

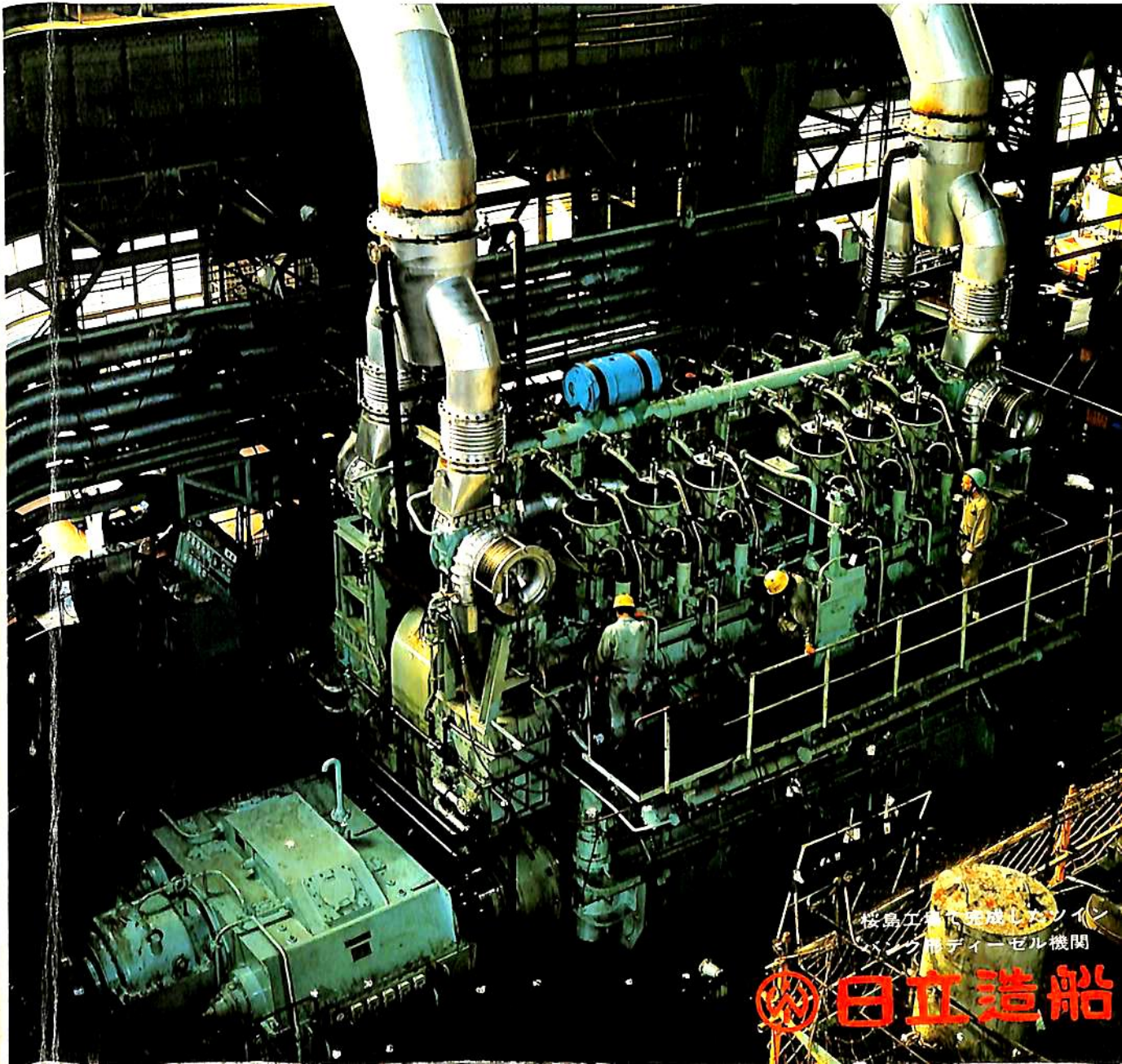
1 SENPAKU

SHIP BUILDING & BOAT ENGINEERING MAGAZINE
First Published in 1928 No.556



船舶

●新連載／液化ガスタンカー●2万DWT多目的船“EIFFEL”●監督測量船“あじさい丸”●漁船の復元性能について●FRP船講座 ●日立、ツインバンク形機関完成



桜島工場に完成した日立
製ディーゼル機関

 **日立造船**

Dimetcoat® 厚膜型無機亜鉛塗料

ダイメットコート

鋼構造物を腐食から守る特殊防食塗料

Amercoat®

小松島特殊塗装工場

新造船、就航船などに最新設備によって工期短縮
低コスト、精度の高いタンク内塗装施工を行います。

小松島工場：〒773 徳島県小松島市中田町東山 TEL 08853-2-6352

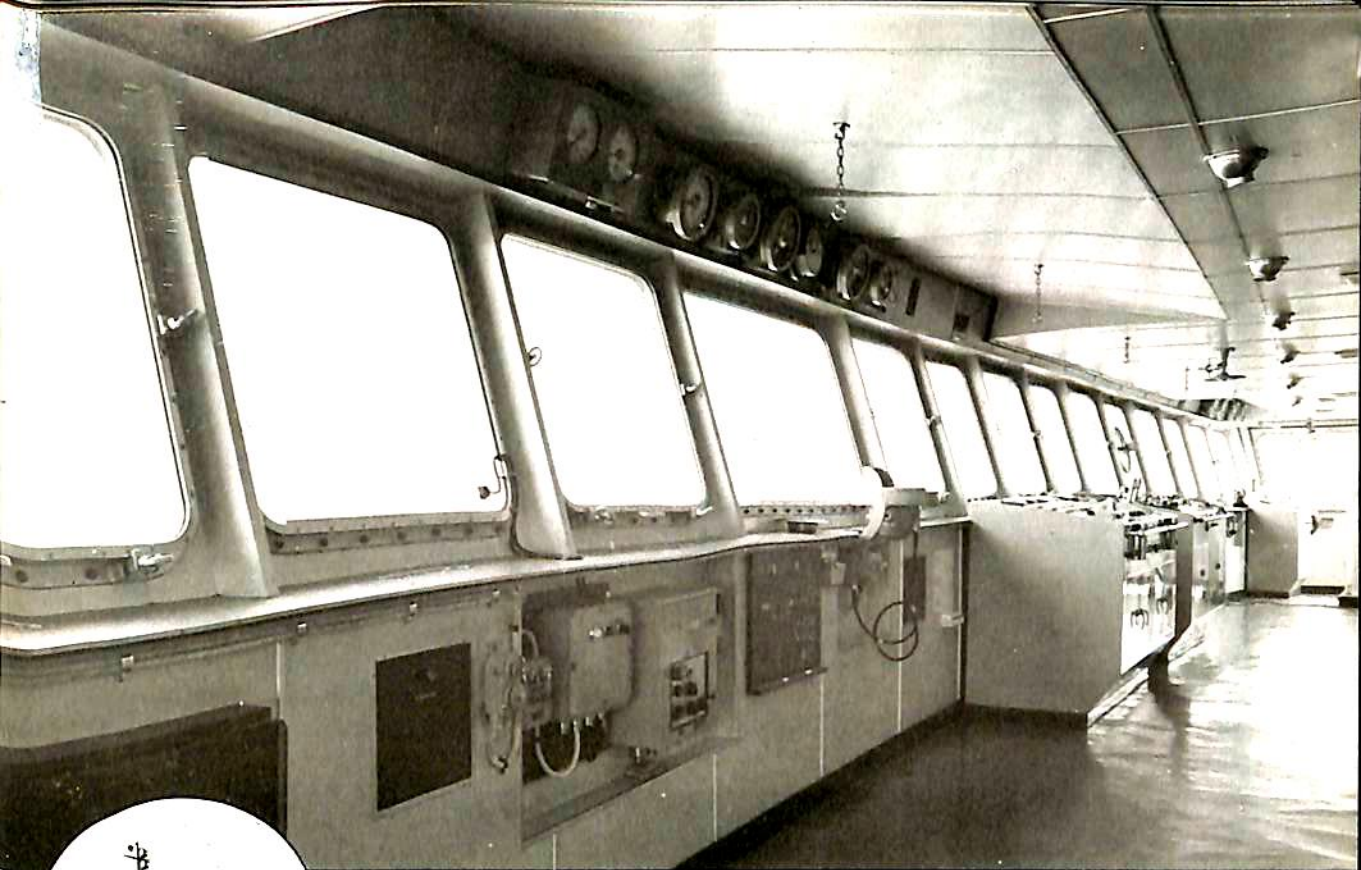
発売元 株式会社 井上商会

製造元 株式会社 日本アマコート

社長 井上正一

〒231
(本社) 横浜市中区尾上町5-80
TEL 045-681-1861(代)

〒232
(工場) 横浜市中区かもめ町23
TEL 045-622-7509



日本沿海フェリー「えりも丸」



安全な航海のために 操舵室の窓は クリヤーに

結露・氷結から視界をまもります。

変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、吹きつける
氷雪、操舵室の窓は、どうしても曇りがちです。

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

ヒートコントローラー

※あわせて、ヒートライト製品の姉妹品、ヒート
コントローラーのご使用をおすすめします。

ヒートコントローラーは、自動的に使用適正温度
を保ちますので、ON・OFFの手間がいりません。

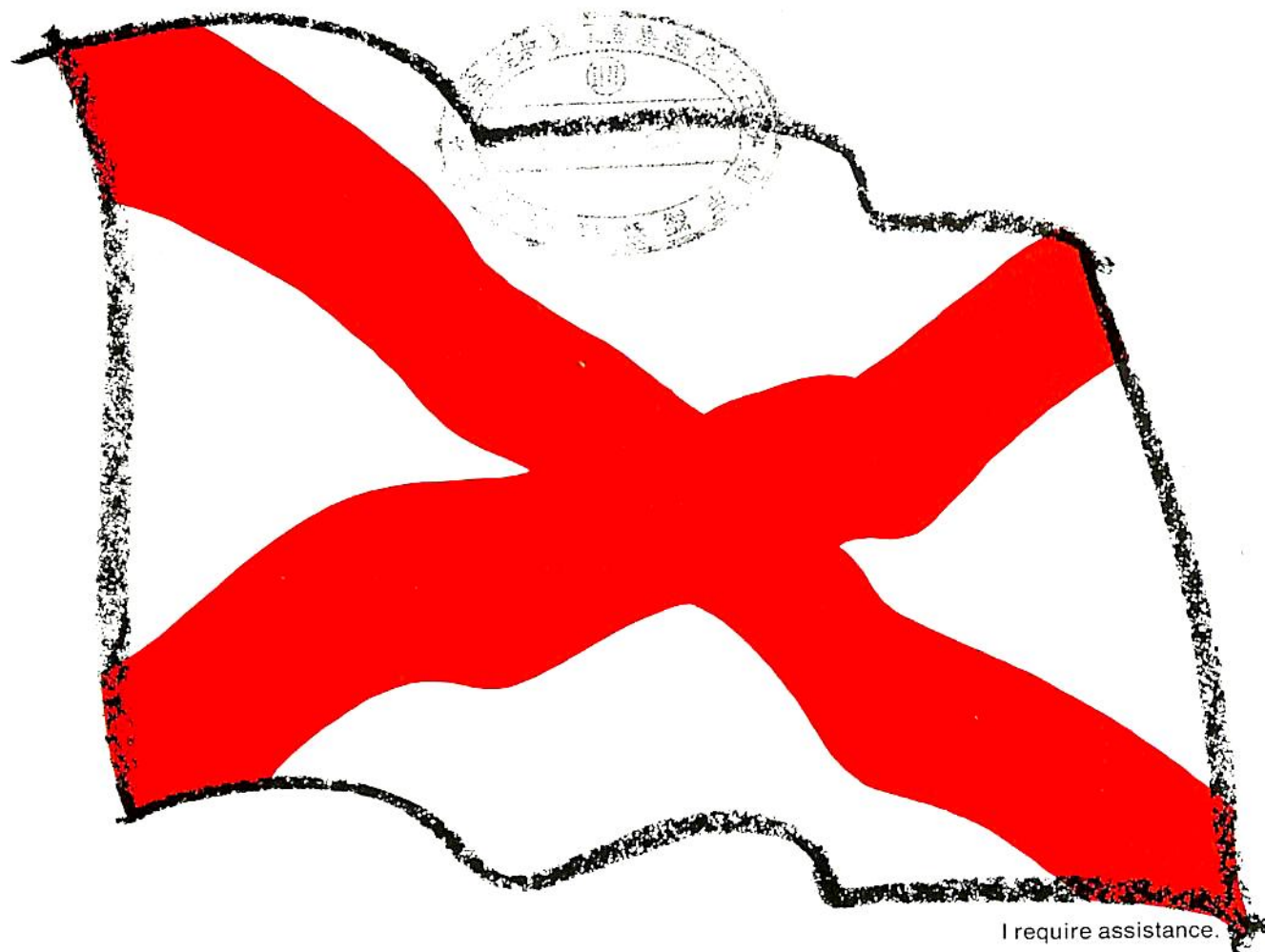
結露・氷結防止作用、融雪作用のある安全ガラス

ヒートライト® C

旭硝子

100 東京都千代田区丸の内2-1-2(千代田ビル)
☎(03)218-5339(車輛機材営業部)
支店 = 東京・大阪・福岡・名古屋・札幌・仙台・広島

カタログ請求券
12



I require assistance.

WE WAIT FOR THE SIGNAL AROUND SOUTHERN AFRICA.

Murray & Stewart Marine Services are on permanent standby. For any form of ship repair, survey, diving, salvage and servicing your vessels by launch or helicopter, call us. You don't have to fly the flag. A telephone call or telex will do.

JAPAN
Agent to be appointed shortly.

UNITED KINGDOM
Telephone: 01-283 2651.
Samuel Stewart & Co. (London) Ltd, Bevis Marks House, Bevis Marks, London EC3A 7LD. Telex: 886001. Mr. F. J. Emond.

UNITED STATES
Telephone: 212269-3170.
Marine Repair & Construction Corporation International, Suite 1127, 17 Battery Place, New York, N.Y. 10004. Telex: 12-9247. Mr. F. A. Ganter.

GREECE
Telephone: 4127210.
Lambert Brothers (Hellas), 1 Makras Stoas, Piraeus. Telex: 212242. Mr. P. G. Lefkaditis.

SCANDINAVIA
Telephone: 414765.
Tittlestad & Hauger, Prinsensgate 2, Oslo 1, Norway. Telex: 11715. Mr. O. M. Skau-Johansen.

GERMANY
Telephone: 366177.
Wilhelm Schmidt, Steckelhorn 9, 2000 Hamburg 11. Telex: 215278. Mr. H. Schmidt.

HOLLAND
Telephone: 010-365500, Ext. 235.
Vinke & Co., Consulting Engineers and Marine Surveyors, 56 Westerstraat, Rotterdam. Telex: 23516. Telegrams: Vinkesurvey. Mr. H. Van Son.

BELGIUM
Telephone: (031)-335920.
Euro Shipping, Jordaenskaai 24, B-2000 Antwerp. Telex: 31389.

MURRAY & STEWART MARINE SERVICES

ASSOCIATED COMPANIES:
Murray & Stewart Marine (Pty) Ltd.
South African Diving Services (Pty) Ltd., Southern Offshore Supplies (Pty) Ltd., Land & Marine and Salvage Contractors S.A. (Pty) Ltd. Court Helicopters (Pty) Ltd.

ITALY
Telephone: 593331.
Cambiaso-Risso & C.S.p.A. Corso Andrea Podesta 1, 16121 Genoa. Telex: 28284 Amarge, 28265 or 27203 Gipenna. Mr. J. Kuiper.

CAPE TOWN: Box 1909, C.T. 8000. Telephone 55-1375. Telegrams Mustmarine C.T. Telex 570817SA
DURBAN: Box 18102, Dalbridge 4014. Telephone 47-9361. Telex 64318SA.
PORT ELIZABETH: Box 12017, Centrahil 6006. Telephone 28106. Telex 747799SA.

FRANCE
Telephone: 553, 11-49.
S.O.C.O.M.E.T., AUVREY et cie, 26 Avenue Victor Hugo, 75116 Paris. Telex: 630236. Mr. P. Folliard.



目次 / Contents

- 日立造船技術陣が結集した低燃費エンジンシステムを見る…………… 16
Hitachi's New Diesel Ship Machinery System for Cuts Fuel Consumption

新造船の紹介シリーズ(3) / New Ship Detaild

- 20,500DWT多目的貨物船“EIFFEL”…………… 22
20,500DWT Multi-Purpose Carrier “EIFFEL”

新連載

- 液化ガスタンカー<1>…………… 恵美洋彦… 30
Liquefied Gas Tanker Engineering H. Emi
- 三井B&Wロングストローク機関LGF形1号機について<2>
……………三井造船玉野ディーゼル設計部… 39
Mitsui-B&W Long Stroke Engine Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.
Introduction of First LGF Type Engine. Tamano Works Engine Design Dept.
Machinery Factory.

- 安全公害の話題…………… 47

新連載

- 漁船の復原性能について…………… 土屋 孟… 53
Practical Considerations Relevant to the Stability of Fishing Vessels T. Tsuchiya

新艇の紹介

- 北海道開発局監督測量船“あじさい丸”…………… 63
Hokkaido's Survey & Oversee Ship “AJISAI-MARU”

連 載

- FRP船講座<4>…………… 丹羽誠一… 69
Engineering Course : FRP Boat<4> S. Niwa

連 載

- ディーゼルエンジン<31>…………… 齊藤善三郎… 77
Engineering Course : Diesel Engine<31> Z. Saito

- 新技術開発…………… 51
- 世界のFRP船トピックス…………… 76
- NKコーナー…………… 85
- 船舶 / ニュース・ダイジェスト…………… 86
- 竣工船一覧 / The List of Newly-built Ship …… 88
- 特許解説 / Patent News …… 96

表紙……………52年11月24日 桜島工場にて関係者に公開された
低燃費エンジンシステムの1つである日立B&
W 2×K45GT機関の1号機。
——本文16頁および本誌No.547～8“低燃費ディ
ーゼル船機関部の新システム”を参照——



日 本 郵 船

取締役会長 有 吉 義 弥
取締役社長 菊 地 庄 次 郎

本社 東京都港区三田三丁目四番二八号(三田国際ビル)
電話 東京(四五四)五一一一(大代表)



大 阪 商 船 三 井 船 舶

取締役会長 篠 田 義 雄
取締役社長 永 井 典 彦

本社 東京都港区赤坂五丁目三番三号
電話(五八四)五一一一(大代表)



昭 和 海 運

取締役会長 末 永 俊 治
取締役社長 山 田 総 太 郎

本社 東京都中央区日本橋室町四ノ一(室町ビル)
電話(二七〇)七二一一(大代表)



山 下 新 日 本 汽 船

取締役社長 堀 武 夫

本社 東京都千代田区一ツ橋二丁目一番一号(パレスサイドビル)



ニ ャ パ ン ラ イ ン

取締役社長 松 永 壽

本社 東京都千代田区丸の内三丁目一番一号(国際ビル)
電話 東京(二二二)八二一一(代表)



川 崎 汽 船

取締役社長 岡 田 貢 助

本社 東京都千代田区内幸町二ノ一(飯野ビル)
電話 東京(五〇六)二〇〇〇(代表)

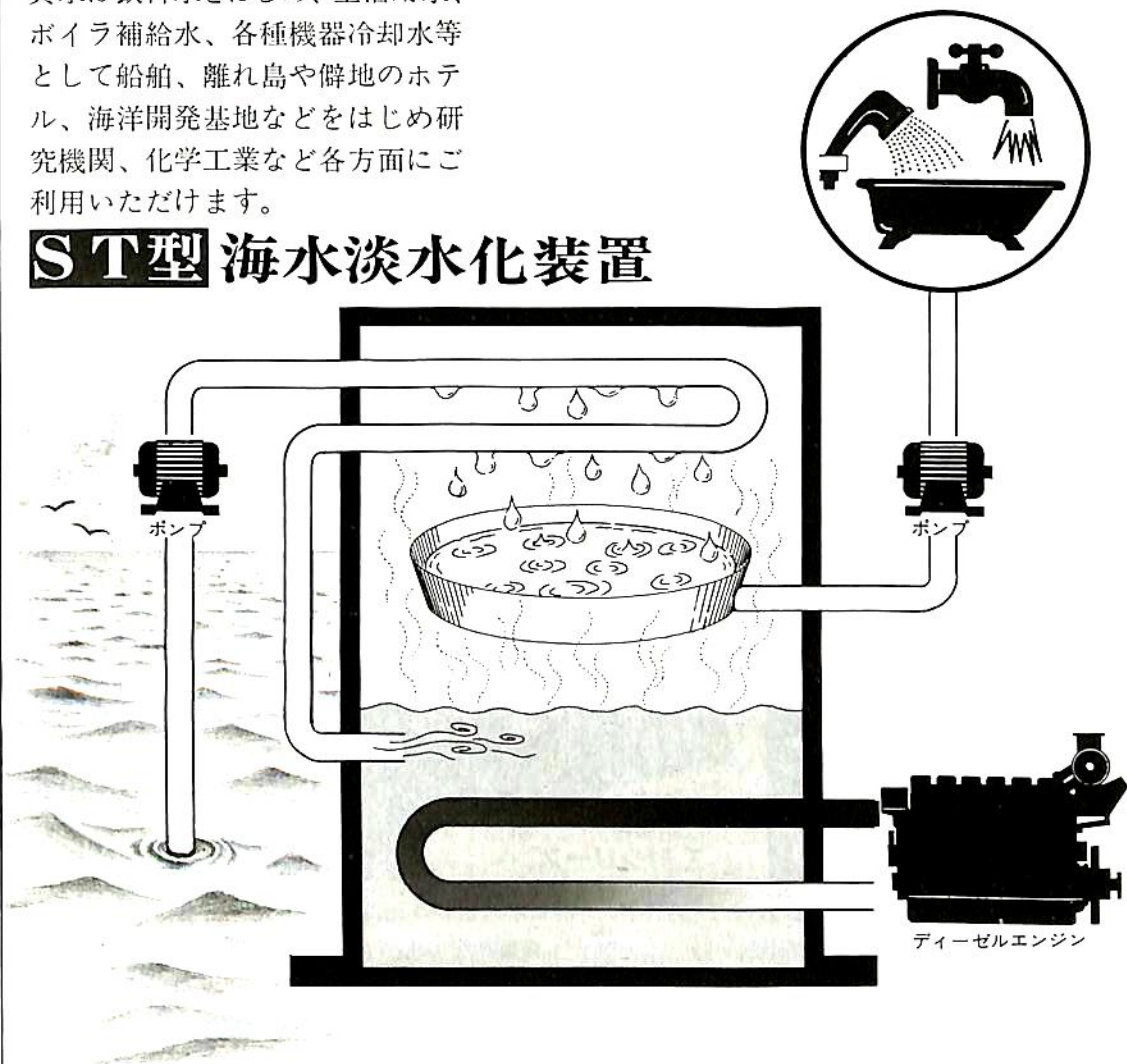
例えば、

ディーゼルエンジンと海水から

真水ができます。

真水は飲料水をはじめ、生活用水、ボイラ補給水、各種機器冷却水等として船舶、離れ島や僻地のホテル、海洋開発基地などをはじめ研究機関、化学工業など各方面にご利用いただけます。

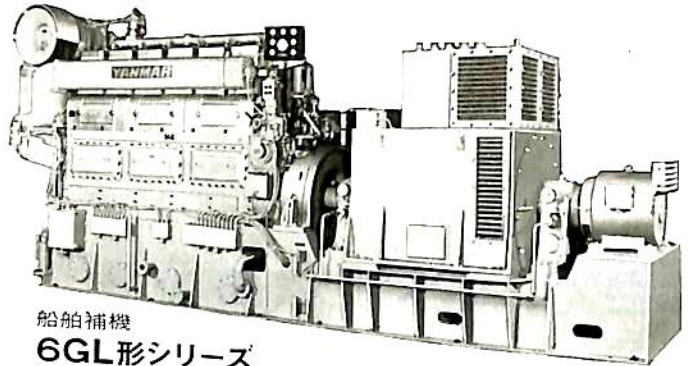
ST型 海水淡水化装置



一滴の燃料を生かす確かな技術

海上輸送の原動力

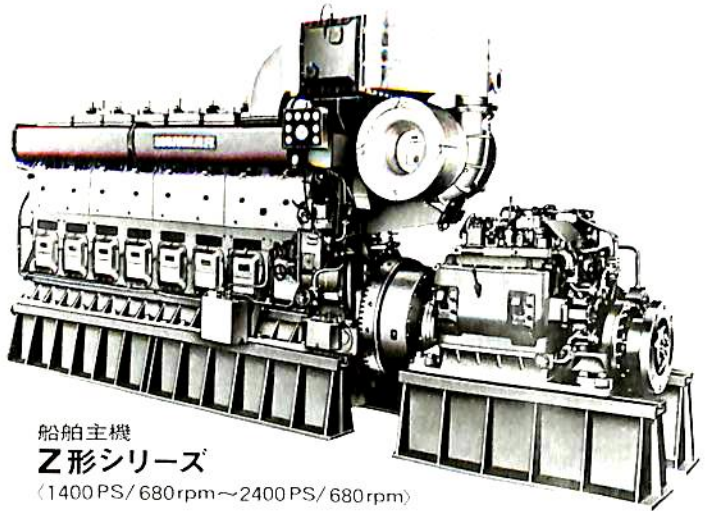
小さなボディ — 伝統のねばり。



船舶補機
6GL形シリーズ
(850 PS/ 720rpm ~ 2400 PS/ 900rpm)

ヤンマー中速ディーゼルエンジンは、従来の低速機関に比べ『小形・軽量・高出力』限られた船内スペースも広く有効に利用できます。激しい気候の変化や長時間運転にも、つねに安定した性能を発揮、しかも、十分な余裕を持ち、ネバリのある出力は、ヤンマーの伝統的な強みとなっています。

- 船舶主機用3.0~2400馬力
- 船舶補機用3.5~3600馬力



船舶主機
Z形シリーズ
(1400 PS/ 680rpm ~ 2400 PS/ 680rpm)

■ ヤンマーディーゼル尼崎工場は、財団法人・日本海事協会(NK)により内燃機関における、日本国内最初の量産機器認定工場になりました。

● 詳しいカタログをお送りします(本社・宣伝部)まで。

ヤンマーディーゼル株式会社(本社) 大阪市北区茶屋町62(〒530) TEL (06) 372-1111 (代)

札幌支店/TEL(011)221-6131 東京支店/TEL(03)213-8111 名古屋支店/TEL(052)563-2271 大阪支店/TEL(06)372-1111 高松支店/TEL(0878)21-2111
 広島支店/TEL(0822)28-1111 福岡支店/TEL(092)441-0111 仙台営業所/TEL(0222)62-5761 焼津営業所/TEL(05462)8-3118
 海外 ロンドン/TEL(01)405-9045 TEX 261368 ロッテルダム/TEL(010)76-9355 TEX 27109

日米に認められた

巴式モレ〇バルブの独創技術。



Model: 700S-20型 (口径250mm)



特許・実用新案権取得のご報告。

国内外の産業界で、すでに高い評価を得ています「巴式ノタフライバルブ」に関して、このほど、当社の研究開発機関である㈱巴技術研究所では、米国の特許、および日本の実用新案権を取得いたしましたことを、ここに報告申し上げます。なお、その他、日米以外の世界42カ国にも出願中です。

バルブを変えた“巴”の独創技術。

独自技術による完全な気密構造によって、ノタフライバルブの性能を飛躍的に高めた「巴式ノタフライバルブ」。例えば、シートリングの中心部をやや隆起させた独特の中高構造。これによって弁閉止時の流体のモレを完全に防止することができます。また、バルブ・グランド部のモレをシャットアウトするOリングと、Oリングケース。さらに、バルブとパイプの間を密閉し、流体が管外にモレるのを防ぐシートリング耳部の設計にも独創的な技術を注ぐなどあらゆる角度から執拗なまでにモレ〇を追求。そのすぐれた品質、信頼性の高さによって、現在、納入実績NO.1を記録しています。

実績NO.1

巴式ノタフライバルブ



巴バルブ株式会社

本社・営業所 大阪市西区新町通4 51 平550 ☎06(54)1225(代) TE X525 6296
 東京営業所 東京都千代田区神田東松下町17 平101 ☎03(252)6681(代) TE X222 2387
 海外部 大阪市西区新町通4 51 平550 ☎06(53)4851(代) TE X525 6296

油汙過作業の省力化…

特許

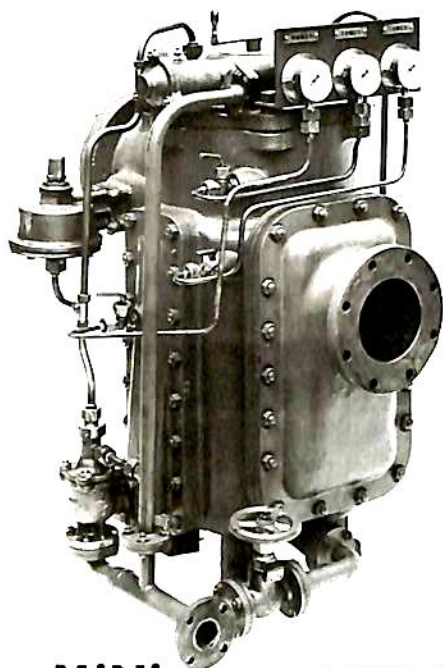
機関室を広くする

マックス・フィルタースシリーズ

日本船用機器開発協会助成品

MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器



LS型の特長

- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロレシプロケーターを採用

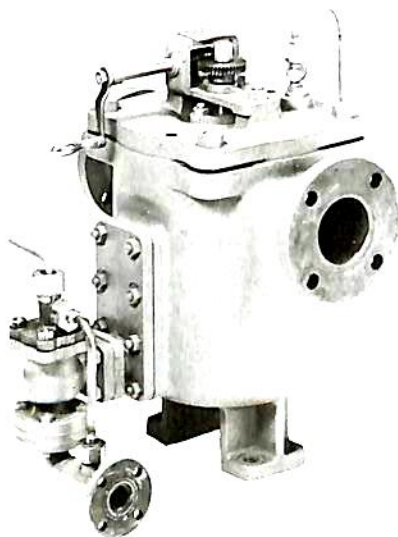
Mini

と改名しました

MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

- 〔特長〕
- 価格 切換型より安い
 - 洗滌 簡単で容易
 - 据付 場所をとらない



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

N 新倉工業株式会社

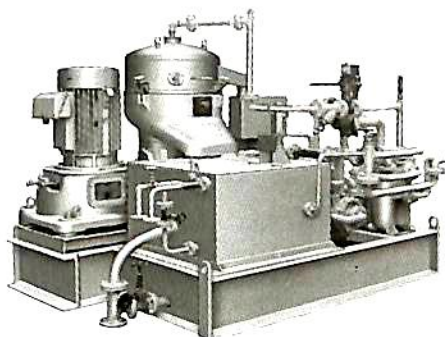
本部 横浜市戸塚区小菅・谷町1703
☎045(892)6271(代)
東京営業所 東京都品川区東五反田2-14-18
☎03(443)6571(代)
大阪営業所 大阪市北区梅田町34千代田ビル西館
☎06(345)7731(代)
九州営業所 福岡県久留米市日吉町24-20宝ビル
☎0942(34)2186(代)

SHARPLES®

完全連続スラッジ排出形船用油清浄機

シャープレス・グラビトロール

DH-2500	8,000 L/H
DH-2000	6,000 L/H
DH-1500	4,000 L/H
DH-1000	3,300 L/H
DH-750	2,500 L/H
DH-500	1,800 L/H

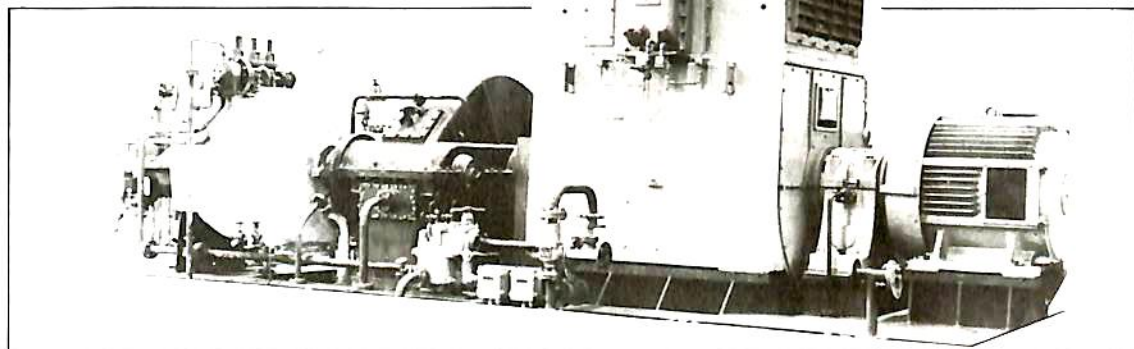


ペンウォルト・コーポレーション
シャープレス・ストークス機器部 日本総代理店

巴工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋3-9-2(第二丸善ビル) 電話 東京 (271) 4051(大代表)
大阪支店 大阪市西区立売堀北通1-90(第三富士ビル) 電話 大阪 (532) 2671(代表)

TAIYO
ELECTRIC MFG. CO., LTD.



—ながい経験と最新の技術を誇る—

大洋の船舶用電気機器

●発電機 ●電動機及び制御装置 ●配電盤 ●電源自動化装置 ●コンソールパネル ●ファン

大洋電機株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町3の16 電話・03-293-3061(大代)
工場 岐阜・伊勢崎・群馬工場
営業所 下関・大阪・札幌営業所
LIAISON OFFICE NEW YORK・JAKARTA・ABU DHABI

NAMURA SHIPBUILDING CO. LTD

各種船舶の建造と修理 / 舶用汽機汽缶の製造と修理 / 各種鉄骨・橋梁鉄塔等製作と修理



株式会社名村造船所

本社・工場 大阪市住之江区北加賀屋4-1-55 電話 大阪(681)1121(代)
伊万里工場 佐賀県伊万里市黒川町塩屋5-1 電話 黒川(7)1121
東京事務所 東京都千代田区神田鍛冶町3-4-2(神田東洋ビル) 電話 東京(252)4941(代)
神戸事務所 神戸市生田区海岸通5(商船ビル) 電話 神戸(331)4810
ロンドン事務所 125, High Holborn, London W.C.1, England.



株式會社 大阪造船所

本 社 大阪市港区福崎3丁目1-201
電話 大阪 大代表 (571) 5701
東京事務所 東京都中央区日本橋本町1-6
電話 東京 (241) 1181・7162・7163・7167

長年の実績と信頼された製品

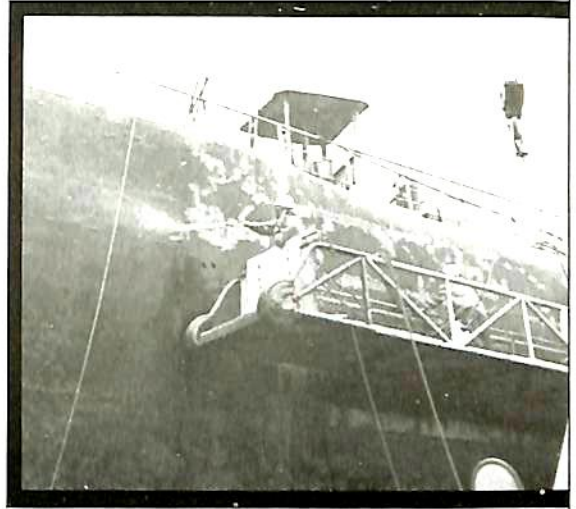
ウォーターブラスト用防錆剤

ハイビット

ハイビットとは……

ウォーターブラスト工法による素地調整では水を使用するため塗装面の乾燥までにサビが発生してしまいます。このサビの発生を防止するために開発された防錆剤が「ハイビット」です。ハイビットは各種の塗料に対して密着を阻害いたしません。

- ウォータージェット工法用
 - ウエットブラスター用
 - ジェットクリーニング用
- 等各種



Syoko 昭光化学株式会社

〒140 東京都品川区南品川3-5-3 ☎03(471)4631

信頼ある最高精度

TAMAYA 天文航法計算機

新発売

NC-2



「航海用六分儀」のメーカー玉屋商店が、自信をもって製作したこのハンディ・タイプの計算機は、六分儀による天測後の計算と、各種の航法計算プログラムを内蔵したもので、これまでの、天測計算表やトラバース表など、数多くの計算表をくり返し使って行われていた航法計算が、まったく簡単に、速く、しかも正確に算出できる画期的なものです。

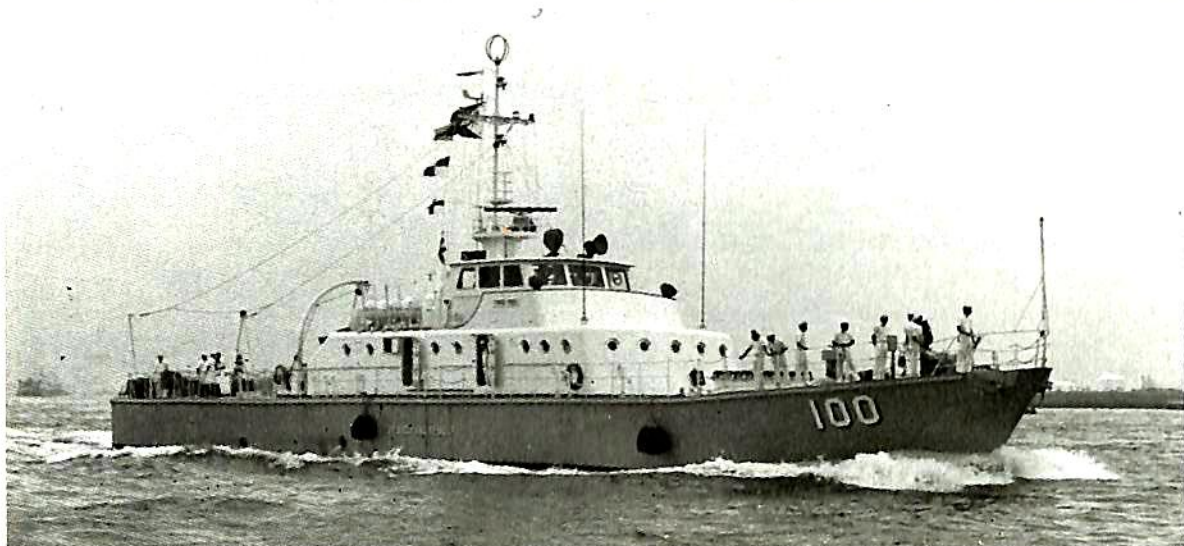
これからは、六分儀と合わせて航海士必携の計算機です。

 株式会社 玉屋商店

本社 東京都中央区銀座3丁目4番16号 ☎104
TEL 03(561)8711(代表)

大阪支店 大阪市南区順慶町通4丁目2番地 ☎542
TEL 06(251)9821(代表)

工場 東京都大田区池上2丁目14番7号 ☎143
TEL 03(752)3481



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

現場のための 強化プラスチック船の工法と応用

田中 勤(日本飛行機・船艇 事業部製造部長)著 A 5判上製240頁 定価2300円(送料200円)
図版・写真130余

多年FRP船および一般成形品の製造に従事している著者が、その深い経験を通じてFRP船の正しい工法と応用技術の実際を巨細にわたり平易に解説。関連技術者が座右に欲しい必携書である。

■主な内容■第1章・材料/ガラス繊維/樹脂/副資材/ポリエステル樹脂の硬化特性/第2章・成形型/FRPメス型/木製メス型/樹脂パテ/樹脂塗装およびペーパー研ぎ/第3章・成形/ハンドレイアップ法による成形/積層計画/離型処理/ゲルコート/ガラス裁断/積層作業/積層工程中の注意/船こく構造部材の取付け/脱型/第4章・組立/甲板の取付け/2次加工/固着/木材とFRPの接着/リンバーホールの取付け方法/コアの応用/第5章・保守, 修理/保守/修理/損傷を生じ易い箇所および主なる原因/破損の修理/第6章・安全と衛生/第7章・製作例/付参考資料

好評 ■ 既刊書 = 図書目録

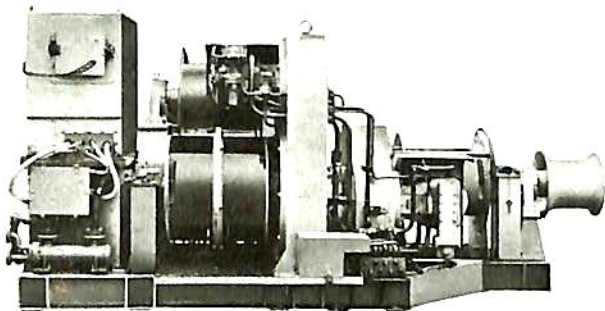
強化プラスチックボート 戸田孝昭著 実験データを基にFRPボートの設計・製造技術を解説。関係技術者、製造従事者必携の書
価1200円(送料200円)

高速艇工学 丹羽誠一著 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
価4000円(送料240円)

ボート太平記 小山捷著 流体力学, 構造力学をはじめ, じずかしい「舟艇の物理」を平易な文章と独創的な挿絵(100余版)とによって解説
価2000円(送料200円)

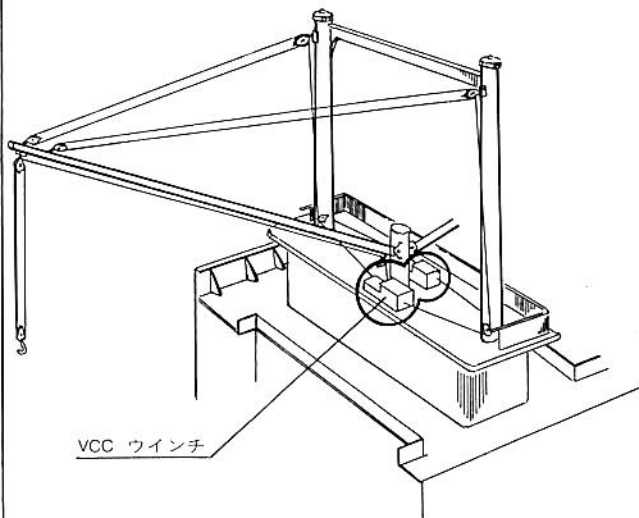
発行 株式会社 舵 社 〒104・東京都中央区銀座5-11-13(ニュー東京ビル) 電話(03)543-6051(代)・振替東京1-25521(舵社) 発売 株式会社 天然社

高性能 パイピングレス デリック ウインチ JSW - VCC WINCH



■特長

1. 配管作業が不要
2. 高い安全性と操縦性
3. 高能率な荷役作業
4. 容易な保守点検
5. 低い騒音



VCC ウインチ

■主な船用油圧機械

1. 電動油圧デッキクレーン
2. 油圧式甲板機械
3. 船内荷役用グラブ
4. ハッチカバー用油圧機器
5. 舵取用油圧ポンプ
6. その他

●1本デリック、2本デリックのいずれにも使用可能です。



株式
会社

日本製鋼所

東京都千代田区有楽町1-1-2 (日比谷三井ビル) 電話(03)501-6111
 営業所 大阪(06) 203-3661・福岡(092)721-0561・名古屋(052)935-9361
 広島(08282)2-0991・札幌(011)271-0267・新潟(0252)41-6301
 仙台(0222)94-2561

オイルショック以降の“省エネルギー”対策について、造船業界に課せられた緊急の課題の一つは、低燃費型船舶の開発であった。

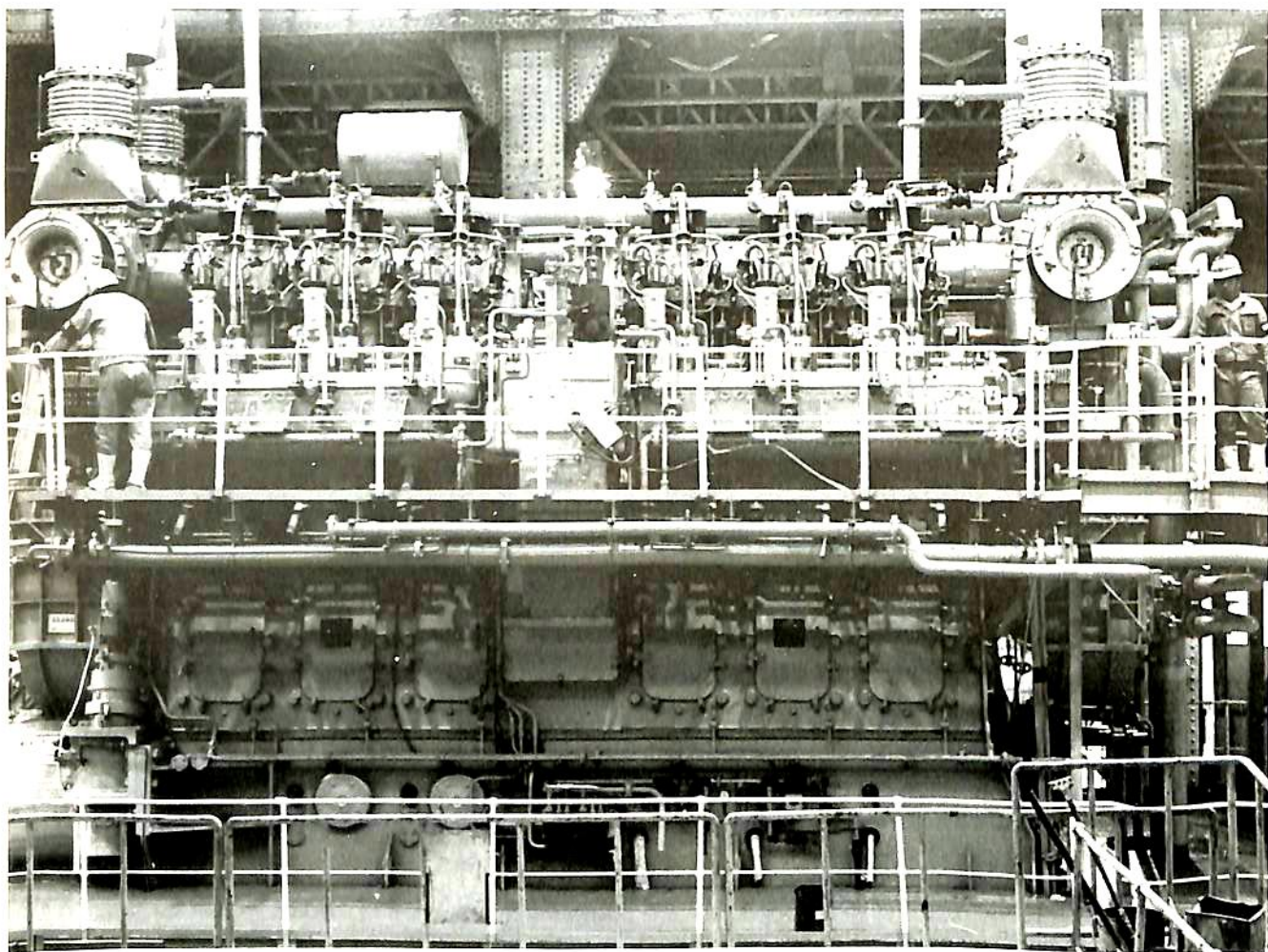
日立造船は、本誌A6547～548号に2回にわたり、同社技術陣の粋ともいえる20～30%の燃料節減を図る“低燃費ディーゼル船機関部の新システム”を発表、関係界に大きな話題と反響を及ぼし、51

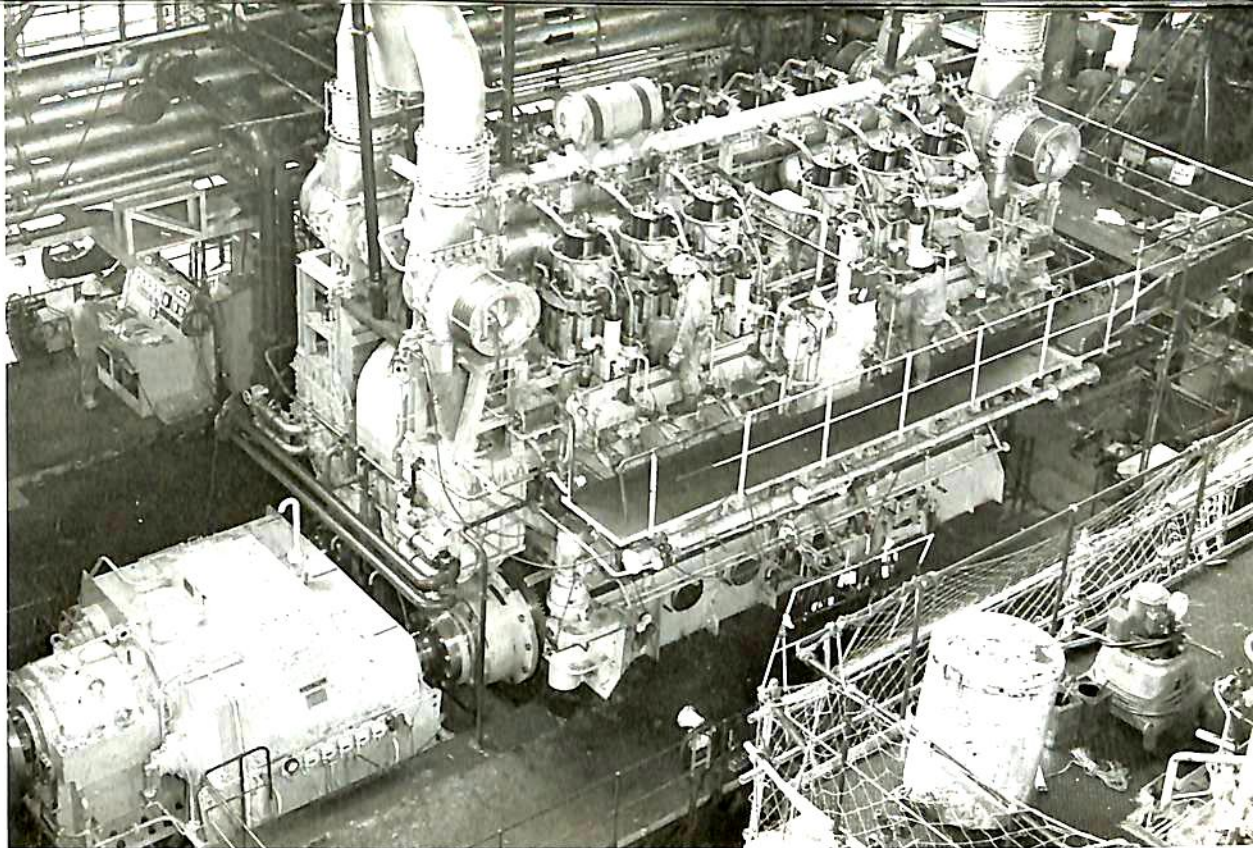
年度造船技術ニュースの上位にランクされたが、このほど新システムの日立B&Wツインバンク形ディーゼル機関2×K45GTの1号機を完成、低圧蒸気タービン発電装置とシングループ式舵取機オートパイロットを併せて披露した。ここに写真と図をもって、その全システムを紹介する。

日立造船技術陣が結集した 低燃費エンジンシステムを見る

Hitachi's New Diesel Ship Machinery System of Cuts Fuel Consumption

①





②

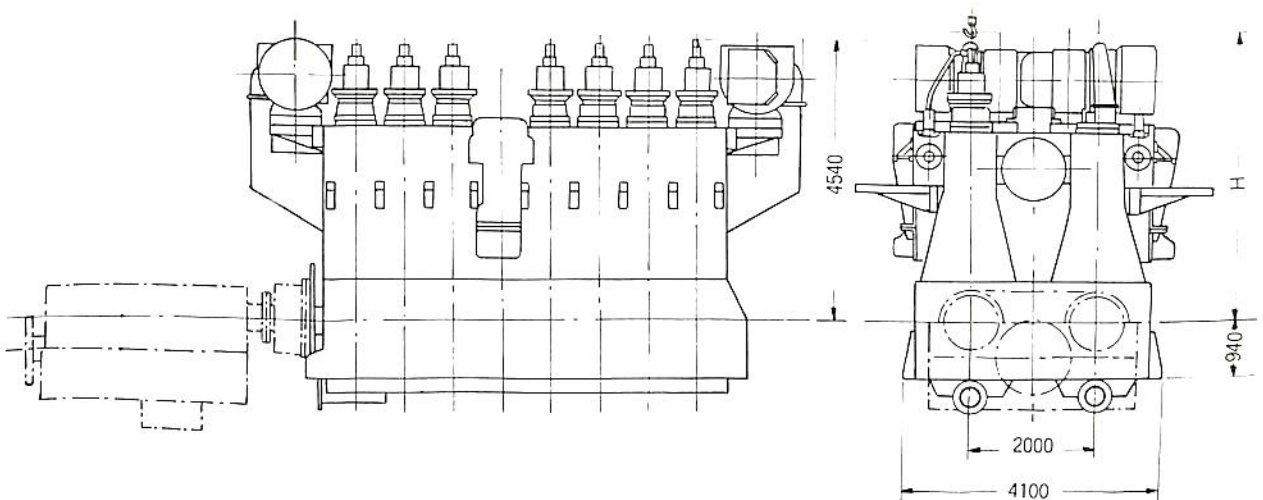
ツインバンク形ディーゼル機

(写真①～③, 図1～3)

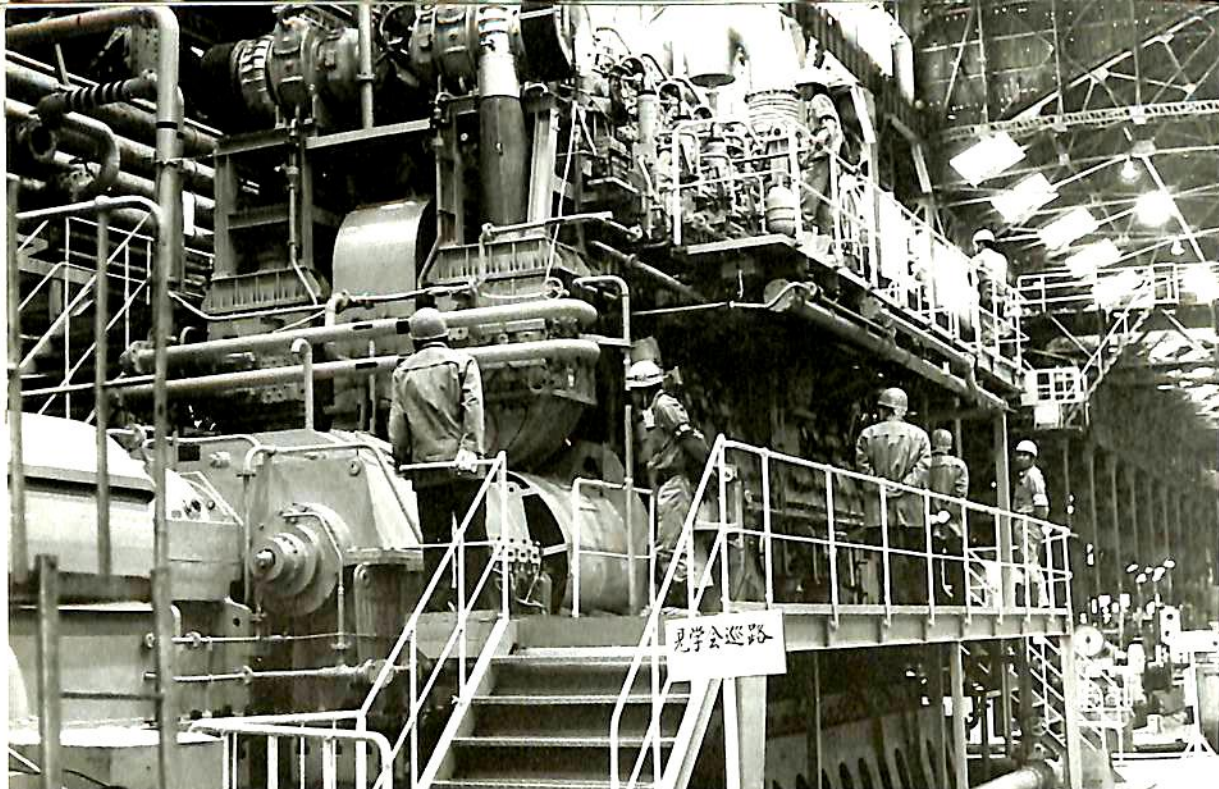
低速ディーゼル機関を2つ並べて結合し、従来低速機関には使われていなかった歯車減速方式を採用し(写真②の左側)、機関全体をコンパクトにまとめた(図1)。

この機関を使って大直径プロペラを低回転で駆動することにより、推進効率を上げると共に推進所要馬力を減少、燃料を節減することができる。またこの機関搭載により、機関室スペースが小さくなり、甲板スペースが増大する(図2)。図3は機関断面図である。

図1・機関の外形寸法

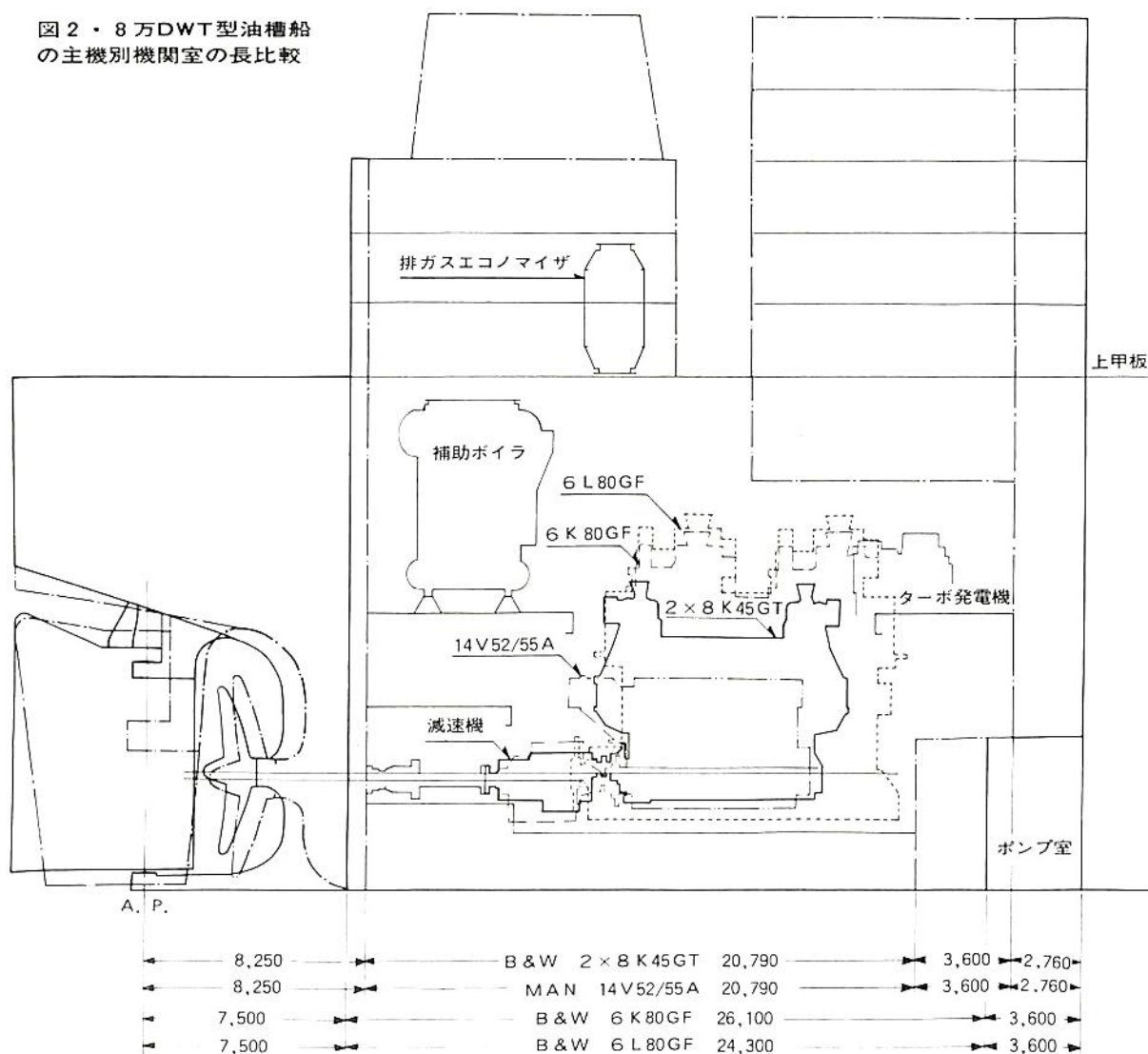


開放高さ H=5600 (通常)
 H=5150 (特殊)
 H=4750 (特殊)



③

図2・8万DWT型油槽船
の主機別機関室の長比較



ツインバンク形ディーゼル機関

型式名称：日立B&W 2×6K45GT機関

出力×回転数(クランク軸端)：

10,600馬力×227回転/分

出力×回転数(減速機出力端)：

10,450馬力×80回転/分

シリンダ径：450mm

ストローク：900mm

平均有効圧力：12.2kg/cm²

ピストンスピード：6.81m/sec

機関寸法：台板巾 4,100mm

軸芯よりの高さ 4,540mm

長さ(含減速機) 10,955mm

機関重量：250t(含減速機)

比重重量：23.9t/IP(含減速機)

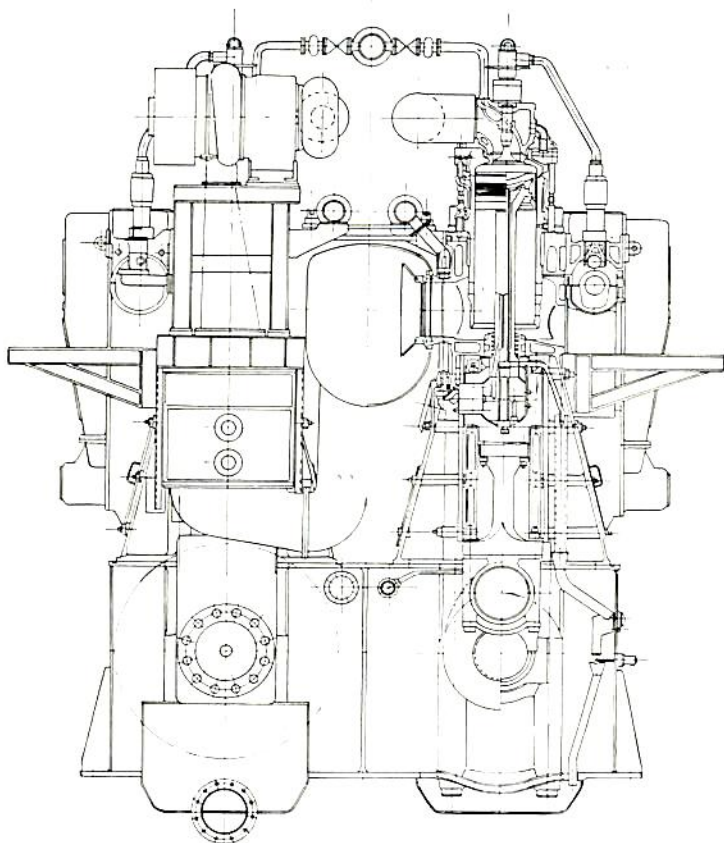


図3・機関断面図

低圧蒸気タービン発電プラント

(写真④、図4～5)

本システムは蒸気圧力を従来の7～8kg/cm²から2kg/cm²まで下げることにより、主機排ガスからの熱エネルギーの回収を大きくし、かつ設備コスト

をできるだけ小さくするよう考慮され、さらに廃エネルギーを最大限利用するために、主機の過給空気とシリンダ冷却水を給水の加熱に利用している。すでに昨年4月試運転を完了、きわめて満足の結果を得ているという。

④

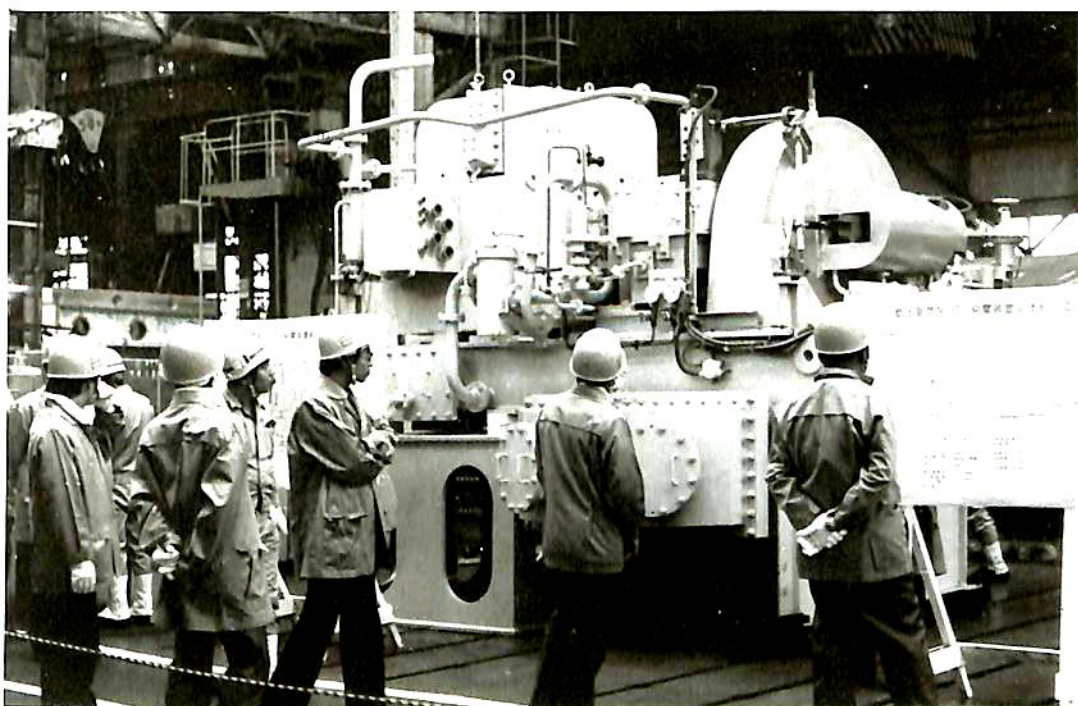
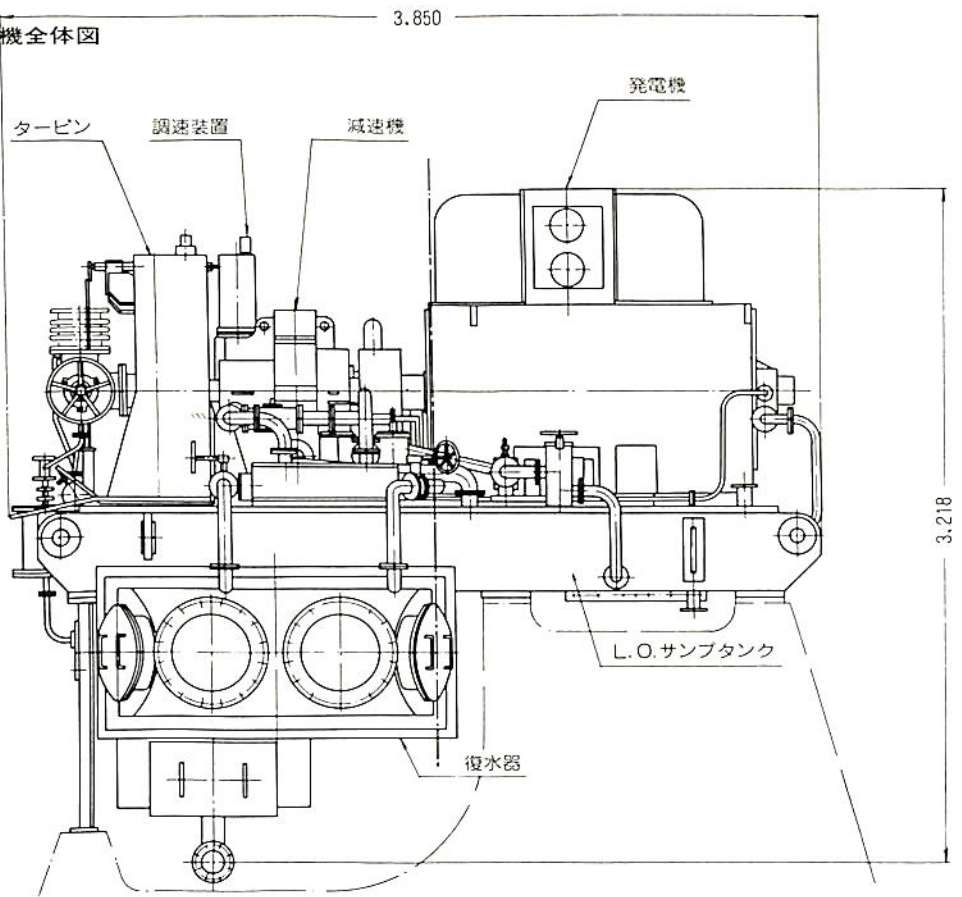


図4・ターボ発電機全体図



注) 寸法は440KWの場合

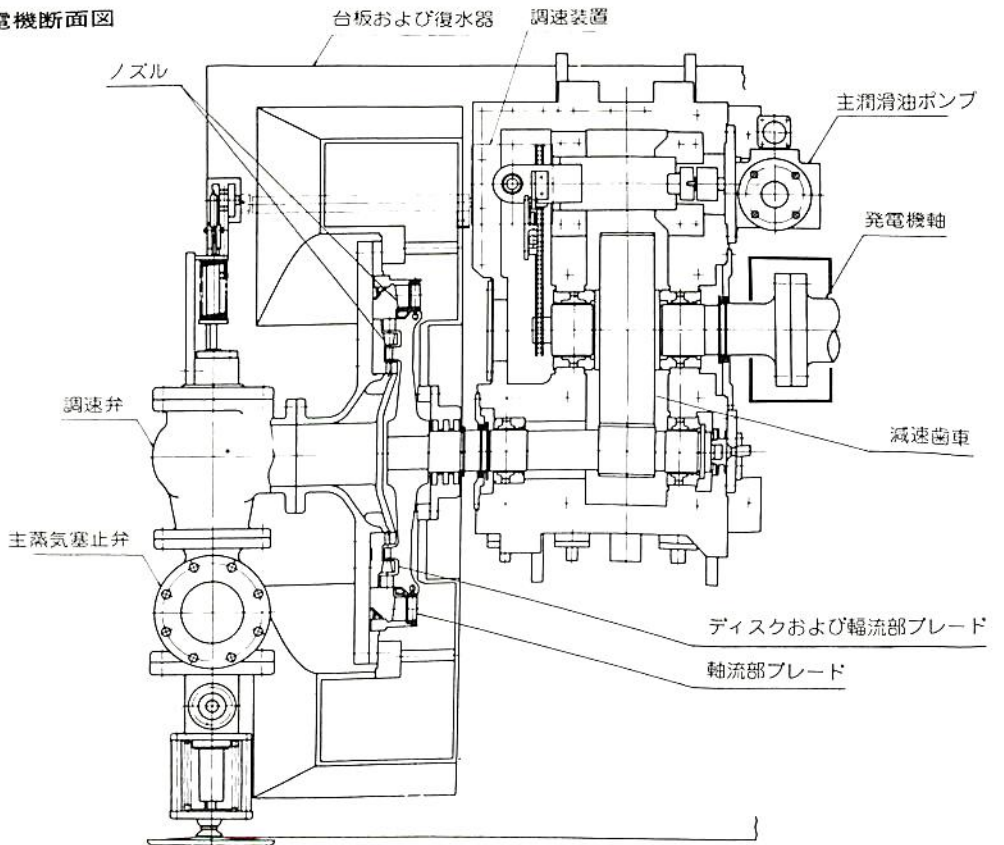
低圧蒸気タービン発電装置

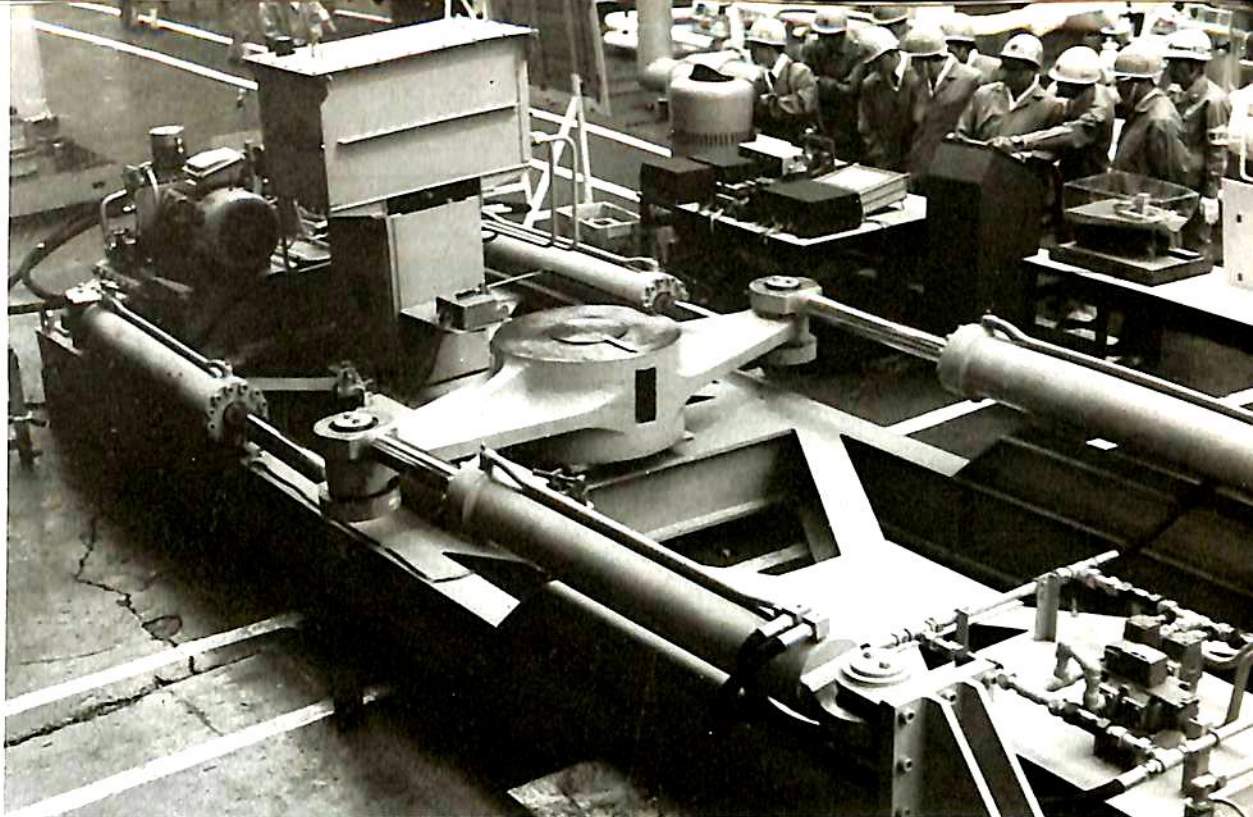
タービン入口蒸気圧力: ゲージ圧 2 kg/cm^2
 復水器真空度: 水銀中715mm真空
 タービン回転数: 6,985回転/分

発電機回転数: 1,800回転/分

蒸気消費率: $10.6 \text{ kg/KW}\cdot\text{h}$ (440KWにて)
 最大出力: 600~1,500KW

図5・ターボ発電機断面図





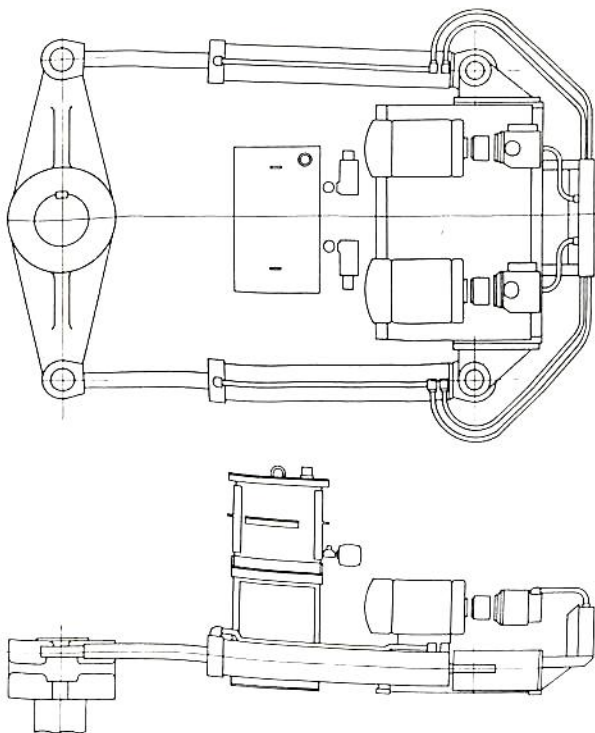
シングルループ式操舵システム／舵取機とオートパイロット (写真⑤～⑥)

トルクモータによる電気的信号により、直接制御方式を採用しているため、在来型操舵装置の宿命的ともいわれた不感帯を除去している。このため舵の追従性が改善され、操舵角が細かくかつ保

針性が良くなり、推進力損失が減少し、主機の燃料が節減できる。

舵取機は英国ジョン・ヘスティ社、オートパイロットはデンマークのデッカ・アーカス社と技術提携により完成された。

図6・ピストン型舵取機の組立図



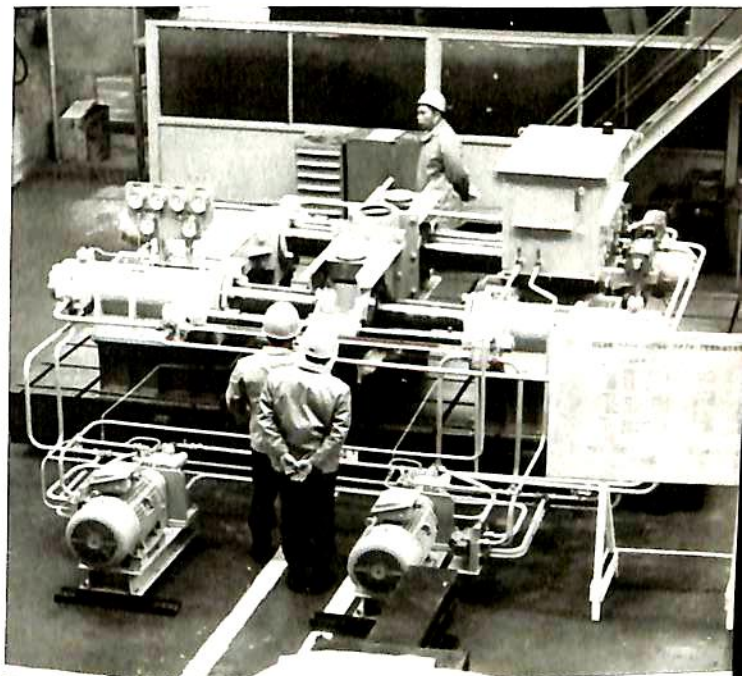
シングルループ式操舵システム

ピストン型舵取機：P-85 (85t・m)

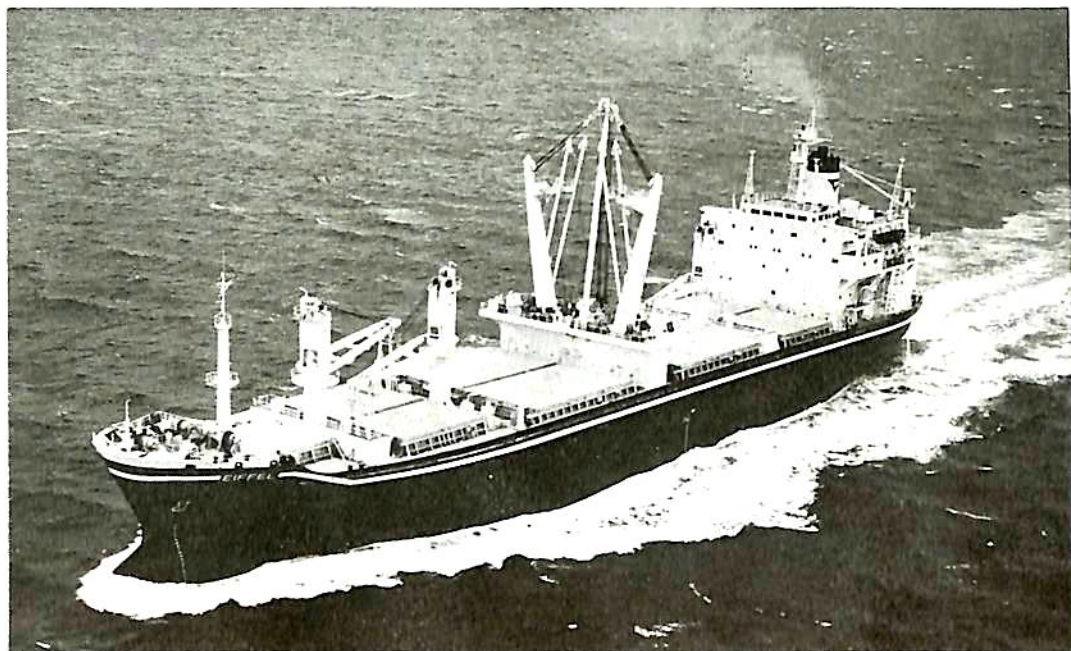
フォーク型舵取機：F-100 (100t・m)

オートパイロット：DP-760 (比例・微分・積分制御)

⑥



フォーク型



<シリーズ3>

20,500DWT多目的貨物船 “EIFFEL”

三菱重工業横浜造船所船舶設計部

1. 概要

“EIFFEL”はフランスC.G.M.F.社 (COMPAGNIE GENERALE MARITIME FINANCIERE)より受注した、4隻の20,500DWT型多目的貨物船の第一船である。

本船は当社横浜造船所において、昭和52年6月23日に竣工、引渡しを行ない、6月25日欧州に向け処女航海に就航した。途中、香港インターナショナルターミナルにおいてコンテナを満載して、スエズ運河経由欧州との航海を続け、8月3日最終目的地であるルアーブルに無事到着し、船主のご満足を得て成功裡に処女航海を終えた。

以下、本船の概要、特徴および基本計画、建造段階において考慮した主なポイントを紹介して参考に供したい。

本船の主な特徴は次の通りである。

- (1)船首の形状は、当社開発の三菱バウ (MH I BOW)を採用し、運航性能の向上を計っている。
- (2)本船は5倉の貨物倉を有し、穀類及び長尺の貨物の積付に適すよう配慮されている。
- (3)倉口は第1倉口を除き2列倉口とし、また上甲板上に3台のデッキクレーン (25t)を装備することにより、荷役効率の向上を計っている。
- (4)ヘビーデリック (150t)を装備し、重量貨物の荷役を可能としている。
- (5)本船はコンテナの荷役効率の向上を計るため、取りはずし式セルガイドを貨物倉に装備した状態で、船主殿に引渡された。セルガイドを取りはずし式とすることにより、一般貨物等の積載も容易にしている。
- (6)機関部は無人運転を可能とする“AUT”規格

を取得している。

(7)機関部および居住区には、貨物船に対する最新のIMCO防火規則が適用され、安全性の向上が計られている。

(8)居住区および機関制御室には、乗組員の居住性および作業性を考慮して騒音対策が施工されている。また、フランス国籍船として居住区は一般に高仕様である。

(9)環境汚染防止のため、米国コースガード承認の汚物処理装置が装備されている。

2. 基本計画

2.1 一般計画

本船は当社の標準多目的貨物船をベースにして船主殿の要求を取り入れ計画されたものである。

船主殿ご要求は船の全長を163m以内に制限し、コンテナ搭載数は620TEU以上、航海速力18.0ノット以上を確保したいとのことであった。

本船は現在世界的にも最も数多く建造されている、中型のいわゆるハンディサイズ多目的貨物船であるが、既計画/建造船に比し高船速を要求されたため、大馬力の主機を必要とした。これにより、従来の主機を搭載したのでは機関室の長さが大きくなり、貨物容積が減少するので、新型のSULZER-M型を搭載し、機関室長さの縮小を計った。

コンテナ搭載数を確保するために、上甲板上のコンテナを第1倉および第2倉は2段積、第3倉～第5倉は3段積とした。また、L/Bを約5.8に押さえ、比較的幅広い船型とし倉内コンテナの搭載数を確保すると共に、Cbの肥大による船速低下を防止し、かつ上甲板3段積コンテナに対しても十分なスタビリティを確保できるようにした。

2.2 一般配置

本船は添付の一般配置図に示す通り、居住区を船尾に設けた船首楼を有する平甲板型の船尾機関船である。機関部前方に5倉の貨物艙を配置し、船体中央部の第3倉および4倉は中間に150tヘビーデリックが装備されており、長尺貨物の搭載を考慮して他の貨物倉よりも長さを増している。

二重底には、中央に燃料タンク、両側にバラストタンクを配置し、更に第3倉/第4倉間の第2甲板下にバラストタンクを設け、十分なバラスト容積を確保すると共に、トリム調整、スタビリティに有利な配置としている。

第2倉～第5倉の甲板間両側にはサイドタンクを設け、船体の振りに対する強度を増すと共に、重量

物搭載時にスタビリティが過大になるのを調整できるように配慮されている。

第2倉～第5倉間の甲板間には縦通隔壁を設け、シフティングボードとしての働きを持たせ、グレンスタビリティの向上を計っている。

騒音対策の一環として、機関室直上の上甲板には機械室、作業室、倉庫等を配置し、居室は配置していない。居住区画の配置に際しては、騒音対策と同時に振動に対しても十分に注意を払い、主要な縦横船殻部材をできるだけ機関室から居住区画最上層まで連続するように配置した。

居住区画内の主階段は貨物船に対する最新のIMCO防火規則を適用しているため、全て規則に適合する防熱を施した鋼壁により囲われている。

2.3 船殻構造

本船の船殻構造は次のような特色を持っている。

(1)20,500DWT型、多目的船としては高速、大馬力船であり、比較的ファインな船型である。

(2)大倉口船である。

(3)上甲板コンテナは3段積である。

(4)二重底タンクトップ上にはレセスを設けて、埋込み式コンテナポジショニング、コーン用ソケットおよび取りはずし式セル・ガイド用ソケットが設けられている。

(5)貨物の偏積による振りに対しては、2,000t・mまで耐えられるように設計されている。

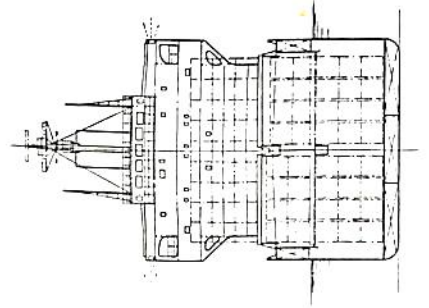
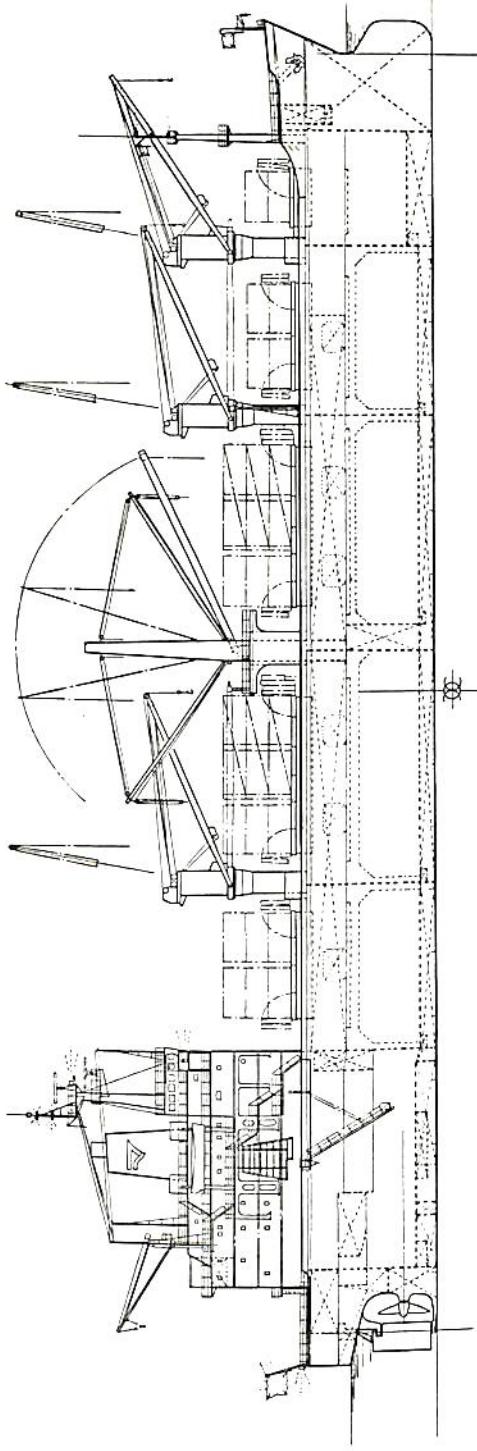
上記のような特色を持った本船に対し、多数の多目的船の設計、建造経験と実績をベースに設計が展開された。

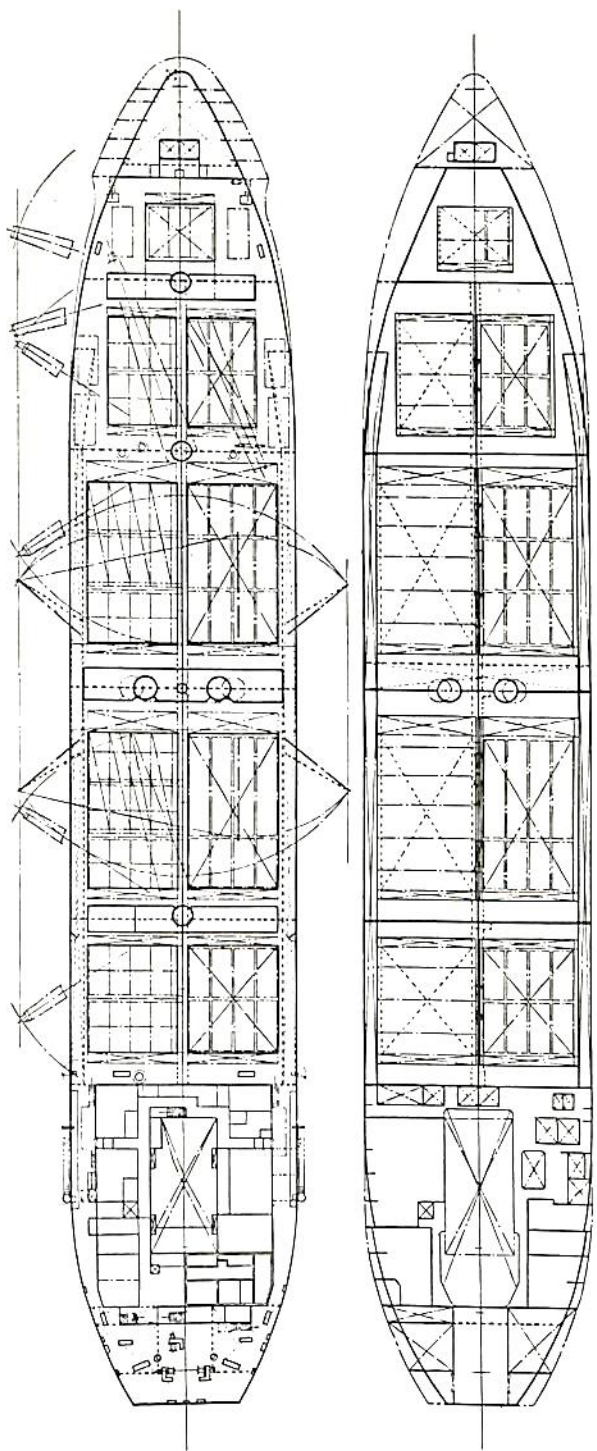
本船の貨物部の上甲板および二重底には縦肋骨方式、船側部には横肋骨方式を採用している。中央断面は甲板間船側部にバラストタンクを配置し、上甲板および第2甲板の船体中心のガーダーはボックスタイプとした。また、甲板間の船体中心には縦通隔壁を設け、船体の振れ強度を増している。

上甲板上のコンテナ3段積に対しては、前記の甲板間縦通隔壁およびボックスタイプガーダーが荷重を受けもつと同時に、貨物倉間にある横置隔壁の船体中心線のスティフナーをボックスタイプのパーティカル・ガーダーとして、荷重が主船体ならびに二重底構造に伝達されるよう配慮されている。

機関部構造は高出力機関および防振に対して適切な強度をもたせるために、十分な高さの二重底構造、部分隔壁および強固なウェブ・リング構造とし、かつ縦方向については、貨物倉の構造とできる限り連続性を持たせている。また、機関室上部の居

“EIFFEL”の一般配置図





住区構造と機関室構造との連続性を持たせ、防振仕切壁を適所に配置して防振対策には十分な考慮を払った。

海上試運転時計測結果は、振動、騒音ともに少く、防振および騒音対策の効果が確認された。

3. 要目

(1) 主要目

全長	163.00m (534'—9 $\frac{3}{8}$ ")
垂線間長	155.00m (508'—6 $\frac{3}{8}$ ")
幅(型)	26.60m (87'—3 $\frac{1}{4}$ ")
深き(型)	14.40m (47'—2 $\frac{7}{8}$ ")
夏季満載喫水(型)	10.00m (32'—9 $\frac{3}{4}$ ")
計画運航喫水(型)	9.00m (29'—6 $\frac{3}{8}$ ")

(2) 船級・規則

BV (I3/3E*PORTE CONTENEUR,
HAUTE MER and AUT)
国際満載喫水線条約 (1966年)
1974年 SOLAS
スエズ運河規則
パナマ運河規則
IMCO Resolution A264 (VIII), Grain Loading
IMCO Resolution A327 (IX), Fire Safety, Method IC
USCG, Preventing Oil Pollution

(3) トン数

載貨重量	20,754 t
総トン数	16,649.21 T
純トン数	9,719.61 T

(4) コンテナ搭載数

	20ft	40ft	20ft 換算合計
甲板上	157 (31)	51 (—)	259 (31)
倉内	304 (—)	40 (—)	384 (—)
合計	461 (31)	91 (—)	643 (31)

注) 上甲板は第2倉両側および第3倉～第5倉は3段積、他は2段積のコンテナ数、()内は冷凍コンテナで内数。

(5) タンク容積

燃料油タンク (C重油)	1,784.7m ³
(セッティングおよびサービスタンクを含む)	
(A重油)	314.5m ³

(セッティングおよびサービスタンクを含む)

清水タンク	267.1m ³
蒸留水タンク	47.5m ³
バラストタンク	4,728.7m ³

(6) 速力、航続距離

試運転最大速力	20.35kt
満載航海速力(喫水9.00mにて)	18.0kt
(20%シーマジン)	
航続距離	13,500浬

(7) 乗組員数

職員 16名, 部員 16名, 職員見習 2名,
船主 2名, パイロット 1名 計37名

(8) 主機、軸系

主機	三菱 SULZER 船用ディーゼル機関	1基
	7RND76M	
連続最大出力	16,800PS(BHP)×122 rpm	
常用出力	14,280PS(BHP)×116 rpm	
補助ボイラ	船用立型シリンダカルMC	
	20型	
最大蒸発量	2,000kg/h	

プロペラ

5翼1体形, Ni—Al—Bronze 製 1個
直径×ピッチ, 6,000mm×5,030mm

(9) 電源装置

主発電機(ディーゼル駆動)		
AC450V, 60Hz, 812.5kVA	3台	
非常用発電機(ディーゼル駆動)		
AC450V, 60Hz, 100kVA	1台	

4. 各部の主な特徴

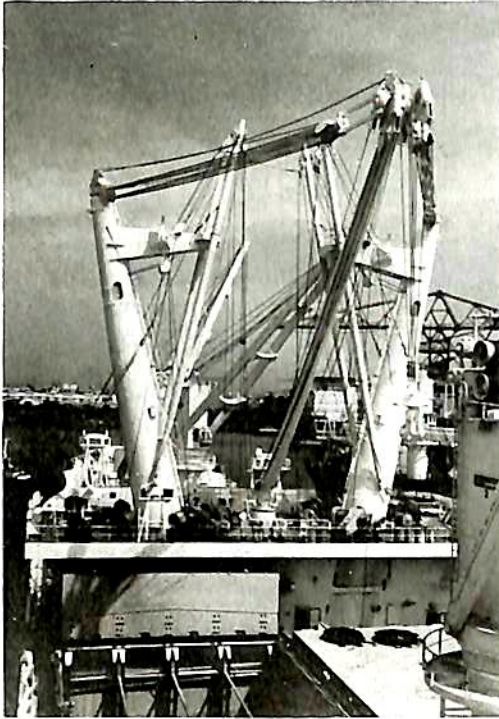
4.1 貨物倉および倉口

貨物倉は全部で5倉あり、そのうち第2～第5倉は荷役能率の向上を計るため、2列倉口としている。雑貨物の輸送に便利のように設けた第2甲板には、前述の通り中央縦通隔壁の設けているが、これらの縦通隔壁にはフォークリフト通行のために十分な大きさの開口を各倉に対して2箇設けている。

倉口寸法(上甲板および第2甲板)は次の通り。

	長さ × 幅
第1倉	6.93m × 8.20m × 1列
第2倉	13.09m × 8.20m × 2列
第3～第4倉	19.25m × 10.70m × 2列
第5倉	13.09m × 8.20m × 2列

上記寸法は、20ft または 40ftコンテナの寸法を基



150 t スタルケン・ヘビーデリック

準にしている。

ハッチカバーは、上甲板上および第2甲板上ともにフォールディング・タイプのものを採用し、油圧シリンダーにより開閉される。

4.2 荷役設備

電動デッキ・クレーン3台およびヘビーデリック1台を下記のように配置している。

第1倉～第2倉間 25 t × 1台 デッキクレーン
 第2倉～第3倉間 25 t × 1台 デッキクレーン
 第3倉～第4倉間 150 t × 1台

(10 t コンプブーム × 4本付)

第4倉～第5倉間 25 t × 1台 デッキクレーン
 デッキクレーンおよびヘビーデリックの主要目は次の通りである。

25 t デッキクレーン：

巻上速度 21m/min (25 t)

51m/min (10 t)

俯仰速度 37秒

20秒 (第1倉～第2倉間)

旋回速度 1.2rpm

1.35rpm (第1倉～第2倉間)

旋回半径 22m—3.5m

20m—3.5m (第1倉～第2倉間)

150 t ヘビーデリック：

巻上速度 4 m/分 (150 t)

ブーム長さ 25.5m

俯仰角 25°～75°

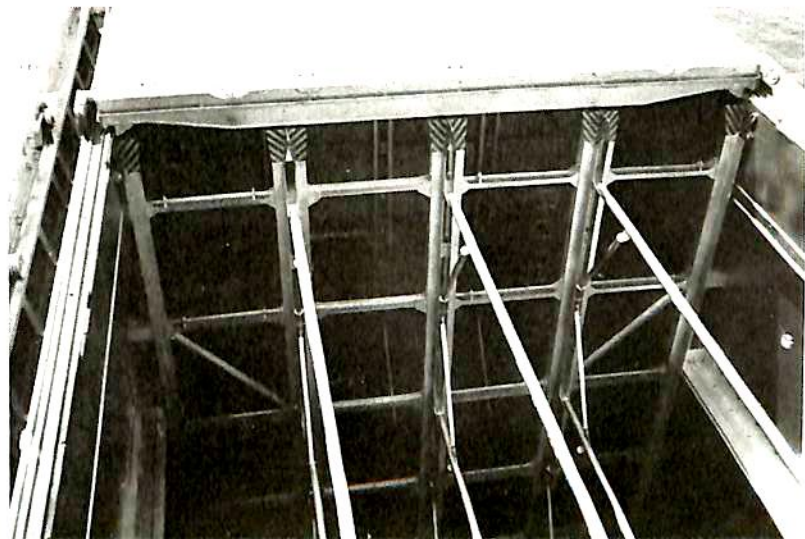
アウトリーチ 6 m (舷側より)

4.3 取りはずし式セルガイド

本船は多目的船として計画されているが、従来の多目的船との大きな相違点は、取りはずし式セルガイドを装備している点である。

従って、本船は荷動きの変化に応じて一般貨物船、あるいは取りはずし式セルガイドを装備すればコンテナ専用船として使用できるなど、船主殿にとって非常に使い易い、適応性の高い船と言える。

当初、本船にはセルガイドの取付準備工事のみを



倉内に取り付けた*取りはずし式セルガイド

施し、取りはずし式セルガイド本体は設計および図面作成まで行なう予定であったが、本船の完工直前にコンテナ市況が活況を呈し始め、船主殿の要求により実際に取りはずし式セルガイドを本船に装備することになり、完工時にはコンテナ専用船の姿で船主殿に引き渡された。欧州への処女航海の途上、香港において効率よくコンテナを満載するなど、セルガイドは就航直後よりその効果を発揮した。取りはずし式セルガイドはその名称の通り、必要に応じて船体への着脱が容易にでき、かつ取りはずし式セルガイドを取り外した状態では、一般貨物船として不具合なく使えるものでなければならぬ。

このような機能をもたせるべく取りはずし式セルガイドは、主として次のような点に主眼をおいて設計された。

- (1) 着脱の便、運搬の便を考慮し、セルガイドブロックの最大重量を約10 t以内に押える。
- (2) 船体との固着およびブロック間の結合は全てボルト締めとするが、作業時間の短縮を計り、ボルトの数および取付ピースの数を最少にする。
- (3) 取外し時の保管に便なるような型式とする。
- (4) 従来の固定式セルガイド構造との相違については、船級協会の要求事項を十分考慮する。

以上を基本に設計を進めた結果、ガイド・アングル2本又は3本を横方向に連結したものを主ブロックとし、これをボルト締めにより縦方向ストラットおよび船体取付ピースにより固定する構造を採用した。主ブロックは最大重量約10 tとなり、かつ構造も平面的で、運搬、保管が容易な構造になった。保管および組立に便なるよう主ブロック、ストラットおよび取付ピースには全て符号を付した。

二重底タンクトップ上のコンテナ・ポジショニング・コーン用ソケットおよび取りはずし式セルガイド用ソケットは全てレセス内に設け、一般貨物船として使用する場合には、荷役用フォークリフトなどの走行を考慮し二重底タンクトップが平坦になるようにした。なお、取りはずし式セルガイドについては現在特許申請中である。

4. 4 その他の設備

(1) 甲板機械

係船機組込形揚錨機 23 t × 10m/min 1台
(電動駆動) (係船時 12 t × 21m/min)



オーナーズサルーン

係船機 (電動駆動) 12 t × 21m/min 4台
(係船機は全てオートテンション装置付き)
操舵装置 75 t - m 1台
(電動油圧) ラム型

(2) 消火、火災検知装置

本船の貨物倉には固定式炭酸ガス装置および煙管式火災探知装置を設備し、機関室には固定式炭酸ガス消火装置、イオン式火災探知装置を設備している。

(3) 貨物倉通風装置

各貨物倉は機動通風とし、換気回数5回/時の給気軸流ファンを設けている。

(4) 船体傾斜自動調整装置

コンテナ荷役時の船体傾斜の調整は、機関室内コントロールルームに設けた自動制御装置により行なわれる。本装置は傾斜検知計、バラストポンプおよび関連バルブの操作機構を組み合わせたもので、船体傾斜時には傾斜検知計の指示により関連バルブを開き、つづいてバラストポンプを作動させ、船体傾斜がなくなるまで甲板間両舷側に設けたバラストタンク内の水バラストをシフトするもので、これらの作動が全て自動的に行なわれるようになっている。

(5) 機関部の自動化

本船の機関部には高度の自動化を採用し、BVの“AUT”規則に適合して、通常航海状態で最底24時間の無人運転が可能のように設計されている。

5. あとがき

本船は処女航海の後、ヨーロッパ・カリブ間に就航して船主殿のご満足を得ており、引続き昨年7月28日には同型姉妹船の第2船“HAUSSMANN”が竣工し、船主に引渡された。

海外事情

■33万立方メートル積み新型LNGタンカー

公害防止と新エネルギー確保の観点から、ガス、電力業界で注目を集めていたLNGは、実用期に入ったとたん世界的な不況の直撃を受け、今や技術集約船の先端と目されて、造船業界の期待を集めたLNG船も、多聞に洩れず係船の憂き目を見ているほどの惨状にあるが、一方、新しい技術開発も続けられているようで、これは、恐るべき100フィートのフリーボードを持った、パイロット泣かせのLNGタンカーの話である。(編集部)

330,000m³ 積みの超大型LNGタンカーの計画が“Verolme”グループから提案されている。

このRSV330型と称するLNG船は、Rijn-Schelde-Verolmeグループの開発になるもので、LOA362m、5ホールド構成の一般配置を持ち、各ホールドは、直径11.8メートル、高さ33.5メートルの円筒状のLNGコンテナが、縦に16本から20本、全体で90本収納されている。

本船の型深さは42.2メートル、満載吃水は12.50メートルであるから、フリーボードはなんと29.7メートル、即ち97フィート4インチという恐るべき背高船で、この吃水/深さ比は、優に自動車専用船に匹敵するものである。

しかし、艀機関、艀ブリッジの本船は、それだけ前方見越し条件は悪く、パイロット泣かせの船となる。(Shipbuilding & Marine Engineering 10月号'77)

■コンテナ事故相次ぐ

技術的な問題ではないが、コンテナの全損事故が相当のものにのぼっているようである。

わが国でも、NYKの“箱根丸”が北米航路にフルコンテナ船の第1船として就航してからちょうど10年の年月が流れ、折柄の不況の中で船会社の収益を支える大きな柱となっている。

コンテナ船は、いうまでもなくホールド内の有効実積トン数が、同型の在来船に比べて小さいため、その不利を甲板積みでカバーしてはじめて、採算上、成り立つものであるから、勢い甲板積みは高くエスカレートして、当初2段で計画された船に、4段も積んでいる実状にあるようである。従って各社

共、甲板積みのラッシングシステムには相当の検討を加え、投資を行なっているが、それでもホールド積みと比べて、損傷のリスクは多いといわざるを得ない。本ニュースは、苦しまぎれに在来船まで3段積みをするような“無茶”な船主に与える警鐘であろう(編集部)。

在来およびフルコンテナ船での、コンテナ全損事故が相次いでいる。

C. Henri氏(Technical Director, Marine Insurance Council of Australia)は、International Union of Marine Insurance(IUMI)に、主として過去18ヵ月間の濠州関係航路で、コンテナ89本が流失し、12本が全損近い重大損傷を受けたと報告している。

このうち、コンテナ専用船の流失は52本にのぼり、在来船の37本を上廻っている。

この期間の最初の流失は、1976年5月、ロスアンジェルスからシドニー向け航行中の在来船“YUE/MAN”が、悪天候のため6本のコンテナを舷側から流失した。

続いて同年9月バス海峡で、“Potol Island”が9本を失い、年末にはメルボルン/シンガポール間で“KYOTEN MARU”が4本と続いた。

しかし在来船の最悪のケースは、1977年3月、ビスケー湾において、“SUSANNE”が20本を失った事故であろう。

サーベイレポートによれば、“SUSANNE”は、十分な甲板積み設備を装備していなかったと言う。

最大の損害額は、1977年7月、南太平洋を北米からニュージーランド/濠州向け航行中の“USTRAL ENDURANCE”が、嵐にまき込まれ、27本を舷側から流失、12本がデッキ上で全損となったケースであった。(Marine Week 11/18 '77)

▶新刊書

船舶砲兵/血で綴られた戦時輸送船史/駒宮眞七郎著(出版協同社、四六判412頁、定価2,900円)

太平洋戦争下、敵前上陸をはじめとする陸軍作戦に挺進した輸送船団および船舶砲兵隊の戦斗記録である。著者は、大戦下、終始船舶砲兵隊員として苛烈な戦いを経験、今もなお、わだつみの奥深く眠りつづける戦友や船影に万斛の思いをこめ、長い年月にわたる研鑽の末、この書をまとめた。

新 連 載

液 化 ガ ス タ ン カ ー

< 1 >

恵 美 洋 彦

日本海事協会船体部

1 章 液 化 ガ ス 概 論

1. 1 ガス貨物の種類と動向

1. 1. 1 ガス貨物の輸送形態

常温大気圧下で気体の物質を多量に海上輸送する方法としては、気体を適当な溶媒(液体)に溶解(溶液化)、または気体を圧縮、液化、或は冷凍固体化することが考えられる。

このうち、溶液化とは、溶媒中にガス(溶質)を溶解(吸収ともいう)させるもので、アンモニア水、ジメチルアミン水等は、その1例であり、また、原油中には、ブタン、プロパン等の気体成分も溶解していることは周知のとおりである。しかし、これらは、いずれも常温大気圧下での液体中に溶解

された状態で貯蔵されるもので、船舶としては、液体貨物を対象としたタンカー(一般のタンカーまたはケミカルタンカー)の範ちゅうであり、液化ガスばら積船(液化ガスタンカーともいう)の範ちゅうではない。

圧縮ガスまたは冷凍固体化ガスとしてガス貨物をばら積海上輸送する形態は、現在のところ、経済的に成立し難い。

したがって、ガス貨物のばら積海上輸送は、船体に常設された貨物格納

容器(タンクまたは貨物タンクという)に液化されたガス(液化ガス)を貯蔵する方法によっている。このような船を液化ガス船、液化ガスばら積船、液化ガスタンカー等(Liquefied Gas Carrier, Liquefied Gas Carrier in Bulk, Liquefied Gas Tanker etc)という。

常温大気圧下で気体の物質を液体として貯蔵輸送するためには、物質を大気圧下での沸点、常温下での蒸気圧以上の圧力または常温より低いある温度での蒸気圧以上の圧力を制御して物質の液化状態を保つ必要が生ずる。

このような液化ガスの貯蔵方式、即ち温度と圧力の制御方式(図1-1の例参照)に応じて液化ガスタンカーを分類すると、次の3種類となる。

(1)完全圧力式液化ガスタンカー(Fully Pressurized

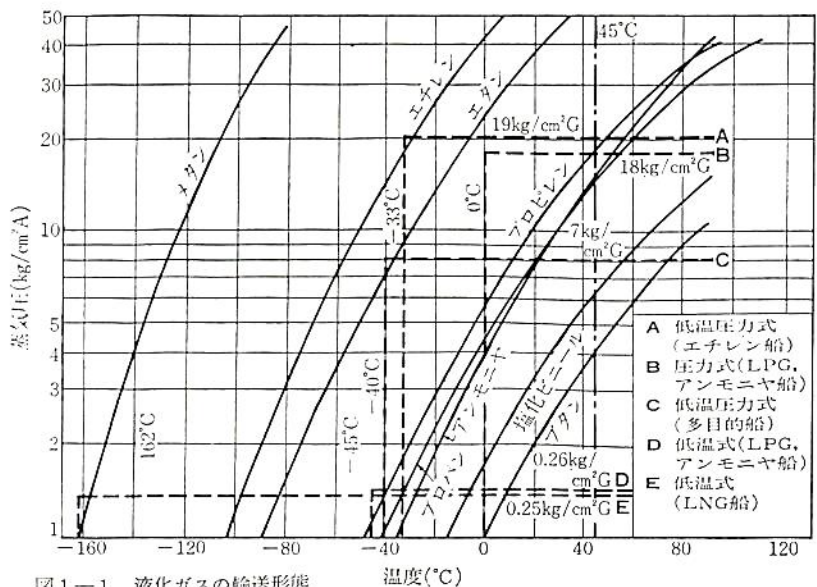


図1-1 液化ガスの輸送形態

Liquefied Gas Tanker)

常温圧力式、常温加圧式、圧力式、加圧式ともいわれるこの方式は、貨物を常温状態での蒸気圧以上の圧力に保って液化状態を維持させるもので、防熱装置及び冷却装置は一般的に不要である。この常温状態は、通常、最高温度45℃として、その蒸気圧でもって貨物タンクが設計される。従って、圧力式液化ガスタンカーの貨物タンクの設計蒸気圧（制限圧力、最大許容圧力ともいい、タンクの過圧安全弁の設定圧力と一致する）は、対象貨物が定まれば、一義的に定まる。

臨界温度が45℃より低い物質（メタン、酸素、窒素、エチレン、エタン等）では、この方式の液化ガスタンカーは成立せず（45℃の大気温度かつ32℃の海水温度下で蒸発ガスを大気に放出して温度及び圧力を制御することは認められない）、次に示す低温式または低温圧力式液化ガスタンカーとする必要がある。

(2)低温式液化ガスタンカー（Fully Refrigerated Liquefied Gas Tanker）

完全冷却式、低温常圧式、重力式等とも呼ばれるこの方式は、大気圧に近い圧力下で貨物をほぼその沸点に近い温度として液化ガス状態を維持させる方式である。前述のように、大気温度45℃及び海水温度32℃下で蒸発ガスを大気に放出することが認められないので、防熱装置及び冷却装置または蒸発ガス処理装置が必要となる。

貯蔵圧力は、通常、0.1kg/cm²G程度以下であるが、タンク過圧安全弁の設定圧力は、0.25kg/cm²G程度とするのが一般的である。最低設計温度は、対象貨物の沸点となる。

(3)低温圧力式（Pressurized and Refrigerated Liquefied Gas Tanker）

低温加圧式、半冷却式、中温中圧式等ともいわれるこの方式は、常温より低く、沸点より高いある温度で、その蒸気圧以上の圧力を保つことにより液化ガス状態を維持させるものである。例えば、図1-1のAに示すエチレン専用船は、その典型的なものである。この場合も大気45℃及び海水32℃で蒸発ガスの大気放出は認められないので、防熱装置及び冷却装置が必要となる。

また、この方式の液化ガスタンカーは、常温の貨物の貯蔵輸送、または常圧の貨物貯蔵輸送もできるように設計することが多く、また、対象貨物も数種類とすることが多い。これは、多目的液化ガスタンカーといわれる。図1-1のC船はその例で、適当な

防熱、冷却及び過圧安全弁を設置することにより、常温でのブタン、塩化ビニール、常圧でのプロパン、ブタン、アンモニア、塩化ビニール、及び中温中圧でのプロピレン、プロパン、ブタン、アンモニア、塩化ビニールを輸送できる。

低温圧力式の最高設計蒸気圧及び最低設計温度は、このように一義的には定まらず、予定航路の陸上施設、対象貨物、経済性等を勘案して定められる。その詳細については、2.3 低温圧力式液化ガスタンカーのところで説明する。

1.1.2 液化ガス貨物の種類

液化ガスの範ちゅうに入る物質は、原則として37.8℃で2.8kg/cm²A*を超える蒸気圧を有する物質であるが、これより蒸気圧の低い物質も液化ガスの範ちゅうに入れることがある。表1-1に示す物質は、現在、ばら積海上輸送の対象になると考えられる液化ガスである。なお、この表中に各種液化ガスの主要物性等も合わせて示しておく。

これらの液化ガスを大別すると、液化石油ガス（LPG；Liquefied Petroleum Gas）、液化天然ガス（LNG；Liquefied Natural Gas）及び液化ケミカルガス（LCG；Liquefied Chemical Gas）に分けることができる。

LPGは、ガス田又は石油と共に油田から産出するか、或いは石油精製過程で産出する石油系炭化水素ガス（ブタン及びプロパンが主成分）を液化したものである。現在、LPGとして流通しているものは、プロパン、ブタン（n-ブタン及びイソブタン）、及びこれらの混合体で、何れもプロピレン及びブチレンを含有し、さらに、メタン、エタン、ブタジエン等を僅かに含んでいる。

LNGは、ガス田または石油と共に油田から産出するメタン主成分のガスを液化したものであり、エタン、プロパン、ブタン、その他の成分も含まれている。産地によってその成分構成が異なるが、おおむね70ないし90%（vol.）はメタンである。表1-2にその組成の例を示す。

液化ケミカルガスは、LNG及びLPG以外の液化ガスの通称であり、主として化学工業原料として使用されるものである。この液化ケミカルガスには、表1-1に示すように多くの種類のものがあ

* 液化ガス船の構造設備等に関しては、圧力をゲージ圧力（kg/cm²G）で表わすのが通常であるが、物性上では圧力を絶対圧力（kg/cm²A、atm等）で表わすのが通常である。

表1-1 液化ガス貨物一覧 (1)

品名	化学式	分子量	融点	沸点	臨界	臨界	臨界	液密度 ¹⁾ g/cm ³	気体比重 空気=1	蒸気圧 Kg/cm ² A		蒸発 潜熱 cal/g	気体 熱容量 C _p J/mol deg latm 29815 °K	液比熱 cal/g°C	液粘 度 cP
			°C	°C	温度	圧力	密度			2)	2)				
			1atm	1atm	°C	atm	g/cm ³	(°C)	1atm	37.8°C	45°C	1atm b.p		(°C)	(°C)
アセトアルデヒド Acetaldehyde	CH ₃ CHO	44.05	-123	20	188	63	0.262	0.78 (20)	1.52	1.82	2.3	1500	54.65	0.522 (0)	0.347 (20)
アンモニア Ammonia	NH ₃	17.03	-78	-33.4	132	112	0.235	0.677 (-34)	0.59	14.6	17.6	328.3	35.52	1.07 (-33)	0.263 (-30)
ブタジエン Butadiene	1,3ブタジエン CH ₂ =CHCH=CH ₂	54.09	-109	-4	152	42.7	0.245	0.650 (-4)	1.87	4.19	5.03	99.8	79.54	0.512 (-23)	0.20 (-4)
	1,2ブタジエン CH ₃ CH=C=CH ₂	54.09	-136	10.8	171 ⁷⁾	44.4 ⁷⁾	0.247 ⁷⁾	0.652 (20)	1.86	2.58	3.18	99.7 ⁷⁾	80.12	0.508 (-23)	0.206 (10.8)
ブタン Butanes	正ブタン CH ₃ (CH ₂) ₃ •CH ₃	58.12	-138	-0.5	152	38	0.228	0.601 (-0.5)	2.05	3.64	4.41	92.1	98.98	0.564 (-0.5)	0.21 (-0.5)
	イソブタン (CH ₃) ₃ CH	58.12	-160	-11.7	135	37	0.221	0.595 (-11.7)	2.05	5.06	6.05	87.5	96.82	0.57 (-11.7)	0.134 (37.8)
ブタン・プロパン混合体 Butane/Propane mixtures										ブタン、プロパンの項参照					
ブチレン Butylenes (ブテン)	1-ブテン CH ₃ CH ₂ CH=CH ₂	56.11	-185	-6	147	40	0.233	0.6256 (-6)	1.94	4.41	5.33	93.36	89.33	0.551 (-6)	0.19 (-6)
	cis-2-ブテン CH ₃ CH=CHCH ₃ (cis)	56.11	-139	4	162	42	0.240	0.6388 (4)	1.94	3.23	3.96	99.45	78.91	0.546 (4)	0.215 (4)
	trans-2-ブテン CH ₃ CH=CHCH ₃ (trans)	56.11	-106	1	155	41	0.236	0.626 (1)	1.94	3.52	4.31	96.75	87.92	0.529 (1)	0.22 (1)
	イソブチレン (CH ₃) ₂ =CH	56.11	-140	-7	145	39	0.234	0.6256 (-7)	1.94	4.47	5.41	94.21	89.11	0.607 ⁷⁾ (-7)	0.187 ⁷⁾ (-7)
塩素 Chlorine	Cl ₂	70.91	-101	-34	144	78.6	0.573	1.557 (-34)	2.49	11.0	13.0	68.7	33.84	0.200 (-7.3)	0.604 ⁷⁾ (-34)
ジメチルアミン Dimethylamine	(CH ₃) ₂ •NH	45.09	-92	7	164.6	54	0.248	0.65 (20)	1.55	3.16	3.95	140.4	69.04	0.714 (-23)	0.436 (-33.5)
エタン Ethane	C ₂ H ₆	30.07	-183	-89	32.3	49.8	0.203	0.5467 (-89)	0.97	4.8 (30°C)	-	117	52.70	0.581 (-87)	0.155 (-89)
エチルアミン Ethylamine	C ₂ H ₅ •NH ₂	45.09	-81	166	183	55.5	0.244	0.6892 (15)	1.56	2.32	2.95	115 ⁷⁾	82.10	0.69 (20)	0.214 ⁷⁾ (16.6)
塩化エチル Ethyl chloride	C ₂ H ₅ Cl	64.52	-138	12	187	54	0.331	0.89 (20)	2.22	2.48	3.07	91.35	62.34	0.357 (20)	0.291 (10)
エチレン Ethylene	CH ₂ = CH ₂	28.05	-169	-104	9.5	52	0.216	0.5699 (-104)	0.97	4.16 (0°C)	-	11.54	43.63	0.625 (-104)	0.16 (-104)

引火点 着火温度 (℃)	総発熱量 (真発熱量) kcal/g	爆発限界 Vol. %		健康 許容 限界 ppm	消火剤 (USCG NAPA)	IMCO ガスコード要件						備考 (別名等)
		下限	上限			4) 船の タイプ	5) 独立型 タイプC	6) 気相部 蒸気 制御	7) ガス 検知	8) 液面 計測	9) 使用禁止 材料	
$\frac{-38}{185}$	6325	40	55 ~60	100	水噴霧, 粉末 CO ₂ , アルコール泡	II G II PG	-	不活性化	可燃 毒	密閉		
$\frac{-}{651}$	536	15	28	25	水噴霧	II G II PG	-	-	毒	密閉	Hg, Cu, Cu合金, Zn	
$\frac{<-18}{450}$	11.21	1.1 ~2.0	10 ~12	1000	CO ₂ , 粉末 水噴霧	II G II PG	-	不活性化	可燃	制限	Cu, Ag, Hg Mg, アセチリド 形成金属	
$-95^{7)}$	11.46	2.1 ⁷⁾	9.4 ⁷⁾									メチルアレン
$\frac{-72}{405}$	11.84 (10.93)	1.5 ~2.0	8.5	600	CO ₂ , 粉末, 水噴霧	II G II PG	-	-	可燃	制限		n-Butane
$\frac{-81}{460}$	11.80 (10.90)	1.8	8.4 ~8.8			II G II PG	-	-	可燃	制限		iso-Butane
						II G II PG	-	-	可燃	制限		
$\frac{-112}{383}$	11.58 (10.83)	1.6	9.3 ~10		CO ₂	II G II PG	-	-	可燃	制限		α-ブチレン
$\frac{-80}{325}^{7)}$	11.55 (10.80)	1.7 ~1.8	9.7									
$\frac{-80}{325}^{7)}$	11.53 (10.78)	1.7 ~1.8	9.7									
$\frac{-95}{465}^{7)}$	11.52 (10.76)	1.8	8.8 ~9.6									
-	-	-	-	1	-	I G	要	乾燥	毒	間接		IMCO ガスコード 特別規定制定中
$\frac{<-26}{400}$	933	1.8 ~2.8	10~ 14.4	10	CO ₂ , 粉末 水噴 霧, アルコール泡	II G II PG	-	-	可燃 毒	密閉	Hg, Cu, Cu合金, Zn	
$\frac{-130}{515}$	1240 (11.35)	3.0 ~3.2	12.4~ 15.5	F	CO ₂ , 粉末	II G	-	-	可燃	密閉		
$\frac{<-18}{385}$	922	3.5	14	10	アルコール泡	II G II PG	-	-	可燃 毒	密閉	Hg, Cu, Cu合金, Zn	
$\frac{-50}{510}$	492	3.6 ~3.8	15	1000	CO ₂ , 粉末 水噴霧	II G II PG	-	-	可燃 毒	密閉		
$\frac{-77}{450}^{7)}$	1202 (11.27)	2.7 ~3.1	28.5 ~36	F	CO ₂ , 粉末 水噴霧	II G	-	-	可燃	制限		

表1-1 液化ガス貨物一覧 (2)

品名	化学式	分子量	融点	沸点	臨界	臨界	臨界	液密度 ¹⁾	気体 空気 = 1 1atm	蒸気圧		蒸発 潜熱 cal/g latm b·p	気体 Cp J/mol · deg latm 29815 K	液比熱 cal/g°C (C)	液粘度 cP (C)	
			°C	°C	温度 °C	圧力 atm	密度 g/cm ³	2)		2)						
			latm	latm	°C	atm	g/cm ³	37.8°C		45°C						
エチレン オキシド Ethylene oxide	CH ₂ CH ₂ · O	44.05	-112	125	192	71	0.32	0.88 (20)	1.52	2.77	3.45	136	4.823	0.262 (20)	0.283 (11)	
メ タ ン Methane	CH ₄	16.04	-182	-161.5	-82	47	0.162	0.425 (-16.1)	0.554	4.13 (-86°C)	-	121.9	3.579	0.816 (-16.2)	0.118 (-161.9)	
メチルアセチレン ・プロパジエ ン 混合体	混合体 プロパン・ ブタン等 含む		-101 ~ -136	-40 ~ -20				0.576 (15)	abt 1.1	11.6	13.1					
Methyl acetylene ・propadi- en mixture	メチルア セチレン	CH ₃ · CCH	40.07	-105	-232	129	52.8	0.65 (-23)	1.40	8.97	10.8	13.1 ⁷⁾	6.069	0.395 ⁷⁾ (-23)	0.112 ⁷⁾ (-23)	
	プロパジ エ ン	CH ₃ ·C =CH ₂	40.07	-146	-34.5	120	51.8	0.662 (-34)	1.38	11.7	13.8	10.9 ⁷⁾	5.899	0.378 (-34)	0.117 ⁷⁾ (-34)	
臭 化 メチル Methyl bromide	CH ₃ Br	94.93	- 94	356	194	63.5	0.690	1.722 (4)	3.27	3.33	4.42	6.02	4.243	0.197 (-13)	0.533 ⁷⁾ (4)	
塩 化 メチル Methyl chloride	CH ₃ Cl	50.49	- 93	- 24	143	68	0.353	1.006 (-24)	1.74	8.38	10.0	10.20	4.071	0.381 (20)	0.308 (-20)	
窒 素 Nitrogen	N ₂	28.013	-210	-195.8	-147	34.6	0.311	0.90 (-196)	0.967	31 (-118°C)	-	4.27	2.912	0.488 (-196)	0.150 (-196)	
酸 素 ⁸⁾ Oxygen	O ₂	31.999	-218.4	-183	-118.4	51.8	0.419	1.25 (-183)	1.053	4.36 (-123°C)	-	5.09	2.936	0.406 (-183)	0.196 (-183)	
プ ロ パ ン Propane	CH ₃ CH ₂ · CH ₃	44.10	-188	- 42	96.8	43	0.220	0.583 (-42)	1.56	13.2	15.4	10.18	7.351	0.53 (-42)	0.208 (-42)	
プ ロ ピ レ ン Propylene	CH ₃ CH =CH ₂	42.06	-185	-47.7	92	47	0.233	0.6055 (-47)	1.48	15.8	18.4	10.46	6.389	0.57 (-47.7)	0.15 (-47)	
プロピレンオキシド ⁸⁾ Propylen oxide	CH ₃ · CHCH ₂ O	58.08	-112.1	34.2	209.1	48.6	0.312	0.859 (0)	2.0	1.18	1.52	10.85 (25°C)	7.625	0.47 (0)	0.41 (20)	
冷媒ガス ⁹⁾ Refrige- rant gases	ジクロロ フルオロ メタン	CCl ₂ F ₂	120.9	-15.8	- 30	111.5	41	0.555	1.489 (-30)	4.89	9.4	11.1	3.99	8.785	0.16 (-20)	0.35 (-30)
	モノクロ ロジフル オメタン	CHClF ₂	86.47	-16.0	- 41	96	50.3	0.525	1.411 (-40)	3.75	15.1	17.9	5.59	5.586	0.26 (-17)	0.349 (-40)
二 酸 化 硫 黄 Sulphur dioxide	SO ₂	64.06	-75.5	- 10	158	77.8	0.52	1.46 (-10)	2.264	6.01	7.45	9.35 ⁷⁾	3.987	0.325 (-10)	0.435 (-10)	
塩 化 ビ ニ ール Vinyl chloride	CH ₂ = CHCl	62.50	-154	-13.8	156.5	57	0.37	0.91 (20)	2.15	6.03	7.28	7.953	5.366	0.333 (20)	0.248 (-10)	

注) 本表作成に使用した参考文献は、本章末尾の文献()ないし24)である。

1) ()内温度での飽和液密度。

2) Antoine 式による計算値。1.2.2(i)(1-7)式及び表1-6参照

3) USCG資料による値。この値はAmerican Conference of Governmental Industrial HygienistsによるTLV(Threshold Limit Value)と同じ。Fは、単純窒息剤、Aは人間に対して催腫瘍性

4) IMCOガスマードによるタイプでⅢG、ⅡPG、ⅡG、ⅠGの順にタンク配置及損傷時復原性の条件が厳しくなる。

5) 可燃:可燃性ガス検知器、毒:毒性ガス検知器、酸素:酸素濃度計。

引火点 着火温度 (℃)	総発熱量 (真発熱量) kcal/g	爆発限界 Vol. %		健康許容 限界 ppm	消火剤 (USCG NAPA)	IMCO ガスコード要件					備考 (別名等)	
		下限	上限			4) 船の タイプ	独立 タイプ IC	気相部 制御	5) ガス 検知	6) 液面 計測		使用禁止 材 料
$\frac{<-18}{428}$	7.02	3.0 ~3.6	8.0 ~10.0	50	水噴霧, CO ₂ 粉末	I G	要	不活性化	可燃 毒	密閉	Cu, Ag, Hg Mg, アセチリド	
$\frac{-187}{537}$	1326 (11.95)	5.0 ~5.3	14 ~15	F	水, CO ₂ 粉末	II G	-	-	可燃	密閉		
		3.4	10.8	1000	水, CO ₂ 粉末	II G II PG	-	-	可燃	制限		Mapp GAS (商品名)
	11.56 (11.03)	1.7	9.6 ⁷⁾	1000	-	-	-	-	-	-		プロピレン, アリレン
	11.59	2.1	11.2 ⁷⁾		-	-	-	-	-	-		アレン
$\frac{-60}{535}$ ⁷⁾	1.94	8.6 ~13.5	15 ~2.0	15	水噴霧, 粉末	I G	要	-	可燃 毒	密閉	Al, Al 合金	
$\frac{-80}{632}$ ⁷⁾	3.26	7~ 10.7	17.4 ~1.9	100	CO ₂ , 粉末 水噴霧	II G II PG	-	-	可燃 毒	密閉	Al, Al 合金	
-	-	-	-			III G	-	-	酸素	密閉		
-	-	-	-		燃焼物に有効 な消火剤	8) I G	8) 要	8) -	8) 酸素	8) 密閉	可燃物 有機化合物等	* 損傷の基準は III G でよい
$\frac{-104}{466}$	1203 (11.08)	2.1 ~2.2	9.5	F	CO ₂ , 粉末 水噴霧	II G II PG	-	-	可燃	制限		
$\frac{-108}{497}$	11.69 (10.94)	2.0 ~2.4	10.3 ~11.7	F	水 霧	II G II PG	-	-	可燃	制限		
$\frac{-37.2}{465}$	7.758	2.8	3.7	100	CO ₂ , 水 アルコール泡	8) II G II PG	8) -	8) 不活性化	8) 可燃 毒	8) 密閉	IMCDケミカル ⁸⁾⁹⁾ コード 4.7.3	酸化プロピレン
-	-	-	-	1000	-							R12
-	-	-	-	1000	-	III G	-	-	-	制限		R22
-	-	-	-	5	-	I G	要	乾 燥	毒	密閉		亜硫酸ガス
$\frac{-78}{457}$	4.87 (4.50)	4.0	2.2	A ₁	CO ₂ , 粉末 泡, 水噴霧	II G II PG	-	-	可燃 毒	密閉	Hg, Cu, Cu 合金 Zn, Al, Al 合金	VCM

6) 間接: 間接式液面計 (管流量計, 重量計, ラジオアイソトープ又は超音波利用のタンクを貫通しないタイプ), 密閉: 密閉式液面計 (フロント式・電子式・磁気式・気ほう式等), 制限: 制限式液面計 (固定式チューブ又はスリップチューブ式等)。

7) 近似式による推定値。

8) IMCO ガスコードにはリストアップなし, JG, NK による新物質としての条文解釈による。

9) IMCO ケミカルコード¹⁾ 4.7.3 に詳細規定あり。

10) この他の例として, ジクロロモノフルオロメタン (dichloromonofluoromethane) : R21, モノクロトリフルオロエタン (monochlorotrifluoroethane), モノクロトリフルオロメタン (monochlorotrifluoromethane) : R13, ジクロロテトラフルオロメタン (dichlorotetrafluoromethane) : R114 等が IMCO ガスコードに挙げられている。

表 1-2 天然ガスの組成例 (vol., %)

成分	産地 アラスカ (ケナイ)	アルジェリア (ハ・シ・ルメール)	ボルネオ (ブルネイ)	イラン (ガッチ・サラン)	北海 (B. P. 鉦区)
メタン	99.34	79.5	90.2	83.11	94.0
エタン	0.11	7.5	4.8	10.50	3.2
プロパン	—	2.5	2.5	3.50	0.6
ブタン	—	5.0	1.4	0.87	0.2
ペンタン	—	—	0.1	0.13	0.1
ヘキサン	—	—	—	0.03	0.1
硫化水素	—	—	—	0.41	—
窒素	0.52	5.5	0.5	—	1.3
炭酸ガス	0.02		0.5	1.45	0.5
酸素	0.01	—	—	—	—
計	100	100	100	100	100

表 1-3 各種液化ガスの海上長距離輸送による輸入量 (単位百万トン)²⁵⁾

		1970	1975	1976	1977	1978	1979	1980
L N G	米 国		0.3					11.8
	日 本		4.6	6.2				15.2
	ヨーロッパ		5.8					5.8
L P G*	米 国	0.05	0.9	1.0	3.1	5.4(10.6)	6.9(12.8)	9.7(20.6)
	日 本	2.7	6.3	7.5	8.1	8.6(12.4)	9.3(16.2)	9.7(17.9)
	ヨーロッパ	—	—	—	—	—	—	—
液化アンモニヤ	米 国	} 1.3	} 1.7	} 1.9	} 2.4	} 3.0	} 3.3	} 3.7
	日 本							
	ヨーロッパ							
その他の液化ガス	米 国	} 0.26	} 0.17	} 0.26	} 0.36	} 0.42	} 0.66	} 0.8
	日 本							
	ヨーロッパ							

* LPGの価格が1976年とかわらないものとしての推定量, () はLPG価格が, 消費側にとって好ましい程度に下がった場合の推定量

る。

これらの液化ガスの長距離海上輸送の動向の調査/推定例を表1-3に示す。この表から液化ガス貨物の大半は、LNG及びLPGであることがよく分る。LNG及びLPGについては、さらに長期の予想もなされており、それによると1985年には、1980年の80%増(LNG)、20%増(LPG)程度である。

これらに次ぐのが、液化アンモニヤであるが、その他の液化ガスも原料産出国での工業発展、工業地の分散化等の影響で海上輸送量は着実に増加するものと思われる。その他の液化ガスのうち、海上輸送として比較的ポピュラーなものは、アセトアルデヒド、ブタジエン、ブチレン、エチレン、エチレンオ

キシド、プロピレン、プロピレンオキシド、塩化ビニール等であり、また、塩素、メチルアセチレン・プロパジェン混合体(MAPP GASの商品名のもの)、酸素等も液化ガスタンカーによる海上ばら積輸送の実績がある。

1. 2 気体及び液体の一般的性質

1. 2. 1 気 体

(1)大気

大気の組成を表1-4に示す。又、大気的主要物性は次のとおりである。

分子量(平均) ; 28.97
 沸点 ; -194℃

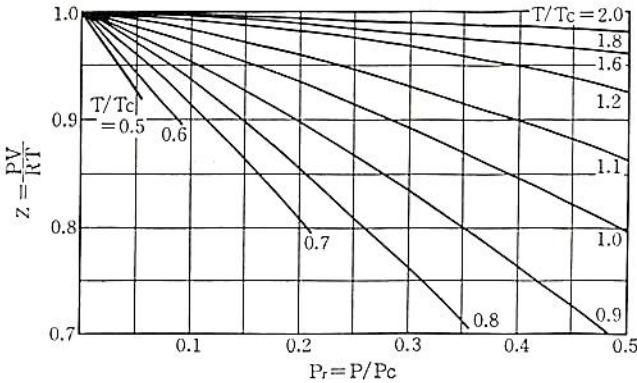
表 1-4 大 気 の 組 成

	N ₂	O ₂	Ar	CO ₂	H ₂	Ne	He	Kr	Xe
vol., %	78.03	20.99	0.933	0.030	0.01	0.0018	0.0005	0.0001	0.00001
wt., %	75.47	23.20	1.28	0.046	0.001	0.0012	0.00007	0.0003	0.00004

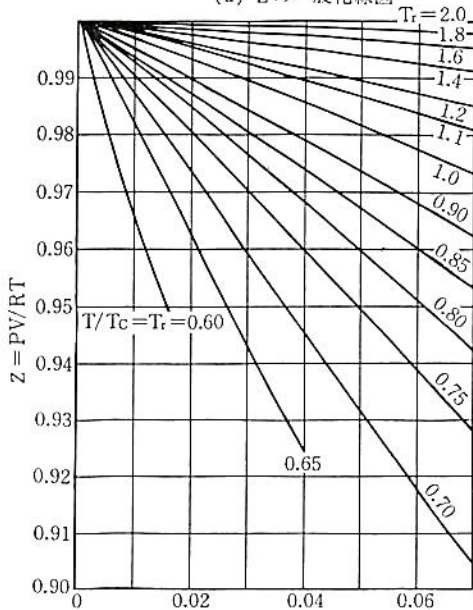
表 1-5 気 体 定 数 R

圧 力	分 子 容*	温 度	R	R の 単 位
atm	l/mol	°K	0.0825	l·atm/mol·°K
atm	cm ³ /mol	°K	82.05	cm ³ ·atm/mol·°K
mmHg	cm ³ /mol	°K	62360	cm ³ ·mmHg/mol·°K
kg/cm ²	l/mol	°K	0.08478	l·(kg/cm ²)/mol·°K
dyne/cm ²	cm ³ /mol	°K	8.314×10 ⁷ 1.9865	erg/mol·°K cal/mol·°K

* 気体 1 モルの容積



(a) Z の一般化線図



(b) 軽質炭化水素の Z

図 1-2 圧縮係数

密度 (標準状態) ; 1.2928g/l
 臨界温度 ; -140.7°C
 臨界圧力 ; 37.2 atm
 臨界密度 ; 0.35g/cm³

(2) 気体の圧力、容積及び温度の関係
 Boyle-Charles の理想気体の修正式としての次式がよく使われる。

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

P ; 圧力, V ; 容積, T ; 温度,

n ; モル数

R ; 気体定数 (gas constant) 又は分子気体定数ともいい、単位のとり

方により表 1-5 に示すようになるが、気体の種類によらない定数である。

z ; 圧縮係数 (compressibility factor) で理想気体では 1 となる。実在気体では実測等によるが、対臨界温度 T_r 及び対臨界圧力 P_r (1.2-2 (3)参照) によって一般化された線図及び個々のガスに対する線図又は表は、各種の文献⁹⁾¹⁰⁾¹⁶⁾等に示されている。液化ガスタンカーでは、通常、常温以下 ($T_r < 2.0$ 程度)、比較的低圧 ($P_r < 0.5$ 程度) の値が問題となるので、この範囲の一般化線図を図 1-2(a)に、軽質炭化水素の線図を図 1-2(b)に示す。

次に示す Van der Waals の式も液体及び気体の両相域に対しては、定性的に実在気体の性質を表わし、工業的にもよく使われる。

$$(P + a/V^2)(V - b) = nRT \dots\dots\dots(1-2)$$

P, V, n, R, T ; (1-1) 式と同じ。

a, b ; Van der Waals の定数で、臨界温度

(T_c), 臨界圧力 P_c , 臨界容積 v_c (1.2.2(3)参照) の間に次の関係が成立する。

$$a = 3P_c v_c^2, \quad b = \frac{v_c}{3} \quad \text{又は}$$

$$a = \frac{27R^2 T_c^2}{64P_c}, \quad b = \frac{RT_c}{8P_c}$$

例えば, 空気では, $a=1.33$, $b=36.6$, プロパンでは, $a=8.66$, $b=84.7$, メタンでは, $a=2.26$, $b=43.0$, (それぞれ a は $10^3 \text{atm cm}^6 \text{mol}^{-1}$, b は $\text{cm}^3 \text{mol}^{-1}$ の単位) となる。

(3) 気体の標準状態

気体の容積は, 前述のように温度及び圧力の影響を著しく受ける。したがって, 温度が 0°C , 圧力が 1atm ($=760 \text{mmHg}=1.01325 \text{bar}=1.033227 \text{kg/cm}^2\text{A}$) の標準状態でもって気体の容積を表わすのが通常である。又, この容積を表わすのに $N\text{m}^3$ と示すこともある。

理想状態では, 全ての気体の 1 モル(グラム分子; 分子量にグラムの単位をつけた量) の容積が約 22.4l となることは, よく知られている。

(4) 混合気体

混合気体の組成は, 通常, 体積比 (vol., %) で表わすが, 重量比 (wt., %) との間には次のような関係が成立する。

$$\left. \begin{aligned} w_i(\%) &= \frac{M_i v_i}{\sum_{i=1}^n M_i v_i} \times 100 \\ v_i(\%) &= \frac{w_i/M_i}{\sum_{i=1}^n w_i/M_i} \times 100 \end{aligned} \right\} \dots\dots(1-3)$$

$v_i = n$ 種の混合気体中の個々の成分 (i) の体積比

$w_i = n$ 種の混合気体中の個々の成分 (i) の重量比

$M_i =$ 個々の成分 (i) の分子量

混合気体には「混合気体の呈する圧力は各成分気体の呈する分圧の和に等しい」という Dalton の法則と, 「混合気体の容積は同一圧力にある各成分気体の容積の和に等しい」という Amagat の法則が適用できるが, 数十気圧以上の実在気体にはこれらの法則は適用できなくなる。ここで混合気体の分圧とは, 同温同容積の条件下でその成分が存在するときを示す圧力という。

いま, 容積 V , 温度 T , 圧力 π の混合気体の各成分の分圧を $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$, モル数を $n_1, n_2,$

n_3, \dots, n_n とすると

$$\left. \begin{aligned} p_i/n_i &= p_2/n_2 = \dots = p_n/n_n \\ &= RT/V \quad (\text{一定}) \\ p_i &= \left(\frac{n_i}{n_1+n_2+n_3+\dots+n_n} \right) \pi \\ &= x_i \pi \end{aligned} \right\} \dots\dots(1-4)$$

が成立する。(1-4) 式の括弧内をモル分率 (mole fraction) といい, 通常 x_i, y_i 等で表わす。即ち, モル分率とは, ある混合体の総モル数に対する各成分のモル数の比であり, これは標準状態の気体の容積比となる。

混合気体の分子量 M' (平均分子量という) は, 上式と同じくモル分率が分かれば次式により求められる。

$$M' = \sum_{i=1}^n x_i M_i \quad \dots\dots(1-5)$$

$M_i =$ 個々の成分 (i) の分子量

液化ガスの混合体では, その組成比を標準状態の気体の容積組成比に置き換えることにより, モル分率, 平均分子量等を算定することができる。

(5) 例題

(a) 1m^3 の液化メタン (-161.5°C) の標準状態での気体容積

$$\begin{aligned} \text{表 1-1 及び 1.2.1(i) により,} \\ \text{密度 (標準状態)} &= 1.2928 \times 0.544 \\ &= 0.717 \text{kg/l} \\ \text{重量} &= 425 \text{kg} \\ \text{気体容積} &= 425/0.717 = 593 \text{Nm}^3 \end{aligned}$$

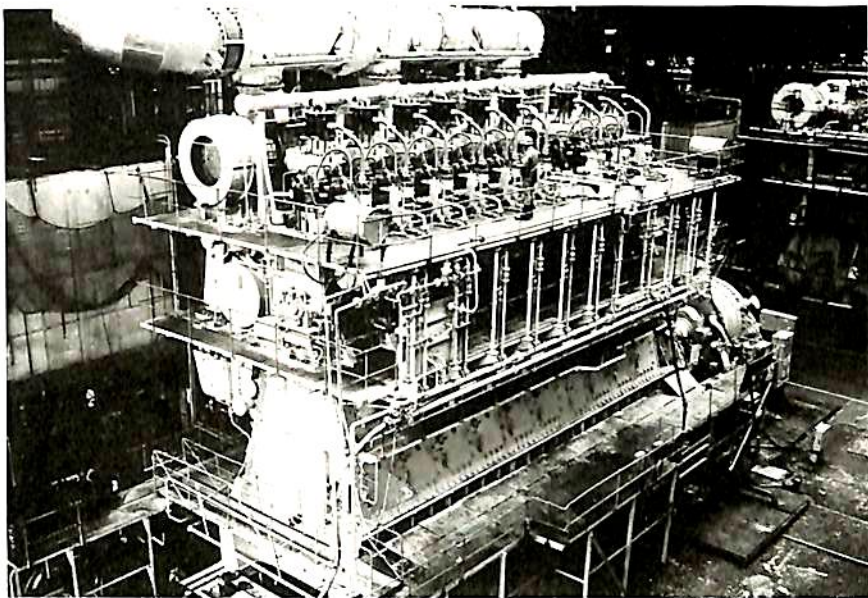
即ち, LNG が気化すると約 600 倍の容積となることが分る。

(b) 同上メタンの 45°C (318°K), 20atm の圧縮ガス容積

$T/T_c = 1.66$, $P/P_c = 0.426$ であるから, 図 1-2(a) により, $z = 0.975$ (文献⁹⁾ によるメタンの圧縮係数表によると $z = 0.9727$ になる) と読みとることができる。 $425 \text{kg} = 425/16 \text{kmol} = 26.6 \text{kmol}$, $R = 0.0825 \text{kL} \cdot \text{atm}/\text{kmol} \cdot ^\circ\text{K}$ (表 1-5 参照) であるから, (1-1) 式よりこの圧縮ガスの容積 V は次のように計算できる。

$$V = \frac{0.975 \times 26.6 \times 0.0825 \times 318}{20} = 34.1 \text{m}^3$$

即ち, 1m^3 の液化メタンを 45°C , 20atm の圧縮ガスで貯蔵しようとするとき液体の約 34 倍の容積が必要となる。 (つづく)



三井—B&W ロングストローク機関 LGF 形 1 号機について<2>

Mitsui-B & W Long Stroke Engine
Introduction of First LGF Type Engine
by Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd Tamano Works
Engine Design Dept. Machinery Factory

三井造船玉野造船所ディーゼル設計部

4. 機関性能 (つづき)

4. 1 過給機マッチング試験

6 L67GF 形機関の過給機は、6 K67GF 形機関と同一の VTR 501 を使い、ディフューザ、ノズルの組み合わせを種々変えてテストし、最終的には 6 K67GF と同一のディフューザ、ノズルを選定した。その性能曲線を K 形機関と比較して図-6 に示す。特筆すべきは燃料消費率で、50% 負荷から 100% 負荷の出力範囲にわたって 150g/BHP・h を下回っていることである。常用出力 1,700 BHP/cyl において 148g/BHP・h であり、K 形機関に比べ 1.7% の減少になっている。

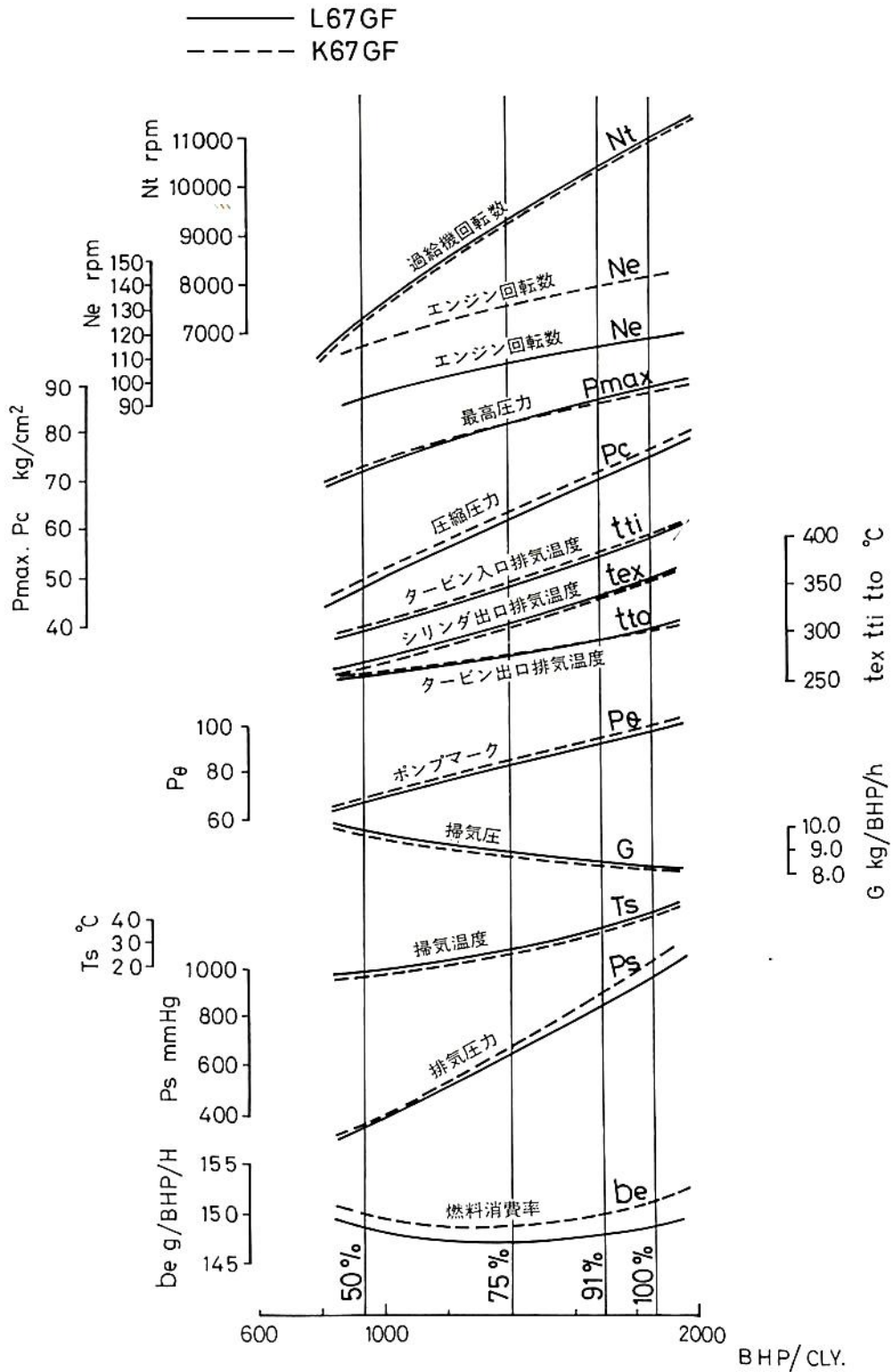
L 形機関の抵抗曲線は大風量側にあるため、掃気圧が低くても風量は K 形機関に比べて多くなっている。

シリンダ出口排気温度は常用出力で 337°C と十分に低く、K 形機関と同じレベルにある。

4. 2 掃排気について

掃排気的气体交換については、ロングストローク化により有利になった。

掃排気のタイミングについては、K67GF 機関と同じに抑えているが、掃排気の単位行程容積あたりの時間面積については、K67GF 形機関より増加させている。その結果、機関の風量抵抗は下がり、過給機のサージング安定性が増えたほか、抵抗減に見合って風量も増加している。掃気圧力はその結果として若干低下したが、掃気効率の向上によりシリンダ内の新気の割合が増加するので、掃気圧力が低くても、燃焼に参加する空気と燃料の比は同じに維持できる。



図一6 機関性能曲線

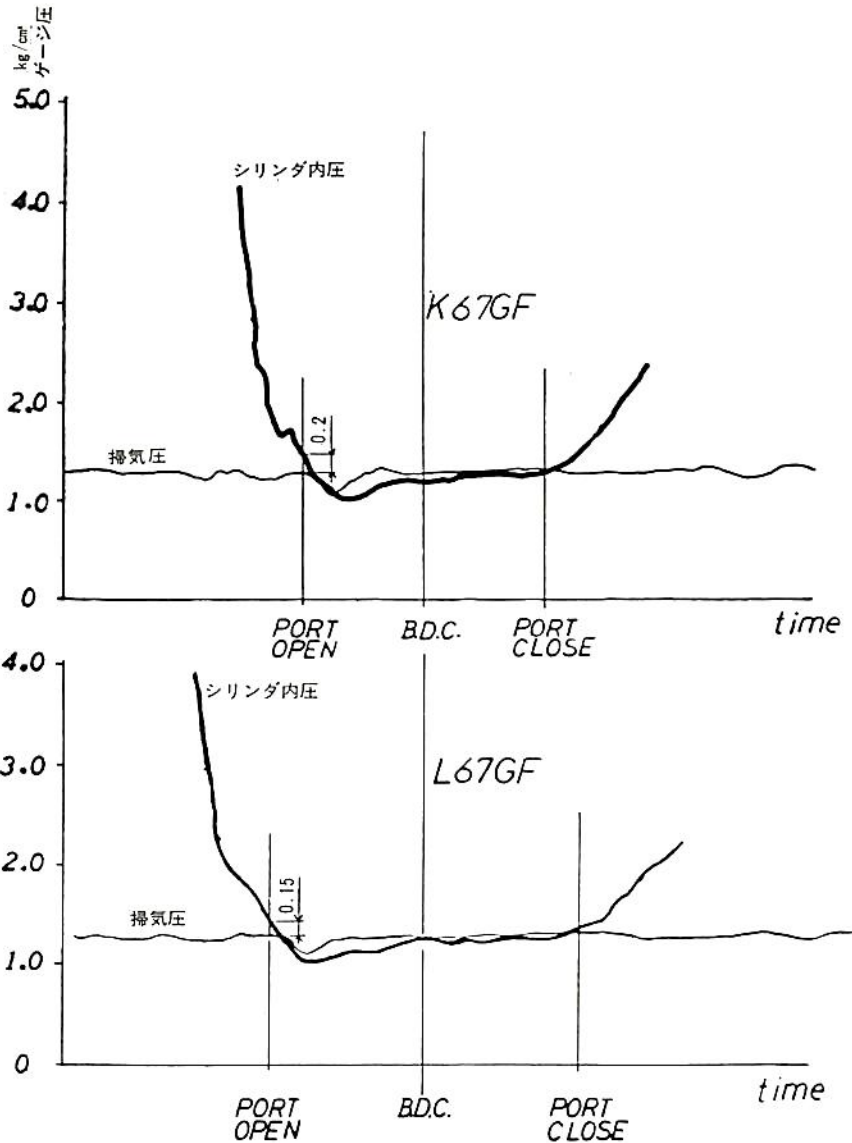


図-7 シリンダ内 Low Pressure (MCR. LOAD)

排気弁の開弁速度は時間あたり速度を同じとしているので、クランク角ベースで見ると、クイックオープニングとなっており、それだけ排気吹出しがすみやかに行なわれる。このため、掃気孔開時のシリンダ内圧と掃気圧の関係は、図-7に示すように燃焼ガスの吹返しに対して掃気圧力の減少にもかかわらず、K67GF機関よりも改善されている。

4.3 燃料弁アトマイザ変更試験

燃料弁アトマイザはトップクリアランス容積増加に対応して、噴射角度を種々変えたものについて6種類テストした。このうち、燃焼室壁の温度レベル

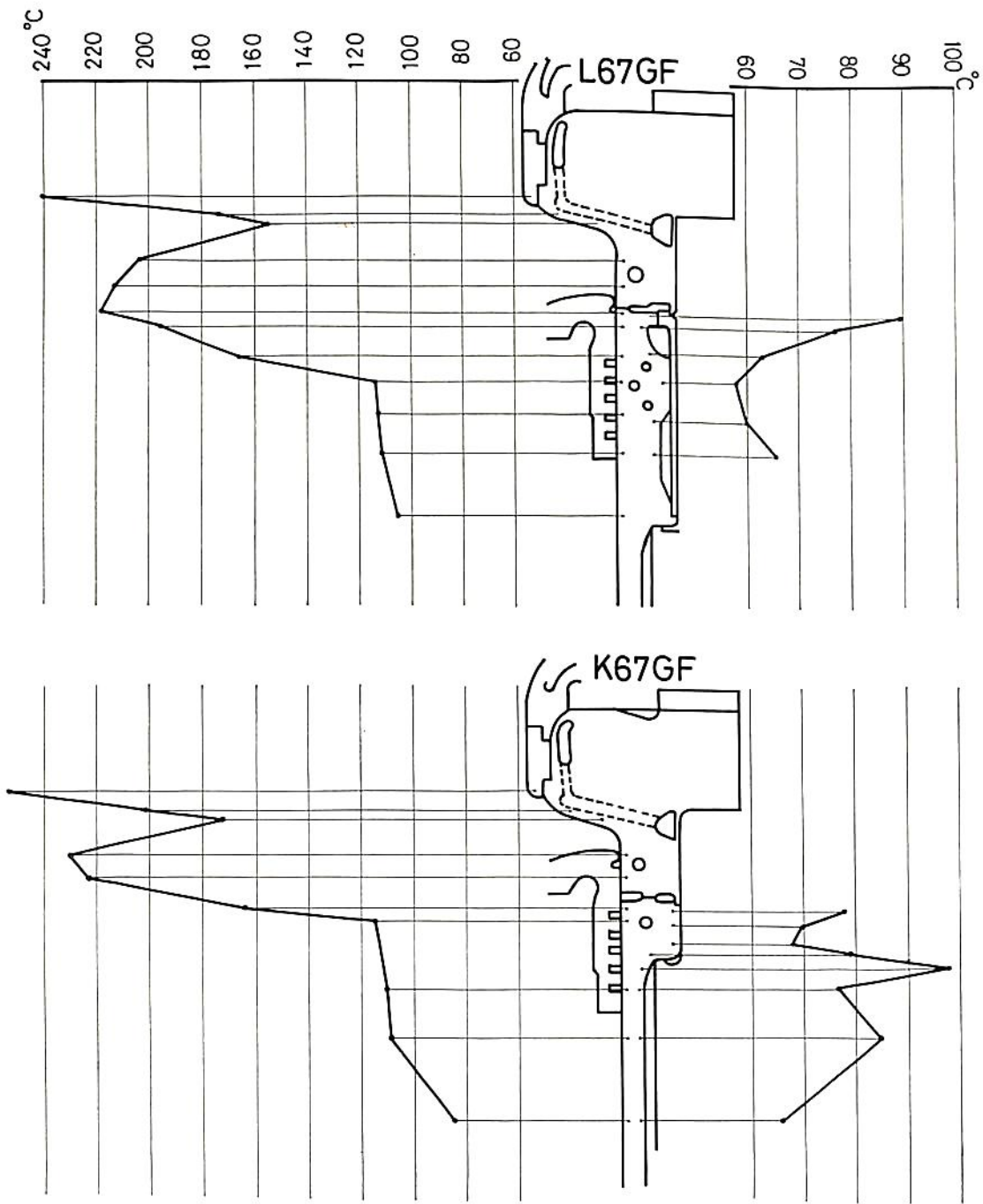
および機関性が最良となるアトマイザを選んだ。

図-8に燃焼室壁温度をK67GF機関と比較して示す。シリンダライナ上部の摺動面の温度などはK形機関と同一か、若干低めであり、期待された良好な温度レベルになっている。

5. 機関各部の応力計測

5.1 台板、架構の応力計測

陸上運転時に行なった台板、架構の応力計測位置および100%負荷運転時の変動応力の代表値を、それぞれ図-9、10に示す。変動応力の図中の水平線



图一8 燃烧室壁温度 (MCR. LOAD)

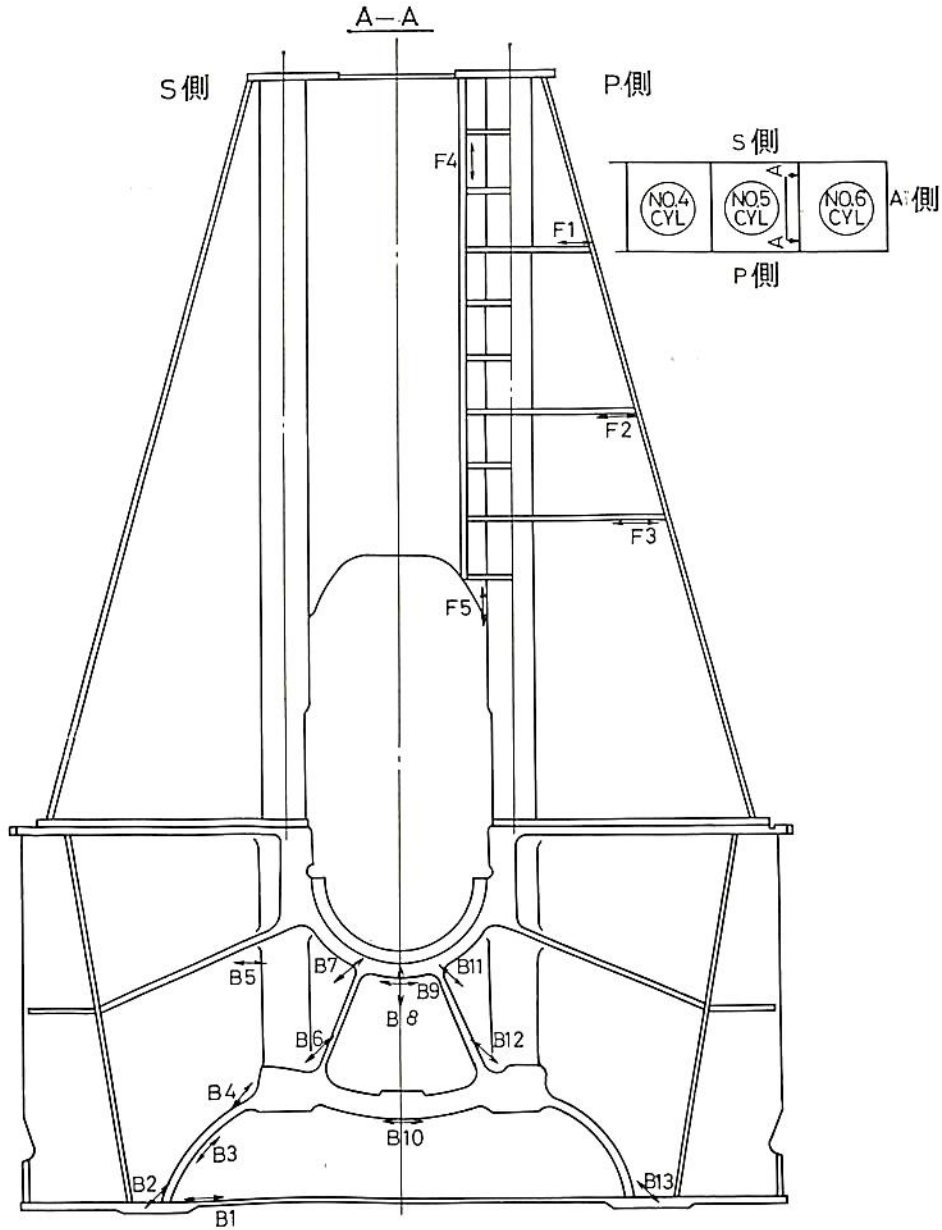


図-9 台板、架構の応力計測位置および最大応力方向

は起動前の零線，すなわち貫通ボルト締付け時の応力レベルを示す。応力計測位置はNo.5シリンダとNo.6シリンダの間で行なっており，変動応力波形からわかるように，当該シリンダの爆発力のみならず，隣接のNo.4シリンダの影響をも受けていることがわかる。変動応力の比較的高い箇所は，主軸受の下側B7，B8，B9，B11であるが，最大の応力は -3.4kg/mm^2 （全振幅）である。

5. 2 シリンダカバー，シリンダライナおよびカバー締付けスタッドボルトの応力計測

a) シリンダカバー（図-11）

LとK形は全く同一のシリンダカバーを使用しているが，L形ではカバーとライナの当たり面を内側に寄せている。このために初期締付け時の応力分布は若干変わったが，爆発時応力はほぼ同一である。シリンダカバー外表面で爆発時最大フープ応力はカ

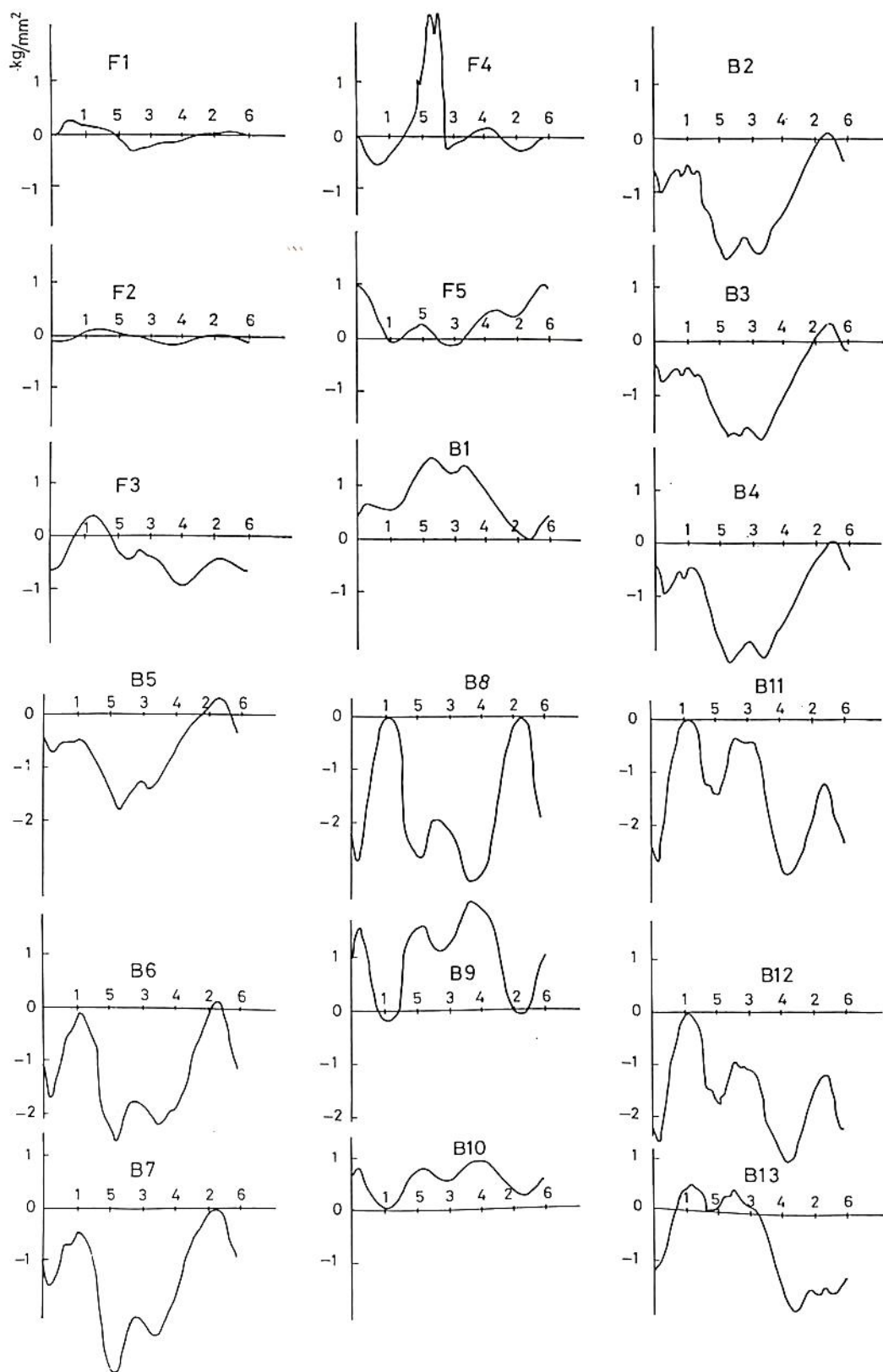


図-10 台板、架構の100%運転時変動応力(横軸の番号はTDCとなるシリンダの番号)

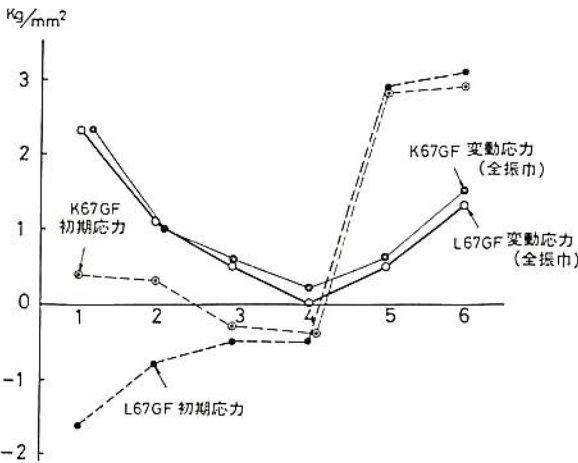
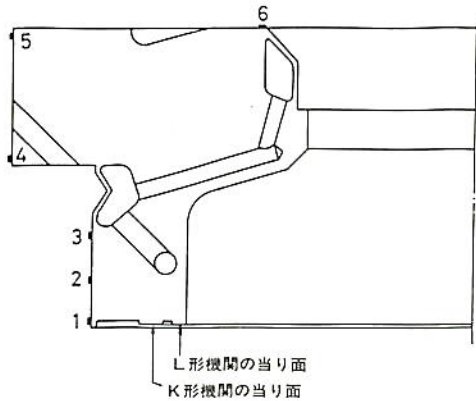


図-11 シリンダカバーの円周方向応力

バー下端に生じ、 $\pm 1.2 \text{ kg/mm}^2$ で低い値である。

b) シリンダライナ (前号掲載図-4)

シリンダライナの実測応力分布を図-12に示す。初期締付け応力はNo. 7, 8, 9において高くなり、変動応力はNo. 3, 4, 5の冷却水穴の回りにおいて高くなるが、ターカロイ材の強度から考えて問題のないレベルである。

c) シリンダカバー締付けスタッド

スタッドにかかる変動応力は 2.8 kg/mm^2 であり、K67GFで 3.4 kg/mm^2 であったことを考えると、大幅に減少している。この応力値からライナ、カバーとスタッドとの爆発時剛性比を算出すると、K形、L形でそれぞれ5.5と5.3であり、近い値である。このことは爆発圧のカバーに作用する面積が減少しているため、爆発時の残留締付け力が増加しているこ

とを意味しており、ガス漏れに対する安全度も向上している。

5.3 架構振動について

一般にエンジンを船体にすえ付けたとき、最も問題となる振動はX形の架構振動である。このX形架構振動の起振力はガイドプレートに作用するサイドスラストであり、その固有振動数は主として架構のねじれ剛性に左右される。すでに述べたように、架構高さ増大によりもたらされるねじれ剛性の低下と、サイドスラストの増加との両方に対処するために、L67GF形機関では側板を13mmから22mmまで増加している。

6シリンダの陸上運転におけるX形架構振動の固有振動数は、L67GFが850cpm、K67GFが900cpmであり、同程度の振動数であることを確認している。このことより回転速度の低下したL形機関では、固有振動数は相対的には上昇しており、剛性のより高い構造となっていることが知れる。

以上、6L67GF形機関の陸上運転時計測したことについて、K67GF形機関と比較して述べたが、計測した項目はこのほかに力率テスト、ヒートバランステスト、減筒試験など多岐にわたる。これらのテスト結果は良好であり、K形機関に比べて特筆することがないため、今回は割愛した。

6. あとがき

L-GF形機関は、同一馬力で回転数が低い、すなわちプロペラ効率の良いという点でK-EF形機関の長所と、機関の長さが短く機関室長さを短縮できるという点で、K-GF形機関の長所の両方を受け継ぎ出現したが、その1号機である6L67GF形機関の陸上運転を終了して、その良さが確認された。なお、L67GF形機関は約30台の受注が確定しており、この中には受注済みのK-EF形、K-GF形機関がL-GF形機関に変更されたケースも多い。52年末までには約20台の陸上運転が終了する見込みであり、すでに本機関搭載船数隻が就航しているが、予想通りの成果を上げている。

L67GF形機関の姉妹機であるL55GF形機関の1番機は、52年2月に起動し、L67GF形機関と同様各種計測を行ない期待通りの性能を確認してい

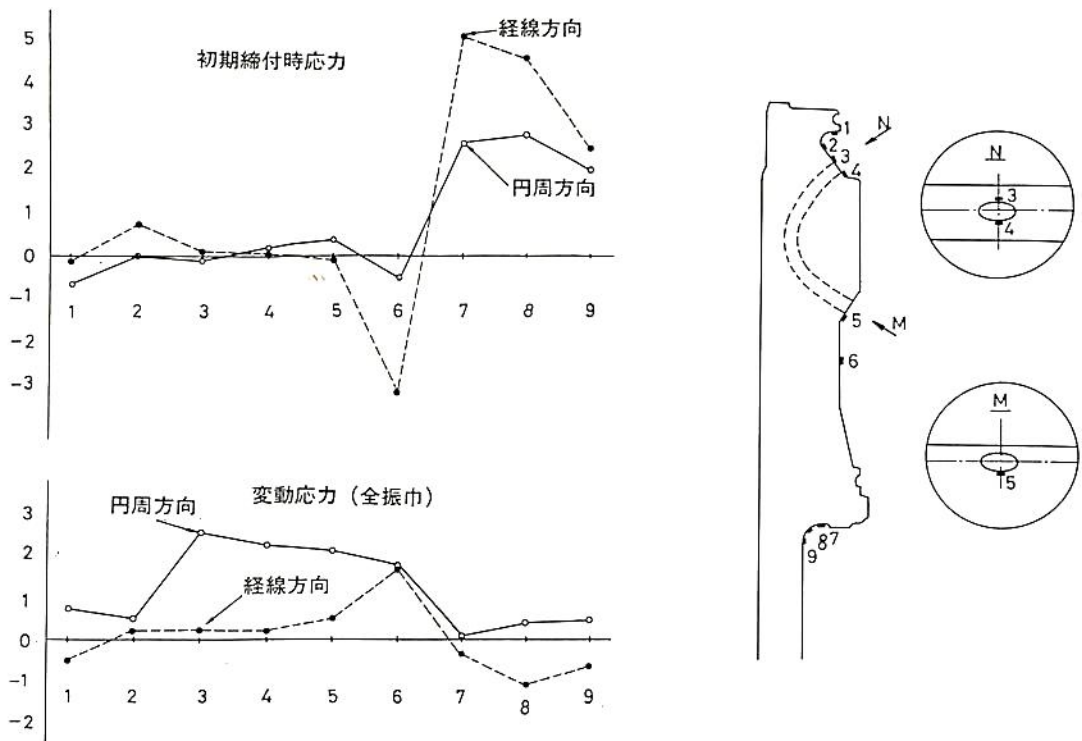
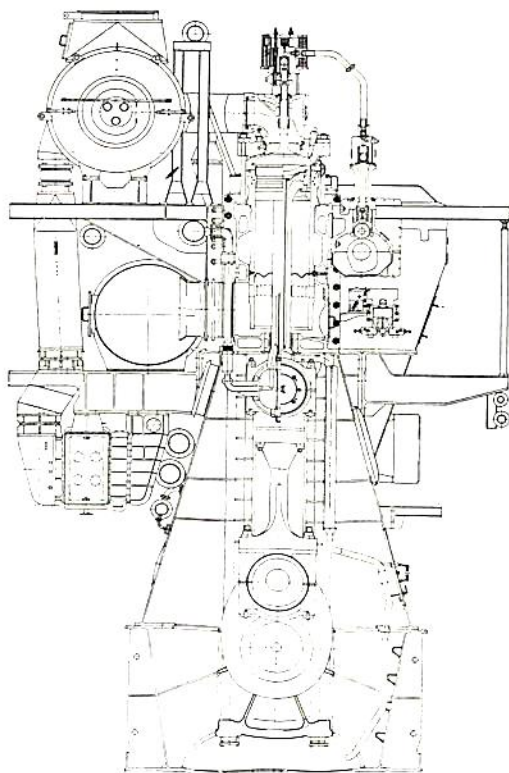


図-12 シリンダライナの応力



L67G F組立横断面図

る。本機関は52年末までに16台の陸上運転を終了する予定である。

L45G F形機関は、12シリンダ6台の受注が確定し、1番機は昭和53年1月末に、L80G F形機関は53年4月、L90G F形機関は7月に、それぞれ1番機の起動が予定されており、L-G F形機関の全機種が出揃うことになる。

L-G F形機関が真にユーザー各位に信頼される機関たりうるか否かは、今後の実績いかんにより、就航実績の追求と、それから得られる問題点の早期解決に取り組んでいきたい。

■おわび

前号で新年号の新造船紹介は「500 Tヘビーデリック搭載の重量物運搬船「若菊丸」と予告いたしましたが、都合により同船の引渡し後まで延期させていただきます (編集部)



安全公害の話題

IMCO 海上安全委員会・海洋 環境保護委員会合同会議 —特に米国提案のタンカー規制に 関する討議について—

竹 内 正 敏

運輸省大臣官房安全公害課

一昨年暮（1976年）の米国沿岸において連続して発生したタンカーの座礁・油流事故を契機に、昨年（1977年）3月17日カーター米大統領は、タンカーの安全及び海洋汚染防止のための措置について声明を出した。これを受けて国際的な場であるIMCO（政府間海事協議機関、国連の専門機関の一つ）においてタンカーの構造設備基準の強化、タンカーの検査の強化等について検討に着手、引き続きこれが行なわれてきたことは既に昨年の本誌5月号及び6月号で述べてきた。

IMCOにおいては、その後インターセッションルワーキング・グループを設置し、第1回（1977年5月16日—19日）、第2回（6月20日—24日）、第3回（7月18日—22日）と各国参加のもとに国際的に検討が加えられてきたが、こららワーキング・グループにおける検討結果について、更に今回この合同会議において検討された。

以上のタンカー規制措置は、最終的には今年2月6日—17日開催予定の全権会議において国際的に合意され、また合意内容については、主として1973年海洋汚染防止条約及び1974年海上人命安全条約の改正プロトコルの形になることとなる。

このようなことから、今回の合同会議は、上記全権会議においてプロトコルを採択するための草案を作成・採択し、実質的には条約採択準備会議の性格を有する会議であった。

今月は、本合同会議において検討の結果作成された草案のうち、主な議題の内容等について記述する。全権会議においては、この草案をもとに討議され、必要があれば修正が加えられ、両プロトコルが採択されることになるであろう。

1. 1973年海洋汚染防止条約及び1974年海上人命安全条約の改正プロトコル草案について

条約改正プロトコルの形式については、それぞれの条約において次の二案が作成され、条約会議に提出されることとなった。同会議においていずれかの形になるか結論が出されることになる。

A案・親条約の締約国のみが、条約改正プロトコルの締約国となることができるが、その義務はない。なお、本プロトコルの発効は親条約の発効後となる。

B案・国際航空運送条約の1975年モントリオールプロトコルNo.4の例にならったもので、条約改正プロトコルによって親条約を修正した新条約とする。なお親条約はそのまま存続することになる。本プロトコルは、親条約の発効とは関係なく発効させることができる。

従って次の4の草案が全権会議用に準備された。

- (1)1974年海上人命安全条約のプロトコル草案（A案）
- (2)1974年海上人命安全条約のプロトコル（B案）
- (3)1973年海洋汚染防止条約のプロトコル（A案）
- (4)1973年海洋汚染防止条約のプロトコル（B案）

条約改正プロトコルの中に、改正手続規定を入れることについては、これを不要と主張した国もあったが、多くは技術的規則につき tacit acceptance方式の容易な改正手続規定が必要であるとの観点から、改正手続規定を設けるべきであるとし、実質的に改正手続規定が本プロトコルに含まれることになった。

本プロトコールの非締約国の登録船舶に対する取扱いについては、1973年海洋汚染防止条約に規定（第5条(4)：締約国は、この条約の非締約国の船舶に対し有利な取扱いが行われることのないようにするために必要なこの条約の規定を適用しなければならない。）があるが、1974年海上人命安全条約の中には、この規定がないので、1974年のプロトコールの中に同様の趣旨の規定がおかれることになった。

また、1973年海洋汚染防止条約の早期発効のための措置として、同条約の附属書Ⅱ（ばら積有害液体物質による汚染の規制のための規則）の実施期日を、同条約の附属書Ⅰ（油による汚染の防止のための規則）の実施期日より延期させる問題については、次の5案が作成され、全権会議に提出されることになった。

1973年海洋汚染防止条約では、その規制物質ごとに附属書Ⅰ（油）、附属書Ⅱ（ばら積有害液体物質）、附属書Ⅲ（包装、フレートコンテナ等に収納された有害物質）、附属書Ⅳ（汚水）、附属書Ⅴ（廃棄物）において、それぞれ規制内容が定められており、附属書Ⅰ及びⅡは強制附属書であり、同条約の加盟にあたっては、条約発効時点において少なくとも必ずこれらを実施しなければならないことと定められているが、現在、同条約に加盟しているのは、発効要件にまだほど遠いわずか3カ国であり、しかも各国において、ばら積有害液体物質の陸上受入施設の整備等附属書Ⅱに係る措置が、附属書Ⅰに係る措置よりかなり遅れている状況にある。

6月の第7回海洋環境保護委員会において、この点が指摘され、各国が同条約に早期に加盟して同条約の早期発効を促進し、また附属書Ⅰの油の規制だけでも実質的に早急に実施する見地から同条約の附属書Ⅱの実施期日の延期規定を本プロトコールに含めるべく検討に着手されたものである。

I A案・プロトコールの締約国は、海洋環境保護委員会により定められた期間附属書Ⅱの実施を延期する。

I B案・プロトコールの締約国は、条約及びプロトコール発効後一定期日以内に、附属書Ⅱの実施日を決定する。

I C案・プロトコールの締約国は、条約発効後1年以内に、附属書Ⅱの実施日を決定する。条約の締約国になる準備をしている国の間で、その延期についての紳士協定を優先させるべきであり、IMCO総会または理事会によるこの

意味の決議の採択により、これが促進される。

II A案・プロトコールの締約国は、各海洋環境保護委員会により定められる期間、附属書Ⅱの実施日の延期を宣言することができる。

II B案・プロトコールの締約国は、各附属書Ⅱの実施のための措置が終了するまでの間、附属書Ⅱの実施延期を宣言することができる。

（これは附属書Ⅱを実質的に選択附属書に変えることとなる。）

なお、これに関連して附属書Ⅱの実施延期に関する規定と、タンカーの構造設備基準の強化に関する規定を同一のプロトコールに入れると、後者を受け入れ難い国がプロトコールに加盟できず、結果的には同条約の早期発効を促進できなくなるおそれがあるので、両規定を切離し、2のプロトコールにすべきであるという提案が、或る国より提出された。

この問題は、政策的な問題であるので、来たる全権会議で決定されるのが適当であるとの感じであり、全権会議に持ちこされ、草案は特に作成されなかった。

2. S・B・T（専用バラストタンク）、C・B・T（クリーンバラストタンク）、C・O・W（原油洗浄方式）及びイナーナートガスシステムについて

1973年海洋汚染防止条約では7万重量トン以上の新造タンカーに、このS・B・Tの義務づけが、1974年海上人命安全条約では10万重量トン以上の新造タンカーまたは5万重量トン以上の新造油兼用船にイナーナートガスシステムの義務づけが規定されている。

米国提案は、上記2条約を改正してタンカーに対するS・B・T及びイナーナートガスシステムの適用範囲を、既存タンカーを含む2万重量トン以上にまで拡大しようとするものである。

特にS・B・Tを既存タンカーに適用する場合には改造が必要となり、しかも改造後は載貨重量の減少を招来するところから、この実施について他の代替方式の開発、導入時期前後において、これを実施するタンカーと実施しないそれとの海運競争上の差の解消の点等につき指摘がなされていた。

その代替方式としてC・O・W（原油洗浄方式）、海運競争上の差を解消するための措置として、S・B・Tへの移行への一定期間C・B・T（クリーンバラストタンク）方式を認めるべきということが、或る国より提案され、具体的な措置として検討されてきた。

本合同会議では検討の結果、米国提案の代替案と

して2のパッケージ案が作成され。

これは、上記事項のタンカーの適用範囲（既存船か新造船か、原油タンカーかプロダクトタンカーか、また下限の重量トン数）と、その実施時期について

パッケージの形の草案であり、来たる全権会議においては、これをめぐって各国の激しい議論が展開されることが予想される。

パッケージのⅠ及びⅡの草案の概要は次のとおり

(Package I)

適用区分 適用項目	新造タンカー	既存タンカー
S・B・T	<ul style="list-style-type: none"> 2万重量トン以上のタンカー プロトコールの発効時より実施（注1） 	<ul style="list-style-type: none"> 2万重量トン以上のタンカー、但しプロダクトタンカーに対しては、黒色の油のタンカーには5万重量トン以上のものに適用し、白色の油のタンカーには適用しない。 プロトコールの発効後2年後より実施
C・B・T	—	<ul style="list-style-type: none"> 2万重量トン以上のタンカー、但しプロダクトタンカーに対しては、黒色の油のタンカーには5万重量トン以上のものに適用し、白色の油のタンカーには適用しない。 フリーフロー船は載貨重量の減少を実施するだけでよい。 プロトコールの発効時より2年間実施
イナートガスシステム	<ul style="list-style-type: none"> 2万重量トン以上のタンカー、但しプロダクトタンカーに対しては5万重量トン以上のタンカーに適用 プロトコールの発効時より実施（注2） 	<p>同左</p> <ul style="list-style-type: none"> プロトコールの発効後5年後より実施

(Package II)

適用区分 適用項目	新造タンカー	既存タンカー
S・B・T	<ul style="list-style-type: none"> 7万重量トン以上のタンカー（1973年海洋汚染防止条約に定められているとおり） 実施は、1973年海洋汚染防止条約の定めているとおりであり、実質的に同条約の発効時点からとなる。 	<ul style="list-style-type: none"> S・B・Tまたはその代替方式C・O・Wいずれかを措置する。 7万重量トン以上のタンカー、但しプロダクトタンカーには適用しない。 プロトコールの発効後3年後より実施
C・O・W	—	
イナートガスシステム	<ul style="list-style-type: none"> 5万重量トン以上（洗浄能力60m³/時をこえるものは2万重量トン以上）の石油タンカー及び洗浄能力60m³/時をこえる5万重量トン以上10万重量トン以下のプロダクトタンカー プロトコールの発効時より実施（注3） 	<ul style="list-style-type: none"> 5万重量トン以上（洗浄能力60m³/時をこえるものは2万重量トン以上）の原油タンカー及び洗浄能力60m³/時をこえる7万重量トン以上のプロダクトタンカー プロトコールの発効後3年後より実施

(注1)(注2)(注3) 1973年海洋汚染防止条約または1974年海上人命安全条約で、S・B・Tまたはイナート・ガスシステムの備付について、既に適用対象となっているタンカーについては、それぞれ同条約に定められている時点より実施され、新たに適用対象となるタンカーについてのみ、プロトコールの発効時より実施の意味と考えられる。

また、Package IIに記されているS・B・Tの代替方式としてのC・O・W方式については、その汚染

防止効果等まだ十分に評価されていないこともあって、12月（1977年）開催の第8回海洋環境保護委員

会でワーキンググループを設けて、更にこの問題が検討されることになった。特に C・O・W の設計基準、操作要件、規制実施手続を含む C・O・W に関するガイドラインを作成することとなった。このガイドラインは全権会議の前に各国に回章され、既存タンカーに対する S・B・T の代替方式として適当かどうか、各国において検討されることになるであろう。

3. 二重底及びその代替方式

米国提案は、2万重量トン以上の新造タンカーに二重底を設けることとし、座礁時における油の流失を防止しようとするものである。

二重底について、従来のタンカー安全・汚染防止作業部会における検討においては、重大な座礁には有効でないこと、座礁時における浮力低下によるサルベージの困難性、二重底内のガスの滞留による爆発の危険性等、各国からこれらの問題点等が検討当初指摘され、むしろ1973年海洋汚染防止条約において義務づけられている S・B・T の容量を、適切に配置することによって、座礁のみならず衝突にも対処する方が適当かつ現実的であるという考え方が大勢を占めた。

そしてタンカーの衝突または座礁時における油の流失量を抑制する観点からの、S・B・T の防護配置基準を各国の協力を得て作成することとなり、今次会合において二重底の代替方式として、これについての2の算式案が作成された。これの結論は当該算式の中の係数の決定も含め、全権会議に持ちこされることになった。

2の算式の基本的考え方は、それぞれ次のとおりである。

- (1) タンカーの外板表面積の一定値を S・B・T により保護する方式
- (2) タンカーの外板表面積と仮想油流失期待値の関係で決める方式

なお、参考までに両算式を示せば次のとおり。

$$(1) \sum P A_e + \sum P A_s \geq 0.3 [L_i (B + 2D)]$$

L_i : 貨物艙を有するスペースの船の長さ方向の長さ

$\sum P A_e$: 船側より幅方向に 1.5m 以上離れているスペースで貨物艙でない場合における当該場所の L_i 内の両船側外板の面積

$\sum P A_s$: 船底より深さ方向に 2m または $B/15$ のうち小さい方の値以上離れてい

るスペースで貨物艙でない場合における当該場所の L_i 内の船底外板の面積

$$(2) \sum \frac{b_i}{t_c} P A C + \sum \frac{h_i}{V_s} P A S \geq \left(\frac{O_e + O_s}{2 O A} - 0.5 \right) [L_i (B + 2D)]$$

L_i : 貨物艙を有するスペースの船の長さ方向の長さ

$P A C$: L_i 内のウイングバラストタンクまたはボイドスペースの船側外板の面積 (ウイングタンクは、その幅が $0.5 + L/200m$ 以上の場合に限る。)

$P A S$: L_i 内の船底バラストタンクまたはボイドスペースの船底外板の面積 (二重底タンクは、その高さが $0.5 + L/150m$ または $B/15$ のうち小さい方の値以上の場合に限る。)

O_e : 船側損傷の場合の仮想油流失量

O_s : 船底損傷の場合の仮想油流失量

$O A$: 3 万 m^3 または $400^3 \sqrt{D W}$ のうち大なる方で最大 4 万 m^3 、但し $0.12 L \cdot B \cdot D$ を超えることを要しない。

b_i : 夏期満載喫水線におけるウイングタンクの幅 (単位は m)

h_i : 二重底の最小深さ (単位は m)、二重底のない場合は 0

t_c : $B/5$ または $11.5m$ のうち小さい方の値

V_s : $B/15$ または $6m$ のうち小さい方の値で $b_i \geq t_c$ のとき $b_i/t_c = 1.0$ 、 $h_i \geq V_s$ のとき $h_i/V_s = 1.0$ とする。

なお適用範囲については、二重底の代替方式が S・B・T を前提としていることから、新造船に対する S・B・T の強制範囲と同様と考えられ、これの関連で検討されるであろう。

■ “船舶” 用 (1 年分 12 冊綴り) ファイル ■

定価 800 円 (〒 300 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

■新倉工業の甲板固定式原油洗滌装置
“Hy-OTAC Mark II”

取入口本体

最近のタンカーでは荷油の一部を洗滌液として揚荷中に、タンク内を洗滌する方式が一般化されている。原油洗滌は原油中の成分が溶剤として作用するため、沈殿して揚荷できない油性残留物を溶解するのに有効であるからである。

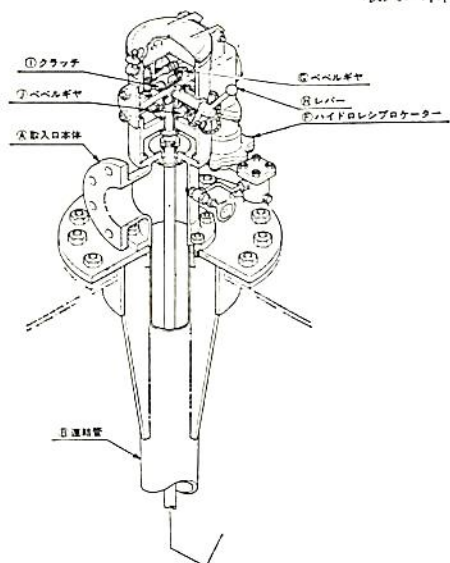
新倉工業では固定式海水洗滌装置 Hy-OTAC の実績から、日本船用機器開発協会と共同開発で多段階原油洗滌方式、すなわち揚荷の進捗状況に応じてタンク上部と底部に区分して噴射洗滌する方式の Hy-OTAC Mark II を完成、函館ドックで建造中の 255,000DWT タンカー “CAPTAIN JOHN” (リバノス向け) に納入した。

同装置の作動機構は右図に示すように、取入口本体④より洗滌液として流れ込んだ原油は連結管⑤を経てノズル装置に入り、ジェットノズル⑥よりタンク内に噴射される。

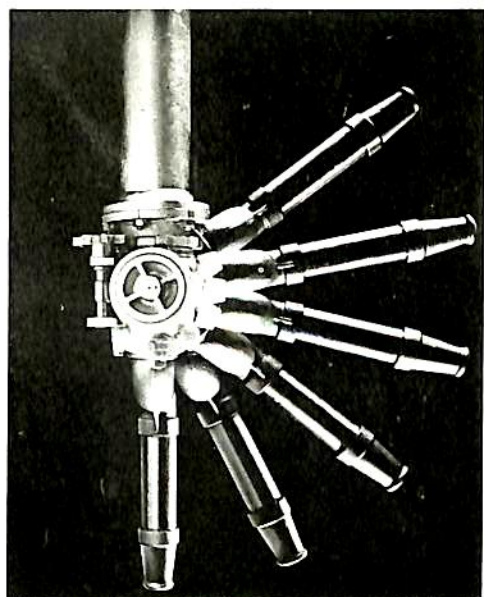
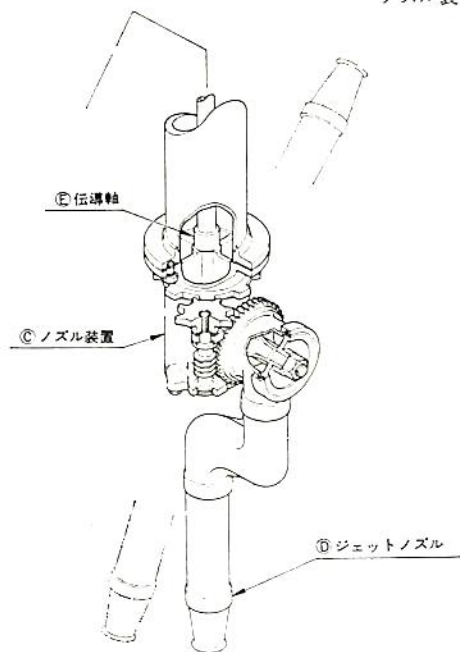
ジェットノズルは連結管内部に縦通している伝導軸⑦によってゆっくりと水平方向に回転しながら、同時に垂直方向にも微速回転偏向を行なう。

なお伝導軸はハイドロシプロケーターによって水平回転運動、すなわちハイドロシプロケーター→ラチェットギヤ→ベベルギヤ⑧→伝導軸へと往復運動が回転運動に伝達される。

反復洗滌時のノズル運動方向の切り換えはレバー



ノズル装置

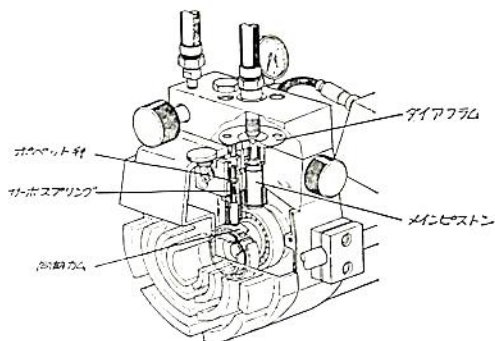


ジェットノズル部

⑨の操作でクラッチ①を移動させ、ベベルギヤ⑧の回転方向の変換により行なわれる。

同装置の1サイクル洗滌角度範囲は、水平方向360°、垂直方向仰角45°、俯角90°の計135°。なお同装置には2機種があり、A型は噴射量100~180M³/Hr 呼び径125mm、B型は噴射量50~90M³/Hr、呼び径80mm。

シンクロ・サーボ・バルブ機構



■山田油機の電動エアレス塗装機 YSE-750

塗料の性質向上と著しい塗装技術の多用化に対応し、塗装用機器業界では、ストローク、パッキンなどの摩耗を最少限とする耐久性の高いポンプ機構および用途別の機種をそろえて、利用範囲を拡げる製品の開発に取り組んでいる。

山田油機製造（東京・大田区南馬込1-1-3）は、このほどモーターからダイヤフラムまで、開発生産を一貫作業として行なった結果、328,000円という廉価な電動エアレス塗装機を完成、発売することになった。同機は国内で初めてのシンクロ・サーボバルブ機構をもつ電動油圧ダイヤフラム方式を採用している。

YSE-750は上図に示すようにシリンダ内の作動油の圧力を自主的に察知するボベット弁、サーボスプリング、同期カムよりなるいわゆる“考える機構”を導入、適切な作動油の供給を行ない、効率上、有害な気泡、オイルおよびメカニズムの劣化の原因となるキャビテーションを防止している。したがって長期的に安定した性能を保ち、かつ高吐出圧、高吐出流量が可能となっている。

動力・100V（750W）単相、サーマルリレー付、電力消費8～10A、吐出圧力・最高260kg/cm²、吐出流量・最大2.8l/min。

■古野電気の小型船用ファクシミリ

船用ファクシミリは、各種の気象図、海況、漁況、および一般ニュースなどの放送を船上で受画記録し、航海の安全と漁船操業の能率化に役立たせるなど、船内における唯一の情報源である。とくに小型船では使い易くて小型軽量のファクシミリが要求されている。

古野電気はこのほど独自の1本ペン記録方式を採用した小型軽量の船用ファクシミリ FAX-103型

を開発、発売した。

記録部は、WMO規格に準拠した自動起動、自動位相整合、自動停止回路を組み込んだフルオート機構とし、送信途中から受画したい時でもワンタッチで起動させることができ、送信終了とともに自動的に停止する特殊回路が組込まれている。

記録紙は、新しいアルミ蒸着紙を採用、無塵、無臭で排気プロアを必要とせず記録が鮮明である。

受画した記録紙は下の写真で見るとパネル前面に繰り出すので、記録が見やすく、また装備機器の上部空間も利用が出来る。

受信周波数範囲は 1.6～25MHz で17波まで組込が可能。選局ユニット（プリント基板）を受信機前面で簡単に交換できるので実質的にはチャンネル数の制限はない。同機は、受信部と記録部の2ユニット数で構成されており、外部受信機を使用する場合は、記録器だけでも装備できる。

〔受信部〕

受信周波数 1.6～25MHz
 受信チャンネル 最大17波まで組込可能
 チャンネル切換 押しボタンによる一挙動切換

〔記録部〕

記録方式 タイミングベルトによる1本ペン平面走査方式

画面縮小率 6/11
 記録器動作 起動、停止は自動または手動
 位相整合 自動または手動

〔電源〕 AC100、110、200、220V
 50～60Hz
 DC24V

〔構成〕

電信部 410(W)×62(H)×262(H)mm
 4 kg
 410(W)×252(H)×433(D)mm
 25kg



新 連 載

漁船の復原性能について

<1>

Practical Considerations Relevant to
the Stability of Fishing Vessels <1>
by Tsutomu Tsuchiya

土 屋 孟

工学博士・水産庁漁船研究室

まえがき

漁船にとって復原性能は漁業者の生命にかかわる最も重要な性能であるが、このことは漁船に乗って、夜の時化の海で死の恐怖に直面した経験のある設計者なら、骨身にしみて感じているに違いない。

漁船保険統計表の海難統計によると、過去10年間の保険加入漁船の転ぶく、沈没および行方不明の事故数は表1のとおりで、この間に昭和41年3月に漁船載荷基準、同47年3月に小型漁船安全基準が設定されたにもかかわらず、事故件数は減少しているとはいえない。同表の沈没および行方不明船の中にも、転ぶくまたは船内への海水流入による沈没という復原性能の不足に起因する事故が、相当数含まれていることは容易に想像されることである。

これらから推して、漁船のように小型でありながら、荒天に遭遇する船舶の転ぶく、または沈没（非破壊状態での）事故を皆無にすることは本来不可能で、この程度の事故発生数は止むを得ないものである、との意見が聞かれるのも、ある程度理解できるし、また漁船の転ぶく、沈没事故原因を大型船舶の考え方で判断しようとするに問題がある、とする意見ももっともなことと考えられる。

しかし、誠に遺憾ながら現在の時点では、100トン程度以下の漁船の転ぶく、沈没事故がどのような状況下で、どのような過程を辿って発生するのかわかることは、技術的にまだ十分に解明されていない。このことは、昭和52年3月にIMCO（政府間海事協議機関）の主催で行なわれた漁船安全条約締

表1 年次別動力漁船の重大海難事故

(転ぶく+沈没+行方不明) 件数統計資料 (水産庁漁船保険統計表, 1975より)

分類	年度	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	49年度内訳		
												転ぶく	沈没	行方不明
合 計		689	453	538	563	632	795	854	979	677	870	267	351	252
総 ト ン 数 階 層 別	0~4.9	512	316	396	415	489	665	712	829	538	706	247	263	196
	5~ 9	42	36	31	30	34	35	51	54	46	63	8	19	36
	10~ 19	56	32	39	37	39	33	29	35	43	40	6	27	7
	20~ 49	40	38	39	39	38	25	26	28	22	24	2	18	4
	50~ 99	27	26	26	34	28	28	24	26	21	28	3	18	7
	100~199	9	1	4	7	4	5	10	5	5	8	1	6	1
	200~499	3	4	3	1		4	2	2	2	1			1
500~														

結会議（いわゆるトリモリノス会議）において、漁船の復原性能に関する研究課題が数多く勧告されたこと、および同会議において、わが国が提案した乾舷規則の設置も否決されたこと等が、上記の現状を如実に物語っており、漁船の復原性能の判定に関する基本的な考え方が、まだ世界的に確立されていないことを示しているといえよう。

従って、技術的常識に従えば、漁船と乗組員の安全のためには、漁船の設計時の復原性能を十分余裕のあるものとし、かつ使用者側も無理と思われる使い方をできるだけ避けることが本来のあり方であるべきである。しかし、現実のわが国の漁業経営の実態を見ると、とてもそのような余裕をもてるような状態ではない。すなわち、安全の許される限度ぎりぎりまで漁撈装備を増やし、かつ荷を積んで操業を行っているのが、わが国の漁船の使用実態であるといってよい。

このような状態下にあっては、われわれ漁船の研究者に課せられることは、漁船の復原性能および乾舷の必要最低限界の明確化であり、その設計基準ないしは使用基準であろう。

しかし他方、漁船のような小船の転ぶくまたは沈没事故の防止は、操船者の運航技術に負うところが極めて大きく、いわゆるフルブルーフの漁船といったものは、実用上考えられない。漁船の転ぶく・沈没事故の防止対策を、造船技術面からのみ一方的にきめようとすることは大きな誤りであるとし、漁業者の操船責任を重視すべきであるとの意見のきかれるゆえんである。

以上から明らかなように、漁船の復原性に関する研究には多くの問題が介在し、単に造船技術面からのみ考えようとする、泥沼の様相をもつ研究課題である。しかし不幸にして転ぶく事故をおこし、生命を失った乗組員と、一家の支柱を失った遺族の悲劇に接するにつけて、漁船の研究にたずさわる者にとってはどんなに困難な課題であっても、また多くの批判を受けることがあっても、この問題をきけては通れない責任があると思う。

最近の漁船の建造の動向をみると、漁撈装備の増大と操業の強化に伴う、漁船の重心位置の上昇と、乾舷の減少傾向は依然として続いているばかりでなく、省燃油、あるいは速力の増大を目的としたやせ型船型の採用、居住区改善を目的とした風圧側面積の増大化傾向、FRP製高速沿岸漁船の出現等の新しい事態も生れ、現在までに制定実施されている経験を主体として作成された漁船の復原性基準、およ

び乾舷基準に多くの矛盾が生ずるに至っている。

このような時期に当って、漁船の復原性能の判定の考え方と、判断基準の実態を研究者の立場から述べ、かつ今後問題とすべき課題を紹介して、広く関係者のご理解と、ご協力を頂くことは意味のあることと考え、潜越ながらあえて筆をとらせて頂くこととした。

1. 復原性保持の難しさ

本題に入る前に、漁船が適度の復原性を保持することの難しさについて少しふれておきたい。

漁船にとって復原性の確保は、重要なことではあるが、しかし安全のためとはいえ、その復原力が大きい程よいというものでは決してない。復原力が大きすぎ、安定性があまり良すぎると、船は一般に短い周期の横揺れをするので、比較的波長の短い風波の中で揺れ易くなって、乗組員を疲れ易くすると共に、漁具にも大きな力が加わるため、その損耗をはやめる等の欠点が生ずる。これらは生産財としての漁船の価値を著しく低下させ、漁業者にきらわれる船となる。

従って、漁船の設計に当っては、その安全上の必要最低限度よりも僅かに上廻った復原性能の船をねらうのが、漁業者に最もよるこぼれることになる。たらい船ではよい漁はできないとか、よい漁船は日本刀のようなもので、使い手によっては刀こぼれせずに切れ味よく切れるが、なたとは違って使い手によっては折れてしまう、といった言い方がされるのも、この辺のことを物語っていると思う。よく熟達した設計者が、時には、漁撈性能や速力性能を深追いしすぎて、復原力が不足気味の漁船を設計してしまうのも、このような理由からであろうと想像される。

以上は船の重心位置があまり高くない一本釣漁船や延縄漁船での話であるが、最近のまき網漁船や底曳網漁船のように、どんなに設計努力をしても重心がある程度以下に下がらない漁船では、復原性能面できびしい設計限界が生じてしまう。その際、多くの場合は、船の幅 B を広くし、深さ D を浅くして（わが国の漁船では $L \times B \times D$ の値、すなわち主要寸法の相乗積が制約される場合が多いため） B/D を大きくし、復原性の確保をはかることになるが、しかし B/D を無限に大きくしてよいというものではない。すなわち B/D を極端に大きくすると、港の中での復原力は一見増大するように思われるが、沖合の波浪の中では逆に波を甲板上に打ち込まれ易

い、復原力に不安のある船になってしまう。そのような船の特性として、大傾斜をすると復原力が、急激に失なわれて非常にもろく転ぶくする傾向があるので、過去の漁船の遭難例の中には、上述のような乗員の錯覚が原因となったものも相当数あるのではないと思われる。

しかし何と云っても、漁船の復原性能の良否の判断をするに当って一番の難問は、漁船が船長や漁撈長の判断に従って時には大きな時化にも遭遇し、また積荷状態あるいは操業状態が様々に変化することではなからうか。

よく、時化の前後には大漁をするといわれる。これは必ずしも大量の漁獲があるというばかりでなく、他船が休漁している間に漁をすると魚価が高騰することも含んでいると考えてよい。従って腕のよい、船を信頼している漁撈長ほど荒天操業をする傾向がある。

その結果、他船と同等の復原力を船が持っていたとしても、風や波や操業時の漁具外力の影響を含めた総合的復原性能を考えると、同船は他船よりも危険な船となる可能性が強い。よい漁をする船に転ぶく事故が多いのは、そのためといっても間違いではないと思われる。

同様に、同一設計の漁船でも、積載量やその位置が異っている場合には、その復原力にも時には大差を生ずることはいうまでもない。しかし、その復原性能の使用時の実態を、漁業者がどの程度まで認識して使っているかは甚だ心もとない。

筆者はかつて同一漁港を根拠とした同一漁種の15トン型漁船30隻の入港状態時の自由ローリング周期を実測したことがあったが、それらの値が約5秒から11秒以上にまでバラついていたこと、さらにそれらの船長が自船の復原性能の良否を殆んど認識しておらず、他船と同様の復原力をもっていると思っていたことに驚かされたことがある。このようなことから、船長に対する運航説明に役立つ復原性能資料は、時には無いに等しい結果にもなり兼ねないことが理解される。トリモリノス国際条約会議において、漁船の建造者が船長に対して提出説明する復原性能説明書の内容について多くの議論がなされ、補足充実されたことは、当を得たものであったといえる。

筆者が数年前にソ連の漁船の安全検査体制を調査に行き、各漁船に備え付けられている復原性能説明書の分厚さに驚かされたことがあった。

その中には、その漁船で使われると予想される数

十におよぶ積荷状態のすべてに対して、積荷位置とその量の図示があり、その時の重量重心トリム計算およびGZ曲線がそれに添付されていて、船長が船橋に画かれている船の容積図に記してある自船の積荷状態と、その説明書の内容とを比較対照することによって、その復原性の現状を概ね理解できるようになっている。同船は数千トンのスタートローラーであり、かつわが国の沿岸漁船の現状、すなわち一隻毎に船型や構造の異なる漁船の多い現状からみて、この方法をすぐ採り入れることは困難であるが、わが国の漁船の現状は、もう少し改善されてもよいのではないかとの示唆を与えてくれるものであった。すなわち、わが国の漁船を建造する際に、既存の復原性能基準に合格させればよいというような、通り一ぺんのやり方で済まされてしまうのは甚だ疑問で、船の本当の使い方や船長、漁撈長の考え方をきいて基本設計を進め、船の完成後にその復原性能に関する説明書を運航責任者に手渡しして、よく説明することが大切であろうと思われる。

以上、漁船の適正な復原性能の確保が、その使用実態からみていかに困難であるかを理解して頂き、漁船の復原性能基準を、今後どのようなものにして行くことが望ましいかをご検討頂くよすがとして、あえて駄文を付け加えさせて頂いた。

2. 転ぶくに至る過程の分類

前述で判るとおり、漁船の復原性能の必要最小限度を明らかにすることが、漁船とその乗員の安全のためと、漁船漁業の経営安定のために最も望ましいことであるが、そのためには漁船がどのような状況で、どのような過程を辿って転ぶく、または沈没するかを知ることが研究の手掛りとして必要となる。

今までに多くの漁船の全損遭難時の状況から転ぶく、または沈没の状況の把握的な分類をすると、次のことがいえる。

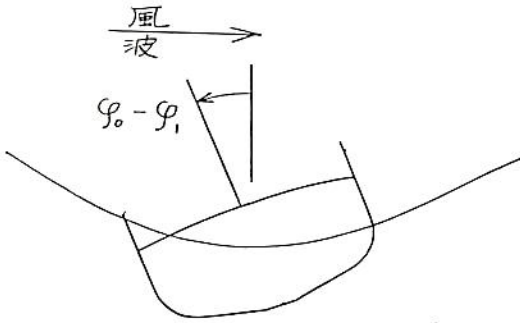
イ) 瞬時に転ぶく

行方不明船に多いと推定される。そのよい例としては着氷海難が挙げられる。この他に荒天時の河口港入港時、あるいは主機関の故障時等に発生の可能性が考えられる。瞬時の転ぶくの場合は、一般に乗員の死亡率が高い。

ロ) 片舷に大傾斜後、次第に傾斜増大の末転ぶく、または沈没。

その例としては大量の海水の甲板上への打ち込み、またはその結果として生ずる甲板上の漁具等の荷崩れ、あるいは操業中の漁具張力等に

図1-a



よる大傾斜が挙げられる。この場合は、船が直立に戻るだけの復原力を失って大傾斜のまま暫時ほぼ平衡状態に止まっている間に、さらに荷崩れ、海水の船内流入等の二次的原因が生じて、ついには転ぶくまたは沈没に至るが、人命は救助される可能性が高い。

しかし、これらの事故例から、漁船の転ぶく防止の見地に立って原因の究明をしようとする、それらの事故の発生した時の気象海象、船の積荷状態、水密性等を十分に把めないことが多く、今までのところでは、漁船の事故調査のみから漁船の復原性能の必要最小限度を求めようとするは、予想外に困難な仕事であった。従って、それを補うためには漁船の転ぶくに至る過程をさらに細分化して、理論や模型実験の助けを借りて、事故の発生原因究明の核心に近づくことが必要となってきた。

そのような目的で漁船の転ぶくの過程をより詳しく分類してみると、現時点で考えられる漁船の転ぶくは以下のように分類できるものと考えられる。

(1) 横風横波中停船時の転ぶく

(i) 大角度横揺れ下の瞬時の転ぶく

(ii) 同状態下での海水の大量打ち込み一舷大傾斜状態→転ぶく、または沈没

上記の諸状態は荒天中の主機関事故発生時、または停船操業時に生ずるおそれがあり、その際、風によって加えられる傾斜モーメントの存在を考慮する必要がある。

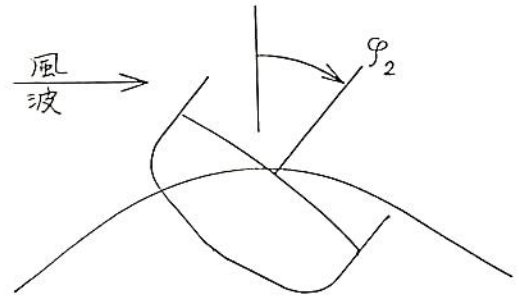
(2) 波浪中航走時の転ぶく

(i) 海水の大量打ち込みによる転ぶく

(ii) 追波中の復原力損失による転ぶく

(iii) 斜め追波による転ぶく（舵が利かなくなり、船首をふられて転ぶくする）

図1-b



(3) 操業時の漁具張力等による転ぶく

(4) その他の原因による転ぶく

(i) 着氷による転ぶく

(ii) 強風による転ぶく

(iii) 高速急旋回による転ぶく

(5) 上記諸原因の重合による転ぶく

以下にそれらの中で特に発生し易いと思われる転ぶく現象について理論的解析を加え、それにもとづく転ぶく防止対策とその実用化についてふれることにする。

3. 横風横波中停船時の復原性

横風横波中の漁船の転ぶくまでに至る過程としては、2章に述べた通り2つに大別できるが、ここではそのような転ぶくを防止するために研究された安全性示数（いわゆるC係数）による漁船の復原性判定法の、理論的な考え方を要約して紹介することにする。

(1) C₂係数について

漁船においても一般の船舶と同様に、最も転ぶくの危険性の高い状態の一つは、停船中に横風横波を受けている状態であろうと考えられる。その状態下の船の動揺を少し掘り下げて考えてみると、そのような状態下で最も危険な瞬間としては、船が不規則

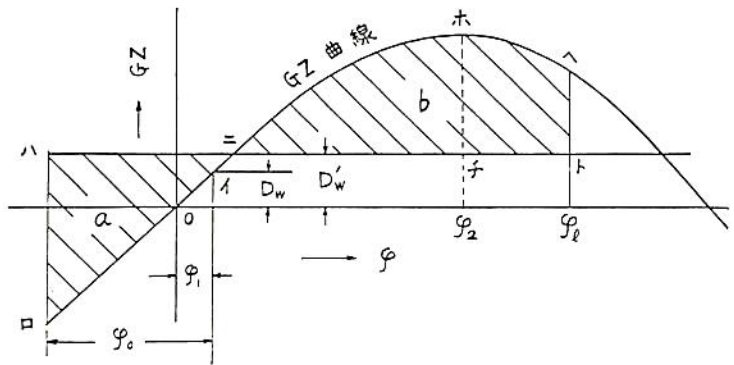


図2 C₂係数説明図

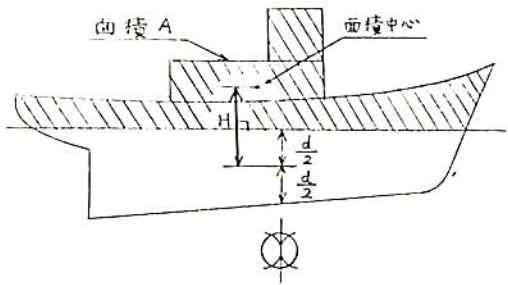


図3 AおよびHの説明図

な波の中で同調気味の大幅度横揺れを行ない、風上側に最も大きく傾いた瞬間に(図1-a)、さらに風上側から突風を受けて、風力と波力と船の復原力の合成により、船が一気に風下側に大傾斜する(図1-b)際であり、その際にも船が風下側に転ぶくしないだけの復原力を持っていれば、そのような状況下での同船の復原力は、安全性の許容範囲内にあるものと考えられる。そのような現象をGZ曲線図を使って説明すると図2の通りとなる。

図2中の各記号の意味を以下に示すが、その算出式はすべて旅客船の復原性基準のものを準用している。

- φ : 船の横傾斜角(度)
- φ_1 : 定常風による船の定常横傾斜角(度)
- φ_0 : 次式で求められる波面に対する相対横揺れ角(度)(なお同調時には絶対横揺れ角とほぼ等しくなる)

$$\varphi_0 = \sqrt{\frac{138 \times \gamma \times S}{N}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

以下で判るとおり、船型、船の状態および気象海象によって異なる。

- φ_l : 限界横傾斜角で、これを越して傾斜すると大きな荷崩れをおこし、船の復原力が失われてしまう限界角(度)

$$D_W = \frac{K_1 \times A \times H}{d} : \text{定常風による船の傾斜モーメントレバー (m)}$$

$D_{W'}$: 突風による船の傾斜モーメントレバー(m)
日本近海では $D_{W'} = 1.5 D_W$ の関係があることが調査により知られている。

- A : 風圧を受ける船の水面上の側面積 (m²)
- H : 面積Aの側面積モーメントレバー (m)。

図3参照

- d : 船の排水量 (t)
- K_1 : 風速によりきまる常数 (表2参照)

表2 常数 K_1 , K_2 および K_3 の値

定常風速	K_1	K_2	K_3
26 m/sec	0.0514	0.151	0.0072
19 "	0.0274	0.153	0.0100
15 "	0.0171	0.155	0.0130

γ : 有効波傾斜係数で(2)式で求められる。

$$\gamma = 0.73 + 0.6 \times \frac{OG}{d} \quad \dots\dots\dots(2)$$

OG : ($KG - d$) で水面上船の重心までの高さ (m)

d : 船の型喫水 (m)

S : 波の粗度 = 波高 / 波長, (3)式で求められる。

$$S = K_2 - K_3 \times T_\phi \quad \dots\dots\dots(3)$$

ただし, $0.100 \geq S \geq 0.035$

K_2, K_3 : 風速によりきまる定数 (表2参照)

T_ϕ : 船の自由横揺れ周期で(4)式で、求められる。

$$T_\phi = \frac{2\pi \times K_{XX}}{\sqrt{9.8 \times GM}} = \frac{2.01 \times K_{XX}}{\sqrt{GM}} \text{ (sec)}$$

K_{XX} : 船の横揺れ慣動半径 $\dots\dots\dots(4)$

GM : 船の横メタセンター高さ (m)

N : 船の横揺れに対する Bertin の減減係数 (1/度)

すなわち、図1-aは図2においてはハロで示す傾斜角の状態にあることを示し、図1-bは図2のハロで囲む面積aと等しい面積ホニチとなる傾斜角 φ_2 の傾斜状態にあることを示している。

従って、いま

$$(\text{面積 } b) / (\text{面積 } a) = C_{2-l} \quad \dots\dots\dots(5)$$

と定義すれば、このような状況下で船が転ぶくしないための条件としては

$$C_{2-l} > 1 \quad \dots\dots\dots(6)$$

であることがいえる。

これと全く同様に、同船のその状態における海水流入限界傾斜角 φ_l (すなわち、船内に海水の大量流入を許す開口が水没し始める限界傾斜角)までの面積を b' とすると、

$$(\text{面積 } b') / (\text{面積 } a) = C_{2-f} \quad \dots\dots\dots(7)$$

と定義すれば、 C_{2-f} についても C_{2-l} と同様のことがいえる。

以上で明らかのように、船が横風波中で停船している状態では、 $C_{2-l} > 1$, かつ $C_{2-f} > 1$ であれば、理論的には船は瞬時の転ぶくの危険はないと判断することができる。これが C_2 係数による復原性判定法で、わが国の船舶安全法にもとづく旅客船に対す

る復原性規規則乙基準の考え方と全く同一である。

ただし、漁船の場合は、操業海域で遭遇する気象海象、操業時の傾斜モーメントの存在、大傾斜に伴う大幅な荷崩れの可能性の存在、比較的水面に近い位置における浸水開口の存在、船型の相異によるローリングの減衰力の大小を示す N 係数の値等が、旅客船と必ずしも同一でないため、同じ理論を使うにしても、その計算の実施に当っては、使用実態に即した考慮を払う必要がある。

しかし、この考え方を漁船に使う際に問題と思われる点は、漁船のように船の大きさに比べてブルワークの高い船が低乾舷状態で横揺れする場合、前述のような波と同調気味の大動揺をすると、 C_2 係数で判定するような転ぶく現象に至る以前に、ブルワークをこえて上甲板上に大量の海水をすくい込み、そのために船が片舷に大傾斜したまま小動揺をするという他の現象に移向してしまい、 C_2 係数による判定法で判断する意味がなくなってしまうことである。この問題についてはひき続き(2)で述べることにする。

(2) C_1 係数について

漁船の全損海難の中には、前述の C_2 係数で説明される瞬時の転ぶく現象のほかに、上甲板上に大量の海水を打ち込まれて片舷に大傾斜し、なかなか起き上げない状態の時に、次々と波を受けて船体内部へ海水が流入し、あるいは大量の荷崩れをおこして船の傾斜が増加し、遂には転ぶくまたは沈没に至る場合が相当数あることが知られている。従って、(1)において述べられたような瞬時の転ぶくが生じなくても、風や波によって船が上述のように大傾斜状態になると、それが全損事故の引き金となるおそれが十分にあるので、その防止対策を講ずることも漁船の海難防止上、非常に重要なことであろうと考えられる。

船が横波中で停船している状態で、大量の海水を甲板の上に打ち込まれる場合を考えると、船が大角度の横揺れをして、そのブルワーク頂部が水面下に没入する時に最も発生し易いと推定される。

そのような場合を模型実験によって観察すると、水は船の中央部のブルワークの最も低い部分からすくい込まれるのが見られる。その場合、船に風圧に相当する程度の一定の傾斜モーメントを加えておくと、多くの場合、風下舷に相当するブルワーク上から水が甲板に乗る（その傾斜モーメントの無い時には風上舷側から水が乗る）ことも確かめられている。

以上のような実験結果等から、漁船においては横波中停船時における大量の海水打ち込みの主な原因は、風下舷のブルワーク頂部が大ローリングと風圧によって水面下に没入することによるものと推定し、それに対する理論的な検討を加えることにした。

不規則な海洋波の中で生ずる船の大角度横揺れ角度を C_2 係数の場合と同様に φ_0 とすると、風下舷の最低乾舷位置におけるブルワーク頂部が、水面下に没入しないための条件を安全性示数の形で表わすと次式となる。

$$C_1 = \frac{F_{MIN} + H_B}{(B/2)\tan(\varphi_0 + \varphi_1)} \geq 1 \dots \dots \dots (8)$$

ただし、

F_{MIN} : 安全性を判定しようとする載荷状態の最低乾舷 (m)

H_B : 上記の最低乾舷位置における上甲板上のブルワークの高さ (m)

B : 船の幅 (m)

φ_0, φ_1 : C_2 係数の際の定義と同じ (度)

なお、(1)式で算出する φ_0 の値はその計算時に想定した気象海象下で生ずる船の不規則な横揺れ運動で約200回に1回程度に発生すると推定される横揺れ角にあたるものが、理論的に裏付けられている。従って、(8)式の条件下でも、200揺れに1度位はブルワーク頂部が水面下に没入する可能性があることを示している。

実用上は(8)式に $\tan \varphi_1 = K_1 A H / (J \times G M)$ を代入し、(9)式を用いるのが便利である。

$$C_1 = \frac{2(F_{MIN} + H_B)}{B \times \tan\{\varphi_0 + (180 \times K_1 \times A \times H) / (J \times G M \times \pi)\}} \geq 1.0 \dots \dots \dots (9)$$

以上で明らかなどおり、(9)式は船が横波中停船時に上甲板上に大量の海水を打ち込まれない（言いかえると、海水をすくい込まない）ための判断の尺度となる。

しかし、漁船に関してはここに一つの問題がある。

すなわち、(9)式によれば、ブルワークが高いほど C_1 係数の値が大きくなる。これは海水打ち込み防止の条件としては当然のことではあるが、万一、高いブルワークをこえて上甲板上一杯に海水を打ち込まれることがあると、今度は逆にその高いブルワークが禍して、船はその大量の甲板水の動的傾斜エネルギーによって一気に転ぶくするか、あるいはもし直ちに転ぶくしないまでも、大傾斜したまま復原不能になり、結局は転ぶくまたは沈没に至る危険性が

極めて高いことが推定される。この問題については次号においてさらに述べることにする。

(3) 実用的利用法

上述の判定法を実際の漁船に使用すると、まず対象とする漁船について次の諸点を調べる必要がある。

- a) 出漁期間中に遭遇の可能性のある最悪気象海象。(便宜上、定常風速 U m/s をもってそれらの程度を示すこととする。)
- b) 予想される使用状態。すなわち船の排水量(喫水または中央乾舷でもよい)、重心の高さ KG (横メタセンター高さ GM , または船の自由横揺れ周期 T_ϕ でもよい。ただし後者の場合は横揺れ慣動半径 K_{xx} も同時に調べることが必要)、トリム。
- c) 船楼など、船の復原力に加算できる区画
- d) 船の横揺れ減衰特性を示す N 係数の値
- e) 上甲板上のブルワークの高さ H_B
- f) 風圧側面積モーメント $A \times H$
- g) 積荷の荷崩れ発生の限界傾斜角 ϕ_l
- h) 大量の海水の船体内部への流入を許すおそれのある開口の位置

以上の内容がすべて判れば、上述の諸式により、 C_1 、 C_2 の各数値が求められ、それらが 1.0 より大か小かによって、同船の使用状態における復原力の

良否が判定できる。

しかし、実際の漁船の活動状況を見ると、一般商船と違って漁の都合によっては使用・環境状態が種々変化するので、その復原性の良否を判定しようとすると、上記の C_1 、 C_2 係数の値をそれぞれの状態のすべてについて求めるという煩わしい計算が必要となり、その実用化が困難である。このような問題を解消するために、以下に例示されるグラフ式表示法を用いるのが実用上便利である。

すなわち船の設計時にあらかじめ $C_1 = C_2 = 1.0$ となる船の状態を計算で求め、それらを用いて任意の座標軸、例えば GM と乾舷 F 、自由横揺れ周期 T_ϕ と F 、 KG と排水量、などの座標軸上に $C_1 = C_2 = 1.0$ の等高線(安全限界線)を画いておけば、あとは船の重量重心計算による多数の船の状態を同図上に置点するだけで、安全限界線との相対関係位置から、一目してそれぞれの状態の復原性の良否が判断できることになる。

それらの安全限界線としては、必要に応じて気象海象、ブルワークの高さ、復原力算入区画、トリム、 N 係数などの相違したものを重ねて画くこともできるので、漁船の復原性能をその使用・環境条件の変化を含めて、総合的に判断しようとする場合には非常に便利である。

(4) 計算例

表 3 計算例の漁船の要目

要 目	船の記号		A	B	C
	単位				
総トン数	T		96	116	31
L_{pp}	m		27.10	30.60	18.50
B	m		5.70	7.00	4.26
D	m		2.53	2.80	1.81
漁業種類			沖合底曳網	まき網	沖合底曳網
ノルマルトリム	m		0.60	1.00	0.0
計算時トリム(BL より)	m		1.50	0.50	1.25
減減係数 N	1/度		0.020	0.020	0.010
限界傾斜角 ϕ_l	度		55.0	45.0	55.0
浸水開口位置					
$\left\{ \begin{array}{l} x_f (BL \text{交を原点}) \\ y_f (\quad " \quad) \\ z_f (\quad " \quad) \end{array} \right.$	m	(船尾側)	8.75	(船尾側) 2.80	(船尾側) 6.30
	m		2.10	1.50	0.95
	m		3.30	3.50	2.65
ブルワークの高さ H_B	m		1.03	1.10	0.87
算入区画			船首楼 船橋楼	船首楼	上甲板下のみ
出漁海域			北海道沖合	東海・三陸沖	日本海沖合
航海日数	日		3~6	25	2~3

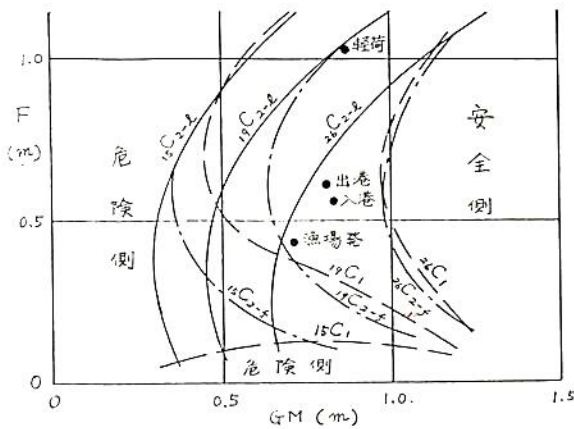


図4 GM—F座標上のA船の安全限界線群

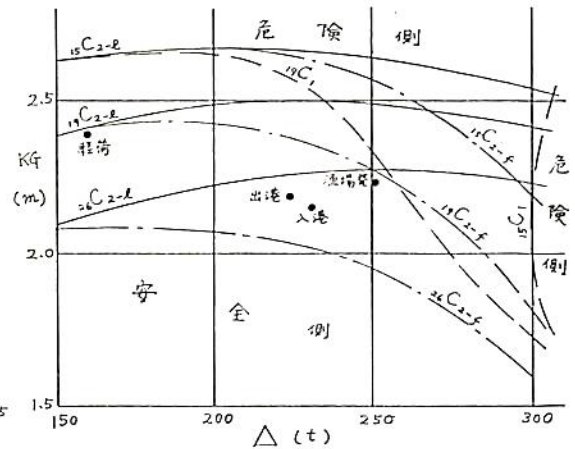


図5 Δ—KG座標上のA船の安全限界線群

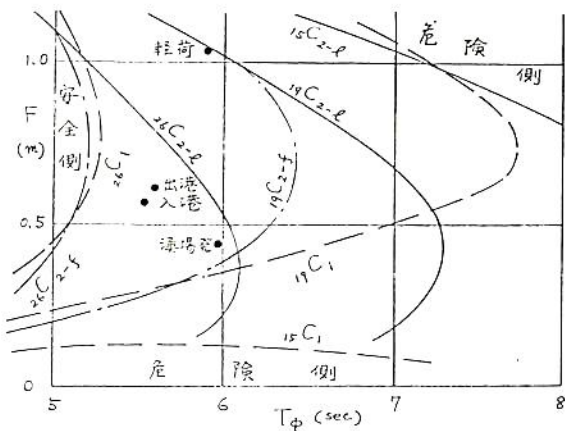


図6 T_ϕ —F座標上のA船の安全限界線群

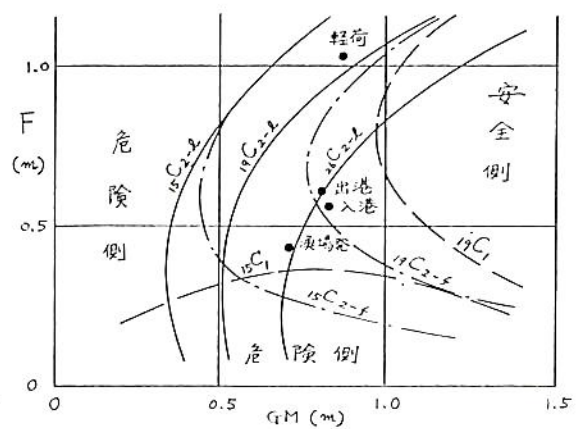


図7 GM—F座標上のA船の安全限界線群
ただし $N=0.015$ の場合

C_1 , C_2 係数の計算例として、いくつかの座標軸上に画かれた安全限界線を図4～9に示す。それらの計算を行なったA, BおよびC船の要目は表3に示す。以下に各図について簡単な説明を付け加えることにする。

(図4) 同図には $U=26, 19, 15\text{m/s}$ の定常風速で表示される3種類の気象海象下でのA船の復原性能に関する安全限界線 $C_1=C_2-l=C_2-f=1.0$ がGM—F座標上に合計9本画かれ、同船の実用状態がその図中に置点されて、それらの各限界線との相対位置によって、同船の復原性能が容易に判断できるように示されている。各限界線の傍に記されているC係数の左下の数字は、その限界線を計算した際の定常風速 U の値を示したものである。

同図によれば、軽荷状態を除くA船の実用状態では、 $U=19\text{m/s}$ (中型の温帯性低気圧程度) の時化

の中で停船して、横風横波を受ける状態になっても、概ね転ぶくの危険はないと考えられるが、 $U=26\text{m/s}$ (台風の暴風雨圏の周辺および冬期の大型温帯性低気圧の背後の強風帯程度) の時化の中で同様の状態になると、ブルワークを超えて頻りに海水が上甲板に乗り、もし船内に海水の流入を許すことになる、転ぶくの危険性が高く、また大きな荷ぐれが生じた場合にも転ぶくのおそれがあることが予想される。

(図5) 図4の計算結果を Δ —KG座標上に示したもので、使用目的によっては図5の表示法が便利な場合もある。

(図6) 図4の計算結果を自由横揺れ周期 T_ϕ と F との座標上に換算表示したもので、運航者が直感的に復原性能を判断する上では、最も使い易い表示法といえる。

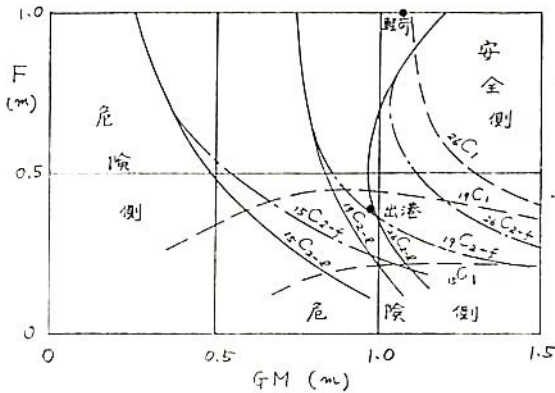


図8 GM—F座標上のB船の安全限界線群

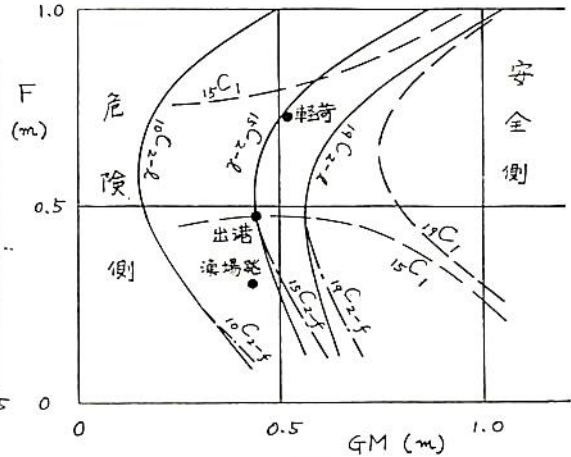


図9 GM—F座標上のC船の安全限界線群

(図7) 図4の限界線は N 係数の値を $N=0.020$ として求めたものであるが、 $N=0.015$ とした場合の限界線が図7に示されている。船の横揺れ減衰特性による相違がよく理解できて興味深い。この相違は C_1 係数に大きく影響していることに注意する必要がある。

(図8) B船の安全限界線をGM—F座標上に示したものであるが、図4と比較すると船型の相違による差がよく理解できる。

(図9) C船について同様の表示をしたものであるが、A、B船と大幅に相違している。

なお、これらの図を利用する際には、それらの限界線が実際には境界のボケたベルト状のものであって事故の発生確率がその安全側ほど低く、危険側ほど高い性格のものと考えて頂きたい。このことは、船が不規則波の中で動揺する以上、止むを得ない性格のものである。

また荒天時に、侵水開口が完全に塞閉されている場合には、 $C_2-f=1$ の限界線を考える必要がないのは言うまでもない。

(つづく)

参考文献

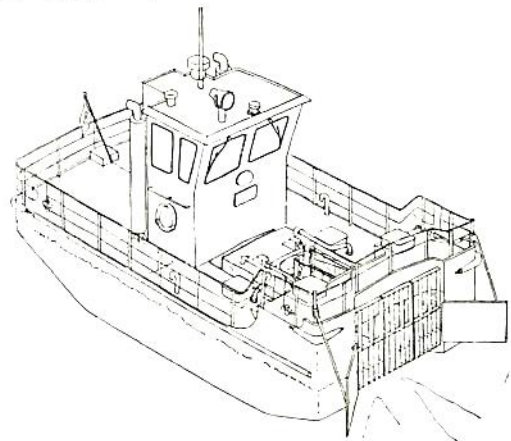
- 1) 漁船復原性研究会：“以西底曳網漁船の転覆事故防止対策”，水産庁，1967.3
- 2) 土屋 孟：“以西底曳網漁船の転覆事故防止対策について”，漁船研究技報 第21巻第7号，1967.3
- 3) 土屋 孟：“漁船の復原性能の理論的解析法について”，漁船研究技報 第57号，1971.3

- 4) 水品政雄，内田守：“船舶検査における旅客船の復原性基準について”，第98号，1956.2

Ship Building & Boat Engineering News

■ I H I . カセット式油回収船

石川島播磨重工業は、これまで薄膜油回収を目的とした散気分離方式，中・高粘度油回収を目的としたドラムフィン方式，ならびに高・超高粘度油回収を目的とした回転籠方式の三つの異ったタイプの油回収装置を開発したが、このほどこの三種類の回収装置を改良，同一枠内に装着ができる大きさにユニット化し流出油の種類に応じて低粘度油から超高粘度油まで回収可能なカセット式油回収船を開発した。
 [主要目] 全長10.7m，垂線間長9.70m，全巾4.90m，単胴巾1.55m，深さ1.75m，計画満載吃水1.40m，純トン数14t，主機関40P S×2，速力5.0ノット
 油回収能力 $10\text{m}^3/\text{h}$

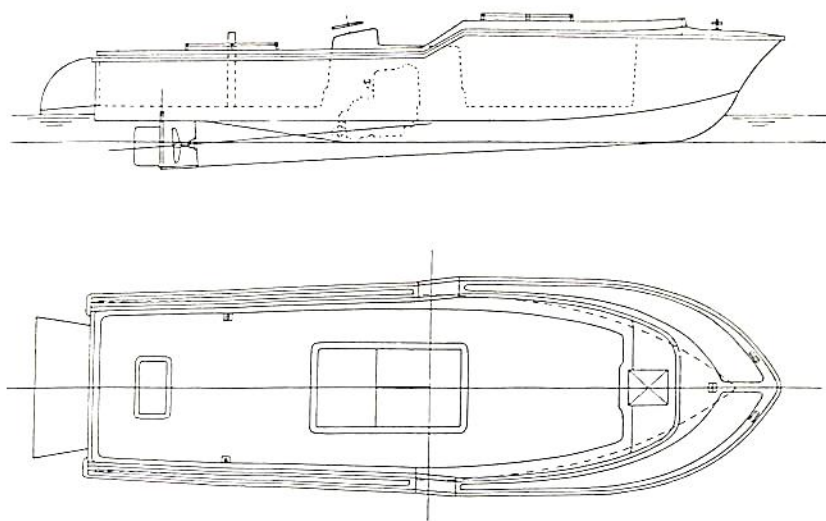


RESCUE 25

あのレスキューが、
より大きく、たくましくなりました。

注目のレスキュー25

装いも新たに いまデビュー。



全長7.65mのワイドスペース

艇内での作業性もグンとワイドになりました。全長を7mから7.65mに延長。中央部から船首部にかけてフレアーを設け、スプレーを下方に押えるよう考慮されています。また、キール付近のボトムラインを改良。主機をより低い位置にセッティングすることにより、復元力の増大、および主軸角度の軽減を計り、推進力を高めています。その他、キール深さを約80ミリ増し、プロペラのチップクリアランスを大きくしたり、トランサム付近のボトムをわずかに下げ、高速時のパウ上がりを防ぐなど、随所に機能性と安定性のバランスを計った設計が施されています。

ヤママー2QM22PSエンジンを標準装備。パワフルな機動力が偉力を発揮します。海水による直接冷却方式を改良。清水との熱交換による間接冷却方式を採用しました。また、燃料供給方式も落差式を改良し、フイードポンプによる強制供給方式にしました。加えて、クラッチコントロールをケーブル式のリモートコントロールにしました。

排気方式を改良しました。

これまでの舷側排気方式からトランサム排気方式に移行。排気はエンジンから出たところで冷却水と専用エルボにより混合され、ランバーホースから船尾に排出されます。各パーツの金具類を大幅に変更。タフな耐久性を保証します。

パウクリートをクロスビットに、トランサムフラップの鉄製ドアキャッチを真鍮製バルブボルトに、舵板、シューピース、トランサム蝶番をステンレス製に、また、アルミ製ガンネルを廃し、クランウッドによる防舷材を取り付けるなど、数えきれないほどの改良が加えられました。

その他 随所にキメの細かい改良点。レスキュー21の経験、実績が光ります。ラダーヘッド点検口を大きくとつたため、点検調整も容易になりました。さらに、すべり止めをピラミッドエンボスに、各バルクヘッドにリンバーホールを設けるなど、救助艇としてはもちろん、多目的艇としての機能をさらに高めるため、キメの細かい配慮を随所に取り入れています。

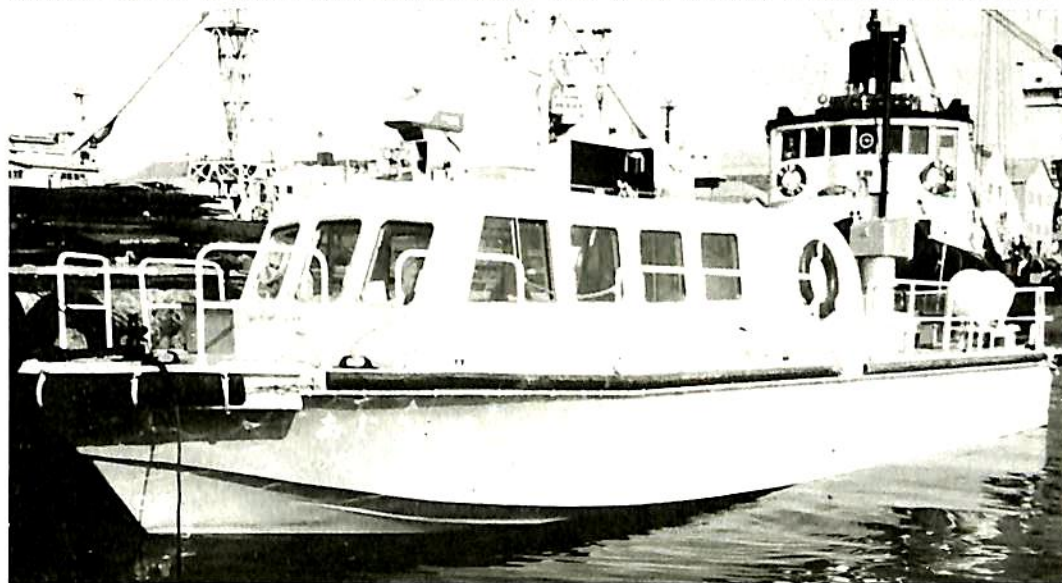
レスキュー25 主要寸法

- 全長 7.65m
- 全幅 2.50m
- 水線長 6.90m
- 深さ 0.98m

価格

標準装備(ヤママー2QM、ディーゼルエンジン付)価格 伊勢工場渡 ¥2,950,000

東レ
Toray 東レ株式会社



北海道開発局の監督測量船

“あじさい丸”



函館ドック函館造船所造船設計部
函館ドック深谷製作所

1. まえがき

北海道開発局で所有する監督測量船は、これまで鋼製および軽合金製のもので、FRP製のものはなかった。開発局ではかねてから監督測量船にFRPを採用することを計画していたが、その第1船が「あじさい丸」であった。われわれは当社にその榮譽を与えられたことに対し深く感謝するとともに、その責任の重さを痛感したものである。

本船は、主として北海道港湾の造成監督用として、あるいは測量用として建造したもので、昭和51年11月末に契約、昭和52年3月末北海道広尾港において引き渡しを完了し、すでに同港を中心に活躍している。

本船は、上述のように監督船としての機能と、測量船としての機能の両方を併せ持ち、それぞれを満足するための機器を搭載している。したがって速力も監督時には高速、測量時には低速航行という、言うなれば二律背反的な性能を有しているのが特徴で

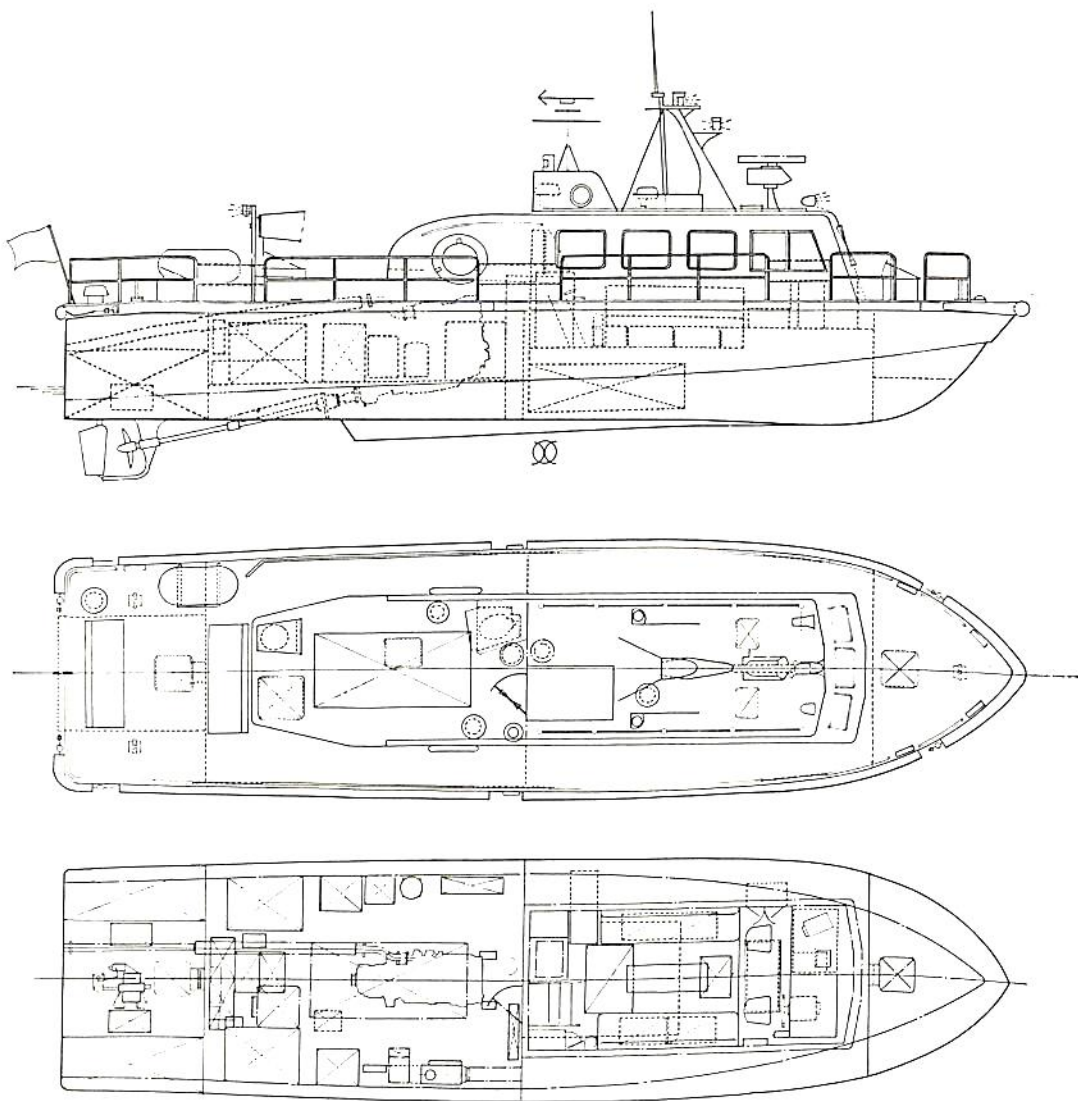
ある。

2. 主要目

2-1 船体部

全長	13.50m
登録長	13.00m
幅(型)	3.50m
深さ(型)	1.60m
平均吃水(常備状態)	0.66m
排水量(常備状態)	14.4 t
試運転速力	15.6kt
総屯数	約20.0 t
航続距離(定格出力時)	約24海里
航行区域	限定沿海区域
資格	第四種船
測量時の速力	約5 kt
定員 乗組員	2名
旅客(平水区域)	12名

	旅客（限定沿海区域）	8名	無線電話装置	VHF無線電話装置	1式
2-2	機関部		周波数		150MHz
主機関	いすずE120T-MF6RC		出力		5W
	（4サイクル複式水冷直接噴射式排気タービン過給機付船用機関）		深淺測量装置（音響測深儀）		1式
	連続定格出力	280PS	レーダー装置	NX-5	1式
	回転数	2,200rpm/1,380rpm	3. 一般配置		
	気筒数	6	一般配置図に示すとおり船体を3枚の隔壁で仕切って全長を4区画とし、船首側からそれぞれ、船首倉庫、居住区、機関室および操舵機室とした。		
	推進器	3翼一体形	居住区後部の船底部および操舵機室両側に、バラスタタンクを設けた。このバラスタタンクは、すで		
2-3	電気部				
主機付属直流発電機		35V × 2KW			
一次電源装置および二次電源装置		1式			



“あじさい丸”の一般配置図

に述べたとおり、測量時に本船の速力をなるべく低速におさえ、かつ船の進行が直線に出来るだけ近づけるための、いわば蛇航防止策の一つである。スケグもその一つである。

バラスタタンの容量

居住区底部 約 $0.9 \times 2 = 1.8 \text{ t}$
後部兩舷 約 $0.7 \times 2 = 1.4 \text{ t}$

操舵室にレーダー装置を設け、本船の航行及び作業に便ならしめた。居住設備としてはプロパンガス装置を一式設けたほか、機関室頂板隅部に腰かけ式洋便器を置いた簡易便所を設置したのも、本船の特徴といえよう。

機関室前部船体中心線付近に、測深機の送受波管挿入取付用の洞管（FRP）を船底外板と機関室頂板間を貫通して船体の一部として設置してある。この洞管の船底開口部は、機関室頂板上から操作可能な閉鎖装置によって閉鎖することができる。

バッテリー6個のうち4個は機関室、2個は操舵機室に置いた。暖房装置は、機関室内の加熱器からダクトで居住区の長椅子下のグリルに導設してある。各区画の閉鎖装置、通風装置は図示のとおりである。

4. 船体構造

4-1 設計

本船の設計は、船舶安全法、強化プラスチック船の暫定基準その他の法令により設計したほか、使用目的に沿った十分な計算を行なった。また最後に船体の縦強度試験を行ない、その結果を確認した。

4-2 工作

関係法令に従ったほか、特に積層時の温度および湿度に十分注意を払い、室温は20℃、湿度は60%前後で抑えるようにして工作した。北海道の家庭では室温の20℃を保つことは、如何なる真冬でもさほど困難ではない。しかし、工場でのこの温度を保持することは正直のところ相当の努力を要するものなのである。

4-3 船体構造の概要

船体の船型はハードチェーン型とし、耐波性、滑走性および操縦性にとくに留意した。船体外板の主要部構成は、M600およびR860を母体とした。部分的にM450を用いたところもある。ガラス含有率はM600およびM450が30%、R860が50%である。

肋骨構造は、船底外板が各舷3条の縦肋骨、船側外板は各舷縦肋骨構造方式とし、これに船員室側と機関室側に必要な特設横肋骨を設けてある。機関室

の周囲は、防振そのほかを考慮して断切肋骨を設けた。

甲板は単板構造とし、甲板下に必要な縦肋骨及び横肋骨を設け、甲板作業に支障ない厚みと強度を保持した。

隔壁は12mm合板両側にFRPのオーバーレイを施し、各バラスタタンクはFRPの単板構造とした。居住区底部のバラスタタンクは、その部分が狭隘なうえ、メンテナンスのことも考慮に入れ、形状および工作法に特別な方法で施工した。この部分のタンクの形状は逆凸型である。なお、これらのバラスタタンクには電気式水量計ならびに水位計をとりつけてある。

測深機の送受波管挿入用洞管は、あらかじめ造ったFRP管を船底外板および機関室頂板に亘る長さとし、船体の構造の一部として積層固着したものである。既述のとおり、上部から操作できる船底部の閉鎖装置を設けてある。

上部構造と船体とは、ガンネル防舷材直下で、フランジ継ぎ手（マットイン）のボルト締め方式を採用、内部をさらにオーバーレイすることにより、水密性と強度をより有効ならしめた。

5. 甲板艙装

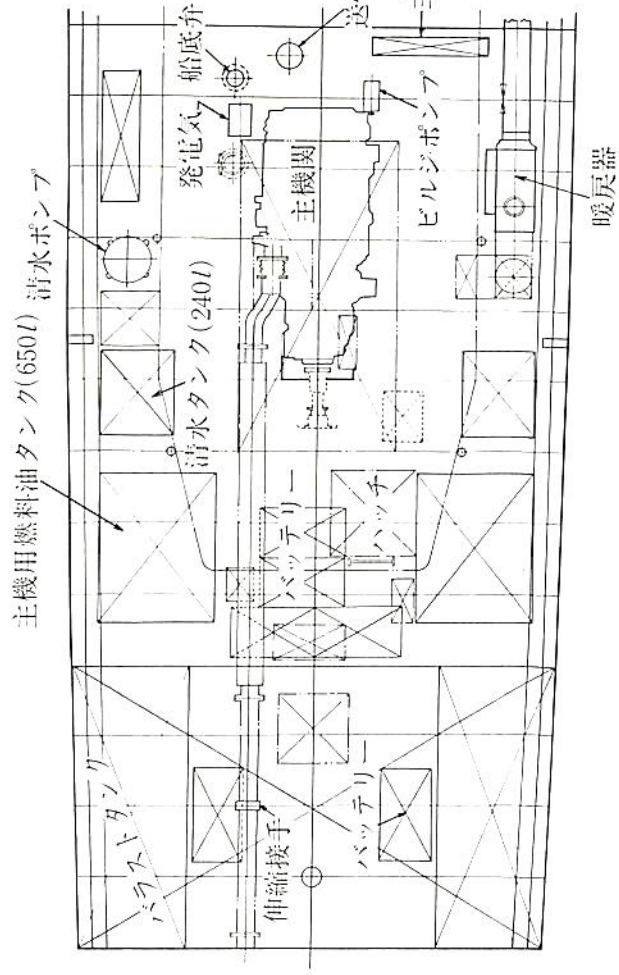
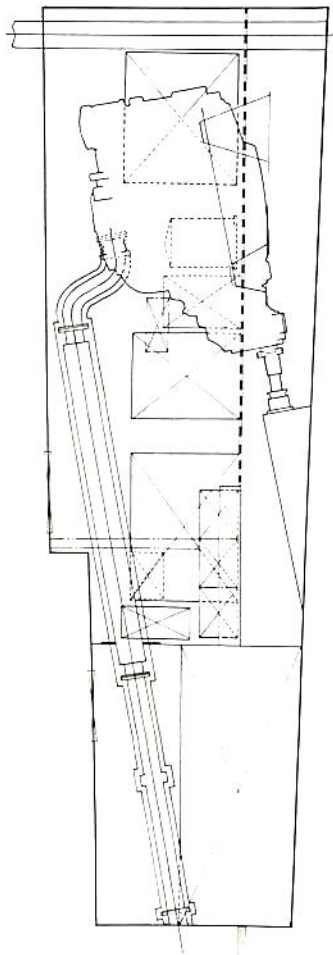
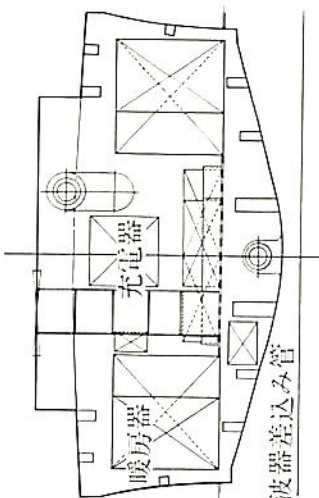
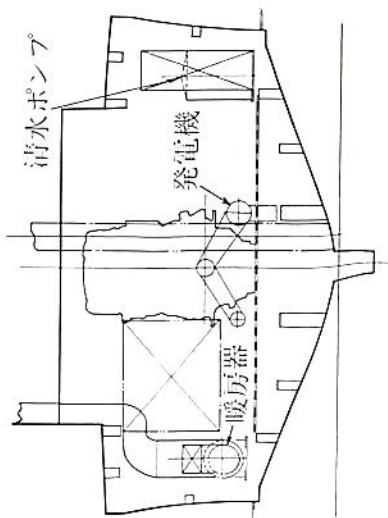
5-1 船室および操舵室

北海道の十勝地方の冬は非常に厳しいものがあり、筆者の経験によれば、折れ曲ったゴム長靴を無理に延ばそうとして引く張ったら、バリバリ裂けてオシャカにしたこともある位だから、本船の防熱も十分検討し、とくに係船中本船の暖房装置の利用が不可能な場合も考慮して、機関部も含め相当留意したつもりである。

床は二重構造とし、その間に50mmの防熱材を挿入、周囲壁および天井にはウレタンの現場発泡を施した。床はさらにロンタイルおよびカーペットを張り詰め、保温と居住性を高めた。壁、天井は明るく落ちついた化粧合板張りとした。

暖房装置として、つぎの暖房機を機関室内に設け船室から遠隔操作が出来るようにした。なおこの暖房機は船室のほかダンパー切り換えて機関室にも導いている。

型式： 軽油加熱電動送風型
電源および容量など：
DC24V 100W
10,000 kcal/h
500 m³/h



“あじさい丸”の機関部配置図

試走中のあじさい丸



電動通風機は、DC24V—84W (200φ) を2台天井に設けた。

家具および調度品は、ソファー (2,000×500), テーブル (1,200×400デコラ張り) チャートテーブル (1,000×700デコラ張り), 測深機テーブル, ロッカーおよび貯用器具など, 一式設けた。また清水管装置なども設けてあるので, 船室内での日常生活にはまず不便を感じることはない。

甲板上にはあるが, 洋式腰掛型洗い落とし式便器を有する便所を設置したので, 従来のこの種の船舶でのささやかな願いが, 本船では叶えられている。

操舵装置は船室前部に設け, 遠隔操縦盤, 各種制御盤を右舷前端壁付近にまとめた。レーダー関係の機器はじめ本船独特の装備品が比較的多いので, 狭いスペースに収納するのに少なからぬ苦勞をした。

5-2 航海・係船装置など

一般配置図に示すとおりで, 特筆すべきものは少ない。マスト類はすべてFRP製のスマートな形状のものにした。甲板開りの防舷材はゴム製D型のものを採用した。また本船は, 甲板上における作業が比較的多いので, 甲板周囲に迂り止め (足がかり) を取り付けた。救命消火設備は, 膨脹式救命いかだをはじめ, 規程を上廻る十分なだけの器具を搭載してある。

6. 機関艙装

6-1 主機関

型式	いすずE120T—MF 6 RC
連続定格出力	280PS
回転数	2,200rpm/1,380rpm
気筒数	直列6気筒
内径×行程	135φmm×140mm
減速比率	1.59 : 1
燃料消費率	175g/PSH

6-2 軸系

プロペラ :	3翼一体 固定ピッチ
直径	620mm
材質	高力黄銅铸件
推進軸 :	直径 65mm
材質	ステンレス棒鋼

6-3 補機およびタンク

清水ポンプ :	500ℓ/h×5m	1台
手動ビルジポンプ :	20φ	1台
機関室通風機 :	200φ, DC24V84W	1台
操舵機 :	手動油圧式 400kg-m	1台
主機燃料タンク :	鋼板製, 遠隔液面計付	
	650ℓ	2基
暖房用燃料タンク :	鋼板製, 遠隔液面計付	
	240ℓ	1基
清水タンク :	FRP製, 遠隔液面計付	240ℓ 1基
潤滑油タンク :	鋼板製	100ℓ 1基
廃油タンク :	FRP製	20ℓ 1基

6-5 機関室配管

ビルジおよびバラスト管が多少異なる程度のもので特筆すべきものはない。

7. 電気艙装

7-1 概要

主機関付属直流発電機 (24V×2KW) 1台および充電器を介しての陸電を一次電源とし, 二次電源装置として, バッテリー (12V—200Ah) 6個を3群に分け, 2群を24Vとして, 1群を12Vとして使用した。

7-2 電気機器

配電盤 :	(機関室)	1面
制御盤 :	(操舵席) 航海灯, 照明灯, 警報盤, 旋回窓, 投光器および拡声装置	1面
管制盤 :	(操舵席) 操舵機, 舵角指示, タイフーンおよびタンク液面計	1面

インバーター：静止型 1基

入力電圧 DC22~30V

出力 AC100V

出力容量 500VA

出力周波数 50Hz

拡声装置：カセット装置付

出力および電源 32W, DC24V

その他 AMラジオ組み込み

7-3 照明装置

蛍光灯：船室，便所，機関室および船首尾倉庫など
15~20W (AC100V)

白熱灯：同上各室の予備灯
5W (DC24V)

投光器：150W (DC24V) 1

移動灯：20W (AC100V) 2

その他：

7-4 バッテリー

型式：JIS N200

容量：12V—200Ah

7-5 充電器

入力50~100V，最大充電電流20A

7-6 無線電話装置

周波数：150MHz

出力：5W

通話方式：プレストーク方式

7-7 深淺測量装置

超音波による海底の水深測量装置で，送受波器は船体中央部の機関室頂板から船底に貫通して取り付けられている洞管およびその両舷側の金物，合計3箇所を設置して測定する。

測深範囲：0.3m~110m (連続自動記録)

記録縮尺度：1/100 (1mを10mmで表示)

精度：±3cm

周波数：200KHz

電源：DC12V ±5% 7A

7-8 レーダー装置 1式

定格出力：5KW

周波数帯：9375MHz±30MHz

最大測定距離：28マイル

電源：DC24V 8A

8. むすび

以上「あじさい丸」の概要を紹介した。本船の使用目的が普通の高速艇と若干異にしているので，各種搭載機器および付属構造などで思いのほか重量物が多く，排水量が計画より若干オーバーしたため，

速力の点でやや苦勞した。

本船は先にも述べたとおり契約から引き渡しまでの期間が非常に少なく，船体縦曲げ試験などの諸試験や試運転・回航を除けば，建造に費した時間は驚くほど短かった。また函館は，北海道の最南端とはいえ，そこは北海道である。朝，青空でも1時間後には100m先も見えない吹雪となるなど，進水後の10日間はむしろ天候とのたたかいであった。

しかしこのような悪条件のもと無事引き渡しを終え，十勝の港に本道FRP監督測量船の第1号艇の白影を現わすことができたのは，実は，開発局ご担当官殿はじめ海運局検査官殿の適切なご指導のたまものであり，また設計上・工作上の細部に亘る助言をいただいた大先輩の皆様のお力によるものであることを肝に銘じて感謝の意を表するとともに，短納期にご協力いただいた各メーカーの方々にもお礼の言葉を申し上げたい。

Ship Building & Boat Engineering News

■川重わが国初の3万トン級客船への改装工事

川崎重工はこのほど米国のフェスティバル・マリタイム社より，日本で初めて3万トン級の貨客船を旅客船に改装する工事を受注した。フェスティバル号(改装前エス・エー・パール号)(総トン数30,212T)は，この結果旅客定員は1,433名(従来は725名)乗組定員は579名(従来は415名)が収容可能となる。同号は工事終了後，カリブ海を中心とするクルージングに就航する。受注価格は約40億円，今年5月神戸工場で着工，8月完工の予定。

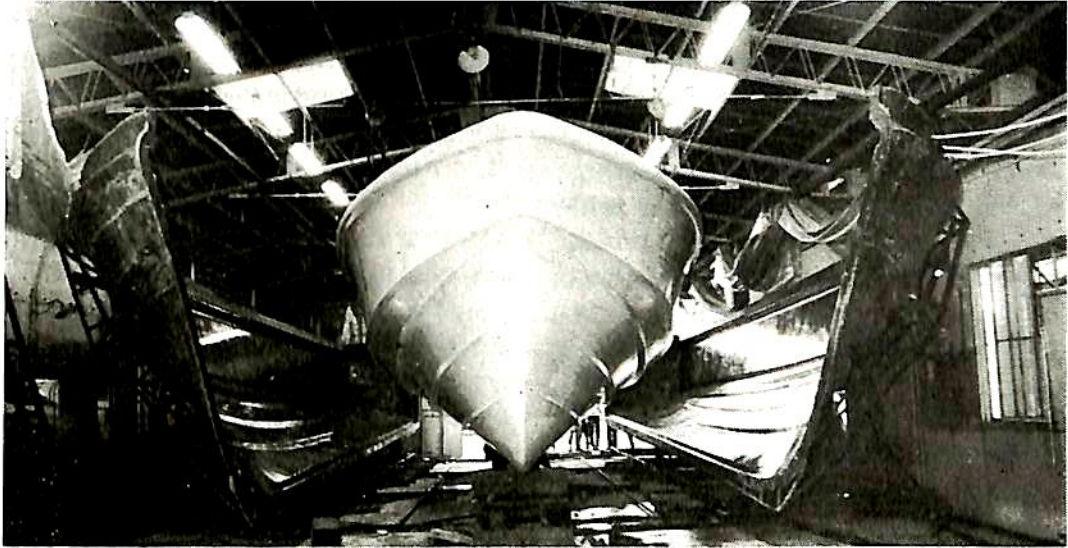
[主要目] ()内は改装前

長さ(垂線間長)	213.36m
巾(型)	27.43m
深さ(型)	15.24m
吃水	8.53m (9.75)
総トン数	約31,000トン (30,212)
主機関	JOHN BROWN 製タービン 4基
出力	44,000SHP (2軸)
速力	22.5ノット

謹賀新年

昭和53年 元旦

株式会社 天然社



連 載

FRP 船 講 座 < 4 >

FRP 原材料 < 3 >

丹 羽 誠 一

(財)日本小型船舶工業会が編集した「FRP 船技術指導書」というシリーズがある。そのうち「材料編」が52年9月に刊行され、筆者もその編集にタッチした1人である。これは昭和43年度以降、全国各地で行なっているFRP製船舶技術講習会のテキストとして、その道の専門家が分担して原稿を書き、委員会組織で編集したもので、講習会用テキストとしてきわめて有用なものであるが、その紙数の関係と、受講者の想定技術レベルの関係から、今一步の踏み込み不足を感じている。

そこでもう一段高い技術レベルの管理技術者に、さらに深い理解を持ってもらうための技術指導書、見方を変えると小型船舶工業会の指導書の「教師用」とも言うべきものを書いてみる気になった。

FRP工作管理の中心をなすものは「化学変化」の理解である。造船系あるいは機械系の多くの管理技術者に理解してもらうには、旧制高等学校卒業以来、化学と縁の無かった筆者が勉強して納得できる

レベルが適当だろうという考え方で、あえて専門外の「原材料」にまで筆をのぼした。

筆を進めてゆくと筆者の力では、小型船舶工業会の指導書からまったく独立して記述を進めることは不可能、というよりそれはむしろ不適當であることがわかり、指導書を筆者が理解するためにほしいと思った記述を勉強して、追加しながら書きあらためるという形になってしまった。

本シリーズのうち「FRP 原材料」はそういうわけで、小型船舶工業会の指導書の相当部分の増補改訂版とでも言うべきものである。

3. 樹 脂

3. 1 ポリエステル樹脂

3. 1. 1 どんなものか

舟艇協会と強化プラスチック技術協会とが共同委員会を作り、FRP製ボートの勉強をはじめたのが昭和35年のことだったが、そのころの舟艇協会側委

員には、そういう名の樹脂の存在を知らない者もいたくらい、ポリエステル樹脂は一般にはなじみのうすい名前であった。

今日では非常に普及してきて、何等かの形でこの名前を知らない人はほとんど無いと言ってもよいだろう。しかし、はっきりした認識があるわけではなく、船舶関係者はFRP原材料としての不飽和ポリエステル樹脂という名を知ってはいても、塩ビなどの熱可塑性樹脂との相異についてはあまり知らない。いまだに“のり”と呼んで、糊でガラスを張り合わせるつもりのもも多い。家族ではワイシャツなどに“ポリエステル65%、麻35%”というような表示があるので、ポリエステルは合成繊維の1種として知ってはいるが、これは「飽和ポリエステル」という、成形用ポリエステル樹脂とは親類関係にはあるが、異質の熱可塑性樹脂製品であるということまでは知らない。船舶関係者でも、合成ペイントとして使われているフタル酸樹脂が、実はポリエステル樹脂の1種であることを知っている者は少いだろうし、家庭ではワイシャツのボタンが貝ボタンは今日では完全に駆逐されてしまって、パールエッセンスによって真珠のような光沢を与えられた不飽和ポリエステル樹脂の注型品であることを知るものは少いだろう。

アルコールが有機酸または無機酸と反応して、水がとれてできた化合物をエステルという。2個以上の脂肪酸と2個以上のアルコールが、脱水反応によるエステル結合で連結した高分子物をポリエステルという。脂肪酸とアルコールの組合せによって多くの種類があるが、現在、実用化されているものは次の3種に大別される。

- ①アルキッド樹脂：比較的古くから知られており、主として塗料に使用される。フタル酸樹脂がこれである。
- ②テレフタル酸とエチレングリコールの縮合物で、テリレン、テトロンの名で合成繊維として用いられている。1941年英国で発明された。
- ③不飽和ポリエステル樹脂

不飽和ポリエステル樹脂の起原は古く、1847年に酒石酸とグリセリンを反応させて樹脂状物を得たのがはじまりとされている。しかし今日われわれがFRP船用に使用しているような形の不飽和ポリエステル樹脂は米国において開発され、1942年に工業化された。日本では昭和28年の秋から工業化されたが、初期の主要用途はポリエステル化粧板等に使用されるとか、ボタン用材料としての注型板であった。

FRPのボートが日本に紹介されたのは、米艦の搭載艇の修理からであり、国内で試作研究が開始されたのは、昭和28年からであった。ハンドレイアップによりFRPボートが、本格的に生産されるようになったのは昭和35年ごろからで、その方面の先進国である米国から技術、使用原材料はじめ成形法、成形用機具等あらゆるものを学び、今日に至っている。

3.1.2 ポリエステル化反応

有機化合物のうち水酸基(OH基)のあるものをアルコール類とよび、1分子中にただ1個のOH基のあるものを1価アルコール、2個あるものを2価アルコールと呼び、2個以上持つものを一般に多価アルコールと総称している。われわれが消毒に使っているアルコールは、エチルアルコールまたはエタノールと呼ばれる1価アルコールであり、グリセリンは3価アルコールである。

一方、有機化合物分子のうちにカルボキシル基(COOH基)を持っているものが、カルボン酸またはカルボキシル酸といわれ、1分子に1個あるものが1塩基酸、2個あるものが2塩基酸、2個以上あるものが多塩基酸である。酢の主成分である酢は1塩基酸であり、日本酒の風味の重要な原因であるといわれるコハク酸は2塩基酸である。

一般にアルコールとカルボン酸とを一緒にして加熱すると、これらの中で縮合反応をおこして、分子間から水がとれてエステル化合物ができる。アルコールをROHで示し、酸をR'COOHで表すと、次のようになる。



1価アルコールと1塩基酸との反応では2分子が結合して、水を放出するだけで樹脂にはならない。また1方が2価アルコールか2塩基酸であっても、他方が1塩基酸か1価アルコールであれば、3分子が結合すれば終りで、これも樹脂にはならない。これが2酸基と2価アルコールの組合せであると長い鎖状の高分子となる。これが合成樹脂である。水

酸基 $[-O-H]$ とカルボキシル基 $[-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-H]$ から H_2O が取れた $[-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O-]$ をエステル基と呼び、このエステル基を介して結合した長鎖状の高分子化合物であるので、これをポリエステル樹脂と呼ぶ。

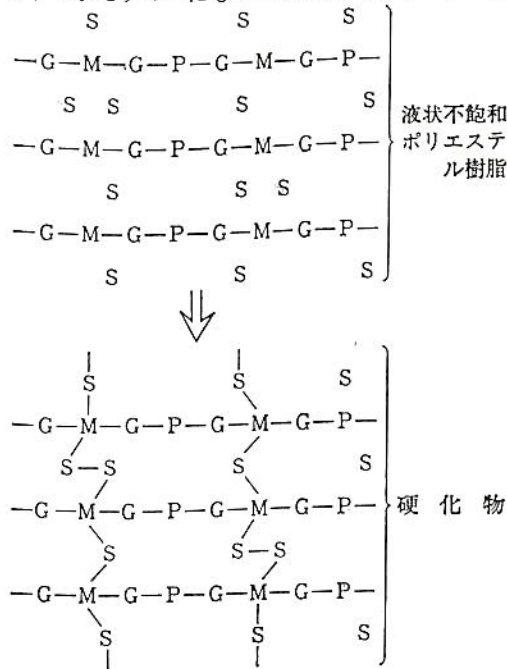
3.1.3 不飽和ポリエステルと硬化

鎖がすべて飽和している飽和ポリエステル樹脂は、単なる長い鎖になっているだけで、加熱すると分子相互の結合力が弱まって溶け、冷せば結合力が強まって固くなる。いわゆる熱可塑性樹脂である。

もし、この鎖の中に不飽和な部分があって、鎖同士がおたがいに強固に結び付けば網目状の構造になり、熱してもあるていど軟化はするが溶けない、いわゆる熱硬化性樹脂になる。

この不飽和ポリエステル樹脂相互は、直接結びつけることはできないので、その間にある種の不飽和化合物の介入が必要である。この目的に使用されるのが、スチレンのような単量体（モノマー）である。スチレンは不飽和ポリエステル樹脂を溶解する力を持っているので、これらを混合したものは室温では液体であるが、これに重合触媒を入れて結合したり、または重合触媒と重合促進剤を加えて、室温で放置しておくことと結合して3次元の網目状の構造になり、全体が固化して不溶性になる。

高分子内の不飽和結合は、2塩基酸の一部に不飽和と2塩基酸すなわち分子内に不飽和結合C=Cを有するものを使用することによって導入される。一般には2塩基酸の半分を不飽和2塩基酸としている。スチレンモノマーにもC=C結合があり、これが架



G：グリコール残基 P：フタル酸残基
M：マレイン酸残基 S：スチレンモノマー

第1図

橋の作用をする。これを模型的に示すと第1図のようになる。

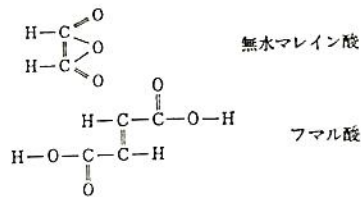
3.2 ポリエステル樹脂の成分

3.2.1 ポリエステル樹脂の原料と役割

常温硬化用ポリエステル樹脂の主成分は、一般に無水マレイン酸あるいはフマル酸のような不飽和2塩基酸を必ず1成分として含み、これと無水フタル酸あるいはイソフタル酸で代表される飽和2塩基酸とを、プロピレングリコール、エチレングリコールなどの2価アルコールと反応させて作った不飽和アルキッドを、スチレンなどの重合性単量体に溶解した粘性のある液体の樹脂である。これらの原料は石油を分解したエチレン、プロピレン、ベンゼン、キシレンなどの誘導体である。

(1) 不飽和2塩基酸

最も一般的に使用されるのが、無水マレイン酸とフマル酸である。



無水マレイン酸には一見カルボキシル基が無いように見えるが、2個のカルボキシル基から水が1分子取れて出来た2塩基酸であって、水酸基と結合するとき、放出する水の分子が1個少いだけで結合した状態は他の2塩基酸と変わらない。

不飽和2塩基酸が無いと硬化反応は起らないわけで、これらの含有率によって硬化特性が大きく変化する。含有率が高い、即ち不飽和度が高いものを高反応性樹脂といい、含有率の低いもの、即ち不飽和度が低いものを低反応性樹脂という。

反応性が高くなるにしたがって、一般的には硬化が速くなり、発熱温度も高く、硬質で耐熱性、耐薬品性も良い硬化物を作るが、硬化にあたっての収縮率が大きくなり、成形的にクラックが入りやすいなどの欠点もある。したがって成形条件、成形品に要求される性能に応じた樹脂の、選択の基準を反応性

第1表

不飽和2塩基酸	樹脂に与える代表的特性
無水マレイン酸	標準
フマル酸	強度・耐薬品性やや良
イタコン酸	

に置くことは重要なことである。

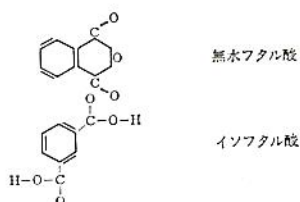
使用される2塩基酸には前頁第1表のようなものがあり、それぞれ樹脂に与える代表的特性を示す。

(2) 飽和2塩基酸

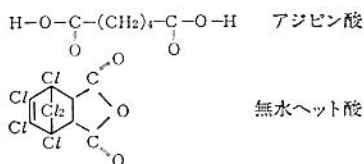
最も多く使用されるのは無水フタル酸である。無水フタル酸を使用した樹脂を一般タイプ、Gタイプ、またはオルソフタル酸タイプ（オルソ系）と呼んでいる。

イソフタル酸を使用した樹脂は、イソフタル酸タイプ（イソ系）と呼ばれ、耐水性、耐薬性、耐熱性に優れ、強度もやや高い。

飽和2塩基酸は反応性を調整し、成形条件、用途に応じて樹脂の性質を変えることに利用される。



アジピン酸、セバチン酸のようにカルボキシル基の間に、長い鎖状の構造を持つものを使用すれば可撓性を高めるし、無水ヘット酸のようにハロゲンを多量に含むものは自己消火性を与える。



使用される飽和2塩基酸には次のようなものがあり、それぞれが樹脂に与える代表的特性を第2表に

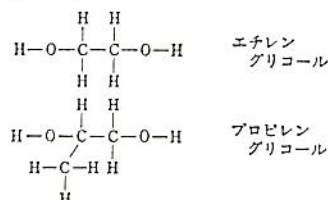
第2表

飽和2塩基酸	樹脂に与える代表的特性
無水フタル酸	標準
イソフタル酸	強度やや大、耐薬品性、耐熱性
アジピン酸	可撓性
セバチン酸	〃
テトラヒドロ無水フタル酸	空気硬化性
エンドメチレンテトラヒドロ無水フタル酸	耐熱性
無水ヘット酸	耐燃性
テトラクロル無水フタル酸	耐火性
テトラブロム無水フタル酸	〃

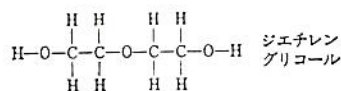
示す。

(3) グリコール

グリコールは2塩基酸を結合する役目と共に変性の役目を担うもので、ポリエステル樹脂の性質を大きく変化させる。



ジエチレングリコールのように、水酸基の間に鎖状構造を有するものは、樹脂に可撓性を与えるし、耐薬品性、耐燃性を与えるものもある。



使用されるグリコールの種類と性質とを第3表に示す。

第3表

グリコール	樹脂に与える代表的特性
エチレングリコール	標準
プロピレングリコール	〃
ジエチレングリコール	可撓性
トリエチレングリコール	〃
ジプロピレングリコール	靱性
1.4 ブタンジオール	可撓性
1.3 ブタンジオール	
ネオペンチルグリコール	耐候性・耐薬品性
2.2.4 トリメチル-1.3ペンタンジオール	耐薬品性
2.2ビス〔パラ(2ヒドロキシ-nプロポキシ)フェニルプロパン〕	〃
水素添加ビスフェノールA	耐薬品性
4,4'ビス(2ヒドロキシアミノ)オクタリルピフェニル	耐薬品性・耐燃性

第4表

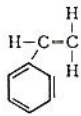
モノマー	硬化物または樹脂に与える代表的特性
スチレン	標準
ビニルトルエシ	
クロルスチレン	難燃性、速硬化性
t-ブチルスチレン	低収縮性
メチルメタクリレート	耐候性
ジアリルフタレート	耐熱性
トリアリルシアタレート	〃

第 5 表

スチレン添加量 (部)	0	5	10	20	30	40
収 縮 率 (%)	7	7.4	7.8	8.7	9.6	10.4
引 張 強 さ (kg/mm ²)	3.6	4.8	4.3	4.1	3.9	2.0
曲 げ 強 さ (")	11.4	9.9	8.5	7.1	7.2	7.2
曲 げ 弾 性 係 数 (")	420	407	408	409	384	401
衝 撃 値 (kg-cm/cm ²)	3.1	2.2	2.1	2.4	2.3	2.4
熱 変 形 温 度 (°C)	87	87	85	85	86	86

(4) スチレンモノマー

モノマーとしてはスチレンモノマーが最も多く使用される。硬化のさいには、これらはすべて架橋剤として作用し、硬化物中にはホモポリマーは存在しない。



スチレン

モノマー 6 種類によって難燃性、低収縮性、耐候性などの性質を硬化物に与える作用をする。

使用されるモノマーの種類と性質とを第 4 表に示す。

3. 2. 2 スチレンモノマーの含有率

スチレンモノマーはポリエステル樹脂の主要成分であると共に、稀釈剤として粘度の調節に欠かせないものであるが、スチレンモノマーの含有率の多少は硬化過程、最終製品の物性に大きな影響を与える。

- (1) スチレン含有率が増加すると粘度が低下し、ハンドレイアップ作業はしやすくなる。
- (2) スチレン含有率が増加すると、未架橋のスチレンの残量が多くなり、スチレンガスの発生量が増加し、また硬化後の樹脂やせを促進させ、耐候性の劣化を生じる。
- (3) スチレン含有率が増加する。収縮率が増加する。
- (4) 過度のスチレンを含有した樹脂を使用した FRP は脆くなり、機械的強度が甚しく低下する。
- (5) スチレン含有率が増加すると耐炎性が低下する。すなわち着火時間が早くなり、燃焼ガスの発生量も増加する。
- (6) スプレイアップ法においては、作業時ノズルから型面に、樹脂が達する間にスチレンが13%前後飛散するのが普通である。したがって多くの場

合、スチレンモノマーの添加を行なうことになる。スチレンの揮発過度は未硬化を招く原因となる。

以上のようにスチレン量は、樹脂の性質にきわめて大きな影響を与えるものであるから、粘度調整のため、安易にスチレンモノマーを追加することはつしまなければならぬ。作業員は適切な粘度で完全な作業を行なえるよう訓練しなければならない。

作業の粘度が高すぎるのは樹脂の選定を誤ったか、作業環境が不備であるかによるもので、これらの原因を除去するとともに、樹脂や成形型の加温を行なうことによって粘度の低下をはかるべきである。

参考のためにポリエステル樹脂にスチレンモノマーを追加した注型品(樹脂単体)の物性の一例を第 5 表に示す。ベースレジンはスチレンモノマー約 31%を含む船用 G タイプ樹脂である。

3. 3 ポリエステル樹脂の種類と分類

3. 3. 1 J I S - K 6919 - 1976 の分類

強化プラスチック用液状不飽和ポリエステル樹脂(制定 45.10.1, 改正 51.3.1)の分類は、樹脂の硬化後の性能により区分したものであって、軟質形、アリル形、低収縮形、または添加剤を加えた樹脂は除外している。アリル形またはアリル系ポリエステルとは、比較的揮発性の大きいスチレンの代りに、ジアリルフタレートのような沸点の高い不揮発性のモノマーを使用したもので、加熱成形用などに使用される。これに対して一般のものをスチレン系ポリエステルと言う。またここにいう添加剤とは撻変剤および促進剤以外の添加剤をいう。

第 6 表の種類、記号、備考は J I S の表 1 によるものであり、解説は同じく J I S 解説による。

J I S の分類には耐候性樹脂が入っていない。一般に耐候性樹脂には重合性モノマーの一部にメタクリル酸メチルが使用され、さらに紫外線吸収剤(ベンゾフェノン系、ベンゾトリアゾール系)が 0.1~

第 6 表

種 類	記 号	備 考	解 説	
標 準 型	UP-G	標準の機械的性質を持つもの	不飽和酸にオルトフタル酸を用いたもの	
耐 熱	E 形	UP+HE	高位の耐熱性と、標準の機械的強度を持つもの	耐熱性が特にすぐれ、熱変形温度が110℃以上のもの
	M 形	UP-HM	中位の耐熱性と、標準の機械的強度を持つもの	耐熱性がすぐれ、熱変形温度が90℃以上のもの
耐薬品	EE形	UP-CEE	最高位の耐薬品性と、標準の機械的強度を持つもの	耐薬品性が最高級で、耐アルカリ性が100時間以上のもの、グリコール類としてビスフェノール系を用いたもの
	E 形	UP-CE	高位の耐薬品性と、標準の機械的強度を持つもの	耐薬品性が非常にすぐれ耐アルカリ性が50~100時間のもの、イソフタル酸と特殊グリコール類を用いたもの
	M 形	UP-CM	中位の耐薬品性と、標準の機械的強度を持つもの	耐薬品性にすぐれ、耐アルカリ性が10~50時間のもの、イソフタル酸と汎用グリコール類またはオルトフタル酸と特殊グリコール類を用いたもの
耐 炎	E 形	UP-SE	不燃性で標準の機械的強度を持つもの	耐炎性形で、不燃性のもの
	M 形	UP-SM	自消性で標準の機械的強度を持つもの	耐炎性形で自消性のもの

第 7 表

	硬 質	半硬質	軟 質	
曲 げ 強 さ	kg/mm ²	12.0	11.0	—
曲 げ 弾 性 率	"	480	280	—
引 張 り 強 さ	"	7.4	5.0	0.9
破 断 伸 び	%	1.8	8.0	65.0
圧 縮 強 さ	kg/mm ²	15.9	21.5	—
衝 撃 値 (アイゾフト・ノッチあり) ft-lb/in		0.4	0.5	1.5
吸 水 率	24hr・%	0.21	0.23	0.40
加 熱 変 形 温 度	℃	90	60	—
比 重		1.22	1.22	1.11
硬 さ (パーコルGYS934-1)		48	31	0

0.5% 添加されている。

3.3.2 反応性による分類

反応性によって次のように分類される。

- ①高反応性樹脂
- ②中反応性樹脂

③低反応性樹脂

一般には飽和酸と不飽和酸の使用モル比が同じくらいのもの中反応性という。モルとはその物質の分子量に等しいグラムを単位として表した質量量であって、2種の物質の使用モル比が1:1であるとは、それぞれの物質の使用された分子の数が等しい

ことを示す。それより不飽和酸の多い場合が高反応性で、硬化のさい発熱も大きく、成形時の収縮も大きい欠点があるが、耐熱性、耐薬品性は優れている。その反対に不飽和酸の使用比率の少ないものが低反応性である。

J I S K 6901—1968 の解説に述べられているように

$$\frac{\text{最高発熱温度}}{\text{最小硬化時間}-\text{ゲル化時間}}$$

から反応性の目安が得られるとされている。この式からわかるように最高発熱温度の高い方が、またゲル化時間から最小硬化時間までの間の、短い方が高反応性ということになる。

飽和酸と不飽和酸との比率が同一でも、一般に硬化時間が短いものの方が、最高発熱温度は高くなる。また、いわゆる速硬化性樹脂(Q-タイプ quick-cure type)といわれるもののように、硬化の立上りの速いものはゲル化から、最小硬化までの時間が短くなるので、当然、高反応性樹脂ということになる。

基本的な樹脂組成を変えないでも、低中高反応性樹脂が製造され得るので、この反応性による分類はまた硬化速度による分類ともいえる。

3.3.3 硬化後の樹脂の硬さでの分類

硬化後の樹脂の硬さで次のように分類できる。

- ①硬質樹脂
- ②半硬質樹脂
- ③軟質樹脂

高反応性樹脂は硬く、低反応性樹脂は軟いと考えてよい。

軟質樹脂はF-タイプ (flexible type) と呼ばれるが、実際は強靱性に乏しいので、単独でFRPに使用されることはなく、硬質樹脂と混合して、その機械的性質を向上させる目的で用いられる。多くの場合、アジピン酸やジエチレングリコールのような鎖構造を持つ原料が使用される。

注型品の性能比較の1例を第7表に示す。

3.3.4 用途別および成形法分類

用途別には

- ①注型用樹脂
- ②塗料、化粧板用樹脂
- ③ボタン用樹脂
- ④FRP用樹脂

があり、FRP用樹脂はその成形法が種々あるの

で、それぞれに適するように樹脂を製造するため、樹脂の種類も多くなる。

- ①ハンドレイアップ樹脂
- ②スプレーアップ樹脂
- ③ゲルコート用樹脂
- ④FRP型用樹脂
- ⑤マッチドダイ用樹脂
- ⑥プリミックス用樹脂 (BMC用, SMC用)
- ⑦連続成形用樹脂
- ⑧フィラメントワインディング用樹脂

ポリエステル樹脂は、最終FRP製品に対応した要求性能を求められる。そのためまず、硬化後の性能により最終製品に適する樹脂組成が決められ、次に各成形法に適するように樹脂が調合される。

3.3.5 空気硬化性と非空気硬化性

ポリエステル樹脂の欠点の一つとして、空気中の酸素によって硬化が妨げられる。そのため空気と接している表面一層がほとんど硬化せず、いつまでもベタベタしたままになり易い。これを特に非空気硬化性とかノンエアキュアタイプとかいう。

このベタベタした表面は加熱によるアフターキュアを行っても完全には硬化しない。このような欠点を改良する方法の一つとして、樹脂に適正な種類と量のパラフィンワックスを添加して均一に溶解し、硬化のさい空気と接している樹脂表面に、パラフィンワックスの薄い層を形成させることにより、空気中の酸素を遮断し、樹脂の硬化を完全に近い状態まで行なわせる。このようにパラフィンワックスを添加した樹脂を、空気硬化性型とかエアキュアタイプ、ワックスタイプなどと呼ぶ。これに対してワックスを添加していないものをノンパラタイプ、ノンワックスタイプなどと呼ぶ。

非空気硬化性樹脂を使用した場合でも、その表面にセロファンやポリプロフィルムなどを張りつけて空気を遮断すれば、ベタつきを残さずに硬化させることができる。

ワックスタイプ樹脂はノンワックスタイプに比べて表面からのスチレンモノマーの蒸発量は少ない。

空気硬化性樹脂は積層にあたって、最外層の樹脂を完全に硬化させるときに用いられるものであるが、このタイプの樹脂を用いて硬化させたあと、さらに補強積層、あるいは接合、接着、塗装などを行なうときには、硬化した表面層を十分にサンディングして、ワックス層を除去するとともに、表面を荒らして層間での接着性を確保しなければならない。

また非空気硬化性樹脂の場合でも、樹脂の種類や、放置条件、放置期間によってはサンディングによって、層間の密着を確実にすることが大切である。

最近の樹脂では非空気硬化性であっても、表面のべたつきをあまり感じさせないものもあるが、このような樹脂を使用した場合でも、表面が完全に硬化しているのではないから、少なくとも燃料タンク内面、水タンク内面およびビルジのたまりやすい部分などには、必ず空気硬化性樹脂のトップコートをほどこして保護しなければならない。

3.3.6 2液形と3液形

ハンドレイアップ用の樹脂には、あらかじめ促進剤を加えてあるものが多い。普通ナフテン酸コバル

トが混入されているのでピンク色の色相を示す。これを2液形といい、使用直前に硬化剤のみを加えれば硬化する。

これとは別に、使用時に促進剤と硬化剤とを調合するものがあり、3液形と呼んでいる。3液形の場合は、先に促進剤だけを樹脂によく混合してから硬化剤を加える。促進剤をよく混合しないで硬化剤を加えてはいけない。

またある種のスプレーアップ機では、樹脂液を2分して促進剤と硬化剤とを別々に調合する場合もある。この時の添加量は、それぞれ規定の2倍量となり、両方を等量づつスプレーして全体が規定の配合比になるので注意が必要である。(つづく)

世界のFRP船トピックス



■ハンドレイアップから脱出(そのⅢ)

ハンドレイアップはガラス繊維に樹脂を含浸させてから、必ず脱泡の工程がある。脱泡には泡沫用のローラーを用いるが、決して楽な仕事ではない。かつ熟練や要領という数字では律し切れない手作業である。せめて、この工程だけでもなんとか人手によらずに、ガラス繊維の間にトラップされた空気の泡を排出する方法がないか? という命題が存在する。

高圧のプレスに金型をとりつけて、高圧をかければ当然空気が追いつけず、10mを越える大型製品となると、プレスも金型も容易なものではない。また技術的にも未解決な分野が多すぎる。

そこで考案され実施された改善の方法として、加圧バッグ法と減圧バッグ法という空気圧を利用した脱泡の方法がある。

加圧バッグ法は型に積層し、含浸された状態のところへ、ゴムやプラスチックのフィルムを被って、フィルムの外側から空気圧をかけて加圧する方法である。1970年度のアメリカ杯のディフェンダー「Intrepid」号のリギングの一部は、ボロン

とカーボンのコンポジットで成形され、バッグ法を用いてオートクレーブで加圧した成形品であった。

また、減圧バッグ法はフィルムをかぶせてフィルム内側の空気を真空ポンプで抜きとることにより、大気圧を利用して脱泡し、空調率の少ない良質均一なFRP成形物を得る。

それぞれのテクニックはディテールにノウハウがあり、一概に長所と短所を記述することは難しいが、FRP舟艇、船舶の船殻部材の成形テクニックとして、ハンドレイアップからの脱出のための一つの手段と言えよう。

特に減圧による成形テクニックは、バッグ法を含めて舟艇船殻の成形に応用される分野が広がっている。例えば、スイスのWettingenのPolyboot A.G.では減圧バッグのバリエーションで、含浸、脱泡の両操作とサンドイッチ構造の構成まで1工程で行なうテクニック*を開発している実績がある。

* Modern Plastics International

Feb 1976. 12-15

(百島祐忠・コンポジット・システム研究所)

Engineering Course : Diesel Engine <31>

by Zenzaburo Saito

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

齋藤善三郎

三菱重工業

第7章 ディーゼルエンジンの性能と構造

7.1 性能発揮の裏付けとしての構造

ディーゼルエンジンは高出力化等の各種方策により性能の向上が著しい。これに伴う構造はその実現の裏付けとしてどのように対処してあるか、ということとは当然誰もが考えることであろう。

(i)従来と同じぐらいは寿命はあるのか？

(ii)不具合はないだろうか？

(iii)保全（整備）はどうか？

等が、具体的な問題点として思い浮かべるであろう。

この問いに対して簡潔な報告があるので、ここに紹介して、回答としたい。それは1972年に開催された CIMAC（国際燃焼機関会議）において、英国の R. MUNRO 氏らが発表した

“Cylinder Component Design Reliability and Cost” の論文の中に明快な実例が示されている（図 7.1.1）。

図 7.1.1 「ディーゼルエンジンの特性の傾向」の図を見ると、横軸に1930年から1972年までの年次が示され、縦軸に1930年をベースにした比率が取っている。

ディーゼルエンジンの特性として
 正味平均有効圧 (B. M. E. P.)
 シリンダ最高圧力 (Max. Cylinder Pressure)
 回転速度 (Crankshaft Speed)
 ピストン平均速度 (Piston Speed)

の4特性のグラフが掲載されている。この特性の上昇は出力増加対策（既述）の進歩の足跡である。

この4つの特性の他に、信頼度 (Reliability Factor) のグラフが示してある。これは新しい特性であり、図に見るように、1970年付近での Reliability Factor のカーブの急上昇は、最近の顕著な傾向を示すもので、前述の4特性のカーブと比較しても急上昇している。この信頼度 (Reliability Factor) は、信頼性を数値で示した尺度である。図 7.1.1 に見るように、出力特性の上昇を上まわる信頼性の上昇があったということは、即ち性能上昇以上に、信頼性の確保がなされていることを示すものと言える。わかり易く言うならば、ディーゼルエンジンの高出力

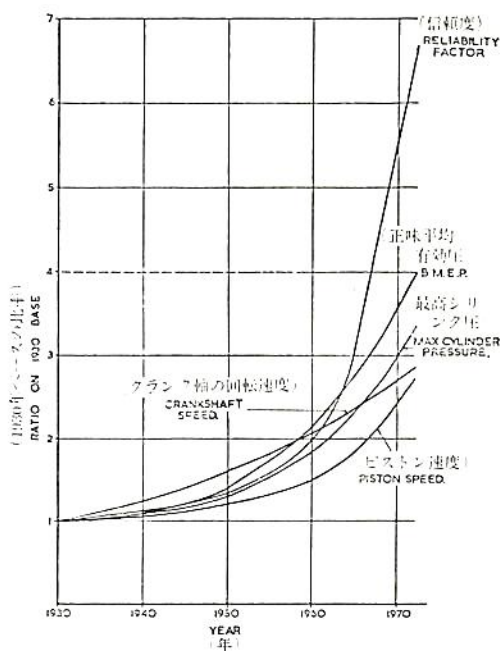


図7.1.1 ディーゼルエンジン特性の傾向

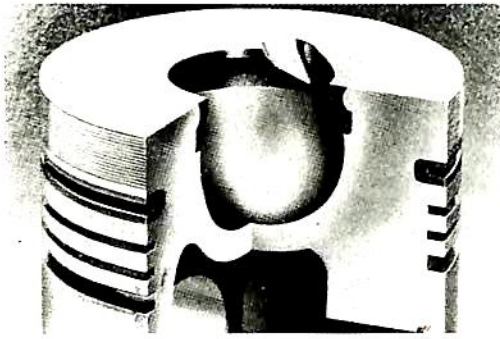


図7.1.2 耐摩環入りピストン（ピストン断面で示す）

化に追随して、信頼性が構造に折り込まれて来たことを示す。

本論文では、実例としてディーゼルエンジンのシリンダ・コンポーネント（構成要素）を対象にして、ピストン、リング等の主要部品をあげている。即ち

- 1945～50年 ピストン材料の向上
高性能の潤滑オイルの導入
 - 1955～60年 クロムメッキリングの採用
 - 1960～65年 アルミピストンに耐摩環の採用（図7.1.2）
 - 1968～70年 プラトホーニングライナの採用
- 等の具体例によりディーゼルエンジンの信頼性の向上に寄与したとしている。

上記の R. MUNRO 氏の論文の他に、もう1つ

の同じような例として、ドイツのMTU形エンジンの信頼性向上策を（図7.1.2～2）に示す。特に目新しいのは信頼性の尺度として、MTBF（後述）を使って示している点である。

部品の信頼性の向上があってこそエンジンの信頼性の増大が期待できる。

以上はほんの一部の紹介である。豊富なディーゼルエンジンに関する経験と幅広い研究成果が生かされて、高出力化に耐える堅牢構造のディーゼルエンジンが実用化し、信頼性も実証されているわけである。

7.1.2 ディーゼルエンジンの信頼性感覚的な見方について

最近の製品はディーゼルエンジンを含めて、性能の他に、信頼性が特徴としてクローズアップされ、重要な特性となっている。

ディーゼルエンジンの高出力化をはじめとする、大幅な性能向上が、1960年から1970年にかけて実施されたが、その実現の裏付けはディーゼルエンジン自身の信頼性の向上によるところが多であった。

とすると、「ディーゼルエンジンの信頼性はどのようにして織り込まれたか？信頼性とは何か？」というような見方が、常識的にディーゼルエンジンの構造を知る上で有用である。即ち信頼性的感覚の上に立つと理解が早かるうということである。

信頼性というものの研究と導入は、そもそもアメリカの1950年代における電子機器（主として真空

部 品	過去に経験された問題点	それに対する対策および改造点	MTBF [10 ³ h]
ピストン	かぶり傾向 ピストンリング溝の早期摩耗	ピストン冷却 リングニレジストピストン 組立形ピストン ピストンクランプランスの変更 ピストンリングカーフェイス	≈ 200
基準軸受 主軸受 クランクピン受	かぶり潤滑油の汚れ に過敏 早期摩耗 軸受背面のフレット イングコロージョン	薄形軸受 アルミ軸受 潤滑油ろ過方法の改善 軟潤滑油隔離 軟潤滑油厚さ 脱過クラッシュ つば付き基準軸受を摩止し 玉軸受でスラストを受ける	≈ 140 ≈ 170
シリンダライナ	ガスタイトの経時劣化 架橋取付け座面の摩耗 ジャケット部のコロージョン	架橋取付け部形状変更 ガスタイト方法の改良 添加剤による水質改善	≈ 250
シリンダヘッド	弁室面の摩耗 弁座部のスキューリング 弁室面ガスタイトの劣化 吹き抜け	弁桿部および弁座部の特殊金属被覆 弁座リング 弁室回転装置 弁室面のオイルミスト潤滑	≈ 220 ≈ 280

(注) VWJ Hempel, L. Kohr; Dieselmotoren mit Drehzahlen Über 1,000U/min auf seegehenden Handelsschiffen, Jahrbuch STG 69/1975

図 7.1.2～2 主要部品の信頼性向上対策例 (MTU形エンジン)

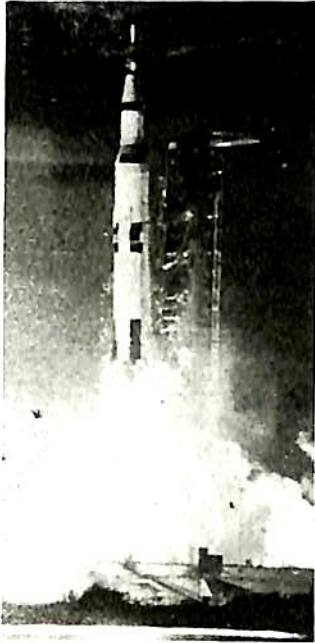


図7.1.3 サターン5型ロケット (1969年)

管)に端を発している。それが拡大発展して、1969年7月16日のアポロ計画による、月衛星アポロ宇宙船の打上げの成功に信頼性は集大成された。(図7.1.3)

月衛星を打ち上げたサターン5号ロケットは数十万点の部品で構成されるが、これらの各部品の信頼性、及びシステムとしてのサターン5号ロケットの信頼性と、人工衛星の信頼性がアポロ計画をささえたのである。

しかし、機械分野への信頼性技術の一般的な適用は比較的新しい(除く航空機関係)。

“A Reliability Study of Diesel Engines”の研究レポートを1964年4月にアメリカのCAT社のW. J. LUX氏が発表している。

1970年前後から、大形船の船用ディーゼルエンジ

ンへの信頼性の適用が本格化した。

日本では1970年に、

J I S Z 8115 信頼性用語

のJ I Sが制定されている。

以下に信頼性とはどんなものか?について、ディーゼルエンジンに関係ありと思われる事項についてその概要を述べる。

信頼性とは

信頼性 (Reliability) とは、日常語でいうと「あてになること」である。例えば、高速哨戒艇に主機として搭載された高速ディーゼルエンジンが、哨戒期間1カ月の稼働において、なんの不具合もなく無事帰港したならば、「このディーゼルエンジンは信頼性がある」と言われる。このように信頼性とは、製品や部品などの時間的安定性を表わす性質なのである。(図7.1.4)

このような表現は従来からあることで、目新しいことではないと言える。最近の信頼性は何が違うか?という、信頼性を数値化した表現としたことであり、信頼性工学により信頼性技術の形としたことである。

信頼性を数値化して示すのに、信頼度なる用語を用いる。具体的にいうと前述の高速哨戒艇の例を信頼性用語で表現してみると「ある特定の使用条件、使用期間中に故障せずに稼働する性質を数値(確率)で示したもの」が信頼度である。高速哨戒艇の例は、信頼度100%ということになる。

信頼性及び信頼度のJ I Sの定義を図7.1.4に示す。

信頼度の事例としてのアポロ計画の月衛星ロケットでは信頼度99.999999%であって、ナイン・ナインの信頼度と呼ばれたが、これは最高の部類である。

信頼性を示す尺度

信頼度の他に、信頼性を示す数値的尺度としては下記が判り易く、一般に用いられる。外国のディー

番号	用語	読み方	意味	対応英語(参考)
R 1	信頼性	しんらいせい	系、機器、部品などの、機能の時間的安定性を表わす度合または性質	reliability
R 2	信頼度	しんらいど	系、機器、部品などが、規定の条件の下で、意図する期間中、規定の機能を遂行する確率	reliability

(注) J I S Z 8115—1970

図7.1.4 用語: 信頼性, 信頼度

番 号	用 語	読 み 方	意 味	対 応 英 語 (参 考)
F 13	平均故障間隔 MTBF	へいきんこし ようかんかく えむていびい えふ	修理しながら使用する系、機器、 部品などの相隣る故障間の動作時 間の平均値	mean time between failures

(注) J I S Z 8115—1970 抜萃

図 7.1.5 MTBF の意味

ゼルエンジンの信頼性レポートにもしばしば見受けられる。

(i)TBO (Time Between Overhaul, オーバーホール時間間隔)

(ii)MTBR (Mean Time Between Removal, 平均交換間隔)

(iii)MTBF (Mean Time Between Failure, 平均故障間隔)

(iv)1000時間当りの故障率 (Failure raito/1000h)

上記の中で (i)TBO は主として製品を対象とし、残りの3アイテムは主として構成部品を対象として多く用いられている。

(iii)の MTBF の用語は、しばしば慣用的に最も多く用いられる場合が多いので、記憶しておくとな便利である。MTBFは、JIS Z8115 に用語としての規定

がある。(図7.1.5)

即ち、J I Sでは「修理しながら使用する系、機器、部品などの相隣る故障間の動作時間の平均値」と定義されている。

一般に、MTBFの算出には、ワイブル分布による方法と、簡易計算(点推定)による方法のいずれかが多く用いられる。ここでは、後者による方法を以下に紹介する。

(問) エンジンの或る部品が10,000時間で損耗したので、すぐに取替え、次には12,000時間で損耗したので、すぐに取替え、次には13,000時間で損耗したので、すぐに取替え、次には12,000時間で損耗した。

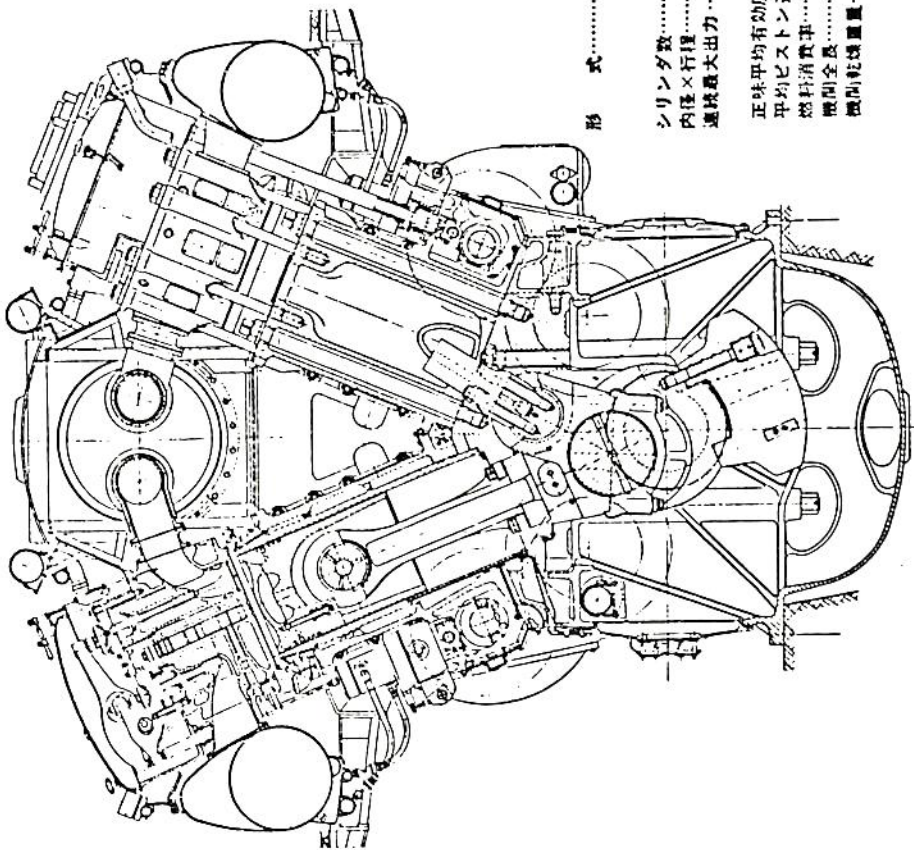
この部品のMTBFを求めよ。

(3) 保 全 性

番 号	用 語	読 み 方	意 味	対 応 英 語 (参 考)
M 1	保 全	ほぜん	修理可能な系、機器、部品などの信頼性を維持するために行なう処置	maintanance
M 2	保 全 性	ほぜんせい	修理可能な系、機器、部品などに備わる保全の容易さを表わす度合または性質	maintainability
M 3	保 全 度	ほぜんど	修理可能な系、機器、部品などが、規定の条件において保全が実施されるとき、規定の時間内に保全を終了する確率	maintainability
M 4	予 防 保 全	よぼうほぜん	きまった手順により、計画的に点検検査、試験、再調整などを行ない、使用中での故障を未然に防止するために行なう保全	preventive maintenace
M 5	事 後 保 全	じごほぜん	故障が発生したのちに行なう保全	corrective maintenace

(注) J I S Z 8115—1970

図 7.1.6 保全性の用語



形式……………単動、V形、4サイクル、トランクピストン形、直接噴射、排気タービン過給機・空気を冷却器付き

シリンダ数……………10, 12, 14, 16, 18

内径×行程……………520×550 mm

連続最大出力……………10 000—18 000 P S / 430 rpm

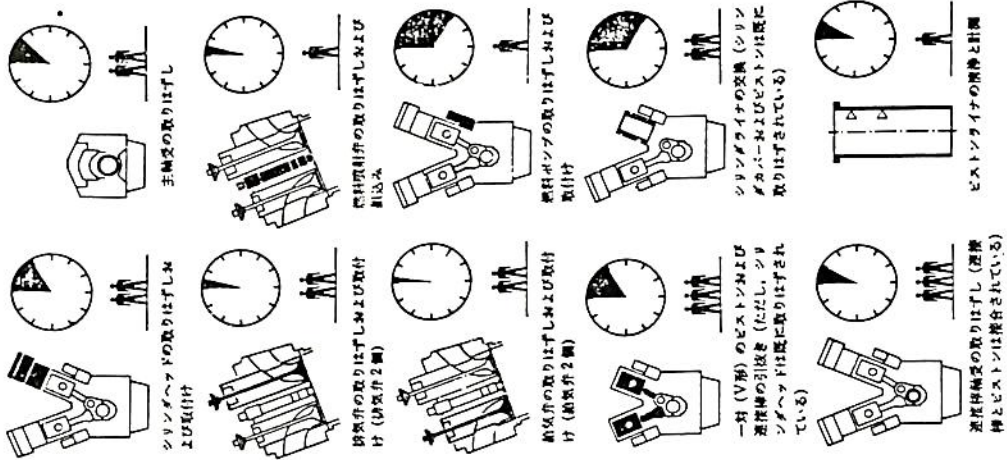
正味平均有効圧力……………17.9 kg / cm²

平均ピストン速度……………7.88 m / s

燃料消費率……………150 g / PS·h

機関全高……………5 400—8 600 mm

機関乾燥重量……………105—168 t



説明的な放管と特殊器具の適用によってオーバーホール作業時間は図のように短くなった。

図7. 1. 7 保全性の例

の例があったとする。その解答は次の通りである。

(答) 問題を図で示すと

この部品の総稼働時間は、各損耗間隔時間の和であり、また、損耗した部品の数は4個である。

$$MTBF = \frac{\text{総稼働時間}}{\text{損耗発生件数}}$$

$$= \frac{11,000 + 12,000 + 13,000 + 12,000}{4}$$

$$= 12,000 \text{ (時間)}$$

保全性とは

蛍光灯などは、寿命が来て薄暗くなると修理が不可能なので、修理しないで棄ててしまう。

ディーゼルエンジンのように、何年もの長い期間にわたって使用される製品等は、修復、再使用を伴う場合で、これらの信頼性については「修復、整備のし易さ、早さ」、即ち保全性を考える。

保全とは整備と同じ意味の用語である。信頼性を維持するために行なう処置である。(図7.1.6)

保全には下記の2種類がある。

(i) 予防保全 (Preventive Maintenance), 略称 P M

(ii) 事後保全 (Corrective Maintenance)

(i) の予防保全は、略称 P M と呼ばれ、一般に普及しているもので、ディーゼルエンジンの場合でも、作業点検、定期点検、再調整、などの作業がこれである。船に搭載されたエンジンの場合には、

J G や N K 等の海事規則により実施される定期検査は P M に属する。

(4) アベイラビリティ

番号	用語	読み力	意味	対応英語(参考)
A 1	アベイラビリティ		修理可能な系、機器または部品などがある特定の瞬間に機能を維持している確率 備考 アベイラビリティ(A)は、つぎの式によって求める場合が多い $A = \frac{\text{(動作可能時間)}}{\text{(動作可能時間)} + \text{(動作不能時間)}}$	availability

(注) J I S Z 8115—1970

図 7.1.8 アベイラビリティの意味

(ii) の事後保全は、いわゆる修理修復を指している。

ディーゼルエンジンのこれらの保全については、取扱説明書や整備解説書に書いてあるので、これによることが大切である。

保全の容易さが保全性で、これを数値表現したものが保全度である。「ある特定の条件の下で規定時間内に保全を完了する早さを数値(確率)で示したもの」である。(図7.1.6参照)簡単な計算例を下記に示す。

(例) エンジンの或る部品25台の中で、修理時間1時間以内の修理台数は20台であった。1時間における保全度を求めよ。

(答) 保全度 = $\frac{\text{ある時間内の修理件数}}{\text{総修理係数}}$

$$= \frac{20}{25} \times 100 = 80\%$$

即ち全体の修理の80%は1時間内でおこなう。

ディーゼルエンジンの保全度の向上はどのように織り込まれているか?

保全度確保のために、構造上であらかじめ下記の配慮がなされている。

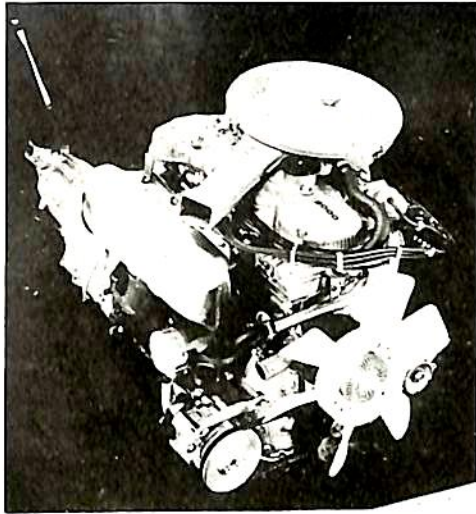
(i) 保全(整備)し易い構造

部品の互換性のある構造

等に設計してある。「整備性が良い、保全性が良い」と言うのは、このことなのである。

図7.1.7には高出力中形中速ディーゼルエンジンであるMAN52/55形ディーゼルエンジンにおいての保全度向上を図った1例を示す。保全のし易い構造とし、適切な用具の開発により、保全作業を簡易化して時間を短縮した例である。

高出力中形中速ディーゼルエンジンの場合、MA



左・三菱4 G32型サターン・エンジン
 上・サファリ・ラリー（1974年）優勝の三菱ランサー
 下・サザンクロス・ラリー（1973年）優勝の三菱ランサー
 図7.1.9 国際ラリー

N52/55形と同じようにSEMT社のPC形エンジン、Sulzer社のSWD TM620形エンジン等においても、保全作業容易化の構造がとられている。

アベイラビリティとは

ディーゼルエンジンのように修理可能な製品の場合には、信頼性（狭義）のほかに保全性をも合わせて考える必要がある。この両者を合わせたのが「広義の信頼性」である。

この「広義の信頼性」を数値的に表現すると、信頼度プラス保全度である。具体的には「何時でも満足に使える状態を数値（確率）で表示する」ものであり、アベイラビリティ（Availability）と呼ぶ。

正確な定義及び計算式は図7.1.8によりたい。

アベイラビリティの身近な例としてカー・スポーツによる国際ラリーを見てみよう。

ラリーは決められたコースを、決められた時間や速度で走るレースである。

国際レースとして有名なのは、雪と氷のアルプス越えをして約4,000kmを4日間で走行するモンテカロール・ラリーや、豪雨と洪水と泥の全長5,000kmにわたる激戦5日間の東アフリカ大地を走行するサファリ・ラリーや、オーストラリアのサザンクロスラリー等がある。いずれも長距離の耐久レース的で、非常にきびしい。（図7.1.9）

国際ラリーでは数百台のラリー・カーが出場するが、完走するのは一般には1割足らずの例が多い。ラリー優勝の原則の重要な1つとして「まずラリーに強い車」を選べというのがある。数千キロに及ぶ走行にたえて、満足に走りぬけるという信頼度の高さ、点検整備修復が短時間に可能であるという保全度の高さ、即ち両者を合わせたアベイラビリティの高さがラリー優勝を左右するのである。

以上の解説で信頼性が高いとか、アベイラビリティが高いことの意味がはっきりしたと思うが、では「この信頼性はどのようにしてディーゼルエンジンの構造に織り込まれて、信頼性の高いエンジンになるのか？」という話を若干述べる。

信頼性の織り込みは

簡略に要点を言うと、信頼性は信頼性技術により構造に織り込まれ、生産の各段階での実現は信頼性管理によりフォローされる。

信頼性技術とは、信頼性の高い製品を製作するためのあらゆる工学的方法であり、内容としては、信頼性設計、保全性設計、信頼性試験、信頼性のデータの収集、信頼性データの解析、高信頼度部品の採用、等々の手法が含まれる。

1) 信頼性設計と構造

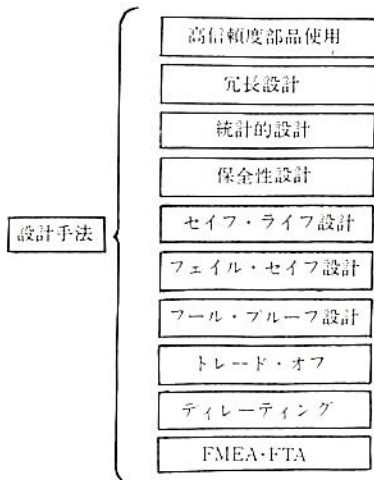
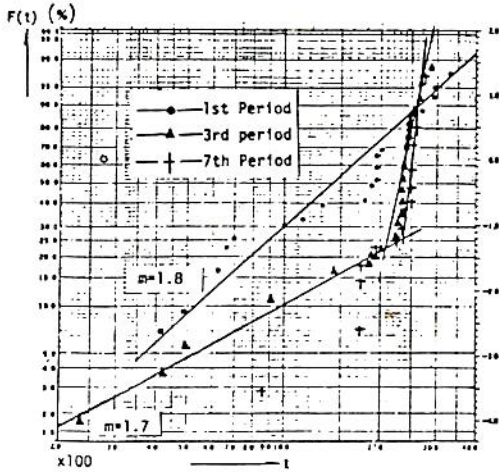


図7.1.10 信頼性設計の手法例



A丸における排気弁の経年変化

図7.1.11 排気弁の経年変化のワイブルチャート例

信頼性設計の手法には各種がある。(図7.1.10)

これらの手法を使つての設計法や手順を述べるのは趣旨でないで、特に説明はしないが、その結果としてでき上つた構造に若干ふれておく。目標信頼度を達成するために、種々の設計法を駆使してでき上つた構造は、例えばフェイル設計手法によれば、フェイルセーフ構造になる。これらの実例は、後述のディーゼルエンジンの各種構造篇で、折にふれその都度紹介することとした。

2) 高信頼度部品とは

高信頼度部品とは、高い信頼度を持った部品で、信頼性のおりが実証済の部品である。ディーゼルエンジン全体としての信頼度は、各構成部品の信頼度の集まつたものである(専門的には相乗積の形)。従つて高信頼度部品の採用は、ディーゼルエンジンの信頼度向上になる。

構成部品の信頼度は信頼性試験により、主として確認されるが、たくさん使用される部品では、フィールドの使用実績からも確認可能である。ワイブル解析法によればよい。

ディーゼルエンジンの主要部品は計信頼性部品が使われるが、エンジンメーカーとコンポーネント(含む部品)専門メーカーとの協力により得ることができたものである。

3) 信頼性試験の実際について

信頼性試験とは、信頼性の向上または確認のために行なわれる試験の総称である。

信頼性試験は分類対象によってたくさんの種類に分けられる。ディーゼルエンジン1台をとつてみても、エンジン自身の試験の他に各構成部品の

試験を含めると龐大なものである。従来から行なわれている著名なのは耐久試験で、これは市場の使用条件と環境条件に合わせたシミュレーション試験に属するもので、重要な寿命試験である。これに対し、現地で実際に行なう信頼性試験は、実用試験と呼ばれる。使用の信頼性の向上と確認のために行なわれる。

この他にたくさんの各種信頼性試験が行なわれているが、ここでは説明を省略する。しかしこれらの信頼性試験の上に立って、ディーゼルエンジンの信頼性が向上し、構造が確立されてきていることに留意されたい。

4) 信頼性データの収集と解析の意義について

英国の J. R. TOWERS 氏は下記の論文

The use of A Reliability Technique in Diesel Engine

で、次の意味のことを指摘している。

「ユーザの意見による改良が、信頼性の向上に与える効果は最も大きい」としている。ユーザ市場即ちフィールドは、ディーゼルエンジンという製品の信頼性を写しだす鏡であるとする考え方である。即ち、フィールドデータをメーカーにフィードバックして、製品の信頼性向上に役立たせようとするのが、信頼性データの収集と解析の考えである。これは信頼性技術の中でも重要なしかも特色あるものである。

データの解析に一般に用いられるのは、ワイブル(Weibull)解析と呼ばれる方法である。

データをワイブルチャートにプロットして、経年変化や交換時期の適否やMTBFを見る。簡便なので世界中で使用される。

図7.1.11は、ワイブルチャートの使用例で、ディーゼルエンジン部品の経時変化を示す。(図7.1.11*)

船用主機ディーゼルエンジンでは、機関部作業報告書システムが一般に確立している。従つて、適確なフィールドデータが入手容易なので、機械分野としては比較的早くからワイブル解析を実用に供されている。(* 東船大・堀龍、郵船・梅本共著“ディーゼル当機関の弁類交換における経年変化について”船用機関学会誌 1977~No. 2 参照)

以上の通り、ディーゼルエンジンの信頼性に関係ある基礎的事項について構造関連ということで紹介をした。ディーゼルエンジンの構造や取扱の根本に流れている考え方の1つに信頼性的考え方があるのである。メーカーとユーザの両方の協力協同の所と言えよう。信頼性の詳細または専門的事項については、数多くの参考出版物があるのでこれによられたい。(つづく)

東南アジアを重点に 海外に27名の専属検査員

NKは国際船級協会として、海外の検査網拡充に格段の力を注いでいるが、昨年(1977年)9月1日現在で海外の専属検査員は27名(うち日本人検査員は18名)の多きに達している。これは初めてロンドンとニューヨークに各1名の日本人検査員を駐在させた昭和37年当時からみると、まさに隔世の感がある。

海外専属検査員の配置状況は下表のとおりであるが、特に東南アジアでの充実ぶりが注目され、この海域におけるNK船級船の便益はすこぶる大きいといえる。

NKの海外専属検査員配置状況

地域	支部・事務所名	人数	内 訳	
			日本人	現地人
ア	シンガポール支部	9	5	4
	香港支部	2	2	—
	釜山事務所	1	1	—
ジ	台北事務所	5	1	4*
	マニラ事務所	1	1	—
ア	クアラルンプール事務所	1	1	—
	ダッカ事務所	1	—	1*
欧 州	ロンドン事務所	2	2	—
	ピレウス事務所	2	2	—
	リスボン事務所	1	1	—
北米	ニューヨーク事務所	2	2	—
計	11支部・事務所	27	18	9

(注) * 印の現地専属検査員は、いずれも日本語ができる。

以上のほか、ペルシャ湾の下パイ、北米のニューオーリンズにも近く日本人検査員事務所を開く予定であり、オランダのロッテルダムでも現地人を専属検査員として起用することになっている。

また、必要に応じて日本内地からベテランの検査員を随時どこへでも派遣してきた従来の体制も一段と強化されており、海外の約140港に配置された220

名をこす、現地嘱託検査員の活動とも相まって、NKの海外検査網は一段とキメ細かくなってきている。

4 サイクルディーゼル機関の ロッドボルト破断事故の防止

最近、低速および中速の4サイクルディーゼル主機関のロッドボルト(連接棒下端とクランクピン・メタル上部台金との締め付けボルト)が運転中に破断し、いわゆる「連接棒の足出し」という大事故が2、3起こっている。なかには修理のため長期間不稼働を余儀なくされた船舶もあった。

このロッドボルトには、植え込み式(台金に半永久的に植え込んだボルト上半のナットを締めつけることにより連接棒と台金を結合するもの)とネジ込み式(ナットを用いず、台金のネジ穴へ連接棒下端を直接ネジ込んで結合するもの)とがあり、事故はいずれも後者のネジ込み式のものに発生している。

原因は船内でピストン抜きを行なったのち、この結合部を復旧するときネジ穴の中の異物の残留、締め付け面やネジ部への異物の噛み込み、締め付け量の誤認などにより、規定の締め付けが不十分だったことにあるようである。そして事故は、復旧後の運転に入ってから比較的短期間内には起こっている。

最近では機関の高出力化に伴い、連接棒とクランクピン上部メタルが一体であれば、ピストンを上方へ抜き出すことができないので、これを分割する構造が広く採用されている。しかし、クランクケース内のスペースが非常に狭いため、連接棒下端とクランクピン・メタル台金との結合ボルトの締め付け作業と、その後の点検が極めて困難になっている。そのうえ、ピストン抜きなどの作業は、主機メーカーの下請け業者が短い停泊期間中に行なうので、作業にミスが発生しやすい環境となっている。

このようなことから主機メーカーには、この種のエンジンの保守整備に関する指針の再検討が望まれている。また、これを取り扱う主機メーカーのサービス部門や船舶の機関関係者としては、エンジンの開放・復旧の際、この部分に十分注意をすると同時に、ネジ込みボルトの接触面が密着した状態で規定の締め付け量が得られていることを確認するよう、作業員を指導する必要がある。

受注

●佐野安, 瑞東など3社からカーバルクを各1隻

佐野安船渠は瑞東海運, 新光海運, イースタン・ SHIPPINGの3社から37,700重量トン型カーバルク各1隻を受注。いずれも乗用車2,600台積みで納期は3隻とも53年内。3社はいずれも三光汽船の関係会社である。主機は川崎MAN12,660馬力, 航海速度15.0ノット。

●三菱, パナマから自航式多目的クレーン船

三菱重工はパナマの海洋開発会社より4,600重量トンの多目的クレーン船1隻を受注。同船は作業員2人を乗せ330メートルの深さまでもぐれる潜水作業装置をそなえているほか, 260名収容の居住区はホテル並みの設備を整え, ヘリコプター用デッキも有する。主機は2,040PSディーゼル2基で速力は約11ノット。

●波止浜, カーロスから貨物船をさらに1隻

波止浜造船はこのほど米国系船主カーロス・ SHIPINGから7,458重量トン型貨物船1隻を追加受注した。納期は78年6月末。主機は赤阪5,200馬力, 航海速度13ノット。

●鹿児島, シーコンとコンテナ船2隻

鹿児島ドック鉄工は, 英国シーコンテナ・インコーポレイテッドと20フィート型352個積みフルコンテナ船2隻を受注した。納期は78年8月と10月。同船は7,000重量トン, 主機はMAN型1万馬力(現地調達)を搭載する。

●三井, プロストロームから更に6隻

三井造船はスウェーデンのプロストローム社とロールオン・ロールオフ型超自動化コンテナ船6隻を受注した。

契約したのは, ①16,000重量トン型(コンテナ750個積み)3隻, ②23,000重量トン型(同1,700個積み)1隻, ③9,800重量トン型(450個積み)2隻の計6隻で納期は79年中。

なお三井造船は, さる9月, 16,000重量トン型コンテナ船を3隻受注しており, 同船主より9隻を受注したことになる。(前号海外事情参照)

●住友重機械, 釜山港向けにクレーン2基

住友重機械は韓国三慶物産を通じ, 釜山港湾管理庁からモビル・クレーン2基を受注。

●日立, アンドレアデスからバルクキャリア2隻

日立造船はギリシャ船主アンドレアデスから

25,800重量トン型バルクキャリア2隻を受注。これは, 同社がさきに受注した6万重量トン型バルクキャリア1隻の代替船。主機は日立B&W11,200馬力, 航海速度は15.1ノット, 納期78年12月と79年7月。

●来島が東興海運から冷凍船を2隻

来島どつくは東興海運(本社・神戸)から45万C/F積み冷凍貨物船2隻を受注。船型は10,500重量トン型で納期は53年10月と12月。同船はマイナス25度の冷凍能力をもち, 主機関川崎MAN17,100馬力, 航海速度21.0ノット。

●来島, 新東海運からバルクキャリア

来島どつくは新東海運(本社・東京)から24,000重量トン型バルクキャリア1隻を受注。納期は53年5月末。主機関は川崎MAN9,300馬力, 航海速度15.2ノット。

●今治, カーバルクを1隻

今治造船はリベリア籍船主アーガス・ SHIPINGから64,900重量トン型カーバルク1隻を受注。同船は川崎汽船の仕組船で乗用車4,300台積み。納期は78年7月, 主機関川崎MAN14,770馬力, 航海速度15.0ノット。

●住重, ブラジルからRO/RO船を2隻

住友重機械はブラジルのスーパーベザ・トランスポルテス・マリタイムス(STM)から4,100重量トン型RO/RO船2隻を受注した。同船は4,300総トンで主機ダイハツディーゼル2,100馬力を2基搭載し, 速力12.7ノット。納期は79年2月と5月。

●幸陽が竹林向けケミカル船

幸陽船渠は竹林汽船(本社・和歌山県)から21,500重量トン型ケミカルタンカーを1隻受注した。

同船は竣工後ベルギーの石油会社ペトロフィナが長期定期用船する。14,700総トン, 主機は三井B&W10,700馬力, 航海速度14.7ノット。

●川重が貨客船の純客船改造工事

川崎重工は日商岩井を通じ, 米国フェスティバル・マリタイム社から30,000総トン級貨客船の純旅客船への改造工事を受注した。

この改造工事は旅客定員を725名から1,433名にほぼ倍増し, 乗組員定員も415名から579名にふやす。納期は78年8月。

開発・完成

●日立, 画期的な低燃費機関システムを完成

日立造船はエネルギー資源節約を目的として、新型ディーゼル機関を中心とした低燃費ディーゼル船システムの開発を進めていたが、このほど完成し実機披露を行なった。新システムはツインバンク型ディーゼル機関と低圧蒸気タービン発電装置（52年4月完成）、シングルループ式舵取機（51年7月、英国ジョン・ヘスティ社と技術提携）およびオートバイロット（52年2月、デンマークのデッカ・アーカス社と技術提携）の組合せで、これを80,000重量トンタンカーに搭載した場合、年間燃料費は在来船に較べ8,000万円（25,000円/トン）節減できるとしている。（本文16頁参照）

●**船用機器開発協会と三井、半没水航を披露**

日本船用機器開発協会と三井造船は半没水双胴型の実験船「マリンエース」を完成、試運転を披露した。半没水双胴船の特徴は波の影響を少なくするためストラットによって甲板部と没水部を切り離していることで波による抵抗が少なく波浪中でも高速が出せることである。

●**石播、スタビライザー付浮消波堤を開発**

石川島播磨重工は、同社が開発実用化した浮消波堤を、さらに改良したスタビライザー付浮消波堤の研究をすすめていたが、基礎試験を完了し、11月から約2年間の予定で鹿児島県片浦湾で海上試験をはじめた。海上試験は耐久性や消波効率の向上、コストの低減を目的とし、①波浪データ、②係留張力、③係留継手の摩耗量、④係留アンカーの位置ずれ、⑤生物付着状況などの調査を行なう。

●**三菱、「集中メンテナンスシステム」を新開発**

三菱重工は、船用中速ディーゼル主機のメンテナンスの省力化と作業環境の改造を図る「三菱集中メンテナンスシステム」を開発した。このシステムは機関室内にメンテナンス室を設け、その中に給機弁排気弁・燃料弁など部品の洗浄装置、その他保守に必要な機器類を合理的に配置することにより、従来悪環境を強いられていたメンテナンス作業を一連の流れにシステム化し、省力化と作業環境の改善を図ろうというもの。

●**鋼管、PA機関1号機、53年7月には完成**

日本鋼管はフランスのセトム社から技術を導入した高速エンジンPAの第1号機を、53年7月には完成させる計画で準備をすすめている。これは1号機が同社が下バイ向けに受注したフローティング・ド

ックの発電用エンジンとして搭載することが決まったためである。

●**三菱、新形の航海トータルシステムを完成**

三菱重工はさきに船舶の座礁防止・衝突予防を図る航海トータルシステムを開発したが、最近、そのニュータイプ「三菱TONACシステム」を完成した。この新形システムでは自動操舵をオプションとしたほか航海コンソールの盤面配置、システムの機能を見直し、低価格化と同時に機能向上、操作向上を図った。

●**鋼管、津研究所の試験水槽完成**

日本鋼管が津研究所に建設中の試験水槽が完成、同研究所の体制がすっかり整った。水槽はL・B・D 240.0×18.0×8.0mと民間では最大級の規模。今後の研究内容は①船舶性能、②船舶構造、③溶接技術、④計測技術など。

技術提携ほか

●**三井、米国DOT社と深海用石油生産装置で提携**

三井造船は米国ディープ・オイル・テクノロジー社とテンション・レグ・プラットフォームと呼ばれる深海用石油生産装置および同装置に付随する海底坑口装置、ライザー管、テンション・ワイヤー係留装置などについての技術開発、および販売について提携する契約に調印した。

技術提携の中心となるテンション・レグ・プラットフォーム（TLP）は半没型構造物とその直下に沈設したアンカーとの間を、あらかじめ、適度な張力をかけた特殊なワイヤーにより、垂直に結ぶ画期的方式による石油生産装置で、浮遊式の経済性と着底式の操作性を兼備した石油生産装置である。

●**関東船用工事が発足**

関東1都7県の船用工業93社が関東船用工業会を創立した（9日）。造船不況の深刻化から、政府による施策の受け皿とするとともに業界内部の横の連絡を密にするのを目的に新組織の結成となったもの。

●**三菱重、商事などと石油備蓄会社を設立**

三菱重工は三菱商事などと共に、上五島洋上石油備蓄株式会社を設立、発足させた。所在地は長崎県南松浦郡上五島町青方郷で、資本金は3億円。昭和55年3月までに、総所要資金1,800億円で貯油能力約600万キロリットルの施設を整える。タンク船7基（1基当り83.5万キロリットル）は三菱重工香焼工場で建造する。

竣工船一覽

The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① GEDEH	② PENAVAL	③ CONQUEROR BULKER
所有者 Owners	Providence Shipping	Societe Francaise De. Transports.	Harmony Navigation
造船所 Ship builder	三菱長崎(Mitsubishi)	鋼管鶴見(NKK, TSY)	日立舞鶴(Hitachi)
船級 Class	LR	BV	AB
進水・竣工 Launching・Delivery	77/6・77/9	77/6・77/9	77/5・77/10
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	34,035.75/24,814.83	23,627.45/14,420.37	20,608.45/15,065
LOA(全長:m)	224.00	185.00	182.245
LBP(垂線間長:m)	211.28	175.00	172.210
B(型幅:m)	31.80	27.80	28.130
D(型深:m)	18.55	16.20	15.850
d(満載吃水:m)	43' - 9 5/8"	11.415	11.326
満載排水量 Full load Displacement	—	—	43,334
軽貨排水量(約) light Weight	—	—	* 7,077
載貨重量 L/T Dead Weight	63,447	38,316	36,257
K/T	* 64,465	38,931	* 36,838
貨物倉容積Capacity (ベール/クレーン:m³)	81,346.6	47,544/48,563	44,476.76/50,643.12
主機型式/製造所 Main Engine	三菱Sulzer7RND76型	住友Sulzer6RND68M	日立Sulzer7RND68型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	14,000/122	11,400/150	11,550/150
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	12,600/118	10,200/145	10,400/145
燃料消費量 Fuel Consumption	46.2t/d	38.4t/d	39.86t/d
航続距離(海里) Cruising Range	22,000	16,000	15,510
試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed	16.49	16.67	17.05
航海速力 Service Speed	14.6	16.36	14.90
ボイラー(主/補) Boiler	バーチカルシリンドリカル コクラン型7kg/cm²	1,500kg/h×6.5kg/cm²×1	横煙管式
発電機(出力×台数) Generator	AC450V×400KW×3	560KW×3	AC450V×400KW×3
貨油倉容積(m³)COT	—	—	—
清水倉容積(m³)FWT	507.2	231	370.26
燃料油倉容積(m³)FOT	3,489.0	2,096	2,048.93
特殊設備・特徴他	—	—	上甲板上に木材積設備 を有す

* 編集部調べ

④ FAIRNESS

Sea Merchant Shipping

石川島播磨相模(I.H.I.)

L R

77 / 4 · 77 / 8

ばら積(Bulk) · 遠洋

19,553.69 / 13,466

187.73

178.00

28.40

15.30

10.763

—

—

37,084

37,680

44,356.9 / 45,829.9

IHI-Sulzer6RND-68M

11,400 × 150

10,250 × 144.8

40.8t/d

23,600

16.84

15.6

縦形水管式

AC480V × 480KW × 3

—

373.6

3,350.2

デッキクレーン

15t × 3, 25t × 1

①



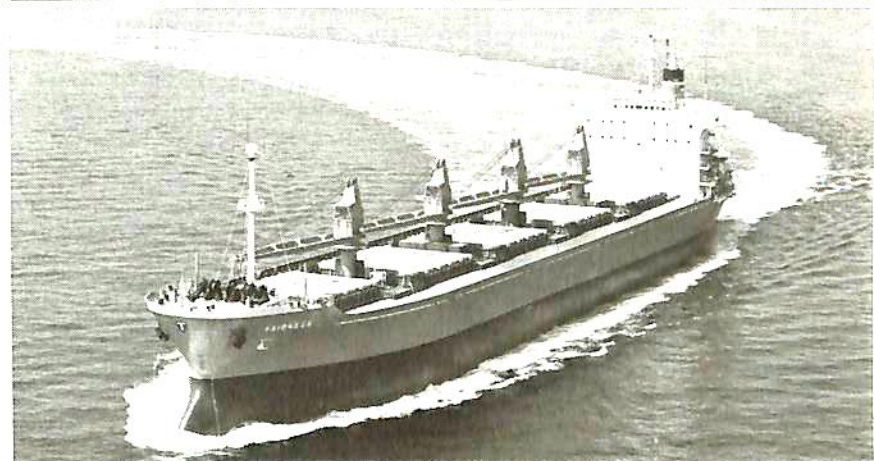
②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ PATRICIA TRADER	⑥ GEMINI PIONEER	⑦ MASASHIMA MARU
所有者 Owners	Palace Shipping	Gemini Maritime	Goko Shosen
造船所 Ship builder	内海瀬戸田(Naikai)	三井藤永田(Mitsui)	今治丸亀(Imabari)
船級 Class	NK	AB	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	77/6・77/10	77/6・77/9	77/6・77/9
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	17,001.85/10,069.91	16,735.75/12,076	14,059.41/9,218.74
LOA(全長:m)	172.50	176.75	159.826
LBP(垂線間長:m)	164.00	168.00	150.00
B(型幅:m)	23.10	22.86	24.60
D(型深:m)	14.75	14.70	13.60
d(満載吃水:m)	10.62	10.548	9.953
満載排水量 Full load Displacement	33,764	34,456	29,684
軽貨排水量(約) light Weight	6,718	6,684	5,893
載貨重量 L/T Dead Weight	*26,618.8	27,335	*23,415
K/T	27,046	*27,773	23,791
貨物倉容積 Capacity (ベール/クレーン:m³)	32,459/33,942	32,974/38,472.1	29,689.16/31,000.2
主機型式/製造所 Main Engine	日立B&W8K62EF型	三井B&W6K67GF	三菱Sulzer6RND68型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	10,700/144	11,200/145	9,900/150
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	9,800/140	10,200/140	8,910/145
燃料消費量 Fuel Consumption	39.2t/d	A油2.08t/d, C油40.42t/d	33t/d
航続距離(海里) Cruising Range	22,800	14,000	11,700
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	17.893	17.421	17.051
航海速度 Service Speed	14.9	15.1	14.5
ボイラー(主/補) Boiler	8.0kg/cm²G×1,350kg/h	Vert型横煙管式	コ克蘭コンボジット型
発電機(出力×台数) Generator	AC450V×500KW×3	AC450V×440KW×3	7kg/cm²×800kg/h 400KVA×2
貨油倉容積(m³)COT	—	—	—
清水倉容積(m³)FWT	535.83	182.3	429.76
燃料油倉容積(m³)FOI	3,008.06	1,716.9	1,422.88
特殊設備・特徴他	25tデッキクレーン×5 荷役用クラブ×5	—	—

⑤



⑧ OCEANIC
CONFIDENCE

Orient Leasing Co.
常石造船(Tsuneishi)
NK
77 / 7・77 / 9
ばら積(Bulk)・遠洋

10,763.75 / 6,454.60

146.00
138.00
22.30
12.45
9.259

22,530

4.845

17.685

*17,968.7

21,394.9 / 22,074.9

IHI12PC2-5V

8,000 / 525

7,020 / 502

24.9t/d

15,300

17.47

14.30

コンボジット型
1,000 / 12,000kg/h
360KW×2

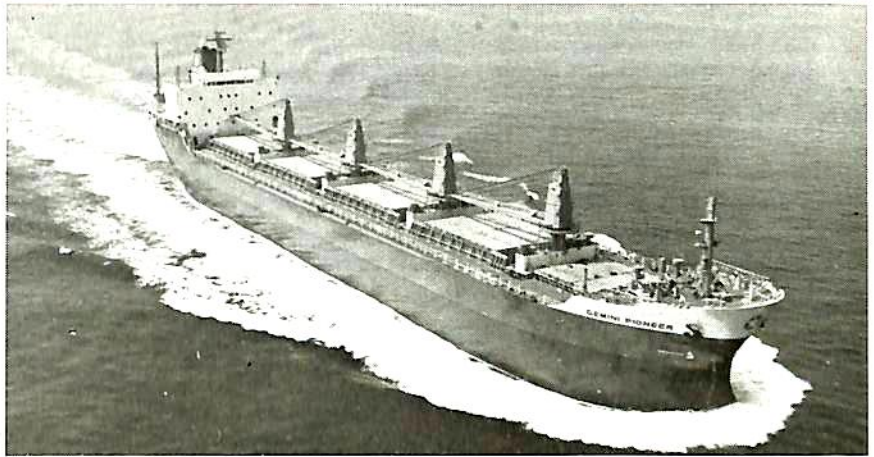
—

145.2

1,239.4

—

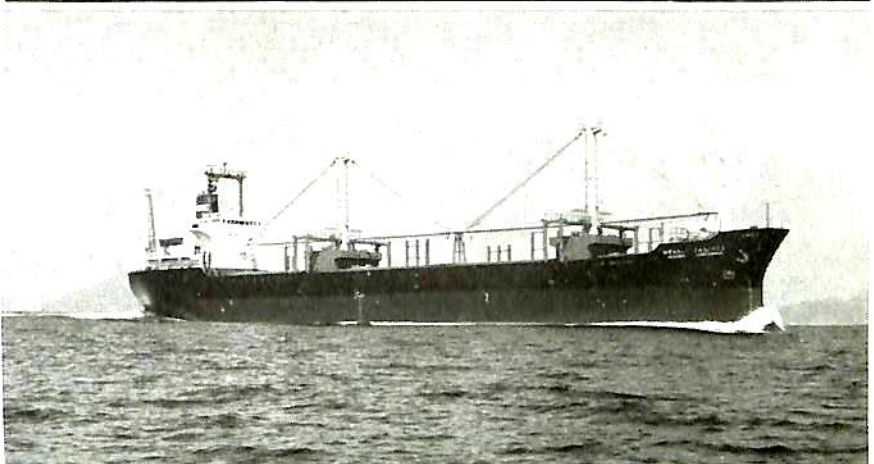
⑥



⑦



⑧



船名 Name of Ship	⑨ EVERDAWN	⑩ JENNY PORR	⑪ PROVIDENCE
所有者 Owners	Grandeur Shipping	Partenreederei	Orient Leasing
造船所 Ship builder	林兼下関(Hayashikane)	福岡造船(Fukuoka)	尾道造船(Onomichi)
船級 Class	BV	GL	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	77/6・77/10	77/6・77/10	77/5・77/8
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨(Cargo)・遠洋	貨(Cargo)・遠洋	貨(Log/Bulk)・遠洋
G/T・N/T	11,679.05/6,892.55	8,577.98/5,148.15	11,110.78/6,749.27
LOA(全長:m)	154.80	136.364	153.85
LBP(垂線間長:m)	145.00	125.50	142.50
B(型幅:m)	22.40	20.50	22.20
D(型深:m)	13.40	11.00	12.55
d(満載吃水:m)	9.35	8.325	9.359
満載排水量 Full load Displacement	23,704	16,404.50	22,915
軽貨排水量(約) light Weight	6,545	5,295	4,853
載貨重量 L/T Dead Weight	16,889	10,934	17,777
K/T	17,159	11,108.97	18,062
貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン:m ³)	23,300/24,730	15,063.46/15,991.41	21,576/22,422
主機型式/製造所 Main Engine	IHI-Sulzer6RND68M	神発8UEC52/105D	日立B&W6K62EF
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	11,400/150	8,000/175	8,300/144
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	10,260/144.8	6,800/166	7,600/140
燃料消費量 Fuel Consumption	38t/d	28.5t/d	29.6t/d
航続距離(海里) Cruising Range	12,000	11,700	11,980
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	18.649	18.104	17.768
航海速度 Service Speed	16.1	16.00	14.6
ボイラー(主/補) Boiler	サンロードCPDB-12L 1,300kg/h×7kg/cm ² G	Aalborg vertical型AQ-3×1	コ克蘭コンボジット型
発電機(出力×台数) Generator	450V×640KVA×3	AC450V×400KW×3	AC450V×320KW×3
貨油倉容積(m ³)CO T	—	—	—
清水倉容積(m ³)FW T	396	279.23	254
燃料油倉容積(m ³)FOT	1,520	1,182.02	1,234
特殊設備・特徴他	BV, AUT-OS取得	—	—

⑨



⑫ MARINA

Societe Pour
Le Developpement
新潟鉄工(Niigata)

BV

77/6・77/9

貨(RO/RO)・遠洋

1,599.61/773.54

108.64

98.50

16.00

10.30/5.00

4.98

5,183.20

2,752.40

2,430.80

—

—

新潟8PC2-5L型

5,200/520

4,680/502

17.58t/d

5,000

17.36

15.80

AUX Electric Boiler
350kg/h×7kg/cm²×1
400KW×3, 40KW×1

145.58

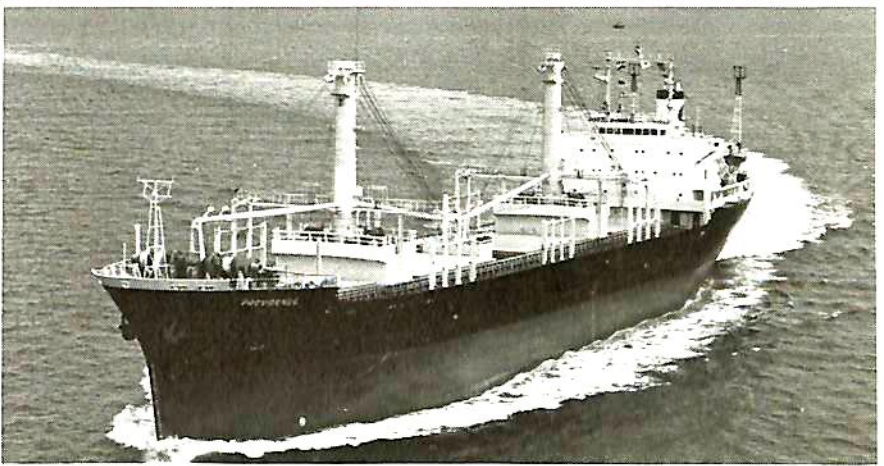
355.97

Stern Ramp door×1
S.W.L40T Choin
Driven Cargo Lifter
×1

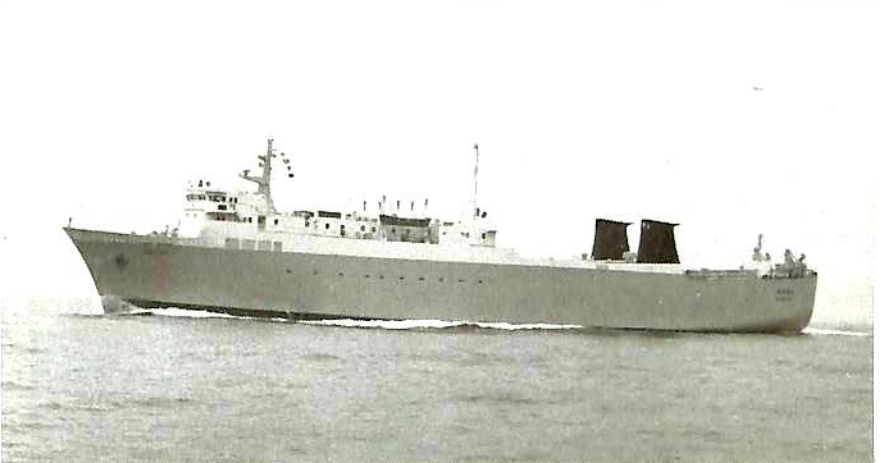
⑩



⑪



⑫



船名 Name of Ship	⑬ RIGOLETTO	⑭ CHIKO	⑮ EIYU MARU No.1
所有者 Owners	Rederi AB Soya	Mitsui Lease	英雄海運(Eiyu Kaiun)
造船所 Ship builder	日立因島(Hitachi)	金指造船所塚間(Kanasashi)	臼杵鉄工臼杵(Usuki)
船級 Class	L R	N K	N K
進水・竣工 Launching・Delivery	77/7・77/10	77/6・77/9	77/7・77/9
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	自動車(Car)・遠洋	木/ばら(Timber, Bulk)・遠洋	油(Oil)・遠洋
G/T・N/T	17,502.26/8,506.14	11,850.90/6,342.90	3,139.25/1,704.81
LOA(全長:m)	190.00	155.10	107.225
LBP(垂線間長:m)	180.00	146.00	99.50
B(型幅:m)	32.20	22.80	15.00
D(型深:m)	13.60(乾舷甲板まで) 29.20(上甲板まで)	12.65	7.50
d(満載吃水:m)	8.52	9.291	6.30
満載排水量 Full load Displacement	28,170	24,235	7,305.53
軽貨排水量(約) light Weight	*14,522	5,158	2,036.35
載貨重量 L/T Dead Weight	13,433	18,777	5,186
K/T	*13,648	19,077	5,269
貨物倉容積Capacity (ベール/クレーン:m ³)	—/—	22,735/23,504	—/—
主機型式/製造所 Main Engine	日立Sulzer6RND90型	三井B&W7L55GF型	赤阪6UET45/75C
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	17,400/122	9,400/150	3,800/230
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	15,660/118	8,500/145	3,230/218
燃料消費量 Fuel Consumption	62.3t/d	32.9t/d	448kg/h
航続距離(海里) Cruising Range	26,800	14,972	13,652
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	21.59	17.606	13.833
航海速度 Service Speed	19.3	14.6	12.7
ボイラー(主/補) Boiler	横煙管式立ボイラー	1,200kg/h×7kg/cm ²	6.5t/h×7kg/cm ²
発電機(出力×台数) Generator	AC1,200KVA×3	AC445V×340KW×3	360ps×2
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	5,663.68
清水倉容積(m ³)FWT	400.8	428	210.75
燃料油倉容積(m ³)FOT	4,030.1	A油22m ³ , C油1,570m ³	553.34
特殊設備・特徴他	約5,300台	—	—

⑬ TAMAEI MARU

大同汽船(Daido Kisen)

寺岡造船(Teraoka)

NK

77 / 9 · 77 / 10

油(Oil) · 沿海

1,599.83

81.52

75.00

13.00

6.70

6.02

4,693.60

* 1,148.5

* 3,545

3,602

— / —

阪神内燃機6LUS-40

2,800 / 280

2,380 / 265

10.309t/d

2,581

12.13

11.87

タクマEHO-400

180KVA×2

3,367.635

93.53

188.59

⑬



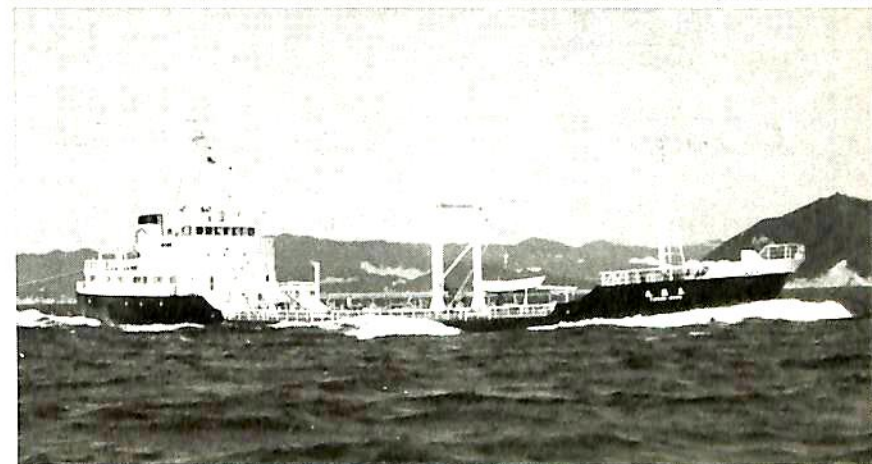
⑭



⑮



⑯

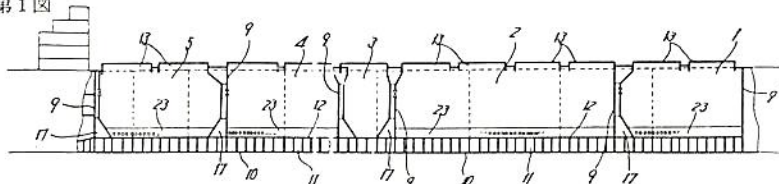


特許解説 / PATENT NEWS

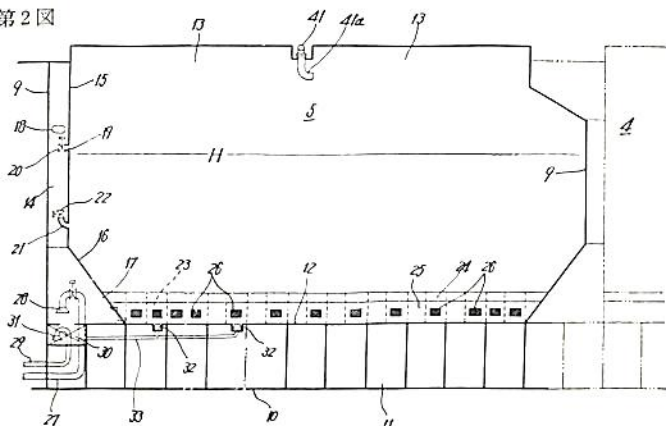
●スラリー運搬船の船倉構造〔特公昭52-34110号公報，発明者：久家久志外3名，出願人：日立造船㈱〕

砂鉄，粉鈹などの粉粒状貨物を運搬船で搬送する場合，スラリー方式が考えられている。この方式を採用する場合，比重差によって沈澱した貨物層とそ

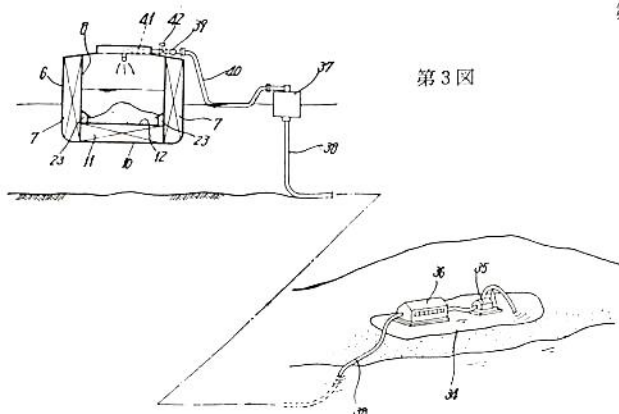
第1図



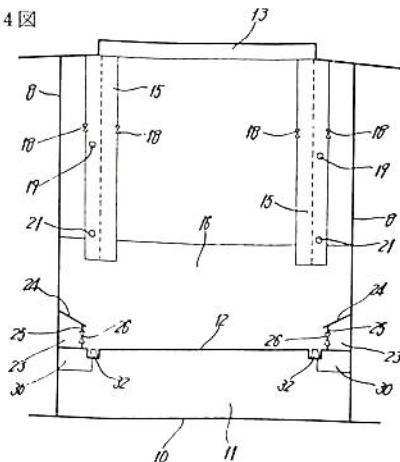
第2図



第3図



第4図



の上の自由水層とを速やかに分離し，この自由水を排出することが必要になる。このため従来，各種の分離装置が考えられているが，効率などの面で問題があった。

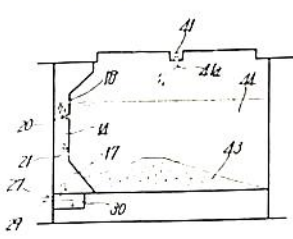
本発明は以上の背景をもとになされたもので，沈澱貨物層上の自由水だけでなく，その貨物層内の含有沈澱水をも排出されるよう構成される。

図面を参照すると，船倉は二重底板12を介して，横隔壁9，縦隔壁によりNo 1～No 5に区画形成され，そのうちNo 3船倉はボイドスペースとされ，残りの船倉1，2，4，5がカーゴホールドとして使用される。

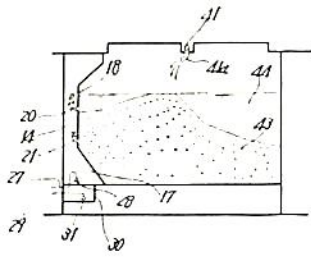
各船倉の船尾側の横隔壁9には上下方向に排水用通路14が設けられ，二重底板部の船幅方向に設けられた水溜用空所17に連通している。通路14の，積込レベルHより所定高さ上方位置にオーバーフロー排水口18及び自由水排水口19，さらに下方位置に非常用排水口21がそれぞれ設けら

る。

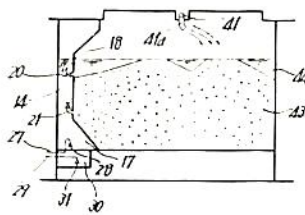
第5図 A



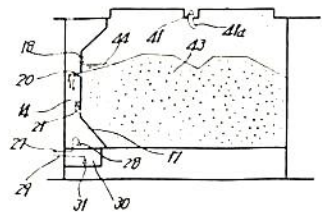
B



C



D



れる。いっぽう各船倉の縦隔壁8と二重底板部12の交叉部には、船の長手方向に沿って排水トンネル23が形成され、船倉部にはフィルター付排水口26が多数設けられる。(第4図)

船倉に積まれるスラリーはパイプ41より供給され、比重差により、粒状物と自由水に分離される(第5 A図)。自由水は、排水用通路14のオーバーフロー排水口18より排水され、スラリーを供給し続けても、沈殿粉状物はその高さを増していくが、自由水の高さは一定となる(第5 B, C図)。積込高さHに達すると、自由排水口19を開き、沈殿粒状物上の自由水は排水される(第5 D図)。いっぽう沈殿粒状物内に含有されている自由水は、船倉の両側部に

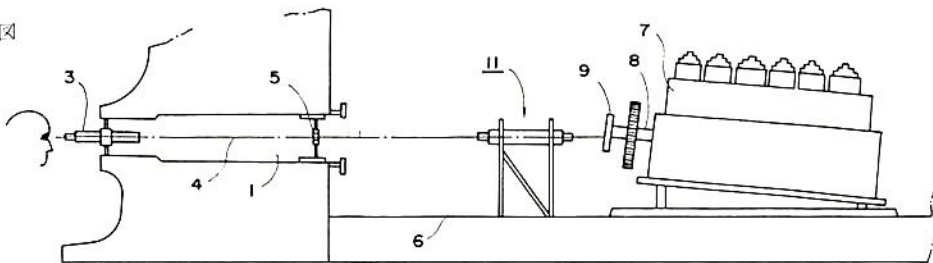
設けられた排水トンネル23のフィルター付排水口26より排水される。

●船舶用主機の据付位置調整方法及びその装置〔特公昭52-38320号公報, 発明者; 福田佐吉外3名, 出願人; 日本鋼管㈱〕

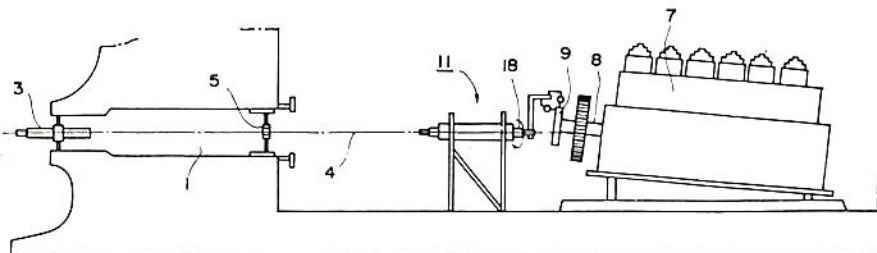
船舶用主機の据付けに際し、船尾管の軸心と主機の回転軸とが一致しているかどうかを確認するには、従来は暗室の中で船尾部に光源を置き、船尾管の軸心と光軸を一致させた後、主機回転軸に設けた反射鏡を用いて、船尾管の軸心と主機回転軸のズレを検出して、その補正を行なって据付けていた。

しかし従来のこの方法では、暗室での作業とな

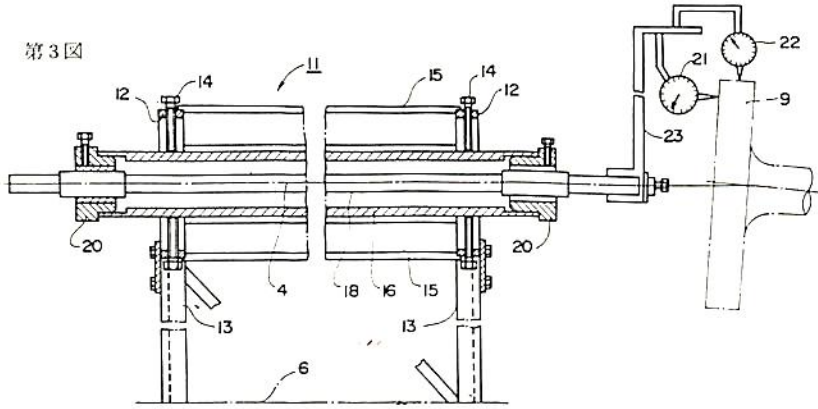
第1図



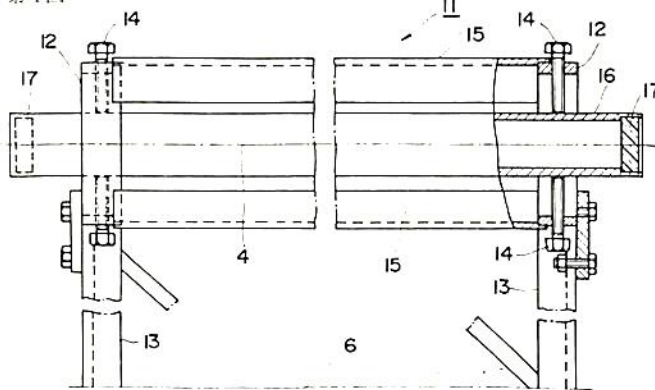
第2図



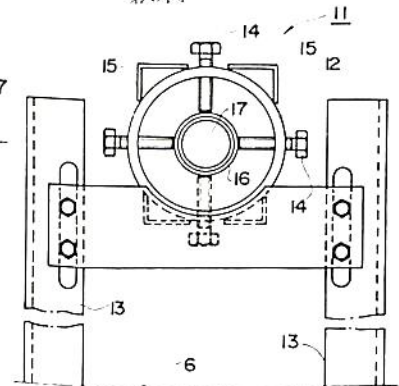
第3図



第4図



第5図



り、またその調整が容易でないなどの問題があった。そこで本発明は、上記問題点を除去し、軸心のズレを数値的に把握することにより、容易にその据付けの調整を行なえるようにしたものである。

図面を参照すると、船尾管1に望遠鏡3と見透し治具5が取り付けられ、望遠鏡3の軸心と船尾管の軸心とを一致させる。7は据付けられる主機で回転軸8とカップリング9を有する。11は計測治具で、両端部の外筒12に設けられた調整ボルト14により、内部に支持する心出円筒16が調整される。心出円筒16には、船尾管の軸心4と一致させるための目盛板17及び心出円筒16の軸心を一致させた後、主機7の軸心のズレを検出するダイヤルゲージ21、22を取付け

るための支持部20がそれぞれ取付け自在に設けられる。

据付位置を調整するにあたっては、まず船尾管1の軸心4と望遠鏡3の軸心を一致させ、次いで計測治具11内の心出円筒16に目盛板17を取付け、船尾管1の軸心4と計測治具11の心出円筒16の軸心を一致させる。その後、心出円筒16の目盛板17を取外し、ダイヤルゲージ21、22取付支持部20を取付け、主機7の回転軸8に設けられたカップリング9の端面及び周面にダイヤルゲージ21、22を接触させる。回転軸8を回転させて、そのズレをダイヤルゲージ21、22の指針により検出する。

〔特許庁審査第三部運輸 幸長保次郎〕

船舶/SENPAKU 第51巻第1号 昭和53年1月1日発行
1月号・定価800円(送料41円)

本誌掲載記事の無断転載・複製複製をお断りします。

発行人 土肥勝由

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 ニュー東京ビル
電話・(03) 543-7793 振替・東京 6-79562

船舶・購読料

1カ月 800円(送料別41円)

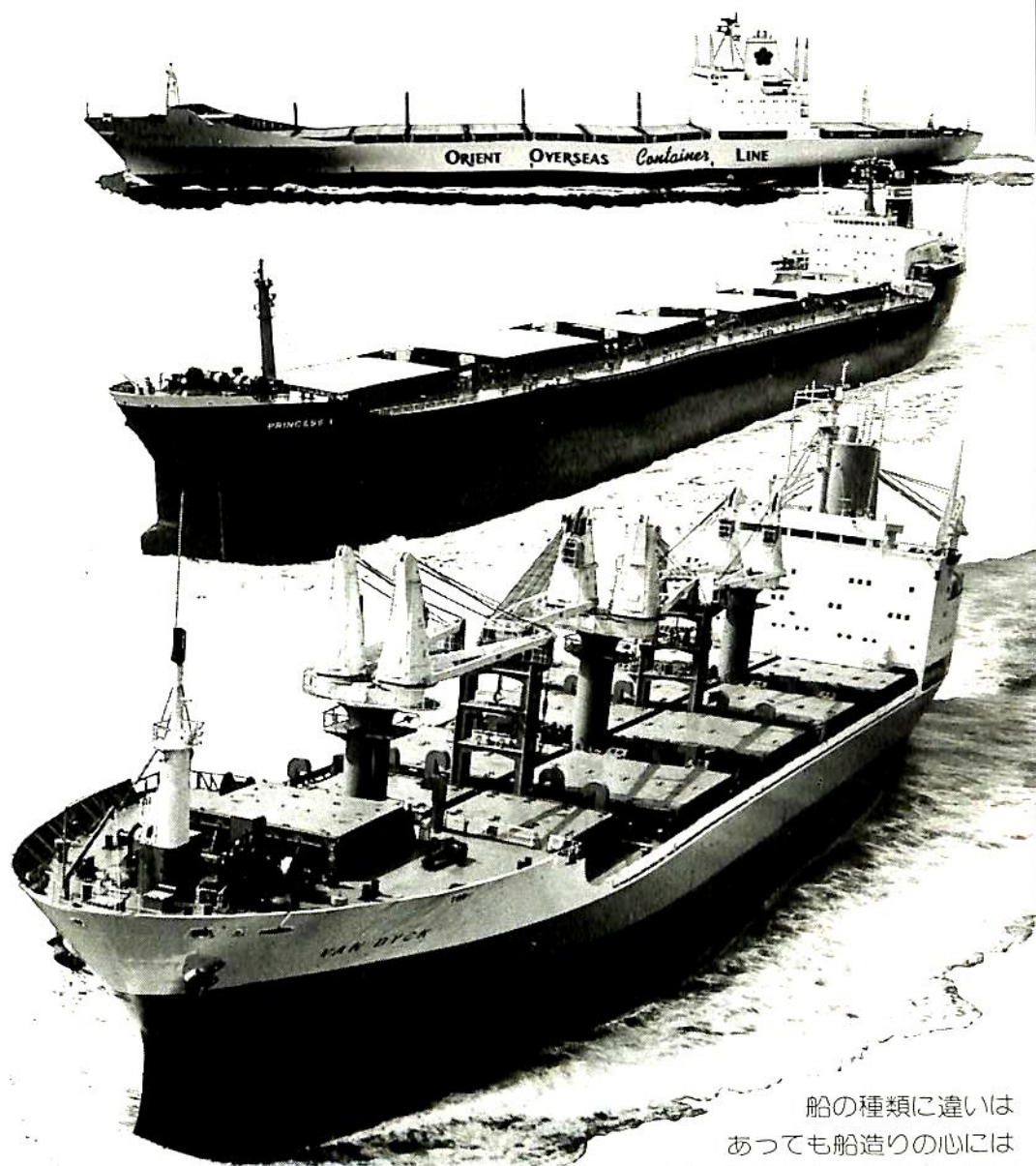
6カ月 4,800円(送料別246円)

1カ年 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入ください。

船、わたくしたちの傑作!!



船の種類に違いは
あっても船造りの心には
変わりはありません。わたくしたち
佐世保重工の願いは、常にユーザーのご満足
をいただくばかりでなく、わたくしたち自身の
良心をも満足させる良い仕事をすることです。

着実に明日に向かって歩む——



佐世保重工業株式会社

本社 東京都千代田区大手町2-2-1(新大手町ビル) ☎(211)3631(代)
佐世保重造船所 長崎県佐世保市立神町 ☎佐世保(24)2111(代)



あなたのそばに信頼の技術

IHI FRP 業務艇は、巨大船の建造でつちかわれた高い造船技術と、総合重工業のすそ野の広さを背景につくられています。

200カイリ時代に貢献する漁業調査艇・取締艇、離島唯一の交通機関として定期旅客船、海の安全を守る巡視艇・磁気探査船・監督艇、更に作業の安全と工期短縮に役立っている作業艇と、あなたのそばで活躍しているIHIの作業艇は、緻密な工程管理によってこの工場で作られます。



石川島播磨重工業株式会社 船舶事業本部 艦船営業部 作業船・舟艇グループ
東京都千代田区大手町2丁目2番1号(新大手町ビル) 〒100 電話 東京(03)244-5626