

12

SENPAKU

SHIP BUILDING & BOAT ENGINEERING MAGAZINE
First Published in 1928 No. 555

船舶

● 欧州航路コンテナ船“てむず丸”の基本計画／設計／建造について ● 海上保安庁の“つしま” ● 三井B&W機関L67GF型



玉野造船所で建造の海上保安庁向け航路標識測定船“つしま”

 **三井造船**

NIKKO-HÄGGLUNDS

Electro - hydraulic deck cranes



日鋼—ヘグランド電動油圧デッキクレーン

には、シングルタイプとツインタイプがありシングルは8t～25t、ツインは8t×2～25t×2までのものが標準化されています。作動はすべて油圧で行なわれ、油圧サーボ機構をかいして制御を行なうので完全な無段変速が可能で効率のよい荷役ができます。

各ウインチは高圧で作動させるので、クレーン本体は小型軽量でデッキ上の据付面積が小さくできます。安全装置も完備しており、はじめての運転者でも安全に早く荷役ができます。アフターサービスについても、全世界に

ネットワークがあり迅速なサービスを受けることができます。

その他の船用機器

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

 株式会社 日本製鋼所

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 (0822) 28-6541・札幌 (011) 271-0267・新潟 (0252) 41-6301

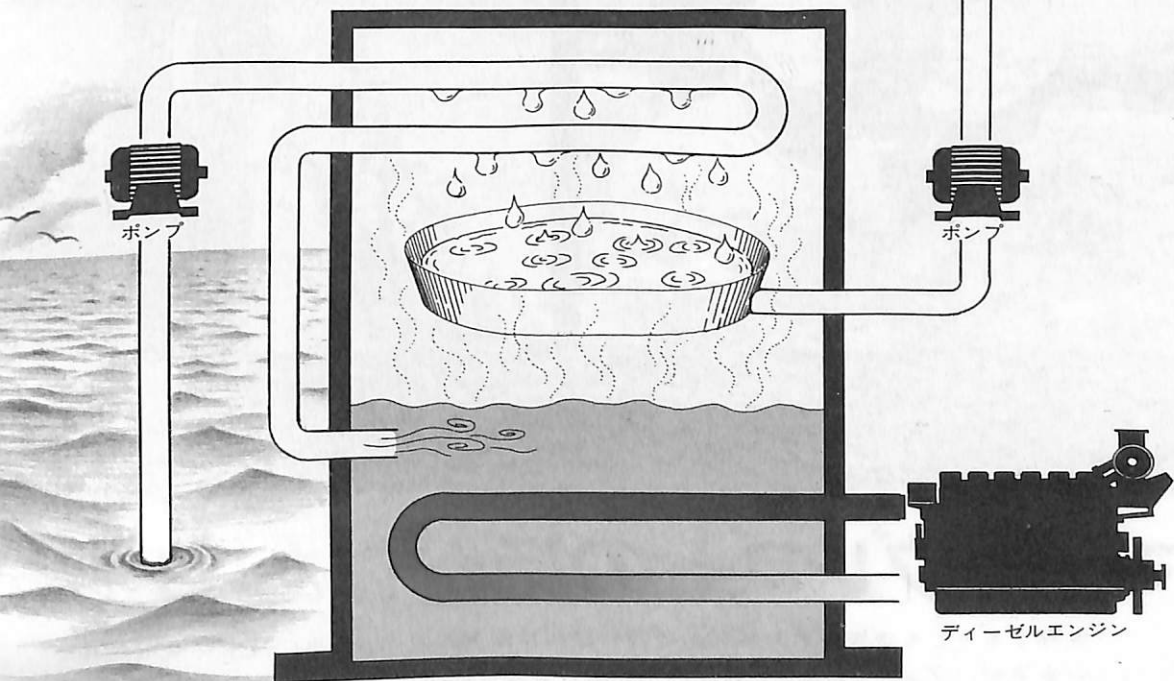
例えば、

ディーゼルエンジンと海水から

真水ができます。

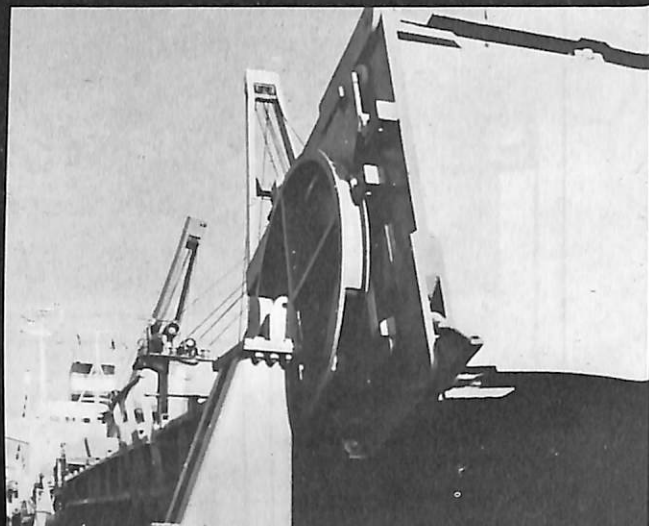
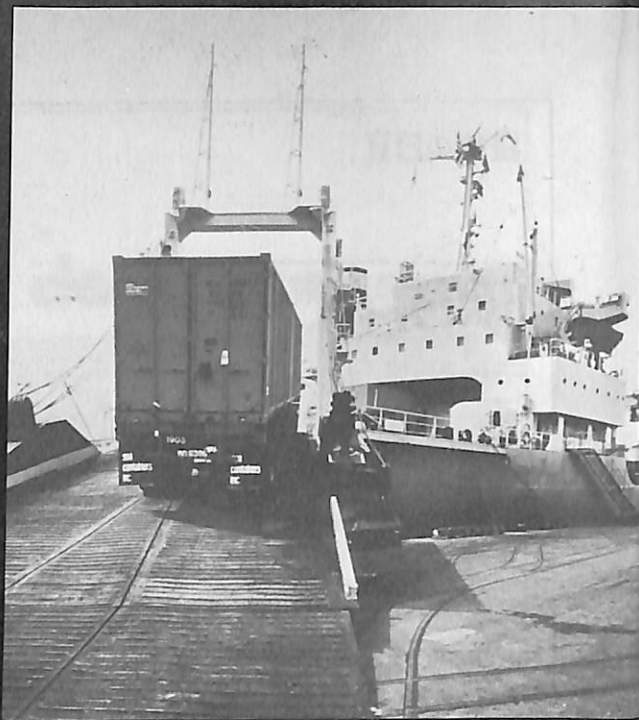
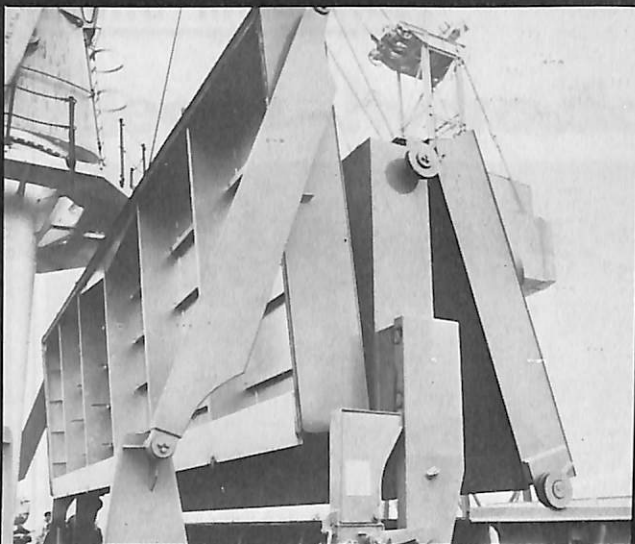
真水は飲料水をはじめ、生活用水、ボイラ補給水、各種機器冷却水等として船舶、離れ島や僻地のホテル、海洋開発基地などをはじめ研究機関、化学工業など各方面にご利用いただけます。

ST型 海水淡水化装置



マック・グレゴリーのクォーターランプ、スルーイングランプおよびスターンランプはともにRo-Ro船に適用し、どんな場所でも接岸・荷役のできる広範な装置です。

このダイレクトプル方式は、マック・グレゴリーの最新型完全自動折畳み式ハッチカバーであって、ギヤードシブ用として油圧式以上の実質的節減ができます。



世界中にまたがるマック・グレゴリーのアフターサービスは完璧です。世界各地に60か所もあるサービスステーションには、完備した諸設備があり、熟練技術者が待機しています。また、どんなメンテナンスでもお引受けしています。

ロールタイト——一人で楽々操作できる押しボタン式の全自動操作と、連続したクロスジョイントシーリングとは、世界でもっとも進んだハッチカバーにふさわしい機能です。

マック・グレゴリーのほかにありますか？

世界でもっとも洗練された船舶の荷役作業には最高級の見識と専門技術が要求されていますが、マック・グレゴリーは近代化船舶の要望にいつも満足な回答を与えています。今日、国際マック・グレゴリーの組織網は32の海運国に広がっており、荷役と接岸装置の供給を通じて追従を許さぬ世界の主導的立場を堅持しています。

MacGREGOR

Cargo transfer and access equipment

国際マック・グレゴリーのすべての卓越した技術とサービスは、下記総代理店を通じて日本の海運造船業界のためお役に立っています。
極東マック・グレゴリー株式会社 東京都中央区八丁堀2丁目7-1大石ビル 〒104 電話(03)552-5105 テレックス 22582



目次 / Contents

欧州航路コンテナ船“てむず丸”

New Ship Detaild/MOL's High Speed Container Ship "THAMES MARU"

- “てむず丸”の基本計画……………土井進一……15
On the Basic Planning of "THAMES MARU" S. Doi
- “てむず丸”の設計について……………三菱重工神戸造船設計部……28
On the Design of "THAMES MARU" Ship Designing Dept. Kobe
Ship yard & Engine Works MHI
- “てむず丸”の建造について……………岡本治郎……34
On the Building of "THAMES MARU" J. Okamoto

海上保安庁の新鋭船の基本計画

- 航路標識測定船“つしま”……………海上保安庁船舶技術部 / 燈台部……39
On the "TSUSHIMA", Navigation Aids Maritime Safety Agency
Reserch Vessel

●三井 B & W ロングストローク機関LGF形1号機について(1)

- Mitsui-B & W Long Stroke Engine……………三井造船玉野ディーゼル設計部……58
Introduction of First LGF Type Engine. Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.
Tamano Works Engine Design Dept.
Machinery Factory

連 載

- LNG船—材料・溶接および破壊力学<最終回>……………恵美洋彦 / 伊東利成……64
LNG Carrier/Materials, Weldings and Fracture H. Emi/T. Ito
Mechanics

連 載

- FRP船講座<3>……………丹羽誠……77
Engineering Course: FRP Boat<3> S. Niwa

- 1977年9月末現在の造船状況……………74
- 世界のFRP船トピックス……………82
- 船舶 / ニュース・ダイジェスト……………84
- NKコーナー……………87
- 竣工船一覧 / The List of Newly-built Ship……………88
- 特許解説 / Patent News……………96

表紙……………三井造船玉野造船で竣工した海上保安庁初の航路標識測定船“つしま”
(関連記事<“つしま”の基本計画について>は本文39頁に収載)

SEIKO

セイコー・株式会社 服部時計店



セイコー船舶時計

安全航海に、信頼のQC

QCは、水晶発振による、高性能設備時計です。船舶時計は、何よりも高精度なものが要求されます。セイコーなら、まず安心です。環境の変化に強く、抜群の安定性、堅牢な耐久力で定評があります。水晶発振のQCなら、いっそう信頼できます。



船内の子時計を駆動する親時計として

QC-6M2 300×400×186(%) 重量20kg

- パルス駆動で長寿命。正確な0.5秒運針
- 現地時間に簡単に合わせられる、正転・逆転可能
- 前面ワンタッチ操作の自動早送り装置・秒針規正装置
- MOS・IC採用のユニット化による安定性・保守性の向上
- 無休止制の交・直電源自動切換・照明つき

子時計は豊富にそろったデザインからお選びください。

標準時計に、小型・軽量、持ち運び自由な

QC-951-II 200×160×70(%) 重量2.6kg

(マリンクロノメーター)

- 乾電池2個で、約12ヶ月間作動
- 精度保証範囲0°C～40°C
- 平均日差 ±0.1秒

油汙過作業の省力化…

特許

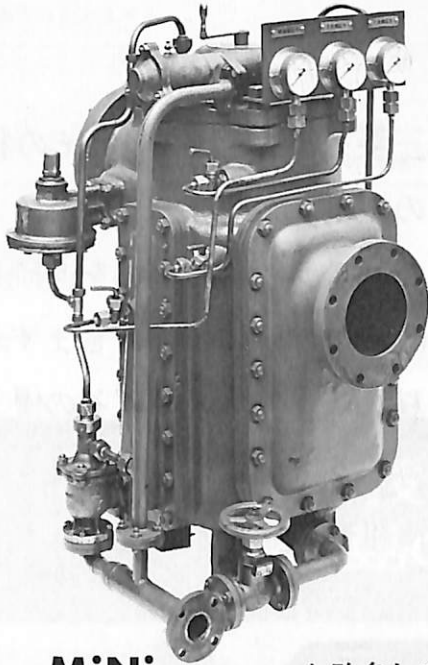
機関室を広くする

マックス・フィルタ-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



Mini

と改名しました

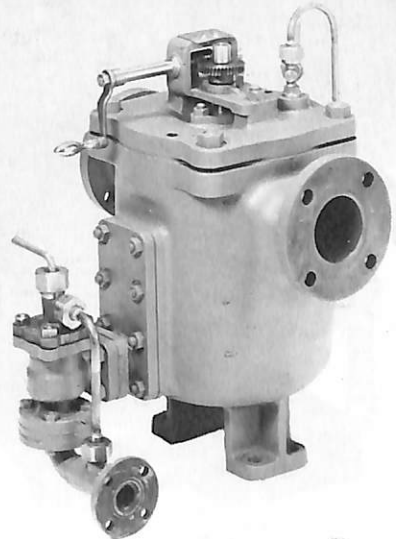
MAX-FILTER LSM型

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

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-を採用



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

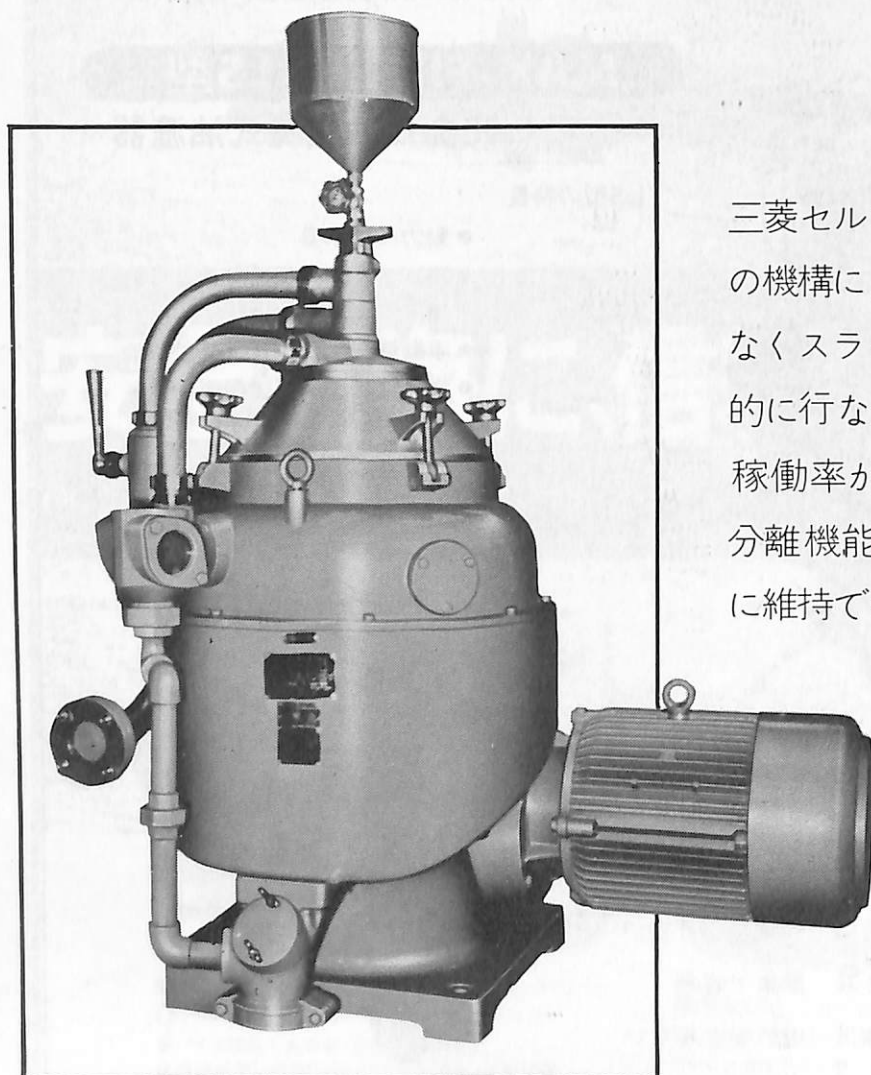
(N) 新倉工業株式会社

本部 横浜市戸塚区小菅ヶ谷町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 大阪府北区梅田町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)

船舶機関部の合理化に 三菱セルフジェクタ

自動排出遠心分離機

7機種(700~12,000ℓ/h)



三菱セルフジェクタはその独特の機構により運転を停めることなくスラッジの排出を連続自動的に行なうことができますから稼働率が非常に高くその優秀な分離機能と併せて清浄度を最高に維持できます。



遠心分離機の総合メーカー

三菱化工機株式会社

機器営業第一部 東京都千代田区内幸町2-2-3(日比谷国際ビル)電話03-508-8911(代)
大阪営業所 大阪市東区伏見町5-1(大阪明治生命館)電話06-231-8001(代)

長年の実績と信頼された製品

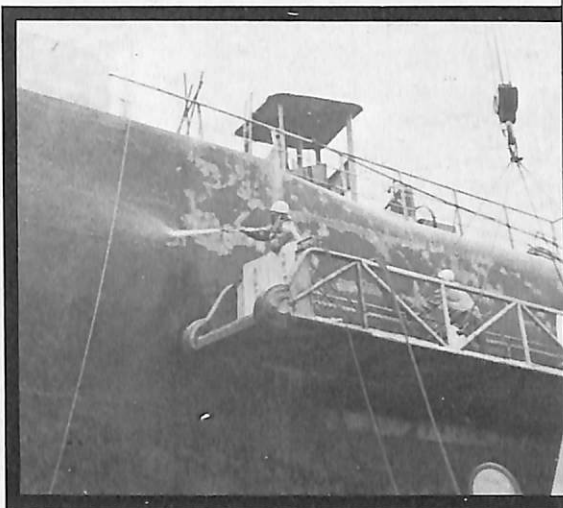
ウォーターブラスト用防錆剤

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表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

最新の技術と実績を誇る 福島製の甲板機械



TWIN DECK CRANE (30t×22M×15.5M min.)

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

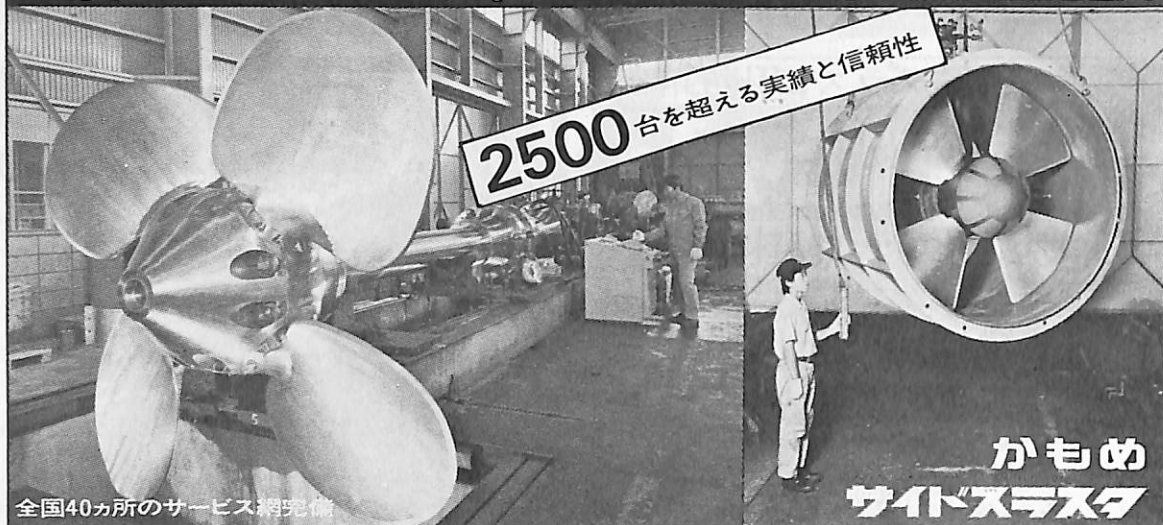
Fukushima

株式会社 **福島製作所**

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

省エネルギー対策にピタリ!!

KAMOME
PROPELLER



全国40ヵ所のサービス網完備

かもめ
サイドスラスター



かもめ
可変ピッチ
プロペラ

Availability

c.p.propeller—up to 15,000BHP
side thruster—0.5~20tons thrust

KAMOME PROPELLER CO., LTD.

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

運輸大臣認定製造事業場

かもめプロペラ株式会社

本社：横浜市戸塚区上矢部町690番244 TEL: (045) 811-2461 (代表)
東京事務所：東京都港区新橋4-14-2 10F TEL: (03) 431-5438-434-3939

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。

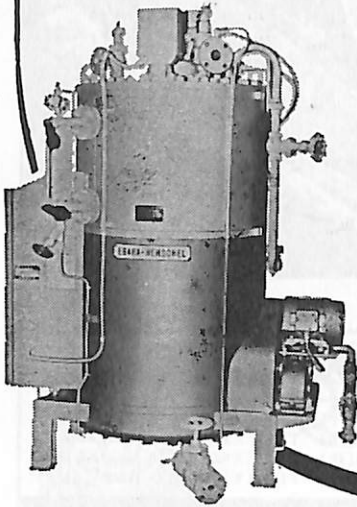
これからは、六分儀と合わせて航海士必携の計算機です。

株式会社 玉屋商店

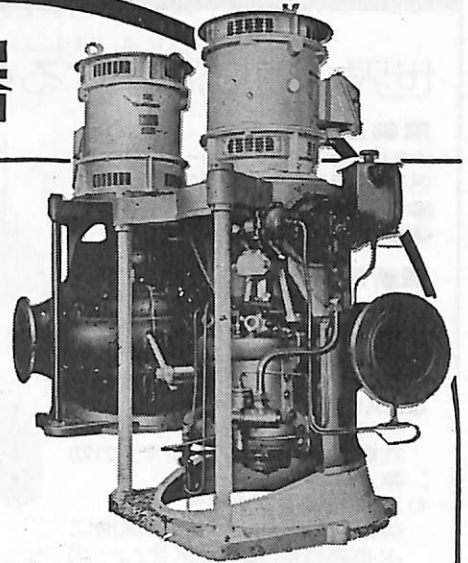
本社 東京都中央区銀座3丁目4番16号 ☎ 104
TEL 03 (561) 8711 (代表)
大阪支店 大阪府南区順慶町通4丁目2番地 ☎ 542
TEL 06 (251) 9821 (代表)
工場 東京都大田区池上2丁目14番7号 ☎ 143
TEL 03 (752) 3481

エハラの船用機器

船舶用
エハラヘンジェル・ボイラ



各種船用ポンプ
送排風機
空調機器
甲板機械用油圧装置
サイドスラスト装置
ヒーリングポンプ装置



エハラ船用ポンプ

EBARA

荏原製作所

本社：東京都大田区羽田旭町 743-6111
東京支社：東京都中央区銀座6丁目 朝日ビル 572-5611
大阪支社：大阪府北区中之島2丁目 新朝日ビル 203-5441
営業所：名古屋221-1101・福岡77-8131・札幌24-9236
出張所：仙台25-7811・広島48-1571・新潟28-2521・高松33-6611

船舶外板・タンクの

電気防蝕に関する調査・設計は

専門のエンジニアリングコンサルタント

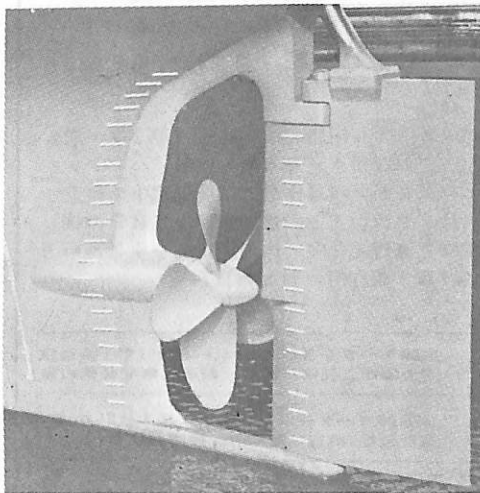
中川防蝕工業株式会社に

御相談下さい。

当社は技術士(金属部門)20名を擁する
ユニークな防蝕専門会社です。

中川防蝕工業株式会社

本社：東京都千代田区鍛冶町2-2-2 ☎(252)3171
支店：大阪府淀川区西中島5-9-6 ☎(303)2831
営業所：名古屋☎(962)7866・広島☎(48)0524・福岡☎(771)4664
出張所：札幌・仙台・新潟・千葉・水島・高松・大分・沖縄



スタンフレーム周囲に取付けたALAP

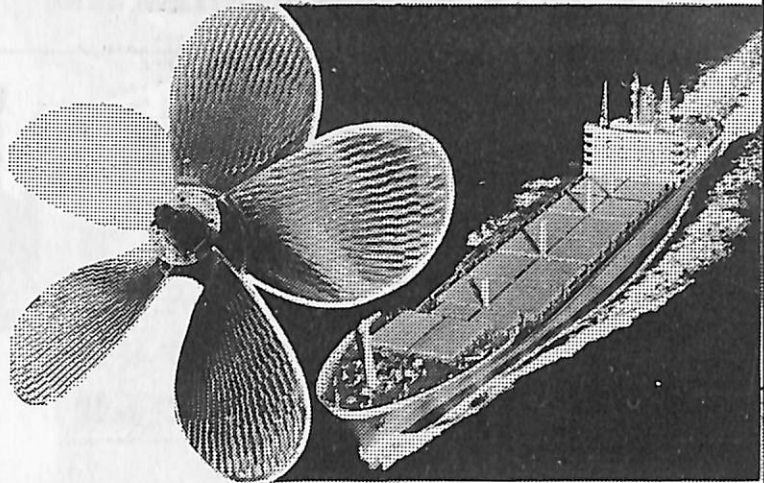
世界の海に活躍する **ナカシマスロペラ**

■製造品目

大型貨物船・タンカー・撒積船
各種専用船プロペラの設計及び
製作、各種銅合金鑄造品・船尾
装置一式

■新開発システム

- キーレスプロペラ
キーなしのシャフトにプロペラを油圧にて装着する新方式
取付・取外し簡便
- NAUタイププロペラ
当社と造船技術センターの共同開発、中小型プロペラの効率大巾アップ
- 可変ピッチプロペラ
英国ストーン社との技術提携による高性能CPPシステム一式
(XS・XK・XX三種)



運輸省認定事業場



ナカシマスロペラ株式会社

本工場	岡山市上道北方688-1(岡山中央郵便局私書函167)	〒709-08	電話(0862)79-2205(代)	TELEX5922-320 NKPROP J
東京営業所	東京都中央区八丁堀1丁目6番1号 協栄ビル	〒104	電話(03)553-3461(代)	TELEX252-2791 NAKAPROP
大阪営業所	大阪市西区西本町1丁目13番38号 新興産ビル	〒550	電話(06)541-7514(代)	TELEX525-6246 NKPROPOS
福岡営業所	福岡市博多区博多駅前1-3-2(八重洲博多駅前ビル)	〒812	電話(092)461-2117-8	TELEX725-414 NKPROPFK

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。

■主なる内容■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/リンバーホルルの取付け方法/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 ■ 図書目録呈

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
 価1200円(送料200円) 術を解説。関係技術者、製造従事者必携の書

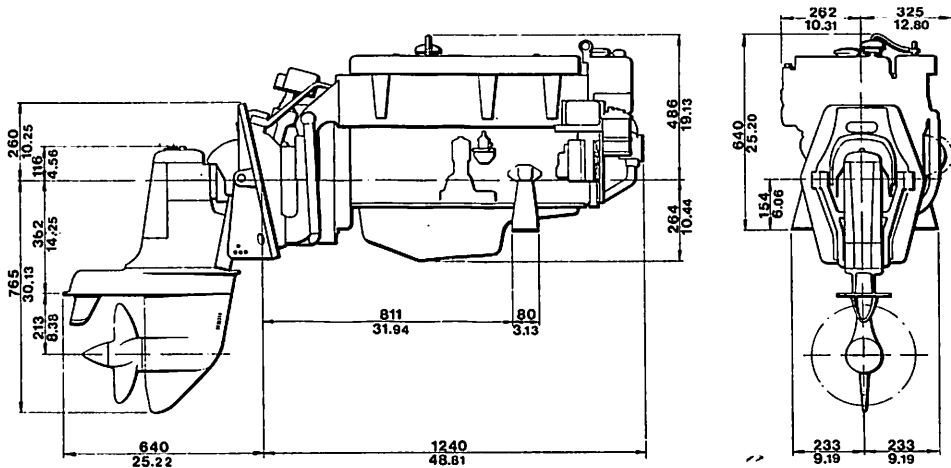
高速艇工学 丹羽誠一著 体系的モーターボート工学 ■ 基本設計/船型/
 価4000円(送料240円) 運動性能/構造強度/副部、機関部設計/他

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

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

巡視艇・調査艇・連絡艇

にいかんなく発揮する
ボルボペンタ アクアマチックディーゼル船内外機



Model	Output h.p./r.p.m.	No. of cyl	Capac. litres	Gear red. ratio	Weight, complete with drive, kg(lb.)
AQ D32A/270D	106/4000	6	3.170	2.15 : 1	395(870)



ボルボペンタ アクアマチック日本総代理店

西武自動車販売株式会社

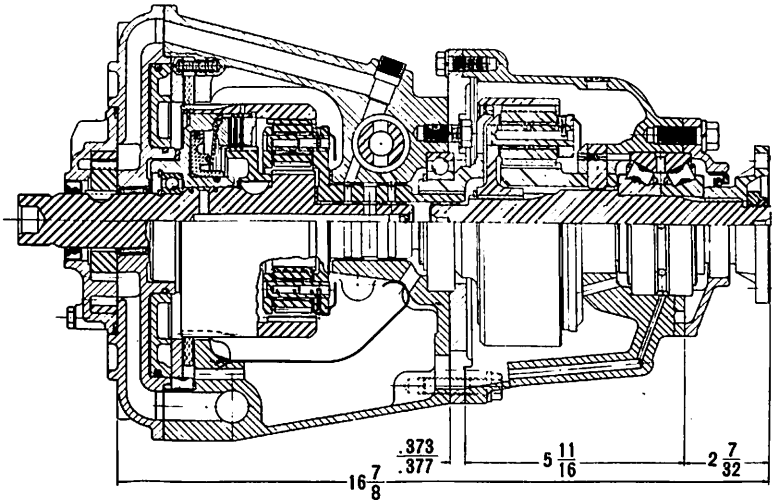
マリンセンター 東京都豊島区南池袋2-8-13 TEL 03(981)1261-5
ショールーム 東京都豊島区東池袋4-6-3 TEL 03(983)0161(内)3766

直通 03(984)5811

BORG WARNER Transportation
Equipment

**The complete Velvet Drive line:
CR2, In-line and V-drive**

Model 71C, 72C, 73C
Ratios 1.00~3.00まで各種
Maximum SAE HP Input
560/4200rpmまで



輸入元 **大陽商行株式会社**

東京都中央区日本橋小舟町1-8 喜多ビル内 TEL. 03(661)6045・2197

販売元 **西武自動車販売株式会社**

東京都豊島区南池袋2-8-13 TEL. 03(981)1261-5

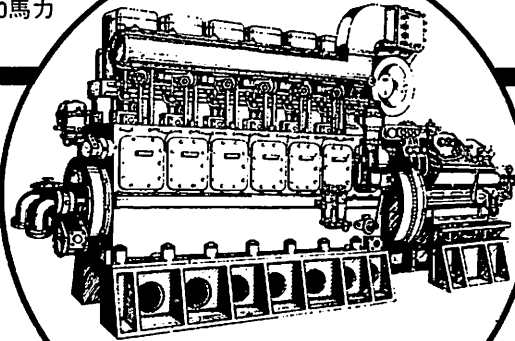
DAIHATSU

DAIHATSU

船舶の自動化・省力化に貢献する

ダイハツギヤードエンジン

6DSM-26型 1,300馬力



60余年の歴史と技術を誇るダイハツが特に省力化と経済性に重点をおいて製作した高性能船用機関

ダイハツディーゼル株式会社

本社・本社工場 大阪市大淀区大淀町中1-1-87 (06) 451-2551
守山工場 滋賀県守山市阿村町45 (07758) 3-2551
東京営業所 東京都中央区日本橋本町2-7 (03) 279-0811
営業所 札幌・函館・仙台・名古屋・清水・高松・福岡・下関
ロンドン・シドニー・ジャカルタ・シンガポール

DAIHATSU

DAIHATSU



欧州航路コンテナ船 “てむず丸”の基本計画

On the Basic Planning of “Thames-Maru”

by Shinichi Doi

Director, General Manager

Technical Department Mitsui-O.S.K Lines

土 井 進 一

大阪商船三井船舶(株)取締役工務部長

●建造の背景

当社欧州航路向けコンテナ船“らいん丸”が昭和47年1月，“えるべ丸”が同年3月就航以来，5年半ぶりに“てむず丸”が本年9月19日，三菱重工業神戸造船所で完工，欧州コンテナ輸送，コンソーシアム「トリオ・グループ」の協調配船の第19隻目として欧州航路に就航した。

本船は，オイルショック直後の昭和48年末より，さきに竣工したNYK“春日丸”と同じく，当初邦船コンテナ船としては最大の2,450TEU積，トリオ配船スケジュール速力25ノットの船として計画された。

当時は三菱重工と，タービン，ディーゼル両案に

ついて，技術的，経済的両面より比較検討を重ねたが，最終的に船価面ではタービンの方が優位ではあるが，オイルショックによる燃料費の高騰を考慮すると，ディーゼル船が，経済性が高いと評価し，ディーゼル船としては，最高馬力である42,000馬力2基計84,000馬力搭載に踏み切ることになった。

そして，詳細にわたる技術的検討を昭和49年9月に完了し，同年10月に造船契約を締結したが，当時はオイルショック後の著しい経済変動期で，インフレーション傾向が顕著だったため，労務賃金，工業材料価格両面の船価スライド制を，初めて造船契約に織込むこととなった。

しかし，昭和50年春になって，世界的不況の波が

海運界にも波及し、欧州航路の荷況の先行き低迷とスエズ運河再開に伴う極東—欧州間航路日数の短縮も予測され、「トリオ・グループ」の船腹過剰が懸念されるに至り、すでに詳細設計まで完了していたが、急拠、1倉分約30メートル船長を縮少、1,950TEU積に変更、さらに、当初52年3月完工予定を6カ月延期、迂余曲折を経て、今秋誕生した。

現在「トリオ・グループ」はスエズ運河経由配船になったため、スケジュールスピードを21ノットに減速し、協調配船を行なっており、本船も84,000馬力を持って余しているが、その高性能を十分に発揮する時が、一日も早からんことを期待している。

●「トリオ・グループ」のフリート

欧州コンテナ輸送コンソーシアム「トリオ・グループ」は、当社、NYKの邦船2社とBEN、OCLの英船2社および西独のH/Lで構成されるが、第一次建造計画による17隻のフリートは、いずれもパナマ運河可航最大幅とし船内コンテナ積を10列9段を基準とした設計としたが、英船および西独船はすべてパナマ運河可航最大長さの2,450TEU積船型（計画当初は甲板上1段積ベースで約2,200TEU積と称していたが、就航時より甲板上積を増加しすべて2,450TEU積としている）であるのに対し、邦船2社の5隻は主として建造造船所事情より長さを抑えた1,950TEU積船型（同じく竣工時は1,840TEU積であったものを、その後甲板上積を増加した）としたのが大きな特徴である。

当社の2隻の内1隻「らいん丸」がタービン船であるのに対し、「えるべ丸」は「トリク・グループ」17隻中、唯一のディーゼル船としたことも特筆すべきことであった。「えるべ丸」の就航後の運航実績は、共同配船上最も大切なスケジュール維持の面でも、タービン船に伍して何んら劣ることなく余裕を持って優秀な成績をあげており、とくにトラブルもなく信頼性はもとよりその経済性は非常に高く、当時ディーゼル船建造に踏み切った当社経営の判断と工務陣の努力は高く評価されている。

●増配船の基本的構想

第一次計画17隻の最後の船は、昭和48年11月に就航したが、既にそれ以前の昭和48年春頃より将来の荷動き増に対処するために、また各船社が所有するフリート（スロット）シェアの不均衡是正のために増配船建造計画が検討され始め、前述のごとく昭和

48年末にはNYKに続き、当社でも増配船1隻の建造方針が決定され、平行的に進めていた船型の検討にも、一層熱が入りピッチが上げられた。当初提示された基本的要件は次の様なものであった。

(i) 積個数は2,000TEU以上とする。

(ii) 主機は「らいん丸」「えるべ丸」の実績より、できればディーゼルとする。

なお当然のことながら、トリオ共同配船上の必要要件（本船性能に関するトリオ・テクニカルコンパティビリティ）を満たす必要があることはいうまでもない。

積個数については前述のように、トリオ・フリートは2種類に大別されており、中間のサイズも考えられないことはなかったが、結局、英・西独船並みの2,450TEU積船型が指向された。

また船内積コンテナの基準列数段数については、10列7段ないしは8段も検討したが、L/D値、上甲板構造等勘案の上、結局、他のトリオ・フリートと同一の10列9段に落ちついたのである。

かくして49年2月、建造造船所である三菱重工より最初に提案された要目では、船内コンテナ積個数がタービン2基2軸（80,000馬力）船で約1,950TEU、ディーゼル主機の場合、105Bore 10箇2基2軸で約1,850TEU、90Bore 12箇2基2軸で約1,885TEUであった（ちなみにOCL船が1,944TEU、H/LのBremer Vulkan造船所で建造されたシリーズ船に至っては2,020TEUである。）

また甲板上積個数は11列1段ベースでタービン船約320TEU、ディーゼル船約310TEU、即ちディーゼルとタービンではトータル積個数の差が合計75TEU～110TEUという数字が出され、かつ速力についてもディーゼルが約0.4ノット劣るとされた。しかし、採算的には既に「らいん丸」「えるべ丸」の計画時点でディーゼル優位の試算結果は出ていたし、その後のオイルショックをインパクトとした燃料費高騰を考慮し、ディーゼル主機採用の方針が決定された。

●2,450TEU積のディーゼル船

ディーゼル船でタービン船並みの性能、即ち積個数は本当に不可能なのであろうか。比較対象はタービン主機で設計したと仮定した同型船であり、備うべき性能はトリオ・フリートに要求されている下記の基本性能である。すなわち

(i) スケジュール速力 25ノット

(ii) 2,450TEU積と認められるに要するLifting

Power (コンテナ重量), それは 当時はパナマ運河航行吃水により決められていた。例えば 37'6" で約 26,000 T でトリム, スタビリティ, カーゴパターンその他要件を加味した上での Lifting Power であるのはいうまでもない。

そのためには,

(i) 船内コンテナ個数をできる限り増加する。

(ii) 発想の転換を試みる。即ち積個数はいずれも船内積プラス甲板上 1 段積という同じベースで比較する必然はない。

既に最初から述べているように、トータルで 2,450 T E U 積である。甲板上 2 段積で Cover し得る船型にすれば良い。スペースは十分にある。

第一の船内積を増やすために、先づ検討したのは、船内ベイ数の増加である。タービン船 20' 換算 30 ベイ (内 40' 6 ベイ) に対し、ディーゼル船は 29 ベイ (内 40' 6 ベイ) と 1 ベイ少ない。これを 30 ベイにするためにあらゆる努力を払った。機関室配置の詳細検討と見直し、ベイ間巾 (クロスデッキ) の短縮、そして係船スペース (特に船首部) の短縮、そのための係船装置の合理化等、多小の犠牲は目をつぶり、遂に 40' ベイを増加することなく 30 ベイを実現したのである。

更に (ii) の要件からもラインズの改良を行なうと共に、きめ細かいコンテナ配置により、最終的には船内積約 1,920 T E U とした。これはタービン船との差がわずか 30 T E U にまでなったのである。

一方、甲板上 2 段積も考えた 2,450 T E U 積可能な船型を得るために検討した重点項目は

(i) T K M を可能な限り大きくする。

(ii) D W をできる限り大きく取る。

(iii) 重心位置 (船体および搭載物) をできる限り低くする。

(iv) 船内の 20' スロットと 40' スロットの適切な比率及び配置。

(v) 適切な油、バラストタンク配置

等であるが、(i)(ii)については勿論速力との兼ね合いを考慮する必要があることはいうまでもない。その意味では、船体重量軽減は非常に有効であるが、かねがね問題としていた日本船と英、西独船の Light Weight 差は、造船所の努力により結果的には殆んど差がなくなったと考えられる。一方、Lifting Power を検討する場合、2,450 T E U のコンテナパターンの想定は重要である。一つは 20' と 40' の比率の問題がある。そこでトリオ全フリートの 20' と 40' の積個数比率の輸送実績を調査する一方、基本的に

は T E U 当りウエイトは 40' に比して 20' の方が重い。ため、20' はできるだけ船内へ、40' はできるだけ甲板上積とするのがスタビリティ上はベターであるが、揚積コンテナ・ハンドリング上の制約も考慮に入れる必要もあり、結局、船内積スロットに占める 40' スロットの比率を、輸送実績より想定した船全体での 40' スロット比率より、約 5% 少なくして、甲板上積は 40' の比率が多くなるよう計画した。

更に Unit Weight についても実績を調査し、Band Stwage による各 Band ごとの Unit Weight を想定して Stowage を行ない、併せてタービン船との比較も行ない、最終的には同じ 2,450 T E U 積で、タービン船をむしろ上回る載貨能力を持つことが確認され、われわれの目標は達せられたのである。

これには、燃費が少ない燃料油タンク容積を少なくできる→油およびバラストタンク配置検討の自由度が増える、というディーゼル船のメリットも寄与したが、われわれが“らいん丸”“えるべ丸”計画時に、今でこそパナマ最大巾ないしはそれに近い船巾を持つコンテナ船では常識化している、2 重底バラストタンクを巾方向に 3 分割することにより、自由表面影響を極力ミニマイズができ、且つキメの細かいバラストリングが可能な設計を考えたが、勿論、本船計画でも採り入れたことはいうまでもない。

●速力と馬力

トリオ・スケジュール速力 25 ノットをキープするためには、本船計画速力をいかにすべきか、種々検討したが、考えるべき主な要因は、船令影響、汚損影響、季節影響のいわゆるシーマージンと運航吃水等であるが、他方、トリオでの当社船の性能はほぼ同じレベルに揃えるのも好ましい。

“らいん丸”“えるべ丸”は前述のごとく相当余裕を持ってスケジュール維持しているが、両船共、計画速力に対し確定速力は約 1 ノットも上回り、余裕を取りすぎたきらいがあった。そこで本船では載貨能力面からの要求で、C_b をできる限り大きくした船型にしたため、いわゆる計画航海速力は、夏期満載吃水にて約 25.6 ノット、吃水 11 M にて約 26.1 ノットと一応暫定された。

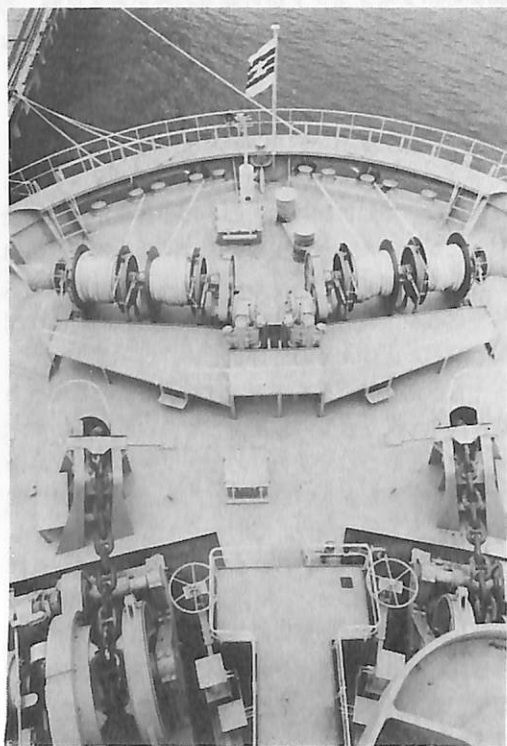
しかしながら長期的な船令影響と、更には汚損影響を考えた場合、シーズンによっては若干の懸念も予想され、また同じディーゼル船の“えるべ丸”とほぼ同一馬力にしたいとの考えもあり、最終的に

42,000馬力2軸とし、計画航海速度は上記に対し・0.3ノット増とすることにより、スケジュール維持上、万全を期したわけである。(その後の1,950TEU積船型への変更により計画航海速度は、最終的に夏期満載吃水にて約26.1ノット、吃水11Mにて約26.6ノットとなったが)。

●1,950TEU積への船型変更

こうした基本計画と平行的に、各部詳細仕様についても検討を加へ、ヤード詳細設計展開が開始されたが、最初に述べたように急拠1,950TEU積船型への船型変更が持ち上った。1,950TEU積としての、一からの計画のやり直しは工程上不可能である。既に船尾構造の外注部材等は発注済であった。

種々検討したが設計サイドとしては非常に不本意ではあったが、大筋としては中央部1Hold分短縮した船型に変更するのが最善との結論が出た。勿論、可能な限りの修正を検討した。排水量およびTKM増加のための可能な限りのラインズの修正を行なうと共に、一部20'ベイと40'ベイの配置も変更して、最終的に艙内コンテナ積個数1,574TEUとし、トータル1,950TEU積としてのLifting Power(パナマ運河吃水37'6"で約21,000T)を満足



船首係船装置。係船索はすべてホーサーにて計画

する船型とした。

特筆すべきは、TKM値で推進抵抗性能を落とすことなく、“らいん丸”型に比べ約40cm増としたが、三菱重工の努力に敬意を表したい。

更に将来情勢の変化により、スロット増の要請ある時は、容易に2,450TEU船型にジャンボ化が可能なよう船体縦強度を始め、各部強度、艤装品等配慮しておくこととして、われわれ工務陣の夢を将来にも残したのである。本船は1,950TEU積としても勿論、優秀な性能を有するが、ジャンボ化後の2,450TEU積船型とした時点で、よりその真価が発揮されるだけに荷動き増大化が待たれる。

●船体部諸設備

船体部諸設備での特記事項は次の通りである。

(1) 係船装置

船首部係船スペース短縮を主目的に、係船装置の合理化を検討し、近頃の1機1胴化傾向による係船機台数増加とは逆に、係船機の力量をアップし、索取り作業上支障ない範囲で台数は減らした。係船力計算はMOL標準によっているが、船首部、船尾部各々20T係船機4台(含揚錨機兼用)70φ2重組打ナイロン索捲取りドラム6個の配置である。

(2) ハッチカバー

OCL船5隻が1番ハッチを除く全ハッチカバーにNo Gasket型のハッチカバーを採用したが、われわれも種々に検討の末、船首0.25Lを除く範囲に採用したが、そのメリットは非常に大きい反面、危険物積載コンテナを積んだ場合のSegregationについて、積付技術面で、留意する必要があることを指摘しておきたい。

(3) 甲板上積コンテナ列数

パナマ運河可航最大船巾とした場合、甲板上積コンテナ列数はMax13列可能である。“らいん丸”“えるべ丸”は10列で、NYコンテナ船は12列で計画した。本船については当初、造船所提示要目では11列ベースであったことは既に述べた通りであるが、トリオではOCL13列、BEN11列、H/L13列と12列とそれぞれある。

種々検討したが、要は艙内積プラス甲板上1段積の個数を競うのではなく、2,450TEU(ないしは1,950TEU)をいかに積むかである。13列とすることによる「多々益々便ず」という論理は、11列ベースでも甲板上積全ベイ2段積でトータル2,562TEU(2,122TEU)見透しの許す範囲で3段積まで考えれば、2,848TEU(2,364TEU)のスロッ



クロスデッキから見たコンテナの積載状況。ラッシングロッドは“オバQ”金物不要の特殊な形状のもの。

ト（カッコ内は1,950TEU船型）を有する以上、Lifting Powerからの制約を考えれば成立しないことは明らかである。

13列とした場合、かなり強固な構造のコンテナ支柱が必要になり、最舷側の2段積コンテナのロッドシステムによる固縛作業は、相当危険を伴うことが予想される。その反面11列とした場合、2段積個数が若干増加するが、スタビリティへの影響は殆んど無視できるし、固縛作業の増加も問題とすにあたらない。設備費用及び甲板積装面の比較も含め、総合的に検討の上11列を採用した。

（4） 甲板上2、3段積コンテナ固縛装置

2,450TEU（1,950TEU）積とした場合、甲板上2段積が前提になっていることは既に述べた通りであるが、その固縛装置については、2段積約11ベイ分を造船所支給とし、3段積約70コンテナ分を乗り出し時船主支給した。2段積固縛方法はクロスロッドシステムとしたが、ロッド型式につき種々検討し、最後までペンディングとして残り、造船所に迷惑をかけたが、数種類の新型式ロッドの強度試験を実施する等、三菱重会の協力を感謝する次第である。

最終的に採用したロッドは上下コンテナのズレ（パチカルスタッカーとコンテナのガタにより生じる）が生じて、かけられるロック金物付ロッドで、これの採用によりオバQ取付け取外しのターミ

ナル側の作業がセーブできることとなった。

3段積コンテナは空コンまたは軽重量コンテナになるため固縛金物には“らいん丸”“えるべ丸”の実績より重量を軽減し、かつダブルロック（コンテナ下部に装着して積重ね後ロックできる）機構付のバチカルスタッカーを開発し、船主支給した。

（5） パイロット乗下船装置

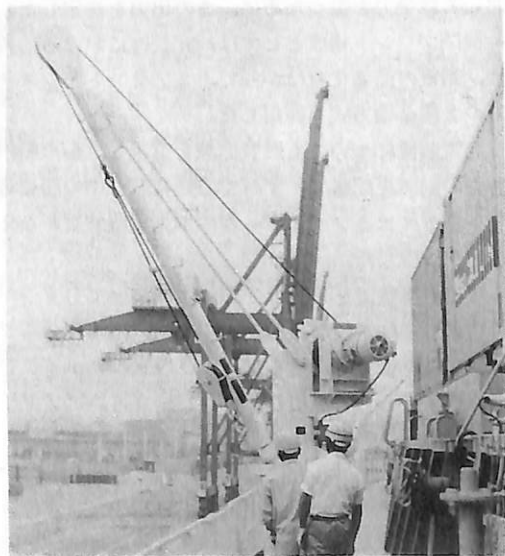
本船型のように、乾舷の高い船のパイロット乗下船については、種々問題があり、サイドポートを設備することも検討したが、IMCOおよびEMPAの報告に合致する電動式パイロットホイストラダーの開発をメーカーに要請し採用することとした。作動はスムーズで安全性も高く欧州各港のパイロットの反響も概して良い。万一乗船拒否の事態には、舷梯とパイロットラダーとの組合せも可能としている。

（6） 塗装仕様

船令影響及び汚損影響による船速低下を極力ミニマイズするために外板塗装仕様をグレードアップし、水線下A/Cは全面 Tar Epoxyを採用すると共にA/Fを水線まで塗り上げた。尚、ハッチカバー外面には、種々テストの結果、最も成績の良い無機ジンクと Epoxy の塗り重ねを採用した。

（7） スエズ運河航行用設備

本船建造中に「トリオ・グループ」はパナマ運河経由より、全船スエズ運河経由の配船に変更されたのに伴い、通航時間セーブのためスエズ・サーチライトの本船設置、スエズポートの捲上げ設備等配慮



F.O.積込用ホースダビット。スエズ運河でのポート吊上げを考慮してSWL 3トンとしている

することとした。

(注) スエズ運河経由変更に伴い、トリオでの Lifting Power に関する基準は吃水 38' ベース (実際には若干浅い吃水にする必要がある) にて 1,950 T E U 積船型の場合、約 21,500 T としたが問題はない。

●機関部基本計画

(1) 一般

トリオ・グループの他の船主は、すべて蒸気タービン主機械を採用しているが、前述の通り省エネルギーの面において、格段に有利な低速ディーゼル主機械を選定することとし、この欧州コンテナ航路における定期速力維持を蒸気タービン主機械に比し、遜色なきようにするため、また同航路に既に就航しているわが社ディーゼル超高速コンテナ船“えるべ丸”の実績を勘案し、主機械合計出力を 84,000 馬力とした。

機種選定においては、2機にて合計出力をまかなうため三菱スルザー 12 R N D 90 M としたが、定格出力 40,200 × 2 となり、計画必要馬力を満足できないため、定格出力を馬力アップさせ、42,000 馬力 2 基とした。この基本計画を行なった昭和 49 年 9 月当時においては、本機関がスルザー R N D 90 M 型の、世界的にも 1 番機となることが予想されていたので、社内的にも実績のない機関で馬力アップさせることの問題が論議されたが、最終的にはディーゼル・コンテナ船で、蒸気タービン・コンテナ船に速力上において競争力を保つために、この出力を決定した。

機関プラント構成としては、冗長性における信頼性、系統の簡素化をはかって、2プラント・システムの 2機 2軸方式を採用した。

発電装置についても燃費節減を重視し、かつ船内労力の削減を配慮し、すべての通常航海中の所要電力を排ガスエコノマイザータボ発電機でまかなえるよう計画した。

蒸気発生装置としては、停泊中においてもターボ発電機が運転可能な客量とし、出入港時のボイラ水準変動を少なくさせるため、乾燥室型丸ボイラを補助ボイラとして採用した。なお排ガスエコノマイザ、補助ボイラともに前記の 2プラント・システムの思想をもとに 2基設けている。

冷凍コンテナはすべて上甲板上に積載させることとし、いずれの個所も 20', 40' が兼用可能とし、40' 最大 88 個、20ft 最大 121 個の配置としている。冷凍コンテナの巡回点検の省力化を目的として、特殊

プログラムを組入れたマイクロコンピュータによる多重伝送方式のスキニング型監視盤を設けている。

この他特殊設備として、1,500 馬力型バウスラスト、発電機制御用マイクロコンピュータ、海洋生物附着防止装置、キーレスプロペラ、積算平均演算式馬力計を採用している。

(2) 主機械

前述のようにシリンダ当りの出力を 3,350PS から 3,500PS にパワーアップし、1軸 42,000PS としている。なおこの出力はディーゼル機関 1 基当たりまたディーゼル船の 1 船当り世界最高出力である。燃料油グレードとして 3,500 秒 (RW, No. 1, 100°F) クラスの粗悪油まで使用可能な設備としている。主機械仕様は次の通りである。

型式：三菱スルザー 12 R N D 90 M × 2

出力：42,000PS × 124rpm × 2

平均有効圧：12.88 k

最高圧力：95 k

過給機：V T R 631 G 型 × 4 × 2

潤滑油は別注油独立システム

左舷機はいわゆる左勝手機関でなく、右舷機の船首、船尾を逆転させたものである。

高速コンテナ船であるため、プロペラ遊転が激しいので、ブラックアウト時の軸受の遊転保護の対策として、クロスヘッド軸受潤滑油系統に重力タンクを装備している。

(3) 軸系装置

船尾管シール装置については、三菱一中越で開発した 4 S C 型を採用している。

プロペラについては信頼性の向上をはかりキーレス型とし、5翼 1 体型の K A I B C 3 を採用している。キーレスプロペラの型式については、P & O 社からも依頼があったが、結局構造がシンプルな S K F 式のものを採用した。本船装備にあたって三菱重工では前以って、ボス内面の油圧によるプロペラ着脱の実験を行ない、摩擦係数等を計測し、その安全性を確認している。

軸系固縛装置については、これを使用することは非常に稀であるが、附加価値の高い船であるため、万一の軸系事故の場合の非常航走を勘案し、これを装備することとした。

海上試運転において片軸固縛状態で 10ノット以上の船速を得ることを確認した。

(4) 発電装置

タービン発電機 2 基、ディーゼル発電機 3 基を装

第1表 航海態様別の発電機使産条件

使用条件	航海様態	通 常 航 海			出入港時	荷 役 中
冷凍コンテナ		Nil	Full	Full	Full	Full
外気温度		夏, 冬とも	冬	夏	夏, 冬とも	夏, 冬とも
パウスラスター		—	—	—	運 転	—
発 電 機		T/G×2	T/G×2	T/G×2	(T/G×2) +(D/G×2)	T/G×2 or D/G×2
蒸気発生装置 排ガスエコノマイザ 補助ボイラ		使 用 —	使 用 若干運転 (追焚)	使 用 —	使 用 運 転	— 運 転

注：T/G＝タービン発電機。D/G＝ディーゼル発電機

備し、その主要目は次の通りである。

タービン発電機

型式：三菱多段衝動復水式タービン駆動，全閉
水冷円筒界磁ブラッシレス型発電機

入口蒸気条件：6k×215℃

排気真空：700mmHg

容 量：1,300KW

ディーゼル発電機

型式：ダイハツ 8VSHTb—26D 駆動，防滴円
筒界磁ブラッシレス型発電機

容量：1,360KW

航海態様別の発電機の使用条件は第1表の通りである。

自動制御装置としてマイクロコンピュータによるシーケンス制御装置を採用した。以前の超オートメ化におけるトータル・システムのコンピュータで乗組員側に一種のアレルギ感があるため、取扱いが容易で信頼性を高めることを主体としている。

即ちプログラムをワイヤメモリで固定化し、データの記憶は行なわず1ビット処理としている。従来の機関保護装置，自動起動装置，自動同期装置，自動負荷分担装置等はそのまま残し，これらへ指令を与えるシーケンス制御系をマイクロコンピュータ化し，複雑な有接点リレー回路をプログラム化し，信頼性を高めている。しかし計画当時においては舶用の実績がなかったため，このシーケンス制御装置がフェイルしてもMゼロ運転が可能なるようバックアップ装置を設けている。

今後，舶用としての実績が出てくれば，複雑な演算が自由にプログラム化できるため，超合理化船，省エネルギー船，LNG船等できめ細い制御が要求

される場合，その効果が発揮できるものとする。

(5) 補機および配管系統

信頼性の向上とイージーメンテナンスを主体に計画している。補機数は多くなっても，配管系統の複雑性を避け，機器群をユニット化し，配置の自由度があるプラント構成としている。

一例をあげると，復水器についてはターボ発電機用2基と補助復水器をそれぞれ設けていること，主機械用推進補機についても，右舷機用と左舷機用をセパレート化していることなどがあげられる。

イージーメンテナンス対策として，海水系ポンプのインペラ材にステンレス鋼を採用，冷却海水系配管に被覆管の大巾採用，蒸排気系統にフランジレスの採用，浄水サニタリの採用，海洋生物附着防止装置の装備などを施している。

また当社にて標準化が確立している燃料油補油作業の省力化装置も適用し，大量の補油に対しても遠隔操作，遠隔監視が可能としており，かつオーバーフロー管を設け，溢油防止対策も施している。

この他，従来船内労務上問題となっている廃油スラッジ類の焼却炉システムについて，システムの見直しを行ない，この改善をはかった。即ち廃油中の水分離については，澄タンクにて加熱蒸発法で処理し，こし器による固形分除去後，常用タンクへ移送し，焼却炉の失火防止をはかっている。

公害関係については，まず船内騒音防止対策として，発生源の主機械過給機に騒音防止囲，通風機に消音器などを装備するとともに，機関制御室の位置を機関室ケーシング外の上甲板に設けるなどの配慮を払っている。

また工作室は防熱防音を考慮した構造としてい

る。次に海洋汚染対策としてビルジセパレータを装備していることは勿論であるが、機関室内ビルジ量をできるだけ少なくするように二重底内にクリーンドレンタンクを設け、油分のないドレン類をビルジに混合させない配慮を払っている。

(6) 自動化装置

日本海事協会の「機関の無人化」規則を適用していることは勿論であるが、実質のM0就労体制に便なる配慮を施している。

機関制御室の位置は、前述の騒音上の対策以外に夜間の危急時における迅速対処のため、「職一住」接近をはかり、上甲板に設けている。

監視計装はデータログによることを主体とし、機関室の無人時においてもデータを収録できるようにしている。

主要補機は制御室より遠隔発停可能としている他、前述のごとく発電機制御にマイクロコンピュータ方式のシーケンス制御装置を採用している。

主機械の保護装置については、2機2軸船の特性を加味して配慮を施した。

馬力計については、その精度と信頼性向上を目的として、船体変形の影響の少ない構造とするとともに、積算平均演算方式を導入している。

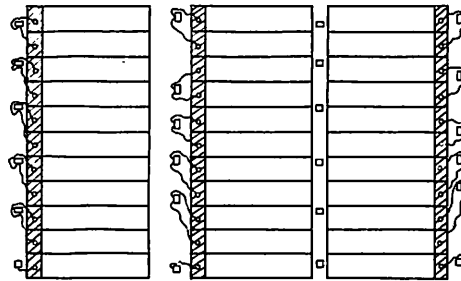
(7) 冷凍コンテナ装置

冷凍コンテナはすべて上甲板積載とし、配置上40'について88個、20'について121個積付け可能な設備としており、給電用接続座はすべて20'、40'兼用とし、積付けの自由度を増している。また最大給電可能な電源容量としては、200TEUとして、十分な容量をもっている。

給電回路としては、電源は太くなくても艀装工数を低減させるメリットを造船部より要求され、送り配線方式を採用した。この方式について検討した結果、積付位置に20'または40'の制限をつけないことが必要で、送り配線の電路容量はすべて40'×2を給電できることとし、給電の簡素化のため横方向（ROW方向）で2個のコンテナを1本の電路で給電させることとし、2口用給電接続座を採用した。

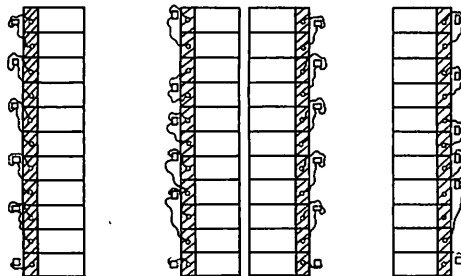
(第1図参照)

次に監視装置としては、従来の各コンテナごとの



40FT CONTAINER積の場合
88個搭載可能な配置

HOLD NO.	NO. 7 C.H.		NO. 6 C.H.	
BAY NO. (40FT)		46	42	38
冷凍ユニット積付方向		FA	AA	FF



20FT CONTAINER積の場合
配置上121個搭載可能

HOLD NO.	NO. 7 C.H.		NO. 6 C.H.	
BAY NO. (20FT)		47	43	37
冷凍ユニット積付方向		FA	AA	FF

第1図 冷凍コンテナ接続要領

独立表示による常時監視方式では、監視監のスペース、異常監視の複雑さ等の問題があるので、マイクロコンピュータ方式によるスキニング監視記録方式に変更した。また監視用電線を大巾に削減するため、多重伝送方式を組合せ採用している。これらの装置は電子回路化されているため、従来、舶用品でわれわれが経験した問題点（温度振動などの環境条件、ノイズ等の影響を受けやすいこと）について充分の対策を講じ、舶用としての堅牢性を求めた装置とした。

また従来の異常表示方法では、現場巡視が必要であったが、この労力の削減のため、デフロストを主体とした特殊プログラム（適温逸脱についてのデフロストマスク、デフロスト異常発見等）を附加し、異常記録を主目的として、遠隔監視の充実をはかった。

●減速運転対策

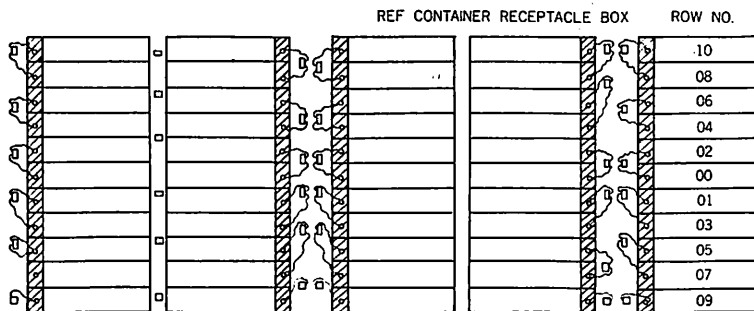
建造の後期頃に「トリオ・グループ」内で減速の申し合わせが行なわれ、本船も処女航より平均21ノ

ット程度への Slow Steaming が決定した。超高速コンテナとして余裕をもって計画していたため、21ノットでは負荷率が40%程度となり、ディーゼル船特有の振り振動の共振点も、この領域に存在しているので、これらの対策に急拠取組むこととした。

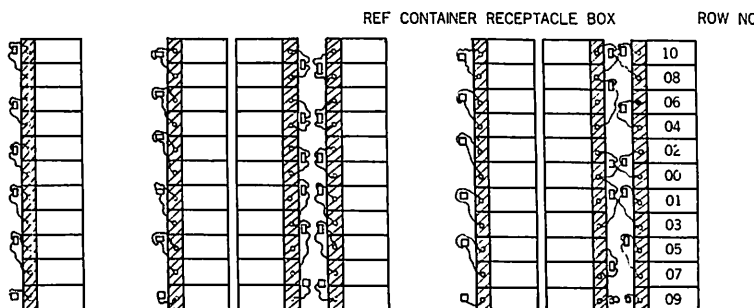
振り振動共振点の移動を検討したが、完全な回避は実施不可能であり、運航速度そのものが一定のものでなく、相当の巾をもって都度調整されるものであるので、フライホイール関係は当初の計画通りとし、振り振動の回避は運航要領でカバーしてもらうこととした。

次に主機械の低負荷時における燃焼性の向上と燃料消費の節減の見地より、減速用の小噴口ノズルチップを装着するとともに、主機械1機当たり4台装備されている過給機の内、1台を休止させることとした。

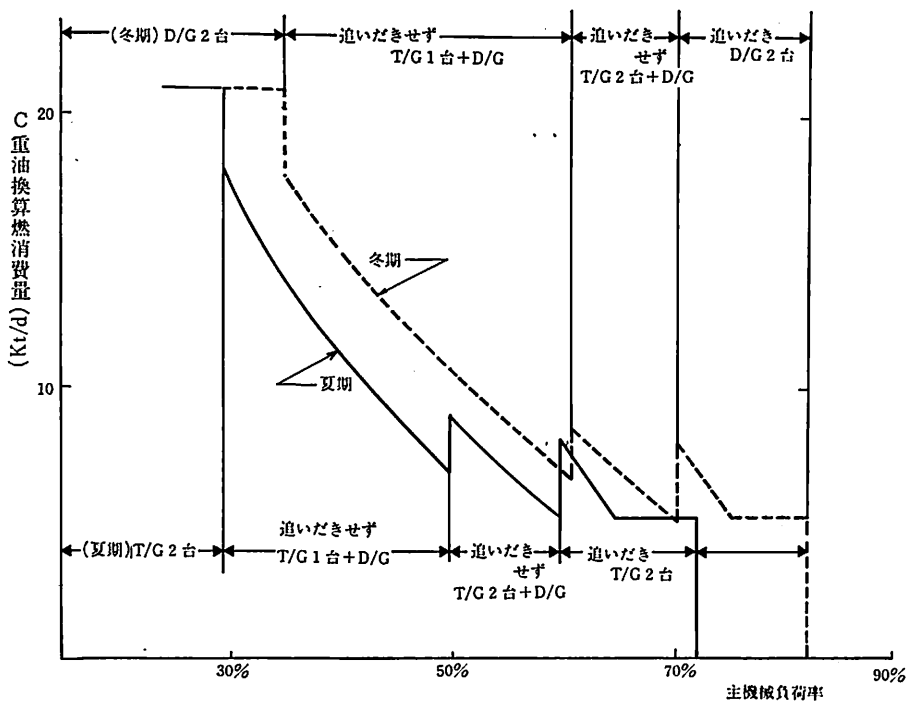
前者の対策については、時期的に陸上運転で確認できなかったもので、造船所のシミュレーション計算により仕様を定め、海上試運転で噴射圧、針弁リフトを特殊計測し、満足なる作動を確認した。



HOLD NO.	NO. 5 C.H.		NO. 4 C.H.		NO. 3 C.H.	
BAY NO. (40FT)	34	30	26	22	18	
冷凍ユニット積付方向	AA	FF	AA	FF	AA	



HOLD NO.	NO. 5 C.H.				NO. 4 C.H.			NO. 3 C.H.		
BAY NO. (20FT)	35	31	29	27	23	21	19			
冷凍ユニット積付方向	AA	FA	FF	AA	FA	FF	AA			



第2図 省エネルギーの観点よりの発電機使用法(減速時)

後者については、陸上運転で計測確認できたが、減速解除時できるだけ早く初期計画の速力に戻せるよう、過給機のロータを取外すような完全休止は行わず、軸受保護のため低回転ロータ遊転を行なうこととした。遊転方法としては、腐蝕、汚れの心配より排気ガスを通さず、掃除空気による駆動とした。この関係についても海上試運転で運転状況を確認した。

発電装置については、前述の通り、初期計画ではほとんどすべての通常航海において排ガスエコマイザーターボ発電機が利用でき、発電機によるディーゼル油消費はゼロとなることとし、この関係の燃費節減が大いに期待されていたが、減速運航となったので、計画時の発電機使用条件を変更し、減速時における省エネルギーと取扱い整備の省力化の両面より総合的な見直しを行なった。

発電機の省エネルギーのみの観点からでは第2図に示すようになる。しかしこの図は冷凍コンテナ満載時の最大定常電力消費をベースとしており、また振り振動上の回避負荷を記載していないので、省力化と併せ実際の運航で都度使用条件を調整しなければならないものと考え、今後の本船実績を注視してゆきたい。

●無線通信設備関係

1974年のWARCの決議により、海上移動業務の短波周波数帯の再編成が行なわれ、同時に周波数偏差も厳しくなり、発射電波の安定化が要求されるようになった。

これに対応するため、シンセサイザー化された1.2KW SSB無線電話送信機とSSB専用受信機を採用した他、1KWの中短波送信機と全波受信機2台及び補助送信装置を装備している。

最近の電子機器及び各種制御機器がIC化されて来ているため、船内の誘導雑音等による障害を起さぬよう考慮する必要があり、その電源系統となる船内非常通信系の蓄電池充放電配電盤が、送信機の発射電波の誘導を受けないように、送信機室を設け、他の装置と隔離する等配慮した。

船舶が遠距離通信を行なうための短波帯の周波数は広帯域にわたっているので、これ等を有効的に輻射するために次の設備をしている。

(1) 自立空中線を採用することにより、電波の発射角度を低くし、遠距離通信を比較的容易にし、また受信空中線との間隔が離れるため、誘導が少なくなるのでFAXによる情報受信中でも、電波を発射し、通信を行なうことができる。

(2) 22MHz専用2葉子ロータリービーム空中線

海外事情

■B&W開発の多目的船“HAMLET ALICE”

B & Wが開発した小型ながら注目すべきライパーを紹介してみよう。

(Shipping World & Shipbuilder 10月号)

*

①本船は最近のライパーとしての性能を保ちながら雑貨、重量貨物、コンテナ、バルク等の効率的積載可能なうえに4番艙中甲板は、船尾スタンランプよりROROが可能となっている。

これを可能にしたのは中速のコンパクトな主機を採用し、エンジンルーム・スペースを小さくし、エンジンルーム上部と居住区間にRO/ROスペースが確保できたためである。

4番艙中甲板ハッチカバーを開けるとエンジンルーム上部RO/ROスペースとの間のドア代りとなり、バルク積載時も問題とならぬよう、設計されている。

②荷役装置はすべてリープヘルのコンパクトかフロートコストのデッキクレーンを採用している。普通であれば操舵室直前に立つクレーンを右舷側に寄せ、操舵室よりの見通しを良くしているが、リープヘルのクレーンはリモコン付が標準であるから、左舷荷役にも問題は生じない。

を装備し、これをジャイロレピーターで制御することにより、船舶のコース変更に関係なく、特定方向に電波を、集中的に発射するようにしたので、通信を容易にし、また所要時間を短縮することができる。さらに調波関係にある他の周波数帯の受信感度と、雑音比の向上とFAX受信の際に障害となるエコー現象の除去に極めて有効である。

近い将来に、海上移動業務の通信手段として普及することが予測される海事衛星船上通信設備を搭載することができるようレーダーマストの強度と装備位置等について配慮されている。

●あとがき

8月初旬より月末にかけて海上試運転を行ない計画通りの性能を確認した。

速力については“らいん丸”“えるべ丸”ほどではなかったが、それでも計画値に比し、約0.5ノット上回り、航海速力は夏期満載吃水にて約26.6ノットとなり、2,450TEU積へのジャンボ化を想定しても充分な余力を持つこととなった。

③省燃費対策も万全を期している。つまり中速主機のギヤードウンにより80rpm、6.1m大口徑プロペラを採用している上に推進軸直結の発電機を装備している。

小型船であるがバルブ付船型で、造波抵抗の極小化を図っている。

本船のように船主のニーズを先取りした超多目船に、B & W社はその将来を賭しているようである。

主要目はずぎのとおり。

LOA	132.90m
Lpp	122.30m
Bmld	20.50m
D	12.50m
Dtwn dk	7.60m
DW	12500 t
d design	9.10m
d scant	9.40m

主機B & W12 U28 L U 3180BHP/775RPM 2台 艙付

速度 15.5 knots

貨物倉容積 G : 21500m³ B : 19650m³

コンテナ : 380TEU

ホールド : No 1, 2は short ホールド, No 3, 4はメインホールド

スタンランプ : 艙に1台

クレーン : 12.5 t ツイン×1台, 35 t ツイン×1台, 12.5 t シングル×1台

特に振動騒音に関しては、非常に優秀な状態で、当社社船の内でも、最も振動の少ない静かな部類に入っている。減速運転に関して、この対策を施行した後、余分に1回出動し、減速試運転を行ない特殊運転における作動状況性能の確認を行なった。

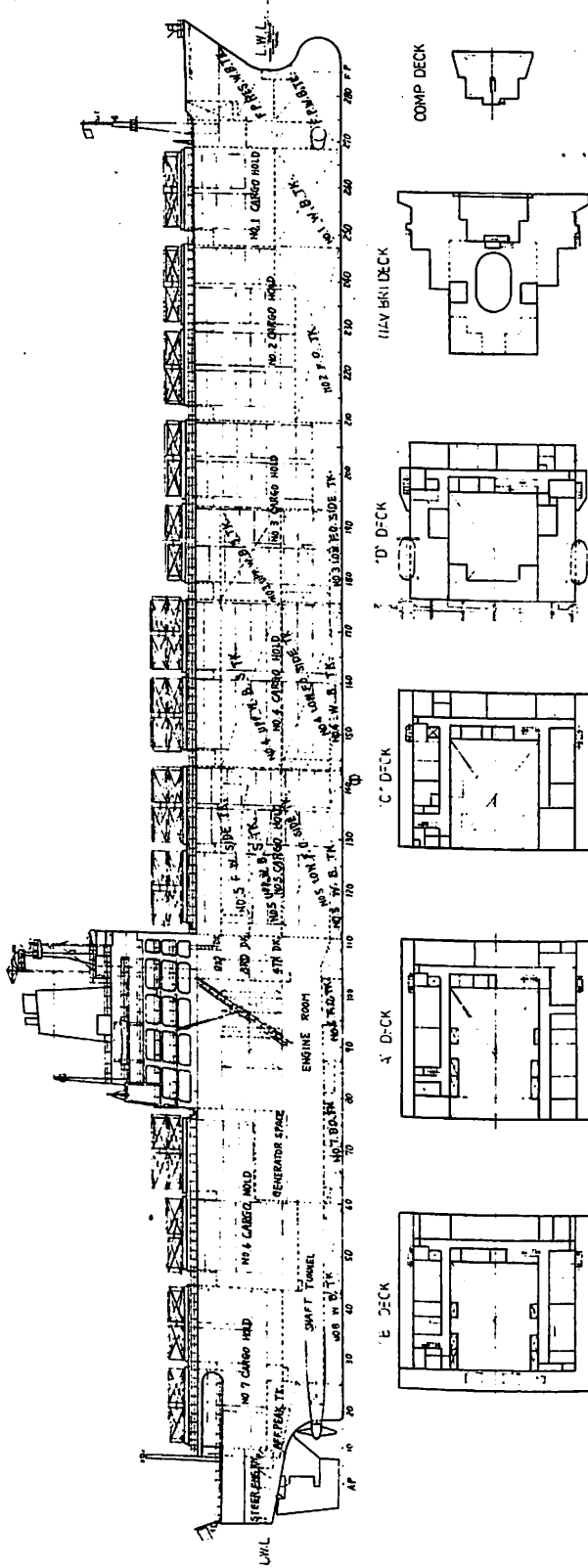
9月19日に引渡しを受け、20日神戸起しで、欧州コンテナ航路の処女航の途についた。

本稿を読者の方々をご覧になる頃には、第2次航に入っていることと思われるが、10月現在優秀な性能を発揮し、「トリオ・グループ」の一員として処女航に就航中である。

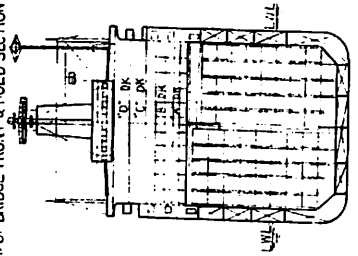
一日も早く Slow Steaming が解除され、満船状態で本船本来の速力が発揮できることを願望している。

最後に本船の設計建造について、優秀な技術を傾注していただいた三菱重工業㈱本社および神戸造船所へ、この稿をかけて感謝の意を表したい。特に建造後期に決定した減速運転について、その対策に真摯な態度でご協力いただいた神戸造船所へ敬意を表したい。

“てむず丸”の一般配置図



VIEW OF BRIDGE FRONT & HOLD SECTION





“てむず丸”の設計について

On the Design of “THAMES MARU”
by Ship Designing Dept. Kobe Shipyard &
Engine Works of Mitsubishi Heavy Industry Co. Ltd

三菱重工業神戸造船所造船設計部

●まえがき

本船は第31次計画造船として建造され、三菱重工業神戸造船所にて昭和52年9月19日完工し、船主・大阪商船三井船舶殿（MOL社）へ無事引渡された。

引渡し後直ちに神戸および東京でのコンテナ荷役を終え、9月23日欧州処女航の途につき順調な航海を続けて10月8日スコズ運河通過、10月15日予定通り第一港ハンブルグに入港した。この報に喜ぶとともに、今後の本船乗組員の御健闘を衷心よりお祈りする次第である。

さて本船計画に当っては、当社神戸造船所で建造されたMOL社殿向けコンテナ船、あめりか丸、ら

いん丸、にゅうよーく丸およびあらすか丸の就航実績を調査し、また建造中問題となった項目についても船主殿・造船所間で十分な意見交換の機会を持ち、それぞれのアイテムについてコンテナ船建造の総仕上げの仕様書を作成する方針で臨んだ。新しい試みとしてはラッシングロッドに片側ロック付を採用したため、形状・強度を最終的に決定するまでにかなりの時間を要し、工程面での不安さえ感じたが、引渡後神戸港での甲板上コンテナ荷役時間の短縮に寄与した模様で、一応の成果は得られたものとする。

タイトル写真／広幅なトランサムを持つ“てむず丸”

また本船採用の主機関は、商船としては世界最大級のもので、1基42,000馬力の高出力を持つスルザーディーゼル機関として初号機であり、これが採用については前述の通り前船の実績を踏まえ、かつ初号機として綿密な計画設計を進めたが、造船所の公試運転でもその成果は十分に立証された。

一方本船建造中の艤装段階において、スエズ運河通航が本格化したため Trio Group の協約に基づき、本船も現状では減速運転（平均21ノット程度）の実施を余儀なくされ、船主殿としても最も経済的な運航計画を再検討する必要に迫られて、その対策立案に造船所の積極的な協力が求められた。結果的には低負荷出力での燃焼対策として低出力用のノズルチップの新装備およびターボチャージャ1台のcut等の計画変更を行ない、本船完工時には現状に即した経済的運航計画船として誕生した。しかし、折角持っている大出力がfullに発揮出来る日が1日も早からんことを、船主殿共々鶴首している次第である。

以下に本船の概要と特徴を紹介しご参考に供したい。

●主要目

1) 主要寸法

全 長	259.80m
長さ(垂線間)	243.30m
幅 (型)	32.20m
深さ(型)	24.30m
喫水(型)	12.00m

2) 船 級

NK (NS*“Container Carrier”,
MNS*& MO)

3) トン数

載貨重量	33,170.00 t
総トン数	50,722.79T
純トン数	30,073.27T

積付場所	状 態 コンテナ	20' コンテナ最大積付		40' コンテナ最大積付	
		20'	40'	40'	20'
甲 板 上		376 (121)	— (—)	188 (88)	— (—)
倉 内		866 (—)	354 (—)	354 (—)	866 (—)
合 計		1,242 (121)	354 (—)	542 (88)	866 (—)

総 計 (20' 換算) 1,950個

注：カッコ内は冷凍コンテナを示す。

4) 速力、航続距離

試運転最大速力	30.44kn
航海速力	26.60kn
航続距離	約17,000海里

5) コンテナ搭載数(下表)

6) タンク容量(100%)

燃料油タンク (C重油)	8,197.9m ³
燃料油タンク (A重油)	366.2m ³
清水タンク	299.9m ³
飲料水タンク	299.9m ³
蒸溜水タンク	121.6m ³
バラスタタンク	9,020.7m ³

7) 総定員

48名
(職員11, 部員20, 見習2, 予備4,
パイロット1, ヘルパー10)

8) 主機・軸系

主機 三菱スルザーディーゼル機関
“12RND90M” 2基
最大出力 42,000PS×124rpm×2
常用出力 35,700PS×118rpm×2
補助ボイラ 乾燃室式丸ボイラ (15.0t/h)
2基
排ガスエコノマイザ (8/2.3t/h) 2基
プロペラ 5翼1体型, Ni-Al-Br 製 2個
直径6.80m×ピッチ7.36m

9) 発電機

ターボ発電機 1,625KVA(1,300KW)
2台
ディーゼル発電機 1,700KVA(1,360KW)
3台

●大出力ディーゼルプラント

本船は1基当り世界最大出力42,000馬力の、MHI—SULZER12RND90M型主機関を2基搭載し、それぞれに軸系を設けた2基2軸船である。コンテナ船の特殊性に鑑み1基当たりのプラントは両舷それ

ぞれ独立システムとし、主機関潤滑油系統、冷却清水系統、冷却海水系統、燃料油系統、船尾管潤滑油系統等の主要系統は、基本的にはスプリット式としている。また関連主要補機は、両舷にそれぞれ予備機を設けて信頼性を確保し、かつ取扱いの容易さを主眼とした設計としてある。

主機関は実績の多いRND機関のシリンダ当り出力を更に増大すると同時に、信頼性、経済性、保守・取扱性等に多くの改善を図って、スルザー社にて新たに開発された最新のいわゆるM型機関と呼ばれる船用大型ディーゼル機関であり、当社神戸造船所にて製造され、陸上運転並びに海上運転時に種々の特殊試験を実施し、性能、強度、信頼性ともに充分満足出来ることが確認された機関である。

主機関には低負荷時の性能向上を狙って補助ブローを装備している。またシリンダ注油については、従来の上部注油孔シリンダ当り8カ所の他、下部注油孔を同じく2カ所増設し、更に低負荷時の過剰注油を制限する負荷連動注油方式を採用している。

一方主機関の振動・騒音についても充分配慮し、横振動に対しては船体との間に横振動防止用ダンパー（油圧式）を装備し、過給機には防音ケーシングを装備した。主機軸系の縦振動防止用ダンパーについては、海上運転時実測の上総合的に検討の結果、不要として設置していない。

●軸系装置

本船の軸系は2基2軸方式でボッシング構造を採用し、プロペラはNi-Al-Bronze製5翼1体型SKF方式キーレスプロペラとし、プロペラの回転方向は各舷外廻りとしている。

中間軸は1ライン当り4本装備しており、プロペラ軸の抜出しは第3中間軸を船体中心側に横移動させ、第4中間軸とプロペラ軸を結合した状態で特殊台車により船首側に抜出す方式とした。

また狭あいな軸室内での保守・点検を容易にするため、ボッシング内の中間軸受は肋骨間に配置したほか、シール取出し用トロリーを装備している。また2軸船としての特殊性を加味して、減軸運転が可能なるよう中間軸にプロペラ遊転用トーイング軸受を装備している。

一方軸継手ボルトの嵌脱を容易にするため、軸継手ボルトはテーパリーマボルトを採用し、油圧による引抜方式とした。なお中間軸には無接触式三菱改良型パルス式軸馬力計を装備し、機関制御室に軸

馬力および軸トルクを指示させている。

軸系アライメントは船尾管後部軸受の当りの改善を主眼にスロープアライメントを行ない、据付後ジャッキアップ法によりアライメントの確認を行なっている。

船尾管シール装置はすでに多くの実績を有しているSPP改良型シール装置（分割型）を採用した。

●蒸気発生装置

本船は後述のごとくターボ発電機2台、ディーゼル発電機3台、合計5台を装備しているが、これらのうちターボ発電機タービンは、数多くの実績を有する当社長崎造船所製の多段衝動復水式蒸気タービンを採用している。

蒸気発生装置としては、主機関80%MR負荷にて10.3T/H（冬場）の蒸気能力を有した瀬尾高圧製大型排ガスエコノマイザ2基および最大15T/Hの蒸気能力を有した大阪ボイラー製大型補助ボイラー2基を装備し、蒸気を発電機タービンおよび船内雑用系統に供給している。

排ガスエコノマイザは予熱部、蒸発部および過熱部を有し、更に主機関の排ガスエネルギーの回収効

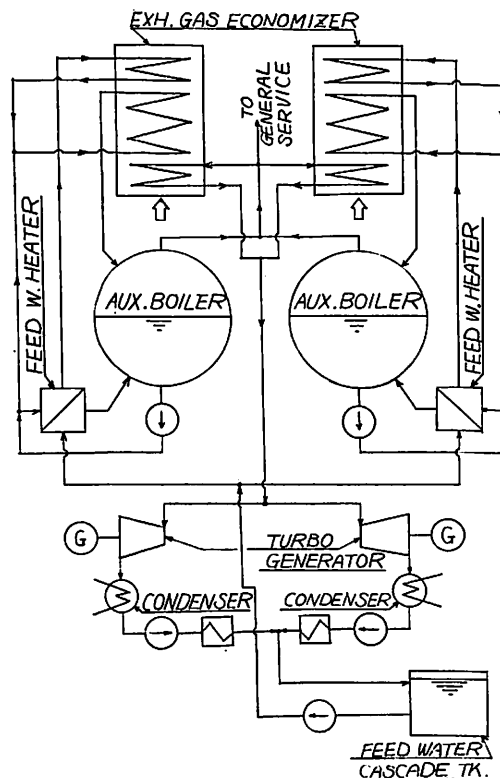


Fig. 1

率を上昇させるため、給水ヒーターを装備している。

補助ボイラは乾燃室式丸ボイラで、1ボイラ当たり2個のモリソン型炉筒を装備した大型ボイラである。蒸気ドラムは排ガスエコマイザの汽水分離器として兼用され、出入港および停泊中発電機タービンを駆動するために必要な蒸気および船内雑用蒸気を賄うに十分な容量としている。本船の給水・蒸気システムについては Fig. 1 参照。

●自動化

高出力ディーゼルプラント2基を有する本船は、高度の自動化を採用しNK“M0”規則を適用し、通常航海状態で最低24時間の無人運転が可能なるよう設計されている。

操舵室には主機関を遠隔制御するために必要な機器をブリッジコンソールに一体化して組込んでいるほか、上甲板左舷居室画面内に設けられた機関制御室から、主機関、発電機用蒸気タービンおよびディーゼル機関、補助ボイラ他の機関部主要機器の遠隔縦並びに遠隔監視を行なうことが出来る。また本船の運航に最も重要な主機関、発電機用蒸気タービンおよびディーゼル機関、蒸気発生装置、空気圧縮機および関連系統には各種の自動制御装置を採用し、必要な種々の遠隔指示・表示および警報装置を機関制御室に装備している。

1) 主機関の制御

主機関は操舵室からは2本の操縦ハンドルにより各々対応する舷の主機関の発停・前後進切替および増減速操作を遠隔制御出来る。機関制御室からは各々2本の正逆転・起動および速度調整ハンドルにより左右舷各々対応する主機関を操作出来る。なお操舵室と機関制御室との操縦の切替は機関制御室にて行なう。

2) 発電機の制御

発電機タービンは機側起動としているが、ディーゼル発電機は機関制御室から遠隔起動出来る。また電圧上昇・低下、周波数上昇・低下、過電流並びに発電機タービン入口蒸気圧力低下時は、予備ディーゼル発電機が自動起動される他、主機関港内領域運転時、または機関非常停止時、または主機関自動減速時にも、予備ディーゼル発電機が自動起動する。

3) 蒸気発生装置

常用航海中は排ガスエコマイザのみにより船内蒸気を賄っているが、主機関減速操作時には、蒸気圧力低下による補助ボイラの自動追焚を実施してい

る。補助ボイラの燃焼装置は完全自動化し、比例制御並びにオン・オフ制御方式を採用している。

4) その他の補機

推進に関連ある主要補機の自動切替、遠隔発停、自動発停を大幅に採用してある。

●減速運転

本船は建造途中にて、就航当初より減速運転することとなったため、その対策が検討され、2～3の対策が実施された。

主機関の低負荷時の燃焼状態改善のための対策として、小口径燃料噴射弁を装備することとし、燃料噴射系のシミュレーション計算により最適ノズルを決定し、海上試運転にてほぼ予想通りの燃料噴射弁性能であることが確認された。

また減速運転時の燃料消費率の向上を狙って、主機関1基当たり4台装備されている排ガス過給機中、1台をcutして運転することとした。この過給機cut運転による燃料消費率の向上については、陸上運転にて確認済のものである。cutされた過給機については、振動によるフレットング等から軸受を保護するため、航海中は低速度にて遊転させることとした。

一方減速運転時の発電プラントの運転要領について、主として燃料経済面より種々検討した結果、ターボ発電機のみ2台運転するケース、ターボ発電機およびディーゼル発電機を並列運転するケース、並びにディーゼル発電機のみ2台運転するケースのうち、それぞれのケースが最も燃料経済上有利となる主機関運転点が存在するため、補助ボイラの追焚も含め、いずれの組み合わせにしても常用航海可能なようなプラントの設計とした。

主機関補助ブロワについては、減速運転時極力使用することとした。

●機関室配置と関連船殻構造

本船の機関室はNo5コンテナ倉後部に配置され、主機スペース、発電機スペース、補助ボイラおよび排ガスエコマイザスペースなどにより構成されている。主機関の高出力化に伴う関連補機器の大容量化により、従来の2軸船に比べて機関室はますます狭隘になっているが、特に大型排ガスエコマイザを搭載した機関室ケーシング内は、極めて狭隘な配置となっている。

上甲板船首側に排エコ2基を配置し、船尾側に補助ボイラ2基、中間部にFOパーニングセット、操

作パネルなどの関連補機器、ケーシングサイドには、給水加熱器、通風ダクトなどが装備されている。本スペースは、居住区各層出入口の船首側集中配置と、両排エコ間の格子はしご装置のタワーユニット化、ケーシング内周における格子配管ユニットの採用などにより、有効スペースを十分に活用し、機器に対する運転ならびに保守点検スペースを確保した合理的な配置となっている。

これ等の大型重量機器を搭載する上部構造は、関連船殻構造に対して十分な配慮を要するが、本船は上甲板および第2甲板間に強固なウェブ格子の船殻構造を採用し、上部荷重の支持と、上甲板下に主機排気集管の配置ならびに通路および配管スペースの確保を可能ならしめている。

主機解放用クレーンビームは第2甲板下に懸垂させ、ビーム間スパンを大きくしてクレーンリーチを拡大すると共に、主機付過給機を直接吊上げ可能な配置としている。また従来設けていた第2甲板下のセンター隔壁を廃止し、主機解放時の作業性の向上をはかると共に、船体中心部にはしごスペースと部品用ハッチスペースを設け、主フロアおよび主機上段格子間における昇降と、補修部品の積み降ろしなどの保守点検作業が容易に行なえるよう配慮した設計となっている。

両舷主機の上段格子間には、船首および船尾端を船殻構造に固定したトラス構造の格子ユニットを設置し、主機上段格子スペースの拡大をはかると共に、同ユニット内に、通風ダクト、配管などを組み込み、艦装工事の合理化をはかっている。なお、同ユニットは、船体、機関双方のモードの異なる振動の影響を避けるため、機関格子側には固定支持を設けていない。

その他、機関室内は主機関連補機器を両舷対称に配置し、運転性能の平均化と艦装工事の合理化をはかるなど、過去の実績に検討を加え、2軸船の機能と特性を十分に生かした設計となっている。

電源装置および発電機制御

本船の電源設備は、1,625KVAターボ発電機2台、1,700KVAディーゼル発電機3台を装備、合計8,350KVAの発電能力を持っている。通常航海中および荷役時は、ターボ発電機2台で必要な電力を十分賄うことが可能である。出入港時などバウスタ使用時はターボ、ディーゼル各2台合計4台の発電機を並列運転する。

発電機の制御は上甲板に設けられた機関制御室から遠隔制御を行なうよう計画されており、非常時は機側の主配電盤からも手動制御が可能である。本船は発電機関(ディーゼル)の自動超動、ABCの同期投入および負荷分担など従来から無人化船に必要な機能以外に、ターボ、ディーゼル並列運転時にデ

ィーゼル発電機の低負荷運転防止のための非均等負荷分担機能、低負荷時のディーゼル発電機の自動停止機能などを備えている。

また、当社神戸造船所と古野電気で船舶向けとして共同開発し、すでに稼働実績の多い発電機制御用シーケンスコントローラを搭載し、複雑な制御回路の信頼性向上を図っている。なおバックアップ機能によりシーケンサ故障時でも機関部無人運転が可能なるよう考慮し、船の安全航行に必要な安定した電力を供給可能としている。

冷凍コンテナ設備

冷凍コンテナの電源設備としては、40フィート100台分の容量を持っている。

変圧器は1,200KVA、750KVA各1台を第2甲板変圧器室に集中配置し、艦装の省力化、保守点検の容易化を計った。

レセプタクルは、20/40フィート兼用形の、従来から当社で採用している送り配線方式とした。

冷凍コンテナ警報装置は、多重伝送方式を採用することにより、大幅に電線使用量を減少させ、さらにマイクロCPUを導入することにより機能を向上させ、警報盤を小形化している。

計装装置

機関部警報アナリシユータ	464点
データログ入力	291点
機関室火災警報	14地区 65点

主機遠隔操縦装置は、電気一油圧全域連続制御方式各1組を独立装備し、さらに2軸船として、危険回転数域の同時回避などの機能を備えている。

データログにおいては、従来、主機回転数、馬力は瞬時値を記録していたが、本船は主機のより正確な状態を知る上で積算平均値を記録させている。

主軸回転計は、従来の歯車による直流発電式をやめ、無接触式を採用し、信頼性の向上を図っているが、ピックアップの取付調整を必要としており、近い将来広い空隙でも検出可能なピックアップの開発が待たれる。

無線航海装置

無線装置としては、主送信機2台、補助信機1台、受信機3台の標準構成であるが、アンテナには送信用として傘形の自立形アンテナや22MHz帯専用の回転形アンテナが採用された。

航海装置としては、レーダ2台(Sバンド、Xバンド)、デッカナビゲータ、オメガ、NNSSなどが採用され、また船首部監視用としてITVが装備された。さらに速度計として従来の電磁ログのほか、ドップラーログが採用された。船速が速いので気泡の影響を避けるため、ドップラーログの送受信器は船首部に装備された。

海外事情

■プロストレムの9隻の超自動化RORO船

前号で、プロストレムグループの34型氷海バルカーを紹介したが、引続き同グループが9隻の超自動化RO/ROを、日本の三井造船とレターオブインタートを取交したとのニュースが報じられている。

これら9隻のROROは、北海航路用の450TEU積型(TYPE“A”)2隻、地中海航路用の750TEU積型(TYPE“B”)6隻、世界一周航路用の1700TEU積(TYPE“C”)1隻で、総額6億7,500万クローネの大型商談である。

最大の特長は、これらのRO/ROが9~15名と云う極端に少い定員での運航が可能ないように計画されていることであろう。

以下は、海外誌による要目と特長である。

(THE MOTOR SHIP 10月号/Shipbuilding & Marine Engineering International 10月号)

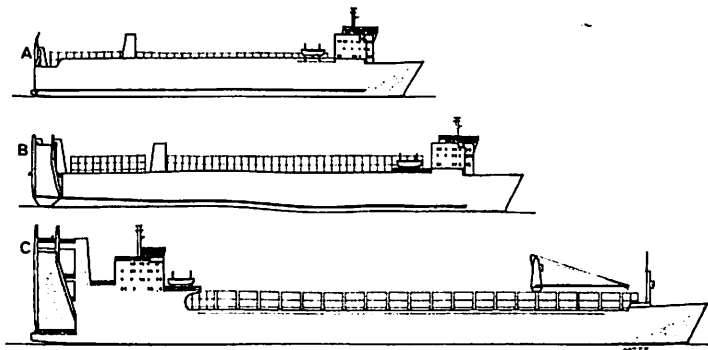
*

<TYPE“A”>

北海航路を運航する同グループのSwedish Lloyd社が、既に就航している“Stellaria”、“Fragaria”の実績をふまえて計画したペアーのスターンランプ

〔要 目〕

	TYPE“A”	TYPE“B”	TYPE“C”
航 路	北 海	地 中 海	世 界 一 周
載 貨 重 量	6,500KT	12,000KT	23,000KT
コンテナ積高	450TEU	750TEU	1,700TEU
L _{pp}	130m	156m	210m
B	22.8m	25.5m	32.3m
D	16.3m	16.3m	20.9m
計画満載吃水	6.5m	7.75m	9.0m
主 機 出 力	12,500P S	16,00 P S	30,500 P S
計 画 速 力	18Kt	19.5Kt	22Kt
竣 工 予 定	1979/I	1978/IV~1979/II	1979/II



付RO/ROで、この7.5m巾の2基のスターンランプで揚積併行可能な外に2基平行15m巾での巾広RO/ROも可能である。船内は2層各2段のコンテナ積可能な、6.3/6.5mクリアー高さのホールド/メインデッキを持ち、2基のクロスヘッド型ディーゼル主機の2軸船で、CPPを装備している。

乗組員9名での運航を予定している。

<TYPE“B”>

9m巾×33m長さの角度付スターンランプを持つ750TEU積RO/ROで、船内はTYPE“A”と同じ6.3mクリアーの2層構成である。

本船は、クロスヘッド型ディーゼル主機の2基2軸であるが、CPPは装備していない。

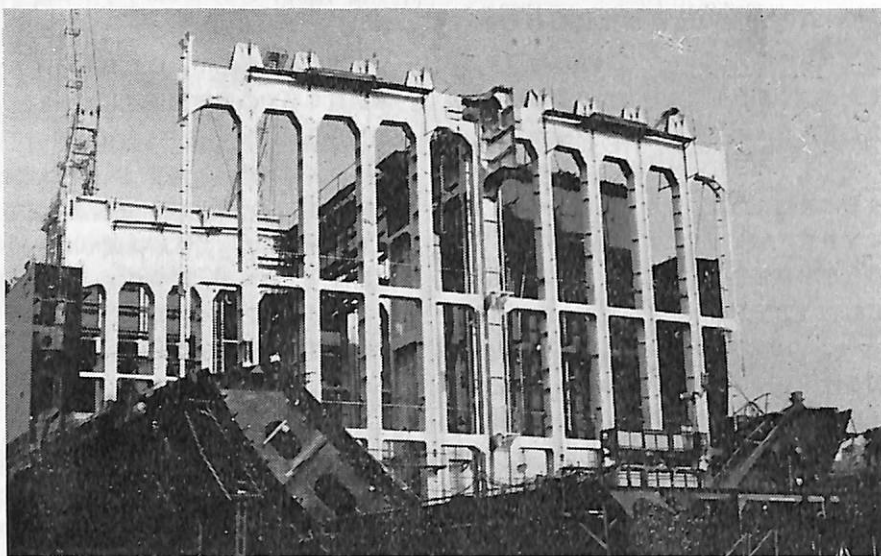
乗組定員は15名を予定している。運航はSwedish Orient Line による。

<TYPE“C”>

本船は、例の Barber Blue Sea による運航を予定されている超大型高速航洋RO/ROで、北米、極東、濠州と欧州をカバーする1,700TEU積の能力を持ち、Wilhelmsen社が対日発注したものとジョイントサービスを予定されている。

角度付スターンランプは12.5m巾×50m長さの巨大なもので、船内は3.2m、6.3m、6.3mの3層構成である。

乗組定員は16名で運航される予定。



“てむず丸”の建造について

On the Building of "THAMES MARU"

by Jiro Okamoto

Manager of Shipbuilding Dept. Kobe Shipyard &
Engine Works of Mitsubishi Heavy Industry Co. Ltd

岡 本 治 郎

三菱重工業神戸造船所造船工作部長

●まえがき

当所は今までに数多くのコンテナ船を建造してきましたが、大阪商船三井船舶からご発注いただいたコンテナ船としては、日本のコンテナリゼーションの先駆であった北米太平洋岸航路の“あめりか丸”，ニューヨーク航路の“にゅーよーく丸”，欧州航路のコンテナ船として“らいん丸”，更には“あらすか丸”，など多くの建造実績を積んできたが、欧州航路の荷動き増に対処するために計画された本船“てむず丸”を当所で建造することになり、9月19日無事引渡しを終えた。

本船は通常航海速度26.6ノット（試運転最大速度30.44ノット）の大型、超高速コンテナ船で、コンテナ船の1基当り出力としては世界最大の連続最大出力42,000馬力の高出力低速ディーゼル2基を搭載している。

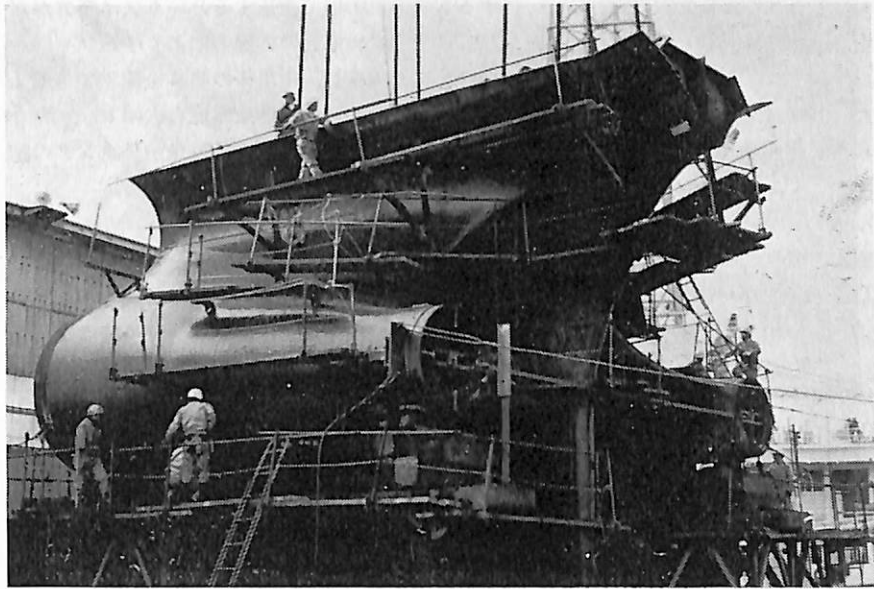
この他離着岸作業の合理化をねらったバウスラス

ター（1,500馬力1基），船内労働を軽減するためのエレベータ，機関室無人化運転装置などが搭載されている。

このような高度の技術と品質を要する超大型コンテナ船建造に際して、これまでの数多くのコンテナ船建造実績の反省と新しい装置の事前検討をもとに、建造方針，施工要領を作成し、それらを管理監督者をはじめ、現場作業者まで徹底をはかることにより、スムーズな建造の推進を計った。

特に超大型コンテナ船の船台期間としては5.5カ月という短工期であり、世界最大級の低速ディーゼル機関搭載ということで機関室工事の輻輳緩和と工事量の平準化をはかるため、更には作業品質を高めるために、機関室を中心とした船体の一部を縦移動によるタンデム建造法を採用することにした。

タイトル写真／セル構造の建上げ



船尾構造の大型総組

● 建造方針

本船の建造にあたり重点方針としては、船殻、艤装工事ともに従来のコンテナ船建造の戦訓を最大限に発揮し、日程および品質の確保に努力することであったが、特に先行検討、管理強化を要する事項として

(1) 工期確保対策

- イ) 短工期対策： 船台期間 5.5 カ月
- ロ) 置場対策： 大型ブロック、セル構造ブロックの置場対策

(2) 品質工作法

- イ) 既建造コンテナ船の先行検討事項の確実なフォローとその実施（特に厚板構造、バーチカルウェブなしのセルガイド、船尾構造）
- ロ) 既建造コンテナ船の成果の継続実施と不具合点の確実な改善

ハ) 新型ディーゼル主機に対する十分な先行検討による無事故運転

管理特性として

- 船殻NK減点数
組立……10点/ブロック以下……95%以上
外業……20点/ブロック以下……95%以上
- 艤装工事諸管地上化率70%目標

とし、フォローしていくこととした。

● 船殻工事

1. ブロック分割

ブロック分割の考え方としては、設備能力を最大限に生かすことが必要であるが、コンテナ船の場合

には精度確保を第一に考慮しなければならないため、ブロック数が増加しがちである。しかし、本船の場合には大型コンテナ船としては船台期間も短いため、搭載ブロックを少なくすることによって船台工事を減少させることを考え、従来から採用していた船尾構造の大型総組のほか、平行部であり、厚板構造でもあり、更に艤装工事が多い上甲板下のブロックを2ブロックずつ地上で総組することにした。

またセンターロンジウェブの長尺化、ビルジ部ブロックの大型化を実施することによって、ブロック数を減少すると同時に作業の安全性を高めた。

艤装工事との関連では、既建造船の戦訓を生かし、主機搭載、機器類の先行取付、諸管の地上化の推進を配慮するため、艤装現業課とも十分協議し、ブロック分割を決定した。

2. ブロックの伸し要領と溶接施工法

コンテナ船は構造が複雑であり、精度確保も難しいため、ブロックに伸し量を多くとり船台上で合せ切りする傾向にあるため、ブロックの四周仕上げ率は小さい。そのため、船台での工事の展開は遅くなるばかりではなく、ブロックの精度確保に進歩がなかった。当所では幸いコンテナ船建造実績が多いため、過去のデータをもとに四周仕上げ率を向上することにし、コンテナ船では初めて四周仕上げ率50%を超した。これは工程短縮だけでなく、精度向上にも大きく寄与したものと思う。

溶接要領については、船首尾構造の狭陰部について特に構造、組立方法、開先要領など図面出図まで

たため、溶接施工面でのトラブルは発生しなかった。また溶接品質の均一性、作業性を考慮して自動溶接の向上を計った。地上ブロックでは CO₂ 両面溶接 FAB 溶接の拡大、上甲板ブロックの総組には OSCON—FB、船台においても二重底ブロックの FAB 溶接、LONG BHD のシームには横向き自動溶接 (M3L—3D)、バットには縦向き自動溶接 (OSCON—VB) を採用した。また、DECK LONG および、ENG GIRDER の厚板の突合せ溶接には CES 溶接を採用した。重要構造では自主検査の枚数の増加と全継手に対して超音波探傷を行ない、溶接品質確保に努力した。

3. セル構造

コンテナ船の特徴であるセル構造はコンテナ貨物倉の生命というべきもので、特にセルガイドの製作取付には極力治具化を推進し、セルスロットの精度確保に努めた。主なるものとしては

- (1) エントリーガイド組立治具
- (2) ガイドレール小組立治具
- (3) エントリーガイドとガイドレール組立治具
- (4) セル構造大組立治具
- (5) 船台決め方治具

などがある。また1万点を超すセルスロットの精度計測は、当所で開発した自動計測治具を船級協会承認済の実物コンテナにセットし、全数チェックを行なったが、手直しはほとんどなかった。

4. 中組塗装

従来からブロック塗装は、ブロック組立が完了してから施工していたが、コンテナ船はダブルハル構造が多く、作業環境の非常に悪い状態で施工していた。構造によっては塗装のための足場が必要なこともあった。これを解決するために、ダブルハル構造

にする前の中組工程で塗装するというアイデアがだされ、船主、船級協会の御協力により中組ブロックの構造検査を実施し、中組後の塗装を施工できるようになった。この結果、作業環境も大幅に改善され、コンテナ船の特徴でもある特殊塗装タンクの塗装品質確保にも役立つものと確信する。

● 艤装工事

1. 艤装工事の地上化

高性能、高仕様を要求されるコンテナ船は艤装物量も多く、複雑な船体構造のため、艤装工事の地上化が難しいとされていた。しかし、艤装工事の地上化を推進することが、能率面でも、品質確保のためにも必要であり、建造の管理特性の一つとしても掲げられた。

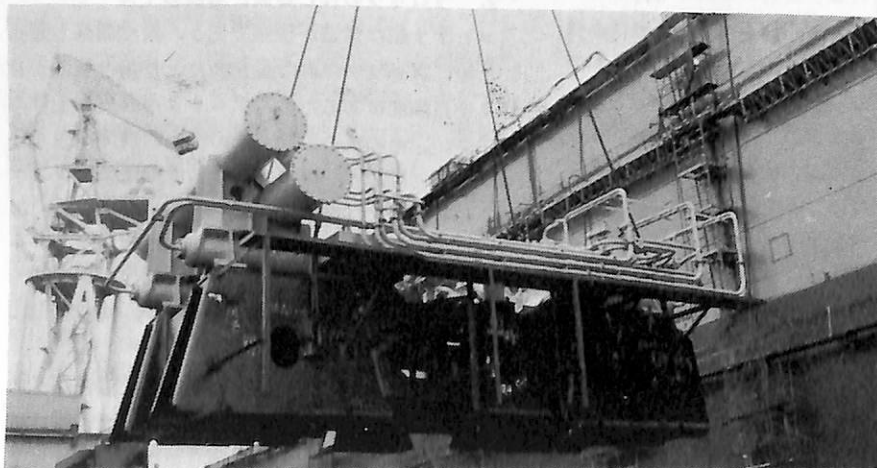
諸管工事については、ハッチコーミングの構造、機関室のブロック分割の事前検討を十分行ない、ブロックでの先行取付およびユニット艤装を容易化した。

特にエンジンケーシング内の機器、パイプ、弁、床板、置タンク、船殻構造および、補機台を含めた立体ユニットを製作した。これは船台工事での通行性もよくなり、狭隘場所での作業量が減少し、安全面でも大いに役立った。

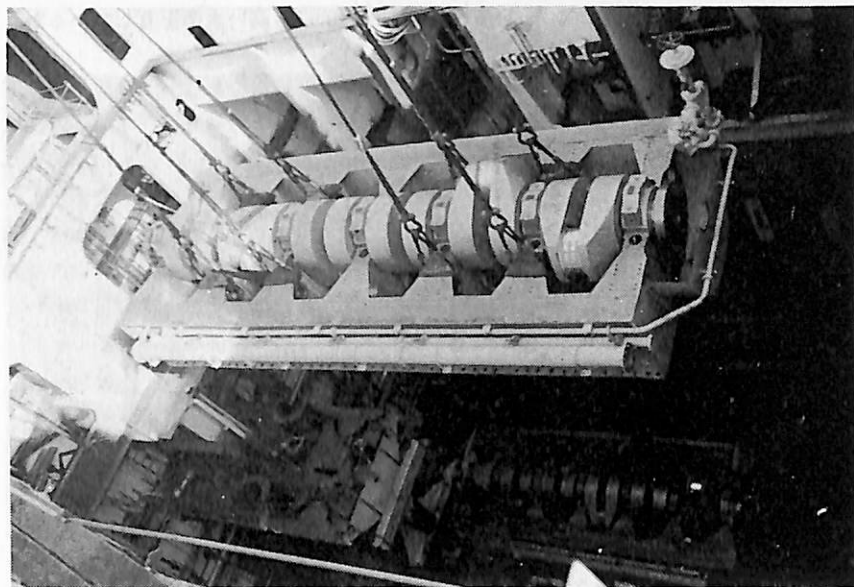
船体部では、大型舵取機、モノレールホイスト、油圧ポンプなど大物機器とそれに付属する艤装品を中心にユニット化を計り、据付仕上工事の地上化を行なった。

2. 舵、プロペラ、軸系の積込み

舵板約 100 TON の取付は船尾の船型との関係でクレーンによる吊込みが不可能なため、船台上に前後進の移動可能な舵取付専用の台車を設置し、その



大型舵取機の地上ユニット



主機の積込み

上に乗せて取付ける方式を採用した。台車には舵板位置決め、および押上げ用の油圧ジャッキを組込み、足場板を取付け、更に小物品吊上げ用ホイストも装備した。

プロペラの積込み、取付けも、進水台に設置した軌条上をプロペラを建て上げた台車を走らせる方式のプロペラ搬入取付台車によることにし、既建造大型コンテナ船の経験を生かし、安全面および作業効率の向上を計るよう装置を計画した。台車にはプロペラを位置決めするプロペラ受け金物、油圧ジャッキなどが装備されている。

推進軸、中間軸の積込み、搬入についても、船殻構造として装備されたレール上をチルトタンクを取付けた軸移動台車を走らせる方式を採用し、狭隘スペースでの作業を容易にすることができた。

3. 主機および機器の積込み

主機は当所1番機であるスルザー12RND90M型2基で、船殻構造および船台クレーン吊り上げ能力などの関係で、主要部は台板、架構、シリンダー、掃気トランクなど、8分割とし、船台クレーン2基吊りにて、船内積込みを行なった。なおスラスト部分は別積込みとした。

積込み、組立作業に際して、従来型のRND機関とM型機関の相違点を事前に調査し、「ISOメートルネジ」を採用していることから、組立作業に必要な治工具類の準備、新規購入に万全を期した。

本船は既建造大型ディーゼルコンテナ船「にゅーよーく丸」をベースに計画され仕様決定されているが、機器台数で約35台増加、艀装物量もそれに伴っ

て大幅に増え、特に停泊中もターボ発電機を運転する仕様になっていることから、蒸気プラントは製造者側も初号機である丸ボイラー（最大蒸発量15,000kg/H）、SENIOR型排ガスエコノマイザー（最大蒸発量16,800kg/H）の各々2基が装備された。

補助缶積込みに関しては、製造者側の工場設備能力、陸上運搬能力などの関係から、本体と前部および後部煙突の3分割で納入されたため、船内積込み前に地上にて煉瓦、保温工事を含めた結合組立を行ない、完成品として積込みを行なった。排ガスエコノマイザーについても、同じ理由から、高さ約8.6M、重量約130TONの巨大エコノマイザーを予熱器、蒸発器、過熱器、下部ダクトの各々4分割の荷姿とし、各々各部分を順次、船内積込み結合していった。

日期的には主機搭載から上部構造搭載まで短期間であったため、上記のような従来船では考えられない大型で大物量の装置を、短期間に据付けることに苦慮し、工程調整を綿密に行ない、工事を完遂した。

4. 機器の防錆対策

分割搭載された排ガスエコノマイザーの船内組立結合工事完了から、運転開始までの長期間の保存には最大の注意を払い、運転開始前に現場、酸洗い処理を施工し、水圧試験後の発錆防止と共に、蒸気プラントの性能確保に万全を期した。主機、その他の機器に関しても船内積込み後LOフラッシングまで、または運転開始までの期間が長い間、定期点検防錆処置などによる防錆対策を十分に行なった。

5. 機関室内交通装置

上甲板搭載後の前述の補助缶および排ガスエコノマイザー廻りの艤装を短期間にいかに消化するかがネックとなっていたが、排ガスエコノマイザー間の交通装置を上甲板から煙突デッキまでのタワーユニットとし、排ガスエコノマイザー積込み前に搭載したため、エコノマイザーの結合工事の足場としても有効に利用でき、進水前にほぼかためられた。

6. 機関部の運転調整工事

運転調整工事に関しては、下記の点に留意し、運転調整を行なった。

- (1) 主機は12RND90M型の新機種のため、従来型との相違および改良点を十分把握し、周知徹底した。
- (2) T/G×2台とD/G×3台の組み合わせ並列運転について、それぞれのガバナ特性を最適値に調整するのに注意を払った。
- (3) T/Gプラントに関しては、負荷運転中、オシロ計測を行ない、プラントの動特性を的確に把握し、蒸気および給水系の最適調整に努めた。このプラントは実際、海上運転をしてみないと結果が出ない点を考慮して当初の日程よりも海上運転日を繰り上げ、引渡期日までの余裕をとることとし、第1回予行運転後に若干の改造工事を施工したが、まずは良好な成績が得られた。

6. 電気工事

本船は電線使用量約12万m、動力源として排ガス利用によるターボ発電機 1,300KW×3台、ディーゼル発電機 1,360KW×3台、合計6,680KWを装備している。性能としては24時間無人運転可能、また安全に経済的に航海できるように高度の自動制御装置が各所に配置されている。その他、航海計器ではNNS（サテライトシステム）装備、無線装置では自立（起倒式）トッピングアンテナおよびジャイロ信号利用による回転式指向性短波アンテナを使用するなど、高水準の機器を数多く装備している。

当所ではこれらの機器を総合的に調整し、性能を満足し、安定した作動状態となるように現場、設計、メーカー、一体となって検討し、チェックシートでポイントをチェックしていくことによって、トラブルなしに目的を達成することができた。品質を確保するための試験項目は、発電機だけでも1130ポイント、温度、圧力を計測する検出端は350箇所もあり、いかに安全な運転ができるように配慮されて

いるか、また性能的にも高い水準を有しているか、が問われる。

次に工事面における特徴であるが、電線長約12万m、その内、機関室だけで約4万m、本数にして1,200本程度の電線を間違いなく、最も短く確実に機器へ結線するかが、一つの大きな難関であった。現場ではこの問題を解決するため設計との密接な連絡をとり、十分な先行検討を行なうと同時に、現場作業もQCサークルを編成し、作業者自身も多くの改善考案を行なった。その主なものとして

- (1) 先行艤装の拡大
- (2) 動力配線が可能な電路の選定および改造
- (3) ドラム廻し用ローラーの考案
- (4) パイプ導入方式の考案
- (5) 電線ドラム移動用治具の考案
- (6) 動力配線時電線の破損およびスムーズな配線のためのローラーの考案
- (7) 多重配線方式の考案
- (8) 逆巻方式の考案
- (9) 配線時各甲板間連絡方法の改善

などがある。

●あとかぎ

“てむず丸”は建造準備から加工、進水、艤装工事の長期間を費し、すべての性能を保証するための試運転も良好な成績をおさめ、9月19日船主のご好評のもとに就航の途についたことは、われわれ建造に携った者にとって大きな誇りであり、喜びに堪えない。当所も本船のような高性能を要求される船を建造したことは貴重な経験にもなり、建造に対する自信を深めることができたものと考え。

“てむず丸”が、今後も無事に航海を続け、大阪商船三井船舶の最優秀船として活躍し、就航航路のサービス向上に大いに寄与できるものと確信する。

新年号の新造船紹介

「600Tヘビーデリック搭載の重量物運搬船“若菊丸”」

- “若菊丸”の基本計画/居住区防振防音構造について …………… 日本郵船工務部
- “若菊丸”の設計と建造について …………… 日本鋼管鶴見造船所設計部
- 中速ディーゼル三菱MAN12V52/55 …………… 三菱重工横浜造船所ディーゼル部
- 走行式ツインクレーン …………… 辻産業設計部
- サイリスタレオナード駆動ヘビーウインチ …………… 三菱重工/三菱電機



航路標識測定船 “つしま”

海上保安庁船舶技術部技術課
燈台部電波標識課

by Maritime Safety Agency, Ship Technological Dept., Technological
Div./Navigation Aids Dept. Electronic Navigation Aids Div.

1. まえがき

航路標識測定船“つしま”は、昭和52年9月9日、三井造船株玉野造船所において竣工した。本船は、昭和22年に建造された燈台補給船“若草”の代船として建造されたものである。“若草”は建造以来30年を経過し、老朽化したことと燈台補給船の主要業務の一つとしての、電波標識の精度維持のための海上測定が業務の大半を占めるとともに、この業務がますます増加するすう勢にあるため、昭和40年代なかば頃から海上測定業務に適した代船建造が、関係者の切なる願いであった。

“若草”の主要業務としては、航路標識への物品の補給、ロラン、デッキ及び無線方位信号所の誤差測定であったが、これに新しく「オメガ測定」が加わるとともに、測定結果の分析を行なうこととなった。このため、航行区域も近海区域から遠洋区域に拡大し、測定機器も大幅に拡充された高性能船とし

て誕生したのが、航路標識測定船“つしま”である。以下同船について紹介する。

2. 主要目等

(1) 船質 航行区域など

船質	鋼
船型	長船首楼型
航行区域	、遠洋（国際）

(2) 主要寸法等

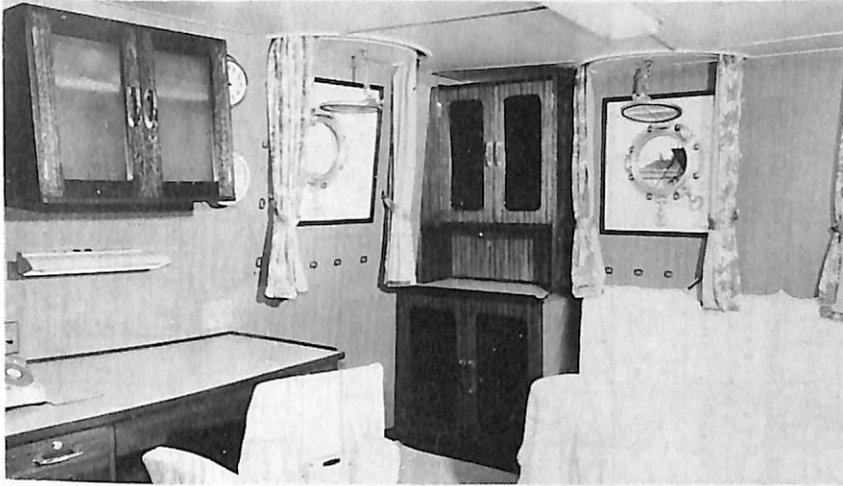
全長	75.01m
喫水線長（喫水4.15mにて）	70.00m
型幅	12.50m
型深	6.40m
型喫水（計画常備状態）	4.15m
計画トリム	0
排水量（完成常備状態）	1833.76トン
C _b （ “ ” ）	0.499

C_p (")	0.551	7 kg/cm ² 1250kg/h	1台
C_M (")	0.906	(11) 造水装置 缶倉 AFGU-3 10t/day	1台
C_w (")	0.725	(12) ジャイロコンパス 一式 レピータ	6個
玄弧 (FPにて)	0.800m	およびオートパイロット	
" (ord 10にて)	0.600m	(13) レーダ 3センチ波×12インチ×1台,	
キャンパー (上甲板型幅12.50mにて)	0.250m	3センチ波×16インチ×1台	
総トン数	1718.63トン	(14) 測定用機器	
(3) 速力 航続距離など		イ 測定装置 オメガ受信装置他	1式
速力 (常備状態 計画常用出力にて)	16.5ノット	ロ 記録装置 "	1式
航続距離 (16.5ノットにて)	12,000浬	ハ データ処理装置	1式
連続行動日数	30日	(15) 通信装置	1式
(4) 最大搭載人員		(16) 減揺タンク NKK式 減揺水約43トン	
士官	16人		
准士官	6人		
科員	22人		
その他の者	10人		
計	54人		
(5) 船体付諸タンク庫量			
消水タンク	224.31m ³		
重油タンク	496.39m ³		
潤滑油タンク	20.05m ³		
バラスタタンク	108.58m ³		
釣合タンク	49.87m ³		
(6) 主機関			
主機 富士 8 S 40 C 型ディーゼル機関	1基		
定格出力	4,000PS×320rpm		
常用出力	3,200PS×300rpm		
燃料消費率 (定格にて)	170g/PS・h 以下		
(7) プロペラ			
型式	川重 B-840DS/SF-250 型可変ピッチ		
	プロペラ		
翼数	4		
直径	2,600mm		
材質	アルミ青銅		
(8) パウスタスター			
型式	川重 K T-34 型 (可変ピッチ式)		
能力 (推力)	約3.4トン		
電動機	440V×210KW		
(9) 発電機			
主発電機	3φ350KVA 450V 60Hz	2台	
同上原動機	450PS×900rpm	2台	
副発電機	3φ200KVA 450V 60Hz	1台	
同上原動機	250PS×900rpm	1台	
(10) 補助ボイラ	クレイトン WHO-100		

3. 基本計画

燈台補給船“若草”の代替船である本船に対する燈台部要求の主要目は後記のとおりで、2,000トン型測量船“昭洋”(昭和47年6月号の本誌掲載)と殆んど同じである。しかしながら本船に課せられる業務は、測量船とは根本的に異なり、これがために一般配置はもちろん、搭載機器類、甲板機械など諸艙装もおおのずから異なっている。性能、設備等についての燈台部の要望事項は次のとおりである。

- (1) 総トン数
総トン数 約 1,720トン
- (2) 航行区域
遠洋区域 (国際航海)
- (3) 速力
速力は、15ノット以上とし、かつ約6ノットの速力で4時間程度、約3~4ノットの速力で1時間程度の航走が可能であるようにすること。
- (4) 航続距離
常用速力で10,000浬以上とすること。
- (5) 最大搭載人員
最大搭載人員は、船員44名、その他10名、計54名とすること。
- (6) 連続行動日数
最大搭載人員を搭載した状態で一切の補給を受けることなく、30日間行動し得るようにすること。
- (7) 測定業務用施設
 - (1) 測定室およびデータ処理室
次の条件を満たす測定室およびデータ処理室を、上甲板より上部の甲板上に設置すること。また両室は可能な限り振動を少なくするよう措置すること。
なお、両室に設置する測定用機器は、別表1の



とおりとし、これらの機器の計画および調達は、燈台部において行なうが、航海用として装備する必要のある機器であって、測定用機器としても装備する必要のあるものについては、装備の重複をさけるため、可能な限りその相互利用を図ることとする。

(イ) 測定室およびデータ処理室は、隣接して設置され、その広さは、測定室約70m²およびデータ処理室約40m²であること。

(ロ) 測定室およびデータ処理室は、室内温度が15℃～25℃、相対湿度が40～70%の範囲内に保たれる構造設備であること。

ロ 測定用受信アンテナ

測定用の受信アンテナは、通信用アンテナと可能な限り離れ、かつ、測定室に近い場所に設置すること。

ハ 測定用機器の電源

測定用機器の電源は、AC200V15KVAおよびAC100V2KVAとし、AC200Vの電圧変動は10%以内とすること。

(8) 作業艇

常用速力6ノットで約25名搭載可能な10メートル程度の作業艇1隻を装備すること。

(9) その他

イ 主機および補機については、集中監視および遠隔操縦方式を採用するとともに、その他の諸機器についても可能な限り自動化すること。

ロ 減揺装置を装備すること。

ハ 推進器は、可変ピッチプロペラとすること。

ニ バウスラストを装備すること。

ホ 乗組員の居室は、1室2名以下とし、乗組員以外の乗船者の居室と区別すること。

別表1 測定用機器一覧表

機器名	数量
オメガ受信装置	1式(4台)
ロランA受信装置	1式(3台)
デッカ受信装置	2台
中波受信装置	2 "
時計部自動記録装置	2 "
航行衛星受信装置	2 "
ロランC受信装置	1 "
J J Y受信装置	2 "
電界強度測定装置	1 "
位置記録装置	1 "
航跡自記装置	1 "
船位表示装置	1 "
データ処理装置本体	2 "
切換装置	1 "
補助記憶装置	1 "
入出力制御装置	2 "
タイプライター装置	2 "
ラインプリンタ装置	1 "
磁気テープ装置	2 "
レーダ指示器	1 "

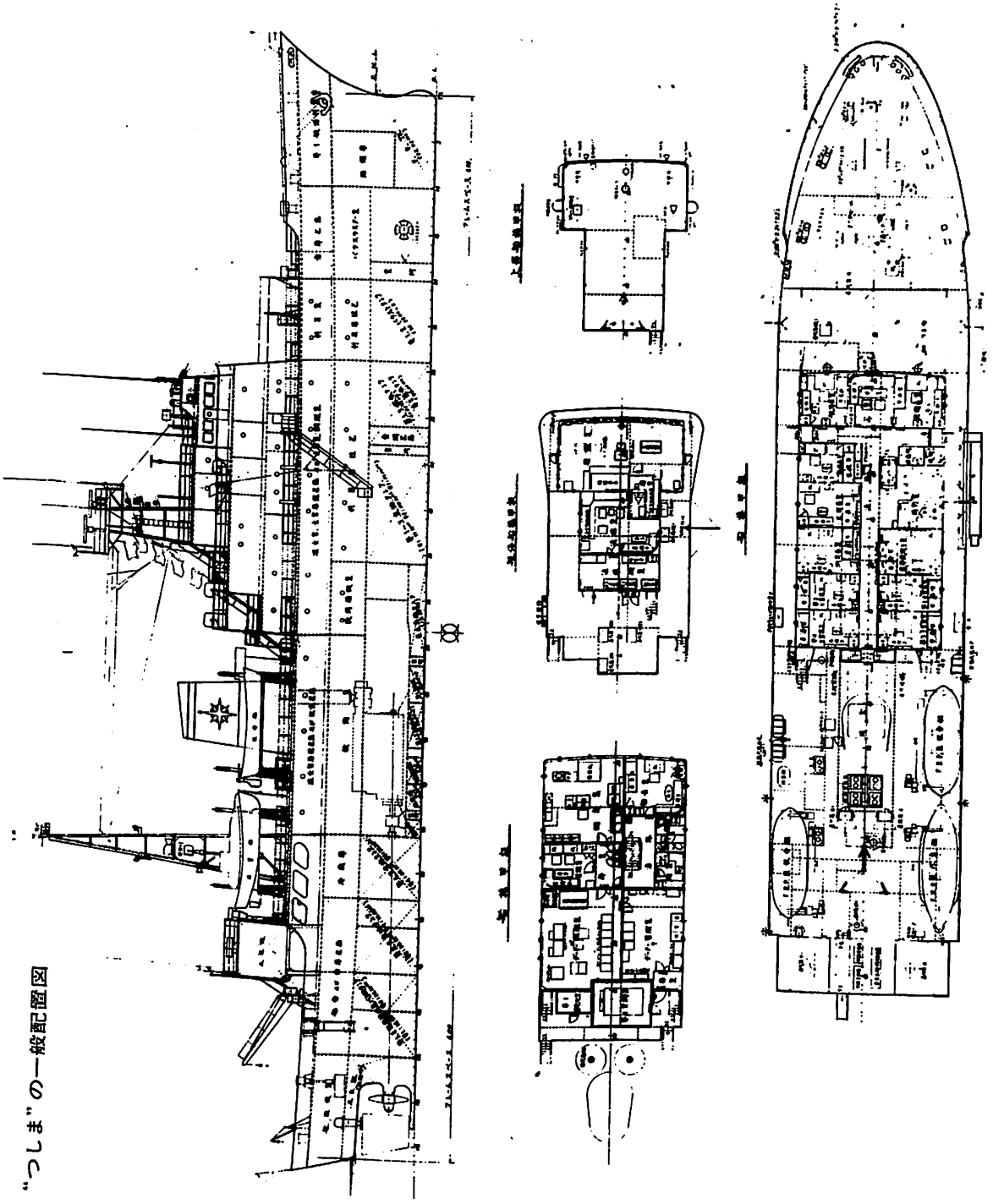
以上のような諸要求に基づき、当庁測量船“昭洋”をタイプシップとして計画を進めた。

船型は、凌波性、居住性、作業性等の向上をねらって長船首楼型とした。

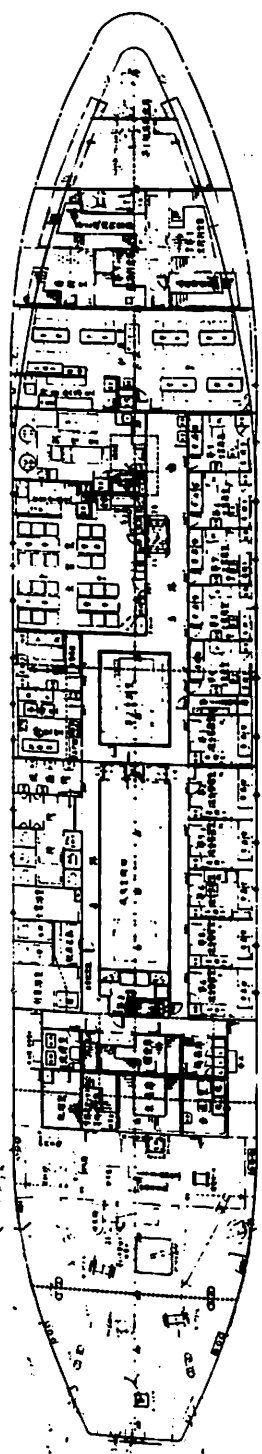
計画常備状態での喫水線長は68mから72mまで検討したが、予算の制約から70mに決定した。

速力15ノットとすればフルード数0.295、16ノットで0.314 いずれもハンプにあたり抵抗上好ましくないが、極力造波抵抗の減少を図るべく船型要素を選定した。

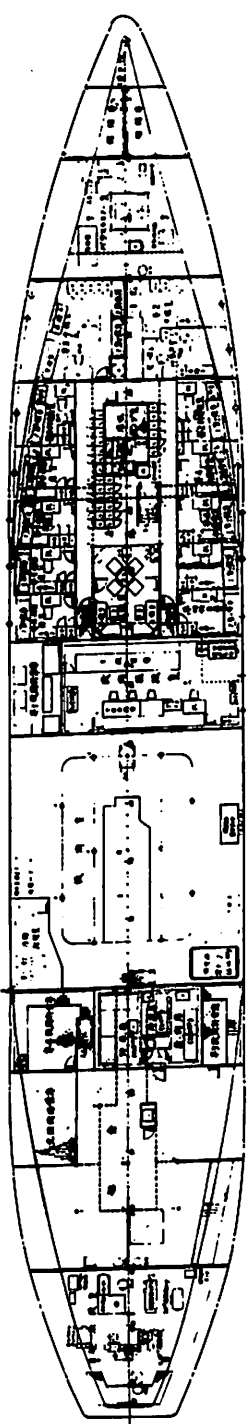
“つしま”の一般配置図



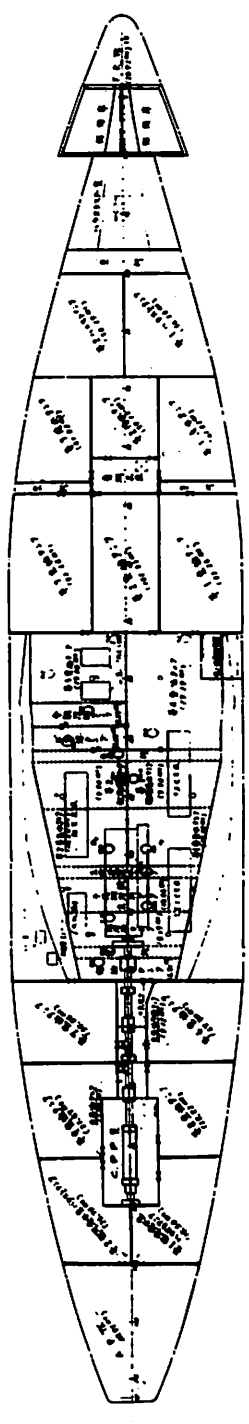
T. W. P.



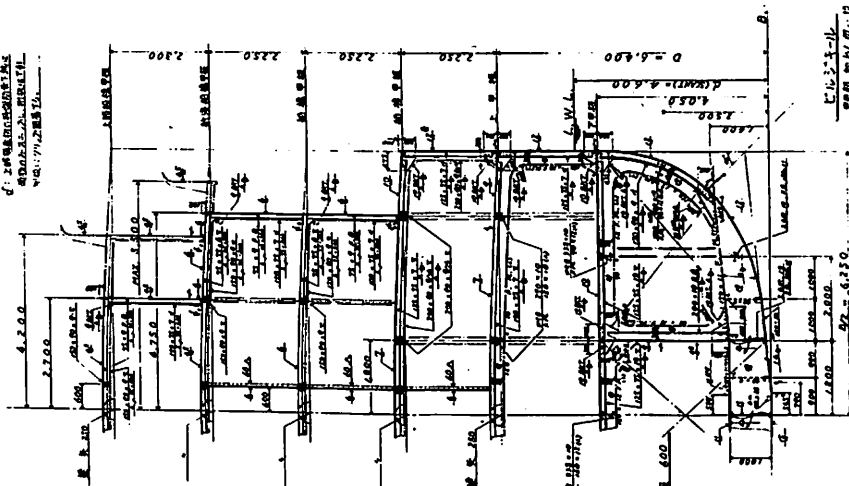
T. W. P.



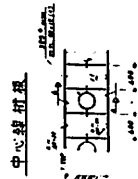
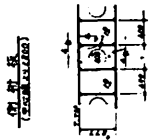
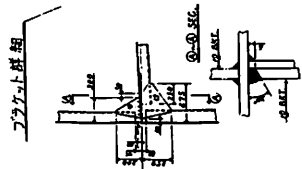
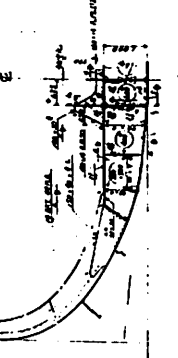
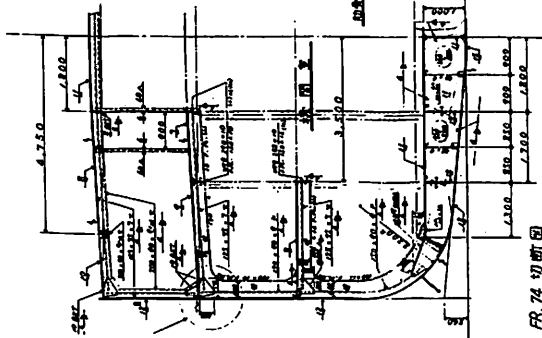
T. W. P.



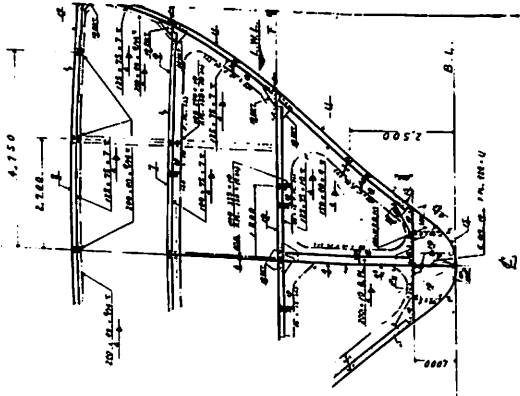
① 本橋の設計は、設計速度
100km/hとし、設計軸重
W=70tとする。



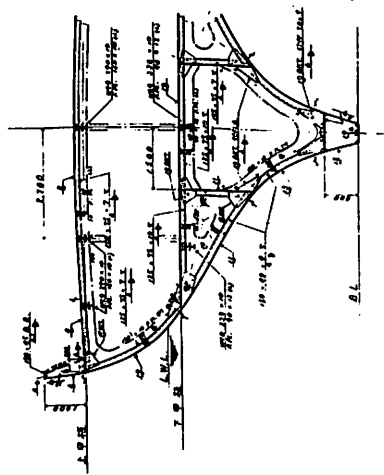
鋼橋設計社 160-50-174



FR 23 切断面図
(柱梁以外はFR 23切断面図参照)



FR 99 切断面図
(柱梁以外はFR 99切断面図参照)



“つしま”の諸要部切断面図

本船の計画フルード数では、 C_p は 0.56 ぐらいが適当であり、また動揺性能上 C_{ω} は大きい方が望ましく $C_b = C_p \times C_{\omega}$ から $C_p = 0.56$ 、 $C_{\omega} = 0.9$ ぐらいとすると $C_b = 0.5$ ぐらいとなる。

一方、計画常備排水量（裸殼）1,854トンに対し、 $L_{WL} = 70m$ 、型幅を 12.6m とすれば、喫水は約 4.1m となる。また型幅を 12.5m とすれば喫水は 4.14m となる。喫水 4.14m としても B/d は 3.02 となり、かなり大きい値となってしまう。防振上スクリーパーチャをプロペラの直径の 25% 以上ねらうには、プロペラ直径の選定等にも関連はあるが、喫水は深い方が望ましいので、幅を復原性能上許し得る 12.5m におさえるとともに、喫水を 4.15m と深くすることにした。

また計画常用速力がハンプにあるので、抵抗を軽減する目的と低速時（コースピーコン幅測定に必要）の操船、船位保持に便なるようにバウスラストをできるだけ有効な前方低位置に取りつけやすくするため、船首形状をバルバスバウとした。

測定作業を容易とし、また乗心地の向上のため、減揺タンク装備が必要となるので、概略タンク寸法決定のうえ東京大学元良教授にお願いし、同大学安定性能研究室においてベンチテストおよび不規則波中の動揺実験を行なって最終寸法を決定した。

常備排水量の約 2.3% にあたる 43トンの水量の減揺タンクを、艤装配置、風圧中心等を考慮して後部船橋甲板端に設けた。

4. 船殻構造

構造方式は船底、船側、甲板ともすべて横構造である。主要構造部材の寸法は、日本海事協会鋼船規則によって決定したが、本船の使用年数（約 25年）を考慮し、また重心降下を計るため、外板は 2~3mm、甲板は 1mm 程度増厚している。フレームスペースは、全通 600mm で全溶接構造であるが、中央部 0.5L の玄側厚板は、クラックアレスターとして B 級鋼（板厚 13mm 未満）および D 級鋼（板厚 13mm 以上）を使用している。その他は、A 級鋼である。

船体縦強度は、波長が喫水線長と等しく、波高がその 1/15 のトロコイド波とした場合の、最も厳しい状態における最大曲げ応力の計算結果は次のとおりである。

ホギング状態

船橋甲板	引張応力	4.15kg/mm ²
船底外板	圧縮応力	3.25kg/mm ²

サギング状態

船橋甲板	圧縮応力	1.98kg/mm ²
船底外板	引張応力	1.55kg/mm ²

座屈応力に関しては、安全率がほぼ 2 以上となるよう設計した。

船体振動計測結果は、船尾端で上下振動 5 節、6 節で、やや応答計算を上まわり、特に船尾端で大きくなった。

振動	項目		主 機	振動数	最大加速度
			回転数	cpm	gal
上下	5	節	260	1040	158 (船尾端)
"	6	節	320	1280	230 (船尾端)

また本船の常用主機回転数（300rpm）では低くなっており、使用に支障はない。

局部振動でも主機回転数 320rpm で、上部船橋甲板、船尾部甲板にパネル振動が発生したが、部分的な補強を施行することにより軽減することができた。

5. 船体部艤装

(1) 一般配置

別図一般配置に示すように、船首尾部を倉庫区画にとり、居住区は最近の巡視船の思想に合わせて、機関室より後方のスペースを避け、上甲板より上方の区画に配置した。これは推進器による騒音を回避するためである。電波標識等の測定関係の諸室（測定室、データ処理室、データ管理室、整理室）は船橋甲板に設け廊室を介して居住区や業務区画から出入りするように配置して測定機器を塵埃の侵入から保護した。

倉庫区画のうち、船尾には約 230m² の船倉を設け、災害地への救援物資の搭載も兼ねられるようにした。

その他諸室配置上、従来の当庁船と異なる特徴として、調理室は上甲板上士官室と科員室の間に設け、司厨担当員の労力軽減をはかった。

また、浴室、便所、洗面所は上甲板上機関室囲壁左舷に沿って集中配置し、他に小規模の便所、洗面所を船橋甲板船橋甲板にも設けた。

寝室は、士官、准士官は個室、科員は 2 人部屋としたため、船の規模に比べ居住区画が大きくなった。

(2) 空調装置

居住区画および業務区画を 4 系統に分け、空調装置を設けた。



士官食堂

休憩室



特に第1系統の冷房は、測定機器の性能維持に重点を置いたので、設計条件を外気温度35℃、湿度70%、から室温25℃、湿度40%になるように設定し、通常の空調設計時の外気との温度差(5℃)より大きくとっている。

通風は機動給排気であるが、排気ファンは給気ファンと連動して使用せず、喫煙等で船内の空気が淀んだ状態の時、必要区画を集中的に排気する間歇使用方式とし、通常は自然排気させている。

第1系統空調装置(測定関係諸室)オールインワン型

冷房機 56000Kcal/h

暖房機 40000Kcal/h (蒸気)

通風機 100m³/min×110mmAq

(リミットロード式)

第2, 3系統空調装置(各寝室, 業務区画など)セパレート型

冷房機 85000Kcal/h 各1台

暖房機 80000Kcal/h 各1台(蒸気)

通風機 130m³/min×150mmAq 各1台

(リミットロード式)

第4系統空調装置(機関操縦室)パッケージ型

冷房機 22500Kcal/h

暖房機 20000Kcal/h (蒸気)

(3) 衛生設備

業務上、米国領内に寄港する機会もあるため、汚物処理装置を設けた。(乗組員54名であるから、日本国内では現行の海洋汚染防止法の適用対象外である)。

装置は循環式を採用し、上甲板の区画の便所のみ に設け、他の区画の便所は、排出規制海域内では閉鎖して使用しないようにしている。上甲板の便所も、排出規制海域外ではバルブを切換えて、汚物処理装置を経ず、直接舷外へ排出することができる。汚物貯溜能力は60人×14日間である。

(4) 諸管装置

清水はタンクを清水タンク(ピユアエポキシ塗装)と、雑用清水タンク(タールエポキシ塗装)に

分け、ラインを2系統に区別した。

清水タンクからのラインは、調理、飲料、洗面用とし、雑用清水タンクからのラインは、風呂、洗濯、手洗い、操舵室窓洗滌、汚物処理装置初期水用としている。

なお、雑用清水は造水機（約10t/日）により生成しているが、故障等の場合、清水を風呂に供給できるようにラインに連絡管を設けたので、雑用清水が清水ラインに逆流しないような配管を施した。

(5) 甲板機械等

電動油圧舵取機を除き、すべて電動の直結式を採用している。

舵取機×1基

自動操舵装置付 定格トルク20T-M

ウインドラス×1基

横型 ワーピングエンド付

8.8/2T×9/18m/min

キャプスタン×1基

二重甲板型 4/1×15/30m/min

揚貨機×1基 0.9T×15m/min

救命艇用ポートダビット×2基

ヒンジ型（7.32m型救命艇）ウインチ 11KW

作業艇用ポートダビット×1基

ヒンジ型（8m型作業艇）ウインチ 11KW

(6) その他

冷暖房対象区画は、外板、天井等を硬質ポリウレタンの現場吹付発泡にて防熱し、化粧合板で内張りした。

通信室や機関操縦室は、現場発泡の上にグラスウールを張り、更に有孔吸音板で内張りして防音に留意した。

曝露部の甲板は、全面にウレタン系デッキコンポジションを施し、居住区及び業務区画には、ラテックス系デッキコンポジションを施した。

6. 機関部

(1) 一般

燈台部より提出された要望に基づいて、下記のとおり機関部の計画を行ない、ほぼ要望を満足させた。

推進システムはディーゼル機関1基1軸可変ピッチプロペラ（以後cppと略称する）とし、主機は自己逆転装置付のものとした。また船首部にバウスラスタを装備した。

機関室は全長約18mで船体のほぼ中央部にあり、機関室内に、主機、発電機、補機器等を配置した。

また、機関室前部中段に機関操縦室を設け、主機操縦盤、機関監視記録装置、補機制御表示盤、配電盤等を装備し、主機その他の機器の制御、監視、計測記録等が可能になるようにした。軸系およびcpp関連機器は、機関室船尾側に隣接して設けた軸室cpp室に、バウスラスタ関連機器は、船首部のバウスラスタ室にそれぞれ装備した。

主機、cpp、バウスラスタ等は操舵室の操縦盤にて遠隔操縦が可能なものとし、機関部関連機器の自動化、省力化を可能な限り実施した。

(2) 主機、軸系、cpp、バウスラスタの概要

要求性能は満載常用15ノット以上を確保するとともに、測定作業時等3～6ノットの低速使用（1回4時間程度）が可能なものとなっていたため、推進システムとして広範囲な船速制御可能なcppを採用することとした。

一方、主機に過給ディーゼル機関を採用した場合、最高速度が大になるほど低速性能が悪くなるから、主機軸系数を2基1軸または1基1軸のいずれにするか比較検討したところ、主要素として2基1軸は減機運転により、低速連続長時間使用が可能であり、更に心理的安心感等の長所があるが、1基1軸は構造、制御、取扱、スペース、重量、補機器数、艦装価格およびメンテナンス等の点で有利である。

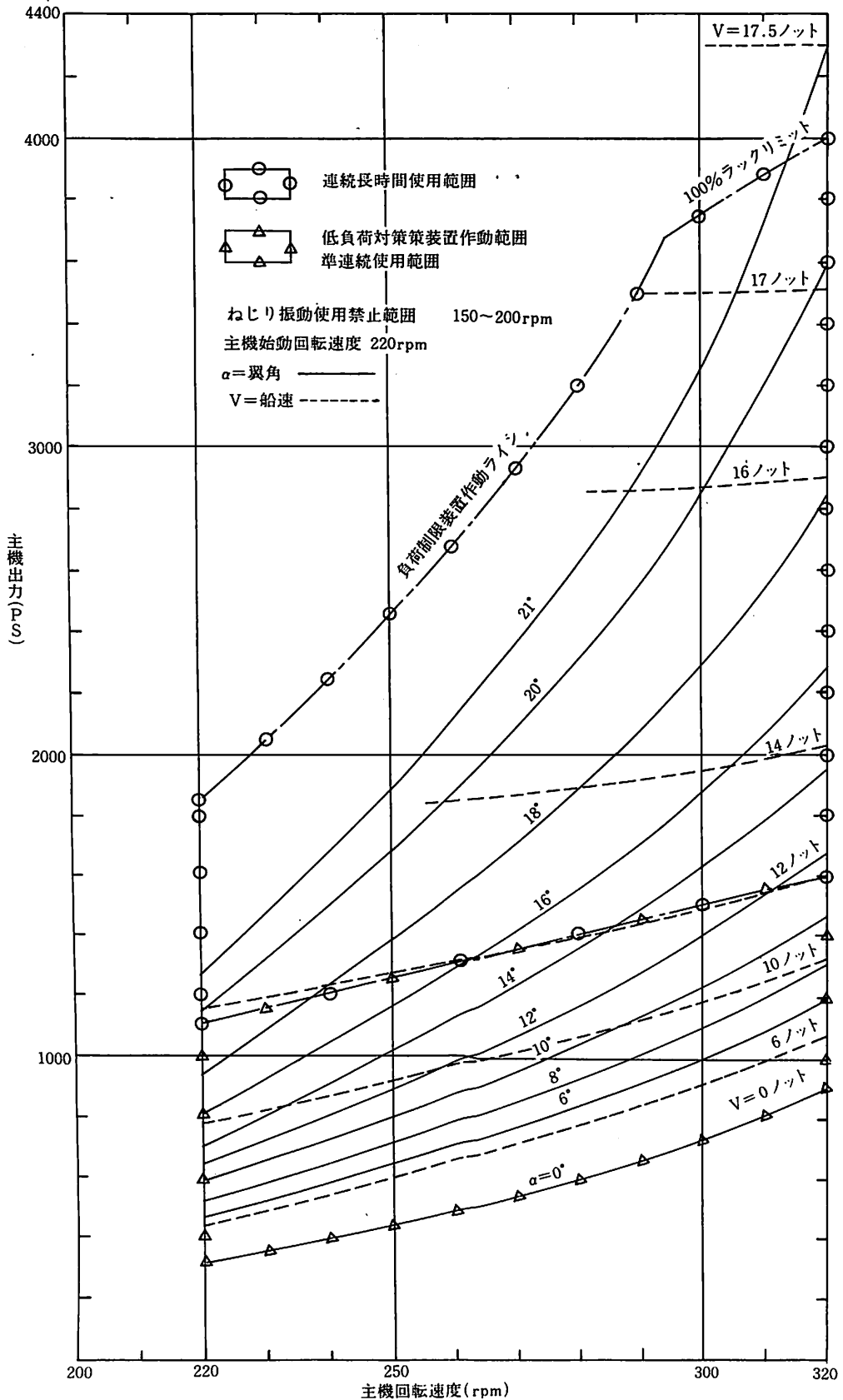
本船の業務全般を勘案し、低速航行時間が比較的短時間であることから、低負荷対策装置を付した1基1軸方式のものとした。

主機の出力は満載常用15ノットを確保するための所要馬力が約2900PSと推定されたので、船速増加を計るとともにシーマージンを加味して、連続最大出力4000PS、常用出力は80%にあたる3200PSとした。

また、回転速度は、後述のプロペラ回転速度常用300rpmに合致するよう、連続最大出力時320rpmとし、直結方式とした。

通常の船速制御および前後進は、一方回転で回転速度およびcppの翼角制御により行なうが、1軸船のため主機の回転方向を逆にして、岸壁達着時の船尾ふれ回りを変更できるようにし、また低速測定作業時の潮流等に対する船位保持、針路保持上いずれの回転方向でも航行可能なよう、自己逆転装置付とした。

主機は上記出力、回転速度等を満足し、かつスペース、重量、実績等を勘案、各種機関を検討のうえ入札の結果、富士ディーゼルの8S40C型に決定



第1図 主機, CPP使用標準図 (主機正転)

した。

プロペラは4翼cppとし常用出力時を設計点とするとともに、船尾部の騒音、振動等をできるだけ軽減するため、チップクリアランスが25%以上になるよう計画したが、船尾形状、吃水等の制約があるため、性能低下のあまりない範囲でプロペラ直径を減少させ、直径2.6m、回転速度300rpm、チップクリアランス25%とした。

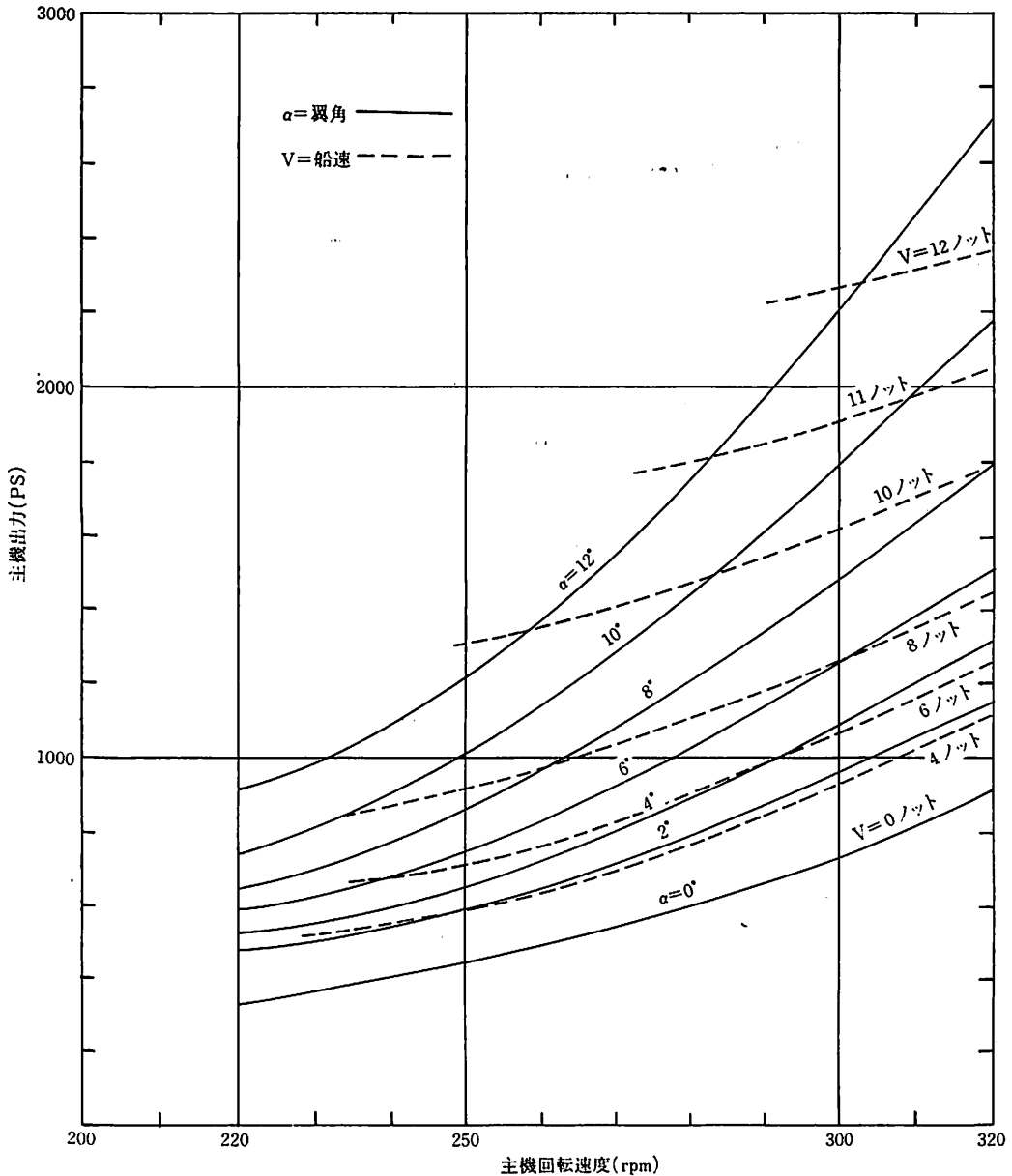
軸系は一軸装置としスラスト軸、中間軸、前部および後部駆動軸、ならびにプロペラ軸により構成さ

れ全長約19mである。

ねじり振動による使用禁止範囲は150~200rpm(1節4次)である。バウスラストは岸壁達着、船位保持、低速時の針路保持等に使用するものとし、スラスト約3.4トン、電動機(210KW)駆動cpp方式のものを装備した。

cppおよびバウスラストは入札の結果、川崎重工のエッシャウイス式B-840DS/SF-250型およびKT34型に決定した。

(3) 主機, cpp, バウスラストの操縦装置



第2図 主機cpp使用標準図(主機逆転)

注・本図は主機逆転, cpp翼角後進による船体前進時のデータを示す(低速性能参考用)

(3. 1) 装置の使用方針

装置の基本的な使用方針は下記のとおりとした。

- 1) 本船の操縦は操舵室における遠隔操縦を建前とし、機関操縦室では主機、補機等の監視、制御を行なう。
- 2) 遠隔、機側の選択および切替は機関操縦室で行なう。
- 3) 通常の船速制御および前後進は一方回転（正転、船尾より見て右回り）で、cpp 翼角の制御および主機回転速度の増減により行なう。
- 4) 低速の測定作業時および岸壁達着時等、必要に応じプロペラの回転方向を逆にすることにより、操船を便にするほか、船速5ノット以下でバウスラストを併用する。

(注) 海上運転結果より作成した主機、cpp 使用標準図、正転および逆転のものを第1図および第2図に示す。

(3. 2) 装置の概要

本装置は主機、cpp、バウスラストを操縦するための装置と、通信装置としてのテレグラフ等により構成されている。

電源は AC440V 60Hz および DC24V、操縦空気源は 10kg/cm² の圧縮空気である。

操縦場所および操作の内容は下表のとおりとした。

内容	場所	操舵室	機関操縦室	機側
主 機	始 動 停 止	○	○	○
	回 転 制 御	○	○	○
	正 逆 転 切 替	○	○	○
	空 気 運 転	—	○	○
	非 常 停 止	○	○	—
cpp 翼 角 制 御		○	監視	○
バウスラスト翼角制御		○	監視	○

操舵室の操縦盤には、主機操縦ハンドル、cpp 翼角制御ハンドル、バウスラスト翼角制御ダイヤル、非常停止等の操作用押ボタン類、主機出力表示装置、各種計器、表示灯、テレグラフ等が組込まれている。

機関操縦室の主機操縦盤には、主機操縦ハンドル、空気運転、非常停止等の操作用押ボタン類、操縦場所切替スイッチ、インターロック解除スイッチ（自動減速、cpp 翼角中立、バウスラスト翼角中立）等各種スイッチ類、主機出力表示装置、機関監視記録装置の操作盤および表示盤、各種計器、表示灯、テレグラフ等が組込まれている。

機側には操縦に必要な操作ハンドル、弁、各種計器等のほか主機および cpp の機側にスイッチ、表示灯等を組込んだ機側状態表示盤をそれぞれ装備し、バウスラスト機側の始動器盤には、機側状態表示盤の機能を付加せしめている。

(3. 3) 制御方式

主機の始動、停止、正逆転切替、空気運転、非常停止は電気空気式、回転速度は電気式、cpp およびバウスラストの翼角は電気油圧式の制御方式を採用している。

主機の操縦は始動、停止、正逆転切替および回転速度制御（追従式）を1ハンドルにて操作可能なものとし、空気運転、非常停止は押ボタンによる。cpp の翼角制御はハンドル（追従式）および応急用押ボタン（非追従式）のいずれにても操作可能なものとし、ハンドル制御は誤操作防止の見地から主機の回転方向の如何にかかわらず、ハンドルを倒した方向に船が進む（前後進）ようにし、併せて翼角指示計も同一方向を示すよう構成されている。

バウスラストの翼角制御はダイヤルによる追従式のものとした。

(3. 4) 操縦方式の主要点および保護警報装置

操縦方式の主要点および保護警報装置の概要は下記のとおりである。

- 1) 主機、cpp、バウスラストのいずれも遠隔操縦に必要な各種準備条件を満足させなければ遠隔操縦はできない。
- 2) 主機およびバウスラストのいずれも、始動に必要な各種インターロック条件を満足させなければ始動できない。
- 3) 主機が過回転、潤滑油圧力低下およびミスト圧力異状の場合は、自動的に減速する。
- 4) cpp 翼角増加操作時に、主機負荷が50%を上まわると、自動的にインテング制御により翼角増加速度をおそくする。また主機負荷が100%を上まわると自動的に翼角増加は中止され、負荷が軽減されるのを待って、再度翼角増加が行なわれる等の主機負荷急変に対する保護装置を設けている。
- 5) バウスラスト駆動電動機および変節油ポンプ用電動機が、過負荷となった場合等には、バウスラスト駆動電動機が自動的に停止する。
- 6) 上記のほか予備潤滑油ポンプ等、関連補機の自動運転装置や各機器ごとの機械的、電氣的各種保護装置が組込まれている。
- 7) 警報装置としては機関監視記録装置および補機

制御表示盤等に所要の各種警報が組込まれ、表示および自動記録される。

(4) 補機器

主、副ディーゼル発電機は、配電盤よりの遠隔発停および停泊時を考慮し、無監視運転が可能なものとした。

その他の補機器は可能な限り自動化、省力化をはかった。即ち、空気圧縮機、燃料油汲上ポンプ、cpp 変節油汲上ポンプ、サニタリポンプ、雑用清水ポンプ等は自動発停を、予備潤滑油ポンプ、発電機始動用潤滑油ポンプ等の危急始動を要するものは自動発、手動停を主機冷却海水ポンプ、主機燃料弁冷却油ポンプ、予備燃料油供給ポンプ、cpp 変節油ポンプ、バウスラスタ用電動機、および関連補機、機関室送風機等大部分の補機は、補機制御表示盤等で遠隔発停可能なものとした。

補助ボイラはクレイトンボイラで運転は自動化され、関連補機も自動発停し、潤滑油および燃料油清浄機は自動運転を、油水分離器は逆洗方式、分離能力 15ppm 以下のもので、ビルジポンプおよび逆洗ポンプを含み自動運転を可能なものとした。

造水装置は主機冷却海水および蒸気加熱（応急用）により造水可能なよう配慮した。

主機およびディーゼル発電機の潤滑油系統にはバイパスこし器を設け、潤滑油の清浄をはかった。

主機用潤滑油、冷却清水、燃料弁冷却油、およびディーゼル発電機の冷却海水等の各系統には、自動温度調整弁を設け、温度自動制御をはかった。

分離汚油および不用固形物の焼却処理を行なうため、廃油焼却装置を設けた。

また、海水系統の海洋生物による付着、閉塞等を防止するため海洋生物付着防止装置を設けた。

7. 電気部

(1) 電源

本船の発電機は、使用形態を下記のとおりとして、主発電機 350KVA 2 台及び副発電機 200KVA 1 台とした。

航海時	主発電機 1 台運転
出入港時	主発電機 2 台運転
バウスラスタ使用時	〃
停泊時	副発電機 1 台運転

発電機容量の決定に当っては、低負荷による原動機への悪影響を考慮し、極力ベースロードを高くするように計画した。

海上公試運転中（航海時）の発電機の負荷状態を調査したところ 64～67%であった。

自動化、省力化の一環として、発電機及び配電盤に下記の機能を持たせた。

1. 遠隔始動
2. 自動同期投入及び自動負荷分担
3. 優先遮断（過負荷防止用）
4. 重要負荷の順次再始動
5. 危急停止装置（無監視運転用）

(2) 監視、計測、警報

本船には、主機、軸系、cpp、発電機、バウスラスタ及び機関室内各補機の監視計測、警報用として機関監視記録装置、補機制御表示盤及び補機警報盤を設けた。

(ア) 機関監視記録装置

主機、軸系、cpp 及び発電機等の運転時の諸元の計測、警報を行なっている。計測、警報点数は下記のとおりである。

計測及び記録点数	100点
警報点数	57点（内13点は外部接点入力による）

本装置は本体、記録器、表示盤及び検出端群より構成されている。警視方式は、従来どおり監視ユニットによる常時監視である。記録器はタイプライタ及びプリンタの2つが一体となったもので、正常点は黒で、異常点は赤でデータが印字される。タイプライタは、定時及び任意記録、プリンタでは、異常点のみを記録する。

A-D変換器の故障に対処するために、マルチプレクサ及びA-D変換器とデータ表示系と記録系にそれぞれ独立に設けた。検出端は測温抵抗体、熱電対及び電気式圧力発信器等を使用した。

(イ) 補機制御表示盤

本盤は機関監視室に設けられ、機関室内の各補機及びバウスラスタの警報を行なっている。各補機の警報は総合であり、バウスラスタは遠距離にあるため個別警報とし、遠隔監視を可能にした。

(ウ) 補機警報盤

当直室及び居住区に本盤を設け、停泊時に使用する各補機の警報を行ない遠隔監視を可能とした。

(3) その他

(ア) 海洋汚染の防止のため汚物処理司令装置を設け、規制海域における汚物の排出防止司令を行っている。

(イ) 船内通信装置として、船内各所にダイヤル式電話を設け、特に重要な場所には共電式電話を設けた。高騒音下の場所には、電話ボックスを

設けると共に防雑形電話器を設けた。

- (ウ) 測定用機器の換装増設などに対処するため予備電路が設けられている。

8. 計器部

(1) 航海計器

本船には、1,720トンの国際航海、遠洋区域船としての設備をもたせ、かつ、航路標識測定船として必要な設備を考慮した。

特筆すべき点は、次のとおりである。

1) レーダ

本船に搭載するレーダについては、当初から航海用として使用でき、またレーマークビーコン測定、トランスポンダビーコン測定などに使用できるよう可変出力、可変速アンテナなどの特殊仕様をもつ測定用レーダを2セット装備する計画で進んできた。

しかるに50年11月無線設備規則及び船舶設備規程の一部改正がなされ、航海用レーダの条件が規定され、郵政省の行政指導もあって条件に合致しない測定用レーダを本船に装備することができなくなった。このため急航航海用レーダとして郵政省の型式検定及び運輸省の型式承認を受けたものを1セットのみ搭載することにした。測定用レーダとしては、特殊仕様のもを標定移動局として1セット装備した。

2) 船 燈

51年7月発効の海上衝突予防法を満足する船燈を搭載した。DC24Vで給電する船燈のうち、電線の長いものはインバータによりAC100Vとし、電圧降下による光度不足を防いでいる。

3) 自動操舵装置

信頼性を一層向上させるため、電気系統及び機械系統を完全2系列とした。

4) 船位測定装置及び航跡自画器

本船は電波標識測定のための測定機器を多数装置しており、測定結果の一部を航海用として利用できるように操舵室に表示させることにしてある。

航海計器主要目

磁気コンパス	1
ジャイロコンパス	1
音響測深機	1
航海用レーダ	1
測定用レーダ	1
電磁ログ	1
ピストンホーン	1

エアホーン	1
風向風速計	1
舵角指示器	1
水晶時計	1
キセノン燈式探照燈	1
電球式探照燈	1
乙種紅色閃光燈	1
自記温湿度計	1
昼間信号燈	1
自動操舵装置	1
12センチ双眼望遠鏡	2
船燈	1

(2) 測定用機器関係艦装

測定機器の艦装について次の事項に留意した。

1) 電子計算機の電源

船内電源を専用の無停電電源装置で変換して給電している。同装置の故障時は切換スイッチにより船内電源を直接給電することができる。また船内電源の短時間停電に対しては、専用のアルカリ電池に自動切換、連続給電できる。

2) データ処理室内電線の布設

データ処理室を出入する信号及び制御用電線は延べ1,500芯以上に及んでいる。行先別に束にして布設するため、天井内張内の高さを十分取り、エアダクトも部分的に変形させた。

また電線の新替え及び増設を簡単に行なえるよう配慮した。

3) ノイズ対策

測定用機器ラックの電源線は床下からラック下部へ導き、信号及び制御用電線と十分に距離を保った。また外装を確実に接地した。ラックと据付台にはアース端子を設け、面積22mm²のアース線を布設し、最良のアースポイントで1点アースとしている。

9. 測位システム

(1) 測位システムの概要

この測位システムは、現在海上保安庁が運用している各種の電波標識について、実際に航行船舶が利用する条件と同一の条件下において評価を行ない、その評価結果に基づいて各局の機能の維持及び改善、並びにシステムの測位精度の改善を目的としている。

測定用の搭載設備としては、海上保安庁で運用している各種電波標識の電波を受信する受信装置に加えて、これらの受信信号から求めた位置情報を評価するときに、位置基準として使用する衛星航法シス

第 1 表

	処理指定時の要件等	対象となる電波標識
随時標準システム	不規則入力する。入力時は必ず標準システムになる。	(イ) 衛星航法 (受信時出力) (ロ) 光学測位 (3点両角入力), (緯度経度入力) (ハ) レーダ測位 (2点2レンジ入力), (緯度経度入力)
常時標準システム	最も確からしい測位で得られるシステム一つを選択し、これを基準にする	(イ) 衛星航法 (推測航法出力) (ロ) デッカ・システム (ハ) ロランC・システム (ニ) ロランA・システム
常時評価システム	評価対称システムで標準システムに選択したものを除き、最大3システムまで指定可能	(イ) デッカ・システム (ロ) ロランA・システム (ハ) オメガ・システム (ニ) 中波回転ビーコン・システム
随時評価システム	評価対称システムで運用卓から手入力する。	(イ) 中波無指向性ビーコン (ロ) (中波回転ビーコンも可) (ハ) マイクロ波ビーコン・システム

第 2 表 てい増速力試験成績表

施行年月日及び場所		昭和52年 8月23日 播磨灘				
項 目	負 荷					
		¼	½	¾	¾	1½
排 水 量	ton	1,852.13 (出港時)				
速 力	knt	7.55	14.00	16.39	17.34	19.59
馬 力	PS	1,150	2,030	3,130	4,040	4,410
主 機 回 転 数	rpm	320.4	320.5	320.9	321.7	321.3
プ ロ ペ ラ 翼 角	度	6.0	14.5	18.5	20.5	21.5
プ ロ ペ ラ ス リ ッ プ	%	-48.7	+0.9	+12.0	+17.3	+20.5
主 機 の 燃 費	kg/hr	181.3	306.2	481.4	649.1	728.1

テム及びロランCシステムの受信装置並びに受信データの統計処理等を行なうデータ処理装置があり、これらの設備によりオメガ、ロランA、デッカ、中波ビーコン及び各種マイクロ波標識のシステム評価を行なう。

システム評価は、同時に3システムまで可能であり、評価を行なうシステム(以下「評価システム」という)及び評価の基準とするシステム(以下「標準システム」という)を指定することにより、評価システムの位置または方位と、標準システムによる位置とを比較し、その差から測定時における測定データの補正量を求め、これらの統計処理を行なって評価システムの測位精度、測位安定度等の現状をまとめるとともに、システム改善に必要な送信局施設の改善事項、使用する電波伝搬速度の最適値、その改善措置を行なうことにより得られる測位精度等のシステムの向上に必要な資料を収集する。

標準システムとしては、評価システムのうちデッカ及びロランAシステムの外に衛星航法システム、ロランCシステム、光学測位のシステム(3点及び両角を手動入力)、レーダ測位システム(2点及び2レンジを手動入力)及び絶対位置(緯度及び経度を手動入力)を指定することが可能である。

なお、各種システムにより求めた船位は、位置記録装置(オートプロッタ)により直接チャート上に記録され、目視による位置比較を容易にするとともに、ブリッジに設置した船位表示装置に緯度及び経度の数字を表示し、航海用に利用できるようにしている。

(2) システムの選択

評価に当っては、標準システムの中から最も確からしい位置が得られるシステムの一つを選択し、評価システムの評価を行なう。標準及び評価システムは、それぞれ定時的に受信装置によりデータを収集

第3表 重量比較表

項目	状態	常備	満載	軽荷	補填軽荷
船	コク	824,215	824,215	824,215	824,215
機	装	124,865	124,865	124,865	124,865
固	定 齊 備	42,384	42,384	42,384	42,384
固	定 パ ラ ス ト	23,770	23,770	23,770	23,770
航	海	2,529	2,529	2,529	2,529
電	気	69,920	69,920	69,920	69,920
無	線	5,046	5,046	5,046	5,046
特	殊 装 備	9,743	9,743	9,743	9,743
機	関	216,060	216,060	216,060	216,060
機	関 室 内 水 及 び 油	22,876	22,876		
一 般 齊 備	備 品	8,500	8,500	8,500	8,500
	消 耗 品	7,190	10,780		
	乗 員 及 び 所 持 品	5,400	5,400	5,400	5,400
燃 料	滑 水	149,540	224,310		
	重 油	276,390	414,590		
	軽 油	2,210	3,320		
等	潤 滑 油	7,310	10,970		
減	揺 タ ン ク 水	42,980	42,980		42,980
音	測 タ ン ク 水				
泡	原 液	0.200	0.200		
海	水 パ ラ ス ト				157,630
不	明 重 量	-7,373	-7,373	-7,373	-7,373
排	水 量	1,833,755	2,055,085	1,325,059	1,525,669

する常時標準・常時評価システムと、任意の時点で不規則にデータを収集する随時標準・随時評価システムに分類される。

常時標準システムは1つ、常時評価システムは同時に最高3つまで処理の指定を行なうことができ、常時標準・常時評価システムとして指定されたシステムの受信装置からのデータは、1分又は2分毎に自動的にデータ処理装置に入力され、所要の評価が行なわれる。

測位システムを処理指定時の要件等から分類すると、前頁の第1表のとおりとなる。

(3) 測定用機器

測定船に搭載している機器の系統図は、第3図のとおりであり、各機器の特長は次のとおりである。

1) オメガ受信装置は、10.2kHz、13.6kHz及び11.3kHzの3波について世界8局の電波を同時に受信可能である。

2) ロランA受信装置は、同時に3レート受信し、そのうち2レートまで自動測定が可能である。

3) 航行衛星受信装置は、150MHz及び400MHzの2波受信方式であり、更に船舶の電磁ログ及びジ

ャイロデータを利用して船舶の移動にともなう修正が可能である。

4) データ処理装置は、記憶容量64kBを有する中央処理装置 PANAFACOM U-300及びこれに接続された磁気ディスク、磁気テープ等で構成され、現用一予備の2系統となっている。

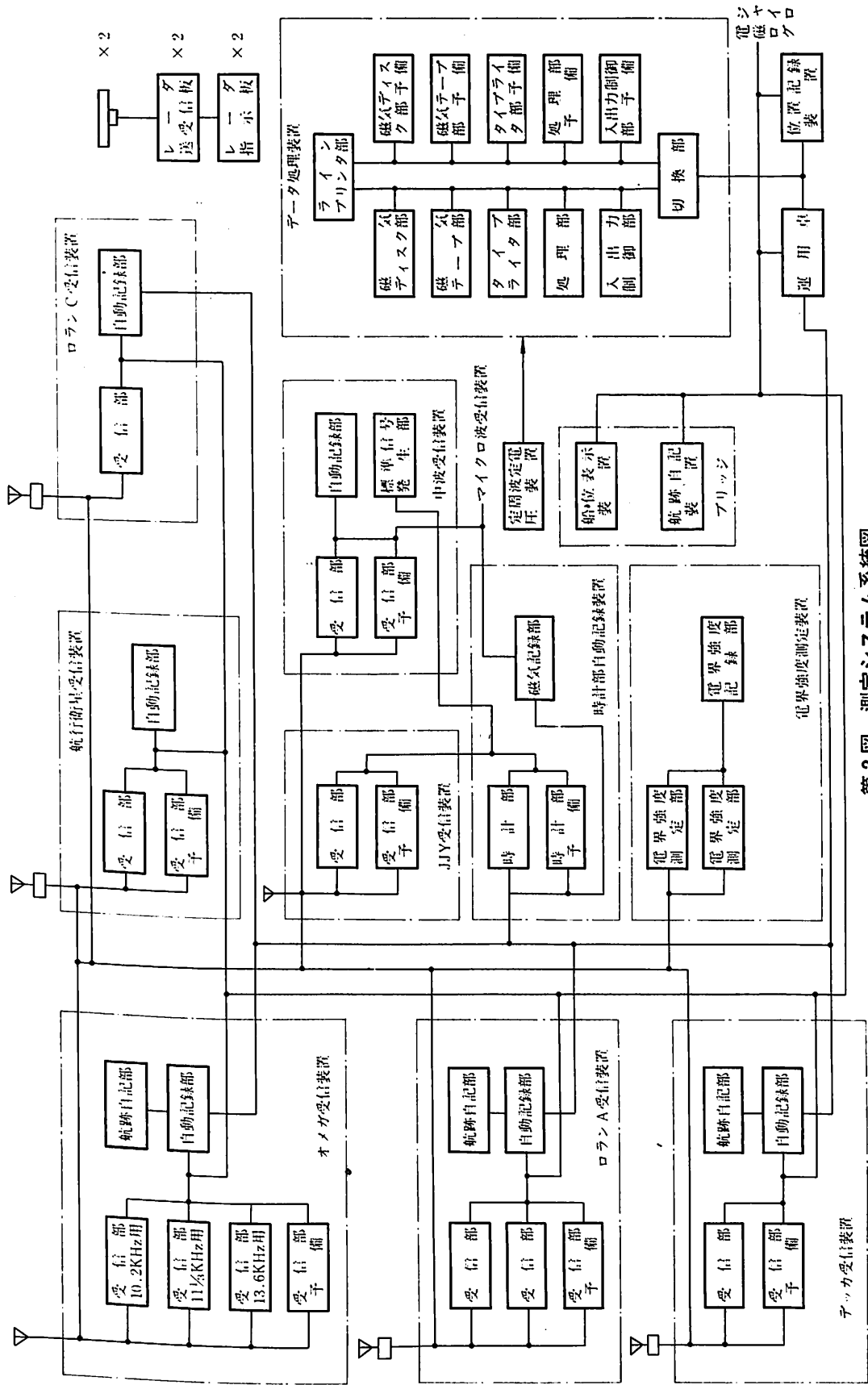
5) J J Y受信機及びセシウム標準信号のいずれからも標準時間信号が作成可能な時計部があり、測定装置全体に高精度の時間基準を提供している。

6) その他、各受信機の受信入力から受信信号強度を求め、電界強度に換算して各システムの有効範囲を判定する機能が付加されている。

10. 海上試験成績等

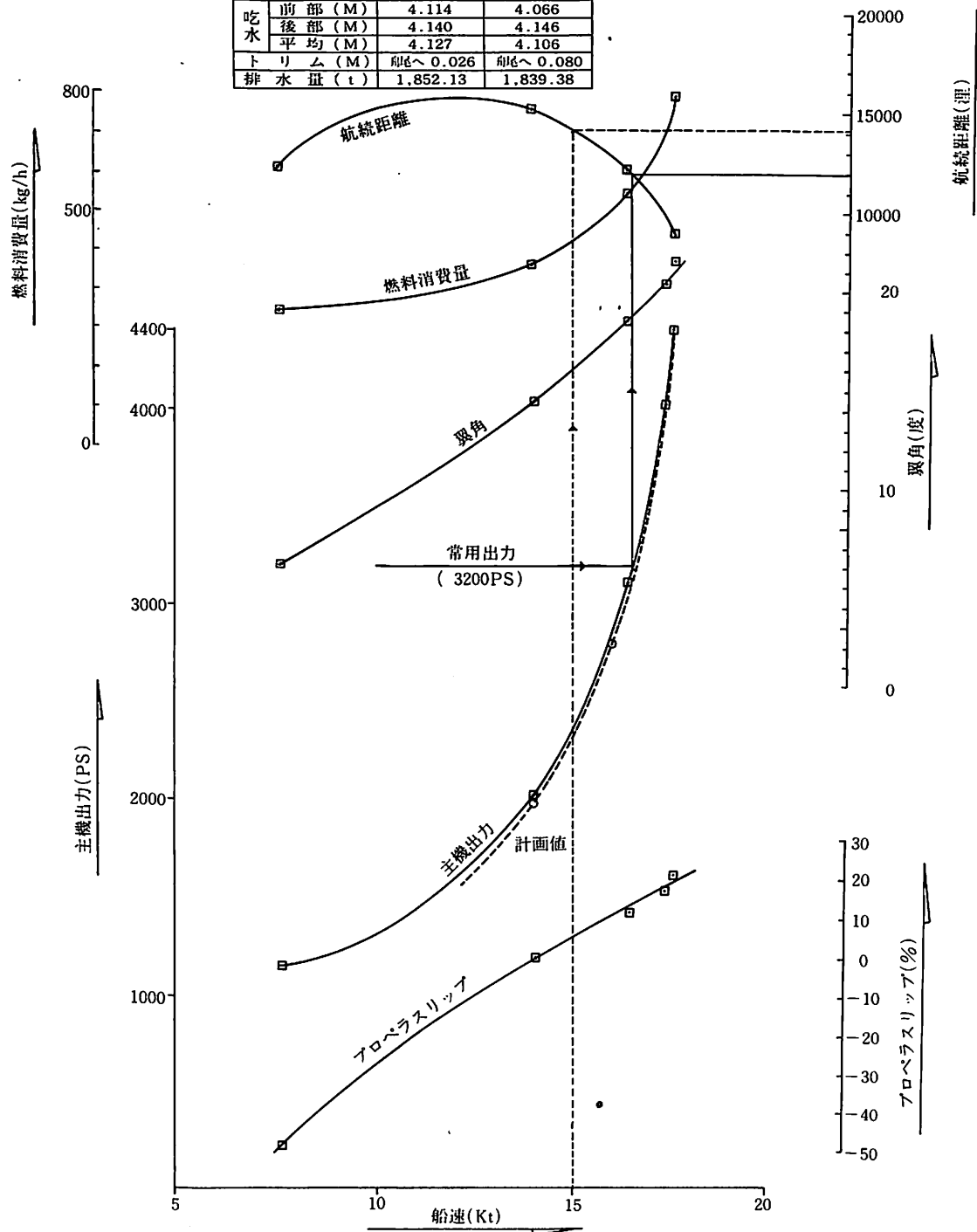
第2表に、海上試運転成績のうち、回転数を一定にしてプロペラ翼角を変化させた場合の成績を示す。試運転では、このほかに、可変ピッチプロペラ特性をうるために、数種の翼角、回転数の組み合わせについても試験を実施した(第1図参照)。また主機逆転、プロペラ後進の組合せについても一部試験を行なった(第2図参照)。

第4図は、第2表でい増速力試験の速力と馬力を



第3図 測定システム系統図

船 体 状 況		
計 測 時 期	出 港 時	入 港 時
吃 水		
前 部 (M)	4.114	4.066
後 部 (M)	4.140	4.146
平 均 (M)	4.127	4.106
ト リ ム (M)	船尾へ 0.026	船尾へ 0.080
排 水 量 (t)	1,852.13	1,839.38



第 4 図 てい増速力試験成績曲線 (320RPM一定 翼角制御)

第4表 復原性能表

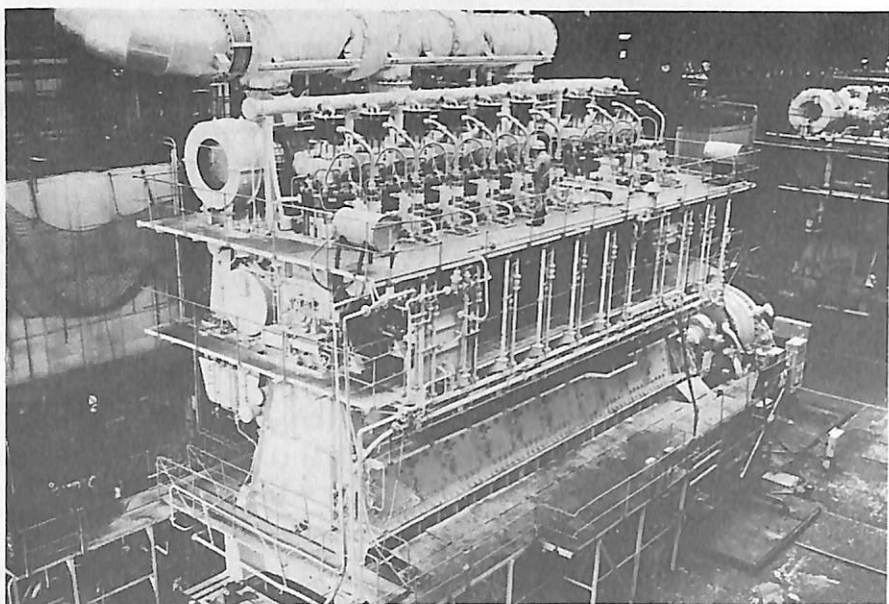
項 目		状 態		常備状態	満載状態	軽荷状態	補填軽荷状態
排水量 (W)		トン		1,833.76	2,055.09	1,325.06	1,525.67
喫水	相当喫水 (d) (相当型喫水 dBL)	米		4.112(4.097)	4.446(4.431)	3.268(3.253)	3.616(3.601)
	前部 (df)	"		4.112(4.097)	4.27 (4.255)	2.95 (2.935)	3.39 (3.375)
	後部 (da)	"		4.112(4.097)	4.60 (4.585)	3.59 (3.575)	3.84 (3.825)
	平均 (dm)	"		4.112(4.097)	4.435(4.420)	3.270(3.255)	3.615(3.600)
	トリム	"		0	0.33	0.64	0.45
重心関係	K G	米		4.82	4.58	5.59	5.41
	G M	"		1.17	1.41	0.52	0.61
	G G ₀	"		0.18 (0.42)	0.17 (0.38)	0	0 (0.29)
	G ₀ M	"		0.99 (0.75)	1.24 (1.03)	0.52	0.61 (0.32)
	O G	"		0.72	0.15	2.34	1.81
復原性能	最大復原挺 (G ₀ Z _{Max})	米		0.80 (0.62)	0.95 (0.80)	0.44	0.53 (0.31)
	最大復原挺を生ずる角(θ _m)	度		47.5 (46.5)	47.5 (46.5)	55.0	49.0 (47.5)
	復原性範囲 (θ _R)	度		90.5 (83.8)	97.3 (91.0)	77.2	80.5 (70.5)
	最大動的復原力 (D.S _{max})	トン/米		1,363 (931)	1,964(1,503)	454	668 (329)
	最大動的復原力/排水量	米		0.74 (0.51)	0.96 (0.73)	0.34	0.44 (0.22)
	海水流入角	度		84.5	81.1	92.4	89.3
	風圧側面積 (A)	米 ²		545.0	522.0	601.8	578.8
	風圧側面積比			2.02	1.78	2.83	2.46
	横揺周期 (T _s)	秒		9.97	9.05	14.95	13.80
	横揺減減係数 (N)			0.0154	0.0133	0.0228	0.0202
	動揺角 (θ ₀)	度		24.3	25.8	17.5	19.1
	甲基準			—	—	—	—
	乙基準	航行区域沿海または近海以上の別を記入		4.58 (3.46)	4.72 (4.14)	1.89	3.53 (1.07)
	丙基準			2.67 (2.07)	3.17 (2.67)	1.47	1.77 (1.03)
丁基準			1.58 (1.55)	1.58 (1.55)	1.83	1.63 (1.58)	
乾舷	前部 (Ff)	米		3.116(5.325)	2.958(5.167)	4.278(6.487)	3.838(6.047)
	中央部 (F ₀)	"		2.316(4.571)	1.993(4.248)	3.158(5.413)	2.813(5.068)
	後部 (Fa)	"		2.964	2.476	3.486	3.236
予備浮力		トン		3,139.14	2,917.84	3,647.81	3,447.23
予備浮力/排水量				1.71	1.42	2.75	2.26

- (注) 1. GG₀, G₀M の () 内の値は、減揺タンクの自由液面の影響を含むものを示す。
 2. G₀Z_{max}, θ_m, θ_R は甲, 丙, 丁基準計算用復原力曲線の数値である。
 3. D.S_{max} は乙基準計算用復原力曲線より算出する。
 4. 乾舷の () 内の値は船楼甲板までのものである。

プロットしたものである。本船計画速力については日本造船技術センターでの水槽試験（抵抗試験および自航試験）にて確認を行なった。図中点線で同センターの実験推定値を示しているが、推定値と試運転成績は非常によく合致している。なお、EHPの

推定にあたっては摩擦抵抗係数を Schoenher の式を用い、粗度修正を考慮した。

第3表、第4表に重量および復原性能関係の数値を示す。 (完)



三井—B & W ロングストローク機関 LGF 形 1 号機について

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

1. まえがき

近年、省エネルギー機関の要望は一段と高く、船舶推進機関としてのディーゼル機関に対して、燃料消費の減少が強く求められている。機関の燃料消費を下げるには、機関自身の燃料消費率を下げる直接的方法と、船舶と機関を適合させてプロペラ効率を高める間接的方法とがある。ロングストローク機関は、機関回転速度を下げプロペラ効率をあげる、すなわち間接的方法をおもに狙って出現したが、ロングストローク化は、同時にユニフロースカベンジグ機関においては、次節以降に述べるように、機関自身の燃料消費率の改善にもつながっている。

L—G F 形機関はK—G F 形機関より回転数において18%低く、このことにより図—1に示すようにプロペラ効率は約5%改善される。このことは、機

関自身の燃料消費率が同じと仮定しても、約5%の燃料消費を節減することを意味している。

L—G F 形機関の開発にあたっては、現在のK—G F 形機関の長所をそのまま受け継ぎ、K—G F 形と大きく変えることなく設計することに努めた。シリンダあたりの出力、正味平均有効圧力など、熱力学的サイクルを決定する諸元はK—G F 形機関と同一に保っており、主要部分はピストンストロークを長くするにあたって変更を必要とする部分、即ちクランク軸、台板、架構、シリンダライナー、ピストン棒等にとどめている。

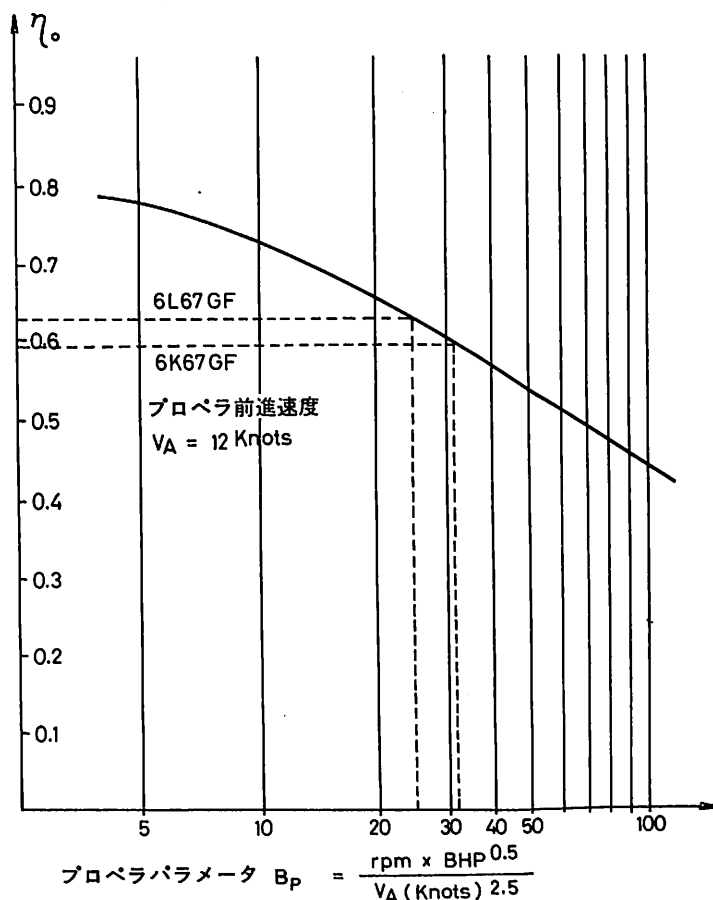
その結果、新機種にありがちな初期故障の発生を最少にして信頼性をあげている。

三井造船では、L—G F 形機関の世界の1号機である6 L67G F 形機関を製作し、昭和51年11月より約1カ月半陸上運転を行ない、各種の性能試験、

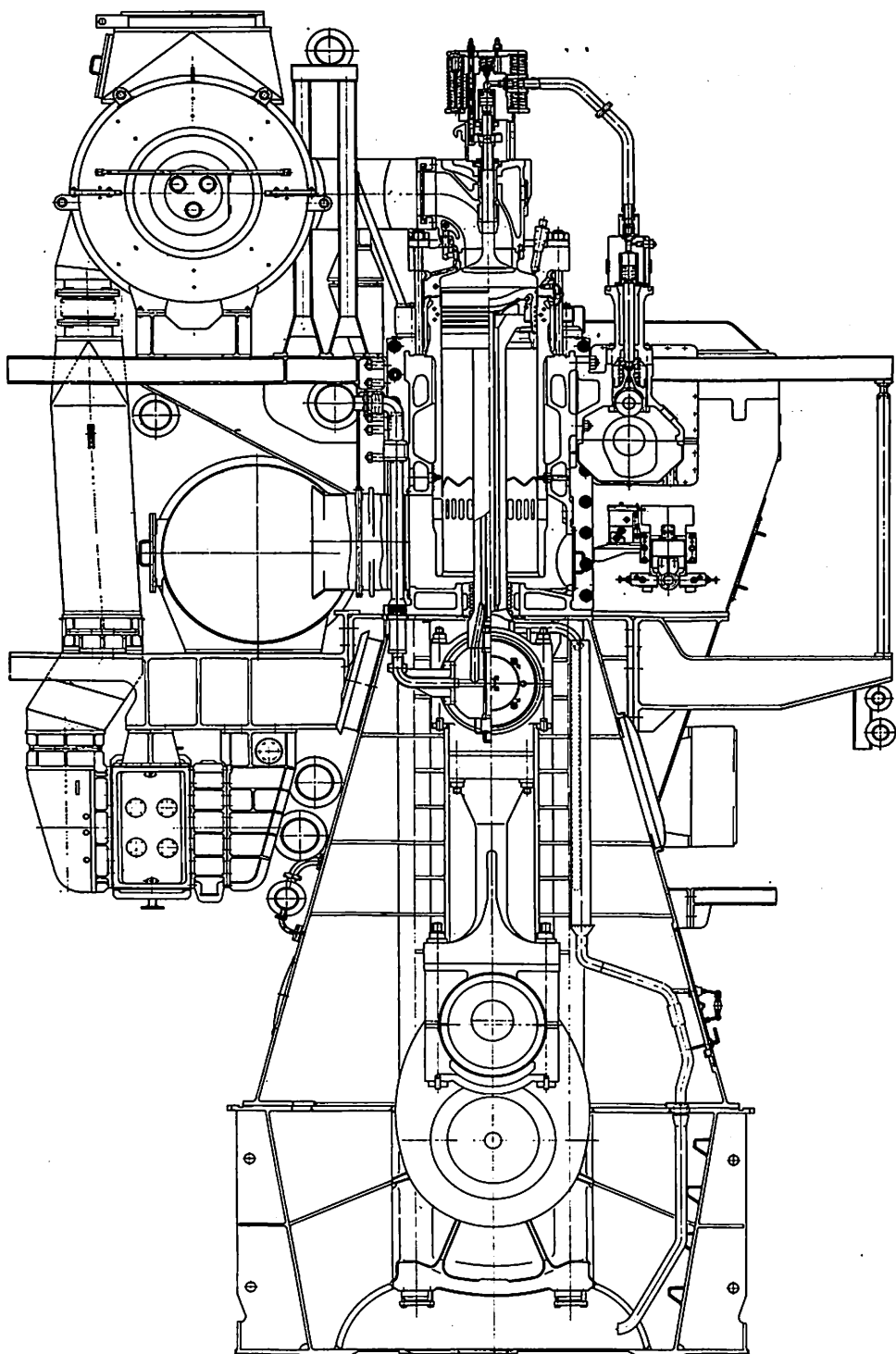
表一 L-GF型機関主要目 (カッコ内はK-GF形機関を示す)

		L-GF (K-GF)				
		L90GF	L80GF	L67GF	L55GF	L45GF
シリンダ径	mm	900	800	670	550	450
ピストンストローク	mm	2180 (1800)	1950 (1600)	1700 (1400)	1380 —	1200 (900)
シリンダあたり出力	BHP	3410	2640	1870	1340	880
回転数	rpm	94 (114)	103 (126)	119 (145)	150 —	170 (227)
平均有効圧力	kg/cm ²	11.8	11.7	11.8	12.3	12.2
最高圧力	kg/cm ²	86	86	86	90	90 (86)
平均ピストン速度	m/s	6.83 (6.84)	6.70 (6.72)	6.74 (6.77)	6.90 —	6.80 (6.81)
シリンダ間距離	mm	1540	1360	1140	930	770
台板幅	mm	4780 (4400)	4300 (3960)	3620 (3400)	2950 —	2510 (2280)
機関高さ	mm	12154 (11183)	11070 (10150)	9485 (8785)	7670 —	6490 (5560)

自由プロペラ効率



図一 自由プロペラ効率 η_0 とプロペラパラメータ B_p との関係 (ワーゲニンゲンプロペラB4.40シリーズ)



图—2 L67GF组立横断面图

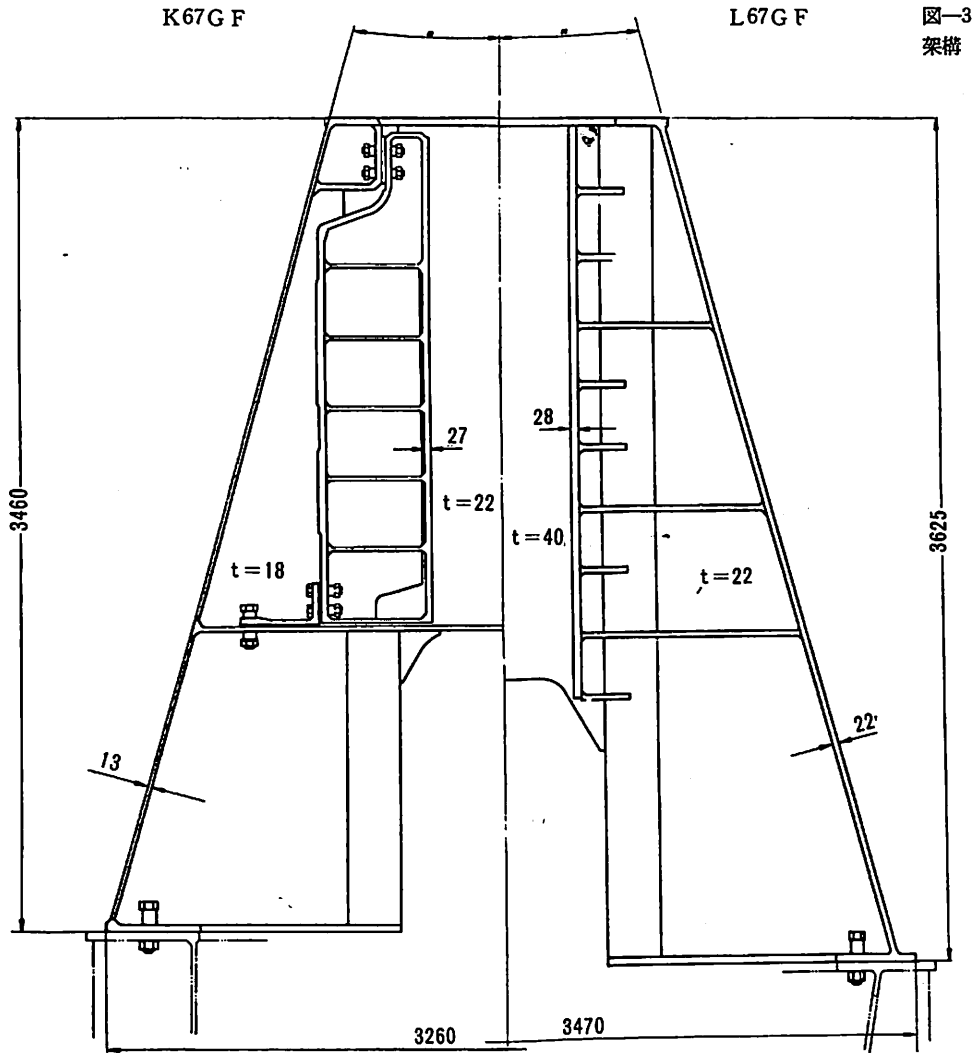


図-3
架構

特殊計測の結果、良好な性能を確認した。

2. L-G F形機関主要目

L-G F形機関の主要目をK-G F形機関と比較して表-1に、L67GF形機関の横断面図を図-2に示す。

以下にL-G F形機関の構造および性能について、L67GF形機関を例にとり、K67GF形機関と比較しながら述べてみたい。

3. 機関主要部の構造

L-G F形機関の計画にあたっては、K-G F機関と部品の共通性を最大限に持たせることにより、

- a) 新形機関にまつわる不安感を除き、信頼性の維持を図る
- b) アフタサービス用ストック部品の共通化によ

り供給を円滑にするの2点を狙っている。

3.1 機関骨組み構造

機関骨組みのシリンダ長手方向および高さ方向の分割を少なくし、大ブロック化して機関の剛性を上げるといふK-G F形機関の思想はそのまま引き継いでいる。ピストンストロークの増加に応じて台板、架構を大形化せざるをえないが、これを極力小さく抑えている。即ち機関高さについては、クランク半径/連接棒長さの比を変えることによって、台板幅は、台板のロンジガーダを傾けることによりストロークの増加分ほどには増加させていない。

架構は図-3に示すように側板の傾斜をK形機関と同一にしているため、架構の外側に付いているパイプや部品をK形機関と共通にすることができた。

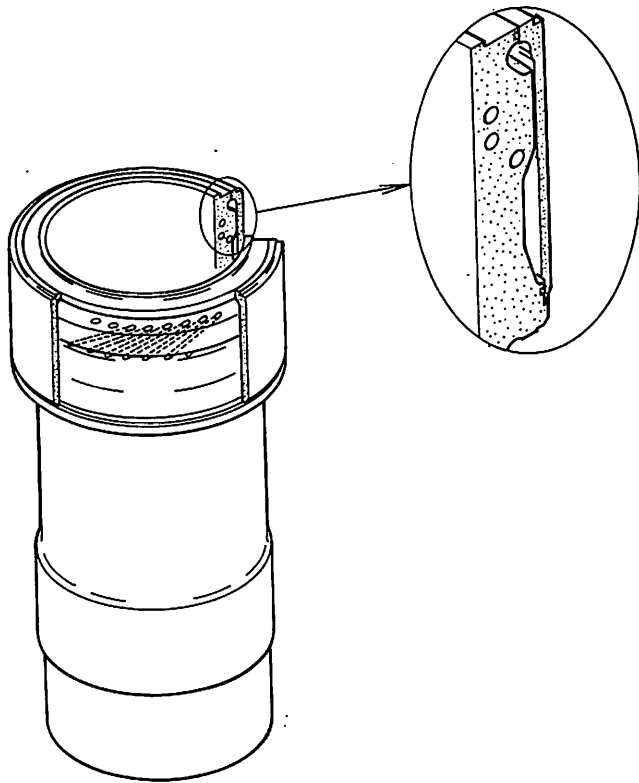


図-4 シリンダライナの構造

板厚の決定に際しては次の2点に配慮を払っている。

(1) クランク軸のトルク増大と、連桿比の変更に起因するサイドスラストの増加に対処するために、クロスメンバーの板厚を中間板は 22mm から 40mm に、三角板は 18mm から 22mm に増加させた。

(2) 高さが増大したことによる X 形架構振動に対する剛性不足に対処するために、側板の板厚を 13mm から 22mm に増加して、ねじり剛性の低下を防いでいる。

ガイドプレートは、図-3 に示すように、K 形機関では組立形であったものを溶接一体形にした。これは、大形工作機械の導入により可能になったわけであるが、前記のとおり、剛構造としたことにより貫通ボルト締付け前後の変形が従来に比べて小さくなり、ピストン心出しのためのガイドシューの調整、および変形を見込んだガイドプレートの機械加工を不要にしている。一体形ガイドプレートの機械加工による平行度、垂直度、F-A 方向のアライメントは、もちろん満足のいく値になっており、運転にお

いても軸受温度の上昇などはなく、なんら問題ないことを確認した。

3. 2 シリンダライナ

シリンダライナは図-4 に示すように、ストロークの増加とトップクリアランス増加のため、L67GF 形機関では、K67GF 形機関より 325mm 長くなっている。シリンダライナの材質は K-EF、K-GF 形機関で良好な就航実績を持っているターカロイを使用しており、ライナ上部の冷却にはボアクーリングを採用している。

ボアクーリングの採用にあたっては、応力集中の重なりを極力避けるため、冷却穴出入口を応力レベルの低い場所に持ってきている。すなわち、シリンダフレームとライナとの当たり面近傍のフィレット部は、熱応力および初期締付け力による引張り応力が他に比べて高いため、ここからの穴あけを避け、応力の低いフランジ中央部にぬすみを設け、この部分に穴の端がくるようにしている。また、フランジ上部にもぬすみを設け、応力集中の重なりを避けている。

シリンダライナ以外の燃焼室構成部品

は K-GF 形機関に共通である。

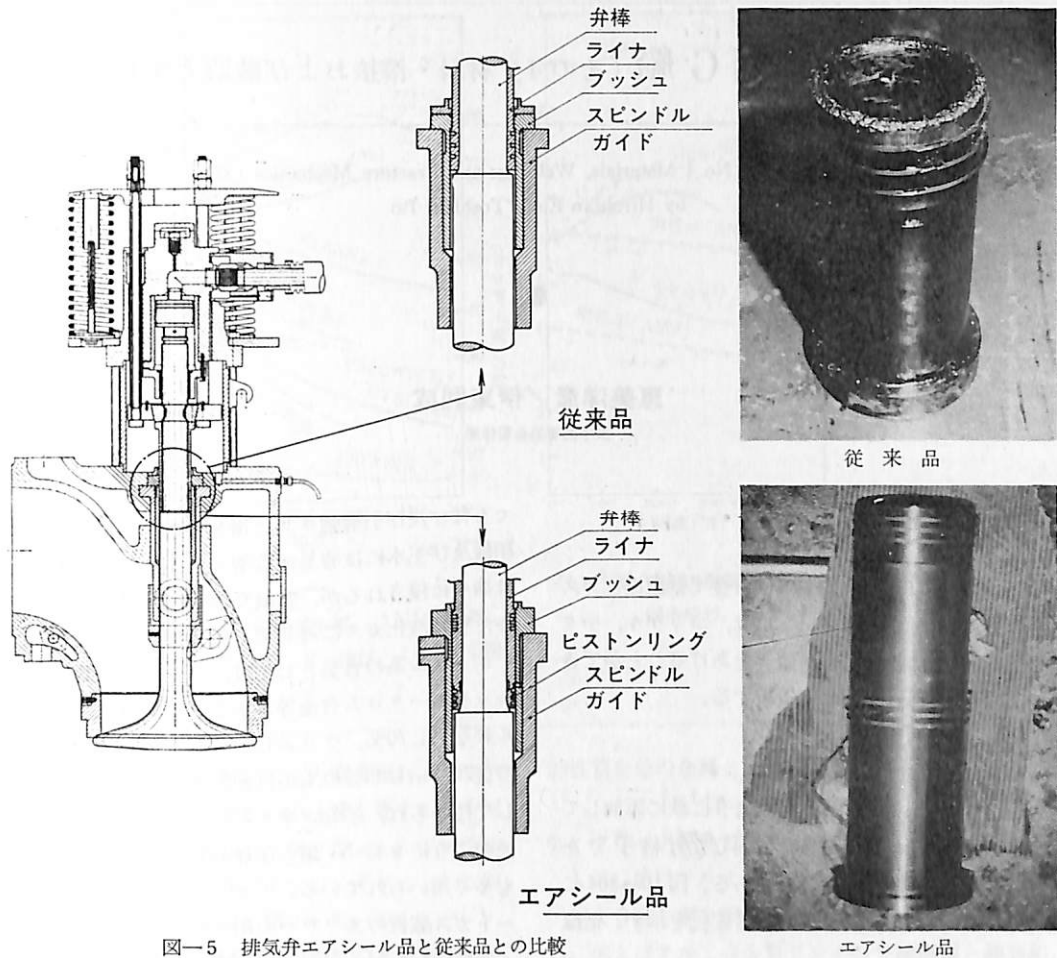
3. 3 排気弁エアシール

排気弁の開放間隔を延長するため K-GF 形機関に導入された油圧管制排気弁は、十分にその狙いを達成し、良好な実績を示しているが、さらに、開放間隔を延長するため、L-GF 形機関では排気弁にエアシール方式を採用した。排気弁エアシールは、弁棒の摺動面に排気ガス圧力よりも高い圧力で潤滑油を含んだ空気を充填させて、排気ガスが漏れてカム軸潤滑油へ混入するのを防止するものであり、また摺動面の汚れをなくすことにより、リングの気密性を長期にわたって良好に維持しようとするものである。

図-5 (次頁) にエアシール方式の実船テスト結果を従来形と対比して示す。図をみてわかるように、エアシール方式を採用すると、弁棒摺動面は十分清浄になっているといえる。

4. 機関性能

ロングストローク化によりシリンダサイクルの熱効率、すなわち、燃料消費率は次の三点において有



図一五 排気弁エアシール品と従来品との比較

利になる。

(1)ユニフロースカベンジング機関においては、行程内径比 S/D の増加は掃気効率の向上につながる。

(2)定容燃焼部分が増える。

複合空気サイクルの理論熱効率は定容燃焼部分が増える、すなわち、等圧度が1に近づくほど向上する。

実際のシリンダ内における燃焼は時間的遅れがあるため、定容、定圧のもとには行なわれないが、ロングストローク機関ではより低回転であるため、クランク角度ベースでみた場合、燃焼が相対的に短期間で行なわれ、定容燃焼部が増えてくる。このため熱効率が上昇する傾向にある。

(3)燃焼室のむだ空隙（トップリングからピストン上部までのリング状のスペース）が相対的に少なくなり、燃焼が改善される。

また、燃焼室容積に対する表面積（シリンダカ

パー、ピストン、シリンダライナで形成される燃焼室の表面積）が相対的に減少し、高温ガスから燃焼室への熱損失が減少する。

実際に燃料消費率は、K形機関に比べ1.7%の改善になっていることが陸上運転で確認された。次号に陸上運転時の試験結果について述べる。（つづく）

■ “船舶”用（1年分12冊綴り）ファイル■

定価650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みするのが、ご便利です。

株式会社 天然社

恵美洋彦 / 伊東利成

日本海軍協会船体部

10-7-5 低温用各種金属材料

鉄, アルミ以外の金属または合金で低温液化ガスに用いられる金属材料としては, ニッケル, チタン, 銅, またはこれらの合金等をあげることができる。以下, これらについて概説する。

1. ニッケル及びニッケル合金

ニッケル (Ni) は, 前述したように鉄に添加して用いられるが, ニッケル自体は面心立方格子であり, 低温での各種特性は良好である。図10-304にニッケルの引張特性の温度による変化を示す。低温

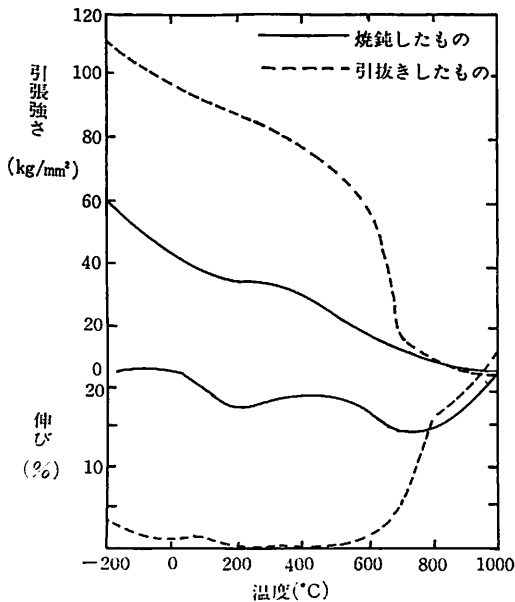


図10-304 ニッケル針金の引張特性⁷⁰⁾

でも伸び及び引張強さ共に増加する。ニッケルは, 硝酸及び王水には容易に溶解し, 塩酸及び硫酸等には徐々に侵されるが, 常温及び低温では酸化せず, また各種液化ガスに対しても耐食性は良好である。

ニッケル系の合金としては, ニッケル-銅合金, ニッケル-クロム合金等がある。このうち, ニッケル45ないし70%, クロム15ないし25%, 鉄またはその他20ないし25%のものは耐熱または耐食用合金として用いられ, インコネル系ニッケル合金等は, 前述のように9% Ni 鋼の溶接材料としてLNG船にも多く用いられている。ニッケル-銅合金は, イナートガス装置のスクラバの耐食材料として45% Ni・25% CrCu/Mo (Inconel Alloy 825), 70% Ni・30% Cu (Monel Alloy 400) 等が用いられている。

表10-146に圧力容器用ニッケル及びニッケル合金のASTM規格を示す。これらは, 強度も十分あり, 構造用材料としても使える。

2. 銅及び銅合金

銅及び銅合金は, やはり面心立方格子であり, 低温下でも延性またはじん性を失わず, かつ耐食性, 加工性等も良好である。したがって計測用小経管等では, 極低温下でも用いられている。

銅合金には, 黄銅 (Cu+Zn), 青銅 (Cu+Sn), 白銅 (Cu+Ni), 洋白 (Cu+Ni+Zn), その他がある。

銅管の配管材料として代表的なものは, 純銅の純ちゅうに入るりん脱酸銅 (Cu; 99.9または99.8%, P; 0.004~0.015, 0.015~0.040または0.004~0.04%) である。銅の低温特性を図10-305及び306に示す。

また, 銅及び銅合金は, 一般的に耐食性は良好で

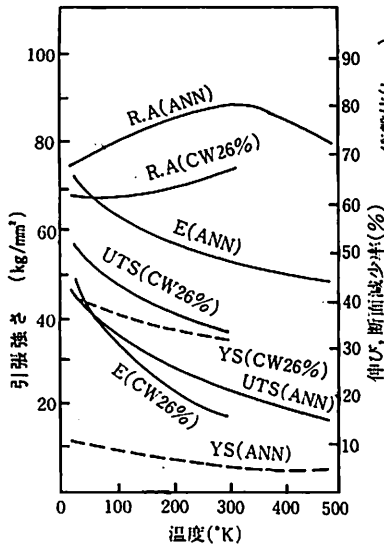


図10-305 純鋼の引形特性⁷¹⁾

図中略号, RA: 断面減少率, ANN: 焼鈍し材, CW: 冷間加工, E: 伸び, UTS: 引張強さ, YS: 降伏点

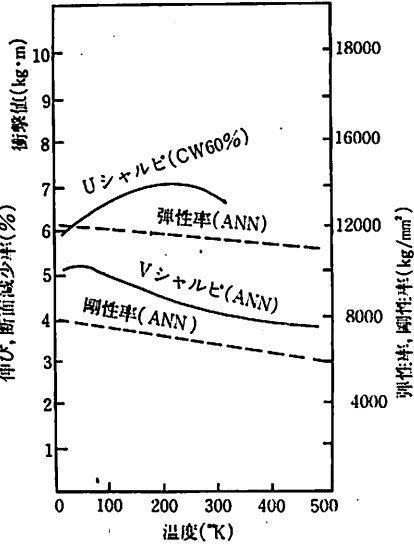


図10-306 純鋼の衝撃値, 弾性率, 剛性率⁷¹⁾

図中略号, CW: 冷間加工, ANN: 焼鈍し材

あるが, 特定の物質に対して応力腐食割れ, エロージョンを起こすことがあるので注意を要する。IMCO規則では, アンモニヤ, ブタジェン, ジメチルアミン, エチルアミン及びエチレンオキシドに対し, 銅及び銅合金の使用を禁止している。

表10-147に銅及び銅合金の規格の1例を示す。

3. チタン及びチタン合金

チタンは, ちゅう密立方結晶構造であるが, 同じ結晶構造であるベリリウム, マグネシウム, 亜鉛のように低温で延性が低くかつもろくなることなく, 極低温まで延性に富んだ材料であり, チタンの低温性質は優れている。

現在, チタンは低温配管用クラッド継手の一部として使われているほかあまり使われていないが, チタンは低温での各種機械的性質が優れているほか, チタン合金では低温で熱膨脹及び熱伝導が低い, 高比強度(重量の割りに強度が高い)等の特徴があり, 液体水素タンクのようなロケット用低温圧力容器に用いられている。純チタン及びチタン合金では, アメリカ航空宇宙規格(AMS)のTi-6Al-4V ELI, Ti-5Al-2.5Sn ELI及びTi-4Alが, 極低温用材料として適している。図10-307にTi-6Al-4V合金の高低温引張性質を示す。

また, 表10-148にチタン及びチタン合金の物理

的性質を他の金属と比較したものを示す。

4. クラッド継手ピース

LNG船にアルミ合金のタンクを採用する場合, アルミ合金と鋼を接合する必要を生ずることがある。例えばアルミ合金製タンクの支持構造と鋼製船体構造, またはアルミ合金管とステンレス鋼管等である。RR82委員会ではアルミ合金管とオーステナイ

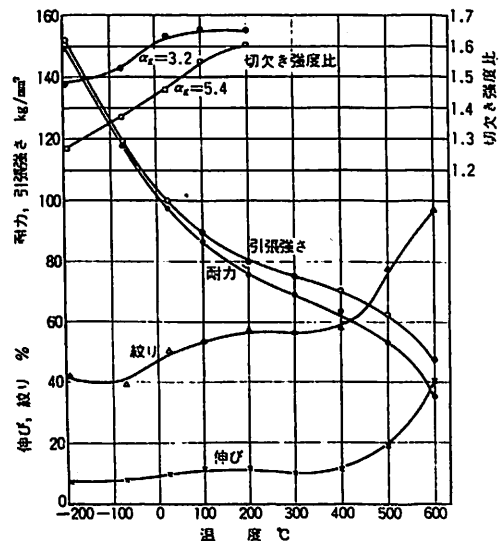


図10-307 Ti-6Al-4V合金の高低温引張性質⁷²⁾

表 10-146 圧力容器用ニッケル及びニッケル合金 (ASTM)

材料区分	規格	化学成分 (%) 特記以外は最大値									機械的性質		
		Ni	Cu	Fe	Cr	Mo	W	V	C	Si	0.1% 耐力 (kg/ mm ²)	引張強 さ (kg/ mm ²)	伸び (%)
ニッケル	B162	≥99.0	0.25	0.40	—	—	—	—	—	—	9.4	40.9	35
ニッケル銅 (モネル)	B127	Rem.	28.0 ~34.0	2.5	—	—	—	—	0.3	0.5	15.7	47.2	33
Ni—Cr—Fe (インコネル600)	B168	≥72.0	0.70	6.0 ~10.0	14.0 ~17.0	—	—	—	0.2	0.5	15.7	55.1	30
Ni—Fe—Cr (インコロイ800)	B409	30.0 ~35.0	0.75	Rem.	19.0 ~23.0	—	—	—	0.1	—	21.1	49.3	30
Ni—Mo (ハステロイB)	B33	Rem.	—	4.0 ~6.0	1.0	26.0 ~30.0	—	0.20 ~0.40	0.05	1.0	31.7	63.4	35
Ni—Mo—Cr (ハステロイC)	B334	Rem.	—	4.0 ~7.0	14.5 ~16.5	15.0 ~17.0	3.0 ~4.5	0.35	0.08	1.0	31.7	63.4	20

表 10-147 銅及び銅合金規格例 (ASTM)

材料区分	規格番号	化学成分 (%)							機械的性質		
		Cu	P	Sn	Al	Fe	Mn	Si	引張強 さ (kg/mm ²)	伸び (%)	
リン脱酸銅	B152 No122	≥99.85	0.015 ~0.080	—	—	—	—	—	—	≥21.3	≥35
5%リン青銅	B103 No510	残	0.02 ~0.40	4.5 ~6.0	—	—	—	—	—	≥31.5	≥40
7%アルミ青銅	B169 No614 (Alloy D)	残	—	—	6.5 ~8.0	2.0 ~3.5	0.5	—	—	≥48.8	≥35
3%シリコン青銅	B96 No655	残	—	—	—	—	0.75 ~1.25	2.75 ~3.25	—	≥37.8	≥45

表 10-148 チタン及びチタン合金の物理的性質⁷²⁾

性 質	純チタン KS50*	Ti-5Al-2.5Sn ELI	Ti-6Al-4V ELI	アルミニウム 合 金 5052	ステンレス鋼 321
縦弾性係数 kg/mm ²	10 430	11 200	11 550	7 200	20 300
横弾性係数 "	4 550	4 900	4 270	—	—
ポアソン比	0.34	—	0.30~0.33	—	—
密度 g/cm ³	4.54	4.46	4.42	0.33	0.3
融点 °C	1 650~1 670	1 550~1 650	1 540~1 650	2.68	8.02
電気抵抗 μΩ/cm	56	157	171	593~649	1 400~1 430
比熱 cal/g/°C	0.125	0.127	0.135	5	72
熱伝導度 cal/cm/sec/°C	0.041	0.020	0.018	0.23	0.12
熱膨張係数 ×10 ⁻⁶ /°C	9.0	9.4	8.8	0.33	0.039
β/β+α 変態点 °C	913	1 043	993	23.8	16.7
				—	—

* メーカー規格, JIS 2種相当材

表 10-149 クラッド継手ピース例²³⁾

接合法	材 料
爆発圧接	アルミニウム合金 (A5083)
	純アルミニウム (A1050); 12mm
	純チタン (TP28) ; 2mm
	純ニッケル (Ni) ; 2mm
	-オーステナイト系ステンレス鋼(304)
摩擦圧接	アルミニウム合金 (A5083)
	純アルミニウム (A1100); 5mm
	オーステナイト系ステンレス鋼

ト系ステンレス鋼管の接合に適するクラッド継手ピースの試作研究を行なっている。

これは、表 10-149 に示すようにアルミ合金—アルミニウム—チタン—ニッケル—オーステナイト系ステンレス鋼との異材を爆発圧接するものと、アルミ合金—アルミニウム—オーステナイト系ステンレス鋼の異材を摩擦圧接するものの 2 種類である。同委員会は、試作した 2 種のクラッド継手ピースについてヘリウムガス気密試験、染色浸透探傷試験、X線検査、水圧試験、低温耐圧試験、室温引張試験、低温引張試験、せん断試験、衝撃試験、引張及び回転曲げ疲労試験、曲げ試験、組織及び X 線マイクロ分析等を溶接、塩水噴霧等の劣化条件を与えて行なっている。その結果の一例を表 10-150 に示す。爆発圧接継手は、LNG 船に実用可能であり、摩擦圧接継手は、引張及び疲労試験で圧接界面で破断する 경우가多く、特に低温引張強さが低下するので、圧接部の強度をもう少しあげて母材部で破断するように改良することが望ましいと述べられている²³⁾。

10-7-6 常温式液化ガスのタンク及び管材料

常温式液化ガスばら積船は、プロパン、ブタン、アンモニア、塩化ビニール等が数多く建造されている。以下、参考までにこれら常温加圧式のタンク及び管材料について概説する。

一般に 0℃ と常温との間で使用される圧力容器用材料、または管材料では、耐圧試験に起るぜい性破壊に対して特別な配慮が必要である。この見地から最良の材料というのは、溶接中（とくに硬化領域の割れ）及び応力除去焼なまし中（再加熱中）に割れをもっとも生じない材料ということになる。

炭素—マンガン鋼は、最もよく用いられ、また、余り問題がない材料であるが、高張力合金鋼では、低炭素含有量のものを用いるとよい。また、厚板（50mm 以上）では、じん性にも十分の配慮を払う

必要がある。

表 10-151 乃至 154 に常温加圧式液化ガスのタンク及び管に用いることができる規格（NK）の例を示す。液化ガスばら積船にこの規格材を使用するときは、これらの表の注に示したような IMCO 及び IACS 規則の規定も満足する必要があるので注意を要する。NK の規格も IMCO 及び IACS 規則にあわせて改正されている。これらの表及び 10-2 に紹介した IMCO または IACS 規則を参照すれば、常温式液化ガスばら積船の貨物タンク及び管装置材料選定の目安とすることができる。

常温加圧式液化ガスタンク材料及び溶接法の選定についての根本的な考え方は、環境温度が異なるのみで低温式のそれと根本的に何等かわることはない。使用実績の少ない新しい材料及び溶接法を採用する場合は、LNG 船の材料選定と同じように環境及び使用条件を明確にした上、一般的機械性質、じん性、溶接性、疲労特性、耐食性等を総合評価する必要がある。

最近の常温加圧式液化ガスタンク材料には、高張力鋼を使用することが多く、溶接部の微小割れが発見されることもあるので、材料選定及び溶接施工（前後の熱処理含む）については慎重な配慮が必要である。これらについては、例えば、NK においても多くの船級検査の経験から適切な対策が払われている²³⁾²⁴⁾。

耐食性については、対象とする貨物ガスの種類及び組成並びにその使用環境にも関連するので一概に

第 10 章付表 材料データ単位換算表

From	To ;	応 力		
		ksi	kg/mm ²	N/mm ²
ksi	1	0.703	6.89	6.89
kg/mm ²	1.42	1	9.8	9.8
N/mm ²	0.145	0.102	1	1
MPa	0.145	0.102	1	1

切欠きじん性エネルギー

From	To ;	ft-lb	kg-m	Joules
ft-lb	1		0.139	1.36
kg-m	7.2		1	9.8
Joules	0.74		0.102	1

応力拡大係数（破壊じん性、疲労 ΔK）

From	To ;	ksi-in ^½	N/mm ^¾	kg/mm ^¾	MPa-m ^½
ksi-in ^½	1		34.7	3.54	1.10
N/mm ^¾	0.0288		1	0.102	0.0316
kg/mm ^¾	0.282		9.8	1	0.31
MPa-m ^½	0.91		31.6	3.2	1

表 10-150 劣化条件におけるクラッド継手効率^{2b)}

劣化試験条件	引張試験温度 (°C)	爆発圧接継手		摩擦圧接継手	
		引張強さ (kg/mm ²)	継手効率 (%)	引張強さ (kg/mm ²)	継手効率 (%)
圧接のまま 又は 溶接のみ	20°C	9.4	103.3	9.6	105.5
	-196°C	17.3	102.3	9.3	55.3
溶接入熱 (溶接後 350°C) (1時間加熱)	20°C	7.8	85.9	10.2	112.0
	-196°C	16.9	100.0	8.3	49.1
熱サイクル (溶接後 50°C ↔ -196°C, 200サイクル)	20°C	8.8	96.7	10.0	109.9
	-196°C	17.4	102.9	4.5	55.3
塩水噴霧 (500時間)	20°C	8.8	96.7	—	—

注：継手効率は、A1100-0 の 20°C 及び -196°C における引張強さ 9.1kg/mm² 及び 16.9kg/mm² に対する割合として計算

表10-151 常温式液化ガスタンク使用材料規格 (NK)

鋼種	記号	化学成分(%), 特記以外は最大値						引張試験			曲げ試験 半径 ^{b)} (180°)	2mmV シャルビ ⁴⁾			熱処理及び 脱酸 ⁵⁾⁶⁾	備考		
		C ¹⁾	Si	Mn	P	S	その他	降伏点 ^{b)} (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	伸び ¹⁾ (%)		試験温度 (°C)	採取方向	吸収エネルギー (kg·m)				
圧力容器用圧延鋼板	KPV24	t ≤ 50 ; 0.18 t > 50 ; 0.20	0.15 ; 0.35	1.40	0.035	0.040	—	t ≤ 40 ; ≥ 24 t > 40 ; ≥ 22	41-52	23	t ≤ 50 ; 1.0t t > 50 ; 1.5t	0	L 又は C	4.8	圧延まま 又は適当な 熱処理	伸びは 5.65/Aに 対するもの		
	KPV32	0.18	0.15 ; 0.35	1.50	0.035	0.040	—	t ≤ 40 ; ≥ 32 t > 40 ; ≥ 30	50-62	22	1.5t							
	KPV36	0.20	0.15 ; 0.55	1.60	0.035	0.040	—	t ≤ 40 ; ≥ 36 t > 40 ; ≥ 34	53-65	20	1.5t							
船体用軟鋼板	KC-M	0.23	0.15 ; 0.30	0.60 ; 1.40	0.050	0.050	—	—	41-50	t ≤ 6 ; ≥ 15(1) t ≥ 30 ; 21(1) ; 25(4)	—	—	—	t > 32はN 細粒キルド	伸びは中間 の値について 補間法 ()内は試験 片号数			
	KD-M	0.21	0.35	0.60 ; 1.40	0.050	0.050	—			—				0		L	4.8	セミキルド キルド
	KD-E	0.18	0.10 ; 0.35	0.70 ; 1.50	0.050	0.050	—			—				-10		L	6.2	N 細粒キルド
船体用高張力鋼板	K5A-M	0.18	0.55	1.50	0.040	0.040	—	≥ 32	50-60	t ≤ 6 ; ≥ 14(1) t ≥ 30 ; ≥ 20(1) ; ≥ 24(4)	1.5t	—	—	—	セミキルド ³⁾ 又はキルド	同上		
	K5D-M									-7					L		4.8	キルド ³⁾
	K5E-M									-17					L		6.2	細粒キルド ³⁾
	K6A-M	0.18	0.55	1.50	0.040	0.040	Ceq ²⁾ ≤ 0.52	≥ 46	60-72	t ≤ 6 ; 9(1) t ≥ 30 ; 14(1) t ≥ 30 ; 19(4)	1.5t	—	—	—	キルド ³⁾	同上		
	K6D-M									-17					L		4.8	細粒キルド ³⁾
	K6E-M									-27					L		6.2	細粒キルド ³⁾

注：1) tは板厚(mm)。 2) Ceq=C+1/4Mn+1/6Si+1/6Cr+1/6Ni+1/6Mo+1/6V。 3) メーカーにより適当な熱処理可。 4) IMCO及びIACS規則で t < 20 → 0°C, 20 < t ≤ 30 → -20°C, 30 < t ≤ 40 → -40°Cでシャルビ値2.8kg·m(C方向), 又は4.2kg·m(L方向)以上。 5) IMCO及びIACS規則で焼ならし(又は承認された圧延法)又は焼入れ焼もどし。 6) IMCO及びIACS規則では t > 20では細粒鋼

表 10-152 圧力配管用鋼管規格 (NK)

種類	記号	記 事
1 種 KST 1	2 号	KST 138 低炭素の継目無鋼管及び電気抵抗溶接鋼管
	3 号	KST 142 中炭素の継目無鋼管及び電気抵抗溶接鋼管
2 種 KST 2	1 号 2 号	KST 235 KST 238 低炭素キルド鋼の継目無鋼管
	3 号 4 号	KST 242 KST 249 中炭素キルド鋼の継目無鋼管
3 種 KST 3	2 号	KST 338 低炭素の粗粒キルド鋼の継目無鋼管及び電気抵抗溶接鋼管
	3 号	KST 342 中炭素の粗粒キルド鋼の継目無鋼管及び電気抵抗溶接鋼管
	4 号	KST 349 中炭素の粗粒キルド鋼の継目無鋼管
4 種 KST 4	12 号	KST 412 1/2 Mo 合金鋼の継目無鋼管
	22 号	KST 422 1 Cr-1/2 Mo 合金鋼の継目無鋼管
	23 号	KST 423 1 1/4 Cr-1/2 Mo-3/4 Si 合金鋼の継目無鋼管
	24 号	KST 424 2 1/4 Cr-1 Mo 合金鋼の継目無鋼管

(備考) 製造方法を表わす記号は、次のとおりとし、種類を表わす記号の末尾に附するものとする。

熱間仕上継目無鋼管: -S-H

冷間仕上継目無鋼管: -S-C

熱間仕上, 冷間仕上以外の電気抵抗溶接鋼管: -E-G

熱間仕上電気抵抗溶接鋼管: -E-H

冷間仕上電気抵抗溶接鋼管: -E-C

表 10-153 常温液化ガス管材料規格, 熱処理 (NK)

管の種類	継目無鋼管		電気抵抗溶接鋼管			
	熱間仕上	冷間仕上	そのまま	熱間仕上	冷間仕上	
第1種	2 号	そのまま	焼なまし	そのまま	そのまま	焼なまし
	3 号					
第2種	1 号	そのまま	焼なまし又は焼ならし	—		
	2 号					
	3 号	焼なまし又は焼ならし		—		
	4 号					
第3種	2 号	そのまま	焼なまし	焼なまし又は焼ならし	そのまま	焼なまし又は焼ならし
	3 号					
	4 号					
第4種	12 号	焼なまし		—		
	22 号					
	23 号	完全焼なまし又は焼ならし後 650°C 以上の焼もどし		—		
	24 号					

注) IMCO, IACSでは焼ならし(又は承認された圧延法)又は焼入れ焼もどしが要求される。又、板厚20mmを超えるときは、細粒鋼

表 10—154 常温液化ガス管材料規格 化学成分及び機械的性質 (NK)

種 類	化 学 成 分 (%)										引 張 試 験			
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	伸び(%) 5.65√A			
第 1 種	2 号	0.25以下	0.35以下	0.30~0.90	0.040以下	0.040以下	—	—	≥22	≥38	≥24 (20)			
	3 号	0.30以下	0.35以下	0.30~1.00	0.040以下	0.040以下	—	—	≥25	≥42	≥21 (17)			
第 2 種	1 号	0.08~0.18	0.10~0.35	0.30~0.60	0.035以下	0.035以下	0.20以下	—	≥18	≥35	26≥ (22)			
	2 号	0.25以下	0.10~0.35	0.30~0.90	0.035以下	0.035以下	0.20以下	—	≥22	≥38	≥24 (20)			
	3 号	0.30以下	0.10~0.35	0.30~1.00	0.035以下	0.035以下	0.20以下	—	≥25	≥42	≥21 (17)			
	4 号	0.33以下	0.10~0.35	0.30~1.00	0.035以下	0.035以下	0.20以下	—	≥28	≥49	≥19 (15)			
第 3 種	2 号	0.25以下	0.10~0.35	0.30~0.90	0.035以下	0.035以下	0.20以下	—	≥22	≥38	≥24 (20)			
	3 号	0.30以下	0.10~0.35	0.30~1.00	0.035以下	0.035以下	0.20以下	—	≥25	≥42	≥21 (17)			
	4 号	0.33以下	0.10~0.35	0.30~1.00	0.035以下	0.035以下	0.20以下	—	≥28	≥49	≥19 (15)			
	12 号	0.10~0.20	0.10~0.50	0.30~0.80	0.035以下	0.035以下	—	0.45~0.65	≥21	≥39	≥21 (17)			
第 4 種	22 号	0.15以下	0.50以下	0.30~0.60	0.035以下	0.035以下	—	0.80~1.25	≥21	≥42	≥21 (17)			
	23 号	0.15以下	0.50~1.00	0.30~0.60	0.030以下	0.030以下	—	1.00~1.50	≥21	≥42	≥21 (17)			
	24 号	0.15以下	0.50以下	0.30~0.60	0.030以下	0.030以下	—	1.90~2.60	≥21	≥42	≥21 (17)			

注 1) 曲げ試験は曲げ角度 90°, 曲げ内側半径 6 × 管外径で行なう。但し, 第 4 種は不要

2) へん平試験必要

3) 水圧試験必要

4) IMCO, IACSでは, $t \leq 20 \rightarrow 0^\circ\text{C}$, $20 < t \leq 30 \rightarrow -20^\circ\text{C}$, $30 < t \leq 40 \rightarrow -40^\circ\text{C}$ で 2 mm V シャルピを行ない, 4.2kg-m (L方向) 又は 2.8kg-m (C方向) 以上が要求される。

表 10-155 IMCO規則による使用禁止構造材料 * 規定制定中

ガ ス	使 用 禁 止 材 料
無水アンモニア	水銀、銅及び銅合金、亜鉛
ブタジェン	銅、銀、水銀、マグネシウム
塩 素*	
ジメチルアミン エチルアミン	水銀、銅及び銅合金、亜鉛
エチレンオキシド	銅及び銅合金、銀及び銀合金、水銀、マグネシウム及びマグネシウム合金、アルミニウム合金、タイプ416及び442ステンレス鋼、鋳鉄、天然ゴム、石線
臭化メチル 塩化メチル 塩化ビニール	アルミニウム及びアルミニウム合金

は決められないが、ガスの種類によっては使用が禁止される材料もあるので注意を要する。表10-155にIMCO規則による使用禁止材料を示す。

あとがき

この連載の原本となったものは、NKの検査員用資料であり、それが作成されたのは、LNG船が広く脚光を浴びだした時期で、わが国関連業界によるLNG船建造の見通しも明るいものであった。

また、本誌への連載開始以降、わが国造船及び関連業界におけるLNG船建造体制の確立、並びに開発研究の推進、日本造船研究協会による共同研究の実施、IMCO及びIACS（国際船級協会連合）による統一規則の制定、LNG実験船の完成（日立造船）、LNG船建造開始（川崎重工）等々を契機として、わが国のLNG船に関する技術的進歩は著しく、その裾野も大きく広がっている。

この連載の内容は、前述の情勢変化や技術的進歩に必ずしも対応しておらず、また、やたらと冗長すぎるどころが目立つし、さらに、各種装置、物性、オペレーション等触れていない点も少なくない。このような内容にもかかわらず、修正、補足もせずに連載を終らせていただくのは、次に述べるような理由によるもので、お許し願いたい。

わが国へのLNG供給プロジェクトは、アラスカ、ブルネイ、アブダビ、インドネシア（北スマトラ、東カリマンタン）及びサラワクと続々稼働或いは確定しているにもかかわらず、わが国造船によるLNG輸送は、いまだ実現していない。また本誌の今年5月号の記事「液化石油ガス/液化ケミカルガスの海上輸送の動向」からもわかるように、LPG船及びその他の液化ガスタンカーの分野において

も、諸外国の進展は目覚ましいものがある。

このような情勢は、かつては、液化ガスタンカーの分野で世界建造量の過半数を占め、また、LNG船/LPG船/その他の液化ガスタンカーのような高度な建造及び運航技術を有する船舶の建造、または運航を指向せざるを得ないわが国造船/海運等関連業界にとっては、全く不本意なことであろう。

わが国関連業界のこれらの船舶に関する技術レベルは、劣るところはなく、例えば、外国に劣るのではないかといわれる新規開発という面でもセミメンブレンタンク（ブリジストン、川重）、一体型タンク（ブリジストン、IHI、川重）、内部防熱方式タンク（三菱重工）等、世界最初（現在のところわが国が世界唯一）に実現させた新技術も少なくない。このように優れた技術的能力を生かして劣勢を挽回させるためには、今後、諸外国に勝る合理的な建造体制を整えることが必要であり、その1つとして液化ガスタンカー全般にわたるより一層の理解を広めることも必要と考えるものである。

このような考え方について本誌編集部からの賛同を得たので非才をかえりみず、新しく「液化ガスタンカー」と題する連載を始めることとした。この新連載では、「LNG船」での不備を改め、さらに、新規の問題点についても触れてゆくつもりである。今度は、冗長を避け、かつ広範囲の問題をできるだけ簡潔にとらえてゆきたい。

永らくご声援下さった読者諸氏には、深く感謝すると共に、今後、より一層のご支援、ご叱正を期待する次第である。

最近、関係者の総意により、わが国建造運航のLNG船による日本向けLNG輸送という気運が再び盛り上がってきたのは、真に喜ばしく、この実現までには、関係者の方々によるより一層の努力が必要であろうが、その成功を心から祈ってこの連載の結びとしたい。

LNG船・第10章参考文献

- 1) 日本海事協会, LNG船規準, 昭和48年10月
- 2) IACS, Unified Rules for Gas Tanker, Cargo Containments 1974
- 3) IACS, Unified Rules for Gas Tanker, Pressure Vessels, 1974
- 4) IACS, Unified Rules for Gas Tanker, Cargo Pippings, 1974
- 5) IACS, Unified Rules for Gas Tanker, Materials and Welding, 1974
- 6) 日本材料学会: 第15回材料強度と破壊国内総合シンポジウム論文集
- 7) Nils G Leide, Report of IIW, Annual Assembly 1971
- 8) IMCO, MSC XXXII/19 Annex VII, Draft Resolution Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk
- 9) A. F. Madayag, Metal Fatigue: Theory and Design, 1969, John Wiley & Sons, Inc.
- 10) 中村, 永井, 岡武, 後藤等, アルミ合金9%Ni鋼アンパー, ステンレス鋼とその溶接, 日本造船学会誌, LNG船特集号, 昭和49年12月号
- 11) 雑賀ほか, 9% Ni鋼の低温じん性に関する研究, 石川島播磨技報, 昭和48年1月
- 12) 矢島ほか, LNGタンカー用9% Ni鋼の継手破壊靱性とその評価, 日本造船学会誌, 第137号, 昭和50年6月
- 13) 日本規格協会, 欠陥検査のための非破壊試験技術講習会テキスト, 1972
- 14) 溶接技術講座, 溶接部の試験と検査, 日刊工業新聞社
- 15) 最新溶接ハンドブック, 山海堂
- 16) 日本工業経済連盟, 非破壊検査の適応分野と欠陥検出能力, 昭和46年5月
- 17) A. W. Pense, R. D. Stout, Fracture Toughness and Related Characteristics of the Cryogenic Nickel Steels, Welding Research Council Bulletin 205, May 1975.
- 18) Nippes E. F., Savage W. F., Bastian B. J., Mason H. F. and Curran R. M., Welding J. 34 (1955) No. 4
- 19) 鈴木他, 溶接28 (1959) No. 11, 同32 No. 11及び12
- 20) 造研, R R 814 (品質管理) 研究報告書, 昭和49年3月及び昭和50年3月
- 21) P. Tenge, O. Solli, O. Förlri, Acceptance criteria for weld defects and non-destructive inspection procedures for LNG tanks in ships, Metal Construction, Jan. 1975
- 22) 田村, 鉄鋼材料強度学
- 23) 川崎製鉄技報, 低温用鋼特集号, Vol. 3 No. 2 1971
- 24) 造研, 第8基研研究部会報告その1-1 (9% Ni鋼に関する研究), 昭和49年3月及び昭和50年3月
- 25) 日本溶接協会9N委員会, 9% Ni鋼の溶接・加工に関する共同研究, 昭和41年
- 26) INCO, 9% Nickel Steel For Low Temperature Service.
- 27) R. H. Tharby, and others, Welding 9% Nickel steel-a review of the current practices, the conference on welding low temperature containment plant, Nov. 1973
- 28) 造研, 第8基研部会第2分科会(安全装置等)報告書, 昭和49年3月及び昭和50年3月
- 29) 三浦, 9% Ni鋼によるLNG極低温タンクの溶接, 溶接技術, 1973年10月号
- 30) 日本溶接協会, 溶接施工法ハンドブック, 第6章, 産報
- 31) 神戸製鋼, 9% Ni鋼溶接のABC
- 32) C. H. Rosendal, Welding of 9% Nickel Steel, ESTB
- 33) 伊藤ほか, 9% Ni鋼用共金MIGワイヤの開発, 住金技報, April 1974
- 34) 安藤, 9% Ni鋼のサブマージアーク溶接, 日立造船技報, 昭和48年10月
- 35) P. Tenge, O. Solli, 9 percent Ni Steel in Large Spherical Tanks for Moss-Rosenberg 87600m³ LNG Carrier, European Shipbuilding No. 1-1972
- 36) P. Tenge, O. Solli, Fracture Mechanics in the Design of Large Spherical Tanks for Ship Transport of LNG, Norwegian Maritime Research, No. 2, 1973 vol. 1.
- 37) 桜井, LNGタンク用鋼材料の開発動向, 日本テクノシステムズセミナーテキスト, 昭和49年
- 38) 安藤ほか, 9% Ni鋼溶接継手の破壊じん性について, 日立造船技報, 昭和50年3月
- 39) 三瀬, 低温配管用9% Ni鋼の性質について,

配管技術'75増刊号

- 40) 造研, 第8基準研究部会報告書, 昭和51年3月
- 41) 造研, R R 812 報告, 昭和49年3月及び昭和50年3月
- 42) 小林, 長谷川, LNGとアルミニウム, アルミ製品開発振興会
- 43) J. G. Kaufman and others, Large Scale Fracture Toughness Tests of Thick 5083-O Plates and 5183 Welded Panels at Room Temperature, -260 and -320F, ASTM Annual Meeting, June 25, 1973
- 44) R. L. Lake and others, Burst Test of Pre-flawed welded aluminum alloy pressure vessels at -220°F, Cryogenic Eng. Conference 1967
- 45) G. C. Blaze, The 5000-Series Alloys Suitable for Welded Structural Applications, Alcoa
- 46) 造研, LNG船海外調査報告, 昭和48年10月
- 47) 箕田, 入沢, 超低温タンクにおけるアルミニウム合金の溶接, 溶接学会誌, 1975年1月
- 48) 池田ほか, LNGタンク用アルミニウム合金の破壊特性, R & D/vol. 23, No. 4
- 49) Alcoa, Aluminum Alloy Booklet
- 50) J. G. Kaufman, Fracture Characteristics of Aluminum Alloy. Alcoa Technical Paper No. 18, 1965
- 51) A. G. Haynes, The Role of Nickel Containing Cryogenic Steels and Alloys in LNG Tanker Construction, S & SR, Second LNG Transportation Conference, Oct. 1973
- 52) ASTM, Standard Specification for Stainless and Heat-Resisting Steel Forgings, A473-70
- 53) 造研, 第8基準研究部会(その1の3)研究報告書, 昭和49年3月及び昭和50年3月
- 54) 造研, オーステナイト系ステンレス鋼溶接施工基準, 昭和45年3月
- 55) 酒井, LNG船における配管用鋼管の技術的諸問題, 第4回造船技術セミナー, 昭和49年4月
- 56) 安藤ほか, 面内引張りと面外曲げの複合荷重を受ける軟鋼平板の不安定破壊について, 造船学会論文集, 昭和49年6月
- 57) 豊貞ほか, 曲げと引張を受ける貫通欠陥の疲労き裂伝ば速度とぜい性破壊発生について, 造船学会論文集, 昭和49年12月
- 58) A. F. Madayag, Metal Fatigue: Theory and Design, John Wiley & Sons, Inc. 1969
- 59) Nils. G. Leide, Report of IIW, anual assembly 1971
- 60) 杉山ほか, 極低温用材料の溶接, R & D/vol. 23, No. 2
- 61) 野村, 角形メンブレン式LNG船タンク, 日本テクノシステムズセミナーテキスト, 1973年
- 62) 木下, 勝亦, 低温用鋼の低温じん性, R & D/vol. 23, No. 2
- 63) 市之瀬, 低温用鋼の選定, 超低温技術
- 64) G. Green, M. J. Turner, The Construction of Ships Tanks for the Transport of Liquid Gas, I. I. W, 1971
- 65) 森田, 低温用鋼板の利用度とその組成の変遷について, 船の科学
- 66) 日本海事協会, 昭和50年度版鋼船規則
- 67) 日本溶接協会, WE S-136-1970, 低温構造用鋼板判定基準及びその解説, 昭和45年7月20日改訂
- 68) Sarno, Others, Fracture Toughness of Armco Cryonic 5 Steel Weldments, BWI, London, 1973
- 69) 亀井, 低温用鋼の冶金的要因とその開発事例としての5.5% Ni鋼の特性, 配管技術75, 増刊号
- 70) 河合, 金属材料, 共立全書
- 71) 黒柳, 工業用および銅合金の低温材料特性, 配管技術75, 増刊号
- 72) 大谷, 嶋田, チタン・チタン合金の低温性質, R & D/vol. 23, No. 2
- 73) 日本海事協会, 加圧式液化ガスタンクの製造時における検査の手引
- 74) 城子, 加圧式液化ガスタンクの溶接部の微少割れとその対策について, 日本海事協会会誌 No. 147, April 1974
- 75) ニコルス他(木原, 安藤監訳), 圧力容器工学, 産報

△

△

1977年9月末現在の造船状況

日本海事協会

表1 建造中および建造契約済の船舶集計

〔国内船〕				
	貨物船	油槽船	その他	計
100~	* 18	26	54	98
499未満	** 8,003	10,390	14,007	32,400
500~	2	23	2	27
999	1,598	17,699	1,630	20,727
1,000~	4	6	2	12
1,999	7,488	9,648	3,540	20,676
2,000~	10	8	1	19
2,999	25,956	20,927	2,500	49,383
3,000~	11	2	2	15
4,999	46,225	7,700	7,700	61,625
5,000~	14			14
9,999	106,250			106,250
10,000~	46	1		47
19,999	599,900	14,700		614,600
20,000~	9			9
39,999	235,660			235,660
40,000~		2		2
59,999		107,700		107,700
60,000~	4			4
99,999	302,000			302,000
100,000~	1			1
149,999	129,500			129,500
150,000~				
199,999				
200,000~				
計	119 1,462,380	68 188,764	61 29,397	248 1,680,521
〔輸出船〕				
100~	15		37	52
499未満	6,836		9,615	16,451
500~	7	2	2	11
999	6,560	1,990	1,520	10,070
1,000~	9	1	3	13
1,999	13,897	1,950	4,000	19,847
2,000~	6		2	8
2,999	15,799		5,035	20,834
3,000~	33	2	3	38
4,999	136,926	9,300	9,100	155,326
5,000~	64	2	2	68
9,999	487,630	13,500	11,138	512,468
10,000~	299	3		302
19,999	4,080,836	57,300		4,138,136
20,000~	71	14		85
39,999	1,955,542	406,700		2,362,242
40,000~	11	14		25
59,999	484,000	623,900		1,107,900
60,000~	4	3		7
99,999	254,300	254,000		508,300
100,000~		4		4
149,999		520,000		520,000
150,000~		1		1
199,999		189,000		189,000
200,000~		8		8
計	519 7,442,526	54 3,762,840	49 40,408	622 11,245,774
総計	638 8,904,906	122 3,951,604	110 69,785	870 12,926,295

表2 竣工船舶総計

〔国内船〕				
	貨物船	油槽船	その他	計
100~	41	33	94	168
499未満	15,920	13,616	25,281	54,817
500~	14	27	9	50
999	10,351	21,934	7,023	39,308
1,000~	3	3	1	7
1,999	3,913	4,085	1,524	9,522
2,000~	4	6	1	11
2,999	10,506	14,635	2,445	27,586
3,000~	8	6	1	15
4,999	32,804	23,045	4,100	59,949
5,000~	11	3		14
9,999	97,867	22,930		120,797
10,000~	61	1	1	63
19,999	736,982	17,040	10,475	764,497
20,000~	6			6
39,999	187,972			187,972
40,000~	1			1
59,999	50,722			50,722
60,000~	1			1
99,999	74,943			74,943
100,000~		2		2
149,999		245,725		245,725
150,000~				
199,999				
200,000~				
計	150 1,221,980	81 363,010	107 50,848	338 1,635,838
〔輸出船〕				
100~	9		18	27
499未満	4,491		5,200	9,691
500~	21		5	27
999	19,394	1	699	20,094
1,000~	2		4,160	4,162
1,999	3,199		7	3,206
2,000~	1		8,500	8,501
2,999	2,334			2,334
3,000~	51			51
4,999	206,002	2		206,004
5,000~	73	7,312		7,385
9,999	569,583		4	569,587
10,000~	172		28,478	28,650
19,999	2,549,434	5		2,549,439
20,000~	52	87,200		87,252
39,999	1,487,548	1		1,487,549
40,000~	1	38,859		38,860
59,999	44,000	4		44,004
60,000~	5	191,984		191,989
99,999	366,067	10		366,077
100,000~		671,891		671,891
149,999		4		4
150,000~		552,856		552,856
199,999		3		3
200,000~		556,893		556,893
計	387 5,252,052	34 2,966,694	34 46,338	455 8,265,084
総計	537 6,474,032	115 3,329,704	141 97,186	793 9,900,922

備考 *...隻数 **...総トン数

表3 表1による建造中船舶の建造工場別表

造 船 所	隻数	総トン数	造 船 所	隻数	総トン数	造 船 所	隻数	総トン数
浅川造船	4	21,400	石 幡・横 浜	19	229,000	南日本造船下江	7	68,900
永宝造船	2	3,998	石川島化工機	6	16,350	三 崎 船 舶	1	140
深江造船	1	699	伊藤鉄工造船	1	699	三 菱・広 島	11	215,000
福岡造船	6	51,570	岩 城 造 船	3	5,479	三 菱・神 戸	12	174,000
芸備造船	3	7,848	鹿児島ドック 鉄工	10	22,144	三 菱・長 崎	23	568,666
強力造船	1	299	金川造船	8	2,033	三 菱・下 関	10	117,885
伯方造船	4	3,096	金指造船・本社	2	30,400	三 菱・横 浜	9	187,300
函館ドック(函館)	13	325,200	金指造船・貝島	4	1,499	三 井・千 葉	29	1,789,400
函館ドック(室蘭)	4	64,800	金指造船・豊橋	12	216,666	三 井・藤永田	7	89,725
波止浜造船	6	25,599	金 輪 船 渠	6	70,800	三 井・玉 野	15	224,000
波止造船 ・多度津	8	161,090	神 田 造 船	9	88,600	三 浦 船 渠	9	3,572
橋本造船・本社	8	3,643	関 門 造 船	4	740	三 好 造 船	2	9,600
橋本造船 (協業組合)	1	1,600	神 例 造 船	4	5,199	向 島 造 船	1	499
林 兼・長 崎	11	96,050	笠 戸 船 渠	7	107,800	村 上 秀 造 船	3	3,797
林 兼・下 関	8	83,850	川 崎・神 戸	11	193,700	長 崎 造 船	9	1,526
林 兼・横須賀	8	1,305	川 崎・坂 出	14	817,500	内海造船瀬戸内	7	88,730
檜 垣 造 船	4	13,289	警 固 屋 船 渠	1	190	内海造船・田熊	3	4,479
日 立・有 明	12	784,100	木 浦 造 船	1	399	中村造船柳井	2	2,199
日 立・広 島	11	317,600	岸 上 造 船	2	5,299	名村造船伊万里	9	129,100
日 立・舞 鶴	8	122,200	高 知 重 工	10	69,528	名村造船・大阪	3	43,800
日 立・向 島	6	96,100	高 知 県 造 船	3	11,590	檜 崎 造 船	8	88,670
日 立・大 坂	13	375,900	幸 陽 船 渠	17	441,700	新 潟 鉄 工	10	13,875
保内重工業	1	670	熊 本 船 渠	1	920	日 本 海 重 工	5	60,000
本 田 造 船	5	8,046	栗之浦ドック	2	3,199	鋼 管・清 水	12	168,700
市 川 造 船	1	2,999	来島どっく 波止浜	5	25,750	鋼 管・津	4	165,900
今治造船・本社	11	90,300	来島どっく大西	9	142,600	鋼 管・鶴 見	9	193,860
今治造船・丸亀	8	129,300	共 栄 造 船	2	899	西 造 船	3	13,300
今井製作所	3	4,079	旭洋造船・長府	3	36,500	西 井 船 渠	2	6,996
今 井 造 船	2	2,200	旭洋造船・彦島	4	1,996	日 窒 工 業 松 浦	4	3,996
今 村 造 船	4	2,697	松庫海事 平尾工場	1	6,138	岡 山 造 船	1	3,990
石 幡・相 生	28	466,300	松 浦 鉄 工 造 船	3	1,549	大 三 島 ド ッ ク	1	999
石 幡・知 多	13	274,500	松 浦 造 船 所	2	998	尾 道 造 船	5	105,180
石 幡・呉	13	233,476	三 重 造 船	4	38,300	大 阪 造 船 所	8	122,200
石 幡・東 京	7	75,920	三 保 造 船 所	15	28,680	大 島 船 渠	1	3,800

大島造船	10	105,050	鈴木造船	3	629	白杵鉄工・白杵	3	1,585
大浦船渠	1	999	大平工業	6	29,449	宇和島造船	4	43,400
佐野安船渠	3	42,300	寺岡造船	2	2,799	若松造船	1	499
佐野安水島	6	143,000	東北造船	3	38,499	和歌山造船	2	2,366
讃岐造船鉄工	1	299	徳島造船	4	778	渡辺造船	6	29,700
山陽造船	9	4,667	徳島造船産業	7	8,168	山中造船	2	1,198
佐々木造船	9	6,342	東和船造	6	11,697	山西造船	4	19,694
佐世保重工	7	109,600	常石造船	13	144,400	矢野造船	1	199
瀬戸内造船	6	36,700	宇部船渠	2	5,200	横浜ヨット	5	908
四国ドック	4	20,599	内田造船	4	1,877	横浜造船	4	1,300
下田船渠	4	13,898	宇品造船所	4	21,950	吉浦造船	3	1,198
新山本造船	5	48,000	宇野造船所	1	499			
住友追浜	12	663,000	浦共同造船所	2	698			
住友浦賀	3	88,000	白杵鉄工・佐伯	10	124,800	総計	870	12,926,333

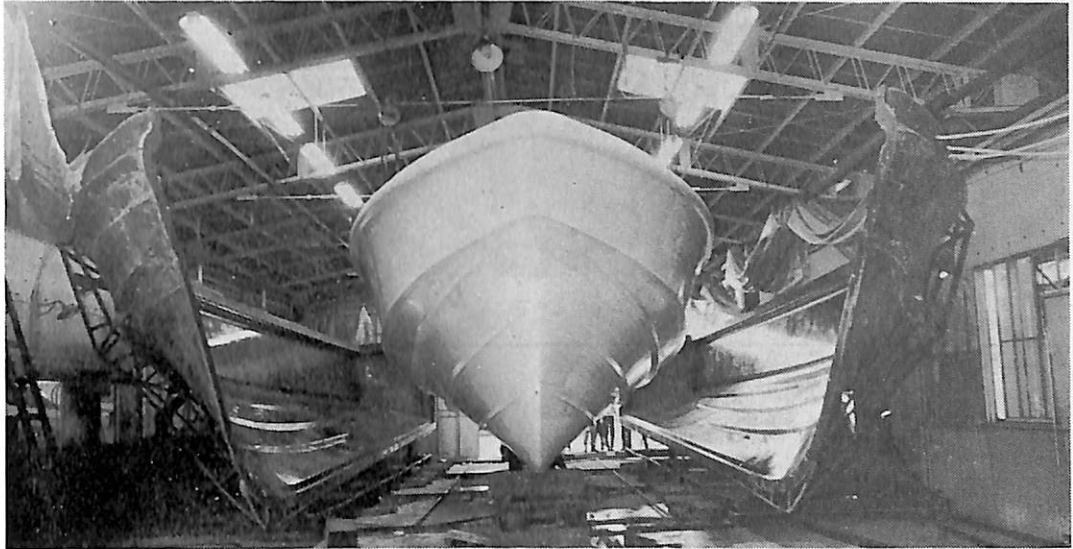
表4 表1による主機関の製造工場別表

[ディーゼル]

工場名	台数	馬力			
赤坂鉄工	58	237,400	三菱長崎	2	53,100
キャタピラー三菱	2	2,000	三菱名古屋	1	750
ダイハツディーゼル	28	41,350	三菱横浜	13	179,760
富士ディーゼル	18	36,200	三井玉野	111	1,371,230
阪神内燃機	49	109,340	新鴻鉄工	61	137,720
日立因島	13	84,310	鋼管鶴見	15	129,450
日立舞鶴	11	149,700	大塚鉄工	1	1,000
日立桜島	58	791,440	住友玉島	38	464,050
池貝鉄工	2	2,200	宇部鉄工	7	77,000
石播相生	143	1,284,240	ヤンマーディーゼル	23	18,610
石幡東京	1	5,120	計	852	7,091,580
いすゞ自動車	2	760			
伊藤鉄工	3	25,200			
川崎神戸	52	592,100			
神戸発動機	31	182,000			
榎田鉄工	13	44,100			
松井鉄工	9	30,080			
三菱神戸	87	1,041,370			

[タービン]

日立桜島	2	90,000
石幡東京	2	76,000
川崎神戸	4	171,000
住友玉島	2	88,000
東洋タービン	4	171,000
計	14	596,000



連 載

FRP 船 講 座 < 3 >

FRP 原材料 < 2 >

丹 羽 誠 一

1. 5 FRP 船に使用されるガラス繊維基材

1. 5. 1 スプレーアップ用ロービング

ロービングはFRP 基材として最も基本的な形態であるが、FRP 成形に使用されるときに形態や成形法が広範囲にわたっているため、要求される性能も多様である。これらの要求に応じるため、それぞれの成形法・用途別に多種類の品質のロービングが市販されている。スプレーアップ用ロービングもその1つである。

スプレーアップ作業の場合、ロービングは高速で引き出され、カッターで切断されるので、ロービングガイドやゴムローラーとの摩擦によって発生する静電気が切断性や分散性を大きく阻害するため、集束剤や表面処理剤の処方重要である。

標準的なスプレーアップ用ロービングは

織度	10~13 μ
番手	1100~2800tex (gr/1000m)
ストランド数	30~80本

処理 クロム系またはクロムシラン系

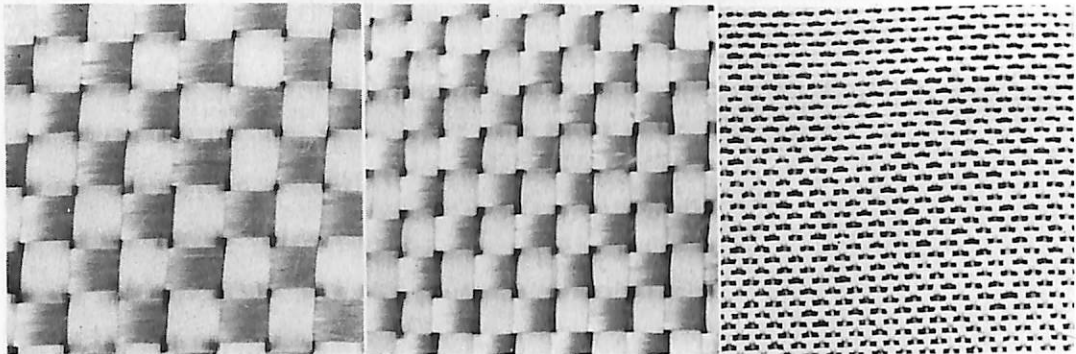
固さ ハードタイプまたはセミハードタイプ
外径約25cm, 内径約7.5cm, 高さ約25cmの円筒状に巻かれている。

1. 5. 2 チョップドストランドマット

ハンドレイアップ用ガラス繊維基材として最も基本的なものである。成形作業において適当な厚みを有し、成形品の特性が実用上等方向と考えることができること、織物に比べて安価であり、ほぼ標準化されているので入手が容易である。

市販されている標準的な汎用チョップドストランドマットは

織度	10 μ
ストランド	100~200フィラメント
処理	シラン系
番手	300~900 (gr/m ²)
巾	960~2080 (mm)



810ロービングクロス

580ロービングクロス

ガラスクロス

1巻 30~60 (kg)

ハンドレイアップ用特殊タイプとしては

- ① ファインストランドタイプ：ごく細いストランドを使用して分散の均一性と型なじみを特に向上させたもの。
 - ② ファストウェットタイプ：樹脂とのなじみの良い集束剤を使用してウェットアウトの速度を向上させ、成形品の透明性を良くしたもの。
 - ③ 大型成形用急速含浸タイプ：比較的太めのフィラメントを使用して特にウェットスルー速度を向上し、600~900番手の高番手の脱泡性を良くしたもの。
- などがある。

1.5.3 ロービングクロス

大型構造用基材として重要な役割をはたしている。ガラス含有率を高くすることができ、繊維が連続しているので成形品の強度を大きくすることができ、成形作業において適当な厚さを有し、均一性がすぐれている。織物であるため直交異方性があるので、主応力の方向を考慮して使用しなければならない。

市販されている汎用のロービングクロスは

織度	10~13 μ
ストランド	400~2000フィラメント
処理	シラン系
番手	570~860 (gr/m ²)
織り方	平織り, 羽耳
巾	1000~2400 (mm)
1巻	30~60 (m)

タテ/ヨコ糸密度比は、1~0.8程度である。

特殊な品種として、ヨコ糸を極端に少くした一方向性ロービングクロス、逆にタテ糸を極端に少くし

たスダレ織りロービングクロスなどもある。

1.5.4 その他のガラス繊維基材

- ① フィラメントマット：一般にサーフェスマットとしてゲルコートの下打ちに使用される。市販されているものは 20~40gr/m² のものである。
- ② 処理ガラスクロス：サーフェスクロスとしてゲルコートの下打ちや最終積層面の仕上げ、合板のライニング等に使用される。主として 200~400gr/m² の目抜き平織りクロスが使用される。
- ③ 組合せ基材：チョップドストランドマットとロービングクロスとを貼り合わせたものが大型の船に使用される。

1.6 FRP 船用ガラス繊維に関する規定

1.6.1 ガラス繊維に関する J I S 規格

ガラス繊維の J I S 規格は第5表のものが制定されている。

これら J I S 規格はガラス繊維の基本的な形態について定められた製品規格であって、一定以上の品質を保証するための、品質管理規格としての性格を持っている。

梱包に J I S マークが表示されている製品は、J I S 認定工場で、規定に従い完全に品質管理された状態で生産されていることを示している。

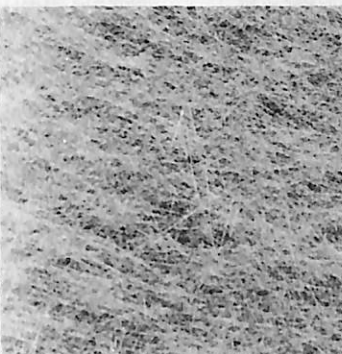
(1) J I S R-3411-75

ガラスチョップドストランドマット

強化プラスチック用チョップドストランドマットについて規定したもので、その要点は無アルカリガラスをマット状に成形したもので、種類を番手 (1 m \times 1 m 当りのグラム数) によって、#300~#900



チョップドストランドマット



サーフェスマット

処理ガラスクロス

強化プラスチック用処理ガラスクロスについて規定したものである。J I S R 3413 ガラス糸（無アルカリガラスの場合、アルカリ含有率は0.8%以下とする）により製造した J I S R 3414 ガラスクロスに表面処理をほどこしたものであること。構造および単重は使用糸の番手、密度、厚さ、織り方、使用ガラス（無アルカリ、含アルカリ）により多数定められている。単重は1巻の正味重さまたは

の8種類に分類している。マットの均一性を300mm×300mm当りの試験片の質量の最大偏差率で規定し、最大偏差率を20%以下としている。結合剤付着率を10%以下としている。ポリエステル積層板（厚さ約3mm、ガラス含有率30±5%）での曲げ強さを標準状態で12.5kg/mm²以上、湿潤状態で10.5kg/mm²以上と規定し、強化材としての強度性能を保証させている。用途や成形性に関する規定はない。

(2) J I S R—3412—75

ガラスロービング

強化プラスチック用ロービングについて規定したものである。要点は無アルカリガラスの単繊維を集束したものであって、種類を番手（1,000m当りのグラム数をtexと呼称している）によって310±60tex～4630±460texの8種類に分類している。結合剤付着率を3%以下としている。それぞれの番手のロービングの引張強さを規定している。スプレーアップ用といった成形法・用途についての規定はない。

(3) J I S R 3416—66

は200mm×200mmの試験片を計測して規定以上であること。用途用法についての規定はない。

(4) J I S R 3417—66

ガラスロービングクロス

強化プラスチック用ロービングクロスについて規定したものである。J I S R 3412 ガラスロービングを用いて織ったものである。使用糸の番手、密度、厚さ、重さによって10種類に分類される。いずれも平織である。密度および厚さに許容差が定められている。単重は1巻の正味重さ、または200mm×200mmのサンプルを計測して規定以上であること。用途、用法についての規定はない。

なお、ロービングクロスのJ I Sについては次の要点の改正案ができていて、近日発表されるはずである。種類を番手（1m×1m当りグラム数）によって標準重量580gr/m²および810gr/m²の2種類に定める。標準重量に対し許容差を10%にしていること。およびポリエステル積層板（厚さ約3mm、ガラス含有率50±5%）の曲げ強さを標準状態で22.5kg/mm²以上、湿潤状態で20.5kg/mm²以上と規定して強化材としての強度性能を保証させること。

第 5 表

(52. 3. 1 現在)

標 題	J I S 番号	制定年月日	改正年月日	確認年月日
ガラス・チョップドストランドマット	R 3411	36. 9. 1	50. 3. 1	
ガラス・ロービング	R 3412	37. 3. 1	50. 3. 1	
ガラス糸	R 3413	37. 3. 1	49. 4. 1	
ガラス・クロス	R 3414	40. 9. 1	46. 10. 1	49. 12. 1
ガラス・テープ	R 3415	40. 9. 1	52. 3. 1	
処理ガラスクロス	R 3416	41. 8. 1		51. 12. 1
ガラス・ロービングクロス	R 3417	41. 8. 1		51. 1. 1
カーテン用ガラスクロス	R 3418	51. 1. 1		
ガラス・チョップドストランド	R 3419	52. 2. 1		

1. 6. 2 運輸省強化プラスチック船特殊基準

昭和52年3月12日、運輸省船舶局長通達・船査第123号による「強化プラスチック船（FRP船）の特殊基準」では、ガラス繊維基材は、種類（銘柄）、単位面積当りの標準重量（ gr/m^2 ）と最大偏差値（%）結合剤または集合剤の名称、結合剤の付着率（%）、さらにロービングクロスにあっては、ストランドまたはガラスロービングの集束本数とクロスの引張り強さ（ kg/mm^2 ）をJIS R3414—1971に基づいて測定した値につき、試験成績書等を添付し、首席船舶検査官に伺い出ることになっている。

1. 6. 3 防衛庁艦船検査共通仕様書（49.3案）

処理ガラスクロスはJIS R3416に定める試験の成績書が添付されている必要がある。

単位面積当り重量（ gr/m^2 ）は、工作精度標準において $\pm 5\%$ 以内と規定している。

ガラスチョップドストランドマットはJIS R3411に定める試験の成績書が添付されている必要がある。

単位面積当り重量（ gr/m^2 ）は、工作精度標準において出荷ロットごとに100cm正方形のサンプルにより、設計重量に対し $\pm 10\%$ 以内と規定している。

ガラスロービングクロスはJIS R3417に定める試験の成績書が添付されている必要がある。

単位面積当り重量（ gr/m^2 ）は、工作精度標準において設計重量に対し $\pm 5\%$ 以内と規定している。

1. 6. 4 日本小型船舶工業会（50. 3）

(1) チョップドストランドマットを380, 450, 600の3種とし、単位面積当り重量の最大偏差率を900mm×900mmのサンプルに対し $\pm 10\%$ 以内としている。その他はおおむねJISのとおりである。

(2) ロービングクロスを580, 810の2種とし、単位当り重量の最大偏差率を900mm×900mmのサンプルに対し $\pm 5\%$ 以内としている。

不飽和ポリエステル樹脂による積層板の曲げ強さ（厚さ約3mmガラス含有率 $50 \pm 5\%$ ）を、標準状態で $22.5\text{kg}/\text{mm}^2$ 以上、湿潤状態で $20.5\text{kg}/\text{mm}^2$ 以上と規定して、強化材としての強度性能を保証させている。

1. 6. 5 ノルウェー船級協会

ノルウェー船級協会（NV）ボート建造規則（1976）は、強化材について次のように定めている。

ガラス繊維はEガラスの組成を有するもので、次の要求を満足するものであること。 SiO_2 52~56%、 CaO 16~25%、 Al_2O_3 12~16%、 B_2O_3 6~12%、 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 0~1%、 MgO 0~6%。他の組成のガラス繊維を使用するときには、機械的特性および耐水性がこれと同等以上のものであって、当協会の特別承認を得たものであること。

ガラス繊維は長繊維として製造され、シラン系または複合クローム系集束剤を使用したものであること。

(1) ロービング 湿度：出荷時0.2%以下。結合剤付着率：ASTM D578—61により試験を行ない、許容値以内であること。許容値は各個に承認を得ること。重量：標準値に対し $\pm 10\%$ 以内であること。

スプレーアップに使用するときには、検査員立会の下に用途に適することを証する施工試験を行なう。チョップドストランドの長さは15mm以上とする。

(2) マット（粉末バインダーまたはエマルジョンバインダー）湿度：粉末バインダーに対し、出荷時0.2%以下、エマルジョンバインダーに対し、出荷時0.3%以下。結合剤付着率：各個に承認された許容値以内であること。重量：標準値に対し $\pm 10\%$ 以内であること。

(3) ロービングクロス 湿度：出荷時0.2%以下。結合剤付着率：各個に承認された許容値以下。重量：標準値に対し $\pm 10\%$ 以内であること。

1. 6. 6 ロイド漁船構造規則

ガラス繊維基材は船用に適した処理をしたものであり、マット、織物、ロービングまたはチョップドストランド形式の中で本会の認める種類とする。と規定し、原料メーカーが個別にロイド協会の承認を受けている。

1. 7 FRP船用ガラス繊維基材の選択

FRPの諸物性は、静的な強度についてはガラス繊維が主たる役割を受け持ち、動的な特性については樹脂の性能が影響する。そしてそれらの値はガラス含有率によって大きく変動する。ガラス繊維基材の種類はガラス含有率に影響するが、ガラス含有率が決まれば、静的な強度は一定の範囲内に決まるものと考えてよい。FRPは物性を設計することが出来ると言える。したがってガラス繊維の基本的な性格を理解し、樹脂の性質を把握すれば、必要な基材の組合せと、適当な液状特性の樹脂を選定し、ガラス含有率を決定することによって、製造するFRP

の物性を予測することが出来る。また設計された物性のFRPを得るためには、十分な作業管理、念入りの作業、完全な硬化が必要である。

FRP船の主要部積層構造は、チョップドストランドマットと、ロービングクロスの組合せ、即ち「MR積層」が常識となっている。そしてわが国では、450M+580Rまたは600M+810Rが最も基本的な積層構成として定着し、実績を積み重ねて来た。

米国におけるスポーツボートの外板には、ゲルコートのパックアップ用Mと、主積層との接着用MのほかをすべてRで積層した。すなわち

300M+450M+580R+580R+……

の形のものや、大型モーターボートの外板には、表裏に近い部分のみにRを使用した

450M+450M+810R+600M+810R+900M
+900M+810R+600M+810R+600M

という形式の積層も使用されている。

ロービングクロス主体の積層は静的強度の大きな積層を得ることが出来るが、ロービングクロスとロービングクロスとの間の接着面には欠陥が生じやすく、層間剪断強さの低下、特に引きはがし力に対する抵抗の低下が起りやすいので、強度の特に大きいことを要求される積層にはロービング層間に薄手のマットを使用することが推奨される。また後者については、中心部にガラス含有率の低いマット層を置いて厚みを出し、両面にMR積層を用いるのは、曲げ強さに対して設計するときにはきわめて理にかなった構成であるが、わが国においてはこのような構成についての物性の研究はまだ行なわれていない。

52年3月作成された小船工の材料基準には380Mが指定されているが、実際の使用例は、むしろ300Mが多く使用されているようで、これはサーフェスマットと同様に使用されている。

運輸省の強化プラスチック船の特殊基準では、ロービングクロスはガラス総重量の25~65%とすることを規定している。

チョップドストランドマットやロービングクロスは、JISに適合する品種であれば標準的なガラス含有率のFRPにした場合、フィラメントの織度、ストランドの集束数などの要因によって静的な特性に差異はほとんどないと理解してよい。ただしロービングクロスについては、タテ/ヨコの糸密度の比が直交異方性の強度のバランスに大きく影響するので、特に一方向のみの応力が大きいことが明らかな部材の積層は別として、一般的には密度比1:1に近いものが使いやすい。

しかしそれぞれのメーカーや品種によって、織度、集束数、処理剤の処方等が異っているので、これが積層の作業性、特に型なじみ、樹脂との親和性や接着性の差異となって影響する。

フィラメントマットやガラスクロスなどは、これらの基材の果す役わりを十分に理解し、適所にのみ使用すべきもので、一般のFRP船には必ずしも必要ではない。

綾織り、一方向性織り、スタレ織りなど特殊なロービングクロスは、船体構造の外力に対する応答が明らかであり、応力の性質が明確な場合に有効に使用し得るものであって、今日の段階で一般船舶に使用することは推奨できない。

より高性能であり、高価なカーボン繊維などの使用も同様に考えてよく、また不徹底な使用では効果は期待できない。

1.8 ガラス繊維基材の取扱い

1.8.1 受け入れと受け入れ検査

納入されるガラス繊維基材は、それぞれ段ボール箱に梱包されている。箱にはガラス繊維メーカーの社名ないしブランド名が印刷されており、JISに基く製品は外装の見やすい所に次の事項が表示されている。

種類	(品種)
寸法	(巾×長さ)
重さ	
	製造者名又はその番号
	製造年月日又はその略号(製造番号)

以上の項目を確認し、製造番号は入荷日と共に控えておくといふ。検査船の建造にあたって材料に関する検査成績書が必要とき、この製造番号にもとづいてメーカーに依頼すると、検査成績書を提出してくれる。

また積層にあたって材料による欠陥と考えられる事故が起ったとき、この製造番号にもとづいてメーカーに調査を要求することができる。

一度に大量に購入する場合には、抜取りにより開梱して外観検査で確認するとよい。目視検査は一見して判定できる程度の厚みむら、バインダーむら、ほつれ、汚れ、異物の混入などについて行なえばよい。開梱はなるべく使用直前に行なうべきであるから、受け入れ時に全数外観検査はすべきでない。

1.8.2 保管と開梱・積層の準備

ガラス繊維基材はガラスフィラメントの集合体で

あり、集束剤でまとめたものを織り上げたり、2次バインダーで接着したものであるから、手荒い取扱いをすれば損傷することがある。したがって保管取扱いは慎重に行なう必要がある。一般に防湿梱包をしてあるが、ガラス繊維間の毛管現象や、バインダーの性質によって吸湿しやすく、また水分の存在は樹脂の硬化に悪影響があるので、湿気の多い所に保管したり、雨天に屋外を運搬したりしてはならない。縦積みしたり、段ボール箱がつぶれるほど積み上げたりすると機械的に損傷を受けるおそれがあるので注意しなければならない。常に保管場所は整理し、入荷日の古いものから開梱するよう心がけねばならない。保管は棚に横積みとし、積み重ねは3段程度までとすべきである。

開梱は使用直前とすべきである。裁断場で開梱するのであるが、裁断場は積層作業場と同様に温度・湿度を管理しなければならない。裁断場に持込む前に段ボール箱に付着したほこり等を十分に除いて、清潔な状態で持込まなければならない。ガラス基材

の保管場所が低温の場所であるならば、使用の数日前に裁断場に持込み、基材が裁断場の温度になじむのを待って開梱する。ガラス基材が低温のまま開梱すると、結露を生ずるおそれがあり、一度結露した基材を乾燥することはきわめて困難である。

開梱したらまず目視により欠陥をチェックすることが大切である。受け入れ時に記録した製造番号表に開梱日と使用船名(工事番号)を記入しておく、後日欠陥の発見されたときに調査するのに都合が良い。

紙管に巻かれたガラス基材は、裁断場の壁または天井に取りつけた腕木や台を作って芯棒を入れて県架し、材料を引き出せるようにする。

基材は部材表や型紙に合わせて裁断し、使用場所を記入し、1工程分づつまとめて計量し、使いやすいよう整理して準備しておく。

2. ガラス繊維以外の強化材

2.1 一般



世界のFRP船トピックス

■ハンドレイアップからの脱出(そのII)

FRPのハンドレイアップの最もプリミティブな操作は

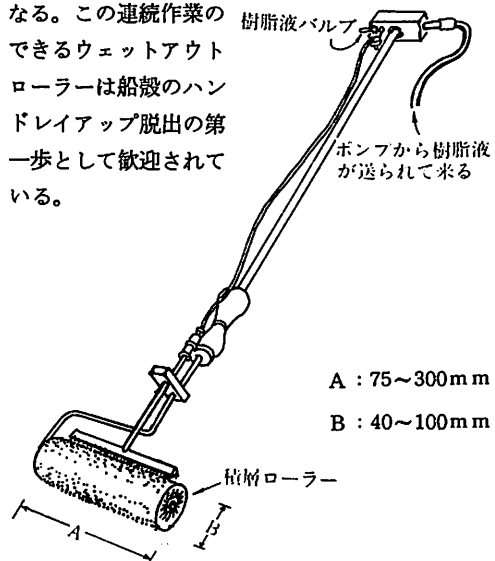
1. 型にガラス繊維のマットあるいはクロスを置く
2. 樹脂容器にポリエステル樹脂を小出しにして触媒を入れて攪拌する
3. 樹脂容器に刷毛またはローラーを浸して引き上げてガラスを含ませさせる
4. 含浸させた後、脱泡ローラーで型に馴染ませ、ガラス繊維中の残存気泡を脱いて積層する
5. 以上の操作を原則的に一層づつ繰返すという原始的な方法である。

この方法はローボートから100トンのFRP船でも基本的には変りがない。刷毛なりローラーに含まれガラス繊維に移される樹脂量たるや1回に100gぐらいである。したがって本船のペンキ塗りと同じで何千回、何万回かの操作の繰返しである。

この原始的な断続操作を、連続的な操作に切りかえるための努力が行なわれている。

その1例として、樹脂容器からポンプによって樹脂液を送り、触媒を途中で添加混合してホースでローラーの表面に吐出せしめる工具が、米国V

ENUS社で開発されている(図参照)。このように連続してローラーに樹脂が供給されると、いちいち樹脂容器にローラーを突込んで引揚げて、ガラス繊維に樹脂を移し、ロールアップする動作が省かれる。総トン数3トン以上の船殻は人がかくれるぐらいの大きさになる。10トン以上では谷底に入ってステンレ製の烈しい作業をすることになる。この連続作業の樹脂液バルブ、ポンプから樹脂液が送られて来る



A : 75~300mm

B : 40~100mm

ガラス繊維以外の強化材としては、古くから使用されているアスベスト(耐化学薬品)や、麻(安価な厚み材料)などの天然繊維があり、ビニロンをはじめとする有機合成繊維も使用される。またガラス繊維を使用したFRPよりも更に高性能な複合材料に対する要求に答えて開発されつつある高性能強化材として、カーボン繊維、ボロン繊維、各種金属繊維、各種ウイスキーなどがある。

2.2 ビニロン

有機繊維の中で特に注目されるのはポリビニルアルコール(PVA)系繊維ビニロンである。高強度、高弾性率、耐候性、耐熱性などの特性からタイヤコード、ベルト、ホース用基布などのFRR(繊維強化ゴム)として多年使用されて来た。

昭和36年ポリエステルプリミックス成形品が新幹線のレール締結装置に採用されて以来、BMC、SMCにガラス繊維と混用して電気部品、機械部品など広範囲に使用されるようになった。

まだ十分には使用法が研究されていないが、ハンドレイアップ用としての使用も可能で、耐衝撃性、耐摩耗性、耐候性などの特長を有し、成形品の軽量化にも役立つ。ガラス繊維等との交差、交織などの組合せも可能で、ガラス繊維FRP製品の表面材としての使用が考えられる。

2.3 カーボン繊維

高性能強化材はガラス繊維FRPの最大の弱点である剛性の低い点を補うものとして注目され、研究されている。しかしこれらはまだガラス繊維に比べてきわめて高価であり、研究段階のものが多い。その中ではカーボン繊維が性能、量産性、価格見通し、取扱いやすさなどの点から最も注目されている。

カーボン繊維は合成繊維を不活性雰囲気中で焼成炭化して製造されるが、原料繊維と焼成条件によって物性の異なるものが得られ、低強度低弾性率のローグレード品と、高強度高弾性率のハイグレード品とに大別される。強化材として使用されるのは主にハイグレード品で、原料繊維としてはアクリル繊維(ポリアクリルニトリルPAN)が主で、レーヨン系のものもある。焼成条件の違いにより特性の異なるタイプ、すなわち高弾性率タイプ、高強度タイプ、中強度タイプが市販されている。ガラス繊維と比べて最も顕著な特長は、弾性率が大きく、比重が小さいので、比弾性率が4倍以上となる点である。この

ため航空宇宙用としては実用期に入っているが、ガラス繊維に比べてきわめて高価なため、船舶用としては広く活用されるには至っていない。しかし高性能スポーツ用品、機械部品などの用途が広まりつつあり、価格も20~30万円/kgといわれたものが最近では5~10万円/kgとなり、今後も需要の伸びと共に更に低下の見込みがある。

船舶用に使用しやすい形態としてはガラス繊維と交織したもの、特にタテ糸方向にカーボン繊維を使用したテープが軽構造船の補強用としての可能性を持ち、応用が研究されている。

2.4 ウイスキー

近年話題になっているウイスキーは、長さが径よりも相当大きい針状結晶で、その形状からウイスキー(whisker、ひげの意)と呼んでいる。その製法、材料などにより多くの種類があるが、その中でセラミックウイスキーは、他の強化材に比べて強度および弾性率が特に大きく、また比重が小さいので、比強度および比弾性率はさらにすぐれている。(つづく)

Ship Building & Boat Engineering News

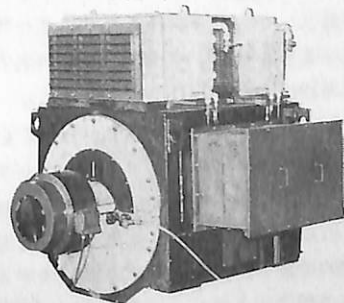
■大洋電機 排ガスタービン2ポール発電機を納入

大洋電機は、かねてより日本鋼管の協力を得て、排気ガス利用のガスタービン2ポール発電機の研究を開発、完成機を、このたび日本鋼管鶴見造船所で建造の第962番船(日本郵船6,000台積、自動車専用船)用として納入した。

〔発電機の概要〕

937.5KVA(750kw)、450V、3,600R/M、全閉内冷型、F種、ブラシレス、3相、60HZ、力率80%、スリーブ、両ブラケット型、強制給油、1台。

なお、このほかに排ガスタービン発電機の受注分としては、昭和海運の60,000DWTのバルクキャリア(鋼管鶴見建造)向けとロイヤル・マリタイム社(パナマ)の22,500DWTのコンテナ船(名村造船建造)向けに各1機がある。



受注

●川崎重工、リベリア向けタンカー1隻

川崎重工はリベリア船主コンプトンから79,900重量トン型タンカー1隻を受注。39,800総トン、主機関は川崎MAN・V型14,000馬力、速力15.1ノット。納期78年9月末。

●佐世保、ヘレニックからRO/RO船

佐世保重工は米国のヘレニック・ラインズから11,600重量トン型RO/RO船を1隻受注した。17,200総トン、主機関MAN6,330馬力2基、速力20.3ノット、納期78年10月。

●石播、ソ連向けドレジャー

石川島播磨重工は協邦通商がソ連船舶輸入公団と契約した、能力毎時1,000m³級のサクシオン・ドレジャー1隻を契約した。納期は78年11月。

●日立メキシコ向け多目的貨物船を2隻

日立造船はメキシコのトランス・マリティマ・メキシカーナ(TMM)向け19,000重量トン型多目的貨物船2隻を受注。主機は日立B&W8,300馬力を搭載、速力15ノット。

●日立、国鉄の450人乗り連絡船を2隻

日立造船は国鉄船舶局から宮島連絡船(広島県の宮島口/岐島航路用220総トン旅客船)を2隻受注。納期は明年7月および9月。主機関は4サイクル排気ターボ過給機付450馬力、速力8ノット。

●日立が韓国から水中翼船を2隻

日立造船は丸紅を通じ韓国・閑麗開発むけ排水量30トン、旅客66人乗り水中翼船(P T-20型)2隻を受注、納期は78年4月と5月。主機はディーゼル池貝MTU1,350馬力を搭載、巡航速力毎時60キロ。

●住友重がマレーシアから初のフルコン船を2隻

住友重機械はマレーシア・インターナショナル・ SHIPPING・コーポレーションから20フィート換算コンテナ2,450個積みフルコンテナ船を2隻受注。38,000重量トンで、主機関は住友スルザー30,150馬力×2基(2基2軸60,300馬力)、航海速力25.0ノット、納期79年3月、9月。

●住友重、パール・カーキャリアからPCC

住友重機械はパナマのパール・カーキャリアから4,300台積み自動車専用船1隻を受注。これは商船三井が仕組建造するもので、納期は53年5月末。同船は12,000重量トン、主機関は住友スルザー16,800馬力。速力19ノット。

●三菱、OTT社からRO/RO船を2隻

三菱重工はイギリスのオーシャン・トランスポート・アンド・トレーディング社(OTT)と22,040重量トン型多目的RO/RO船2隻を受注。主機関は三菱スルザー30,150馬力、航海速力22ノット、コンテナ20フィート換算1,700個積載、納期79年初。

●三菱がセントラル向け8,500重量トン型2隻

三菱重工はセントラル・ SHIPPINGから8,500重量トン型貨物船を2隻受注。納期は78年7~8月、主機関三菱UET5,000馬力。

●三菱、東海汽船の客船

三菱重工は船舶整備公団・東海汽船共有の3,700総トン型客船1隻を受注した。下関造船所で建造するが、旅客定員は1,700人、乗員58名。主機は神発8UET45/80ディーゼル5,800馬力×2基、速力20.3ノット、53年4月竣工の予定。

●三菱、日本海洋掘削から試掘・採油リグ

三菱重工は日本海洋掘削からジャッキ・アップ型の試掘・採油両リグ1基を受注内定した。今後、仕様を詰めたうえ年内に正式契約の予定だが、稼働水深は約50メートルで来年9月完工の予定。

●来島、郵船向け自動車船を追加

来島どつくは日本郵船の仕組船、リベリア籍ロック・ SHIPPING社向け自動車船を追加受注した。納期は78年5月。船型は9,900重量トン、主機関は川崎MAN12,000馬力、航海速力18.0ノット。来島はすでに郵船から同型の仕組船1隻を受注している。

●来島、国内2船主向け貨物船を各1隻

来島どつくはジャパン・シーラインから11,500重量トン型、ジャパン・オーバーシーズ・ SHIPPINGから19,305重量トン型貨物船を受注。シーライン向けは納期53年4月、主機関は川崎MAN6,000馬力、航海速力13.3ノット。ジャパン・オーバーシーズ・ SHIPPING向けは納期53年3月末、宇和島造船で建造。主機関は川崎MAN8,000馬力、航海速力14.1ノット。

●名村、旭交易からバルクキャリア

名村造船は旭交易から16,600重量トン型バルクキャリアを受注。納期53年6月。主機関は日立B&W7,050馬力、航海速力14.1ノット。

●内海造船、広島大学の漁業実習船

内海造船は広島大学の320総トン型漁業実習船(乗組員31名)を1番札で落札受注した。主機ディ

ーゼル1,000馬力以上1基、速力10.5ノット。納期は53年9月20日。

●今治、栄昌産業から自動車船

今治造船は栄昌産業（本社・今治市）から乗用車2,000台積み自動車船1隻を受注した。8,500重量トンで、納期は53年2月末。主機は三菱スルザー11,400馬力。航海速力18.0ノット。

●林兼、新田汽船から自動車船

林兼造船は日綿実業を通じ新田汽船（本社・神戸）から乗用車3,000台積み自動車専用船を受注。納期は53年4月。同船は11,000総トン、12,500重量トン、主機関は川崎MAN13,300馬力、速力18.0ノット。完工後は川崎汽船が定期用船の予定。

●西造船、パナマ船主と合併でタンカー

西造船はパナマ籍船主ニシ・マリタイムと8,000重量トン型ケミカルタンカー1隻の建造契約を行なった。納期は78年3月。同社は引続きパナマ船主から同型船1隻の受注を内定している。ニシ・マリタイムは西造船とパナマ船主合併の現地法人。主機関は神発8,000馬力、航海速力14.3ノット。

●日商岩井、星港から10隻分の主機関など

日商岩井はシンガポール・シップ・エンジニアリングから4,500重量トン型貨物船10隻分の主機関、発電機などを受注、赤阪鉄工所へ発注した。主機は赤阪6UET45/80型（4,500馬力）。

●鋼管、昭和海運の2隻

日本鋼管は昭和海運の仕組船を2隻受注した。第1船はパナマ籍、15,000重量トン型貨物船、納期78年5月。主機はNKK14PC2-5V型8,960馬力。航海速力18.5ノット。150トンベビーデリックを装備する。第2船はリベリア籍、60,000重量トン型バラ積み船で納期78年9月末。主機関はNKK10PC4V型14,000馬力、航海速力15ノット。

開 発

●日立、コンクリート製海洋構造物

日立造船はプレストレスコンクリート製海洋構造物（台船、バージ、プラットホームなど）に最適のハニカム構造方式を共同開発した。この方式はハニカムの環状壁頂底部をプレストレスの頂板と底板でサンドイッチ状に連結したパネル構造で、最少限の材料を使用して最大限の剛性が得られるという。

●三菱、小出力の船用タービンプラント

三菱重工は1～2万PSクラスの小出力船用主機

関として低速ディーゼル・プラントと比べても運航採算面で充分競争力のあるスチーム・タービン・プラント「三菱 Advanced Marine Steam Turbine Plant.」（略称T-MAP）を開発した。

●鋼管、電機推進システム

日本鋼管はコンパクトで信頼性が高く、小人数で運転可能な「NKK式（交流型）電機推進システム」を開発した。このシステムは船用機器開発協会との共同研究で完成したもの。同システムは①簡素化と信頼性の向上、②操縦・保守操作が容易、③機関室スペースが縮小されカーゴスペースが増加、④1万重量トン型船乗組員数が在来船28名に対し同システムを採用した場合20名に省力化が図れる、などの特徴があげられる。

●川崎重、国産初の1千KW級ガスタービン開発

川崎重工は中容量の産業用ガスタービンとしては、わが国初の純国産技術による1,600馬力級のかわさきMIA形ガスタービンの開発に成功、すでに量産体制を確立するとともに、これを駆動源とした陸、船用の1,000KW級ガスタービン発電設備「かわさきPU1250」の第1号機を完成した。この発電設備の心臓部であるかわさきMIA型ガスタービンは、同社が昨年開発したかわさきSIA型ガスタービン（出力275馬力）に続いて開発したローコストで構造簡潔、頑丈な産業用ガスタービンである。

●川崎重、船用吸収冷凍機を完成

川崎重工は船用吸収冷凍機の第1号機を完成した。エアコンなどに用いる冷凍機には、1)モーターで冷媒を圧縮して冷熱を得る、2)モーターを使わず、熱の移動・吸収によって冷熱を得る、方式の二通があり、同社は吸収式の冷凍機では国内最大のシェアをもつ。船用吸収冷凍機は陸用だけに使われていたのを始めて船舶にも搭載できるようにしたもので、モーターを使わずに、熱源にディーゼルエンジンの排熱を利用しているのが、在来の冷凍機にくらべエネルギーを大幅に節約できるのが特徴。同社では従来、船用に使用する際の欠点といわれた動揺に対し、ピッチング、ローリングについて、それぞれ工夫を加え完成したものの。

●船用機器開発協と新倉工業が原油洗滌装置を完成

日本船用機器開発協会と新倉工業は船舶振興会の補助をうけ共同開発中だった“荷油槽の原油洗滌装置”「HY-OTACマークII」を完成した。

荷油槽洗滌には従来、海水が使用されてきたが、最近では原油洗滌方式がふえ、このため揚荷中に荷油槽を洗滌する原油洗滌に重点をおいた装置で油性残留物を荷油とともに揚荷し、運航経済、タンククリーニングの時間短縮と海洋油濁の減少を目的として開発したもの。

●新興金属、低出力の舶用システム

舶用ポンプ類のメーカー、新興金属工業所（本社・広島）は10,000馬力級低出力ディーゼル船向けの排気ガス利用発電プラント・システム「EGGSシリーズ5タイプ」を実用化した。これは舶用機器開発協会の52年度随時技術開発テーマとして実用化に成功した国産初の製品。

●三菱など、浮かぶPCパイル工場を開発

三菱重工と大同コンクリート工業、清水ハーバーコンストラクション3社は、移動可能な台船上でPCパイルを製造する世界に類のないフローティングプラントの共同開発に成功した。

●三菱、「三菱・スルザー6RLA56型」初号機

三菱重工は神戸造船所で中小型船舶用主機としてスイス・スルザー社との提携による低速2サイクルディーゼルエンジン「三菱・スルザー6RLA56型（8,040PS/170rpm）」の初号機を完成した。

技術提携ほか

●鋼管、ドバイとコンサルタント契約

日本鋼管はドバイ政府から木造船修繕ヤード建設に関するコンサルタント業務を受注した。この修繕ヤードはアラビア湾近在で多数使用されている木造船（最大長45メートル程度）用で、シンクロリフト1基、修繕用バース40基および木造船の移動装置などを設備し、来年夏完成の予定。

●造船6社も参加して天然ガス処理システム委発足

日本海洋開発産業協会（JOIA）は資源エネルギー庁の委託で、今年度から洋上天然ガス処理システムの開発に取り組むことになっているが、このほど大手造船6社をはじめプラント・メーカーなどで構成する「洋上天然ガス処理システム研究委員会」（委員長・平川誠一東大教授）を開き、調査、設計、評価の3分科会の設置をきめた。調査期間は54年度までの3カ年で、調査費総額は約3億円。

●9月の船舶関係甲種技術援助新規契約は8件

運輸省船舶局は9月中の船舶関係甲種技術援助契約を締めた。新規契約は日立造船など8件、変更が

6件、合計14件である。

新規契約分の概要はつぎのとおり。

- 1) 日立造船=イギリス、シェル・リサーチと液化石油ガス運搬船のタンク内部防熱に関する技術。
- 2) ヤマハ発動機=スイス、MOTOREN・FABRICK・HATZと小型ディーゼルエンジン（型式Z788, 789）の設計技術。
- 3) 同=西ドイツMOTOREN・FABRICK・HATZ・GMBH & Co. KG.と小型ディーゼルエンジン（型式Z790）の設計技術。
- 4) 東洋海洋開発=アメリカAMTELとイモドコ式1点係留ブイと付属装置の設計、製造、据付、使用に関する技術
- 5) 川崎重工=イギリス、ロールス・ロイスとガスタービン主推進装置に関する設計コンサルタント。
- 6) 住友重機械=スイスSULZER・FRERES・SOCIETE・ANONYMEとスルザー型ディーゼル機関に関する製造技術。
- 7) 新潟コンバーター=ビッカース・シップビルディング・グループ（英国）と遊星歯車装置に関する設計および製造技術。
- 8) ローソンプロクツ・コーポレーション=西ドイツのHOWALDTSWERKE—DEUTSCHE・WE-RFT・AKTIENGELLSHAFTと船舶用油水分離器の製造および販売に関する技術。

●舶用機器開発協会の来年度新開発は14社・14件

日本舶用機器開発協会は来年度の新技术開発計画として①舶用機器10社9件、②海洋開発関係5社5件を発表した。開発項目つぎのとおり。

- 1) 機関軸系①2,300馬力V形高速ディーゼル機関、②省燃料型舶用ディーゼル機関、③非常用発電用小型軽量ガスタービン機関、④氷海商船用プロペラ
- 2) 補機・機装品 ①主軸駆動定周波発電機、②主機駆動発電装置
- 3) 制御・計測機器 ①浅海用高性能音響測深儀、②気筒内圧力変換器、③オイルタンカー用ゴム隔膜
- 4) 高性能半没水型高速船
- 5) 深海用非回転海洋観測用構造物
- 6) 海洋構造物 ①増殖型コンクリート・フローティング・バース、②無公害・高耐久性の養殖用海洋構造物、③海洋構造物の異常監視装置

NKコーナー

プロペラ軸の検査間隔、配管 関係等の規則改正案を承認

—昭和52年度第3回技術委員会—

去る9月12日、東京・丸の内の日本工業クラブで開催された昭和52年度の第3回NK技術委員会において鋼船規則の改正案が審議・承認されたが、そのうちの主なものを挙げれば次のとおりである。

- (1) プロペラ軸の抜き出し検査間隔は、IACS国際規則に合わせて1軸船では3年、多軸船では4年とする。

ただし、1軸船でもテーパー大端部について有効な非破壊検査を行なったものの検査間隔は、従来どおり4年としてよいことになった。

また、1種軸でも軸径が200mm未満のものに対する軸抜き出し検査の間隔の猶予制限が撤廃された。

- (2) 油潤滑軸受装置を装備する第1種プロペラ軸で、封油装置の現状等の検査結果が良好の場合は、軸の抜き出し検査の間隔をさらに延長することができることになった。また、プロペラの取付け用フランジを有する第1種軸で油潤滑軸受装置を装備しているものは、検査の際の軸の抜き出しは途中まででよいとする検査の簡易化規定が設けられた。

- (3) 現在、内規で定められている合成せん維ロープに関する規則がC編およびL編に新設された。また、ロープの芯にワイヤを入れた新しいワイヤロープの検査規則がL編に設けられた。

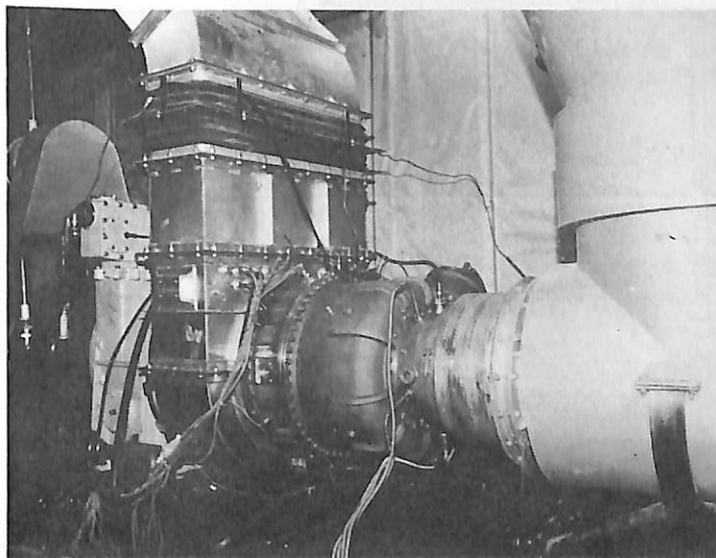
- (4) F編の管装置に関する規則が、IACS統一規則に合わせて全面的に改正されたほか、C編の船楼外板の規定等が改正された。

これらの改正規則は今後、NKの理事会、管理委員会で審議・承認されたのち、来年度の鋼船規則にとり入れられるが、日本船に対しては、従来どおり運輸省当局の認可を得た後実施されることになる。

純国産ガスタービン1号機 NK船級船に

川崎重工業ジェットエンジン事業部（明石市）で開発中であったM1A型ガスタービン機関（下写真）は、このほど開発に関するすべての試験を完了、9月13日付けでNKの承認を取得した。

このガスタービンは国産材料を用い、純国産技術で開発されたもので、最大出力は1,600PS。第1号機は川崎汽船所属の自動車運搬船でNK船級を持つ“ばしふいっくはいうえい”（13,533総トン）のバックアップ電源である900KW発電機駆動用に用いられることになっている。



NK船に搭載予定のM1A型国産ガスタービン1号機

竣工船一覽

The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① TEKAD	② CELTA ROSE	③ KAENARY
所有者 Owners	Big Marine Maritime	Wide Green Line	Dong Sue Shipping
造船所 Ship builder	高知県造船(Kochiken)	栗之浦 Dock(Kurinoura)	西造船(Nishi)
船級 Class	NK	NK	KR
進水・竣工 Launching・Delivery	77/7・77/9	77/5・77/7	77/7・77/8
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨(Cargo)・遠洋	貨(Cargo)・遠洋	貨(Cargo)・遠洋
G/T・N/T	3,734.09/—	4,247.55/2,646.42	4,285.09/2,805.82
LOA(全長:m)	106.43	109.04	110.04
LBP(垂線間長:m)	97.95	101.80	101.90
B(型幅:m)	16.40	17.00	17.20
D(型深:m)	8.15	8.60	8.50
d(満載吃水:m)	6.703	7.026	6.92
満載排水量 Full load Displacement	8,398.95	9,630	9,520.85
軽貨排水量(約) light Weight	2,097.4	*2,223.1	2,215.81
載貨重量 L/T Dead Weight	*6,201.49	*7,289.9	*7,189.66
K/T	6,301.01	7,406.9	7,305.04
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m ³)	7,696/8,389	8,642.00/9,431.00	9,180.97/9,672.40
主機型式/製造所 Main Engine	赤阪6UET45/75C型	阪神4cycle Diesel	三菱UET45/80D
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	3,800/230	4,500/230	4,500/230
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	3,230/217.8	3,825	3,825/218
燃料消費量 Fuel Consumption	14t/d	160g/ps/h	161.2g/ps/h
航続距離(海里) Cruising Range	9,200	10,000	10,300
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	15.636	15.15	15.81
航海速度 Service Speed	12.4	13.00	12.80
ボイラー(主/補) Boiler	コクランコンポジット 500kg/h×7kg/cm ² ×1	三浦工業VWS-800型 10kg/cm ²	800kg/h, 600kg/h
発電機(出力×台数) Generator	200KVA×2	250KVA×2	200KVA×2
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	482.7	478	493.30
燃料油倉容積(m ³)FOT	858.2	752	653.38
特殊設備・特徴他	—	20T×2 Gang 15T×2 Gang	—

④ TAUBE

Partrederiet For
New Building
川崎神戸(Kawasaki)

N V

77 / 6 · 77 / 10

貨(Cargo) · 遠洋

9,499.58 / 3,649.17

142.90

134.50

32.20

20.30

7.815

—

—

10,508

10,999

ペール26,388.4

川崎MAN K6Z70/120

9,300 / 145

7,900 / 137

29.7t/d

10,200

17.864

14.0

円筒型

AC450V×1,050KVA×3

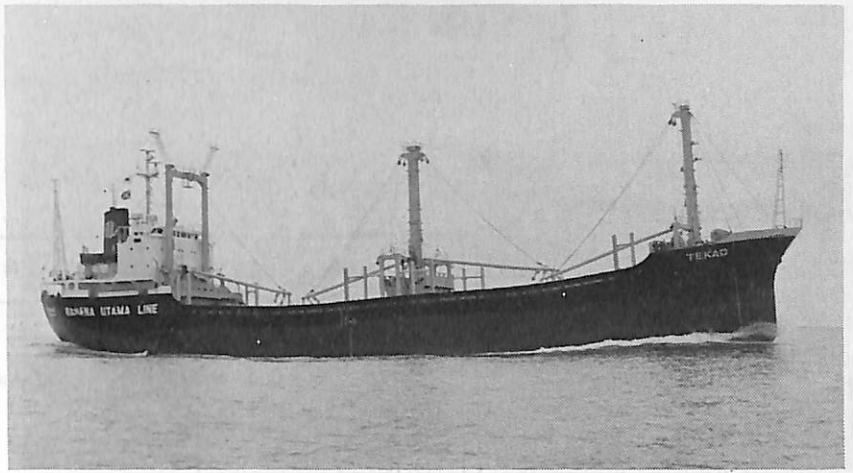
14,501.2

253.2

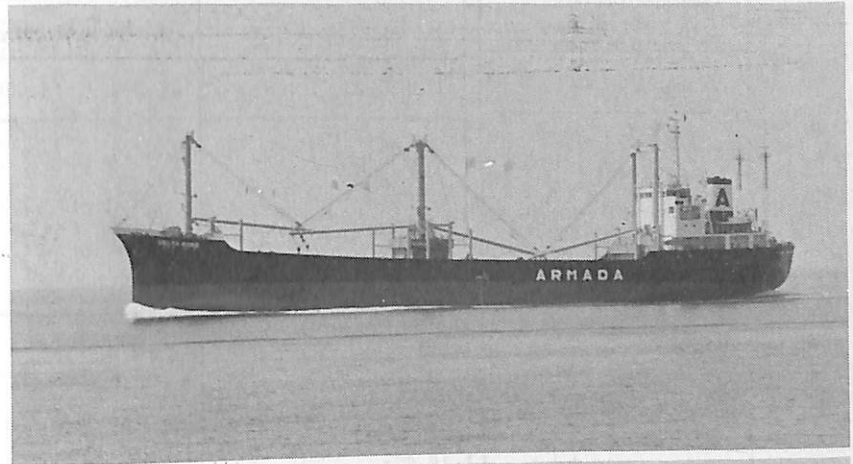
1,279.6

35 t 電動油圧カーブ
リフト×1
スタンランプウェイ×2
BORO船

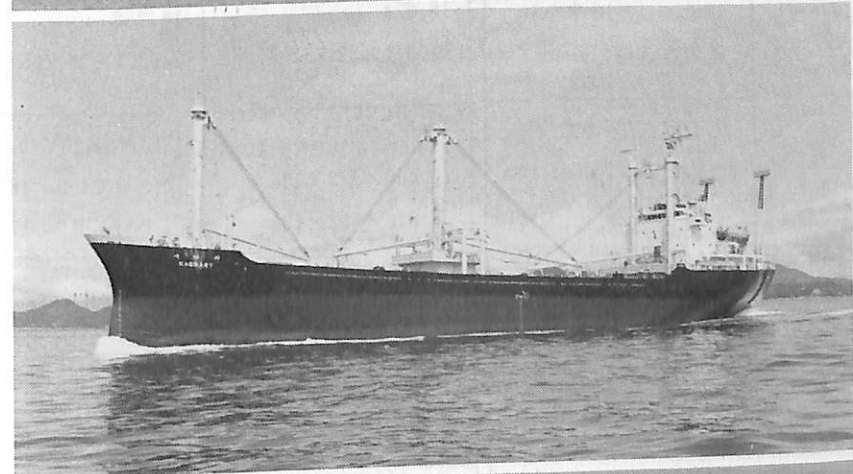
①



②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ KASHIMA MARU	⑥ LAGOS VENTURE	⑦ YAMO USSOUKRO
所有者 Owners 造船所 Ship builder 船級 Class 進水・竣工 Launching・Delivery 用途・航行区域 Purpose・Navigation area	日之出汽船(Hinode Kisen) 尾道造船(Onomichi) NK 77/3・77/9 貨(Cargo)・遠洋	Elite Carriers 檜崎造船(Narasaki) NK 77/2・77/8 貨(Cargo)・遠洋	Societe Ivoirienne De Transport 三菱横浜(Mitsubishi) BV 77/6・77/9 貨(Cargo)・遠洋
G/T・N/T	11,853.29/7,498.37	11,911.97/8,656.46	13,530.65/7,066.12
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	154.40 142.50 23.60 13.00 9.574	156.20 142.90 22.80 13.70 10.00	156.00 146.00 24.00 13.30 9.818
満載排水量 Full load Displacement 軽貨排水量(約) light Weight 載貨重量 L/T Dead Weight K/T 貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m ³)	25,119 6,495 18,330 18,624 21,371/22,761	— — 17,970 18,258 24,201/25,735	23,950 * 7,210 * 16,475 16,740 23,811.2/25,216.2
主機型式/製造所 Main Engine 主機出力(連続:PS/rpm) MCR 主機出力(常用:PS/rpm) NCR 燃料消費量 Fuel Consumption 航続距離(海里) Cruising Range 試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed 航海速度 Service Speed	NKK-SEMT- Pielstick-16PC2-5V型 10,400/519・138 8,840/492・131 32.9t/d 11,790 17.938 15.5	三菱MAN18V40/54型 10,000/430・181 9,000/415・175 31.8t/d 12,505 18.295 15.5	三菱Sulzer7RND68型 11,550/150 10,400/145 38.4t/d 14,300 19.82 18.10
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	サンロッド型7kg/cm ² ×1 AC450V×320KW×3	1,200kg/h×9kg/cm ² ×1 450V×650KVA×3	バーチカル シリン ドリカルコンポジット型 AC390V×560KW×3
貨油倉容積(m ³)COT 清水倉容積(m ³)FWT 燃料油倉容積(m ³)FOT	— 566 1,220	— 540 1,226	— 337.8 1,562.9
特殊設備・特徴他	川崎式ガイレス360° 旋回型240KT ヘビーデリック装備	Ro/Ro船 ヘビーデリック100t型	冷凍貨物船(ベール) 342.6m ³ (AUT)and+RMC

⑤



⑧ GUNVER CORD

Concord Line Shipping

三井千葉(Mitsui)

LR

77 / 5 · 77 / 9

貨(Cargo) · 遠洋

18,965.25 / 12,796.23

179.00

170.00

27.00

14.80

10.954

—

—

33,778

34,318

38,817.7 / 44,271.5

三井B&W DE6L67GF

11,200 / 119

10,200 / 115

39.5t/d

15,280

17.12

15.24

水管式1,400kg/h×6-
7.5kg/cm²

750bhp×3

—

224.2

1,809.8

"UMS"

⑥



⑦



⑧



船名 Name of Ship	⑨ OPAL BOUNTY	⑩ SUNNY HAWK	⑪ KOREAN AMBER
所有者 Owners	Sea Containers Atlantic	日之出汽船(Hinode)	Korea United Lines
造船所 Ship builder	瀬戸内造船(Setouchi)	旭洋造船(Kyokuyo)	林兼長崎(Hayashikane)
船級 Class	LR	NK, NS, MNS	KR, AB
進水・竣工 Launching・Delivery	77/4・77/8	77/6・77/9	77/7・77/10
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	コンテナ(Container)・遠洋	油(Oil)・遠洋	ばら積/木材(Bulk/Timber)・遠洋
G/T・N/T	5,483.16/3,248.79	7,113.70/4,169.71	11,710.43/7,206.10
LOA(全長:m)	119.00	135.50	156.036
LBP(垂線間長:m)	107.25	125.00	144.44
B(型幅:m)	18.90	19.40	22.50
D(型深:m)	10.50	10.10	12.00
d(満載吃水:m)	7.65	8.318	9.171
満載排水量 Full load Displacement	10,303.18	15,938	23,692.65
軽貨排水量(約) light Weight	3,720.28	3,935	5,476.45
載貨重量 L/T Dead Weight	6,479.00	*11,813	17,928.38
K/T	6,582.90	12,003	18,216.20
貨物倉容積Capacity (ベール/グリーン:m ³)	9,748.21/9,961.81	—	22,593.05/23,395.60
主機型式/製造所 Main Engine	川崎MAN16V40/54mU型	神発6UET52/90D	三井B&W6K62EF型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	8,900/430	6,000/198	8,900/155
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	8,010/416	5,100/188	8,100/150
燃料消費量 Fuel Consumption	32.9t/d	—	30t/d
航続距離(海里) Cruising Range	14,000	11,800	12,000
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	18.634	14.111	17.783
航海速度 Service Speed	17.00	13.3	14.70
ボイラー(主/補) Boiler	サンロッド型 1,500kg/h×7kg/cm ² G	西田NET-1	コ克蘭コンポジット型 1,000kg/h
発電機(出力×台数) Generator	6DS-26, 1,300ps×70rpm,×3	400KVA×2	AC370KW×445V×1
貨油倉容積(m ³)CO T	—	13,503	—
消水倉容積(m ³)FW T	106.26	308	325.76
燃料油倉容積(m ³)FOT	1,235.1	1,920	1,417.43
特殊設備・特徴他	コンテナ数 20'-350 35'-166, 40'-154 30tガントリクレーン	貨油ポンプ-ホリゾン タルギヤ型×6	—

⑫ ANRO AUSTRALIA

Australian Shipping

川崎神戸(Kawasaki)

LR

77 / 4 · 77 / 9

コンテナ(Container) · 遠洋

13,721.59 / 5,518.09

181.76

168.00

27.50

16.75

9.023

—

—

16,217

16,477

—

川崎MAN9L/55A×2

9,495 / 450×2

8,070 / 450×2

57.1t/d

14,000

21.642

18.0

横型煙管式

{ AC450V×2,500KVA×2
AC450V×2,150KVA×1
AC450V×150/700KVA×1(補)

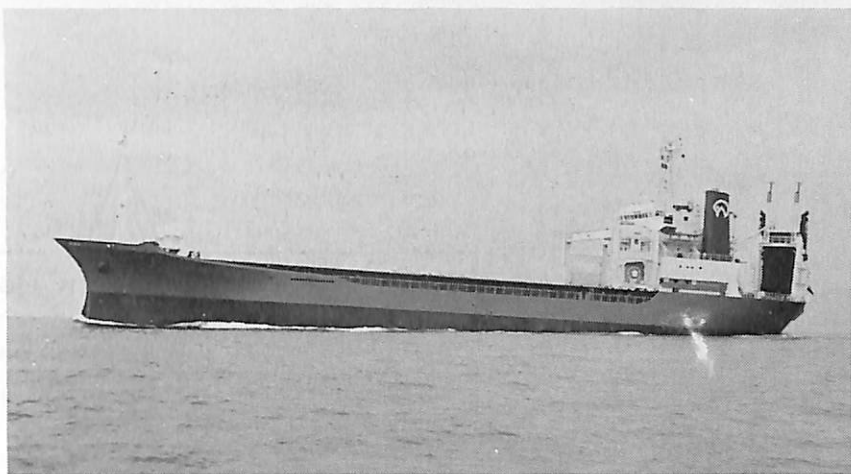
—

235.9

2,009.2

パウ斯拉スター×1

⑨



⑩



⑪



⑫



船名 Name of Ship	⑬ PACMERCHANT	⑭ SOUTH LIGHT	⑮ TRONGATE
所有者 Owners	Trans-Pacific Shipping	South Light Shipping Inc.	Turnbull Scott Shipping
造船所 Ship builder	名村大阪(Namura)	佐野安大阪(Sanoyasu)	三菱広島(Mitsubishi)
船級 Class	A B	N K	L R
進水・竣工 Launching・Delivery	77/6・77/9	77/5・77/9	77/5・77/9
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積,木材(Bulk & Timber)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	14,455.02/9,558	15,225.07/10,269.69	18,604.29/11,256.62
LOA(全長:m)	171.43	169.58	171.00
LBP(垂線間長:m)	162.00	160.00	160.00
B(型幅:m)	25.50	24.80	27.20
D(型深:m)	13.80	14.35	14.10
d(満載吃水:m)	9.932	10.32	10.214
満載排水量 Full load Displacement	33,645	33,748	36,856
軽貨排水量(約) light Weight	7,209	6,150	* 7,270
載貨重量 L/T Dead Weight	26,020	*27,167	*29,118.7
K/T	26,436	27,603	29,586
貨物倉容積Capacity (ペール/クレーン:m³)	32,089/32,866	32,544.1/33,979.6	—/39,508
主機型式/製造所 Main Engine	三菱Sulzer7RND68	住友Sulzer6RND68	三菱Sulzer6RND76型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	11,550/150	9,900/150	12,000/122
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	10,400/145	8,910/145	10,200/116
燃料消費量 Fuel Consumption	39.3t/d	34t/d	153g/ps/h
航続距離(海里) Cruising Range	14,900	15,300	18,600
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	17.36	17.28	17.13
航海速度 Service Speed	15.2	14.75	15.00
ボイラー(主/補) Boiler	コクラン1,200kg/h×7kg/cm²	コクランコンポジット 1,500kg/h×7kg/cm²G	バーチカル シリン ドリカルコンポジット型
発電機(出力×台数) Generator	450V×460KW×3	AC450V×465KVA×3	AC450V×530KW×3 AC225V×30KW×1
貨油倉容積(m³)COT	—	—	—
消水倉容積(m³)FWT	121.4	359.8	226.4
燃料油倉容積(m³)FOT	C油 1,664.7 A油 177.5	1,854.5	2,576.2
特殊設備・特徴他	—	甲板上木材積用起倒式 スタクション	—

⑬ CAVALIER BULKER

Mediterranean Inter-
national Navigation
日立舞鶴(Hitachi)

A B

77 / 3 · 77 / 10

ばら積(Bulk) · 遠洋

20,608.02 / 15,065

182.245

172.210

28.130

15.850

11.326

43,334

* 6,494

36,259

* 36,840

44,476.76 / 50,643.12

日立Sulzer7RND68型

11,550 / 150

10,400 / 145

40.36t/d

15,340

17.05

14.90

コンポジット横型煙管式
AC450V×400KW×3

—

370.26

2,048.93

上甲板に木材積設備

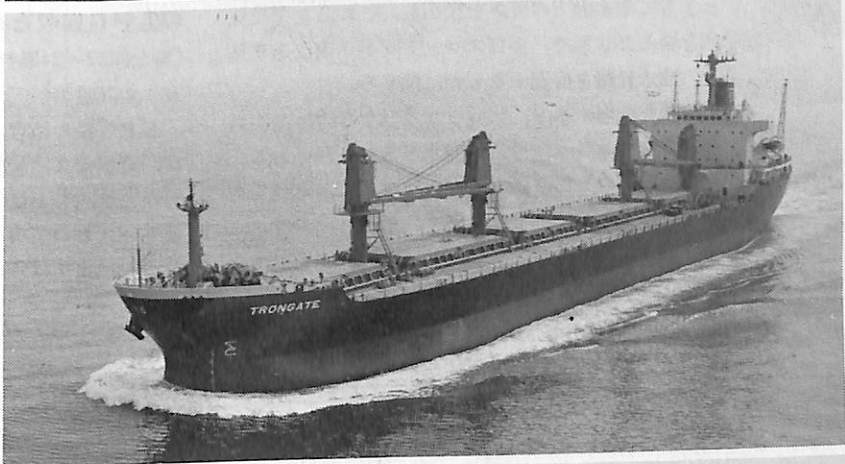
⑬



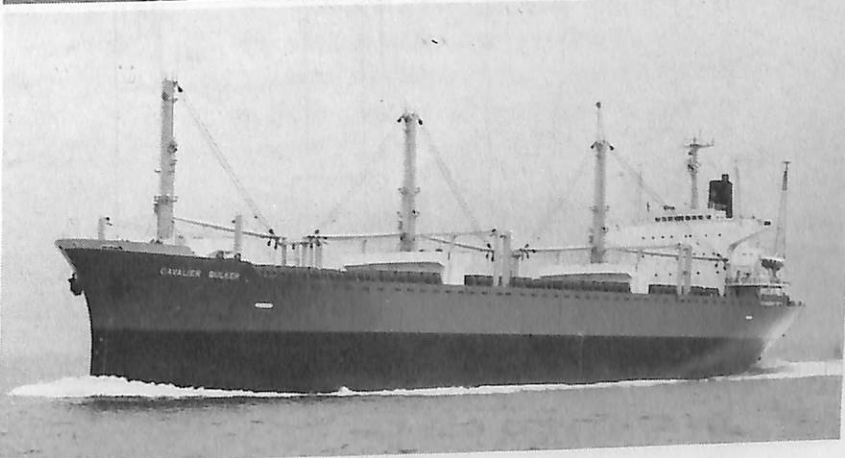
⑭



⑮



⑯



特許解説 / PATENT NEWS

●スロップタンクの油水分離促進装置〔特公昭52-24313号公報，発明者；大神孝裕外1名，出願人；三菱重工業〕

タンカー荷油タンクの洗浄油水は，一般にスロップタンクに収容されて油水分離され，水のみを海中に排出する手段が採られている。しかし，海洋汚染防止の基準は厳しくなる傾向にあり，従来の方法による静置のみの油水分離では不十分となる。

油水分離を促進させる手段として，油水中に微粒気泡を吹き込むことが提案されているが，スロップタンク用として効率のよいものは，まだ確立されていない。

本発明は上記問題を解決するためになされたもので，エダクターを用いて，スロップタンク内の油水とともに油水面上のガスを吸引し，これらを微粒気泡を含んだ状態で，再びスロップタンク内に送り込み，油水分離を促進するものに関する。

図面を参照すると，スロップタンクS内にはあらかじめ荷油タンク洗浄用の海水が入れられており，この海水がポンプ2によりベルマウス1から吸入され，その一部が吐出管3を経て，各荷油タンクCに設けられたクリーニングマシン4から，圧力射水として吐出され洗浄を行なう。

ポンプ2からの海水の残部は，エダクター6に送られ，エダクター6が作動する。エダクター6は荷油タンク洗浄油水を，各荷油タンクのベルマウス12より吸入し，同時にスロップタンクSの上部空間のガスを管8により吸入する。

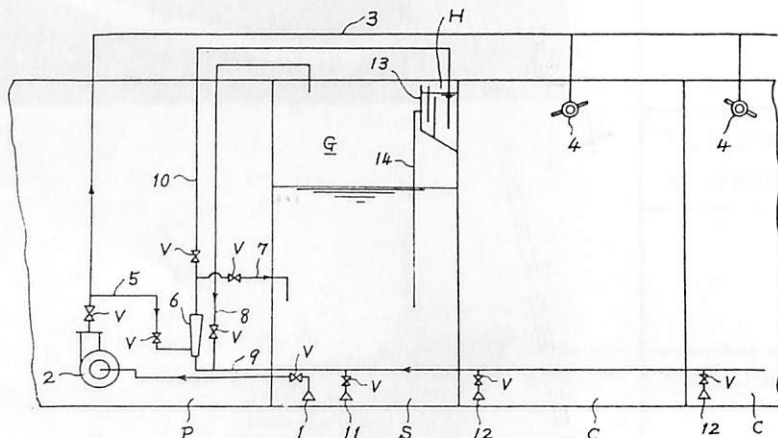
このガスはエダクター6のノズル部で微粒な気泡とされ，タンク洗浄油水とともに管7を経てスロップタンクS中に排出され，その気泡は油分を吸着して，油水の分離を促進させる。

エダクター6から排出される微粒気泡を含む洗浄油水は，分岐管10により油水スラッジ粗分離槽に送り込むことも可能である。

●LPG船のタンクパージとパージ排ガス中のLPG回収とを行なう方法およびその装置〔特公昭52-24314号公報，発明者；半田忠彦，出願人；大同酸素〕

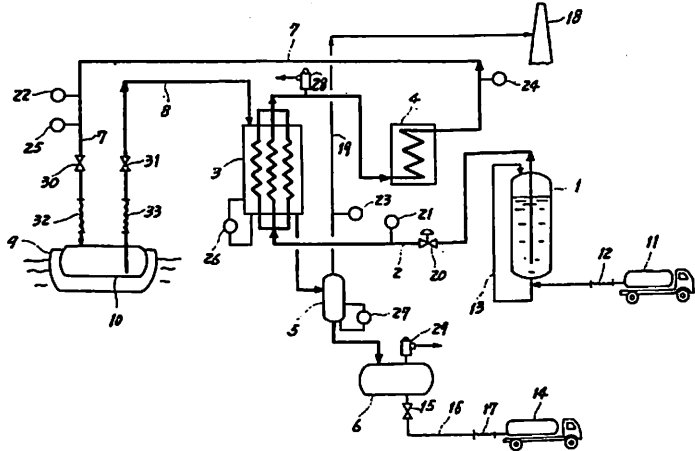
LPG船の修理，点検等に際してのタンクパージは，窒素ガス，炭酸ガス等の不活性ガスを使用して行なわれ，LPGタンクより排出されるLPGと不活性ガスとの混合ガスは，そのまま空気中に放出されるか，または陸上へ送られて燃焼処理されている。

スロップタンクの油水分離促進装置

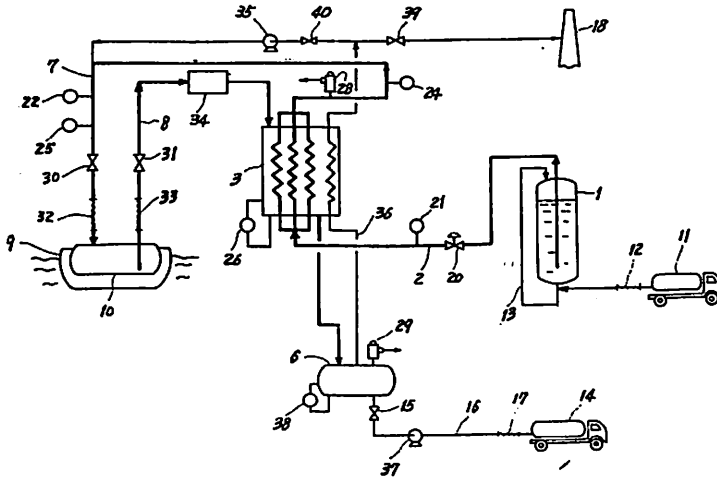


LPG船のタンクバージとバ
ージ排ガス中のLPG回収と
を行なう方法およびその装置

第1図



第2図



上記従来の方法では、いずれも大気汚染の問題を生じ、また危険性をも有している。さらに多量ではないにしても、残留LPGがまったく利用されないことは、資源の無駄使いとなり損失が大きい。

本発明は上記背景のもとになされたもので、不活性ガスのうち寒剤として優れ、比較的安価で多量に入手できる液体窒素を利用して、タンクバージとバージ排ガス中のLPG回収とを同時に行なうものに関する。

第1図を参照すると、タンク1にはあらかじめ液体窒素が貯えられる。LPG船のタンク10をバージする必要が生じると、供給管7の先端がタンク10に接続され、弁20が作動される。低温、低圧の液体窒素はコンデンサ3を通過し、蒸発器4内で気化され、LPGタンク10内に送入される。

一方、タンク10内の残留LPGは、送入される窒

素ガスに押し出され、管8を経てコンデンサ3内に供給される。コンデンサ3内で液体窒素との間で熱交換され、LPGは凝縮液化し、セパレータ5に流下し、さらに貯蔵タンク6内に回収される。セパレータ5から分離された少量のLPGを含む窒素ガスは、フレアスタック18に送られる。

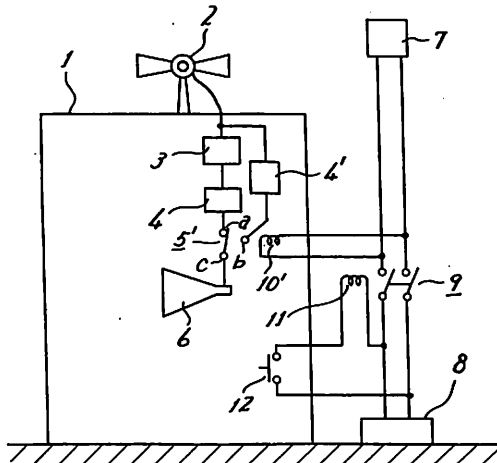
第2図のものは他の実施例で、蒸発器、セパレータを省略し、冷凍機34を付加し、少量のLPGを含む窒素ガスを再度コンデンサを通過させ、窒素ガスを再利用するものである。

●密閉監視室における警報音聴取方式〔特公昭52-24316号公報、発明者；新宅義重、出願人；伊吹工業〕

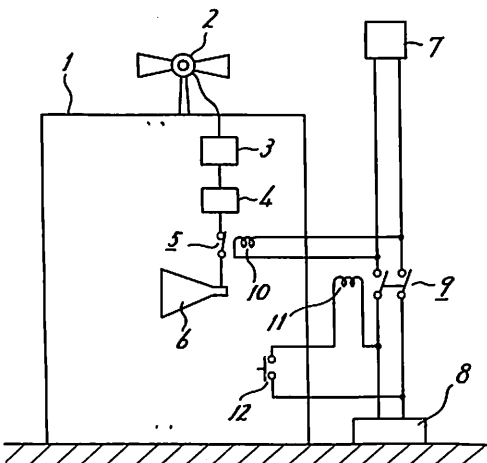
船上で前方を監視する者にとって、自船から発する警報の強い音は監視員の聴機能を損傷することが

密閉監視室における警報音聴取方式

第1図



第2図



あった。

本発明は外部からの音はいらない密閉した室内において、自船から発する警報が室内に侵入することを遮断するが、他船から発する警報は室内において監視員が聴取できるようにして、上記の問題を解決するとともに、他船より発する警報を確実に聴取するようにしたものに関する。

図面を参照すると、外部からの音すなわち自船から発する警報音を室内では聴取できないような全密閉監視室1の外部適所に、全方向式集音器2が取付けられる。集音器2は監視室内に設置された増幅器3、濾波器4、常閉電磁開閉器5を経て、スピーカ6に接続され、他船の警報をスピーカ6を通じて室内の監視員に知らせる。

7は船上に設置された警報器で、常閉電磁開閉器9を介して電源に接続され、監視室内からスイッチ12により作動可能に構成されている。

自船から警報を発するため、スイッチ4をオンにすると、コイル11が励磁され、常開電磁開閉器9が閉成して警報が発せられる。この時同時に、コイル10

が励磁され、常閉電磁開閉器5が開成され、スピーカ6への電路を遮断して、自船から発する警報音はスピーカ6で再生されない。

第2図は他の実施例で、自船からの警報を確認できるように構成したもので、常閉電磁開閉器5に代えて切換開閉器5'を採用し、自船から警報を発した場合、増幅器3よりも増幅利得の少ない増幅器4'に切換え、スピーカ6からは弱い警報音が再生される。
〔特許庁審査第三部運輸 幸長保次郎〕

船舶技術研究所の第30回(昭和52年度秋季)研究発表会

▷日時/12月1日(木)~2日(金) 午前10時~午後5時

▷場所/船舶技術研究所講堂(三鷹市新川6-38)

▷問合せ先/船舶技術研究所研究調査官

電・0422-45-5171 内線251

■おことわり 新造船紹介シリーズ(3)“EIFFEL”と“ディーゼルエンジン”は誌面の都合で休載いたします(編集部)

船舶 第50巻第12号 昭和52年12月1日発行
12月号・定価800円(送料41円)

本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。

発行人 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)

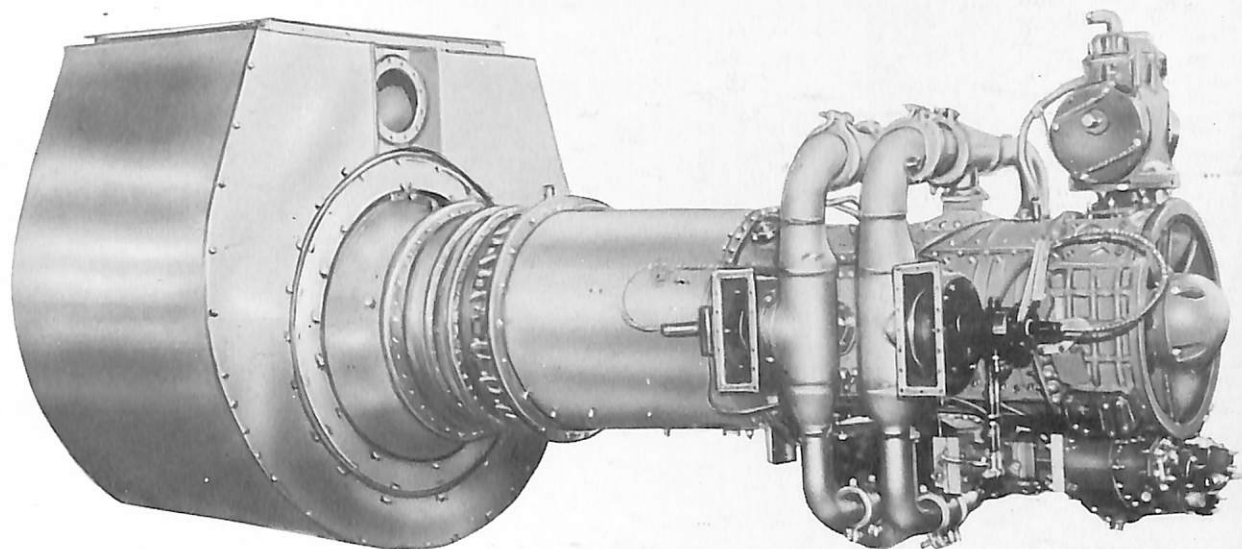
*本誌のご注文は書店または当社へ。

*なるべくご予約ご購読ください。



GM Allison ガスタービン

出力5420馬力



GMアリソン 501KF 船用ガスタービンは 10,000 時間以上のテスト及び海上運転の結果に依って騒音や振動の極めて少ない船舶用主機関としての優れた特性が実証されています。

U.S.Navyのきびしい規格であるMIL-E-17341に公式に合格した唯一のガスタービン機関でDD-963 デストロイヤーの発電機関としても採用されています。



ゼネラル・モーターズ・コーポレーション
デトロイト・ディーゼル・アリソン日本総代理店
富永物産株式会社

東京都中央区日本橋小舟町2の5(伊場仙ビル) TEL 03 (662) 1851(大代表)
大阪市北区綱笠町50番(堂ビル) TEL 06 (361) 3836~9



曳旋網漁船 RD10 TA搭載

技術の日産

JG認定馬力 46. 70. 160. 210. 247. 280. 360. 450
農林馬力 17. 25. 35. 45. 60. 80. 110. 120. 150. 180

4サイクルで最も新しく最も進歩したエンジン
小型・耐久力抜群。殊に長時間大負荷の漁船に最適
低騒音・低振動・低燃費(450psエンジンで175g/2,300rpm/ps-h)
フロントから発電機・油圧ポンプ・漁撈機械等の大馬力駆動可
減速ギヤの選択により高速艇から観光船・漁船まで広範囲な用途
ターボは基本設計から企画され、各部剛性高く信頼性に秀で、清水冷却超小型
ご安心願える充実したアフターサービス



日産ディーゼル東京販売株式会社マリングループ

東京都江東区豊洲5-4-1 〒135 電話(03)532-3211(大代)