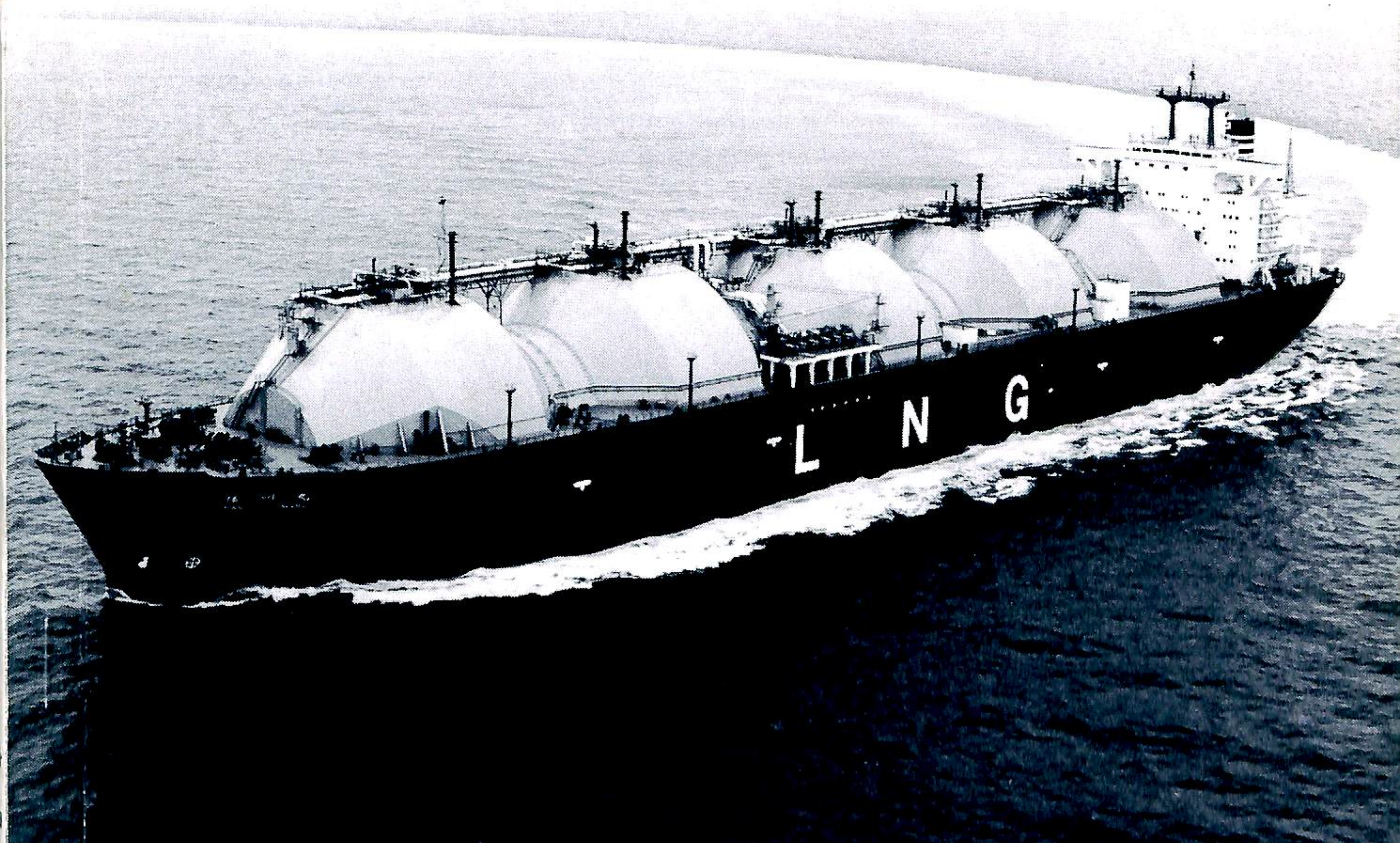
昭和58年12月10日発行　第36巻　第12号（毎月1回10日発行）昭和23年12月3日　第3種郵便物認可　昭和24年5月31日　運輸省特別扱承認雑誌第1156号　ISSN 0387−0863

船の科学

1983
12
VOL.36 NO.12



三菱重工業株式會社

日本郵船・大阪商船三井船舶・川崎汽船向け
モス方式ＬＮＧ運搬船“播 州 丸”
タンク容積 125,542.215㎥　主機タービン 40,000 PS
速力（試運転最大）20.80 kn　（満載航海）19.3 kn
三菱重工業・長崎造船所建造

356 SUNNY DAYS!!

修繕と改造はカリブ海"キュラソー"で…
降雨量は年間わずか400ミリ。

設　　備

- 修繕ドック　　　２基
  - 120,000dwt　１基
  - 28,000dwt　１基
- 1,800m(総延長)修繕岩壁
- 各種クレーン(ドックサイド)９基

事業内容

- 船舶の修繕・改造
- 発電機・モーターの修繕と巻換え
- 電子機器及び自動化装置の修繕

- 年中無休サービス
- ジェット便は北米、南米、ヨーロッパ各地へ直行便、毎日運航

CURACAO DRYDOCK COMPANY INC.

Curacao NETHERLANDS ANTILLES

総代理店

オール アンド コンパニー リミテッド

〒105 東京都港区西新橋1-1-3(東京桜田ビル)電話(03)(503)2030(代)
テレックス222-3266"AALL J"
〒650 神戸市中央区東町113-1(大神ビル)電話(078)(391)7801(代)
テレックス5622-401"AALL KB J"

近年、船舶では機関部の合理化、省力化が進むとともに、海洋汚染防止法に見られる通りビルジ排水にはきびしい規制が加えられ、軸封部に使用されるパッキンにも、より優れた性能が要求されています。日本ピラー工業は、特に船尾管軸用パッキンNo.426、No.426Fにより従来から親しまれてまいりましたが、この度、画期的性能を持つスタンチューブパッキン「シーゴールド」ピラーNo.428Fを開発致しました。シーゴールドパッキンは、パッキンの基材である編糸に従来から多くの実績を有しているラミー繊維と最近注目されている高強度アラミド繊維とを混紡した糸「タフラミド」を使用しています。
従って、シーゴールドパッキンは、漏れが少なく、長寿命という、今まででは考えられなかった画期的な性能を発揮いたしますので、必ずや皆様のご期待にそえるものと確信致しております。

ピラーNo.428Fの使用限界

用　途	スタンチューブ、ラダー、青海水ポンプ
流体温度	80℃
流体圧力	10kg・f/cm²
周　速	10m/S
P V 値	50kg・f/cm²・m/S

PILLAR　日本ピラー工業株式会社
本社　〒532 大阪市淀川区野中南2−11−48
本社（06）305−1941　大阪（06）302−5201　東京（03）432−1611　神戸（078）391−3541　水戸・千葉・川崎・名古屋・姫路・広島・長崎

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
そのよさがお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

先端技術が航海の安全を守る—タマヤの航海計器

風を征服—コンパクト設計、超軽量構造のTAMAYAミニマリン

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

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

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

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

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

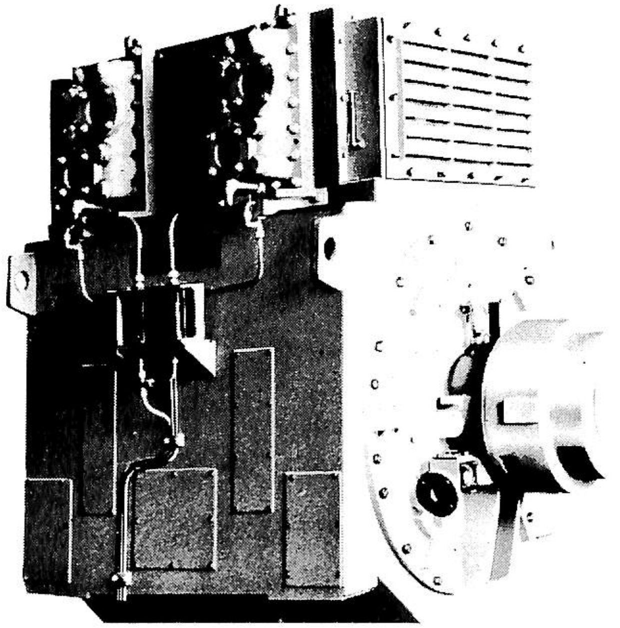
●カタログ・資料請求は、
当社までハガキか電話にてご連絡ください。

TAMAYA タマヤテクニクス株式会社
東京都大田区池上2-14-7 ☎03-752-3211(代)

ながい経験と最新の技術

TAIYO ELECTRIC MFG CO., LTD.

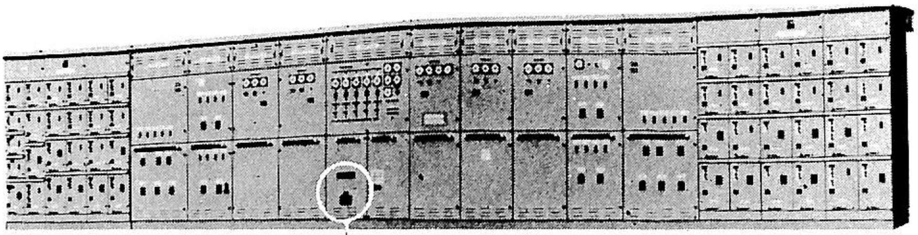
大洋の船舶用電気機器



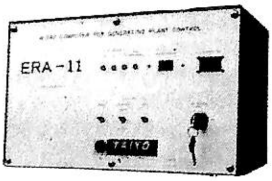
排ガス利用2極タービン発電機

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
12
Vol. 36

目　次

7　新造船写真集（No. 422）

20　日本商船隊の懐古 No. 54（阿蘇山丸，阿蘇丸）……山田早苗

22　商船の映像（5）パナマ運河の日本商船（かなだ丸，ぶらじる丸）……野間恒

25　11月のニュース解説……米田博

28　最新鋭125,000 m³型 LNG船"播州丸"の設計と建造……三菱重工業

38　飛行艇の離着水……新明和工業

48　CPP翼の翼面加工システム……かもめプロペラ

55　冷凍運搬船（4）……角張昭介・椎原裕美

64　続・液化ガスタンカー（4）……恵美洋彦

74　船舶電子航法ノート（80）……木村小一

81　IMOコーナー（第24回）
コンテナー条約の改正について……運輸省船舶局

84　「船の科学」内容索引　第36巻（昭和58年1月号～12月号）

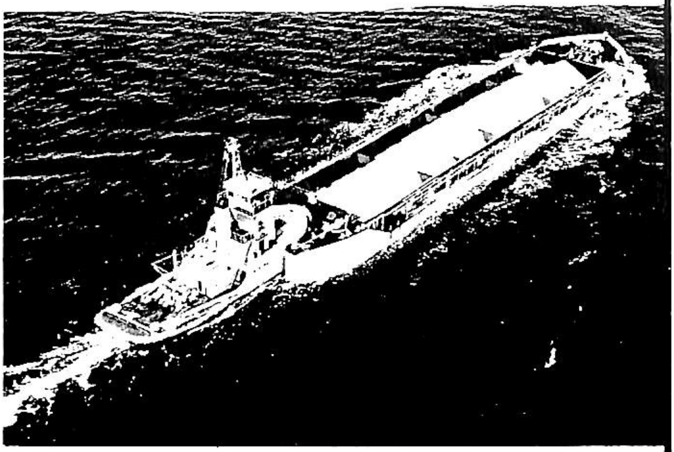
●技術短信　乗用車用セラミックターボの実用化に成功　三菱重工業
従来にない消波機能を有する画期的な吸収式造波装置を本格的に販売開始　三井造船
船舶用主軸発電装置の技術提携と発売　神鋼電機

●新刊紹介　液化ガス／ケミカルタンカーの基礎　恵美洋彦著　成山堂書店
船級規則用語集（英和対照）　ロイド船級協会
'84海運・造船会社要覧　日刊海事通信社

●お知らせ　「海洋工学国際シンポジウム」開催案内　日本造船学会

〝押船―艀船団に〞アーティカップル

ピンジョイント式
自動連結装置



ボタン操作による
全自動方式

☆　荒天時も就航可能！

☆　連結－切離し作業の無人化とスピード・アップ！

大成設計工務株式会社

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

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■　主要業務

受託試験、研究
施設設備の貸与
技術相談

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

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
HIGASHI MURAYAMA

船舶艤装品研究所

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）

36次LNG運搬船　**播　州　丸**　BANSHU MARU　日本郵船株式会社・大阪商船三井船舶株式会社 川崎汽船株式会社

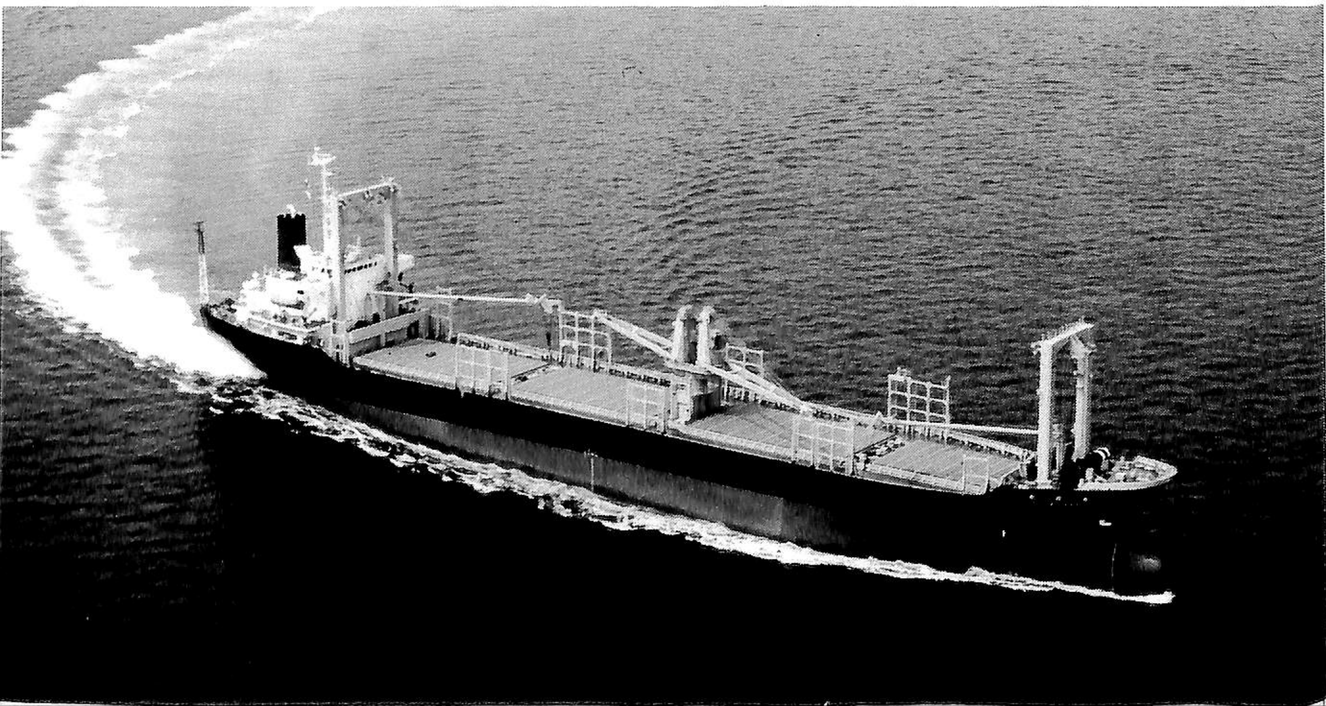
三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第1870番船)　起工　56—6—2　進水　57—12—26　竣工　58—10—19
全長　283.00m　垂線間長　269.000m　型幅　44.50m　型深　25.00m　満載喫水（型）11.50m
総噸数　104,121.86T　国際総噸数　102,390T　国際純噸数　30,717T　載貨重量　67,055t　貨物油槽容積
125,542.215㎥(−163℃)　主荷油ポンプ　1,100㎥/h×135m TH×10　タンク数　5　燃料油槽　7,348.2㎥　清水槽　950.7㎥
主機械　三菱MS40型2段減速2筒クロスコンパウンド衝動船用蒸気(タ)機関×1　出力（連続最大）40,000PS(100rpm)（常用）
36,000PS(97rpm)　プロペラ　5翼1軸　主汽缶　三菱CE型船用2胴水管（最高）72,000kg/h（常用）64,500kg/h，61.5kg/㎠G×
515℃×2　発電機（主）(タ)2,500kW×2，(デ)1,200kW×1，(非)(デ)200kW×1　無線装置（送）(主)1.2kW×1，（補）110W，125W各1
(受)全波×3　船舶電話　海事衛星装置　VHF　航海計器　ロラン　オメガ　NNSS　レーダー　速力（試運転最大）20.80kn
(満載航海)19.3kn　航続距離　13,000浬(重油専燃ベース)　船級・区域資格　NK　遠洋　船型　平甲板型船尾機関型
乗組員　30名他　航路　日本～バダック　。同型船　越後丸は8月に引渡され，日本～アルン間(日本国籍第1船として)に就航している。

撒積貨物船　**第十　天　社　丸**　神原汽船株式会社
TENSHA　MARU　№10

常石造船株式会社建造(第516番船)　起工　57—11—6　進水　58—1—20　竣工　58—6—28
全長　174.000m　垂線間長　165.00m　型幅　26.00m　型深　14.80m　満載喫水　10.64m
総噸数　18,784T　純噸数　10,528T　載貨重量　30,197t　貨物艙容積（ベ）37,630.5㎥
（グ）38,464.8㎥　艙口数　5　クレーン　25t×22m×4　燃料油槽　1,851.0㎥　燃料消費量　23.0t/day
清水槽　287.4㎥　主機械　IHI Sulzer 6RLB66型（デ）機関×1　出力（連続最大）9,860PS（119rpm）
（常用）6,900PS（106rpm）　プロペラ　5翼1軸　補汽缶　コンポジット型 1,200kg/h×7kg/㎠×2
発電機　ヤンマー 440kW×720rpm×2　無線装置　送(主)1kW×1（補）75W×1　受(主)1（補）1　VHF
航海計器　NNSS　衝突予防装置　レーダー　速力（試運転最大）17.40kn　（満載航海）14.0kn
航続距離　24,000浬　船級・区域資格　NK　遠洋　船型　凹甲板型　乗組員　32名

撒積貨物船　**東　敬　丸**　東興海運株式会社
TOKEI　MARU

株式会社宇和島造船所建造(第2245番船)　起工　57—11—17　進水　58—1—28　竣工　58—4—18
全長　160.00m　垂線間長　150.00m　型幅　24.60m　型深　13.60m　満載喫水　9.970m
総噸数　13,397T　純噸数　7,818T　載貨重量　22,403t　貨物艙容積（ベ）27,444㎥
（グ）28,656㎥　艙口数　4　デッキクレーン　50Lt(Ⅱ)×1，デリックブーム　25Lt×2
燃料油槽　1,168㎥　燃料消費量　19.6t/day　清水槽　505㎥　主機械
神発－三菱 6UEC52HA型（デ）機関×1　プロペラ　4翼1軸　補汽缶　コクランコンポジット型
発電機　西芝 500kW×AC450V×3φ×60Hz×720rpm×1　無線装置　送(主)1kW×1（補）75W×1
受(主)全波×1（補）全波×1　VHF　航海計器　デッカ　ロラン　NNSS　レーダー　速力（試運転最大）
17.271kn（満載航海）14.15kn　航続距離　18,000浬　船級・区域資格　NK　遠洋　M0
船型　凹甲板型　乗組員　29名　◦燃料油槽の液面計(遠隔指示器付)装備



冷凍運搬船　**敬　洋　丸**　株式会社オリンピック インターナショナル

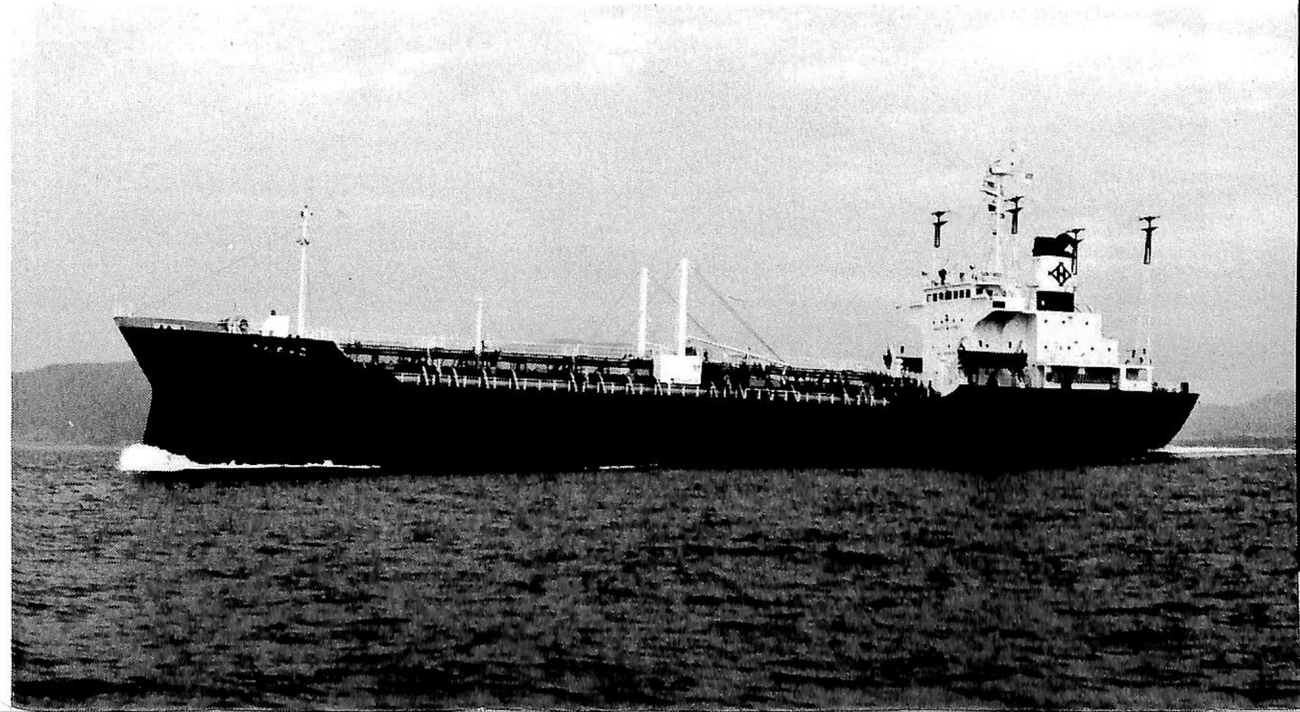
KEIYO MARU

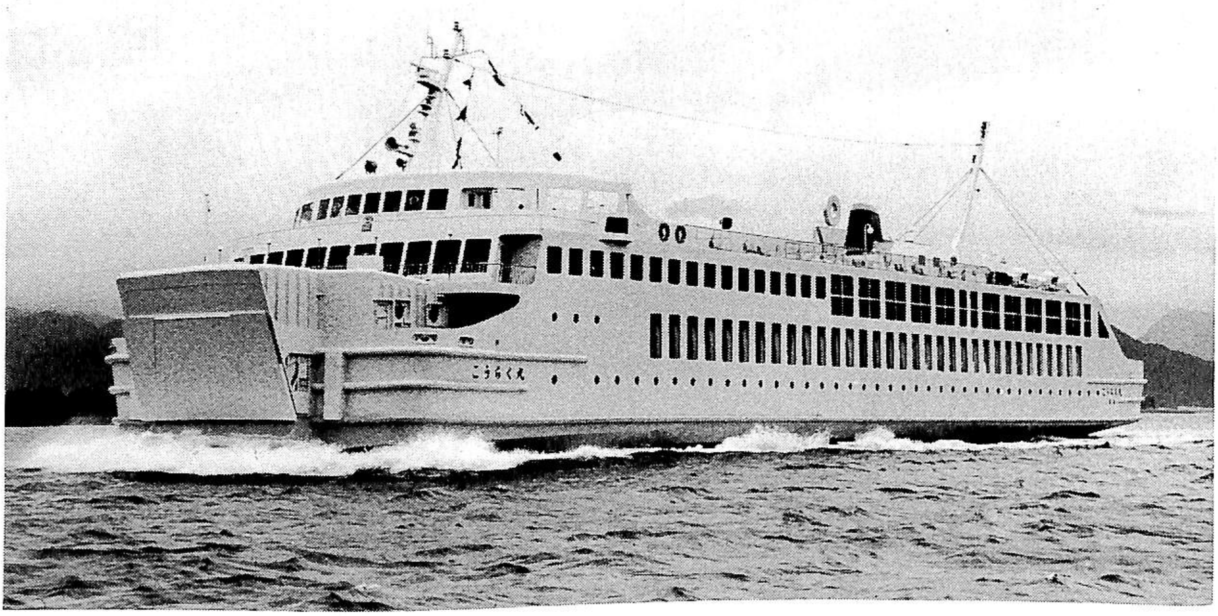
下田船渠株式会社建造（第330番船）　起工 57—10—25　進水 58—2—14　竣工 58—5—30
全長 137.22m　垂線間長 128.00m　型幅 18.50m　型深 10.30m　満載喫水（型）7.70m
総噸数 6,684T　純噸数 3,681T　載貨重量 7,079t　貨物艙容積（ベ）8,584㎥　艙口数 4
デリック 5t×8　燃料油槽 1,458㎥　燃料消費量 31.0t/day　清水槽 275㎥
主機械 神発－三菱 6UEC52HA型（デ）機関×1　出力（連続最大）9,120PS（170rpm）（常用）8,210PS（164rpm）
プロペラ 4翼1軸　補汽缶 1,076kg/h×7kg/㎠×1　発電機 富士電機 700kVA×AC445V×3φ×60Hz×3（原）ヤンマー 830PS×720rpm×3　無線装置 送（主）1.2kW×1（補）130W×1
受（主）1（補）2　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）20.09kn
（満載航海）17.50kn　航続距離 13,900浬　船級・区域資格 NK 遠洋
船型 長船首楼付平甲板型　乗組員 26名

油槽船　**さんちゃご**　西日本汽船株式会社

SANCHAGO

桧垣造船株式会社建造（第293番船）　起工 57—11—26　進水 58—3—15　竣工 58—5—31
全長 102.53m　垂線間長 95.80m　型幅 15.50m　型深 7.65m　満載喫水 6.568m
満載排水量 7,813.78t　総噸数 3,595T　純噸数 1,857T　載貨重量 5,878.89t
貨物油槽容積 6,640.23㎥　主荷油ポンプ 500/300㎥/h×70m×2，300/180㎥/h×70m×1
燃料油槽 932.76㎥　燃料消費量 11.29t/day　清水槽 376.83㎥　主機械 赤阪 A41型（デ）機関×1
出力（連続最大）3,300PS（230rpm）（常用）2,805PS（218rpm）　プロペラ 4翼1軸　補汽缶
湿燃式MW－5CT型　発電機 ヤンマー AC450V×220kVA×1,200rpm×2　無線装置 送（主）0.5kW×1
（補）75W×1 受（主）1（補）1 VHF　航海計器 ロラン レーダー　速力（試運転最大）12.836kn
（満載航海）12.0kn　航続距離 16,400浬　船級・区域資格 NK 遠洋
船型 全通一層甲板船尾機関型　乗組員 23名





カーフェリー　**こ う ら く 丸**　宇高国道フェリー株式会社

林兼造船株式会社長崎造船所建造（第915番船）　起工　58—4—5　進水　58—5—26　竣工　58—7—11
全長　81.22m　垂線間長　76.70m　型幅　15.10m　型深　4.75m　満載喫水　3.60m
満載排水量　1,965t　総噸数　1,940T　載貨重量　421t
Car 搭載数　大型バス，トラック　18台　乗用車　90台　燃料油槽　82㎥　燃料消費量　12.4t/day
清水槽　30㎥　主機械　ダイハツ 6DSM−28S（L）型（デ）機関×2　出力
（連続最大）1,600PS×2（720/269rpm）（常用）1,360PS×2（682/255rpm）　プロペラ　4翼2軸
発電機　ヤンマー 300kVA×360PS×900rpm×2　無線装置　船舶電話　VHF
航海計器　レーダー　速力（試運転最大）16.125kn（満載航海）13.00kn　航続距離　1,700浬
船級・区域資格　JG・平水　船型　平甲板型　乗組員　20名
旅客　730名　エスカレーター装備　航路　宇野～高松

角水槽における浮体式波浪発電装置の実験　　回流水槽におけるTransient wave中の全天候型救命筏の実験

（財）日本造船振興財団　会長　笹川良一
海洋環境技術研究所

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

SBM用作業船　**第一　たかほこ丸**　むつ小川原石油備蓄株式会社

石川島播磨重工業株式会社・石川島造船化工機株式会社建造(第2813番船)　起工　57―7―28　進水　58―1―14
竣工　58―5―30　全長　46.37m　垂線間長　42.00m　型幅　11.50m　型深　5.00m　満載喫水　3.611m
総噸数　495T　載貨重量　297.67t　走行クレーン(主)10t×6m/min×9.8mR，2t×10m/min×8.5mR
燃料油槽　52.5㎥　燃料消費量　11.79t/day　清水槽　63.9㎥　主機械　新潟 6L28BX型(デ)機関×2
出力(連続最大)1,600PS×2(730/319rpm)(常用)1,400PS×2(705/308rpm)，プロペラISCダックペラDP―40E×2
発電機　神鋼 200kVA×AC410V×2(原)ヤンマー250PS×1,500rpm×2　無線装置　SSB(10W/2.5W)×1
VHF(20W，12チャンネル)×1　UHF 1式，防災無線(5W)×1　航海計器　レーダー
速力(試運転最大)13.422kn(満載航海)12kn　曳航力　前進42.2t，後進40.6t　航続距離　1,000浬
船級・区域資格　JG　沿海　船型　長船首楼型　乗組員　8名　他　24名(含従業員)
◦潜水装置，大型消防設備，水中TV，海上保安・監視システム，流出油処理剤散布装置，海底バルブ開閉用動力供給設備，海面浮遊油吸着材曳航装置，高粘度油・吸着材回収ネット，暗視望遠鏡，曳航ウインチ，船尾係船ウインチ

油回収船　**第三　たかほこ丸**　むつ小川原石油備蓄株式会社

三井海洋開発株式会社・北日本造船株式会社建造(第173番船)(第176番船)　起工　57―7―26
進水　58―1―25　竣工　58―5―30　全長　44.70m　垂線間長　37.80m　型幅　12.00m
型深　4.50m　満載喫水　3.40m　総噸数　483T　燃料油槽　46.3㎥　主機械　新潟 6L25BX型
(デ)機関×2　出力(連続最大)1,300PS×2(720rpm)　プロペラ　ステアラブルノズルプロペラ×2
速力(試運転最大)11.78kn　船級・区域資格　JG 沿海　第4種　油タンカー(A種船)　船型　平甲板双胴型
乗組員　8名，作業員　12名　曳引力　前進30t，後進27t　◦油回収装置：三井傾斜板式〔92.8㎥/h
(波高30cm，波長10m，油層厚6mm，B重油相当)〕　回収油移送能力：160㎥/h　回収油貯蔵能力：
タンク192.5㎥，補助タンク127.5㎥，　油回収ポンプ：油圧一軸モーノポンプ80㎥/h×40m×2　ゴミ回収
装置：油圧ネットコンベア式×2，消防設備，消火銃(泡水・電動)6,000ℓ/min×1，(泡水・手動)3,000ℓ/min×2
流出油処理剤散布装置(乳化剤・ゲル化剤用)各1式，海面浮遊油吸着材曳船装置 1式

◦"第二たかほこ丸"(三菱重工業・長崎造船所建造)オイルフェンス展張船はVol. 36 №8を参照して下さい。

改ヘリコプター搭載型巡視船（PL 06）　**ち　く　ぜ　ん**　海上保安庁

川崎重工業株式会社神戸工場建造（第1347番船）　起工　57—4—20　進水　58—3—18　竣工　58—9—28
全長　105.40m　垂線間長　100.00m　型幅　14.60m　型深　8.00m　常備喫水　4.82m
常備排水量　3,711.78t　総噸数　2,991T　燃料油槽　781.64㎥　燃料消費量　54.0t/day　清水槽　533.55㎥
主機械　NKK　SEMT　Pielstick 12 PC 2－5 V型（デ）機関×2　出力（連続最大）7,800PS×2（520rpm）
（常用）6,600PS×2（500rpm）　プロペラ　4翼2軸　CPP　補汽缶　クレイトン1,500kg/h×1　発電機
大洋電機（デ）700kVA×2，（デ）165kVA×1　無線装置　送（主）1kW×2（補）130W×1　受（主）7（補）1　VHF
航海計器　デッカ　ロラン　オメガ　NNSS　衝突予防装置　レーダー　速力（試運転最大）22.776kn
（満載航海）7,570浬　船級・区域資格　JG　遠洋　船型　長船首楼付平甲板型　乗組員　69名（遠洋），
150名（沿海）　同型船　つがる　自動操船システム，映像伝送システム，　ヘリコプター（ベル212）×1
兵装35mm機関砲×1，20mm機銃×1　配属　福岡海上保安部

タイテックス
TIGHTEX

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

〔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

タイヘイ
太平工業株式会社

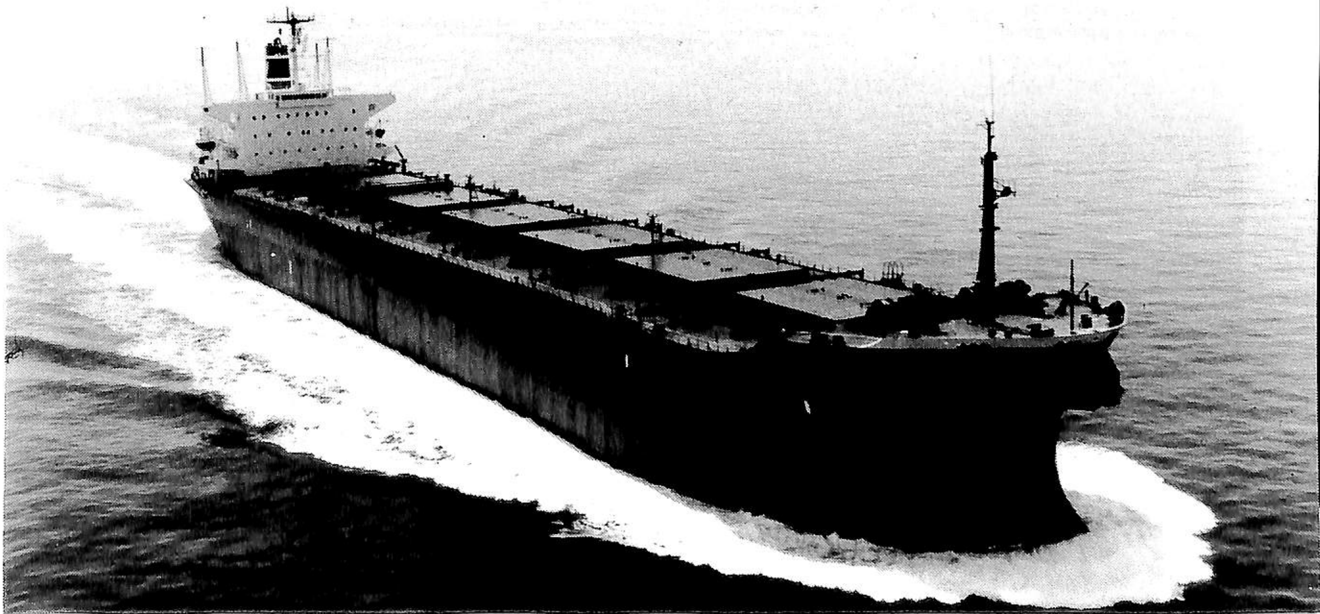
〒615　京都市右京区西院金槌町8番地　☎075-311-1101㈹
営業所　東京都千代田区神田錦町1-3 島津神田錦町ビル　☎03-291-0147
営業所　広　島・坂　出

アダマス
輸出鉱油/撒積貨物船　ADAMAS

船主　Carlyle Enterprises S.A.(Liberia)
川崎重工業株式会社神戸工場建造(第1349番船)　起工 57—12—16　進水 58—5—17　竣工 58—9—30
全長 253.50m　垂線間長 243.00m　型幅 32.20m　型深 20.20m　満載喫水 14.619m
総噸数 45,293T　純噸数 25,298T　載貨重量 82,201t　貨物艙容積（鉱石）86,506.2㎥
貨物油槽容積 88,926.8㎥　主荷油ポンプ 2,500㎥/h×125m×2　艙口数 7　クレーン 15t×1
燃料油槽 1,947.8㎥　燃料消費量 27.6t/day　清水槽 256.4㎥　主機械 川崎MAN－B&W 5L67GBE型(デ)機関×1′　出力（連続最大）9,600PS(123rpm)(常用)8,640PS(119rpm)　プロペラ 4翼1軸
補汽缶 川崎SM型 40t/h×16kg/㎠G×1　発電機（デ)富士 640kW×2，主機又は補助(タ)駆動 富士 560kW×1
無線装置 送(主)800W×1(補)130W×1　受(主)全波×1(補)全波×1　海事衛星装置 VHF
航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー　速力（試運転最大)14.109kn（満載航海）12.82kn
航続距離 20,090浬　船級・区域資格 LR 遠洋IP　船型 平甲板型　乗組員 30名　川崎ラダーバルブ

ユナイテッド　ホープ
輸出撒積貨物船　UNITED HOPE

船主　Concord Co., S.A.(Panama)
幸陽船渠株式会社建造(第1052番船)　起工 57—11—16　進水 58—4—26　竣工 58—8—1
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 37,955　純噸数 22,086T　載貨重量 67,921Lt
貨物艙容積（ベ)76,273.6㎥(グ)78,024.2㎥　艙口数 7　燃料油槽 3,582.71㎥　燃料消費量 36.7t/day
清水槽 232.29㎥　主機械 三井B&W 7L67GBE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 竪型横煙管式OEC－315S×1　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(主)全波×2　船舶電話　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)16.356kn（満載航海）14.5kn　航続距離 28,100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　同型船 World Spear



アルカディア

輸出撒積貨物船　ARKADIA

船主　Etelä－Suomen Laiya Oy（Finland）
日本鋼管株式会社津製作所建造(第86番船)　起工　58—1—17　進水　58—4—22　竣工　58—8—31
全長　189.00m　垂線間長　180.50m　型幅　32.20m　型深　16.60m　満載喫水　11.709m
総噸数　28,330T　純噸数　14,802T　載貨重量　47,442t　貨物艙容積（ベ）54,798㎥（グ）56,828㎥
艙口数　5　デッキクレーン　30t×4　燃料油槽　1,555㎥　燃料消費量　32.2t/day　清水槽　310㎥
主機械　住友Sulzer 6RLB66型(デ)機関×1　出力（連続最大）12,600PS(139rpm)(常用)10,080PS(129rpm)
プロペラ　4翼1軸　CPP　補汽缶　大阪ボイラーAQ－3×1　発電機　Avan Kaick ブラッシレス
900kW×3（原）B&W1,500PS×750rpm×3　無線装置　送(主)1.5kW×1（補）130W×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）16.53kn（満載航海）14.1kn
航続距離　14,200浬　船級・区域資格　LR　遠洋　船型　船首楼付平甲板型　乗組員　32名

エレガンス

輸出撒積貨物船　ELEGANCE

船主　Eternal Maritime S.A.（Panama）
三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第1904番船)　起工　57—11—25　進水　58—5—4　竣工　58—8—11
全長　192.485m　垂線間長　183.0m　型幅　30.00m　型深　15.40m　満載喫水　10.35/10.75m
総噸数　24,681T　純噸数　13,269T　載貨重量　41,796t　貨物艙容積（グ）51,488㎥
艙口数　5　デッキクレーン25t×22mR×4　燃料油槽　2,423.7㎥ D293.1㎥　燃料消費量　30.3t/day
清水槽　588.8㎥　主機械　三菱MAN 10V52/55A型(デ)機関×1　出力（連続最大）10,550PS(450/115rpm)
(常用)9,495PS(434/111rpm)　プロペラ　4翼1軸　補汽缶　竪型横煙管式　1.5t/h×1，排エコ1.5t/h×1
発電機　450kW×3　無線装置　送(主)SSB　1.5kW×1（補）130W×1　受(主)全波×1（補）全波×1　VHF
航海計器　デッカ　ロラン　レーダー　速力（試運転最大）16.41kn（満載航海）14.4kn
航続距離　24,000浬　船級・区域資格　LR　遠洋　船型　船首楼付平甲板型　乗組員　32名
同型船　Dandy 1

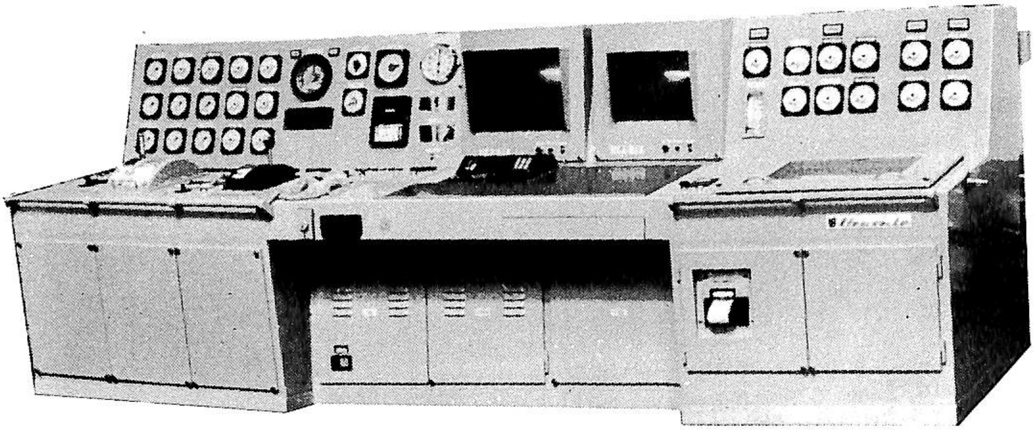
エバー　ガード
輸出コンテナ船　EVER GUARD

船主　Ever Guard Line S.A.(Panama)
石川島播磨重工業株式会社呉第一工場建造(第2816番船)　起工 57—11—17　進水 58—3—11　竣工 58—6—28
全長 202.500m　垂線間長 188.000m　型幅 32.200m　型深 18.650m　満載喫水 11.626m
総噸数 31,316T　純噸数 12,441T　載貨重量 34,137t　貨物艙容積(グ)58,263㎥　艙口数 33
Cont.搭載数 1,954TEU(20′換算)　燃料油槽 4,949.4㎥　燃料消費量 71.3t/day　清水槽 382㎥
主機械 IHI Sulzer 6RLB90型(デ)機関×1　出力(連続最大)24,000PS(102rpm)(常用)21,600PS (98.5rpm)　プロペラ 4翼1軸　補汽缶 大阪ボイラー 竪型煙管式油焚 7kg/cm²G×飽和×1.2t/h×1
排エコ 強制循環式 7kg/cm²G×飽和×1.5t/h×1　発電機 700kW×AC450V×60Hz×720rpm×3
無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)130W×1　航海計器 ロラン レーダー　速力(試運転最大)22.86kn (満載航海)21.0kn　航続距離 28,500浬　船級・区域資格 NK 遠洋　船型 船首楼付平甲板型
乗組員 25名

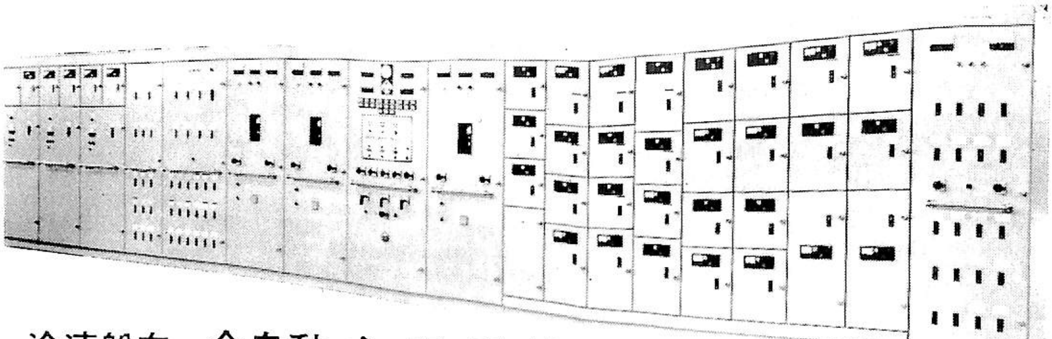
ケップブリーズ
輸出撒積貨物船　KEPBREEZE

船主　Kepmount Shipping (Private) Ltd. (Singapore)
三井造船株式会社千葉事業所建造(第1266番船)　起工 57—7—1　進水 58—2—2　竣工 58—7—29
全長 182.8m　垂線間長 174.0m　型幅 30.5m　型深 15.75m　満載喫水 11.019m
総噸数 21,427.65T　純噸数 14,984.85T　載貨重量 40,876t　貨物艙容積(ベ)48,866㎥ (グ)49,970.4㎥　艙口数 5　クレーン 25t×5　燃料油槽 2,046.3㎥　燃料消費量 33.4t/day
清水槽 378.2㎥　主機械 三井B&W 6L67GA型(デ)機関×1　出力(連続最大)11,000PS(116rpm) (常用)10,000PS(112rpm)　プロペラ 4翼1軸　補汽缶 三井HSV-MK2-1.5×1　発電機 西芝 540kW×3 (原)ヤンマー T220L-UT 800PS×720rpm　無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)1.2kW×1
受(主)0.1～29.9MHz×1 (補)0.1～29.9MHz×1 VHF　航海計器 デッカ ロラン NNSS レーダー
速力(満載航海)14.8kn(15%シーマージン)　航続距離 19,600浬　船級・区域資格 LR 遠洋 UMS
船型 船首楼船尾楼付平甲板型　乗組員 35名

渦潮電機の最新技術で
船の近代化・省力化と経済性アップ!!



カラーCRT付データロガー(UMS-35)装備、3750台積PCC向
集 中 監 視 盤



冷凍船向　全自動 主 配 電 盤

船舶電機のトータルエンジニアリング　設計・製作・艤装

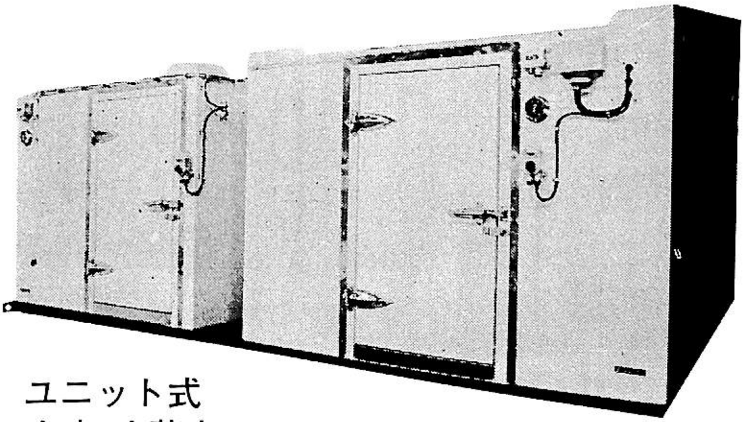
渦潮電機株式会社

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	9.7㎥
冷蔵庫	11.0㎥
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〕

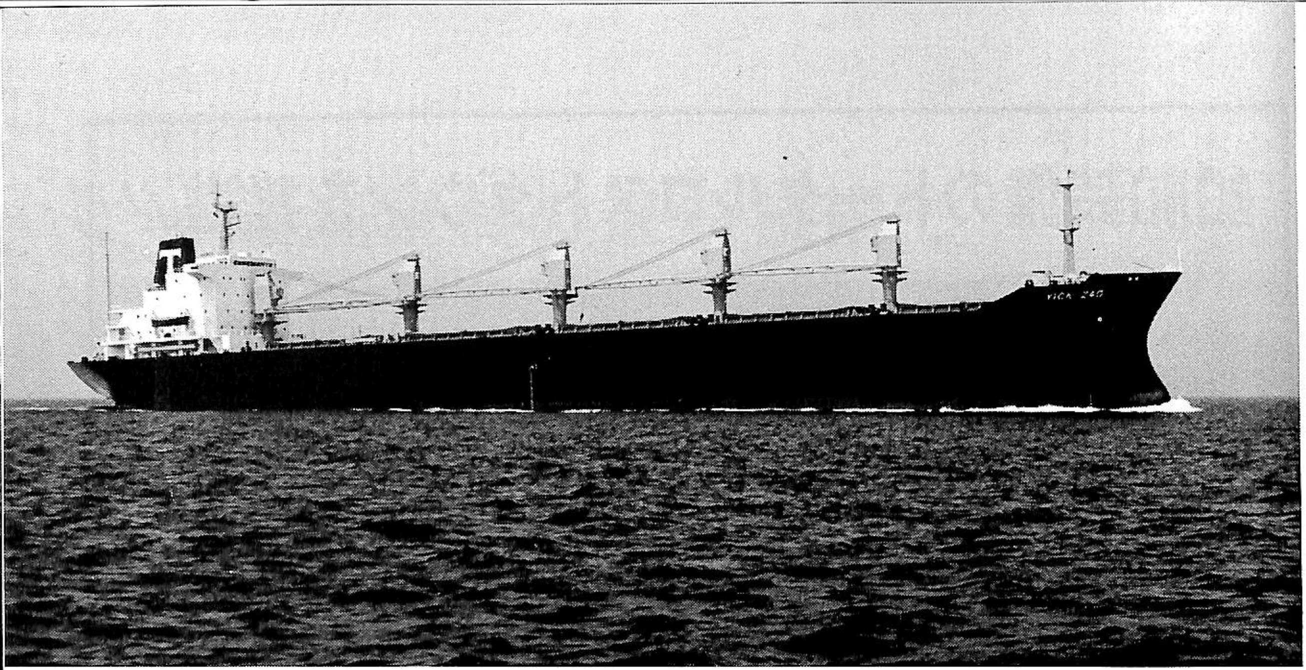
① セッティングシート取り付けと冷却水配管で運転OK。
② コンプレッサーを1ランク落とせます(当社，従来比)。
③ 形状および容量は船型に合わせます。
④ 外部 (3.2mm) ボンデ鋼板耐水塗装仕上げ，シールドロッカー，鋼製棚(可変),照明警報装置付,内部よりドアーロックアウト付。
⑤ オールステンレス製作可能。
⑥ 空冷式・水冷式・全閉型・開放型　各種製作。

船舶空調艤装実績業界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　　圓

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



イック　ゾウ

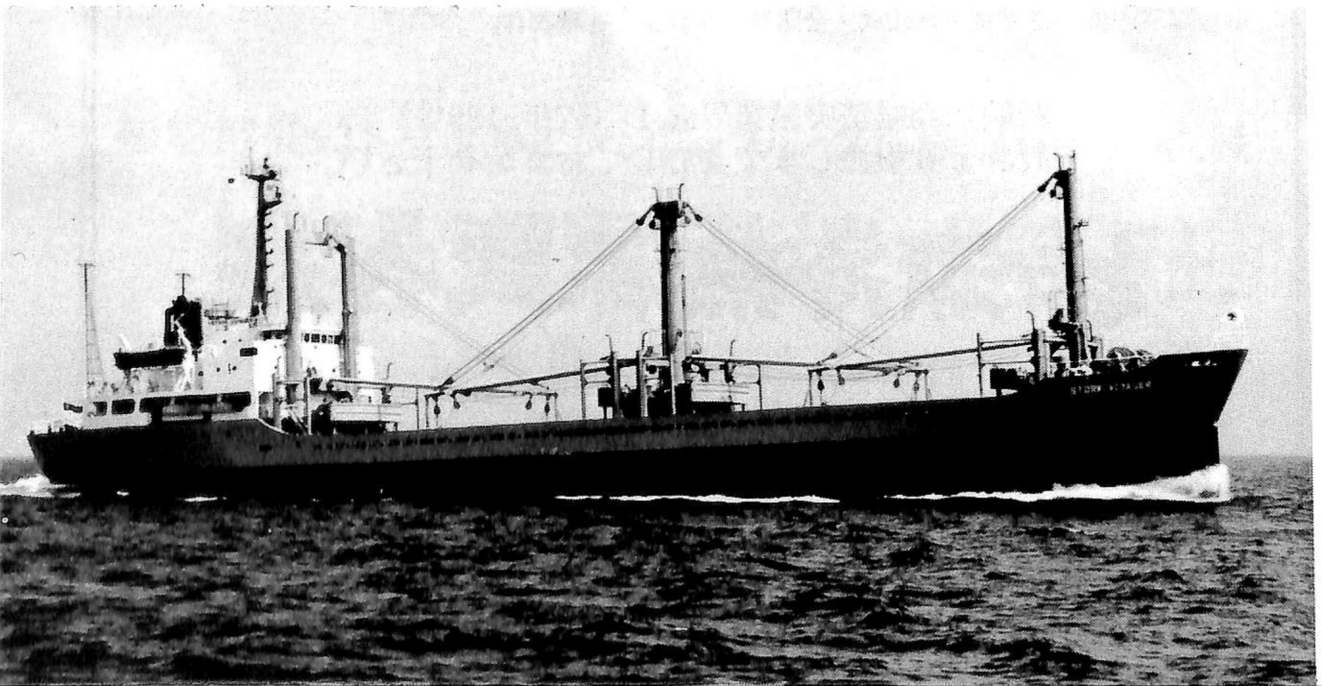
輸出撒積貨物船　YICK ZAO

船主　Hong Fat Shipping Inc.（Panama）
林兼造船株式会社下関造船所建造（第1261番船）　起工　57—10—19　進水　58—2—1　竣工　58—5—31
全長　187.00m　垂線間長　177.58m　型幅　28.80m　型深　16.00m　満載喫水　11.219m
満載排水量　47,838.5t　総噸数　23,715T　純噸数　12,565T　載貨重量　39,177.8Lt
貨物艙容積（ベ）46,563.7㎥（グ）48,430.6㎥　艙口数　5　デッキクレーン　15t×15m/min×5
燃料油槽　2,893.25㎥　燃料消費量　38.4t/day　清水槽　358.86㎥　主機械
日立B&W 6L 67GBE型（デ）機関×1　出力（連続最大）13,000PS（123rpm）（常用）11,800PS（119rpm）
プロペラ　5翼1軸　補汽缶　竪型1,800kg/h×7kg/㎠G×1　発電機　西芝　防滴自己通風型
625kVA×AC450V×3（原）ダイハツ 750PS×720rpm×3　無線装置　送（主）1.5kW×1（補）130W×1
受（主）1（補）1　海事衛星装置　航海計器　NNSS　レーダー　速力（試運転最大）17.815kn（満載航海）15.0kn
航続距離　19,700浬　船級・区域資格　NK　遠洋　船型　船首楼付平甲板船尾機関型　乗組員　42名

ストーク　ボイジャー

輸出貨物船　STORK VOYAGER

船主　B.S. Ocean Maritime Pte. Ltd.（Singapore）
本田造船株式会社建造（第714番船）　起工　58—4—11　進水　58—7—5　竣工　58—9—6
全長　94.74m　垂線間長　88.00m　型幅　15.80m　型深　6.90m　満載喫水　5.50m
満載排水量　6,155.55t　総噸数　2,471.33T　純噸数　1,535.20T　載貨重量　4,503.31t
貨物艙容積（ベ）4,904㎥（グ）5,466㎥　艙口数　2　デリック　15t×2，20t×2，　燃料油槽　331㎥
燃料消費量　8.2t/day　清水槽　163㎥　主機械　阪神 6EL38型（デ）機関×1　出力（連続最大）2,800PS
（240rpm）（常用）2,380PS（227rpm）　プロペラ　4翼1軸　補汽缶　竪型自然循環式 538kg/h×7kg/㎠×1
強制循環式多重排エコ 380kg/h×7kg/㎠×1　発電機　大洋電機 AC450V×220kVA×1,200rpm×2，（原）ヤンマー
300PS×1,200rpm×2　無線装置　送（主）0.5kW×1（補）75W×1　受（主）全波×1（補）全波×1　船舶電話
VHF　航海計器　ロラン　レーダー　速力（試運転最大）13.5kn（満載航海）12.0kn　航続距離　9,000浬
船級・区域資格　NK　遠洋　船型　船首尾楼付全通一層甲板船尾機関型　乗組員　23名



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.1 A1 ICE-C	縮　小	1/100模型

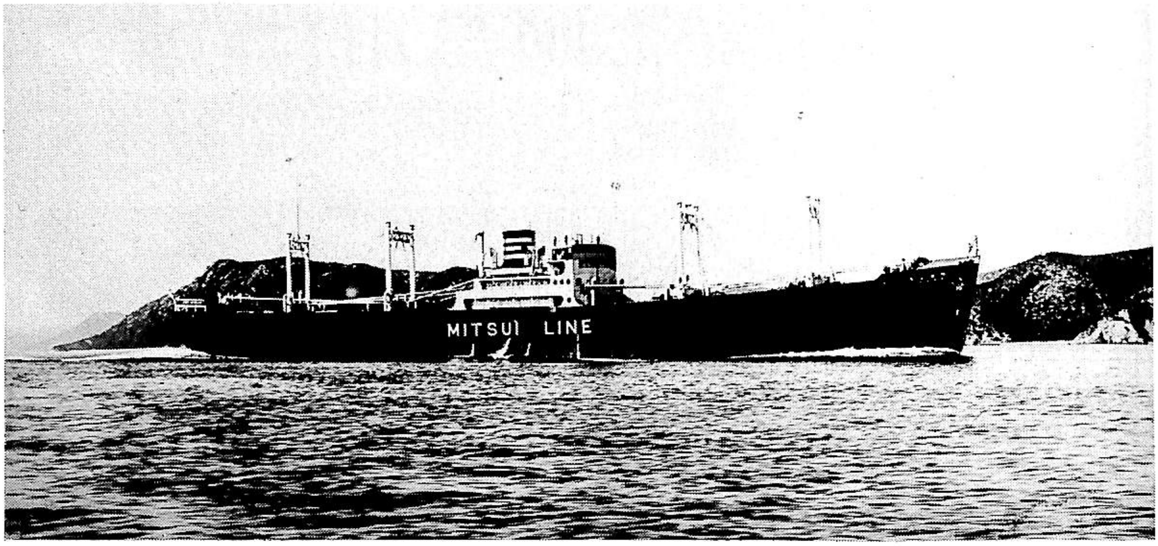
株式会社　不二美術模型

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

日本商船隊の懐古　山田早苗氏提供

貨物船　**阿　蘇　山　丸**　三井物産㈱船舶部



三井物産㈱造船部玉工場建造（第201番船）　船舶番号　39705　船舶信号　JWSJ
起工　昭9—1—29　進水　9—10—22　竣工　9—12—20　垂線間長　137.16m　型幅　18.9m
型深　12.04m　満載喫水　8.966m　満載排水量　16,818t　総噸数　6,359T　純噸数　3,709T
載貨重量　11,108t　貨物艙容積（ベ）16,554㎥（グ）18,010㎥　主機械　三井B&W直接逆転複動二衝程無気噴油式ディーゼル機関DM662WF140型×1　出力（連続最大）8,079PS（常用）7,000PS
速力（試運転最大）18.75kn（満載航海）16.0kn　船級・区域資格　逓信省　第1級船　BS, BC, TK
乗組員　46名　旅客　1等9名　姉妹船　青葉山丸　船籍港　神戸

第1次世界大戦後の海運界の不況を救済するため老朽船や過剰船腹を整理して新鋭船を建造することによって海上運賃の適性化と国防強化をはかる船舶改善助成施設法が昭和7年10月1日から実施された。

本船は第1次船舶改善助成施設法の適用（命令番号17号）を受けて建造され，解体見合船として日清汽船の大利丸，矢吹合名の晴海丸がこれに当てられ解体された。

昭和9年12月14日玉沖合にて公試運転を実施し，最高速力19.0ノットを記録した。昭和10年1月よりニューヨーク航路定期便として就航，のちこの航路はマレー半島にまで延長され，ペナン，シンガポール，ポートセッテナム等からゴム，錫などを積み取った。

昭和16年10月陸軍に徴用され，10月9日には宇品を出港，中国大陸，虎門，海口よりサイゴン，サンジャック方面に物資を輸送して11月15日宇品にもどる。11月20日宇品発，マレー半島攻略のため第5師団安藤支隊（歩兵第42連隊第3大隊，師団工兵連隊，師団輜重兵連隊，通信隊，航空部隊）を上海より乗船せしめ11月30日三亜に集結，マレー半島パタニ上陸船団6隻でタイ湾フコック島沖を経て12月8日早朝，鬼怒川丸と2隻でタペー沖に進入，部隊を揚陸した。12月12日夜タペー沖に停泊中，オランダの潜水艦016号の雷撃をうけ大破し行動不能となる。その後応急修理ののち昭和17年4月25日現地を脱出し，5月7日香港にて修理ののち6月11日香港を出港して内地にもどり，約1年間修理のため入渠した。

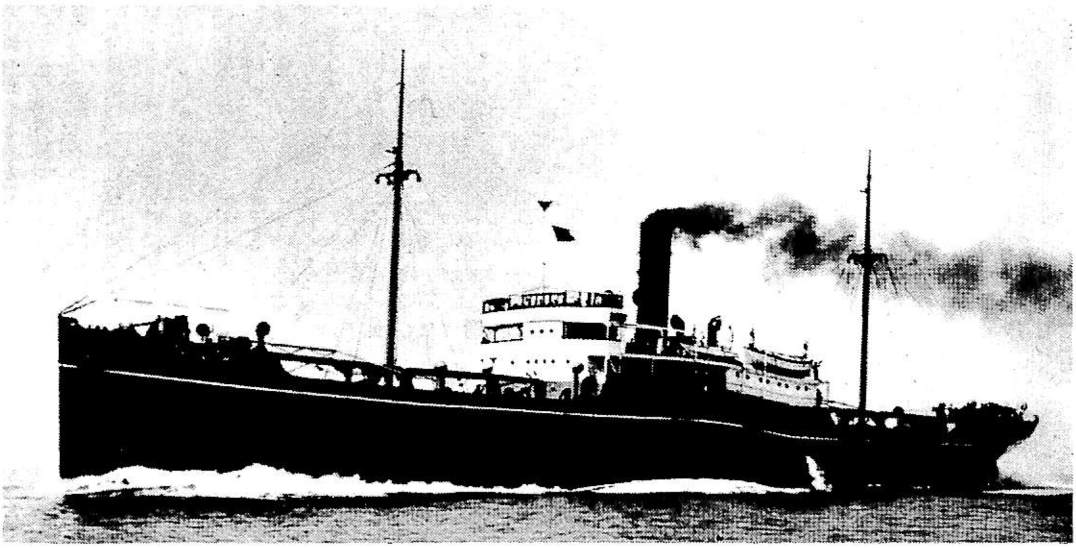
昭和18年7月9日広畑を出港，宇品にて物資を積み取り8月31日出港，9月6日佐伯にてオ602船団に加わり9月12日パラオに到着，揚陸ののち18日パラオ発，フ807船団で9月27日佐伯経由29日宇品にもどる。

昭和18年10月23日宇品発，11月10日シンガポールに進出，12月10日宇品にもどる。12月26日再び宇品を出港，昭和19年1月9日マニラを経由して1月26日宇品にもどる。

昭和19年に入ると連合軍はクェゼリン，トラック島，サイパンなど中部太平洋に対する反攻企図を露骨にあらわしてきたので，同方面の防衛を強化するため中国大陸に駐屯する部隊を急ぎ同方面に派遣する目的の「松輸送」が3月から5月にかけて行われた。

本船も昭和19年3月10日宇品を出港，チチハル，ノンジャン，昂々渓から大連地区に集結した第14師団の各部隊を輸送するため大連に集結，3月28日大連を出港，4月6日館山沖で東松5号船団5隻を編成，4月7日午前3時30分館山沖を出港して4月24日パラオ着，部隊揚陸ののち4月26日パラオ発東京に向う。途中潜水艦の雷撃を受けて中破し，再びパラオにもどる。4月30日給油船第2菱丸とともにパラオを出港ダバオに向け航行中，5月1日ミンダナオ島東方北緯7度8分・東経130度0分にて米潜Bluegill（SS−242）の雷撃を受けて沈没，乗組員3名が戦死した。

貨客船　**阿　蘇　丸**　日本郵船㈱→東亜海運㈱



三菱重工業㈱長崎造船所建造（第389番船）　船舶番号　29312　船舶信号　SMLR→JAAB
起工　大11—8—4　進水　12—4—5　竣工　12—5—10　垂線間長　96.01m　型幅　14.00m
型深　8.22m　満載喫水　6.24m　満載排水量　6,328.0t　総噸数　3,028.0T　純噸数　1,822.0T
載貨重量　4,123t　貨物艙容積（ベ）5,364㎥（グ）5,847㎥　主機械　三連成レシプロ機関×1
出力（連続最大）3,074PS　速力（試運転最大）15.062kn（満載航海）10.5kn　船級・区域資格
逓信省　第1級船　BC船級　乗組員　46名　旅客　1等2名，3等44名
姉妹船　六甲丸，筑波丸，天城丸，摩耶丸，生駒丸，笠置丸，三笠丸　船籍港　東京

日本郵船の上海航路は前身の三菱会社によって明治8年1月18日開設された。当時，上海航路は太平洋郵船（Pacific Mail）に独占されていたが，政府は台湾の役の際大量輸入した外国の中古船を三菱会社に運航を委託して同航路の開設を命じた。三菱会社では直ちに東京丸，新潟丸，金川丸，高砂丸の4隻で週1回の定期で横浜～上海間に配船した。これが我国の海外定期航路の始りと言われている。

明治18年9月29日日本郵船の創立後も農商務省の命令航路となり，明治33年10月1日以降は逓信省より航海補助金の交付を受けて運航され，明治36年度には山口丸，弘済丸，博愛丸の3隻が配船されていたが，明治37年2月日露戦争のため多くの船舶が徴用され，外国船を用船して航路の確保に努めた。

大正11年になって同航路は益々重要性をたかめ，本船と六甲丸が船価66万円で建造され，大正12年春から逐次就航した。その後間もなく起った関東大震災では一時上海航路を休航し，芝浦～阪神間の人員と物資輸送に当る。

昭和7年2月24日上海事変の軍用船となり，6月20日解除されるまで118日間に兵員5,093名，馬393頭を輸送した。

昭和14年8月12日東亜海運の設立とともに同社に移籍される。

昭和16年10月陸軍に徴用され，軍用船として11月1日宇品を出港，中国大陸寧波附近に駐屯していた第5師団を太平洋戦争開戦にそなえて南方に移送するため，上海にて多数の輸送船に分乗せしめて三亜に集結した。本船も上海より11月30日三亜に集結，カムラン湾にて部隊を揚陸ののち12月23日宇品にもどる。

その後，釜山，大連，バンコック，サイゴンを経て3月2日にはシンガポールに進出，4月8日宇品にもどる。

昭和17年12月18日佐伯を出港，8号演習輸送の丁船団に加わり昭和18年1月4日ラバウル着，のち駆逐艦「江風」の護衛でソロモン群島コロンバンガラへ物資を緊急輸送し，1月23日ラバウルにもどる。

昭和18年3月6日東部ニューギニア，ハンサに向う第1次ハンサ輸送として20師団・野戦道路隊・飛行場大隊・飛行場設定隊が分乗した11隻の船団に加わってパラオ発，3月12日ハンサに部隊を揚陸して18日パラオに帰る。

その後，7月25日，10月12日にもラバウルに物資を輸送，つづいて第11次ウエワク輸送，第2次ホーランジア輸送，第16次ウエワク輸送に参加した。

昭和19年3月2日本船は宇品にもどり，大阪を経由してマニラに立寄り，ミンダナオ島北端のスリガオに4月5日到着，スリガオよりマニラへの帰途，昭和19年6月24日北緯9度56分・東経125度6分の地点で米潜Redfin（SS−272）の雷撃を受け沈没した。

商船の映像（5）
Image of Merchant Ships as an element of seascape.

野間　恒
H・NOMA

パナマ運河の日本商船

Japanese merchant ships transiting Panama Canal

これから暫くのあいだ，パナマ運河を通航する商船の情景を紹介しよう。全長80キロメートルに達するこの運河は，1904年にアメリカがフランスから権利を譲りうけて建設を再開し，10年後の1914年８月に開通した。現在は毎日30隻以上の船舶が通航して，太平洋と大西洋を短絡する海上交通の要衝になっていることは周知のとおりである。パナマ運河はスエズ運河などとは異なる閘門式運河で，それぞれ，ミラ・フローレンス，ペドロ・ミゲル，ガツンと名付けられた三つの閘門により水位を調整している。これに要する水は，チャグレス河をせき止めて出来あがった人造湖（ガツン湖）のものを使用するので，乾期には通航船の喫水が制限されている。

ゲイラード・カットの“かなだ丸”

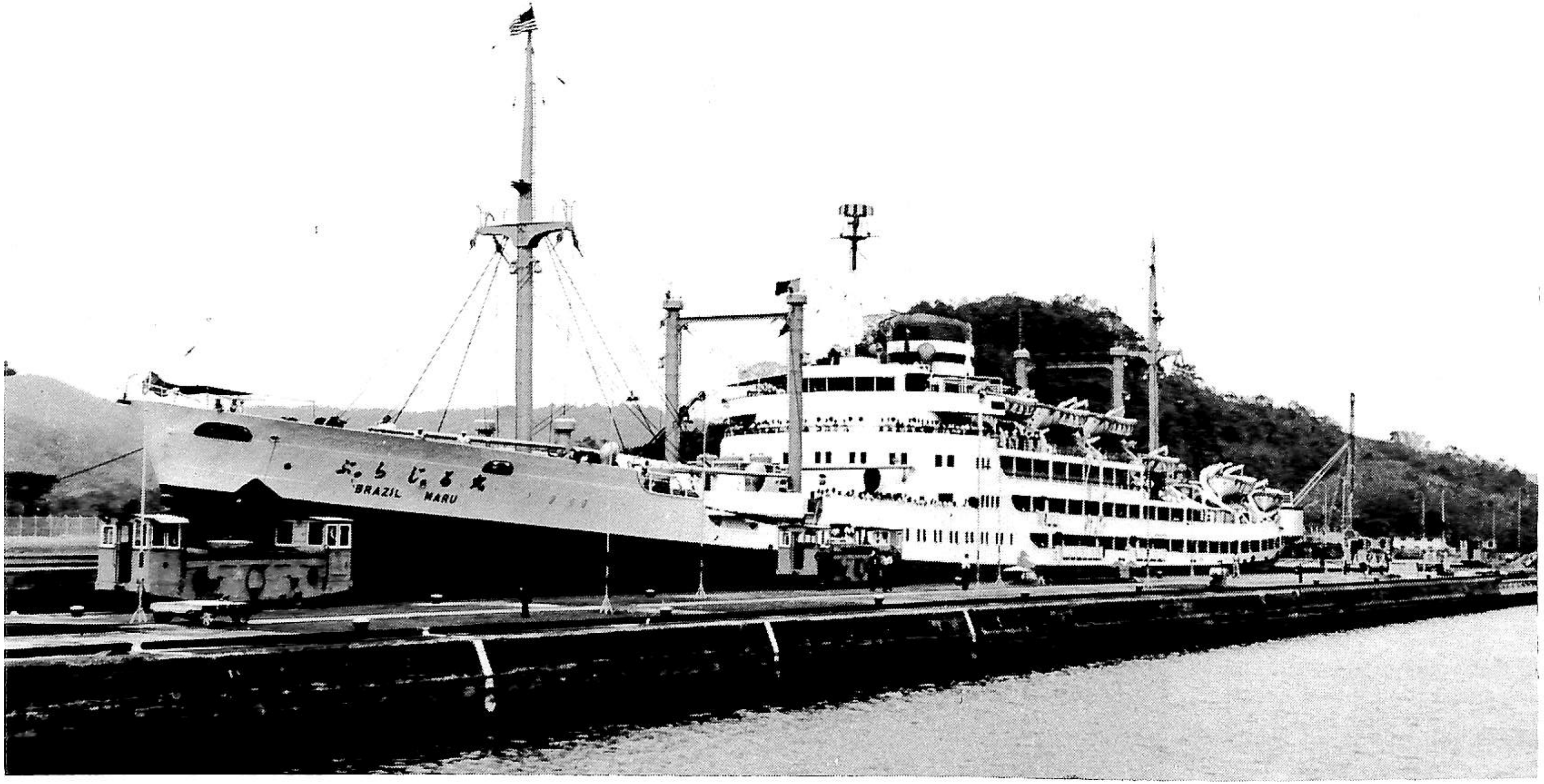
パナマ運河の中ほどにあり，その長さが13キロメートルもあるGaillard Cutの両側には峨々たる岩山がそびえ立ち，同運河最大の難工事の跡をとどめている。それだけに，この峡谷を大型船舶が通航する光景は，ある意味でフォトジェニックなものといえるような気がする。写真の中央に映っているのは，大阪商船の **かなだ丸 CANADA MARU**（6,064総トン）である。

本船は1911年香港～日本～タコマ線用に建造されたが，1920年２月には南米東岸線へ転配されている。その時から同社の南米線復航はすべて北米経由に変更されたから，この写真は本船が南米からの帰途にパナマ運河を通航しているものである。**かなだ丸** は一等船客12名のほかに103名の三等船客も輸送する貨客船であった。タコマ線就航中は，船客の殆どは日本人と中国人の北米移民であったが，南米線では日本人の移民が往航船客の主体であった。因にこの写真当時から３ケ月後には，アメリカで排日移民法が成立しており，日本から北米への移民にチェックがかけられた。尚，**かなだ丸** は1935年南洋海運の設立とともに現物出資された。

ミラ・フローレス閘門の“ぶらじる丸”

この情景は，大阪商船の貨客船 **ぶらじる丸 BRAZIL MARU**（10,101総トン，1954年建造）が，南米への途中にパナマ運河を通過中のものである。撮影データは不明であるが，処女航海のときであろうと思われる。本船は1954年７月末神戸を鹿島立ちしたが，この時は移民客603名，一般客293名という盛況であった。ミラ・フローレス閘門は太平洋側に最も近い閘門であるが，その長さは１マイルにも及ぶ。此処には二対の閘門があり，通過船は二段階にわけて水位が調節される。

第二次大戦後，日本から南米への移住者数は，本船就航の年が3,543名，準姉妹船 **あるぜんちな丸 ARGENTINA MARU**（10,864総トン）が完成した1958年には6,021名であった。この数はその翌年の6,663名をピークとして，それ以降は減少の一途となり，1962年には２千名を割る状態になってしまった。



安全・迅速・丁寧をお約束する　貴船のパートナー・ドック

FUJISHIRO
ZŌSEN
Co.,Ltd.

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

●主要設備●

船　台	13m ×80m ×1基
	11m ×80m ×1基
	24m ×45m ×1基
	13m ×45m ×1基
乾ドック	21m ×80m ×7m ×1基
	排水／2時間
	注水／1時間20分

●製造能力●

499G/T貨物船並びにタンカー	3隻
199G/T貨物船並びにタンカー	6隻
30〜60タッグボート	3隻
700t積艀	50隻
作業用台船	10隻
其の他各種船の製造及び修理	
修理船	平均1月・約20隻 (2,000G／T未満)

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

株式会社 藤代造船所

造　船　所／千葉県千葉市中央港1丁目19番2号　〒260　TEL0472(46)3811　FAX0472-46-3815
東京営業所／東京都千代田区丸の内1丁目2番1号東京海上ビル新館1516号　〒100　TEL03(211)4861　FAX03-211-4862

11月のニュース解説

米　田　　博

海運・造船日誌

10月20日～11月20日

○海運・造船問題
●一般政治経済問題

10月

21日●日本銀行が臨時政策委員会を開き，公定歩合を年
（金）率5.5％から5.0％へ0.5％引下げることを決定した。22日より実施。

22日○イラク軍はイランのバンダルホメイニ港入り口付
（土）近に海底機雷を敷設し，同地区周辺の船舶の航行を禁止するよう各国に呼びかけた。

23日●ベイルートの国際監視軍である米海兵隊司令本部
（日）と仏軍宿舎に相前後して，爆薬を積んだトラックが突入して大爆発を起こし，米海兵隊225人，仏兵56人が死亡した。

○大阪市主催の'83大阪世界帆船まつりで日本を含む7カ国1政庁の帆船10隻が華麗な帆走パレードを行った。

24日●イラク政府は日本にイラン・ジャパン石油化学（I
（月）JPC）のコンビナートも「攻撃の例外としない」と警告した。

25日●クーデターで軍事政権が発足したカリブ海の島国
（火）グレナダに米軍とカリブ海6カ国の合同軍が奇襲上陸を強行し，ソ連，キューバ人軍事顧問ら80人，キューバ人労働者600人を捕虜にした。

○海運・造船・商社・解撤業界による「解撤問題連絡会」が発足し，委員長に中曽敬日本造船工業会専務理事が就任した。

28日○モナコのモンテカルロで日欧造船首脳会議が開催
（金）された（29日まで）。日本造船工業会は11月7日本会議での合意事項を発表した。

●米軍のグレナダ侵攻に関し，ソ連は米に即時撤兵を要求した。国連安保理の緊急討議で対米非難が続き，ガイアナなどが非難決議案を提出したが，米国が拒否権を発動した。

31日○インドネシア，東カリマンタンのボンタンLNG
（月）基地（バダック）増設工事が完成し，現地にスハルト大統領を迎えて操業式が行われた。

○日本原子力産業会議（有沢広己会長）は原子力船「むつ」について「わが国の原子力船開発のあり方」と題する提言を発表した。提言では「むつ」は今後とも実験船として大いに活用すべきだとし，廃船には反対の意向を表明している。

11月

2日●国連総会本会議は，グレナダからの外国軍隊の即
（水）時撤退を求めた決議案を採択した。賛成108，反対9，棄権27。日本は棄権。レーガン大統領は3日，数日以内に米軍が撤退を始めると発表した。

3日○秋の褒章受章者。運輸省関係は黄授19人，藍授30
（木）人の計49人。藍授受章者中に石川島播磨重工業会長生方泰二氏，川崎重工業社長長谷川謙浩氏，元日立造船副社長湯口俊一氏が含まれている。

○秋の叙勲。運輸省関係は255氏。うち勲一等瑞宝章に元日立造船会長永田敬生氏。勲三等瑞宝章に元川崎重工業副社長加藤利一氏。

●パレスチナ解放機構（PLO）アラファト議長派と造反派が，レバノン北部のトリポリ周辺で戦闘に突入した。

4日●レバノン南部ティールのイスラエル軍司令部に爆
（金）弾を積んだトラックが突入し，兵士と捕虜計39人が死亡した。

9日●レーガン米大統領が国賓として来日し，12日韓国
（水）に向け離日するまでの間に中曽根首相と2回にわたって会談し，11日衆院本会議場で演説したあと，東京・日の出町の首相の山荘で懇談した。現職の米大統領来日はフォード，カーターに続いて3人目。

16日●10月12日の田中判決以来空転を続けてきた国会は
（水）最終日の16日午後5時すぎ，衆院本会議で全野党欠席のまま，会期の12日間延長を議決した。

17日●衆院は午後4時半すぎから，自民，新自由ク，無
（木）所属の一部のみが出席して本会議を開き，減税二法案，公職選挙法改正案など11法案と，仲裁裁定，国連の議決案件など17件をいずれも全会一致で可決し，参院に送付した。衆院本会議が法案処理のために開かれたのは，田中元首相に対する東京地裁判決の前日の10月11日以来37日ぶり。

造船業の好不況と大学の教育研究

日欧造船首脳会議

10月から11月にかけて世界は大変「きな臭く」なった。すなわち，10月9日にラングーンのアウンサン廟で韓国要人に対する爆弾テロ事件が発生したのに続いて，23日にはベイルートで米海兵隊司令部と仏軍宿舎に爆薬を積んだトラックが突入して大爆発を起こし，25日にはグレナダに米軍とカリブ海6カ国の合同軍が奇襲上陸を強行した。11月に入っては3日PLOのアラファト議長派と造反派がトリポリ周辺で戦闘に入り，4日にはレバノンのイスラエル軍司令部に爆発を積んだトラックが突入している。

一方日本では10月12日の田中判決以来国会が完全に空転しており，衆院本会議が法案処理のために開かれたのは10月11日以来37日ぶりの11月17日であった。

このようなとき，10月27，28日の両日モナコのモンテカルロで4月8，9日の米国サンジエゴでの会議に続いて今年2度目の日欧造船首脳会議が行なわれた。日本造船工業会が11月7日に発表した首脳会議での合意事項は現時点における日欧造船業界の置かれた立場とその苦悩をよく表現していると思われるので紹介しておきたい。

会議には日本造工側から金森政雄会長，生方泰二副会長，長谷川謙浩副会長ら8名，AWES側からD.B.キンバー会長（英国），V.セルベラ副会長（スペイン），R.ウォールマン国際委員会委員長（西独），E.ウエスバーグ同副委員長（スエーデン）ら7名が出席したが，両者は

(1) ことし初めの見通しより新造船受注が増え，'83～4年の建造見込み量が増大したが，この原因であるばら積み船の受注増加は海運市況の好転による実需ではなく，今後のばら積み船需要を先取りしただけである。

(2) このため'85年以降に期待していた造船市況の回復が遅れるうえ，需要量そのものも落ち込みかねない。

という認識で一致した。

双方はこうした悲観的な造船市況のもとで世界中の造船業が経営上大きな困難に直面していると強調し，日欧のみならず第3造船諸国も含めて，共存共栄のために市況の早期回復のために努力すべきだ，と遠回しの表現で韓国に対し低船価での受注を自粛するよう求める見解を打出した。

10月の新聞は，西独のAGヴェーザー（本社ブレーメン州）は今年中に閉鎖することを決めたが，これによりブレーメン州の他の三大造船会社であるフルカン造船，ゼーベック造船，ハパック・ロイド造船の合併構想も実現に向けて動き出す見通しで，戦後最大の造船再編問題に発展することは必至である；と報道している。欧州の他の造船諸国でも英国造船の国営化など同様のことが既に起こり，又は進行中である。

このような事態に際して従来西欧は専ら日本を攻撃し，日本の強調を求めていたのであるが，今や日本も又欧州と同じ立場に置かれているとの認識が強くなった。

ロンドン10月20日発の時事通信によれば，欧州の造船業界は，韓国大宇造船の洪寅基社長が18日，「韓国が近い将来，日本を抜いて世界一の造船国になる。」と述べたことに一斉に反発し，韓国の拡張計画によって欧州業界が壊滅の危機に陥るのを座視しているわけにはいかない，との強硬声明を相次いで発表している。

すなわち10月20日付の英経済紙「ファイナンシャル・タイムズ」によると，同国のハーランド・アンド・ウルフ造船所のジョン・パーカー会長(前英造船協会副会長)は，19日の国際海運産業フォーラム（IMIF）で講演して「韓国の造船業界は造船価格を，資材コストを上回らない範囲内に抑えている。いわば，“略奪的”価格政策をとっている。このような政策が続けられれば，欧州の造船所の多くは早晩，消滅せざるを得なくなろう」と述べ，こうした韓国の造船政策を放置しておくわけにはいかない，と強調した。

一方，西独ブレーマー・フルカン造船所のヘンネル・メッケル社長もこのパーカー会長の見解を支持して，「世界の造船業界はいま，造船能力の拡大が許されない状態にある。そうした中で，韓国が無謀な拡張政策を進めれば，造船業界ばかりでなく，関連業界全般が大きな打撃を受けかねず，世界経済の円滑な発展にも支障をきたすことになろう」と警告している。

船舶・海洋工学の将来像と大学の役割

アメリカが早い時期から造船業は補助金なしには自国船舶すら建造し得ないと割り切ってしまい，欧州では供給制限を意図していたためか，慎重であったためかは定かではないが，造船設備拡張にそれ程積極的でなかった間に，日本造船のみがどんどん設備拡張を行って，気がついたときには世界の造船供給能力は船舶需要量をはるかに越えるものになっていたことは否定できない。今韓国がかつての日本と似たような政策をとりつつあるところに世界造船業の悲劇がある。

造船不況の影響をまともに受けている幾多の分野 ―― 造船業，鉄鋼業，造船関連機器産業，造船企業城下町などーと並んで意外なものに大学工学部の造船学科がある。

日本海運の国際競争力の低下の影響を受けて商船大学，商船高等専門学校，海員学校が志望者の減少，又は志望者の質の低下に悩んできたことは新聞等でしばしば話題になっており，現に商船大学などは既にその対応を終え，従来航海学科と機関学科しかなかった東京及び神戸の商船大学に船舶制御工学科（東京），運送工学科（東京），原子動力学科（神戸），輸送科学科（神戸），海洋機械管理学科（神戸）などが併設され，従来4カ年の学習期間に上乗せして半年間の乗船実習が強制されていたため，船員でない一般産業に就職しようとする卒業生が就職機会を逸しがちなことに対処して，乗船実習が必修ではなくなるなどいろいろの変革があった。

大学工学部でも一部の大学は早くから海洋工学という概念を教科に取り入れていたが，例えば東京大学などは造船不況の進行に従って船舶工学科が不人気になって，志望者数が減り，又は志望者の質の低下が懸念されての問題意識はあったが対応策が実施されるということはなかった。

11月16日に，東京大学工学部船舶工学科は，明治13年に工部大学校機械科に船舶専修の学生を採用し，その後造船学科を設立し，明治16年（1883）に3名の卒業生を出して以来100年を迎えたことを記念して，記念講演会及び記念パーティを開催した。

この100年記念会は通常の100年祭とは少し異った性格を持っていた。すなわち，その案内状にもあったとおり「船舶工学科は海洋工学の分野についてもしかるべき役割を果すべきである」という現教室が到達した結論について大学の内外及び卒業生に理解と協力を得たいという意向が盛られていた。

この問題はひとり東京大学だけの問題ではなく本誌読者が等しく関心のあるテーマであると思われるので一般論としての「船舶工学科は造船不況の進行にどう対処すべきか」について，私も出席した当日の講演挨拶等の中からヒントを摘出してみたい。

記念講演に当っては，まず司会の梶谷尚教授から上に述べたような100年記念会の趣旨が述べられ，大学が企図した船舶工学科の船舶・海洋工学科への転身は臨時行政調査会答申の実施が主要政治課題となっている現在では取上げられるに至らなかったとの説明があった。記念講演は，(1)船舶工学科100年の歩み（加藤洋治教授），(2)将来の造船技術（藤田譲教授），(3)船舶の安全（山本善之教授）が行なわれ，それぞれ注目に価する講演であったが，ここで私がとり上げたテーマに対する直接の解答は藤田教授の講演で行なわれた。氏の講演は運輸技術審議会諮問第13号「最近における産業構造の変化，要素技術の進展等に対応して今後推進すべき造船技術開発について」にもとづき，氏の私見も加えて述べられたものであるが，諮問第13号に関連しては本誌本年11月号のニュース解説で取扱ったのでここでは省略する。

当日のメインイベントはパネルディスカッション「船舶・海洋工学の将来像と大学の役割」で東大の竹鼻三雄，飯田国広両教授の司会のもとに大学側から吉田宏一郎，小山健夫，前田久明の諸教授，造船業界から田中秀雄（三菱重工），大島正直（三井造船），宝田直之助（住友重機）の諸氏がこの順序に発言された。その後武藤郁夫氏（三井海洋開発）などの発言による討論もあってパネルディスカッションは終った。

この講演会及びこれに続いて行なわれたパーティで木下昌雄日本造船学会々長その他数氏の挨拶から私がくみとった「船舶工学科は造船不況の進行にどう対処すべきか」に対する解答は次のとおりである。的を射ているかどうかはわからないが，当日出席した人の平均的な感想ではなかろうか。

船舶建造の分野で，曽て日本が英国など西欧造船諸国にとって代ったように，韓国など第3勢力に日本の優位性が少しずつ削りとられて行くことは，繊維など他産業の趨勢を歴史的に考察しても止むを得ないこととしなければなるまい。しかしながら，そのテンポを少しでも遅らせ，その間に次の新産業において日本が優位に立つための努力は放棄してはならない。

従来船舶工学でつちかってきた力は海洋開発の分野で比較的容易に応用できるものと考えられるので，造船産業は海における輸送手段である船の他に，海洋空間利用，海洋エネルギー利用，海水・海底資源開発，海洋生物資源開発，海洋環境保全等のいわゆる海洋産業により一層力を入れるべきであり，その実現を可能にしサポートするための技術の教育・研究はまさに大学の船舶工学科を船舶・海洋工学科に移行させることによって実施すべきである。現在アメリカが悩みながら実行しているように，新産業を興しては，低賃金国家に模倣されてお株をとられ，更に新技術により新産業を興して自らの糧とする。というパターンは今や日本も避けて通れない事態となったということをはっきりと肝に銘じておく必要があろう。

●新造船紹介

最新鋭125,000㎥型LNG船"播州丸"の設計と建造

三菱重工業株式会社
長崎造船所・造船設計部

1. はじめに

本船は当社が日本郵船㈱，川崎汽船㈱および大阪商船三井船舶㈱の注文を受けて，日本郵船㈱を管理会社として，長崎造船所で建造した125,000㎥型LNG運搬船であり，昭和58年10月20日に船主へ引渡された。

本船はバダック・エル・エヌ・ジー輸送㈱によりインドネシア増量プロジェクト向として，インドネシア共和国，ボルネオ島ボンタン港から，国内の知多，泉北および姫路の各港へLNGを輸送する。

当社は，昭和37年LPG船"ブリヂストン丸"を建造して以来，数多くの大型低温式LPG船の建造実績を有し，その豊富な実績に加え，十余年来LNG船に関する技術開発を行ってきた。本船はこれらの実績及び開発に基づき，最新鋭の設備と優秀な技術陣を動員して設計，建造されたもので，当社としては初のLNG船である。

当社では，本船に加えて，同プロジェクトのスマトラ島アルン基地から新潟港，東京湾へLNGを輸送する第一船"越後丸"を昭和58年8月25日に竣工し，さらに第三船"出羽丸"を建造中であり，昭和59年に竣工の予定である。

以下本船の概要を紹介し，参考に供したい。

2. 主要目

船級

日本海事協会鋼船規則（NS* Tanker, Liquefied Gases, Maximum Pressure 0.25kg/cm² and Minimum Temperature −163℃, Type IIG, MNS*, MO）

適用法規

日本船舶安全法その他関係法規

IMOガスコードA.328（IX）

海上人命安全条約（1974）およびその議定書（1978）

海洋汚染防止条約（1973）およびその議定書（1978）

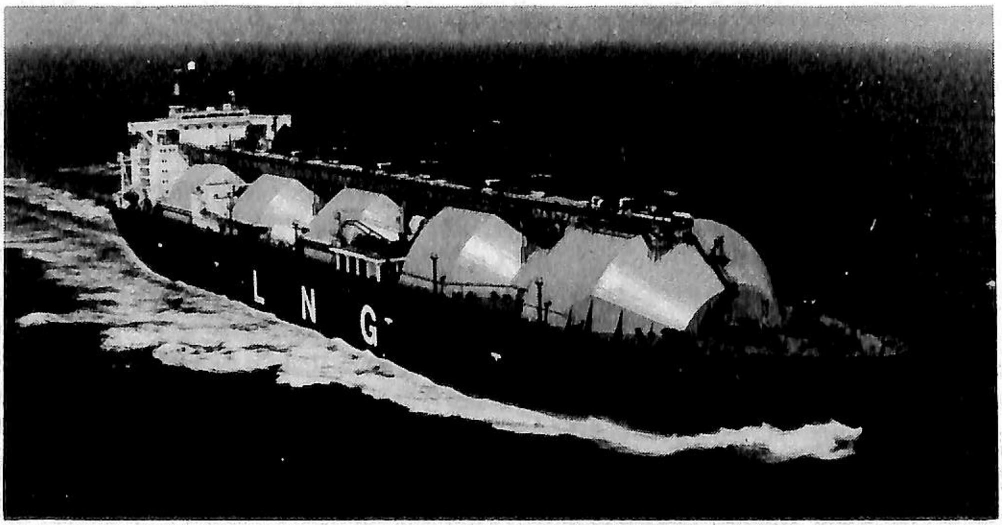
USCG液化ガス運搬船の外国籍船に対する規則

船型

平甲板型船尾機関船

主要寸法

全　長	283.00 m
垂線間長	269.00 m
幅（型）	44.50 m
深さ（型）	25.00 m
夏期満載喫水（型）	11.50 m
計画喫水（型）	10.80 m



125,000 m³型 LNG船 "播州丸" の外観

載貨重量およびトン数

載貨重量（11.50 mにおいて）	67,055 t
総トン数（日本測度）	104,121.86 トン
総トン数（国際）	102,390 トン
純トン数（国際）	30,717 トン

容積

貨物タンク容積	－163℃にて	125,542.215 m³
	＋20℃にて	126,884.911 m³
バラストタンク容積		53,343.0 m³
燃料油タンク容積		7,348.2 m³
清水タンク容積		950.7 m³

主機関　三菱ＭＳ40型２段減速２筒クロス・コンパウンド衝動船用蒸気タービン　１基

連続最大出力	40,000 PS × 100 rpm
常用出力	40,000 PS × 100 rpm
サービス出力	36,000 PS × 97 rpm

主ボイラ　三菱ＣＥ型舶用２胴水管ボイラ　２基

最大蒸発量	72,000 kg／h／基
常用蒸発量	64,500 kg／h／基
加熱蒸気条件	61.5 kg／cm² g × 515℃

推進器　５翼一体型，　直径8.2 m

速力および航続距離

試運転最大速力	20.80 kn
航海速力	19.3 kn
航続距離（重油専焼ベース）	13,000浬

乗組員　47名

（職員12名，部員18名，船主２名，パイロット１名，予備４名，ワーカ－10名）

航海装置

ジャイロコンパス	１式
ドップラ・ソナー	１式
音響測深儀	１式
レーダ	２台
デッカナビゲータ	１式
オメガ	１式
無線方位測程機	１式
衝突予防装置（MARAC ⅢA）	１式
ＮＮＳＳ	１式
ロラン－Ｃ	１式

無線通信装置

無線電信電話	１式
ＭＡＲＩＳＡＴ	１式
国際ＶＨＦ電話	２組

貨物部主要機器

カーゴポンプ	1,100 m³／h × 135 mTH	10台
スプレーポンプ	50 m³／h × 130 mTH	２台
ハイデューティ・ガスコンプレッサ	17,000 m³／h	２台
ローデューティ・ガスコンプレッサ	4,500 m³／h	１台
ＢＯＧ／ウォームアップヒータ	1,000,000 kcal／h	２台
ＬＮＧベーパライザー	1,800,000 kcal／h	１台
イナートガスジェネレータ	12,500 m³／h	１台

甲板機械

係船機組合せ型揚錨機（電動油圧）	53 t × 9 m／min	２基
係船機（電動油圧）	28 t × 15 m／min	10基
舵取機（電動油圧，ラム型）	320 t－m	１基
バウスラスター（電動）	2,200 PS	１基

3. 一般配置

本船は，ほぼ大気圧のもとで比重0.5以下，温度－163℃以上の液化天然ガス（Liquefied Natural Gas）を輸送するＬＮＧ運搬船である。

全体配置は一般配置図に示すように，８枚の横置水密隔壁で仕切られ，船尾に機関室および船橋を有し，貨物区画には５個のモス方式球形タンクが設けられ，その前部に船首バラストタンクおよび前部燃料油タンクを配置している。貨物区画は球形タンク保護のため，船底・船側部とも二重船殻構造とし，その区画をバラストタンクにあてるほか，配管や電線の保守点検性および長期耐用性を考慮に入れて一般配管用のパッセージを設けている。

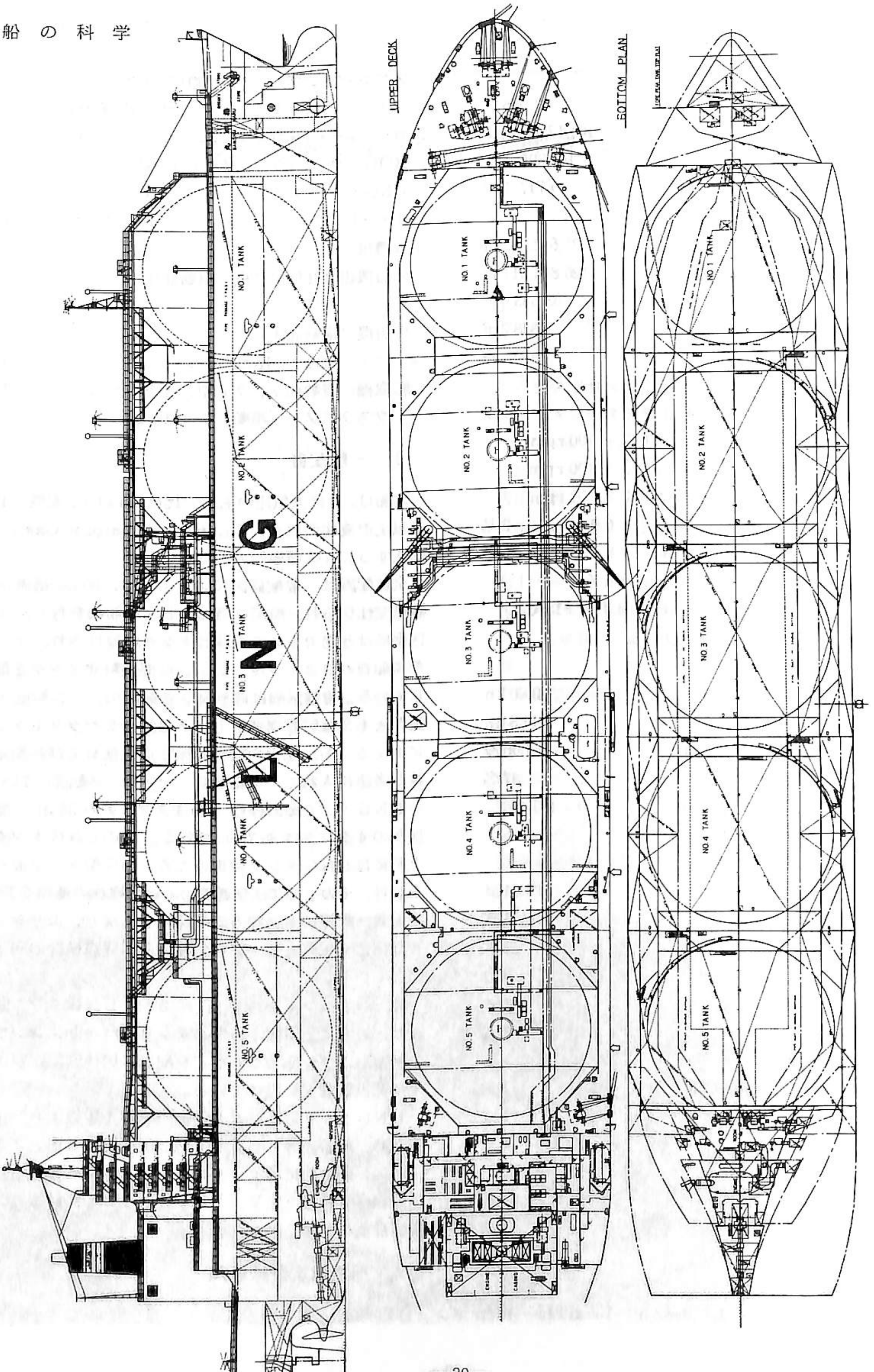
ＬＮＧタンクの直径は，No.１タンクのみ35.31 mで，ほかの４タンクは36.73 mである。このＬＮＧタンクの上部にはＬＮＧタンク保護のため，円筒型タンクカバーを設け，その上部には交通性のよい直線状の通路を設け諸配管・配線にも直線方式を採用するなど，よりシンプルな構造・配置とし，単純化および保守点検性の向上を図っている。

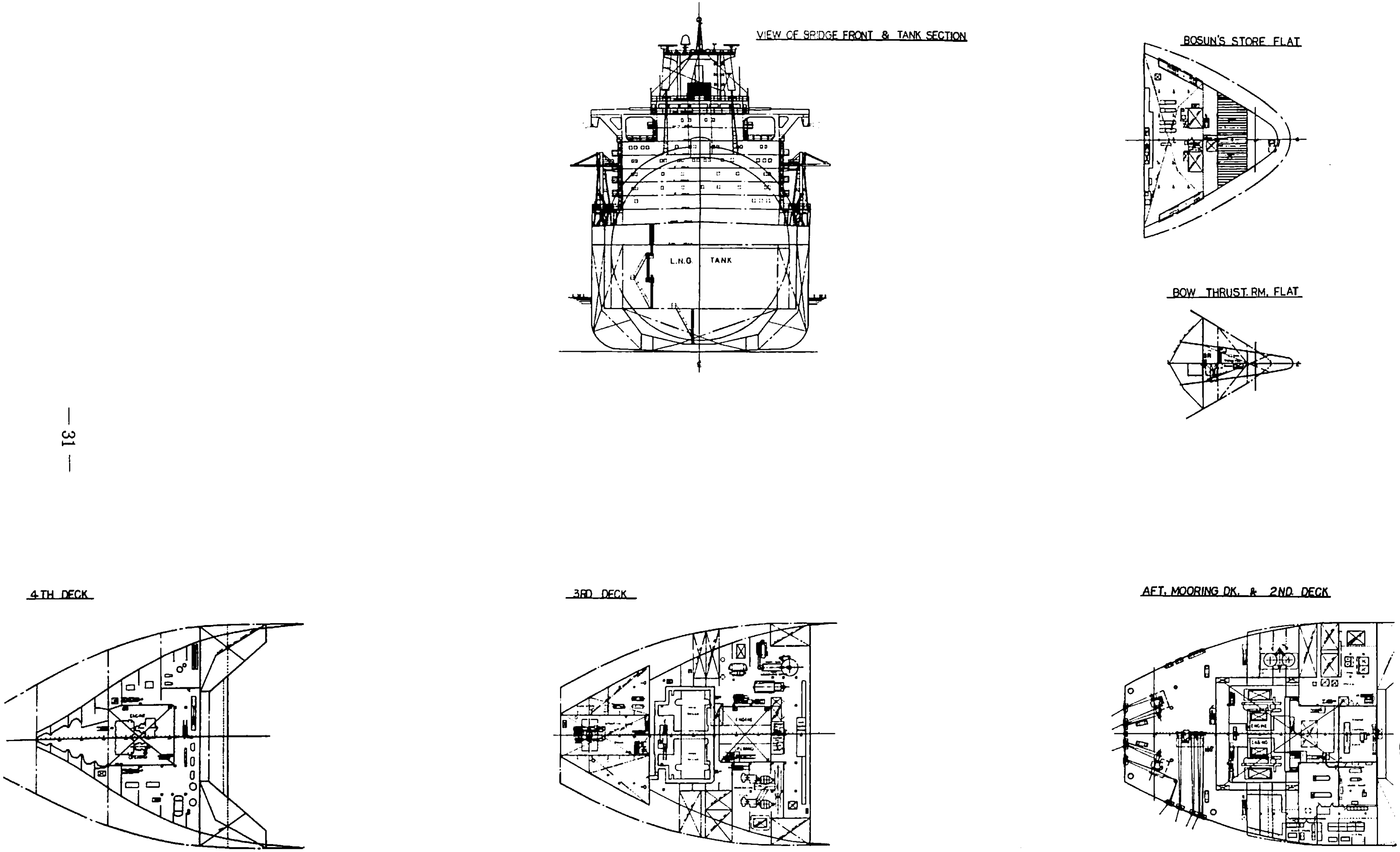
カーゴマニフォールドは，No.２～３ＬＮＧタンク間に設け，さらに上甲板上右舷のタンクカバー間にコンプレッサ室およびLN_2タンクなどを配し，居住区操舵室の直下に荷役制御室を設けている。

ＬＮＧタンクおよびタンクカバーが上甲板より突出するため，操船見透しの見地より，居住区を９層とするとともに，船首部にはクローズネスト，さらに操舵室から遠隔操作されるＩＴＶ（テレビカメラ）を設けるなど，操船性能の改善を図っている。

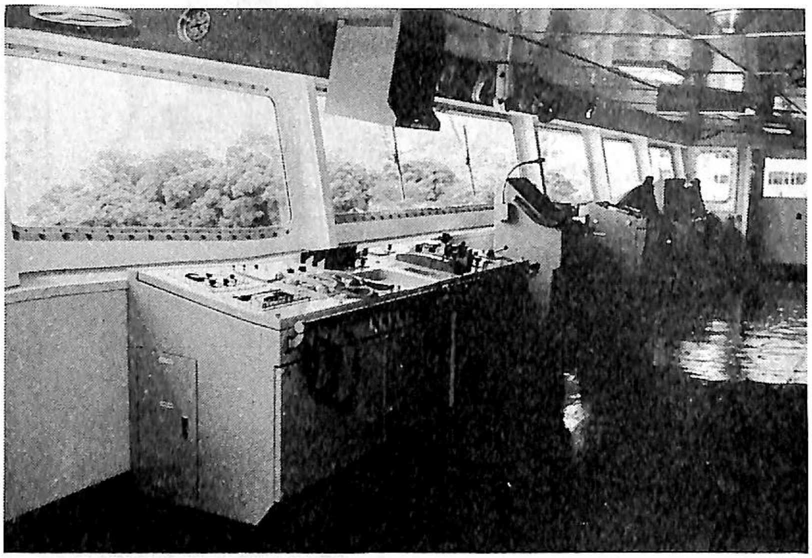
4. 船型および諸性能

(1) 船型


UPPER DECK
BOTTOM PLAN
NO.1 TANK
NO.2 TANK
NO.3 TANK
NO.4 TANK
NO.5 TANK
L
N
G



モス方式　125,000m^3型ＬＮＧ船　〝播　州　丸〟　一般配置図
三菱重工業・長崎造船所建造



見透しのよい操舵室配置

本船は，当社で長年にわたり開発蓄積された船型データをもとに推進性能・操縦性能・耐航性能などを総合的に検討し，経済的に最も優れている主寸法ならびに船型を採用した。その性能は海上公試運転で当初の予定を大巾に上回る性能を有することが確認された。

(2) トリムおよび復原性

ＬＮＧ船は貨物の比重が小さいため，浅喫水で乾舷が高く，重心高の傾向となりやすい。このために，十分な復原性を確保する必要があり，本船では特に強風下の復原性について運航航路の海象・気象を十分に勘案のうえ設計を行った。

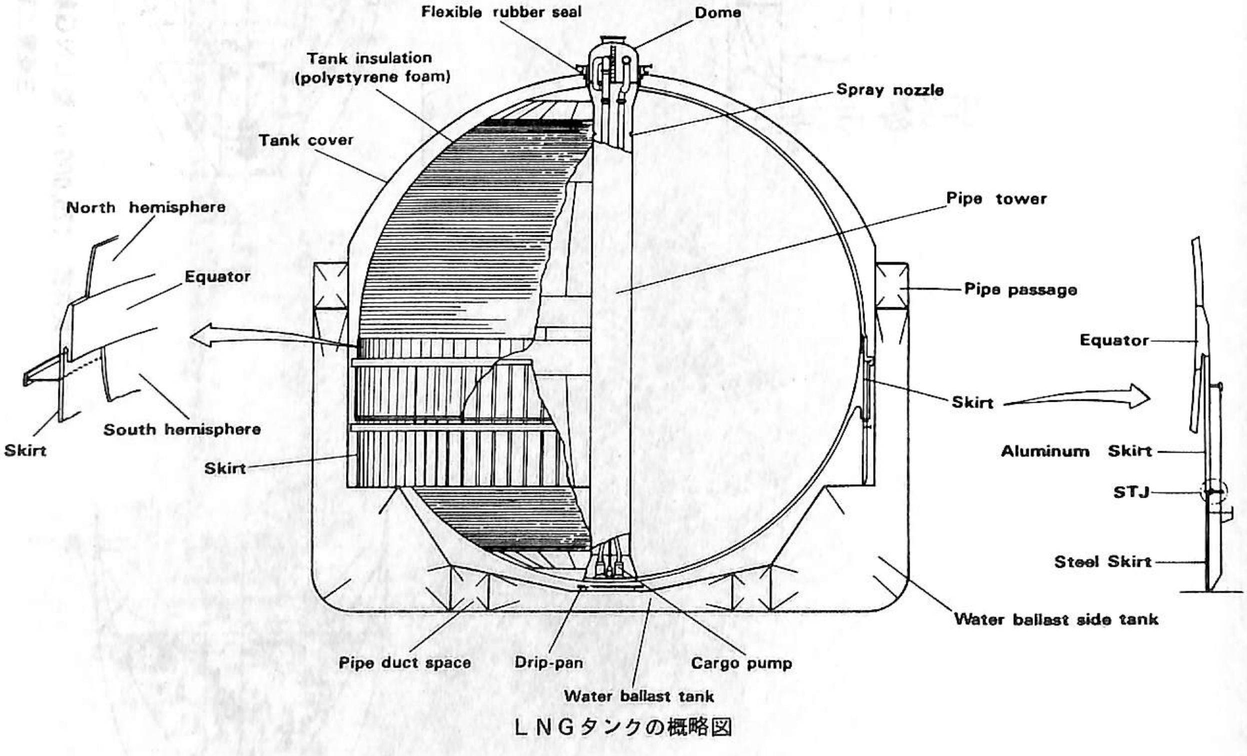
また，港内での喫水制限やバラスト航の喫水保持に必要なトリム性能を確保することも，十分に配慮されている。

(3) 損傷時復原性

衝突・座礁時の損傷時復原性については，ＬＮＧタンクおよびバラストタンクの配置に工夫をこらし，最少の区画割りで規則要求を十分満足する配置としている。これによりタンクの管理，操作がよりシンプルになっている。

(4) 操縦性能

本船は上述のように一般貨物船に比べ，浅喫水かつ風圧面積が大きくなるので，運航航路の海象・気象および出入港時の港湾事情を勘案して，当社耐航性能研究室で開発された最新のプログラムによるシミュレーション計



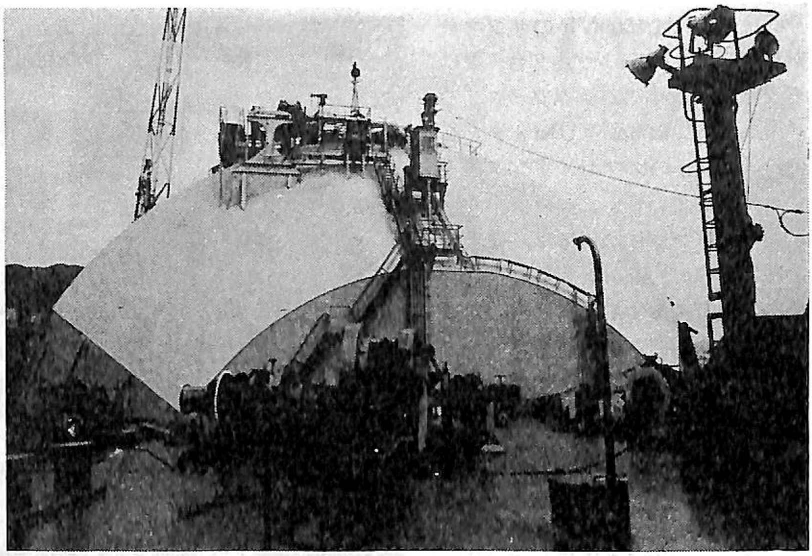
ＬＮＧタンクの概略図

算に基づき，船型および舵面積を決定した。

5. LNGタンクおよび船殻構造

本船のLNGタンクは，IMOガスコードの独立タンク方式タイプBを適用している。

LNGタンクならびにこれを支持するスカート部は，モス方式を採用しており，さらに長年月にわたる当社独自の研究・試験結果を織り込んで構造設計を行った。また，アルミ合金の素材・溶接部すべてについて性能確認試験を実施した。これらの研究・開発結果により，いわゆる〝Leak Before Failure〞という安全保持の基本原理が確認された。



No.1タンク（上甲板上船首部よりみる）

本船のLNGタンクは図に示すように，従来のモス方式船にない新しい構造を部分的に採用している。その一つは，より薄く，より幅広の赤道材であり，これにより赤道材近傍の曲げ応力減少と赤道材材質の向上が可能となった。もう一つは，溶接固着型のパイプタワーであり，これにより支持の摩耗・振動問題が解決された。

特にLNGタンク，スカートの挫屈強度については，大型モデル実験により，当社独自の設計基準を設け，安全性の優れた設計とした。

また，LNGタンクの品質管理についてはアルミ合金板の切削，曲げ，組立精度の確保ならびに溶接部の品質管理などすべてにわたり周到な事前検討を行うとともに，真球度に対する許容誤差をターゲットとして設計してタンクの製作にあたった。その結果，極めて高い精度および品質を得ることができた。これにより，挫屈強度がさらに向上している。

船体構造については，有限要素法による理論計算に加えて，船体モデルによる実験により，構造・強度の確認を行い，また材質選定に当っては船体温度分布計算結果を織り込んで決定された。

6. 防　熱

本船のタンク防熱方式は実績および信頼性を重視してスパイラル・ゼネレーション方式を採用している。

本方式の施工法は，矩形断面をもつ棒状のポリスチレン防熱材を連続的に送り出し，球表面上を回転するスピンブームにより，球形タンクにスパイラル状に巻きつけながら，これを相互に熱溶着させるものである。このように機械的に施工されるので，作業性がよくしかも均一な品質の防熱構造とすることができる。

スカート部およびタンクの上部および低部については，ポリスチレン成形材を接着施工するとともに，ウェッジ部（タンク赤道部とスカート上部の接点）については，熱収縮によるスカートと球面の変位を吸収できるような構造／材質を採用している。

また本船では，部分二次防壁として，二重底上にドリップパンを装備している。

7. 貨物取扱設備

貨物取扱設備については，超低温に対する材料，熱伸縮の吸収，漏洩防止等を基本に置き，IMO・船級規則等はもちろん広範囲にわたる安全性の要求を織り込んで設計され，その性能についてはガステストで，良好であることが立証された。

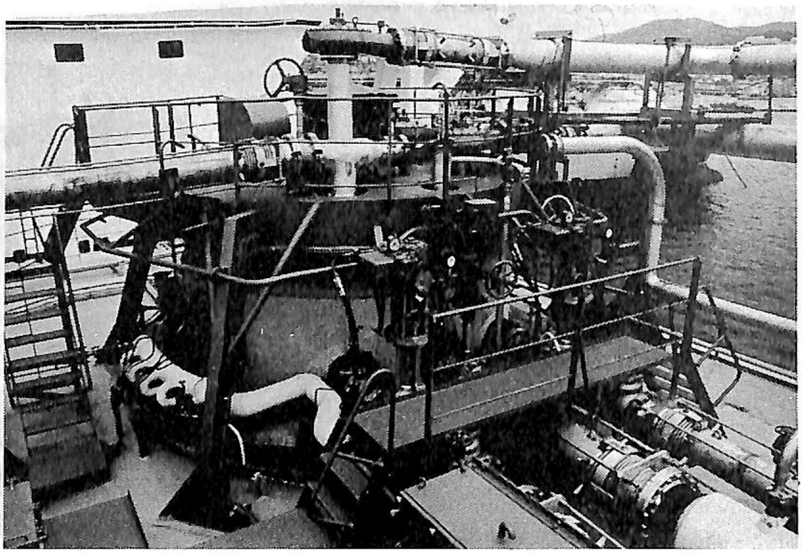
(1) 配管材料

暴露部配管にはステンレス鋼SUS 304Lを使用し，カーゴタンク内部にはすべて周辺材料に合せて，アルミ合金A 5083管を使用している。

フランジについては，SUS 304LおよびA 5083を使用，弁にはSUS 316の鋳造品を使用している。

パッキング材は高品質な特殊材を使用しており，事前にLN_2によるテスト実施し，パイプ防熱層も含め，良好な成績をおさめた。

(2) カーゴポンプ



タンクトップ

各タンクに1,100㎥/hのサブマージド電動型カーゴポンプを2台，更にバラスト航海中のタンククールダウン用として，No.3およびNo.4タンク内に50㎥/hのスプレイポンプ各1台を装備している。

カーゴポンプについては，従来船の使用実績の調査分析を基に設計改良，品質管理をするなど万全の対策を施している。その性能はガステストにおいて，何ら問題がないことが確認された。

更に本船では，万一の緊急荷役のために，タンク内を加圧しLNGを他のタンクに移送するプレッシャディスチャージ方式を採用している。

(3) 配管

配管については管内摩擦損失，管サポート方式，船橋からの見透し等を総合的に考慮して，ベローズ形伸縮継手を用いた直管方式を採用している。また，長期耐用を考慮し，サポート等にステンレス鋼又は高級塗装を施し，貨物取扱設備のみならず一般船体艤装にも万全の対策を施している。

パイプパッセージ

8. 一般船体艤装

(1) 係船装置

係船機は，船首部に5台（うち2台は揚錨機と兼用），居住区前に2台，船尾部に3台，合計10台設けられており，いずれも密閉型電動油圧駆動方式である。

操作は機側の他に，ドラムの回転方向およびスピード制御の遠隔操作が可能であり，係船作業の合理化が図られている。

(2) バラスト管装置

バラスト配管は，二重底タンクおよび船側タンクともにリングメイン方式とし，弁は荷役制御室で集中遠隔操作を可能としている。また，各タンクには低液位警報付き液面計を設けて，注排水作業を効率よく行えるように配慮されている。

(3) 消火装置

貨物区域の甲板上の消火のため，4組のドライケミカルユニットを装備し，各ユニットから甲板上に配置されたハンドホースノズルおよびモニタノズルまで固定配管で接続されている。

LNGタンクドームトップ，荷役用マニホールド弁，ガス圧縮機室，モータ室囲壁および居住区前壁に水噴霧装置を設けている。更に，ガス圧縮機室およびモータ室は，N_2消火装置を採用している。

LNGタンクのイナーティングおよびホールド内の消火のために，機関室内にイナートガス発生装置を設けている。

9. 機関部

本船は主推進装置として，最大出力 40,000 PSの三菱MS－40型舶用蒸気タービン1基およびガス／油混焼方式の三菱舶用ボイラ2基を装備している。

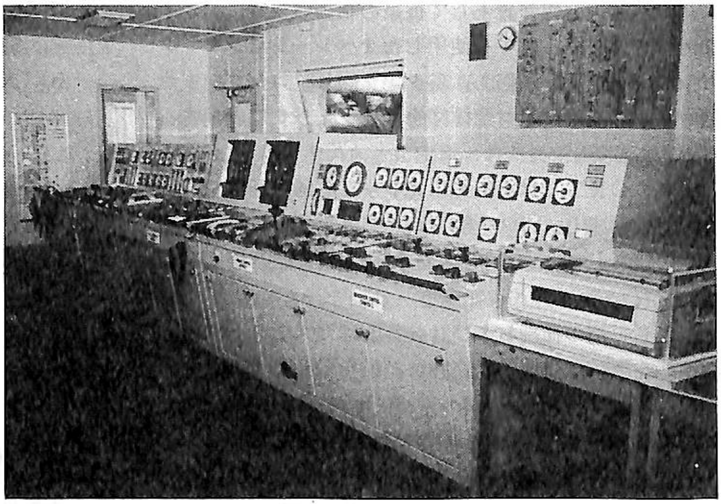
主機関は，操舵室および機関制御室から遠隔操作されるとともに，機関部全般に対する集中遠隔操作，集中遠隔監視ならびに通常航海中の機関の無人運転（NKのM0規則適用）が可能となっている。

航海中に発生するボイルオフガス（BOG）は上甲板上のガス圧縮機室内に設けられているガスコンプレッサを介し，ガスヒータにより加熱されたのち機関室内に送られ，ボイラの燃料として利用される。

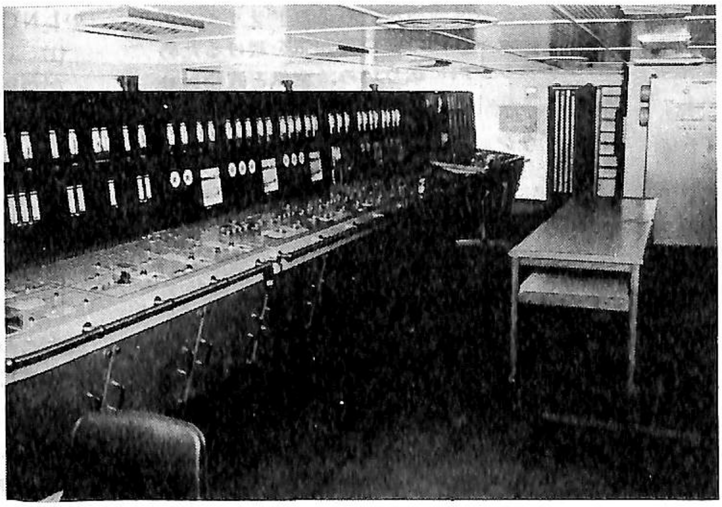
ボイラの負荷調整はBOGを優先して燃焼させ，重油を追焚きする方式としており，その自動燃焼制御装置にはマイクロコンピュータを利用した直接数値制御方式のMACCS（三菱舶用ボイラ自動燃焼制御装置）を採用し，混焼時でも最適制御が可能となっている。

BOG又は重油の着火，消火作業は全て機関制御室より遠隔操作が可能なようにシーケンスが組んであり，簡単な操作で行うことができる。

タービンプラントにはVLCC等で多くの実績を持っている4段給水加熱方式を採用しており，タービン抽気による給水加熱，復水冷却式の造水装置の使用等，種々の熱効率向上対策を行っている。



機関制御室



荷役制御室

10. 電気部

本船は発電装置として，2,500 kWの主ターボ発電機2台，1,200 kWディーゼル発電機1台および200kW非常用ディーゼル発電機1台を装備している。揚荷時はターボ発電機2台を使用し，その他はターボ発電機1台の運転により所要電力をまかなえる。

機関制御室には，機関制御コンソールを設置し，主機，ボイラ（混焼システムを含む），発電機および補機類を，本コンソールから集中制御できるようにしている。

機関部全体の監視警報は，制御コンソールに設けられた2CPU. 2CRTの完全に2重化されたモニタによって行われ，安全な運転の一助となるよう装備されている。

航行中の機関部の警報は，9グループに分けられて，操舵室，事務室，その他必要な居住等に延長警報として伝送されている。

11. 荷役・計装

(1) 荷役システム概要

本船の荷役制御，計装機器のすべてのコントロールは操舵室直下に設けられた荷役制御室にて行われる。

液面計，温度計および圧力計により構成されるカスタディトランスファシステム（LNG計量装置）については，タンク内に装備されるセンサーの適正配置や表示と警報をそれぞれ独立することによって，システムの信頼性を向上させている。

荷役部監視警報装置として従来の制御監視盤に加えて20インチカラーCRTを使用したオペレーションモニタリングシステムを装備し，各タンク回り，コンプレッサ回りおよび荷役ライン全体図をグラフィックに表示することができる。

また，CRTシステムでは光ファイバ通信回路でデータバスを構成し，ガス危険区画から高電圧CRT回路を完全に遮断して，システムとしての本質安全防爆構造を保持している。

これら一連の荷役および計装装置はガステストで，その性能を十分に発揮し，良好な結果を示した。

(2) 荷役オペレーション

本船の荷役オペレーションの概要を下記に示す。

a. 出渠後のオペレーション

① ドライイングおよびイナーティング

まず，イナーティングに先立ちタンクの湿度を除去するため，タンクに乾燥空気を送り込みドライイングする。このあと，タンク内の爆発雰囲気を避けるためイナートガスをタンク内に送り込み，空気と置換させる。

② クールダウン

積地に着桟後，陸地から供給されるLNGをベーパライズし，イナートガスパージングを行う。このあと陸側よりLNGを供給して，タンクおよび配管類を同時にクールダウンする。

③ 積　荷

陸側の積込みポンプにより本船タンクへLNGを積込む。積込み量相当のガス(置換ガス)，タンク冷却のための熱量および侵入熱などによる蒸発ガスは，本船のガスコンプレッサにより陸へ送り返し，タンク内の昇圧を避ける。

④ 満載航海

航海中BOGはガスコンプレッサーおよびガスヒータにより機関室内のボイラに送られ，推進用燃料として使用される。

⑤ 揚　荷

各タンク内に装備された2台のポンプで揚荷し，タンク内圧の減少を防ぐため，通常陸上からガスの供給を受ける。陸側からの供給ができない場合には，本船のベーパライザによりLNGの一部を蒸発させ，タンク内に供給できるようにしている。

⑥ バラスト航海

積荷港到着時に直ちに積荷が行えるよう，冷却用のLNGを特定のタンク内に残しておき，航行中にスプレーポンプを使用して各タンクをスプレークーリングする。航行中に発生するBOGは満載航海時と同様に，推進用燃料として使用される。

b. 入渠前のオペレーション

① ウォームアップ

タンク内の低温ガスをコンプレッサおよびガスヒータにより，加熱しタンク内に戻す。タンクの温度は常温付近まで昇温し，それと同時にLNG残液を強制蒸発させる。

② イナーティング

加熱された天然ガスをイナートガスで置換する。

③ エアレーション

イナートガスを空気で置換する。

12. 安全対策

本船は，IMOガスコードはもちろん各関係規則の要件をすべて満足するように設計，建造された安全性の高いLNG船であり，次のような安全対策が施されている。

(1) LNGタンクを取り巻く船体構造は，すべて二重船殻構造となっており，LNGタンクはその内殻より更に内側に配置され，機関室とはコファダムにより完全に分離されている。

(2) IMOガスコードによる損傷時復原性を含めて，本船はあらゆる運航状態において十分な復原性を有している。

(3) 操船見透しを改善するために，操舵室を高くするとともに，船首部にクローズネストおよびITVを設けるなど，細部にわたり配慮がなされている。

(4) LNGタンク安全弁装置として，パイロット式圧力逃し弁を各タンクのドームトップに設け，LNGタンクの圧力が過大とならないように配慮されている。この装置によりベントライザを介し，万一圧力がある一定値を超える場合にはガスを大気放出することもある。その安全弁の容量はIMOガスコードの要件を満足することは言うまでもない。

(5) ホールド安全弁装置として，ホールド内の圧力が過大／過小になるのを防ぐため，パイロット式圧力真空逃し弁が設けられている。

(6) LNGタンクを過大外圧より保護するために，タンクカバー頂部にLNGタンク／ホールド差圧安全弁を設けている。

(7) 可燃性ガス検知・警報装置として，ホールド周辺部，ガスコンプレッサ室，モータ室，機関室およびボイルオフガスダクトの漏洩ガスを検知し，監視するための設備を荷役制御室に設けている。

(8) LNGタンクの液面計測装置として，高液位，異

常高液位および低液位警報付き静電容量式液面計を各タンク２台装備し，加えてフロート式液面計を各タンク１台装備するなど二重の安全性を確保している。

(9) 本質安全防爆型電気式の温度センサーを，ＬＮＧタンク，ホールドまわり，荷役用マニホールド部および貨物用管に多数装備し，荷役制御室で集中監視できるように遠隔指示される。

(10) 本質安全防爆型電気式の圧力計測装置も温度計測装置と同様，荷役制御室にて集中監視できるようになっている。

(11) カーゴマニホールド弁，貨物ポンプおよびコンプレッサなどの貨物取扱い機器は異常事態発生時に備え，自動緊急遮断設備が設けられており，万一の火災，ＬＮＧタンク高液位，船体異常変位などが発生した時に自動的に緊急遮断できるように配慮されている。

13. むすび

以上述べてきたように，本船は省燃費，省力化はもちろん細部にわたって安全性，信頼性を重視して設計され，充分な品質管理のもとに建造された最新鋭のＬＮＧ船である。

またその性能，品質は工事完了後の海上試運転およびＬＮＧを使用したガステストで，すべてにわたり良好なことが確認されており，これからの活躍が大いに期待されるものである。

最後に，本船の設計／建造にあたり，終始御指導御協力をいただいた船主，荷主，関係官庁，船級協会ならびにメーカ各位に深く感謝をするとともに，本船の航海の安全と国家的なＬＮＧ輸入プロジェクトに大きく貢献されることを祈る次第である。

技術短信

技術短信

従来にない消波機能を有する画期的な吸収式造波装置を本格的に販売開始

三井造船は，かねてより同社昭島研究所に小動力で駆動できる吸収式造波装置を設置し，各種テストを重ねてきたが，この程良好な成績が得られたため，生産体制を整えるとともに本格的販売に乗り出すことになった。

吸収式造波装置は，水槽内の造波板前面に加わる応力の検出機構を造波板内に備えており，造波板に作用する全ての力をフィードバック制御する方式を採用しているため，不要な波を吸収し，希望する波形および波高の波を正確に造りだすことができる画期的な造波装置である。

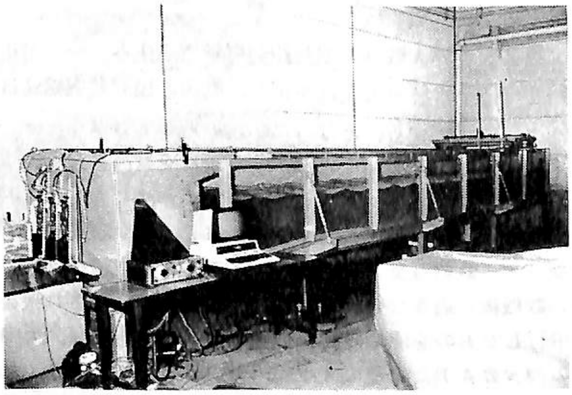
本装置は，四面を海に囲まれている日本で，今後増々需要の拡大が見込まれる海洋エネルギーの研究ならびに海洋・水産・農業・土木などの研究開発に用いられるほか，フィードバック機構の特長を生かし大学，高専などの水理実験設備教材として格好の対象になるものと期待される。

なお，吸収式造波装置は，英国エジンバラ大学のソルター氏が発明し，英国C＆N Electrical Industries社が開発，製作しているもので，同社との協定に基づき，三井造船は日本を含むアジア地域において，用途に応じた最適の吸収式造波装置の製作・販売を行なう。

吸収式造波装置の特徴

1）高い消波機能を持つため，実験終了後の波の鎮静時間が従来に比べ，大幅に短縮できる。

2）防水シールの採用およびコイルスプリングの効果的



使用により極めて少ない動力で大きな波（コンピュータ・システムで重ね合わせた場合，最大0.5ｍ）が得られる。

3）装置のコンパクト化，軽量化が図られており，設置が容易に行なえるため，既設の水槽にも簡単に取付けできる。

4）デジタル回路とコンピュータ・システムの組み合わせにより，２次元不規則波のみならず100枚以上の造波板を独自に駆動することで平面水槽内に任意の３次元的海象を容易に再現することができる。

昭島研究所設置の吸収式造波装置の概要（写真参照）

造波板寸法　幅　0.3ｍ×３式　喫水深さ　0.5ｍ
駆動モータ　定格出力　40Ｗ×３式
造波板振幅　最大　±15°
周波数範囲　0.7～2.2 Hz
最大波高　0.2ｍ

●周辺技術から学ぶ

飛行艇の離着水

新明和工業株式会社
尾崎　篤志

はじめに

飛行艇は，水面から発着（離着水）する飛行機である。戦前世界各国の飛行機が未だ整備されていなかった頃，飛行艇は海の華であった。特に長距離飛行性能を備えた機材が必要となる海外との航空路には飛行艇は不可欠であった。当時世界各国の航空会社が使用していた主な飛行艇は，英国のショート，フランスのリオレ，ブルゲ，ラテコエール，ドイツのドルニエ，米国のマーチン，シコルスキー，ボーイング，それに日本の川西97式，晴空等多彩であった。

第2次世界大戦は大型長距離爆撃機を生み，一方滑走路を作る土木技術の発達を促し，戦後の民間航空輸送は陸上機の活躍する所となった。

現在世界各国で運用されている飛行艇は，グース，ウイジョン，マラード，アルバトロス，カタリナ，サンドリンガム，メイル，CL－215，PS－1，US－1，シービー，バッカニア，G－111等小さな機種を含めて10数機種に過ぎない。これらのうち戦中に企画され戦後飛行したものを除く，戦後企画開発されたものは，米国のバッカニア，ソ連のメイル，カナダのCL－215，日本のPS－1，US－1で，その他米国のアルバトロス改造機G－111があり，最近ドイツのDo. 24を改造した実験機Do. 24TTが試験飛行中である。

1. 飛行艇と高速艇の主な相違点

飛行艇は単に水面を飛行場に用いる，即ち空中輸送作業を主務とする場合と，例えば海難救助等の水面作業を主務とする場合がある。

何れにしろ離着水のために水上を滑走するわけであるが，この水上滑走で高速艇と大きく異る所は，高速艇が水面荷重（全備重量のうち，水面が分担する重量）が一定で滑走するのに対し，飛行艇は主翼の発生する揚力のために，水面荷重が速度および姿勢に応じて変化することである。この特殊な滑走状態の中で高速艇と異る技術上の特徴は，**飛沫**と**着水衝撃**と**縦安定**（ポーポイジング，後述）に対する解決策の問題であろう。

写真は各種飛行艇の離水滑走中のものであるが，飛行艇の艇体チャイン部が水面を切るあたりから，白い飛沫が上っているのが見られるであろう。この飛沫がプロペラやエンジンに飛び込んだり，フラップを叩いたりするのを如何にして制御，防止するかが第1の問題であり，また水衝撃は波浪中滑走時にも受けるが，着水時が最も

写真1　コンソリデーテド PBY カタリナ（1937年）

写真2　マーチン P6Mシーマスター（1955年）

大きく，この荷重を如何にして緩和するかが第2の問題である。この両問題とも波浪が高い程シビアーになる。

従って，飛行艇の年間運用可能率を増すためには，前述の二つの問題をからめて離着水可能波高を高める必要があるが，こゝに研究者，技術者の苦労，創意工夫があるわけである。

国産飛行艇ＵＳ－１は艇体チャイン部に波消装置を設け，かつ幅の狭い艇体を採用すると共に，高揚力装置を設けて離着水速度を小さくして，着水衝撃の緩和をはかり，３ｍ高さの波浪に離着水できるようになっている。

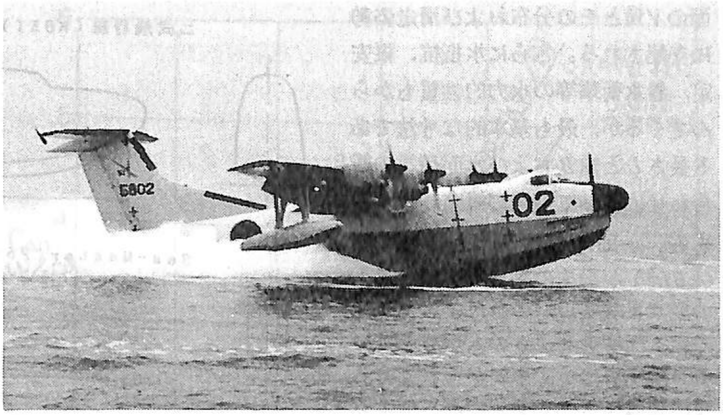


写真３　新明和　ＰＳ－１　（1967年）

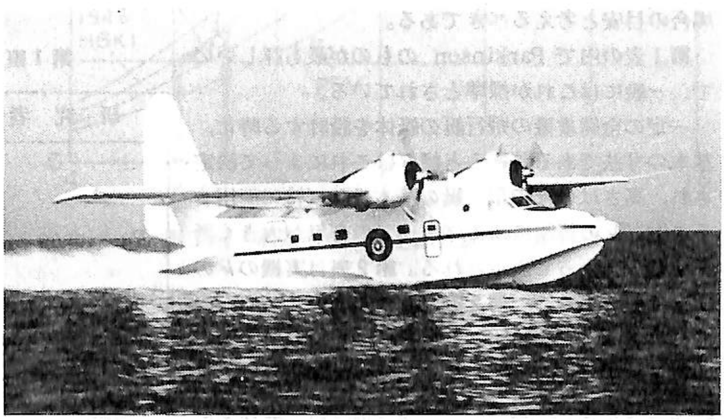


写真４　グラマン　Ｇ－111　アルバトロス（1979年）

2. 幅の広い旧式艇体と幅の狭い新式艇体

1938年ドイツのSottorfが行なった，底面の形の系統的水槽試験が米国の飛行艇研究者の注目をひいた。彼の報告は長さLと幅Bの比L/Bの大きなもの，即ち細長い底面がすぐれた水力学的性質を持っている事を示したものであった。

それまでの飛行艇の艇体は$L/B=6\sim7$が標準で，静止時の水面荷重係数

$$C_{\Delta 0}=W/(\gamma B^3) \quad\cdots\cdots(1)$$

W：全備重量，γ：水の比重量

が水力的性質を支配するものとされていた。つまり$C_{\Delta 0}=1.0\sim1.2$が実用され得る限度で，これ以上の水面荷重，換言すればWに対してこれ以下の幅の大きさの艇体では水抵抗，縦安定，飛沫の高さ等の水力学的性質が悪化して実用にならぬものとされていた。

これは当時は世界各国に共通した基準であって，各国の研究者および設計者は$L/B=6\sim7$，$C_{\Delta 0}=1.0\sim1.2$という枠の中で，如何にして空気抵抗と構造重量の少ない艇体を作るかに努力していたのである。

Sottorf の研究にヒントを得て，米国の主な水槽（NACA Langley Field, Steuens Institute of Technology等）でL/Bの大きな艇体の系統的な水槽試験が行われた。そして実験成績を整理して見た結果，無次元の係数

$$k=W/(\gamma BL^2) \quad\cdots\cdots(2)$$

を一定にすれば，$C_{\Delta 0}$を従来の基準よりはるかに大きくしても，水力学的な性質を悪化させずに済むことが分った。さて$C_{\Delta 0}$とkの間には

$$C_{\Delta 0}=W/(\gamma B^3)=k(L/B)^2 \quad\cdots\cdots(3)$$

の関係があるから，kを一定とすれば$C_{\Delta 0}$は$(L/B)^2$に比例して増加する。(2)式から分かるようにkの定義にはBが１乗，Lは２乗の形で入っているから，Lを少し長くすればBをかなり小さくしてもkの値を変えずに済む。高さを同じにして考えれば表面積も断面積も小さくなり，空気抵抗と構造重量が減らせることができるわけである。

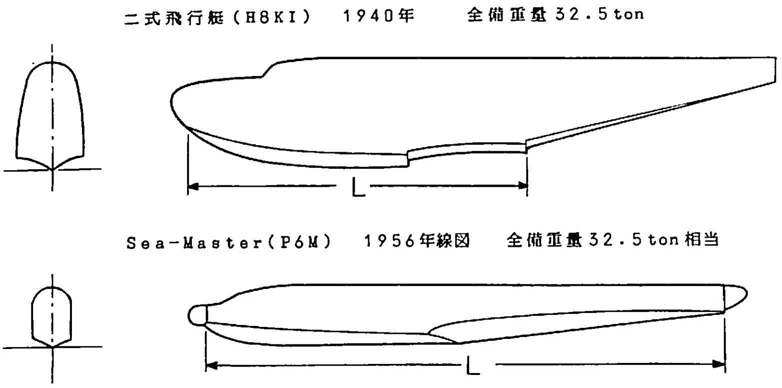
かくしていわゆる「幅の狭い新式艇体」が生れ，kが以前の$C_{\Delta 0}$に代って艇体の水力学的性質を代表する係数として使われることになった。

参考のために新旧艇体の大きさの比較の１例を第１図に示す。こゝで同図のSea－Masterは全備重量91 ton，$k=0.0236$であって実際はもっと大きいのであるが，比較のために２式大艇と同じ重量の32.5 ton，同じkの0.0268に換算し，かつ同じ縮尺比で描いてある。

3. 飛沫の高さによる艇体設計基準

艇体の出す飛沫については後章で詳細に述べるが，底

面のV角とその分布および滑走姿勢に支配される。さらに水抵抗，縦安定，着水衝撃等の水力的性質もからんでくるが，最も基本的な寸法である長さLと幅Bおよび水面荷重の組合わせによって飛沫の概略高さが決まる。　即ち無次元係数$k=W/(\gamma BL^2)$が飛沫の高さを決める最大の要素となる。kの値によって飛沫の変る程度を2，3の人が与えている。**第1表**に示すものがそれである。波消装置によって飛沫の高さは変るから，第1表は波消装置を付けない場合の目安と考えるべきである。



第1図　新旧艇体の比較（$k=0.0268$）

第1表の内で Parkinson のものが最も詳しいので，一般にはこれが標準とされている。

一定の全備重量の飛行艇の艇体を設計する時に，基本の寸法である長さLと幅Bはこれによって決定され，高さは個々の飛行艇の基本設計（特に使用するエンジンの種類によるプロペラの有無が大きく影響する）によって決定される。**第2表**は実機のkの値を示したもので，**第2図**はこれを図表化したものである。

第2図中の影線で囲んだ範囲は1950年頃までの設計範囲である。米国のいわゆる「幅の狭い艇体」が生れてから，図の右上方も使えるようになったのであるから非常に進歩というべきであろう。図中に点置した実機の例によれば，$C_{\Delta 0}$のみで設計された旧式の飛行艇も「幅の狭い艇体」を使った最近のものも，いずれもkが0.022～0.027 の間にあるのは興

第1表　kの値と飛沫の程度（波消装置なし）

研　究　者	$k=W/\gamma BL^2$	飛 沫 の 程 度
Parkinson	0.013	飛沫が少ない。
	0.017	普通の飛沫。正規重量
	0.021	飛沫が大きい。過荷重の時のみならば使える。
	0.024	飛沫が大き過ぎる。実用限度とすべきもの。
Stout	0.018	飛沫の少ない設計
	0.022	最大設計荷重
	0.025	過荷重の限度
Paterson	0.017	普通の大きさの飛沫
	0.045	水びたしになる。

第2表　実機のkの値

機　種	使用目的	W	B	L	L/B	$C_{\Delta 0}=W/\gamma B^3$	$k=W/\gamma BL^2$	試飛行	備　考
H6K1	哨　戒	19.5ton	3.30 m	19.0 m	5.75	0.54	0.0163	1936年	波消付
H8K1		32.5	3.03	20.0	6.6	1.17	0.0268	1940	
R3Y	輸　送	80.0	3.10	31.0	10.0	2.68	0.0266	1950	
Princess		35.0	4.80	32.6	6.8	1.22	0.0265	1952	
P5M		34.0	3.05	26.4	8.65	1.20	0.0160		
P6M	攻　撃	91.0	3.05	35.4	11.6	3.21	0.0236	1955	
PS—1	対　潜 哨　戒	34.1	2.30	27.1	11.78	2.80	0.0202	1967	正規 } 波消付
		40.9				3.36	0.0242		過荷
		45.0				3.70	0.0266		最大

味深い。

4. 離着水時の一般的な性質

通常の飛行機と同じく飛行艇の場合でも揚力変化はほゞ主翼の迎え角（この迎え角は艇体の姿勢—トリム角に関連する）に比例し，速度の2乗に比例するというのが基本である。最新の飛行艇ではこれに高揚力装置による揚力が加わる。

従って全備重量からこの主翼揚力を差し引いた，速度，姿勢によって変る水面荷重で滑走するわけであるが，これは離水の瞬間にはゼロとなる。

第3図に滑走中の推力，抵抗，姿勢等の変化を示したが，抵抗の値が図の中央附近で山となっているであろう。この山のことをハンプ（hump：こぶ），この時の速度をハンプ速度という。まず標準的な離水滑走から述べる。

(1) ハンプ以前の水力的性質

飛行艇が停止状態から速度が増加しハンプ速度に至る迄の間は，抵抗は急速に増大する。一方姿勢の方は滑走が始まると一旦やゝ小さくなり，次いでだんだんと大きくなり，ハンプ直後で最大となる。このあたりの性質は高速艇と酷似するが，これは水面荷重の変化が小さいからである。

(2) ハンプ時の水力的性質

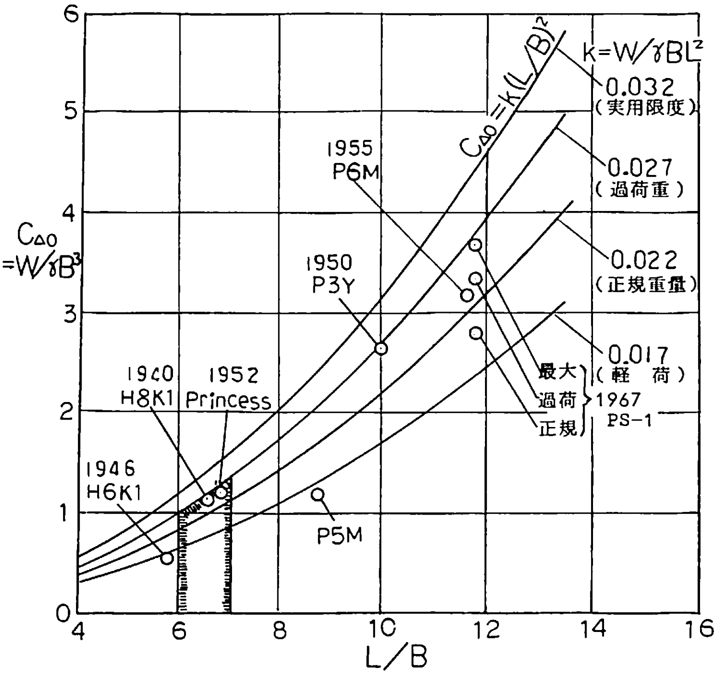
ハンプ以前では艇底に沿って水が流れているが，ハンプ附近になると艇底のステップ後方に空気が入り込んで来て，ステップ後流の水の流れが艇体より剥離する。この剥離した水の流れは再び盛り上って来て後部艇体に当るわけであるが，この艇底に再接触する点は速度の増加と共に後方にずれて行く。

この状態になると艇底に働く上向きの力の大部分はV型高速艇が高速で滑走している時と同じく，底面に直角に作用する動的揚力である。

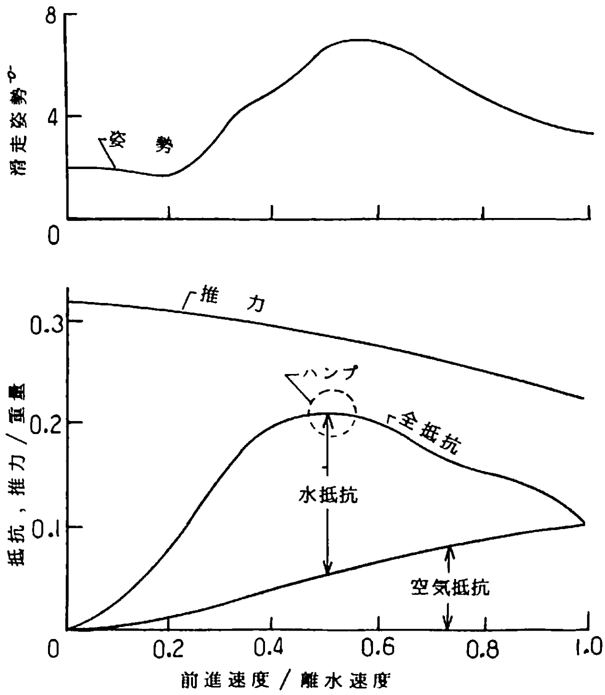
このようにハンプ附近を境にして，艇体に作用する水の力は静的浮力から動的揚力に変ってくるのであるが，この状態になることをplaning condition または on step になるという。

ハンプ直後に姿勢が最大になることは前にも述べたが，飛沫の高さは後述のように姿勢角にほゞ比例するので，飛沫の高さも大きくなり，この時大きな波に出合うとプロペラやエンジンが被害を受けることがある。

またハンプ時は推力と全抵抗の差，即ち余剰推力による前進加速力が最も小さくなる時であるが，この値があまり小さいと，後述する縦運動の不安定領域からなかなか抜け出せないことになったり，離水時間が不当に伸びることになるから注意を要する。



第2図 艇体の寸法と全備重量の関係



第3図 抵抗・姿勢と滑走速度

(3) ハンプ以後の水力的性質

ハンプ以降 planing condition に入ると，水抵抗は水面荷重の減少と共に漸減し，離水時の水抵抗はゼロとなる。

一方姿勢も漸減していくが，この速度になると水から受ける力も小さくなり昇降舵も効くようになるから，姿勢が相当大きく制御し得るようになる。

姿勢があまり低くなることは，後述するポーポイジングの問題に関連し，また高速で波頭を叩く問題や，或は離水速力にも関連するので，昇降舵を適当に引いてその飛行艇固有の最適滑走姿勢を維持するのが普通である。

なお離水速度に近い速度で滑走している時，波を受けると空中に抛り上げられる場合があるが，再接水せずそのまゝ増速して離水してしまうことが多い。

(4) 着水時の問題点

陸上機では飛行場に着陸する場合，誘導電波に乗って経路角一定で降りて来て，着地寸前で引起して水平着陸するのであるが，飛行艇では一定の降下率で降りて来て，そのまゝ着水することが多い。これは不規則に動いている波浪に水平着水するのは極めて困難であるためでもあるが，飛行艇の方もこの着水衝撃に耐えるよう設計するのである。

飛行艇は着水直後にエンジンを絞るのであるが，波浪があると，波に当りようによっては空中にはね上げられる，即ちジャンプ（jump） する場合がある。

そして再接水するのであるが，この2回目の着水衝撃が1回目のものより大きい場合が多い。

波消装置は，プロペラ回転面の直後より前方のチャインに設けられているのであるが，着水して水面がステップより波消装置までくる間に（即ち水面が波消装置のない所を通過する間に）発生する飛沫がフラップを叩く場合がある。従ってフラップ下面の外板，ヒンジ等は飛沫による水衝撃に耐えるような構造にしなければならない。

このあと水抵抗のため急速に減速しながら頭を上げて，行脚が鈍り頭を下げて止まる。

5. 飛沫

飛行艇の出す飛沫には，次のような種類がある。まず第1は，低速で波頭に艇首が突込んだ時に出る bow spray（艇首波），それから少し速力がついて頭が上ってくると，艇体側面のチャインが水面を切る所から出る wisker spray（ひげ波）とそれと一緒に出る blister spray（膜波）。もう一つはこれは主として着水の時に出るのであるが，行脚が止る少し前に艇体の後方から追っかけてくる，丁度にわとりのしっぽのような形の tail spray（鶏尾波）で，以上大略して4種類の飛沫がある。

(1) 飛沫による被害

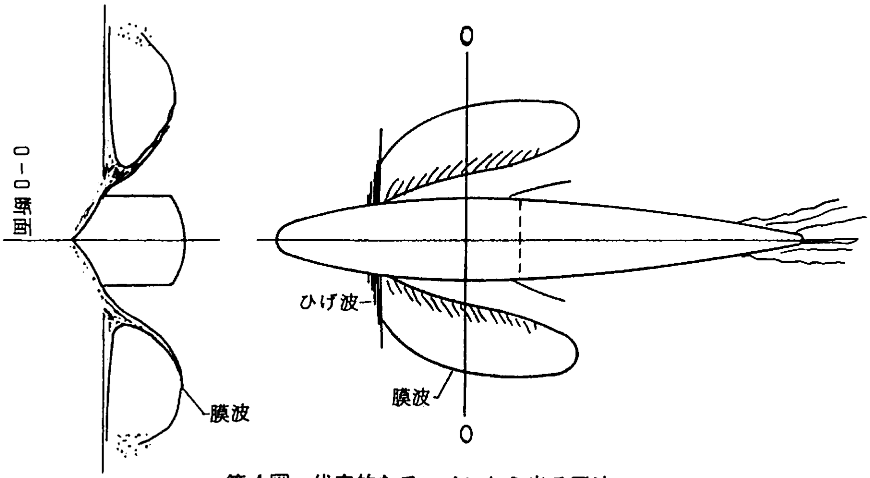
これらの飛沫の内，離着水滑走中で最も長い間艇体にまつわりつくのは，第2のひげ波と第3の膜波である。この代表的な形を第4図に示す。

ひげ波は一般に量も少なくチャインに僅かなフレアー（flare）をつけるだけで，ほとんど水平に横に飛んで行くのであまり実害はない。

膜波，これが通常たとえ平水であっても高く上り，プロペラ面およびエンジンに飛び込んだり，フラップに当ったり，場合によっては尾翼をこわすという最も激しい飛沫である。PS－1は後述の溝型波消装置をチャインに設けることによってこれを解決した。

現在までの所未だに良い防止方法が見つかっていないのが艇首波である。これは非常に厄介である。例えば着水で行脚が止りかけた時等のように，水面荷重が大きくかつ低い姿勢で滑走している時に，艇首が波頭にぶつかると艇首の周辺から高く飛沫が上るが，この飛沫は風がある時には風に乗って飛んで行き，プロペラの中にも入るし，エンジンにもかかる。時にはこれがエンジンのflame out（燃焼停止）を誘発する場合がある。最新の飛行艇ではエンジンの水洗装置・連続点火装置等を設けて，これに備えている。鶏尾波は今の所実害はない。

(2) 飛沫の発生する原理



第4図 代表的なチャインから出る飛沫

二次元の楔形のものが水面に突込んだ場合，第５図のように水面が盛り上り，この盛り上りが底面に接する部分より，薄い楔形の水の膜が底面に沿って外方に飛び出す。この薄い楔形の飛沫と盛り上りの水の移り変る附近は水面が急激にわん曲しているが，このわん曲部附近の水をspray root（飛沫の根）という。この時の底面の圧力分布はほゞ図示のようなもので，このわん曲部よりわずかに内側に圧力がピークを示す点“O”があり，この点より上方の水が上に飛ぶ運命にあるといえる。このO点をdiagonal pointという。

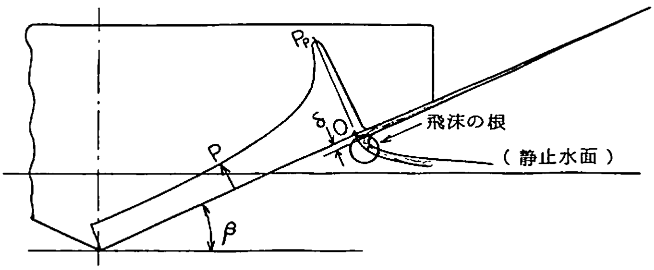
一方トリム角τを有する楔形筒状体のものが水面を前進する場合の底面の水の流れは，第６図に示すようなものとなり，前方より来た水は一方はひげ波となり横方向へ，一方は底面に沿って流れる。この境界線は前述のO点の連続した集りに相当し，diagonal lineといわれる。

これを水面に停止している窓ＡＢより眺めているものがあれば，恰も第５図の楔形のものが水面に突込んで行く如く見えるであろう。この窓より見た楔形の水面に対する降下速度$\dot{z}$は　$\dot{z}=V\sin\tau$　であり，飛沫の高さは$\dot{z}$の２乗に比例する。この関係は後に述べる膜波の高さにも適用される。従ってトリム角τが大きい程，前進速度Vが大きい程飛沫の高さは高くなるのである。さらに波浪中ではこの$\dot{z}$に艇体の上下速度，波の傾斜による水面の相対的上昇速度，波の上下運動速度が加算される。

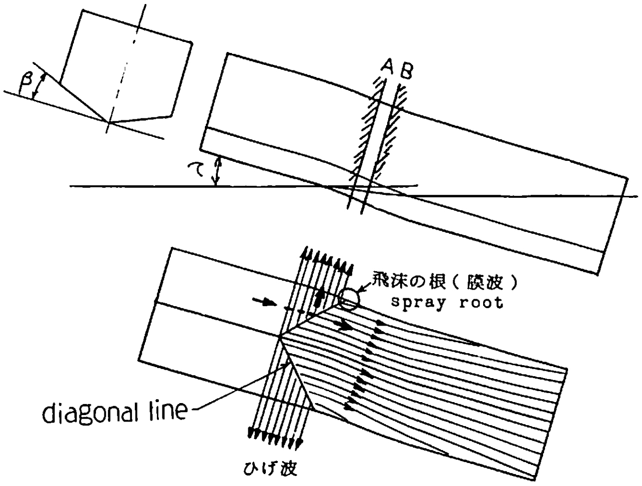
さてこのように考えれば，ひげ波は第５図で楔形のものが水面に突込んで行く場合の湾曲部より上方の外側に飛び出す薄い楔形の水の膜であり，これは飛沫の根がチャインに達するまで続く。

さて問題はこの後である。このあとの模様を二次元試験で行なったものを第７図に示す。

(a)は飛沫の根がチャインに来た直後のスケッチで，模型が小さいためひげ波は表面張力のため小さく固まっている。このあと(b)に示す如く大きな膜波が生じ，ひげ波



第５図　くさび形底面の発生する飛沫



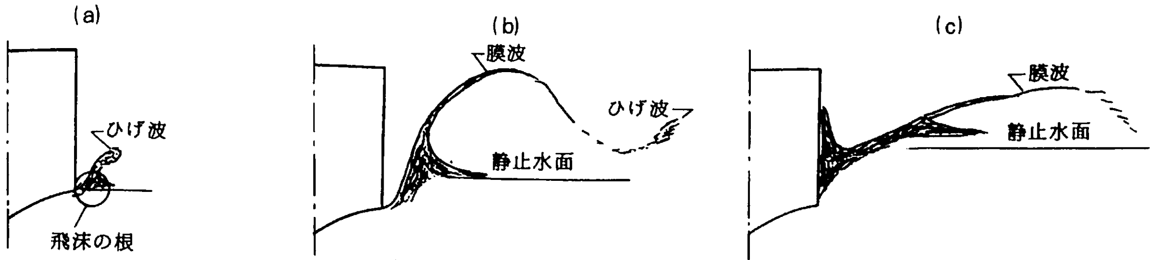
第６図　くさび形筒状体の底面の水の流れ

はその先導をつとめているように見えるが，これは二次元試験だからで，三次元では飛ぶ方向が異ることは第４図および第６図に示した通りである。(c)は膜波の最終段階ですでに高さも低くなり，一旦艇体の側壁から離れた水の壁が戻って来て艇体に当り盛上っている。

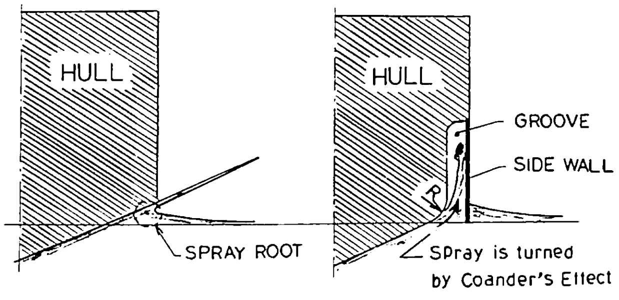
つまり膜波は飛沫の根から出ているのである。

(3)　溝型波消装置の原理

即ち三次元的にいえば膜波は艇体各部から発生しているように見えるが，そうではなくチャインが水面を切る附近の飛沫の根が成長して膜波になる。この事はチャイ



第７図　膜波の発生過程（二次元）



第8図　溝型波消装置の原理

ンが水を切る附近で発生しようとしている膜波を，障害物等で他の方向へ誘導すると後方の膜波が消えることで立証できる。

従ってチャインが水を切る附近の飛沫の根を取ってしまえば膜波は無くなる筈で，このようにして考え出されたのが溝型波消装置（groove type spray supressor）である。

その原理は第8図に示すように，チャインの所に丸みをつけるとコアンダー効果で周囲の水が側壁に沿って上って来ようとするので，外側に壁を設けこれを溝の中で捕まえて外に出さないというアイデアのものである。

6. 着水衝撃

(1) 着水衝撃と接水垂直速度

飛行艇の艇体を幾つかの部分に輪切りにして考えると，輪切りにされた各部分の水圧分布は，前章で述べた楔形のものが水面に突込んで行く問題に帰結される。

この場合の圧力 P の分布および平均圧力 P_{av} は第9図に示すようなものでピーク圧力 P_p は次式で与えられる。

$$P_p=\frac{\rho}{2}\left(\frac{\dot z}{\tan\beta}\right)^2 \quad\cdots\cdots(4)$$

ρ：水の密度　$\dot z$：水面に対する楔形の相対垂直速度　β：楔形のデッドライズ角

$\dot z$ は楔形が水面に突込む相対垂直速度で，着水時の沈下率 w そのものが垂直速度の一部であり，それに前章で述べた艇体の姿勢 τ による底面降下速度 $V\tan\tau$，また波がある場合にはこれに傾斜角 θ の波にぶつかる V の垂直方向の成分 $V\tan\theta$ および波の上下速度 w' が加算されて

$$\dot z=w+V\tan\tau+V\tan\theta+w' \quad\cdots\cdots(5)$$

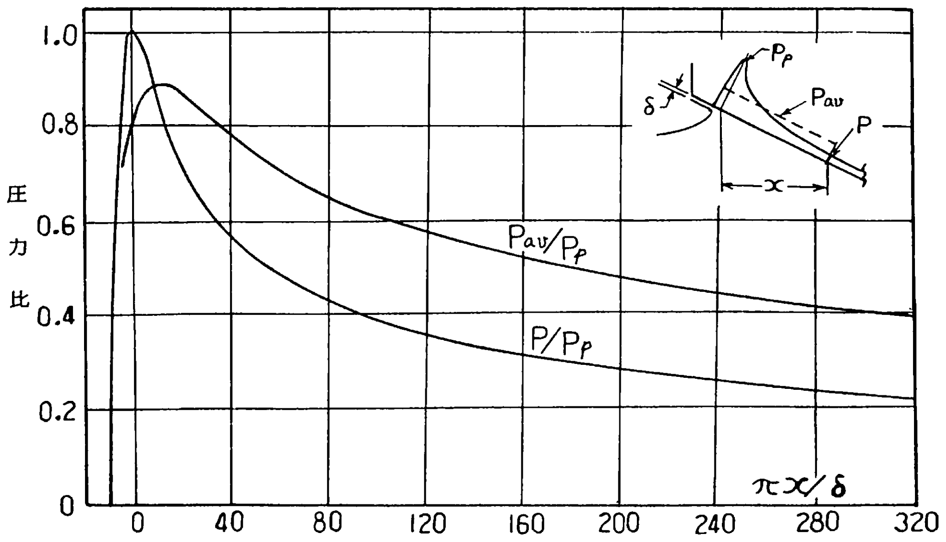
これは飛沫の高さを計算する $\dot z$ にもそのまゝ適用され

第3表　水面に対する艇体の垂直速度例

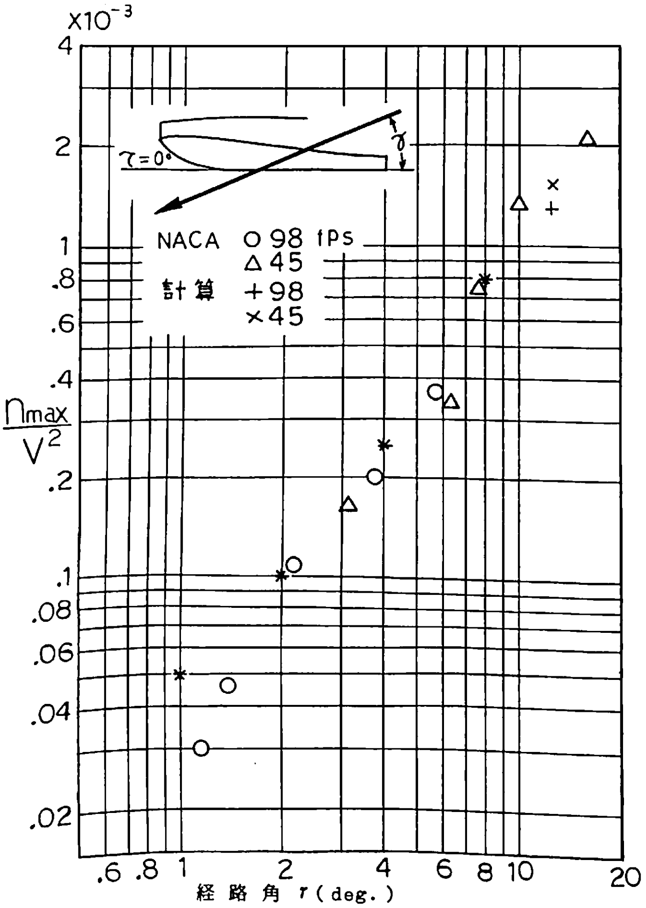
$\dot z = w+V\tan\tau+V\tan\theta+w'$

V 対気（対水）	w	$V\tan\tau$	$V\tan\theta$	w'	$\dot z$	$\dot z^2$ の比
kt	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	
50 (30)	1	3.16 (1.90)	4.08 (2.45)	1.52	9.76 (6.87)	1.00 (0.50)
80 (60)	1	5.05 (3.79)	6.52 (4.89)	1.52	14.09 (11.20)	2.08 (1.32)
110 (90)	1	6.95 (5.69)	8.97 (7.34)	1.52	18.44 (15.55)	3.57 (2.53)
140 (120)	1	8.85 (7.59)	11.42 (9.78)	1.52	22.79 (19.89)	5.45 (4.15)

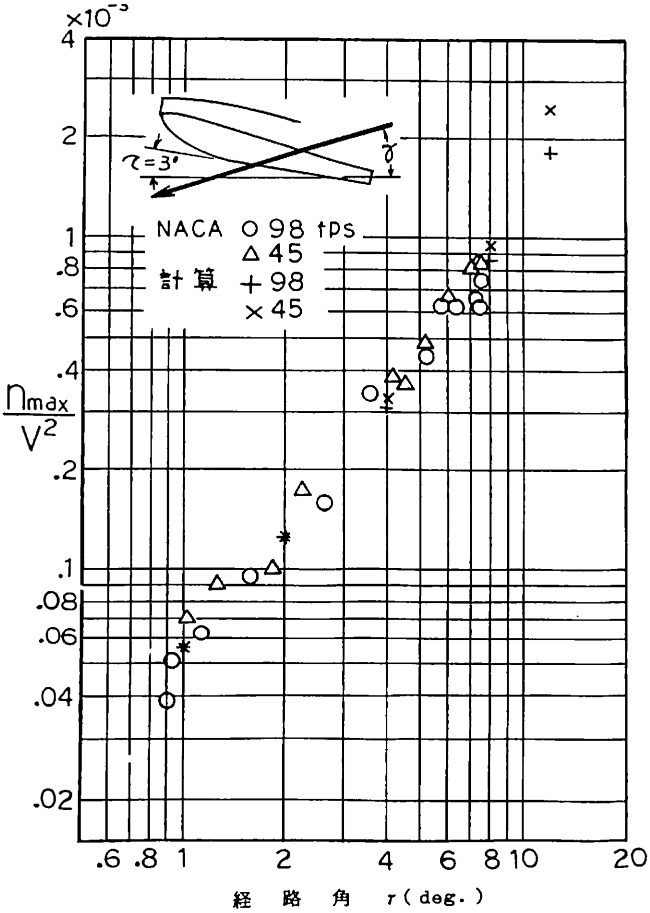
（　）内は向い風20 kt の場合



第9図　くさび形底面の圧力分布



第10図(a) 前部艇体衝撃の実験と計算の比較
($\tau = 0°$)



第10図(b) 前部艇体衝撃の実験と計算の比較
($\tau = 3°$)

る。波長λ =60m，波高H= 3 mのとき，向い波で着水するときの上式の各成分および$\dot{z}$ がどのような割り合いになるかを第 3 表に示す。但し沈下率wに 1 m/s，姿勢τ = 7° 一定とする。なお第 3 表の波による項$V\tan\theta$，w' は最大値を取ったが，実際は着水する波の位置によって異る。

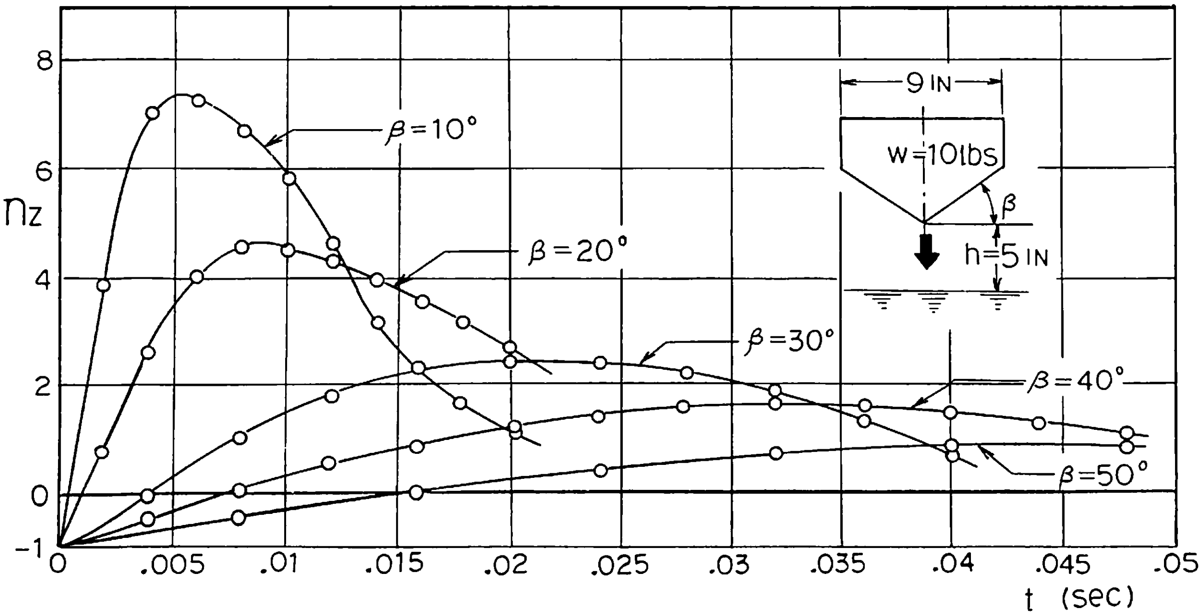
着水衝撃は$\dot{z}$ の 2 乗に比例するから，この比を取れば着水速度V が大きくなるにつれて着水衝撃が著増するのが分るであろう。また高さ 3 m位の波浪になると風があるのが普通で，これを20 kt の向い風とすれば第 3 表の（ ）内の数値となり，向い風によって着水衝撃が緩和される様子が分る。

この場合姿勢τを小さくすれば$V\tan\tau$ の項が小さくなるわけであるが，前にも述べたように飛行艇には最適離水姿勢やジャンプを起さない最適着水姿勢があるので，このτ はあまり動かせないのが普通である。

以上は艇体を輪切りにして考えた場合の，各輪切り部分の局部的な圧力であるが，ピークプレッシャーP_p は各部分についてキールからチャインまで移動して行くので，その局部的圧力に対して底板あるいはそれを支えるストリンガー，フレーム等の局部強度を定めねばならない。

一方飛行艇全体の受ける水力は，輪切りにした各部分の力を艇尾から艇首まで積分したものであり，その一例を第10図に示す。これは後部艇体のない前部艇体だけの模型の拘束トリム（姿勢一定）の衝撃加速度（g）の試験値でLangley Impact Basin で行われたものである。

計算は艇体を 6 つの部分に輪切りにし二次元理論を適用して行なったものを図中に記入した。トリム角 0° (a) の場合と 3° (b) の場合が示されているが，両者にほとんど差異が見られない。これはτ = 0° では全底面が同時に接水して浸水面積が急増するのに対し，τ = 3° にな



第11図　キール接水後の水衝撃の時間的変化

るとキールより艇首に向って浸水面積が漸増するからである。

(2) 衝撃緩和の方策

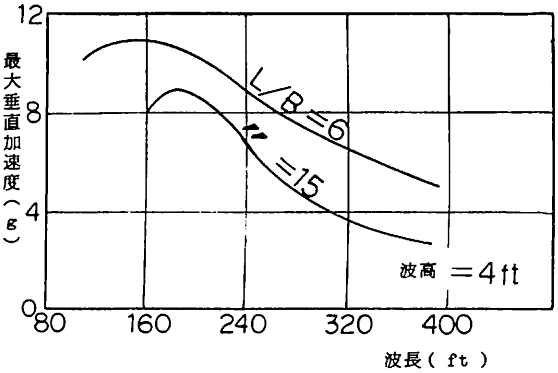
(4)式から分るように着水衝撃を緩和するには，接水垂直速度$\dot{z}$を小さくするかデッドライズ角βを大きくするかである。先ず$\dot{z}$を小さくするには離着水速度Vを低くするのが有効である。特に飛行機（艇）の離着陸（水）速力は対気速度であるから，風がある時に向い風で離着水すれば対水速力は風速分だけ減少する。従ってその効果は非常に大きく，これは第3表を見ても明らかである。

次に底面のデッドライズ角であるが，この角度が大きく（底面V角が鋭く）なれば圧力は小さくなる。しかしあまり大きくすると，水抵抗が増す等の水力的性質が悪くなるから，通常30°を超えない方がよいとされている。

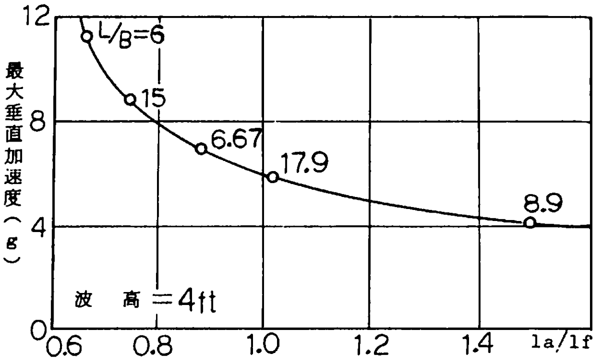
第11図は二次元の楔形模型を自由落下させた時の水衝撃（上下加速度）を測ったものである。βが大きくなると最大衝撃値が減少することや，時間的経過を良く表わす代表的な例と見てよい。たゞしこれは模型の実験値であって各種数値は，模型の大きさや落下高さによって変るから傾向を示すものと考えねばならない。

この外，着水衝撃は水面荷重係数 $C_{\Delta 0}=W/(\gamma B^3)$ に関係する。即ち$C_{\Delta 0}$が大きい程n_8が小さい。従ってL/Bが大きい程着水衝撃が小さいことが考えられるがこれを第12図に示す。

波浪中ではL/Bよりも後部艇体と前部艇体の長さの



第12図　L/Bと着水加速度g



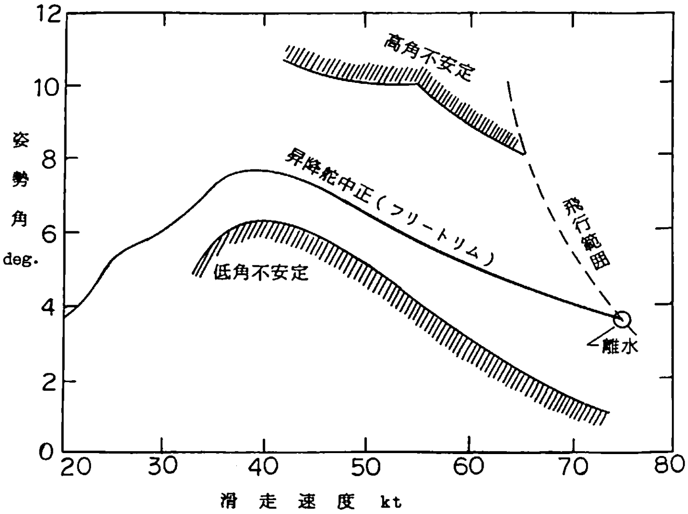
第13図　垂直加速度gが極大になる波長におけるℓ_a/ℓ_fとgの関係

比 ℓ_a/ℓ_f の方が効くという実験結果もある。（第13図）

7. 縦安定

ハンプ速度に達するまでの低速では，波と同調して縦動揺のはげしくなる場合があるが，ここで述べる不安定問題は起らない。ハンプを過ぎて離水に至る迄の間には，一般に第14図に示すように低角不安定と高角不安定の２つの不安定領域がある。

この第14図は非常に性質が良いものの一例であるが，艇体によっては両不安定領域の間が非常に狭いものや，ハンプ直後で両者がつながってしまっているものもある。



第14図　安定領域

(1)　低角不安定（ポーポイジング）

ハンプ直後で滑走姿勢が最大になり，これを超えて on step になると頭が下り始める。この時ポーポイジング（porpoising: いるか飛び）の起ることが多い。

これは重心の上下動と縦揺れ運動との連成運動であって，頭上げの姿勢で重心が持ち上り（水面より飛び出すこともある），頂上でほゞ水平になり，落下する時には頭が下る。そして艇体前部から水にくい込み，再び頭上げとなりつゝ重心が持ち上る。これを繰返す運動で，発散する場合には頭から水に突込む非常に危険な運動である。この限界線は模型による水槽試験で縦動揺を与え，この運動が収斂するものを安定とし，発散するものを不安定としてその限界姿勢を求める。

(2)　高角不安定

高速で高い姿勢を取ると，縦揺れを伴わないでほとんど上下動のみの，ピョーン，ピョーンと飛びはねるような運動を起す。これをスキッピング（skipping）といい，一般には発散しない場合が多い。

(3)　対策

ポーポイジングの性質はステップ前方の艇底の形で決まる。ステップ前方の底面の縦断面線（バトック・ライン）が，ステップから前方へ艇体幅の２～３倍の長さの間直線であること，デットライズ角が前方に行くに従って大きくなることが必要とされる。このねじれ角はウォーピング（warping）といわれ，キール前方の艇体幅長さについて4°～6° が望ましいとされている。

重心とステップの位置関係はポーポイジングにも影響するがスキッピングに及ぼす影響がより大きいと考えられている。

まとめ

以上飛行艇の設計基準と高速艇と異る技術上の主な点について述べて来たが，飛行艇にはこの外，ステップの形状と空気抵抗，重心との位置の関係，重心が横メタセンターより高い，即ち $\overline{GM}$ が負であることによる浮角と復原力の問題，揚陸装置や水陸両用脚の選択，方向安定問題と水上マニューバーの問題，水力的性質の各種計算法，荒海運用能力の評価等種々検討すべき点がある。

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：46ＣＦＲ

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）

●プロペラ加工自動化の現状

CPP翼の翼面加工システム

かもめプロペラ株式会社
技術部　開発課　板沢　順
鈴木龍介

1. まえがき

船用プロペラは，同筒座標系で表される流線型の翼断面によって構成された三次元自由曲面を持つ。このプロペラの設計には，複雑な流体力学上の計算をともなうことから，早くからコンピュータを利用した設計法が取り入れられており，当社でも，設計から図面作成まで，かなりの部分が，すでに自動化されている。

一方，プロペラ翼は前述の通り，三次元自由曲面によって構成されているものであるため，その加工には熟練した技術と多くの時間を要していた。そこで当社では，設計の自動化の次の段階として，CPP翼の加工の自動化を行なった。この計画にあたっては，プロペラの製造工程を全体からとらえ，加工の自動化だけでなく，検査システムや，設計から検査までに発生する大量のデータの効率的な運用と，管理の一元化もあわせて考慮された。

本年4月，トータルシステムとしての「プロペラ設計/加工システム」が完成し，稼動を開始した。写真1に本システムによって加工された，2種類のCPP翼を示す。

以下ここに，そのシステムの概要を紹介する。

2. システムの概要

本システムは，通信回線によって当社端末機と接続されている大型コンピュータ（FACOM−M200）を中心に，設計，図面作成，翼面加工，検査の4つの独立したサブシステムにより構成されている。

設計システムでは，与えられた設計条件に基づいて，プロペラの要目や形状を決定するための，各種計算を行ない，図面作成システムでは，決定されたプロペラの図面の作成や，馬力計算等の計算結果の作図を，自動製図機によって処理する。翼面加工システムは設計されたプロペラの形状データから，NCデータを作成し，同時5軸制御のNC翼面加工機によって，プロペラ翼の加工を行なう。最後の検査システムでは，マイクロコンピュータと組合わされた，三次元計測機により翼形状の計測をし，計画された形状通り製作されているかどうかの確認を行なう。

そして，これらの設計から検査までの過程で発生する，多種かつ大量のデータは，すべてフロッピーディスクによってデータの受け渡しがなされ，各システム間でのスムーズなデータの受け渡しを実現するとともに，ホストコンピュータによるデータのチェックと管理が行なわれ，全体としてプロペラ設計/加工システムとして機能する。本システムの構成とデータの流れを図1に示す。

設計システムにおいては，揚力面理論を用いたプロペラ設計プログラムや，有限要素法を用いた強度解析プログラム等が，自動設計の手法として応用され，特長のある設計体系を構成しているが，ここでは，翼面加工機を中心に，設計の終了した段階から最終検査に至るまでをデータの流れを追いながら以下に述べる。

3. 翼面加工システム

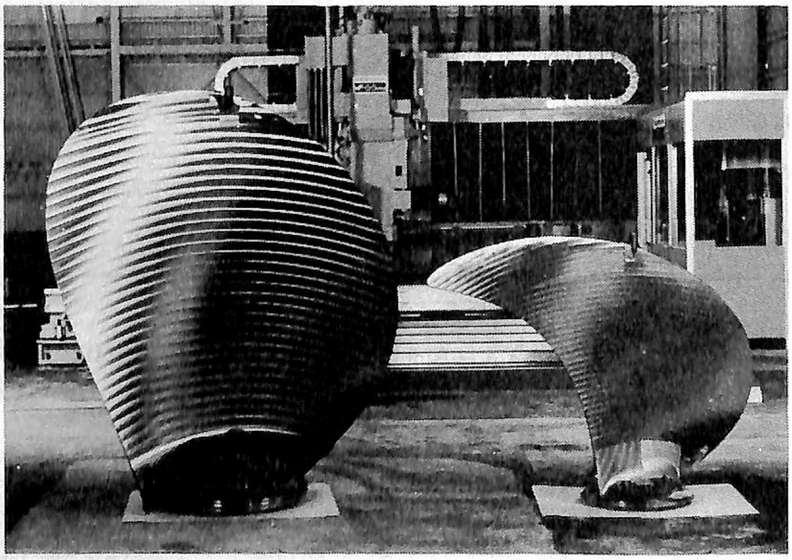
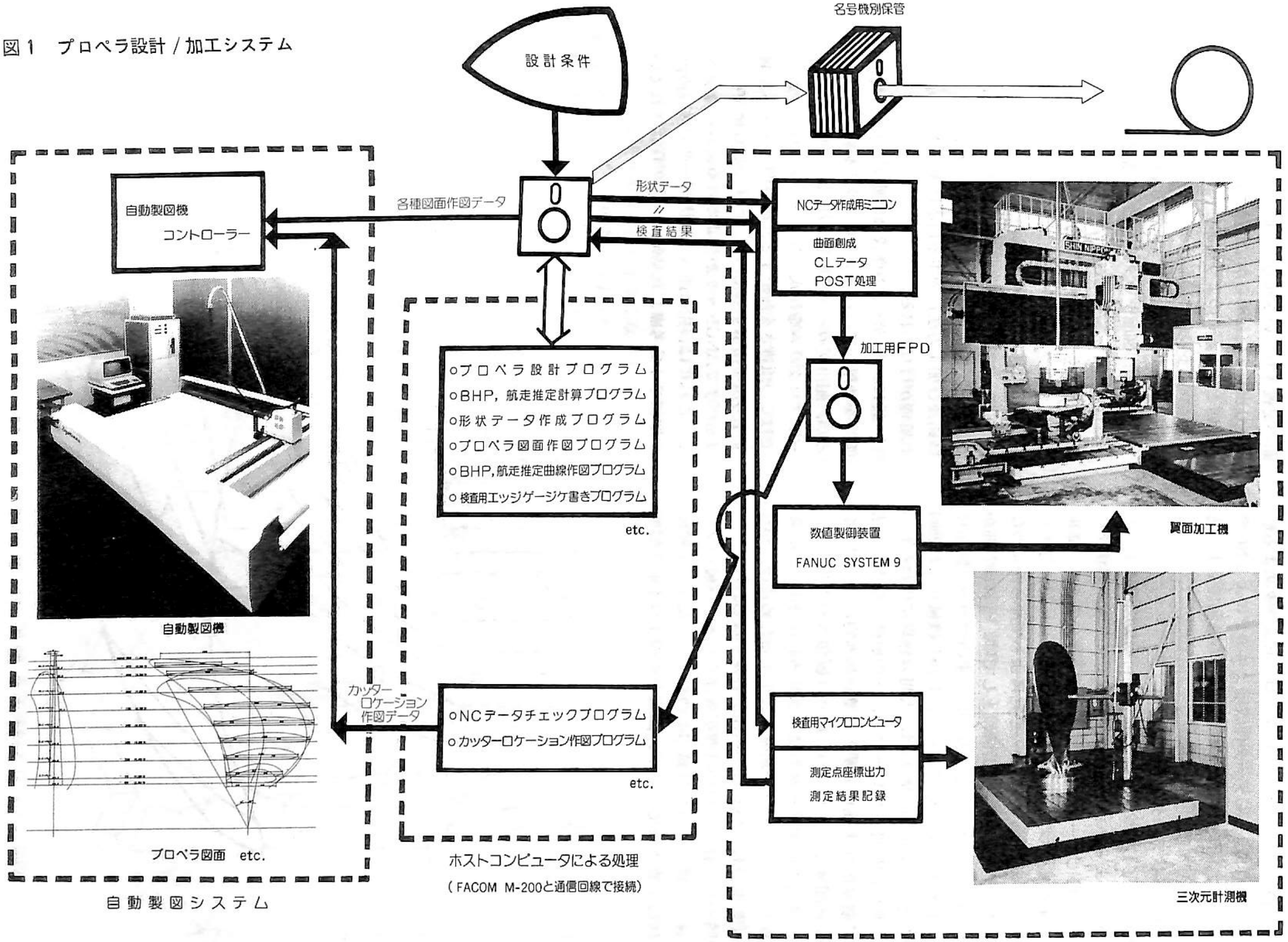


写真1　加工後のプロペラ翼

図１　プロペラ設計／加工システム



翼面加工システムでは，ホストコンピュータによる形状データの作成，NCデータ作成用ミニコンによるNCデータの作成，同時5軸翼面加工機による翼面加工までを行なう。

3・1　形状データの作成

設計の完了したプロペラ形状は，自動製図機によって作図されチェックされるが，この設計完了時の形状データのみではNCデータを作成するには不十分である。従来の様に手作業でプロペラ翼を加工する場合には，与えられた点と点の間は，作業者の感覚によって滑らかにつなぐことができるため，加工情報としては，それほど細かく形状の定義をする必要はなく，従来のプロペラ図面に表わされたもので十分であった。しかし機械にこれと同様のことをやらせるためには，人間の感覚に代わるものとして数学的処理を用いるため，その根拠となる計算法及び詳細な形状定義が必要となる。基本的には三次式を用いて補間することにより，例えば仮想点や中間点のような，追加の形状データを発生させるわけであるが，多種多様なプロペラ形状を適確に表現するためには，かなり多くの部分についてこの処理が必要となる。

一例として翼先端部の処理があげられる。一般のプロペラ翼では翼の先端では翼巾を持たず，したがって翼断面形状は定義されておらず，翼端とその1つ手前の翼断面が定義されている部分との間は，いかに従来の手作業で作り出していた滑らかな曲線に近い数値近似をするかが問題となる。このような部分について適切な補助データを作成するのがこの形状データ作成ステップであるが，この処理はホストコンピュータ側で行なわれる。

すなわち，図面データをもとに，補助データが必要な部分について，類型化された形状パターンをパラメータで指示することにより自動的に補助データが図面データに追加されフロッピーディスクに書き込まれる。

3・2　NCデータの作成

NCデータの作成は専門のミニコンピュータによって計算される。形状データはフロッピーディスクより，加工経路及び加工方法に関する指示はキーボードより入力され処理が行なわれる。

一般に，NCデータの作成は自動プログラム言語(APT等)を使用して，パートプログラムを組む方法がとられるが，舶用プロペラは単品受注生産であるため，毎回パートプログラムを作成しなければならない。本システムではこの煩雑さを解消するため専門のソフトを開発し，加工方法を指示するための，わずかな数値データを入力するだけで，NCデータが作成されるように考慮されている。これには，先に述べた形状データの作成段階で，その形状を十分考慮した基礎データが作成されていること

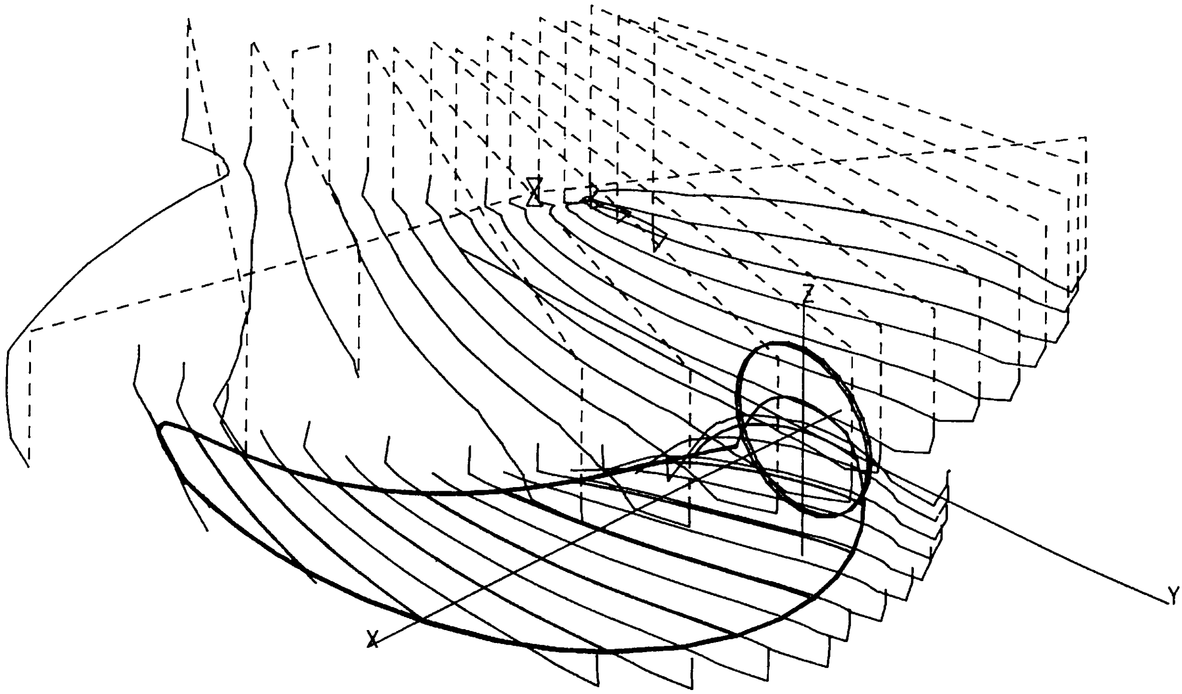


図2　カッターロケーション等のチェック

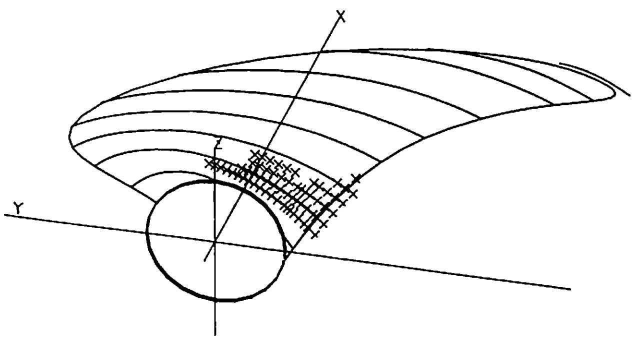


図3　干渉ポイントのチェック

が必要条件となっている。

このように，形状データの発生とNCデータの作成を，あえて2ステップに分けたことにより，それぞれの段階でデータの性質や処理方法が明確になり，柔軟な運用ができるため，多種多様な形状を持つ，あらゆる種類のプロペラに対し効率の良いデータの作成が可能となった。

このNCデータの作成では，曲面創成，カッターロケーション，POST処理を行ない，結果を加工用フロッピーディスクに書き込みNC装置へ渡される。加工用NCデータの受け渡しにフロッピーディスクを採用したことにより，プロペラの翼面加工に必要な膨大なデータの取扱いが，紙テープに比べ非常に扱いやすくなっている。

また，このNCデータの書き込まれた加工用ロッピーディスクは，ホストコンピュータの端末に直接かけることのできるものであり，これにより自動製図機を用いて形状データ，カッターロケーション，工具干渉等の作図によるチェックが総合して行なうことができ，NC加工前に詳細なデータチェックが完了するため，本体によるエアカットをする必要がない。

図2に主軸頭の動きとカッターロケーションの作図例を示す。図3は工具干渉のチェック例で，正面フライスによる面加工時の干渉ポイントをクロスマークで示している。このような場合は，加工条件を変えて再度NCデータを作成する。

3・3　翼面加工

加工システムの中核をなす翼面加工機は，FANUC SYSTEM 9によって制御される，6軸同時5軸制御翼面加工機で，CPP翼を加工するために新たに開発された専用治具を使用して加工が行なわれる。この翼面加工機の主要な要目を表1に示す。

制御される軸は，テーブル前後（X軸），ラムヘッド左右（Y軸），ラムヘッド上下（Z軸），クロスレール上下（W軸），工具軸垂直旋回（B軸），工具軸水平旋回（C軸）の6軸で，このうちW軸を除く5軸を同時制御することにより翼面加工を行なう。各軸の動きと，ワークとの関係を図4に示す。

この翼面加工機の特長は，2つの旋回軸を主軸頭に設けているため，主軸方向の自由度が大きく，工具軸旋回中心から工具長を半径とする下半球上のどの方向へも工具軸を向けることができ，広い加工可能な範囲を持っている。

表1　翼面加工機要目

型　式	新日本工機㈱製 HF−5NC
テーブルサイズ	5,300 mm L × 2,500 mm W
テーブル積載重量	20 TON
制御軸数	6軸／同時5軸
各軸移動距離	X軸　5,260 mm Y軸　3,500 mm Z軸　700 mm W軸　1,800 mm B軸　± 92° C軸　360°
数値制御装置	FANUC　SYSTEM 9

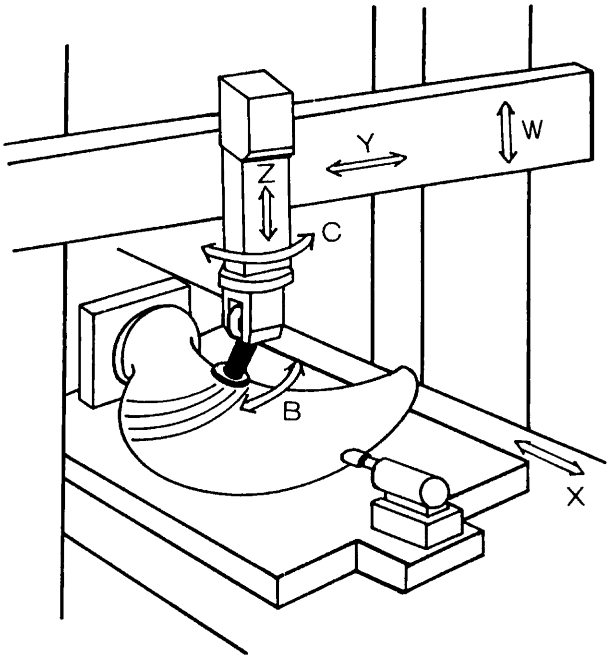


図4　各制御軸とワークの関係

表2 加工方法と制御条件

加工部分	使用工具	制御軸数	制御条件
輪郭加工	エンドミル	同時5軸	翼の前，後縁端を通り，ピッチ面に垂直なルールドサーフェイス加工。
面加工	正面フライス	同時5軸	カッターパスは，プロペラ形状の定義通り，設計ピッチ角における同一半径の翼断面上を通る。 フライスカッターは，曲面の法線に対し，一定のヒール角が保たれる。
エッジ加工	ボールエンドミル	同時3軸	B軸に適度な角度を持たせた後，同時3軸でエッジのR加工を行なう。 カッターパスは翼断面上（巾方向）と，輪郭沿い（長手方向）の2種類を選択または併用。
フィレット加工	ボールエンドミル	同時3軸	エッジ加工同様，B軸に適当な角度を持たせた後，同時3軸加工。 カッターパスは，翼断面に直交する平面内で，フランジと翼部との間の曲面を加工。

また，本機はCPP翼の加工機として，専用の治具を用いてテーブル上にセットされるが，この時にプロペラ翼はCPP翼であるということを利用して，翼の0.7Ｒのピッチ角がゼロ度となるように治具に固定される。これにより，プロペラ翼面の法線方向は垂直方向に近づけられ，曲率のはげしいリーディングエッジ付近あるいは翼根フィレット部分の加工に関しても，主軸の旋回ストロークを有効に活用して精度の良い曲面加工をすることができる。さらに，どのようなピッチ角をもったプロペラ翼でも，翼を平らにセットできることは，Ｚ軸方向の移動距離を小さくすることができ，加工時間の短縮にも役立っている。

本機で行なうCPP翼の加工は，輪郭加工，面加工，エッジ加工及びフィレット加工の４種類に分かれており，それぞれ使用工具，制御軸数が異なる。これらの加工方法の一覧表を表２に，実際の加工の様子を写真２～５に示す。

その他の機能として計測機能と５軸工具長補正機能を持っている。この２つの機能はＮＣ装置内に組み込まれた特殊ソフトによって制御されるもので，計測機能は，工具のかわりに計測プローブを取付け，Ｘ，Ｙ，Ｚ軸の３軸を制御して自動計測を行ない，付属のプリンターに計測結果を出力する。計測用のNCデータは加工用NCデータ作成時に同時に作られ，共通のフロッピーディスク

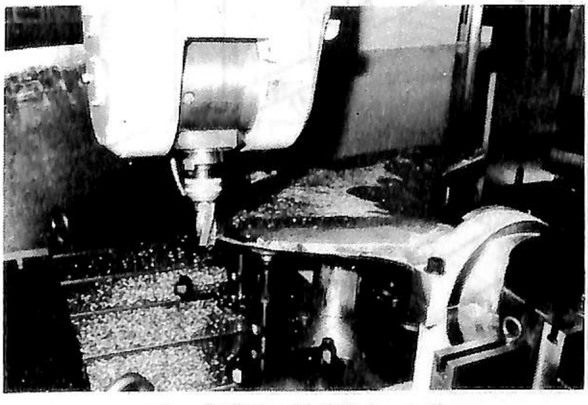


写真2 輪郭加工

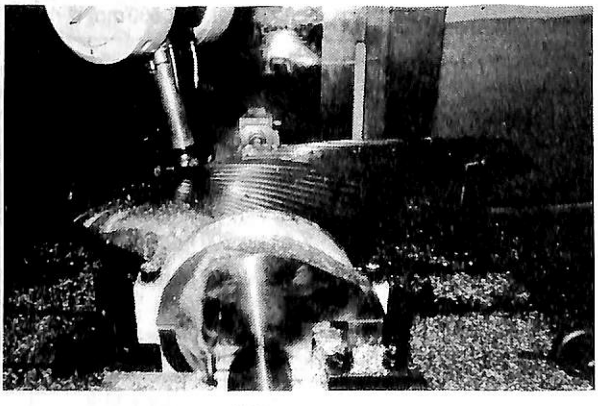


写真3 面加工

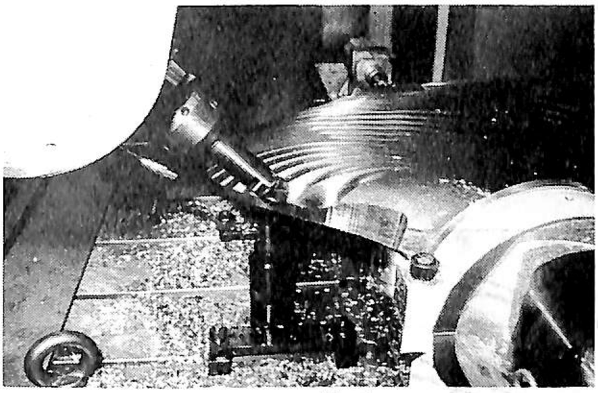


写真 4　エッジ加工

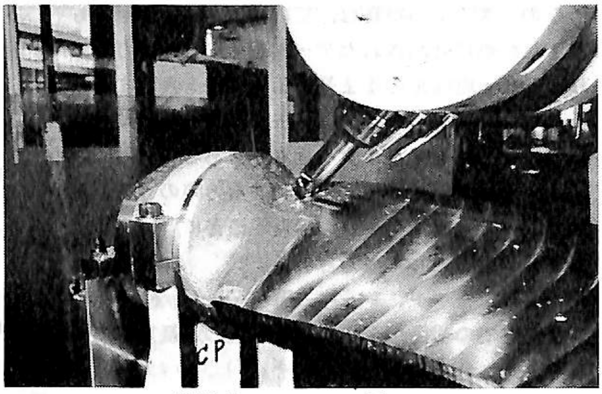


写真 5　フィレット加工

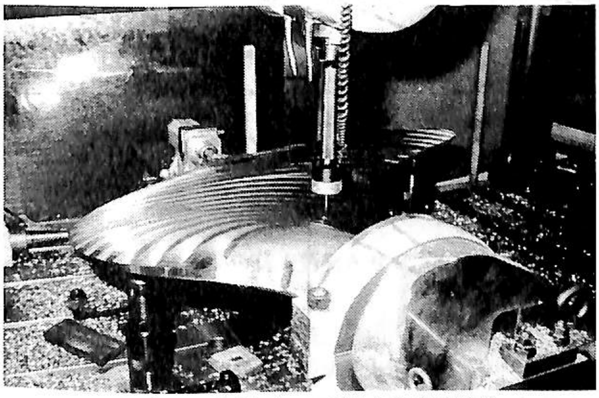


写真 6　計測プローブによる自動計測

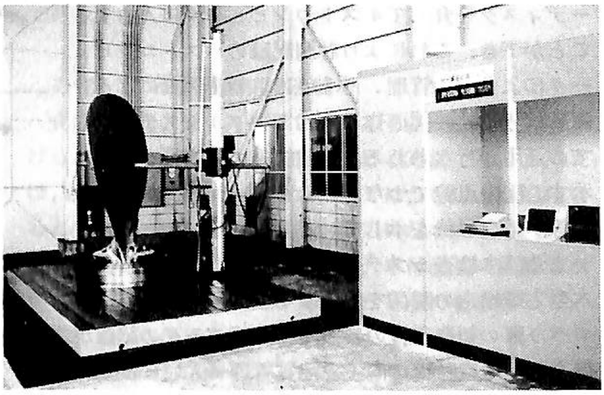


写真 7　三次元計測機

に書き込まれている。計測の様子を写真6に示す。

5軸工具長補正機能は，NCデータ作成時に指定した工具長と，実際の加工に用いる工具の長さとが異なる場合その補正をNC装置で行なうもので，旋回軸の動きも考慮して補正量が決められる。これにより，同時5軸加工についても，現場のツールスケジュールに縛られることなくNCデータを作成することができるため，運用面で大きなメリットとなっている。

4. 翼形状検査システム

プロペラ翼形状の検査は，マイクロコンピュータと組合わされた三次元計測機によって行なわれる。本システムの仕様を表3に，その全景を写真7に示す。

プロペラ翼は定盤上に立ててセットされ，直交座標系によって計測される。計測の基準となるデータは，NCデータ作成時に用いるものと同じものがフロッピーディスクを介してマイクロコンピュータに読み込まれる。そしてコンピュータのキーボードから直接入力される計測手順の指示により，その形状データは三次元座標に変換され，計測ポイントの基準データとなる。

表 3　三次元計測システム仕様

計測機本体	型　式	東京貿易㈱製 96Aレイアウトマシン
計測機本体	各軸ストローク	前後　1,210mm 左右　3,500mm 上下　2,400mm
計測機本体	定盤サイズ	2,500mm×4,000mm
演算装置	型　式	SDC－8M8C
演算装置	C P U	Z80
演算装置	メモリ容量	ROM　1K$_B$ RAM　64K$_B$
演算装置	フロッピーディスク	8インチ標準 2ドライブ

このシステムの特長は，この後のデータ処理にあり，ただ単に計測されたデータをそのまま出力したり，三次元座標値のまま基準値との差を表示するのではなく，プロペラの定義方法に従う寸法差に変換して，プリントアウトするところにある。例えば，翼厚誤差はピッチラインに直交する方向の寸法差として，そのままプロペラの検査成績書に用いることのできる数値として出力される。

同様に，ピッチ，レーキ，翼巾等，形状検査に必要なすべての項目が，プロペラ形状の定義方法に従って出力される。

さらに，ここで得られた計測データは，フロッピーディスクを介してホストコンピュータに入力することができ，これにより計測記録のホストコンピュータによる一括管理，あるいは自動製図機による計画形状との比較図の作成等，トータルシステムとしての運用が行なわれる。計測結果の作図例を図5に示す。図中点線でつながれたクロスマークが計測値，実線が計画形状を示している。

また，本検査システムは，完成検査のみならず，木型と鋳物との関係を解析する上でも利用され，プロペラ翼の製造工程の各段階で形状データの記録が得られ，生産技術の向上と品質管理に大いに役立っている。

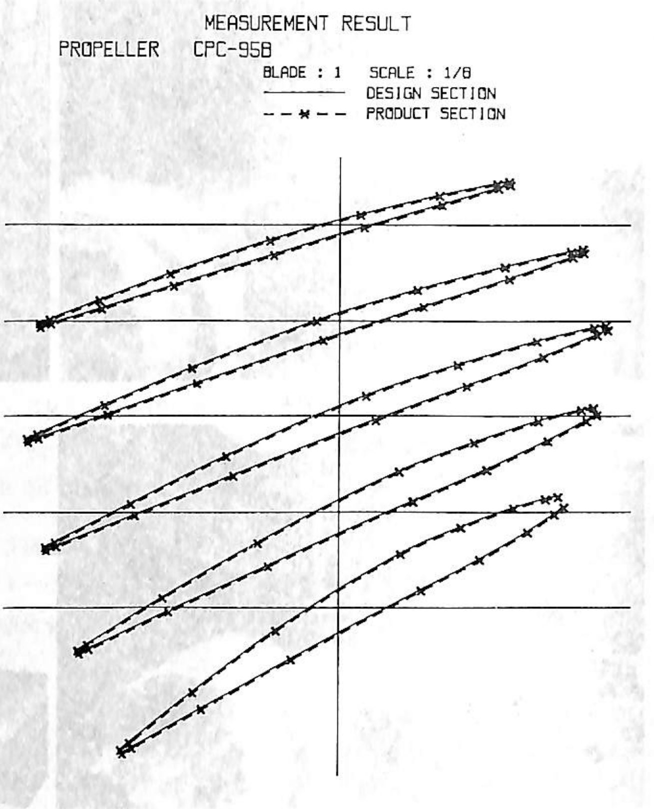


図5 計画形状と比較図

5. あとがき

以上，設計データと直接関連づけた加工，検査システムを紹介したが，本システムの稼動により製品精度の向上が達せられたことは勿論であるが，より以上に生産技術の向上にも大きく貢献する結果となった。

プロペラ翼の製造工程にはまだ多くの手作業による工程が存在しているが，本システムによって得られる数値データは，今後プロペラ製造の全域にわたる自動化を進める上で貴重な手がかりとなると思われる。その意味では現システムは，プロペラ製造の自動化の第一段階といえるものであるが，すでに来春スーパーミニコンの導入を決定しており，大型ホストコンピュータと連結させ，より強力な生産技術情報の管理のもとに，製造の自動化を進めて行く予定である。

新刊紹介　新刊紹介

'84 海運・造船会社要覧

A5版	美　装
本　文	1,700頁
定　価	16,000円
	(〒実費)

本書は，例年3月末に発行していたが，3月期決算会社が多いため，読者の便宜をはかり，思い切って発行を10月末に繰延べることにした。従って83年版は欠番となった。大幅改正され，新掲載会社がうーんと増えた。

この要覧は，当該者の総てが判るよう，項目の配列，順位に工夫がなされており，実務家には能率よく，調査マンには対比しやすく，営業マンには無駄なく利用できる。ことに取引先や役・職員の略歴，海運会社の社船と運航船腹は，本書の一大利点として好評である。

本書の活用法　海運・造船関連メーカー取扱業者に。各会社の調査，企画室用に。営業，開発に従事する方に。設備，能力等の調査に。新入社員教育用に。参考図書に。

発行所　**株式会社　日刊海事通信社**
東京都港区西新橋3－23－6（白川ビル）
〒105　電話（03）433－0955（代）

Vol.36 1983－12

●連　載●

冷　凍　運　搬　船〈4〉

— Reefer —

角 張 昭 介 ・ 椎 原 裕 美

第2章 冷却システム

2・1　一般システムの概要

2・1・1　冷やす方法

物を冷やすには，次に掲げる方法がある。

(1) 氷及び起寒材を用いる方法

(2) ドライアイスを用いる方法

(3) 気化しやすい液体を蒸発させて，その蒸発潜熱を利用する方法

(4) 気体の膨張による方法

(5) ペルチュー効果を利用する方法

(1)および(2)については，最も簡単で昔から用いられてきた冷却方法であり，特に氷は，現在でも街の市場などで1・2で述べたような生魚の保冷の手段として一般的に用いられている。この場合，氷と冷凍対象物である魚との間の温度差による冷却というよりは，氷が融ける時必要な融解潜熱によって，魚は冷やされると考えてよい。ドライアイスの場合も，固形炭酸が炭酸ガスへと昇華するときに必要な昇華潜熱として周囲から熱を奪うことを利用して，冷やす。

現在，最も一般的に用いられているのは(3)の蒸発潜熱を利用する方法である。装置としては，一般的な蒸気圧縮式冷凍装置の他に，温度および圧力によってガスが溶液に溶け込む量に差があることを利用した吸収式冷凍装置がある。

(4)の方法は航空機等で用いられ，圧縮空気を膨張させて得られる冷たい空気によって冷やすものである。しかし，この方法は，一般的には極低温を得る必要のある場合以外は用いられていない。

(5)の方法は二種類の異なる金属を接合して輪を作り，直流を流すと，一方の接点が冷えて他方の接点が暖まるというpeltier効果を利用して冷やす。これは温度測定法の一つである熱電対と反対のことを行なっている。熱電対は同様に二つの異種金属を接合して輪を作り，一方の接点を冷たい所，他方を暖かい所に置くと，この間に電位差が生じることを利用して，温度測定を行なうものである。

2・1・2　蒸気圧縮式冷凍装置

液体を気化させる方法に2通りある。一つは圧力を下げる方法で，もう一つは温度を上げる方法である。例えば，大気圧（1.033kg/cm²abs）下では，水は100℃になると沸騰し，加熱を続けると水蒸気になる。一方，圧力を0.5kg/cm²abs に下げてやると，水は81℃で沸騰し水蒸気になる。圧力をもっと下げると常温でも沸騰して，気化することができる。

逆に，気化した後の気体を再液化するには，加圧するか，温度を下げてやればよい。このことはLPG（液化石油ガス）運搬船に於いて，一例としてプロパンを液化する方法に，常圧低温（−45℃）にする方法，常温加圧（18.6kg/cm²G）にする方法，及び半加圧半低温状態に維持する方法があり，その結果，貨物タンクのタイプもこれら3者に分かれていることでも判る。

液体↔気体の状態変化は，温度と圧力によって決まる。大気圧下での100℃の水を飽和液，100℃の蒸気を飽和蒸気と称するが，0.5kg/cm²abs 圧力下では81℃で飽和液となり，81℃の飽和蒸気ができあがる。その時の温度をその圧力に対する飽和温度といい，又，逆にその温度に対してその時の圧力を飽和圧力という。この飽和圧力－温度の関係を示すのが飽和蒸気圧線図である。

冷凍装置に用いられ，熱の移送を行なう物質を冷媒（Refrigerant）という（3章参照）が，図2・1に現在主に用いられている冷媒の飽和蒸気線図を示す。

液体から気体へと状態変化することを蒸発と称し，逆に気体から液体へと変化することを凝縮と称する。この蒸発および凝縮の過程では熱の受授が伴う。それは液体から気体へと状態変化することは，エネルギーレベルの高い状態へと変化することでもあり，そのためのエネルギーつまり熱量を供給してやらなければならない。100

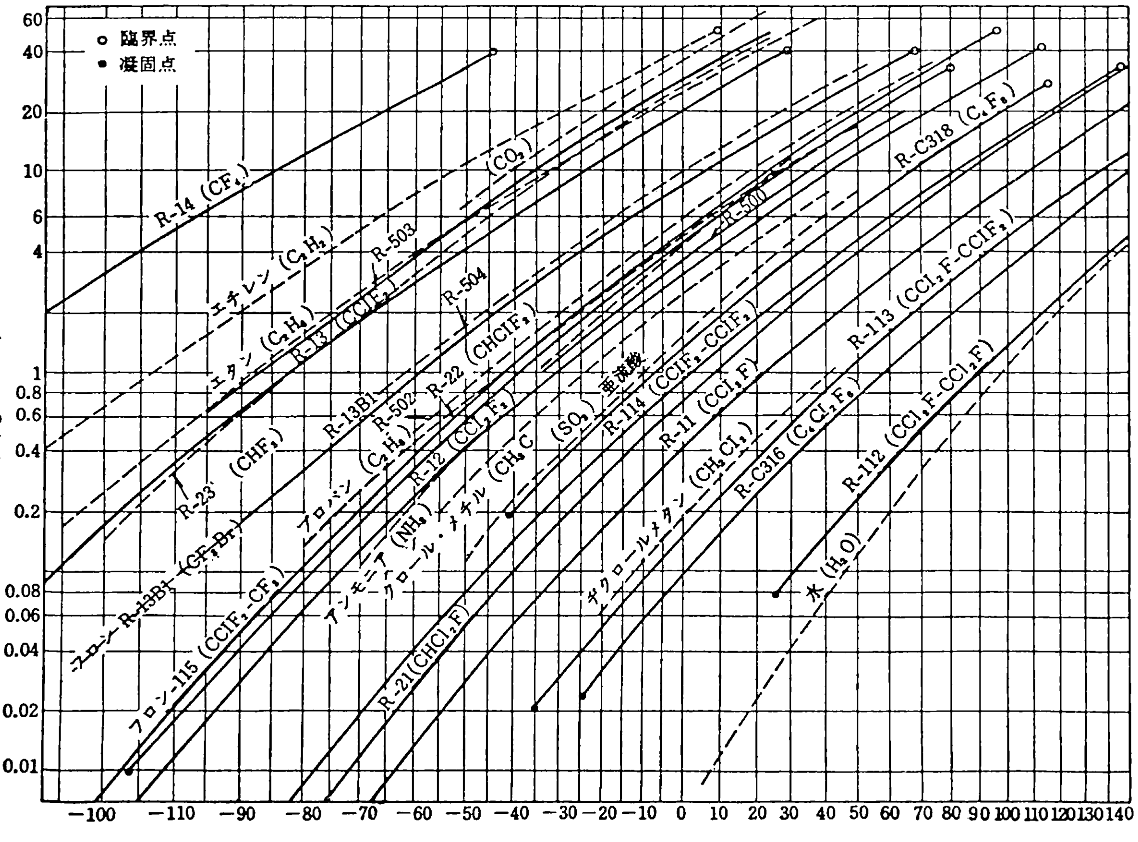


図2・1 主要冷媒飽和蒸気圧線図[1)]

℃で加熱による熱量は，水が水蒸気に変化するためのエネルギーとして用いられる。

この時の熱量を蒸発熱または蒸発潜熱と称するが，このことから，気化しやすい液体を気化しやすい状態つまり圧力を下げてやれば，周囲から熱を奪って気化することになる。この圧力を下げることを冷媒を膨張させると称する。図2・1 では，例えばR −22を0.66 kg/ cm²abs の圧力に下げてやれば，冷媒は −50℃に下がると同時に周囲の熱を奪って −50℃まで冷やすことができることが理解できる。

現在の冷凍装置の中で蒸気圧縮式冷凍装置は，このことを利用して冷凍作用を行なう。

図 2・2 に冷凍装置の中で冷媒が変化する状態を表わした**冷凍サイクル**を示す。冷媒の蒸発によって周囲を冷却し，気化した冷媒は圧縮された後，凝縮されて液体になり膨張によって蒸発しやすい状態が作り出される。冷媒はこのサイクルを繰り返すわけである。

冷凍サイクルでの冷媒の状態はどうなっているかというと，図 2・3 に表わされるように変化する。

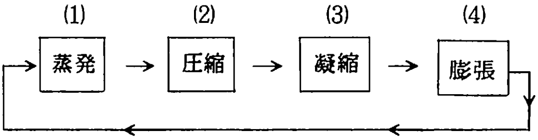


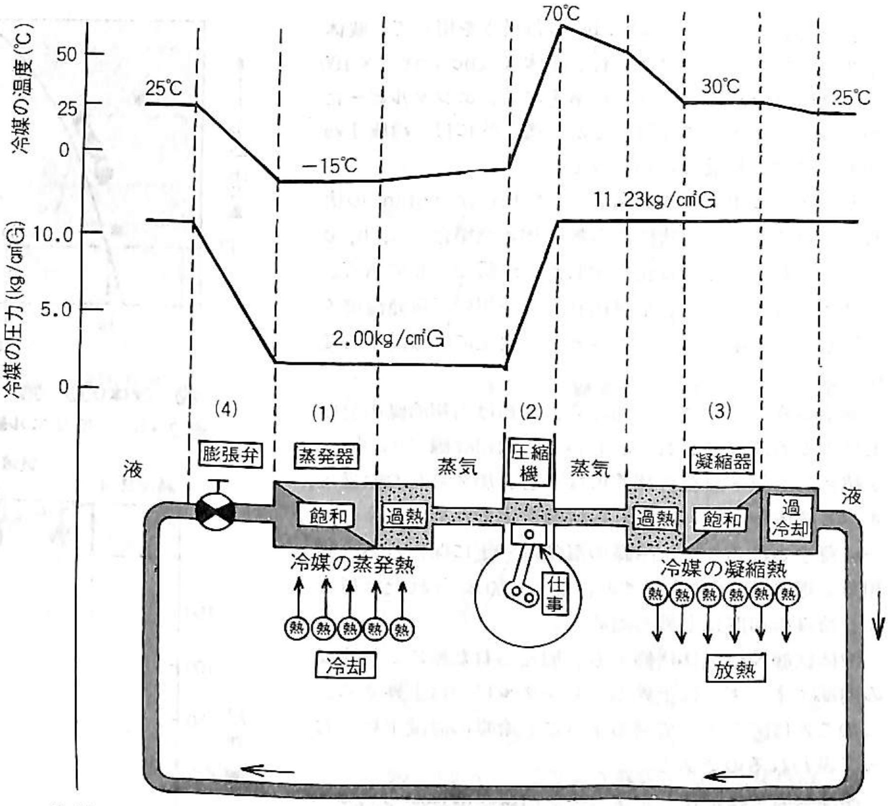
図2・2　冷凍サイクル

冷媒液は膨張弁を通過して膨張し，R −22では膨張弁手前で 11.23 kg/ cm²G あった圧力が，膨張弁通過後には 2.00 kg/ cm²G まで下がる。このR − 22で 2.00 kg / cm² G (3.03 kg/ cm²abs)の圧力は図 2 ・ 1 から判るように，−15℃で液体のR −22が蒸発する圧力である。その結果，R −22の液は蒸発し始め −15℃まで下がり，更に，外から熱を吸収して蒸発を続ける。−15℃下がったR −22は，全て蒸発し終るまで −15℃に維持されるので，外気は −15℃まで冷やされることになる。

蒸気となった冷媒は圧縮機で圧縮された後，凝縮される。R −22では圧縮機で 11.23 kg / cm²G まで圧縮される。この圧力は図2 ・ 1 から判るように30℃で液化できる圧力である。通常，海水はこの温度以上になることはないので，海水によって冷却でき，30℃の冷媒液が得られる。

熱の移動を考えた場合，冷媒の蒸発作用により冷蔵倉の中から奪った熱は，冷媒の中に蓄えられて運ばれ，凝縮によって冷却水または空中に放熱される。これは低温の所から熱を汲み上げ，高温の所へ熱をはき出すことからヒートポンプ（heat pump）と称される。この冷凍サイクルに対応する標準的な冷凍装置を図2・4に示す。

図2・4では，冷媒は圧縮機によって圧縮された後，圧縮機中で冷媒に混入した潤滑油が油分離器で分離された後，凝縮器に送られて水または空気との交換により，冷やされ，凝縮して液体となる。液体となった冷媒は受液器に溜められた後，膨張弁によって膨張された結果，圧力が下がり一部は気化する。



冷媒：R－22　蒸発温度：－15℃　凝縮温度：30℃　膨張弁手前温度：25℃

図2・3　冷凍サイクルの中での冷媒の状態変化[2]と温度・圧力の変化

一部気化した結果，冷媒は自らその蒸発潜熱を供給し，温度が下がり図2・1の飽和圧力に一致する温度になる。と同時に蒸発器に送られた冷媒は周囲から熱を奪い周囲を冷却する。蒸発器の中で気体となった冷媒は再度圧縮機で圧縮されて，冷凍サイクルを繰り返すことになる。

さて，冷媒の蒸発により冷却することは判ったが，その量はどうなるのかと言うと，図2・3より蒸発中の冷媒温度は変化していないことがわかる。これは，冷媒の全量が液体から気体へと変化するまでは，その温度は一定に保たれる。つまり，外から吸収した熱は，液体から気体へと変化するためのエネルギー（蒸発潜熱）として用いられ，冷媒の温度を上昇させるためには用いられないことを示している。

物を冷却することができる力の程度を冷却能力と称するが，その量は，冷媒がすべて液体から気体まで変化する時，外部からどれだけの熱量を吸収できるかで決まる。これは言いかえると冷媒の蒸発潜熱の量である。次に，このことを冷媒の状態変化の図から見てみる。

2・1・3　モリエル線図

図2・5は通常，モリエル線図（Mollier Diagram）と呼ばれる冷媒の状態変化を表わした図において冷媒の状態を模式的に示したものである。主要冷媒についてのモリエル線図および特性表については付録1に示す。

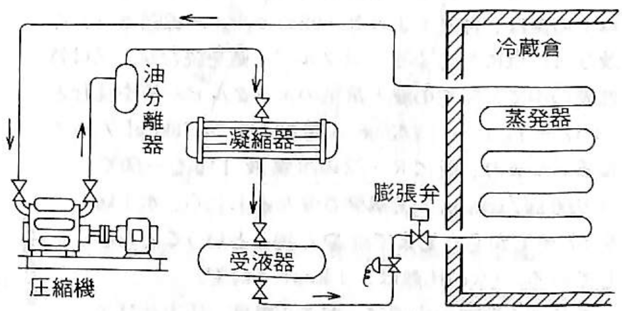


図2・4　標準的な冷凍装置の概略図

モリエル線図は，縦軸に圧力P，横軸にエンタルピ i を取って表わされ，飽和液線より左側が液体の状態であり，左側へ行くほど過冷却液となる。飽和蒸気線の右側は気体（蒸気）の状態を示していて，右側へ行くほど過熱蒸気となる。

飽和液線と飽和蒸気線に囲まれた領域は蒸気と液体の混合状態の部分である。混合の割合は，図2・5でbの

状態においては，ac，ab，bc の各長さを用いて，液体：蒸気＝bc：ab で求められ，液体は（bc／ac）×100％，蒸気は（ab／ac）×100％となる。エンタルピーについては，2・2で説明するが，概念的には，冷媒1kgがもっている熱量の総和と考えてよい。

図2・5のモリエル線図で，圧力 Po＝constant の状態で，液に過冷却の状態から熱を加えた場合，a，b，c の各点に対応しての変化を示したのが図2・6である。図2・6は例として，冷媒にR－22を用いて蒸発温度を－50℃とした場合のエンタルピーの変化に伴う温度の変化を表わしている。

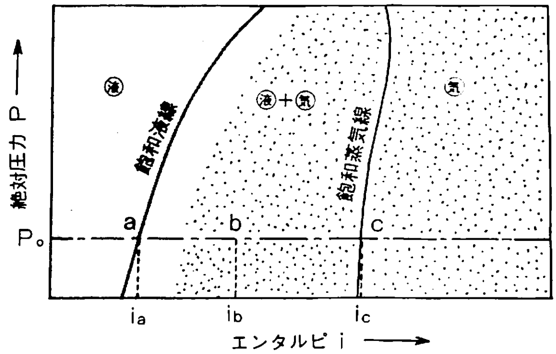
過冷却液の状態では，加えられた熱は当初冷媒の温度上昇のために費やされる。しかし，飽和液線（i_a点）を超えて，気・液混合状態になると，加えられた熱量は，すべて液体→気体（蒸気）の状態変化のためのエネルギーに費やされるので，冷媒の温度は一定に保たれる。飽和蒸気線（i_c点）を超すと，また，加えられた熱量により冷媒の温度は上昇し始める。

液体状態及び気体状態とも，加えられた熱により冷媒の内部エネルギーは上昇し，エンタルピーは上昇する。このことは図2・6で判るように，冷媒の温度上昇となって表われるのである。

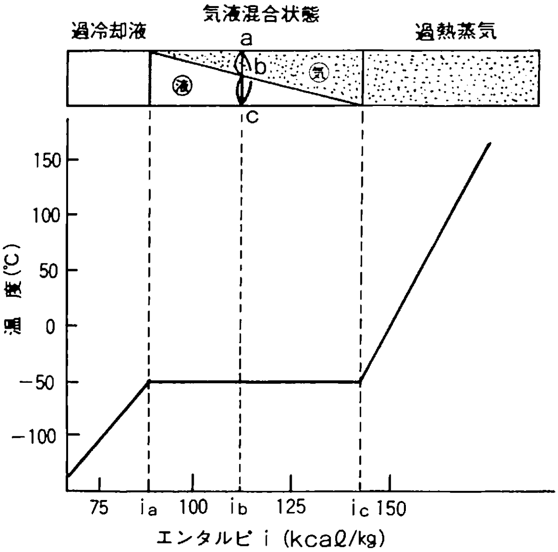
冷凍装置では前述したように，冷媒が液体から気体へ状態変化する時の蒸発潜熱により冷却作用を行なうが，図2・6で（$i_c－i_a$）のエネルギーがそれに当る。R－22の場合，－50℃で冷媒を蒸発させたとすると（$i_c－i_a$）の値は，付録1よりR－22のモリエル線図で i_a 点及び i_c 点に対応するエンタルピー値を読むか，又は特性表の中で－50℃の液と蒸気のエンタルピー値を読むと（$i_c－i_a$）＝（143.96－86.60）＝57.36kcal／kgになる。つまり，仮にR－22の冷媒液 1kgを－50℃（0.66kg/cm²abs）で蒸発させたとしたら，水1kgを57.36℃から0℃まで冷やし得るということを示している。（水の比熱は，1kcal／kg℃）

モリエル線図の中では，前述の温度，圧力及びエンタルピーの他に，比体積，エントロピー及び乾き度等がよみとれる。全体的な模式図を図2・7に示す。

図2・7で，例えば等比体積線，等温度線上では，それぞれ比体積及び温度が同じであることを示している。また，等乾き度線上では気液混合状態での混合の割合が同じであることが判り，その値は，0.1，0.2，……0.9と示されるが，液体と気体（蒸気）の混合比率は，乾き度0.1では液体1に対して蒸気9の割合を示す。モリエル線図上での各指示線を別



液：液体状態　気：気体（蒸気）状態
図2・5　モリエル線図における冷媒の状態



冷媒：R－22，圧力：Po＝0.66kg／cm²abs
図2・6　モリエル線図における圧力一定状態での温度とエンタルピーの変化

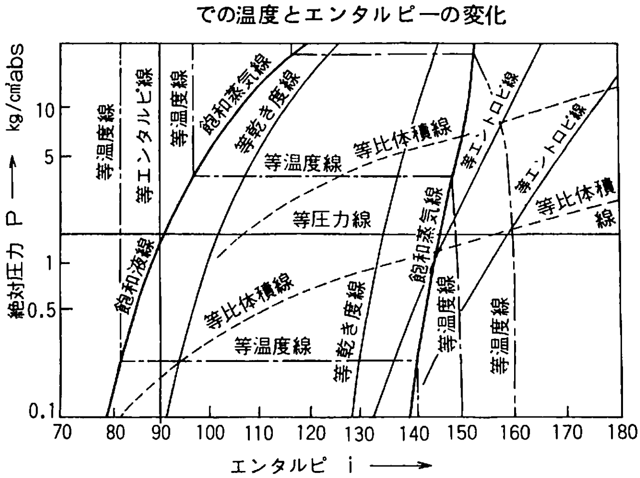


図2・7　モリエル線図の各指示線

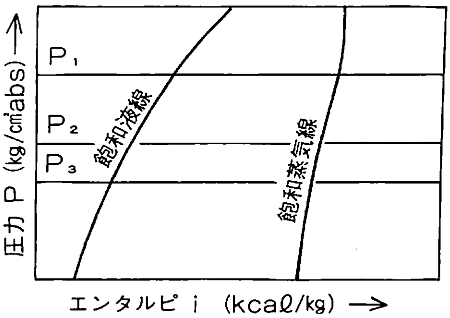


図 2・8 (a) モリエル線図上の等圧力線

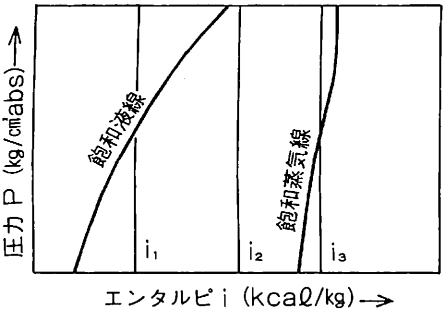


図 2・8 (b) モリエル線図上での等エンタルピー線

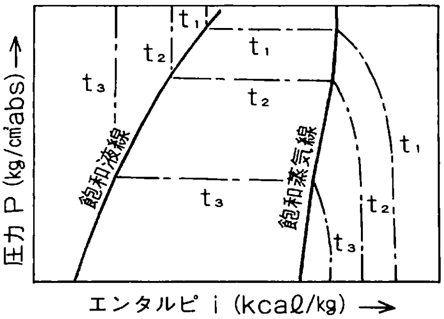


図 2・8 (c) モリエル線図上の等温度線

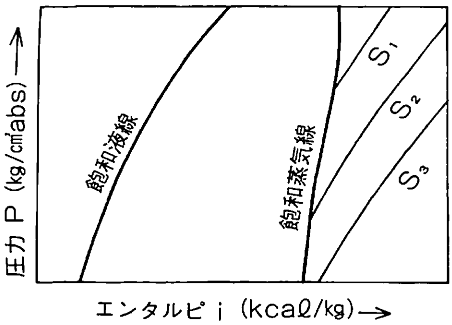


図 2・8 (d) モリエル線図上の等エントロピー線

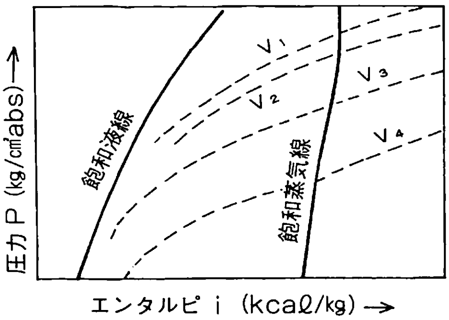


図 2・8 (e) モリエル線図上の等比体積線

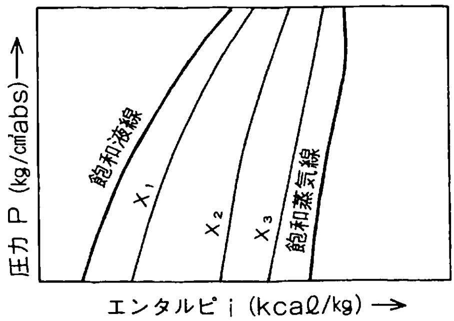


図 2・8 (f) モリエル線図上の等乾き度線

々に取り出して示したのが図 2・8(a)〜(f)である。

さて，冷凍サイクルにおいて，モリエル線図上で冷媒は，どのような軌跡をたどるかというと，図 2・9 に示すように，①→②→③→④→⑤→①と変化してのサイクルを繰り返すことになる。図 2・9 の中の各変化について，図 2・2 の冷凍サイクルの各過程を対応して示す。

図 2・9 の中で，図 2・2 の冷凍サイクルの中へ，(1)蒸発過程に対応するのが，⑤→①′の変化である。⑤→①′の変化は，気・液混合状態の中で，液冷媒が蒸発する過程であるので温度の変化はない。

①′→①の過程は冷媒液がすべて蒸発し終った後，冷

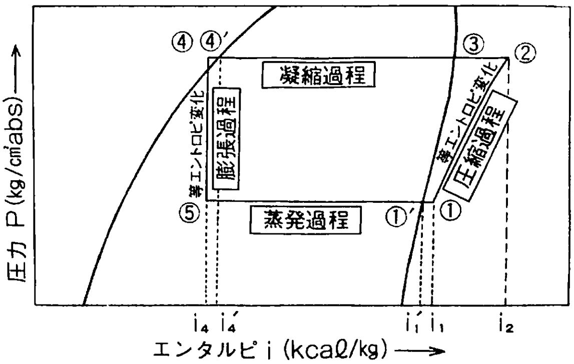


図 2・9 モリエル線図上での冷凍サイクル

媒蒸気が過熱される過程である。この①′→①の過程が蒸発器の中で始まると⑤→①′の過程での温度より高い温度での熱交換となる上に，冷却すべき外気により冷媒は更に暖められることになるので効率は悪くなる。更に，圧縮機に吸引されるまでの間，冷媒蒸気は過熱され温度が上がると，比体積が大きくなり，1行程で圧縮される量が小さくなり効率は悪くなる。

これは，図2・10の(A)の状態である。また，逆に図2・10の(c)の状態のように冷媒液が完全に蒸発し終わらない内に圧縮機に吸引されると，冷凍能力のある液を圧縮するのであるから，それだけ無駄となる上に，圧縮の過程で冷媒が蒸発して圧力上昇の結果，圧縮機の弁等を破損する原因ともなる。

冷媒液が混ったまま圧縮されることを湿り圧縮と称し，冷媒液が圧縮機に吸い込まれることを液バックと呼ぶ。

図2・10の(B)の状態のように，蒸発器で蒸発し終った冷媒は，圧縮機に至るまでに若干過熱される。これが，図2・9の①′→①の過程である。この温度は，過熱度と称され通常5℃程度である。

図2・9で①→②の変化は，(2)圧縮過程であり，その変化は等エントロピー変化である。等エントロピー変化については，のちの2・2の中で詳細に説明されるが，冷媒圧縮機の中の圧縮工程での変化である。

①→②の過程で冷媒蒸気は圧縮され，その結果，温度，エンタルピー，圧力とも上昇する。冷媒R－22の温度及び圧力の変化については，図2・3に示されるように変化するわけである。

②→③→④が，(3)は凝縮過程である。凝縮器（condenser）の中で水または空気に冷やされて，冷媒蒸気は②→③と温度，エンタルピーが下がり，更に③→④と凝縮されて冷媒液が出来あがる。この過程を示したのが図2・11である。図2・11で(A)の状態となるように調節されるが，凝縮器の中で冷媒蒸気がすべて変化した後，更に冷やされて過冷却の状態となる。図2・9の④′→④の過程がこれに相当し，この温度差を過冷却度と称する。通常は，5℃程度が標準である。

冷凍装置の冷凍能力は，モリエル線図上では，図2・9の（i'_1-i_4）のエンタルピー差で得られる。先に触れたように，冷却作用を行うのは，冷媒液が蒸発する過程であり，それは図2・9の中の⑤→①′の過程である。この過程で吸収でき得る熱量，つまり①′と⑤のエンタルピー差が，冷媒1kgのもつ冷凍能力になる。装置としての冷凍能力は，この量に冷媒の循環量を掛ければ求まる。

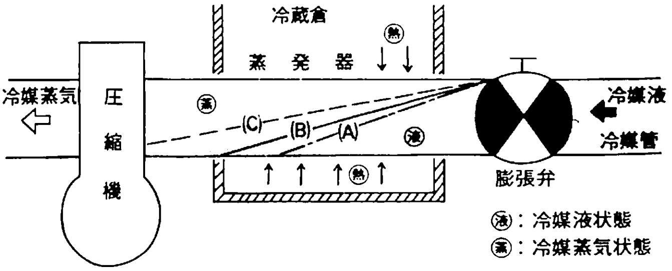


図2・10 蒸発器の中での冷媒の状態変化の模形図

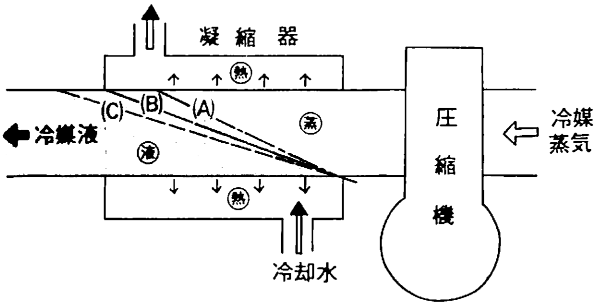


図2・11 凝縮器の中での冷媒の状態変化の模形図

③→④の凝縮過程で④′→④の過冷却度は，そのまま冷却能力の増加につながる。最近の冷凍装置では，④′→④の過冷却を得るため蒸発過程の後の①′→①の熱量の一部との熱交換を行なう中間冷却器，またはエコノマイザーと称する設備を有するものもある。

図2・11では，もちろん(C)の状態となると凝縮し切っていないので，蒸気状態の割合分だけ効率が悪い。これは凝縮器への通水量の不足の結果でもあり，冷媒蒸気の凝縮不足は先に述べた如く，直接的な冷凍能力の低下につながる。圧縮機と同様に凝縮器の重要なことと，凝縮器の冷却水用のポンプも重要な所以である。

④→⑤の変化が(4)膨張過程である。冷媒液は膨張弁によって，所定の冷却温度に対応する飽和圧力まで下げられる。この時，飽和液線を通過するので，④の状態では受液器（Reciever）の中に溜められてあって蒸発しなかった液冷媒でも，⑤の圧力のもとでは蒸発し始める。蒸発潜熱を自ら供給する結果，冷媒の温度は⑤の圧力に対応する飽和温度まで低下し，冷媒をその温度まで下げるためのエンタルピー量に相当する（蒸発潜熱）×冷媒液の分だけ蒸発し，気・液混合状態となるのである。⑤の状態では外部から熱を奪って蒸発し始めて，⑤→①の過程へと進み，再びこのサイクルを繰り発す。

①→②の過程でのエンタルピー差が，冷媒圧縮機を駆動するための必要な動力に相当する。仮に冷却水の温度が高かったりして凝縮温度が高いと，②の状態の温度も

当然高くなり，エンタルピーも高くなるので，①↔②のエンタルピー差は大きくなる。これは圧縮機にかかる負荷の増加であるので余分な動力を必要とすることになる。このことは，ヒートポンプを考えた場合，凝縮温度が高くなることは，それだけ高い位置まで熱を運び上げる必要が生じるわけで，ヒートポンプに加わる負荷も大きくなることからも理解されよう。　（つづく）

参考文献

1）冷凍空調便覧基礎編，㈳日本冷凍協会
2）豊中俊之；解説 冷凍関係法規・技術基準

新刊紹介　　　新刊紹介

液化ガス／ケミカルタンカーの基礎

恵美洋彦著

液化ガスタンカー，ケミカルタンカーのいずれも複雑多岐な要素を有する船舶である。これらを理解するには，設計，建造，運航，およびこれらに関連の貨物諸装置・設備，安全対策など，きわめて広範囲の専門知識が必要となる。

本書は，こうした高度かつ最新の情報を，液化ガスタンカーおよびケミカルタンカーの全般にわたり，わかりやすく説明した入門書である。内容は，両タンカーの概要，物理・化学の基礎知識と危険性，船体配置と貨物積載，貨物用諸装置・設備，環境制御，防火・防爆・消火設備，安全装具，貨物オペレーションなど，図表を多用して要領よくまとめられている。

また，規制が強められつつあるＩＧＣコード，ＩＢＣコードの国際規則の動向にも目を配り，さらにＳＴＣＷ条約関係の乗組員の教育・訓練，安全に関する手引などが紹介されている。

著者は，運輸省のＬＮＧ船委員会の委員をつとめるなど，この分野では第一人者とされ，且つ，『船の科学』誌の読者には「ケミカルタンカー」や「続・液化ガスタンカー」連載，単行本『ケミカルタンカー』刊行等でおなじみの日本海事協会の恵美洋彦氏である。

液化ガスタンカー，ケミカルタンカーの実務に携わる方はもとより，造船，海運関係者にとって好個のテキストとなろう。

Ａ５判・298頁・定価3800円（〒300円）
発行所　株式会社　成山堂書店
〒160　東京都新宿区南元町４−51
電話　03（357）5861

船級規則用語集（英和対照）

山口宗夫編

ロイド船級協会から独得な辞典が発行された。この辞典は必ずや船級規則に関する技術・海事英文用語辞典の基本版となろう。表題は「船級規則用語集」という。この辞典は，同協会の顧問として過去９年間活躍してきた山口宗夫氏である。

山口氏はロイド船級協会の技術規則の和訳をまかされていた際に，こうした辞典の必要性を痛感された。技術上の問題を数多く話合うにつれ，英語の技術用語に対する正確な日本語訳を与えてくれる書物が必要なだけでなく，業界で用いられている日本語の用語には，何通りもの言い回しがあることに気づいた。そのため山口氏は，採用した日本語の用語の出所に関して説明を加えたり，必要な個所には定義を加えている。

本辞典は194頁からなり，造船及び船舶運航に関連する用語が，5000語以上掲載されている。ロイド船級協会の公式文書には，世界中で英語が用いられているため，本辞典には，同船級協会と船級業務の取引きをしている日本企業のスタッフの方々に役立つであろう。同時に，その日本企業各社が顧客，下請先その他の購入先との契約の際，誤解を防ぐことができるという利点もある。それにより見積りの書類や仕様などで誤まった用語を用いて，多額な損失を招くこともなくなるであろう。

このように，本辞典は，日本における造船業全体にとって貴重なものとなるであろう。

（本紹介文は，ロイド船級協会理事長ブライアン・ヒルドゥルー氏の挨拶より，編集部にてまとめました。）

上製　美装　本文194頁　　非売品
発行所　ロイド船級協会
東京都港区芝公園３丁目４番30号　第32森ビル
電話　03（438）0481

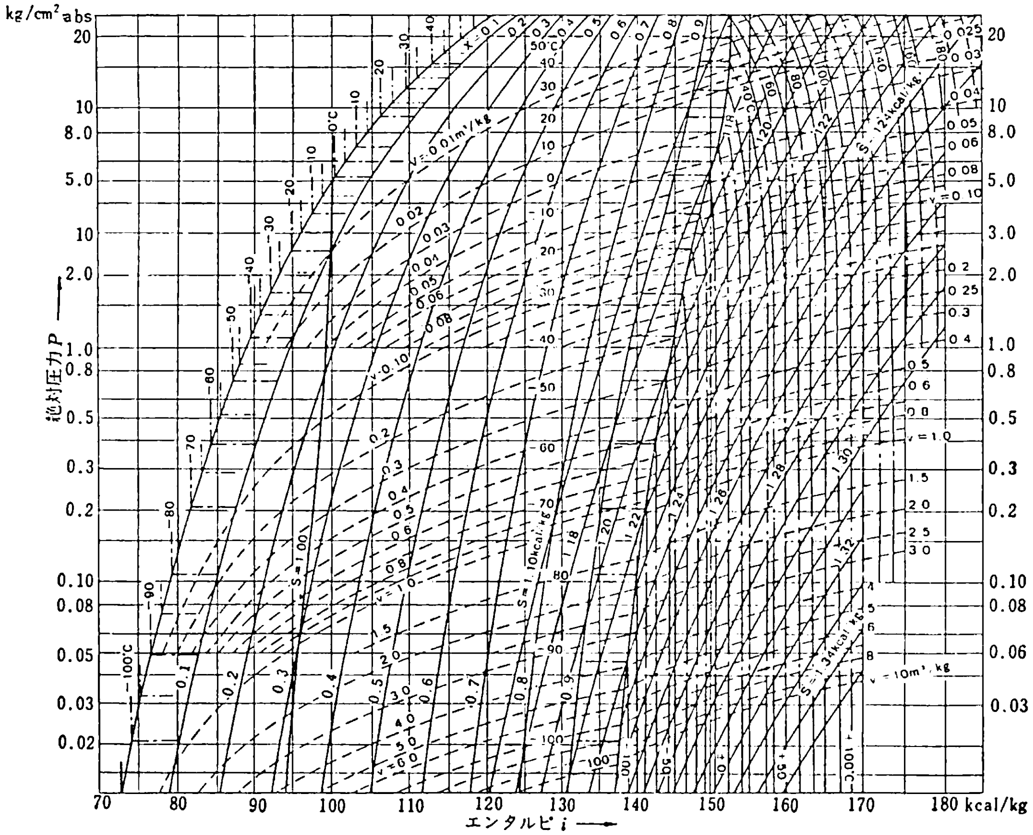
●読者の皆様へ●

既に刊行の予告を出しております，『続・ケミカルタンカー』の発刊，追加資料の量が増える等，編集に時間がかかっております。読者の皆様には申し訳ありませんが来月には刊行できますので，御期待下さいますよう，お願い申し上げます。

『ＬＮＧ/ＬＰＧ船技術資料』の発刊につきましても，鋭意編集を進めております。追ってお知らせしますが，御期待下さい。

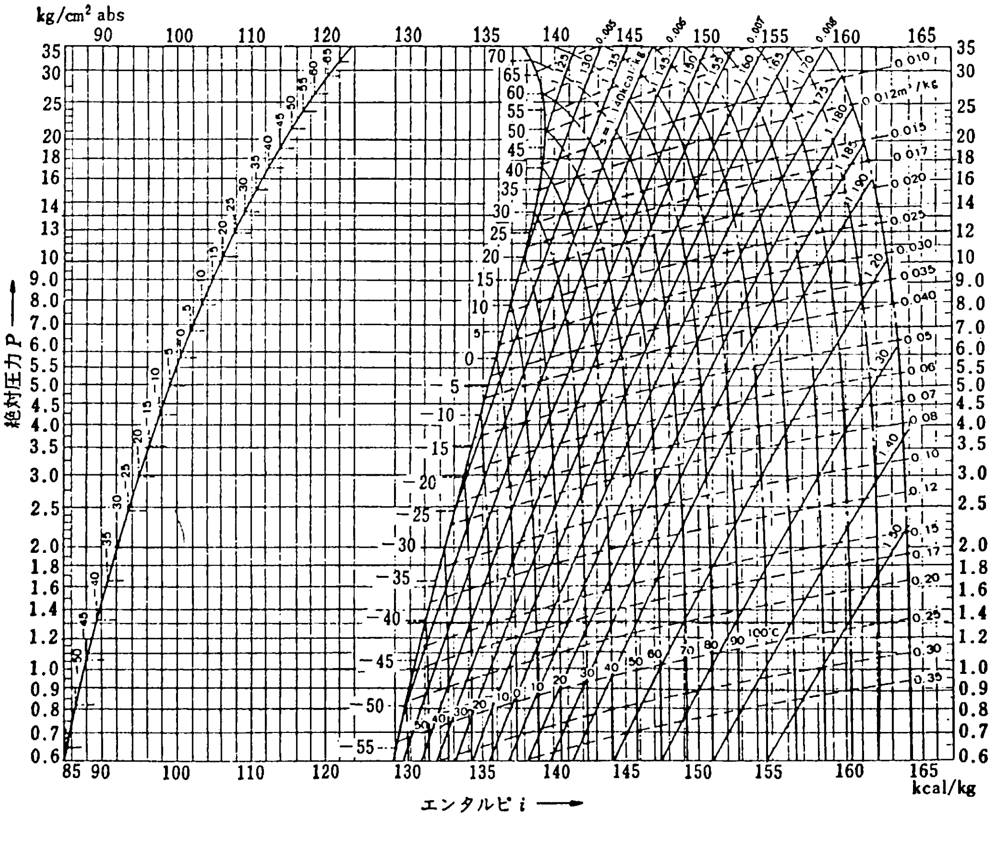
船の科学　編集部

付録 1



▲図11・9　モリエル線図（R－22）

▼図11・10　モリエル線図（R－502）



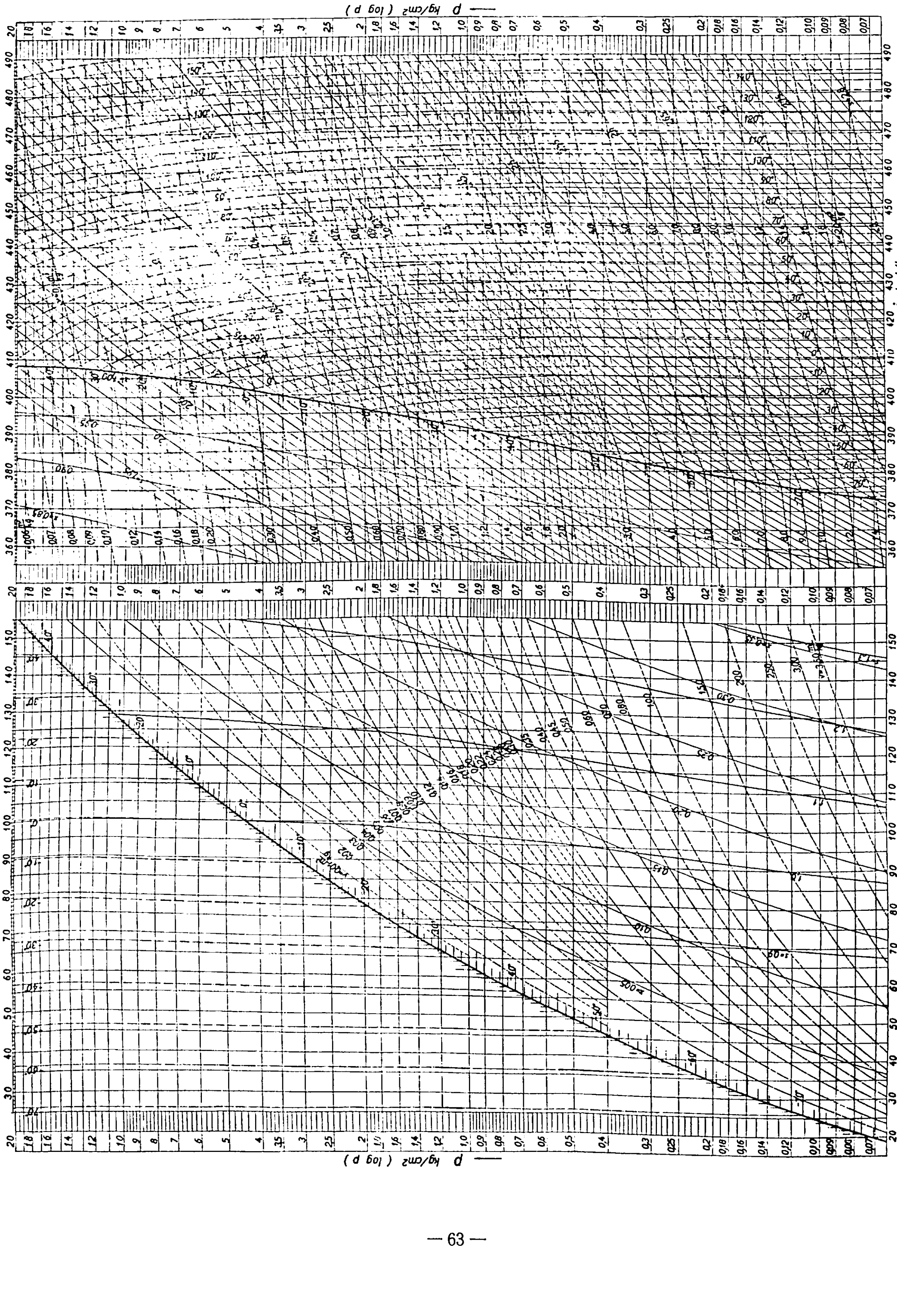


図11・11 日本冷凍協会選定アンモニア（R－717）モリエル線図 （i－log P） io′＝100 kcal／kg So′＝1 kcal／kg°K

● 連 載 ●

続・液 化 ガ ス タ ン カ ー

Liquefied Gas Tanker

＜4＞

恵 美　洋 彦

5・8・2　サージ圧と緊急／自動しゃ断装置

管内の液体の流速が急激に変化すると，水撃(water hammer)現象で瞬間的な高圧力が生ずる。これを，サージ圧（surge pressure）という。液化ガスタンカーでは，移送中にサージ圧によるポンプ，弁，継手，ホース等の破壊が少なからず発生している。

過大なサージ圧の発生防止は，設計およびオペレーションのいずれにも関連する。これは，船舶のみならず，陸上基地にも関連する問題である。

管内液体の流速の急激な変化は，弁の急速な開閉，ポンプの急激な発停等によって生ずる。さらに，空の管内を液体が急に流れると，その止端部で流れの急変が発生する。これらは，いずれもサージ圧発生の原因となる。

(1) 弁の緊急しゃ断によるサージ圧

順序として，液体移送中に弁を急速しゃ断したとき，流れの上流側に発生するサージ圧について説明する。

流れを急速にしゃ断すると，運動エネルギが歪エネルギに変換する。そして，しゃ断点から圧力波となって逆流する。この圧力波は，上流側の閉鎖端（ポンプ，逆止弁，タンク液頭圧等）ではね返ってしゃ断点に戻る。このとき，しゃ断点に最大の圧力が加わる。この概要を図5－169に示す。

圧力波は，再び上流に逆流して往復を繰返し，次第に減衰する。図5－170に，弁の急速しゃ断試験における圧力計測結果を示す[69]。これは，しゃ断弁直前（上流側）の圧力である。

サージ圧は，管路を流れる流体の運動方程式を解くことによって求められる。詳しくは，専門書[70]等にゆずることとし，次に，単一の管系統における近似式の1例を掲げておく。[71]

$$P_{surge}=\frac{\gamma\cdot a\cdot V}{10g\cdot k}\quad (\mathrm{kg/cm^2})\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5\cdot61)$$

$$a=\sqrt{\frac{Kg/1000\gamma}{1+Kd/Et}}\ :\text{圧力波伝ぱ速度（m/秒）}\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5\cdot62)$$

$$k=\sqrt{T_{\frac{1}{4}}\cdot\frac{a}{2L_e}}\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5\cdot63)$$

γ：液体の比重量（t/m²）

K：液体の体積弾性係数（kg/m²)。これは，圧縮率の逆数であり，液化ガスは，およそ730×10^5（kg/m²)。水(20℃/1 atm)は，2247×10^5（kg/m²)。

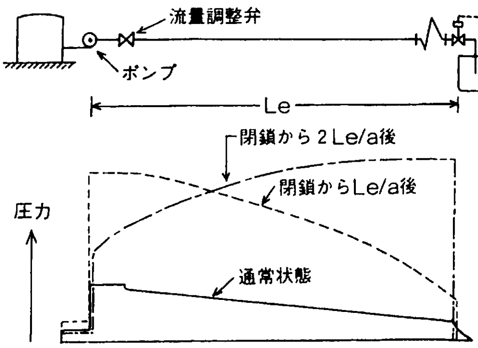


図5－169　サージ圧分布の概念
（aは，圧力伝ぱ速度）

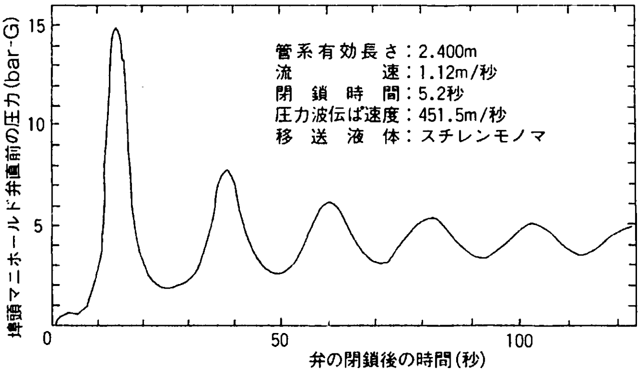


図5－170　弁の急速しゃ断試験
（埠頭マニホールド弁しゃ断）

E：管の縦弾性係数（kg/㎡）
V：初期流速（m/秒：弁の閉鎖開始前）
g：重力加速度（m/秒^2：9.81）
$T_{\frac{1}{4}}$：弁の閉鎖行程の最後の1/4の時間(秒)
L_e：管系の有効長さ（m：図.5－169参照）

（5・61）式は，急閉鎖（弁の閉鎖時間 $<2a/L_e$)によるサージ圧に対して緩閉鎖の影響を（5・63）式の k 値で修正したものである。しゃ断弁には，静圧（通常の流れにおいて生ずる圧力）にサージ圧を加えた圧力が働くことになる。（5・62）式は，管の弾性を考慮した圧力波伝ぱ速度である。ＬＮＧ，ＬＰＧ等では，700ないし1,000 m/秒程度となる。

同じような現象は，液体を閉鎖管路に入れたままポンプを急激に運転することによっても生ずる。また，弁の急速な解放によっても発生する。

弁の急速しゃ断時には，下流側では圧力降下をもたらす。このとき，上流側と似たように圧力波（降下）が伝ぱする。閉鎖管路では，この圧力が液体の蒸気圧より低下することがある。結果として，液体の蒸発が起って管路内の液体を2分する。圧力波が閉鎖管路を再往復したとき，この圧力波は，上昇して戻る。そして，気体の急激な圧縮消滅と分離した液体の再結合によってサージ圧を生ずる。同じような現象は，ポンプの急激な停止によっても起こる。

(2) 空の管内を液体が流れるときのサージ圧

空，特に負圧の閉鎖管路に急に液体を流すと，閉鎖端においてサージ圧が発生する。これは，流体の衝突による衝撃圧，および負圧による液体の蒸発と圧力上昇による気相の消滅と液相の再結合によって大きな圧力となる。

このような現象は，弁の急激な開放や切換えによって起こる。また，ポンプ起動開始前に閉鎖管路に気相が残っている場合も，気相の消滅と液相の再結合が起こって衝撃圧発生の原因となる。

(3) サージ圧に関連する因子

サージ圧に関連する各種の因子および過大なサージ圧発生防止上配慮すべき事項をまとめると，次のようになる。

(a) 管系の有効長さ（L_e：図5－169参照）が長いほど圧力波周期（$2L_e/a$）が長くなり，サージ圧も大きくなる。これは，しゃ断弁を閉鎖する場合，できるだけ上流側とするのがよいことを意味する。

(b) 圧力波伝ぱ速度は，遅いほどサージ圧が小さくなる。ただし，この因子は，（5・62）式からわかるように変えることはできない。

(c) サージ圧に関連する貨物の物性は，液密度，体積弾性率，気体含有率等である。気体の含有は，圧力波伝ぱ速度を大幅に減少させる。ただし，液化ガスの荷役移送中，気相はないと考えるべきである。

(d) 流れの初速および弁の閉鎖速度は，サージ圧に大きく影響を及ぼす。高いサージ圧が発生するおそれがある場合，これらを調整する。

(e) しゃ断弁の種類，即ち閉鎖特性（時間：流量）によってサージ圧は異なる。図5－171に示すように，流量が閉鎖の行程と共に直線的に減ってゆくタイプの弁は，低いサージ圧となる。このタイプには，球形弁(図中(b)，一点鎖線）がある。また，閉鎖速度が2段階の仕切弁もこれと同じ傾向になる。(図中，点線）　これに対し，通常のタイプの仕切弁（図中(a)，実線）は，大きなサージ圧が発生する。

(f) そのほか，ポンプの特性も，ポンプ発停時に生じるサージ圧には，関連する。

(4) サージ圧発生防止対策の基本

表5－82に液化ガスタンカーにおけるサージ圧に起因する管系統の破壊例を掲げる。[35] このほか，油タンカーでは，移送中の管路の急激な切替や負圧（大気圧未満）の管に通じる弁の急速開放による破壊も生じている。

表5－83に，過大なサージ圧発生防止対策の概要を示す。このうち，(i)および(vi)は，主としてオペレーションに関連する問題である。その他は，管系統の設計において配慮すべきである。どのような配慮を払えばよいかは，前(3)に示すところによる。

次に示すような管系統は，特に，発生し得るサージ圧に対して適切な配慮を払う。

◦貨液を移送する長い管系統で，かつ，
◦貨液移送中に弁を急速開閉する必要がある管系統

この条件に適合するケースは，積揚荷管系統の機動操

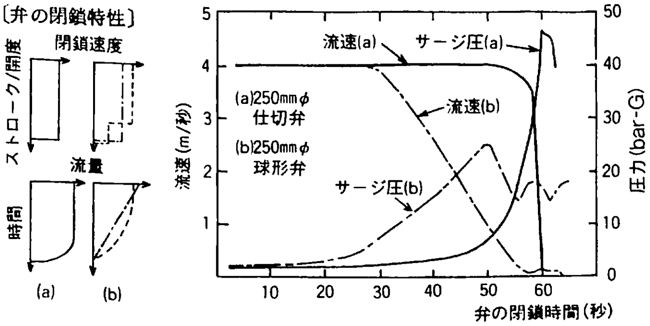


図5－171　弁の閉鎖特性とサージ圧

4.5 km，500 mmφ 主管の先に並列する2個の250 mm φのしゃ断弁を同時に閉鎖したときのサージ圧。初期流速4 m/秒。弁の閉鎖時間は60秒。文献[69]の計算例により作成。

表5－82　サージ圧による管系統破壊の原因（実例）

原　　因	詳　　細
貨液移送中の弁の急速しゃ断	船舶マニホールド弁の電気制御系統の誤作動（LNG） 船舶マニホールド弁の電力そう失による急速しゃ断（アンモニヤ） 陸上積荷管系統の機動操作弁の誤操作（LNG） 陸上揚荷管系統の自動しゃ断弁の誤作動（LPG）
ポンプ発停によるサージ圧	吐出弁閉鎖のまま，ポンプ急速起動（LNG） 貨液いったん停止後，弁閉鎖の状態でポンプ起動（LPG）
弁の急速開放	弁の開放により，空の閉鎖管系統を貨液が急速に流れた（アンモニヤ）

表5－83　液体移送中の過大なサージ圧発生防止対策

防　止　対　策	設計		オペレーション		備　　考
	陸上	船舶	陸上	船舶	
(i) 液体移送速度の調整			◎	◎	
(ii) しゃ断弁閉鎖順序	◎	◎	◎	◎	自動制御の場合，設計に関連
(iii) しゃ断弁速度の調整	◎	◎	◎	◎	機動しゃ断弁は，設計にも関連
(iv) 適切なしゃ断弁の設定	◎	◎			サージ圧の発生しにくい形式
(v) 逃し弁およびサージタンクの設置	◎				
(vi) ポンプの適切な運転			◎	◎	発停時
(vii) ポンプの自動停止	◎	◎			しゃ断弁閉鎖信号による停止

作の貨物弁，および緊急および／または自動弁である。このような管系統は，陸上の管系統を含めた適当なモデルでサージ圧の計算を行なうのが望ましい。（前述の（5・61）式は，精密な計算値に比べて高い圧力を与える）。そして，過大なサージ圧が発生するおそれのある場合，流速，弁の開閉速度／要領等を調整する。

管系統は，正常状態時には発生せず，また，瞬間的に発生するサージ圧のような場合，設計圧力の2倍の圧力に耐えると考えてよい。船舶の液管系統の最低設計圧力は，10kg/cm²Gである。陸上も，一般的には，同じといえるが，基地によっては，5kg/cm²Gの設計圧力の例もある。したがって，サージ圧は，如何なる場合も，20または10kg/cm²Gを超えないようにする必要がある。

(5)　緊急／自動しゃ断弁および関連装置

液化ガスタンカーには，緊急および自動しゃ断弁が設けられる。これらの弁は，荷役中に生ずる各種の緊急時および過剰積付け時に働くものである。即ち，閉鎖速度があまり遅いと意味をなさなくなる。したがって，このような弁が作動する場合，過大なサージ圧発生のおそれがある。

緊急／自動しゃ断弁の規則[1]要件は，5・2・3(3)および(5)並びに表5－9に示した。これらに対する補足を掲げると，次のとおり。

(i)　陸上の設備を含むポンプ／圧縮機は，緊急／自動しゃ断弁の閉鎖信号によって，直ちにその動力源を停止するようにする。

(ii)　ポンプ／圧縮機の回転数，吐出圧力等が低下した後，上流側の弁から閉鎖するようにする。例えば，積荷の場合，陸上側の弁から閉鎖するようにする。揚荷の場合，逆になる。

(iii)　弁の閉鎖速度，関連機器の制御等は，関連する陸上基地に合わせて定める。一般的には，閉鎖信号発信後，10秒以上経過してからしゃ断弁を作動させるのがよい。（この間に，ポンプ等の動力源が停止するため）　ただし，閉鎖信号発信後，30秒以内に閉鎖するようにする。

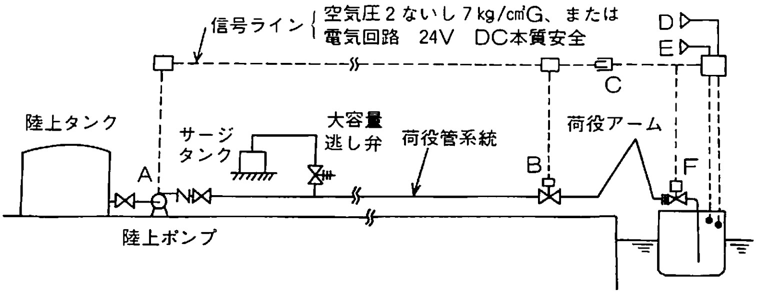
(iv)　陸上の荷役管系統に大容量の逃し弁およびサージタンクを設けるのが好ましい。（船舶の荷役管に設ける逃し弁は，過大なサージ圧防止のためには容量不足）

(v)　制御系統の故障や誤作動によって，弁が急激に閉鎖しないように十分の配慮を払う。制御信号は，空気圧または電気による。前者は，空気圧の低下によって閉鎖信号を発する。後者は，電気回路が開くことによって信号を発する。

(vi)　空気圧方式では，管路の抵抗が大きいと有効に信

号が伝送されぬこともあるので注意のこと。管径が細く，管路が長くかつ空気圧力が低いほど，この傾向が強い。

緊急／自動しゃ断弁および関連装置の設計は，いずれにしても，船舶と陸上との共通の問題となる。船舶側の設備は，規則[1]で統一されているが，陸上側の設備は，必ずしも統一されていない。したがって，基地の設備と関連して，流速（荷役速度）や弁の閉鎖速度の調整が必要となる。



A：陸上ポンプ動力源停止信号　B：陸上側緊急／自動しゃ断弁
C：国際基準リンクコネクタ（空気：12mm ISO－R－1728　電気：2極DIN-49465）　D：高位液面警報　E：最高位液面警報／自動しゃ断信号
F：船舶緊急／自動しゃ断弁

図5－172　リンク式船舶・陸上緊急／自動しゃ断装置（積荷の例）

図5－172にリンク式の陸上・船舶の緊急／自動しゃ断装置の理想的な例を掲げる。これは，遠隔操作緊急しゃ断弁および高位液面自動しゃ断弁の兼用システムとなっている。緊急の場合，信号ラインの適当な位置のスイッチを開くことによって停止信号を発する。後者は，最高位液面に貨液が達した場合，自動的に停止信号を発する。いずれも，積荷ポンプの動力源を停止した後，陸上側しゃ断弁が閉鎖し，次いで船舶側のしゃ断弁が閉鎖する。閉鎖時間は，信号発信後，30秒以内である。安全のため，さらに，逃し弁とサージタンクが設置される。

5・8・3　液化塩素ガスタンカーの貨物装置

塩素は，高度の毒性および反応／腐食性を有する物質である。さらに，LNG，LPG等の可燃性液化ガスに比べてかなり重たい物質である。このような特殊の性状を有する液化ガスは，専用の船舶として設計建造されるのが通常である。

液化塩素ガスタンカーの設計において配慮すべき事項および試設計の仕様例を次に示す。

(1)　設計上の注意事項

(a)　規則要件

規則[1]による特別要件を表5－84に示す。表に示す以外は，液化ガスタンカーとしての一般要件が適用される。

(b)　貨物の貯蔵状態

塩素中に水分を含むと腐食性が著しく増加する。したがって，液化塩素ガスタンカーでは，水分を含まない塩素（乾燥塩素という。以下，本項では，単に塩素といえば，乾燥塩素をさす）のみ，輸送が認められる。塩素中の含有水分の境界値は，150 ppm（重量比）とする[74]。

各国規則，港湾規則，基地等によって，貨物温度を制限（30ないし40℃）しているところもある。これは，陸上の貯蔵や輸送上の規則と関連する。

塩素の積付け状態では，タンク気相部の貨物濃度を80 vol.％以上とすることが要求される。これは，空気や窒素が封入されていると，圧力上昇が速くなって，より低い温度で安全弁が開くのを避けるためである。図5－173に塩素の蒸気圧線図および塩素ガスの濃度による圧力上昇の例を示す。これは，初期温度（積荷直後）の温度を5℃とした例である。注）これらの図から80 vol.％以上のガス濃度では，温度45℃で安全弁が開くおそれのあることがわかる。

注：次の条件によって求めた；
(i)　気相部と液体の温度は等しい。
(ii)　温度上昇による液相部の体積膨張，即ち気相部の容積減少は無視
(iii)　温度上昇によるタンクの体積膨張は無視

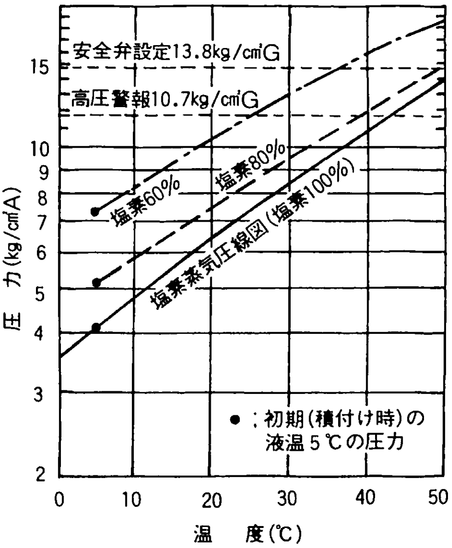


図5－173　空気，窒素等混入の場合の圧力上昇

表5－84　液化塩素ガスタンカーの特別要件

項目	特別要件（IGCコードによる）
貨物の貯蔵／移送の基本的要件	貨物は，無水，即ち乾燥塩素とする。船籍国または港湾当局の規則によって，温度制御をうけることがある。専用かつ独立の貨物装置で貯蔵／移送する。船首尾荷役装置は不可。積付時の気相部ガス温度は，80 vol.％以上とする。
タンク気相部の制御	乾燥空気（露点－45℃以下）または N_2 を封入する。設定圧力10.7kg/cm²Gの高圧警報。
貨物タンク	タンク設計条件：独立型タンクタイプCとし，かつ，設計蒸気圧は，13.8kg/cm²G以上とする。さらに，常温の貨物（圧力式）でも，最低設計温度－40℃として設計する。応力除去は，熱処理とする。（機械的応力除去は不可） タンク容量制限：1基600㎥，総容量1200㎥。 その他：タンクの甲板突出部は，耐火構造の保護装置で火災時の輻射熱から保護する。
貨物管装置（貨液／貨物ガス移送用管装置，機器）	貨物管の設計条件：設計圧力21.4kg/cm²G以上，設計温度－40℃以下。管の内径100㎜以下。 継手：内径75㎜以上の甲板上の管の溶接継手は，100％放射線検査。フランジ継手は，最小限に配置し，かつ，みぞ／凸縁付突合わせ溶接型。ベローズ継手は不可。 貨物移送機器：圧力式揚荷または完全なサブマージドポンプによる揚荷とする。圧力式揚荷の場合，10.7kg/cm²G以下の圧力とし，貨物ガス，乾燥空気，窒素等による。船舶に貨物圧縮機を備えてはならない。
貨物ベント装置および圧力逃し弁	タンク過圧安全弁：2個以上設ける。安全弁とタンク間には，安全弁より1.02kg/cm²G以上低い設定圧力のラプチャーディスクを設ける。安全弁とラプチャーディスク間の区域は，エクセスフロー弁を介して圧力計およびガス検知器に導き，圧力を大気圧に近い値に維持する。積付け率を多くするための追加の安全弁は，認められない。 ベント管：タンク過圧安全弁の排出は，漏えいによるガスの流出をできるだけ減少させるため，回収装置を介する。排出端は，船首前端部の甲板位置で船外に排出するように配置する。さらに，この排出は，左右舷のいずれにも可能とし，かつ，常に片舷が開くような機械的インタロックを設ける。 貨物管の圧力逃し弁；排出先は，回収装置とする。
ガス検知	検知器：1 ppm検知可能で，5 ppm警報点の固定式とする。 検知端：ホールドスペース底部，安全弁排出側，ガス吸着装置の排出口，居住／事務／機関／制御区域の通風用空気取入れ口，貨物区域の前／中／後部。
ガス回収装置	貨物タンクおよび貨物管に接続する塩素吸収装置を設ける。これは，貨物総量の2％以上を中和できるものとする。
貨物冷却装置	設ける場合，間接式とする。これは，タンク外に貨物を導かぬ方式とする。
材料	圧力式（常温）の貨物の場合でも，タンクおよび貨物管装置は，－40℃の温度に適した鋼製材料とする。
液面指示装置	一般規定によるが，間接式（重量計測または流量計）あるいは非貫通密閉型（放射線式，超音波式等）とする必要あり。
人身保護等（詳細は，省略）	保護区域；貨物の大量放出時に乗組員を保護するための区域を居住区域内に設ける。これは，開放甲板から容易にかつ急速に交通できるものとする。さらに，甲板および他の区域への交通は，エアロック区域を介して行なうようにする。この区域は，全乗組員を収容できる大きさのものとし，かつ，4時間以上，全員に新鮮空気が供給されるようにする。また，酸素蘇生器を1組，この区域に備える。 空気圧縮機およびボンベ；空気圧縮機とボンベに充塡するための設備を設ける必要がある。

(iv) P（全圧）＝P_L＋P_G の関係が成立する。P_Lは，液体の蒸気圧，P_Gは封入気体の圧力。

(v) 気体の状態は，Boyles － Charles, Amagat よびDalton の法則に従う。

このうち(i)と(ii)は，圧力上昇を実際より近く見積ることになる。（例えば，20 vol %窒素で30℃まで上昇したとすると，実際は，図より0.3 kg／cm²程度高くなる） (iii)は，無視しても差支えないオーダである。

図5－173から過圧安全弁設定圧力 13.5 kg/cm²G（新規則では，13.5 bar･g）の制定根拠がわかる。また，高圧警報の設定値を 10.5 kg/cm²G としたのは，液温がおよそ40℃を超えるのを避けるという目的であることも理解できる。

(c) 貨物の性状に対する配慮

塩素ガスタンカーの設計および貨物取扱いに関し，貨物の性状に対して特別な配慮を必要とする。これをまとめると，表5－85に示すとおりである。図5－174に，塩素の液密度の変化を示す。

(2) 貨物装置に対する補足説明

前(1)で塩素ガスタンカーの設計上の注意事項について概説した。次には，二，三の補足を掲げておく。

(a) 材料

塩素を貯蔵・移送するタンク，管装置等に使用する材料の選定のための一覧を表5－86に示す。

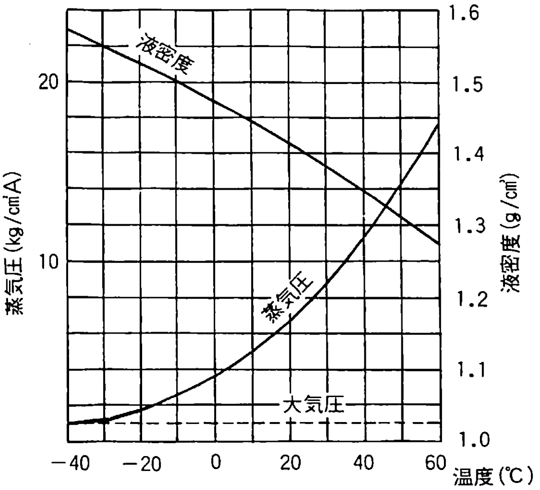


図5－174　塩素の液密度および蒸気圧

鋼は，前述のように常温で液化貯蔵・移送する場合でも－40℃の温度に耐える低温用鋼が要求されることに注意を要する。これは，き裂の発生および伝ぱに対し，より抵抗力の高い材料を用いて安全性を高めるための配慮である。また，鋳鉄は，腐食性に対して鋼と同程度の抵抗力であるが，じん性の点から好ましくない。

タンクは，溶接後，熱処理（焼なまし）による応力除去が要求される。低温用鋼は，熱処理（焼入れ，焼戻し

表5－85　塩素の性状に対する設計上の配慮

物性		設計上の配慮
物理的性質	ガス比重	空気よりかなり重い（比重＝2.49）ので，ガス検知，換気，各種置換（ガスフリー等）に対して配慮を要する。
	液比重	重い液化ガスである。(図5－173参照)　タンクおよび支持構造の設計上配慮。
化学的性質	反応性	きわめて反応性の高い物質である。一般的に，温度圧力が上昇すると反応速度は速くなる。貨物中に，反応する異物質が混入しないように専用の貨物装置とし，清掃にも十分の配慮を払う。圧力揚荷や置換用の乾燥空気圧縮機やブロワは，無給油式のものとする。温度圧力の上昇にも十分注意を払う。
	腐食性	水分があると塩酸を生成し，著しく腐食性が増す。水分との完全な隔離が必要。また，乾燥塩素でも圧力と温度が上昇すると，鉄，アルミ等を腐食する。使用条件を考慮した適切な配慮（サブマージドポンプ等）を要す。
可燃危険性		不燃性物質である。ただし，特に粉末状の金属等が加熱されると，塩素中で燃焼する。例，炭素鋼および鋳鉄230ないし260℃，SUS304や316　200ないし230℃，ニッケル合金320℃等。塩素を含む容器，管等の溶接禁止等の配慮を払う。
毒性		高度の毒性（TLV－TWA＝1ppm）がある。万一の場合でも，大気放出を避けるため，中和回収装置を備える。その他，漏えい防止や人身保護に対して，厳しい配慮を必要とする。（表5－84参照）

等）されている。応力除去の際の焼なまし温度に十分注意を払う必要がある。

塩素にさらされる材料は，使用条件，即ち温度圧力，水分の混入程度等によって腐食性が著しく異なる。腐食予備厚さも規則[1]では明確に定めていない。したがって，材料と使用条件に応じた腐食データに基づいて判断すべきである。衰耗限度は，タンクの場合，平均的には規定厚さ，局部的には，規定厚さの90%程度とする。

(b) 揚荷方法

一般的には，圧力揚荷による。この場合，船舶に貨物圧縮機を備えるのは，安全上，認められない。したがって，陸上からの貨物ガスまたは窒素あるいは乾燥空気による圧力揚荷を行なう。船上に加圧用の窒素または空気圧縮機を備えるのは認められる。

サブマージドポンプを船舶のタンクに備えることは差し支えない。ただし，塩素は，温度圧力の上昇によって反応性や腐食性が著しく増加する物質である。したがって，温度上昇を避けるため，完全に没液した状態でのみ運転することが要求される。このため，ポンプを設ける場合，没液用のウエルを設けてその中にポンプを格納する等の配慮が必要となる。

(c) 積付け率

塩素の積付け率は，次の理由により，制限される。計画上，留意しておくべき事項である。

(i) 過圧安全弁の設定圧力が高い。設定圧力に対する塩素の飽和温度は，約52℃である。（他の液化ガスでは，圧力式の場合，45℃の蒸気圧を設定圧力とすることができる）

(ii) 積付け率を高くするための追加の安全弁の設置は，認められない。

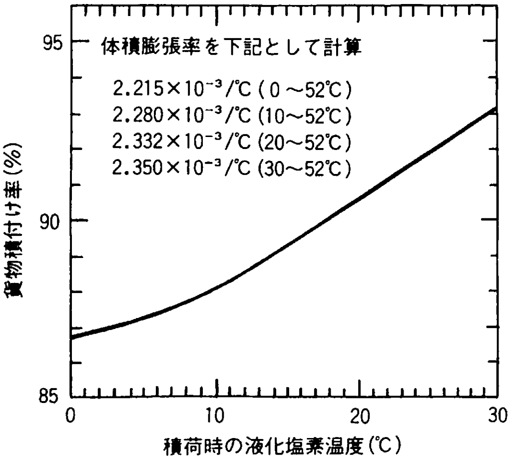


図5－175　塩素の積付け率

表5－86　塩素（水分＜150 ppm）と各種材料の腐食に対する適合性

材　料	適合性	備　　考
炭素鋼	○	120℃以下で腐食少。
SUS304/316	□	塩素中，200℃程度で燃焼。
アルミニウム	△	20℃まで耐食，250℃では急速腐食
アルミ青銅	○	
銅	○	120℃以下/空気なし で適合。
Ni/Ni 合金	○	温度320℃で発火。
ハステロイ	◎	480℃で0.7㎜/年。
鉛	◎	
チタン	×	湿り塩素には，適合する。
タンネル	◎	150℃以下耐食。300℃で激しく腐食
モネル	○	
銀	◎	80℃で僅かに腐食。
熱硬化性樹脂	×	
テフロン	○	

記号　◎完全に適合。○腐食速度低く(0.7 mm/年以下)適合。□適合するが用途に注意。△一般に不適合。×不適合。

これらは，万一の場合でも，塩素の放出をできるだけ減らすための配慮である。図5－175に積付け率を示す。

(d) 回収装置

塩素ガスタンカーには，次の目的のための塩素回収装置を設ける。

(i) タンク過圧安全弁が開いたときでも，可能な限り，大気放出の塩素を減らす。これは，誤操作等によって過圧安全弁が開いたとき，塩素をそのまま大気放出することがないようにするためである。

(ii) 貨物管装置の圧力逃し弁から排出される塩素の吸収回収，および

(iii) タンクおよび管装置の残留塩素の吸収回収

回収装置は，2系統設けるのがよい。その1つは，前(i)および(ii)用とする。これは，回収装置を介するが，火災時等のより大量の塩素ガス排出に備えて，さらに，貨物ベント装置に導く。もう1つは，前(iii)用，即ちガスフリー，パージ等用とする。陸上に塩素ガスまたはその混合体を戻すオペレーションの場合でも，この装置は必要である。

なお，安全弁の設計では，この(i)および(ii)による回収装置を介して大気に放出するための背圧を考慮するのを忘れてはならない。

(3) 試設計の例

塩素ガスタンカーは，日本，米国，ヨーロッパ等で就航している。しかし，その構造設備等についての公表文

献は見当らない。次には，筆者の私案を示す。参考までに諸数値を掲げたが，これらは，概算であり，詳細に計算した値ではない。この仕様を定めるにあたって，参考としたのは，文献[1)21)72)73)74)]である。

図5－176に800㎥型液化ガスタンカーの配置概要を示す。表5－87には，貨物部の仕様概要を掲げる。これらに関する補足は，次のとおり。

(a) 一般

適用規則は，74ＳＯＬＡＳ第２回改正（1984年改正）に引用されるＩＧＣコードとする。これは，現行の規則[1)]と殆んど変わりないが，圧力の表示にbarを使用している。故に，基準圧力値の丸め方による差がでてくる。（例，現行規則：タンク設計蒸気圧13.5 kg/cm²G，改正規則：13.5 bar・g＝13.8 kg/cm²G）　このほか，国籍，出入港国および取得船級に応じて，それぞれの規則も適用する必要がある。しかし，この貨物部の仕様には，各国規則や各船級協会規則を反映させていない。

航路や出入港国は，特に限定しない。即ち，国際遠洋航海を想定した。また，受入れる貨物は，常温（ただし，30℃以下）とする。そして，陸上基地によって，温度の上限の制限があるので，温度上昇を避けるために必要な設備を設ける。

積揚荷時の貨物移送ポンプおよび圧縮機は，全て陸上の設備による。ただし，本船の設備で圧力揚荷し得るように仕様を変更するのは容易である。

(b) 船体配置および貨物格納設備

タイプＩＧ船としての要件（３・１・２　表３－２参照）を満足させるため，図５－176に示すような二重殻構造とする。これは，２区画浸水およびタンクの海からの隔離の要件に適合させるためのものである。なお，損傷時復原性のうち，傾斜角の規定を満足させるため，クロスフラッディング設備を適当に設ける。（本案では，詳細な検討はしていない）

甲板裏側には，25㎜厚さのグラスウールの防熱材を設ける。これは船側及び船底の二重構造とあわせて，ホールドスペースへの熱侵入量を下げるための配慮である。（平均的に熱貫通率は2.5 kcal/㎡・hr・℃程度になる）注）

注：防熱を施さない場合，熱侵入の増加量は，約25％である。したがって，防熱を省略して，冷却装置の能力を25％程度を増加させてもよい。また，航路等の条件によっては，防熱を設けなくても十分である。夏季の平均的温度が30℃程度の場合，むしろ，日射時に甲板上面を射水する方が効果的である。

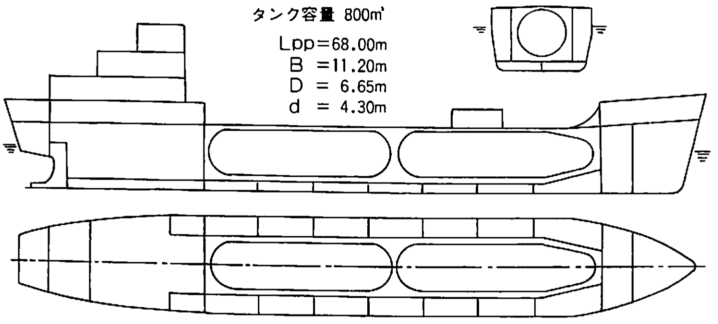


図５－176　液化塩素ガスタンカーの配置概要（試設計）

タンクは，半球鏡板型円筒形タンクとする。材料には，低温用高張力鋼を使用する。例えば，ＮＫ規格ＫＬ33，ＫＬ37等。この材料は，－55℃の低温に耐えるものであり，かつ，高張力鋼である。即ち，比較的薄いが，十分に破壊抵抗力のあるタンクである。

タンクの設計条件は，次のとおり；

設計蒸気圧	13.8 kg/cm²G 注）
設計比重	1.45（清水＝１）
最低貨物温度	０℃（材料溶接は－40℃）
各種動荷重	規則[1)]による
腐食予備厚さ	オプション（前(2)(a)参照）

注：国内法規等でこれより高い設計蒸気圧が要求されれば従わざるを得ない。陸上の基準をそのまま引用して，21kg／㎠Ｇの設計蒸気圧を要求した国もあった。（例，米国，ただし，現在は要求していない。）

タンクの上甲板上突出部（ドーム）は，図５－177に示すようなタンク付ハッチで覆う。これは，規則[1)]による火災時の暴露部の耐火保護装置に適合する。同時に，タンク頂部の各種貫通部，マンホール，安全弁等からの漏えいの場合の安全を確保する。船体構造とは，伸縮製の気密ベロー構造（ＳＵＳ鋼シートまたはその他の適当な非金属製伸縮材料）で連結する。防火上の配慮のため，

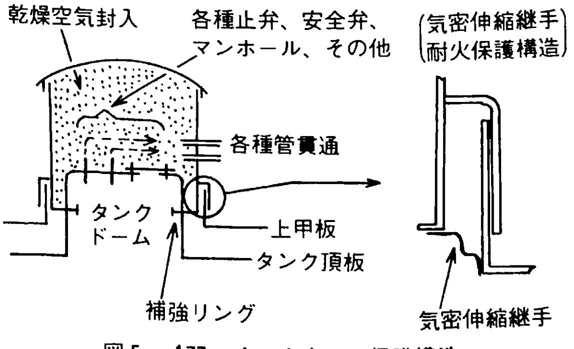


図５－177　タンクドーム保護構造

上甲板のコーミングとタンクドームのカバープレート間のすき間を小さくする。このハッチは，タンク側に溶接する。これは，このコーミングをタンク付の管等が貫通するので，船体とタンクとの相対変位の影響をなくすためである。

(c) 貨物管系統

貨物管には，－40℃の温度に耐える低温用炭素鋼（例えば，KLBP）を採用する。また，スケジュール番号80の厚肉鋼管を用いる。管の伸縮は，曲がり部で吸収するように配置する。

積荷時の貨物ガス陸上返却は，差圧または陸上の貨物ガス圧縮機による。揚荷時には，陸上からの貨物ガスによる圧力揚荷による。陸上からの加圧用気体が得られぬ場合，ホールドスペースの冷却用空調装置を利用して乾燥空気の供給をうけるようにすることもできる。このためには，装置の性能を揚荷加圧用にも適するものとし，かつ，空気圧縮機も備える必要がある。なお，図には，貨物ガス管との継手部を設けているが，これは，塩素ガスパージ用である。この継手には，取外し式短管と止弁を設ける。（使用時のみ接続）

表5－87　液化塩素ガスタンカー貨物部仕様例

項目	仕様
一般	適用規則；液化ガスばら積船の構造設備に関する国際規則（IGCコード） 貨物の状態；常温（30℃以下），水分＜150 ppm。アセチレンフリー。引渡し時の温度30℃以下。 貨物タンク；低温鋼（KL33，KL37等）製円筒形タンク。設計蒸気圧 13.8 kg/cm²G，設計温度−40℃。No.1タンク 380 m³，No.2タンク 420 m³，合計800 m³。 船体構造；甲板一重（25mmグラスウール防熱），船側および船底は二重殻。タイプIG船。
貨物移送設備	貨物管装置；液管100 mmφ×2，ガス管80 mmφ×2。（各タンク独立） 低温用鋼管（KLBPまたは相当品）。設計温度／圧力 −40℃／21.4kg/cm²G。 荷役設備；船舶には，貨物ポンプおよび圧縮機のいずれも設けない。貨液／ガスの移送は，陸上の設備による。揚荷は，圧力揚荷。
圧力逃し弁およびベント管	圧力逃し弁；各タンクに2ケの過圧安全弁を設ける。貨物管には，隔離部毎に1ケの圧力逃し弁を設ける。いずれも，共通のベント管に導く。 ベント管；苛性ソーダ水溶液（15%濃度，15m³）タンクを介して，船首部甲板位置の開口端に導く。左右両舷に開口を設け，インタロック（三方弁）で，いずれかの側に常に開口するようにする。
その他の装置	回収装置；スクラバー式の苛性ソーダ水溶液による吸収装置を設ける。1.5 t/Hの速度で合計21 tの塩素を吸収できる容量とする。苛性ソーダタンク，ポンプ，管装置，スプレー等で構成。 冷却設備；ホールドスペース雰囲気を外気45℃において，30℃以下に保てる空調設備を設ける。冷却能力は，40,000 kcal/H。設置位置は，貨物区域上の甲板室とする。ただし，貨物の積揚時の温度条件，航路等によっては，冷却装置を設けないこともある。 乾燥空気；圧力揚荷用の乾燥空気装置は設けない。しかし，タンクや管装置の置換用の乾燥空気供給装置を設ける。これは，一部，ホールドスペース冷却用の装置と兼用する。送風量／露点は，200 m³/H／−45℃とする。
監視制御装置	貨物制御；貨物弁の開閉および各種監視は，ブリッジの貨物コンソールパネルで実施できるようにする。 毒ガス検知；紙テープ式固定検知装置 1，検出端 20点。 隔膜型検出器 2（ラプチャーディスクと過圧安全弁間用） 可搬式毒性ガス検知器：検知管式 3 液面検出；電波式の液面計測および自動しゃ断用，および高位液面警報用を各タンクに1個備える。液面計測の予備としては，各貨液間に流量計を備える。 その他監視；圧力計，温度計等の監視装置は，規則に基づいて適当な形式のものを装備。

貨物管系統の概要を図５－178に示す。図からも分るように貨物移送管は，タンク毎に別個に設ける。

(d) 貨物冷却装置および乾燥空気装置

規則[1]要件ではないので，貨物の積揚荷条件，航路等によっては不要である。この船舶の場合，前述のように甲板に防熱を施し，かつ，船側と船底を二重構造としている。このため，外気との温度差が10℃でも貨物の温度上昇は，１℃未満となる。したがって，航路がそう長くなく，引渡し貨物の温度条件が特に厳しくなければ貨物冷却装置を設けなくてもよい。

前述のように，圧力揚荷用の加圧気体は，陸上からの供給による。また，タンクおよび管装置の置換やガスフリーも，陸上から乾燥空気の供給をうけて実施するのを原則とする。しかし，置換やガスフリーは，本船の設備でも実施できるようにする。この場合，使用する乾燥空気は，露点－45℃以下のものとする必要がある。貨物冷却用の空調設備をこの装置としても使用できるようにする。このため，乾燥空気供給に使用する場合，冷却脱湿した空気を吸着式乾燥機を介して送風するような系統を追加する。また，タンク内残液の気化用に暖かい空気を供給する場合，ヒータも備える。そして，貨物管系統とは，使用時のみ，チェンジピースで接続するようにする。

(e) 回収装置

貨物タンクおよび管装置の置換排出塩素ガスの回収装置としては，スクラバー式の反応吸収装置を設ける（図５－178参照)。吸収剤には，15％濃度の苛性ソーダを用いる。これは，次式の反応で塩素を中和する。

$$2NaOH + C\ell_2 \rightarrow NaC\ell O + NaC\ell + H_2O \cdots (5 \cdot 64)$$

装置は，塩素を1,500 kg/hrの割合で中和できるものとする。そして，船内に貨物量の２％，即ち21トンの塩素を中和し得るのに十分な量，即ち約30トンの苛性ソーダを備える。これは，装置の吸収効率を80％とした値である。（吸収効率＝実際の吸収量／理論吸収量）

貨物ベント装置には，別に，気泡塔槽式の反応吸収装置を備える。（図５－178参照）　これは，苛性ソーダ水溶液中に塩素ガスを吹き込んで反応吸収させるものである。この装置では，貨物量の約0.2％，即ち約２トンの塩素を吸収できるようにする。そのため，塔槽は，20 ㎥の水溶液（15％濃度）を貯蔵し得る大きさとする。この程度の容量があれば，火災時等を除き，万一の場合，過圧安全弁や管系の圧力逃し弁から排出される塩素を十分に中和できる。

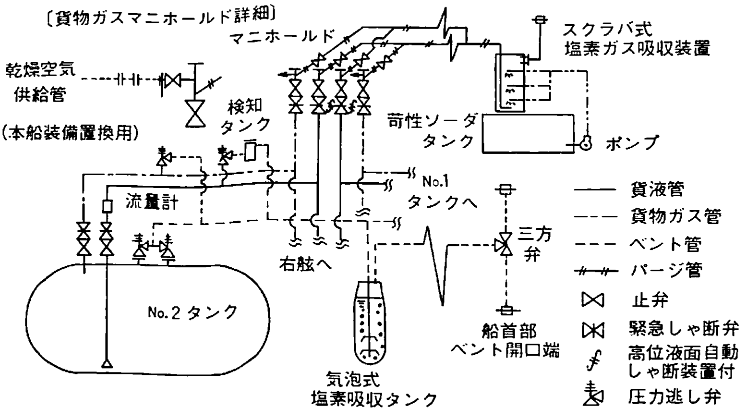


図５－178　液化塩素ガスタンカーの貨物管系統
（貨液／ガス管，ベント管，パージ管）

(f) ガス検知装置

固定式ガス検知装置には，紙テープ式（試験紙光電管式；5・5・8(2)参照）を採用する。これは，0.1 ppmの塩素を検知できる性能を有する。

検出端は，次の個所に配置する。括弧内数値は，検出端の数である。

ホールドスペース底部（前，中および後部）：３
タンクの貨物ベント管の排出側：２
スクラバー式ガス回収装置の排出管：１
気泡塔槽式ガス回収装置のベント管：１
貨物冷却装置用機器室：１
後部甲板室の各区域の通風装置の空気取入れ口：５
船員保護室のエアロック：１
貨物区域の前，中（両舷）および後部：４

タンクのラプチャーディスクと過圧安全弁間の雰囲気のガス検知には，電気化学式隔膜型検出器を採用する。また，保護ハッチ内のガス検知は，開放前および随時，可搬式検知器で行なうこととする。

可搬式毒性ガス検知器としては，低濃度用（0.1ppm程度検知可能）の検知管式を備える。

そのほか，高濃度検知用として可搬熱伝導式ガス検知器を備える。これは，前(1)(b)に述べたタンク気相部濃度確認用である。実際には，積荷完了後の貨物ガス管内の気体濃度を計測することになる。このため，貨物ガス管には，適当なサンプリング器具接続部を設ける。

(g) 液面指示装置

液面計測用および高位液面警報用に，電波式液面指示装置をそれぞれ別個に設ける。高液面自動しゃ断は，液面計測用の装置からの信号で行なう。これらの装置は，非貫通密閉型の液面計とする。なお，コスト，その他を検討して放射線式（間接型）を採用してもよい。そのほか，液面計測の予備として，貨液管に流量計を設置する。

■連載講座

船舶電子航法ノート(80)

木村　小一

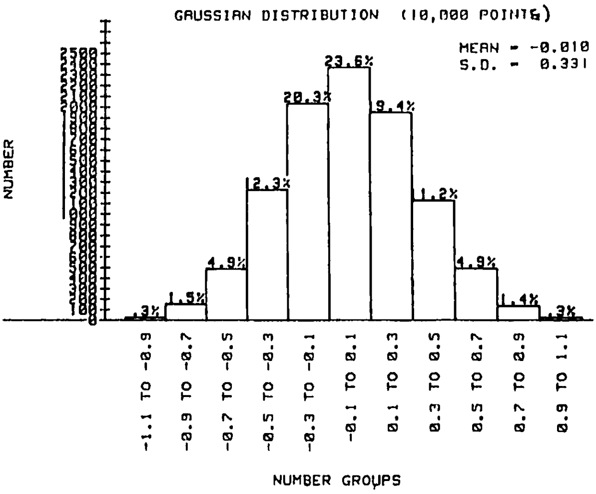
A・3・5　ARPAの精度要件の根拠（つゞき）

用いられた3σが±1の正規分布乱数10,000個のヒストグラムは，第A・3・45図に示す。第A・3・4表はそれぞれの計算結果の誤差の平均値と標準偏差で，平均値の欄の＋はシナリオから得られる値よりも平均値が大きかったとき，逆に－は小さかったときを示す。TCPAのときは＋は時間が長いこと，－は短いことである。第A・3・46図はシナリオ1の1分後の運動の傾向のプロッテングによるバラツキを，第A・3・47図は同じシナリオの3分後の予測結果を，また，第A・3・48図と第A・3・49図はシナリオ4についての同じものを示している。

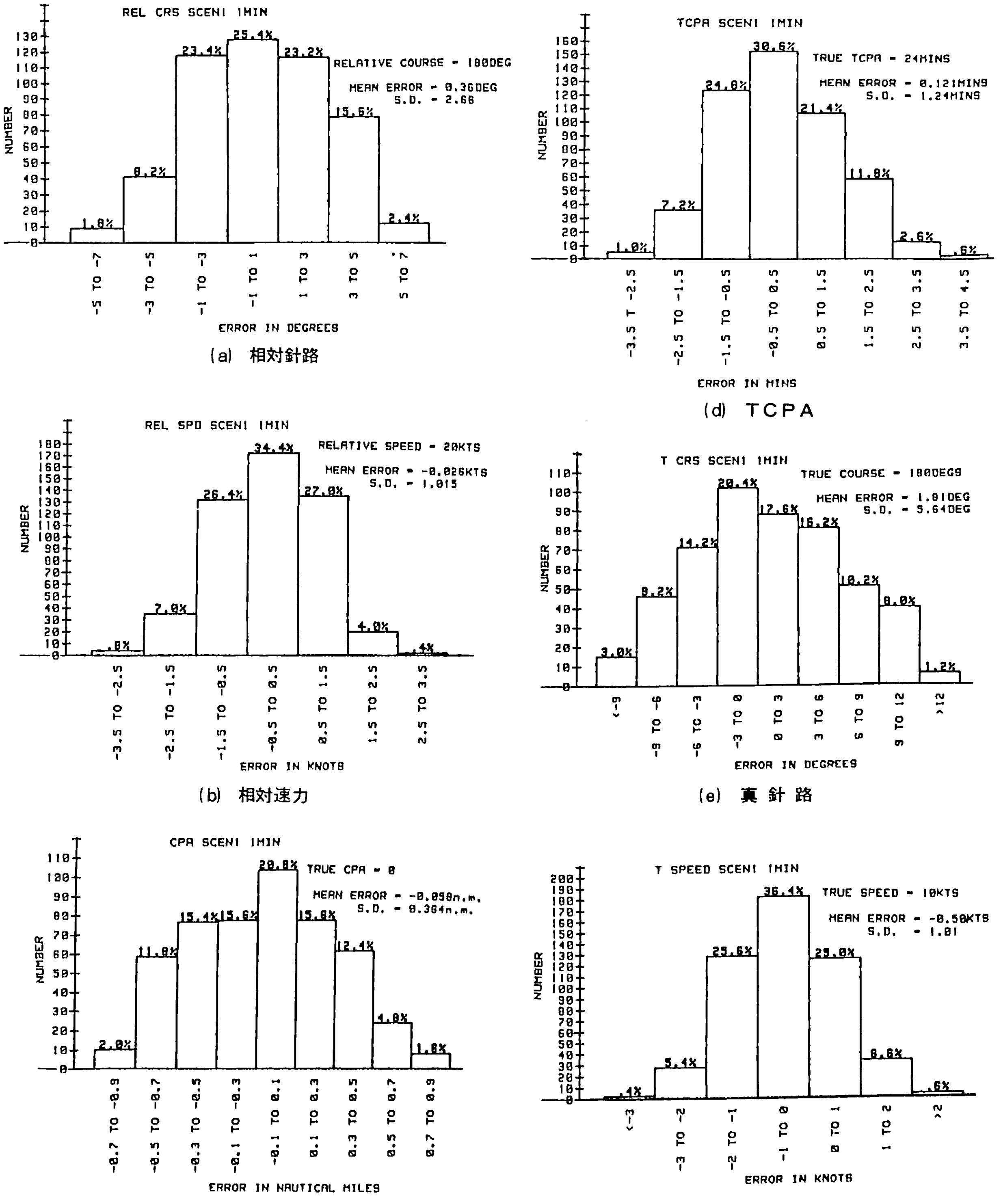
このシミュレーションは実際に経験されると同じようなセンサ誤差を仮定し，また手動プロットは使用したシナリオに適用できるとしているが，その求めた誤差値の精度に及ぼす影響はシミュレーションのサンプル数によってきまると思われる。シナリオ1と2は9個の独立変数を，またはシナリオ3と4は10個の独立変数を含み，それらがおのおののプロット点での距離と方位を与えるために別々の乱数を与えて計算されている。このように変数の数が非常に多いので，平均値と標準偏差を意味のあるものにするには，どれだけの数の計算をすればよいかの判断は困難であり，統計的な計算結果が有意なものであるかどうかをきめる質的な方法は得られた結果の値の分布をしらべることである。

シナリオ1の場合は，両方の船の運動の幾何学が対称的であり，誤差の原因も相対的な航跡のパラメータについて対称的であるので，平均値の誤差はゼロに近くて，誤差の分布は対称的になると考えられる。第A・3・46図と第A・3・47図のヒストグラムはそのことを示している。プロットの回数が増え，また，シミュレーションのサンプル数を増加させれば，この対称性はより強化されるであろう。真針路と真速力の値を計算するときには，平均値にオフセットが生ずると考えられた。0.5°のジャイロコンパス誤差によって導入される針路誤差は1°となるであろう（自船の針路に0.5°の測定誤差があると，自船に対する物標の真航跡の測定値に0.5°の誤差が生ずる）。真速力のオフセットはログのオフセット誤差，この場合0.5 kt，と同じとなるであろう。こうして，これらのオフセット値は図に示した真針路と真速力の平均誤差の測定値に反映されている。得られた分布の形は計算値と結びつけられる一致を示し，それで，仮定入力データによって考えられる代表値であるということができる。

こうして，この手動プロットのシミュレーションの目的はレーダによる物標の追跡についてのいろいろな誤差に対して，レーダ観測者の手動プロットの結果として得られるであろう諸データの精度の値を与えることであった。この研究が行われる前はIMOでの話題では航海者は自動装置ではより高精度が期待できると考えられていた。1°以下の針路誤差と0.1kt程度の速力誤差という期待は非常識ではなかった。この仕事はこれらの期待を確認してはいない。比較的簡単なシナリオである20 ktの相対速度で船首方位から出合うシナリオ1でさえも，1分間のプロットから求める針路誤差は約±7°の範囲内でバラツキ，その結果としての予測CPAの誤差は±1海里の範囲の中にある。これは極端な場合には，実際は1海里左舷側を通り抜けるのに，1海里右舷側を通ると



第A・3・45図　使用した正規分布の乱数の検定結果



(a) 相対針路

(d) TCPA

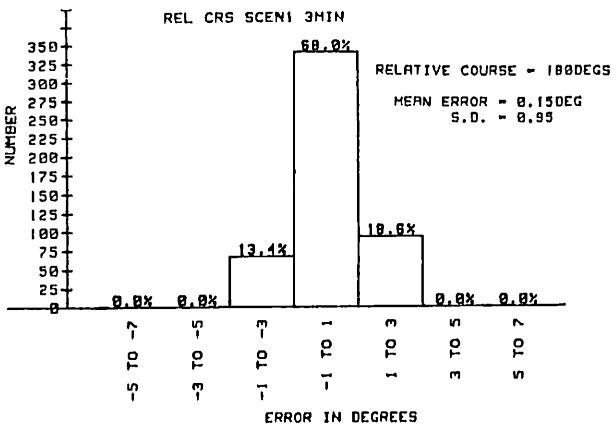
(b) 相対速力

(e) 真 針 路

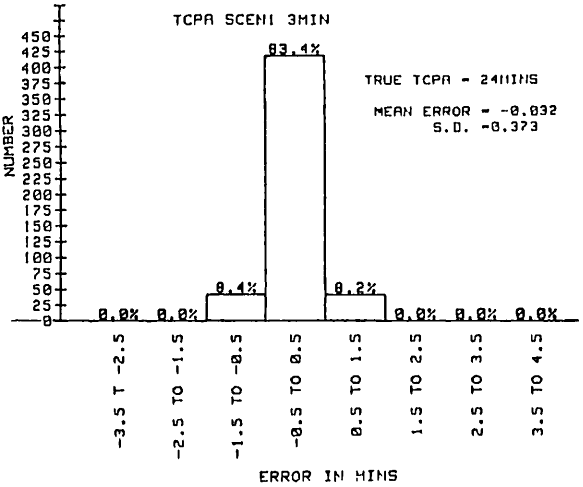
(c) C P A

(f) 真 速 力

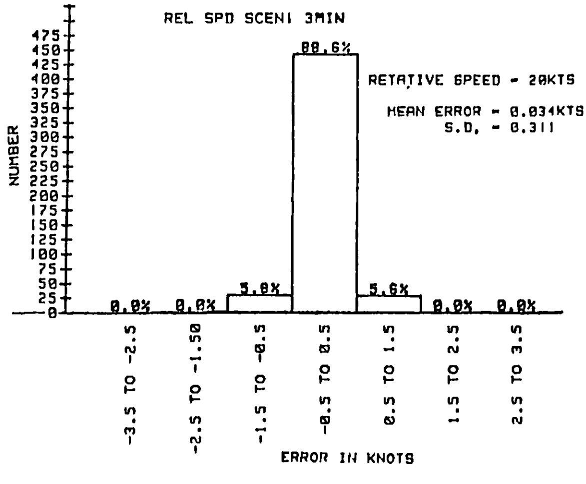
第A・3・46図　シナリオ1，1分後の運動の傾向



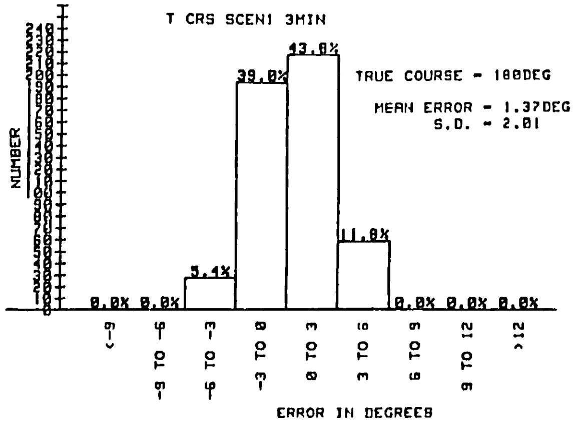
(a) 相対針路



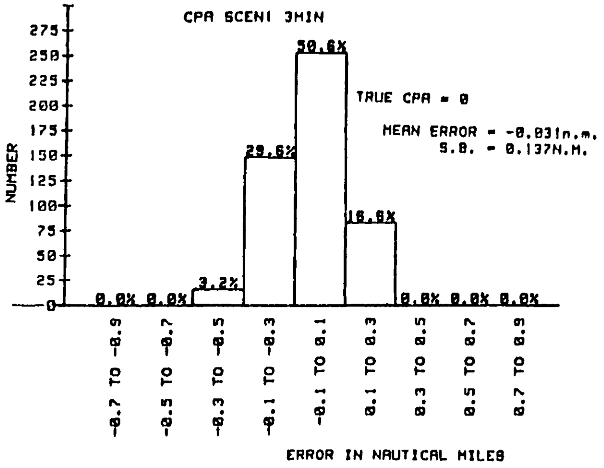
(d) TCPA



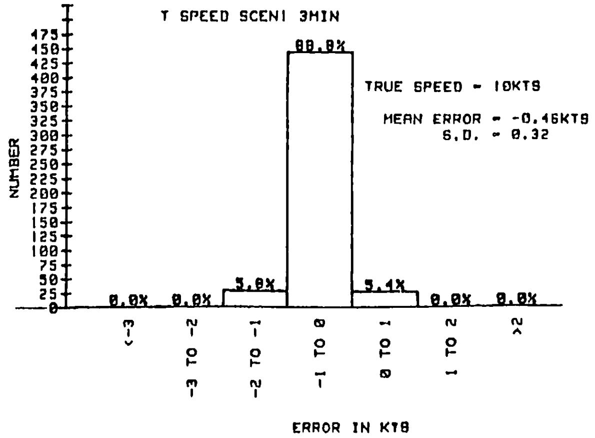
(b) 相対速力



(e) 真 針 路

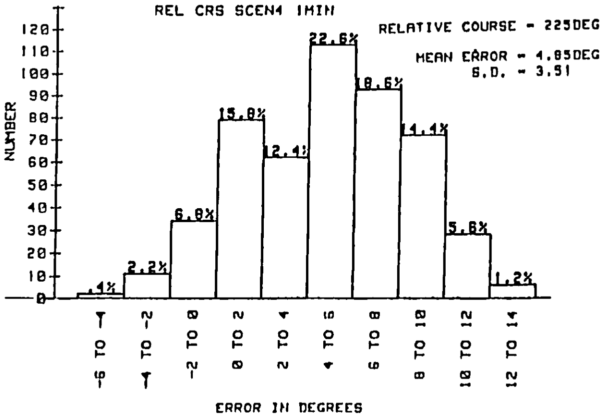


(c) C P A

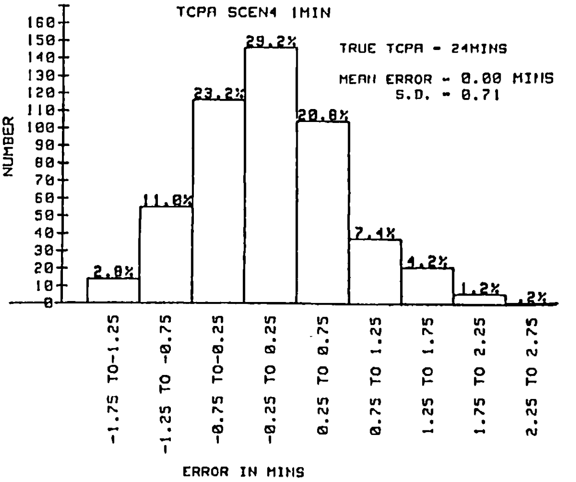


(f) 真 速 力

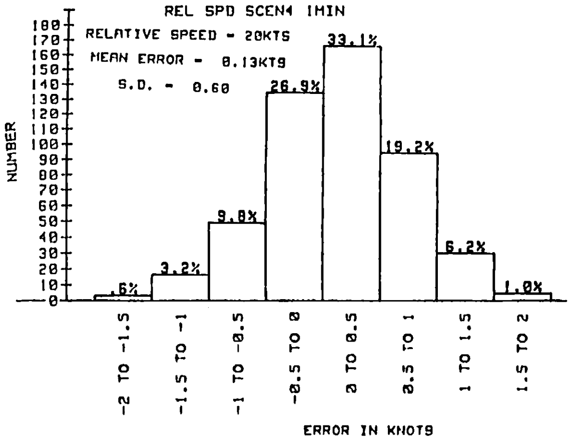
第A・3・47図 シナリオ1, 3分後の予測値



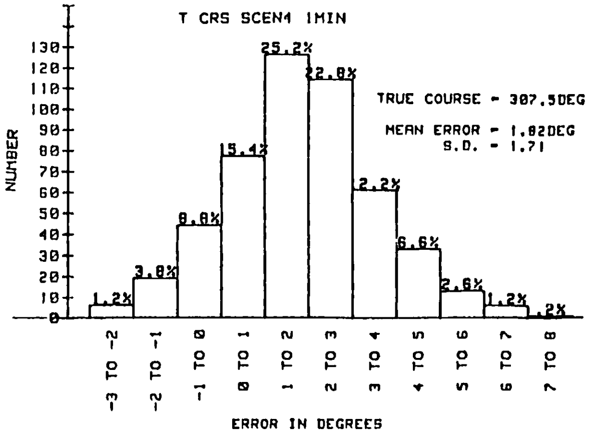
(a) 相対針路



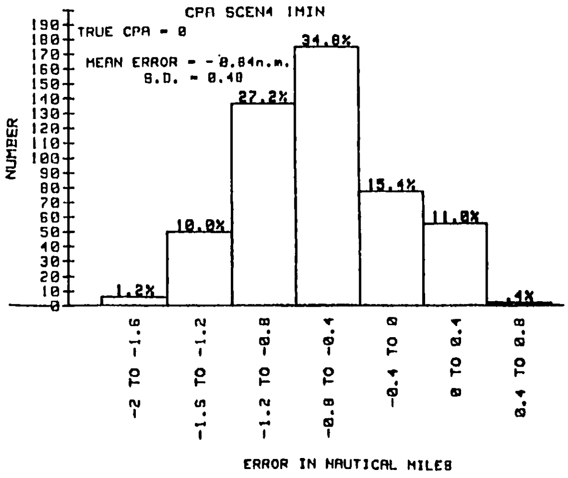
(d) TCPA



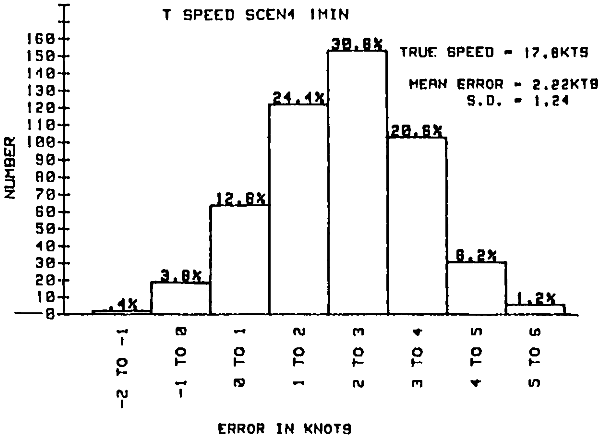
(b) 相対速力



(e) 真針路

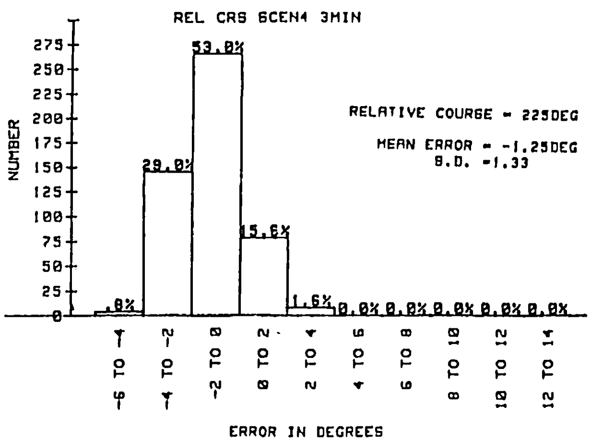


(c) CPA

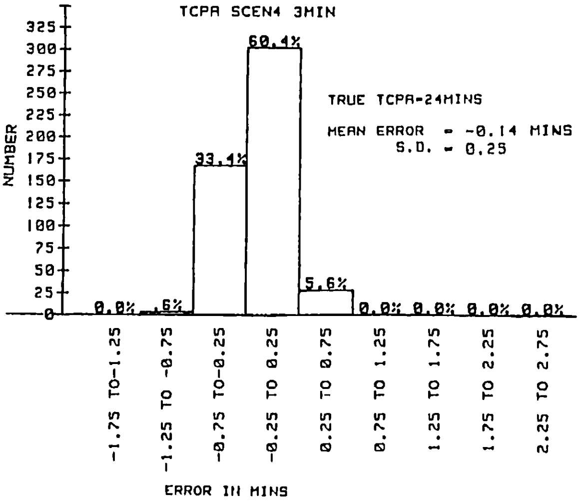


(f) 真速力

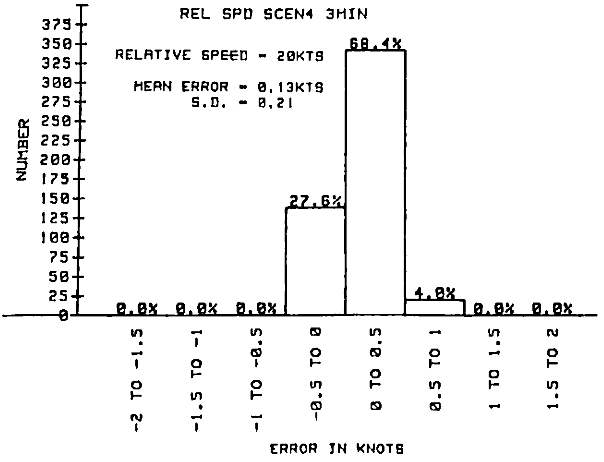
第A・3・48図 シナリオ4，1分後の運動の傾向



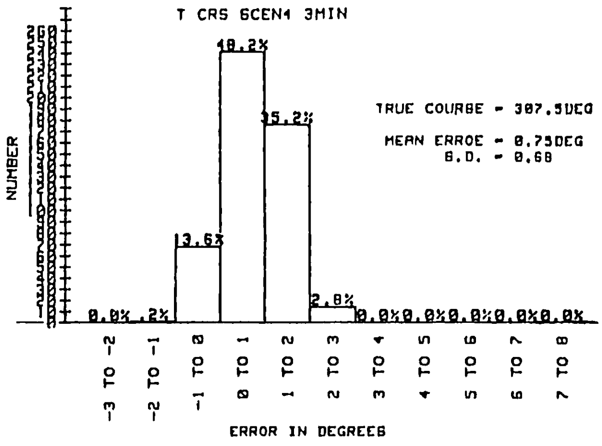
(a) 相対針路



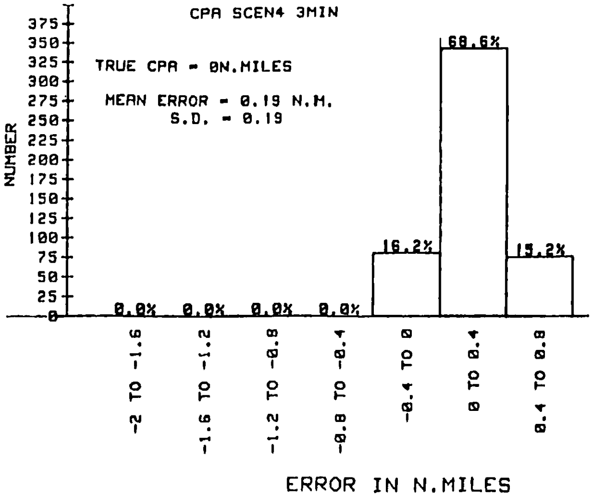
(d) TCPA



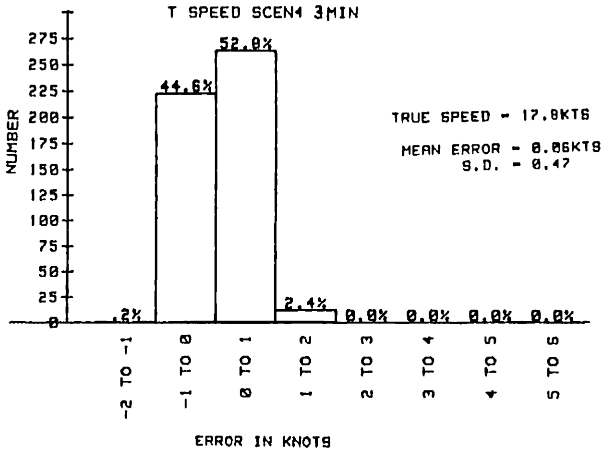
(b) 相対速力



(e) 真 針 路



(c) C P A



(f) 真 速 力

第A・3・49図 シナリオ4，3分後の予測値

第A・3・4表　手動プロットによる各シナリオの1分後の運動の傾向と3分後の決定値の誤差の計算結果（平均値と標準偏差）

シナリオ	プロット時間	相対針路（度）		相対速力（kt）		CPA（海里）		TCPA（分）		真針路（度）		真速力（kt）	
	分	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1	1	0.3613	2.6616	−0.0262	1.0151	−0.0583	0.3643	0.1208	1.2388	1.8074	5.6386	−0.496	1.0135
	3	0.1543	0.9529	0.0343	0.3106	−0.0313	0.1366	−0.0319	0.3731	1.3724	2.0076	−0.4575	0.3152
2	1	0.0175	3.2688	0.0344	0.2837					1.5504	1.7267	0.4401	0.4693
	3	0.1240	1.0417	0.0153	0.1193					1.5258	0.5469	0.4132	0.1803
3	1	4.9049	2.6521	0.0655	1.017	0.6328	0.3620	0.0987	1.2458	7.655	3.1326	0.260	1.0133
	3	−1.2895	0.9528	0.1022	0.3173	0.1983	0.1358	−0.1067	0.3783	0.432	1.1486	−0.229	0.3212
4	1	4.9476	3.5098	0.1308	0.6021	−0.6381	0.4799	+0.0001	0.7097	1.815	1.7124	2.219	1.2397
	3	−1.2488	1.3281	0.1320	0.2051	0.1932	0.1904	−0.1427	0.2446	0.748	0.6778	0.060	0.4658

考えることを意味する。非常に恐ろしいことである。

実際にはプロットの時間は1分よりは多く，3分プロットでは針路誤差は±3°の間までに減少するが，CPAの誤差はなお± 0.4 海里になる可能性がある。プロット時間をより長くすると，より信頼できる予測が得られるように見える。しかし，実際には長いプロット時間の平均をした結果，その中でも特に衝突の危険が存在したり，接近している状態ではその結果に頼ることは危険である。そのような状況では，危険な物標はその状況を避けるために操縦をしているかも知れないからである。長いプロット時間であるときで，とくに操船が積極的でないときは，平均化によってその操船がはっきりとしなくなるからである。実際にはプロッテングでの誤差はもっと大きいと考えられるが，そのことは航海者がよく理解し，追跡しているレーダー物標からの危険の可能性を考えるときに頭に入れておくべきことである。

このシミュレーションの結果は，最終的の結果が出る前にIMOによって参照され，その時点での平均値からの2σ の値として採用されている。従って，**第A・3・4表**とは若干異っているが，その結果が本誌の1980年11月号の5・2・26節にあるARPAの性能標準の3・8項の精度中にある表である。こゝにそれを再録しておく。

3・8・2　ARPAは，1つの物標の相対運動の傾向を安定な状態のもとで追跡し，1分間以内につぎの精度の値（95%確率値）で表わさなければならない。

データ／シナリオ	相対針路（度）	相対速力（ノット）	CPA（海里）
1	11	2.8	1.6.
2	7	0.6	
3	14	2.2	1.8
4	15	1.5	2.0

3・8・3　ARPAは，1つの物標の運動を安定な状態のもとで追跡して，3分間以内につぎの精度値（95%確率値）をもって表わさなければならない。

データ／シナリオ	相対針路（度）	相対速力（ノット）	CPA（海里）	TCPA（分）	真針路（度）	真速力（ノット）
1	3.0	0.8	0.5	1.0	7.4	1.2
2	2.3	0.3			2.8	0.8
3	4.4	0.9	0.7	1.0	3.3	1.0
4	4.6	0.8	0.7	1.0	2.6	1.2

×　　×　　×　　×

船舶用主軸発電装置の技術提携と発売

神鋼電機では，船舶の省エネ化を図る船舶用主軸発電装置について，西独ＡＥＧテレフンケン社と技術提携を完了し発売をしている。

特徴

(1) 本装置のシステム効率は約85%と，従来のこの種発電システムに比較し極めて高効率であることと併わせ船内発電用として低廉なＣ重油が使用できることにより，省エネルギー，燃料費の削減効果が大きい。

(2) 発電機を主軸の中間又は主機のクランク軸の船首側に直接取り付ける方式を可能にしたことにより，装置の簡素化，コストダウン，保守の容易性が図れる。また従来の主軸に増速装置，ギヤ等を介して発電機を駆動する方式も製作可能である。

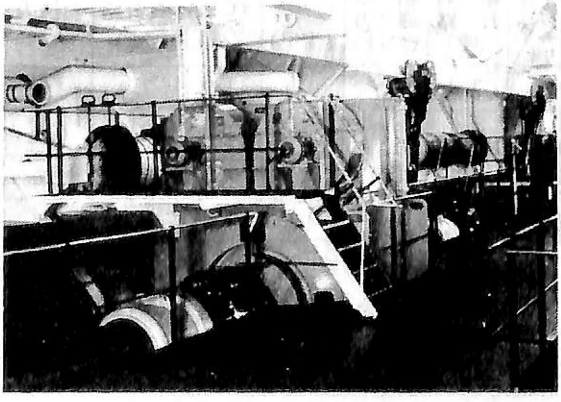
(3) 補機発電機，排ガスタービン発電機等，他の発電装置と安定した並列運転が可能である。

(4) ダイオードブリッジによる順変換を採用しているので高力率となり，発電機，インバータ共に小型・軽量化を図っている。

(5) 短絡事故に対する保護装置として，サイリスタスイッチ（AEG社特許）を設け，無接点化しているので，従来のHSCB（High Speed Circuit Breaker）等に比べ，高速遮断が可能でメンテナンスの必要もない。

(6) インバータ内にシステム全体を監視するモニタリング装置を設けて安全性・保守性を高めている。

〔お問い合せ先〕　神鋼電機株式会社
東京都中央区日本橋３－12－２　電話03（274）1111



船舶用主軸発電装置

乗用車用セラミックターボの実用化に成功

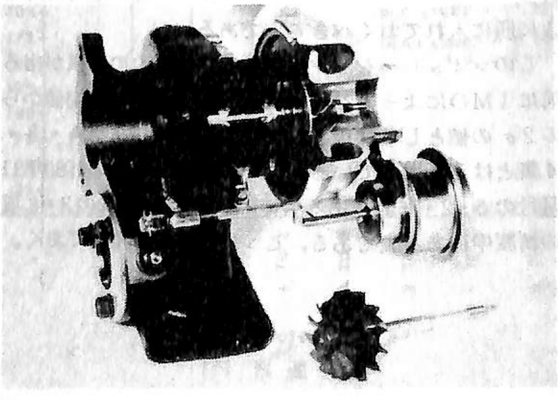
三菱重工業・相模原製作所は，乗用車用セラミックス製ターボチャージャの実用化に成功した。

今回セラミック化したのは，排ガスによって900度以上の高温にさらされる羽根車の部分で，加工性のよい窒化ケイ素（シリコンナイトライドSi_3N_4）という材料を使用している。

セラミックスになった羽根車は，重さが従来のニッケル系の耐熱合金の羽根車の３分の１と軽く，少量の排ガスで回るため，これまでエンジンの回転がある程度まで上がらないと発揮できなかったターボの性能を，低回転域からもスムースに引き出すことができ，バランスのとれた高出力化をはかることができる。また，耐熱性にすぐれているので，長期間の使用にも品質の変化がなく高い信頼性を実現している。

現在，当社で生産しているターボチャージャのうち，最高回転速度が毎分27万回転，適応機関出力が8～40馬力の「TD02」から同25万回転，同12～56馬力の「TD025」，同23万回転，同15～65馬力の「TD03」，同20万回転，同22～100馬力の「TD04」，同17万回転，同40～130馬力の「TD05」，そして同14万5千回転，同60～180馬力「TD06」まで6機種のラインナップをセラミック化し，来秋から順次供給を開始する方針である。

ターボチャージャは排ガスの勢いでタービン側の羽根車を回し，それによって同軸上のコンプレッサーで空気を圧縮，最高約２～３気圧の空気をエンジンに送り込んで燃焼効率を上げるというしくみである。



セラミックス製羽根車とそれを組込んだターボチャージャ

＜第24回＞

コンテナー条約の改正について

運輸省船舶局検査測度課 安全企画室

1. はじめに

標記については，すでに第17回ＩＭＯコーナーの中で，第24回コンテナ貨物小委員会での審議結果を，速報として簡単にお知らせしている。この結果は，本年6月に開催された第48回海上安全委員会において審議され，全会一致をもってコンテナー条約の改正案が採択され，同時に，この改正についての異議通告の期限を1983年11月1日とし，この期限までに5以上の締約国から異議の通告がない限り，同条約第10条の規定により，同改正は，1984年1月1日から発効する旨決定されている。

現在のところ，これに異議通告を行なってきた国はなく，また，改正案は海上安全委員会において全会一致をもって採択されているところから，来年1月1日から改正が発効するのは確実とみられるので，今回は，この改正についての詳細を述べてみることとする。

2. コンテナー条約とは

(1) 成立経緯

現在のコンテナーのはしりは，1920年代の米国の鉄道にまでさかのぼることができるが，海上でのコンテナー船の就航は，1966年の北大西洋航路から始まり，その後わずか10年で世界の主要な航路がコンテナー化されるに至っている。

我が国においても，1968年からのカリフォルニア航路のコンテナー化が始まっている。

これらの，海上輸送におけるコンテナー化の急速な発展に鑑みて，当時のＩＭＣＯは，第6回総会（1969年）において，「コンテナー輸送に関する国際会議」を開催することを決定し，これに基づき，1972年末にジュネーブの国連ヨーロッパ総本部において，同会議が開催され，日本をはじめ84ケ国が参加した。

この会議では，①当時流通している海上大形コンテナーは，50万個から60万個と言われているが，将来この数が増加した場合に，人命の安全を確保するためには，国際的に統一された技術上の基準が必要であること，②一部では，自国に入るコンテナーについて，独自の安全規制を行なおうとする動きがあるが，これは，コンテナーの円滑な国際流通の妨げとなるおそれがあること，が確認され，これらの解決の一助とするため，ＣＳＣ条約（International Convention for Safe Containers：安全なコンテナーに関する国際条約）が採択されることとなった。

その後，1976年8月に，9番目の締約国として，ソビエトが批准し，同年9月6日に，10番目および11番目の締約国として，ウクライナ共和国および白ロシア共和国が批准したため，条約第8条の規定により，1977年9月6日に発効するに至っている。

現在の締約国は，本年9月13日に，ノルウェーが加入し，計37ケ国となった。

この間に，1981年12月1日には，条約の第1次改正が発効しており，今回の改正は，第2次改正ということになる。

(2) 条約の概要

今回の改正について述べるまえに，現行条約について，次にふれてみよう。

条約は，前文，本文，附属書Ⅰおよび附属書Ⅱから構成されている。

前文では，(1)にあるようなこの条約の締結の必要性を述べている。

本文は，16条から成り，言葉の定義（第2条），この条約は，航空コンテナー以外のコンテナーに適用すること（第3条），締約国の承認の相互の認容（第5条），監督（第6条），批准等（第7条），効力発生(第8条)，改正手続（第9条，第10条），その他(第11条～第16条)について規定している。

附属書Ⅰでは，承認されたコンテナーには，安全承認板を取り付けること(第1規則)，検査の間隔は，24箇月(最初の検査にあっては，5年）とする（第2規則)，新造コンテナーの承認に関する規則（第3規則～第8規則)，現存コンテナーの承認に関する規則（第9規則・第10規則）等の検査に関する規定を定めている。

附属書Ⅱでは，コンテナーがここに定める試験に合格すれば，安全なコンテナーと認められることとし，7の

試験の試験荷重および試験方法を定めている。

3. 改正の内容

(1) 最大総重量の表示

ＣＳＣ条約では，最大総重量を安全承認板に記載することとされているが，同時にＩＳＯ（国際標準化機構）規格においても，同規格で定められた最大総重量を表示するよう求めており，一部のコンテナーでは，これらの表示が異なっているもの（例えば，安全承認板では24 ton に対して，ＩＳＯでは 20.32 ton の表示）があり，これは，人命の安全上問題がある旨，英国から指摘された。

これに基づき，これらの表示を統一することに合意し，附属書Ｉ第１規則の改正がなされ，すべての最大総重量の表示は，安全承認板の表示と一致させることとなった。（改正の発効日前に製造が開始されたコンテナーについては，５年間の猶予が認められている。）

なお，ＩＳＯにおいても，同様の趣旨で改正の検討が進められている。

(2) 空の場合のみに使用する附属品の表示

この表示については，附属書Ⅱ構造３において規定している。

しかしながら，従来，この規定に基づく具体的な措置はとられておらず，また，第19回ＢＣ小委員会における空コンテナー専用フォークポケットにその旨の表示が必要ではないかとの提案についても，コンテナーの安全性の確保上，必ずしも有効たり得ないという判断から，第23回ＢＣ小委員会において，当該条項を削除することとされた。

(3) タンクコンテナーの積重ね試験

積重ね試験の際は，内部荷重および外部荷重を負荷することとされており，内部荷重としては，コンテナーの重量が最大総重量の 1.8 倍となるような荷重が必要である。しかしながら，①タンクコンテナーの試験において，これだけの内部荷重を負荷することは，実際上困難であること，②ＩＳＯ規格においては，空の状態で試験を行なっていること，等から再検討が行なわれていた。その結果，タンクコンテナーについては，ＩＳＯにならい，空の状態で積重ね試験を行なってよいこととされた（図１）。

(4) タンクコンテナーの長手緊締試験

(3)と同様に，長手緊締試験においても，コンテナーに内部荷重と外部荷重を負荷することとし，内部荷重は，最大積載重量と同じ大きさとされていた。しかしながら，硫酸（比重約 1.8 ）等を積載するタンクコンテナーについては，この荷重を安全な物質（例えば，水）により達成するのは困難であり，他の試験方法を認めようとするものである。

即ち，タンクコンテナーに，補助の荷重を負荷して，内部荷重が最大積載重量と同じ大きさと同等の状態で試験を行なうことができることとした(図２)。

(5) コンテナーの検査の間隔

現在，コンテナーの検査の間隔は，製造日から最初の検査までは５年，２回目以後の検査は24箇月毎とされている。

ところが，第23回の会議で，ＩＭＤＧコード等他の国際規則における危険物輸送用タンクコンテナーの検査の間隔が条約と異なっており，これらの整合を図るべきである旨の提案があり，西独，カナダおよび我が国は，態度を留保していたところである。

第24回ＢＣ小委員会では，我が国としては，①ＩＭＤＧコード等の勧告との整合を図るため，条約を改正するのは，本末転倒であること，②一部の特殊なコンテナーの規定の整合性を図るために，他の一般的なコンテナーについての規定の改正まで行なうことは望ましくないこ

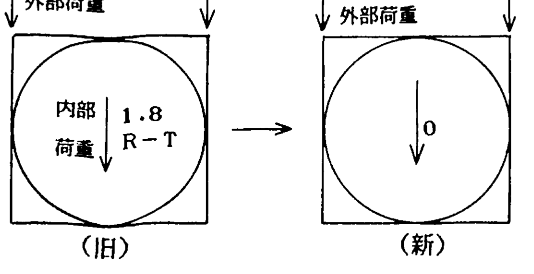


図　1

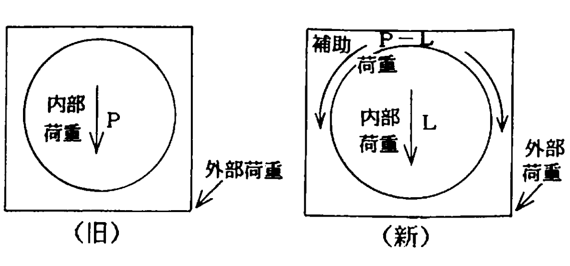


図　2

と，等の理由により，カナダとともにこの提案に反対したが，賛成多数により，2回目以降の検査の間隔を30箇月とする改正がなされることとなった。

(6) 代替検査計画

コンテナーは，(5)でもふれたとおり，定期的な検査を行なわなければならないとされている。

これに対し，第21回ＢＣ小委員会において，世界一のコンテナー保有国でもあるアメリカから，この定期的な検査以上に厳しい検査と保守管理システムにより運用されているコンテナーについては，定期的な検査の代用としての代替検査計画（継続検査計画：Approved Continuous Examination Programmes）としてこの保守管理システムを認めようとの提案がなされた。

各国は，その趣旨に賛同しつつも，国際的に統一的な認定基準および検査記録薄の保管業務等について問題があるとして，検討が続けられることとなっていた。

第24回ＢＣ小委員会での結果，保守管理を行なう者はコンテナーに人命の安全を阻害する欠陥がないことを判断できる経験と知識を持った者とし，代替検査計画においても，大修理・再生等の際に行なう"Thorough Examination"（代替検査計画では，Thorough Examination と各流通経路で行なう Routine Operating Inspection とがある。）を少なくとも30箇月に1回行なうこととすること等が合意され，条約が改正されることとなった。

また，この代替検査計画により運用されるコンテナーには"ＡＣＥＰ"の文字と承認を与えた締約国の識別番号を表示することとなり，コンテナー所有者をなやませている次回の検査日の打刻は不要となった。

この代替検査計画により，コンテナーの安全性を十分確保しつつ，円滑な運用が行なえるのではないかと期待されている。

4. 国内法の対応

コンテナーの国内規制は，船舶安全法に基づく省令である船舶安全法施行規則および船舶設備規程で行なわれており，船舶局では，今回の条約の改正に対応したかたちでこれらの国内法の改正を行ない，コンテナーの円滑な運用を妨げることなく安全規制を行なうべく作業中であるが，この国内法の改正の具体的内容についての解説は，またの機会にゆずることとする。

●お知らせ

「海洋工学国際シンポジウム」開催案内

International Symposium on Offshore Mechanics and Arctic Engineering

第1次石油危機の後，特に，未発見の海底石油の採掘や石油資源に代わるエネルギー資源の開発への努力が，世界的に行なわれてきている。ごく最近では，石油消費の伸びが鈍ったことにより，一時期と比べると石油代替エネルギーに対する開発熱が少し弱まった感もあるが，エネルギー問題が食糧問題などと共に，私たちにとって不可避の重要課題であることには変わりない。

海洋は莫大なエネルギー・鉱物・水産資源或いは広大な空間を抱えており，問題はこれらを経済的に有効に利用できる技術の開発にあるといえる。アメリカ機械学会(American Society of Mechanical Engineers, 略称：ASME）では，1978年より毎年ヒューストン，或いはニューオーリンズでエネルギ資源開発技術会議(Energy Technology Conference and Exhibition）を開催しているが，1982年からは海洋部門が独立して表記の海洋及び極地工学に関するシンポジウム（略称：ＯＭＡＥ）を同時開催するようになった。これは時代の要求に沿ったものであり，海底石油開発技術の最先端が残された石油埋蔵域を求めて大水深域或いは北極海での石油開発に向けられていることを反映しているともいえる。

日本造船学会では，来年度の第3回ＯＭＡＥシンポジウムより，これを共催し，広く海洋開発技術の発展に寄与することになった。今後のシンポジウム開催予定は下記の通りであり，1986年には第5回シンポジウムを東京で開催することが決定している。広範囲の方々の論文のご応募とシンポジウムへ多数のご参加をお願します。

開催予定

第3回 1984年2月12～17日（米，ニューオーリンズ）
第4回 1985年2月3～7日（米，ヒューストン）
第5回 1986年4月中旬(4日間)(日本,東京,会場未定)

お問い合わせ先：(社)日本造船学会 国際部
〒105 東京都港区虎ノ門1—15—16 船舶振興ビル
または，Prof. Jin S. Chung, OMAE Symposium Chairman, Colorado School of Mines Golden, CO 80401 U.S.A.

「船の科学」内容索引　第36巻（昭和58年1月号～12月号）

◎新造船写真と要目

(1) はりえっと丸，白峰丸，かえで，昭神丸，
エイシアン　グローリー，成拓丸，清澄丸，高塔山丸，
きそがわ丸，淡青丸，シルバークイーン2，
New Venture, Manila Pacific,
CO-OP Express I, Yick Wing,
World Harvest, Sele/Pertamina 3006,
Ocean Runner, Pranedya Tritya,

(2) 白山丸，さんた　あめりか丸，山城丸，しらせ，
ニュー　クイーン　コーラル，
Mobil Valiant, Kiukiang Career,
Menina Barbara, Kildonan Venture,
EL Kef, Lantana, Super Servant 4,
Rainbow, Golden Mermaid,
GoGo Chemstar

(3) 新洋丸，リード ボイジャー，大晃丸，第八十五日宝丸，
Anniversary Thistle, London Victory,
昆明湖 (Kun Ming Hu), Mount Taygetos
World Aspiration, World Crane,
Nedlloyd Colombo,
Sepinggan Pertamina 3008,
Pranedya Quartya, Nopal Barbro,
Minoru, Asian Plutus, Bunga Kemuning,
Reem, Gemini Moon

(4) 阿蘇丸，ぺがさす丸，豊裕，ぐろーばる　はいうぇい，
翠洋丸，大島丸
Lagoven Paria, Torm Alice,
Philmac Venture, Everace, Raffia Univeral,
Balder Phenix, Maharlika I
Auto Batam 2

(5) 千城川丸，おりおん　だいやもんど，
いーすたん　あらいあんす，照神丸，とよふじ8，
第十七陽周丸，まさき，新東京丸
Cetra Sagitta, Neptune Altair,
Pernas Arang, 微山湖(Wei Ghan Hu), Maroula,
CO-OP Express II, Cavalier, Ruth Venture,
Menina Christina, Lakes Star,
Andros Island, Arabella, Ocean Pride

(6) 箱根丸，大春丸，昭隆丸，コープ　サンシャイン，
セブン　アローズ，あらすか　れっくす，うわじま2，
ほうしょう，さわかぜ，しらゆき，おきしお，
Neptune Canopus, 武昌湖(Wu Chang Hu),
Ever Obtain, Shoun Ambassador, Tropic Lure

(7) くりーん　りばー，りっちもんど　ぶりっじ，
甲山丸，諏訪丸，天勝丸，ゲラリア，
オリエンタル　グローリー，天城丸，ぼらん，
新あかしあ丸，しらふじ丸，ゆうばり，
Bulk Venturer, Mantinia, TNT Alltrans,
Ming Jade, Leader, Ocean Arrow, 金山海
(Jin Shan Hai), Sanga-Sanga Pertamina 3009,
La Liberté, Hual Traveller, Asia Venture,
Flores Ikaluk, Imkenturm,

(8) 筑波丸，ふろんちあ丸，雲海丸，駿河丸，
シンガポール　フォンテン，かしわぎ丸，長宝丸，
第2たかほこ丸，
Nestor, Lagoven Moruy, Golden Falcon,
Mobil Enterprise, Konvall,
Greenland Rex, Andhika Permata

(9) 春栄丸，すにもす　えーす，オーキッド　エース，
雄大丸，こさど丸，
World Spear, Nicopolis,
Captain Stamatis, Maritime Queen,
La Marquesa, Gulfwind, Crown Kapal,
C. R. Douala, Shoun Bontrader,
Autotransporter

(10) 尾州丸，東京丸，カマル　エクスプレス，松瑞丸，
ぶんご　りいふあ，日産みやこ丸，湖の子，
第五十八辰巳丸，フェリーげんかい，
Fidelity L, Caribbean Shoot II, Taurus,
Fjordnes, Shelly Bay

(11) 新米州丸，倉島丸，神海丸，
ずういん，択洋，マリーン　ホーク
Al Funtas, Mandolyna, Prabhu Parvati,
Star Teresa, 銅山海 (Tong Shan Hai),
Hassan Merchant Shimakaze,
Melbourne Highway, Tomoe 305, Sonbai,
Asean Lady, 粤順1 (Yuet Shun 1), Arif

(12) 播州丸，第十天社丸，東敬丸，敬洋丸，
さんちゃご，こうらく丸，第1　たかほこ丸，
第3　たかほこ丸，ちくぜん，

Adamas, United Hope, Arkadia, Elegance, Ever Guard, Kepbreeze, Yick Zao, Stork Voyager

◎一般配置図（GA），中央横断面図（MS）
機関室平面図（ER）

"かえで"&"さくら"（GA）（MS）……1
CO-OP Express I（GA）（MS）……1
シルバークイーン2（GA）……1
清澄丸（GA）……2
ニュークイーンコーラル（GA）……2
大晃丸（GA）（MS）……3
ぺがさす丸（GA）（MS）……4
Philmac Venture（GA）（MS）……4
千城川丸（GA）（MS）……5
おりおん だいやもんど（GA）（MS）……5
新東京丸（GA）……5
Ocean Arrow（GA）（MS）……6
Hual Traveller（GA）……7
ほうしょう（GA）……7
扇容丸&日産丸（GA）……8
くりーん りばー（GA）（MS）……9
C. R. Douala（GA）（MS）……9
こさど丸（GA）（MS）……9
倉島丸（GA）（MS）……10
Nestor（GA）（ER）……10
マリンホーク（GA）……11
尾州丸（GA）（MS）……11
すにもす えーす（GA）（MS）……11
播州丸（GA）（MS）……12

◎ニュース解説 米田 博

日本の海運造船の課題……1
厳しい1983年の滑り出し……2
造船業を救うものは造船業のみ……3
石油値下げと海運造船……4
造船不況対策……5
日本船によるLNG輸送……6
ハンディ型バルカーブームと海運市況への影響……7
景気回復の兆しと海運・造船……8
海上貨物流動の変化への日本海運の対応……9
昭和59年度海事関係予算の方向……10
高信頼度知能化船研究開発，
石油ショック10年に思う……11
造船業の好不況と大学の教育研究……12

◎新造船紹介

ケミカルタンカー"かえで"&"さくら"（来島）……1
自動車/撤積貨物船"CO-OP Express I（日立）……1
セメント運搬船"清澄丸"（内海）……2
冷凍船"大晃丸"（四国）……3
撒積船貨物船"ぺがさす丸"（住友）……4
油槽船（原油）"Philmac Venture"（三菱）……4
撒積貨物船"千城川丸"（川崎）……5
自動車運搬船"おりおんだいやもんど"（三菱）……5
撒積貨物船"Ocean Arrow"（来島）……6
自動車運搬船"Hual Traveller"（金指）……7
水中翼船"ほうしょう"（日立）……7
帆装貨物船"扇容丸"&"日産丸"（鋼管）……8
LPG運搬船"くりーん りばー"（川崎）……9
多目的貨物船"C. R. Douala"（三菱）……9
冷凍運搬船"倉島丸"（四国）……10
プロダクト運搬船"Nestor"（三井）……10
LNG運搬船"尾州丸"（川崎）……11
モジュール運搬船"すにもす えーす"（山九）……11
LNG運搬船"播州丸"（三菱）……12

◎推進器装置紹介

熱媒体油冷却機関の廃熱利用システム（松井）……2
スルザー7RTA58型ディーゼル機関(1), (2)（三菱）…9,10

◎論文と解説

年頭所感……野口 節……1
巡視船"そうや"による氷海中航行試験(1)(2)(3)
……船舶局……1, 4, 7
ISSOA'82参加報告……飯島幸人……2
水雷艇"友鶴"謎の転覆問題について(1)
……松本喜太郎……2
船舶信頼性調査……船舶局……3
プロペラ設計問題へのパソコンの利用…岩井次郎……3
IMO規則先取りFRP製耐火救命艇 …信貴造船所…3
超低温容器としてのアルミニウム
……スカイアルミニウム……4
総合安全保障と造船……船舶局……5
改造船機主帆従"愛徳丸"の省エネ実績
……船舶技術開発……5
船用材料としての銅及び銅合金……日本銅センター…5
船舶自動化設備特殊規則の制定について…船舶局……6
光ファイバ伝送システムの船舶への応用…藤倉電線…6
アルミニウム合金製LNG船積用球型タンクの製作
……川崎重工業……6

世界初の氷海域用海底石油掘削装置
"Kulluk"の概要……三井造船………7
トンの発生と積量測度…………………伊丹良雄………7
帆走の実態………………………………志賀竹麿………8
リグの需要動向について…………………船舶局………8
深海調査船耐圧殻用超高降伏点鋼について
……………新日本製鉄…………8
先端技術を支えるファインセラミックス
……………日立化成工業………9
可変ピッチプロペラの省エネ効果について
………………三菱重工業………10
肥大船自航試験の理論的取扱いおよび舵に働く流体力
…………………中武一明………11
二次元物体に働く非線型流体力について
………経塚雄策………11
欠陥を有する溶接部の信頼性解析……板垣　浩………11
小型船舶の折損事故解析………………大坪英臣………11
舶用超電導推進システム……………住友重機械………11
飛行艇の離着水………………………新明和工業………12
CPP翼の翼面加工システム…かもめプロペラ………12

◎海外資料

ANL社向け石炭焚きバルクキャリア(2)…編集部訳…1
船舶の復原性確保のためのIMOの活動…田宮真訳…2
8,300㎥積LPG/ケミカル
"Igloo Finn"…………編集部訳…3
家畜の海上輸送における問題点，要件および国際規則
………………編集部訳…5
ディーゼル電気SCR推進機関
ケーブル敷設／修理船に搭載…………編集部訳…6
船舶設計における経済性の傾向……………編集部訳…7

◎LNG船の就航記録から（連載完）

(20) 貨物用諸装置の損傷事故及びその防止対策………1
(21) 船舶間の貨物移送(上)………………………………2
(22) 船舶間の貨物移送(下)………………………………3
(23) LNG船の流出，投棄および大気放出……………4
(24) LNG/LPG船の記録（抄訳）……………………5
(25) スロッシングによる損傷とその防止対策…………6
(26) 就航LNG船の概要および主要目一覧……………7
(27) 火災およびその他の重大事故の対策(完)…………8

◎日本商船隊の懐古（写真・解説）　山田早苗

あふりか丸，淡路山丸……………………………………1
天洋丸，諏訪丸，山東丸，信貴丸，大義丸……………2
賀茂丸，霧島丸，河南丸，北昭丸，鳳山丸……………3
粟田丸，翔鳳丸…………………………………………4
景福丸，昌慶丸，有馬丸，葛城丸，あかつき…………5
浅香丸，メキシコ丸……………………………………6
吉野丸，長城丸，長安丸，長江丸，織殿丸……………7
日光丸，博愛丸…………………………………………8
徳島丸，恵昭丸…………………………………………9
氷川丸，熱田丸…………………………………………10
日本丸，亜米利加丸，香港丸，天洋丸，広祐丸………11
阿蘇山丸，阿蘇丸………………………………………12

◎商船の映像　野間　恒

ニューヨーク港の客船群(1)
Trans Atlantic Liners ………………………8
ロサンゼルス港の商船群(2)(3) L. A. Line ………9,10
レッド・スター・ラインの客船(4)
Finland, Belgenland ……………………………11
パナマ運河の日本商船(5) かなだ丸，ぶらじる丸……12

◎世界の船舶（写真・図面・解説）

Wartsila の現況…………………速水育三……………1
クルージング客船 MS"Tropicale"(写)
……………速水育三…………3，4
Super Love Boat が1984年に就航（写・解）
Princess Cruises/P&O Line…5
ソ連砕氷船"Dikson""Kapitan Evdokimov"
（写・解）……………………………6
Silja Line の大型カーフェリー客船（写・解）
……………………野間　恒……………6
ノルウェーのクルーズ客船"Song of America"
（写・解・図）………野間　恒……………7
Wartsila 新造船紹介"LPG運搬船"Yavire"，
"砕氷型貨物船"Monchegorsk"(写)…11

◎私の戦後海運造船史(37)年表（完）　米田　博………1

◎ケミカルタンカー　恵美洋彦・曽根　紘・角張昭介

(63)～(70)（完）………………………………1～8

◎船舶電子航法ノート　木村小一

(71)～(80)　一連載中一　2～10，12

◎冷凍運搬船　角張昭介・椎原裕美

(1)～(4)　一連載中一　9～12

◎続・液化ガスタンカー　恵美洋彦
(1)～(4)　―連載中―　9～12

◎ＩＭＯコーナー　船舶局安全企画課
(13) MARPOL 議定書の発効について ……………… 1
(14) 第11回バルクケミカル小委員会に出席して……… 2
(15) 将来の救命設備体系について………………………… 3
(16) 世界海事大学について………………………………… 4
(17) EP，SLF，BC及びDE各小委員会の報告…… 5
(18) IMO とこれからの世界の海上安全対策動向
（第18回MEPC 報告） ………… 6
(19) 第16回訓練当直基準小委員会の報告………………… 7
(20) 第48回海上安全委員会報告………………………… 8
(21) IMO 創立25周年を迎えて ………………………… 9
(22) 第35回危険物運送小委員会報告，他………………10
(23) 第26回無線通信小委員会報告，他…………………11
(24) コンテナー条約の改正について……………………12

◎読者提案
船用蒸気プラントの排気およびドレン系統の
改善されるべき課題…………村上道之…… 4

◎関連工業製品紹介
メタル・シート式バタフライバルブ「Discovann」
（巴バルブ） ……… 1
メカニカルコンバータ「リングコーンRX自動変速機」
（シンポ工業） …… 3
乾式除湿機「ハニードライ」5タイプ51機種シリーズ化
（ダイキン工業） …3
カルマ CAD/CAM システム（伊藤忠データシステム）
…………………… 4
ターボ車専用モーターオイル「共石21ターボ」
（共同石油） …………………… 4
タンカー油槽温度計アルゴンクインサーモマスター
（極東マックグレゴー） …… 7
小型船用エアコンCabin Partner （ダイキン工業）…7
バタフライバルブ731Ｘ（巴バルブ）………………… 7
700Ｚ－ＩＹロックレバー式バタフライバルブ
（巴バルブ） ………… 8
オールマイテイオイル「共石21ＦＸ」（共同石油）…… 8
Tamaya Practical Navigator NC－88
（タマヤテクニクス） ……10
コンパクトCAD/CAMシステム「CADEX® 30」
（三井造船） ………11

◎技術短信およびニュース（主なるもの）
国産初のDSP（自動船位保持装置）を完成（三井）… 2
練習帆船"日本丸"代船模型完成（住友） …………… 3
低燃費船用ディーゼル機関「RTA型」
を7台一括受注（IHI）…………… 3
世界初の「船内光ファイバー通信システム」を開発
（三菱・安立） …………………… 6
ブラジル向け半潜水非自航式海底石油掘削装置
ペトロブラスⅫ（三井） …… 6
超ロングストローク三菱UE機関「Lシリーズ」を開発
（三菱） ………………… 6
世界初の移動式人工島石油掘削装置が進水（IHI）… 7
最適航海計画システム（三菱） ………………………… 9
無漏洩型船尾管シール装置を開発
（三菱・イーグル工業） …………10
日立造船・神奈川の最新修繕ドック（日立） …………10
180t 吊フローテングクレーン IHI KF 1800
（IHI・石川島造船化工機）‥10
逆転機構内蔵式遊星歯車装置を完成（IHI）…………11
B&Wディーゼル　再び船用ディーゼル機関
の開発に新局面を開く……………………………11
日立造船　超ロングストローク低燃費ディーゼル機関
"日立B&W 70L 60 MC型"引渡し …………11
三井造船，消波機能を有する吸収式造波装置を販売…12
神鋼電機，船舶用主軸発電装置の技術提携と発売……12
三菱重工，セラミックターボの実用化に成功…………12

◎海外技術短信およびニュース
海洋ガス田の陸揚げ用新システム（英国） …………… 4
海洋機器の規格に適合するガス用ファン（英国） …… 6
50のターゲットを監視できるレーダープロッター
（英国） ……… 6
明日の帆装貨物船と多目的救命艇「シーゲア」(英国)‥10

◎各種統計資料
昭和57，58年度各月新造船建造許可集計………… 1～12
昭和57年度造船事情………………………………………… 1
世界主要造船国手持工事量（各四半期） ………… 1，5
昭和57年（1～12月）主要造船所進水量集計………… 3
ロイド世界商船統計表（1982年版） …………………… 4
ロイド世界主要造船国の船種別竣工量(1982年年間)…6
昭和57年度造船事情………………………………………… 6

昭和58年度(58年10月分)新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区分		4 月 ～ 10 月 分				10 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	71	1,143,435	1,649,294		6	83,220	103,780	
	油槽船	9	79,350	130,379					
	貨客船								
	小計	80	1,222,785	1,779,673	222,160,000千円	6	83,220	103,780	16,660,000千円
輸出船	貨	315	6,261,739	9,681,513		29	535,200	874,053	
	油槽船	35	727,370	1,194,636		4	27,800	44,900	
	貨客船								
	小計	350	6,989,109	10,876,149	1,087,912,423千円	33	563,000	918,953	81,709,880千円
合計		430	8,211,894	12,655,822	1,310,072,423千円	39	646,220	1,022,733	98,369,880千円

●編 集 後 記●

□1983年も間もなく暮れようとする。振り返って見るといろいろなことがあった。国際的には，レバノンにおいて爆破事件があり，グレナダに米国の侵攻があり，イラン・イラクの戦争も長引いている。平和を指向するのが人間の本性かと思っていたが，戦争指向も一面本性的なものなのか。人命が失われ，資源が失われる中から新しい生命が芽生えると考えることができるのであろうか。

□国内的には，10月12日の田中判決を廻って国会が紛糾した。西独首相の訪日に続いて，米大統領が日本・韓国を訪問した。日本の軍備増強が話し合われ，貿易摩擦が話し合われた。米日韓同盟は過去の日独伊同盟を憶い起こさせる。世界の両陣営が，互いに信頼し得ない事を言いつのるより，お互いに妥協し合って協力し合えば，平和の中に物の動きも盛んになり，海運・造船の景気も上昇するのではないだろうかと夢想する。

□多忙な年の幕じめとして，12月18日に総選挙が行われることになった。違憲状態ではないかと思われる定数格差のまま総選挙が行なわれるのは何だか変であるが，この選挙が上空を蔽う暗雲を吹き払い，住みよい社会へのきっかけになることを無理かなと思いつつも期待する。

□三光汽船を中心とする小型バラ積み船大量建造のおかげで，日本の各造船所は2年分程度の仕事量を抱えて現在は活発に動いているようだが，造船関連業界は安値需注に対応して大忙しのようだ。これらの船の受注が，需要の先食いなら，反動として更に厳しい時期が訪ずれる可能性もあり，その対策も考えておかねばなるまい。

□11月15日船研20周年記念講演会に出席して木下昌雄氏の特別講演をきく。氏の海軍，東大助教授，国鉄技研，日立造船の長く深い経験から，「船は輸送システムの中の一要素であり，船の研究・開発も社会・経済構造に鋭敏に感応した輸送システムの一環としての船舶として捉えるべきである。そして今や造船学というものは，他産業で発展した宇宙，エレクトロニクス，ニューセラミックス等を取り入れた複合領域の学問体系と考えるべきである」という合理的な御意見をおききすることができた。本紙の編集方針にも大いに参考になった。

☆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 / 1ケ年分 12,000円}(送料共)

運輸省船舶局監修
造船海運綜合技術雑誌　船 の 科 学

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

禁転載　第36巻 第12号(No. 422)

定価 1,080円(〒55円)

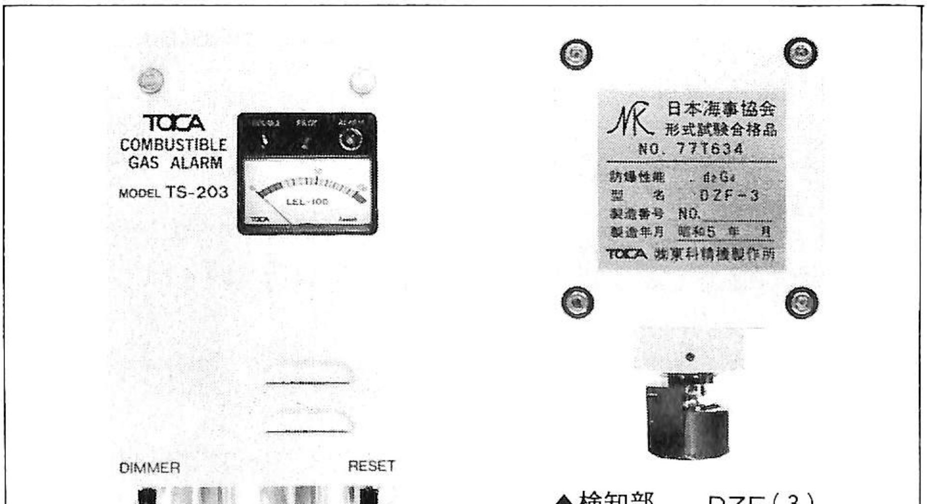
発行所　株式会社　船舶技術協会

発行人　船橋敬三
編集委員長　田宮真
印刷所　大洋印刷産業株式会社

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

船舶用可燃性ガス警報器
TS-203型

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



▲検知部　DZF(3)

◀指示警報部　TS-203

- **防滴構造**
- **超小形設計**　表面パネルからスイッチ類を除去し無駄な凸起を極力抑えました。
- **低消費電力**　スイッチングレギュレータ採用によりMax 7Wの省エネルギー設計です。
- **ディマースイッチ付き**　パイロットランプの光量を状況に応じて切り換えることができます。
- **保守・点検が容易**　定電流回路によりケーブル長の影響を受けずセンサー電流を一定に保ちますので、設置時及びセンサー交換時の電流調整が不要です。また主要部品が一枚のプリント基板上に集約されていますので、万一の故障にも調整済基板との差し替えでOKです。

☆カタログのご請求は下記に御連絡ください。

TOCA　株式会社 東科精機製作所

〒211 川崎市中原区新丸子町756　☎044(733)3381(代表)

パソコンによる船舶積付計算システム

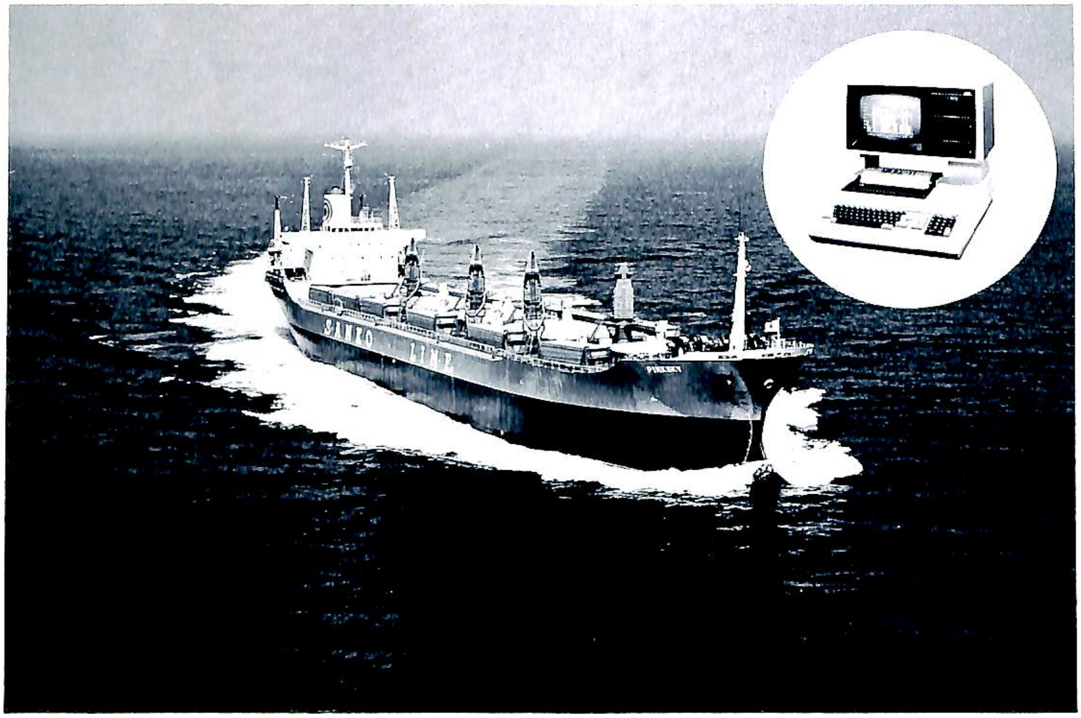
船の積付計画はその輸送計画および安全性の面から重要であります。本システムはあらかじめ処理された本船用のデータを使用して、短時間に精度よく縦強度計算を行なうことを目的として開発されたものであります。

機　　能

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

将来計画

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



御希望の方には、日本海事協会の積付計算認定を有料にて行います。

お問い合せ先
東京都港区赤坂4丁目7番14号　TEL 03—582—5311(代)
㈱芙蓉情報センター　　営業部　TEL 03—582—6997(直)

昭和五十八年十二月五日印刷
昭和五十八年十二月十日発行
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

船の科学

定価 一〇八〇円

東京都中央区新川一-二三-一七（マリンビル）
(株)船舶技術協会
電話 東京(552)八七九八番

雑誌 07739-12