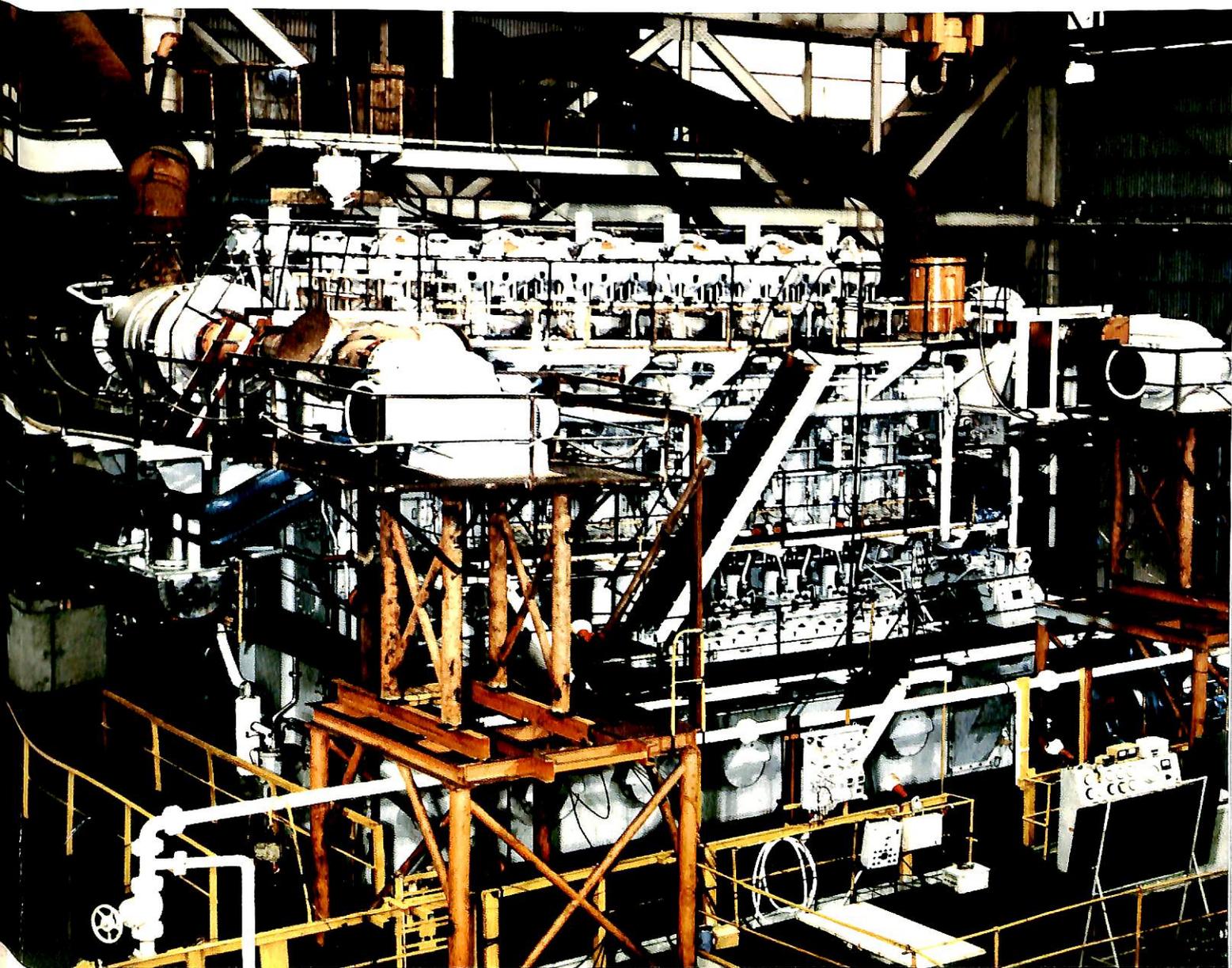


## 80型LPG船“玄海丸” / 13万トンDWT 撒積船“新鋭丸”の基本計画と設計・建造



M.A.N K6SZ 70/150CL ディーゼル機関 9900kW(13470PS), 132rpm

**M.A.N**  
DIESEL ENGINES

全巻に歴史的な船の貴重な写真を多数収載!!

上野喜一郎 / 著

# 船の世界史 全3巻 完結

## 上巻

B 5 判上製 380 頁、カバー装、図版 1 S B N 4 8072-4008-0  
330 余、定価 5,000 円 (送料 350 円) C 3056 ¥ 5000 E

上巻では、古代、船の起源に始まり、近世に至るまでの、日本で言えば明治初期の頃までを扱う。

●**主な内容**● 第1編＝船の起り(船の思いつき) (船の始め) (進んだ船) (最も進んだ船) 第2編＝手漕ぎ船から帆船へ (河を行く船) (海を行く船) (大洋を行く船) (日本の船) (手漕ぎ船の推進装置) (古代の航海) 第3編＝帆船の発達 (帆船の生いたち) (大航海時代の船) (軍船の発達) (商船の発達) (帆船の推移) (日本の船) (中国および朝鮮の船) (帆船時代の航海) (船のトン数) 第4編 汽船の出現 (汽船の出現) (木船から鉄船へ) (推進機関の発達) (推進器の発達) (大西洋航路客船の発達) (日本の汽船) (汽船時代 (19世紀) の航海) 付録＝船の歴史年表、汽船の発達史上有名な船の要目

## 中巻

B 5 判上製 300 余頁、カバー装、図版 1 S B N 4 8072-4009-9  
250 余、定価 4,300 円 (送料 350 円) C 3056 ¥ 4300 E

中巻では、19世紀の終り頃から第2次世界大戦の末期まで、日本で言えば明治、大正、昭和(戦中)の時代。世界海運の全盛期、技術革新による近代汽船の花ざかりの時代を扱う。

●**主な内容**● 第1編＝汽船の発達(船体構造の発達) (汽船の出現) (鋼船の出現) (特殊材料の採用) (鋼船の構造) (材料の接合) (船底塗料の発達) (特殊構造船の出現) (船体の強さ) (船型の発達) (船体) (船首) (船尾) (上部構造) (船の形態) (推進機関の発達) (蒸気機関の発達) (内燃機関の出現) (電気推進の採用) (その後の蒸気機関) (推進器の発達) (2・3・4 軸船の出現) (スクリューフロペラの特殊配置の採用) (特殊のスクリューフロペラの発達) (別種のスクリューフロペラの出現) (特殊の推進器の発達) (大西洋航路客船の発達) (イギリス船の躍進) (イギリス・ドイツ船の競走) (マンモス船の出現) (世界最大船の出現) (汽船の速力) (船と速力) (ブルーリボン) (大西洋の横断速力の推移) (汽船時代の航海) (航海の区域) (航海の方法) (船のトン数) (わが国におけるトン数速度の沿革) (現在のトン数測度の方法) (運河トン数) 第2編＝日本の汽船 (明治時代) (汽船の誕生) (鉄船から鋼船へ) (航路の伸長) (航洋船の建造) (特殊貨物船の建造) (特殊船の出現) (その後の造船・造機) (大正時代) (客船の発達) (貨物船の建造) (特殊貨物船の発達) (特殊船の発達) (ディーゼル船の出現) (昭和時代 (戦前)) (客船の発達) (貨物船の発達) (特殊貨物船の発達) (特殊船の発達) (昭和時代 (戦時)) (戦争と船) (鋼船の建造) (造船所の拡充と建設) (その他の船の建造) (商船の艦艇への改装) (陸軍特殊船の建造) (戦時中の造船量) 付録＝船の歴史年表(2)、汽船の発達史上有名な船の要目(2)、船体、推進装置

## 下巻

B 5 判上製 330 余頁、カバー装、図版 1 S B N 4 8072-4010-2  
220 余、定価 4,600 円 (送料 350 円) C 3056 ¥ 4600 E

この巻では、第2次世界大戦後、1970年代の終りまでを述べる。船の超自動化、新しい輸送方式・推進方法の開発など、造船・操船上の技術革新は、船の歴史に質的転換をもたらした。

●**主な内容**● 第1編＝現代の汽船 (現代の客船) (マンモス定期客船) (3 万総トン未満の定期客船) (貨物船の高速化) (多目的貨物船の開発) (特殊貨物船の発達) (輸送の革新) (現代の特殊船) (漁船) (作業船) (調査船) (取締船) (その他の特殊船) 第2編＝現代の汽船の技術 (船体の発達) (特殊材料の採用) (電気溶接の普及) (溶接ブロック建造) (船体防食法の改良) (船型の改良) (推進機関の発達) (蒸気機関の発達) (ディーゼル機関の発達) (ガスタービンの採用) (その後の電気推進) (原子力の利用) (船の自動化) (自動化船の出現) (超自動化船の出現) (推進装置の発達) (プロペラの特殊配置の採用) (特殊のスクリューフロペラの発達) (特殊の推進器の発達) (特殊の推進方法の採用) (日本の汽船) (日本の汽船) (船の技術革新) (船の建造上の技術革新) (船のトン数) (トン数測度規則の統一) (船の大きさの推移) (船腹量の推移) (造船量の推移) 付録＝船の歴史年表 (汽船の発達史上有名な船の要目) (船の統計) (世界の船腹量の推移) (国別の船腹量の推移) (推進機関別の船腹量の推移) (世界の造船量の推移) (国別の造船量の推移) / 全巻の総索引

発行：舵社

〒104 東京都中央区銀座5-11-13  
(ニュー東京ビル) ☎03 543 6051  
振替・東京1 25521番

発売：天然社

〒162 東京都新宿区赤城下町50  
☎03 267 1931 (舵社販売部)

4

**船舶**  
目次/Contents

新造船の紹介/New Ship Detailed

80型LPG船“玄海丸”の概要 On the Design & Built of 80 Type LPG Carrier “GENKAI MARU”	石川島播磨重工業第一船舶設計部 No.1 Ship Design Dept. IHI	8
鉱石兼撒積運搬船“新鋭丸”の基本計画 On the Basic Planning of Bulk Carrier “SHIN EI MARU”	新和海運船舶部 Shinwa Kaiun Kaisha	17
“新鋭丸”の設計と建造 On the Design & Built of Bulk Carrier “SHIN-EI MARU”	三菱重工業長崎造船所 Mitsubishi Heavy Industries	28

連載/液化ガスタンカー<36> Liquefied Gas Tanker Engineering	恵美洋彦 H. Emi	33
---	----------------	----

海洋開発

世界海洋開発シリーズ<14>南米諸国(2) Oceanographic Activities in South America	芦野民雄 T. Ashino	43
--	-------------------	----

運用舟艇および海底油田開発に活躍するガラス繊維強化プラスチック

	P.D.E Vans / 百島祐忠(訳)	47
船舶用機としてのアルミニウム合金<3>	小林藤次郎	55
連載/新高速艇講座<4>	丹羽誠	61

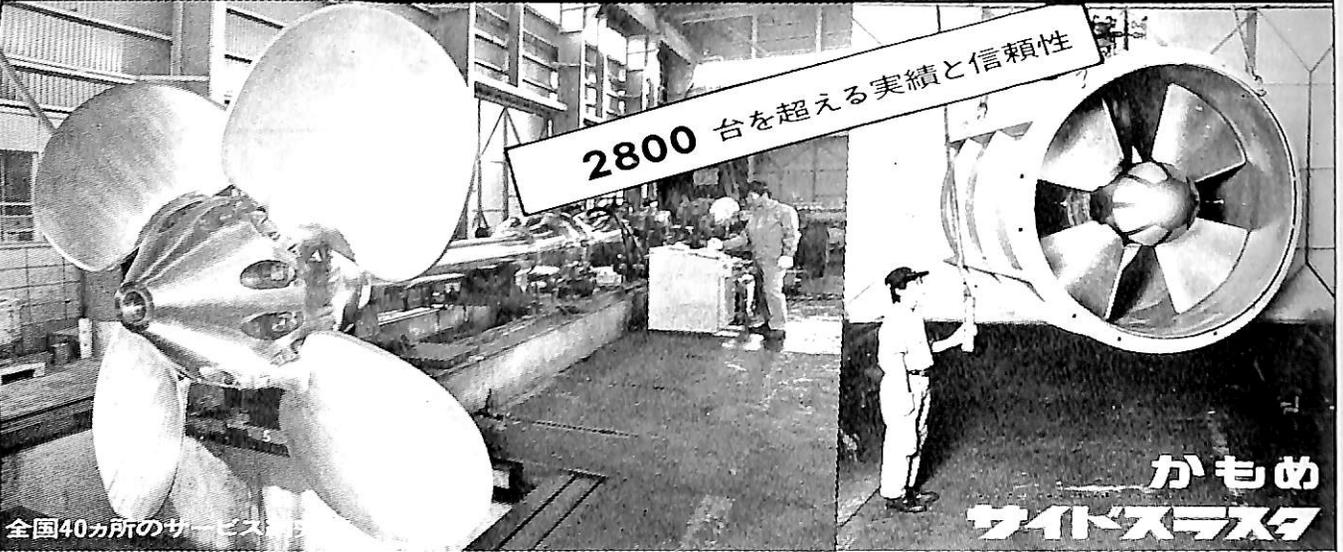
海外事情/B&Wのハナマックスバルカー“Danelock”		16
NKコーナー		42
1980年12月末現在の造船状況		69
船舶/ニュース・ダイジェスト		76
竣工船一覧		72
特許解説/Patent News	幸長保次郎	79

表紙  
M.A.Nアウグスブルグ工場は400kW(545PS)から33,000kW(44,880PS)までの4サイクルおよび2サイクルディーゼル機関を製造している。  
電子制御噴射、二段過給の適用、2種のボアストローク比(2サイクル機関)の採用等で、機関型式は増加し、顧客のご要望に合わせた機関を供給できる。  
写真はK6SZ70 150CL型2サイクル機関、9,900kW(13,470PS)132rpmであり、ライセンス—川崎重工業(株)神戸工場で製造されたものである。

# 省エネルギー対策にピタリ!!

# KAMOME PROPELLER

2800 台を超える実績と信頼性



全国40ヵ所のサービス

かもめ  
サイドスラスト



かもめ  
可変ピッチ  
プロペラ

### Availability

e.p.propeller up to 15,000BHP  
side thruster 0.5 - 20tons thrust

KAMOME PROPELLER CO.,LTD.

690 KAMINABE CHO TOTSUKA KU YOKOHAMA JAPAN  
CABLE ADDRESS KAMOMEPROP YOKOHAMA  
TELEX 3822315 KAMOME J  
PHONE (045) 811 2461

運輸大臣認定製造事業場

かもめプロペラ株式会社

本社 横浜市戸塚区上矢部町690番244 TEL (045) 811-2461 (代表)  
東京事務所 東京都港区新橋4-14-2千105 TEL (03)431-5438-434-3339

## 最新の技術と実績を誇る 福島製の甲板機械



TWIN DECK CRANE (30t×22M×15.5M/min.)

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

*Fukushima*

株式会社 福島製作所

本社・工場 福島市三河北町9番80号 ☎0425(34)3146  
営業部 東京都千代田区四番町4-9 ☎03(265)3161  
大阪営業所 大阪市東区南本町3-5 ☎06(252)4886  
出張所 札幌・石巻・広島・下関・長崎  
海外駐在員事務所 ロンドン

44m 高速捜査救命艇



高速艇・消防艇専門メーカー

墨田川造船株式会社

本社 東京都江東区潮見2-1-6 TEL. 647-6111~7

## 高速艇工学

丹羽誠一著 / 価4000円(送350円)  
ISBN4 8072 5003 5 C3056 ¥ 4000E

体系的モーターボート工学。  
基本設計/船型/運動性能/構造強度/副部・機関部設計/他

## 新版 強化プラスチックボード

戸田孝昭著 / 価3800円(送300円)  
ISBN4 8072 5004 3 C3056 ¥ 3800E

FRP関連技術の進歩発展に沿って、旧版内容を  
を全面改訂。新たに5章と最新資料を追加。

## 現場のための 強化プラスチック船の工法と応用

田中勤著 / 価2300円(送300円)  
ISBN4 8072 1011 4 C3056 ¥ 2300E

FRP船の正しい工法と応用作業の実際を巨細  
にわたり平易に解説。現場技術者必携書。

## ボート太平記

小山捷著 / 価2000円(送300円)  
ISBN4 8072 1013 0 C3056 ¥ 2000E

流体力学、構造力学をはじめ、むす  
かしい「舟艇の物理」を平易に解説。

日本図書館  
協会選定図書

## 結びの図鑑〔PART: I〕

中沢弘・角山安筆著 / 高橋唯美画 / 価3500円(送300円)  
ISBN4 8072 4006 4 C3056 ¥ 3500E

ベテラン帆船乗りが解説するロープワ  
ークの百科事典。イラスト画400余点。

日本図書館  
協会選定図書

## 結びの図鑑〔PART: II〕

中沢弘・角山安筆著 / 価4000円(送350円)  
ISBN4 8072 4007 2 C3056 ¥ 4000E

前著「PART: I」を上回る240余種の「結び」を  
精巧な写真によりその手順を解説。

日本図書館  
協会選定図書

## 帆船史話

杉浦昭典著 / 価3500円(送350円)  
ISBN4 8072 4003 X C3056 ¥ 3500E

帆走軍艦からクリッパーシップまで、帆船にまつわる凄絶・けん爛  
たる歴史とドラマを描く。精確な考証による帆船風俗史でもある。

## 帆船 その機装と航海

杉浦昭典著 / 価3300円(送350円)  
ISBN4 8072 4002 0 C3056 ¥ 3300E

神戸商船大学教授の著者が20余年の研究と資  
料を集大成した大著。古今東西の帆船の事典。

発行 / 株式会社 舵社

新宿営業所: 千162 東京都新宿区赤城下町50

発売 / 株式会社 天然社

〒東京(03)267 1931(代) 振替・東京1 25521番



On the Design & Built of 80 Type LPG Carrier "GENKAI MARU"  
by No.1 Ship Design Dept. Ishikawajima-Harima Heavy Industries

## 80型LPG船“玄海丸”の概要

石川島播磨重工業・第一船舶設計部

### 1. はじめに

本船は、日本～PG間のLPG輸送において、既に多くの実績を持つ、出光タンカー株式会社殿が、更に輸送力を増強し、増大するLPG輸送に応えるべく計画され、当社相生第一工場にて建造された低温液化石油ガス運搬船である。

本船の構造および設備は、IMCO決議A 328 (IX)「液化ガスばら積船構造設備規則」に適合するよう計画され、高度の設備と、安全性を合せ持った優秀船である。

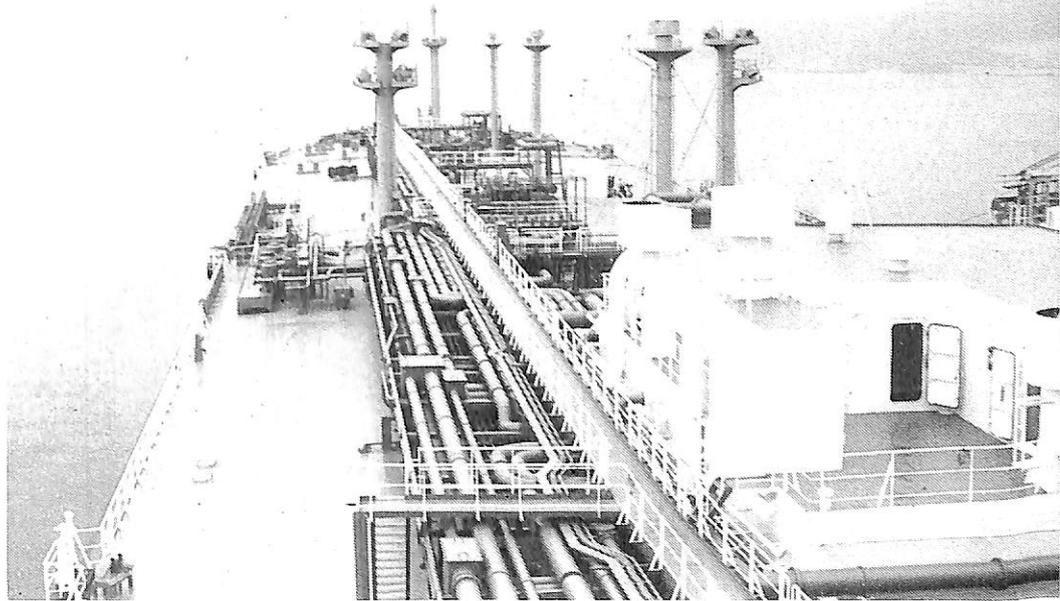
ここに本船の概要を紹介し、ご参考に供したい。

### 2. 船体部および液化ガス部

#### 2.1 主要目

船級	NK, NS* (Tanker, Liquefied Gases, Maximum Pressure 0.28 kg/cm <sup>2</sup> , Minimum Temperature -45°C, Type II G), MNS*, M0
全長	224.30 m
垂線間長	212.00 m
幅(型)	36.00 m
深さ(型)	22.30 m
満載吃水	11.404 m
総トン数	47,421.24 トン
載貨重量	49,997 MT
試運転速力	18.38 kts

船橋より上甲板を見る



航海速力 16.2 kts

定員 40名

#### 貨液タンク

型式および数 独立方形自己支持型  
対象貨物 液化プロパン、液化ブタン  
設計温度  $-45^{\circ}\text{C}$   
気相部圧力  $0.28\text{ kg/cm}^2\text{ G}$   
タンク総容積  $80,310\text{ m}^3$ (100%容積にて)

#### 再液化装置

再液化方式 直接圧縮式  
コンプレッサ 電動対向往復動式×4基  
吸入ガス量 約  $1,250\text{ m}^3/\text{h}$  (プロパン)

#### 貨液ポンプおよびストリップングポンプ

型式 立電動渦巻サブマージド型  
能力および数  $550\text{ m}^3/\text{h} \times 100\text{ m} \times 8$ 台  
 $100\text{ m}^3/\text{h} \times 100\text{ m} \times 4$ 台

## 2.2 一般配置

本船は球状船首を有する平甲板船である。船尾甲板のみ係留装置等を考慮に入れて、サンクンデッキとしている。

機関室および居住区画は船体後部に配置され、機関室前のコファダムを介して4倉のホールドスペースを設けている。独立方形の貨液タンクは、このホールドスペースの中に約120個のタンク支持台に支えられて収納されており、タンクドームのみが上甲板上へ突出している。ホールドスペースの二重底および船側上部にはバラストタンクが配置され、両者はダクトにより連通となっている。

No.4ホールドスペースの上甲板上には、コンプレッサ室およびこれを取巻くモーター室を配置し、更にコンプレッサ室の上には荷役制御室を設けて、ここから船体およびタンクの状態、荷役設備、再液化装

置等の集中監視、遠隔操作ができるようにしてある。

船体中央部に配したローディングステーションと、貨液タンクおよびコンプレッサ室を結ぶ貨物配管は、甲板部へのユーティリティ配管と併せて、上甲板左舷側に2段の縦走管として纏めてある。この縦走管の上には歩路を設け、居住区第2層甲板から荷役制御室、各ドーム、舷梯への容易な通行性を持たせている。

居住区画では、乗組員室はすべて個室として第3層甲板以上に配した他、職員部員共用の食堂およびロビー、図書室、ゲーム室、体育室などの共用スペースを充実させ、変化に富んだ船内生活を過ごせるように工夫を凝らしている。

## 2.3 貨液タンクおよび船殻構造

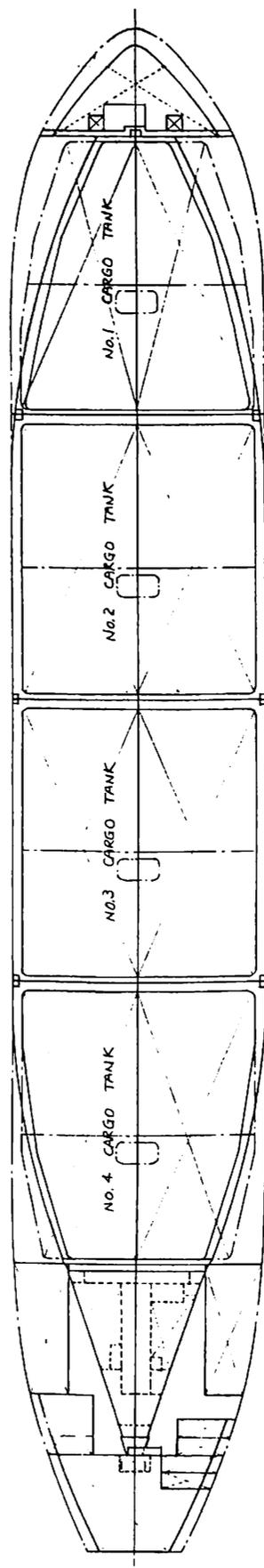
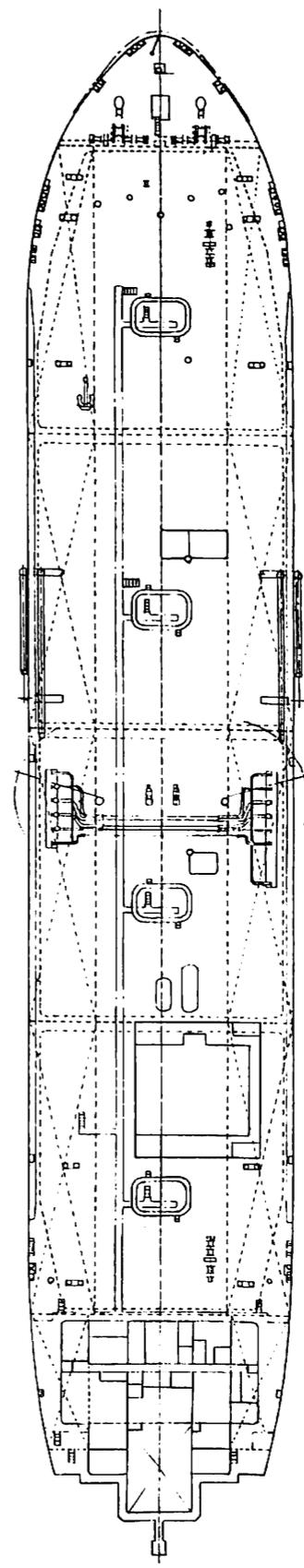
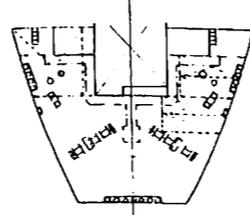
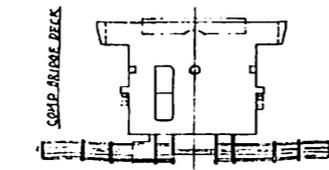
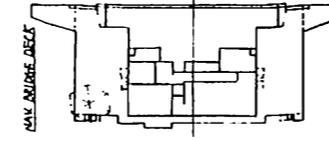
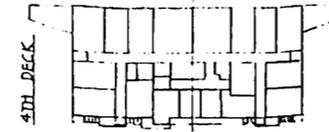
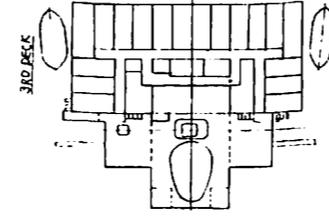
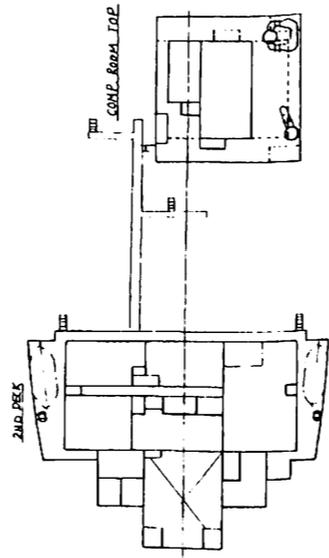
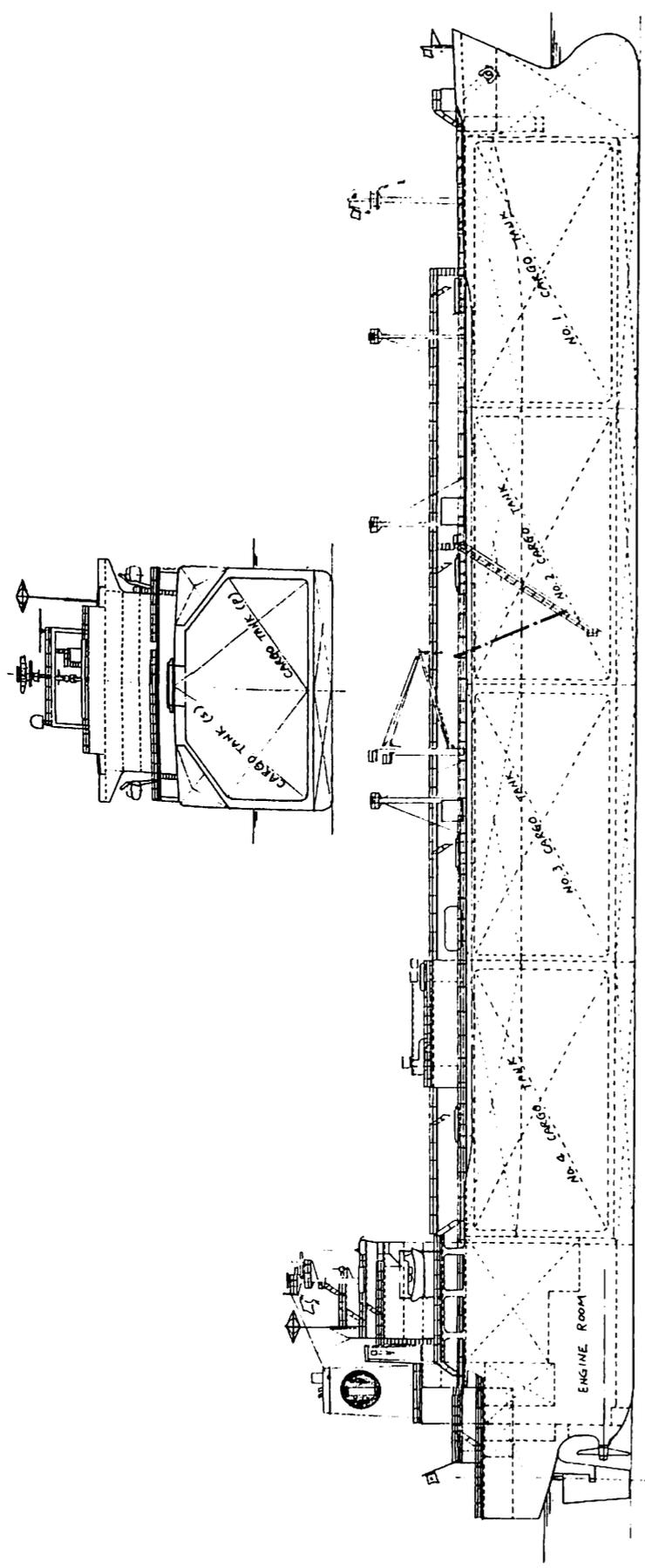
貨液タンクはIMCOガスコードにおいて分類されている各種タンクのなかで「独立形タンクタイプB」に属する。

「タイプB」とは、応力レベル、疲労寿命およびクラック進展特性を求めめるためにモデルテスト、精密な解析法を用いて設計されたタンクのことであり、この「タイプB」の資格取得は本船が世界で初めてである。

貨液タンクは、中心線縦隔壁、横置制水隔壁、2条の水平桁、トランスリング等から構成されている。すべてのタンク構成部材は、静的荷重およびスロッシングを含む動的荷重のほかに、低温貨液による熱収縮に対しても十分な強度を有するよう設計した。

これらタンク構成部材の材質は低温靱性の優れたアルミキルド鋼であり、さらにタンク球殻部では曲げ加工に対しても、靱性低下の少ない3.5%ニッケル鋼である。

General Arrangement of 80 Type LPG Carrier "GENKAI MARU"



一方、船殻構造は通常の撒積船と類似の形状、すなわち、トップサイドタンク、船側サイドフレーム、二重底等から構成されているが、材質は撒積船のそれとは異なっている。つまり、LPG船では貨液タンクからの万一の漏洩に備えて、タンクの外側に二次防壁を設けてあり、本船の場合、船殻構造が二次防壁との兼用方式になっている。

そのため、貨液漏洩を想定した状態、および通常載荷状態における船殻構造各部分の温度分布を、計算並びに液体フレオンを用いた冷却試験によって求め、各温度に応じて十分な強度を有する鋼種を選定した。

管液タンクは、船体運動による前後左右方向の加速度に対して移動しないように、ストッパーによって支えられている。また、上下方向力に対しては、二重底上に配置した垂直支持台で支えている。

これらストッパーおよび垂直支持台についても精密な解析を行なったうえ、垂直支持台では実物大模型を用いた圧縮試験をして支持構造の安全性を確認した。

また、貨液タンクおよび船殻構造の完成後に、設計最大荷重を負荷するタンク圧力試験時には、構造各部の応力計測を行ない、その結果、応力の計算値と計測値は良好な精度で一致することを確認した。

#### 2.4 保冷

貨液タンクには外部からの侵入熱を遮る目的で、現場発泡による厚さ約 100 mm の保冷材を付着させ、表面は亜鉛鍍鋼板で覆ってある。保冷材には硬質ポリウレタンを採用しているが、前項で述べた「タイプB」の取得要件の一つとして、万一タンクに亀裂が生じた場合に、これを素早く検知する必要がある。硬質ポリウレタンフォームは気密性が高く検知が遅

れる可能性があるため、通気性の良い軟質ウレタンの帯状成形品をタンク表面に一定間隔で貼り付け、これをガスコースとした。この効果についてはモデルにより実験を行なって、保冷効果を損なうことなく所期の通気性能が得られることを確認した。

#### 2.5 管艤装

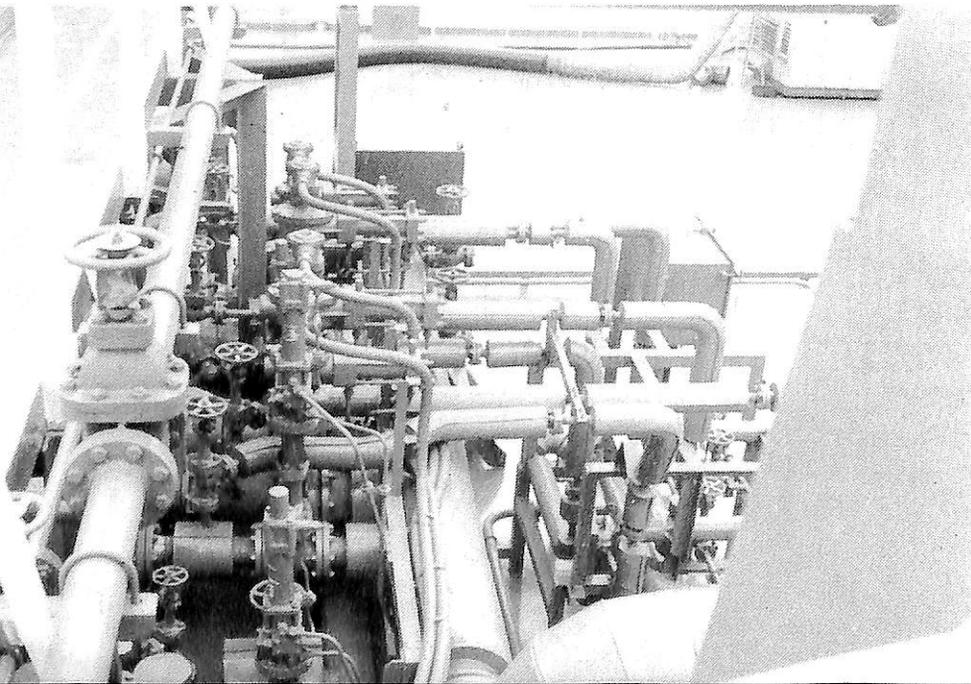
ローディングステーションの両舷に液、ペーパー各 2 本の陸上接続管を設け、この管と各タンクとを縦走管により接続した。また、ペーパー管には 2 本のヘッダーを設け、再液化冷凍装置のペーパー吸引管とした。それぞれの分岐部にはクロスオーバーラインを設けているので、どのタンクにもプロパン、ブタンのいずれをも積載することができる。

貨液タンクの中央底部には縦通隔壁を挟んでウエルを設け、ここに荷役ポンプ 2 台およびストリッピングポンプ 1 台を設置した。なお、ストリッピングポンプを使用して最終揚切りをするために、このウエル内に隔壁弁を設けた。タンク内にはポンプからの揚荷管の他に積込管、タンク予冷管、再液化返送管、ポンプ潤滑管、ガス採集管が配管してある。これらの管はすべてタンクドームを貫通している。

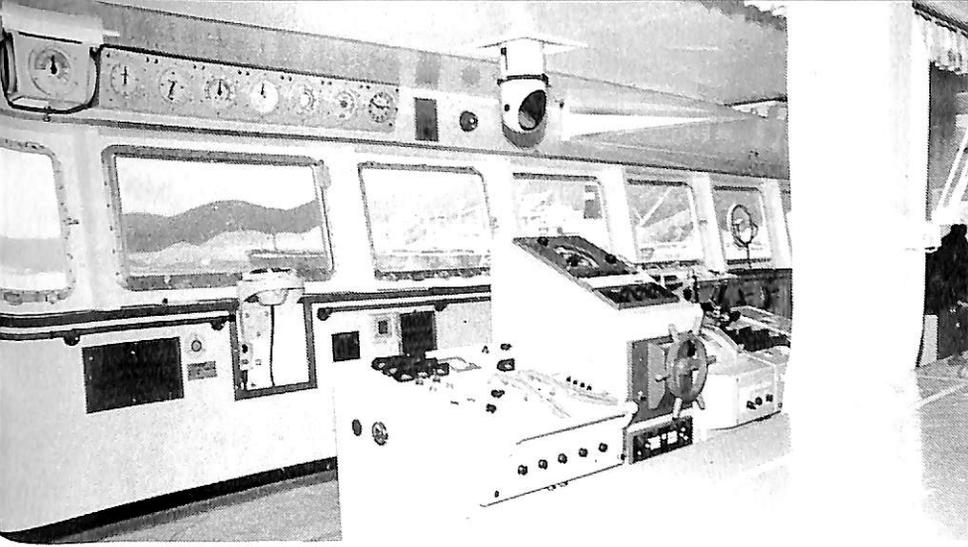
上甲板上の主要な弁は油圧駆動の遠隔操作式とし、更に陸上接続弁は火災時、高々液面検出時等にスプリング力により、自動的に閉鎖する非常遮断の機能を有している。

各管は、船体の撓み、低温流体による熱収縮、タンクの収縮および移動による強制変位と多様な影響を受けるが、これを吸収させるためにオフセットベンド方式を採用し、あらゆるケースについての計算による確認を行なった。

ホールスペースには窒素ガスを常時封入しておく必要があるが、この窒素ガスを陸上から受けて各



ドームトップ上のバルブ群



操 舵 室

ホールドスペースへ供給する配管をし、更に航海中のメークアップ用窒素ガスを溜めておく25K窒素ガスタンクをコンプレッサ室前方に配置した。

### 2.6 再液化冷凍装置

外部からの侵入熱により、発生するボイルオフガスおよび積荷時に発生するガスの本船処理装置として4組の再液化冷凍装置を設けた。

本装置は直接圧縮海水冷却方式を採用し、ベーパーを吸入圧縮するコンプレッサ、冷却用のコンデンサ膨張弁および周辺機器で構成される。その能力は1組でプロパンベースとして約1,250m<sup>3</sup>/hのベーパー処理が可能であり、通常は3組の運転で発生するボイルオフガスの全量を処理できる。

装置の発停、0、50、100%と3段階ある容量の選定および運転状態の監視は、すべて荷役制御室から遠隔で行なうことができる。また貨液タンクの圧力変動に応じて、コンプレッサ容量の自動選定、自動停止および再起動の機能を備えているので、無当直運転も可能である。

装置の起動に関しては、冷却水圧力、タンク圧力、モーター室ファン運転等の共通起動条件、コンプレ

ッサ吸入圧、発電機容量等の各機起動条件のチェック回路が組込んであり、一つでも満足しない条件がある場合は、起動不能となるようインターロックが掛っている。

### 2.7 計装

荷役中、航海中の貨液タンク、主要機器、再液化冷凍装置等の状態を監視、または遠隔操作するための種々の計装設備が備えてあり、そのグレードは一般船に比べかなり高い。

主な計装装置としては、本安電気伝送式圧力計・温度計、本安防爆フロート式液面計、固定式ガス検知装置、ホールドスペースビルジ高液面警報装置等が挙げられる。

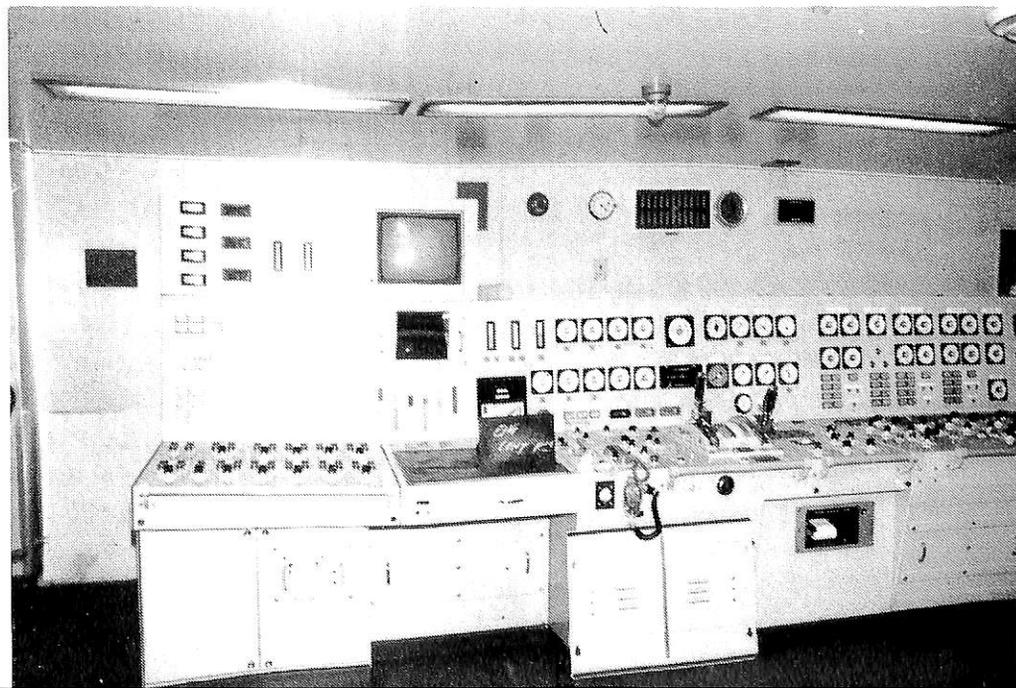
また、各種の異常警報はシステム毎にグループ化して操舵室に警報すると共に、当直士官室、食堂など居住区内の6箇所に代表警報を出す延長警報システムを採用した。

## 3. 機関部

### 3.1 主要目

(1)主機関 I H I - Sulzer 6 R N - D 90 M 1台

機関制御盤



2サイクル単動クロスヘッド形、過給機付ディーゼル機関

出力 19,080 P S, 回転数 112 rpm

(2)プロペラ 4翼1体形キーレス 1基

(3)発電機用原動機 ダイハツ6DS-28 3台

(4)補助ボイラ I H I 立型水管 1基

蒸発量 2,000 kg/h 圧力 6.5 kg/cm<sup>2</sup>

(5)排ガスエコマイザ I H I 強制循環コイル式

1基 蒸発量 1,600 kg/h 圧力 6.5 kg/cm<sup>2</sup>

### 3.2 機関部概要

主機関は、六気筒の低速ディーゼル機関とし、十分な就航実績があり、信頼性の高いRND-M型機関を採用した。また省燃費の要求に応えるため、自動進角装置およびピストン下部室ポンプ作用遮断装置等の最新設備を採用している。

発電機原動機にはディーゼル油と低質重油を混合使用するために燃料油混合装置を設け、船の運航コストに占める割合の大きなA重油の使用量節減を図った。また、発電機原動機も含め補機用冷却水システムには、セントラル冷却清水システムを採用し、メンテナンスの軽減を図った。

一方、燃料油系統においては船用燃料油の粗悪化傾向に対処するため、ヒーティングコイル等の加熱装置、保温の強化を行なっている。補助ボイラは、雑用蒸気発生用として出入港時等に使用し、常用航海中は、排ガスエコマイザのみで、必要量の蒸気を供給できるものとした。

各機器の配置については、作業管理の簡素化、保守点検の容易化を図った。また機関制御室は居住区に位置し、機関部乗組員の作業環境の改善と労力の軽減をめざしている。機関部自動化としてはNK-M0を適用し、本規則の要求する制御および監視装置を装備している。従って主機関の船橋操縦装置を装備するとともに、制御室からの主機関の遠隔操縦補機器等機関室全体の集中監視が可能となっている。

## 4. 電気部

本船の電源装置は、主発電機3台と非常用としてバッテリー3群（無線用1群を含む）を装備している。航海中、荷役中、停泊時とも主発電機2台の並列運転により船内諸装置への電力が供給される。

機関室の中段左舷に電力センターを配し、主配電盤のほか船内補機約100台のうち62台の補機用始動器を設置して重要補機の集中制御をしている。主配電盤には発電機の制御装置として、自動同期、自動負荷分担並びに荷役用大形補機のパワーチェック装



マリサットを装備した門型のレーダーマスト

置を組込み、集中始動盤への電源は分割母線方式で給電している。

居住区画に設置した機関制御室には、NK-M0規格に準拠せる機関部の無人化を目的とした主機の操縦装置、発電機の遠隔制御並びに機関部の補機、圧力、温度の常時監視機能を具備した中央制御盤と機関部主要箇所データの自動記録用タイプライターを含むCRT方式を採用したデーターロガーを装備している。

主機の操縦は、空気-電子式とし、船橋（自動）のほか同制御室では自動、手動操縦が自由にでき、非常の場合機側より主機の安全運転が可能である。また、運転中の機関室内の状況把握を目的とし、機側の主機操縦台附近、発電機スペース、補助ボイラ前にTVカメラを設け、機関制御室のモニターTVで周辺の状態監視を行ない乗組員の好評を得ている。

操舵室の中央部に設置しているコンソールは、操舵船の便を考慮して主機の操縦装置とオートパイロットスタンドを1体形とし、航海計器にはNNSS、ドプラスビードログのほか自社製のデーターブリッジを搭載し、同装置には、DATA RADAR, SAILING, POSITIONおよびDATA PILOTのサブシステムを組込み、船舶の安全性と運航費の低減を図っている。

食堂



無線装置は、短波送信機2台、SSB用中短波送受信機1台のほか、受信機としてスキヤニング付き主受信機3台、補助受信機1台を装備している。マリサット通信には送受信テープの編集を容易にするため、CRT DISPLAYのタイプライターを設置し、航海中における通信士の労務軽減に役立っている。

#### 5. おわりに

本船は、相生第一工場での建造後、千葉県姉ヶ崎市の出光興産千葉製油所へ回航し、約2週間にわた

って実液による荷役試験を行なった。試験の結果、タンクのバージ、クールダウン、再液化装置および荷役ポンプなどの諸装置が、所期の計画どおりの性能を發揮し得ることを確認した。

エネルギー政策の一環として、LPGの備蓄増強の方針も出されている昨今、LPG輸送の面で本船の果たすべき役割は大きい。本船の今後の活躍を大いに期待するものである。

本船の建造にあたり、船主関係者の皆様には、計画当初より終始適切など指導とご協力をいただいた。ここに誌上ながら深く感謝の意を表する次第である。

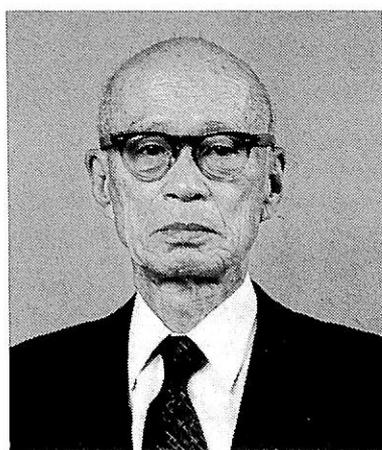
## 山縣昌夫氏

東大名誉教授、日本海事協会名誉会長、文化勲章受章者

わが国造船工学の最高権威で、文化勲章をうけた山縣昌夫氏が3月3日、午前4時43分、急性腹部大動脈閉そくのため東大病院で死去された。83歳。

山縣氏は、明治31年1月4日生まれ、大正10年に東京大学船舶工学科を卒業して、昭和12年学位を受けたあと船舶試験所長、海務院船舶局長、運輸省海運総局船舶局長などを務め、22年東大教授に任ぜられ、学者として大きな足跡を残した。同25年学会員に選ばれ、33年日本海事協会々長、36年日本学士院会員、42年東京大学名誉教授となり、同年わが国の造船技術、宇宙開発に大きく貢献したことで文化勲章を受章、47年勲一等旭日大綬章を受ける。

山縣氏は本誌“船舶”の育ての親ともいわれ、昭



和19年編集顧問として参画され、船型学・抵抗篇の続篇として推進篇を“船舶”誌上に掲載され、独特の船型学を打ち立てられた(抵抗・推進・旋回3篇とも天然社刊)。同著のなかの船舶設計用図表や抵抗の算定資料は、「山縣のチャート」として有名である。

# 海外事情

## ■ “DANELOCK” — B & W造船所の省エネパナマックスバルカー

再生Burmeister & Wain造船所の省エネパナマックスバルカー“BC60E II”は、この名門を倒産から救うことができるだろうか？

B & W 5 L80 G F C A型主機搭載により、1日当り燃費37トンと言う驚くべき低燃費が達成されたと言うこの新船型は、コストダウンにも意を用いて、船殻外板はすべて二重曲面部分がないように、即ち単曲面で構成されるような線図を採用していると言う。(編集部)

“DANELOCK”は、9隻の受注済みPMX型バルカーの第1船である。

B & W社の設計開発部長、J.M.Hee博士は、本船の線図は単曲面(直線から成る曲面)で構成されていると説明した。

船体の曲面は、合計6個の曲面から成り、コンピューターによりフェアリングされた。

この単曲面ポリシーのために、船体の組立はかなり単純化された。即ち、外板はすべて単一方向の曲げ作業のみであり、すべての継手は直線である。

船尾は、このクラスの船にしてはきわめてフィンであり、舵とプロペラはいわゆるオープンタイプである。

デンマークのLundtofte水槽で模型テストが行なわれ、プロペラへの流れをスムーズにする小さな改良が加えられた結果、キャビテーションと振動に対

する性能は全く問題とならないほど向上した。

バルバスパウは、従来の形状から改良が加えられよりスレンダーでふくらみの少ないものが採用された結果、 $C_b$ は従来の船よりも減少し、復原性能が改善された。

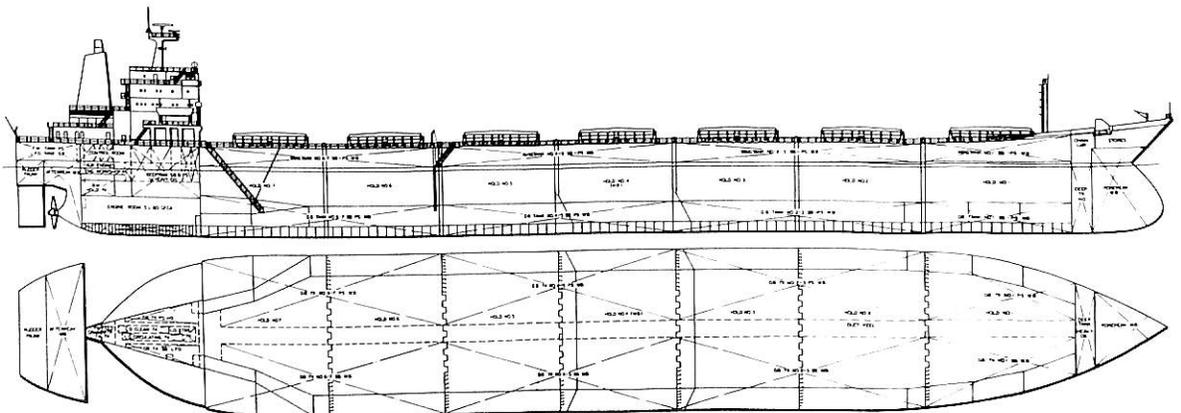
主機は、B & W 5 L80 G F C Aで、15,400 BHPを12,600 BHPまでディレーティングをした結果、燃費率は131 g/PS・HR、満載およびバラスト航海平均15ノットで37T/日の燃費となった。

最近増大する積荷レートに合わせて、トップサイドタンクとNO.4 ホールド兼用バラストタンクは、ドロップラインで自然排水されるのに加えて、1,000  $m^3/H$ のバラストポンプ2台を使い、全部で3万トンのバラストを9時間で排水できるように計画されている。

本船は、韓国のSamsung Heavy Industry社にライセンスが与えられ、2隻(+2隻オプション)がNormanグループから発注された。

### <要目>

LOA	225.00 m
LPP	213.75 m
B	32.24 m
D	18.00 m
d	13.10 m
DWT	64,000 t
ホールド容積	79,500 $m^3$
F.W.T	250 t
F.O.T	2,600 t
D.O.T	270 t
主機	B & W 5 L80 G F C A 12,600 × 90 rpm
航海速力(平均)	15Kt
航続距離	21,500 哩





## 13万トン型撒積貨物船シリーズ(2)

On the Basic Planning of 130,000 DWT.  
Bulk Carrier "SHIN-EI MARU"  
by Marine Dept. Shinwa Kaiun

# “新鋭丸”の基本計画

## 新和海運・船舶部

### ●はじめに

“新鋭丸”は、第35次船として建造許可を受け、昭和56年1月27日、三菱重工業の長崎造船所にて竣工、引渡しされた省力、省エネルギー対策を盛り込んだ高度合理化仕様の133,000 D. W. T.型鉄石兼撒積運般船である。

本船は新日本製鐵㈱の積荷保証により、主にオーストラリア/カナダ～日本の鉄鉱石、石炭の輸送を引当てに建造された。

本船を建造するに当り、オイルショック以来の燃料油価格の急騰により、原料輸送コストに占める燃料費の割合が増大し、高出力機関を持つ在来船はすでに不経済船となり、船型、船速、省エネルギー対策

の抜本的な見直しが急務となった。

また一方、激化する国際競争力の中で、日本船員による日本籍船が生き残るためには少数精鋭乗組員による省人化で対抗する以外に手段がなく省人化、合理化対策は不可欠なものであり、これも最重要課題として検討された。

これらの情勢の中で、如何にして省エネ、省力型高経済船を建造し、国策に添うことは勿論、如何に荷主のニーズに答えるか、当社関係スタッフ一同総力を挙げて計画、建造した次第である。

### ●主要寸法

LOA

270.00 m

L P P	258.00 m
B (mld)	43.00 m
D (mld)	23.80 m
d (mld)	16.30 m
G T	76,958.37 T
DWT	134,176 K T
載貨容積	156,388.0 m <sup>3</sup>
満載航海速力	14.25 Kn
主機	6 R L A 90 20,400 P S × 90 rpm
プロペラ直径	7.6 mφ
発電機	M. T G 700 KW × 1 M. D G 700 KW × 1 AUX. D G 700 KW × 1

## ●基本計画

検討するに当り、オーストラリア／日本の航路を想定し、最適船型と最適経済速力の関係の調査から開始した。

本船の船型については鉄鉱石、石炭の積地（主としてオーストラリア、カナダ）および揚地（日本、新日本製鐵バース）の港湾事情を調査し、これらの制限された航路の中で許容最大船型を算出し、船の全長、幅、喫水の主要寸法を決め、船速、燃料油価格、Cb 等を変化させ逆算運賃より、フレート・ミニマム点を求め、最適経済船型および最適経済速力を決定し、これらの船型、速力に基づき主機選定および省エネルギー対策を検討した。

主機関の選定に当り、低速ロングストローク機関または中速減速機付機関のいずれを採用するか鋭意検討した。

主機本体の燃料消費率、プロペラ低回転による推進効率の向上、粗悪重油に対する耐久性、排エコ・ターボシステム成立のための排ガス条件、機関の安定性、メンテナンスレス、価格、重量、寸法等広範囲にわたり検討した結果、最終的には燃料消費率は殆んど差がなく、中速機関の4～7%にも及ぶ低回転メリットはあるが、粗悪油に対する耐久性、同グレードダウンによるF.O. 価格差、メンテナンスレス、機関の安定性、将来の少数定員時の有利さを総合的にみて、低速機関が本船には最も適していると判断し、三菱スルザー6 R L A 90 (M C R 20, 400 P S × 90 R P M) の採用を決めた。

また本船の省エネルギー対策についての詳細は後述するが、推進効率向上のため、三菱リアクションフィンの採用、廃熱の高度有効利用、自己研磨型長

期船底防汚塗料採用等の省エネ効果に有効なるものは積極的に取り入れた。

次に本船の省力化、合理化対策であるが、当社においては、昭和53年秋より船舶部、船員部を中心として全社的に合理化船建造研究小委員会を設け、新造船の船内設備および就労体制の合理化につきハード、ソフト両面に亘り詳細検討を行なっており、本船はこれらの研究に基づき現行法規の範囲内で最少乗組員（17～18名）、および同法規改正後の最少乗組員（15～16名）の合理化仕様となっている。

本船は上述の新経済船型の開発、省エネルギー対策、省力化、合理化対策を最重要項目として取組み鋭意検討し計画したものである。

以下、本船の建造に当り、特に留意した仕様概要について述べる。

## ●合理化仕様

### 1. 甲板部の合理化

#### ①係船装置（後掲写真頁の①）

甲板部作業の中で作業量がピークとなる出入港時の係船作業に要する人員は、甲板部の定員決定の重要な要素となる。従って係船装置の合理化には特に留意した。基本構想として各作業配置にて1～2名で操作可能な合理化仕様とする目的で、原則として1ウインチ1ドラム方式、係船索はドラム直巻き（16個）、1人で作業し易い軽量ナイロンホーサー（径65%）の使用、グループ別リモートコントロール装置、船横方向ラインにオートテンション機構の装備、ジャム防止のため中フランジ付ドラム等を採用することにした。

これら採用に当り、設置スペース等の関係で1ウインチ1ドラム8基、1ウインチ2ドラム4基とし1ウインチ2ドラムはブレーキ、クラッチのリモートコントロール付とした。これにより当初計画をほぼ満足した係船設備となった。

#### ②荷役制御装置

バラスト操作は上甲板の総合制御室内にバラストコンソールを備え、バラストラインの主要バルブおよびバラストポンプの発停を遠隔操作可能とし、ワンマンコントロールを目指した。

バラストメイン、ストリップングラインの主要バルブおよびメイン、ストリップングポンプの発停をリモートコントロールとし、タンクの液面指示はエアページ式のアナログ表示でストリップング切替時を明確にするため2針式の低位拡大表示とした。

また高低位警報装置も備えている。

以上は全てバラストコンソールに組み込み、ドラフトゲージと共にエンジンコンソールと対座させ、総合制御室内前部に配置することによってワンマンコントロールが可能となった。

### ③ハッチ開閉装置（写真②、③）

ハッチ開閉作業はハッチサイドのコントロールスタンドよりワンマンコントロールにて操作可能とした。

ハッチカバーは2パネル、サイドローリングタイプで、オートクリート（自動締付装置）およびジャッキアップは油圧、開閉はワイヤーリングによるエアウインチ駆動とし、第6番貨物、バラスト兼用艙を含めすべてウエジレスとなっている。

コントロールスタンドは高位置とし、見透しをよくし、第9番艙を除き2ハッチを1カ所よりワンマン・オペレーション可能とした。

### ④パイロット乗船装置（写真④）

パイロット乗下船のためのパイロットラダーの装備は、入出港時の作業のピーク時に行なわれる作業で、1人で操作できる装置とすることが要求される。バラスト状態における乾舷は高く、パイロットラダーの揚降作業はかなり労力を要する。

本船はパイロットラダーと補助舷梯の組合せによるコンビネーション方式とし、両舷にエアーモーター駆動のパイロットラダー捲取リールおよび補助舷梯を設け、ワンマン・コントロール可能とし、ラダーの揚降、格納作業を容易にした。

## 2. 機関部の合理化

### ①総合制御室の一体化（写真⑥⑦）

本船は将来のD・P・C構想に備え、上甲板に従来の機関制御室と荷役制御室を一つにまとめた総合制御室を設け、総合事務室間をアコーデオンカーテンで仕切り、一体化した配置とした。停泊中、バラスト操作時の発電機の起動、バラストポンプの発停、バルブの開閉等全てが総合制御室内で、操作可能となり甲、機両部の共同作業ができるようになっており、省力化を配慮した合理的な配置した。

機関制御室の配置については、各船社でそれぞれ船橋、上甲板上、機関室内等種々あるが、本船においては居住区が騒音防止のためボートデッキ上にあり、警報発生の際に居住区に近く、しかも機関室への通行途中に位置する上甲板を最適と判断し、配置

を決めている。

### ②補油作業

利子補給船の対象条件として組み入れられた、補油タンクの制御室内への遠隔液面指示および警報装置については、フロートタイプのデジタル表示チェンジオーバースイッチ方式を採用し、カーゴコンソール内に組み込み、常用タンクはサイドタンクを大きくし、二重底タンクは極力用いなくてもよい構造とし、補油作業の大幅な簡略化を図っている。

### ③機関部自動化

自動化についてはNK-M0、利補対象項目と大幅には変わっていないが、将来の定員合理化を考慮して次の設備を加えた。

- 1) 主機暖機を簡略化するために簡単なシーケンスを組み、操作ボタンを機関制御室に置き自動制御方式とし、制御室に「W/up完了」の表示を行なう仕様とした。
- 2) 燃料油、潤滑油の主機入口二次フィルターは、それぞれ自動逆洗方式とした。（写真⑧）
- 3) データーロガーについては時代の流れでC・R・T方式としているが、主機排温のバーグラフ表示以外に特に進んだ性能を有する装置は採用していない。

### ④船用品、修繕資材等の搬入格納

機関室倉庫は第二甲板上に工作室と隣接させて配置し、倉庫天井、上甲板にホルテットカバーを設け船用品類はプロビジョンクレーンを用い、上甲板より直接倉庫まで搬入できるようにし、第二甲板から機関室各フロアへの部品、工具等の移送は300kgのリフターを設け、作業の省力化を図った。

### ⑤メンテナンスレス

低速ロングストローク機関、ターボ発電機は勿論であるが、運航中の各種クーラー類の汚れ、海水管の腐蝕等を防止するため、海水管にはポリエチレンライニング加工を施し、海洋生成物付着防止装置は銅、アルミ電極方式の「CATHELCO」を採用した。

## 3. 事務部の合理化

### ①居住区配置（写真⑧～⑩）

- 1) 乗組員各居室には、シャワー、洋式トイレ、手洗用ベシンのプライベートラバトリー方式を採用し、事務部の合理化と共に生活環境の向上を図

った。

2)ポートデッキには食堂(1ルーム),ギャレーパントリー,食糧庫および冷凍庫を同一フロアに配置し,ギャレーと食堂間にはセルフサービスの徹底を図り,供食用にホット,コールドフードロッカーを設け,また残飯処理専用デスポーザー設置等作業容易な配置とした。

3)陸上支援体制を考慮し,船内宿泊に便なるように上甲板右舷に3室10寝台のヘルパーズルームを設けた。

## ●省エネルギー対策

### 1. 主機関(写真⑬)

R L A 9 0型機関の省燃費対策として,現在では一般的になっているが,本船計画時に新しく開発されたもので,次の方式を採用している。

- 1)ピストン,アンダーポンプキャンセル機構(PUP)
- 2)自動進角装置(VIT)

### 2. 排エコ・ターボシステム

排ガスエコノマイザー;三菱二段蒸気圧力式  
過熱蒸気;  $3850 \text{ kg/h} \times 7 \text{ k} \times 255^\circ\text{C}$   
飽和蒸気;  $1400 \text{ kg/h} \times 4 \text{ k} \times 151.1^\circ\text{C}$

主タービン発電機;三菱AT-8-C型

$700 \text{ kw} \times 450 \text{ V}, 60 \text{ Hz}$

排ガスエコノマイザーは二段蒸気圧力方式とし,従来型に比べ蒸気発生量は大幅に増加し,航海中,常用出力において,ボイラーの追焚きや発電機の並列運転を行なうことなく所要電力を賄い得る。

また上記排エコ・ターボシステム成立のため,次の装置を採用している。

- 1)排エコ・スートブローに要する大量の蒸気を節約するために,主機関の掃気ラインを利用したりモートコントロール鋼球サンブ方式の採用。(写真⑭)
- 2)省電力対策として,主冷却海水ポンプに二流型ポンプの採用。

ポンプ;  $900 / 630 \text{ m}^3/\text{h} \times 20 / 11.8 \text{ m}$

モーター;  $75 / 30 \text{ kw} \times 1200 / 900 \text{ RPM}$

- 3)主機関掃気の抽気による排ガス温度上昇

### 3. 燃料油均一化装置(ホモジナイザー)(写真⑮)

ホモジナイザーは,当初1,500秒程度のバンカーを対象として遠心式の清浄機を用いず,ホモジナイザーの単独運転により清浄ロスをなくし,開放掃除の労力を省くのを目的として当社関連社船に設置し

既に3年以上良好な結果を得ているが,本船では,3,500秒以上のバンカーを対象に,清浄機とは直列使用とし,あくまで清浄機の補助的役割として,清浄後の主機入口2次フィルターの逆洗インターバルの延長,主機関の保護等の役割を果たすべく計画している。

### 4. 三菱リアクションフィンの採用

三菱重工業にて約10年程前より開発研究されてはいたが,まだ実船には適用されていなかったものである。燃料油価格の高騰により,造船他社の各種ノズル,ダクトプロペラ等と共に省エネルギー対策として最近クローズアップされて来たものである。後記三菱重工業の説明にもあるが,理論的には他社のノズル方式とは全く異り,二重反転プロペラの前方プロペラを固定したような構造となっており,回転流によるエネルギー損失を回収するものであり,省エネ効果は満船状態で約4%,空船状態で約7%平均5~6%燃料油節約となる。

この効果については,既に当社在来船新昇丸(三菱横浜S.No.964,115型B.C)に第一船として装着し,昨年12月初旬海上試運転の結果,空船状態では確認済みである。

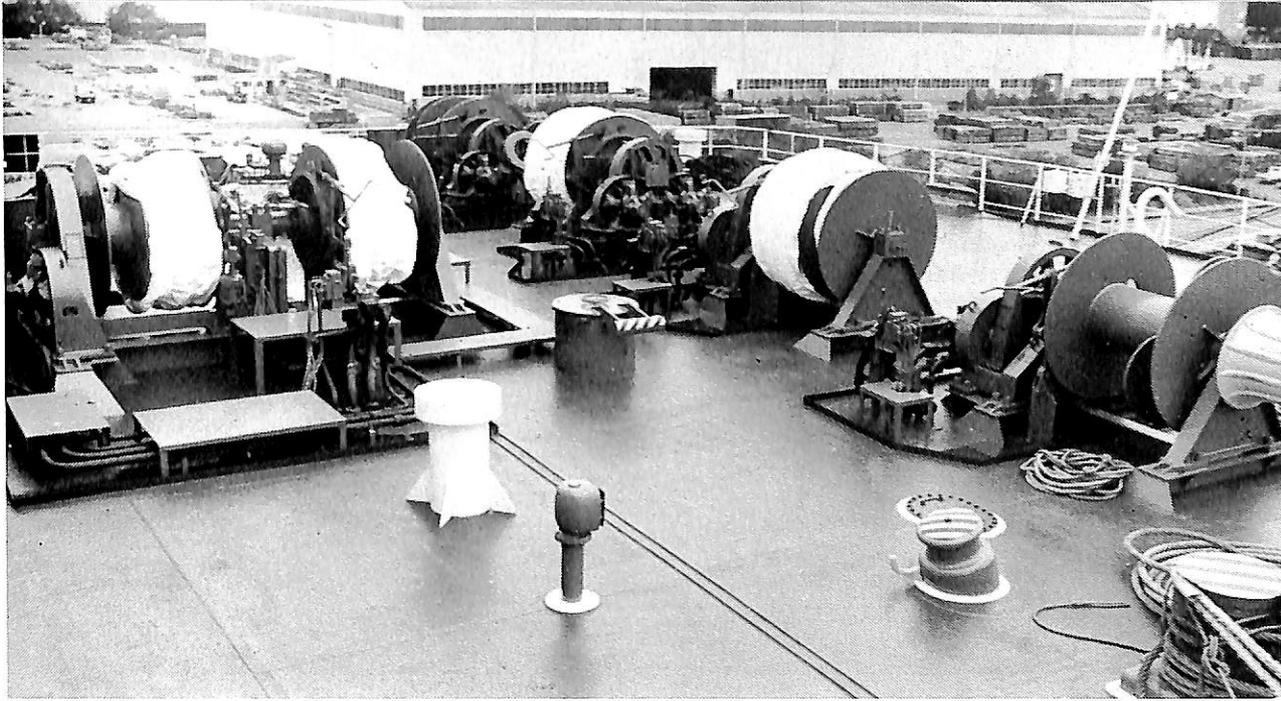
### 5. 自己研磨型長期防汚塗料S.P.C.採用

2年間ノン・ドックとし本船の稼働率を上げると共に,ドック間の船速低下を防ぐため,長期防汚効果のある防汚塗料につき種々検討した結果,S.P.C.の優秀性を認め,大型新造船としては初めて採用を決めた。

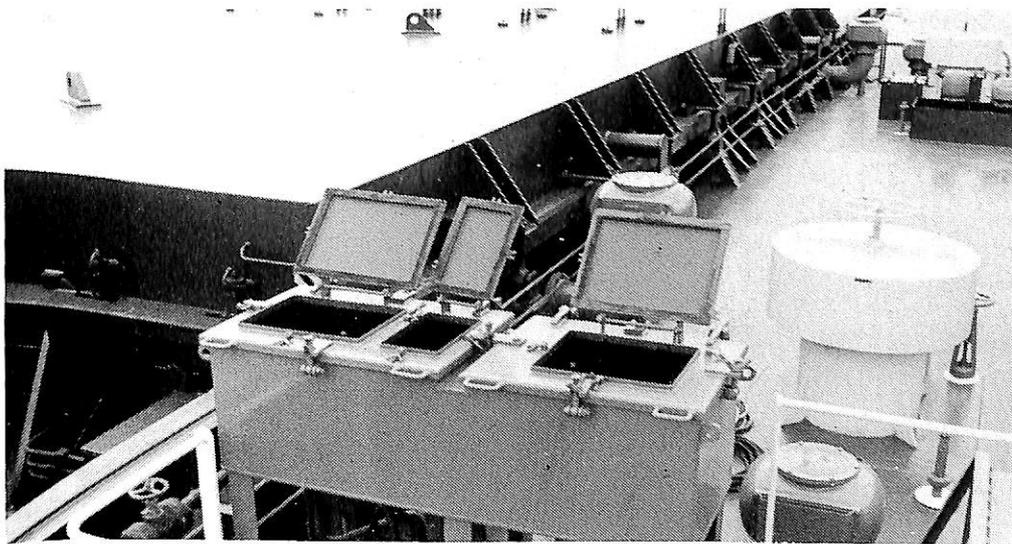
この塗料は従来の塩化ゴム系塗料と異り,自己研磨作用により塗膜表面が研磨され平滑化することにより,船体抵抗を軽減させる効果がある。既に当社にて在来船4隻の実績を有しており,燃料費節約に相当の効果を発揮している。

## ●おわりに

本船は竣工後,処女航海にオーストラリア/君津の石炭輸送に就航し,2月下旬無事内地に帰港したが,船体,機関とも全て順調に所期の目的を達し,期待以上の成果があがったことを報告することをもって,ここに誌上を借り,本船の計画から竣工まで絶大なご協力を賜った三菱重工業関係者の皆様に対し深甚なる謝意にかえる次第である。

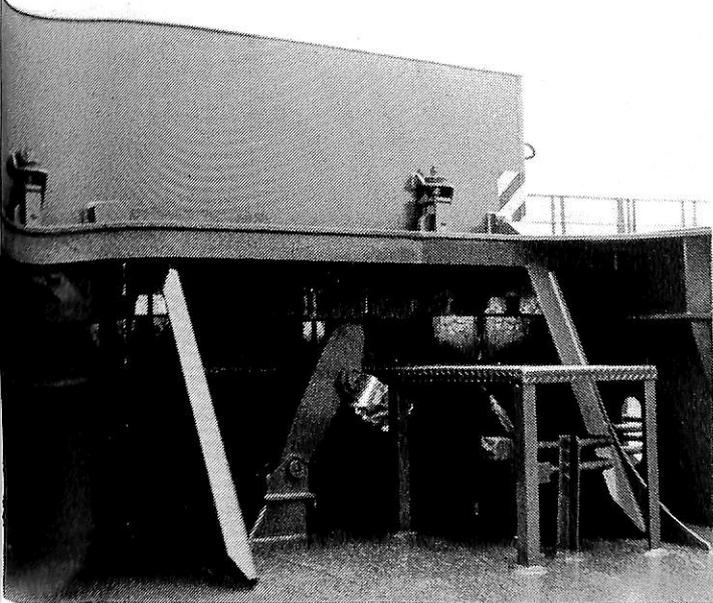


①船尾係船装置

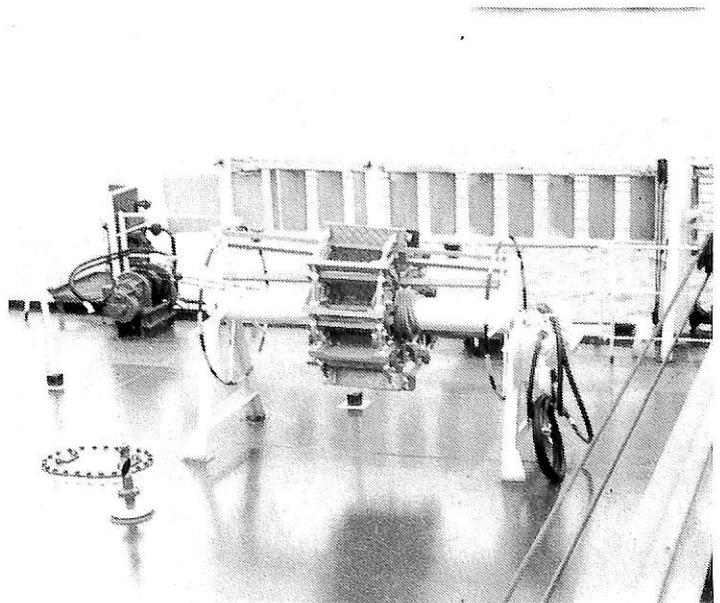


②ハッチカバー・コントロール・スタンド

③オートクリート



④パイロット乗船装置





⑤ 操舵室



⑥ 一体化された荷役制御室と機関制御室

⑦ 総合事務室





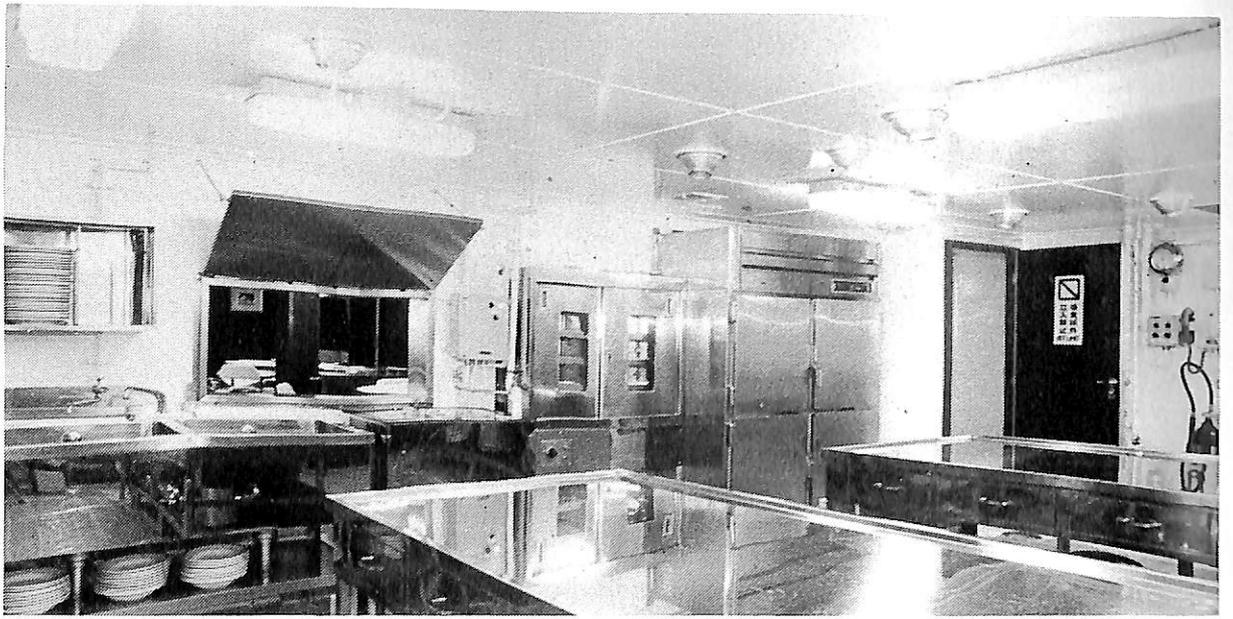
⑧ 食堂



⑨ スモーキングルーム

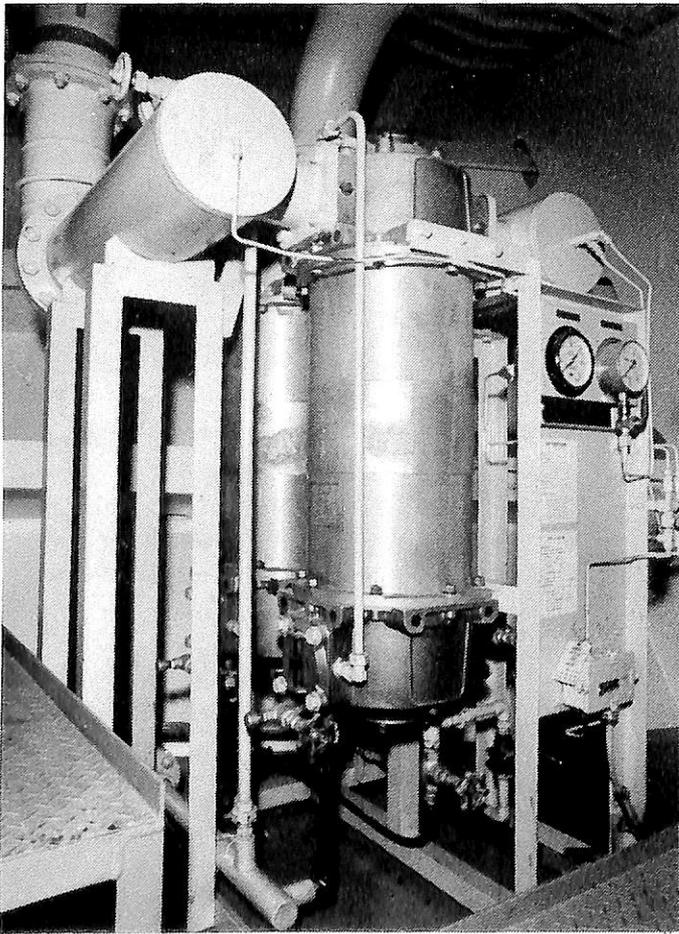


⑩ 和風レクリエーションルーム

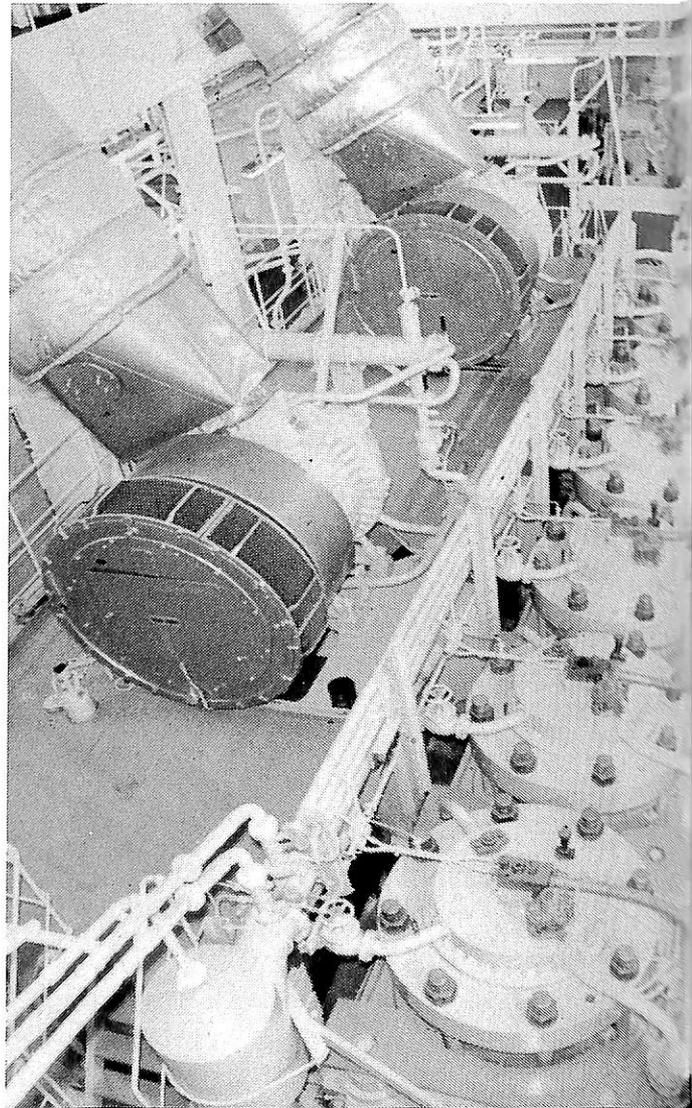


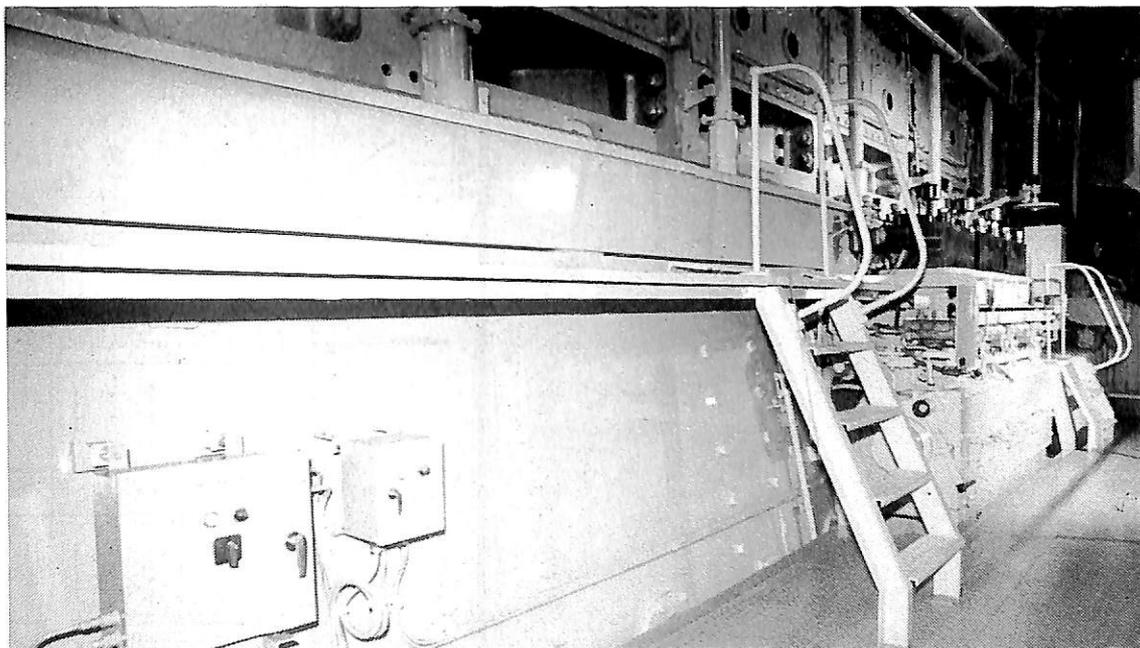
⑪ ギャレー

⑫ 自動逆洗式LO二次フィルター

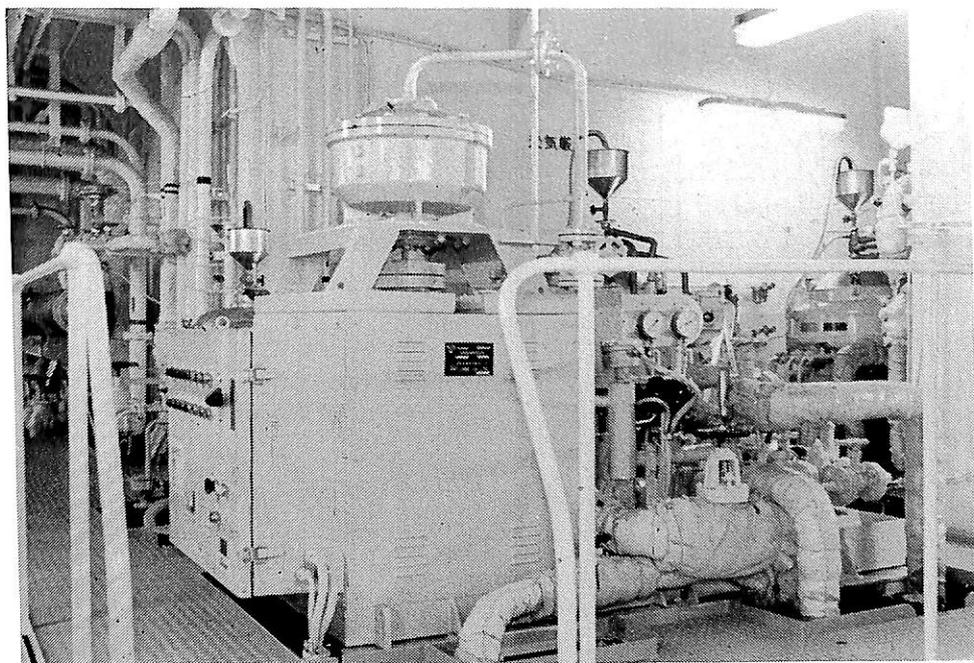


⑬ 主機関



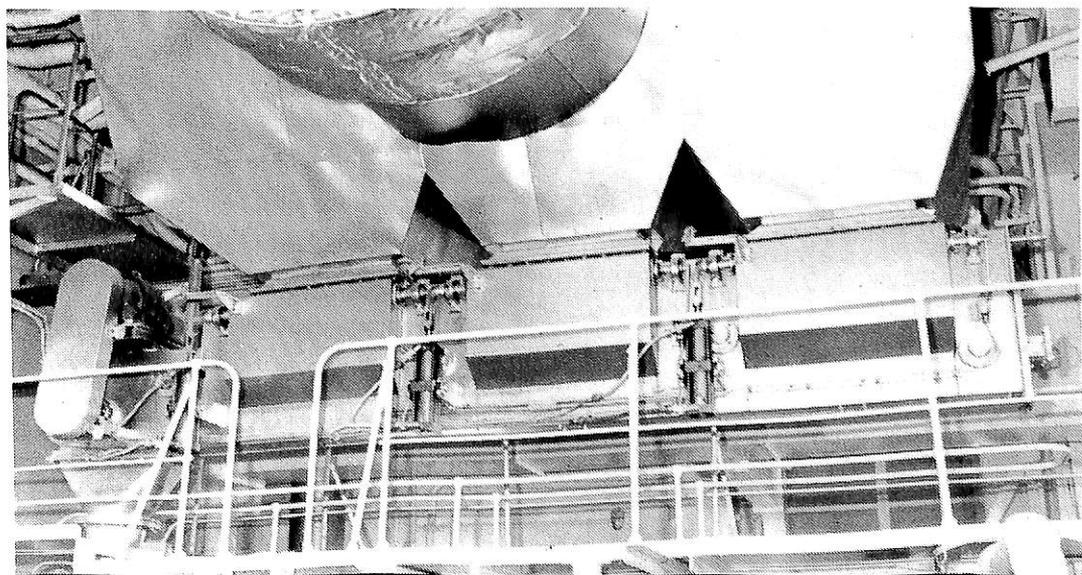


⑭ VIT, PUP システム

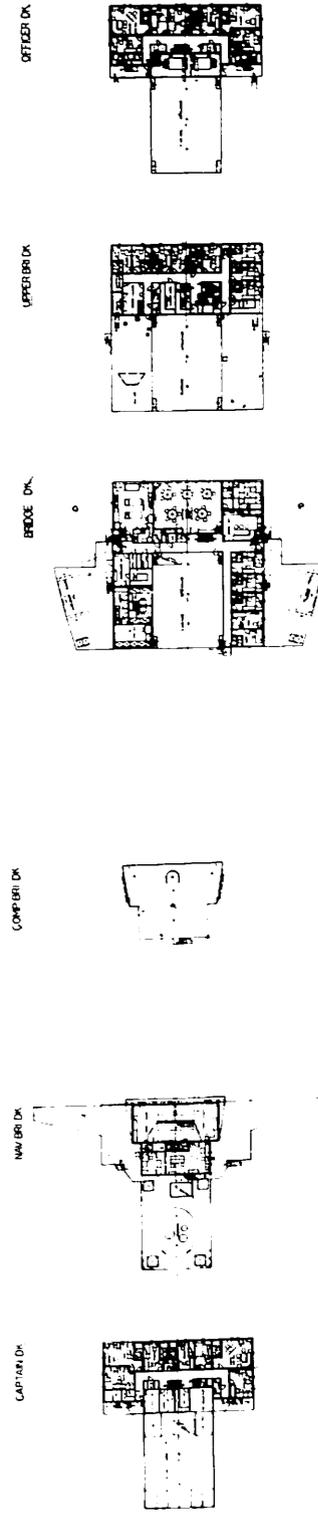
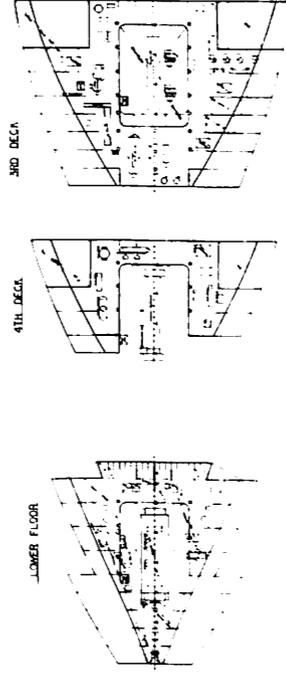
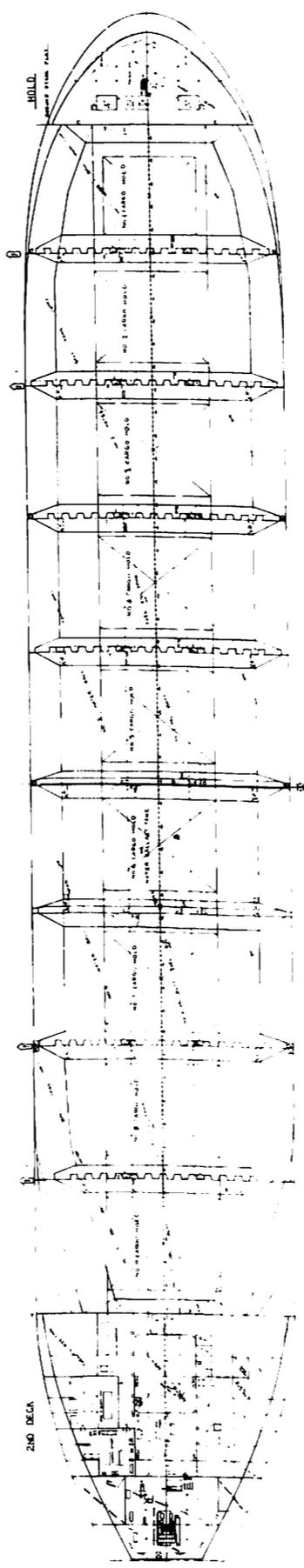
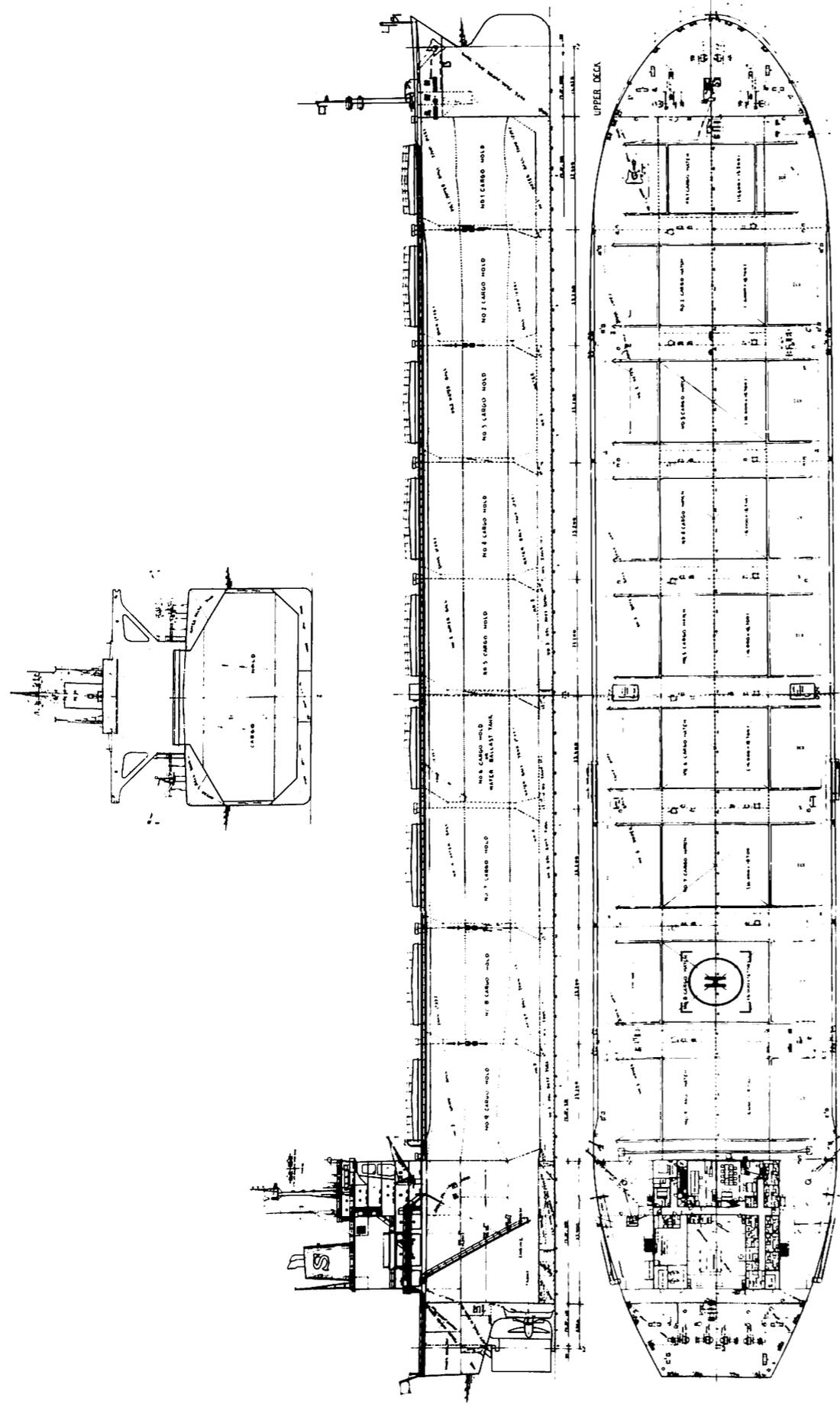


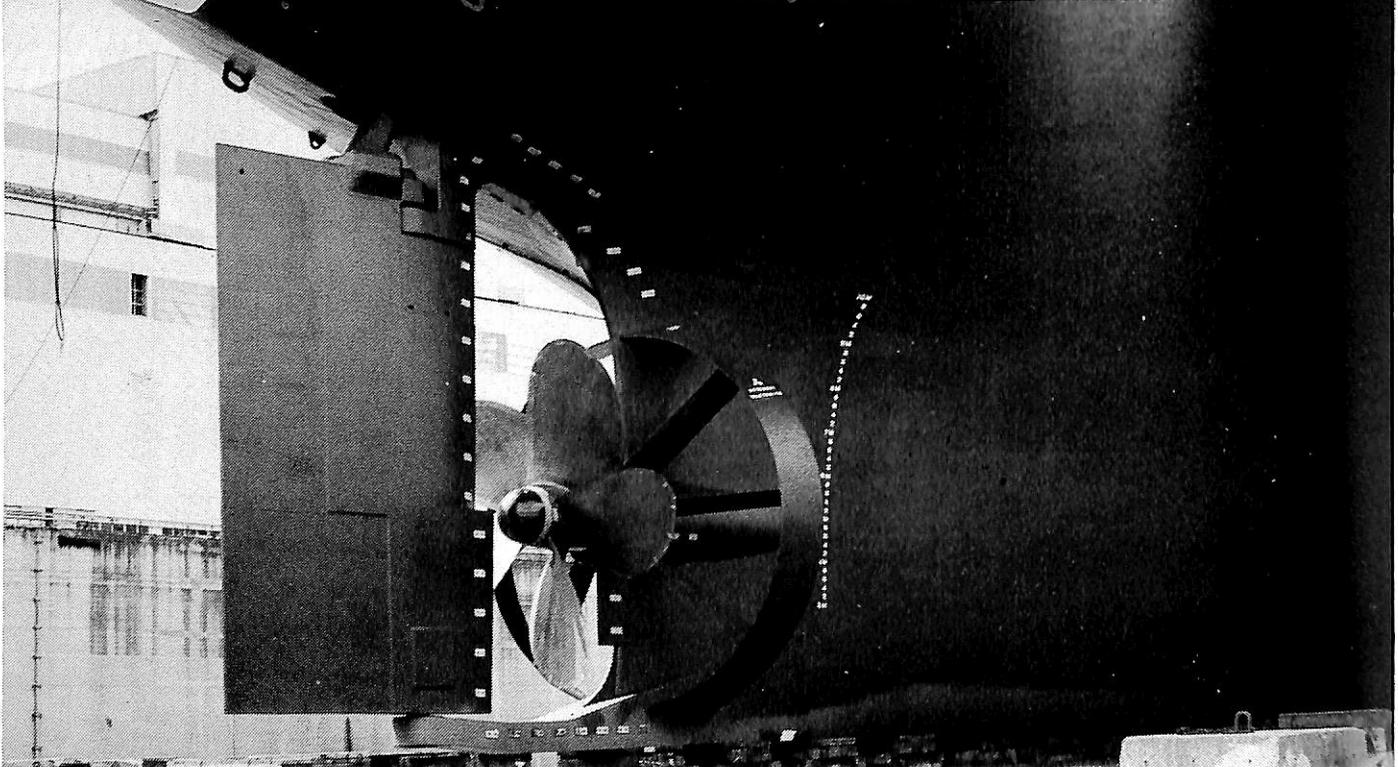
⑮  
ホモジナイザー

⑯  
排エコ鋼球サンブ  
システム



General Arrangement of 130,000DWT Bulk Carrier"SHIN-EI MARU"





Design & Built of 130,000 DWT Bulk Carrier  
"SHIN - EI MARU"

by Nagasaki Shipyard and Engine Works,  
Mitsubishi Heavy Industries

## 13万トン型撒積貨物船

# "新鋭丸" の設計と建造

三菱重工業長崎造船所・造船設計部

### 1. まえがき

"新鋭丸"は新和海運株式会社殿ご注文の第35次計画造船として、昭和55年3月12日三菱重工長崎造船所香焼工場にて起工し、昭和55年8月15日進水、昭和56年1月27日、無事、船主殿へ引渡され、現在オーストラリア、カナダと日本との間の石炭輸送に活躍中である。

本船は同船主殿向けとしては"新昇丸"（昭和51年10月第31次船として当社横浜造船所で竣工）に次ぐものであるが、本船に対しては(1)近時の燃料油高騰に対処し、輸送貨物トン当り燃料消費量の大幅減少のための省エネルギー要求と、(2)1980年代のわが

タイトル写真/"新鋭丸"に取りつけられた三菱リアクション・フィン。三菱重工が船舶の省エネ対策として開発した画期的な推進装置である。

国船舶の国際競争力増強の必要性に鑑み、小人数で安全且メンテナンスレス連航を可能とする省力化合理化要求とを両立させることが計画の基本方針とされ、船主殿・荷主殿との長期にわたる緊密な検討を経て、この方針に見合う経済的最適船として実現したものである。本船に採用された省エネルギー、省力化仕様の主なものは次の通りである。

#### 1) 省エネルギー仕様

- 1: 港湾条件、運航採算、船型性能の広範囲な検討から得られた最適な船型
- 2: 三菱リアクション・フィンの採用による推進性能の向上。
- 3: 低回転メリット、対粗悪油特性、メンテナンス軽減効果を保ち、低燃費を実現する自動進角装置付低速ロングストローク主機関の採用。

- 4: 排ガス・エコマイザー、ターボ発電プランの採用。
- 5: 2年間のノン・ドッキングより稼働率上昇と船速低下減少のための自己研磨型長期防汚塗料の採用。
- 6: その他、ホモジナイザ、清浄器の自動逆洗方式、発電機用復水器真空ポンプ、主機冷却清水系統ウォームアップ自動化等が採用されている。

## 2) 省力化仕様

- 1: 係船機の制御・ブレーキ、クラッチの全面遠隔制御化の採用。
  - 2: バラスト系弁の遠隔制御と燃料油タンク液面計・レベルアラームの採用。
  - 3: ハッチカバーの油圧一斉締付機構の採用。
  - 4: ローディング、コンピューターの採用。
  - 5: NNS採用。
  - 6: 機関制御室を上甲板上に配置、荷役制御機能も持たせ、かつ事務室と隣接させた。
  - 7: 無線室を操舵室と同レベルに配置。
  - 8: 補油作業の簡易化。
  - 9: 機関部機器の自動化。
  - 10: 海洋生成物付着防止装置の採用。
- 等々が挙げられる。

## 2. 船体部

### 2-1 主要目

全長	270.00 m
垂線間長	258.00 m
幅(型)	43.00 m
深さ(型)	23.80 m
夏季満載吃水(型)	16.30 m
載貨重量	134,176 MT
総トン数	76,958.37 Tons
純トン数	51,291.03 Tons
容積(100%):	
貨物倉	156,388 m <sup>3</sup>
燃料油タンク(F.O.)	6,056.0 m <sup>3</sup>
燃料油タンク(D.O.)	305.7 m <sup>3</sup>
清水タンク	609.8 m <sup>3</sup>
バラストタンク(FPT, APT及びNo.6カーゴホールド兼バラストタンクを含む)	65,513.1 m <sup>3</sup>

主機関	三菱スルザー 6 R L A90	1 set
最大出力	20,400 P S	×90 rpm
常用出力	17,340 P S	×85 rpm

試運転最大速力(50%満載状態)	17.17kn
計画航海速力(満載状態, 主機常用出力, 15%シーマージン)	14.25kn
主ターボ発電機	875 KVA 1 set
主ディーゼル発電機	875 KVA 1 set
補助ディーゼル発電機	150 KVA 1 set
排ガスエコマイザ 立形強利循環, 二段蒸気圧力式	1 set
過熱蒸気	8 kg / cm <sup>2</sup> g 255 °C, 3,850 kg / h
飽和蒸気	4 kg / cm <sup>2</sup> g (飽和) 1,400 kg / h
補助ボイラ 重油噴燃強圧通風式乾燥室付丸ボイラ	1 set
	9 kg / cm <sup>2</sup> g (飽和) 9,000 kg / h
燃料消費量	56.3 トン / 日
	(常用出力, 10,200 Kcal / kg)
乗組員	職員10人, 部員11人, 予備4人, 合計25人
船級	日本海事協会 (NS* "Bulk Carrier Strengthened for the Carriage of Heavy Cargoes, Nos. 2, 4, 6, 8 Holds may be empty." MNS*, M0

### 2-2, 一般配置および船殻構造

本船は一般配置図に示す通り、貨物倉として9ホールドを有する船首楼無しの一層甲板船であり、中央部No.6ホールドはカーゴホールド兼バラストタンクとなっている。

船首部には三菱バウ付きの球状船首とし、船尾部はトランサム型としている。船尾プロペラ直前の主船体に後述の三菱リアクションフィンを装備している。居住区・機関室は船尾部に配置され、トップサイドタンク並びに二重底タンクはバラストタンクとなっている。

燃料油タンクはNo.4カーゴホールド位置から後方の二重底中央部および機関室前方舷側部に配置されている。エンジンケーシングは居住区後壁に接続しており、排ガスエコマイザが配置されている。

主船体構造方式はトップサイドタンク部、船底外板および二重底部は縦フレーム方式であり、カーゴホールドは横フレーム方式である。カーゴホールド間の横置水密隔壁は上部および下部にスツールを有する縦方向波型構造であるが、ホールド最前部および最後部の水密隔壁は、防撓材付き平板構造を採用している。

部材寸法については当社立体計算法によるほか、NKの直接計算も依頼し、チェックを行ない決定された。カーゴホールド内の構造物は可能な限り貨物

の滞積を防止するような配慮の下に配置してある。

居住区は、本船定員が省力化により25人と少いことから比較的小さくなっており、内壁配置に合わせて上甲板下にタンク壁、仕切壁を配置する等の万全な防振対策を行なった。

## 2-3 三菱リアクションフィン

三菱リアクションフィンは当社が、十数年前より大型船への実用化を目指し開発研究を実施していたもので、今回船主殿のご協力により本船が実船採用の第1号となり時勢の要求に応えられることとなった。

推進性能向上装置としてリアクションフィンの原理は、ノズル型の装置とは全く異なったものであって、二重反転プロペラ(CRP)の原理と同等であり、CRPの前方のプロペラを船体に固定したものに相当している。即ちこの固定プロペラを本船でリアクションフィンとして構成し、プロペラ後流の回転エネルギー損失を少くし推進効率の向上を果しているものである。

本船のリアクションフィンは水槽試験において満載で約4%、バラストで約7%、平均5~6%の馬力節減効果を推定していたものであるが、本船の試運転において所期の性能を達成したことからリアクションフィンの効果を確認することができた。

なお本船では公試に先立つ予行運転においてリアクションフィンの応力・振動・圧力関係の計測も徹底的に実施した結果、全て推定値と非常によく一致したことで、本装置の安全性も確認された。

リアクションフィンは“新昇丸”にも昨年来既存船として第1号のものが装着され、同船に対しては装着の前後2回海上運転を実施、その効果をj確認している。

リアクションフィンに関する一連の水槽試験結果は、昭和55年9月に米国において開催されたSNA MEのShipboard Energy Conservation Symposium に発表した。

## 2-3 船体艤装

### (1) 係船設備自動化

本船甲板艤装における省力化項目の一つであり、係船に対するフレキシビリティを高めながら省力化を図っている。係船機の配置は、船首部に係船機組合せ型ウインドラス2台、係船機3台、中央部上甲板上に係船機2台、船尾部に係船機5台、合計12台となっており、内8台は1台1ドラムとなっている。船首部の係船機中4台は、機側の他最船首部中心付近1カ所から集中遠隔制御され、他の8台は機側お

よび両舷からの遠隔制御される。特に船首尾上甲板上の各1台はブレーキおよびクラッチも遠隔で操作できるようになっている。

油圧ポンプユニットは、前部区画と後部区画との2グループに対し設備され、それぞれ2組のポンプユニットからなっている他、自動係船機構(船首尾各1台および、中央部の2台の係船機)のため2組のポンプユニットがある。

この他、係船機メッセージャーワイヤー用の固定エアモーター駆動キャプスタン2台を設置している。

### (2) ハッチカバー

本船のハッチカバーは三菱サイドローリング式鋼製2枚割りが採用され、各ハッチカバーは固定式エアモーター駆動ウインチおよびワイヤにより開閉される。閉鎖時の締付ガスケットは一重で、カバー締付には油圧シリンダー駆動による一斉締付方式が採用され、パネル間はウエジレスとしてある。ただしNo.6カーゴホールド兼バラストタンク用のもののパネル間はドグボルト併用となっている。

### (3) 居住区

各種省力化仕様の採用により、本船では予備4人を含め25人の定員が採用され、定期的なメンテナンスは主として陸上協力員の手が行なうこととなっている。居室は予備室および陸上協力員室を除き、全てシャワー、トイレット付個室となっている。

事務室関係では本船の制御機能の集中化を図り、機関制御室として従来の荷役制御室と機関制御室を一体化し、且つこれを総合事務室と隣接させ居住区内上甲板前部中央に配置した。

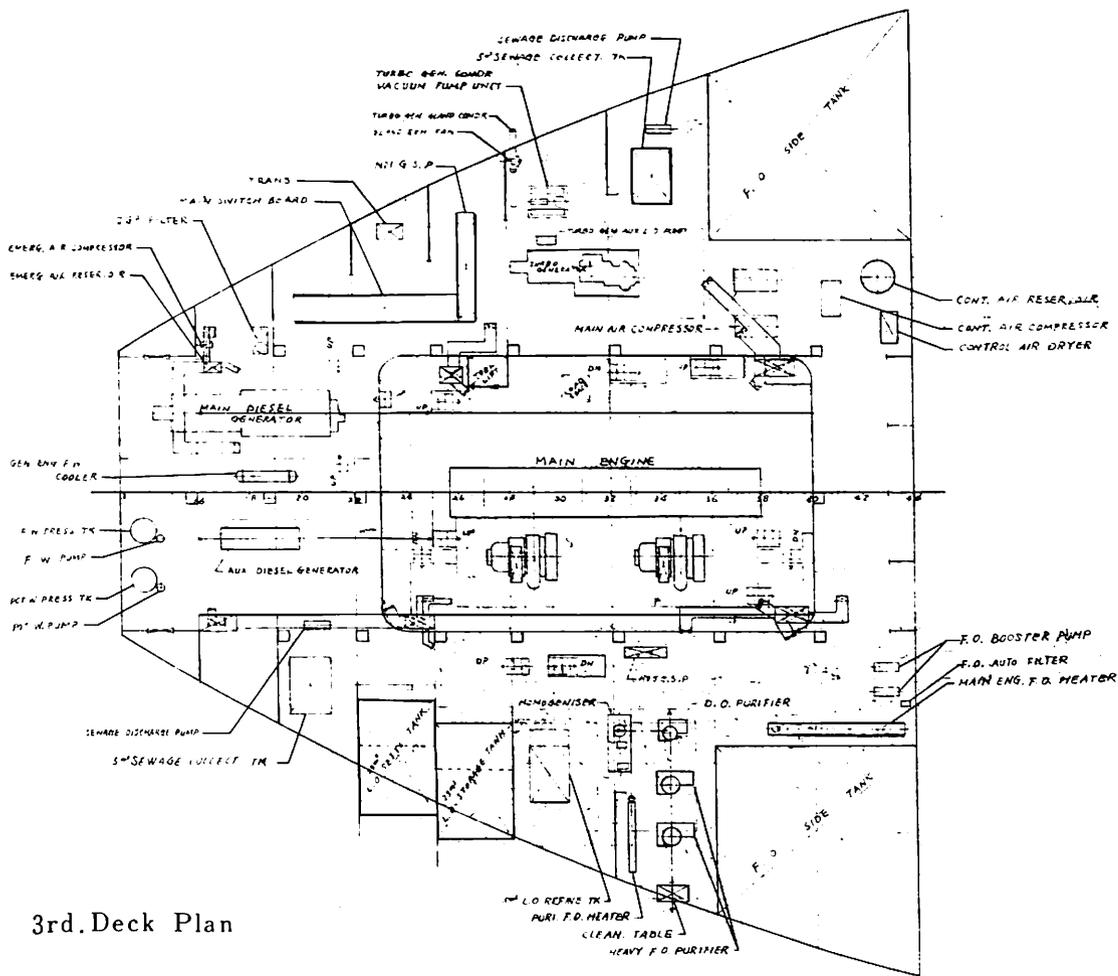
無線室は操舵室と同じ甲板に配置され、本船の指揮通信連絡機能が集中化され、ダイニングサロン、ギャレー、糧食庫、レクリエーションルーム等と同じ甲板に隣接配置して、サービス機能の合理化が図られている。

## 3. 機関部

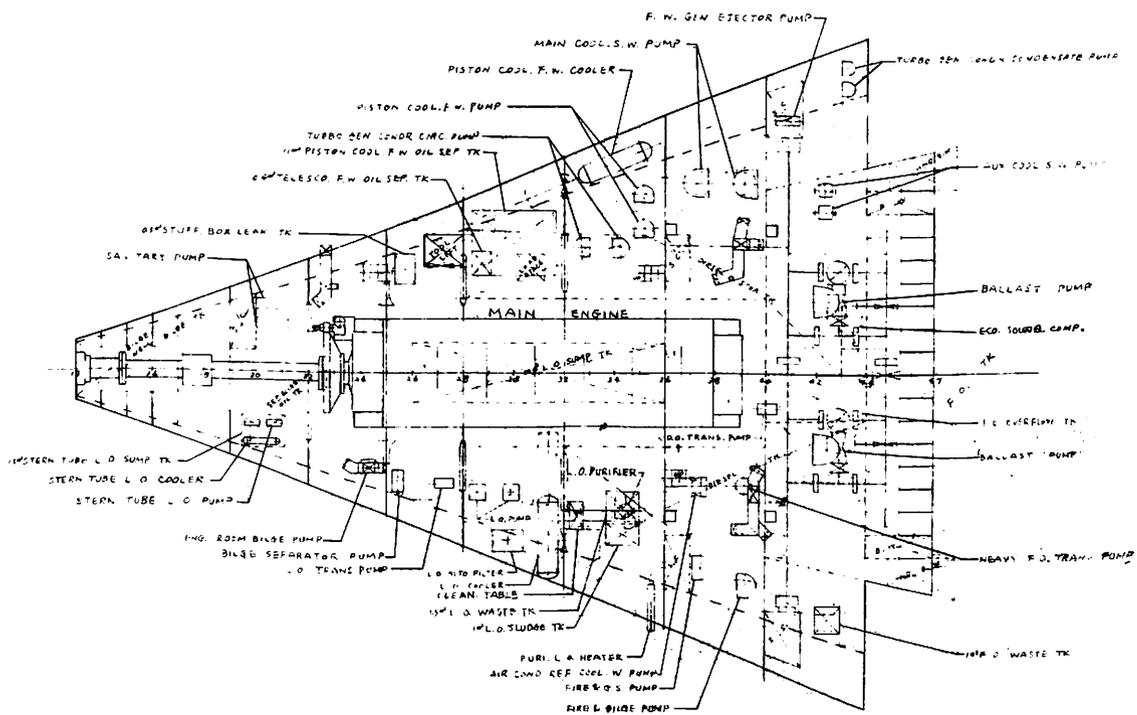
機関部の設計は本船省エネルギー計画の中核をなすものであり、主機関の低燃料消費性能、蒸気プラント、電力計画等を総合した完全一体のプラントとして総合的な省エネルギー、レスメンテナンス仕様とした上で安定した運転が可能となるよう慎重に進められた。

### 3-1 主機関

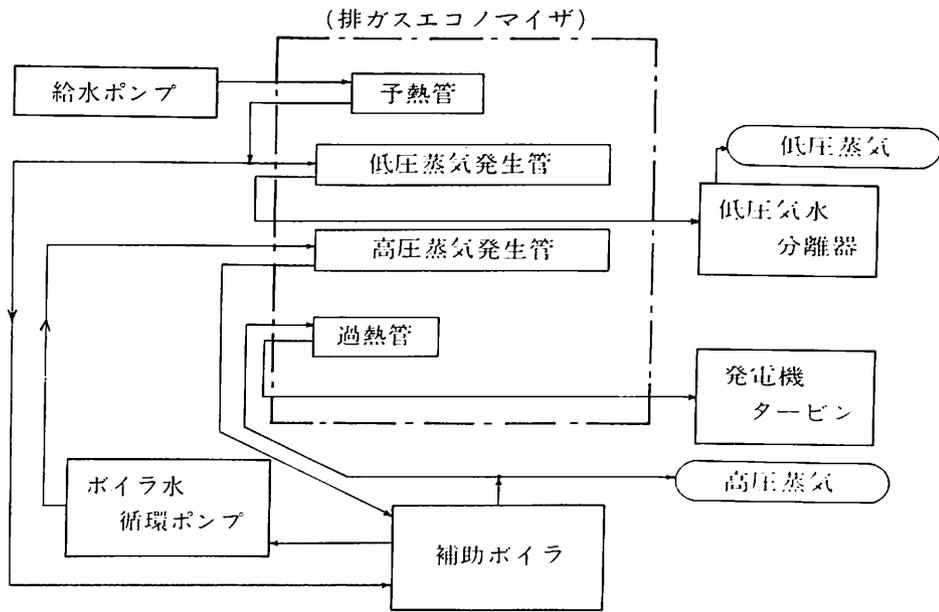
就航後の経年変化を生じたあとにおいても3500秒RW#1、100°Fの燃料を使用することができる。過給・掃排気系統は高負荷において効率の高い静圧



3rd Deck Plan



Lower Floor Plan



過給方式が採用され、主機負荷が50%以上になった場合に、自動的に活動するピストンアンダーサイドポンプキャンセルを備えている。更に自動進角装置も採用する等、低燃費対策を行なった。

また本船は通常航海中は排ガスエコノマイザでターボ発電機用、その他雑用蒸気を賄い、ディーゼル発電機並列運転・補助ボイラ追焚等の必要を無くするため、主機排気ガス温度上昇のための抽気対策並びに主冷却海水ポンプ二連制御方式を採用し、常用航海時にターボ発電機が成立つよう設計されている。

### 3-2 排ガスエコノマイザ

ターボ発電機装置を含む本船の蒸気計画に対し、最大級の排ガスエコノマイザを採用し、居住区後方に接続した機関室ケーシング内に配置された。システムの主要ダイアグラムは上図の通りとなっている。なお煤取り装置としては鋼球撒布式を採用し、蒸気所要量を節減している。

### 3-3 機関部自動化

本船自動化はNK-M0を適用して計画されており、機関制御室は前記のごとく上甲板に配置されている。

この機関制御室には通常の機関室内望見用の窓は設けられていない。制御は全て制御盤、監視盤、警報盤の表示によって行なわれ、このため各機器、機器制御・計装システムの信頼性、安定性については設計・建造上最も注意を払ったところである。

## 4. 電気部

本船の発電機は、ターボ発電機1台、ディーゼル

発電機1台および補助ディーゼル発電機より構成されている。補助ディーゼルは補助ボイラ冷態始動用（ディーゼル発電機の故障時用としてNKより要求されたもの）として設置されたものであるが、主機75%負荷運転時の排ガスエコノマイザーバックアップ用としても使用される。補助ディーゼル発電機にも自動負荷分担装置が設けてあるが、ターボ発電機と並列運転の場合を考慮して負荷制限機能付としている。本船の各運航状態に対する発電機投入計画は次の様に計画されている。

(状態)	(使用)	(予備)
通常航海	TG×1	DG×1
航海中パラスタンピング	TG×1 DG×1	—
出入港	同上	—
荷役	同上	—
停泊	TG×1 or DG×1	DG×1 —

この他、主な仕様としては、発電機に両軸受型を採用したこと、操舵機給電回路に電路切換器を装備、方向換知器・無線機はSOLAS1974を先取り適用した、無線機に自立アンテナを採用、また機関部監視装置にCRTディスプレイ方式が採用されている。

## 5. 結び

今回紹介した“新鋭丸”は当所で建造される13万トン型散積貨物船シリーズの第一船として斯界に貢献すべく期待を担って誕生した。木尾となったが、本船の建造に当り荷主、船主、関係官庁およびメーカー各位の絶大なご指導、ご協力を得たことに対し厚く御礼申上げると共に、本船の航海の安全と今後のご活躍を祈る次第である。



- CT ; 貨物タンク  
 IMT ; 中間タンク  
 P ; 独立型ポンプ  
 C ; 圧縮機

図中の中間タンクおよび/または独立型ポンプを設けない例もある。また、本船の圧縮機を使用しないでも揚荷し得る。

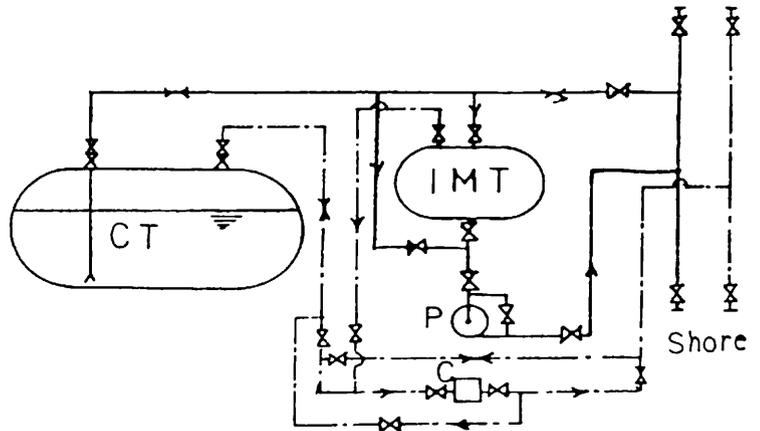


図 5-6 圧力式揚荷システムの概要

小型船では、液中ポンプを設けず、図 5-6 に示すように圧縮機による加圧のみで揚荷する計画も多い。この図では、中間タンクを備えているが、最近では、中間タンクを備えない例は、少ない。この場合は、図から中間タンクおよびその関連の管系統を削除した管系統である。また、このような圧力揚荷の場合、陸揚の圧力を増加するための独立型ポンプを備える例が多い。配管としては、独立型ポンプを介さないでも貨物の陸揚げができるようにする。なお、液中ポンプを設けない場合は、タンク内注入/揚荷用管を別個にする必要はない。

ポンプの性能は、揚荷能力(揚荷時間)、管路での圧力損失等を考慮して、一定の計画手順によって所要の容量/揚程を定めることができる。圧縮機は、積揚時のいずれの場合にも本船の圧縮機で貨物ガスを移送できるように計画すると共に、圧力式揚荷の場合はもちろん、液中ポンプを備える場合でも非常に貨物液を移送できるように計画する。ガス移送用の圧縮機は、積揚荷速度(液流量)、管路での圧力

損失、荷役時におけるガスの蒸発/凝縮量等を考慮して所定の性能(吸込/吐出圧力、吸込容量等)を定める。

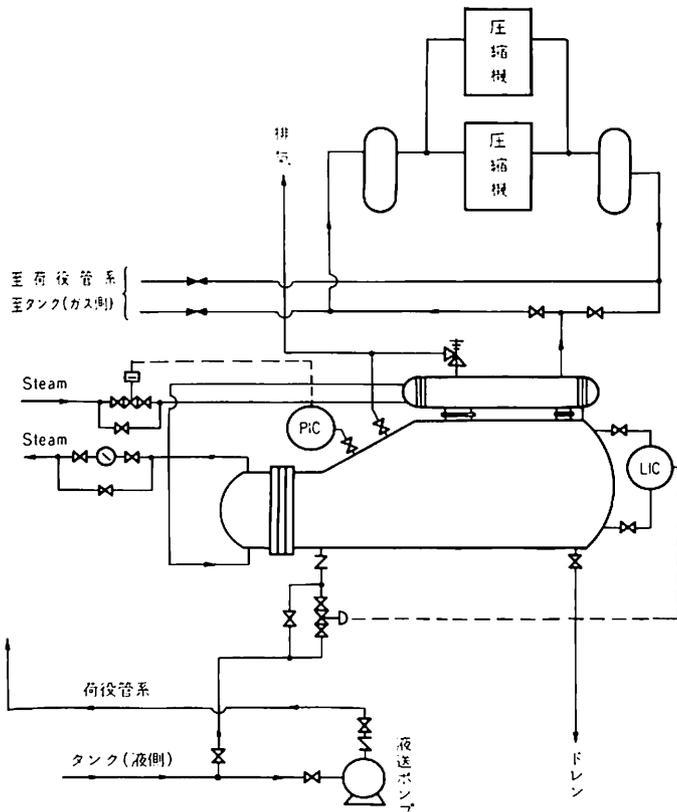
管路の圧力損失を陸上施設も含めて推進することは、専用航路の船舶を除き、不可能であり、また、その他の予測できぬ要因も多いので、荷役計画および実績を参考にしてポンプおよび圧縮機の能力を定めるのが通常である。表 5-3 に圧力式液化ガスタンカーの貨物移送装置の主要目の例を掲げておく。

圧力式液化ガスタンカーでは、ポンプの揚程は、表 5-3 から分るように 90 ないし 120 m 貨物液頭程度であり、圧縮機の吸入/吐出の差圧は、2 ないし 3 kg/cm<sup>2</sup> 程度である。ポンプ容量はタンク容量/揚荷計画時間から容易に定まる。圧縮機の吸入容量は、ガスの圧縮およびタンクや管壁での凝縮、その他の要因を考慮して定めるが、液の移送量より適当に多い流量で計画する。実績では、圧縮機吸込容量/ポンプ容量(=最大積揚荷流量)の比は 1.8 ないし 4 程度となっている。ここで、ガス容量は、吸込状態

表 5-3 圧力式液化ガスタンカー荷役装置主要目

タンク 総容量 (m <sup>3</sup> )	タンク数	設計蒸気圧 (kg/cm <sup>2</sup> G)	液 主 管 数×直径(mm)	ショアガス 主管数× 直径 (mm)	貨物ポンプ		圧縮機 数×容量 (m <sup>3</sup> /hr)	貨物対象品
					タイ プ	数×容量×揚程 (液頭, m)		
950	2	17.6	1×150	1×100	i	1×280	2×300	LPG
1,063	2	17.0	1×150	1×150	i	1×170×90	2×320	LPG
1,134	2	18.0	1×150	1×100	d	2×200×110	2×470	LPG
1,200	2	17.6	1×150	1×100	d	2×100×120	2×340	LPG
1,220	2	8.0	1×150	1×100	i	1×270	2×540	VCM
1,830	2	17.0	1×200	1×150	s	2×120	2×540	LPG, VCM
1,870	2	18.6	1×200	1×125	d	2×250×120	2×470	LPG
2,115	3	18.0	3×200	3×150	i	1×400	2×400	LPG
2,500	2	18.6	1×200	1×125	d	2×150×120	2×470	LPG, A, VCM
3,200	4	18.6	1×200	1×125	d	4×150×120	2×570	LPG, A, VCM ブタジエン

i ; 独立型プースタポンプ, d ; ディープウエルポンプ, s ; 電動サブマージドポンプ  
 A ; アンモニヤ, VCM ; 塩化ビニール



貨物タンク内からの液の一部を左図の蒸発器にいれてガス化し、圧縮機によってタンクに圧入する。

図 5-7 圧力式液化ガスタンカーの貨物蒸発装置

の温度/圧力のものをいう。

沸点が高い貨物、即ち蒸発しにくい貨物(例えば、アセトアルデヒド、ブタン等)は、寒い時期の揚荷時にタンク内に入れるのに十分なガスが得られず、荷役速度をおとさざるを得なくなる場合がある。このような場合、圧力式液化ガスタンカーでは、貨物液を暖めて蒸発させるペーパーライザを備えて、揚荷効率を向上させるように計画することもある。その一例<sup>9)</sup>を図 5-7 に示す。

また、陸上から低温の貨物を受け入れられるように貨液ヒータを設ける例もある。これは、積揚荷用液管にバイパス管を設けて貨液ヒータと連結し、この貨物ヒータによって暖められた貨液をタンクに積荷できるようにするものである。

#### 5.1.4 低温式液化ガスタンカーの貨物装置 (LPG, アンモニヤ, エチレン等)

LNG 船も一般的には低温式液化ガスタンカーの範ちゅうであるが、本項では、LNG 船を除くその他の LPG, アンモニヤ, エチレン等を貨物対象とする船舶を主対象として述べる。LNG 船については、次の 5.1.6 もあわせて参照のこと。

##### (1) 一般

低温式液化ガスタンカーの貨物管装置は、基本的には 5.1.2 に示した積揚荷用の液およびガス管、ページ/ガスフリー用管装置、およびベント管装置のほか、貨物温度圧力制御のための貨物冷却装置(再液化装置)および、タンクのクールダウン(徐冷)/ウォームアップ用装置が必要であり、さらに、漏えい貨物処理装置(二次防壁との関連)、荷役時の貨物の昇温(昇圧)/蒸発装置等も必要に応じて加わる。

低温式 LPG 船の貨物管系統の例を図 5-8 に掲げる。これは、2 種類の貨物管系統(プロパンおよびブタン)を有し、プロパンとブタンを別々の貨物管系統で同時に荷役/運送でき、かつ、図示したタンクには、プロパンまたはブタンのいずれも積載し得るように計画されている。即ち、互に分離し得る 2 つの貨物系統を有する例である。

これと同じ配管要領では、LPG とアンモニヤ、或いはその他の 2 種類の貨物を同時に荷役/運送し得るが、1.3.4(3)に示したような相互反応の危険を有する貨物同志、或いは完全に独立した貨物装置への積載が要求される貨物と、その他の貨物の同時荷役/運送はできない。

図 2-26 には、低温式エチレン船の貨物管系統が掲げられているが、これも図からわかるように、基

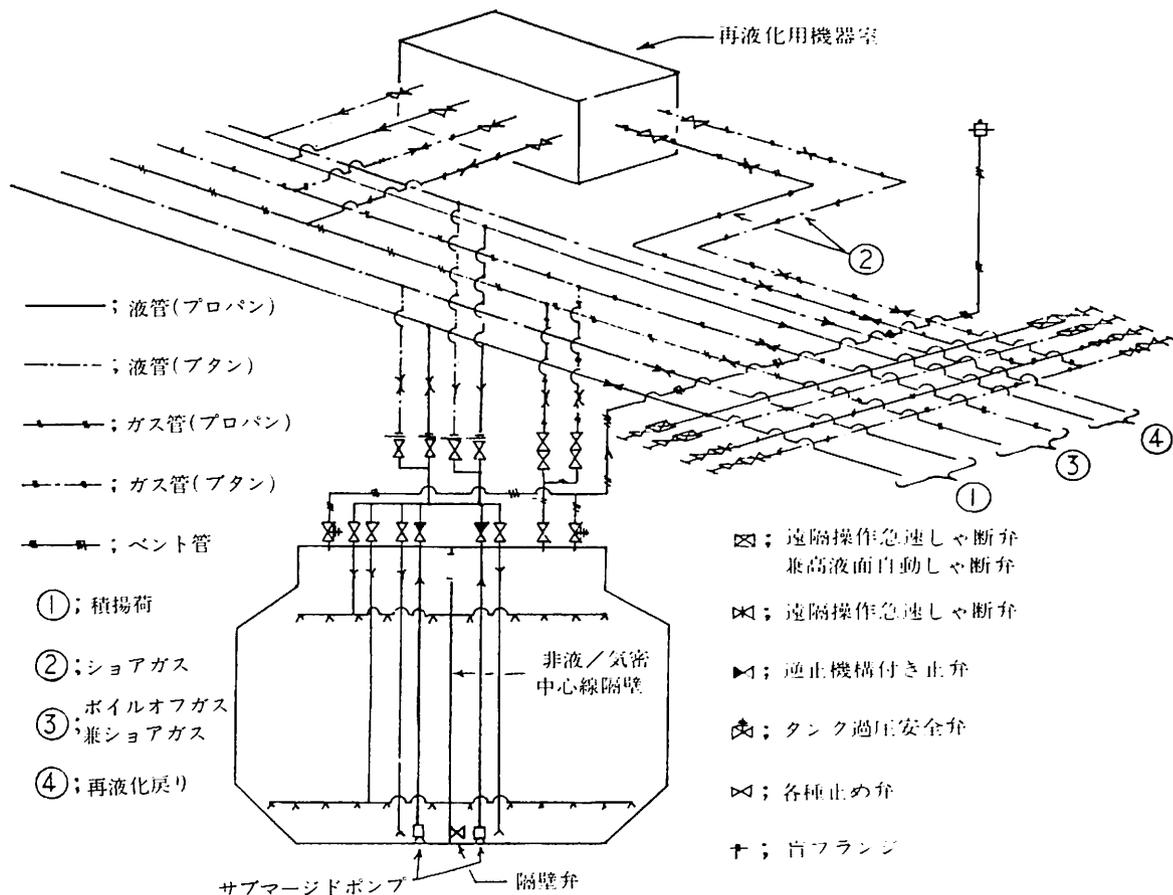


図 5-8 低温式LPG船の貨物管系統（プロパン/ブタン系統をそれぞれ備えている例）

本的には、LPG船の例と変わるところはない。

なお、2.4.5および2.4.6には、低温式LPG、アンモニアおよびエチレン船の貨物装置の実例が紹介されているので参照のこと。

### (2) 貨物ポンプおよびショアガス用圧縮機

揚荷は、全てタンク内に設けた液中ポンプによって行なうように計画する。液中ポンプ故障時の対策も兼ねて、各タンクには、2台以上のポンプを設けるのが一般的であり、さらに、可搬式の液中ポンプを取付けられるようにする船舶もある。ポンプ容量/揚程は、揚荷時間および管路の圧力損失によって定めることもできるが、経験的に定める例が多い。実績を表5-4に示す<sup>6)9)10)</sup>が、表2-11および2-12も参照のこと。液中ポンプのほか、貨液ヒータを通じて貨物を昇温昇圧する場合等の陸上への貨液移送に必要な圧力を加えるため、甲板上に独立型ブースタポンプを設ける例もある。

積揚荷時のガス移送は、船舶と陸上のタンク間の

差圧、によるのが通常である。さらに、船舶の圧縮機による移送も可能なように計画する例が多い。船舶のショアガス移送用圧縮機で移送しようとする場合、その吐出圧力は、1.0ないし2.0kg/cm<sup>2</sup>G程度（吸入圧は低温式の場合、大気圧ないし0.3kg/cm<sup>2</sup>G程度である）とし、吐出容量は、貨液の最大積荷計画流量（=最大揚荷計画流量）の1.2ないし1.5倍程度として計画される。直接または混合式再液化装置の機器の1つとして設ける圧縮機はショアガス移送用としても使用するが、この圧縮機のみでは容量が不足する場合、ショアガス移送用の吐出圧力1.0ないし2.0kg/cm<sup>2</sup>G程度の適当な容量の圧縮機を備える。

### (3) タンクの冷却、ウォームアップ等のための装置

低温式液化ガスタンカーでは、急激な冷却/加熱を避けるため、タンクのページ後および前の徐冷およびウォームアップの作業が不可欠であり、また、バラスト航海中のタンク予冷、さらに、タンク内残

表5-4 低温式液化ガスタンカー（LNG船を除く）の貨物装置の主要目録

タンク 総容量 ( $m^3$ )	タンク 数	最低 温度 ( $^{\circ}C$ )	液主管 (積揚荷用) 数 $\times$ 呼び径 (mm)	ガス主管 (ショア ガス用) 数 $\times$ 呼び径 (mm)	貨物ポンプ		再液化装置		貨物対象品	備 考
					種類	数 $\times$ 容量 $\times$ 揚程 ( $m^3/hr$ )(液頭m)	数	総容量 kcal/hr		
1,120	2	-104	1 $\times$ 150	1 $\times$ 150	s	4 $\times$ 70 $\times$ 160	4	21,200	エチレン	IMCOガスコード非適用船
3,380	2	-104	1 $\times$ 250	1 $\times$ 150	s	4 $\times$ 160 $\times$ 73	3	369,000	エチレン	同上
10,000	3	-45	2 $\times$ 250	2 $\times$ 200	s	3 $\times$ 500 $\times$ 125 3 $\times$ 50 $\times$ 125	4	100,000	LPG	試設計船
22,000	3	-48	2 $\times$ 300	2 $\times$ 200	d b	6 $\times$ 400 $\times$ 130 1 $\times$ 400 $\times$ 110	3		LPG, アンモニヤ	貨物ベーパーライザ/ヒータあり
29,600	4	-51	2 $\times$ 300	2 $\times$ 200	s	8 $\times$ 300 $\times$ 120	3	400,000	LPG,アンモニヤ	
31,215	3	-45	1 $\times$ 250 1 $\times$ 200	1 $\times$ 250	s	6 $\times$ 400 $\times$ 120	3	423,000	LPG,アンモニヤ ブタジエン	IMCOガスコード非適用船
61,000	4	-48	2 $\times$ 300	2 $\times$ 200	s	8 $\times$ 500 $\times$ 110 4 $\times$ 25 $\times$ 110	4		LPG	
70,250	4	-45	2 $\times$ 400	2 $\times$ 250	s	8 $\times$ 500 $\times$ 110 4 $\times$ 250 $\times$ 110	4	@1,360 $\times$ 20*1	LPG	ショアガス専用 圧縮機あり 1 $\times$ 2,500 $m^3/hr$ $\times$ 1.0 kg/ $cm^2G$
71,300	4	-46	2 $\times$ 400	2 $\times$ 300	d b	8 $\times$ 500 $\times$ 100 2 $\times$ 500 $\times$ 100	3	861,000	LPG,アンモニヤ ナフサ	
72,334	4 6	-7 -46	2 $\times$ 400	1 $\times$ 300 1 $\times$ 250	s	4*2 $\times$ 440 $\times$ 90 6*2 $\times$ 350 $\times$ 90	5	975,000	LPG	ショアガス専用 圧縮機あり 1 $\times$ 1,500 $m^3/hr$ $\times$ 2.0 kg/ $cm^2G$
75,950	4	-48	2 $\times$ 300	2 $\times$ 250	d	8 $\times$ 525 $\times$ 112	3	666,000	LPG,アンモニヤ プロピレン,ブ タジエン	
775,000	5	-45	2 $\times$ 400	2 $\times$ 250	s	10 $\times$ 550 $\times$ 100 5 $\times$ 250 $\times$ 100	5	@ 1,360 $\times$ 20*1	LPG	ショアガス専用 圧縮機あり 1 $\times$ 2,500 $m^3/hr$ $\times$ 1.0 kg/ $cm^2G$
100,200	4	-46	2 $\times$ 400	2 $\times$ 350	s	8 $\times$ 500 $\times$ 120	2	1,088,000	LPG	
143,000	4	-46	2 $\times$ 450	2 $\times$ 350	s	8 $\times$ 700 $\times$ 150	4		LPG	試設計

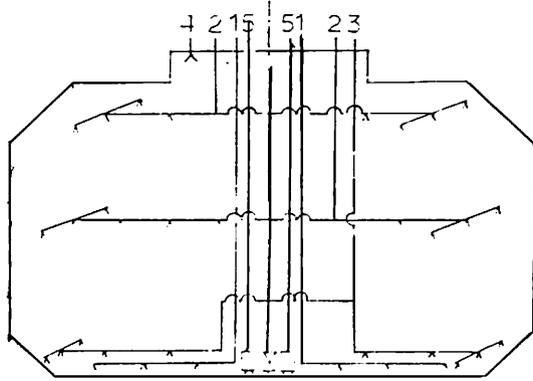
注記 \*1 : 再液化用ガス圧縮機の1基当りの性能・容量( $m^3/hr$ ) $\times$ 吐出圧力(kg/ $cm^2G$ ) \*2 : 非常用として各タンクにエダクタあり。

記号 s : 電動サブマージドポンプ・ d : ディープウエルポンプ・ b : 独立型ブースタポンプ。

表5-5 LNG船貨物装置の主要目録

タンク 総容量 ( $m^3$ )	タンク 数	液主管 (積揚荷用) 数 $\times$ 呼び径 (mm)	ガス主管 (ショア ガス用)	貨物ポンプ		ガス圧縮機 数 $\times$ 容量 ( $m^3/hr$ )		備 考
				種類	数 $\times$ 容量 $\times$ 揚程 ( $m^3/hr$ )(液頭m)	高容量用	低容量用	
4,000	4	2 $\times$ 200	2 $\times$ 150	d b	4 $\times$ 100 $\times$ 90 1 $\times$ 100 $\times$ 90			LNGのほか, エチレン, プロパン, アンモニヤも積載可能, 非常用圧力揚荷
27,400	9	2 $\times$ 200	2 $\times$ 150	s	9 $\times$ 200 $\times$ 82			非常用揚荷はベーパーフトシステム
40,000	5	2 $\times$ 350	1 $\times$ 350	s	9 $\times$ 475 $\times$ 150 1 $\times$ 20 $\times$ 150	1 $\times$ 5,000	1 $\times$ 1,700	
50,000	6	2 $\times$ 350	1 $\times$ 350	d	12 $\times$ 320 $\times$ 120			
75,000	5	2 $\times$ 300	1 $\times$ 150	s	11 $\times$ 585 $\times$ 100	2 $\times$ 8,897*	1 $\times$ 2,482*	
125,000	6	2 $\times$ 500	1 $\times$ 400	s	12 $\times$ 900 $\times$ 120 2 $\times$ 25 $\times$ 120	2 $\times$ 17,000	1 $\times$ 4,500	LPGも運送可能
126,300	5	2 $\times$ 550	1 $\times$ 400	s	10 $\times$ 1,040 $\times$ 125 5 $\times$ 8.5 $\times$ 125	1 $\times$ 20,388	2 $\times$ 5,100	
128,600	5	2 $\times$ 550	1 $\times$ 400	s	10 $\times$ 1,100 $\times$ 140 2 $\times$ 50 $\times$ 140	2 $\times$ 18,377*	1 $\times$ 4,560*	

\* 吸入時温度/圧力 = -140 $^{\circ}C$ /大気圧として純メタンの容量に換算した値



- 1；貨液積込管（液主管に連結）
- 2；スプレー冷却管（液主管および再液化戻り管に連結）
- 3；スパージング管（再液化戻り管に連結）
- 4；ガス管（ショアガス／ボイルオフガス）
- 5；貨液揚荷管

図5-9 低温式LPG船貨物管のタンク内配管概要

液の気化による回収の作業も必要である。したがって、これらの作業が容易かつ確実に実施できるような装置を設ける必要がある。

しかし、これらの装置として特別な装置を設けることはなく、積揚荷用および再液化用の管装置、圧縮機等を利用して、タンク内に冷却ガス／液およびホットガスを適切にスプレーおよびスパージング（sparging）できるようにする。タンク内のスプレーおよびスパージング用の配管は、貨物の種類（最低設計温度）、およびタンクの形状、大きさ、材料および構造方式に応じて個々のタンクで適切に定める。低温式LPG船の独立型方形方式タンク（低温用炭素鋼製）の1例<sup>10)</sup>を図5-9に示す。

貨物タンクのイナーテイング、パージ／およびガスイーフ作業は、イナータガス装置と共に、前述の各種貨物管および機器を使用して実施される。したがって、これらの管および機器設計では、これらの作業の効率／手順も十分に考慮する。

#### (4) その他

貨物冷却装置（再液化装置）およびベント管装置については、5.3および5.4に説明する。その他の貨物管装置および関連機器の概要を次に掲げる。

##### (a) 貨液ヒータ

LPG等の低温貨物を昇温昇圧して陸上の常温圧力タンクに揚荷するための貨液ヒータを設けること

も航路によっては必要である。貨液ヒータは、海水加熱の熱交換器とするのが一般的である。また、前述のように、貨液ヒータを通して揚荷する場合、圧送用の独立型ブースタポンプも合わせて備える。

##### (b) ベーパーライザ／ガス加熱器

揚荷時に陸上からの戻りガスが得られない場合、貨液を暖めて蒸発させたガスをタンクに戻す。このためのベーパーライザを設ける船舶もある。熱媒体としては、温水、または水蒸気が用いられる。また、再液化装置の凝縮器に加熱した媒体（R22等）を通すことによってベーパーライザとして使用できるように計画する例もある。

ウォームアップ等に用いるホットガスは、再液化装置用の圧縮機によって得ることができるが、さらに、別個に水蒸気加熱の貨物ガスヒータを設ける例がある。また、前述のベーパーライザや凝縮器も貨物ガスヒータとして用いることができる。

##### (c) 積荷時の貨物冷却装置

再液化装置を用いて常温加圧状態の液化ガスを冷却して低温常圧状態の液化ガスとして本船に受け入れられるように計画できる。ただし、このような例は、低温圧力式液化ガスタンカーには多いが、低温式には、少ない。

##### (d) 漏えい貨物の処理装置

二次防壁を設ける場合のインタバリヤ／ホールドスペースの漏えい貨物処理に必要な管装置も広義には、貨物管装置の範ちゅうである。これについては、3.4.1(2)を参照のこと。

### 5.1.5 LNG船の貨物装置

LNG船の貨物装置は、基本的には、前5.1.4に説明した低温式液化ガスタンカーのものと同様であるが、再液化装置を備えないこと、大型船が多いこと、最低温度がより低いこと等の理由による特徴も有する。

本項では、LNG船の貨物用諸装置の実例およびその特徴について述べる。

#### (1) 実船例

表5-5にLNG船の貨物装置の主要目録、表5-6には、LNG船の貨物部主要装置の仕様概要例<sup>11)</sup>、図5-10<sup>12)</sup>、5-11<sup>13)</sup>および5-12<sup>14)</sup>にLNG船の貨物管系統の例を示す。ボイルオフガス燃料供給管系統の実船例は、5.6に示す。

また、2.4.3のLNG船の実例にも貨物用諸装置が紹介されているので参照のこと。

#### (2) LNG船の貨物管装置の特徴

表 5-6 126, 300 m<sup>3</sup> LNG 船の貨物部主要装置仕様概要

主要寸法 (m)	Lpp × B × D × d 273.4 × 43.7 × 25.0 × 11.0	ボイラフード 用通風ファン	電動モータ (15 ps) 駆動 2 × 17,800 m <sup>3</sup> /hr × 12.9 cm (水頭)
貨物タンク	5083-0 アルミ合金製モス方式球形 タンク 5 × 25,260 m <sup>3</sup>	貨物タンク圧 力警報/自動 停止	高圧警報: 1.21 kg/cm <sup>2</sup> A 低圧警報: 1.05 kg/cm <sup>2</sup> A 超低圧警報/自動停止: 1.03 kg/cm <sup>2</sup> A (自動停止は, ポンプおよび圧縮機)
貨物タンク 防熱	203 mm 厚さ, ポリウレタンフォーム, ボイルオフ量 (設計最大) 0.25 %/日		
二次防壁	キャッチベジン型部分二次防壁 設計漏えい量: 0.089 m <sup>3</sup> /hr (LNG)	貨物ポンプ吐 出圧力自動停 止	低圧自動停止の設定圧力: 2.07 kg /cm <sup>2</sup> G
貨物主管	液: 550 mm × 1 (ショアコネクション フランジ 400 mm × 2), 304 L 鋼 ガス: 400 mm × 1, 304 L 鋼	貨物コントロ ール室から操 作の貨物弁	貨物ポンプ吐出管, タンク注入管, クーリングポンプ吐出管, および液 /ガスショアコネクション
貨物ポンプ	電動サブマージド型, 300 ps, 440 V, 1800 rpm, 10 × 1.040 m <sup>3</sup> /hr × 125 m (液頭)	ショアコネク ション弁の緊 急停止場所	貨物コントロール室, 船橋, 貨物区 域前部, およびローディングステー ション (両舷)
タンククーリ ングポンプ	電動サブマージド型, 15 ps, 440 V, 3600 rpm, 5 × 8.5 m <sup>3</sup> /hr × 125 m (液頭)	タンク液面指 示装置	各タンクに 3 ケ (2: 静電容量式, 1: フロート式)
ガス圧縮機	蒸気タービン駆動遠心式, 水蒸気 温度/圧力: 231 °C/25 kg/cm <sup>2</sup> G 低容量型; 2 × 5,100 m <sup>3</sup> /hr × 2.34 kg/cm <sup>2</sup> A。高容量型; 1 × 20,388 m <sup>3</sup> /hr × 2.34 kg/cm <sup>2</sup> A	高位液面警報 および自動し ゃ断	99.5 % 液位 (容量) で警報かつ貨 物タンク注入貨物弁の自動停止
ガスヒータ	水蒸気加熱シエル/チューブ型, 水 蒸気温度/圧力: 138 °C/2.8 kg /cm <sup>2</sup> G, ボイルオフガスヒータ (1 基); -140 °C メタンを 21 °C に加熱す る能力が 5,760 kg/hr, ウォームア ップヒータ (1 基); -140 °C メタン を 54 °C に加熱する能力が 50,349 kg /hr	タンク過圧/ 負圧安全弁	各タンクに 2 ケ, + 0.2 kg/cm <sup>2</sup> G / -0.13 kg/cm <sup>2</sup> G 吐出/吸入口径: 40 cm / 30 cm
		ホールドスペ ース過圧/負 圧安全弁	各ホールドスペースに 2 ケ, + 0.09 kg/cm <sup>2</sup> G / -0.04 kg/cm <sup>2</sup> G. 吐出/吸入口径: 20 cm / 15 cm
		固定式ガス検 知器	20 ケ所を 30 分に 1 回検知. 表示スケールは, 0 ないし 5 % およ び 0 ないし 100 % の 2 つの範囲. 警報は, LEL の 20 % Vol.
LNG ベーパ ライザ	水蒸気加熱型 (1 基); -162 °C ない し -140 °C の LNG を 140 °C / 2.46 kg/cm <sup>2</sup> G のガスにする能力が 17,690 kg/hr	温度検知 ( ) 内は, 温度検出端の 数	精度 ± 0.7 °C 各タンク内部; 気相物 (1), 90 % 深さ (1), 50 % 深さ (1), 底部 (2) 各タンク外部; 赤道部 (4) 各ホールドスペース: キャッチベジ ン (1), スカート下部 (2), 船体中心線 後部スカートの鋼部 (1), 前部横置隔 壁中心 (1), 主甲板附近の左舷側縦通 隔壁 (1)
LN <sub>2</sub> タンク	二重殻型防熱タンク (1 基), 34.8 m <sup>3</sup>	ホールドスペ ースの圧力計 測/警報	計測範囲; ± 0.35 kg/cm <sup>2</sup> G 低圧警報; - 0.01 kg/cm <sup>2</sup> G
LN <sub>2</sub> ベーパ ライザ/加熱器	空気加熱型 (1 基); 764 m <sup>3</sup> /hr		
イナートガス 装置 { 乾燥空気 } 装置兼用	1 × 9,514 m <sup>3</sup> /hr × 0.35 kg/cm <sup>2</sup> G 露点; -45.6 °C, S の含有量 1 % (重量化) のディーゼル油燃焼時の成 分: O <sub>2</sub> : 1 % Vol. max., CO: 0.05 Vol % max., H <sub>2</sub> : 500 ppm max., SO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> S: 50 ppm max., NO + NO <sub>2</sub> : 300 ppm max., CO <sub>2</sub> : 約 15 % Vol, 残り: N <sub>2</sub>		

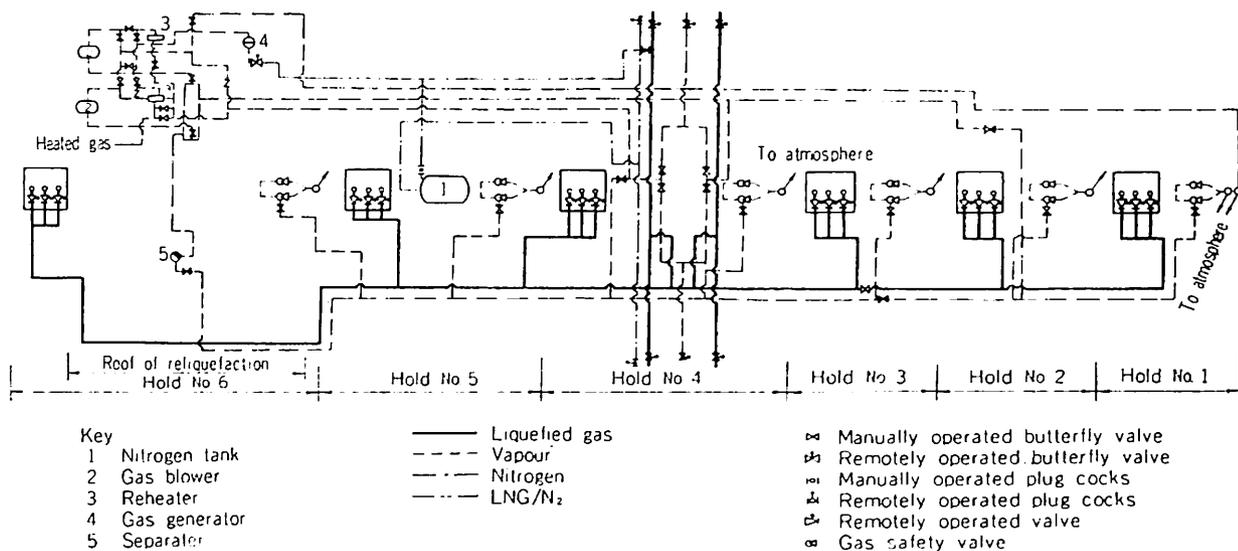


図5-10 Descartes (LNG/LPG船)の荷役管系統

(a) LNG船は、貨物温度圧力制御の方法としてボイルオフガスを船用燃料に使用するのが最も一般的である。このようなLNG船の貨物管系統は、積揚荷用液管系統、タンクのクールダウン/ウォームアップ用管系統、ショアガス管系統、ボイルオフガス燃料供給管系統(5.6参照)、およびベント管系統、並びにガスフリー/パージ用管系統によって構成される。

(b)低温式LPG船、エチレン船等では、再液化の戻り管系統をタンクの冷却/ウォームアップ用の液/ガスの供給に使用できるが、LNG船では、これらの管系統を設ける。即ち、タンク冷却用に残した貨液吸引用の小容量のスプレーポンプおよびスプレー用管装置を別途設ける必要がある。また、ウォームアップ用のホットガスを得るための貨物ガスヒータを設ける必要があり、さらに、ホットガス供給管系統を設ける例(図5-12参照)もある。

(c)LNG船では、積荷時のガス返送用ショアガス圧縮機(LNG船では高容量圧縮機: High Duty Compressorと呼ぶのが慣例となっている)および航海中のボイルオフガス船用燃料移送用の圧縮機(低容量圧縮機: Low Duty Compressor)を設ける。いずれも吸入圧力は、大気圧ないし2.0 kg/cm<sup>2</sup>G程度、吐出圧力は、0.5ないし2.0 kg/cm<sup>2</sup>G程度の低圧のものであり、積荷時のガス返送用には、両方の圧縮機を同時に使用できるように配置する。

(d)LNG船では、航内でのボイルオフガスの燃料使用が禁止されるのが通常であり、大洋航海中、ボイルオフガスを大気に放出してタンク内圧力を十分に低くしておくことが必要な場合もある。このため、

タンク過圧安全弁を経由せずにボイルオフガスを大気放出できるようにしておく。(図5-10, 11および12参照)

(e)揚荷時に陸上からの戻りガスが得られない場合には、ベーパーライザを設ける必要がある。LNG船では、LN<sub>2</sub>を本船に貯蔵しておく例も多く、このような場合、LN<sub>2</sub>/LNG用のベーパーライザを設ける例もある。

### (3) LNG/LPG船

LNG船としての貨物配管にLPG輸送時に使用する再液化装置管系統が加わる。実例が、2.4.3(4)に紹介されているので参照のこと。また、図5-11の貨物配管例は、LNG/LPG船の例である。

### (4) LNG/LPG/その他の液化ガスタンカー

LNGも運送する多目的液化ガスタンカーの主要目は、表2-9に示されている。

これらの船舶においてもLNGの運送時の貨物状態は、低温常圧であり、その温度圧力制御手段として貨物冷却、即ちボイルオフガスの再液化を実施している例はなく、ボイルオフガスの主機(蒸気タービン用ボイラ、ディーゼル機関またはガスタービン)用燃料、大気放出(港外)、または甲板上のタンクに圧縮ガスとして貯蔵、或いは許容できる範囲内においての貨物タンク内蓄圧が温度圧力制御手段として採用されている。LNG以外の液化ガスの貨物温度圧力制御は、ボイルオフガスの再液化で行なえるようにするのが通常である。

その他の貨物装置およびその関連機器は、個々の仕様で著しく異なる。即ち、LNGも運送できる多目的液化ガスタンカーと考えればよい。(つづく)



## □昭和56年度技術研究計画

NKは、業務遂行上の重点目標の一つとして、昨年、技術研究の対象拡大および内容充実のための計画を策定した。また、この方針にのっとり各種の研究委員会を発足させたことは、本誌Val. 53 No.583に報じた。これらに関連する本年度の研究計画の主なものを簡単に紹介する。

### 1. NKの検査業務に関連し数年にわたる研究

#### (1) 船舶の安全警報制御システムの開発

船体および機関の応力実測結果を解析して、船体に過大応力を与える波浪条件および航行条件を明らかにし、このような状態を回避するための操船法、主機運転法について研究し、さらに船体縦強度警報装置の開発を行なう。

#### (2) 船舶検査技術の開発

船体構造部材の衰耗によって、船体の強度は経年低下することが考えられる。一般に、船の定期的検査と、これに伴う保守修理によって、低下した強度の回復が起こるとすれば、船舶の安全強度はどう評価されるか、また、どの程度の強度の回復を期待するのが合理的であるかなど、検査技術に関連した研究を行なう。

### 2. 前述の研究委員会においては技術指針を作成することになっている。この指針に裏付けを与えるための研究

- (1) 船体構造の衰耗および防食
- (2) 船体および機関の振動防止
- (3) 船内騒音
- (4) 海洋構造物の係留
- (5) 海洋汚染防止
- (6) 船舶の省エネルギー
- (7) 船舶の復原性

### 3. 従来から行なわれている船体や機関の損傷および高分子複合材料ならびに海洋構造物に関連した研究

## □鋼船規則集、鋼船規則集検査要領および英文鋼船規則集の改正案を承認

—昭和56年度第1回技術委員会—

去る2月2日、日本工業倶楽部で開かれた昭和56年度第1回技術委員会において、NKの昭和55年版鋼船規則集、同年版鋼船規則集検査要領および同年版英文鋼船規則集の一部改正案が上程され、慎重審

議の結果原案どおり承認された。改正点の主なものは次のとおりである。

なお、鋼船規則集の改正点については、所定の手続きを経たのち、鋼船規則集に収録される予定である。

### 1. 鋼船規則集 B編

本年5月1日に発効する予定の、1974年の海上における人命の安全のための国際条約に関する1978年議定書（以下1978 SOLAS PROTOCOLと略称する）に定める検査関係規定を採用入れ、条約証書の効力を維持するために行なう検査の方式として“毎年の強制検査”方式を採用することとした。さらに定期的検査の項目をIMCO決議A. 413 (X I)の指針に基づいて改正するとともに、船齢10年以上のタンカーについては、中間検査の繰り上げを3カ月以内とし、また、定期および中間検査の延期を3カ月以内に限ることとした。

### 2. 鋼船規則集検査要領 B編

前記1の規則改正に関連し、B編中の“油槽船”の解決を定めた。そして、船齢10年以上の油槽船の定検では、揚錨装置の効力試験の省略ができないこと、また、一種中検では揚錨装置について部分的な錨の揚げ下し試験が必要であることを明示した。

### 3. 英文鋼船規則集 Part B

前記(1)の規則改正と同一主旨に基づく改正を行なった。

この規則は外国籍船に適用されるため、防火構造、消防設備、イナートガス装置に関する検査項目を含め、船級検査にかかわる事項をすべて取り入れた。また、“2nd Annual Survey after Special Survey”を1978 SOLAS PROTOCOLに倣い、“Intermediate Survey”と改称した。次に、この検査間隔を前回の定検またはIntermediate Surveyから3年以内とし、油槽船、木材運搬船、ばら積貨物船、鉱石運搬船については、第2回定検以降、その他の貨物船については、第3回定検以降に適用することとした。

次に、Docking Surveyの間隔を2年から2.5年に延長し、Intermediate SurveyでDocking Surveyをカバーできるようにした。

# 世界の海洋開発シリーズ・14

Oceanographic Activities in South America (2)

by Tamio Ashino

Technical Advisor

Japan Marine Machinery Development Association

## 南米諸国の海洋開発活動(2)

芦野民雄

日本船用機器開発協会調査役

### 1. チリー

チリの海岸線は長さ約4,500kmある。大陸棚の幅は、南端を除いては狭く20kmから30kmである。現在のところ、オフショア活動はマゼラン海峡に集中されている。

チリーの最初のオフショア掘削は、マゼラン海峡のOstion油田で18,860万バレルの油と2.8 bcfのガス埋蔵があるとされている。

生産は1979年の始めから開始されて、1979年末には、チリー全体の生産17,209bopdの75%を占めるに至った。

チリー国営石油会社 Empresa Nacional del Petrole (ENAP)は、更にOstion油田の西Spiteful油田からの噴油に成功している。

現在3基の生産プラットフォームで採取しているが、更に2基が掘削中で、第6番目のユニットが1980年3月に設置され、本年中にまた2基を設置する予定である。

プラットフォームの建造は、Punta Arenasの北方にあるFNAPのBahia Daredoヤードで行なわれ、年間4基宛建造し、1995年までに100基建造される予定である。

マゼラン海峡の掘削は続けられていて、1976年以来ジャッキアップ・リグNuggetが使用されている。1980年5月からは、さらに姉妹リグMagallanesが加わることとなり、3番目のリグとしてプラットフォームM-10が設置される予定である。

太平洋岸では1980年からDiamond M社の半潜式リグDiamond M Generalを使って、Arauco岬沖の、12油井掘削プログラムが始められている。これがマゼラン海峡以外の掘削の最初のものである。

チリーの陸上油の生産は、この数年間減少を続け、

1976年には24,000bopdとなり、国内需要の20%を満すだけとなった。

そこでオフショア石油に大きな期待がかけられているが、近い将来、輸入油を大幅に減らすことはできないだろう。1979年度の生産油は250万バレルで、国内需要の30%以下であった。



図1 チリーとアルゼンチン

## 2. コロンビア

今後10年間に、コロンビアは17億バーレルの油を開発するために、35億ドルを投資する予定である。国営石油会社 Ecopetrol は過去60年間に、コロンビアの有望な海床の1/5だけを探査した。

Taiwan Chinese Petroleum 社は、Arboletes 海域 900 平方マイルの探査を契約し、カリブ海域の Guajira 岬オフショア 140 万エーカーを、モービル社が地震探査の結果油井を発見し、引続いて 2 番目の油井発見へ向って進んでいる。Gloval Marine 社の掘削船 Glomar Grand Isle が掘削している。

Glomar Grand Isle は 1967 年アメリカの Levingstone shipbuilding で建造された 11,200 トン、全長 400ft、乗員 60 名の優秀な掘削船で、稼働水深 600 ft、掘削深度 25,000ft である。

Koch 社はカリブ海の Barranquilla-Santa Marta 沖合を地震探床していて、1980 年中に掘削を始める。コロンビアは Guajira 半島で、35,000 億立方フィート埋蔵と推定されるガス田が発見されていて、その大部分はオフショアにあり、そこで Texaco, Amoco 社が採取している。

Ecopetrol は 1980 年度に 7,600 万ドル掛けて 25 井のワイルドカットを行なう予定で、1982 年には 12,100 万ドル掛けて 49 井を試掘する計画を持っている。

## 3. ペルー

ペルーの経済は、重油価格が記録の水準に達した昨年度、70,000 bopd を輸出したので、むずかしい経済面を幾分救うのに役立った。ペルーの国営石油会社 Petroperu は、昨年度は、税金その他の負債 7 億ドルを帳消しにしたものの、経済危機から早く立ち直ろうと努めている。

Petroperu は、ペルーの全海岸線 750 マイルのオフショアを 24 の区画に分けて、国際会社に呼掛けて入札しようとしている。Belco Petroleum 社が唯一の民間企業で、そのオフショア開発に成功している。すなわち 52 油井から 40,000 bopd の生産をあげている。

現在 4 基のリグを使っているが、1981 年までに 2 基のリグを加える予定である。Balco は今後 4 年間に 1.5~2.0 億ドルを投資する予定である。同社は現在第 3 番目のオフショア・ブロックとして、開発中の油田の南方にある Z-3 ブロックを商談中である。

## 4. トリニダードトバコ

トリニダードトバゴ共和国も、オフショア油開発を進めている。エネルギー工業省の発表によると、原油の確認埋蔵量 7.5 億バーレル、天然ガス 20 tcf である。過去 10 年間のオフショア天然ガスの開発は大成功したと言えよう。政府はアメリカに協同開発のパートナーとなるよう呼掛けている。

現在アメリカの Mobile Oil と、国営石油会社 Trinidad of Tobago Oil (TRINTOC) が新しい海域を探査している。

1979 年の原油の平均生産高は、226,849 bopd だったが 1980 年には生産が落ち、1981 年には、202,466 bopd まで生産が低下する見込みである。天然ガスの方は、1978 年 4.38 MMcfd が、1979 年には 500 MMcfd と増えている。政府は天然ガスを今後 40 年間に、下記に示すように割当てて、その工業を振興すると発表している。

Trinidad & Tobago 電力会社	2.0 tcf
Tringen (肥料) 社	0.7 "
Fertrin 政府所有の肥料公団	1.1 "
鉄、鋼会社	0.9 "
Federation Chemical	0.7 "
Texaco	0.9 "
Trinitoc	0.4 "
Aluminum 工業	0.9 "
メタノールプラント	0.5 "
天然ガス液化プラント	4 "
その他の工業	0.5 "

上記の中、TRINGEN 等は既に稼働しているが、

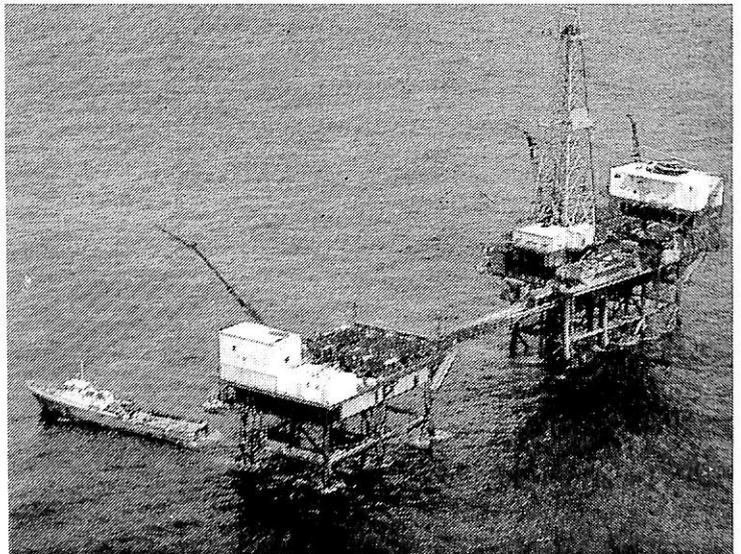


図2 トリニダードトバコの AMCO 生産施設

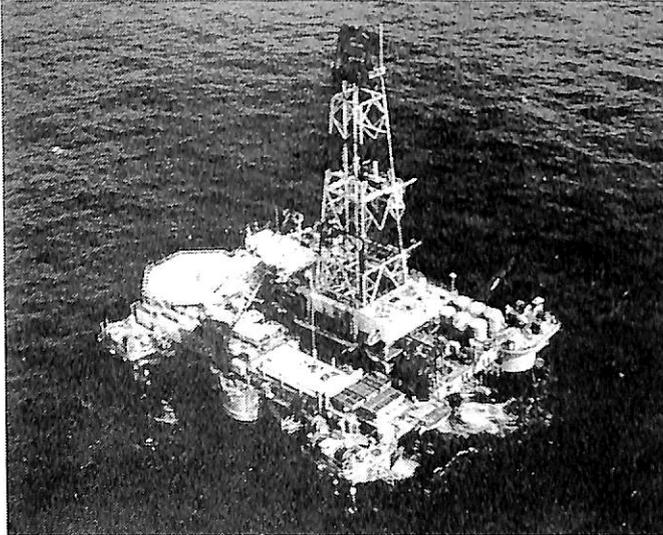


図3 Texaco が使っている Zapata の半潜没型リグ Lexington.

建造中または計画中のものも含まれている。

政府は上記諸工業促進のため、2つの会社を設立している。その1つは National Energy Corporation で他の1つは International Marketing Corporation である。必要な会社へエネルギーを供給し、製品の輸出を促進するために市場調査を行なうものである。

国内産の原油の80%は A M C O の生産施設から産出されている。

### 5. ホンジュラス

ホンジュラスの最初のオフショア掘削は、1972年に Esso が岸から15マイルの海域で行った。Texco / Ameroda Hess もコロン州のオフショアに 690 mile<sup>2</sup> の海域の掘削権利を獲得して試掘中である (図3参照)。

半潜没型リグ Lexington は、現在の試掘が終了すると次はトリニダードトバコ沖へ向う予定である。

### 6. パナマ

パナマオフショアの石油掘削には Texaco が指導的勢力を持ち、次の5社を参加せしめていて、オフショアの 11,000 mile<sup>2</sup> を確保している。これら開発会社は、Carib, San Blas, Colon, Balboa, Isthus の5社でいずれもカリブ海で掘削している。

また Sossa Petroleum 社は 太平洋を含む 850 mile<sup>2</sup> の権利を確保して試掘している。

### 7. ニカラガ

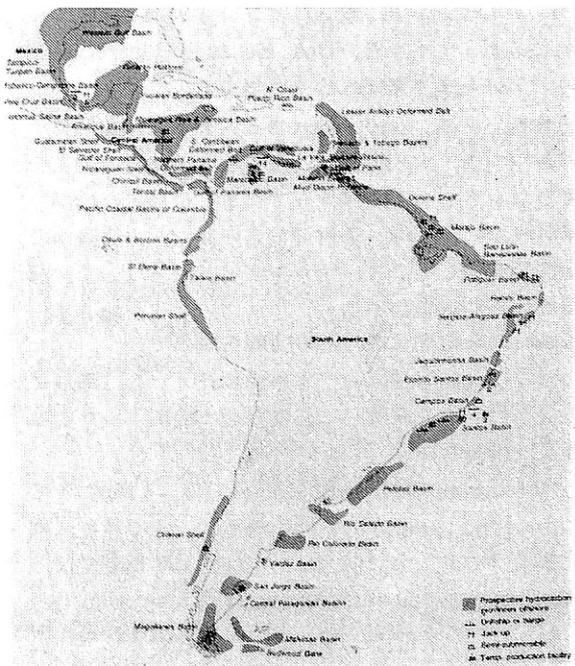
政状不安のため、ここ数年オフショア開発が遅れているが、政府は近々、4,500万エーカーに及ぶオフショアを、12のブロックにわけて入札する予定である。一方、ノルウエイは、未探床のカリブ海オフショアの開発に、援助の手を差しのべる予定である。

### 8. メキシコ

5年前には想像もできなかった巨大な油の埋蔵が、メキシコ・オフショアにあることが最近になってわかってきた。メキシコならびに中米、南米における油の埋蔵は、下図に示す通りである。

Campeche (カンペーチェ) サウンドにある Cantarell Complex がメキシコ最大のオフショア油生産海域で、その Akol 油田は厚さ 3,000~6,000 ft の多孔、透過性白亜紀石灰岩の下にあって、世界で最も重要な新しい油田と考えられる。メキシコ石油研究所が確認している埋蔵量 104 億バレル、未確認量がさらに 200 億バレルとしている。

最初の油井 chac 1 は埋蔵油の最上端で、引きつづき Akal, Nohoch 油井を試掘し、1979年にはそこから北東 25 km, 南東 20 km に Maloob および、



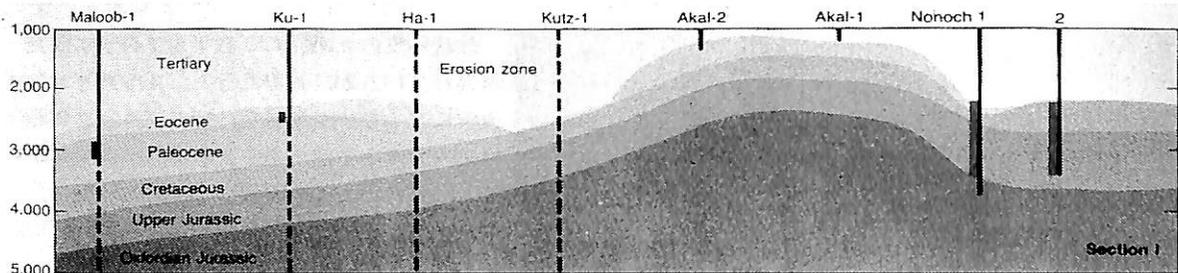


図4 Cantarell Complex の各油井の地質学的特徴

Erosion Zone = 侵蝕ゾーン, Tertiary = 第3紀, Eocene = 始新世, Paleocene = 暁新世, Cretaceous = 白亜紀, Upper Jurassic = 上ジュラ紀, Oxfordian Jurassic = オックスフォード魚卵ジュラ紀

Abkatun 油田を発見, 7月には Ixtoc 油田を発見した。この油は重くて硫黄分も多く, Akal, Nohock 油田のものは, 平均22° API, 硫黄含有 3.6% であるが, Abkatun 油では, 33° API, 硫黄含有 3.6% である。

これら油田には, 28 基の固定式プラットフォームが平均50m水深に設置されているものである。

1979年8月から, Akalプラットフォームから, コンクリートで補強した2本の36インチ直径で162km 長さのパイプラインで, Dos Bocasまで21,000 bpd の割で送油を開始したが, 1978年12月には 185,000 bpd に増加した。そして36インチ直径のパイプがさらに2本建造中で, 長さはオフショア部 103マイル, 陸上部 125 マイルで, Dos Bocas と Parajetas 精油プラントまで搬ばれるものである。

メキシコは, この予期せざる大量の埋蔵油発見に引きつづき, 大陸棚上で使用する海洋機器の開発を始めた。さし当りオフショア作業を援護するための, 浮消波堤の研究を, 通信運輸省所属の水力実験所の水槽で実施している。また海軍省が主となって, 海洋資源の明細目録を造り, 生態学的劣化を起さず, 海底資源を開発するための情報を集めている。

例えば, 各海域における水質調査データ, 地質学, 生物学データを収集して必要方面に提供することである (図4 参照)。

Petroleum Mexico (Pemex) は, 1980年に Campeche Sound の数井を含めて, 450 井を試掘する予定であって, 1979年の掘削井の平均深度は, アメリカの平均油田井深度の倍に当る 10,874ft であった。

メキシコ最大(また世界最大)の油田が, Campeche Sound で発見された。それは 50,000 平方 km 広さ

リグの名称	オーナー
Reforma, Revolucion	Perforadora Mexco S. A.
Rio Panuco	Pemex
Interocean II	Interocean Dvilling S. A. Protexa
Maya, Azteca	Protexa
Rowan-Louisiana	Rowan Co. Inc.
Rowan-Texas	Rowan Leasing co.
Nordraug	K/S Munkenes Drilling Co. S. A.

あって, 現在 9,000 平方 km を開発し, 9 個の油田が発見されている。ここに建設されたプラットフォームは 3 基の掘削プラットフォームと 10 基の生産プラットフォームであるが, 残り 15 基は 1980 年中に建設を終る予定である。

1980 年中に 450 井を掘削するためには, 16 基のリグが必要で, その中メキシコが建造するのは僅か 1 基である。前述のように海洋機器の開発には努めているが, 今後の 5 年間に, 必要機器の 40~50% は輸入に頼らざるを得ないと考えている。

メキシコで稼働しているリグは 1978 年末現在上表の通りである。

## 軍用舟艇および海底油田開発に活躍する ガラス繊維強化プラスチック：FRP

訳：百島祐忠

コンポジットシステム研究所：工博

### ●訳者注釈

本報文は1980年6月4日、5日の両日、ロンドンにおいて開催された The Plastics and Rubber Institute および "Reinforced Plastics" Journal 共催による「RP '80」Conference において BP Chemicals Limited の P. D. Evans 氏によって発表されたものである。

報文中にも述べられているように、英国はFRPによる超大型船であるFRP掃海艇の建造実績においては、世界をリードする立場を確立していることは周知の事実である。

さらに北海における海底油田の開発に当たっても、精力的に新しい技術開発が行なわれ、FRP構造物、部材類が積極的に採用されて、好結果を示す実績を重ねつつある。

BP Chemicals Ltd はFRPの主原材料である不飽和ポリエステル樹脂の原料、特に、イソフタル酸の供給において、これらの大型プロジェクトの遂行上、秀れたFRPを構成する原料として、大きな貢献を果たして来ている。

訳者は前記の「RP '80」Conference に参加し、本報告について、650トンのFRP掃海艇「Brecon号」の建造過程を含む多数の写真がスライドで紹介され、きわめて有用で見ごたえのあるものと判断されたので、本報文の邦訳により「船舶」誌への掲載の許可を求めたところ快諾を得、ここに紹介することを得た。

本報の掲載に当り、レクチャーラーのP. D. Evans

氏、また種々の手配を煩した Plastics and Rubber Institute のConference Officerである Miss. Trish Durston, BP Chemicals Ltd. の Press Officer である Miss. L. K. Hamblin の各氏のご好意に対し深謝する次第である。

なお、表題GRPとあるのは、Glassfiber Reinforced Plastics のイニシアルで、ヨーロッパではFRP (Fiberglass R. P.) をGRPと一般に表現している。訳文では日本で慣用されているアメリカ式表現によりFRPで統一した。

### 1. 緒言

この10年間に、軍用および海底油田開発に関連するFRPの顕著な進歩発展が見られる。

これらの分野の多岐にわたる新規なFRP市場では英国がパイオニアの役割を演じ、他国がこれを追うという現状である。

かつ、Offshore Oil Operation 関係のエンジニアやデザイナー達は、も早FRPという材料を無視し得ないところとなっている。

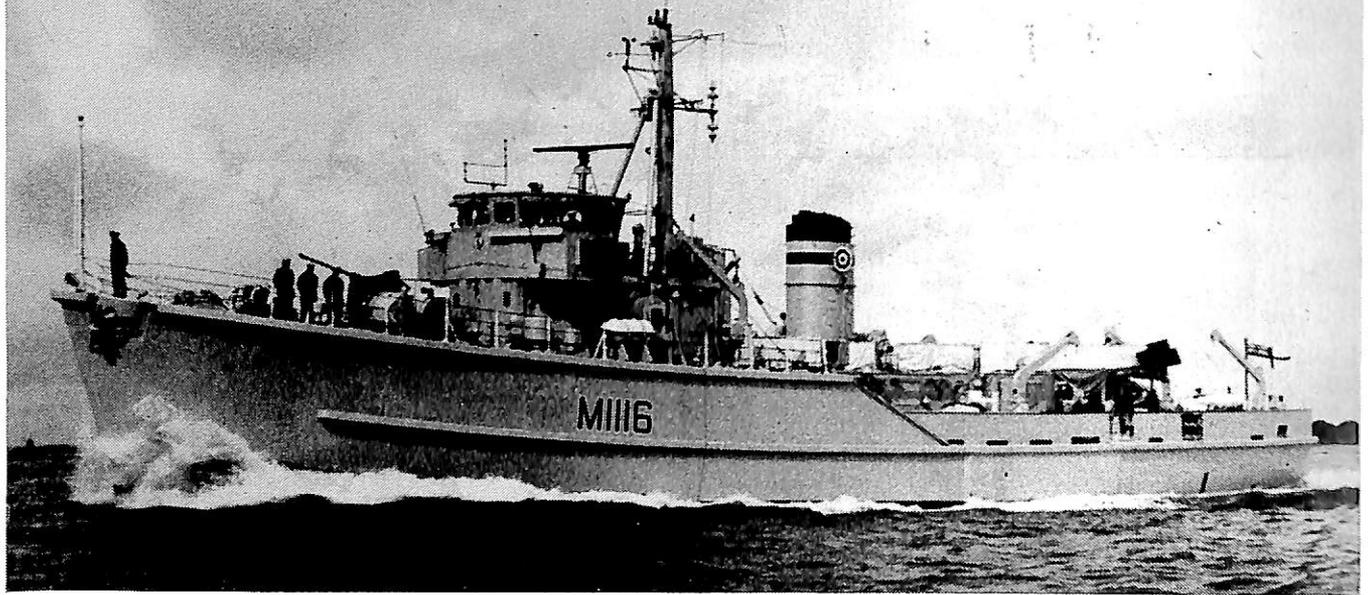
FRPという材料は、海洋レジャーの分野で歴史的とも言える成功の実績を踏えて、デザイナー達はより大型構造物、舟艇の建造が可能であるとの確信を得て、さらに新しい応用の展開を計っている。

FRPの耐蝕性がメンテナンスコストの節減となるということが、FRPの普及に著しい貢献を果たしており、FRPの持つ本来の高い比強度を保持したまま、これに加うるに耐熱性、制電性(静電気の

This paper was read on "RP '80" Conference of The Plastics and Rubber Institute by Mr. P. D. Evans (BP Chemicals Limited), 5th July 1980 at London.

The translation into Japanese of this paper was kindly permitted through Miss. L. K. Hanblin, Press Officer of BP Chemicals Limited.

Photographs also prepared by the courtesy of BP Chemicals Limited, London.



“HMS WILTON”号/BP “Cellobond”ポリエステル樹脂および Fothergill & Harvey 社の “Tygtas” ロービング布で成形されている。

除去性能)等の特性をもモディファイしうるため、さらに広い分野が広がって来ている。

造船関係のエンジニアやデザイナーはそれぞれの応用分野について慎重に材料の選択を行なって、数多の調査と研究の結果から、極地から熱帯にいたる広大な範囲にわたってFRPの実用上の信頼性が得られる。

特に軍用舟艇に関しては、イソフタル酸系樹脂が明確な選択を受ける理由は、その秀れた湿潤時の強度保持率にあるとされる。以来、海洋関係のみに限らず数々の耐蝕関係機器に一斉に使われるようになった。

## 2. 海軍関係

### 2.1 掃海艇: Mine counter measure vessels (MCMV'S)

掃海艇の建造にFRPが採用されたことは、FRP業界にとっては大歓迎すべき事態であった。

これはFRPによる巨大外航船舶の建造という画期的な一里塚であり、英国にとっては最初に手がけた記念すべき快挙でもあった。<sup>1)</sup>

巨大FRP船の第1船は「TON」級掃海艇“HMS WILTON”号で、Vosper Thornycroft造船所で1972年に起工された。<sup>2)</sup>

この艇は1964年度から行われた先行試験による可能性検討の結果から、FRPの単板構造で建造されている。

“WILTON”号は全長46メートル、全巾8.5メートル、フルロードの排水量は453トンである。

船殻の平均肉厚はガラスロービングクロス積層により1½インチ、ガラス含有率は約50%となっている。

水中浸漬の試験片の破壊試験により、船殻材としてみた場合、当初の引張り強さの約25%が破壊限度であることが明らかにされている。

これは寿命がはっきりと判らないこの種の複合材料が少くとも¼の強度は保持してくれるということである。

また、クリープの限界は当初の引張り強さの40%であることも明確になった。

それ故、クリープによる破壊はあり得ないと思われる。<sup>3)</sup>

“WILTON”号は完全な燃料タンクを備えている。

すなわち、構成材料であるポリエステル樹脂は、前述したとおり、耐水性のみならず同等の燃料油に対する耐油、耐薬品性を備えているからで、特に、イソフタル酸系ポリエステル樹脂は、この双方に適合しているからである。

“WILTON”号は1973年6月、英国海軍に就役の上、スエズ運河の掃海作戦行動に出動し、困難な任務を遂行して大成功を収めている。

このようなFRP巨大船の建造方法の可能性が証明されるに及んで、「TON」級に替るべき計画を更に促進することになった。

その結果が「BRECON」級のデザインと構成法であり、完成した“BRECON”号はこの級の第1船である。

“BRECON”号は全長60メートル、全巾10メートル、吃水2.85メートルで、排水量は650トンである。

1978年に進水し、1980年に就役したこの艇は現在、“WILTON”号の栄光を引継いで世界最大のFRP船となっている。

積層総面積1,500平方メートル、300トンのFRPが使用されている。

この種の巨大FRP船の建造に当たっての画期的な技術面の成果は特筆すべきものである。

それは基礎的設計概念に加うるに、Vosper Thornycroft社およびYarrow造船所は、一般のFRP工業では未踏とされる分野の問題にも対処せねばならなかったことである。

積層成形作業中に、船殻の中にももるスチレンの蒸発の管理は大問題であったが、これも成功裡に対処し得た。

またロービングクロス積層用として、自動含浸供給装置を開発し、完成されて成果を収めた。このように原材料の確実な管理および建造中の品質管理は絶対的に不可欠である。

この開発が英国で行なわれている同時期に、スウェーデンにおいても、3隻の補助的な掃海艇の建造についての可能性が検討されている。<sup>4)</sup>

これら3隻の中、2隻は在来のおり木造で1隻が試験的にFRPによって建造された。

スウェーデンのFRP掃海艇“VIKSTEN”号は1974年の6月に就役している。全長25.3メートル、全巾6.64メートルで排水量は130トンである。

この艇は“BRECON”号の約1/2のサイズになる。

“VIKSTEN”号の構成方式について、デザイナー達はFRPに関しての多角的な選択を考慮し、長期にわたる実験の結果から、サンドイッチ構造のFRP船殻の方式が採用されている。船殻は硬質塩化ビニル：PVCのフォームを芯材とし、イソフタル酸系ポリエステル樹脂で積層成形したFRPを面材としたサンドイッチ構造である。

このタイプの構造を用いると、通常用いられる成形型を必要とせず、木材によるザル型工法によって建造できるため建造費が低廉である。建造法の概要は、木材による縦通材とフレームのみを組立てたザル型の外面に芯材のプレートを添わせて仮留めし、これに続けて外側のFRP面材を積層する。FRPが硬化したならば、ザル型から脱型して船殻内側のPVC芯材の表面に、FRP面材を積層してサンドイッチ構造船殻を形成する方法である。

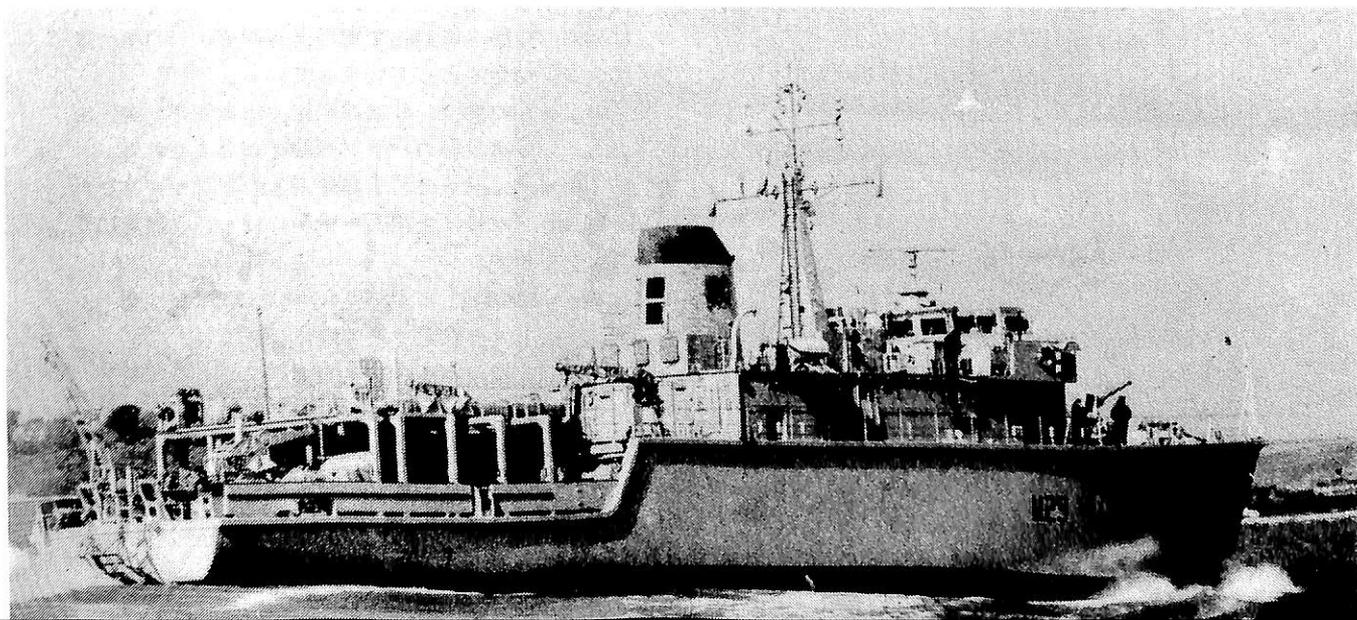
最近、フィンランド海軍は6隻の「KUHA」級掃海艇“KUHA21”、“KUHA26”を就役させている。これらの艇は全長25メートル、全巾6.9メートル、排水量100トンであり、船殻はFRP単板構造である。

この艇の上部構造のデザインは特殊な緩衝材をはさんで完全に船殻と一体となっている。

現在、引続いてフランス、オランダ、ベルギー3カ国協同でFRP掃海艇が建造中である。その第1船“ERIDIAN”号は全長51.5メートル、全巾9メートル、排水量510トンである。(本誌 Vol. 53, No. 590 参照)

---

“HMS BRECON”号/Hunt級MCMVS, 建造 Southampton yard of Vosper Thornycroft (UK) Ltd. 排水量 675トン 全長 60メートル。  
BP “Cellobond” ポリエステル樹脂使用, 世界最大のFRP船である。



## 2.2 その他の軍用舟艇

F R Pによって上陸用舟艇が建造されている。この種の艇の1例を挙げると、Rotork Sea Truckがある。この艇はフラットな滑走面を持つラインズで、シンプルで公知のセオリーから発展しており、かなりの重量を高速で運搬することが可能である。永年この種の艇は処々方々の水域で水上運送の要求に答えて実用化が進んでいる。この艇の特殊な面白い使い途として、海拔12,000フィートを超えるペルーのチチカカ湖で2隻の艇が稼働している。

また、高速強襲用舟艇としてF R P艇がユーゴスラビアとバーレーンで用いられており、香港では清掃用途の公害防止艇として活躍している。

30カ国以上の国々の国防軍がこれらF R P艇を持っており、河川、外海、島嶼間の水域の警備に当たっている。

デザイナーの意図として、これらの艇の建造方式として艇の自重に比して、浮力を得ることができるサンドイッチ構造を持っている。イソフタル酸系ポリエステル樹脂はサンドイッチ構造をとるために、最高の性能を与えることが出来る原料である。

重量に比し、高い強度の艇が建造可能となるため高速を得るために特別な高馬力なエンジンを必要としないことになる。

内海用として或るイタリーの会社では、コーストガード艇、ミサイル搭載艇、パトロールボートなど11~37メートルの範囲の数種の艇を開発し、建造しており、排水量85トンのコーストガード艇は40ノットという高速で活躍している。

これらの艇の構造基準は極めて厳格なものである。

これに対し、イソフタル酸系ポリエステル樹脂は高速に伴なうストレスを支え、その伸び率は2%程度であるため高弾性率による丈夫さ、硬さがあり、破壊やせん断に対する抵抗性が良く、熱変形温度が高いという特性が物を言っている。

## 3. 潜水装置 Submersible

F R P潜水装置は軍用および海底油田との関連して広範に及ぶ話題を提供している。

潜水艇あるいは潜水装置に、最初にF R Pが使用されたのは「OBERON」級潜水艦の司令塔である。

このクラスの潜水艦で在来の鋼材の变りに用いたF R Pは非常に具合がよく、未だに使用されている。

F R Pが選ばれた理由のうち最も重視された点は、耐蝕性と強度面での利点が確認されたからである。

Offshore Oil Operation 関連では、潜水装置の重要性が最近脚光を浴びつつある。北海のThistle海域におけるパイプラインの破損修理は主として潜水装置の活動に頼っており、パイプの破損箇所をつきとめ、500フィートを超える深海からパイプラインを海面まで引揚げてダイバー達の作業を援助している。

潜水装置の構造材としてF R Pが選択されるのは、次のような理由によるものである。

機体重量が軽量化され省エネルギーに添い、かつ運搬し易いこと。

断熱性が良く、乗員にとっての環境保持性がよい。鉄に比べ耐蝕性が改善されるのでメンテナンスの期間が削減しうる。

F R Pは非磁性体であるので、オイルのパイプラインを磁力を用いて探索することができる。等である。

通常、応用開発のために材料を選ぶ場合には、採りあげた材料の強度や特定の有効な性能は秀れているにもかかわらず、例えば耐蝕性が悪いというような危険を伴うことがしばしばおこる。しかしF R Pによる応用開発の場合はその危険性がない。

また、F R Pは圧力容器の構造材として用いられる。その理由は比強度が大きく耐蝕性を持ち、断熱性が良く、精度の保持性が秀れ、表面が美しい、等の特長によるものであるが、この方面の応用開発には先行させたディテールにおよぶテストの必要性が望まれるわけである。

Slingsby Engineering社は潜水装置の一式について製造を行なっているが、この研究開発の遂行に当ってはロイド船級協会と共同している。<sup>5)</sup>

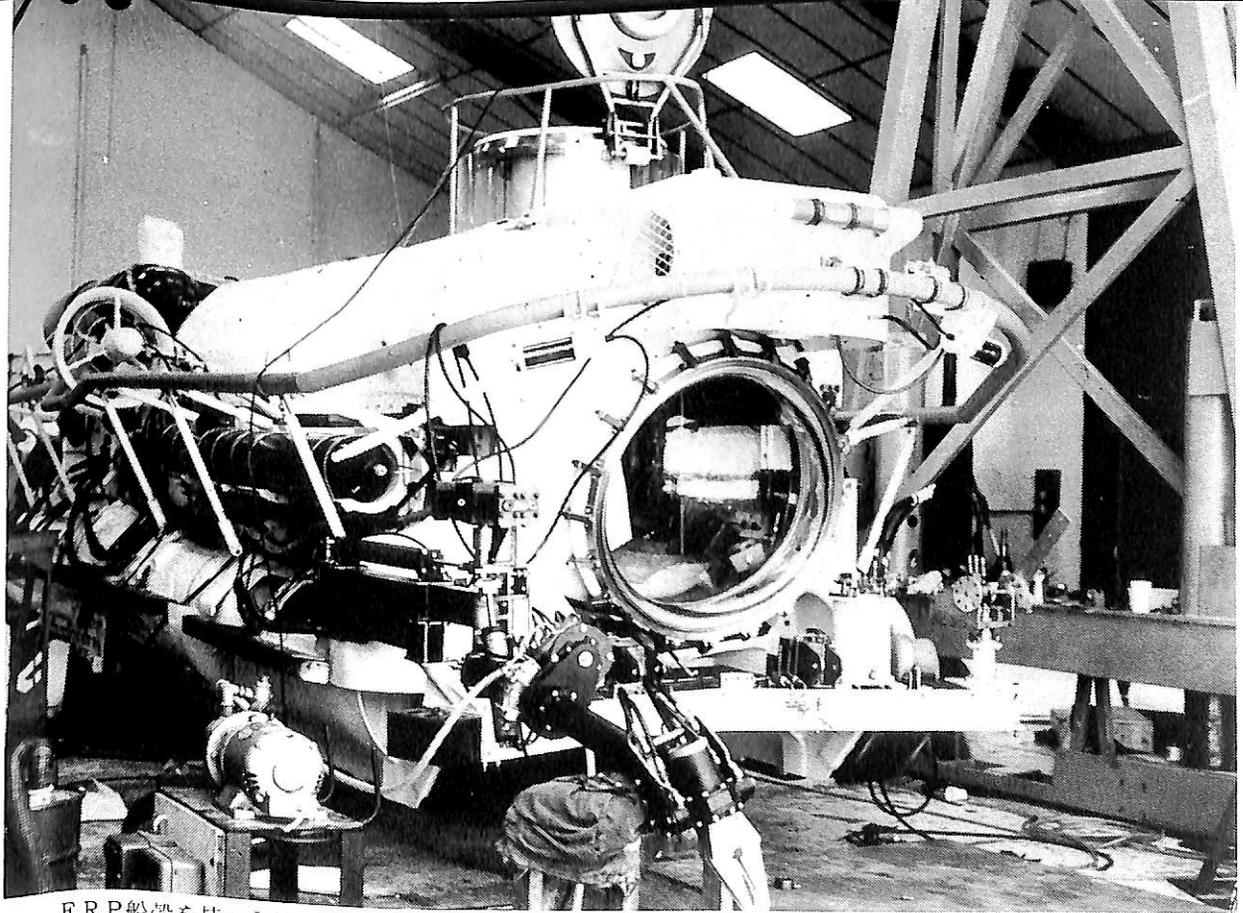
ロイド船級協会の規則では、耐圧船殻の全体について、実用上最大深度の1.43倍を超える深度で破壊をおこさないという設計値が要求され、さらに船殻は断続的な潜水に対して常用潜水深度の1.11倍の深度を安全な深度として要求している。

耐圧船殻の場合、破壊は座屈、永久変形、弾性変形あるいは構成材のバラツキなどが考えられる。

1,200フィートの潜水作業用としてデザインされたL2型潜水艇は上記のルールに従って、破壊に至る深度として

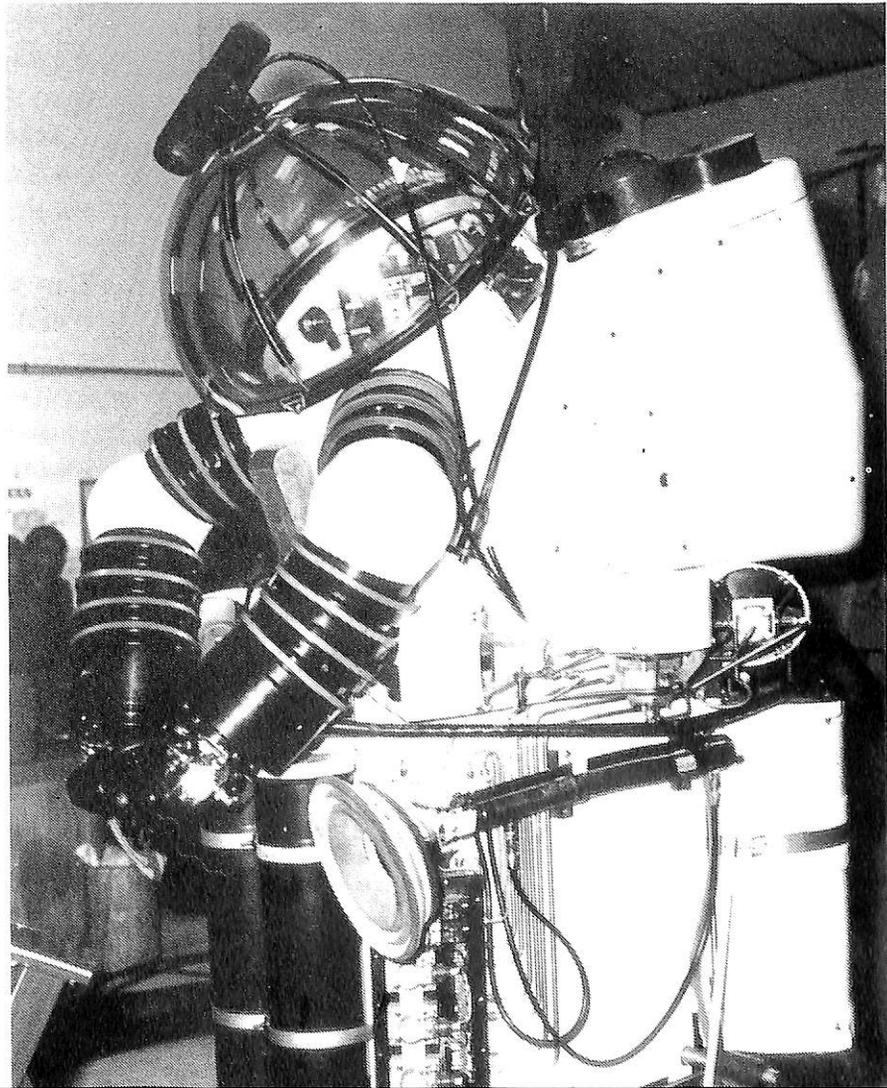
$$1.43 \times 1.11 \times 1,200 \text{ ft} = 1,905 \text{ ft} \\ (\text{847 psi}) \text{ と設計されている。}$$

F R P素材はガラスロービングクロスをイソフタル酸系ポリエステル樹脂を用いて積層成形した素材を基準とすることによって希望する性能を獲得する



FRP船殻を持つLR Submersible/Vickers-Slingsby 社で建造された潜水装置。アクリル樹脂の窓を持ち、海面下の作業およびモニターの機構を持つ。

FRP潜水装置/Vickers Slingsby 社で製造されたOMAS (One-Man Atmospheric Submersible)。BPの“Cellobond”ポリエステル樹脂が使用されている。全長2.2m、単独の生命維持装置を備え、6馬力で推進し、1馬力で自動制御を行ない深度600メートル(2,000フィート)で作業を行なうことができる。



ことが可能である。

信頼性はFRPを巧みに用いることによって築かれるもので、更に現在では3,000フィートの深海用の艇が計画され設計されつつある。現在稼働中の潜水艇は1,500フィートで設計されているものである。

#### 4. 海底油田開発機器への応用

外海における採油工業の発達に伴ってFRPの使用分野が増加しつつある。<sup>6)</sup>

その適用範囲は多岐にわたっており、FRPの守備範囲の広さが着目されている。以下これの証査となる数例を述べることにする。

##### 4.1 オイルリグの保護

1969年の計画でBPは北海の West Sole 海域の深海部にプラットフォームを設置した。

オイルリグのジャケットチューブは、気液界面に相当する部位は苛酷な浸蝕を受けて耐蝕性は現状の結果では不十分であり、電気防蝕でも不十分なこの部位は鋼材の厚みを増してある。

万一の緊急事態を避けるために、厚みを溶接で増し、バンド状にガラス繊維を巻くようにFRPを積層し、さらにその上に合成繊維のクロスを積層してこの問題を解決している。

このFRPで保護する方法は、現状では十分に満足すべき結果を得ている。

##### 4.2 電気施設に関する応用

FRPの持つ秀れた電気絶縁性と耐蝕性の合併効果は電気施設面で多くの事例で実証されている。

###### 4.2.1 海中のバッテリーボックスおよびソケット類

BPの特許によって海面下の油田作業所用として開発されたバッテリーがあり、これは加圧したオイルに浸漬したバランス型のバッテリーである。

このバッテリーは約 $\frac{1}{2}$ 立方メートルの大きさで、FRPのケースに収納されたニッケル・カドミウム電池である。各セルは電極の上部までオイルに浸漬されており、隙間全部がオイル充填の上封入されている。海中では海水の比重よりも軽いオイルが用いられており、内蔵されたバッテリーはケースとの間で漏電することが防止されている。

実際の場合で使用する前に、バッテリーは2,000フィート(609メートル)の水深と同等の状態でテストされている。

バッテリーユニットおよび海中のプラグ、ソケッ

ト等のコネクタはいずれもBPの特許に含まれるものであり、FRPの性能に助けられてオイルの入った外函は海水を締め出し海中での短絡をおこなうことなくソケットの嵌め外しが出来るわけである。

この手のプラグやソケットは北海の110メートル(360フィート)の水深部で6年以上も稼働し続けている。

###### 4.2.2 ケーブルボックスおよびトレイ

外海のプラットフォームにある変圧器へは海底を通して3,300ボルトの高圧ケーブルのジョイントボックスで連続されている。ジョイントボックスは通常プラットフォームの脚にとりつけられ、わずか海面上数メートルの位置にある。その位置は海水や大気に曝されるし、中東にあるオイルリグの場合などは熱帯の強い日射の影響も受けるというような苛酷な部位に当る。

また、海上にあるプラントに電力ケーブルやコントロールケーブルを敷設するプロブレムについてはユニークな解決法が考え出された。特にペルシャ湾のDAS島へは1976年の半ば頃からこの方法が用いられている。海岸から持出すケーブルルートには極端に荒れた硬いサンゴ礁の海岸や荒磯のみならず強い海流があることがある。

このような場合、FRPで製作されたケーブルトレイはこの海岸を越えて海中までの60メートルをケーブルを支えてくれる装置である。

FRPはこの他同様の使い途があるわけである。

##### 4.3 海上の公害防止

BPの設計によって、Vickers Slingsby社により建造されたVikoma Seaskimmerは海上の洩油を吸い上げる装置として開発されたものである。

この機械は殆んど全体がFRP製である。またこの1トンの重さであるために作業船に設置したデリックで簡単に海面におろすことが可能である。

スキマーは油を吸着する塩化ビニルの回転円板が装置されていて、この円板が回転することによって油が寄せ集められる。

この装置は、500メートルのSeaboomを運ぶ7メートルのFRP艇：Vikoma Seapackと併用されることが多い。Seaboomはナイロンで被覆された織物で、これが海面で揺られて波高2.5メートルの場合でもオイルを捕捉する障壁を形成する道具である。

このように耐海水性、耐油性を備え、かつ高い強度を保ち、メンテナンスが容易であるというよう

な基本的特性を賦与されたイソフタル酸ベースのFRPは、Vikoma International社のSeaskimmerとSeapackによって有効に用いられているわけである。

#### 4.4 海上構築物への応用

以上の他に、BPが開発したFRPで“Cello-tread”という商品名の制電性、耐火性を備えた格子床があり、これはSMC（シートモールディングコンパウンド）によるFRP成形品である。

耐火性については静電気除去性能と同等の能力があり、樹脂の成分面で改質されているので石油関連機器に応用しうるわけである。

苛酷な天候、高湿度、海水のスプレーなどに曝露されるのでこれによって耐蝕性のある廊下や階段とすることができる。

プラットフォーム上のスイッチハウスはFRP製で、単位モジュール寸法1メートル宛の硬質ウレタンフォームを芯材とし、両面をFRPで絶縁したパネルで組立てられている。個々のパネルは軽量でかつ強度が大きく、頑丈であるし、作業艇で運ぶにもパッケージも楽で取扱い易く、デッキ上で鉄製のチャンネルフレームに組込むのも便利である。

また、パネルの交換も容易である。壁パネルは簡単に移動可能なのでハウスの背面に余裕がなくとも差支えはおこらない。

この構造によれば、両面が平滑で、メンテナンスが不要な清潔な仕上げであり、かつ高い断熱性と絶縁性を持つことになる。

この代表的なキャビンは1968年以降北海のWest Sole 海域ですでに実績を挙げている。

#### 4.5 その他の応用

BPのライセンスによって英国のHunting Industrial Plastics社で製造される“Cellobouy”が海底油田工事で使用されている。

FRPを面材としてウレタンフォームを充填し、破損によっても浮力を保つように配慮してある。FRP製のブイの長所は、他の材質のブイに比べると同じ大きさでも軽量であり、設置のための費用が少く、実質的に耐蝕性がよいため長寿命で、破損時の修理が容易であること、海草の附着しにくいことなど従来の鉄製のブイをはるかに凌駕する性能がある。

FRPブイは、灯浮標、繫留標識、標柱など曳航型のものや繫留型のバージタイプのものがすでに数年の実績が積まれている。



FRP製ブイ/BPによってデザインされたもの、“Cellobond”ポリエステル樹脂が使用されている。DAS島およびSolent海域で鉄製のブイに比し浮力、安定性、メンテナンスフリー等で進歩性を証明した。

また、外航タンカーはコロージョンを受け易い。特にカーゴタンクの中の鉄のパイプラインのコロージョンが問題となる。

これらのパイプラインは取付け前に表面処理は施すが、船倉中のパイプを交換することは非常な困難を伴うことが明らかになっている。

BPはこの種の分野に使用すべきFRPパイプの効果についての調査研究のデータを揃えている。

“British Fidelity”号に1972年に設置したFRPパイプを1978年に検査のために取はずした。

検査結果によれば、多品種にわたる油のパイプ輸送に使用されていたが、非常によい状態に保たれていた。

このパイプはイソフタル酸系樹脂を選んで、Re-dland Pipes社においてフィラメントワインディング法により製作されたものである。

ロイド仕様書もこれに合せて、カーゴタンク内部のパイプをFRPパイプに取り替える件についてのスペックが記載されている。

スペックとして、水圧200 psi (14kg/cm<sup>2</sup>)、さらに内圧を減圧して、外圧を海面下45フィートのヘッドを標準としている。

BPのタンカーは将来、カーゴのパイプは全部FRPに替えられるであろう。

元来が引火性の強い商品の輸送が目的であるので、外面の仕上は静電気を除去し易いものであることが、附加された要求事項である。

## 5. 結論

この報文はFRPという材料のもつ有望な多機能性を顕著な実施例で示したものである。

これらの実施例はすべて耐蝕性およびこれによるメンテナンスの減少、軽量で高い強度（比強度が大きい）など、本来FRPの持つ特性に負うものである。しかし、これらの実施例に見られる例えば断熱性、電気絶縁性、静電気に対する制電性、非磁性など、FRPの併せ持つ特性に負うところが多いことは余りよく知られていない。

英国はこれら多数の実績により掃海艇、潜水艦、および潜水装置における先導国として世界的に有名である。また一方で、Offshore Oil Industryの分野でも興味深い斬新なFRPのアプリケーションを促進しているのである。

### 参考資料

- 1) Selection of Glass Reinforced Plastics Materials for large marine structure; Beale R. F. (MOD) British Polymer Journal, 1971, Vol.3. Jan.
- 2) Advance use of GRP in MCMV Construction; Champion, C. R. (BPCL). Shipping World and Shipbuilder. March, 1979.
- 3) GRP in Naval Vessels; Kingslake, G. (Vosper Thornycroft). PRI Conference, GRP in the Boat Building Industry, 1978.
- 4) Fibre Reinforced Plastic Workboats; Allavena A. Dr. (Amoco Chemicals), PRI Conference, GRP in the Boat Building Industry, 1978.
- 5) Glass Reinforced Plastic Submersibles; Tucker, J. S. (Vickers Offshore Engineering Group), Institution of Engineers & Shipbuilders Transaction, Vol. 95, 1979.
- 6) GRP in the Service of Oil; Williams, H. (BPCL) Paper at First International Symposium on the Use of Reinforced Plastics in the Petroleum Industry, Paris, 1979.

### □訳者追記

イソフタル酸系ポリエステル樹脂について  
Evans氏の報文中、しばしばイソフタル酸系ポリ

エステル樹脂の秀れた性能が述べられている。このイソフタル酸系ポリエステル樹脂について若干の補足を加えておくこととする。

一般的に広く実用化されているFRPはガラス繊維を補強材とし、不飽和ポリエステル樹脂をマトリックスとした複合材(Composite Material)である。

マトリックスである不飽和ポリエステル樹脂は単一銘柄のものではなく、その原料とする成分によって性能が大きく異なるものである。代表的な原料として不飽和二塩基酸(マレイン酸、フマル酸など)、飽和二塩基酸(オルソフタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸など)および、グリコール(プロピレングリコール、プロピレンオキサイド付加ビスフェノールAなど)さらに架橋剤としてのスチレンモノマーがある。

極く一般的なFRP成形物は、オルソ系ポリエステル樹脂と通称されており、前記二塩基酸の原料としてオルソフタル酸が成分として縮合反応によって作られたもので標準的に応用範囲で用いられている。

この二塩基飽和酸をイソフタル酸として作られた樹脂が、この報文で報告されているイソフタル酸系ポリエステル樹脂である。FRP業界ではそれぞれをオルソ系、あるいはイソ系などの略称で呼ばれている。

イソ系はオルソ系に比べて強度が大であり、耐熱性、耐薬品性に秀れ、ガラス繊維との複合が強固となり、耐久性面でも秀れた性能を持つFRPを形成するマトリックスとなる。

また、一方の成分であるグリコールについてこれをビスフェノールA系とした通称ビス系ポリエステル樹脂は更に耐薬品性を向上せしめうる。

この報文に示されたようにマリン関係のFRPはイソ系樹脂により、より効果的な用途が拡大されると考えられる。

---

## Ocean Technical News

---

### ■三菱重工、2,000 m潜水調査船を進水

わが国初の2,000 m級潜水調査船“しんかい2000”は、去る1月21日、三菱重工業神戸造船所において進水した。引渡しは今年10月下旬。

“しんかい2000”は、引張強さ90kgf/mm<sup>2</sup>級の超高張力鋼球殻を採用、15.22総トン、23.16空中重量トン、乗員3名で、優れた水中運動性能と調査観測能力を設けている。

# 船舶用材としてのアルミニウム合金

< 3 >

小林 藤次郎

工博・住友金属工業技術調査役

## 6. 成形加工

アルミニウム合金板の成形加工は、多くの航空機体、各種地上構造物を製作した豊富な経験が基本となり、さらにオールアルミニウム合金製艦艇、高速船などの建造に伴う開発によって、現在では鋼板の加工と優劣の付け難い程度まで加工技術が進歩している。それはすでにあらゆる分野に普及していると言うほうが理解され易い。

ただ鋼材と違う点は、きずがつきやすく、鉄粉の付着を嫌うなど、取扱い上の問題はあるが、それは先蹤者の試行錯誤の体験や報文などを慎重に取入れることによって、特に別扱い視することはない。

- 1) マーキング — マーキングにけがき針を使わない理由は、深いきずを付けるからである。そのため鉛筆、マジックペン、亜鉛筆を入れたすみ壺など、すでに現場で使用している方法がそのまま使われる。
- 2) 切断 — 切断はシャー（ギロチン）、各種のこ（丸のこ、バンドソー、ジグソーなど）を使うが、特に電気、圧搾空気によるポータブルの手工具による作業方法が普及している。ここで注意することは、これらの工具を鋼材と兼用することを避けることである。理由は鉄粉など異物の付着を嫌うため、混用する場合は、予め付着している鉄分を除去してから行なうことが原則としている。

刃物の形状などはアルミニウム合金専用のものとするれば申分ないが、鋼材用のものをそのまま使用しても実用上差支えない。ただ、のこなどでは、軟かい切粉が溶着して目つまりを起し易いため、刃のピッチは、比較的大きいものがよく、一例を示すと、25mm当り、バンドソーで2～10枚、丸のこで2～3枚位である。切断後の端面には、バリができるが、後

で溶接する部分は糸面を削去することで、溶接欠陥（異物のまき込みなど）が避けられる。アーク切断は一般には使わず、プラズマジェットによる切断は、切断面にドロスの付着があるのでグライングで仕上げる必要がある。

きりもみによる穴明けも軟鋼に使うきりでよく、ボール盤や電動、気動ドリルなどを使用する。ただし混用は避けた方がよく、この場合も鉄粉などの付着物を除去してから使うようにする。

成形 — 板や形材の曲げ加工には、プレスがよく使われる。もちろん硬木やビニール製ハンマも使うが、鋼製の場合は軟質の牛皮を頭に巻いている。曲面加工は、プレスやロールを使いまたハンマ打ち（叩き出し）も行われる。アルミニウム合金は、鋼材に比べてスプリングバックが大きいため、予め試験押しを行い、バック量を見込んだ曲げ加工を行うことが望ましい。

これらの作業では、アルミニウム合金板をさびた鋼製ダイス、治具などと直接タッチすることを避け、薄いゴム板、ビニールシートあるいはボール紙などを重ねて成形するとよい。不用のアルミニウム合金板をダミーとして繰返し使用している。

なお溶接の開先加工は、専用のエッジプレーナを使わなくても、ポータブルのミーリングカッターやチップングハンマでも加工できるし、単純な形状ならば木工用電気かんなでも切削できる。

一般にアルミニウム合金板の成形加工は常温のみに限らず、鋼材同様高温加工も広く行なわれる。ただ鋼材より遥かに融点が低いので加熱時の温度管理が必要となる。一般に高温作業の温度は表8（前号収載）に示した温度範囲で行なうようにする。

加熱は部材の大きさ、形状によって違うが、加熱炉、ガスバーナなどを使い、加熱温度は表面温度計

表9 高温加工時の加熱温度

材種 - 材質	加熱温度 (°C)	変質温度 (°C)
A 5052 P-H 112	250 ~ 400	440
A 5052 P-H 34	180 以下	200
A 5083 P-O, H112	250 ~ 400	430
A 5083 P-H 32	230 以下	250

注(1) 加熱の温度は範囲を示しているが、できるだけ低い方で行なうとよい。

(2) 変質温度とは、止むを得ず短時間加熱する場合の限度を示し、冷間加工硬化材は軟化する。

あるいは所定温度を指示する温度チョーク（テンピルスティック）などを使用して必要以上の昇温を防止する。

## 7. 溶接

アルミニウム合金の溶接は、明治の末期に日本でも行なわれ、別に珍しいことではない。ただその頃の溶接方式は、特殊なフラックスを使った酸素-アセチレンによるガス溶接に終始して、昭和26年に至り現在のイナートガスアーク溶接（輸入品）を取入れ、以来次第に普及して国産機の数を増加し、今日に至っている。見方によれば、わが国のアルミニウム合金材の溶接技術の画的展開がこの時点で行われたことになる。

この溶接方法は、不活性なガス-アルゴン、ヘリウムを利用して特殊な雰囲気（無酸化性）を作り、この雰囲気中でアークをとばして溶接するので、鋼材のアーク溶接とは違う。これまで約40年以上の間、フラックスを使ったガス溶接に固執していたのは、

図3に示した酸化膜（その融点2050°C）が、660°C以下で溶けるアルミニウム合金の融合を邪魔して健全な溶接継手が出来ないためである。そこでこの酸化物を溶融、分解し、しかも周囲の空気による溶接時の二次酸化を防止するフラックスを使う溶接方法が採用されていたのである。この間、フラックスに代る酸化膜の除去、二次酸化の防止方法について多くの研究が行なわれたが、結局イナートガスアーク溶接技術の開発によって、その席を譲ることになった。それは大戦中の1942年、アメリカで実用化され、戦後日本にも輸入された。それが前記した昭和26年である。

このイナートガスアーク溶接では、電極側を陽極とする逆極性-交流の場合はその半波毎に陽極となる一にし、主としてアルゴン雰囲気中でアーク溶接を行なう方法である。逆極性にすると、母材側は陰極となり、アークの発生中母材面から陰イオンが放出される際、その部分の酸化膜が破壊、除去されることが発見されたことによる。これをクリーニング作用と呼称し、この溶接方式と特性である。もちろんアークがアルゴン雰囲気中なので空気の侵入なく二次酸化も発生しない。すなわちこの方式により初めてフラックスレスでアルミニウム合金の溶接が可能となった。

一般にイナートガスアーク溶接には、次の二つの形式がある。

- 1) ティグ溶接 (Tungsten Inert Gas Arc Welding)
- 2) ミグ溶接 (Metal Inert Gas Arc Welding)

注) ティグ、ミグは・印をつけたイニシャルを綴った呼称。

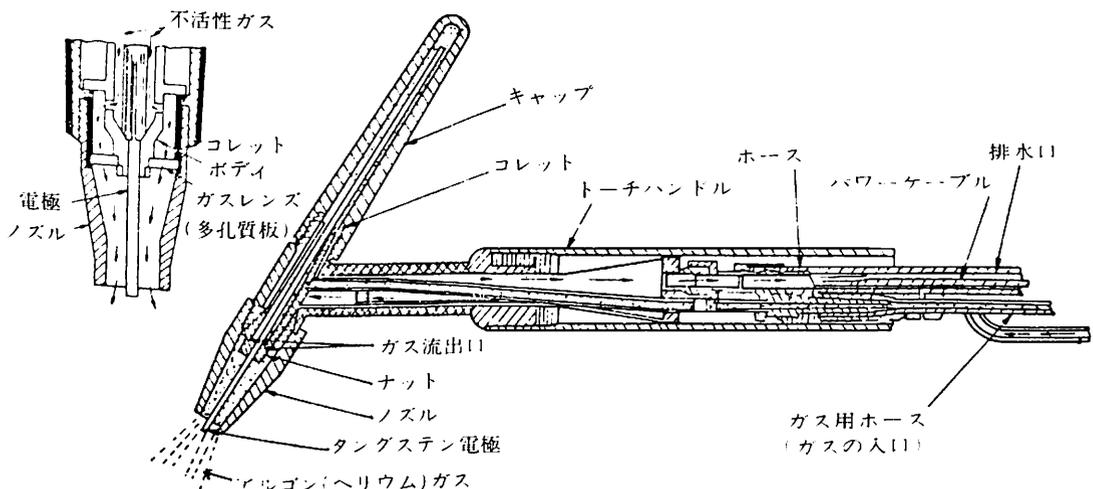
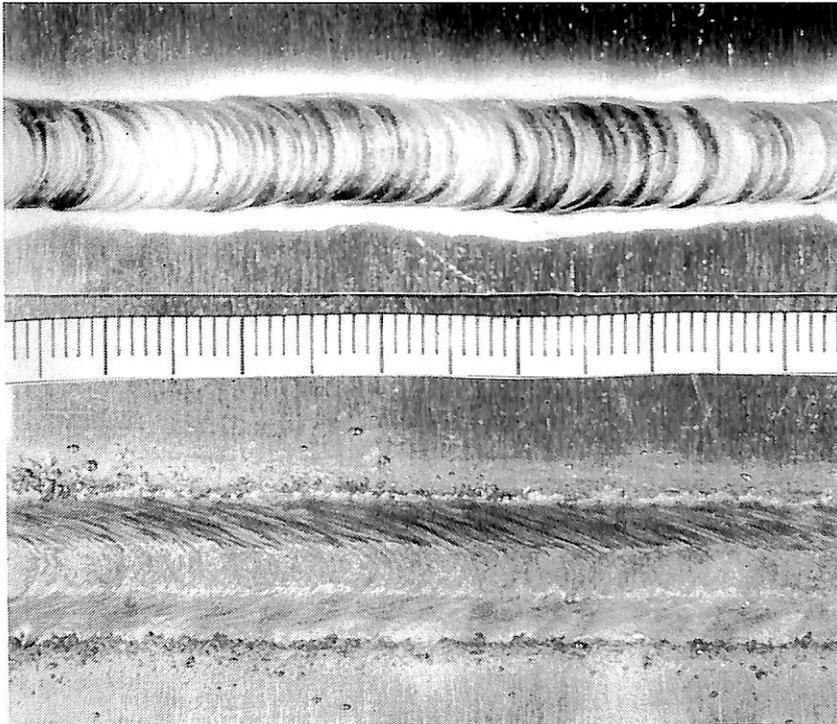


図11 ティグ溶接のトーチの代表的構造



ティグ溶接  
(150 A)

ミグ溶接  
(23 V, 180 A, 800 mm/min)

図12 アルゴンアーク溶接のビードの外観。

(1) ティグ溶接—図11に示したトーチを持ち、アルゴンガス雰囲気中で、タングステンあるいはトリウム入りタングステンの電極（丸棒1.0～6.4mmφ）と母材の間のアーク熱により溶接作業を行なう。この場合、溶接棒（min. 1.6～max. 6.0mmφ）を手を持って溶融池に溶加する。

溶接機の電源は交流単相200V, 300Aで定格入力26KVA位である。したがって溶接速度は下向きで板厚4mm位の突合せ溶接では20～30cm/minであるが、溶融池を見ながら作業できるので、図12の上に表示したように、ビードの中が揃ったきれいな外観

を呈し、溶込みも十分に健全な溶接継手を得られる。しかしミグ溶接に比べると溶込みが浅く、薄板（2～6mm t）に適し、厚板の場合はパス回数を多くすることになる。

(2) ミグ溶接—図13に示したトーチ（ガン）を使い、溶接棒は丸綿（min. 0.8～max. 6.4mmφ）でスプールに巻いてあり、その先端と母材との間でアークを発生し、溶融した母材面に溶融微粒子がスプレー状に移行して母材に溶着する。この溶接では溶加材を電極ワイヤと呼称するが、電極ワイヤからのスプレー移行は、ある電流値以上にならないと行な

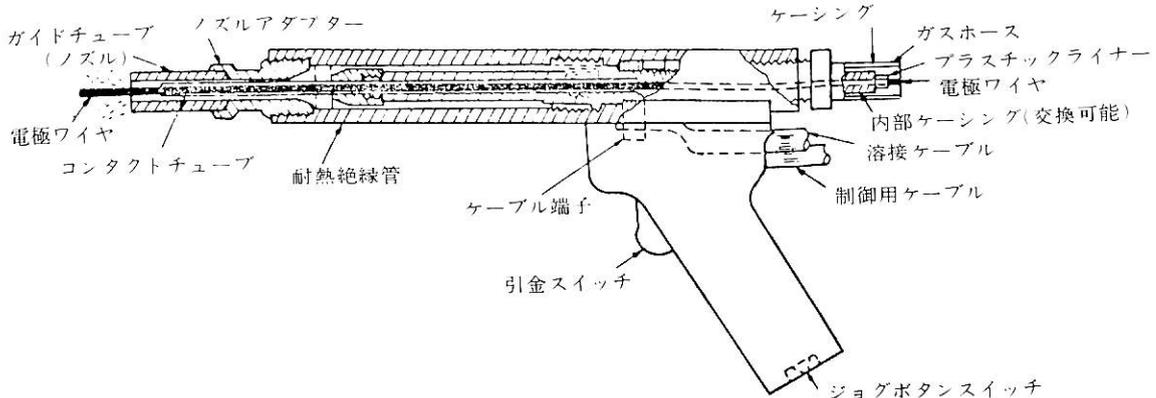


図13 半自動ミグ溶接用トーチの内部構造

われないので、その境界の電流を臨界電流と言い、一般にミグによる溶接作業はこの臨界電流以上の電流値を使って行なわれる。

電極ワイヤは直流モータで駆動する送給ロールによって高速度に母材面に送られ、一定のアークギャップを保ちながらスプレー移行を連続して行なうような機構に作られている。もちろん電極ワイヤの極性は逆極性とす。ミグ溶接装置はAC、3相200Vで受電し、内蔵する整流器で直流に変換して使用する。その定格入力400Aで約23KVAである。

この溶接方法では、溶込みが深くトーチの移動速度を早くしないと母材は容易に溶落ちる。したがって溶接速度はティグに比べて約2倍以上早くなり、厚板の溶接に適している。この方式のビードは図12の下に示したようにティグに比べて細かく、光沢もやや劣り、スパッタが発生しやすい。

いずれにしても、アルミニウム合金材を溶接する場合は、前処理として開先部の脱脂、異物の除去などが必要で、これを怠ると健全な溶接継手は得られない。

溶接の場合いつも問題となるものに“ひずみ”がある。アルミニウム合金は熱膨張係数が、軟鋼材の約2倍ある。この現象は母材が溶接時の入熱により膨張し、冷却時に収縮するが、収縮時に周囲で不均一に拘束されるとか、冷却速度が一樣でないと、収縮が均一とならないで、ひずみが残り、その大きさは鋼材に比べて大きくなることは避けられない。そのため現場では種々の治工具、溶接順序などに工夫をこらして、ひずみ防止を行なっているが、アルミニウム合金の場合も普通鋼材同様の処置が行われる。

発生した“ひずみ”を直すには、ハンマ打ち、プレスなどを使うが、大きいものでは、これらの外に加熱急冷方式が使われる。またハンマ代ちなどと併用する場合もある。このような加熱急冷方式では、線加熱、点焼き（お灸）あるいは巾焼きなど鋼材同様の“ひずみ”取りをする。加熱温度は表9に示した温度を越さない程度で行なうことが必要である。

ティグやミグ溶接に対する作業は、JIS Z3604“イナートガスアーク溶接作業標準”に詳細示してあるので、溶接条件など初心者これを参考にするによい。これには開先形状とそのとり方、継手の形式、その姿勢、溶接条件など作業のよりどころが示してある。なおアルミニウム合金材の溶接技術は、ここ十数年間に著しく進歩して、ティグ、ミグ共新しい機構を取入れた溶接機や全自動溶接機が市販されているが、ここでは省略した。また電気抵抗を利用し

たアルミニウム合金用の抵抗溶接機も、スポット、シームあるいはフラッシュバットなどの溶接技術が格段に進歩して、各方面に実用化されている。

アルミニウム合金材の溶接についても、鋼材同様JISに基づく検定試験が行なわれる。それは溶接協会と軽金属溶接構造協会が共同で実施しているが、実務は主として後者の機関が行なっている。毎年所定の場所で、所定の期日に4日間にわたり、実技と学科の講習会があり、5日目には希望者に対して、JIS Z 3811“アルミニウム溶接技術検定における試験方法ならびにその判定基準”による検定試験を行なっている。現在までの合格者は約4,000人で、まだ少ないが、艦艇等の上部構造がアルミニウム合金化しつつあるので、ここ2～3年急増している。検定内容の詳細は、上記JIS Z 3811を具体的に解説した軽金属溶接構造協会の“アルミニウム溶接技術検定の実施案内”を取りよせることをすすめる。また受験者と対象とした“受験の手引き”が同協会から出版されている。さらに新年度には小型船舶工業会主催のアルミニウム合金船の加工技術講習会が各地に行なわれるが、これに引続いて、同じ地域で溶接構造協会の実技を主体としたアルミニウム溶接技術講習会と検定試験を行なうとの計画があり、日時、期間などうまくすり合せて実施できれば、初めてアルミニウム合金材を扱う中小造船メーカーには大変役立つことになるだろう。

## 8. 塗 装

耐食性の所で述べたように、アルミニウム合金、特に船舶に使用される5000系の合金は、耐海水性が良好なので、防食を目的とした塗装は必要としないといわれる。しかし商品である船はやはり外観を整え、美しく装うために一般には塗装している。

実際にもエンジンルームの内壁やブルワークの内側などに均食が発生することがある。これは外観上しみのように汚れた様相を呈し、孔食も発生すると見栄えも劣って神経をいらだたせ、漁撈に従事する人々の作業能率に影響することもあり、やはり塗装を行なった方がよい。

アルミニウム合金の塗料と塗装については今までも前に示した船舶用軽金属委員会にほう大な実験報告が寄せられている。塗装上の手法を要約すると次のようになる。

### (1) 下地処理（脱脂と粗面化）

アルミニウム合金材の表面には前に述べたように、緻密で薄い酸化膜があり、しかも比較的滑らかな肌

表10 塗装例-1 (船底部)

— 新造, アルミニウム合金船, 船底部等 —

塗装時期	下地処理及び塗装	下地処理および金属前処理塗料塗り	船底さび止めペイント塗り	船底防汚ペイント塗り
進水時まで		酸洗浄の後塗装1回	4回	1回
引渡前ドット入れのとき		—	繕い塗り	1回

備考 アルミニウム合金船は原則としてアルミニウム用ビニル樹脂ペイントを使用する。

表11 塗装例-2 (船底部)

— 修理, アルミニウム合金船, 船底部等 —

塗装時期	下地処理及び塗装	下地処理および金属前処理塗料塗り	船底さび止めペイント塗り	船底防汚ペイント塗り
定期検査		リムーバ又はプラスト法により素地を出し6.3による	4回	2回
年次修理又は中間修理	不良部	素地を出して6.3による	4回	2回
	その他	塗装面清掃	繕い塗り	2回

備考 表10の備考と同じ

表12 塗装例-3 (外部塗装)

— アルミニウム合金船: 上部外板, 上構外面, 露天甲板上面 —

塗装時期及び箇所	下地処理及び塗装	下地処理および金属前処理塗料塗り	さび止めペイント塗り	上塗り
塗別線以上の外板	進水時まで	酸洗浄, 水洗の後ち塗装1回	ジंकクロメートさび止めペイント3回 または船底さび止めペイント4回	フタル酸樹脂エナメル(外部用)1回 またはビニル樹脂エナメル1回
	引渡時まで	—	—	フタル酸樹脂エナメル(外部用)1回
上部構造の囲壁	組立完了後	酸洗浄, 水洗の後ち塗装1回	ジंकクロメートさび止めペイント2回	同上
	引渡時まで	—	—	同上
露天甲板	一般組立完了後	酸洗浄, 水洗の後ち塗装1回	ジंकクロメートさび止めペイント2回	デッキペイント(外部用)1回
	引渡時まで	—	—	同上
	すべり止め施行箇所	組立完了後	酸洗浄, 水洗の後ち塗装1回	ジंकクロメートさび止めペイント2回
	引渡時まで	—	—	同上

備考 ① 船底さび止めペイントを使用した場合には, 上塗りにビニル樹脂エナメル(外部用)を使用する。  
② すべり止めペイントの種類によっては, ジंकクロメートさび止めペイントの代りに, そのすべり止めペイント用の下塗りをを用いることができる。その場合はアルミニウム合金に対して適当なペイントであることを確かめる必要がある。

をしているため, 塗膜の付着性を良くするため, 表面を粗面化することが望ましい。

1) 予備洗浄 — まず素地表面にある腐食生成物や溶接時に付着したスパッタなどを, 細目のステンレス製ワイヤブラシ(ホイール), きさげあるいは各種サンダなどで機械的に除去する。

次いで油脂, グリースその他の汚れをシンナなどの有機溶剤や中性洗剤の水溶液であらかじめ洗浄脱脂する。モップ, ナイロン製たわしなどを使うとよい。

2) 酸洗浄, 水洗 — アルミニウム合金材の場合はアルミニウム合金ショットを使用することがある。しかし, ひずみを生じやすいので一般にはリン酸系の洗浄剤を使い, 十分に水洗後乾燥する。

この場合, 小物は浸漬法で行なえるが, 大型構造

物ではモップあるいはスプレーで洗浄する。洗浄が終わったアルミニウム合金の素地は一樣に曇った乳白色となる。水洗は表面に残った洗浄液または洗浄液と反応して表面に付着している残留カス(スマット)を除去するためである。不十分な水洗では, このスマットが残り, 塗膜の付着性を害し, 塗装後も腐食の原因となるため水を流しながらナイロンブラシなどを使って十分に洗浄を行なわなければならない。特にき装品などではすみのスマットが落ちにくいので加圧水を用いて洗うとよい。水洗後の乾燥は, 状況により自然乾燥または熱風, 圧搾空気で吹き払うなど強制乾燥を行ない手早く乾燥する。

(2) 下塗装 — 洗浄後乾燥してから, アルミニウム合金の肌に密着するりん酸系のプライマー(金属前処理塗料)を塗布することによって, 塗膜はアルミ

ニウム合金の肌と強固に密着する。

塗装はエアレスプレーが使われるが、場所によっては刷毛あるいはローラも使用する。この作業をルーズにすると中塗，上塗がいかに強固に施工されても，アルミニウム合金面からの肌剥れは避けられない。

(3)中塗り — 一般にジंकロメートプライマ（クロム酸亜鉛のプライマ（俗にジंकロと言う））などのさび止めペイントを塗布する。

(4)上塗り — この後で所定の顔料をもつビニール樹脂系，その他の樹脂塗料を塗布して塗装作業は終了する。

このような方式は基本的なもので，各工程を手抜きしないで行なうことにより，付着性の良好な塗膜ができ，装飾的（耐食的）にも期待できる。ただ船の船底，外部，内部などその部位により推奨される樹脂塗料が違うので個々については塗料メーカーに相談するのがよい。現在ではアルミニウム合金船に対する塗料が市販されてから，相当の年数を経過しているので望む塗料は容易に入手できる。

各部位による塗装の一例を表10～12に示したが，船底塗料は鋼船に使う亜酸化銅のようなものは使えない。この種の塗料はアルミニウム合金を侵食するからである。現在は各種有機毒物の入ったビニール樹脂系の塗料がよく使われる。

なお修理などで塗膜を剥すにはアルミニウム合金用のリムーバがあるので，これを使うか，サンダ，きさげなどでかき取り，上記の工程に従って塗装（タッチアップ）する。

以上塗装について述べたが，リン酸系プライマと

かジंकロあるいはリムーバなどを多量に使用する場合，たれ流しをすると周囲の水質汚染に関連してくるので十分に注意し，必要ならば水質管理を行なうことが望ましい。

## 9. おわりに

アルミニウム合金材とその加工方法の概要を述べたが，いずれの項目についても，その一部を紹介したにすぎず，肝心のリベット打ちについても触れず，意をつくしてない。

最近では工業用材料として普及しているこの材料は，合金自体はもちろん，加工技術についても，それぞれの分野で著しく発展しており，往年と全く変わった様相を呈している。

昭和50年代に入ってから，オールアルミニウム合金製漁船という新しい市場が開拓され，多くの中小造船業者に着目されて，今年中には大小数えて100度を越す見込みである。幸いなことに，この材料を使った造船技術は，大企業の造船所内ではすでに20年来の約1,200隻の建造実績で一応確立しているので，これからは中小造船所にその設計や加工技術の普及を計ることである。そのため，この材料の合理的な使用量と工数の軽減を取入れた健全な設計にもとづき，作業方法の改善を繰返して実用的な船価に仕上げるのが急務であろう。

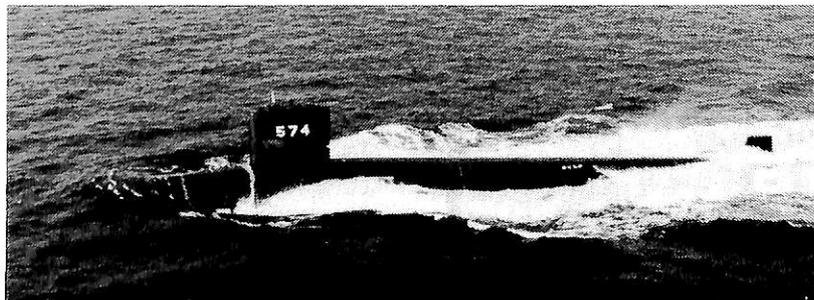
各種の船材に比べて，アルミニウム合金船は軽量であるから同容量のエンジンを搭載しても，船速の早い船となる。したがって省エネルギーを企図するこれからの漁船にはもっとも適した材料といえよう。（終）

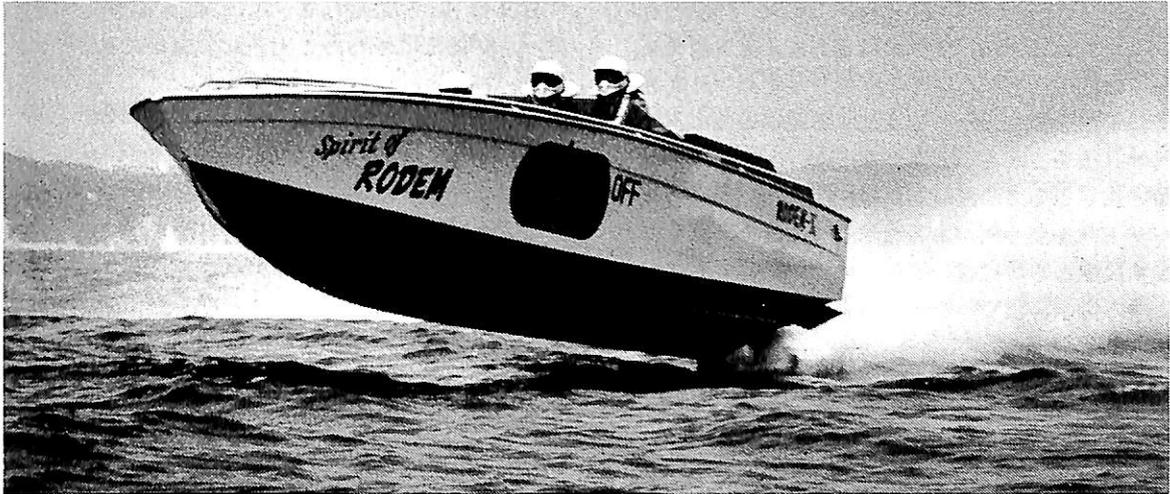
## ■川崎，潜水艦“もちしお”完工

川崎重工業は3月5日，2,200トン型潜水艦“もちしお”を防衛庁に引渡した。同艦はTear Drop型船型を採用，優れた水中運動性能および推進性能をもっている。船体には調質高張力鋼が使用され，マスキング装置の装備などで性能向上がより図られている。なお“もちしお”は戦後わが国で建造された

潜水艦としては19番目，また52年からの新規防衛力整備計画における1番艦である。

主要目／基準排水量・約2,200 t，長さ・76.2m幅（最大）・9.9 m，深さ・10.2 m，主機関・川崎MANディーゼル機関2基，軸数・1軸，速力・水中約20Kt，水上約12Kt。





## 新高速艇講座〈4〉

### 高速艇の船型 (3)

丹羽 誠 一

### 3 船型要素

#### 3.1 船型要素とは

船型要素という言葉は、あるいは耳新しいかもしれない。これは船型問題を統計的に取扱うようになってから広く使われるようになった言葉であり、船型の性格を表す一つ一つの要素を数量的に示したものとでも言えばよかろう。

排水型船では、船の長さ、巾、吃水、排水量。さらにはCB、CP、C<sub>0</sub>等の諸船型係数や重心前後位置などが、船型の性格を表す値として重要なものである。純滑走面を考えれば滑走面の縦方向のキャンパー、滑走面の巾、横断面形状、重心前後位置等が滑走性能を規制する。

水槽試験成績や試運転成績などを統計的に処理すると、これらの各種寸法を無次元化し、船の大きさに無関係の値とした船型要素を組合せてその性能を予測することができる。そこで船型要素の組合せを最適化することにより、性能優良な船型を設計できることになる。ことにハードチェーン艇は比較的数少ない船型要素を与えることにより、わりあい簡単に線図を画くことができる。

船型要素はまた設計にあたって使いやすいものであることが望ましい。そこで船型要素の選定は設計

手順と関連がある。

ハードチェーン船の滑走面形状を決めるには、基準線 (BL) に対するキールライン、チェーンラインの要所の座標を与えればよい。デッキサイドラインの座標が、主として耐航性能上の見地から別に与えられれば、それでほとんど線図はでき上る。これが適当な吃水、適当な縦傾斜で浮ぶことが確かめられれば一応の線図は完成する。

半滑走以上の速力の船の速さを比較するための無次元化に、長さの代りに排水容積の立方根 ( $\nabla^{\frac{1}{3}}$ ) が用いられることはすでに述べた。船型要素としても長さ、巾等の寸法を無次元化するのにはこれを使う。設計手順としては与えられた要求に対し、まず主要寸法を仮定して排水量を略算することから作業がはじまる。このようにして得た推定排水量が性能推定のスタートになるので、無次元化の基準に排水容積を使うことに支障はない。

#### 3.2 船体抵抗から見た船型要素

##### 3.2.1 長さ、 $L / \nabla^{\frac{1}{3}}$

高速艇では全長を採るのが普通である。排水型船では静止時の水線長さ  $L_{WL}$  を設計上の長さの基本とし、これは航走中も変ることなく (または微小変

化)造波抵抗を比較する上において重要な尺度となる。

しかし高速艇では吃水線は速力によって変化し、特に滑走状態となればその変化も大きく、尺度としての効用を失う。そこで変化する長さの他に不変の基準寸法をさがさなければならない。一時は変化しない長さとして船尾滑走面巾を採って、巾基準のフルード数を使う例があったが、これは船の大きさを表す尺度としては適当でないので、総重量を表す静止時の排水容積 $\nabla = \Delta / \rho$ の立方根を無次元化の基準とする。

性能計算上、意味のある長さとして、全長、チェーン長さ、静止水線長さなど種々考えられるが、設計の手続上は全長が便利であり、また波浪中の性能を考えると、船首水線上の形状はきわめて大きな意味を持っているし、高速における航走安定に関しては、全長にわたる重量配置が問題となる。このような意味から長さとしては線図上の全長をとり、トランソムの後端からステムの前端までの水平距離を全長と定義している。

高速艇の性格を左右する船型要素として、長さはきわめて重大なものであり、長さの決定は十分に慎重に行なわなければならない。

### 3.2.2 重心位置, $L_G / \nabla^{1/3}$

重心位置を表すのに、一般には船体中央から重心位置までの水平距離の船の長さに対する割合を使用している。しかし船体中央は線図の書き方によってLPP, LWL, LOA等の中央であり、誤解の元となりやすいこと。純粹の滑走面として考えれば長さは性能に直接関係せず、滑走面後端から重心位置までの水平距離が重大な要素である。そこでトランソム後端から重心位置までの水平距離 $L_G$ を使用することになる。

この $L_G$ は抵抗に重大な影響を持ち、 $L$ と $L_G$ とが決まれば、ほとんどその船の抵抗が推定されると言えるほどである。

### 3.2.3 巾, $B_c / \nabla^{1/3}$ , $B_{ct} / \nabla^{1/3}$

高速艇としては水線巾はあまり意味が無く、滑走面巾が重要である。静止時の滑走面の浸水面積を平均浸水長で割った値(米テラー水槽)といったむづかしい表現もあるが、実際に航走中は浸水長が突然変わってしまっているので意味の無いものになるし、設計上も使いにくいので採らない。

$B_c$ は船体中央における値であり、 $B_{ct}$ はトランソムにおける値である。

$B_{ct}$ は $L_G$ と関連してハンプの航走姿勢、ひいてはハンプ抵抗にきわめて大きな影響がある。

### 3.2.4 吃水, $d / \nabla^{1/3}$ , $d_t / \nabla^{1/3}$

静止吃水であり、線図を画く上で必要である。排水型船では $B/d$ という値は抵抗推算に大きな意味を持っているが、高速艇では適当な状態で浮くという条件を示すものとして意味がある。

$d$ は船体中央における値であり、 $d_t$ はトランソムにおける値である。

### 3.2.5 チェイン高さ, $hc / \nabla^{1/3}$ , $h_{ct} / \nabla^{1/3}$

船体中心線におけるキール下面からチェーン角までの垂直距離を言う。チェーン巾と共に船体勾配を決める値となる。

$hc$ は船体中央における値であり、 $h_{ct}$ はトランソムにおける値である。

### 3.2.6 船底勾配, $\beta$ , $\beta_t$

船体中心線におけるキール下面とチェーン角とを結ぶ直線が水平線と為す角で平均船底勾配を表す。

耐航性能から要求されるものであるが、抵抗に対する影響も大きく、抵抗推算には無視することのできないものである。

$\beta$ は船体中央における値であり、 $\beta_t$ はトランソムにおける値である。

### 3.2.7 肥瘠係数, $\nabla / L \cdot B_c \cdot d$

方形係数 $C_B$ に相当するものであるが、水線長、水線巾を使用すると設計作業上やっかいなので、高速艇の設計には全長、チェーン巾を使う方が便利である。排水型船では $C_B$ は $C_P$ などと共に性能上大きな影響を有するものであるが、滑走艇の場合、性能に及ぼす影響は明確でない。線図作成にあたっては船型に対応してこの値を推定して $L$ ,  $B_c$ ,  $d$ を決める。

### 3.2.8 滑走面荷重係数, $\Delta^{2/3} / L \cdot B_c$

滑走面の大小を比較するのに使用する。滑走面の面積が不足すればラストハンプを乗り切るのに不都合であることは明白であるし、半滑走に入ると滑走面が広すぎるのは摩擦抵抗の増加につながる。

## 3.3 耐航性能と船型要素

### 3.3.1 耐航性能

今日では一般に耐航性という語が使われているが、

法律では堪航性という字を使う。英語ではSeaworthiness というが、米国ではSeakeeping を用いる。

波浪中の行動が平水中と同様に行なえる、風や波がいかなる状態であっても、まったく影響されずに行動できるとすれば、これは完全な耐航性を持つことになる。

耐航性には次の3つの要素を含むものである。

第1には、船と乗員との安全。船は乗員の生命が安全に保てる状態で正しく浮んでいること。船体に重大な損傷も無く、波浪の衝撃に耐え、打込んだ波によって水密を破られることもなく、復原力も保たれていること。

第2には、定めた範囲の海象では、運動能力が平水中と同様ではなくとも、貨物船ならば艀内貨物もデッキカーゴも、正規の位置に確保されていて、損傷から守られていること。客船ならば旅客が負傷と不快から守られていること。さらに制限された天候では良好な運動能力とseakindlinessを保つこと。

第3には、定められた範囲内の海象では、定められた任務のスケジュールを確保すること。

いかなる天候でも平水同様の性能を発揮することを要求されるものではない。それは現在の技術では不可能であるし、またそれに近いことを要求することは経済的でもない。近い将来それが可能であるとも考えられない。

荒天で使用される高速艇に対しては、現在の技術ではseakindliness とスケジュール確保とは相反する要求である。

耐航性に対する主要条件の決定には、特にseakindliness が“良好”であるということはどう量的に定義するかを決めなければならない。漁船やパトロールボートのように、永年海に慣れた船員のみが乗っている船舶に十分満足し得る条件は、船に乗ったことの無い旅客が多数乗る客船に対しては我慢できない条件となる。パトロールボートの場合でさえ、大型のゆるやかな動きをする船に乗り慣れた船員にとっては、高速艇の衝撃や速いピッチング、ローリングは我慢できない場合さえある。

Seakindliness は量的に定義し難い性質である。人間は垂直な状態と、現在の位置からの移動に対する感覚機関を持っている。別に上下速度と加速度に対し、自由に行動し得る許容範囲がある。重要な装備や貨物等に対しても速度・加速度・衝撃等は制限される。

これらを満足する条件は、船の正しい姿勢のまわ

りの運動が小さく、遅いことである。

安定であること、ドライであることが、乗員と船とを正しい状態で作動させ、乗員の疲労を最少にし装備の損耗を防ぐ。

Seakindliness の適当な訳語はないが、波に対する新和性とも表現すべき言葉で、耐波性の一部として考えることができる。

復原性および横動揺性能は耐航性能の内の重要な要素である。波浪中の抵抗の増加、推進効率の低下も耐航性の問題に入る。

### 3.3.2 耐波性と凌波性

波の中を航行するとき、波から受ける衝撃が乗員に耐えられる限界を越えるようになると、船としてはたとえ安全な状態にあっても使うことができなくなる。このような限界的な外力に耐え得るような構造強度を持った船は、乗員の耐え得る限界まで使うことができる。船の耐波性とは、この限界条件の大小を示すスケールと考えてよい。

波浪中を航行しても海水が船上に上らない性質を凌波性能という。

Drynessは、船上の作業区域が青波であれスプルーであれ船の行動、保安を害し、乗員に不快を与えまたは抵抗増加その他、船に不利な運動を生ずるような水から自由であることと定義する。

我々の取扱う程度の高速艇は一般に小型であり、常に多かれ少かれ、波の影響を受けながら航走するものである。河川湖沼でも他船の引き起した波によって損傷を受けた船の例もあり、よほど特殊な平水面だけで使用する船以外は耐航性をまず第1に考えて船型構造を決めなければならない。

耐波性能を良好にするためには、ピッチングの減衰が良好で、ピッチングを発達させない船型、ピッチングによって大きな衝撃水圧を発生しない船型を採用することが第1である。平坦な船首船底と、過度の迎角が良くないことは明白である。丸型船型が耐波性能上有利であるという説は、今日では過去の伝説であって、ハードチェーン型でさらに優れた船型が開発され、大型高速船にも採用されている。

### 3.3.3 長さ、重心位置

出合う波に対し同調する可能性を少しでも少くすることが大きなピッチングを起さないための第一条件である。我々の取扱う程度の大きさの艇では、比較的、波長の短い成分を多分に持つ不規則波に大きく影響される。そのためピッチングの固有周期は

長いほど出会周期と同調する機会は少いことになり耐波性から見て有利である。そこでLの長いこと、LGの大なることが有利となる。

昔から一般に丸型艇に比べてハードチェーン艇は短く、滑走面巾を大きく採っていたことが、波浪中で丸型有利説の大きな原因である。

### 3.3.4 船底勾配

ディーブV系の船型、すなわち $\beta t$ が大きな船型は、ピッチングの減衰が良好で、大きなピッチングを起しにくい。これが同様・条件での航行中の、波との出会回数に対するヘビースラミングを発生する割合を少くし、また最大衝撃をも小さくする。

実艇試験では、ディーブオメガ型が在来のオメガ型に比べてヘビースラミング率で約 $\frac{1}{3}$ 、ディーブオメガのヘビースラミングの船首衝撃加速度の平均はオメガ型の全平均程度であり、ディーブオメガの船首衝撃加速度の全平均オメガ型の $\frac{1}{2}$ 程度であるという結果を得ている。

### 3.3.5 船首傾斜, $\alpha$

船首傾斜と船首フレアは凌波性、波さばきに大きな影響を与える。船首傾斜は、直線船首では船首材前面の水平線となす角で表す。曲線形船首の場合は、船首材上端と静止吃水線における船首材前端とを結ぶ直線の、水平線となす角を言う。鯉漁船のような局端な張出のあるクリッパー船首では張出部分を除いて考えた方がよい。

流れに竿を立てたとき、竿が直立していればその前面にできる水の盛り上りは大きく、竿を前傾させればこの水の盛り上りは小さくなるのでもわかるように、船首材およびそれに近いバトックラインが傾斜していることは、高速時の波さばきの上では重要である。

これは高速になるほど重要であり、高速時水面に接する部分としてキールからステムに続くアールは十分に大きくとることがスプレーの少ない、ドライな艇を得ることになる。また波の中、ピッチングしたときには当然、水線上における傾斜が重要な要素となる。

### 3.3.6 船首乾舷, $F_f/L$

凌波性の上からは、船首乾舷は低速時に重要である。速力が速くなれば前出の船首傾斜によって波さばきが良くなり、ドライになる艇でも、低速では自由にピッチングして波に突込みやすい状態になる。

低速とはいえ、前進速力がある以上、水との相対運動による揚力が発生し、これが船首を持ち上げる方向に働かなければならない。船首乾舷はただ大ききさえあれば良いものではなく、船首傾斜と結合して確実に揚力を発生するものでなくてはならない。いわゆるかつぶし型船首で、乾舷は大ききにかかわらず、一度青波をかぶるとなかなか浮き上らず、その状態で速力を上げようとする、ますます船首を突込んで行くという例もある。

### 3.3.7 巾, $B/\nabla^{\frac{1}{3}}$ , $B_c/\nabla^{\frac{1}{3}}$

復原力を考えるとき、巾が重要な要素になる。初期復原力に対しては $B_c$ が支配的であり、大角度傾斜に対しては $B$ が有効である。装備の関係から重心の高くなる船では、それに相当して巾を大にしなければならないが、GMの過大な船は波の中で動揺しやすく、また動揺周期が短いことは短い波に同調する機会が多いことの外、船上の作業の性質によっては好ましくない影響がある。

### 3.3.8 中央部乾舷, $F_{\infty}/B$

中央部乾舷は大角度傾斜時の復原力にきわめて重要である。そのデッキ巾に対する比は舷端が没水する角度を示すものとして重要な意味を持つ。高速艇のような比較的速い動揺周期の船が動揺するとき舷端が没水することは、それによって動揺のモードが変わり、転覆につながりやすい。そこで高速艇の有効な動的復原力は舷端没水角までであり、 $F_{\infty}$ と $B$ とを共に大にすることが波浪中で強い船を造ることになる。有効なブルワークを有する船では、ブルワークトップまでを乾舷と見なすことができるが、傾斜がブルワークトップを越すことは、直ちに転覆に結び付くと考えねばならないので、使用上十分に注意しなければならない。

## 3.4 船型要素の数値および相互関係

### 3.4.1 考え方

船型要素は船体抵抗の面からの要求によって制限される値、復原性能の面から要求される値、また耐波性、凌波性、操縦性などから好ましいと考えられる値等があり、それぞれが必ずしも同一方向を指すものではなく、むしろ相反する方向を要求されることが多く、それをコンプロマイズしたところに良い設計が生れる。初期設計にあたっては、それらの概略の値を仮定して計画を進め、計画の煮つまった段階で抵抗、復原性などをさらにくわしく検討し、各

要素を修正しながら希望の性能の船型にまとめてゆく。

最初の仮定は一般に適当なタイプシップを求めてスタートするのが普通であるが、必ずしも常に適当なタイプシップが得られるとはかぎらない。そのようなときの手がかりとして、一般の高速艇のこれらの値がどのようなものであるかを以下に示す。もちろん欠陥設計と考えられるような艇の数値は除外してある。

しかしここに示す分布範囲に入っていれば安全である、入っていないければ危険であるというわけではない。それぞれの艇については性能をきちっと計算して、適否を判定しなければならない。

### 3.4.2 L

排水量と長さとの関係は、その船の性格を決める最も大きな要素である。最近の傾向として同型艇が年々装備を追加され、主要寸法はそのままで排水量だけが增加してゆく傾向が強い。このようにして性能面から見て不経済な、使いにくい艇が増加しつつあることは、設計者の反省すべき点であり、長さとの排水量の関係は慎重に検討されなければならない。

3.1図は、業務用艇の満載排水量と全長との関係である。数式で示せば最も長いものが

$$L = 5.65 \Delta^{0.413}$$

最も短いものが

$$L = 4.86 \Delta^{0.386}$$

長さ係数  $L / \sqrt[3]{\Delta}$  を排水量に対し、速力区別別にプロットしたものを3.2図に示す。半滑走艇の場合は排水量の大きいほど長さ係数が大きいことが明らかに見られる。小型の船が復原性能の要求から中をあまり小さくできず、したがって長さを制限されるようになるのは当然であるが、滑走艇の場合は、必ずしも軽量の艇が長さが短いとはかぎっていないことが見られる。これは最近の傾向で、オフショア・レーサーの発達から、波浪中の性能を重視して、在来は見られなかったような軽くて長い艇が造られつつあることを示すものである。

### 3.4.3 B, Bc

Bは大角度の復原力を評価する上で重要な値であり、波の中で使用する高速艇にはきわめて重要であり、船殻重量さえゆるせば、なるべく大きくとりたいところである。L対Bを第3.3図に示す。上限は

$$B = 0.54 L^{0.87} \quad (10 > L)$$

$$B = 0.88 L^{0.66} \quad (L > 10)$$

下限は

$$B = 0.37 L^{0.78}$$

BcはGMを支配するので重要であり、過小では危険であることは勿論であるが、過大となると動揺性能上好ましくない。また滑走性能にも影響する。重心の高さと関連して慎重に決めなければならない値であるが、初期計画の参考として3.4図で概略の値を知ることができる。上限は

$$Bc = 0.43 L^{0.927} \quad (11 > L)$$

$$Bc = 0.77 L^{0.686} \quad (L > 11)$$

下限は

$$Bc = 0.3 L^{0.8}$$

### 3.4.4 D

大傾斜に対する復原力は巾と共に乾舷が重要であり、十分な乾舷を得るには深さが大きくなってはならない。一方船体縦強度を確保する上において長さに対して適当な船体深さが必要である。

甲板上の装備重量の大きな艇にあっては深さを過大にすることは重心上昇の原因となり、安定上不具合になることもあるが、一般に高速艇の場合、深さを大きくすることは有利と考えてよい。

L対Dを3.5図に示す。上限

$$D = 0.116 L^{1.37} \quad (7 > L)$$

$$D = 0.58 L^{0.55} \quad (L > 7)$$

下限

$$D = 0.14 L^{0.83}$$

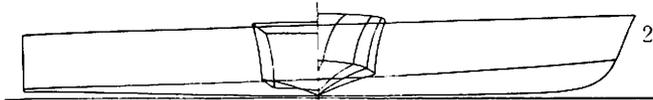
B対Dを3.6図に示す。標準的な値は

$$D = 0.5 B$$

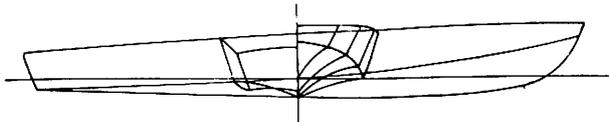
と考えてよい。(つづく)

(3.1～3.6図は66～68頁に収載)

訂正 / 本項「新高速艇講座」の前号66頁の図と説明をつぎのように訂正いたします。(編集部)

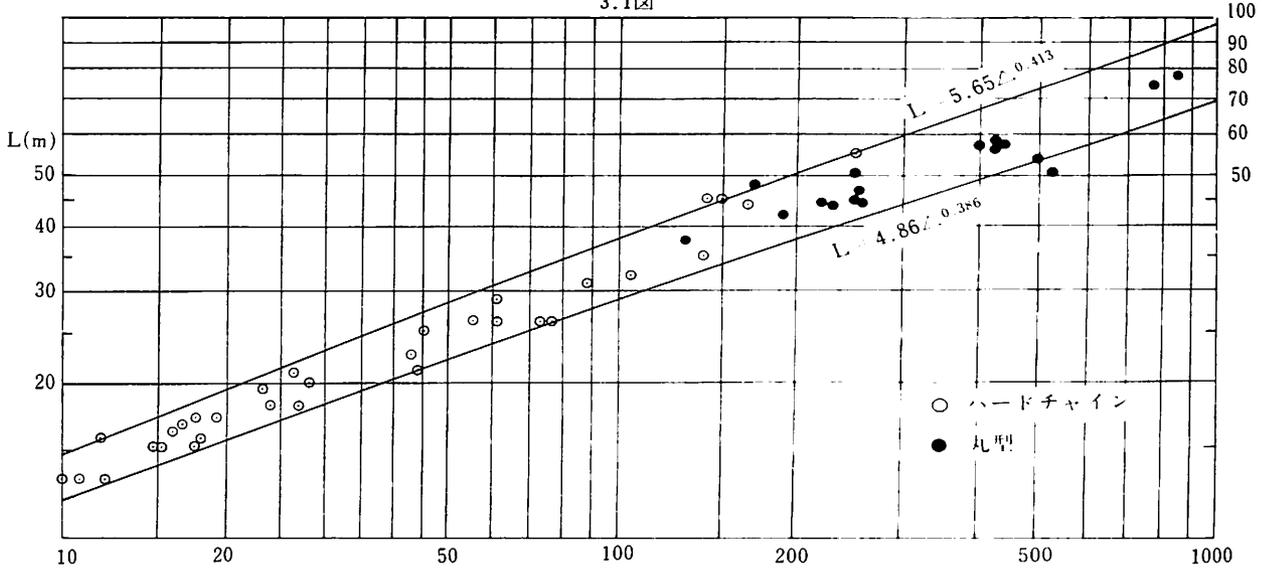


2.5図 初期のオフショアV型船型B P B C社のピケットポート

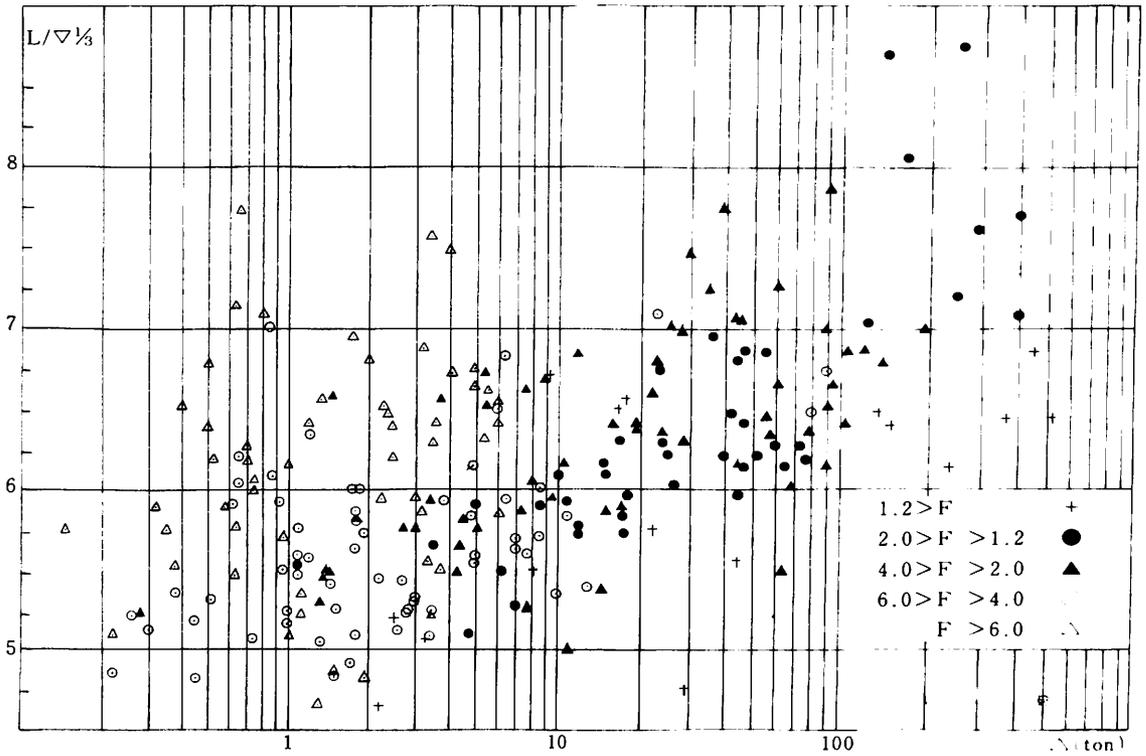


2.6図 Higgins社の魚雷艇ハイチャインの一例

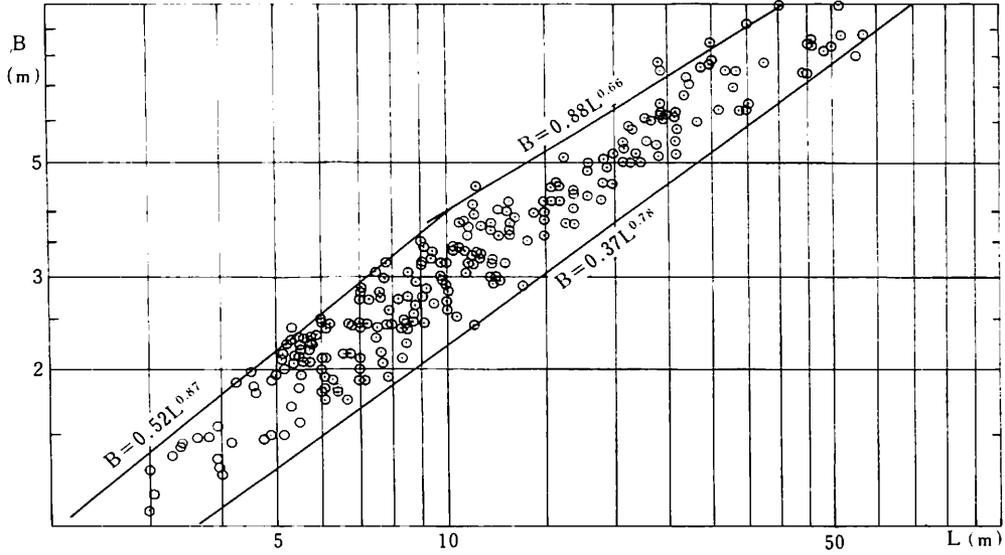
3.1図



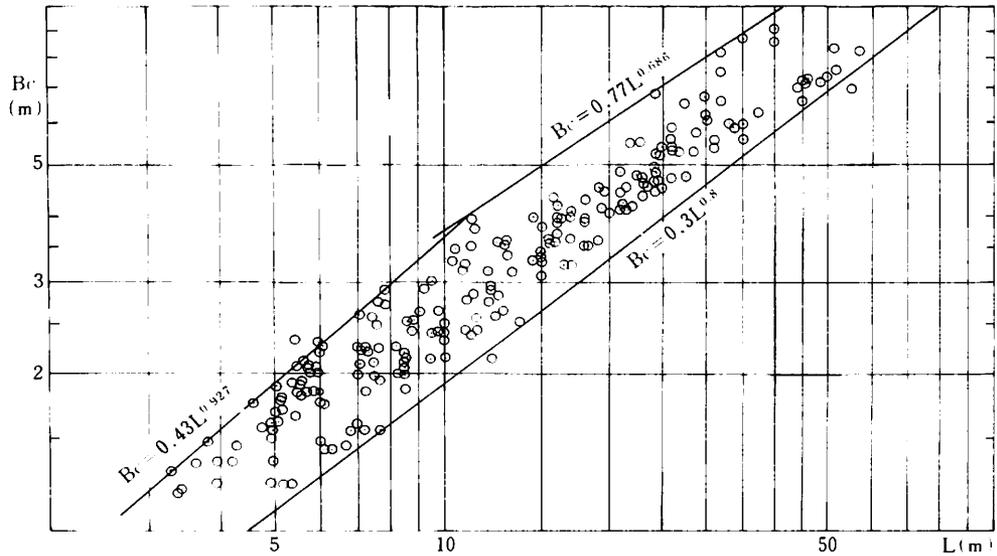
3.2図

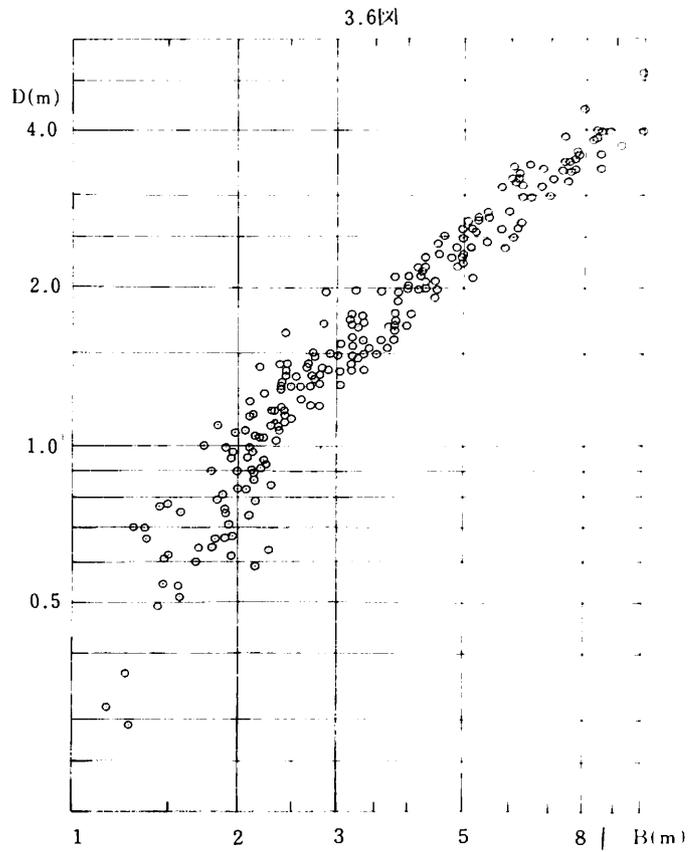
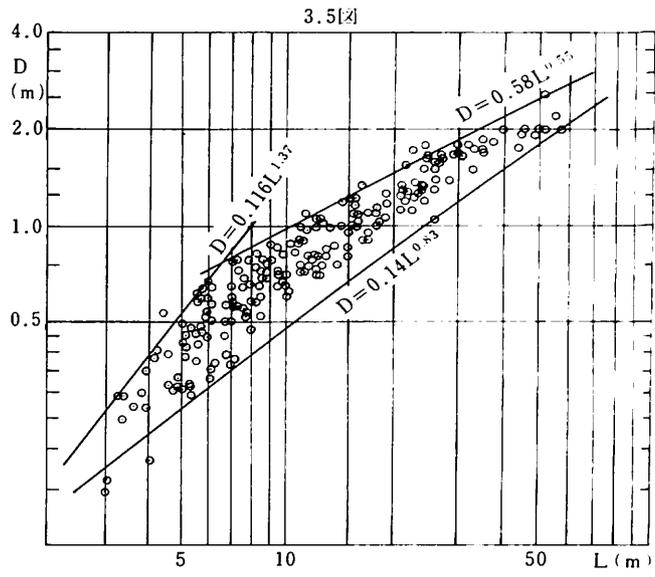


3.3[4]



3.4[4]





## 1980年12月末現在の造船状況

日本海事協会

表1 建造中および建造契約済の船舶集計  
(国内船) \*隻数 \*\*総トン数

	貨物船	油槽船	その他	計
100～ 499未満	* 14 ** 5,886	5 1,512	50 13,996	69 21,394
500～ 900	6 4,794	10 8,190	5 3,909	21 16,893
1,000～ 1,999	1 1,999	6 9,807	4 4,650	11 16,456
2,000～ 2,999	9 22,593	6 15,667	2 5,590	17 43,850
3,000～ 4,999	8 32,489	7 27,100		15 59,589
5,000～ 9,999	5 39,000	4 26,800	1 8,800	10 74,600
10,000～ 19,999	15 218,970	3 41,550		18 260,250
20,000～ 39,999	7 205,000	7 224,200		14 429,200
40,000～ 59,999	1 58,300	9 436,800		10 495,100
60,000～ 99,999	9 700,000	2 136,700		11 836,700
100,000～ 149,999		2 249,900		2 249,900
150,000～ 199,999				
200,000～				
計	75 1,289,031	61 1,178,226	62 36,945	198 2,504,202
〔輸出船〕				
100～ 499未満	1 125		16 5,061	17 5,186
500～ 999			4 3,400	4 3,400
1,000～ 1,999	10 16,332		1 1,000	11 17,332
2,000～ 2,999	1 2,499	5 13,690		6 16,189
3,000～ 4,999	20 85,998	6 21,890		26 107,888
5,000～ 9,999	10 79,650	6 43,600		16 123,250
10,000～ 19,999	53 807,310	17 269,580		70 1,076,890
20,000～ 39,999	73 2,131,600	58 1,717,700		131 3,849,300
40,000～ 59,999		20 934,400		20 934,400
60,000～ 99,999	21 1,539,900	1 93,000		22 1,632,900
100,000～ 149,999				
150,000～ 199,999		2 325,600		2 325,600
200,000～		1 203,000		1 203,000
計	189 4,663,414	116 3,622,460	21 9,461	326 8,295,335
総計	264 5,952,445	117 4,800,686	83 46,406	524 10,799,537

表2 竣工船舶総計  
(国内船)

	貨物船	油槽船	その他	計
100～ 499未満	67 29,826	22 9,511	160 42,502	249 81,839
500～ 999	19 15,337	46 36,848	9 6,882	74 59,067
1,000～ 1,999	10 16,562	14 20,596	7 7,330	31 44,488
2,000～ 2,999	10 26,755	7 19,028	3 7,311	20 53,094
3,000～ 4,999	16 60,902	21 78,392	1 4,886	38 144,180
5,000～ 9,999	10 78,779	1 6,500	3 20,352	14 105,631
10,000～ 19,999	24 333,888	6 79,380		30 413,268
20,000～ 39,999	4 130,290	7 249,116		11 379,406
40,000～ 59,999	1 44,580	20 1,014,326		21 1,058,906
60,000～ 99,999	2 171,000	3 67,000		3 238,000
100,000～ 149,999		1 109,263		1 109,263
150,000～ 199,999				
200,000～				
計	163 907,919	146 1,689,960	183 89,263	492 2,687,142
〔輸出船〕				
100～ 499未満	3 897		25 6,214	28 7,111
500～ 999		2 1,400	11 7,052	13 8,452
1,000～ 1,999	3 4,698	2 3,000	1 1,550	6 9,248
2,000～ 2,999	4 9,949	2 4,956	2 4,212	8 19,117
3,000～ 4,999	22 90,337	7 26,288	1 3,700	30 120,325
5,000～ 9,999	18 141,909	2 12,600	1 8,800	21 163,309
10,000～ 19,999	48 669,492	7 109,222	1 14,328	56 793,042
20,000～ 39,999	30 853,156	16 415,781		46 1,268,937
40,000～ 59,999		14 668,404		14 668,404
60,000～ 99,999				
100,000～ 149,999				
150,000～ 199,999				
200,000～		1 203,000		1 203,000
計	128 1,770,438	53 1,444,651	42 45,856	223 3,260,945
総計	291 2,678,357	199 3,134,611	225 135,119	715 5,948,087

表3 表1による建造中船舶の建造工場別

造船所	隻数	総トン数	造船所	隻数	総トン数	造船所	隻数	総トン数
浅川	2	8,800	馬力瀉	1	499	東北	6	87,690
福岡	5	14,680	松浦鉄工	3	1,578	徳島	2	321
強力	2	508	松浦	1	999	東和	1	4,500
伯方	5	8,495	三重重	3	17,750	常石	6	156,400
函館	2	17,499	三保	22	25,729	宇部	2	7,600
“(室蘭)	4	66,410	南九州	2	287	内田	2	2,669
波止浜(多度津)	6	167,300	南日本	2	36,300	臼杵	5	15,039
林兼(長崎)	3	4,414	三菱(神戸)	14	371,540	宇和島	1	13,000
“(下関)	12	185,900	“(長崎)	19	1,099,970	若松	3	448
“(横須賀)	4	1,419	“(下関)	6	61,460	渡辺	4	39,500
松垣	5	20,800	三井(千葉)	12	603,600	山中	5	3,395
日立(有明)	9	434,100	“(玉野)	15	444,640	山西	2	4,799
“(因島)	10	264,650	三浦	3	1,197	横浜ヨット	2	405
“(舞鶴)	6	173,680	三好	2	7,600	横浜	4	2,712
本田	6	20,648	村上秀	4	8,388	計	524	10,799,537
今治	4	45,200	長崎	1	116			
“(丸亀)	7	198,000	内海(瀬戸田)	4	55,950			
今村	6	5,495	“(田熊)	4	6,780			
石播(相生)	15	510,200	波方	1	999			
“(呉)	13	942,700	名村(伊万里)	10	434,200			
“(東京)	6	78,100	新瀉	11	2,908			
岩城	3	14,700	日本海	5	96,000			
開成	6	2,069	鋼管(清水)	5	85,000			
金川	5	977	“(津)	3	234,000			
金指(貝島)	5	1,636	小門	5	1,650			
“(豊橋)	9	185,000	尾道	6	156,000			
神田	9	144,699	大阪	10	174,600			
関門	2	330	大島	12	310,600			
笠戸	5	169,000	相模	4	997			
川崎(神戸)	3	148,320	佐野安(水島)	8	228,800			
“(坂出)	9	605,000	山陽	2	2,498			
警固	2	4,600	佐世保	11	269,360			
岸上	4	10,838	四国	4	27,800			
高知	11	36,684	下田	3	15,000			
幸陽	20	544,000	新山本	5	50,370			
栗之浦	4	6,397	白浜	3	2,097			
来島(大西)	6	230,350	住重(追浜)	10	312,700			
極洋(彦島)	2	12,800	大平	6	24,699			

表4 表1による主機関の製造工場別表

[ディーゼル]

工場名	台数	馬力
赤坂鉄工	49	169,550
ダイハツディーゼル	14	22,270
富士ディーゼル	9	19,400
阪神内燃機	39	89,110
日立造船(因島)	9	61,760
“(舞鶴)	1	10,500
“(桜島)	47	679,740
石川島播磨(相生)	52	595,920
伊藤鉄工	2	9,500
川崎重工(神戸)	10	154,050
神戸発動機	16	115,350
楨田鉄工	11	22,200
三菱重工(神戸)	50	737,185
“(長崎)	2	34,000
“(横浜)	3	51,870

三井造船(玉野)	106	1,378,580
新潟鉄工	53	77,310
日本鋼管(鶴見)	4	48,800
住友重機械(玉島)	20	288,900
宇部鉄工	10	67,400
ヤンマーディーゼル	15	17,045
計	522	4,650,440

[タービン]

川崎重工(神戸)	1	45,000
三菱重工(長崎)	1	40,000
計	2	85,000

### Ship Building News

#### 石播, コンテナ船にわが国初の新形主軸駆動発電機を採用

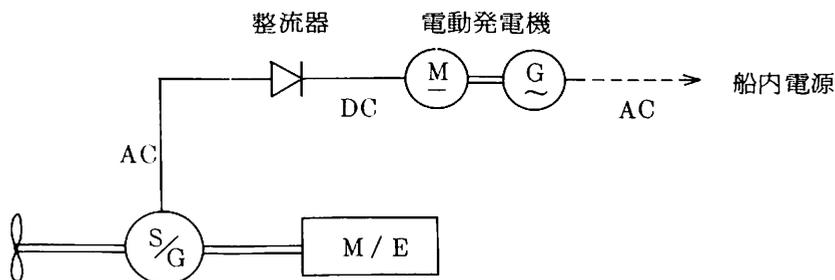
石川島播磨重工は、船舶の省エネルギー対策として低速ディーゼル主機とプロペラとの中間軸に、直接、交流発電機を設置する新形式の発電システムをサフマリン社向け1,700 TEU積みコンテナ船(同社相生第一工場建造, 昭和57年7月納期)に搭載することになった。

この主軸駆動発電装置は、中間軸に直接界磁コイルを装着するもので、主軸の一部が発電機のロータを構成する、文字通り主軸直結の発電装置であり、

このようなタイプの採用はわが国では最初のものである。同発電装置のメーカーは船用重電機器の国内におけるトップメーカーである西芝電機であり、今回の新機軸に関わる多くの技術上の問題点を、両社が協力して解決し、今回の実船採用に至ったものである。

同社の今回の主軸駆動発電装置は、整流器(交流→直流)と電動発電機(直流→交流)の組合せによる出力安定装置を設けており、このシステムの出力は船内の他のディーゼル発電機や排ガスターボ発電機とも、連続的に並列運転のできる完全に安定したものであるという。

本システムの概略図はつぎのとおり。



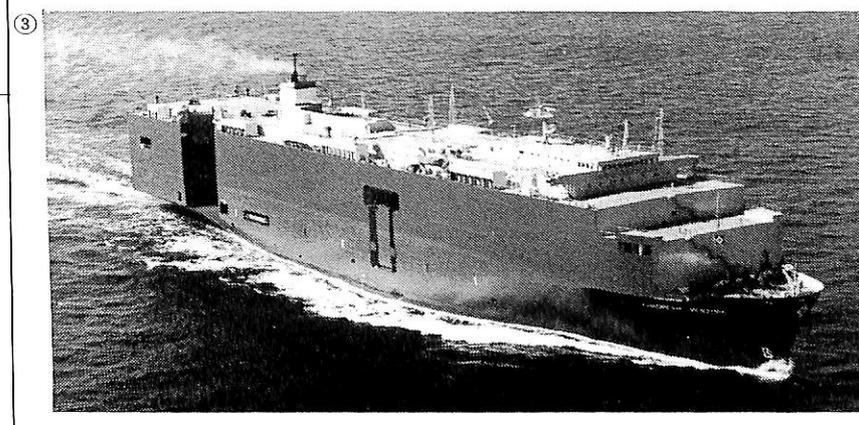
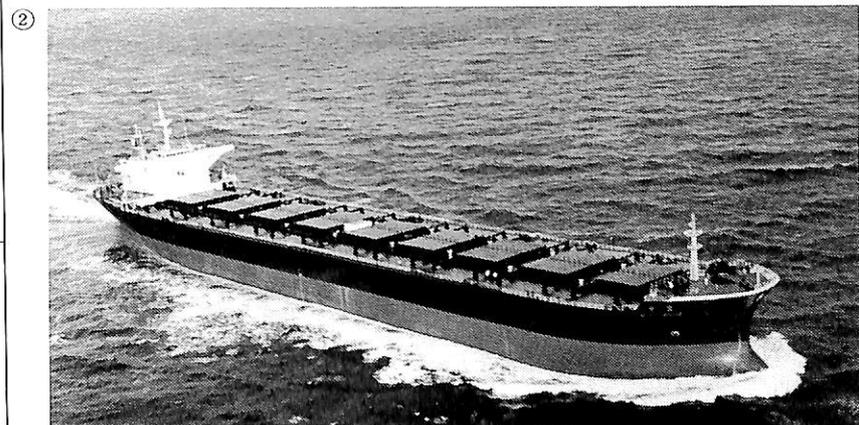
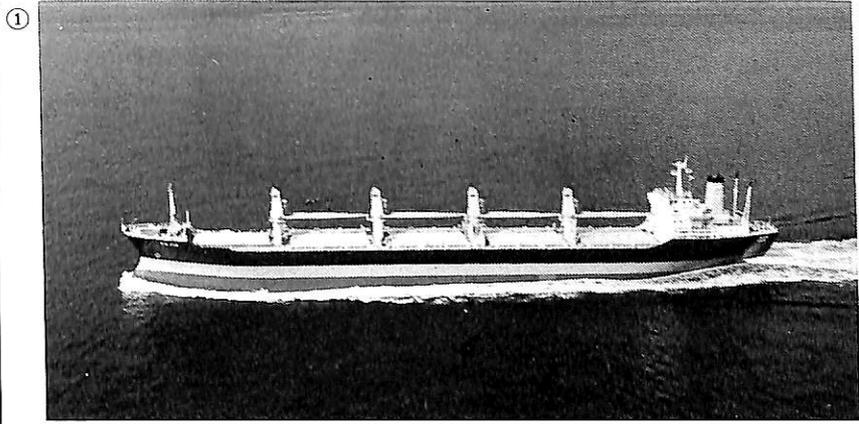
# 竣工船一覽

## The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① Y I N K I M	② W O R L D D U L C E	③ E U R O P E A N V E N T R E
所有者 Owners	New Southseas Maritime Carriers	Kingdom Company	Transworld Carriers
造船所 Ship builder	大阪 (Osaka)	日立有明 (Hitachi)	住重追浜 (Sumitomo)
船級 Class	LR	LR	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	80/11・81/2	80/10・81/1	80/11・81/2
用途・航海区域 Purpose・Navigation area	ばら積 (Bulk)・遠洋	ばら積 (Bulk)・遠洋	自動車 (Car)・遠洋
<b>G / T・N / T</b>	13,913.36・9,886.69	63,076.19・51,068	15,576・
<b>LOA</b> (全長: m)	178.300	270.88	—
<b>LBP</b> (垂線間長: m)	169.000	260.00	180.00
<b>B</b> (型幅: m)	23.000	43.00	32.20
<b>D</b> (型深: m)	14.000	23.80	31.10
<b>d</b> (満載吃水: m)	10.023	16.352	8.20
満載排水量 Full load Displacement	32,229	—	—
軽貨排水量 Light Weight	—	—	1
載貨重量 L / T Dead Weight	25,845	131,255	12,700
<b>K / T</b>	—	133,361	* 12,903.8
貨物倉容積 (ベール/グレーン: m <sup>3</sup> )	32,175/33,064	— / 153,564	
主機型式/製造所 Main Engine	日立 B & W 7 L55 GFC	日立 B & W 6 L80 GFCA	住友 Sulzer 7 RND 76M
主機出力 (連続: PS/rpm) MCR	9,380/150	18,400/106	16,800/122
主機出力 (常用: PS/rpm) NOR	8,530/145	16,700/103	—
燃料消費量 Fuel Consumption	29.6 t/d	—	—
航続距離 (海里) Cruising Range	14,500	—	—
試運転最大速度 (Kn) Maximum Trial Speed	17.735	16.50	—
航海速度 Service Speed	14.8	14.55	19.0
ボイラー (主/補) Boiler	7kg/cm <sup>2</sup> × 1,000/1,000	—	—
発電機 (出力 × 台数) Generator	500KVA × AC450V × 60Hz × 3	—	—
貨油倉容積 (m <sup>3</sup> ) COT	—	—	—
清水倉容積 (m <sup>3</sup> ) FWT	240.1	—	—
燃料油倉容積 (m <sup>3</sup> ) FOT	1,499.6	—	—
特殊設備・特徴他	コンテナ 20ft 換算 788 個	主として 鉍石, 石炭 輸送 省エネ船 (Hz / スル 採用)	

\* 編集部調べ

<p>④ <b>ORIENTAL HI GHWAY</b></p>
<p>Koyo Shosen          今治丸亀 (Imabari)          NK          80/9・80/12          自動車 (Car)・遠洋</p>
<p>10,974.68・7,719</p>
<p>174.80          164.40          26.80          25.35          8.018</p>
<p>21,249          8,815          *12,237.6          12,434          —</p>
<p>日立 B&amp;W 6L67GFCA          13,100/123          11,900/119          39t/d          19,100          19,808          17.5</p>
<p>水管式 7.0kg/cm<sup>2</sup>, 油 1.434          kg/h, 排 1,400kg/h          750KVA × 2</p>
<p>—          382.72          2,627.48</p>
<p>3,377 台</p>



船名 Name of Ship	⑤ FORT TORONTO	⑥ EASTERN VENTURE	⑦ SEA SILKROAD
所有者 Owners	Canadian Pacific	Beeston Shipping	Eikou - Senpasku
造船所 Ship builder	佐野安水島 (Sanoyasu)	三井千葉 (Mitsui)	三井千葉 (Mitsui)
船級 Class	LR	LR	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	80/8・81/2	80/8・80/12	80/9・80/12
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ケミカル (chemical) ・遠洋	油槽 (Oil)・遠洋	油槽 (Oil)・遠洋
G/T・N/T	19,981.90・11,923.30	33,769.72・22,043.55	39,155.94・—
LOA (全長: m)	169.53	204.504	202.517
LBP (垂線間長: m)	160.00	196.000	194.000
B (型幅: m)	27.20	39.000	38.400
D (型深: m)	14.70	19.500	18.600
d (満載吃水: m)	11.225	10.850	11.669
満載排水量 Full load Displacement	39,967	—	—
軽貨排水量 Light Weight	—	—	—
載貨重量 L/T Dead Weight	*31,243.6	*54,820.2	*59,051
K/T	31,745	55,700	59,999
貨物倉容積 (ベール/グリーン: m³)	—	—	—
主機型式/製造所 Main Enging	三井 B & W 6 L 67 GFC	三井 B & W 6 L 80 GFC	三井 B & W 6 L 67 GFC
主機出力 (連続: PS/rpm) MCR	11,200/119	15,800/103	13,100/123
主機出力 (常用: PS/rpm) NOR	10,200/115	14,400/100	11,900/119
燃料消費量 Fuel Consumption	35.85t/d	49.5t/d	—
航続距離 (海里) Crusing Range	24,000	17,300	—
試運転最大速力 (Kn) Maximum Trial Speed	16.17	15.97 (満載)	—
航海速力 Sevice Sheed	約14.9	15.05 (満載)	15.16
ボイラー (主/補) Boiler	7kg/cmG/2,500kg/hr ×2	三井 2 胴水管式 30T×1	
発電機 (出力×台数) Generator	主) 850KVA×AC450×4 補) 70KVA×AC450	主) 580KW×3 100KW×1	
貨油倉容積 (m³) COT	42,082	75,618.5	
清水倉容積 (m³) FWT	524.8	497.1	
燃料油倉容積 (m³) FOT	2,900.9	2,772.6	
特殊設備・特徴他	IMCO 決議 A 212 (VIII) Typo III 適用	UMS, 三井オートラップ, A-C ブレンダー	二重底バラストタンク M0

	<p>⑧ <b>PRODUCT ENDEAVOR</b></p>
	<p>Tradax Expot          内海瀬戸田 (Naikai)          LR          80/7・80/12          油槽 (Product)・遠洋</p>
	<p>18,594.32・</p>
	<p>173.065          163.000          26.00          14.90          10.69</p>
	<p>29,993</p>
	<p>日立 B&amp;W6L67GFC</p>
	<p>15.586</p>

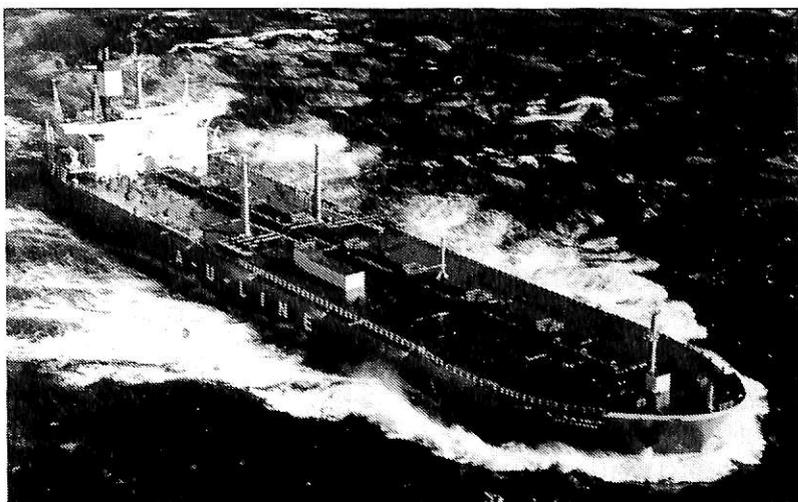
⑤



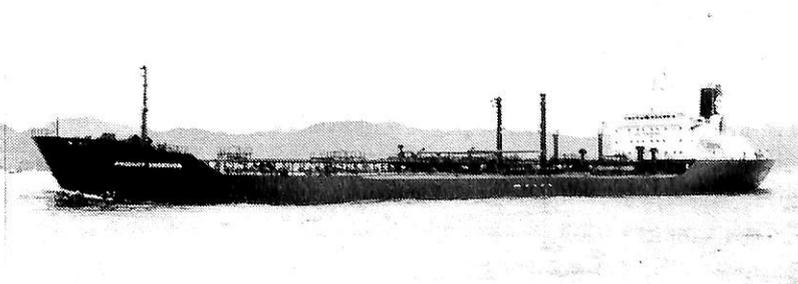
⑥



⑦



⑧



### 受注

#### ●鋼管, リベリアからバルクキャリア

日本鋼管はユニバーサル・シルバー・マリタイム (リベリア籍) からバルクキャリアを受注した。清水製作所で建造し、納期は82年10月。主要目は16,000総トン、30,000重量トン、主機関16PC2-5 10,240馬力、速力14.8ノット。

#### ●鋼管, グーランドリスからバルクキャリア

日本鋼管はギリシャ船主N・J・グーランドリスから60,100重量トン型バルクキャリアを受注した。日本鋼管にとってこれはグーランドリス社から同型第3船目の受注。主要目は36,000重量トン、主機関住友スルザー6 RND 68 M型14,400馬力、速力14.01ノット。納期は83年第4 / 4半期。

#### ●常石, 郵船からバルクキャリアを2隻

常石造船は日本郵船からパナマックス型バルクキャリアを2隻受注した。納期は82年6月と9月。同船は32,000総トン、63,800重量トン、主機関三井B&W 6 L 67 G F C A型13,100馬力、航海速力14.1ノット。

#### ●住重, ネプチューン・オリエントからバルク2隻

住友重機械工業はシンガポール船主ネプチューン・オリエント・ライン (NOL) から60,000重量トン型バルクキャリアを2隻受注した。納期は82年末と83年初め。同船は36,000総トン、主機関住友スルザー4 RLB76型10,150馬力、速力13.5ノット。

#### ●幸陽, ワーコンからバルクキャリア

幸陽船渠は香港船主ワーコンシッピングから57,000重量トン型バルクキャリアを受注した。納期は83年2月。同社はトーマン扱いで去る1月、同型船1隻を受注しており、その際のオプションが具体化したもの。主要目は27,000総トン、主機関三井B&W 7 L 67 G F C A型13,100馬力、航海速力16.5ノット。

#### ●石播, 香港船主からフューチャー32型を2隻

石川島播磨重工業は野村貿易扱いで中国系香港船主チャイナ・マーチャント・スチーム・コーポレーションからフューチャー32型バルク・キャリア2隻を受注した。納期は82年後半と83年前半。主要目は20,500総トン、32,980重量トン、主機関石播スルザー6 R L B 66型9,990馬力、航海速力16.5ノット。

#### ●佐世保, 中国系香港船主からバルクキャリア3隻

佐世保重工は日商岩井扱いで中国系香港船主オ

ーシャン・トランピングからバルクキャリア3隻を一括受注した。納期は82年3月、5月、6月。主要目は26,000総トン、45,000重量トン、主機関B&W 6 L 67 G F C A型13,100馬力 (メーカー未定)、航海速力15.0ノット。

#### ●日立, バルクキャリア“マークII”

日立造船は香港の大手建設会社ポール・Y・コンストラクション社グループのポール・Y・ナビゲーション社 (リベリア) から、同社が開発したパナマックス・マークII型バルクキャリアを初受注した。納期は82年後半。主要目は31,000総トン、61,000重量トン、主機関日立B&W 12,000馬力、航海速力14.5ノット。

#### ●日立, パナマ向けにマークII第2船目

日立造船はパナマのインターナショナル・マリタイムキャリアーズからバルクキャリア“パナマックス・マークII型”を受注した。納期は83年第1・4半期。主要目は31,000総トン、61,000重量トン、主機関日立B&W 7 L 67 G F C A型12,000馬力、速力14.5ノット。

#### ●日立, くみあい船舶から6隻一括受注

日立造船は“くみあい船舶”からカーバルク計6隻を一括受注した。これはくみあい船舶が全農の保証により建造するもので、このためくみあい船舶はリベリアに便宜置籍船会社を設立、建造後は4隻を商船三井が、2隻をジャパンラインが運航管理する。受注内容は次のとおり。

1) 商船三井分 (4隻) 37,100総トン、53,500重量トン、主機関日立B&W 6 L 67 G F C A型13,100馬力、航海速力15ノット、3,500台積み。

2) ジャパンライン分 (2隻) 36,400総トン、52,400重量トン、主機関日立B&W 6 L 67 G F C A型13,100馬力、航海速力15ノット、3,360台積み。

なお納期は6隻とも82年後半から83年前半までの予定。

#### ●函館, エバーグリーンから2隻

函館ドックは台湾系船主エバーグリーン・ラインから28,000重量トン型バルクキャリアを2隻受注した。扱い商社は丸紅で納期は82年半ば。主要目は16,650総トン、主機関スルザー11,400馬力 (メーカー未定)、航海速力16.4ノット。

#### ●日本海, リージェントからバルクキャリア

日本海重工は香港船主リージェント・ SHIPPING からバルクキャリアを受注した。納期は82年5月。主要目は24,000総トン、40,600重量トン、主機関三井B&W 6 L 67 G F C A型13,100馬力、航海速力15.5ノット。

●今治、郵船から自動車専用船

今治造船は日本郵船が自己資金で建造する乗用車4,900台積み自動車専用船を受注した。納期は今年10月末。同社は郵船・岡田商船共有の同型船を受注しており、主要目は15,000総トン、主機関三菱スルザー16,800馬力、航海速力17.7ノット。

●来島、神戸汽船から自動車専用船を2隻

来島どっくは川崎汽船系列の神戸汽船から乗用車2,500台積み自動車専用船を2隻受注した。納期は56年12月末と57年2月末。主要目は10,000総トン、8,400重量トン、主機関三菱U E C型9,300馬力、航海速力17.5ノット。

●常石、ノルウェーと香港から計3隻

常石造船はノルウェー船主ローレンツェン・グループから45,000重量トン型タンカーを1隻、香港のアイランド・ナビゲーションから59,000重量トン型タンカーを2隻、それぞれ受注した。

ローレンツェン向けバルクキャリアは兼松江商扱い、納期は38年2月末。27,000総トン、主機関三井B&W 6 L 67 G F C A型13,100馬力、航海速力15.6ノット。

またアイランド・ナビゲーション向けタンカーは三井物産扱いで33,000総トン、主機関三井B&W 15,200馬力、速力15

●尾道、三光汽船の仕組船タンカー

尾道造船は川鉄商事を輸出当事者としてリベリア籍船主ヘロン・タンクシップから61,000重量トン型タンカーを受注した。納期は82年5月。ヘロン社は三光汽船がリベリアに設立した同社の海外法人。主要目は33,700総トン、主機関三井B&W 6 L 67 G F C A型13,100馬力、航海速力14.5ノット。

●榑崎船舶、モロッコからトロール船4隻

榑崎船舶工業は川鉄物産を通じモロッコのソナーブ社から480総トン型トロール漁船を受注した。納期は第1船が81年9月、以降1カ月ごとに引渡す。主機関は赤阪2,200馬力。

●石播、NOLからコンテナ船延長工事

石川島播磨重工はシンガポールのネプチューン・オリエン特・ラインからフルコンテナ船2隻の船体延長工事を受注した。工事は船体を29.24メートル延長し、現在の20フィート換算積みコンテナ1,854TEUを472TEUふやすというもの。工期は第1船が56年6月中旬、第2船は9月に着工し、工期はいずれも55日間。

●三菱、新さくら丸の改装

三菱重工は大阪商船三井船舶が昨年、見本市協会から購入した“新さくら丸”(11,500総トン)の客船改装工事を受注した。同船は現在92名の乗客を収容することができるが、これを4人部屋を中心に446名増やし538名にする。三菱重工神戸で夏ごろ着工し年末までに完工の予定。完工後は商船三井客船がクルージング・ボートとして運航する。

●三井、エッソ・マレーシアからモジュール

三井造船はエッソ・プロダクション・マレーシアからウォーターインジェクション・モジュール2基を受注した。このモジュールは油井戸にジェット噴流の水を注ぎ油の噴出を誘う装置で、この種モジュールの受注は三井としては初めて。納期は57年3月末。

●石播も中国造船公司向けパッケージ・ディール

石川島播磨重工は台湾の中国造船公司から60,000重量トン型バルク・キャリア1隻分のパッケージ・ディール契約を行なった。これにより石播は鋼材を除き主機関(スルザー6RND76M型14,400馬力)、補機、航海計器などを今年中に船積みする。

●尾道と日立、共同で台湾向けパッケージディール

尾道造船は日立造船と共同契約で、台湾の中国造船公司(C S B C)向けに20フィート型1,545個積みフルコンテナ船2隻分のパッケージ・ディールを受注した。機器類の船積みは今年11月から行なわれる。この契約で尾道は同船の建造に必要な主機関(日立スルザー7RND90型22,260馬力)、補機、航海計器などを輸出する。

海洋開発

●鋼管、6基目のジャッキアップ・リグを米国から

日本鋼管は米国のロフランド・ブラザーズ・カンパニーからNKK/BMC 150 L型ジャッキアップ・リグを1基受注した。納期は57年4月末。同リグは浅海用として開発されたシリンドリカルタイプのリ

グで、通常稼働水深は150フィートだが、このリグは稼働海域の水深が浅いため、稼働水深を110フィートとし、脚長を210フィートと短くする。これで鋼管のジャッキアップ型リグの受注は6基目となる。

### ●鋼管、米国から初のセミ・サブ型リグを2基

日本鋼管は米国のペンロッド・ドリリング・カンパニーからセミ・サブ型リグを2基受注した。納期は58年1月末と同年4月末。

### ●住重、セミ・サブ型リグを1基

住友重機械は米国の大手石油掘削会社ODECO（オーシャン・ドリリング・アンド・エクスプロレーション）からセミ・サブ型オイルリグを1基受注した。納期は82年末。

### 開発・技術提携ほか

### ●三菱、リアクション・フィンの実用化に成功

三菱重工は在来船に比べ5～6%、130,000トン型バルクキャリアで年間4～5千万円もの大幅な省燃費を達成できる船舶の推進装置「三菱リアクション・フィン」の開発に成功したと発表した。この装置は省燃費のほか(1)船体の振動が半減する。(2)居室の騒音レベルが減少するなどの効果もあることが確認されているという。(本文42頁参照)

### ●鋼管、40%の省エネルギー船を開発

日本鋼管は140,000重量トン型鉄炭船及び86,000重量トン型バルクキャリアを対象にした新しい省エネルギー船を開発したと発表した。省エネルギーの最大の特徴は可変ピッチプロペラなどを採用した推進プラント、廃熱利用の徹底化、軸発電機兼電動機システムの採用で、このほかにも船体形状および塗装に関する省エネ対策が図られ、40%の燃料費節減が可能だという。

### ●川重、カナダのドーム・ベトロリアム社とLNG船で技術協力

川崎重工は日商岩井の協力を得てカナダ最大の石油・ガス会社であるドーム・ベトロリアム社と、同社がカナダ国内に建設する新造船所に対しLNG船建造の技術協力を行なうことで合意し、基本協定書に調印したと、このほど発表した。今回、川崎重工が行なう技術協力は、ドーム社が日本向け天然ガス輸送に供するモス型球型タンクのLNG船々腹のうち取敢えず最初の2隻を対象としており、1番船は川崎重工が一体建造し、2番船は川崎重工の技術協

力によりカナダの新造船所で建造される予定。

### ●住重、米国アレン・シャーマンと技術提携

住友重機械は米国アレン・シャーマン・ホフ社と石炭ボイラー用灰処理設備に関する技術提携をおこなった。提携機種は石炭ボイラー用（電力および一般産業向け）灰処理設備、テリトリーは日本、ソ連、中国、非独占は東南アジア各国、提携期間10年。

### ●オランダのストック社がトランスアメリカとライセンス契約

オランダの世界的なディーゼル・エンジン・メーカーであるストック・ウェルクスポアー・ディーゼル社は、このほどオランダ政府の認可を得て、米国での同社の大型中速ディーゼル機関（TM620型）の製造、販売に関しトランスアメリカ・デラバール社（トランスアメリカ社の子会社）とライセンス契約を結んだと発表した。ストック社の中速ディーゼル機関が米国で生産、販売されるのはこれが初めて。

### 新設・人事・改正

#### ●川崎重工（2月1日）

- 1) 東部陸機営業部、西部陸機営業部を統合改編して機器営業部、陸装営業部、ロボット営業部とする。
- 2) 船用装置営業部を舶装営業部と改称する。

#### ●住友重機（2月1日）

- 1) 建機事業部を建機事業総括本部に改組する。同本部は企画室、海外本部、名古屋工場および千葉工場をもって構成する。
- 2) 東予製造所に管理部を設置する。
- 3) 追浜造船所工作部を第1工作部および第2工作部に改編する。

#### ●日本鋼管（2月1日）

日本鋼管はインド石油天然ガス公社から受注した石油天然ガス生産設備用プラットフォームの設計・製作・据付工事の推進のため第1重工本部に「ボンベイハイプロジェクトチーム」を設置した。ただし57年5月のプロジェクト完了まで。

### ■“船舶”用（1年分12冊綴り）ファイル■

定価800円（〒305円、ただし都内発送分のみ）  
ご注文は最寄の書店へお申込まれるのが、ご便利です。

株式会社 天然社

# 特許解説 / PATENT NEWS

幸 長 保 次 郎

特許庁審査第三部運輸

●船舶〔特公昭55-43,954号公報, 発明者:池田隆ほか1名, 出願人:日立造船〕

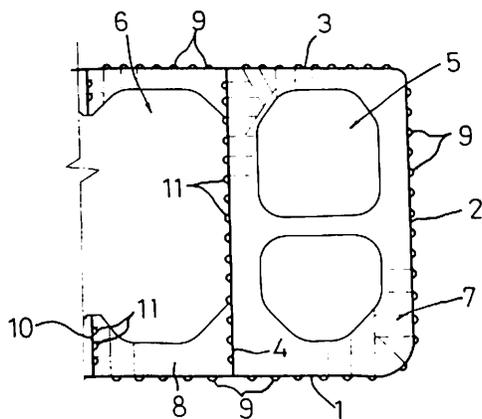
船底外板, 船側外板, 甲板に対する船体長手方向への縦通骨材を配材するに, 従来は外板内側に横桁を配材し, この横桁に設けたスロットにT字状, 逆L字状の縦通骨材を挿入する構成を採っている。しかし, この構成では各横桁に多数のスロット形成加工が必要となり, またスロット切欠部に応力集中することから損傷を招きやすく, さらに製作も容易ではない等の問題がある。

他方, 複雑な断面形状の縦通骨材は船艙内に配設

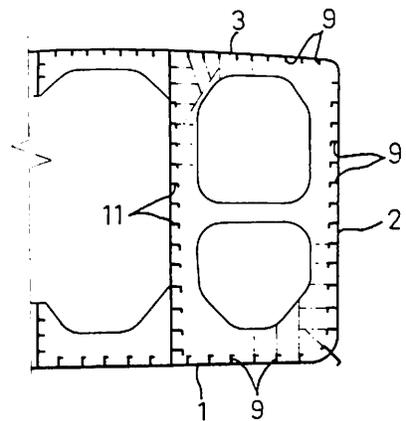
されていることから, 艙内の点検, 洗滌においても問題があった。

本発明は上記問題を解決する船体構造を提供するものである。

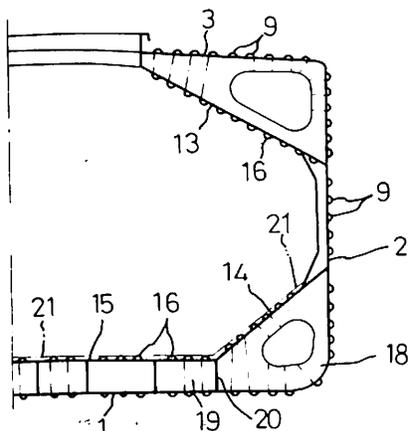
図面において, タンカーに適用した場合(第1図)について説明すると, 船底外板1, 船側外板2, 甲板3の各船体外板の外側に, 断面を樋状にした縦通骨材9が設けられる。縦通壁4により区画される舷側船艙5においては, 艙内面に突出部材のない状態で, 中央船艙においては, 単純な一面突出の骨材11があるだけの状態で, それぞれ縦通骨材が設けられ



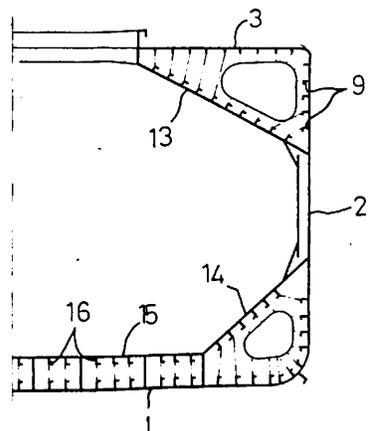
第1図 本発明



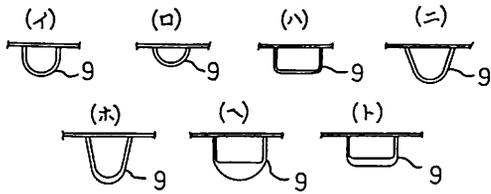
従来例



第2図 本発明



従来例

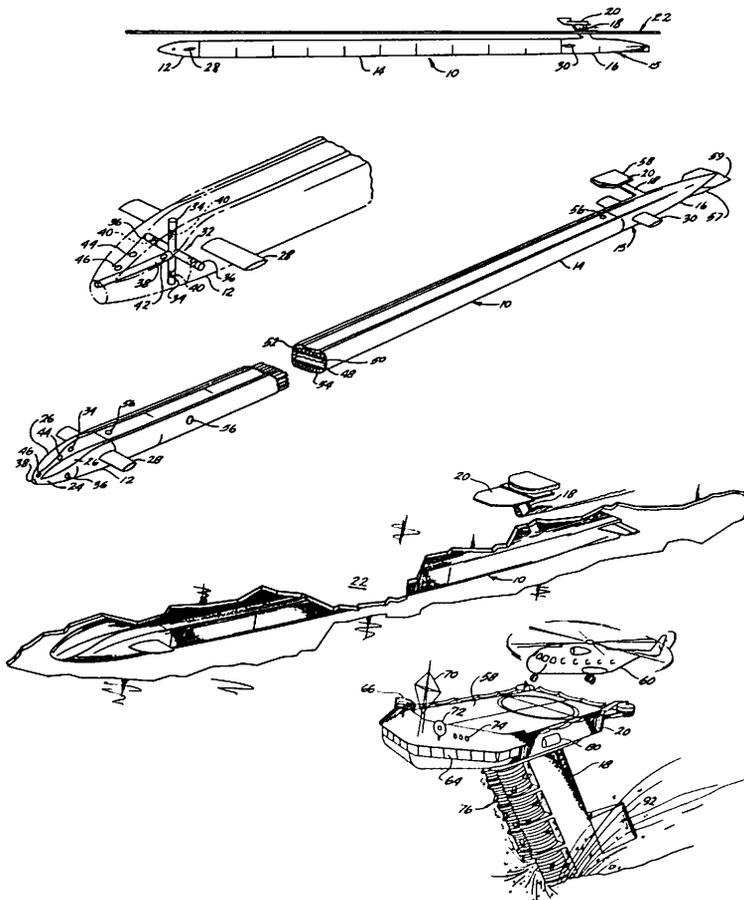


第3図

る。

バラ荷船に適用した場合（第2図）についても、各船体外板1～3に断面樋状の縦通骨材9が設けられるとともに、斜板13、斜内底板14、内底板15の艙内内側に断面樋状の縦通骨材16が設けられる。なお斜内底板14、内底板15の骨材16には敷板21が充填されてフラット面に構成することができる。

各骨材9、11、16はその断面形状を樋状に構成する（第3図）が、特に外板に設ける吃水線下の骨材については、水流流線に沿って設け、骨材自体を表面積の少ない形状とすることにより、水流抵抗を小にする必要がある。



●半潜水荷物輸送船〔特公昭55-43,958号公報，  
発明者；ヨゼフ・エフ・シルツィンガー，出願人；  
エア・ロジスティクス・コーポレーション〕

アラスカ、北極沿岸から石油等の資源を輸送するにあたり、パイプラインの敷設、砕氷タンカーの使用等が考えられているが、いずれも、その苛酷な自然条件等により、満足なものはなかった。

本発明は氷の下を運航し得る、半潜水荷物輸送船により、上記の輸送等に用いるものである。

図面において、氷22の下を経過し得る、運航区画12、荷積区画14、潜水推進区画16と氷22の上面に位置するマスト18、表面浮上船橋20から、本発明の半潜水荷物輸送船は構成される。マスト18の水22と接触する部分には、高速カッターが配置され、氷を切断、砕氷しながら、運航を行っていく。

船体10の先端部には、流線型船首24と氷の下表面に沿い、船体が滑動するよう耐衝撃ランナ26を備える。さらに上下、左右および先端に推進口34、36、38が設けられ、内部のプロペラ、弁の開放により、所定の開口から水噴射が行なわれ、船体の上下、左右位置の調節、減速が行なわれる。

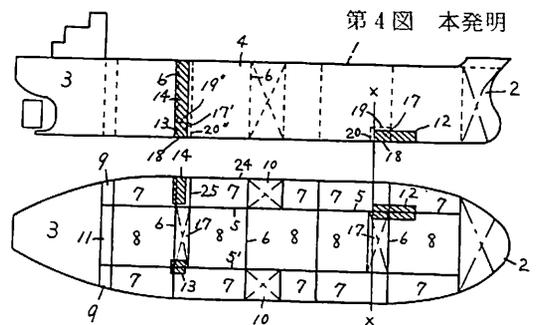
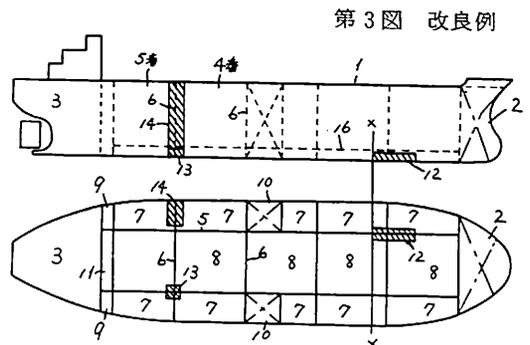
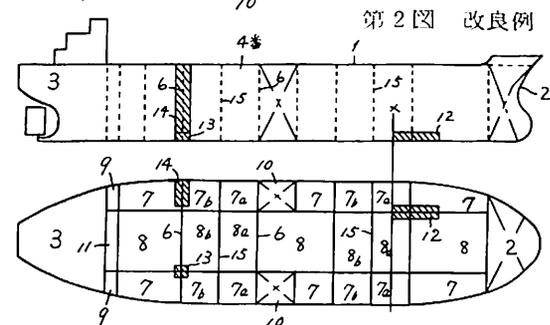
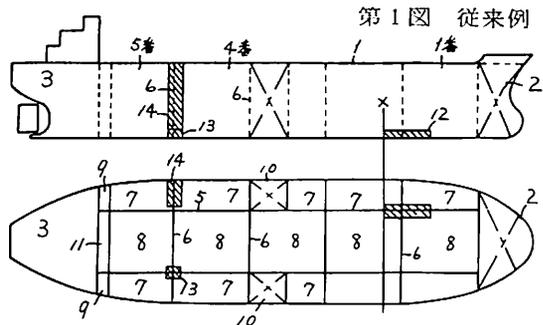
船体中央部は荷積区画14として、浮力調節配管52、54、ダイヤフラム50で区画された荷積空間48が配置される。

船尾部には推進区画16が設けられ、マスト18を介して浮上船橋20が配置される。マスト18の進行方向側には回転式氷カッター76が設けられ、氷22の切断を行ない、航路を確保する。浮上船橋20には船室、運転室64、レーダ66、アンテナ70、72、照明74が配置され、上面はヘリコプタ60の着陸甲板58として用いられる。

運航に当っては、潜水翼28、30、舵57、92、安定翼59をそれぞれ操作しつつ、船体前端のソナー等を利用して、必要な場合、各開口34、36、38より水噴射を行なって、姿勢を制御しながら前進する。

●タンカー〔特公昭55-45,433号公報，  
発明者；中村昭和ほか2名，  
出願人；川崎重工業〕

タンカーの衝突時あるいは坐礁時の油流出による海岸汚染の防止を図



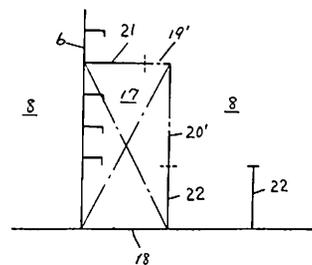
るため、タンカーにおけるタンクの配置、タンクサイズについて制限を設け、事故時の流出量を規制する決議がなされている。

上記制限に合致し得るようなタンカーの構造として、従来タンクの横隔壁間にさらに横隔壁を設け、各収容タンクの容積量を小としたもの（第2図）、さらにはタンク底に二重底を設けるもの（第3図）などの提案がなされている。

従来の上記のものにおいては、さきの制限に対処し得るものであることは明らかであるが、規制値に対処せしめる目的しか有しない隔壁、あるいは二重底により使用鋼材量が増加し、載貨可能の全重量の減少を招き、輸送効率の減少ともなっていた。

本発明は、上記の背景のもと、簡単な構成で油の流出量を規制すると共に、経済性の高いタンク配置を提供するものである。

図面において、2番中心タンク8内の船首側の底部隅角部に、上部壁19および側部壁20を設け、既設の左右縦隔壁5、横隔壁6、底部外板18とで水密区画17を形成する。



したがって、最大の流出量が予想される斜線12のような事故においても、2番中心タンク18には損傷がおよばないから、この損傷により被害を受ける1番、2番舷側タンクおよび1番中心タンクの総容積を規制値の最大値に合致させておけばよいことになる。

上部壁19、側部壁20は、独立して新たに設ける必要はなく、既設の横隔壁6の水平桁板21および船底18の船底横桁板22をそれぞれ延長して、水密区画17を容易に製作することができる。

船舶 SENPAKU 第54巻第4号 昭和56年4月1日発行

4月号・定価800円（送料55円）

本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。

発行人 上 肥 勝 山 編集人 長 谷 川 栄 夫

発行所 株式会社 天然社

〒104 東京都中央区銀座5 11 13 振替・東京6-79562

編集・販売・広告

〒162 東京都新宿区赤城下町50 電・03-267-1950

船舶・購読料

1ヵ月 800円（送料別）

1ヵ年 9,600円（送料共）

・本誌のご注文は書店または当社へ。

・なるべくご予約ご購読ください。

耐熱性工業用マーカー 仏国・INTRAMA社

# スチール マーク®



**1** どんな面にも書けます。  
金属、コンクリート、ガラス、磁器、プラスチック、カードボード、木材、紙などに、また錆びた面、粗い面、油汚れ面、水で濡れた面にも簡単に書けます。

**2** 苛酷な温度にも耐えられます。  
-50℃から1000℃までの温度で、マークした文字や記号がはげ落ちたり色あせたりせず、鮮明さを失いません。

**3** 書きやすく経済的です。  
特殊加工したスチールボールと、工夫をこらしたチューブ機構により、書き味がなめらかで、無駄なく使えます。

スチールマークは相手を選びません。  
(材質)

新発売

- 配管・タンクの洩れ修理
- エンジンブロックの割れ補修
- 電線の絶縁接続
- その他各種補修

SYNTHETIC CHEMICALS INC. (U.S.A.)

## 船舶用補修資材

水に強く、穴をあけたり塗装もできるパテ。

ボンドオールエポキシパテとは…

- リボン状ですから必要な分だけ切り取って使用できますので無駄がありません。
- 道具はいりません。手でこねるだけで硬化します。
- あらゆる物によく着き、広範囲に使用できます。
- 硬化した後は、収縮せず鉄のように強く強靱で、ドリルも使え、塗装も可能です。

ボンドオール  
BOND ALL  
BOND ALL  
Epoxy Putty  
Ribbon

ボンドオール

# ボンドオール

# BONDALL

輸入  
発売元



日本純薬株式会社

本社 東京都中央区日本橋本町3丁目3番 電話 03-241-3236  
大阪営業所 大阪市東区千代田1丁目1番 電話 06-444-0221