてきたが、大きな課題をかかえている現状から考えると、実用化されるとしてもまだ日時を要するものと思われる。

最近、これまでに得られた知識を基に、これらの材料を、ガスタービンよりは若干温度条件が緩和されるディーゼルエンジン部品または常温付近で用いる機械部品に利用する試みも活発になってきている（写真2）。

AlNはSiCおよびSi₃N₄に比べ耐酸化性に劣るとされているが、ホットプレス法により高密度・高強度焼結体が得られるようになった。特殊な融体に対する耐食性との関連で、今後の発展が期待される。

4・2・2 研削・切削材料

合成ダイヤモンドおよび立方晶BNが市場に現われた。WC-C₀系サーメットは、超硬バイト用素材として重要な位置を占めている。TiC焼結体が切削バイト用素材として優れた性質を有することが示されて以来、TiN

表3 新SiCセラミックスの特性とその他の材料との比較

項目	材料	新SiC	Al ₂ O ₃	BeO	Al	単結晶Si
熱伝導率	(cal/cm·sec·°C)	0.65	0.048	0.57	0.55	0.30
熱膨張係数	(10 ⁻⁶ /°C)	3.7	6.7~7.5	8.0	25.7	3.5~4.0
電気抵抗率	(Ω·cm)	>4×10 ¹³	>10 ¹⁴	>10 ¹⁴	2.7×10 ⁻⁶	—
誘電率	(1 MHz)	42	8~10	6~8	—	12

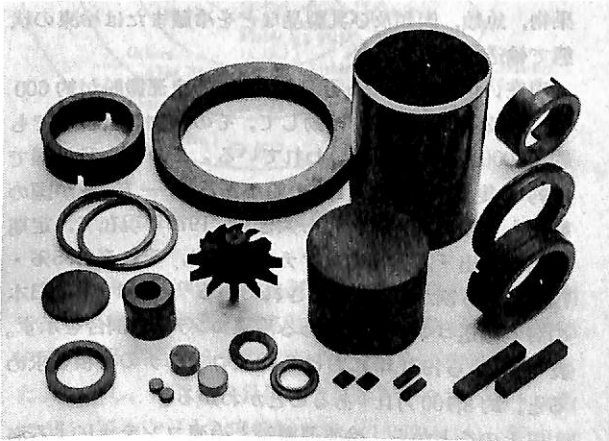


写真2 SiCセラミックス機械部品

焼結体、それらのコーティングなどの有用性が知られ、それらは実用に供されるようになった。

セラミックス製品の寸法精度に対する要求も今後ますます厳しくなると思われるので、合成ダイヤモンドおよび立方晶BNは、将来、セラミックスの研削加工にも重要な地位を占めるであろう。

4・2・3 エレクトロセラミックス

電子回路の集積化、小型化が急速に進行中である。LSIチップからの熱発生に伴う熱放散技術が機器の性能維持上重要な問題となっており、放散性の優れた絶縁基板の開発要求が高まってきた。

最近、高い電気絶縁性があり、しかも高熱伝導性をあわせもつ新SiC焼結体が開発された。この新SiC焼結体は、SiCにBeOを添加し真空ホットプレスで焼結して得られる。その特性は、従来のSiC焼結体と比べ、熱伝導率で2~3倍、比抵抗で10倍大きく、Alをしのぐ熱伝導率とAl₂O₃セラミックスに近い比抵抗を示す(表3)。この材料は、半導体デバイスの放熱絶縁基板への応用を始めとして、幅広い用途があると期待されている。

5. おわりに

今後の技術革新は、学会、産業界の一致した意見として、新素材をベースに展開されるであろうと予測される。

セラミックスもよりファインなものを求めて開発が進められているが、さらに広く利用されるためには、セラミックスに関する使用経験を積むこと、それに適した設計手法を確立すること、さらには、電気、機械、金属とセラミックスの技術者が、互いに境界分野に立ち入って積極的に協力、融合しあうことが必要であろう。海との関連においても、マリンセラミックスなる新分野の誕生を期待するものである。

参考文献

- 1) W. D. Kingery, H. K. Bower, Dr. Uhlmann, 「Introduction to Ceramics」 2版 (1976) John Wiley & Sons
- 2) ニューセラミックス懇話会編, 「ニューセラミックス—材料とその応用」 3版 (1978) 日刊工業新聞社
- 3) 「特集—粉体プロセス」セラミックス 12(5) (1977)
- 4) 「特集—窯業における成形法の進歩」セラミックス 12(3) (1977)
- 5) 松本忠恕, 「ニューセラミックス合成プロセス」 (1975) 日刊工業新聞社
- 6) 柳田博明, 「セラミックスの多様な機能」科学と実験 [11] (1980)
- 7) 柳田博明, 「セラミックスの研究開発の目指すもの」精密機械, 46 [1] (1980)
- 8) 「特集—エンジニアリングセラミックス」セラミックス 18 [1] (1983)
- 9) 奥田 博, 「セラミックス耐熱材料の現状と動向」電気評論, 66 [1] (1981)
- 10) 定村 茂, 他, 「“夢の材料” 機能性セラミックスの世界」化学と工業, 35 [8] (1982)
- 11) 前田邦裕, 他, 「高熱伝導電気絶縁性SiC焼結体の粒界」セラミックス, 18 [3] (1983)

冷凍運搬船 <1>

— Reefer —

角張 昭介・椎原 裕美

第 1 章 序

1・1 まえがき

私たちのまわりを見渡すと、季節の別なく、また地域
の別なく、色々の食物が目にはいり、口にすることがで
きる。野菜や果物は、ほとんど一年を通して、国内だけ
でなく、世界中の物が手に入る。また遠く南洋の漁場で
獲れた魚類や、米国、オーストラリア等からの肉類もそ
の鮮度を保ちながら日本へ運ばれて来る。これらは農・
漁業技術の進歩に加えて、陸上及び海上における低温流
通機構の進歩・定着に頼るところが大である。

本連載では、特に海上における低温貨物輸送を取り上
げる。低温貨物を海上輸送するには、冷凍運搬船、また
はコンテナ船に頼る。冷凍運搬船は、一般にリーファー
(Reefer; Refrigerator ship の略) と呼ばれ、野菜、

果物、魚類、肉類及び乳製品などを冷蔵または冷凍の状
態で輸送する。

現在、世界中で 12.5 万 ft³ 以上の冷凍運搬船が約 600
隻 (1982年 2月現在) 稼動して、その貨物載貨容積でも
約 19,000 万 ft³ あるといわれている。この内、我が国で
は約 80 隻、約 2,000 万 ft³ の船がある¹⁾。一方、我が国の
輸出入貨物のコンテナ化も大きく、1979年現在で、定期
航路の輸出・入貨物のコンテナ化率は、それぞれ 55%・
72% で約 6割がコンテナ化されている²⁾。表 1・1 に日本
の海上輸送コンテナに占める冷凍コンテナの割合を示す。
表 1・1 から 1981年における冷凍コンテナの容積を求め
ると、約 2,100 万 ft³ あることがわかる。

以上のことから、冷凍運搬船と冷凍コンテナによる海
上輸送を考えた場合、現在では、ほぼ半々の割合とい
うことが言える。表 1・2 に海上コンテナに占める冷凍コ
ンテナの割合の推移を示す。同表から見ると今後も冷凍
貨物においてもコンテナ化が進むことが予想される。

表 1・1 海上輸送コンテナに占める冷凍コンテナ保有数の割合 (日本)²⁾

年度	S 48年	%	S 49年	%	S 50年	%	S 51年	%	S 52年	%	S 53年	%	S 54年	%	S 55年	%	S 56年	%
20 FOOTER	3,944	6.2	4,595	6.5	5,263	7.3	6,785	7.8	8,245	8.7	7,604	8.2	8,327	8.1	8,752	7.5	9,401	6.2
	63,437		70,553		72,278		87,008		83,234		93,168		102,776		116,201		151,888	
40 FOOTER	1,603	5.9	2,507	7.4	2,837	8.3	3,155	8.2	3,644	10.1	4,239	10.2	4,849	10.8	5,385	13.5	6,369	12.0
	27,211		33,819		34,265		38,375		36,059		41,594		44,747		39,856		53,133	

表 1・2 海上コンテナタイプ別保有割合の推移²⁾

年度	S 46年		S 47年		S 48年		S 49年		S 50年		S 51年		S 52年		S 53年		S 54年		S 55年	
	DR	REF-	DR	REF-	DR	REF-	DR	REF-	DR	REF-	DR	REF-	DR	REF-	DR	REF-	DR	REF-	DR	REF-
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
世界	78.9	9.4	81.5	7.9	82.6	7.1	83.6	6.7	83.6	6.5	83.9	6.4	84.5	6.1	84.9	6.0	—	—	—	—
日本	78.6	6.1	77.6	6.0	76.1	6.1	77.1	7.0	75.5	7.8	77.5	8.0	75.0	9.4	76.7	9.1	77.5	9.4	77.0	10.0

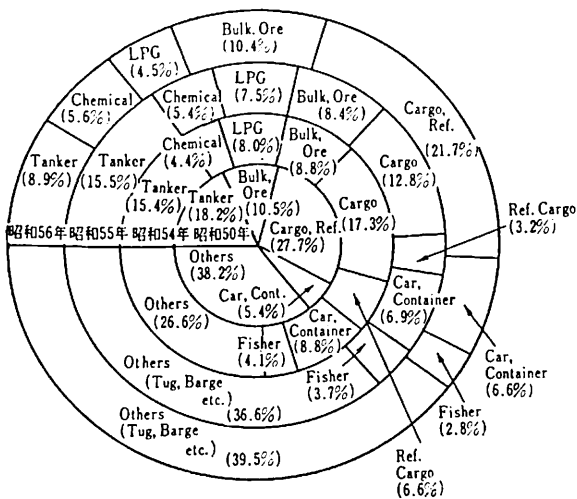


図 1・1 隻数別百分率

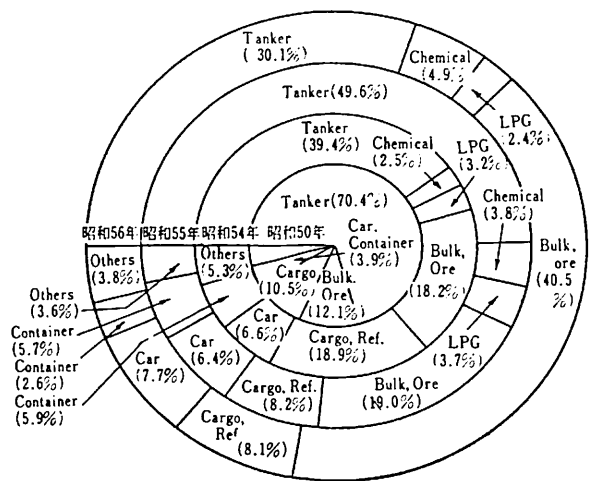


図 1・2 総トン別百分率

もっとも、我が国の冷凍運搬船市場は、ここ数年の間で急速に成長したものであり、5～6年前までは世界の中で占める割合も3%程度と少なく、中小型船が多かった。しかし、1982年7月現在で見ると158隻、総トン数で464,126トン（うち内航船5隻、1,962トン）、平均総トン数2,937トン³⁾となっている。（注；3,000トン程度の船では船型・船種にもよるが、おおよそ13～5万ft³の冷蔵倉を持っていると考えられる。）世界の中での占有率も、隻数で13.4%、冷蔵倉容積で10.5%⁴⁾に達している。また、1977年と比べてみても平均総トン数で約900トン⁵⁾増となっており、船型も一般的に大きくなっていることがわかる。

次に、貨物船の中で冷凍運搬船の占める割合を見ても。図1・1及び図1・2に日本海事協会（NK）に登録された船の年度毎の船の用途別割合を示す⁶⁾。そして表1・3に冷凍運搬船（NK-RMC）の冷蔵容積別の隻数を示す⁷⁾。同表を見ると、建造年度、隻数にかなりの波があることがわかる。

ちなみに我が国の冷凍運搬船の建造のサイクルは3～4年と言われている、それも特に造船業界が好景気の時よりも、そうでない時に多く建造されるとも言われる。このことは、冷凍運搬船の場合、冷凍装置及び防熱装置がそれらのメーカーによって作られるので、造船所は船殻を建造後は、船台を貸すに近くなるという事情があると言われる。

また、一方では冷凍運搬船の船価は一般雑貨物船の2倍と言われ、そのオーナーは個人企業が多く、公的融資制度の恩恵に浴していない結果、商社や信託銀行筋から

の融資に頼るため、不況時の投資対象物とされて来たと言われる。造船業界としても、船台確保のため、延べ払いにも応じる結果、不況時の冷凍運搬船建造ブームが起こることになり、過去このサイクルを繰り返して来ている⁸⁾。

表1・3を見ると1979年に大量に建造された後、1982年に多く建造されている。我が国では昨年から今年にかけて、多数の冷凍運搬船が建造されており、一つのブームを呈している感がある。今年も国内造船所で建造される冷凍運搬船は数十隻に達すると思われる。

数年前までは、我が国の冷凍運搬船は水産会社保有の船が多く、そのため、漁獲物運搬船等、冷凍品（凍結品）を運ぶ船が多かった。そして欧米系の船社（サレン、ローレッツェン等）に果物類の輸送も独占されていたが、最近、我が国で建造される冷凍運搬船は、冷凍品に加え

表 1・3 NK登録船（RMC符号を持つ船）の冷蔵倉容積別隻数

冷蔵倉容積 (m ³)	入 級 年 度				
	1979	1980	1981	1982	Total
0～ 2,000	8	7	6	12	87
2,000～ 5,000	2	9	2	15	107
5,000～ 8,000	10	2	1	6	44
8,000～ 10,000	9	3	0	3	24
10,000～	8	0	0	5	24
	37	21	9	41	286

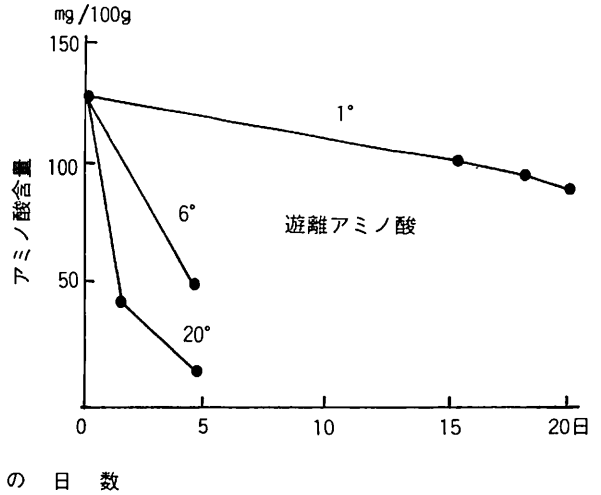
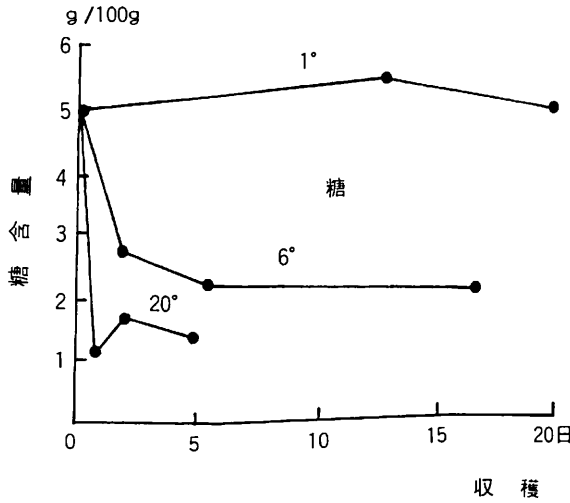


図1・3 実エンドウ収穫後の糖および遊離アミノ酸の変化⁹⁾

て、果物類等の冷蔵品も積載可能な船が多くなって来ている。これは航路によっては、我が国の船社が果物類等の輸送でも世界第3位につけるほどに成長してきている等の背景もあり、我が国の冷凍運搬船市場は荷役施設等も含めて、国際的レベルにきていると言える。

本連載では、これまで述べてきたように世界の造船、海運界に於て、我が国が近年急速に実力を蓄え、且つ、注目を浴びてきている冷凍運搬船及び冷凍コンテナに関し、その設計、施工、保守管理並びにこれらを取り巻く関連諸規則等の実情をとりまとめ解説する。

1・2 冷やす目的と冷凍・冷蔵の定義

野菜・果物類等の青果物は、一般に収穫後の品質変化が速い。変色やしおれなど外観的な変化だけでなく、風味、栄養成分、肉質など内容的品質の劣化するものもある。

図1・3は、実エンドウの収穫後さやを各種温度に保持した場合の豆の糖及びアミノ酸含量の変化を示したものである⁹⁾。遊離アミノ酸含量でも20°Cで保持すると2日、6°Cでも5日で $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ に減少する。このため、エンドウの外観は収穫当時とほとんど変わらなくても、食味は明らかに劣化することになる。

スイートコーンでも収穫後の糖減少の速いことがよく知られている。また、リンゴでは有機酸含量の変化が速く、一例では収穫後わずか1週間で、20°Cでは15%、30°Cでは41%の酸が失われ、爽快な食味を失なう原因となる。

野菜に含まれるビタミンCは壊れやすいことでも知られているが、葉菜類では、大体20°Cで5~7日でビタミ

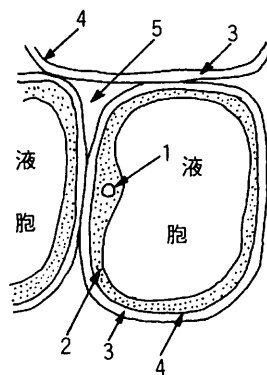
ンCが半減し、ハウレン草では、20°Cでは2~3日で半分以下になるとも言われている⁹⁾。

しかし、図1・3からも明らかなように、エンドウでも1°Cに保持すると、その品質の低下の速さを遅らせることができる。ここに野菜・果物類の低温輸送または低温貯蔵が進歩してきた根拠があるわけである。

一般に、野菜・果物・肉類等の食品を低温に冷やしていくと、ある温度で食品中の水が凍り始める。この温度を氷結点という。一般的に生鮮食品の氷結点は-0.5~-2.5°Cである。野菜・果物・肉類などの生物体組織は細胞で構成されており、植物性その内でも特に果物類では図1・4にみられるように非常に大きな液胞に占められており、その液胞中の細胞液に糖、酸、アミノ酸、塩類、アントシアン色素などの大部分が溶存している。

食品を氷結点まで冷やすと、細胞内の水が氷結することにより細胞が破壊される。その結果、その食品を解凍

すると食品の保持していた水が流出するドリップ現象が起こり、果物類では品質が極端に低下してしまう。一方、肉類等の動物性細胞では、先にみた液胞を持たないので、そのドリップ量も約1%程度と小さなものとなる⁹⁾。



1: 核 2: 細胞質 3: 細胞壁

4: 細胞膜 5: 細胞間隙 図1・4 果肉細胞の模式図⁹⁾

表 1・4 積載物の保蔵温度と湿度

	積 載 物	輸 送 温 度 (°C)	限 界 温 度 (°C)	関 係 湿 度 (%)
青 果 物	リンゴ	-1.1 ~ 0	-1.5	85 ~ 90
	バナナ(緑熟)	11.5 ~ 13	10	85 ~ 95
	グレープフルーツ	0 ~ 10	-0.5	80 ~ 85
	レモン	3.5 又は 13 ~ 15	2.8	85 ~ 90
	オレンジ	0 ~ 1.1	-0.5	85 ~ 90
	洋梨	-0.5 ~ 0	-1.0	85 ~ 95
	アスパラガス	0.5 ~ 1.5	0	90 ~ 95
	キャベツ	0 ~ 0.5	0	90 ~ 95
	玉ネギ	0 ~ 0.5	0	70 ~ 75
酪 農 品	チーズ	1.0 ~ 4.5	-1.0 ~ 3.5	65 ~ 70
	バター(クリーム状)	-4.0 ~ -2.0	-6.2	80 ~ 85
	チルドミート	-1.0 ~ 0.5	-2.0	88 ~ 92
	卵	-1.0 ~ 0	-1.0	80 ~ 85
凍 結 物	青果物	-18 ~ -23	—	90 ~ 95
	バナナ	-15 ~ -9.5	—	80 ~ 85
	肉類	-18 ~ -23	—	90 ~ 95
	魚類	-18 ~ -23	—	90 ~ 95
	魚類(鮪)	-45 ~ -50	—	90 ~ 95

食品を低温状態で輸送・貯蔵するに際しては、氷結点を境とした食品の保持状態に応じ、次の用語が用いられている。

冷蔵：氷結点以上の温度に保持すること

冷凍：氷結点以下の温度に保持すること

冷蔵貯蔵される食品には、グレープフルーツ、オレンジ、バナナ、レモン等の果物やトマト、キュウリ、ナス等の野菜がある。もっとも、野菜の中でも、葉菜類のように細胞壁が厚く、煮て食べる場合が多いものについては冷凍されても、さほど品質低下は目立たない。表1・4に果物・野菜類及び肉類等の輸送時の保持温度を示す。一般に冷蔵食品は冷凍食品に比べて、その保持温度に関しての温度管理が厳しく、保持温度管理を誤ると熟成させ過ぎたり、腐らしてしまう。

これに対して、エビやアワビ等を含めて魚介類及び肉類は、冷凍貯蔵され、一般に-15°C以下で保持される。特に鮪は、-45°C~-50°Cに凍結されて南洋の漁場から仲積船(漁船から魚を受けとり、かわりに食料・燃料等を漁船に渡し、魚を本国まで低温輸送する船)で運ばれてくる。

冷凍品は、保持温度に対してある程度の温度のバラツキがあっても、さほど品質低下にはつながらないが、図1・5及び図1・6に示すように、保持温度を誤ると品質は低下する。図1・5の生鮮度K値及び図1・6のた

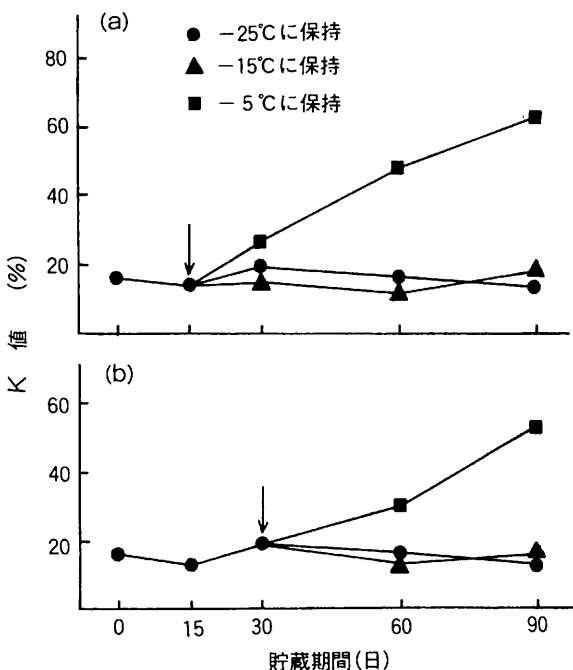


図 1・5 凍結マアジの貯蔵温度を15日目および30日目に上昇させたときのK値の変化¹⁰⁾

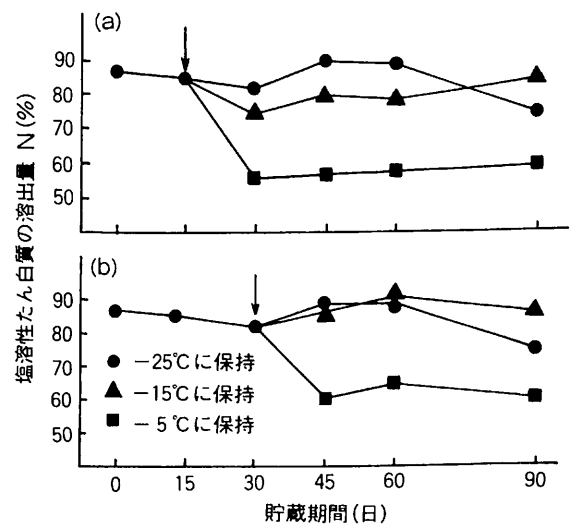


図 1・6 凍結マアジの貯蔵温度を15日目および30日目に上昇させたときの塩溶性たん白の溶出性の変化¹⁰⁾

ん白変性は次のようにして求められる。

(1) 生鮮度 (K 値)

細碎した試料肉を過塩素酸溶液で抽出, KOH 溶液で中和後, 沈殿物を過塩素酸中和液 (過塩素酸溶液を KOH で中和したもの) で洗浄し遠心分離後その上澄液を魚肉抽出液とした。魚肉抽出液について, HxR + Hx* と ATP + ADP + AMP + IMP* の分画操作をイオン交換樹脂 Dowex 1 × 4 Cl⁻ 型のカラムを使用するカラムクロマト法による迅速定量法にしたがって行なった, 分画後 HxR + Hx 分画 (A 分画) と ATM + ADP + AMP + IMP 分画 (B 分画) の 250 μm における吸光度を測定し, 次式によって K 値を求めた。

$$K (\%) = \frac{E_{250\mu m A}}{E_{250\mu m A} + E_{250\mu m B}} \times 100$$

- 注) * ATP : アデノシン 3りん酸
- ADP : アデノシン 2りん酸
- AMP : アデニール酸
- IMP : イノシン酸
- HxR : イノシン
- Hx : ヒポキサンチン

(2) たん白変性 (塩溶性たん白の溶出量)

細碎均一化した試料肉に, あらかじめ冷却した 5% NaCl 溶液に 0.02 M NaHCO₃ 溶液を加え 10% HCl 溶液で pH を 7.2 ~ 7.3 に調整した液を 20 倍量加え, 泡止めブレンダーで 1 分間抽出し, 遠心分離 (0°C, 6,000 rpm, 20 分) し, その上澄液を塩可溶性たん白区分とした。ミクロケルダール法で塩可溶性たん白態窒素量を定量し, 全窒素量に対する百分率をもって塩溶性たん白の溶出量を示した。

また, この事は魚介類の凍結温度と貯蔵温度の関係についても言われている。図 1・7 に凍結したタラ筋肉の凍

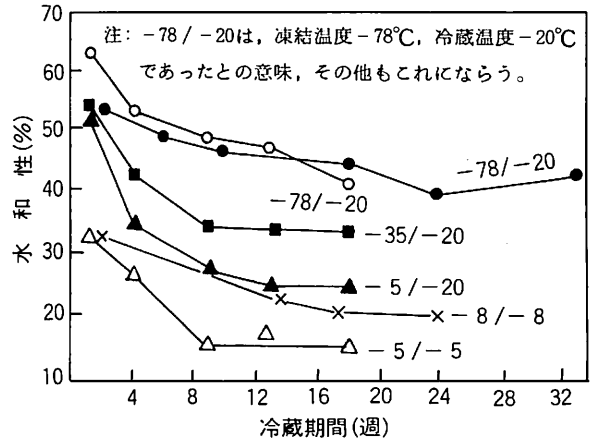


図 1・7 水和性に及ぼす凍結と貯蔵の温度の影響¹¹⁾

結温度, 貯蔵温度の水和性に及ぼす影響を示す。しかし, 現在は凍結装置の凍結速度も 1 ~ 2 cm/h ぐらいになっており, 凍結所要時間についてはさほどやかましくいわれていない。表 1・5 に凍結魚の貯蔵期間を示す。また, 食肉, チーズ, 鶏卵等はチルド食品と呼ばれ, 氷結点前後の 5°C ~ -1°C の温度で低温輸送される。

食肉は動物の死後, その筋肉組織は固くなり (死後硬直), その後, 筋肉中に含まれる酵素により軟化する (自己消化)。動物の肉が食肉となるためには, この自己消化による軟化が必要であり (このことを一般に熟成と呼ぶ), 調理材料としても風味も増加して好ましい状態となる。

この熟成に要する時間は, 動物の種類及び放置温度によって異なるが, 一般に 0°C では 10 ~ 13 日, 5°C で 7 ~ 8 日, 10°C で 4 ~ 5 日, 15°C で 2 ~ 3 日, 20°C で 30 ~ 40 時間, 30°C で 10 ~ 11 時間程度である³⁾。食肉のチルド輸送は, この熟成させながらの輸送方法なのである。また, 魚類についても長期貯蔵はできないが, 0°C 近辺でなま魚としてのチルド輸送がある。

表 1・5 凍結魚の冷蔵期間¹²⁾

魚の形状	冷蔵温度別の期間 (シェルフ・ライフ)					
	-9.5°C (15°F)		-20°C (-5°F)		-29°C (-20°F)	
	良好	食用不適	良好	食用不適	良好	食用不適
内ぞう除去したホワイト・フィッシュ ¹⁾	1 カ月	4 カ月	4 カ月	15 カ月	8 カ月	4 カ月
内ぞう除去した多脂魚 ²⁾	1 カ月	3 カ月	3 カ月	6 カ月	6 カ月	1.5 カ月
燻製のホワイト・フィッシュ ³⁾	1 カ月	3 カ月	3.5 カ月	10 カ月	7 カ月	1 カ月
くん製のニンジン ⁴⁾	3 週	2 カ月	2 カ月	5 カ月	4.5 カ月	9 カ月

注: 1) Gutted white fish 2) Gutted fatty fish 3) Smoked white fish 4) Kippers

しかし、魚肉の場合のもともと組織が軟弱であり、しかも死後硬直の持続時間が哺乳動物より短かいので、とくに熟成処理をする必要はなく、むしろ死後の経過時間が短かいほど好ましい調理材料になる。それ故に、魚類は漁獲後、直ちに凍結され、冷凍輸送されるのである。

生鮮食品の品質低下の原因としては、酵素反応や微生物(細菌)作用のほかに、物理的变化、化学的反応など種々の原因が上げられる。この中で、酵素反応・微生物作用とも、低温に保持することにより、その働きを抑制できる。

酵素作用の酵素は、その働きにより加水分解酵素と酸化酵素に分けられる。加水分解酵素は、大きい分子の有機物を加水分解によって小さい分子に分解する。この酵素にはタンパク質をアルブモースとペプトンに分解するペプシン、更にアミノ酸まで分解するトリプシン、油脂に作用してグリセリンと脂肪酸に分解し油脂を酸化性酸敗させるリパーゼ等が知られている。表1・6に種々の酵素の食品の品質低下におよぼす影響を示す。この酵素作用はpHと温度によりその働きが支配され、温度に関しては、低温に保つことにより酵素の働きを弱めることができ、-25℃~-30℃以下に保てば、動植物中の酵素は完全に死活すると言われている¹³⁾。

微生物作用としては、細菌、酵母およびカビがある。その中でも細菌による損失は、食品を腐敗させたり、食中毒をおこす原因を作ったりして、品質低下、更には、

食用不能となる原因の大半を占めている。細菌が繁殖するには、その環境条件がそろわなければならない、その環境条件として主なものに、水分、温度、酸素、pH、光線などがあり、これらのうち、どれかの条件が欠けても細菌の繁殖は弱まる。菌種による特性の差はあっても、先の条件の内一つでも不適當な環境を作り出せば、細菌による品質低下を防げるか、少なくとも弱められることになり、食品の低温保持が有効なその一つの手段となる。

表1・7に細菌の発育、繁殖に対しての最低・最適・最高の温度域を示す。細菌は一般に低温度に対してかなりな抵抗力があり、発育限界は-10~-20℃ともいわれている。したがって、凍結貯蔵した食品でも、それに付着している細菌は死んでいるわけではなく、その生理作用は休止しているか、活動が鈍くなっているに過ぎないので、貯蔵期間が長くなると次第に細菌による悪変が進むことになる。

しかし、現在でも魚肉等のボツクリニス菌(clostridium botulinum)による食中毒の被害が発生することがあるが、このボツクリニス菌の発育限界は3.3℃と言われ¹⁴⁾、この温度以下に貯蔵すればこの菌は発育できず、この菌による食中毒の危険性を少なくとも低温貯蔵中は押え得ることができる。

以上のことから食品の鮮度維持に関して、低温輸送・貯蔵はその有効な手段であることがわかる。

表1・6 動植物体に存在する酵素が食品の品質におよぼす影響¹³⁾

酵 素 名	種 類	害 作 用	所 在
ペプシン	加水分解酵素	タンパク質の分解	動物の胃液
チアミナーゼI	"	ビタミンB ₁ の破壊	貝類、ワラビ、ゼンマイ
エラスターゼ	"	食肉の軟化	ウシ、ブタ
カタペシンC	"	肉の自己消化	動物
リパーゼ	"	脂質の酸化	ゴマの種子
キサントキシナーゼ	酸化酵素	ミルクフレーバーの悪変	牛乳、肝蔵
チロシナーゼ	"	そ菜類の褐変、フレーバーの悪変	そ菜類、果実
ペルオキシナーゼ	"	"	"
リポキシターゼ	"	"	大豆
クロロフィラーゼ	"	果実、そ菜の貯蔵に有害	植物
カタラーゼ	"	そ菜類の褐変、フレーバーの悪変	肝蔵

1・3 冷凍運搬船とは

冷凍運搬船(Reefer)の言葉は一般に、チルド食品も含めた冷蔵及び冷凍品を、低温に保持しながら輸送する船に対して用いられる。主に冷蔵品

表1・7 細菌類の発育温度¹³⁾

群	温度域		
	最低温度(°C)	最適温度(°C)	最高温度(°C)
低温菌 (土壌細菌、水菌等)	0	10~20	25~30
中温菌 (病原菌、腐敗菌等)	10~15	30~37	45
高温菌 (温泉・堆肥中の菌)	40	50~60	75

のみを運搬する船を称して冷蔵運搬船ということもあるが、現在では、冷蔵品のみを積載する船は少なく、冷凍品のみか、または冷蔵品・冷凍品どちらでも積載可能な仕様になっている船がほとんどである。冷凍品のみを運搬するように作られている船は、ほとんどが漁獲物運搬船であり、この中でも仲積船の数が多い。

仲積船は、遠洋漁場で漁業に従事する漁船から獲れた魚を受け取り、本国または基地まで低温輸送するための船である。我が国の漁獲高は年間1,000～1,100万トンと言われている¹⁾が、この約半量をこれらの仲積船で我が国まで運んで来ている。

我が国の漁獲物運搬船は現在では、殆んどが倉内保持温度を -25°C ～ -30°C または -45°C ～ -50°C に作られており、前節で示したように -45°C ～ -50°C の倉内温度の船は、その大部分が遠洋漁場で獲れた鮪を我が国まで運ぶ仲積船として運航されているようである。

冷凍品のみを運ぶ船に比べて、冷蔵品も運べる船は設備的には、そのための種々の装置（後章参照）が必要になってくる。また、例えば米国へ運航される船の場合、USDA（United States Department of Agriculture：米国農務省）の規格を満足する必要等がある。

冷凍運搬船及び冷凍コンテナについて、ここで特に注意しておかなければならないことは、これらは冷凍品及び冷蔵品とも、低温に貯蔵するための船及びコンテナであり、冷却されまたは凍結された状態の貨物を積み込む、例えば -45°C 程度に凍結された鮪は冷凍運搬船に積み込めるが、獲れたばかりの鮪を冷蔵倉に入れて、 -45°C まで冷却・貯蔵するわけではない。

このため、漁船には、急速凍結装置が設備しており、鮪は漁獲後、選別・洗浄・脱血されて、急速凍結装置に入れて凍結される。この凍結された鮪を仲積船が受け取るのである。このことは、他の冷蔵品・冷凍品についても同じであり、バナナ等で輸送中に熟成させる場合を除き、果物・野菜・肉類について産地で冷やされた後、コンテナや船に積み込まれる。

一般に冷凍運搬船の冷凍装置は、未冷却の品物を積み込んでも、所定温度まで冷却できるだけの冷凍能力を有しているが、未冷却の品物を積み込むと冷却時間が長くなる。前節で述べたように、緩慢冷却は食品の品質低下を促すので、産地で急速冷却されたものを積み込む。

冷蔵設備から見た場合、冷蔵倉内の冷却方式は、グリッドコイル方式（冷蔵倉内壁の防熱装置表面に、冷媒管をコイル状に配置する方式、詳細は第4章参照）と空気冷却器方式がある。前者の場合は、精密な温度コントロールができないために冷凍品、特に漁獲物専用の運搬船

に採用される。それに比べて後者は、精密な温度コントロールが可能であり、果物等の冷蔵品の運搬を目的とする船に設備される。

冷凍運搬船の大きさを呼称する際には、一般にトン数は用いず、冷凍／冷蔵貨物倉の載貨有効容積を立方呎(ft^3)で表わし、例えば、31万キュービック・フィート(Cubic Feet)の冷凍倉容積を有する船等と称される。表示は、31 CF, 31f^3 または 31ft^3 のいずれかが使用される。しかし、近年メートル単位により m^3 表示をするケースも増えてきているので、換算に注意する必要がある。(注： $1\text{m}^3 \approx 35.31\text{ft}^3$)

また、冷凍運搬船の大小を論ずる場合、一般的に次のような区分が考えられている。即ち、

- 小型船； 15万～20万 ft^3 ， 漁類輸送主力
- 中型船； 30万～45万 ft^3 ， 魚類， 果物両用
- 大型船； 50万 ft^3 以上， 果物主力

なお、現在就航中の最大船型は、サレン社SNOW型の611,600 ft^3 であり、建造中のものでは、デンマークLauritzenの63 ft^3 型が最大と見做されている。

船舶の貨物倉の容積の表示には、ベールとグレーンの2種類の方法があり、冷凍運搬船に於ける上記の容積はベールのことを称している。(グレーンは主に、ばら積貨物に対する容積に使用される)即ち、図1・8に示す如くベールとは、包装貨物に対する容積のことであり、貨物倉底部または内底板の内張り板上、側面は肋骨または隔壁の防撓材の内張りまで、頂部は甲板梁下面および倉

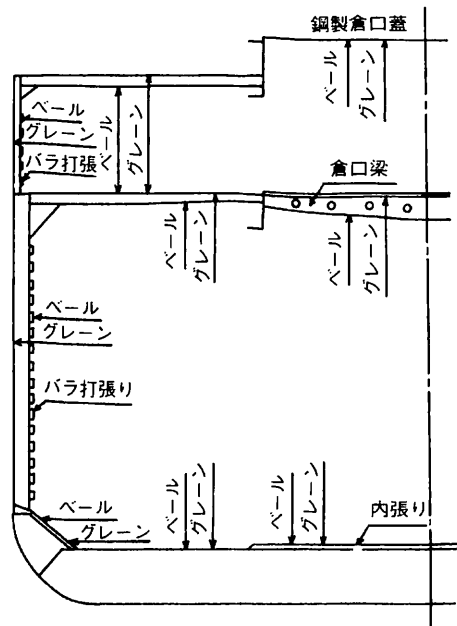


図1・8 ベールとグレーン

表1・8 船籍国別，船型別，リーファー保有状況¹⁾(単位：船型 = 万 ft³，冷蔵倉；1,000f³)

船籍	船型	12.5～ 14.9	15～ 19.9	20～ 24.9	25～ 29.9	30～ 34.9	35～ 39.9	40～ 41.9	45～ 49.9	50～ 54.9	55～	隻数計	冷蔵艙計
ギリシア		1	5	16	14	7	16		8	4	2	73	23,698
リベリア			1	9	10	23	6	13	2		1	65	21,662
日本		14	25	11	5	15	1	8	2			81	19,950
イギリス						4	13	2	10	3	10	42	19,259
パナマ		7	1	16	9	11	4	12	2	1		63	18,617
ソビエト			14	9	18	4						45	10,688
スウェーデン											11	11	6,690
オランダ		17	2							4		23	4,699
フィリピン			1	1		1	1	3			2	9	3,550
デンマーク		1						2			4	7	3,328
バミューダ								2	3	2		7	3,319
ノルウェー		3					2		1	2	1	9	3,300
モロッコ			5	3		1	4					13	3,271
東ドイツ					2	4	4					10	3,218
キューバ			1	1		2		5				9	3,241
スペイン		7	9	2								18	3,117
アメリカ					5			4				9	2,992
ニクアドル						2	5	1				8	2,938
フランス		2		1	2	2	3					10	2,936
シンガポール		1				2	1	1	2			7	2,560
バハマ					1	1		2	1	1		6	2,460
イタリア					4			3				7	2,420
ホンジュラス			1		2			4				7	2,337
アルゼンチン		1	2				3	1				7	2,097
ベルギー							1		3			4	1,811
ユーゴスラビア				2	1	1			1			5	1,539
スイス							1			2		3	1,380
ポーランド			3		3							6	1,373
U A E						1			2			3	1,309
台湾				3	2							5	1,293
韓国			1	3	1							5	1,154
サウジアラビア			1		2	1						4	1,101
その他			2	4	6	1	5	4				22	6,791
合計		54	74	81	87	83	70	67	37	19	31	603	
		7,301	13,175	18,164	23,802	27,371	26,020	28,391	17,615	9,874	18,415		190,128

注：1982年竣工船を含まない。

資料：Klaveness Chartering (Oslo) の "Reefer Tonnage List" Feb. 1982 より作成。

口梁下面まで(鋼製倉口蓋装備の場合、倉口縁材上面まで)の内のりを計測したものである。

従って、冷凍倉に於ては、冷却管やエアダクト等の保護のための内張り板がある場合には、そこまでの内のりを計測したものとなるが、冷凍機能力の設計上は、防熱材内側までの全容積を使用するのが一般的である。

なお、ベール容積では、肘板、縦通桁、梁柱、内張りのない隔壁の防撓材などはないものとして計算し、これらの構造物に対する控除率として0.2%をとるのが一般的である。

表1・8に世界の12.5万ft³以上の冷凍運搬船の船籍国、冷蔵倉容積別の保有状況を示す。同表から判るように、日本は現在81隻、1,955万ft³の冷凍運搬船を保有し、世界第3位に位置している。また、前節で述べたように、ソビエト同様に容積の小さい船が多く、これは、両国とも、仲積船を含む漁獲物運搬船が多いためである。

次に、冷凍運搬船の船齢について見てみる。表1・9を見ると冷凍運搬船は比較的均等に建造されていることが判る。世界的にも冷凍運搬船は3~4年周期の波で建造ブームが起こるが、現在船齢の古い船もかなり有り、今後も代替建造も含めて、かなりの数建造されるものと思われる。実際、1982~4年は冷凍運搬船建造の波のピークに有り、現在80隻程度の建造が見込まれている。ちなみに、冷凍運搬船の経済速力は、

小型船……13~16ノット

中型船……17~20ノット

大型船……20~22ノット

のものが多い。

次回、代表的な冷凍運搬船の各種の実例を紹介する。

(つづく)

参考文献

- 1) 吉田滋:「世界の冷凍冷蔵貨物とリーファー」, 海事産業研究所報, 1982年9月

表1・9 保有リーファ어의船齢区分¹⁾

船 齢	隻 数	冷蔵艙計 (1,000 f ³)	%
1~5年	154	48,661	25.6
6~10	123	42,907	22.6
11~15	159	50,816	26.7
16~20	102	32,130	16.9
21~	65	15,614	8.2
合 計	603	190,128	100.0

- 2) 海上コンテナ協会:「コンテナリゼーション」
大羽純昭:「冷凍」, Vol. 58, No. 664, p. 159 に掲載
- 3) 日本船主協会:「日本商船船腹統計」, 1982年
- 4) Klaveness Chartering (Oslo):
`Reefer Tonnage List`, Feb. 1982
- 5) 日本船主協会:「日本商船船腹統計」, 1977年
- 6) 日本海事協会:「昭和56年度入級船概要」,
日本海事協会会誌, No. 179, 1982
- 7) 日本海事協会:「Annual Report」, 1979, 80,
81, 82
- 8) 山本長英:「冷凍」, Vol. 58, No. 664, p. 214
- 9) 岩田隆:「冷凍空調技術」, Vol. 33, No. 391, p. 35
- 10) 小嶋秩夫:「冷凍」, Vol. 58, No. 663, p. 23
- 11) E. Heen: International Journal of Refrigeration,
Vol. 5, No. 1, Jan. 1982, p. 45~
- 12) Joint FAO/WHO food standards program,
CAC/RCP 16-1978. Recommended international
code of practice for frozen fish.
- 13) 篠山茂行:「冷凍空調技術」, Vol. 33, No. 391, p. 66~
- 14) N. W. E Klund: Food Technology,
December 1982, p. 107~112

1980年版 船舶写真集

B 5 版 208 頁 定価 3,500 円 (〒300 円)

本集は1978年4月から1980年7月までの間に竣工した船舶について計画造船, その他の日本船, 輸出船別に船の大きさ, 船種, 同型船, 海運会社, 建造造船所等を考えあわせ264隻にまとめ<見やすく><活用しやすいよう>にならべなおして収録したもので, 更に参考として船種別主要船舶25隻の一般配置図を添付いたしました。

●船舶写真集在庫一覧●

1952年版 掲載船	232隻	写真頁	96頁	定価	1,000円
1968年版 掲載船	356隻	写真頁	194頁	定価	2,500円
1976年版 掲載船	353隻	写真頁	229頁	定価	3,500円
1978年版 掲載船	252隻	写真頁	159頁	定価	3,000円

※送料は1冊300円です。

株式会社 船舶技術協会

● 新連載 ●

続・液化ガスタンカー

< 1 >

恵 美 洋 彦

本稿は、“船舶”誌において本年7・8月号まで連載した“液化ガスタンカー”の続編である。

編集部のご好意により、今回から本誌で新しい連載としてとりあげて頂くことになった。LNG船、LPG船およびその他の液化ガスタンカーに関係する方々の参考になれば幸いである。

今後、貨物用諸装置に関する補遺、材料溶接、防火消火および防爆、各種安全装置、および貨物オペレーションをテーマとしてとりあげる予定である。参考までに“液化ガスタンカー”の内容を次に掲げておく。

〔液化ガスタンカーの内容〕

- 1章 液化ガス概論
 - 1.1 ガス貨物の種類と動向；ガス貨物の輸送形態。液化ガス貨物の種類
 - 1.2 気体および液体の一般的性質；気体。相の変化、蒸気圧、臨界現象。密度、比重、容積。熱容量。粘度、熱伝導度、その他の物性。気液平衡および溶解。熱力学定数および熱力学線図。
 - 1.3 液化ガスの危険性；危険性一般。燃焼と爆発。毒性。化学反応。
 - 1.4 オペレーションと物性；必要な物性、その他。
- 2章 液化ガスタンカーの概要
 - 2.1 液化ガスタンカーの種類と動向
 - 2.2 圧力式液化ガスタンカー；構造設備の概要と実例
 - 2.3 低温圧力式液化ガスタンカー；同上
 - 2.4 低温式液化ガスタンカー；同上
- 3章 船体構造配置および復原性
 - 3.1 船体構造配置一般；定義。注意事項。その他。
 - 3.2 復原性；正常時および損傷時復原性。計算。手引き。主要目と損傷時復原性。
 - 3.3 船体配置；一般配置。交通と検査のための配置。
 - 3.4 一般諸管装置；ビルジ、バラストおよびその他。
- 4章 貨物格納設備（タンク、防熱、二次防壁等）
 - 4.1 基本事項；要件。分類と定義。圧力。応力。
 - 4.2 設計荷重；一般。波浪荷重。スロッシング荷重。

熱荷重。その他。

- 4.3 貨物タンク構造の概要；構造方式。実例。
- 4.4 構造強度；解析法。応力／荷重の組合わせ法。破壊機構解析。挫屈強度。熱応力。振動。
- 4.5 タンク支持構造；設計基準。種類。
- 4.6 伝熱および防熱；伝熱問題。計算条件。伝熱計算法。防熱材の設計基準および種類と特性。防熱構造配置と施工。管防熱。
- 4.7 二次防壁；一般。各種二次防壁。検査試験。
- 4.8 タンク建造および検査試験。
- 4.9 構造詳細、その他；応力除去、溶接構造等。
- 5章 貨物用諸装置および計装
 - 5.1 貨物管装置および関連設備；一般。配置。計画。圧力式、低温圧力式および低温式液化ガスタンカーの貨物装置。貨物弁配置。船首尾荷役管装置。
 - 5.2 貨物管要素および各種機器；一般。管および管要素。貨物弁等。ポンプ。圧縮機、プロワ、ファン。熱交換器等。マニホールドの基準。
 - 5.3 貨物温度圧力制御装置；温度圧力制御。冷却装置の計画。監視、警報および制御。実例。蓄圧による温度圧力上昇。その他。再液化サイクルの熱力学。
 - 5.4 圧力逃し装置および負圧防止装置並びにベント装置；装置の種類。設計基準。安全弁の容量／性能。貨物ベント装置。
 - 5.5 計装；一般。設計要件。液面指示装置。圧力計。温度計。ガス検知器（可燃、毒、酸素）。組成分析。計量。液密度。流量計。遠隔自動制御。実例。
 - 5.6 ボイルオフガス燃焼装置；概要。設計基準。ガスの組成。ボイラ。ディーゼル機関。ガスタービン。
 - 5.7 貨物用諸装置の検査試験；管および圧力容器。各種機器（陸上、船内）。貨物使用試験。

今回および次回は、新連載にあたって独立した構成の“液化ガスタンカー入門”をお届けする。次回から本論（5.8 貨物用諸装置に関する補遺）にはいる。

液化ガスタンカー入門 (上)

1. 液化ガス貨物の基礎

1・1 液化ガス貨物の種類と動向

液化ガスタンカーの貨物対象品は、常温大気圧下で気体の物質である。そのほか、液体物質（ジエチルエーテル、イソブレン、ナフサ等）を運送するように計画された液化ガスタンカーもある。

貨物対象品としては、現在、29品目が規則にリストアップされている。代表的には、LNG（液化天然ガス：主成分メタン）およびLPG（液化石油ガス：プロパン、ブタン等）を挙げることができる。そのほか、アンモニア、エチレン、塩化ビニール、プロピレン、ブタジエン等の液化ケミカルガスも比較的多く海上輸送される。

1981年におけるLNGの海上輸送量は、約6,000万 m^3 であった。同じくLPGは約3,000万 m^3 である。液化アンモニアは約580万 m^3 、そのほかの液化ケミカルガスは、200万 m^3 程度と推定される。

1・2 液化ガスの貯蔵形態

気体物質をばら積多量輸送するには、次のような方法がある。

- (a) 気体を液体（水等）に溶解する。
- (b) 圧縮ガスとする。
- (c) 液化ガスとする。
- (d) 冷凍固体化する。

これらのうち、(a)は、液体貨物、即ちケミカルタンカーの対象となる。(b)および(d)は、経済的に成立し難い。故に、気体物質は、何らかの方法で液化して貯蔵輸送することになる。気体の液化には、常温で圧縮（圧力式）、冷却かつ圧縮（低温圧力式）、または常圧下で冷却（低温式）する方法がある。

これらの液化の方法により、液化ガスタンカーは、圧力式、低温圧力式および低温式液化ガスタンカーに大別できる。詳細については、2・1を参照のこと。

1・3 気体および液体の基礎

(1) 圧力の基準

液化ガスを扱う場合、圧力の基準が異なるので混乱を招き易い。工学的には、ゲージ圧力、物性的には、絶対

圧力で表わすのを慣習とするからである。例えば、プロパンの温度45℃における蒸気圧15.4 kg/cm² といえば、絶対圧力である。（ゲージ圧力は、14.367 kg/cm²）これに対してタンク的设计蒸気圧15kg/cm² といえば、ゲージ圧力をいうのが通常である。両者を混用する場合、末尾にAまたはa（絶対圧力）、あるいはGまたはgが附されている。

(2) 気体および混合体

気体の圧力、容積および温度の関係は、次の修正Boyle-Charlesの式が最もよく使われる。

$$PV = znRT \dots\dots\dots(1)$$

P : 絶対圧力 V : 容積 T : 絶対温度
 n : モル数 R : 気体定数 z : 圧縮係数

上式において $z = 1$ とすると理想気体の状態方程式である。液化ガスタンカーの設計やオペレーションでは、理想気体の状態方程式で考えても、概算には、十分である。

気体の容積を表わすには、温度と圧力を明確にする必要がある。メートル単位では、通常、大気圧/0℃を標準状態とし、N m^3 、N ℓ 等で表わす。（Nは、Normalの略）一方、英国単位では、大気圧/60°F（15.6℃）を標準状態とし、SCF（Standard Cubic Feet）等で表わす。両者の換算の場合、温度の修正を忘れると誤差を生ずることになる。

混合気体の組成は通常、容積比（vol. %）で表わす。これは、気体の場合、モル比（mol. %）と同じと考えてよい。（Avogadroの法則による）液化ガスの組成は、モル比で表わすのが通常である。これに対して液体物質は、重量比（wt %）で表わすのが一般的である。モル比（ v_i ）と重量比（ w_i ）の間には、次の関係式が成立する。

$$w_i (\%) = \frac{M_i v_i}{\sum M_i v_i} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

$$v_i (\%) = \frac{w_i / M_i}{\sum w_i / M_i} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

M_i : 個々の成分 i の分子量

上式において容積比と重量比の変換を行なう場合、分子量 M_i の代わりに、比重または密度を使用すればよい。

容積 V 、温度 T （絶対温度）、圧力 π （絶対圧力）の混合気体の各成分 i の分圧を p_i 、モル数を n_i とすると、次式が成立する。

$$p_i / n_i = RT / V \text{ (一定)} \dots\dots\dots(4)$$

$$p_i = \left(\frac{n_i}{n} \right) \pi = \left(\frac{n_i}{\sum n_i} \right) \pi \dots\dots\dots(5)$$

(5)式の括弧内をモル分率という。これは、 x_i 、 y_i 等

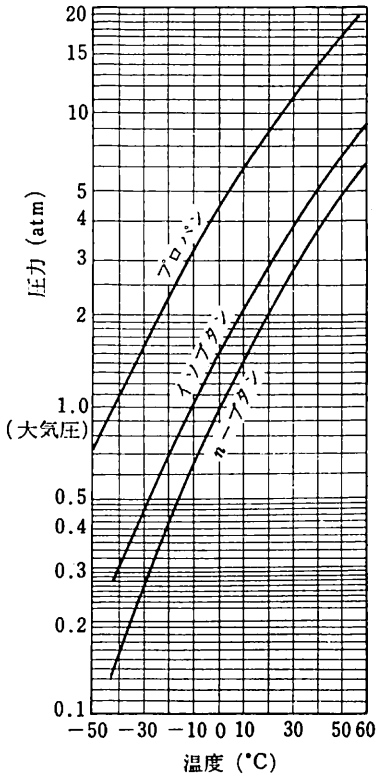


図1 プロパン-ブタン蒸気圧線図

表1 Antoine式の定数

	A	B	C
ブタン	6.83029	945.90	240.0
i-ブタン	6.72466	873.561	238.978
プロパン	6.82973	813.20	248.00
アンモニヤ	7.3605	926.132	240.17
エチレン	6.74756	585.0	255.0
メタン	6.61184	389.93	266.0
プロピレン	6.81960	813.20	248.0

P ; 絶対圧力 (mmHg) t ; 温度 (°C)

A, B および C : 物質による定数。1例を表1に示す。

混合体の蒸気圧 π は、次式により求める。

$$\pi = \sum p_i = \sum x_i P_i \dots\dots\dots(8)$$

P_i : 成分 i の蒸気圧 p_i : 成分 i の混合体の分圧

n_i : 成分 i のモル数 x_i : 成分 i の液組成モル比

混合体の組成と蒸気圧が与えられた場合も(7)および(8)式を用いて試誤法で飽和温度を求め得る。

液体が蒸発 (または気体が凝縮) するときに要する (または放出する) 熱量を蒸発潜熱 (または凝縮熱) という。これは、kcal/kg 等で表わす。

物質には、いくら圧力を加えても液化しなくなる温度がある。これを臨界温度といい、 T_c で表わす。このときの圧力を臨界圧力 P_c 、密度を臨界密度 ρ_c という。これらは臨界定数といわれる。

物質の種類、温度および圧力で変化する物性は、臨界定数を標準とすると一般化できることが多い。この場合、温度、圧力等は、次の対臨界値でもって表わす。

$$\left. \begin{aligned} T_r (\text{対臨界温度}) &= T/T_c \\ P_r (\text{対臨界圧力}) &= P/P_c \\ \rho_r (\text{対臨界密度}) &= \rho/\rho_c \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(9)$$

T, P, ρ : 任意の状態における物質の絶対温度、圧力、密度

混合体では、モル荷重平均で仮 (擬似) 臨界定数を定める。例えば、仮臨界圧力 P_c' は、次式で求める。

$$P_c' = \sum P_{ci} x_i \dots\dots\dots(10)$$

1.4 密度、比重および容積

気体の比重は、標準状態 (0°C/大気圧) の空気 = 1 として表わす。液体は、標準状態 (4°C/大気圧) の水 = 1 として表わす。標準状態の空気および水の密度は、

で表わすのが通常である。

混合体の分子量 M' は、個々の成分 i の分子量 M_i とモル比 (分率) x_i が分れば、次式で求め得る。

$$M' = \sum x_i M_i \dots\dots\dots(6)$$

(3) 相の変化、蒸気圧および臨界現象

物質の相変化 (気相、液相および固相) は、温度と圧力による。液化ガスを対象とする場合、気化 (蒸発) と液化 (凝縮) の現象が問題となる。また、沸騰とは、液体内部の蒸気圧が外部の圧力に等しくなったとき、気化が液内部から起こり、気泡がのぼり始める現象をいう。

蒸気圧 (飽和蒸気圧ともいう) とは、一定温度の密閉容器内の液体の蒸発が止まったときの圧力をいう。この状態を平衡状態という。図1にプロパンとブタンの蒸気圧線図を示す。この曲線より上の温度圧力では、物質は液として存在する。下では、気体として存在する。

ある物質の蒸気圧が大気圧となる場合の温度がその物質の沸点となる。

蒸気圧と温度の関係式としては、次の Antoine の式がよく使われる。

$$\log P = A - \frac{B}{C + t} \dots\dots\dots(7)$$

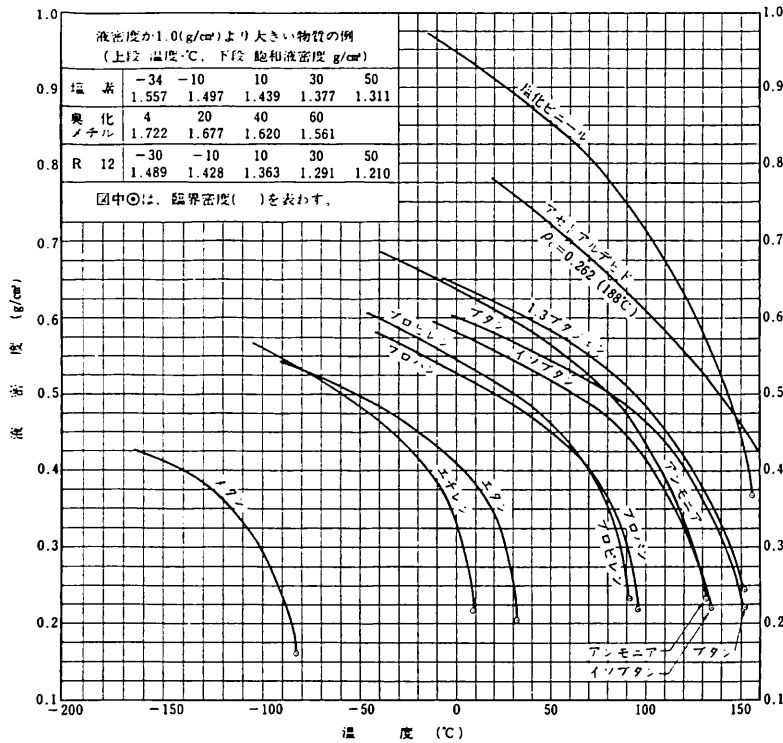


図2 各種液化ガスの液密度

それぞれ、 $0.00129232 \text{ g/cm}^3$, 0.99973 g/cm^3 である。比重と密度の換算は、これらの値から容易に求まる。密度の逆数が比容積（比容ともいう）である。

気体の比重は、Avogadroの法則から空気分子量（28.97）と物質分子量の比で容易に近似できる。

飽和液体（液化ガス）の密度または比重は、温度または圧力のいずれかの関数で表わせる。図2に1例を示す。ある温度の液密度 ρ_{LO} が与えられれば、任意の温度における液密度 ρ_{LA} は、次の関係式から求めることができる。

$$\left(\frac{\rho_{LA}-\rho_{VA}}{\rho_{LO}-\rho_{VO}}\right)\left(1-\frac{T_0}{T_C}\right)^{\frac{1}{3}} = \left(1-\frac{T_A}{T_C}\right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(11)$$

T : 絶対温度 (°K)

ρ_V : 蒸気密度

接尾字 o, A, c は、それぞれ、既知の点の温度、任意の点の温度、臨界温度、またはその温度における密度を表わす。

上式において簡単には、蒸気密度を無視してもよい。正確には、(1)式により求める。（ただし、 z は、一般化線図または物質毎に与えられた表による。）

飽和状態における炭化水素の液密度は、次式によって求めることもできる。

表2 炭化水素の Z_{rA}

物質名	Z_{rA}
メタン	0.2876
エタン	0.2673 (0.2978)*
プロパン	0.2763
n-ブタン	0.2728
i-ブタン	0.2750
n-ペンタン	0.2685
i-ペンタン	0.2716
エチレン	0.2810
プロピレン	0.2785
1-ブテン	0.2736
cis-2-ブテン	0.2705
trans-2-ブテン	0.2721
iso-ブテン	0.2727

* -184.4°Cないし-6.7°Cの範囲では、この値を使用

$$V_S = \left(\frac{RT_C}{P_C}\right) Z_{rA}^{(1.0+(1.0-T_r) \times 2/7)} \dots\dots\dots(12)$$

V_S : 任意の温度における飽和液体の比容積 (ml/g-mol)

R : 気体定数 82.06 (ml · atm/g-mol · °K)

T_r : 対臨界温度 (= T/T_C : T は任意の温度 °K)

P_C, T_C ; 臨界圧力 (atm), 臨界温度 (°K)

Z_{rA} ; 表2による。不明の場合、臨界圧縮係数 ($Z_C = P_C V_C / R \cdot T_C$)。 V_C は、臨界比容積で臨界密度 ρ_C の逆数、即ち $1/\rho_C$ である)

温度変化による液密度または容積の変化は、貨物積付け率を定める上、重要な因子であり、できるだけ正確に求める必要がある。

混合体の液密度 ρ_{mix} は、LPGの場合、モル組成比の平均として求める。即ち、 ρ_{mix} は、次式で与えられる。

$$\rho_{mix} = \frac{\sum x_i M_i}{\sum x_i / \rho_i}$$

x_i, M_i, ρ_i : 個々の成分のモル分率, 分子量, 液密度

LNGでは、軽質成分の収縮の影響を考慮したより精密な計算式も提案されている。

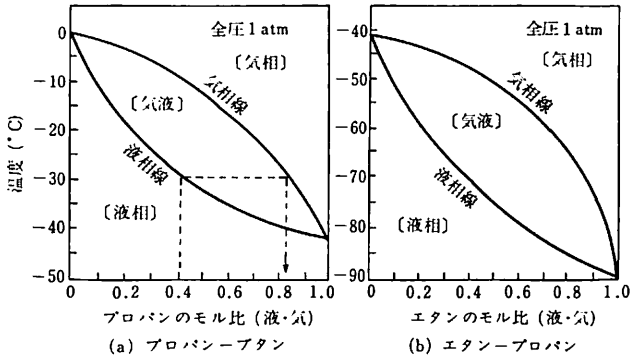


図3 気液平衡

1・5 気液平衡

気液平衡関係とは、互いに平衡である気相と液相の組成および平衡圧力と温度の関係をいう。これは、混合体の蒸発や凝縮の関係を理解するのに重要である。図3にプロパン・ブタンおよびエタン・プロパンの気液平衡曲線を示す。例えば、 $x_P/x_B = 40/60$ (モル比)の混合液の沸点は、 -30°C であり、このときの蒸気組成 y_P/y_B は、 $81/19$ となる。(添字Pはプロパン、Bはブタン)

このように平衡状態にある飽和液体の組成とその蒸発気体の組成は、一致しない。しかし、ある一定の平衡関係にあることがわかる。即ち、温度圧力と液組成がわかれば、その蒸気の組成もわかる。この逆も同様である。このような関係を気液平衡関係にあるという。

1・6 その他の物性

熱容量 (比熱) とは、物質の温度を上昇させるのに必要な熱量をいう。物質の単位のとりに方によって比熱 (質量単位)、分子熱またはモル比熱 (モル単位) という。気体では、圧力一定のもとで温度上昇する定圧比熱 C_P と容積一定のもとで温度上昇する定容比熱 C_V とがある。

比熱比 (または断熱係数) とは、定圧比熱と定容比熱の比 ($\kappa = C_P/C_V$) のことである。安全弁の性能を定めるのに必要な物性である。

粘度 (または動粘度) および熱伝導度も液化ガスタンカーの設計や貨物オペレーションに関係する重要な物性である。また、熱力学線図も低温圧力式および低温式液化ガスタンカーに関連して重要である。貨物対象品毎にこれらの物性や線図を用意する必要がある。

1・7 液化ガスの危険性

液化ガスタンカーに関連して考慮すべき危険性は、火災爆発性 (可燃危険性)、毒性、腐食性、反応性、低温および高圧力である。次に、これらの概要を述べる。

(1) 火災爆発危険性

液化ガスタンカーの貨物対象品の多くは、可燃性液化ガスである。このような危険性に対する基本的な注意事項は、油タンカーのそれと同じである。液化ガス貨物の場合、油 (原油、および石油精製品) より蒸発し易いので万一の漏えいや流出の場合、危険性はより大きくなる。また、万一の火災爆発事故の場合、大きな火災に至る可能性が大である。

通常時の貨物取扱いは、常に非爆発雰囲気で行なうように配慮されている。したがって、火災爆発事故が発生する可能性は、油タンカーより少ないといえる。

次に火災爆発危険性に関する主要物性を掲げておく。引火点 (Flash Point : FP) : 物質が連続して燃焼し得る最低の温度。可燃性液体では、引火危険度の判断基準となるが、可燃性液化ガスは、いずれも、引火点が低く、全て引火危険度が高い物質と見做される。爆発範囲 (Explosion Limit) : 燃焼または可燃範囲 (Flammable Limit) ともいわれ、燃焼を維持し得る組成の範囲をいう。この範囲外の組成では燃焼爆発は起こらない。通常、大気圧下の空気に対する可燃性ガス/蒸気の容積濃度 (vol. %) で表わす。

LEL/UEL : 爆発範囲の下限/上限をいう。燃焼または可燃下限界/上限界 (LFL/UFL) ともいう。

限界酸素濃度 : 可燃性蒸気/ガスが如何なる割合になってももはや燃焼/爆発を起こさなくなる酸素の濃度をいう。

自然発火温度 : 着火温度ともいわれ、空気中で外部からの火炎や電気火花のような着火源なしに燃焼を始める温度をいう。石油蒸気のそれは、一般に 220°C より高い。

最小発火エネルギー : 爆発範囲内のガス/蒸気の発火に必要な最小の外部エネルギー。mJ (mili-Joules) で表わす。

火災逃走限界 : 背圧のある状態で狭いすき間を通過して可燃ガス中を火炎が一方から他方に伝ばするかどうかの限界値。mmで表わす。

(2) 毒性

液化ガスタンカーの貨物対象品には、アンモニア、塩素、塩化ビニール等の毒性貨物がある。これらの貨物を扱う場合、毒性に対する注意が必要である。

次に毒性を表わす用語を掲げておく。

許容濃度 (TLV) ; 作業環境空气中の汚染物質に曝露されながら働いている大部分の労働者が健康障害を

起こさない濃度である。このTLVには、-TWA、-STELおよび-Cがある。

TLV-TWA；1日8時間、1週間40時間の正規の労働時間の加重平均濃度として表わす。大多数の労働者がこの濃度中に繰返し曝露されても健康障害を起こさない最高限度をいう。通常、許容濃度、TLV等といえば、このTLV-TWAをさす。

TLV-STEL：15分間以下の短時間、継続的に曝露されても耐え難い程度の刺激を感じたり、麻酔作用によって事故を起こし易くなったり、生体組織に慢性的あるいは可逆的な疲労を起こしたり、自制心を失ったり、作業能率が著しく低下したりしない最高限度をいう。

TLV-C；例え瞬間的にでも超えてはならない限度。安全な限度と危険な限度の境界線である。

(3) 低温と高圧力

低温に対する危険性には、低温貨物による構造設備の破壊、および人間が低温にさらされる危険とがある。前者については、液化ガスタンカーの設計上、十分に配慮すべき重要な問題である。

高圧力については、漏えいによる高圧物質の噴出、高圧による破壊および蒸気爆発による危険性に対する配慮を必要とする。

例えば、密閉容器に液を満載した状態で温度上昇させると、1℃に対して20kg/cm²程度の圧力上昇をもたらす。このような過圧を防止するため、密閉容器には、適当な気相部を残して液を積載する必要がある。また、蒸気爆発は、大気圧より十分高い圧力で貨物を貯蔵するタンクで発生する可能性がある。これは、密閉容器内の高温高圧の液化ガスの圧力が急激に低下した場合（破孔等により）に生ずる。

(4) 反応性

他物質（他の貨物、空気、水等）の溶解や混合によって危険な反応を生ずるおそれのある物質は、そのような物質との接触／混合を避ける必要がある。また、自己反応（重合等）により、温度圧力上昇、爆発、生成物による閉塞等の危険を生ずる物質がある。

他貨物との接触混合による危険な反応は、相互反応といわれる。このような貨物同志は、互いに独立または分離した貨物装置で貯蔵・移送する必要がある。自己反応を起こすおそれのある物質は、抑制剤投入、気相部希釈剤の充填、貨物冷却等の処置を必要とする。

(5) その他の危険性

比重の異なる貨物（LNG）を同じタンクに積載すると、ロールオーバーという急激な圧力上昇を招くこともあ

る。

液化ガス中に水分が存在すると氷結や水和物を生成して管系の閉塞をもたらすことがある。このような場合、水分の除去、抑制剤の投入等が必要となる。

水と作用して著しい腐食作用を起こす物質がある。（塩素、二酸化硫黄等）このような物質は、水分を含む空気との接触も避けるようにする。また、ある種の構造材料に対して非適合な貨物がある。（例、銅とアンモニヤ）このような物質と材料の組み合わせは、使用禁止材料としてリストアップされる。

2. 液化ガスタンカーの概要

2・1 液化ガスタンカーの種類および動向

液化ガスの貯蔵形態により液化ガスタンカーが3種類に大別できることは、前述したとおり。図4に各種液化ガス貨物の蒸気圧線図と貨物タンクの最低設計温度／設計蒸気圧の関係を示す。

圧力式液化ガスタンカーは、温度圧力の制御を行わずに常温において貨物の蒸気圧と等しい圧力を保って液化状態を維持する。最低設計温度は、0℃とする。図4のB船がその例である。この船舶は、貨物タンクの設計蒸気圧が18kg/cm²G（19.03 kg/cm²A）である。したがって、45℃（規則要件による高温側の設計周囲温度）での蒸気圧が19.03 kg/cm²A以下の物質を貯蔵運送し得る。図中、プロピレンおよびその下方の物質がその例。なお、設計蒸気圧をいくら高くしても臨界温度が45℃未満の物質（エタン、エチレン、メタン等）は、圧力式では貯蔵運送できない。

低温圧力式液化ガスタンカーは、常温（45℃）より低く、かつ、沸点より高いある温度に貨物を制御して液化を保つ方式である。圧力は、その温度における貨物の蒸気圧以上であり、当然、大気圧より高くなる。貨物の温度圧力制御が必要であり、タンク防熱および貨物冷却装置を設けることになる。図4のA船はその1例であり、エチレンを-33℃/20 kg/cm²A附近の温度圧力範囲に制御して貯蔵運送する。また、C船も低温圧力式であるが塩化ビニールおよびブタンは、圧力式でも貯蔵運送でき、多目的に使用できる。

低温式液化ガスタンカーは、大気圧にはほぼ等しい圧力下において貨物をその飽和温度以下に制御して貯蔵運送する方式である。この場合、最低設計温度は、貨物対象品の沸点前後となる。図中のD船（低温式LPG／アンモニヤ船）およびE船（LPG船）がその例である。貨物温度圧力制御のための装置およびタンク防熱が必要で

ある。

液化ガスタンカーの種類別の就航隻数およびタンク総容積または総トン数は、表3および表4に示すとおりである。

2・2 圧力式液化ガスタンカー

圧力式液化ガスタンカーとしては、圧力式LPG船がその大半を占める。また、LPGのほか、プロピレン、ブテン類、塩化ビニール、ブタジエン、アンモニア等を運送する多目的船も多い。アセトアルデヒド、アンモニアおよび塩化ビニールの専用船も比較的多い。圧力式液化ガスタンカーの殆んどは、このような船舶であるといえる。

図5に圧力式LPG船の代表的例を示す。

タンクは、図に示すように水平縦方向設置の円筒形タンクとするのが一般的である。タンク総容量が3,000 m³を超えるとこの方式はむずかしくなり、球形タンクを4ないし5基備えるようになる。また、タンクの上半部は、甲板上に暴露する。タンクカバーおよび防熱は、設けないのが一般的である。

貨物用諸装置としては、ポンプ、圧縮機、貨物管装置および貨物ベント装置が主となる。ポンプは、ディーブウエルまたはサブマージドポンプが設けられる。貨物管

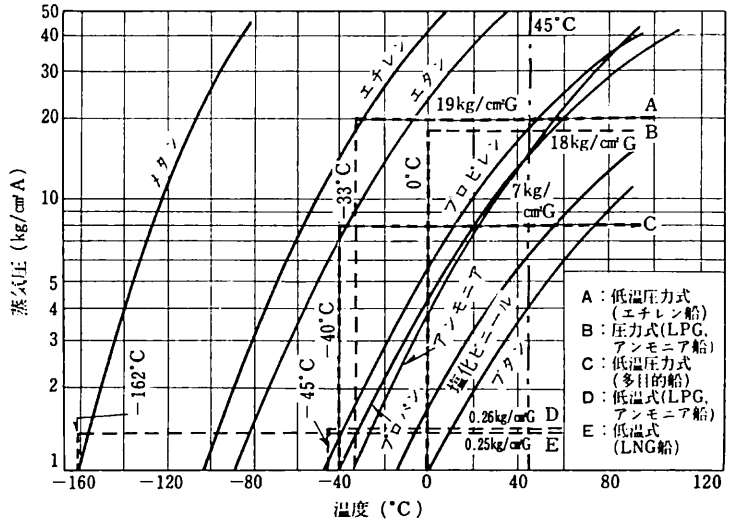


図4 液化ガスの貯蔵形態

表4 内航液化ガスタンカー就航船 (1982年現在, 全国内航タンカー組合調査)

貨物の種類	隻数	平均総トン数	合計総トン数
LPG	152	806.6	122,607
エチレン	10	892.9	8,929
塩化ビニール	10	846.3	8,463
アンモニア	25	520.4	13,010
合計	197	776.7	153,009

表3 外航液化ガスタンカー就航船 (1983年現在)

船舶の大きさ (タンク容積 m ³)	圧力式		低温圧力式		低温式 (括弧内, LNG船)		LPG/油兼用船 その他		合計	
	隻数	タンク容積 (m ³)	隻数	タンク容積 (m ³)	隻数	タンク容積 (m ³)	隻数	タンク容積 (m ³)	隻数	タンク容積 (m ³)
499まで	31	9,083	3	1,148	—	—	—	—	34	10,231
500~ 1,999	222	240,570	38	49,336	12	12,300	9	8,984	281	311,150
2,000~ 4,999	28	75,807	72	212,695	10 (1)	37,831 (4,250)	4	11,796	114	338,129
5,000~ 9,999	3	18,000	33	210,996	5 (1)	22,748 (5,000)	3	21,269	44	273,013
10,000~19,999	—	—	23	294,466	19	282,309	3	38,265	45	615,040
20,000~39,999	—	—	—	—	30 (7)	858,851 (210,278)	—	—	30	858,851
40,000~59,999	—	—	—	—	31 (7)	1,547,154 (293,190)	—	—	31	1,547,154
60,000~99,999	—	—	—	—	63 (11)	4,745,629 (848,662)	—	—	63	4,745,629
100,000以上	—	—	—	—	44 (42)	5,519,982 (5,318,782)	—	—	44	5,519,982
合計	284	343,460	169	768,701	214 (69)	13,031,804 (6,680,162)	19	80,314	686	14,224,279

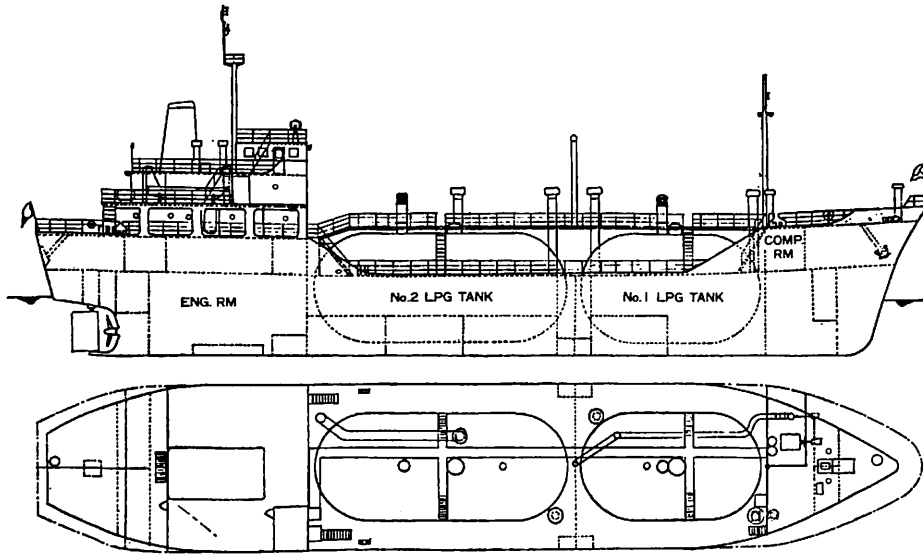


図5 1,130 m³ 型圧力式LPG船

$L_{pp} \times B \times D \times d$ (m)
 = 55.0 × 11.7 × 5.5 × 4.0
 載貨重量 = 900 kt
 航海速度 = 11.5 kn
 主機関 = 1,800 PS
 × 340 rpm
 タンク容量
 = No.1 458 m³
 = No.2 676 m³
 設計圧力
 = 18 kg/cm²G
 ポンプ
 = 200 m³/h × 110 m
 × 2 (ディーブウエル)

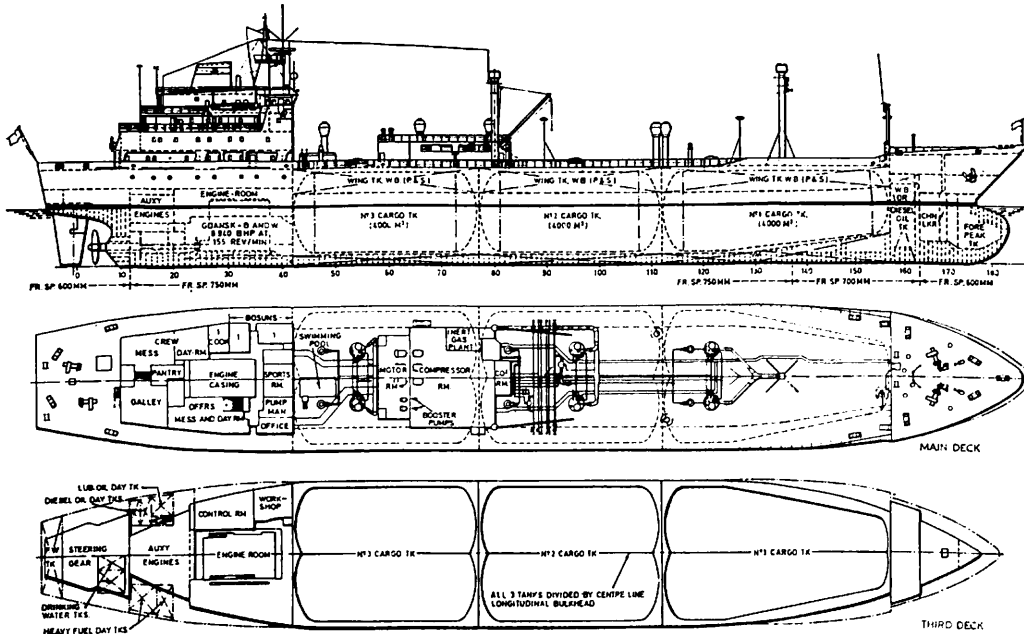
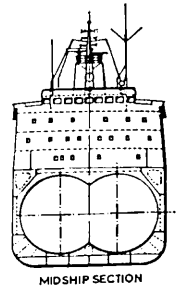


図6 12,000 m³ 型低温圧力式液化ガスタンカー (タイプII G)



L_{pp} : 127.5m
 B : 20.5m
 D : 13.5m
 d : 8.2m
 速度 : 16.3ノット
 主機 : 8,940 PS
 × 155rpm ディーゼル
 タンク容量 :
 4,000m³ × 3
 設計圧力 :
 5 kg/cm²G
 設計温度 : -48°C

装置には、各種シャ断弁、油水分離器、気液分離器、ストレーナが設けられる。タンクには、過圧安全弁が設けられ、その排出先は、貨物ベント管を介して開口端に至る。

2・3 低温圧力式液化ガスタンカー

低温圧力式液化ガスタンカーは、特定貨物専用と多目的用に分けられる。

前者の場合、温度圧力のある狭い範囲に限定する。前

に示した図4のA船(エチレン船)は、その1例である。また、アンモニヤを貨物温度0°Cないし18.9°C、および圧力4.2ないし8 kg/cm²Aの範囲で貯蔵運送するような船舶もこの範ちゅうとなる。このような液化ガスタンカーは、中温中圧式と呼ばれることもある。

多目的の低温圧力式液化ガスタンカーは、より広範囲の貨物を扱うように計画される。前に示した図4のC船はこの1例である。これは、低温式および圧力式としても使用できる。この種の液化ガスタンカーは、最低設計

温度を -160°C 附近、 -104°C 附近および -40°C 附近とする例が多い。設計蒸気圧は、3ないし $8\text{ kg/cm}^2\text{G}$ 程度が大半を占める。

低温圧力式液化ガスタンカーの1例を図6に示す。これは、多目的型低温圧力式液化ガスタンカーである。

タンクは、圧力容器方式タンクとなる。即ち、円筒形タンクおよび球形タンクのほか、双胴円筒形タンクも採用される。また、タンク防熱およびカバーを設けるのが通常である。貨物温度圧力制御のための貨物冷却装置も不可欠である。使用目的に応じて貨物加熱装置（低温貨物を常温高圧貨物にかえる）を設ける例もある。そのほかの貨物装置は、圧力式液化ガスタンカーと特に変わらない。

2・4 低温式液化ガスタンカー

(1) 種類

低温式液化ガスタンカーは、運送貨物に応じて次の3種類に分けることができる。

低温式LPG船；LPG専用またはLPGを主対象とするがアンモニヤや塩化ビニールも輸送できるようにする船舶とがある。貨物タンクおよびその他の貨物装置は、いずれも基本的には差がない。ただし、アンモ

ニヤも積載する場合、使用禁止材料に対する配慮を必要とする。また、塩化ビニールの場合、使用禁止材料、重合防止等に対する配慮を必要とする。設計温度は、 -40°C ないし -50°C 程度である。構造的には、図7に示すような方形方式タンクを設置する例が多い。そのほか、圧力容器方式、メンブレン方式、セミメンブレン方式および一体型タンクをも採用されている。一体型の場合、最低設計温度は、 -10°C より低くしないので貨物としては、ブタン専用となる。

低温式エチレン船；エチレン専用またはエチレンのほかLPG、アンモニヤ等の多種類の貨物を積載する船舶とがある。設計温度は、 -104°C 附近となる。小型（タンク総容積 $5,000\text{ m}^3$ 以下）であることを除けば構造方式としては、LNG船と同じである。

LNG船；LNG専用、LNGとLPGの兼用、またはLNGのほかLPG、エチレン、アンモニヤ等の多目的船とに分けることができる。LNG専用およびLNGとLPGの兼用船は、比較的大型である。多目的LNG船は、比較的小型（タンク総容量 $5,000\text{ m}^3$ 以下）が多い。タンク構造方式としては、方形方式、圧力容器方式およびメンブレン方式が採用されている。船体構造とは別個の二次防壁が設けられる。（独立型タン

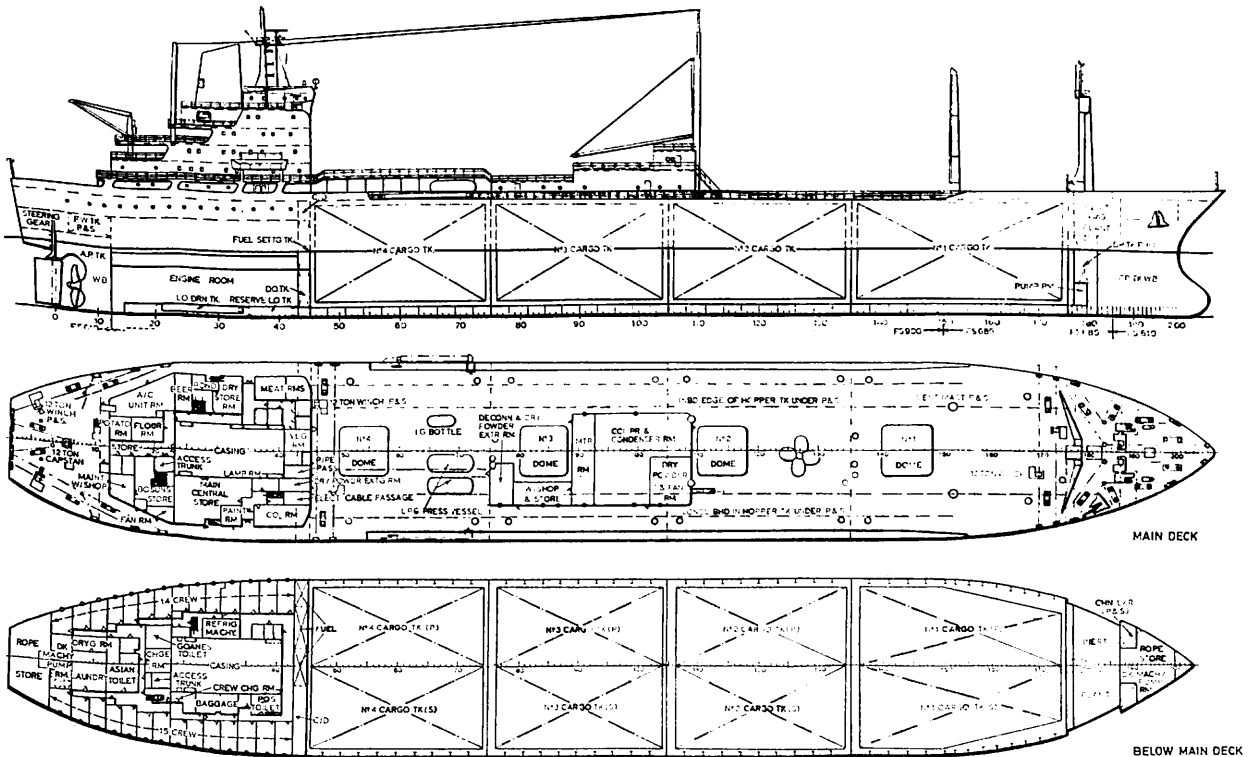


図7 29,600 m³型低温式LPG/アンモニヤ船

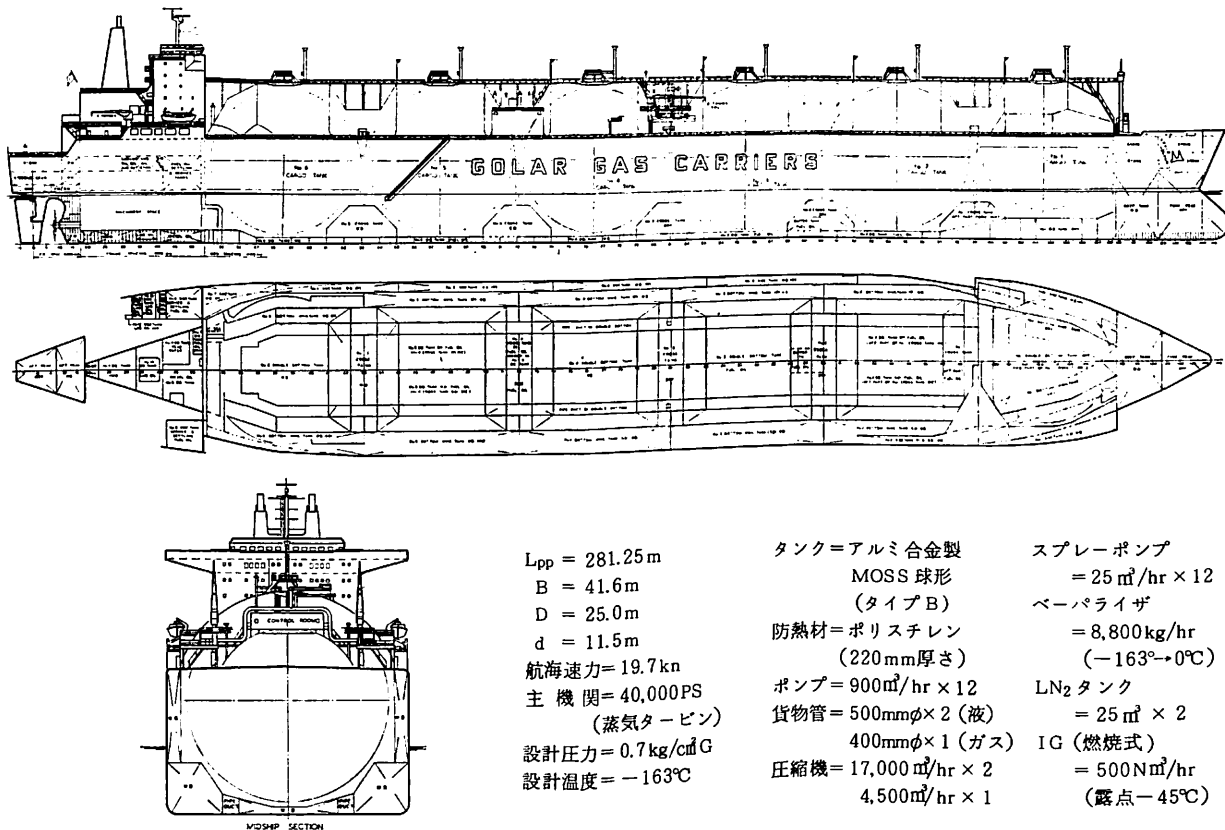


図8 125,000 m³型 LNG 船

クタイプCを除く。3・1参照) 図8にLNG船の1例を掲げておく。

(2) 構造設備

低温式液化ガスタンカーには、タンク防熱および貨物温度圧力制御装置が不可欠である。LNG船では、ボイルオフガスを船用燃料として燃焼消費して温度圧力制御を計るのが一般である。そのほかの船舶では、貨物冷却装置を設ける。

そのほかの貨物用諸装置は、圧力式液化ガスタンカーと同じである。ただし、低温式では、貨物を圧力揚荷できないタンクが一般的であり、各タンクに少なくとも2台のポンプを備える。

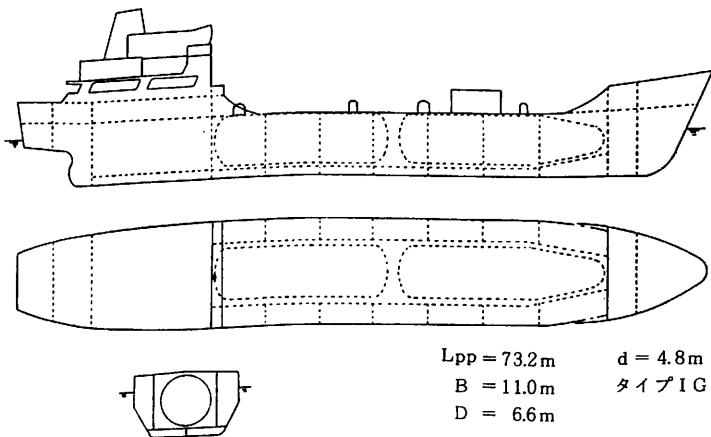


図9 塩素ガスタンカー (770 m³)

2・5 特殊な液化ガスタンカー

塩素やエチレンオキシドのような特殊の液化ガスを送る船舶は、専用船として計画する。酸素や窒素のようにLNGより低温の貨物を送る船舶の計画もある。また、液化ガスと化学品を同じタンクに交互積載して運

送するような液化ガス・ケミカル兼用タンカーも建造例がある。

図9に塩素ガスタンカーの試設計例を掲げておく。

(つづく)

船舶電子航法ノート(78)

木村小一

A・3・3 Bole氏とJones氏共著のARPAマニュアル (つづき)

4・2 データ処理に伴う誤差

物標間の乗移り(Swop)の状況については、すでに第A・3・14図で示してあるが、二つの物標が互いに近よったときには、その両者の過去の位置と現在位置のデータの関連に混乱が生じ、計算機には誤りを生ずる可能性のあるデータが加えられる。その結果として、一方の物標の現在位置に対して、もう一方の物標の過去の位置とが関係づけられることがおきて、互いの物標の過去の航跡が入れかわる。これが乗移りであって、どんな追跡回路にも生ずる可能性があるが、航跡の混乱が生ずるときにゲートの大きさを縮小させ、そして、航跡の変化の予測をより長期間適用するものではその発生が最小になる。二つの物標が比較的長い間互いに接近したままで、二つの物標のエコーの強さに差があるときには乗移りの生ずる機会が大きい。

物標の見掛けの動きは実際的にはほぼ定常的であっても、この定常的な動きは基本的なレーダの限界によって実際の航跡については不規則に乱れた位置となる。距離と方位の量子化誤差がレーダ情報を計算機のデータとして取り入れるときに導入され、システム誤差を一層悪い方に導く。追跡器でこれら进行处理できる唯一の方法は、その複雑さはいろいろであるが、数学的なフィルタを使ってある時間に亘って平滑化の何等かの形を使うことである。

このフィルタの目的は定常的な航跡の最も良い指示を与えることと同時に実際の変化をすばやく検出することである。追跡回路がうまく作動しているかどうかは表示上に写された航跡の安定なことから、物標の実際的な動きの速度が一定になるという二つの条件から判断できる。

物標の相対運動が遅いとき、例えば、それらが自船とはほぼ同じ針路に向いているときは、量子化誤差が“ジャンプ”をするような原因となり、見掛けの運動の信頼度は少なく、実際の動きの変化は見出しにくい。

同様に、自船が変針しても、その物標の相対運動はある曲線となり、平滑化をとり入れた追跡回路では、相対位置から求めた相対航跡はその時間長の平均的な航跡と

なるだけである。真の運動の分解能は、その変針中のコンパスとログからのデータは船の重心の動きの経路とかなり異なったものとなりうるので、誤差の多いものとなる可能性もある。直接の針路と速力が航跡に使用され、それが時間長にわたって平滑化されたならば、これは更に悪い方の結果となる。

物標の相対位置を直接的に真北を使った直交座標系に変換する追跡回路は、物標の真の航跡をより正確に感知でき、最も重要なものは物標の変針のより早い警告を得るであろう。しかしながら、このようなシステムの見掛けの動きをコンパスとログの情報を使って計算で再構成をすると、その場合は、変針中のCPAの値の表示は疑いをもって見なければならぬことを心に止めておくことが重要である。

操船中に静止物標であることがわかっている物標の動きを見守るとシステムの全体的性能の精度をある程度示すであろう。真運動モードでの静止物標に付くベクトルは潮流と誤差とを組合せた結果である。物標が近距離にあると、相対運動は非常に速い方位変化を生じ、これは追跡器の物標消失の原因となる。

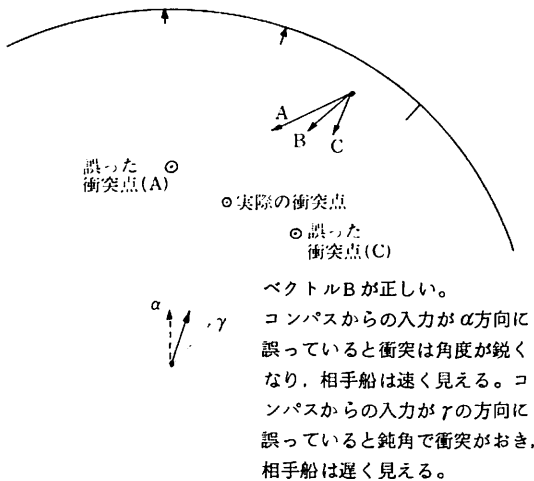
4・3 入力データに誤差のあるときのベクトル

およびCPAの表示誤差

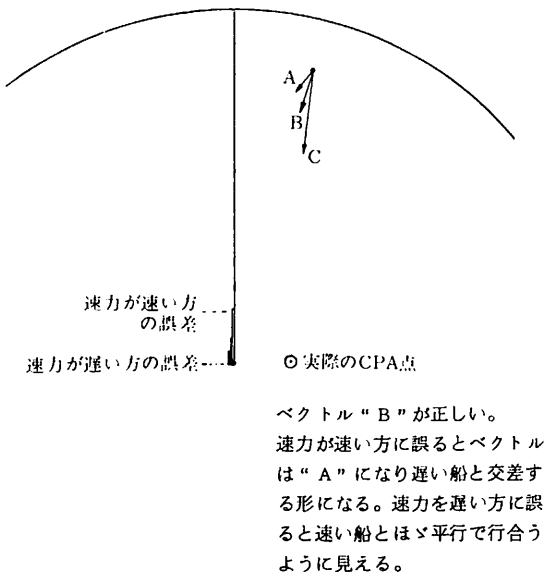
相対位置だけを記憶する装置は、相対ベクトルの表示データはジャイロコンパスまたはログのような周辺装置にある誤差と無関係であるので、自船の動きの誤差と関係なく、相対航路のみは正しく表示をするであろう。真のデータの記憶から相対運動を再構成する装置もまた相対ベクトルを正しく表示するであろう。しかしながら、すべての場合に、真運動の出力と相対運動の出力とからの両表示がほぼ一致するように二つのデータ源を連続的に比較する必要性を強調することが重要である。

真ベクトルに対しては、真位置のみを記憶する装置はジャイロコンパスからの入力不正と表示がねじれる原因になるかも知れないが、船首線に対しては正しく真航跡を表示するだろう。相対位置を記憶する装置でコンパスなどの周辺装置からの入力に誤差があると、表示情報には誤差がもたらされる。実際に衝突がおきる可

能性のある場合に、真ベクトルでの衝突の表示はまだはっきりしているが、その状態の処理方法の評価の誤りがアスペクトおよび速力の誤差によって生ずる可能性がある。第A・3・32図(a)はそれを示す。衝突なしに行合う状況ではCPAとTCPAの認識を誤る可能性があり、操船方法を選ぶときに影響を与える。同図の(b)は左舷側を通る船に対して左転をする可能性がある状況を示す。正しくない速度入力が衝突のおきる状態で生じていても、衝突点は正しく船首線上にあるが、その距離は正しくなく、その誤差の向きによって船首線上を変化する。



(a) 衝突のおきる状態 (コンパスに誤差)



(b) 行合いの状態 (ログに誤差のあるとき)

第A・3・32図 真ベクトルに対するコンパスとログの誤差

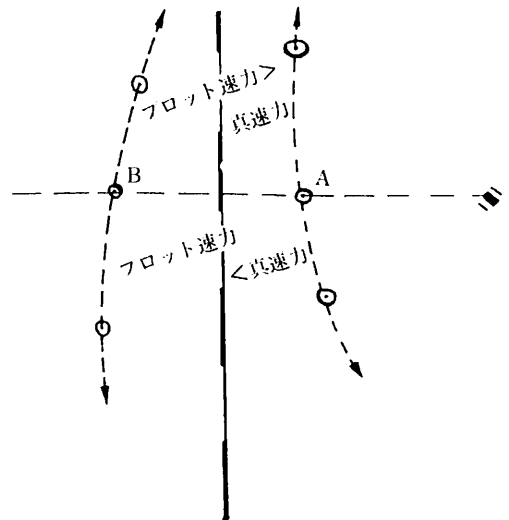
ニアミス状態で行合うときには衝突点が誤ったところで示され、危険な状況が生ずる可能性がある。図A・3・33図は物標が船首または船尾を通るときのログの誤差による衝突点の移動の状態を示す。

コンパス (自船の針路) に誤差のあるときの衝突点の変化は図で示せないほど複雑である。誤差が計算の結果生じたときには、衝突のない状況でも衝突点が船首線上にくる可能性がある。より危険なのは、衝突がおきるのに衝突点が船首線から外れて見える可能性のあるときである。誤差がジャイロコンパスと計算との両方に存在すれば、衝突点は衝突がおきる時は船首線上に、それ以外は船首線の外に表われるであろう。

4・4 表示の解釈による誤差

この誤差は装置に起因するものでなく、装置を使う人の誤解、未熟またはいいかげんな観測によるものである。ベクトルを使う装置での最も普通の誤りは表示モードの使用の誤りで、真ベクトルを使ってCPAを求めたり、相対ベクトルを物標の真ベクトルに誤って、それを真針路と真速力であるとする場合である。ある種の装置ではバネつきスイッチである特定のモードに固定をして、この種の解釈の誤りを防ぐこともある。図式データをデジタルデータでチェックするのもよい方法である。

PPCおよびPADを使う装置ではよくある誤りは表示データからのデータの内挿または外挿をするときに生ずる。誤りの代表例はつぎのような点の誤解から生ずる。(a) 物標と衝突点を結ぶ線は時間に比例したものではないので速力を示してはいない。

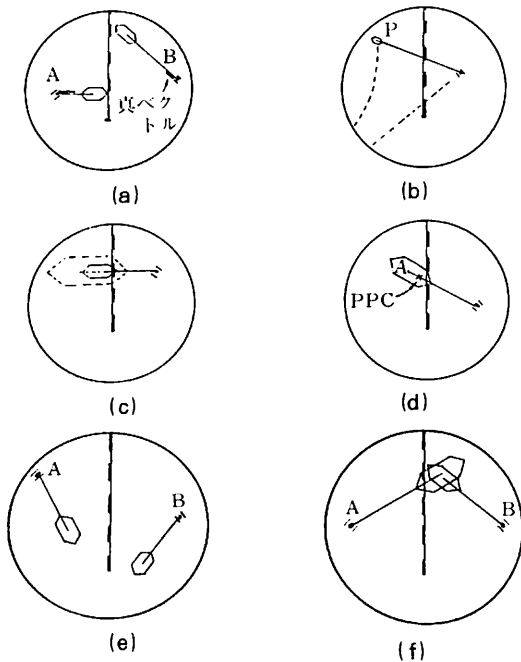


第A・3・33図 PPCに対する速力誤差

- (b) 衝突点は避航距離を示してはいない。
- (c) 衝突点の位置の移動は物標の針路または速度が変わったことを示すのではない。
- (d) PADの面積は避航距離を変えても対称的には変化しない。
- (e) 衝突点はPADの中心ではない。

これらの諸点は第A・3・34図に示してある。

映像面上に作られたPADは自船とその物標とに関するものであって、それらは二つの物標の相互関係の危険を常には表わしていない。二つの物標に対するPADが重なって行合えば、これらの2物標が互に定めた避航距離以下で行合おうと解釈することは当を得ているが、PADが離れているからといって、それらの二つの物標が安全に行合おうことを意味してはいない。二つのPADが十分離れてい



- (a) 見掛けとは異りA船は自船より速く、B船は遅い。
- (b) PPCのPからの変化と物標の見掛けの航跡を示す。
- (c) 実線は避航距離1海里、点線は2海里のPADを示す。
- (d) PPAはA点にはない。
- (e) A船とB船は表示ではわからないが衝突状態にある。
- (f) A船とB船は衝突はしないだろうが、規定した避航距離内を通る。

第A・3・34図 解釈の誤り

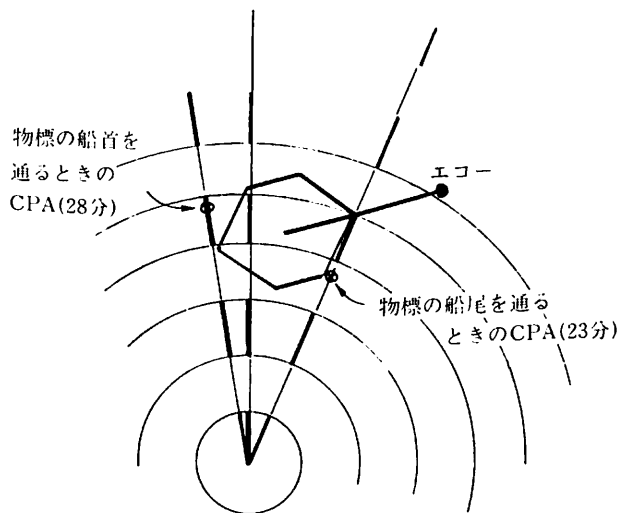
てもその両物標相互には危険が存在することもありうる。

破線状の方位の電子カーソルを使い、破線の一本の長さが時間を表わしているときは、原針路に戻す時間を求めるときに注意が必要である。第A・3・35図に示すようにカーソルの切れ目は自船の船首または船尾を物標が通る時間をはっきり示すが、所要の避航距離が生ずる時間はきめられない。

ほとんどのARPAの表示は自船の船位がCRTの中心またはオフセンタ位置に固定されているので、物標のエコーの動きは普通は相対運動である。この表示で真モードを使うとベクトルと残光とは相関をしない。自船位置の動くトゥルーションのARPA表示も少しはあるが、それで相対ベクトル表示を使うと、今度はベクトルと残光とが関連づけられなくなる。

正確でない入力から得られたデータを過信し不正確さを見抜けないことは何としても避けなければならない。ベクトル、PADおよびデジタルの表示は、計算機で作ったものであり絶対に正確ではないことを常に留意しなければならない。IMOのARPAの標準にある誤差の大きさは代表例であって、常にそうであるというのではない。

自動捕捉のある装置は、何かの原因で非常に重要な物標の検出と捕捉を全く失敗するかも知れず、エコーの強さが変わる物標を見失うこともある。後者を再捕捉をし



右側の線は変針すると物標は自船の船首を、左側の線は船尾をとおり、TCPAはそれぞれ3.6と4.8という時間単位になる。

第A・3・35図 原航路に戻る時間をきめるのに方位カーソルを使うときの誤り

てもその針路と速力は長時間の追跡のものでなく、その間にその物標は操船をしているかも知れない。

5・1 各種の警報動作

レーダは最良の調整状態で使用し、また性能点検装置を備えることになっている。ARPAの警報動作には二つの種類がある。

(a) ARPAの装置に誤動作がおきたときで、このため、ほとんどの装置には自己診断機能がついていて、回路の各部の動作が正しいかどうかを点検する。この点検は一定間隔でか、操作者の要求によるかの何れかで行われる。故障がおきていると、操作者に警報が出て、多くの場合にその原因または故障箇所を表示する。

しかし、ある種の故障は内部的に検知できないものもあり、数字表示管の故障で8が3になったり0になったりするようなのがその例である。ジャイロコンパスやログなどの外部センサからの入力がないときも警報が出る。しかし、ARPAが所要の精度を保って動作をしているかどうかを警報する手段はなく、このためにはテストシナリオが用意されている。

(b) 物標が予じめ設定した条件から外れたときの運用上の警報があり、つぎのようなときには警報を発する。

(i) ガードリングおよびガードゾーン

自船の周囲にある海域、例えば距離10海里で幅100mのゾーンを指定し、物標がその中に入ると警報を発する。普通は一つは予じめ定められた、もう一つは可変の二つのこのようなゾーンが用意できる。警報を出した物標はCRT上で明滅するなどの表示をする。装置によっては、このゾーンに入った物標の方位/距離をデジタル表示するものもある。装置のスイッチを入れたときに、このガードゾーンの内側にすでに入っている物標は警報をしないのに注意をすべきであり、この警報は見張りの代りとしてはいけない。ガードゾーンは360°全周でも、ある角度の扇状の部分だけを指定することもできる。

(ii) CPAまたはTCPAの警報

CPAとTCPAの両方がある物標が犯したとき、例えばCPAが1海里で、TCPAが30分に設定したとき、1海里以下のCPAに30分以内になる追跡物標があるときには警報が出る。警報の出た物標のCRT上の表示は、その速力ベクトルを含めて明滅するのが普通である。PADの場合は、自船の船首線がPADと交わったときに警報を発する。

(iii) 物標の消失

物標を追跡中に、何らかの原因である走査にその物

標からのエコーを検出できないとすると、追跡回路は前に述べたように、つぎの予測位置付近でその物標のエコーをさがし、これらを走査し続ける。このようにしても、その物標を検出できないときは物標の消失警報を出し、CRT上にその最後の追跡位置を示す。

(iv) 操作者が間違った要求をした警報

操作者が悪いデータまたは装置が受入れられない形のデータ、例えば370°、を入れようとしたときに警報が出る。

(c) 追加の警報が付けられることがある。これらの中にはつぎのようなものがある。

(i) 追跡中の物標が明らかに操船をしたとき

(ii) 静止物標が移動をはじめたとき、これは自船が偏流したときにも発することがある。

(iii) 予じめ試行操船をして評価をしておいた操船開始時間がきたとき

(iv) 全追跡チャンネルが埋ってしまったとき。これは危険な物標を追跡していないものがあるおそれのあることを操作者に警報をするためである。

5・2 試行操船

自船の操船に先立って、その操船による効果を計算機の助けを借りて予測をすることは簡単である。二隻の船のみがあるときの操船の結果を頭の中で組立てることは比較的簡単であるが、交通が稠密であるときは非常にむずかしく、とくに大型船で海域が狭いときは、できるだけ素早くレーダ画面上での変化によって全体的な衝突防止の戦略を立案し、それを更新して行くことが必要である。それにはつぎのことを考えるべきである。

(a) 一回の操船ですべての問題は解けるとは限らないので、つぎつぎの回避操作も必要となり、より遠方の船に対しては一時的に自船が衝突針路をとることも必要となるだろう。

(b) 試行操船機能を使って、自船の現在の針路と速力のままの将来の形を見ることも有効な情報であり、それによって、近くの他船とのお互いの衝突防止のための操船がわかる。相手船の明らかな避航が見られたらそれを見守る必要がある。

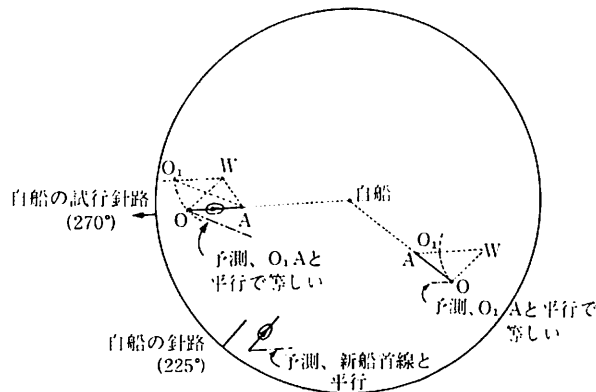
(c) 航法上の制約から他船の操船を要求しなければならないかも知れない。これには戦略を立てた時点を考え、計画の実行と効果の評価を見守るべきである。

ARPAによって、この試行操船の方法がいろいろであるのは不幸なことであるが、すべての場合に提案の針路と速力は入力できる。装置によっては操船開始までの時間の遅れ、とるべき舵角、積荷の状態による操船特性も入力できるものもある。

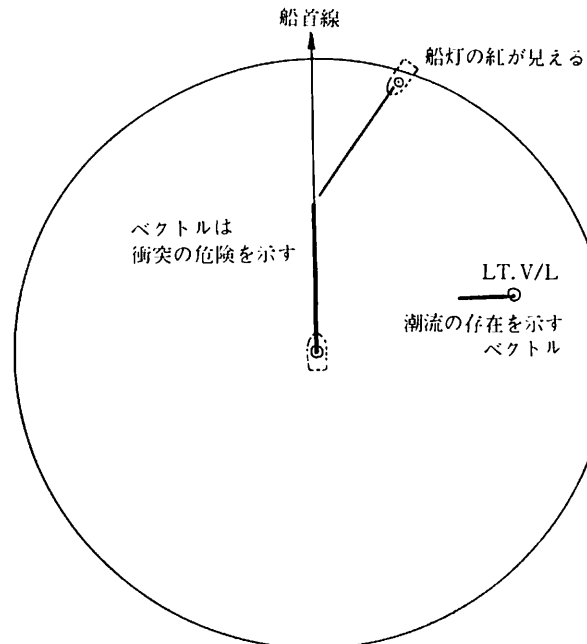
試行操船のシミュレーション結果の表示方法にはいろいろなものがある。設定した操船の結果としての真ベクトルまたは相対ベクトルが提案した試行操船の情報とともに表示され、ベクトルの長さを調節できる機能と組合せると、自船と相手船の行合い状況を明瞭に示すことができる。(第A・3・36図参照)。

一方、動的な表示をする表示例では自船とすべての追跡物標は正規の速力の同じ倍数(例えば30倍)で移動をはじめ。自船のみは試行用に設定した針路と速力で(操船開始までの時間も含めて)動く。この表示は行合い状況をよくわかる形でその未来を示すが、より詳しい解析のため、それを途中で止めることはできない。

装置をシミュレーションモードで使用するとき、そ



第A・3・36図 試行操船の静的な表示



第A・3・37図 海水安定表示

れが現状の表示と誤らないためには、シミュレーションモードは手で押えているときのみ作動をするスプリング付きスイッチを使用するとともに、表示面上に“SIM”といった表示をする。また、試行操船中も正規の物標の追跡を計算機は中断することなく追跡をつづけている。PAD₀の場合は針路変更の試行は表示上から明らかであるが、速力の変更の試行のための機能は必要である。

5・3 過去の位置の表示

ARPAには必要に応じて追跡中のすべての物標の少くとも8分間の過去の位置を少くとも四つの等時間間隔の点で示すことが要求されている。これは、観測者が一時的に他の航海の作業のために表示から離れている間に特定の物標が操船を行なったかどうかのチェックをするためのものである。

物標の過去の動きは、未来へのその意図を与え、操船は航法上のものかも知れないが、衝突防止のためにもよく行われ、その場合は元の状態への復帰を見守る必要がある。この物標の過去の位置は真モードでも使用できるが、物標の動きの状態のチェックには真モードの使用が重要である。物標の航跡が不安定で均一であるときには表示データの扱いに注意を要する。

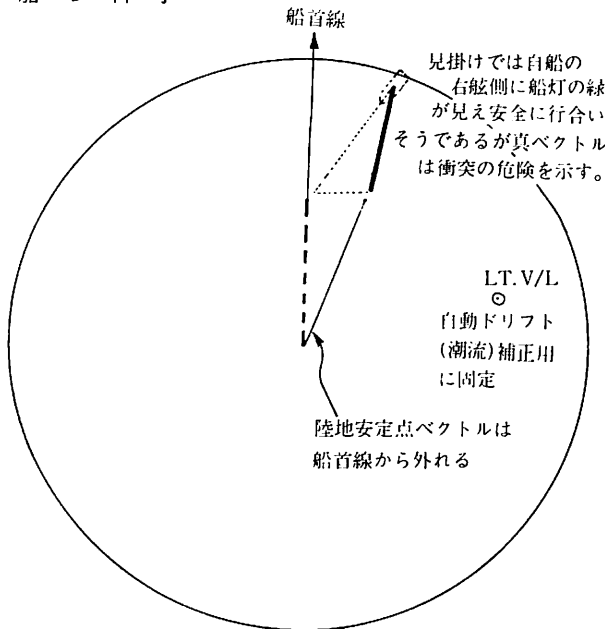
5・4 陸地への固定

真航跡(トルモーション)のモードをARPAで使用するとき、自船の動きはログとコンパスから供給される。この場合、これらのセンサに誤差がないとしても、ログのデータは対水速度が要求され、表示は海水に安定(第A・3・37図)である。従って、他船のベクトルは対水航跡で、目視のアスペクトと同じで潮流とは関係ない。こうして、衝突防止には海水安定モードのみを使用すべきである。

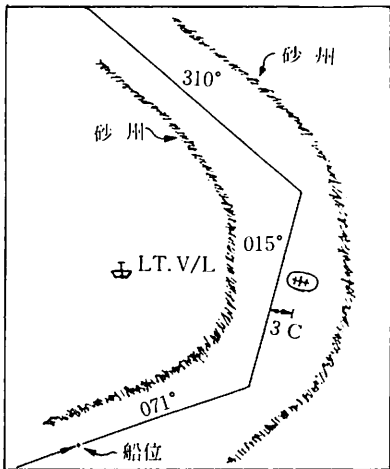
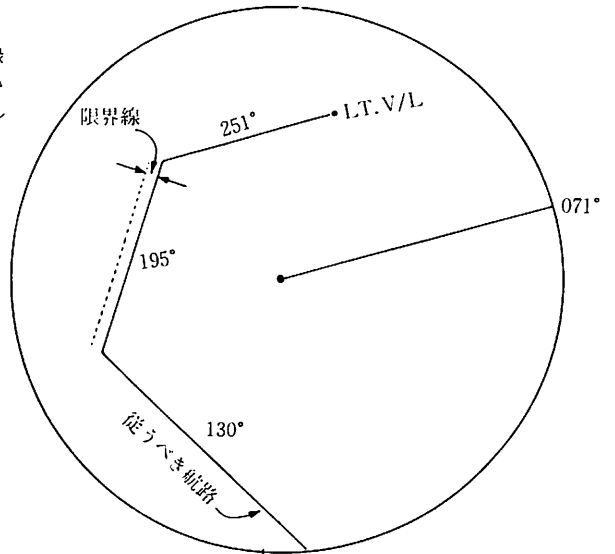
このようなモードでは、船が潮流の影響を受けると陸地のエコーがドリフトする。従って、地形を表示するときはこの問題を防ぐことが考えられる。海岸線のこのドリフトは潮流補正値を加えることで防げるが、一部のARPAでは自動ドリフト補正または基準エコー法を採用している。これらの場合には表示はある固定物標に固定することで、陸地安定になる。そこでは、表示ベクトルは物標の対地真ベクトルを示すだろう。追跡中の船のアスペクトに関する解説(第A・3・38図)を生ずるので、この表示は衝突の危険を評価したり、衝突防止を考えるとときには使用すべきでない。

5・5 航法線または地形の表示

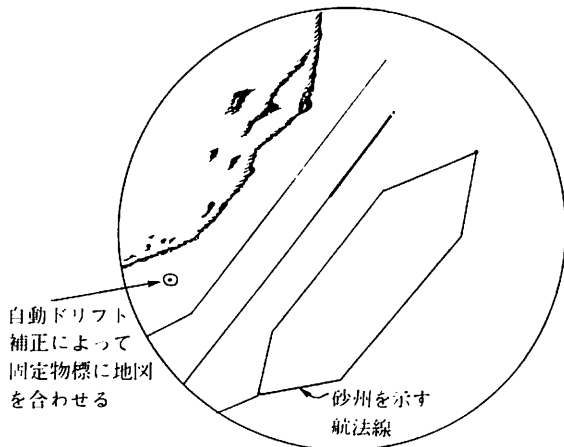
多くのARPAは表示上に数本の線を描くことが可能で、それらの線は、その場所、向きおよび長さを変えられ、水路の航行上の限界、平行指標技術(第A・3・39図)エ



第A・3・38図 陸地安定表示



第A・3・39図 平行指標による航法線



第A・3・40図 地形の表示

コーの弱い海岸線などの表示に使用できる。使える線の数
は15本から20本であるので、荒っぽい地形表示(第A・3・40
図)しかできないが、ある装置では、そのような表示を15種類
まで記憶することができる。

(以上で、ハードウェアの部分を中心としてこのマニュアルの
紹介を一応終る。この本は近く海天堂出版より完全な形での翻
訳が出版されるとの情報があったので、より詳しくはそれを参
照されたい。)

(つづく)

ケミカルタンカー

恵美洋彦・角張昭介著

B5判 300頁 定価5,000円(〒300円)

ケミカルタンカーの建造・取扱・積荷等について国際
及び国内の規則を中心に技術的に詳述した“ケミカル
タンカー”の決定版です。化学品名の索引を添付
株式会社 船舶技術協会

対訳

液化ガスばら積船/ケミカルタンカー

安全規則/技術要件

USCG: 46 CFR

大幅改正

判型B5判 本文80頁 定価2,500円

(当会に直接注文の方、送料は当方負担致します)

無機質系長期防食塗材 “セメンシャス”

恒和化学工業株式会社
開発部 文字清三郎

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造の建物の中の鉄筋は多年にわたって経過していても、その鉄筋を摘出してみると錆発生が認められない事実が知られている。いわゆる錆抑制の効果がセメントコンクリート組成分の中にあることを物語っているもので、この現象は未体系のまま、個々の経験を生かして利用されて来ている。

今回、この性能を塗膜の形態へ積極的に利用して、用途、応用の範囲を体系化しようとして開発されたのがセメンシャス シリーズの各商品である。セメンシャス シリーズの商品の基本的な成分構成はセメントとエマルジョン樹脂の2主要組成分と作業性、塗膜性能を向上させるために必要な各種の添加材とから成っているが、セメント、エマルジョン樹脂の両者は別々のメカニズムで結合材の役割を担っている。

まずセメントは加水反応で硬化してゆく水硬性の結合材であり、エマルジョン樹脂は脱水機構を伴って、樹脂の微粒子体が融合し合い、結合材の役割を果たしている点、セメントの硬化とエマルジョン樹脂の成膜は水分のやりとりが相補的な関係にあることが成膜機構の上で特徴がある。

エマルジョン樹脂は水を溶媒として均一分散の状態にあり、この場合、疎水性の樹脂粒子が水になじんで均一分散系をつくっているのは明かに親水性の界面が樹脂粒子の表面に存在しているものであって、親和水が個々の樹脂粒子の周囲を充分にとりまわっている状態と推察できるものである。

また一方、エマルジョン樹脂粒子はセメントのそれよりも粒径が極めて小さく、成膜によって、セメント硬化体内に存在する空隙孔を充填するために硬化膜層内からの水の蒸発が抑止される。

以上の2点の現象は、通常セメントが水の蒸発を伴って硬化とドライアウトのいずれかに進行するときのドライアウトの弊害を防止するのに有効である。そのために、セメンシャスで500 μm ～800 μm の程度の膜厚で施工してもセメント質膜に往々にしてみられるドライ

アウト現象は発生しない。

また、プールベイ (Pourbaix) の腐食図にみられる鉄の電位～pHの関係図で示されるようにセメント質が現わすpH領域では若干の電位差が発生する条件下でも不動態域を保持している。このことは、例えば膜質あるいは膜厚の差によって生じる若干の電位差によって流れる腐食電流があっても錆の発生を抑える効果を示している。

セメンシャスはセメントとエマルジョン樹脂を主成分としていることは前述のごとくであるが塗材の性状をみると、セメントの性状に支配されることから逃がることができない。むしろ、セメント質が塗材化されたときの特性をセメンシャスでは積極的に利用しようとしている。

その1例としてセメンシャスを塗材化した段階の塗材の流動性である。これは他の塗材に見られないチキソトロフィック粘性の強さがあるということであって、吹付け塗装の場合に1回の吹付け作業で300 μm ～400 μm の乾燥膜厚を確保することができる。塗装部位によっては今後、厚膜化の傾向にある被塗物に対し、適した塗材となりうる。

また当然のことながらセメンシャスは水系の塗材である。水の蒸発に伴って、エマルジョン樹脂は成膜し、保持されている水分でセメントが硬化して塗膜が完成する。この過程では水、その他の微量の組成分が蒸発している。少くともシンナー組成分のキシレン、トルエンの蒸気はあり得ないので、吸気を通しての健康障害と引火による爆発労災の危険が全くない。

以上にセメンシャスの基本的な性能と主要な特徴を示したが、さらに具体的な紹介については以下の各項目の中で説明を加えたいと思う。

2. セメンシャスの特徴

セメンシャスはポリマーセメントの範疇に属していることは、上述の主要組成分の記事の中で明かである。

このことはポリマーとセメントとの狭間にあるがための特徴をポリマーとの比較でみた観点とセメント質のも

のと比較した場合の観点から分けてみる必要がある。

2・1 ポリマー（有機重合体）の比較での特徴

(a) 防火性がある。

所定のポリマー量が乾燥塗膜層内に含有されるが主材料は無機質であるセメントが占めている。セメント硬化体は約 600℃で変質、崩壊の徴候が認められるがセメンシヤス塗膜表面では着火、あるいは延焼は起らない。

(b) 労働安全性がよい。

セメントが水硬性の結合材であるため、セメンシヤスは水系塗材である。有機溶剤の成分が含まれないので、吸気によって肺を経由し、人体に吸収されて健康障害を惹起することはない。また、膜化する際に可燃性の蒸気を副生しないので、火気による引火、爆発の危険が施工時にない。

(c) 特徴的な防錆能がある。

セメントが硬化する場合、硬化の反応に消費されて結合材に移行する Ca^{++} 以外、過剰量の Ca^{++} が塗膜層内にある。ほとんど水酸化カルシウムの飽和水溶液に近いアルカリ度が認められる。タールエポキシ塗料とセメンシヤスを鉄面に塗布した塗板を耐塩水噴霧テストに供試すると、あらかじめ切り込んでおいた塗面上のクロスカット線の附近でセメンシヤス塗膜は、タールエポキシ塗膜よりも錆の発達がきわめて少ない。これは、図1のプルベイの腐食図による不動態域をセメンシヤスは維持しているためである。

(d) 厚膜型の塗材である。

セメントが水と混和したときに示される流動粘性はチキソトロフィック粘性が強く、標準的仕様で水と混練した施工前のセメンシヤスのチキソ係数(TI値)は0.60～

0.65の値である。吹付塗装によって、300～500 μ mの乾燥膜厚を1回目の施工で確保することができる。

2・2 セメント質材料との比較からの特徴

(a) ドライアウトが起りにくい。

エマルジョン樹脂が混入されるので、その保水効果と成膜によって層内の緻密化が行われるために水蒸気が飛散抑止され、ドライアウトの弊害が起らない。

(b) 塗膜の乾燥収縮が低減する。

セメントにエマルジョン樹脂を添加すると一般にセメント減水剤の添加効果が顕われにくく、エマルジョン樹脂そのものに、減水効果のごとき性能がみられる。そのため、トータルの加水量が少なくても、所期の塗装用の流動性が得られることと、樹脂の可塑性の付与があって乾燥収縮率が小さくなる。

(c) 付着強さが向上する。

エマルジョン樹脂の付着能力が充分に発揮されて、各種の下地に対して付着力が向上する。

(d) 柔軟度が増す。

一般的なポリマーセメントでは使用するエマルジョン樹脂が硬化成膜したときのガラス転移点(Tg：温度で示す。)は-40℃～50℃のものが多いが、セメンシヤスでは目的用途に応じて、ガラス転移点から由来する柔軟度の適正なセメンシヤスの種類をセットしている。なお柔軟度が適正な塗膜は落下物による耐衝撃性にすぐれた効果を発揮する。

3. セメンシヤスの種類と性能

セメンシヤスには用途や目的、要求性能に応じて種々の製品があるが、特に船舶に使用されるタイプを紹介す

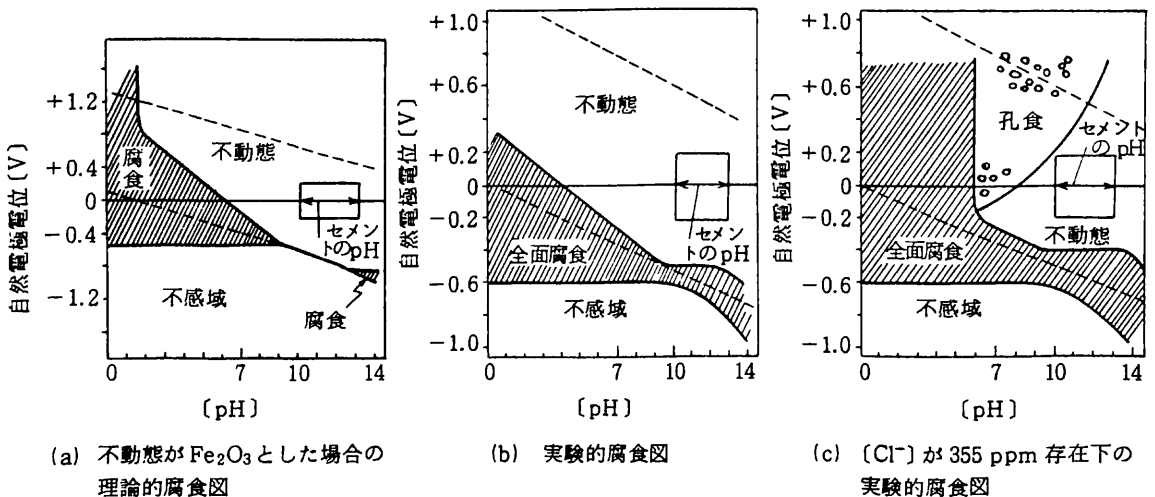


図1 プールベイ (Pourbaix) の線図

る。

3・1 セメンシャス#200の性能

(a) 強靱な塗膜を形成する。

塗膜が強靱なので耐衝撃性にすぐれており、重量物の落下による損傷が最小限に防止できる。

適用：ハッチカバー・デッキ・ホールド

(b) 積荷に強い。

積荷の重量やズレに十分耐え得るだけの耐摩耗性を有している。#200の塗装面でトラックの走行が可能である。

適用：ドライカーゴホールド

(c) スリッパ防止効果

別に骨材を散布しなくても、ノンスリッパな塗膜層を形成するので安全な船上作業ができる。

適用：デッキ・チェッカープレート

(d) 着火・延焼防止

塗膜自身が燃焼しないので火災伝播防止になる。また他からの火災による着火が皆無なので着火防止に役立つ。

適用：エンジンルーム・ホールド・居住区

(e) 耐熱性・耐低温度・耐高湿性

+140℃～-40℃の環境や高湿度の環境でも性能の低下がない。

適用：ホールド・デッキ

3・2 セメンシャス#150N性能

(a) 浸透圧によるフクレ現象の発生が全くない。

(b) 高湿度下の環境でも塗膜を形成することができる。

(c) 補修が極めて簡単にできる。

(d) 専用上塗り材“シャスコートHY-EPO-A”の塗布により、水中でのCa⁺⁺の溶出を完全に防止するので、水道法に基ずく水質基準に適合する。

適用：フレッシュウォータータンク・ドリンキングウォータータンク・バラスタタンク

4. 塗装方法と機具

大面積の連続塗装にはエアレススプレー方式が最適であるが、従来の溶剤系塗料用のエアレス機では超硬度粉体を含有するセメンシャスの塗装は、パッキンやシリンダーやチップが摩耗に耐えられないため、当社ではポリマーセメント吹付可能でかつコンパクトなエアレス塗装機を開発し現在販売中である。セメンシャスの吹付け施工性はタールエポキシのそれと同等と現場関係者によって評価されている。現在リースにも応じている。

5. 施工仕様

5・1 下地処理

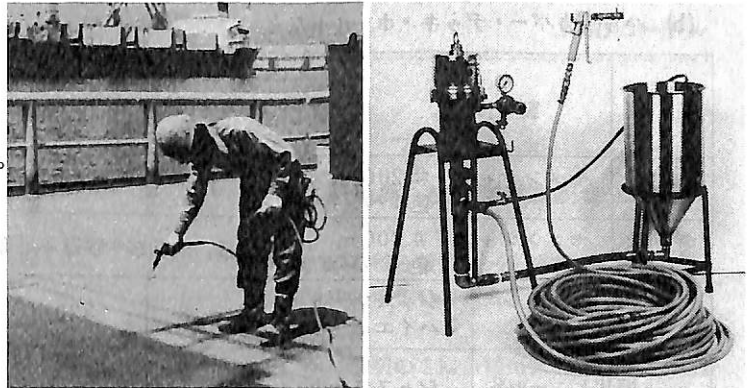


図2 甲板塗装状況と塗装器具（ダイヤエアレス DAP110型）

(a) 新造船の場合

ショップライマー	次のいずれかのプライマーで一次表面処理をする。 ・アルキルシリケート系無機ジンクプライマー ・ウオッシュプライマー (施工場所、ミルメーカー)
二次表面処理	溶接部および損傷発錆箇所を電動工具にて、SIS St-2程度まで処理する。フラックを除去し全面を清掃する。油脂分は完全にぬぐいとる。
先行塗り	溶接部や膜厚のつきにくいエッジ部などを下塗り材で先行増し塗りする。

(b) 修繕船の場合

下地処理	つぎのいずれかの方法で下地処理をする。 ・スリーブブラスト (SIS Sa-1) で全面ケレンする。 ・動力工具、手工具を用いて旧塗膜を除去し発錆部は SIS St 2 まで除錆する。
脱脂	油脂分は溶剤をしみこませたウェスで完全に拭いとる。
清水洗い	海水の飛来や海水に接した箇所は清水で水洗いする。
補修塗り	溶接部や孔食部は先行増し塗りをする。

5・2 塗装仕様

(a) 清水タンク

工程	製品名	塗り回数	塗付量 g/m ² /回	塗り重ね時間 (20℃)	標準膜厚 μ/回	シンナー希釈率	名率比
下塗り	セメンシャス #150N 色：グレー	1	500	1～6時間以内	150	清水	%
中塗り	セメンシャス #150N 色：グレー	1	500	上塗りまで24時間以上換気	150	清水	%
上塗り	シャスコート HY-EPO-A 色：ブルー	1	320	塗装終了後3日間換気	80	清水	10～15%

(b) ハッチカバー・デッキ・ホールドなど

工程	製品名	塗り回数	塗付量 (g/㎡/回)	塗り重ね 時間 (20℃)	標準膜厚 (μ/回)	シンナー名 希釈率 重量比	
下塗り	セメンジャス #200 色：ベンガラ	1	1,000	上塗りまで 24時間以上	400	清水 11～14%	
タッチ アップ	セメンジャス #200 色：ベンガラ	溶接、溶断跡や膜厚不足部分をタッチアップ塗りする。					
上 塗 り	水系エポキシ 塗料仕上げ	ジャスコート ハイエポ-B	1～2	320	4時間以上	80	水道水 5～10%
	塩化ビニール系 塗料仕上げ	ジャスコート V	1～2	300	4時間以上	70	ジャスコート シンナー#40 50～60%
	塩化ゴム系 塗料仕上げ	ジャスコート R, C	1～2	300	4時間以上	70	ジャスコート シンナー#20 0～5%

6. おわりに

以上でセメンジャスの概要と製品紹介を述べたが、発売以来短期間ではあるが、陸上施設を含めすでに30万㎡の実績に達し、それらの実績をふまえて改良を重ねてお

り、更に年内には新製品の上市も予定している。

セメンジャスは、すでに米国や英国に特許登録済みであり、今後ともユニークな製品開発で業界に寄与致したく願っている。

成山堂書店 BOOKS 海事交通

船舶煙突マーク集

海上保安庁監修 好評初版を全面改訂。国内467および海外337の合計804の煙突マークを集録。色調とデザインの完璧を期すと同時に、世界各国の国旗も収めて便覧として内容を強化。 定価5800円

船舶制御システム工学 新訂版

神戸商船大学教授・広田 実著 航海・機関の別なく近代化船で必須の船舶制御システム。最適制御・ダイナミックプログラミングなど実務者に関心のある新しい分野も収めた好著。 定価3800円

商船設計の基礎 (上・下)

造船テキスト研究会編 エッセンシャルな基礎と最新の進歩を踏まえ、設計技術者が当面する項目を中心に設計全般を解説。採算計算、設計者の盲点・運航の実態も紹介。 定価上5500円・下7000円

船体関係図面の見方

橋本 進/師岡洋一/軍司吉樹/河原 健共著 造船各社各様、造船界の慣習等によって異なる図面表現/いかなる図面にも対応するべく、製図上の規約・慣例・特殊図面等実践解説。 定価6800円

船舶知識のABC

A 5判/196頁/定価2,400円(千300円)

船舶運航のABC

A 5判/258頁/定価3,000円(千300円)

大阪商船三井船舶 取締役 坂井保也 監修 船のことがなんでもわかる。

大阪商船三井船舶 船長 池田宗雄 著 船の入門書 百科事典

航海ジャーナル 海運の明日を探る月刊誌

全国の書店にて毎月20日発売 定価880円

海運とその 周辺領域の全動向 情報も資源

<第21回>

IMO 創立 25 周年 を迎えて

運輸省船舶局 検査測度課安全企画室

今回は、去る3月17日にIMOが創立25周年を迎えたので、これに関する話題をご紹介します。

IMO 25年の歩み

IMOは、前述のとおり、3月17日に創立25周年を迎えた。すなわち、1958年のこの日にギリシャ及び日本がIMO条約に加入したことにより同条約が発効、同時にIMO（当時はIMCO）が成立してから25周年を迎えたわけである。（条約締結のタイミングとして、わが国は、発効間際に締結する傾向があるが、タイミングよく発効当事国として歴史に名を残しているのは、海事関係条約の中ではこの条約ぐらいではないかと思う。）

一口に25年というが、この間の海事をとりまく状況には目を見張るべき変化がみられる。世界の商船船腹量をとってみても1958年当時と比べ、現在は4倍近くに増加しているし、船舶の大型化、多くの新しい型の船舶の出現などIMOの歩んできた25年間で世界の海事情勢は大きく変貌してきた。

IMOは、これらの情勢に対応して多くの条約、コード、勧告等を採用してきたが、なかでも、1960年から1979年までの20年間に18の条約を採用しているのは、驚異に値する。これまでのIMOの活動を振り返る意味で以下に25年間のハイライトを年表の形でまとめてみた。

- 1958年 3月 「IMOの設立に関する条約」が発効要件を充足、同日発効（3月17日）
- 1959年 1月 第1回総会開催（ロンドン）
- 1960年 6月 海上における人命の安全のための国際条約（1960年SOLAS）採択
- 1962年 4月 1954年の油による汚染の防止のための国際条約（1954年OILPOL）の改正採択
- 1965年 4月 1965年の国際海運の簡易化に関する条約（1965年FAL）採択
- 5月 1960年SOLAS発効
- 1966年 4月 1966年の満載喫水線に関する国際条約（1966年LLC）採択

- 5月 ばら積み貨物コード採択
- 11月 1960年SOLAS第一次改正を総会で採択

この年に最初のIMO技術援助専門家を派遣

- 1967年 3月 1966年FAL発効
トリー・キャニオン号事件発生；事後処理のための国際的方策検討のためのIMO臨時理事会を召集し、法的側面及び技術的側面からの作業計画を採択
- 6月 法律委員会を設置
- 1968年 7月 1966年LLC発効
- 9月 FAL条約の実施その他関連事項につき理事会をadviseするために簡易化委員会を設置
- 11月 1960年SOLAS条約の改正を採択
- 1969年 6月 船舶のトン数の測度に関する国際条約（1969年TM）採択
- 10月 技術協力委員会設置
1960年SOLAS条約の改正及び1954年のOILPOL条約の改正を採択
- 11月 トリー・キャニオン号事件を契機に開始された法律作業により、1969年の油による汚染を伴う事故の場合における公海上の措置に関する国際条約（1969年INTERVENTION）及び1969年の油による汚染損害についての民事責任に関する国際条約（1969年CLC）を採択
- 1970年 IMO本部がBerners StreetからPiccadillyへ移転
- 1971年 10月 1971年の特殊旅客船協定（1971年STP）採択
1954年OILPOLの改正、1960年SOLASの改正及び1966年LLCの改正を採択
バルクケミカルコードを採択
- 12月 1969年の海洋汚染損害に関する会議に従って、油による汚染損害の補償のた

	めの国際基金の設立に関する国際条約 (1971年FUND) を採択	1976年	9月	としてIMOが指名された。 国際海事衛星機構に関する条約 (INMARSAT) 採択
	核物質の海上輸送の分野における民事責任に関する条約 (1971年NUCLEAR) を採択		11月	海事債権についての責任の制限に関する条約 (1976年LLMC) 採択
1972年	10月			1971年FUNDに関する議定書及び1974年PALに関する議定書を採択
	海上における衝突の予防のための国際規則に関する条約 (1972年COLREG) 採択		12月	地中海 Oil Combating Centre をIMOの管理の下にマルタに設置
	12月			
1973年	11月	1977年	4月	漁船の安全に関するトレモリノス国際条約を採択
	船舶による汚染の防止のための国際条約 (1973年MARPOL) 油以外の物質による海洋汚染の場合における公海上の措置に関する議定書 (1973年INTERVENTION PROT)		7月	タンカーの安全及び汚染の防止に関する国際会議の招集についての米国の首唱をMSCが是認
	海洋環境保護委員会を設置1965年FALの改正及び1960年SOLASの改正を採択		9月	1972年COLREG発効
	特殊旅客船についての場所の要件に関する議定書 (1973年SPACE STP) 採択		11月	1972年CSC発効
				技術協力委員会の条約化等を内容とするIMO条約の改正を第10回総会にて採択
1974年	10月	1978年	2月	1965年FALの改正を採択
	理事国の数を18から24に拡大すること及びMSCをすべての加盟国に開放することを内容とするIMO条約の改正を第4回臨時総会にて採択			タンカーの安全及び汚染の防止に関する国際会議が招集され、1974年SOLAS及び1973年MARPOLに関する議定書を採択
	11月		3月	アモコ・カディス号海難発生 (Brittany 沖)、この種の事故を防ぐため直ちに手段を講じるようにIMOは要請された。
	新しい海上における人命の安全のための国際条約を採択		4月	タンカーの通航区域をフランス沿岸から遠ざけるために Ushant 沖の分離通航方式を改正
	12月		6月	船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約 (1978年STCW) 採択
	旅客及びその手荷物の海上輸送に関するアテネ条約 (1977年PAL) 採択		7月	
1975年	1月		10月	1971年FUND発効
	技術援助計画の進展の一環としてIMOの最初の Regional Maritime Adviser を指名		11月	第1回FUND総会が開催され本部としてロンドンを選定
	5月	1979年	4月	海上における捜索及び救助に関する国際条約 (1979年SAR) 採択
	1969年INTERVENTION発効		5月	IMO新本部 (Albert Embarkment, Lambeth) の定礎 (エジンバラ公)
	6月		7月	INMARSAT発効
	1969年CLC発効			第1回インマルサット理事会開催
	7月			
	1971年NUCLEAR発効			
	11月			
	機関の名称を "International Maritime Organization" とし、MEPC及びLEGを制度化することを内容とするIMO条約の改正を第9回総会にて採択			
	1966年LLCの改正を採択			
	12月			
	廃棄物その他の物質の投棄による海洋汚染防止条約の事務局任務を行う機関			

IMO コーナー

IMO コーナー

- 11月 理事国の数を24から32に拡大することを内容とするIMO条約の改正を第11回総会にて採択
- 1980年 5月 1974年SOLAS発効
- 1981年 5月 1974年SOLASに関する1978年議定書発効
- 11月 1974年SOLAS第一次改正を採択（「タシット方式」の採用により1984年9月1日発効）
- 1982年 5月 IMO条約の1975年改正が発効し、機関の名称がIMCOからIMOに変更

- されるとともにMEPC及びLEGの設置が条約に採り入れられた。
- 7月 1969年TM発効
- 10月 MARPOL 73/78が発効要件を充足
- 11月 IMO新本部に移転（4 Albert Embarkment）

以上がIMOの四半世紀の歩みであるが、第2四半世紀に歩を進めるにあたり、IMO関係の作業に従事する一員として、これまでのIMOの業績を評価するとともに、今後の大いなる発展を期待したい。

製品紹介

製品紹介

最適航海計画システム

三菱重工業株式会社は、船舶の航路設定を航海士に代わってマイクロコンピュータで行う「最適航海計画システム」を開発、7月18日より販売している。

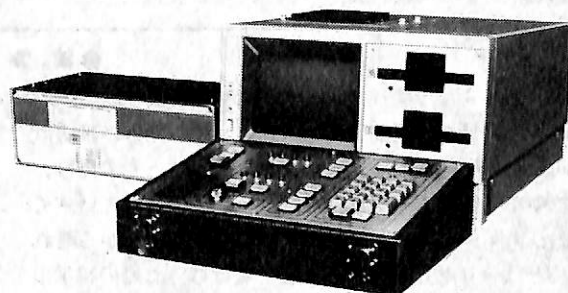
世界で初めてウェザルーチングの考えを取り入れたもので、航路に当たる海域の風や潮流による影響を計算して、エネルギー消費が少なく、しかも安全なコースを設定するとともに経済的な航行速度、目的地までの燃料消費量の推定など航路分析を行うところに、このシステムの最大の特徴がある。

このシステムには、一般的な漸長緯度航法^{*1}、大圏/集成大圏航法^{*2}のほかに、危険領域を回避して最短航路を求める最適迂回航法、更に、これらの航法を自在に組み合わせ航路を引く多段航法など新しい航法を採用している。このため航行中、台風の発生、低気圧の接近という状況の変化にすばやく対処することができるようになってきている。

また、このシステムに内蔵したパイロットチャート（風力、風向、風速、潮流の海象データ）に基づいて計画した航路の運航エネルギーを推定する一方、航路変針点間の予想スリップ^{*3}、最適船速、変針点ごとの到着予想時間など航路分析の提示を行う。

これまで、こうした複雑な航海計画作業は航海士に委ねられてきたが、このシステムを導入すれば航海士にかかっていた負担を大幅に軽減できる。

このシステムは航路計画だけでなく、航路保持機能もっており、航路保持機能には航路監視のほかに航路離脱時の復帰針路や変針点到達時の新針路提示機能が含まれている。これを「省燃費型自動操舵装置」やオートパ



イロットに結合すれば、船舶を航路どおりに目的地まで自動操船することが可能となる。

今回の「最適航海計画システム」は「省燃費型自動操舵装置」に引き続き製品化したもの。財団法人日本船舶用機器開発協会の資金援助を受けて開発したもので、昨年実施した207,000 DWTのバラ積運搬船の実船試験で良好な成績を収めた。

- *1 漸長緯度航法：海図（漸長図法で作られている）上で、航路が直線になる航法でコンパスの方位を基準に操船する最も一般的な航法である。
- *2 大圏/集成大圏航法：地球の球面上で最短距離（大圏）を航行する航法が大圏航法で、航行できる緯度を制限して最短で航行する航法を集成大圏航法と呼んでいる。
- *3 予想スリップ：船のプロペラをネジと考え、ネジの回転で進むべき距離と実際に進んだ距離の比をスリップと呼ぶ。理想はスリップ「0」であるが、海象などの影響によって大きく変化するので、この予想は重要である。

昭和58年度(58年7月分)新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分		4 月 ~ 7 月 分				7 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	44	617,640	891,590		15	200,700	317,850	
	油槽船	4	14,590	23,979					
	貨客船								
	小計	48	632,230	915,569	127,275,000千円	15	200,700	317,850	32,481,000千円
輸出船	貨物船	189	3,954,439	6,218,292		77	1,667,340	2,590,450	
	油槽船	18	364,570	604,892		10	200,700	343,234	
	貨客船								
	小計	207	4,319,009	6,823,184	660,413,808千円	87	1,868,040	2,933,684	286,833,285千円
合 計		255	4,951,239	7,738,753	787,688,808千円	102	2,068,740	3,251,534	319,314,285千円

● 編 集 後 記 ●

□昭和58年9月号より株式会社天然社発行の「船舶」がその編集方針を変更し、所謂「船マニア」向きの雑誌に転向した。同誌は戦前「モータシップ」誌として発行、戦時中に「船舶」となり、通算50年以上の長きに亘って船舶技術関係者に親しまれてきた。今回技術誌から離れたことは一寸淋しいが、当社としては残った船の科学の内容に更に責任を痛感する。同誌が新タイプの雑誌として今後大いに発展することを期待するものである。

それに伴って同誌に連載されてきた技術関係記事も、7・8月合併号で終りになったが、恵美洋彦氏の「液化ガスタンカー」の記事はまだ完結されていなかったもので、読者の便宜を考え本誌に連載を続けることにした。引き続き参考資料として読者の方々の御愛読をお願いする。

□本誌「船の科学」に昭和51年4月号より約8年間(70回)連載を続けてきた「ケミカルタンカー」は先月号(8月号)を以て完結した。53年7月号分までは昭和54年3月に単行本『ケミカルタンカー』として刊行したが、53年8月号以降を一部訂正・追加を加えて昭和58年11月頃に『続・ケミカルタンカー』として刊行することにし

た。今回刊行の『続・ケミカルタンカー』も既刊の『ケミカルタンカー』と共に座右におかれて参考書として利用下さることを期待する。

□また、昭和56年6月号より27回に亘って連載してきた「LNG船の就航記録から」も本年8月号を以て終結した。LNG船の実際の運航にあたって生じたトラブル等を含め、世界のLNG船の就航記録から、いろいろな問題点を丹念に拾って集めたもので、新船の設計に際し、また実際にLNG船を運航するに際し、非常に参考となる貴重なデータを提供し得るものと確信している。これも本年内に単行本にまとめる予定であるが、広く一般に販売できるものとは期待できず、部数が限られるため単価は高くなると思われる。よって購入希望者から予じめ申込みを受けた上で「限定本」として発行したいと思っている。単価は、相等高額にならざるを得ないと考えている。希望者が予想より多ければ単価は廉くなることも考えられるので、成可く多くの方々の申込みを期待する。本誌上及び別メールで申込募集を行なうつもりであるのでよろしく願う次第である。

☆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

昭和58年9月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }
昭和58年9月10日発行 { 第3種郵便物認可 }

禁転載 第36巻 第9号 (No. 419)

定価 1,080円 (〒55円)

発行所 株式会社 船舶技術協会

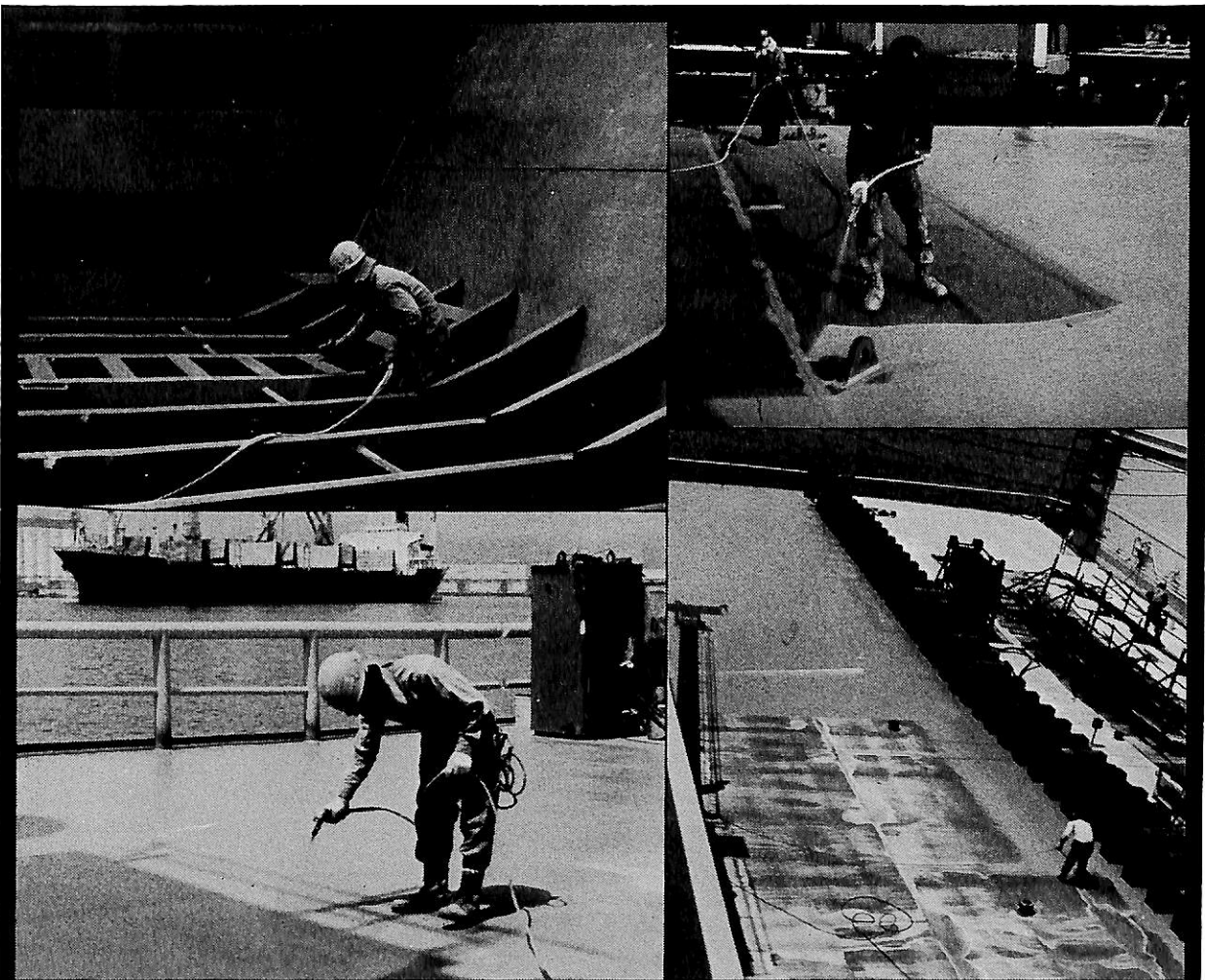
発行人 船橋敬三

〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリニビル)

編集委員長 田宮真

振替口座 東京 3-70438 電話 03(552) 8798

印刷所 大洋印刷産業株式会社



●セメンシヤス#200用途●

船体部及び艙装品関係

- ハッチカバー
- ハッチコーミング
- 各種デッキ
- ホールド
- パイプトランク
- エンジンルーム

船 種 別

- 鉄鉱石運搬船
- 石炭運搬船
- 木材/チップ運搬船
- 穀物運搬船等

無機質系長期防食塗材

セメンシヤス

CEMENTIOUS

船舶・重防食用塗材/耐摩耗・耐衝撃

(下塗り:セメンシヤス#200/上塗り:シヤスコート各種)

特 長

- 30万㎡の実績が示す性能
- 完全水系の無公害塗材
- 優れた付着力と防錆力
- 耐摩耗・耐衝撃性
- 耐熱・耐冷・不燃性
- ノンスリップ効果
- エアレス吹付可能

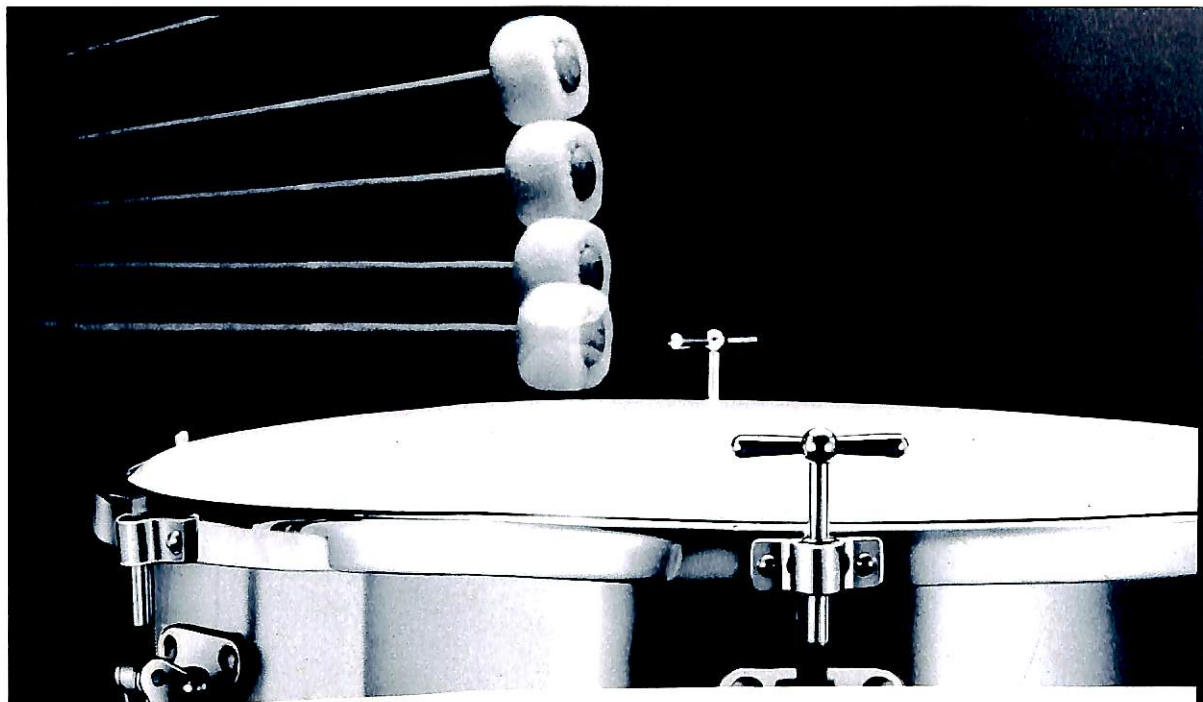
DIA 恒和化学

恒和化学工業株式会社

●資料呈上(本社 開発部)
〒143 東京都大田区平和島6-1-1
TRCビル ☎03(767)3561

工場 / 高萩・福岡・大阪・札幌

営業所 / 東京・大阪・札幌・仙台・新潟・名古屋・広島・高松・福岡



律動。

コンプレッサーを順調に動かし、
力を最大限にひきだします。

律動は心地よい響きを生み、
美しい演奏となって聴く人の心を打つティンパニー。
正確なリズムを伝えるには調整が大切です。
工場の心臓部でもあり、問題なく運転されることが求め
られるコンプレッサーには、
あらゆる使用条件に耐え最大限の働きを保障するオイル
が必要です。
酸化安定性に優れた共石コンプレッサー油の中から
お選びください。

往復動コンプレッサーに

- 共石レシック
- 共石レシックN
- 共石GCオイルN
- スクリュウコンプレッサーに
- 共石スクリュウ

ロータリーコンプレッサーに

- 共石RSコンプ
- アンモニヤガス用ターボコンプレッサーに
- 共石RIXタービンA
- 石油化学用ターボコンプレッサーに
- 共石RIXタービンC

優れた技術で、信頼に応える

共石
コンプレッサー油



〒100 東京都千代田区永田町2丁目11番2号 星が岡ビル TEL (03) 593-6294 (ダイヤルイン)