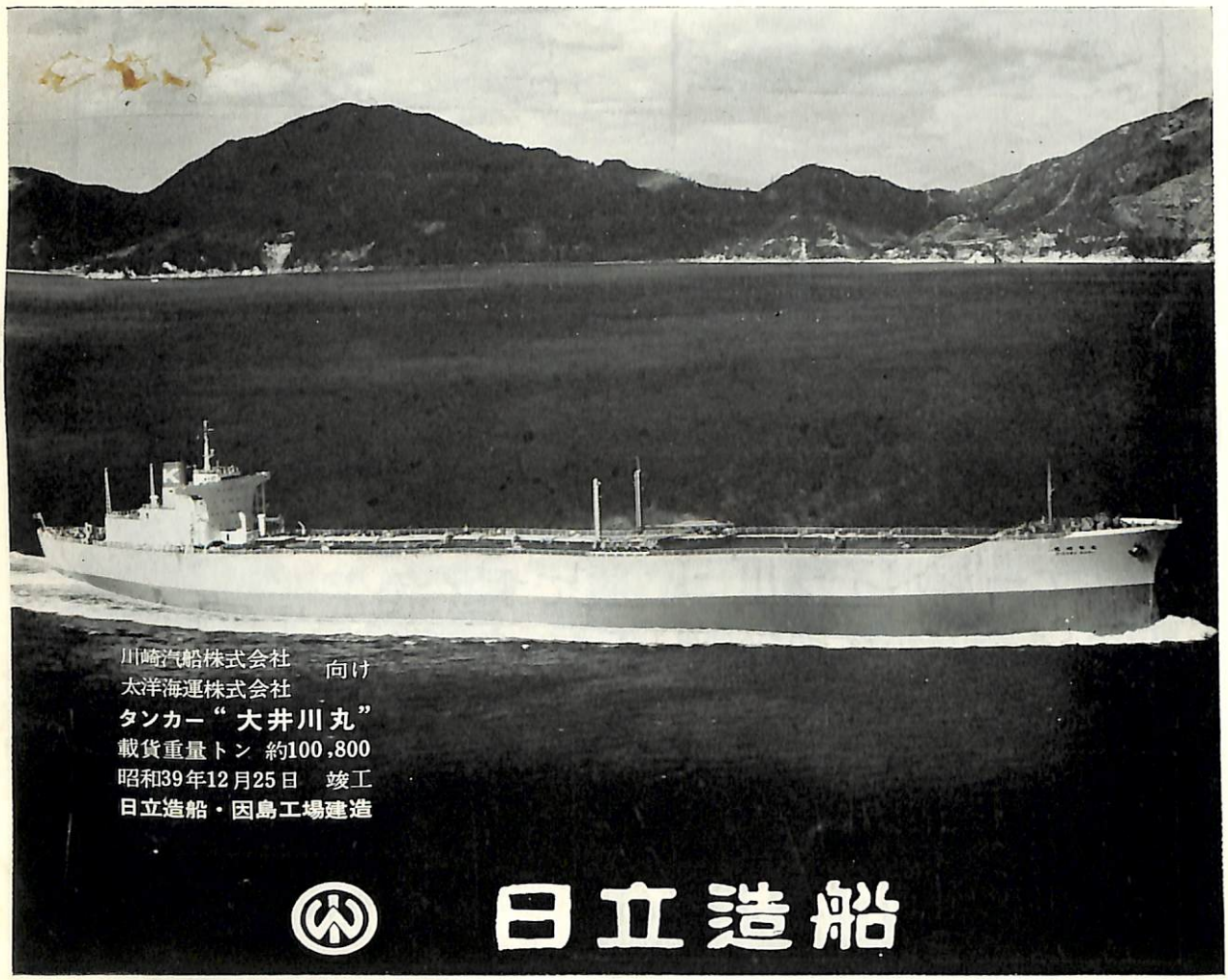
昭和五年三月二十日　第三種郵便物認可
昭和四十年三月七日　印刷
毎月一回十二日　発行
昭和四十年三月十二日　発行
昭和二十四年三月二十八日運輸省特別承認雑誌第四〇六号

SHIPPING 船舶

1965. VOL. 38

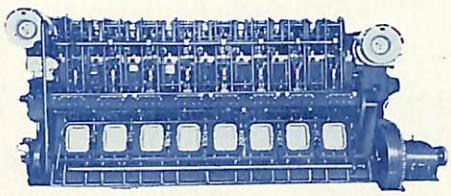
3



天然社

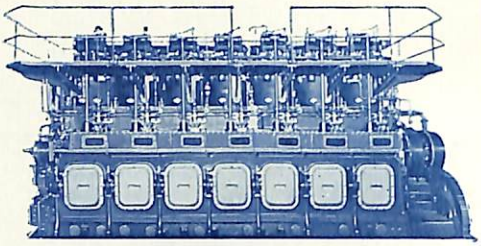
Akasaka Diesel

漁船並に一般客貨船用
発電機用、原動機用デーゼル機関
赤阪 4サイクル70～2,800馬力



三菱UEディーゼル機関

三菱重工（株）長崎造船所
との技術提携に依り製造
1,500～6,300馬力
UET33／55，39／65，45／75
UEC52／105



株式会社 赤阪鐵工所

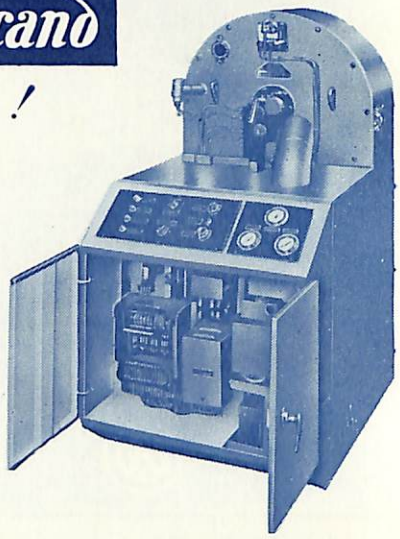
本　社　東京都中央区銀座東1－10　TEL (567) 9271～5
工　場　静岡県焼津市中港町 594　TEL (焼津) 2121～5
出張所　札　幌・大　阪・福　岡・東　北

●英国ASSOCIATED BRITISH COMBUSTION社と技術提携

Volcano

パッケージボイラ用に最適です！

■すべて完全自動制御。操作は簡単です。
■今までのものにくらべコンパクトです。
■燃焼量　50～1100kg／hr

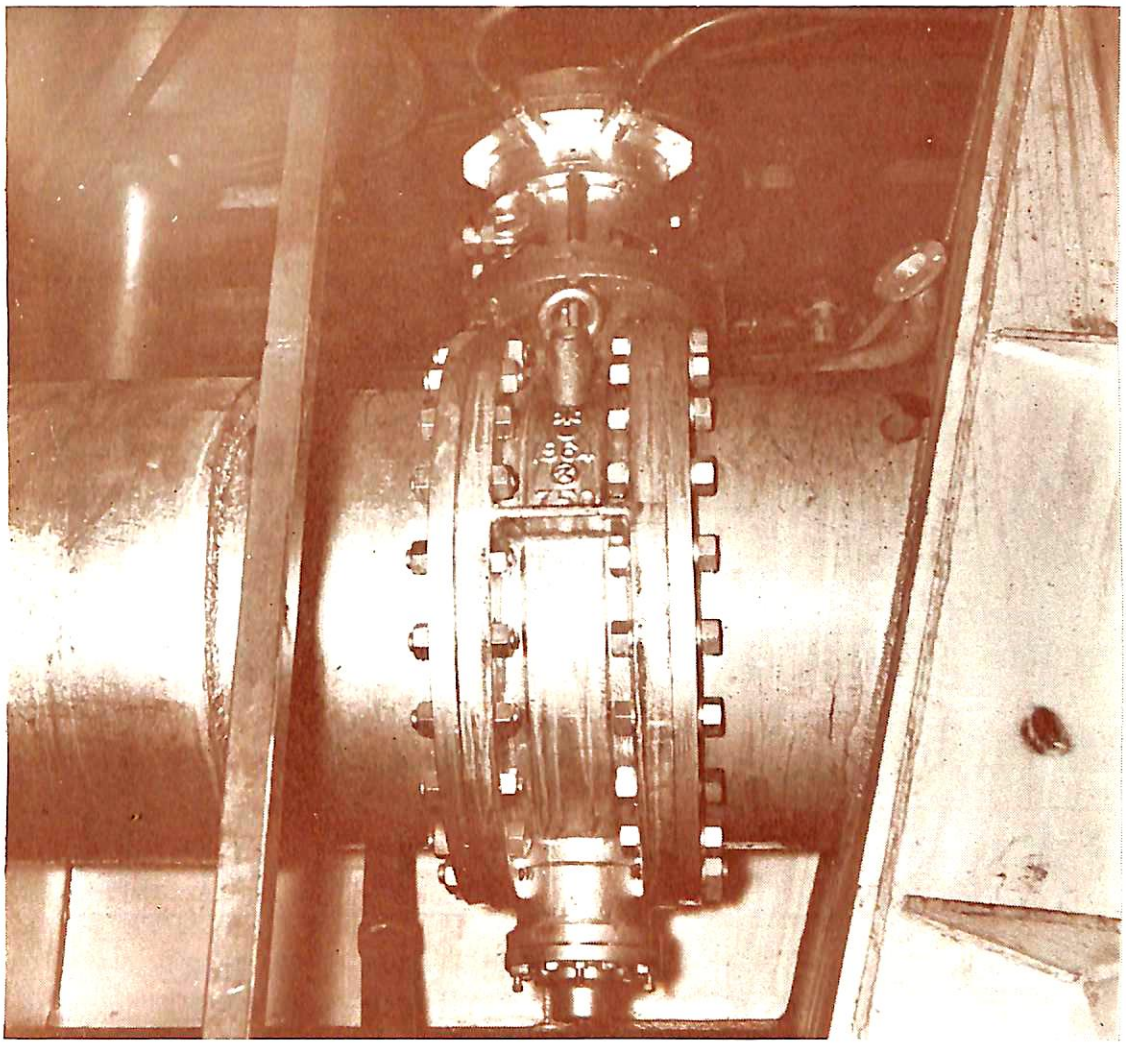


完全自動 ターボジェットバーナ

▶完全自動制御装置付◀

製造元 ボルカノ株式会社
大阪市東淀川区野中北通1－13　TEL 392—5541～7
出張所　東　京　・　名　古　屋

総代理店 日商株式会社
大阪区東区今橋3－30　TEL 202—1201(代)
支　店　東京・名古屋・札幌・広島・長崎



クボタ 舶用バルブ

船には各種のバルブが使われていますがこれは、川崎汽船(株)吉野川丸(69000t)にクボタが納入した、サイドスラスト用のバルブです。海水をコントロールするため材質は耐食性のものを使用しています。

口径　750m/m　常圧　10kg／cm²

材質　弁箱、弁体　SC46(鋳鋼)

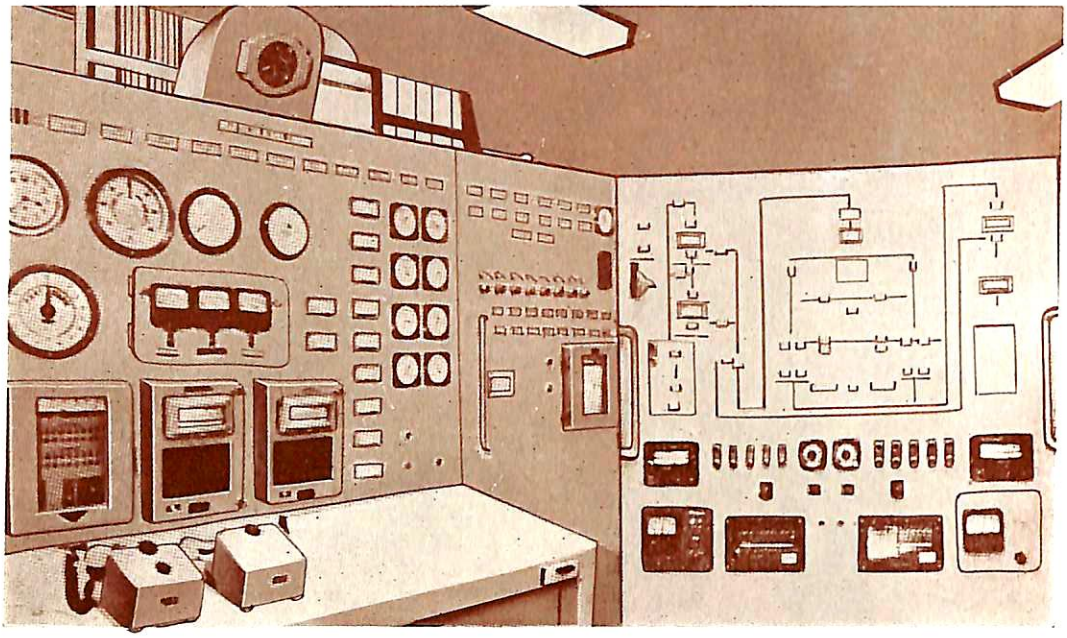
シャフト　SUS22(ステンレス)

シート　ネオプレン

クボタ

国つくりから米つくりまで

㊀久保田鉄工



船舶自動化に理化電機工業の

オートメーション計器

温度計（抵抗・熱電式）〔指示・記録・調節〕
検温計（水　質　計）〔指示・記録・調節〕
その他各種自動制御装置

PD-102型デジタル温度計

PBC-4型スキャニング・
コントロール温度計

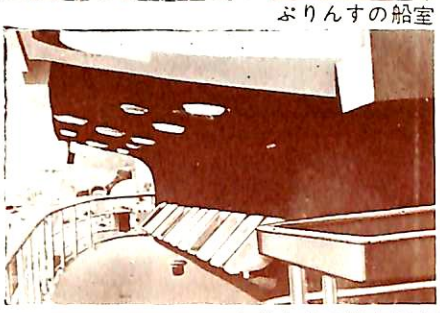
RDK 理化電機工業株式会社

本社・工場；東京都目黒区唐ケ崎６２５番地
電　話　東京（712）３１７１（代表）
出　張　所；　小　倉　・　札　幌

観光船ぷりんす

豪華さがある

ぷりんすの船室



ぷりんすの遊歩甲板

●船旅に風情をそえる

船橋からピンとつきでた燕尾服のようなスマートな甲板。その下の遊歩甲板には一本の柱もなく、まわりの眺めをいっさい、さえぎりません。快調な船足、上品な船室が旅の風情を高めていますが、このような魅力的な客船に仕上げたのが、アルミです。

●注目を集める経済性と性能

アルミは船舶用の金属材料として最も適しており、船室を豪華に飾ったり、軽量化によってスピードを増すだけでなく、構造用材料としても経済的であることが認められてきました。

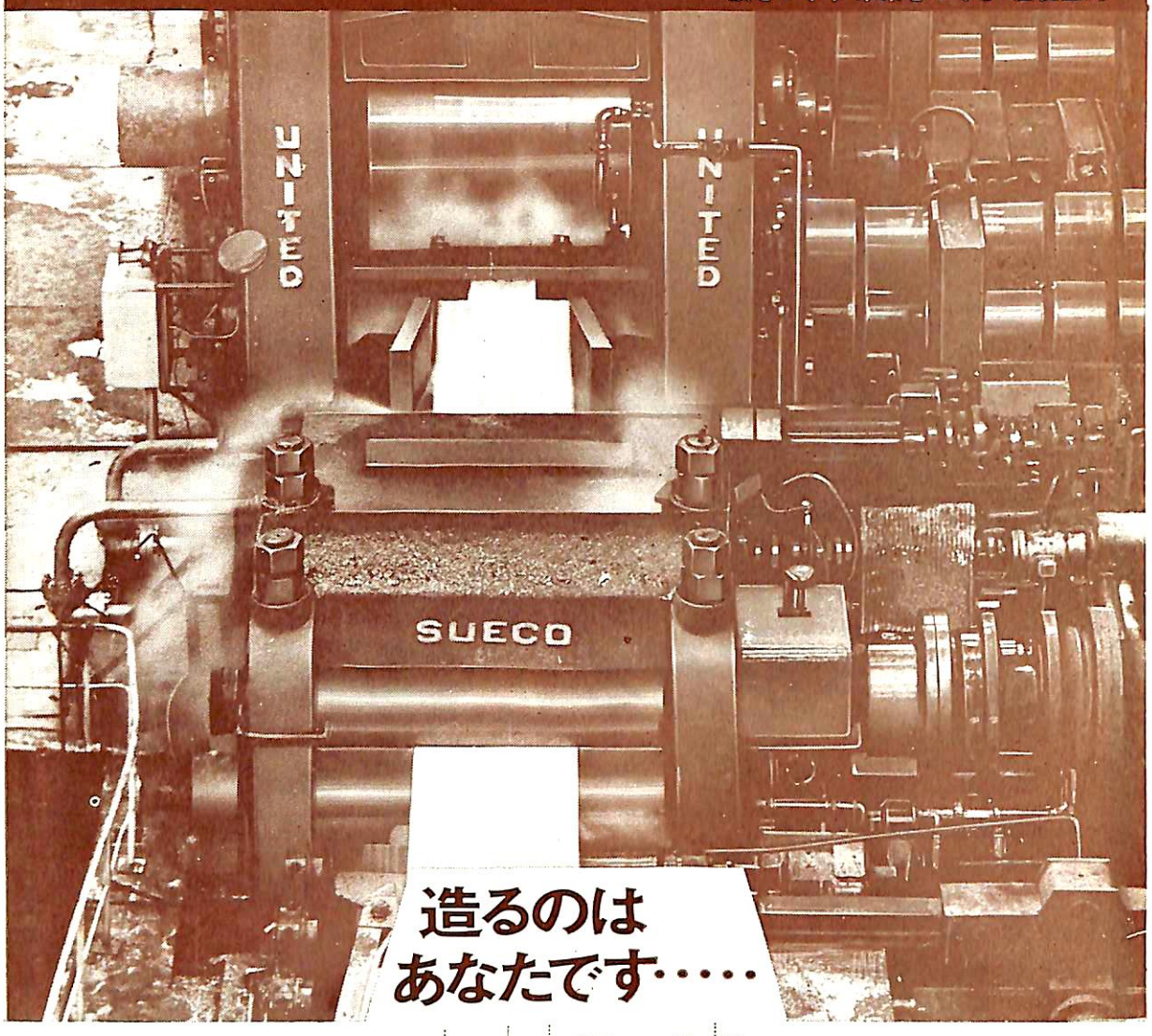
上甲板から上にある客室、天井、船側などに住友のアルミを大量に使用した観光船**ぷりんす**は、その代表的例です**住友軽金属**のすぐれたアルミ素材は、このほかあらゆる範囲に使われています。ご用途によってご相談ください。

●お問合わせは開発部へどうぞ

住友軽金属

本　　店	東京都千代田区丸の内1－2	電(211)0641
大阪営業所	大阪市東区北浜５－２２	電(203)2321
名古屋販売部	名古屋市中区栄町５－５	電(97)1531
福岡事務所	福岡市天神町５８天神ビル	電(75)6031
札幌事務所	札幌市北大通西４－６	電(25)0415
広島事務所	広島市紙屋町３３広島ビル	電(21)7231

"鉄をつくり 未来をつくる"住友金属



造るのは
あなたです……

住友のホット・ストリップ・ミルは　カード・プログラム
コントロール・システムを導入。分塊から仕上げ圧延まで
温度・圧下力・電流・スピードなどは　すべて自動的に
コントロール。機械を操作するのは　ご注文なさるあなた
です。住友の鋼板は　幅・厚み・材質などすべて　あなた
のご要望に100パーセント忠実に造られるのです。X線や
赤外線による品質検査が製造過程で同時に行なわれるので
寸法精度・表面状況が　とくにすぐれています。

住友の鋼板
住友金属

住友金属工業株式会社

本社／大阪市東区北浜５の１５(新住友ビル)
支社／東京都千代田区丸の内１の８(新住友ビル)
営業所／福岡・広島・高松・名古屋・新潟・仙台・札幌

船舶

第 38 巻　第 3 号

昭和 40 年 3 月 12 日 発行　　天　然　社

◇ 目　次 ◇

・原子力オ１船の基本設計概要 …… 宇田川 貞 夫…(41)
・船舶機関構造上の最近の損傷とその対策（1） …… 原　三 郎…(56)
・無機絶縁電線を使用した船舶の電気ぎ装について …… 日立造船株式会社・因島工場 (68)
・〔青函連絡船津軽丸型の完成まで Ⅶ〕津軽丸のヒーリング装置 …… 石 黒　隆…(71)
・日本造船研究協会の昭和38年度の主要研究業務について（2） …… 北 島 泰 蔵…(80)
・海事協会と私（13） …… 山 口 増 人…(102)

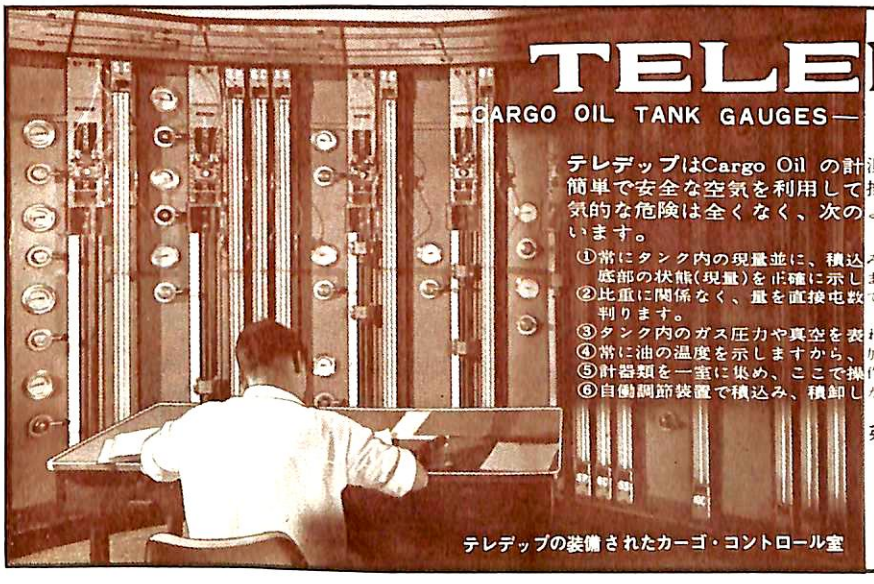
オ１回船舶振動会議（米国）の概要 …… 船舶編集室…(96)

〔提　言〕 研究体制の整備など …… (迂 生)… (64)
(船舶事情) 内航海運対策の進捗と中小造船業 …… (100)
〔水槽試験資料 170〕超大型油送船の船体前半部または
後半部の形状を変えた場合の試験例 …… 船舶編集室…(107)
〔特許解説〕・船体・トランク型パイプを有する液体輸送船・潜水艦船の燃料タンク装置 …… …(111)
〔製品紹介〕日本ヘルメチックス開発の新波状ガスケット …… (99)
NK コーナー …… (110)

写真解説　☆ 護衛艦 あまつかぜ 竣工
☆ 同一船台で建造される双胴船

進 水――☆ 天 塩 丸　☆ 第２八幡丸　☆ MAJESTIC　☆ MICHAEL J. GOULANDRIS
☆ MOSTER　☆ BOLLSTA　☆ JANITA　☆ UTIN

竣 工――☆ 第二東洋丸　☆ AL-SABBIYAH　☆ THEODRE　☆ LACONIC　☆ SKAUGUM
☆ NORA　☆ MAGALOHARI Ⅱ　☆ MERMAID　☆ J. FRANK DRAKE
☆ 江 栄 丸　☆ 山 幡 丸　☆ 高千穂丸　☆ 松 瑞 丸　☆ 真 実 丸



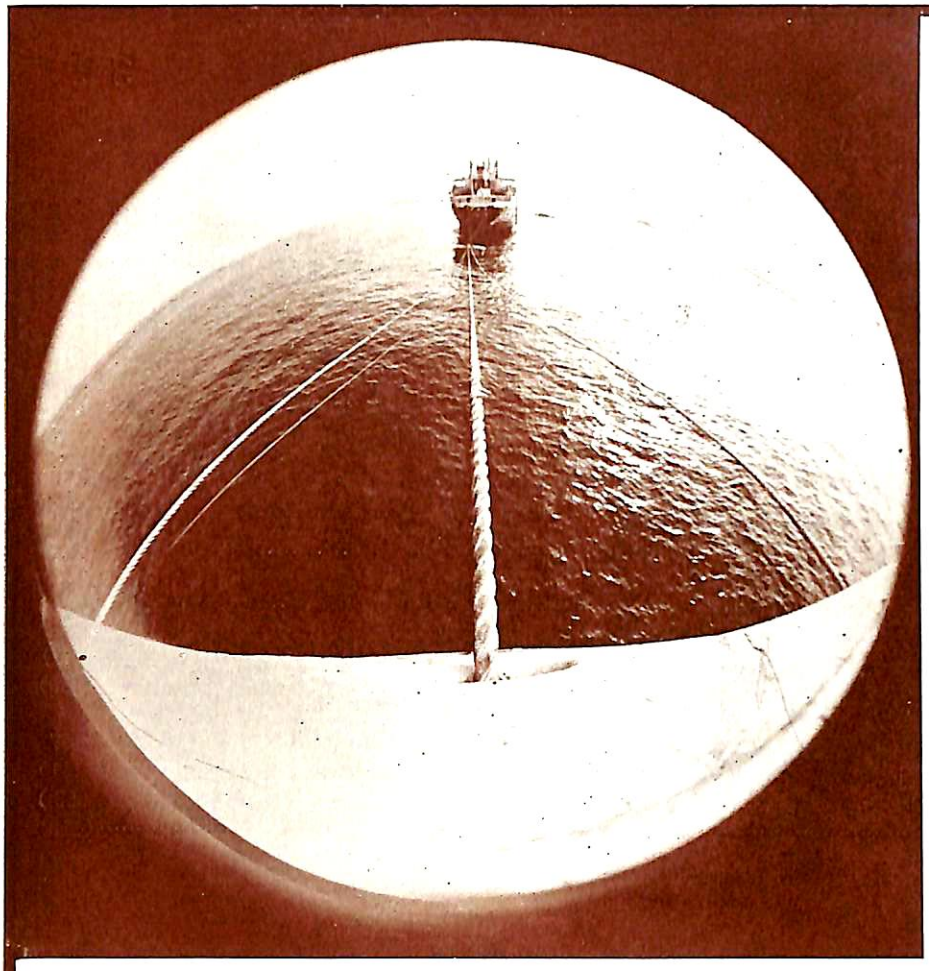
TELEDEP
CARGO OIL TANK GAUGES — DRAUGHT GAUGES

テレデップはCargo Oil の計測や、吃水の計測に、簡単で安全な空気を利用して操作しますから、電気的な危険は全くなく、次のような特徴を持っています。

①常にタンク内の現量並に、積込みには上部の、積卸しには底部の状態(現量)を正確に示します。
②比重に関係なく、量を直接屯数で表わし、且つ平均比重が判ります。
③タンク内のガス圧力や真空を表わします。
④常に油の温度を示しますから、加熱開始時が判ります。
⑤計器類を一室に集め、ここで操作するだけですみます。
⑥自働調節装置で積込み、積卸しが簡単容易です。

テレデップの装備されたカーゴ・コントロール室

英国トビー・マッキネス会社 日本総代理店
株式会社 井上商会
横浜市中区尾上町5-80
電話（68）4021～3



船の安全をささえる12年の実績と信頼

4万トン級のタンカーをしっかりつなぎとめてゆるぎません。海のつわものたちから絶対の信頼を寄せられているクレモナロープは文字通り海の横綱です。

合成せんいとして初めて日本の海に名乗りをあげたビニロン。そのずばぬけた性能「海の革命児」とさえ呼ばれました。それから12年…いま、合成せんい中でいちばん大量に使用されているのがクラレビニロンのクレモナです。

強い、軽い、腐らない、扱いやすい、手間も費用もはぶける、などなど……ホーサーからハッチカバーまで、クレモナは、きょうも7つの海で活躍しています。

クラレビニロン
クレモナ®

ホーサー・ハッチカバー

ホーサー、タグロープ、ガイロープ、もやい綱、錨綱、命綱
フラグライン、ボートホール、クラップホール、アンテナホール、
ヒービングライン、雑用ロープ、ハッチカバー、ボートカバーなど

● このマークが目印です

倉敷レイヨン株式会社

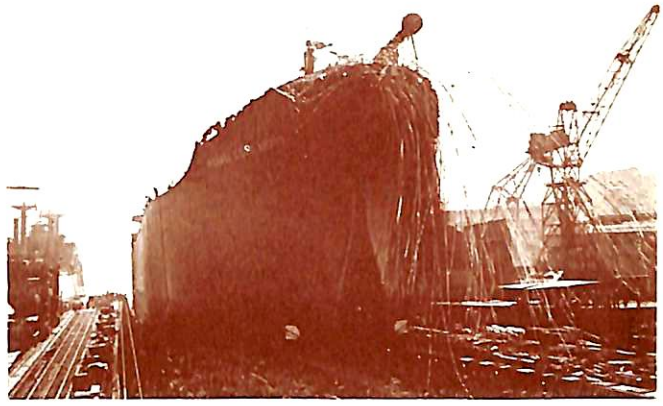
テレビ―チエミの「続・咲子さん、ちょっと」毎週月曜日夜9時～9時半　東京テレビ⑥他

MICHAEL J. GOULANDRIS

船　主　MARCIMIENTO COMPANIA S.A
(パナマ)

造船所　浦賀重工・浦賀工場

長(垂)211.00 m　幅(型) 31.50 m　深(型) 15.60 m
吃水 11.40 m　総噸数 31,000.00 噸　載貨重量 50,000.00 瓲　速力 16.25ノット　主機 浦賀スルザー 8 RD 90 型ディーゼル機関 1 基
出力 19,000 PS×123 RPM　船級 AB
起工 39—10—3　進水 40—2—10　竣工 40—4



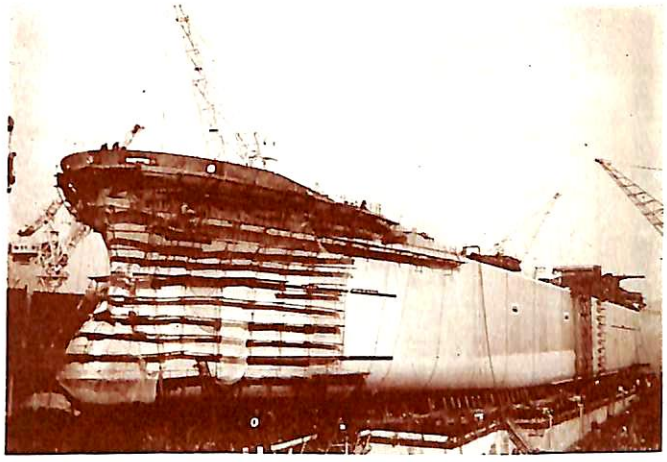
MICHAEL J. GOULANDRIS　(油槽船)

MOSTER

船　主　A/S MOSVOLS RELERI 外2社
(ノルウエー)

造船所　三井造船・玉野造船所

長(垂) 231.648 m　幅(型) 37.186 m
深(型) 16.916 m　吃水 11.582 m　総噸数 約 41,500.00 噸　載貨重量 約 68,000.00 瓲
速力 15.65 ノット　主機 三井 B&W 934-VT 2 BF-180型ディーゼル機関　出力(最大) 20,500 PS ×114 RPM　船級 BV　起工 39—11—5
進水 40—2—15　竣工 40—8



MOSTER　(油槽船)

オ 2 八 幡 丸

船　主　八幡製鉄・堺製鉄所

造船所　日立造船・桜島工場

全長 29.9 m　長(垂) 28.2 m　幅(型) 8.2 m
深(型) 3.7 m　吃水 2.7 m　総噸数 200 噸
速力(試) 12.0ノット　主機 富士ディーゼル製ディーゼル機関 1 基　出力 1,000 PS×2
起工 39-11—17　進水 40—1—26　竣工 40—3

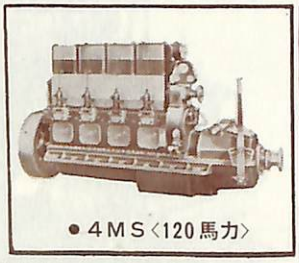
オ 2 八 幡 丸　(曳船)

YANMAR DIESEL ENGINES

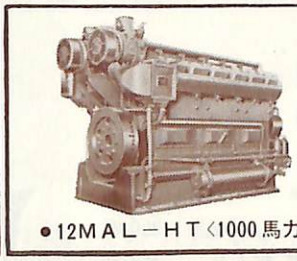
ヤンマーディーゼル

- 船舶主機用　3～800馬力
- 船舶補機用　2～1000馬力

日本の誇り　世界の商品



● 4MS〈120馬力〉



● 12MAL－HT〈1000馬力〉

YANMAR ヤンマーディーゼル株式会社

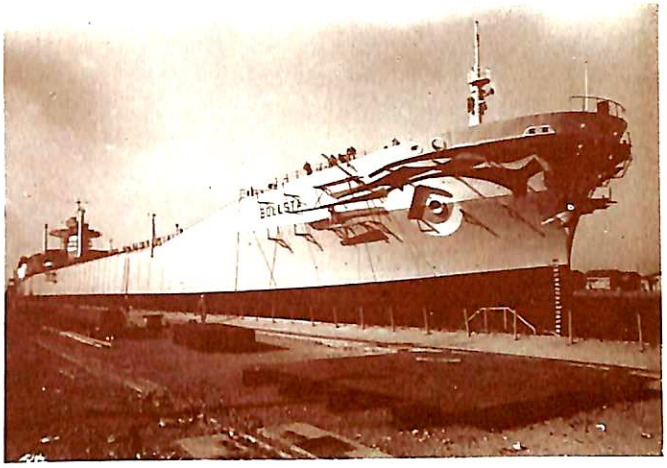
〈本社〉大阪市北区茶屋町62
〈支店〉大阪・東京・福岡・札幌・高松・広島・金沢
〈営業所・出張所〉仙台・岡山・旭川・大分

BOLLSTA

船　主　FRED OLSEN CO.（ノルウエー）

造船所　三井造船・千葉工場

長（垂）207.264 m　幅（型）31.090 m
深（型）15.545 m　吃水 11.430 m　総噸数
約 28,600.00 噸　載貨重量 約 48,000.00 瓲
速力 約 16.65 ノット　主機 三菱 B&W 782-VT 2 BF-180型ディーゼル機関 1 基　出力（最大）16,100 ×114 RPM　船級 NK　起工 39－7－1
進水 40－1－26　竣工 40－4



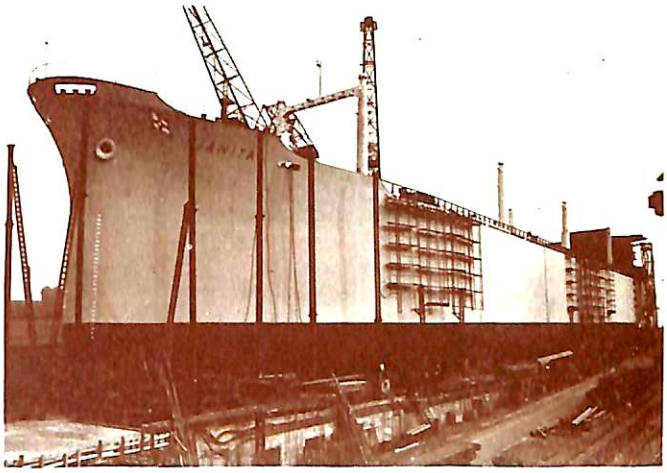
BOLLSTA　（油 槽 船）

JANITA

船　主　AKSJESELS KAPET KOSMOS（ノルウエー）

造船所　日本鋼管・鶴見造船所

長（垂）175.26 m　幅（型）26.06 m
深（型）15.24 m　吃水 10.36 m　総噸数
22.000.00 噸　載貨重量 31,100.00 瓲　速力
16.7ノット　主機 浦賀スルザー 7 RD-76型ディーゼル機関 1 基　出力 11,200 PS×121 RPM
船級 NK　起工 39－10－26　進水 40－1－23
竣工 40－3



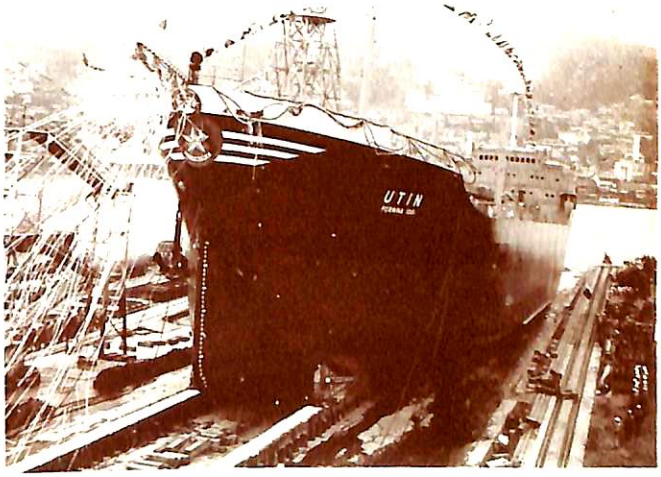
JANITA　（撒積貨物船）

UTIN

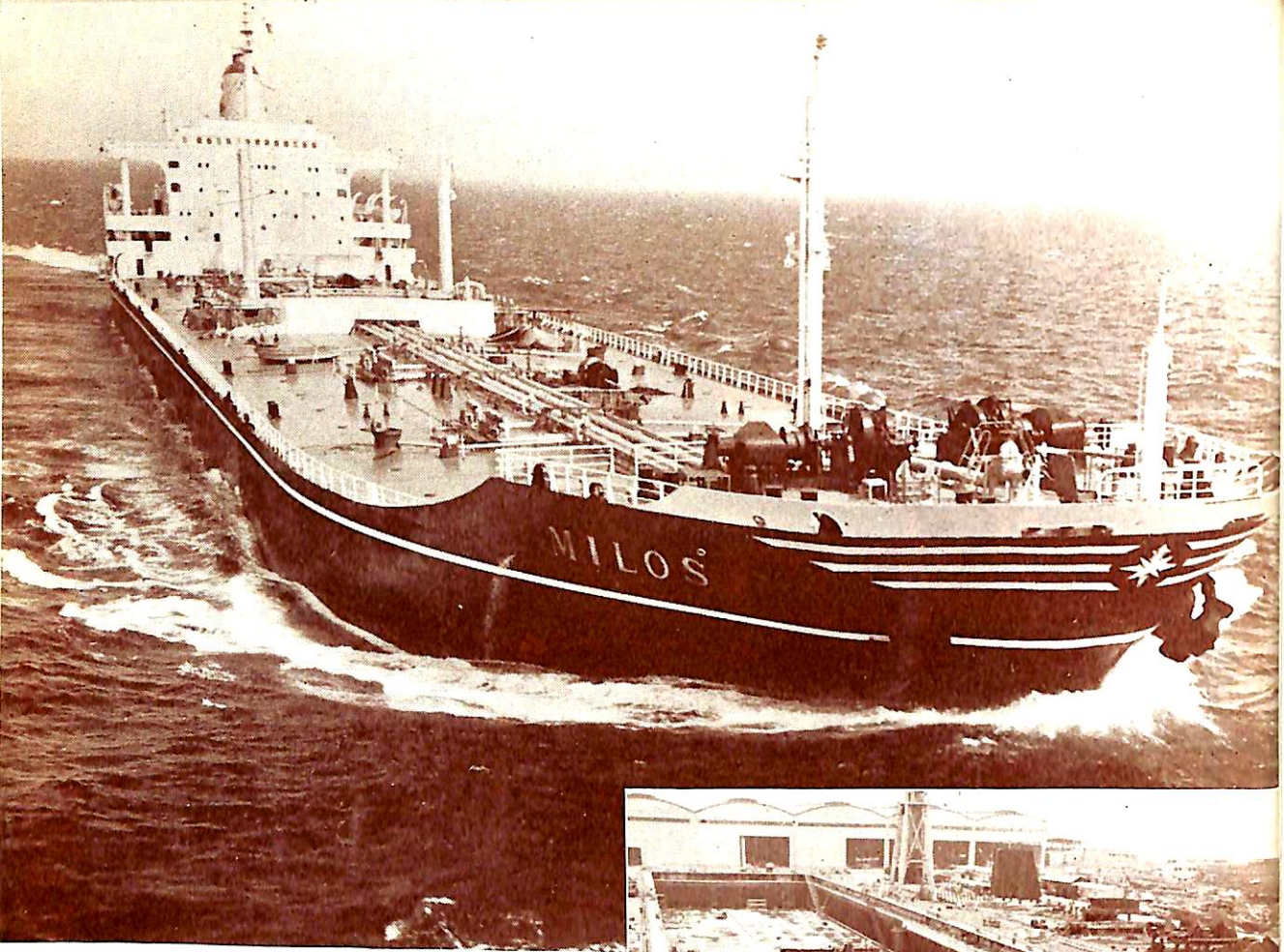
船　主　PERMINA（インドネシヤ）

造船所　日立造船・向島工場

全長 135.00 m　長（垂）128.00 m　幅（型）19.40 m
深（型）9.15 m　吃水 6.70 m　総噸数 6,900.00 噸
載貨重量 10,000.00 瓲　速力 12.8 ノット
主機 三菱横浜ディーゼル機関 1 基　出力 3,500 PS
船級 LR　起工 39－9－9　進水 40－2－6
竣工 40－6



UTIN　（油 槽 船）



相生・東京および名古屋の各工場に加えて横浜根岸に新鋭工場を建設。

海外においても、すでにブラジルに進出しており、目下シンガポールにも近代造船工場を建設した。

また、アメリカに8か所の造船工場をもつトッド シップヤードならびにノールウェーに6か所の造船工場をもつアーカスグループとも提携して、修繕工事のサービスを計るとともに、当社の全世界にまたがる海外事務所と相まって世界Net Workの完全を期している。

IHI 石川島播磨重工業株式会社

船舶事業部　東京都千代田区大手町1の2　電話(270)9111(代)
東京第二工場　東京都江東区豊洲2の6　電話(531)5111(代)
横浜第二工場　横浜市磯子区新杉田町　電話(045)75−1231(代)
名古屋造船所　名古屋市港区昭和町13　電話名古屋(81)5151
相生第一工場　兵庫県相生市相生5292　電話相生14(代)
海外事務所　ニューヨーク・サンフランシスコ・メキシコ・リオデジャネイロ・ロンドン・デュッセルドルフ・ヨハネスブルグ・カラチ・ニューデリー・カルカッタ・ジャカルタ・シドニー・シンガポール・ホンコン

【竣　工】

才　二　東　洋　丸

船　主　東広運輸株式会社

造船所　株式会社　宇品造船所

全 長 74.00 m　　長（垂）68.30 m
幅（型）10.70 m　　深（型）4.15 m
吃水 3.30 m　　総噸数　773.30 噸
載貨重量 926.00 瓲　　主機 阪神内燃
機製 Z 6 WSH ディーゼル機関 1 基
出力(最大) 1,000 PS　速力 12.5 ノット
起工 39－9－27　　進水 39—12－18
竣工 40－1—13

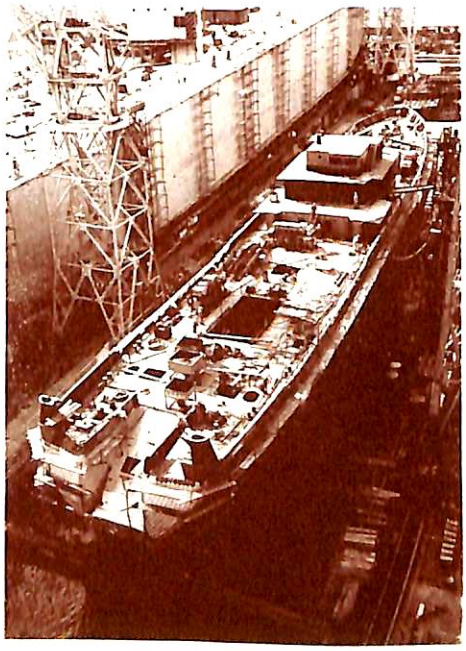
才　二　東　洋　丸　（自動車航送船）

【進　水】

天　　塩　　丸　（トロール漁船）

船　　主　　日本水産株式会社
造 船 所　　三井造船・玉野造船所

長(垂) 77.00 m　幅(型) 13.50 m　深(型) 9.0 m
吃水 5.30 m　　総噸数　約 2,530 噸　　載貨重量
約 2,260 瓲　　主機 三井 B&W 742 VBF-75型ディーゼ
ル機関 1 基　　出力（最大）2,750 PS×240 RPM
船級 NK　　起工 39—11—20　　進水 40—2—3
冷凍装置 125 KW，100 KW，85 KW 各 1 台
冷蔵槽 約 2,380 m³，トロールウインチ 500 PS ディー
ゼル駆動 1 台



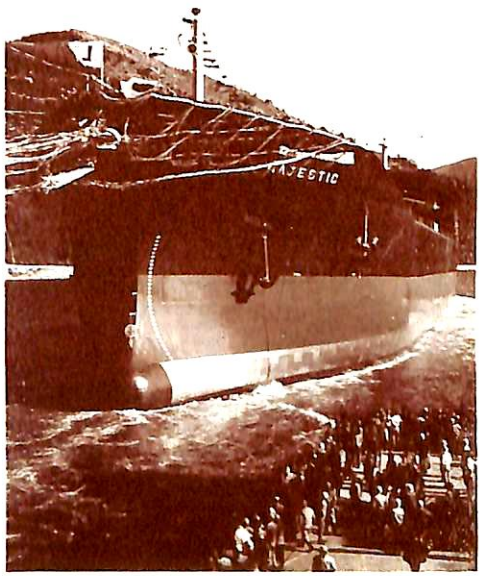
天　　塩　　丸

MAJESTIC　（油 槽 船）

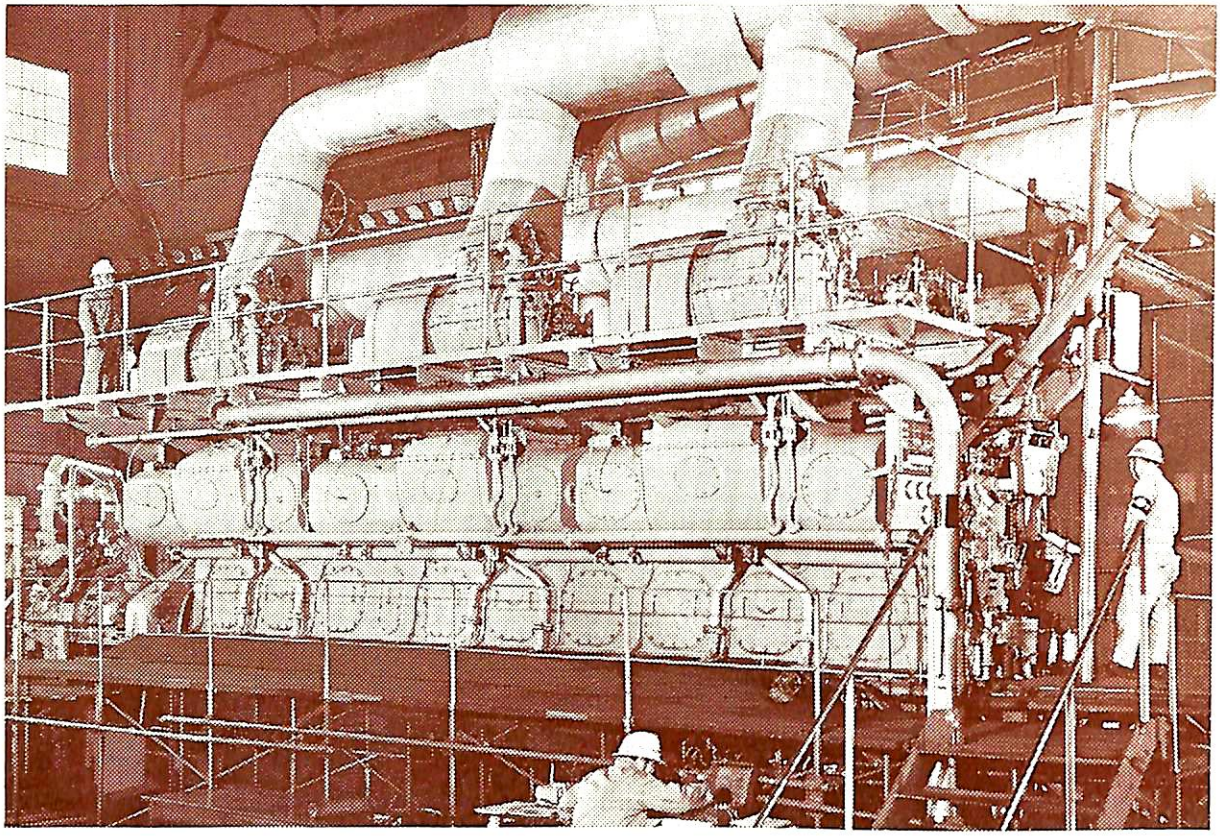
船　主　GALAXY SHIPPING CO.（パナマ）

造船所　石川島播磨重工・相生工場

全 長 238.35 m　長(垂) 226.77 m　幅(型) 31.70 m
深(型) 17.07 m　吃水 11.125 m　総噸数 36,400.00噸
載貨重量 53,000.00 瓲　　速力 16.0 ノット
主 機　IHI-GE シングルプレーン型タービン 1 基
出力（常）18,500 PS　　船級 AB　　起工 39—11—10
進水 40－1—20　　竣工 40－4



MAJESTIC



当社製作の三菱９ＵＥＴ
52／65型機関（7,000ps）

佐世保重工の

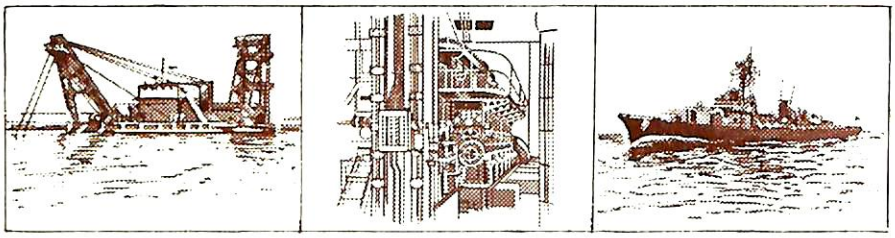
軽量・高出力 ディーゼル機関

三菱ＵＥＴ52／65型

排気ターボチャージャ付　軸流掃気
2サイクル　トランクピストンタイプ

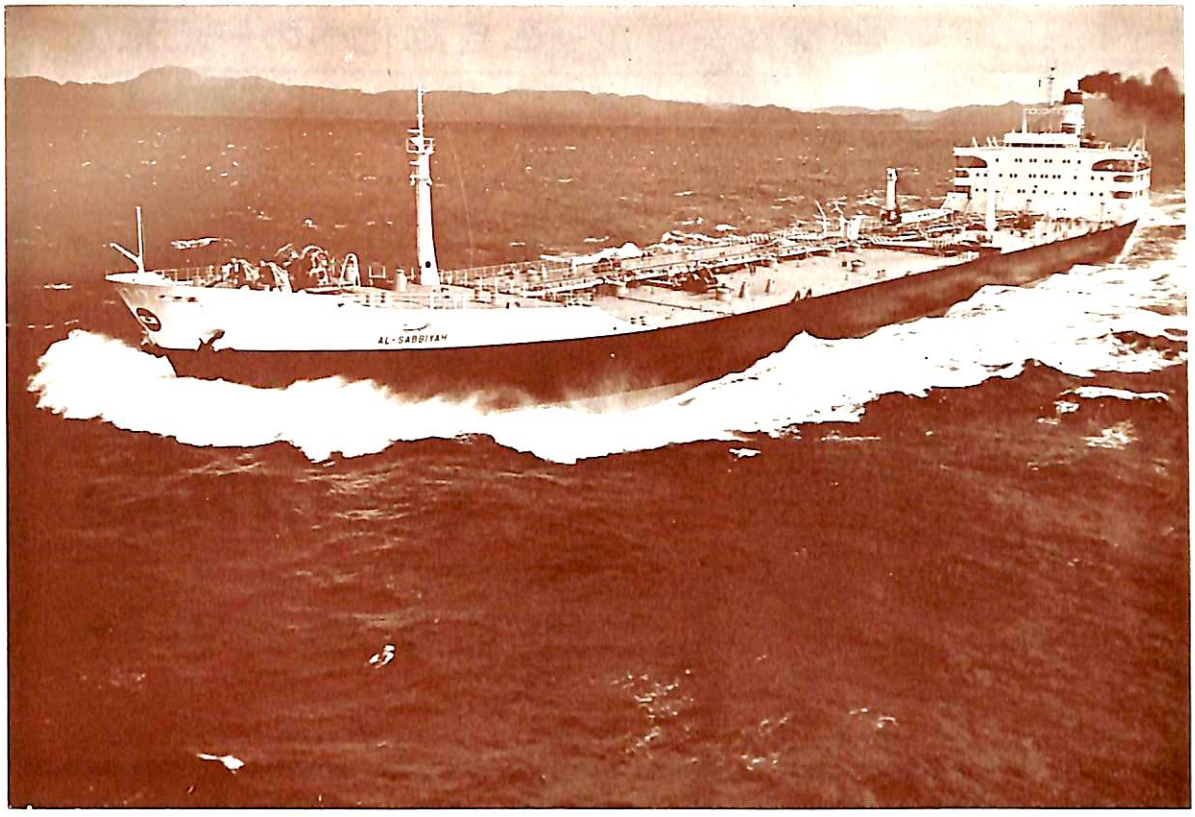
小型、軽量で機高も低く高性能でしかも信頼性の高い
世界的に優れたエンジンです

作業船用として発電用として艦艇主機として最適



佐世保重工ではこのほか大型ディーゼルとしてゲタベルケン型及び
三菱ＵＥＣ型(85／160・75／150型)も製作しております

佐世保重工業株式会社
本社：東京都千代田区大手町（新大手ビル）　電話　東京(211)３６３１代表
佐世保造船所：長崎県佐世保市立神町　電話　佐世保（３）２１１１代表

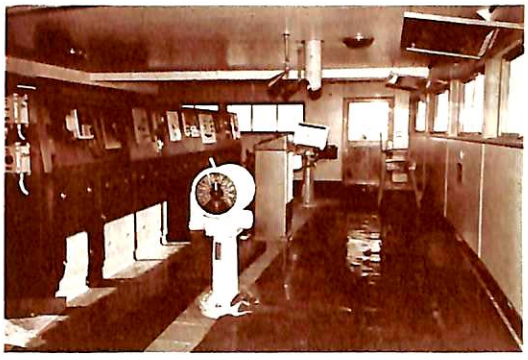


AL—SABBIYAH　(油 槽 船)

船　主　KUWAIT OIL TANKER CO. (クエート)

造船所　佐世保重工・佐世保造船所

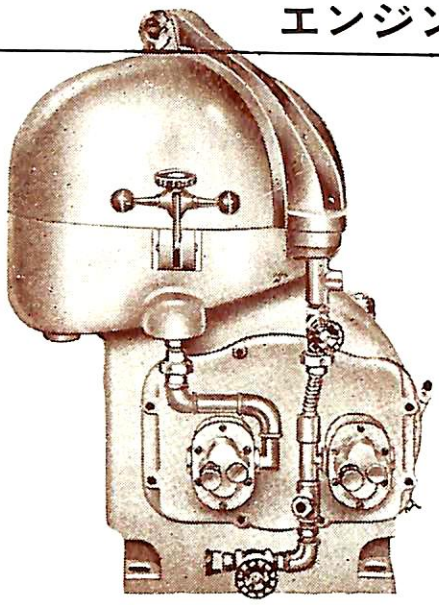
全　　長	331.5 m
長　　(垂)	220.0 m
幅　　(型)	32.18 n.
深　　(型)	16.30 m
吃　　水	11.55 m
総 噸 数	35,751.10 噸
載 貨 重 量	57,160.00 瓲
速　　力	16.0 ノット
主　　機	IHI 製タービン　1 基
出　　力	(最大) 18,000 PS
船　　級	LR
起　　工	39－6－2
進　　水	39—11— 5
竣　　工	40— 2 —15



操　舵　室

サロン兼士官食堂

エンジン・ルーム自動化への一紀元！



完全自動式油清浄機の出現

■特許申請中■

Sharples Gravitrol Centrifuge

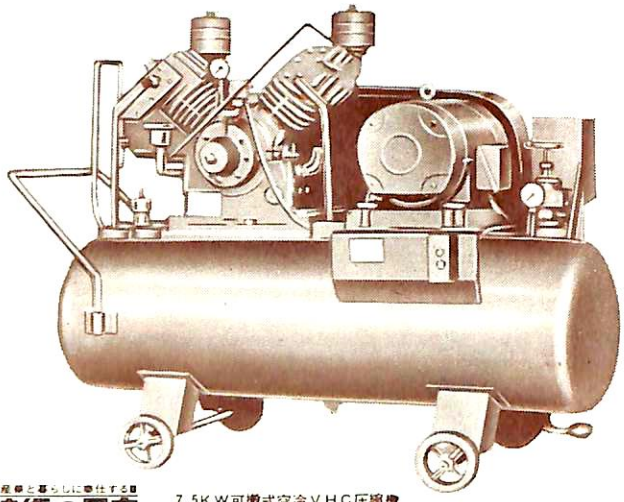
米国シャープレス・コーポレーション日本総代理店

巴工業株式会社

本　　社　東京都中央区日本橋江戸橋３ノ２(第二丸善ビル)　電話 東京(271)４０５１(大代表)

神戸出張所　神戸市生田区京町７９（日本ビル）　電話 神戸(39)０２８８(代表)

冷却水不要で、機動力は抜群！



7.5KW可搬式空冷VHC圧縮機

すぐれた製作技術と長い経験が生かされている日立空冷ＶＨＣ圧縮機。圧縮機、空気槽、電動機がコンパクトにまとめられているうえ、冷却水が不要ですから、機動性は抜群です。

- シリンダカバーの外周にフィンがつき、冷却効果は十分。
- バランスのよい設計で振動がない。
- 車輪は取りはずしが簡単で、半可搬式としても使用できる。
- 取扱いや保守がきわめて容易。

●このほか定置式（7.5KW、11KW）も製作しています。また200W～5.5KWの各種ベビコンも製作しています。

日立製作所

■ お問い合わせは弊社汎用機事業部へ
東京都千代田区大手町２－８（第３大手町ビル）
電話・東京（270）2111（大代）

技術の日立

可搬式

日立空冷VHC圧縮機

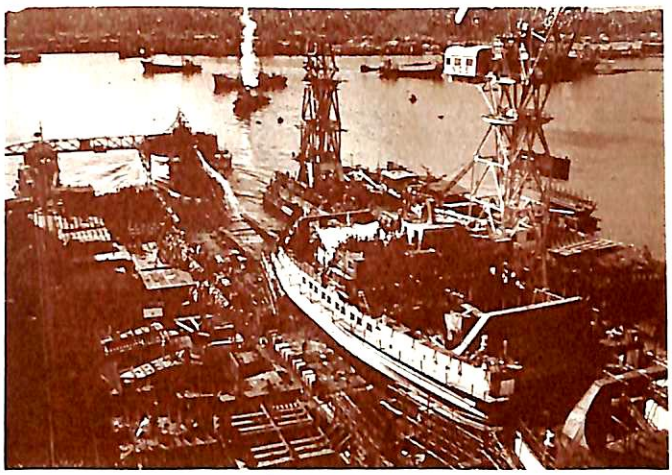
同一船台で建造される双胴船

日本鋼管株式会社では昨年８月，日本カーフエリー株式会社より双胴船カーフエリー420総トン３隻を受注し，その建造を進めていたが，この程地上工程を終え，２月６日その第一船目である「あさあけ」の進水式を行なつた．

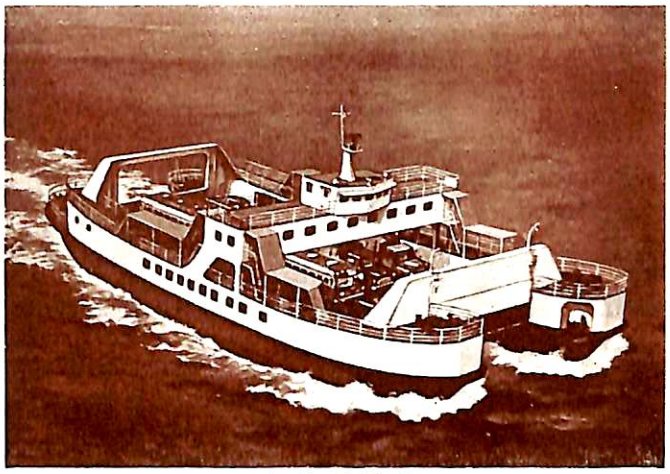
「あさあけ」の姉妹船である「あかつき」「あさなぎ」は，それぞれ８日，10日と連続して進水を了したが，３隻とも３月中旬に引渡しの予定である．

進水した「あさあけ」の主要目は次のとおり

長　　き	38 m
幅	16 m
深　　さ	4.1 m
吃　　水	2.35 m
船体心距	11 m
総トン数	約420 GT
速力(最大)	14ノット
主　　機	ダイハツ6 PSTbM-26Dギヤードディーゼル機関 650 PS×670 r.p.m.　2基
旅客定員	369名
積載量例	1) 乗用車　27台 2) 大型バス 8台，トラック２台，乗用車２台　計12台 3) 大型トラック14台，中型車２台　計16台



あ　さ　あ　け



完成図予想

8つの船舶塗料

- ビニレックス（塩化ビニル樹脂塗料）
- L.Z.プライマー（鉄面用下塗塗料）
- C.R.マリーンペイント（ノンチヨーキング型合成樹脂塗料）
- シアナミドヘルゴン（高度のさび止塗料）
- 槌印船舶用調合ペイント（船舶用特殊塗料）
- 槌印日本鉄船々底塗料（鉄船々底塗料）
- O.P.2号塗料（油性系・ビニル系）
- タイカリット（防火塗料）

大阪市大淀区大淀町北2
東京都品川区南品川4

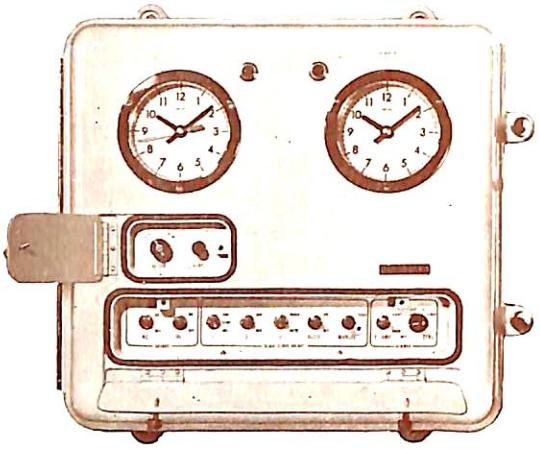
日本ペイント

BON VOYAGE

航海の　ご無事を……

日差　0.2秒以内

航海の無事をまもるセイコー船用水晶時計。セイコー船用水晶時計は、グリニッジ標準時と日本標準時の両方がわかります。時刻の調整は正逆転が可能。また、親時計の文字板には世界で初めて“光る壁”（エレクトロ・ルミネッセンス）を使って夜もみやすく設計しました。



設計資料・カタログのお申込みは下記へ

東京都中央区銀座4-2／大阪市東区博労町4-17
札幌・仙台・名古屋・広島・福岡

株式会社　服部時計店　特器部

世界の時計
SEIKO

エンジン
リモートコントローラー

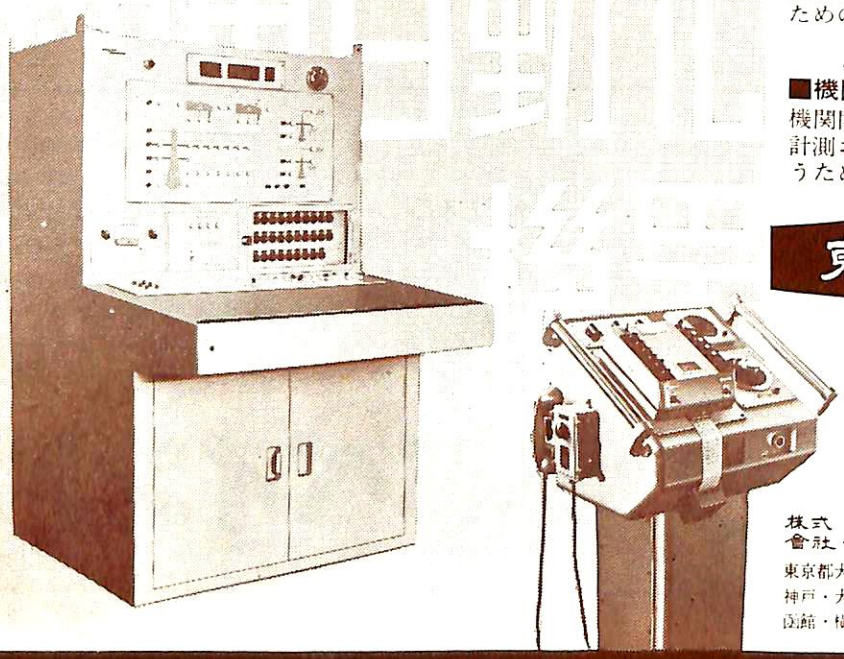
■主機遠隔操縦装置■

主機の操縦を操舵室あるいは制御室において集中的に行うための装置であります。

エンジンモニター

■機関関係総合監視装置■

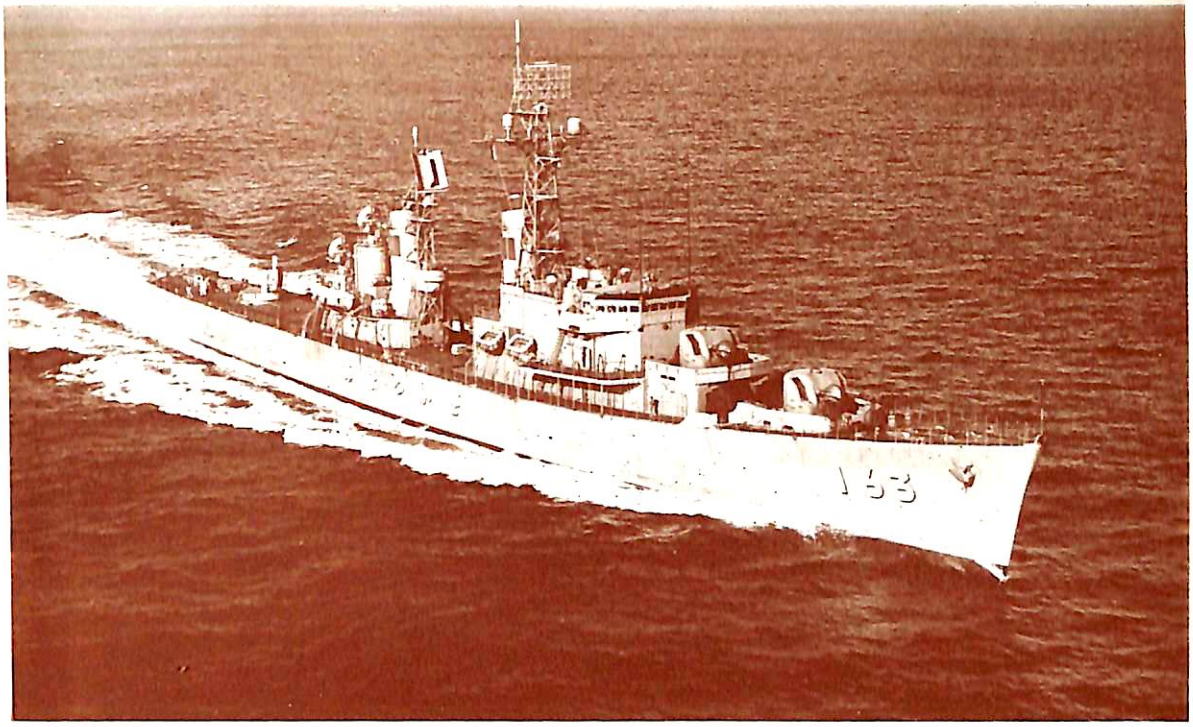
機関関係機器の動作監視総合計測および記録を自動的に行うための装置であります。



東京計器

株式会社　東京計器製造所

東京都大田区南蒲田2－16 TEL 732-2111
神戸・大阪・名古屋・広島・北九州・長崎
函館・横浜



あ ま つ か ぜ

護衛艦　あまつかぜ

三菱重工は2月15日長崎造船所においてわが国初の対空誘導弾(タータ)発射装置を持つ護衛艦“あまつかぜ”の引渡式を行なつた.

“あまつかぜ”は昭和35年度建造計画により建造されたもので,従来の護衛艦に比較して対空武器の強化が図られており,高性能速射砲のほか,わが国初の対空誘導弾タータが装備されている.そのため,きわめて精巧な電子計算機等関連装置の多数搭載により,排水量においても3,050トンと従来最大の護衛艦“あきづき”(長崎造船所建造),“てるづき”(神戸造船所建造)の2,350トンを上回わる名実ともにわが国最大最新鋭の護衛艦である.

1. 特　　色

(1) “あやなみ”型(長崎造船所建造)や“むらさめ”型(長崎造船所建造)の従来の護衛艦に見られた斜甲板がなくなり,艦首から艦尾までの平たい全通甲板にかわり,艦尾の乾舷もやや高くなつている.また最近の諸外国の建艦傾向として煙突とマストを共用する方式が見られるが,本艦もその過渡的形状が採用されている.

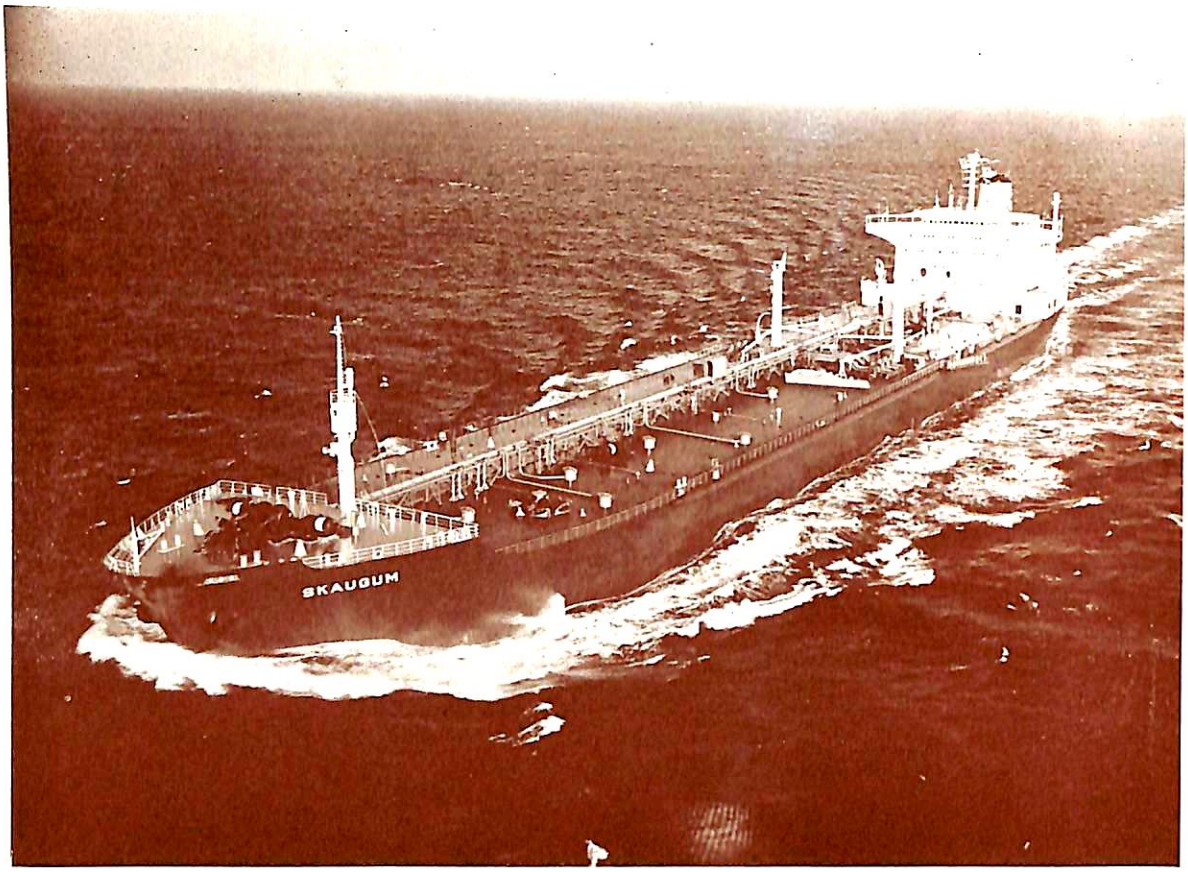
(2) 攻撃武器としてはヘッヂホッグ(対潜弾発射装置)や短魚雷落射機等の装備は従来と同様であるが,爆雷は搭載していない.

(3) 全艦冷暖房装置が採用されており,艦内数カ所の空気調整室によつて温度管制が容易となつた.また長期行動能力を向上させるため乗員居住区を広くし,洗面所,浴室,食堂等の設備も改善されている.

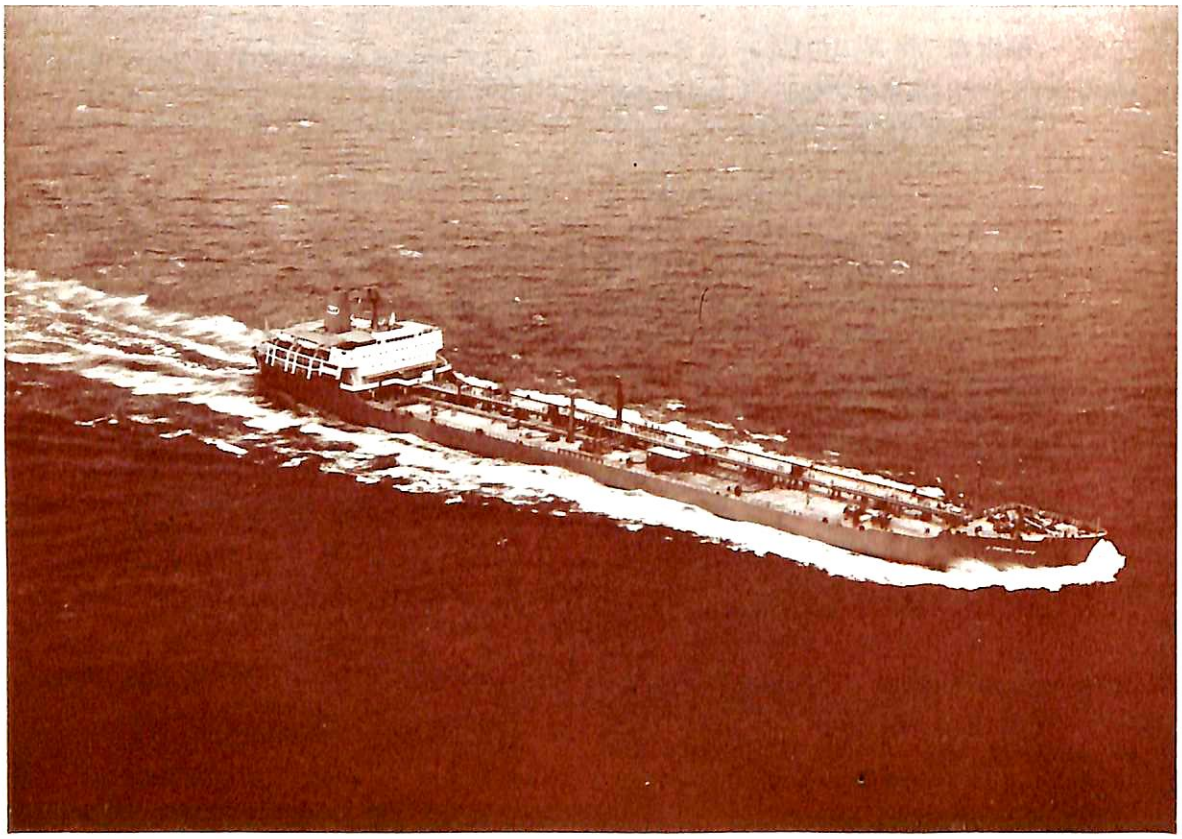
(4) 耐波性の向上に特別意を用い,航行中の不要物,たとえば内火艇の一部,各種ワイヤーや索具の格納箱等はすべて艦内に収められている.

2. 主　要　目

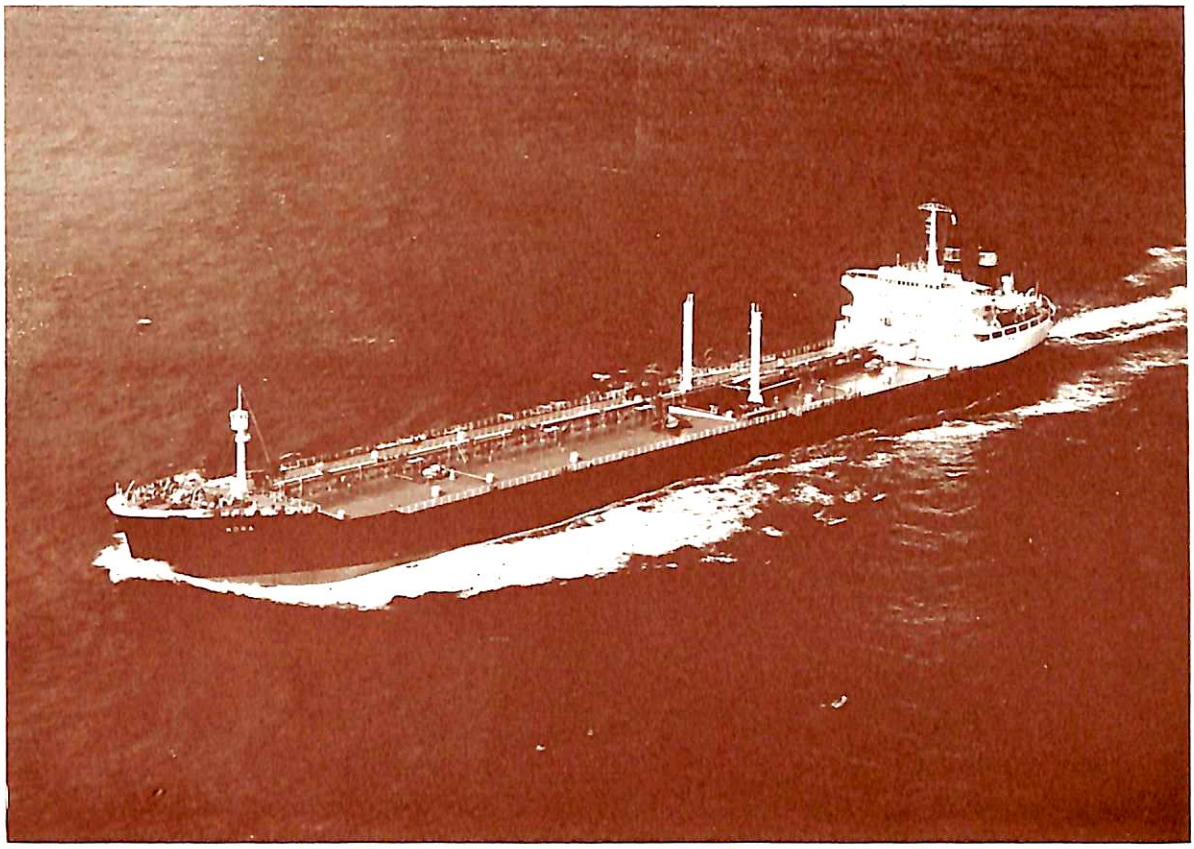
(1)	全　　長	131 m
(2)	最 大 幅	13.4 m
(3)	深　　さ	8.6 m
(4)	吃　　水	4.2 m
(5)	基準排水量	3,050トン
(6)	主 機 関	衝動型蒸気タービン30,000PS×2基
(7)	速　　力	33ノット
(8)	乗 員 数	290名
(9)	主要武器	50口径3インチ連装速射砲2基
		短魚雷落射機　2基
		ヘッヂホッグ　2基
		誘導弾発射装置　1基
(10)	建造工程	起工　昭和37年11月30日
		進水　昭和38年10月5日
		竣工　昭和40年2月15日



SKAUGUM　（油 槽 船）

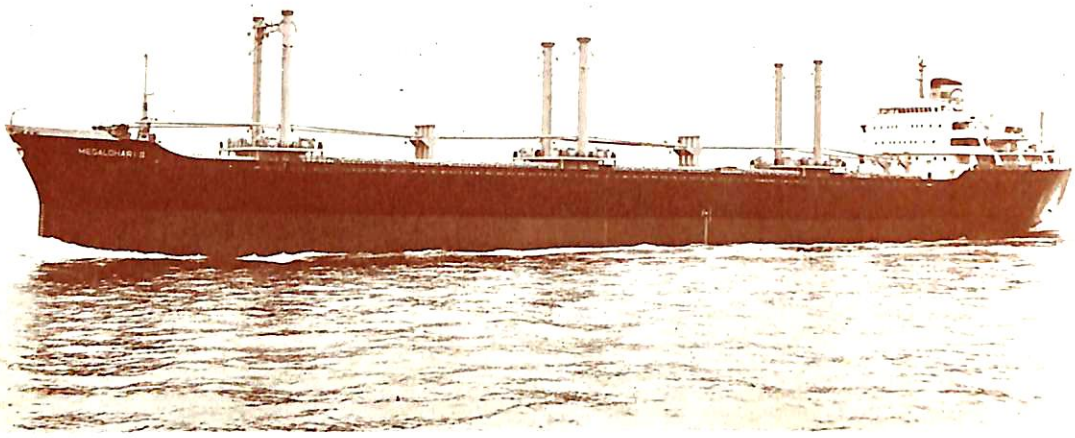


J. FRANK DRAKE　（油 槽 船）

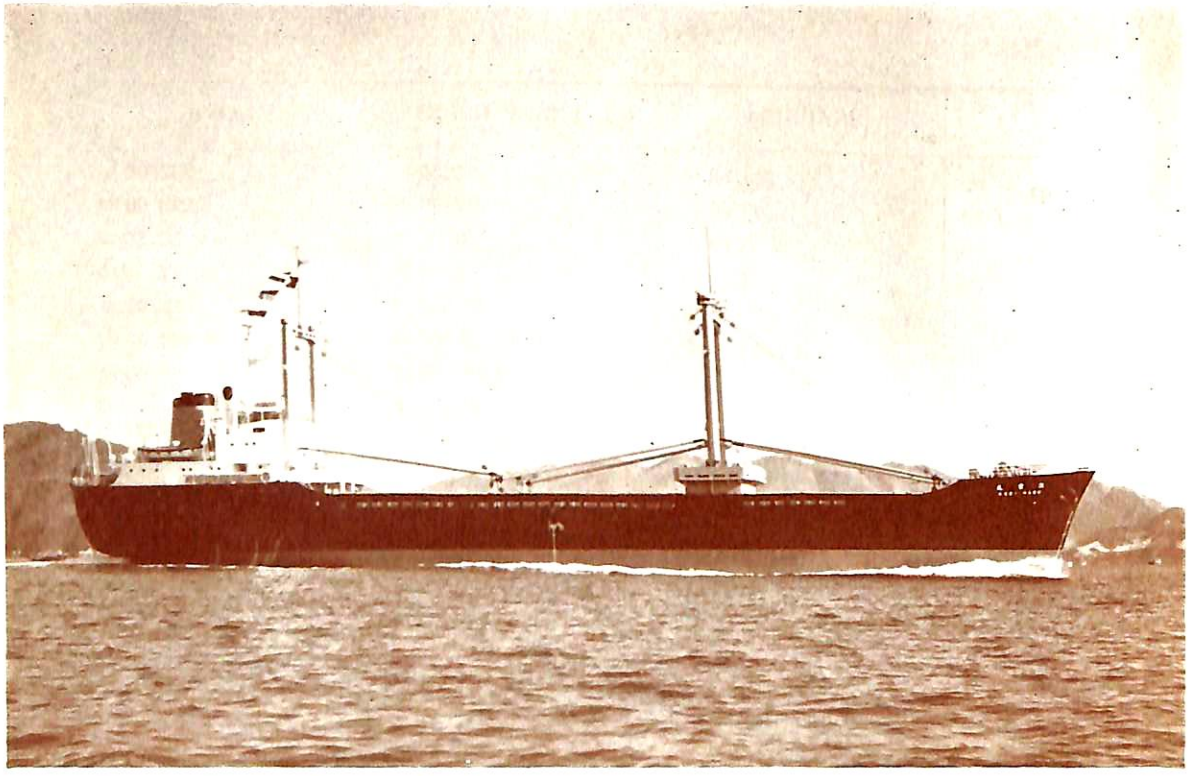


NORA　（油槽船）

船名 / 要目	SKAUGUM	J. FRANK DRAKE	NORA
全長	243.88 m	228.50 m	232.00 m
長（垂）	232.00 m	217.00 m	223.00 m
幅（型）	35.80 m	31.00 m	32.30 m
深（型）	18.00 m	15.50 m	17.23 m
吃水	12.468 m	11.548 m	12.65 m
総噸数	42,662.00 噸	29,433.00 噸	32,480.97 噸
載貨重量	69,092.00 瓲	48,850.00 瓲	62,322.00 瓲
速力	（試）16.845ノット	（試）17.88ノット	（試）17.1ノット
主機	川崎 MAN K9Z 86/160 型ディーゼル機関 1基	川崎 HA 180/185 型2段減速蒸気タービン 1基	舞鶴スルザー9RD90型ディーゼル機関 1基
出力	16,500 PS×109 RPM	16,500 PS×106.7 RPM	20,700 PS
船級	NV	LR	LR
起工	39—8—10	39—1—20	38—11—12
進水	39—11—7	39—6—26	39—7—30
竣工	40—1—10	39—11—10	40—2—4
船主	EIKLAND, SALAMIS（ノルウエー）	AFRAN TRANSPORT CO.（リベリア）	HARIZ TANKERS CORP.（リベリア）
造船所	川崎重工業株式会社	川崎重工業株式会社	舞鶴重工・舞鶴造船所



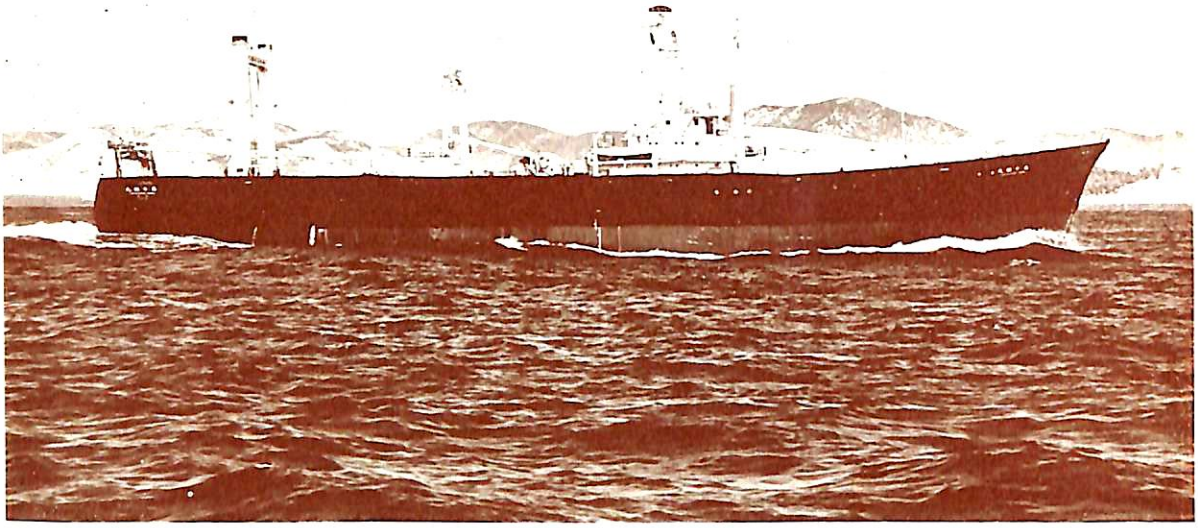
MAGALOHARI Ⅱ　（貨物船）



江　栄　丸　（貨物船）

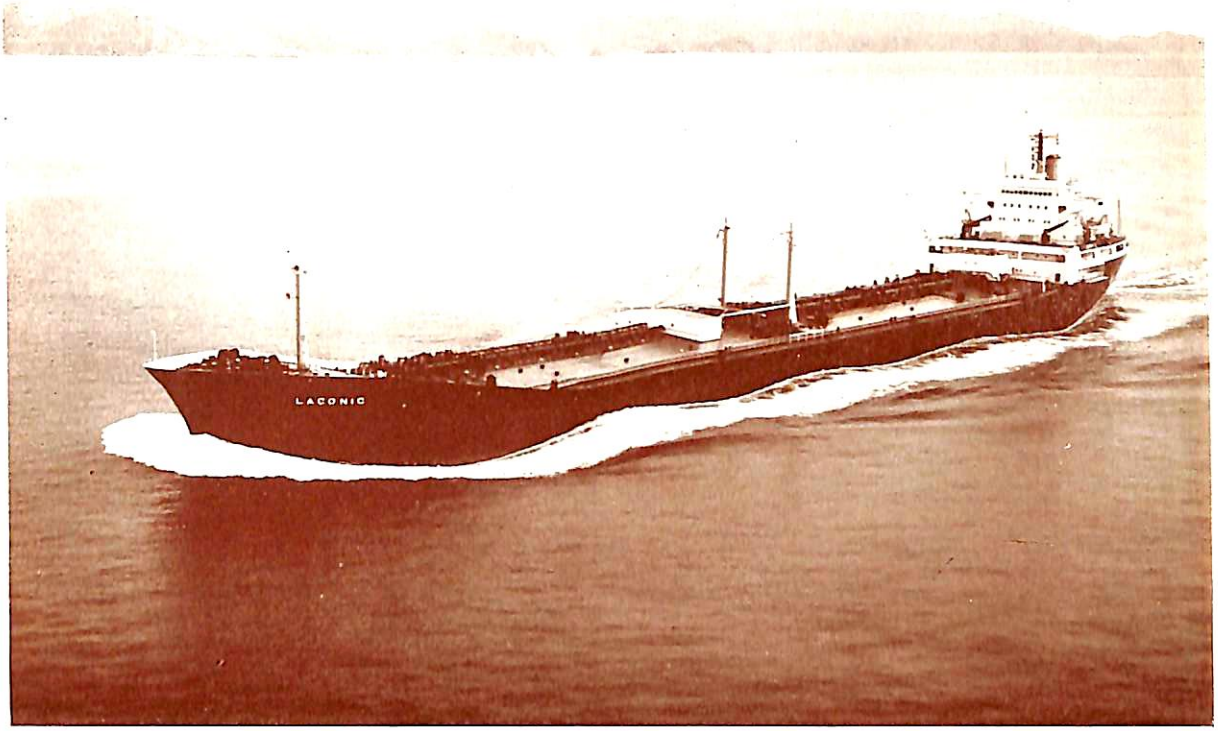
MERMAID　(油 槽 船)

船名 / 要目	MAGALOHARI Ⅱ	江　栄　丸	MERMAID
全　長	179.10 m	88.96 m	244.00 m
長　(垂)	168.25 m	82.00 m	232.00 m
幅　(型)	22.86 m	13.00 m	35.80 m
深　(型)	14.02 m	6.60 m	18.00 m
吃　水	9.755 m	5.564 m	12.192 m
総 噸 数	約　15,000 噸	1,993.58 噸	36,685.00 噸
載貨重量	約　23,100 瓲	3,201.20 瓲	66,533.00 瓲
速　力	15.4 ノット	12.00 ノット	(試)　16.77 ノット
主　機	浦賀スルザー 7 RD 76型ディーゼル機関　1 基	木下鉄工所製 6 UKNHS型ディーゼル機関　1 基	川崎 MAN K 9 Z $^{86}/_{160}$型ディーゼル機関　1 基
出　力	10,500 PS×119 RPM	(最大) 2,000 PS×260 RPM	16,500 PS×109 RPM
船　級	AB	NK	LR
起　工	39—7—7	39—7—4	39—5—15
進　水	39—11—5	39—10—23	39—8—8
竣　工	40—2—25	39—12—16	39—10—23
船　主	HELLENIC MARITIME TRANSPORT, S.A. (パナマ)	江進海運株式会社	SEABIRD TANKER INC. (パナマ)
造 船 所	佐野安船渠株式会社	尾道造船株式会社	川崎重工株式会社



高　千　穂　丸　（トロール漁船）

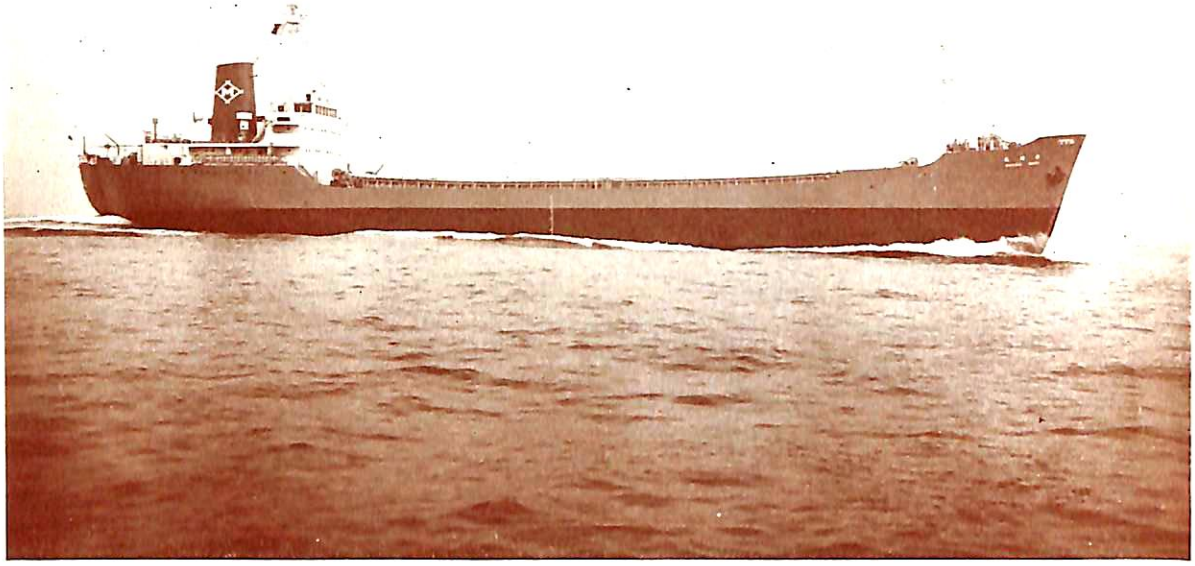
THEODRE　（撒積貨物船）



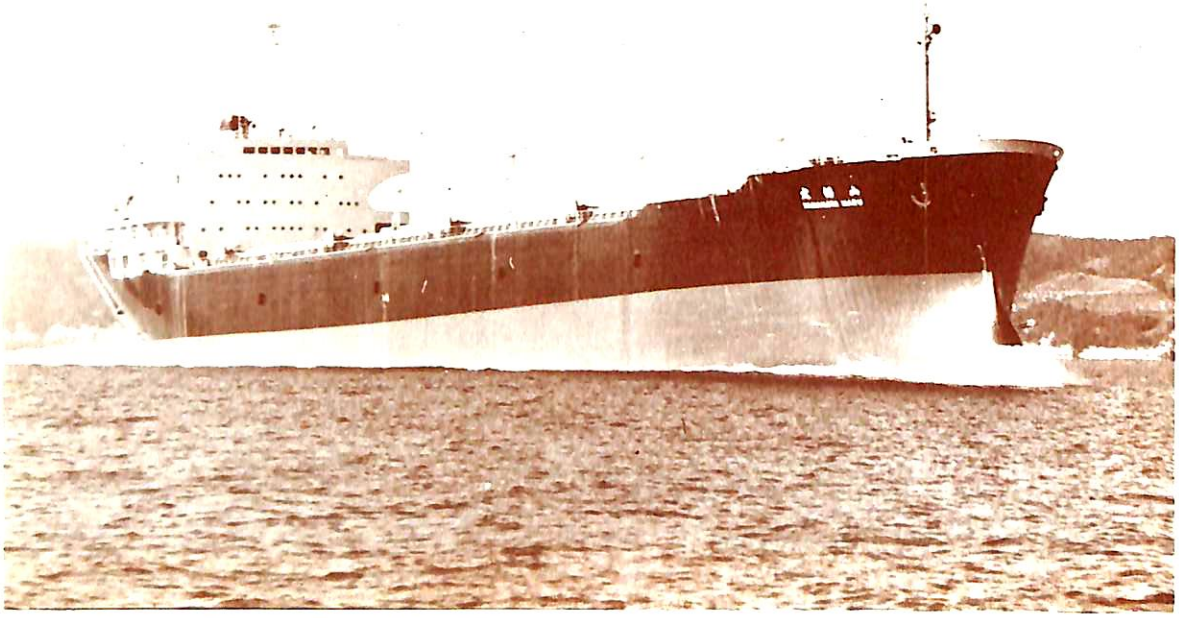
LACONIC　（油 槽 船）

船名 / 要目	高千穂丸	THEODRE	LACONIC
全長			241.10 m
長（垂）	88.00 m	216.408 m	226.80 m
幅（型）	16.00 m	31.090 m	31.70 m
深（型）	9.80 m	17.526 m	17.07 m
吃水	6.00 m	11.557 m	11.67 m
総噸数	3,494.99 噸	34,000.00 噸	34,184.15 噸
載貨重量	3,660.00 瓲	52,000.00 瓲	56,405.00 瓲
速力	16.07 ノット	16.5 ノット	16.0ノット
主機	三井 B&W 942 VBF-75 型ディーゼル機関 1 基	浦賀スルザー 8 RD 90 型ディーゼル機関 1 基	IHI-GE シングルプレーン型タービン 1 基
出力（最大）	3,900 PS×248 RPM	17,600 PS×119 RPM	18,500 PS
船級	NK	AB	AB
起工	39－5－11	39－9－21	39－9－7
進水	39－11－17	39－12－12	39－11－10
竣工	40－1－30	40－2－17	40－2－16
船主	日本水産株式会社	NEPTUNIA INCORPORATED.（リベリア）	SEAHAWK SHIPPPING CO.（パナマ）
造船所	三井造船・玉野造船所	日本鋼管・鶴見造船所	石川島播磨重工・相生工場

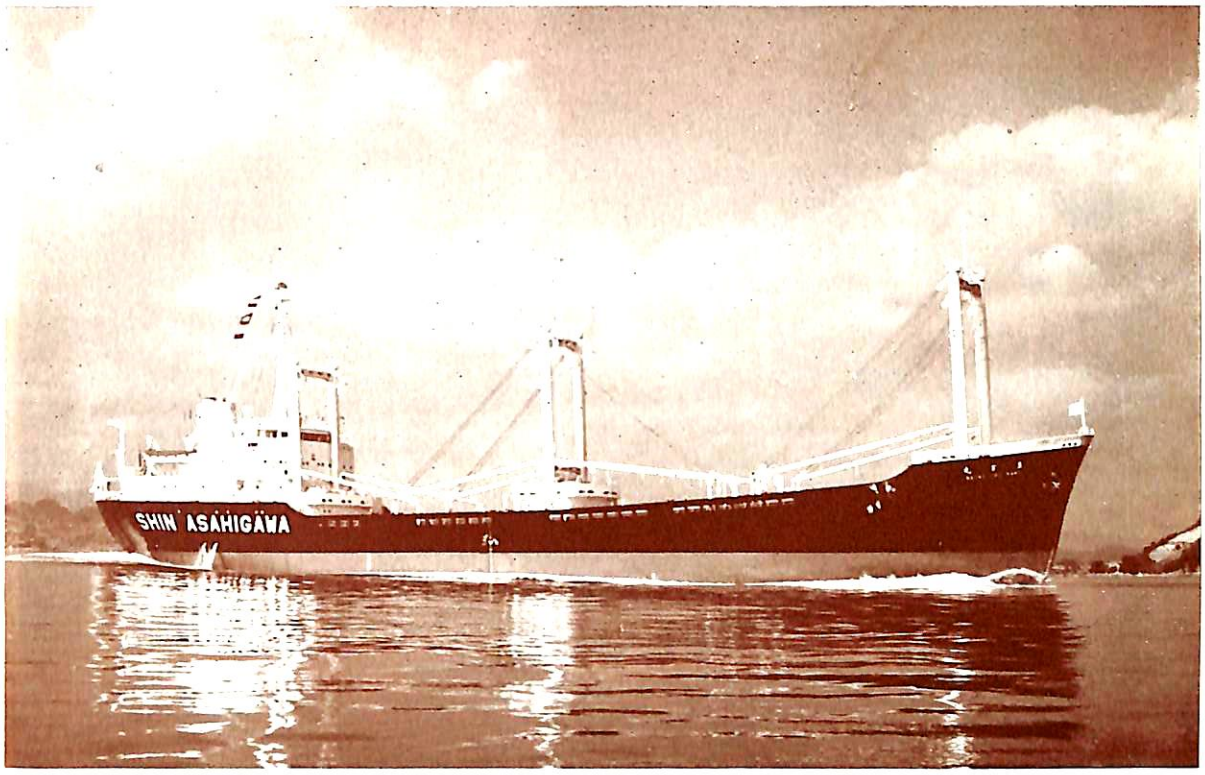
高千穂丸　冷凍装置　150 KW 2台，　75 KW 1台
魚艙容積　3,482.9 m³，　トロールウインチ　300 KW モータ駆動



松　　瑞　　丸　（石炭専用船）

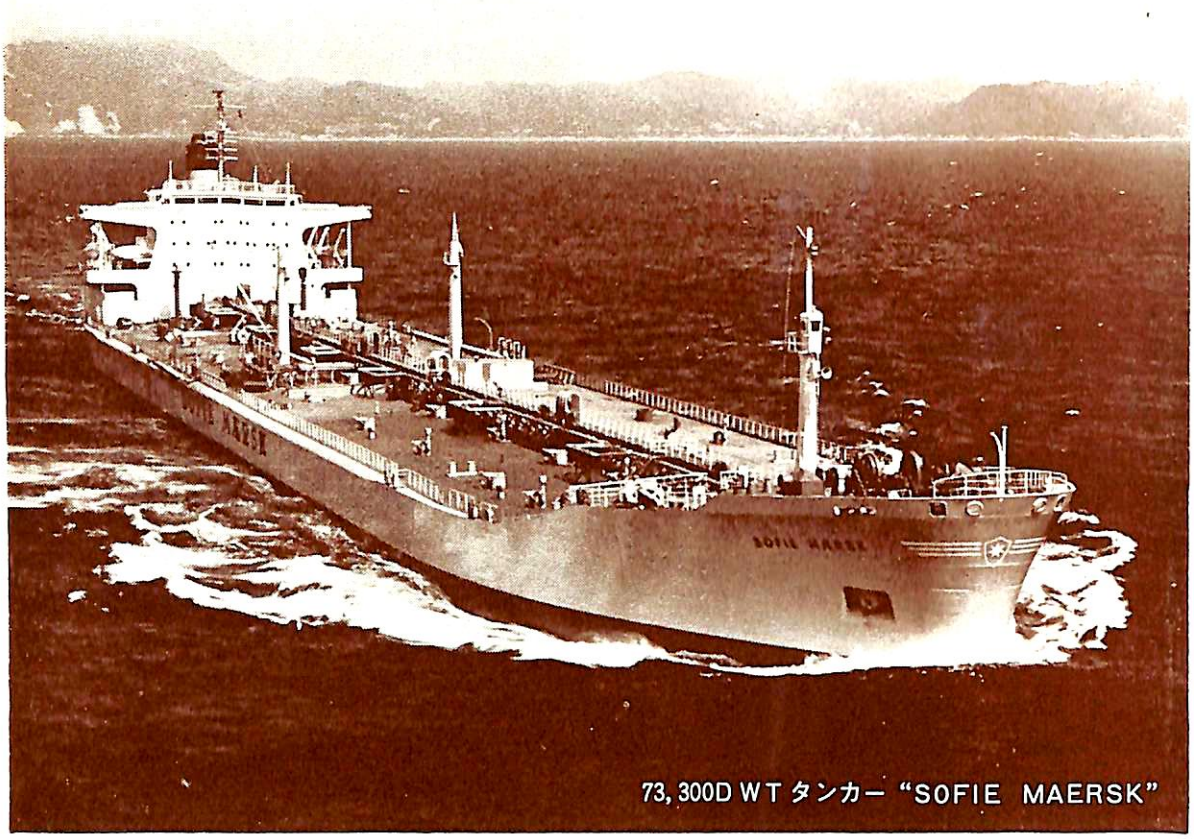


山　　幡　　丸　（石炭専用船）



真　　実　　丸　（木材専用船）

船名 / 要目	松　瑞　丸	山　幡　丸	真　実　丸
全　長	98.979 m		109.92 m
長　（垂）	92.153 m	176.00 m	101.90 m
幅　（型）	14.500 m	27.20 m	15.60 m
深　（型）	7.600 m	15.50 m	8.10 m
吃　水	6.300 m	10.50 m	6.63 m
総　噸　数	2,969.26 噸	20,400.00 噸	3,805.60 噸
載貨重量	4,652.00 瓲	35,750.00 瓲	5,951.79 瓲
速　力	（試）　15.808 ノット	14.4 ノット	（試）　15,265 ノット
主　機	三井 B&W 642 VT 2 BF-90型ディーゼル機関 1 基	日立 B&W 774-VT 2 BF-119 型ディーゼル機関 1 基	神戸発動機製 7 UET $^{45}/_{75}$ 型ディーゼル機関　1 基
出　力	（最大） 3,300 PS×217 RPM	（最大） 11,500 PS×119 RPM	（最大） 3,150 PS×225 RPM
船　級	NK	NK	NK
起　工	39－7－10	39－8－12	39－7－11
進　水	39－10－8	39－10－20	39－11－5
竣　工	39－12－5	40－1－14	40－1－10
船　主	松島海運株式会社	山下新日本汽船株式会社	新旭川株式会社
造船所	株式会社　藤永田造船所	日立造船・因島工場	尾道造船株式会社



73,300D WT タンカー “SOFIE MAERSK”

新造船・改造船・修理船：

特に各種専用船に関する高度の研究は 常に
わが国造船界をリードしています。

鉄　鋼：

高張力鋼などの厚板をはじめ鋼管、形鋼等各種の製品は船舶の強度・性能を高めるのに寄与しています。

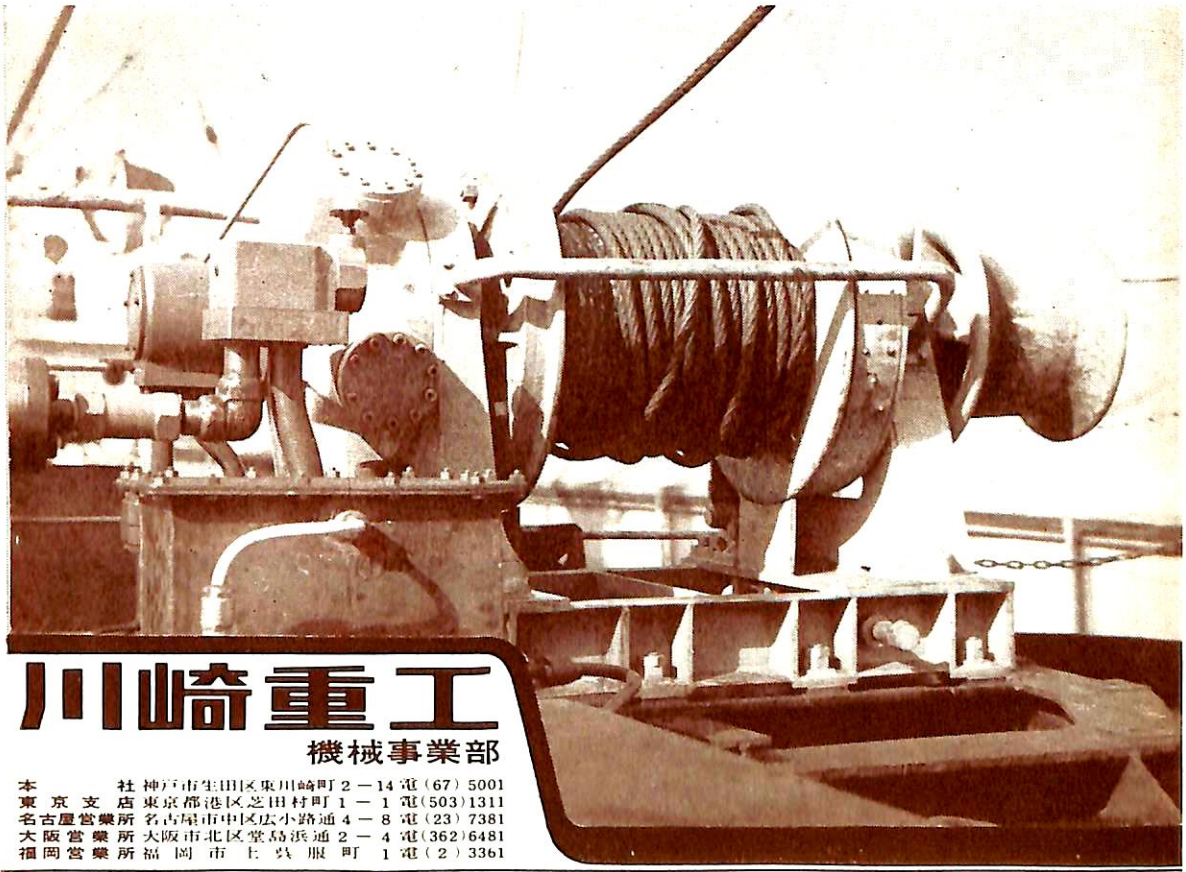
素材から製品迄の NKK 日本鋼管
東京・大手町

甲板作業がハンドル一つで出来る！

川崎ＫＢＣ式油圧甲板補機

川崎ＫＢＣ式油圧甲板補機は、油圧ポンプおよび油圧モーターのメーカーとして定評のある西独Brüninghaus社、英国Chamberlain社より技術導入し、多くの利点をほこる高油圧方式の優秀な製品です。
ウインチ、ウインドラス、ムアリングウインチ、キャプスタン、特殊ウインチ、等の甲板補機は、**性能、価格で非常に有利**な本機をご採用下さい。

- 操作確実、故障がなく、安全性が高い
- ハンドル１本で無段階速度の操作が可能
- 小型軽量、機械効率が良い
- 低速、高トルクの高効率スタツファモーター使用
- 各甲板補機は同一油圧源が利用できる
- 荷役は向上、運転経費が割安
- 価格は低廉、船価が低減



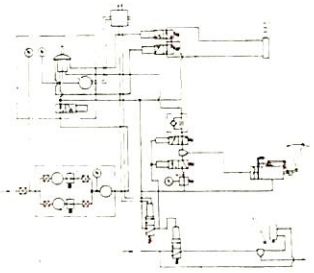
川崎重工

機械事業部

本　　社　神戸市生田区東川崎町２－14　電（67）5001
東京支店　東京都港区芝田村町１－１　電(503)1311
名古屋営業所　名古屋市中区広小路通４－８　電（23）7381
大阪営業所　大阪市北区堂島浜通２－４　電(362)6481
福岡営業所　福岡市上呉服町１　電（２）3361

船舶の自動化・合理化にナブコの技術を！

〈ディーゼルエンジンリモートコントロール〉



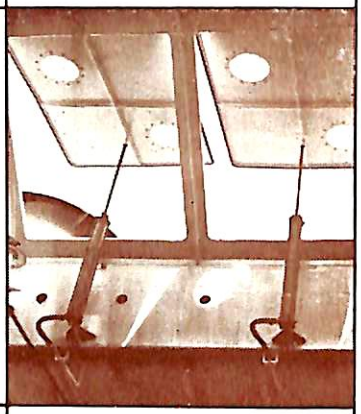
1つの
レバーで
安全・確実、
小型で
大きな力
取付容易！

● 空気圧式の特長

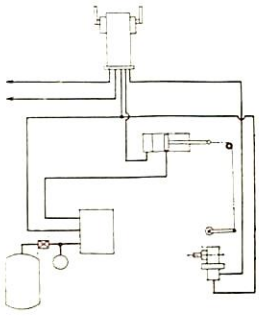
1〉引火のおそれなく安全性が高い
2〉漏洩による汚れがありません
3〉作動空気は起動用の空気を7 kg/cm²に減圧して使用できます
4〉応答は敏速で、動作は円滑・確実です
5〉温度変化の影響を受けません
6〉使用機器は堅牢で分解も容易ですから、保守取扱いは簡単です
7〉耐腐触性の材質を使っています。
8〉電気・油圧式に比して費用低廉です。

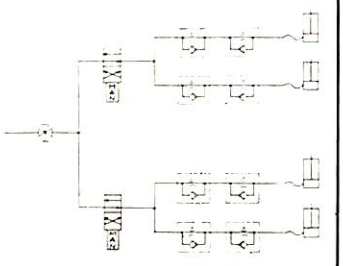
NABCO

NIPPON AIR BRAKE CO., LTD.



〈可変ピッチプロペラリモートコントロール〉



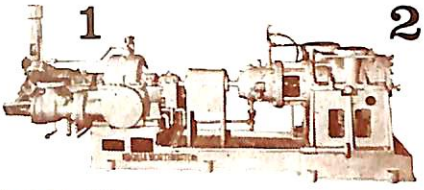


〈天窓開閉装置〉

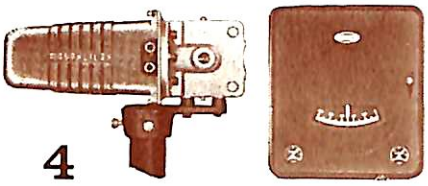
〒 呈カタログ

日本エヤーブレーキ株式会社

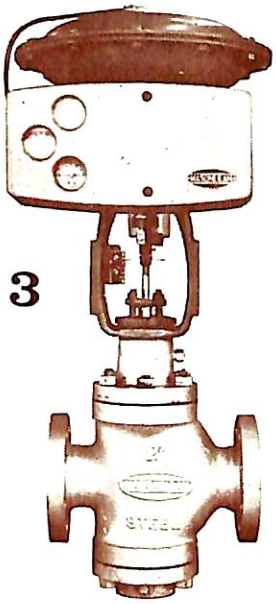
本　　社	神戸市葺合区脇浜町3の2058	TEL大代表(23)4131
機器事業部 神戸販売課	神戸市灘区岩屋中町1の38	TEL（87）5221
東京販売課	東京都港区芝西久保桜川町25	TEL（501）0256
事　務　所	名古屋（58）8508・小倉（53）5470	



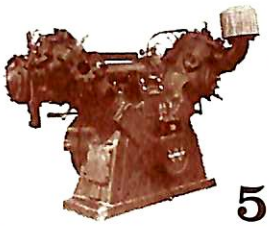
HB型2段渦巻式ボイラー給水ポンプと
R2R型1段蒸気タービンとの組合せ



60000型差圧制御器または4800型差圧伝送器と
60000型レシービングコントローラーとの組合せ



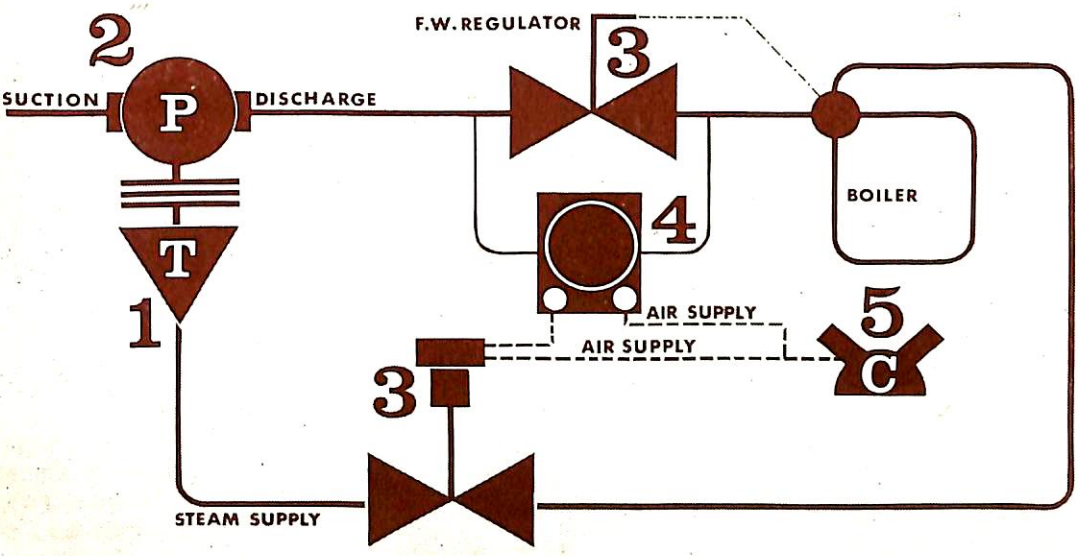
ポジショナー付10000型自動調節弁



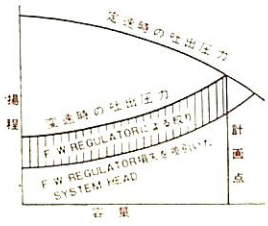
YCB型
無給油式計器用空気圧縮機

WORTHINGTON

MASONEILAN



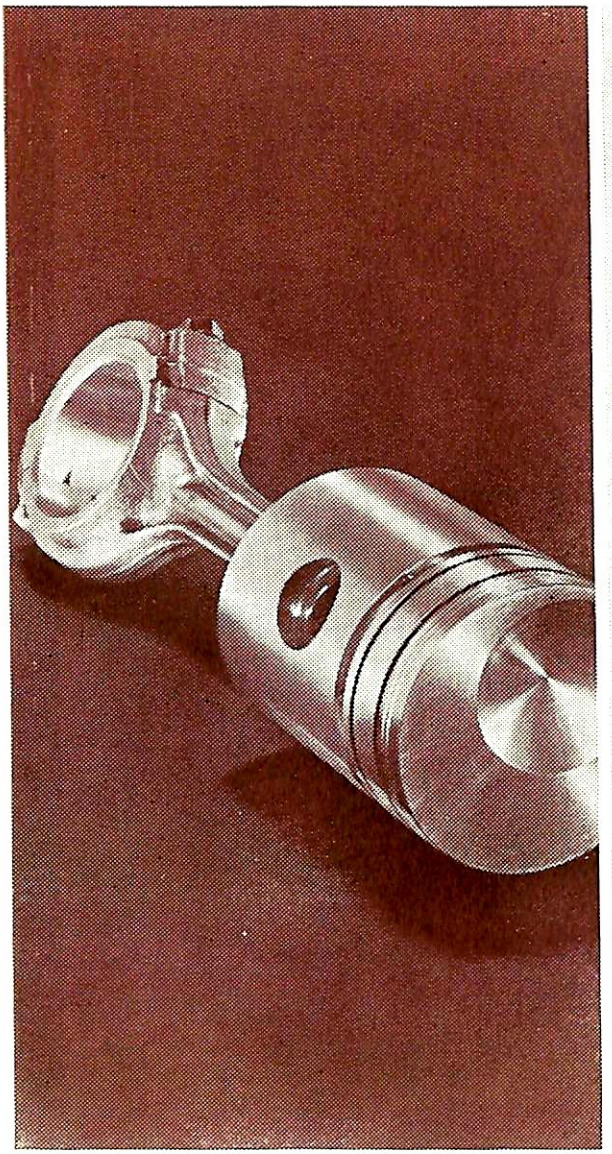
渦巻ポンプが、変速電動機または蒸気タービン駆動である場合、差圧制御を利用することは、きわめて有利です。上記の系統図は、F.W.REGULATORを装備したタービン駆動の装置例を示したもの。この場合、給水調節弁の両側にパイロットラインが接続され、一定差圧を維持するように弁が働きポンプ速度が変化します。

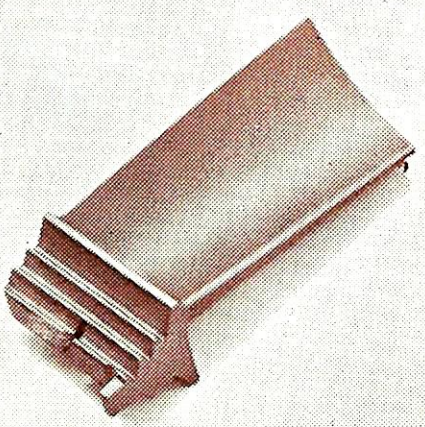


新潟ウオシントンは、ポンプ、タービンのみならず、自動制御に必要なすべての機器、および計器用無給油式空気圧縮機を一貫製作しております。ポンプ自動運転のご計画には、コンサルタントとして、ぜひ新潟ウオシントンをご利用下さい。

新潟ウオシントン株式会社

東京都港区赤坂新坂町赤坂国際館　電（402）6211代表
営業所　大阪市北区梅田町新阪神ビル　電（313）0712
福岡市東中洲花の関ビル　電（3）7574
広島市小町共電ビル　電（41）8461



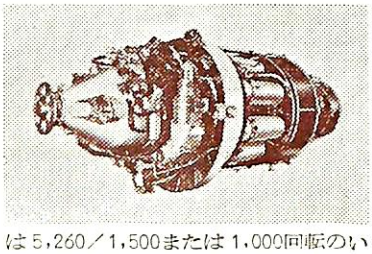


ポンド当り
4倍の出力

ブリストル・シドレー社のマリン・プロティウス・ガス・タービンは他の型式の船用エンジンより重量1封度当り4倍以上の出力を発揮します。

4,250軸馬力に開発された プロティウスの全体容積は2.8m×1m余で 軽量な船用ディーゼル、エンジンの1軸馬力当りの荷重が約 4.2封度であるのに比し、プロティウスは僅か1.06封度にすぎません。
これは相広なギヤ・ボックスを含めて比較したものです。

従来のエンジンの様に往復運動レシプロ機構がないので振動が全然ありません。ウォーミング・アップなしで60秒以内で全出力を発揮します。これ



は5,260／1,500または1,000回転のいずれの出力でも同じです。又プロティウスは保全に殆んど手がかかりません プロティウスを装備した船の機関室の定員は同じ出力のディーゼル エンジンの船に比し半で充分です。

1960年英国海軍でマリン・プロティウスが採用されて以来今までに多数国の海軍がパトロール・ボートから水中翼船にわたる各種の船舶の動力に採用しました。そしてこの事実がプロティウスの成功を物語って居ります。主機又はブースター用として 今迄に 80台の註文をうけています。

詳細は下記代理店にお問い合せ下さい

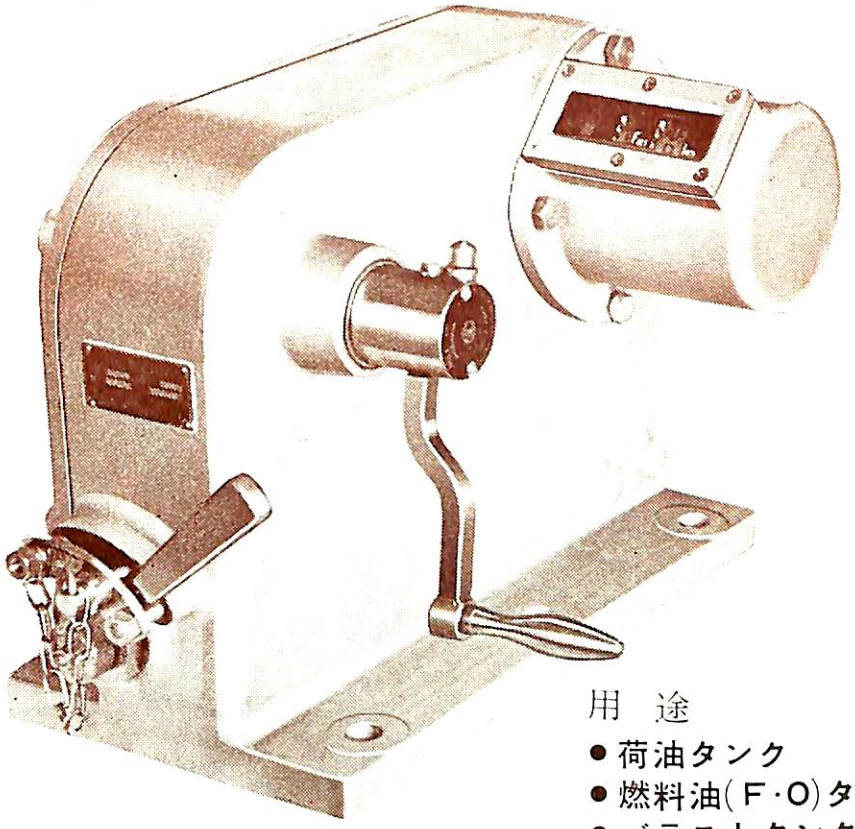
日本総代理店

サイノ・ブリティッシュ(ホンコン)
リミテッド 東京都中央区日本橋通り
2の1 電話 271—4803

BRISTOL SIDDELEY
SUPPLY THE POWER

船舶にはサクラの液面計!!

- 高感度なカウンター指示方式!
- 完全な安全装置付!
- 振動・衝撃等に強い!
- 耐蝕性が強い!



用　途

- 荷油タンク
- 燃料油(F·O)タンク
- バラストタンク
- フローティングドック

あらゆる分野の液面計のトップメーカー

櫻測器株式會社

本　社　東京都武蔵野市中町3—4番22号　電話武蔵野(0422)(2)局8136(代表)

出張所　大阪市西区靱本町2－80　飾大ビル1階　電話　大阪(441)9601—5

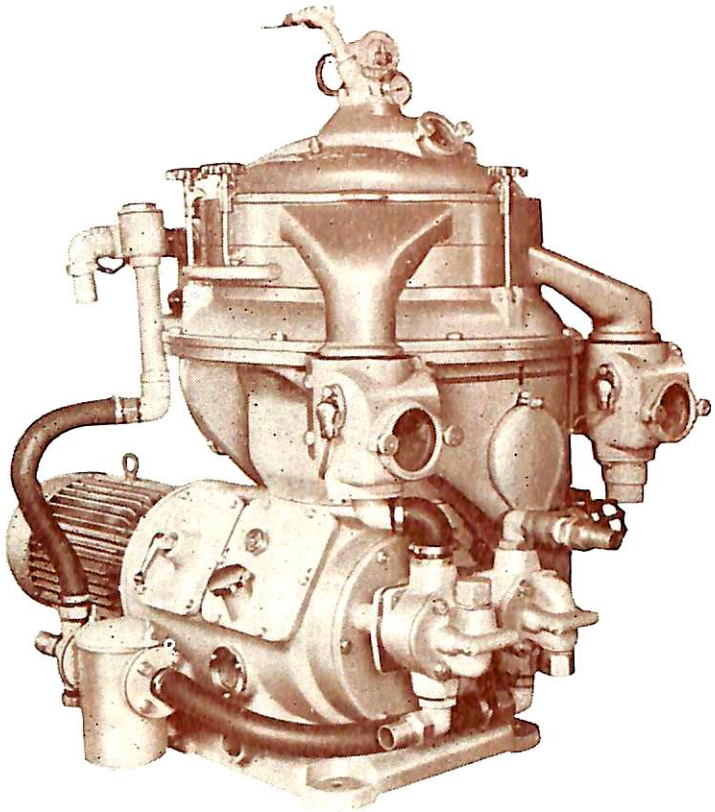
■油清浄機

技術提携先…… ALFA—LAVAL A.B.
Stockholm, Sweden. ／

燃料油清浄機〈ディーゼル油用・バンカー油用〉

潤滑油清浄機〈ディーゼル及タービン用〉

その他・各種遠心分離機



セルフ・オブニング・セパレーター TYPE MPX 309-00F

DE LAVAL

瑞典セパレーター会社日本総代理店

長瀬産業株式会社機械部

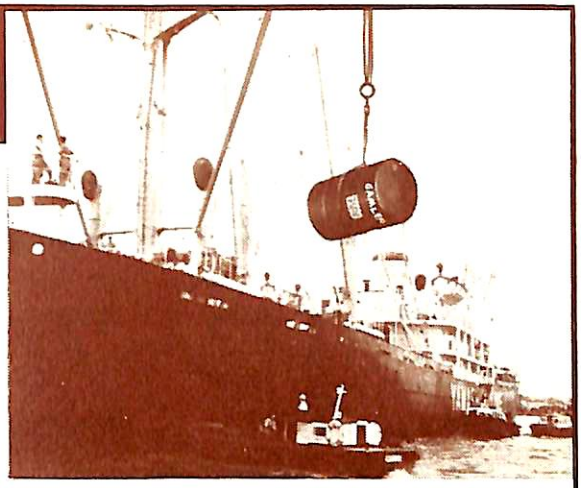
本　　社　大阪市南区塩町通4—26東和ビル
　　電　話（251）1　6　7　4
東京支店　東京都中央区日本橋本町4—14市橋ビル
　　電　話（860）6　2　1　1　大代表

支　　店　京　都・名古屋・福　山
製作工場　京都機械株式会社分離機工場
　　京都市南区吉祥院船戸町50

GAMLEN

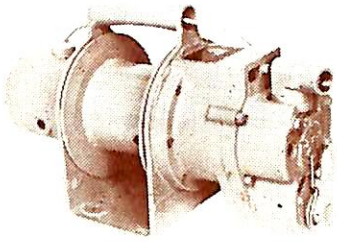
燃料油添加剤

各種化学洗剤



山水商事株式会社

東京都中央区日本橋通２の６	電話（271）5751(代表)
室蘭市海岸町　産業会館ビル	電話　室蘭　７１５１
新潟市下新島１６１の２	電話（４）７４７４
横浜市中区山下町254 デスコビル	電話（64）4788・4798
焼津市焼津７２１	電話　焼津　２８０７
名古屋市中村区西広小路通２の26	電話（55）２８００
神戸市生田区東町１１６	電話（39）1911～3
広島市石見屋町51上野ビル	電話（21）１３６１
北九州市門司区西海岸通２関忠ビル	電話（32）１３０５



三栄の
船舶用エアーホイスト

PLH—4 型 スラッヂ用 ポータブルエアーホイスト

仕　様	
給　気　圧	6～9 kg/cm²
ローププル	75 kg
ロープスピート	40m/min
ロープ寸法	6φ mm～30 m
機体重量	30 kg

ALW—4型 舷梯用 エアーウインチ

仕　様	
給　気　圧	6～9 kg/cm²
ローププル	500 kg
ロープスピート	20～24m/min
ロープ寸法	12φ mm～60m
機体重量	250 kg

株式会社 三栄精機製作所

本社・工場　小樽市若竹町８番地　電（３）1141(代)
福島工場　福島県伊達郡桑折町字仮屋１番地　電　１４４
東京営業所　東京都千代田区神田西福田町２　電（252）8688(代)
出張所　大阪・電（351）5104　福岡・電（75）6480

三菱防蝕亜鉛

CATHODIC PROTECTION ZINC

CPZ

船尾に取付けたCPZ－8F

CPZの用途

各種船舶の外板，バラストタンク

推進器軸，繋留ブイ，浮ドック

港湾施設（鋼矢板岸壁，水門扉，閘門，桟橋）

三菱金属鉱業株式会社

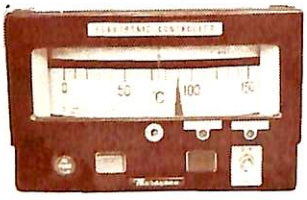
東京都千代田区大手町1丁目6番地（大手ビル） 電話（270）8451

営業所／大阪，札幌，仙台，新潟，名古屋，広島，福岡

総代理店・三菱商事株式会社　　設計施工・日本防蝕工業株式会社

船舶の自動化・集中制御に Murayama

排気・冷却水 軸受・冷蔵艙 電気温度計



E C 形 （調節）

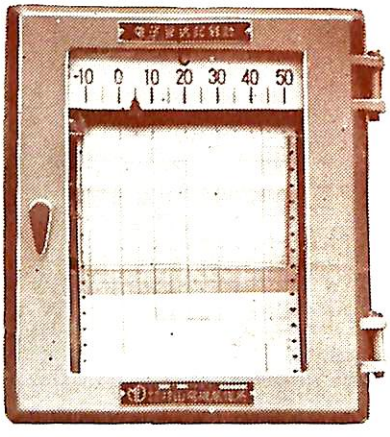
EQC形 （警報）

指示

記録

警報

調節



M K 形 （記録）

株式会社 村山電機製作所

本社 東京都目黒区中目黒3～1163

電話 (711) 5201 (代表) — 5

出張所 小倉・名古屋

3月号
¥200

特集
排気

内燃機関

① 自動車排気ガス浄化の現状／編集部
② ディーゼル機関の排気濃度／橋爪信彦・辻村欽司
③ 自動車エンジンの排気ガス分析／秋山良雄・福島辰久
④ ガソリン, LPG, ディーゼル機関の排気ガス/小早川　隆
⑤ ガスリトマトグラフィ／高宮信夫・斎藤　孟
⑥ 米国における自動車排気ガス浄化装置／伊藤幹司
⑦ ボッシュ式スモークメータ／三原省三
⑧ 触媒式排気ガス浄化マフラ／栗原三男
⑨ 新語用語

■ 基礎講座・初心者のための材料力学／古屋公男
■ 技術解説・日野コンテッサ1300のエンジン／鈴木　等
・形鍛造クランクの軸／本田栄一
■ 技術相談室・グラビヤ解説・文献抄録・近着の外誌から・特許，統計・ニュースほか

発　行
山海堂
東京都新宿区
細工町15番地
電 269−4151

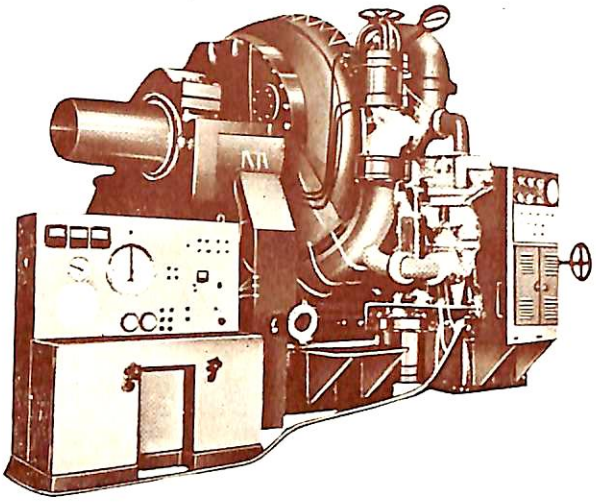
ナルダン
マリン
クロノメーター

小型　NO. 10105

２２型　文字板直径７２ｍｍ
レバー脱進機　１／５秒刻み
１８石　３６時間巻
マホガニー外箱上面ガラス付
ナルダン社発行検定書付

販売特約店
原田産業株式会社
日本漁網船具株式会社
三洋商事株式会社
豊産業株式会社

Water-Brake Dynamometer



写真は我が国最大の 30,000 HP測定用超大型水制動力計で，給排水量は電動バルブで調節し，シリンダーは油圧力に置換して振子式動力計で計測します。
また電動バルブと電気回転計を連動させる自動安定装置を備えています。

容量最大	150r.p.m	30,000 HP
中心高さ	2,350mm	± 10 mm
軸全長	5,330mm 全高 3,865mm	
床寸法	4,200 mm × 3,410 mm	
総重量	約 80 ton	

株式会社 **東京衡機製造所**

東京都品川区北品川4－516 TEL (442) 8251 (大代表)
大阪支店 大阪市北区堂島上3－17 (都ビル) TEL (362) 7821 (代)

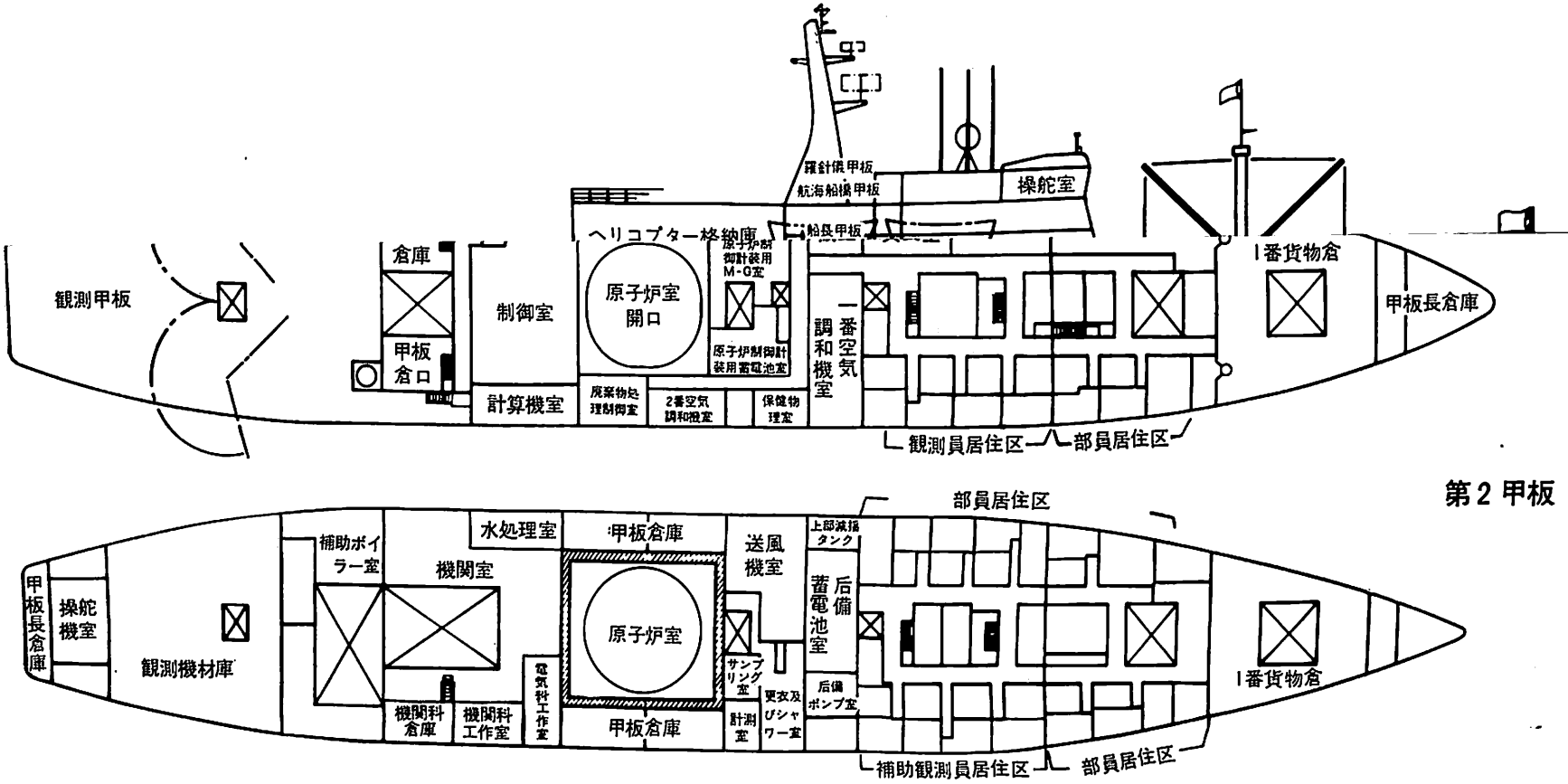
トンボ印船舶用

パッキング

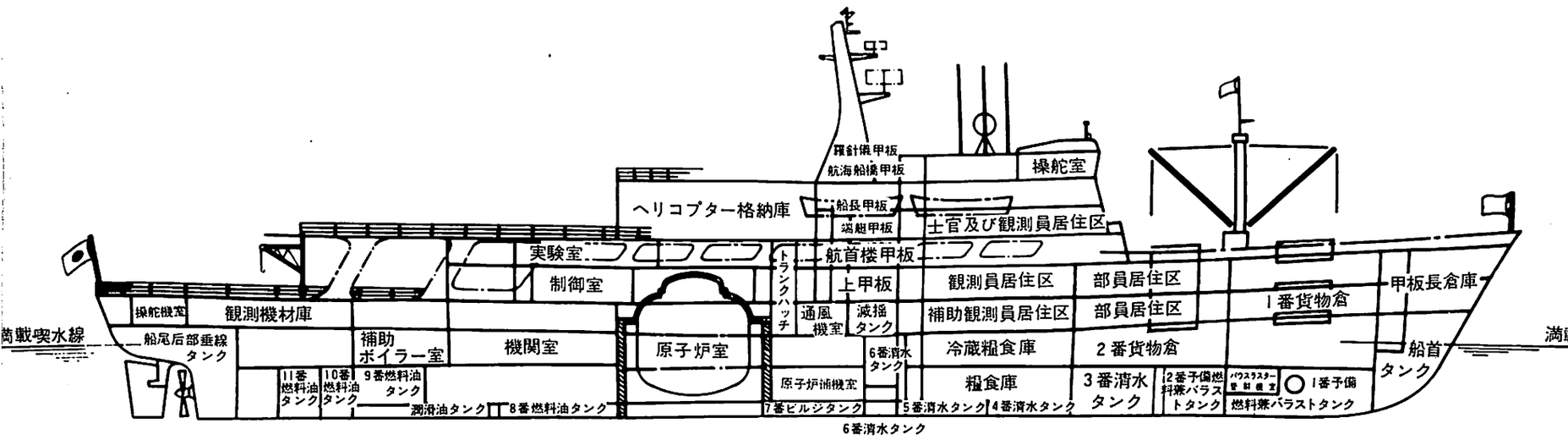
保温材

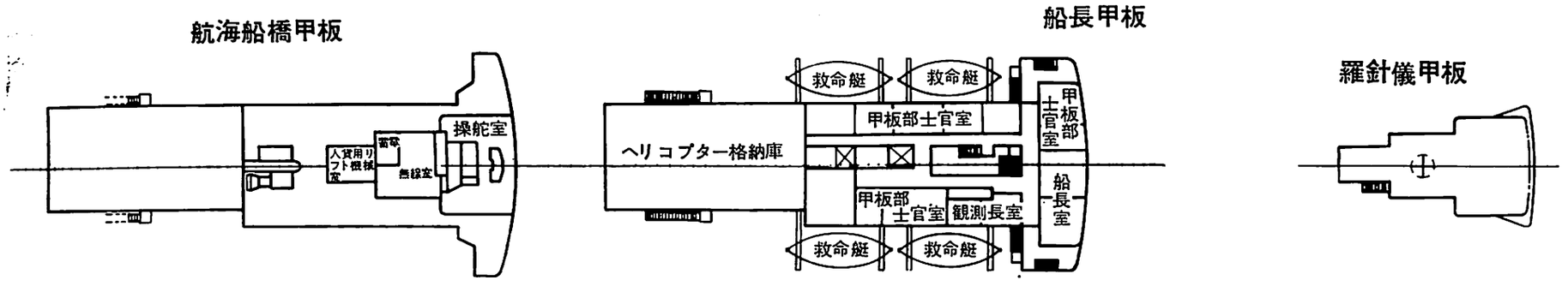
日本アスベスト株式会社

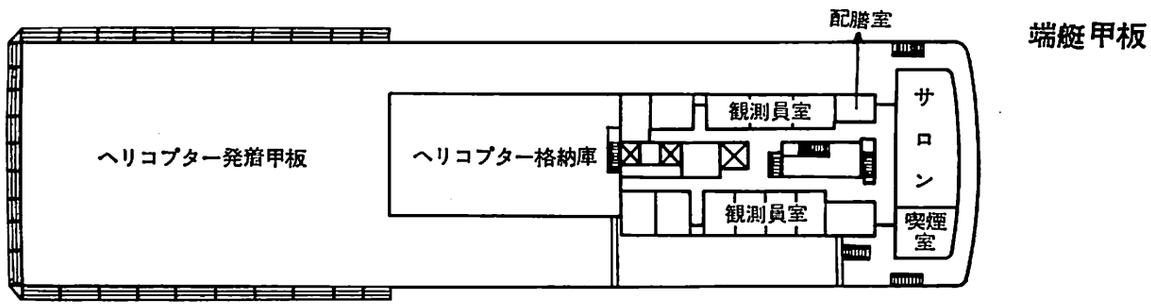
本社・東京支店・東京都中央区銀座西6－3・ (572) 0321(10)
大阪支店・大阪市南区塩町通4－25・ (251) 5491～8
九州支店・福岡市薬院大通2－81・(74)1747・2827
名古屋支店・名古屋市中区下前津町117・(32) 6591～5
札幌出張所・札幌市北四条西2丁目宮田ビル6階・札幌(3)0520

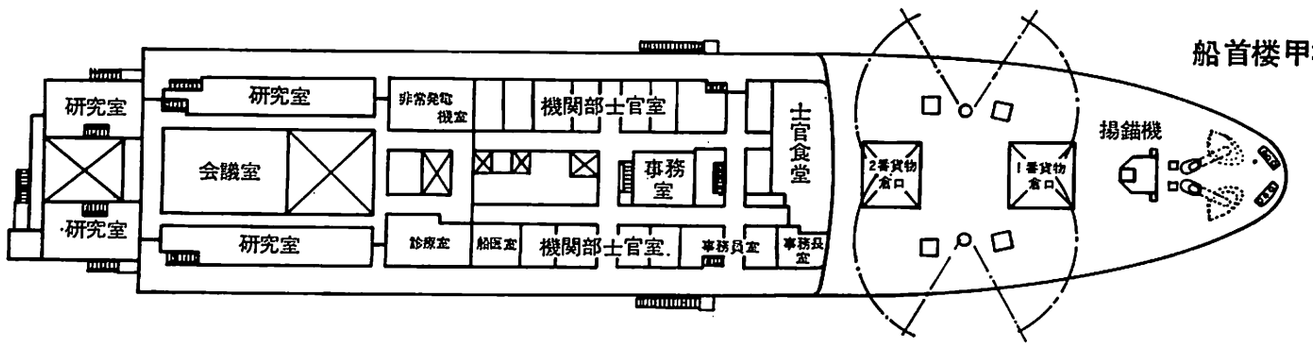


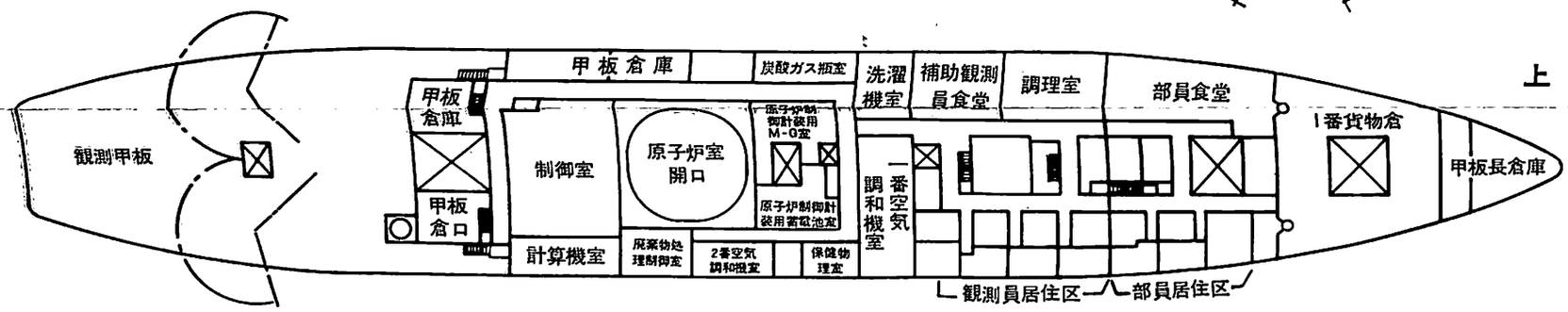
原子力第1船 一般配置図

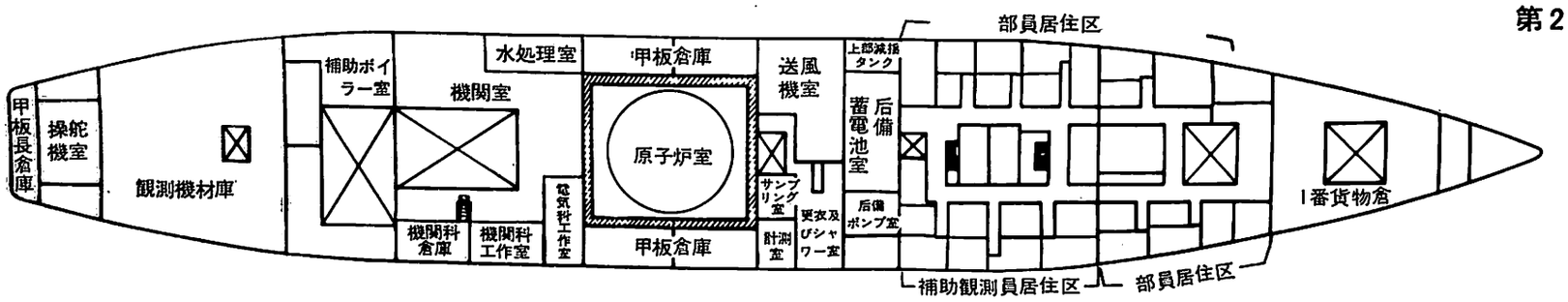












原子力第1船 一般配置図

原子力第 1 船の基本設計概要

宇田川　貞夫
日本原子力船開発事業団

原子力第1船の基本設計は，さきに内閣総理大臣および運輸大臣が定めた「原子力第1船開発基本計画」に従い，日本原子力船開発事業団において学識経験者の意見，技術資料の解析および海外調査の3つの面から設計条件を検討の上進められ，昭和39年2月原子力第1船に搭載する原子炉の型式を「間接サイクル軽水型」とするなど基本設計方針を決定した．

この方針にもとづいて関係企業の協力のもとに基本設計が進められ，おおむね，その作業が終つたので，以下にその概要を紹介する．

1. 船　体　部

1. 1 一　般

基本計画に示されているように，原子力船の建造および運航の経験を得ることが本船建造の主目的であるが，実験航海終了後は大きな改造を行なうことなく海洋観測および乗組員訓練に使用できる構造，艤装をあらかじめ考慮して設計することとし，そのための必要条件と搭載原子炉の要目の決定等とにより主要寸法が要目表のとおり確定し，総トン数は約6,900トンとなる見込みである．

現段階の舶用原子炉を搭載する船舶としては，その大きさからいつてぎりぎりの寸法であるが，将来海洋観測船として使用する場合には，必要な研究室，作業甲板等を備え，6カ月の長期にわたつて広範囲に観測作業のできる世界第1級の優れた性能を発揮するものと思われる．

1. 2 一般配置および区画

一般配置図に示すように，本船の原子炉室を，船体中央よりやや後方に長さ 12.41 m，幅 11.00 m にわたつて配置し，原子炉室の前方には浄化系，廃棄物処理系のポンプ等を配置した原子炉補機室を，また後方には機関室を設け，上甲板上原子炉室開口の後方に制御室を設けた．

居住室は原子炉区画に直接接することを避け，倉庫，タンク等を介して原子炉区画の前方に配置した．

将来の海洋観測用諸設備は，おおむね船の後部に集中配置するものとし，後部上甲板は主作業甲板にあてるため，できるだけクリヤーにした．また，中型ヘリコプター2機搭載を考慮して端艇甲板にヘリコプター発着場と格納庫を設けた．

本船は，船首尾隔壁を含む前後10カ所の水密隔壁によつて仕切られており，すべての区画は，隣接する2区画に浸水した場合でも本船は浮いており，かつ，十分な復原力を持つように設計されている．

1. 3 船殻構造

本船は，船首楼甲板および二重底を縦肋骨構造方式とし，その他は横肋骨構造方式を採用して，かつ，耐氷構造となつている．

原子炉区画周辺は耐衝突・耐座礁防護構造とし，また，格納容器支持構造はあらゆる外力，自重，熱膨脹および事故時の衝撃に対しても，格納容器を損ずることなく原位置に保持するように設計されている．その設計条件は，過去数年にわたつて外力の作用についての実船計測が行なわれた結果を考慮して，次のとおりとしている．

上下方向加速度	1±0.82 g
水平方向加速度	±0.65 g
衝撃加速度（あらゆる方向）	1.0 g
振動加速度（100～1,200 cpm）	0.1 g

1. 4 船体艤装

艤装上の特色としてはまず第1に，原子炉補機室の前方に上下2個の減揺タンクを設けることである．これらのタンクによつて最大傾斜角を，タンクを装備しない場合の½～⅓程度に減ずる効果が期待される．

第2に，推力約6トンのバウスラスタを装備することである．この作動は船橋から遠隔制御され，狭水道，港内および観測作業等の低速運航時における操船にきわめて有効となる．

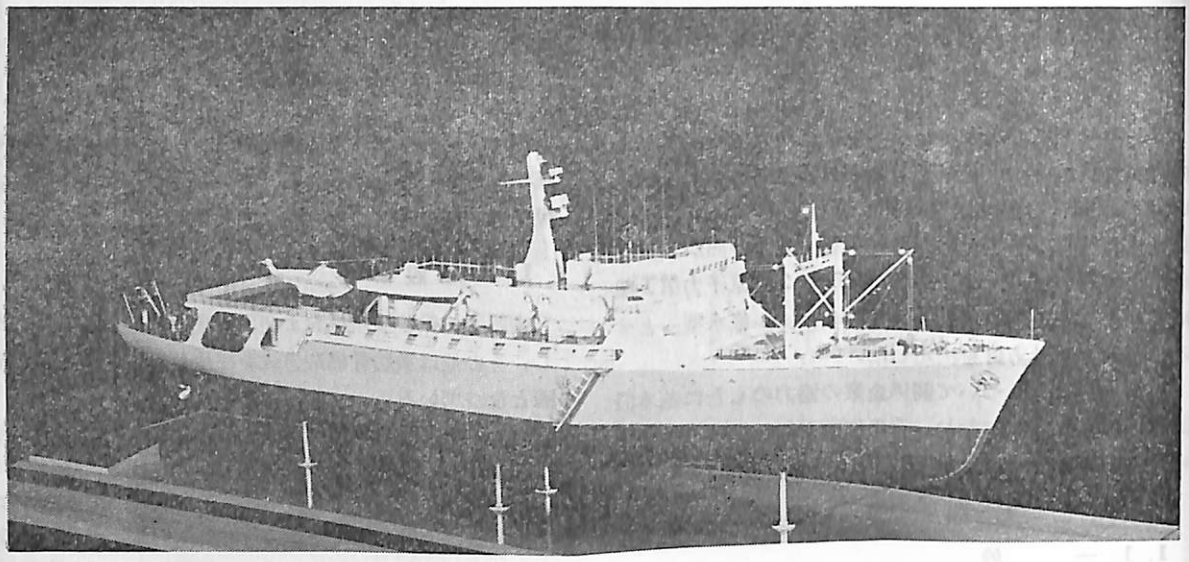
その他，居住区域および業務区域に対しては船舶安全法に定める防火構造の第1保護方式を採用すること，片舷で乗組員全員を収容できる救命艇を搭載すること，運航の合理化のためかなり高度の自動化を考慮していること等である．

1. 5 格納容器

格納容器には原子炉圧力容器，1次遮蔽タンク，1次冷却ループ（2基の主蒸気発生器，2基の主冷却水ポンプ，1基の加圧器等を含む），温調装置および関連機器が納められている．

格納容器は竪置円筒型で鏡部は球状であり，頂部には制御棒駆動機構を納めるキュポラがある．

格納容器の設計条件は次のとおりである．



設計内圧	12.5 kg/cm²
設計温度	189°C
設計外圧	3 kg/cm²

格納容器の底部には万一沈没した場合，海水の圧力によつて容器が圧かいしないように圧力平衡弁が2個装備されている．平衡弁は 2 kg/cm² の差圧で開き，圧力が平衡すれば，また，閉じるような設計になつている．

1．6 放射線防護

(1) 管理区域とその換気

放射線に対する船内管理の面から，船内は管理区域（1年間そこにとどまつていると 0.5 rem をこえる被曝のある区域）と安全区域（管理区域以外の区域）の2つに区分されている．管理区域は，機関室，補助ボイラ室，原子炉室，原子炉補機室，送風機室，サンプリング室，計測室，更衣およびシャワー室，原子炉および同補機室側部ボイドスペース等である．

また，人員を従事者と一般人に区分して管理する計画である．従事者とは本船固有の乗組員をいい，一般人は観測員，乗客，訪船者，港湾労務者および周辺の住民をいう．

一般人は原則として，管理区域に立入ることは禁止され，従事者および随時立入者の管理区域への立入りは管理された状態で行なわれる．本船の従事者は，船内にいる間は全員フイルムバッジおよびポケット線量計を着用し，許容値以上の被曝がないよう個人管理を受ける．随時立入者は，管理区域に立ち入るときのみ被曝線量の管理を受ける．その他，表面汚染に対しては汚染検出器，体内汚染に対しては血液検査等が併用される．

船内の換気系統は放射能汚染の可能性がある区画と，その可能性のない区画とは完全に別系統とし，上記管理区域の中で機関室，補助ボイラ室，ボイドスペースを除いた各室の系統は，大気圧に比し負圧に常時保つようにして，汚染が他の区画に拡散するのを防ぐこととしている．なお，排気側には放射性ダスト除去用高性能フィルターを設けている．

(2) 遮　　蔽

本船の遮蔽構造（1次遮蔽および2次遮蔽）は，次のような条件を満足するように設計されている．

(イ) 全出力運転時において安全区域における線量率は 0.5 rem/yr 以下となるようにする．

(ロ) 全出力運転時において，管理区域のうち常時人の立ち入る場所の線量率は，5 rem/yr 以下となるようにする．

(ハ) 全出力運転時において，巡視等で時間を限られた状態で立ち入る機関室等の線量率は 12 rem/yr 以下となるようにする．

1次遮蔽は，円筒型の鉄，水多重層構造のものが原子炉圧力容器の周囲に配置されている．

2次遮蔽は原子炉室の周囲の壁に重コンクリート（厚さ約 730～750 mm），格納容器の上部表面および原子炉室上部水平部に鉛（厚さ約 150～270 mm）およびポリエチレン（厚さ約 110～280 mm）を設けて中性子およびガンマ線の遮蔽をしている．また，重コンクリートの直下の二重底に

は遮蔽水タンクを設け，海水を満たして炉室下部二重底および海水からの散乱放射線を防止している．また，原子炉補機室周囲の壁および第3甲板には，鉄遮蔽が設けられている．なお，原子炉補機室内に設置する補機のうち一部機器自体に遮蔽をほどこすものもある．これら遮蔽体は重量の軽減，船体構造との関連，遮蔽材貫通部材まわりのストリーミング等を考慮して設計されている．

(3) 放射線監視

本船の船内放射線監視は，固定式監視装置と定期的および必要に応じて臨時的に行なうスペシァルサーベイによつて行なわれる．このうち，固定式監視装置としては原子炉室周辺に空間線量率監視装置を配置し，第2甲板ファンルームにガスおよびダストモニタを配置する．これらは船内の線量率，空気および液体中の放射能濃度を総合的に監視し，管理するものであつて，自動および手動によつて作動し，計測値を表示あるいは記録するが，なお，これが制限値を越えた場合には警報を発するようになつている．

2. 機　関　部

本船の機関室内には主機械，主発電機，その他の各種補機が配置されている．また，1次系補給水処理装置が第2甲板左舷に配置されている．補助ボイラ室は機関室の後方第3甲板上に配置され，船体区画の点より機関室とは別区画になつており，補助ボイラおよび補助発電機が配置されている．

タービンにはいる蒸気は飽和蒸気であるので，主機械に対するドレン抽出装置については特に注意が払われ，主蒸気発生器から主機械までの蒸気管系統に湿分分離器が設けられている．また，負荷変動時の余剰蒸気を処理するため主復水器にダンプラインが設けられている．主蒸気発生器への給水に海水が漏入することは，主蒸気発生器の応力腐食上，厳に防止しなければならないので主復水器の海水漏洩対策が十分とられている．

補助ボイラは，万一原子炉がスクラムし，推進動力を得られない場合に帰港用推進動力源として設けられるものである．この意味からもきわめて短時間に始動できるものが好ましい．この観点から本船では蒸気ドラムに加熱コイルを組み込み常時2次蒸気として使用するようになつている．

なお，操船性能の向上および衝突防止の観点から，可変ピッチプロペラの採用を考慮している．

3. 電　気　部

電気部関係は要目表のとおりであるが，主電源装置の使用区分は次のようになつている．

区　　分		使用発電機	備　　考
航海時		主発 1台	
停泊時	炉運転	主発 1台	
	炉停止	主発 1台	補助ボイラ運転
炉起動時	冷態	主発 1台	補助ボイラ運転
	温態	主発 1台	〃
出入港時		主発 2台	
スクラム時		補発または主発 1台	
補助動力推進時		主発 1台	補助ボイラ運転
観測時		主発 2台	
緊急冷却		非発 1台	
後備用電源		蓄電池 1組	

4. 原　子　炉　部

4.1 一　　般

本船の原子炉は動力炉として国産第1号であり，安全性の確保を第1として慎重に検討しつつ基本設計が行なわれた．

舶用の原子炉であるため，陸上発電炉に課せられた要件のほかに，船体の運動に関し次の条件を満足するように設計されている．

(イ) 強度に関する条件

衝撃加速度	各方向に対し	1.0 g
振動加速度 (100～1,200 cpm)	〃	0.1 g

(ロ) 機器の作動に関する条件

	各方向に対し	1.0 g

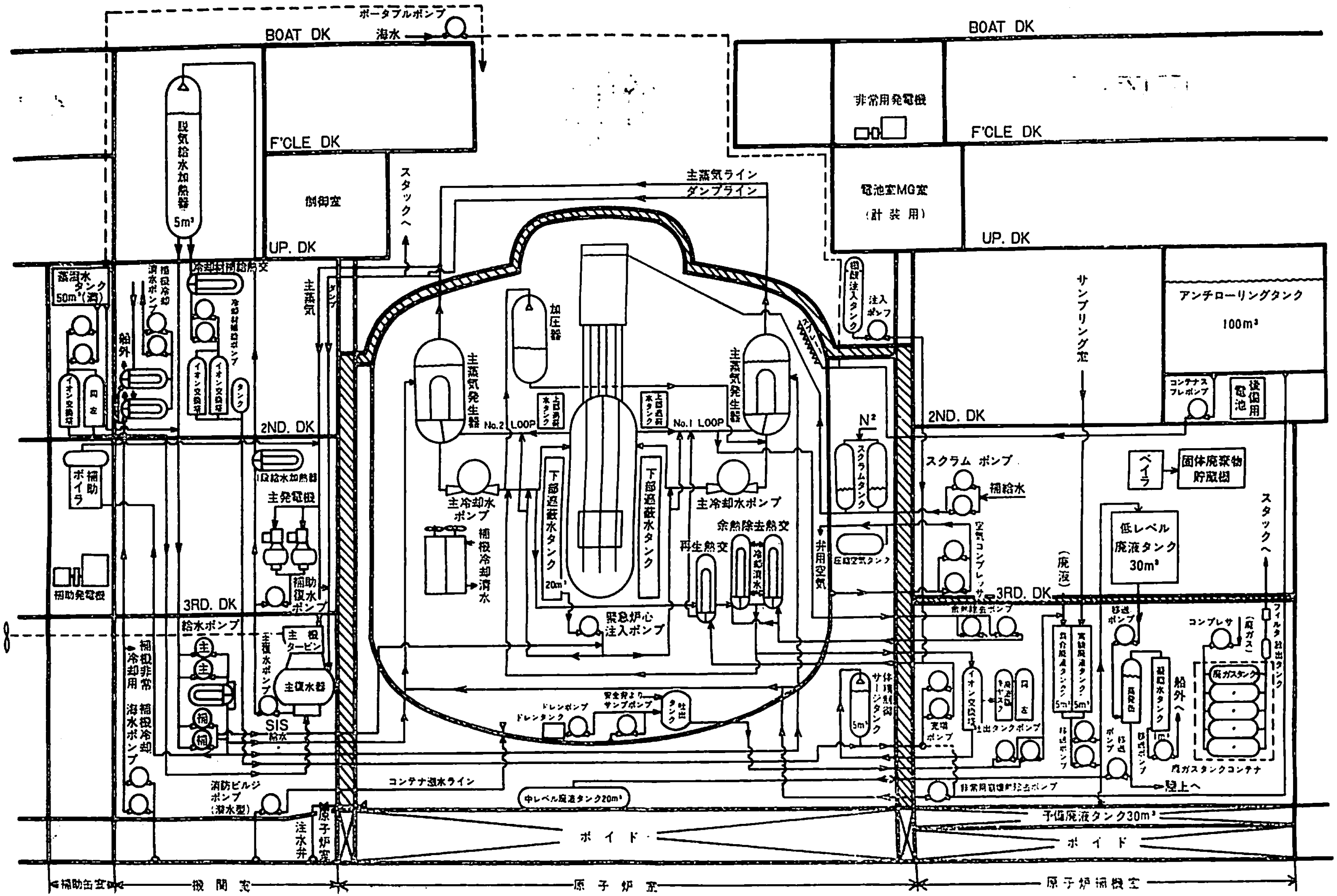
(ハ) 機器の性能に関する条件

100%出力の場合	
横揺 30° または定傾斜	10°
縦揺 10° またはトリム	5°
上下方向加速度	1±0.6 g
50%出力の場合	
横揺 45° または定傾斜	15°
縦揺 15° またはトリム	10°

4.2 原子炉本体

(イ) 原子炉圧力容器

原子炉圧力容器は竪円筒型で，上蓋および底部は半球状である．内部に燃料集合体，制御棒，炉心構造物および熱遮蔽板を収納し，上蓋には制御棒駆動装置のための


ポータブルポンプ
海水
BOAT DK
F'CLE DK
UP. DK
2ND. DK
3RD. DK
脱気給水加熱器 5m³
制御室
スタックへ
主蒸気ライン
ダンプライン
非常用発電機
電池室MG室（計装用）
蒸溜水タンク 50m³（2）
補機冷却清水ポンプ
冷却材補給熱交
船外
タンク
補助ボイラ
補助発電機
1段給水加熱器
主発電機
補助復水ポンプ
給水ポンプ
主タービン
主復水器
主復水ポンプ
SIS
補機冷却用非常
補機冷却海水ポンプ
消防ビルジポンプ（潜水型）
注水弁
原子炉室
主蒸気
加圧器
主蒸気発生器
No.2 LOOP
No.1 LOOP
上部遮蔽水タンク
下部遮蔽水タンク
20m³
主冷却水ポンプ
補機冷却清水
緊急炉心注入ポンプ
再生熱交
余熱除去熱交
冷却清水
ドレンポンプ
ドレンタンク
安全弁よりサンプポンプ
吐出タンク
コンテナ通水ライン
中レベル廃液タンク20m³
蓄圧注入タンク
注入ポンプ
N²
スクラムタンク
圧縮空気タンク
雑用空気
体積制御サージタンク
5m³
サンプリング室
アンチローリングタンク
100m³
コンテナスプレポンプ
電池保管用
スクラム ポンプ
補給水
空気コンプレッサ
ベイラ
固体廃棄物貯蔵庫
低レベル廃液タンク 30m³
（廃液）
イオン交換器
充填ポンプ
抽出タンクポンプ
移送ポンプ
蒸発缶
凝縮水タンク
船外へ
陸上へ
コンプレッサ
（廃ガス）
廃ガスタンク
廃ガスタンクコンテナ
フィルタ
抽出タンク
スタックへ
予備廃液タンク30m³
ボイド
補助缶室
機関室
原子炉室
原子炉補機室

原子炉関係系統図

12個のノズルおよび4個の予備ノズルが設けられ，胴部には主冷却配管のための4個のノズルが設けられている．

主冷却水は圧力容器の側面に対称の位置にある2個のノズルから圧力容器に入り，炉心槽と圧力容器内壁との間を通つて熱遮蔽板を冷却しながら下降して圧力容器底部に至る．ここで冷却水は反転し，下部構造物内の冷却水案内管を上昇して炉心部に入る．炉心部で加熱された冷却水は，上部構造物内の制御棒案内管の外側を上昇して炉心槽押え板の下にある空間で90° 曲り，炉心支持板吊り胴に設けられた4つのノズルを通つて吊り胴外に出る．吊り胴外部の流れは吊り胴外面と炉心槽内面で囲まれた円環状の流路を下降して圧力容器出口ノズルに至る．

（ロ） 燃 料 体

炉本体に納める燃料集合体は32個で外周部20個の濃縮度は3.2％，中心部12個の濃縮度は2.7％とし出力分布の平坦化をはかつている．1個の燃料集合体は11×11＝121本の燃料棒で構成される．燃料集合体，燃料棒の寸法，材質は要目表のとおりである．各燃料棒には52個の二酸化ウランペレットが納められているが，その上下に分裂生成ガスのためのスペースを設け，また，ペレットの移動を押えるため，インコネル製のコイルばねを装入している．装荷燃料は約3トンで，燃料サイクル費の低下を考慮し，燃焼度は約 5,000 MWD/T 60％ の負荷で炉心寿命は約1.5年である．

（ハ） 制御棒および駆動装置

反応度の制御は12本の制御棒で行ない．可燃性ポイズンは採用していない．制御棒には耐食性のよいハフニウムを用い，その下部には同じ長さのジルカロイー2でできたフオロアーを取付けた．これは，制御棒を引抜いた時にできる水の層による中性子束の局部的抑制，制御棒通路を通じての過大なバイパスの流れの防止，制御棒案内の役目をもつている．また安全対策上からみて，常温でもつとも効果の大きい制御棒1本が完全に炉心に挿入されていない状態でも炉が臨界に達しないという，いわゆる「one rod stuck」の条件を満足するように各制御棒の配置および停止反応度に考慮が払われている．

制御棒駆動装置は，水圧スクラム装置を内蔵するラッチ型磁気ジャック式を採用し，制御棒はスクラム信号があつてから2秒以内で全挿入を終るように設計されている．

4．3 主冷却系統

主冷却系統は原子炉につながる2組の閉ループおよび1個の加圧器から構成されている．各ループは主蒸気発生器，主冷却水ポンプおよび主冷却配管よりなり，正常の運転状態で2ループを使用し主冷却水ポンプは高速運転される．しかし低出力の場合，原子炉スクラム時の補助発電機使用の場合には半速運転となる．また主蒸気発生器，主冷却水ポンプの故障時には1ループ運転でも可能なように設計されている．

（イ） 主蒸気発生器

主蒸気発生器は竪円筒形シエルアンドチューブ式で気水分離器を内蔵している．チューブ側の主冷却水は主冷却水ポンプにより強制循環され，これにより加熱されたシエル側の給水は自然循環しつつ蒸気を発生する．発生蒸気は円環状に配列された12個のサイクロンセパレータにより，ついで頂部の傘状スクラバーにより気水分離される．なお主蒸気発生器のチューブの材質は，インコネルとして給水中の海水混入による応力腐食の恐れをさける考慮をしているが，万一漏洩破損等の場合には他の1基で運転が可能なように，特に2次側の設計圧力も1次側と等しくして設計している．

（ロ） 加 圧 器

加圧器は底部に電熱ヒータがはいつた鋼製の圧力容器で，定常時には飽和蒸気と水で満されており，底部にはサージラインが，上部には主冷却水ポンプ出口からきているスプレイラインと，吐出タンクにつながる安全弁，逃し弁が設けられている．急激な負荷変動で主冷却系の圧力が低下した場合には，ヒータの容量を増加させ，逆に圧力が上昇した場合には，スプレ量を増加させ，さらに圧力が上昇すると逃し弁や安全弁が開き，過剰蒸気を吐出タンクへ放出する．このような動作は，すべて自動で行なわれ，主冷却系の圧力と体積は常に一定の範囲内に維持される．

（ハ） 主冷却水ポンプ

主冷却水ポンプは逆止弁内蔵式竪形キャンドポンプ2基で，原子炉運転中は負荷に関係なく全流量1,800 t/hrで運転され，崩壊熱除去時には正規回転数の½で運転される．

4．4 補 機 系 統

補機系統は，体積制御系，余熱除去系，非常用崩壊熱除去系，緊急注水系，浄化系，薬品添加系，冷却材補給系，ガス補給系および補機冷却系から構成され，名前の示すごとくそれぞれ主冷却水の充填，引抜き，原子炉停止時の崩壊熱除去，主冷却水の水質保持等の機能を満足するように設計されている．

4．5　廃棄物処理系統

廃棄物処理系統は気体・液体・固体廃棄物処理系から構成され，いずれも6カ月間の連続航海が可能なように設計されている．

（イ）　気体廃棄物処理系

原子炉系統より出る廃ガスは，廃ガスマニホルドに集められ，これを廃ガス圧縮機により圧縮し廃ガスタンクに圧入貯蔵する．廃ガスタンクは5組（1組は予備）に分け3カ月貯蔵して，放射能レベルの減衰した廃ガスを放出タンクにいれ，モニタで許容レベル以下であることを検定の上大気中に放出する．

（ロ）　液体廃棄物処理系

液体廃棄物は低レベル，中レベルに分けてすべて船内に貯蔵し，基地に帰港した際，陸揚げして処理施設で処分する．ただし低レベルの廃液（$10^{-3}\mu c/ml$ 以下）が貯蔵タンク容量をこえる場合は，これを蒸発罐で濃縮し中レベル廃液とし中レベルタンクに貯蔵する．その時発生する蒸気は検定の上許容レベル（$10^{-8}\mu c/ml$ 以下）であることを確認の上海中に放出する．

（ハ）　固体廃棄物処理系

船内で生ずる汚染した布紙等の固体廃棄物はベイラで圧縮して貯蔵保管し，帰港した際陸揚げして適当な施設で処分する．

4．6　プラント動特性の計算

1次冷却系，2次蒸気系を含むプラントの動特性をアナログ計算機およびディジタル計算機を用いて解析し，その過渡的運転特性を明らかにするとともに，各種の制御系を設計して，その特性を検討した．

本船に課せられる最大の負荷変動量は主タービン・トリップによるもの，急激出力増加要求および急激出力減少要求によるものであつて，蒸気流量の変化は次のとおりである．

① タービン・トリップ
100%→ 18%　所要時間 3秒

② 急激出力減少
100%→ 18%　所要時間30秒

③ 急激出力増加
18%→100%　所要時間30秒

さらに設計条件として，前後進切換運転時の負荷変動についても検討した．

動特性解析の結果は，本原子炉は固有の過渡的安定性および負荷追随性を有し，炉出力制御系が動作しなくても，安定に負荷変動に追従するが，さらに各種制御系の動作が効果的に過渡特性を改良していることを示している．

本船原子炉の定格運転時には，炉内での体沸騰はなく，高温水路出口でも十分なサブクール量を有しているため，原子炉1次系が受ける船体動揺の影響は大きくない．しかし，主蒸気発生器の2次側では自然循環が行なわれているので，船体動揺の影響を受けやすいと考えられ，蒸気発生器の設計に当つて，①循環比を大きくとる，②蒸気部の断面積を大きくする，③2次側加熱部，気水分離器における圧力損失をできるだけ小さくするなどの考慮をし，水力学的安定性の向上，水位変動の減少等を図つている．

船体部要目表

項目		記述	備考
1. 用途等	用途	原子動力実験船．ただし海洋観測業務および乗員訓練に使用し得る．	
	航行区域	遠洋区域	
2. 資格，船級，適用法規	船級	日本海事協会 NS*（Nuclear Ship）（Ice Strengthening）MNS*	
	適用法規	船舶安全法および関係法令（原子力船特殊規則を含む．また，客船としての法規上の要求を満足すること）	
		核原料物質，核燃料物質および原子炉の規制に関する法律および関係法令	
		放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律および関係法令	
		海上における人命の安全のための国際条約（1960）日本海事協会鋼船規則（原子力船の船級登録のための暫定指針を含む）	
3. 主要寸法	垂線間長	114.00 m	
	型幅	19.00 m	
	型深	上甲板まで 10.00 m	
	計画満載喫水	6.90 m	
	満載排水量	約 9,270 t	
	方形肥瘠係数	約 0.605	
	柱形 〃	〃 0.634	
	水線面係数	〃 0.808	
	中央横截面係数	〃 0.953	
4. 船型，甲板間高さ等	船型	長船首楼型	
	船首，船尾形状	クリッパー型船首，巡洋艦船尾	
	舷弧	FPにて2.40m APにて1.20m	
	梁矢（型幅に対し）	船首楼甲板 0.40 m	
		上甲板および第2甲板 0.20 m	
		第3甲板 0 m	

4. 船型、甲板間高さ等	甲板間高さ（船体中心線にて）	その他の甲板 0.20 m 上甲板—船首楼甲板 3.00 m 〃 —第2甲板 前部 2.80 m 後部 2.60 m 第2甲板—第3甲板 前部 3.00 m 後部 2.80 m 船首楼甲板—端艇甲板 2.45 m 端艇甲板—船長甲板 2.45 m 船長甲板—航海船橋甲板 2.45 m 航海船橋甲板—羅針甲板 2.35 m	
5. トン数、容積等	総トン数	約6,900トン	
	載貨重量	約1,900 Kt	
	前部貨物艙	〃 2,000 m³（ベール）	
	後部観測機材庫	〃 1,000 m³（ 〃 ）	
	燃料油槽合計	〃 450 m³（予備油槽約300 m³は含まず）	後日装備の予定
	清水槽合計	〃 700 m³（下部減揺水槽を含む）	
	脚荷水槽合計	〃 580 m³	
	航空燃料油槽	〃 30 m³	
	潤滑油溜槽	〃 20 m³	
	糧食庫	〃 750 m³	
	冷蔵糧食庫	〃 160 m³	
6. 主機械等	主機械	飽和蒸気タービン 1基 連続最大出力 10,000PS×200rpm 常用出力 9,000PS×193rpm	
	原子炉	間接サイクル軽水減速冷却炉 1基	
	補助ボイラ	水管罐 1基	
7. 速力、航続距離等	最大速力	（連続最大出力，満載状態） 17.8 Kts	
	同上航続距離	約150,000 sm	
		（常用出力，満載状態，15%シーマージン） 約17.2 Kts	
	補助動力推進時速力	（約1,100 PS，満載状態） 約10 Kts	
	同上航続距離	約3,000 sm	
	最大連続行動日数	約180日	

8 本船定員および構成

名称	固有乗員数（A） 数	備考	実験業務増加分（B） 数	備考	観測業務増加分（C） 数	備考	再教育業務増加分（D） 数	備考
Captain	1							
Officer	4	1人×3直および管理業務として1人を当て，当直予備，上陸時当直にも当てる．			2	ヘリコプター操縦士		
C/Eng	1							
Engineer	9	2人×3直および管理業務として2人を当て，当直予備，上陸時当直にも当てる．また電気関係（含観測設備）要員1人を置く．						
C/Ope	1							
Operator	1		1	乗員増大に伴う	1	乗員増大に伴う	1	乗員増大に伴う
Purser	1							
Clerk	1		1	〃	1	〃	1	〃
Doctor	1							
Sum	20		2		4		2	
Nurse	0		1	乗員増大に伴う	1	乗員増大に伴う	1	乗員増大に伴う
Bos'n	1							
S. K.	1							
Sailer	6	Q. Master として1人×3直の他保守整備に3人を置く．			8	観測作業のため…6 ヘリコプター整備員…2		
No. 1 Oiler	1							
S. K.	1							

Oiler	3	制御室当直 1人×3直 機関室当直 1人×3直 保守整備 3人						
Motor Man	6				3	観測作業のため		
C/Stew	1							
Cook	2		2	乗員増大に伴う	2	乗員増大に伴う	2	乗員増大に伴う
Boy	3		2	〃	2	〃	2	〃
Sum	25		5		16		5	
Total	45		7		20		7	
Crew Total			52		65		52	
Scientist	（観測または実験業務）		45		21		0	
ASS/Scientist	（ 〃 ）				24	観測作業は一部加勢する程度	0	
Professor					0		12	
ASS/Professor					0			
Cadet					0		35	
Grand Total			97		110	＝No. of Bed	99	

機関部要目表

項目		記述	備考	設置場所
1. 主機械	要目	形式：2段減速装置付クロスコンパウンド複筒飽和蒸気タービン 台数：1 補助推進 / 常用 / 連続最大 / 後進 軸馬力(PS) 約1,100 / 9,000 / 10,000 / 常用出力における回数の50%において80%トルク 回転数(rpm) / 約193 / 200 / 常用出力における回数の50%において80%トルク 蒸気条件：(37.5)kg/cm²G（原子炉定格出力度，高圧タービン入口にて）飽和，乾き度：99.3%	遠隔操作および自動化	機
	附属装置	操縦方式：船橋および制御室操作方式 湿分分離器（レシーバー管付） ターニングモータ：3.7kW×1,800 rpm		
2. 主復水器	要目	形式：横型直管一回流表面冷却式 台数：1 冷却面積：約 800 m² 上部真空：722 mmHg（常用出力時） 冷却水温度：24°C 冷却水速：約 1.85 m/s ダンプ容量：62.5kg/cm²G 飽和蒸気にて 18,000 kg/h 以上	海水漏洩対策を十分考慮すること	機
3. 補助ボイラ	要目	形式：重油専焼2胴水管式（LPSG 内装） 台数：1 蒸気圧力：30 kg/cm²G 蒸気温度：飽和 給水温度：約 120°C 連続最大蒸発量：18,000 kg/h	自動化，蒸気ドラムに加熱コイルを入れる（LPSG用）	補
4. 軸系及びプロペラ	中間軸	直径：365 mm×3	耐氷構造	機
	プロペラ軸	直径：450 mm×1	〃	
	プロペラ	形式：エーロフォイル5翼1体式 数：1 直径：約 4,200 mm		
5. 主発電機	原動機	形式：1段減速装置付復水式飽和蒸気タービン 2台 蒸気状態：37.5 kg/cm²G 飽和 乾き度 99.3%（原子炉定格出力時主塞止弁前にて）	遠隔操作および自動化	
	発電機	台数：2 出力：1600kVA(定格) 電圧周波数：450V 60サイクル 回転数：3,600 rpm	25%過負荷 2時間連続	
6. 補助発電機	原動機	形式：単動4サイクルV型水冷過給機付ディーゼル機関 台数：1 起動方式：空気	自動起動	補

6. 補助発電機	附属装置	潤滑油ポンプ：油冷却器，清水ポンプ，海水ポンプ，自動始動装置		補	
	発電機	台　数：1 出　力：575kVA（定格） 電圧周波数：450V 60サイクル 回転数：1,200 rpm			
	原動機	形　式：単動4サイクルラジエタ冷却予燃焼室式ディーゼル機関（置給材付）			

7. 非常用発電機	附属装置	台　数：1　（過給機付） 起動方式：セルモータ 潤滑油ポンプ，冷却水ポンプ，ラジエタ，自動起動装置	自動起動	非常用発電機室	
	発電機	台　数：1 出　力：200kVA（定格） 電圧周波数：450V 60サイクル 回転数：1,200 rpm			

8. 補　助　機　械

	名称	形式	数	容量×揚程 ($m^3/h \times mAP$)	モータ 出力 kW	モータ 回転数 rpm	備考	設置場所
復水給水系統関連補機	主循環ポンプ	立電動渦巻式	1	4,000×5	100/63	600/514		機
	補助循環ポンプ	〃	2	1,300×7	33	900		機
	主復水ポンプ	〃	2	45×70	19	1,800	自動切換	機
	補助復水ポンプ	〃	2	12×75	7.5	3,600		機
	主給水ポンプ	横渦巻式タービン駆動	2	80×450			締切圧力 68 kg/cm^2G 切換	機
	補助給水ポンプ	横電動多連プランジャー	2	6×650	19	1,200	自動切換	機
	ドレンポンプ	立電動渦巻式	2	10×55	5.5	3,600		機
	水処理用補給水ポンプ	横電動渦巻式	2	1.5×25	0.75	3,600		機
	グランド用抽気ファン	横電動渦巻式	1	5 $m^3/min \times 200mmAq$	1.1	3,600		機
低圧蒸気系補助ボイラ系補機	低圧蒸気発生器用給水ポンプ	横電動プランジャー	1	3×350	7.5	1,200		補
	補助ボイラ噴燃ポンプ	横電動歯車式	2	2×23 kg/cm^2	3.7	1,200		補
	強圧送風機	横電動渦巻式	1	390 $m^3/min \times 250mm$ Aq	30	1,800		補
	低圧蒸気発生器用循環水ポンプ	〃	1	15×30	3.7	3,600	耐圧 35 kg/cm^2	補
機関室一般補機（水ポンプ）	補助発用予備冷却清水ポンプ	立電動渦巻式	1	20×20	3.7	1,800		補
	海水サービスポンプ	〃	1	80×25	11	1,800		機
	蒸溜水ポンプ	横電動渦巻式	1	4×30	1.5	1,800	造水装置附属	機
	ブラインポンプ	〃	1	37×25	5.5	1,800	〃	機
	ビルジポンプ	立電動ピストン式	1	20×35	3.7	1,200		機
	サニタリポンプ	横電動渦巻式	2	10×50	3.7	3,600	自動発停ハイドロフア式	機
	清水ポンプ	横電動渦巻自吸式	2	10×50	3.7	3,600	〃	機
	温清水ポンプ	横電動渦巻式	1	2×10	0.2	3,600	〃	機
	雑用および消防ポンプ	立電動渦巻自吸式	1	100/200×60/30	30	1,800		機
	消防およびビルジポンプ	〃	2	100/200×60/30	30	1,800	機室のもの全没型	機及び軸
	全没型ビルジポンプ	立電動渦巻全没型	1	90×30	15	1,800		機
	非常用送水ポンプ	ガソリン駆動横渦巻式	1	24×50			可搬式	観

機関室一般補機（油ポンプ）	主潤油ポンプ	立電動ねじ式	2	90×3.5	26	1,200	自動切換	機
	補助発用予備潤滑油ポンプ	横電動歯車式	1	11×5.0	5.5	1,800		補
	燃料油移送ポンプ	〃	1	30×3.5	7.5	1,200		機
	補燃料油移送ポンプ	ドラバル式	1	3×3.5	0.75	1,200		補
	潤滑油清浄機	〃	1	1500 l/h	1.1	1,800	吸入吐出ポンプ付セルフクリーニング	機
機関室一般補機（空気）（機械）	制御用空気圧縮機	電動2段往復式	1	120×9	19	900	自動発停	機
	雑用空気圧縮機	〃	1	100×9	15	1,800	〃	機
	起動用空気圧縮機	〃	1	10×30	3.7	1,800	〃	補
	機械室通風機	立電動軸流内装可逆式	2	400m³/min×30mmAq	5.5	1,800		
	補助機室通風機	〃	1	300m³/min×30mmAq	3.7	1,800		
	非発室通風機	〃	1	350m³/min×15mmAq	22	1,800		

9. 熱交換器

	名称	形式	数	項目	備考	設置場所
復水給水系統	主抽気エゼクタ	2連2段蒸気噴射式	1		遠隔操作	機
	補助抽気エゼクタ	〃	1			機
	グランドベーパコンデンサ	横表面式	1	C.S. 4 m²	一体式	機
	低圧給水加熱器	〃	1	H.S. 20 m²	一体式	機
	低圧ドレン冷却器	〃	1	C.S. 10 m²	一体式	機
	脱気給水加熱器（デアレータ）	直接加熱器	1	貯水量 8 m³	ベットコンデンサ付	機
	高圧給水加熱器	横表面式	1	H.S. 60 m² C.S. 10 m²	ドレン冷却器付	機
	補助復水器	横表面式	2	C.S. 135 m²	補助ボイラ内装	機
	低圧蒸気発生器用復水タンク		1	0.5 m³	冷却管付	補
その他	造水装置	フラッシュ式	1	45 T/D	自動化	機
	潤滑油冷却器	横表面式	1	C.S. 95 m²		機
	潤滑油加熱器	サンロッド	1			機
	補助発電機用清水冷却器	横表面式	1	C.S. 11 m²		補

電気部要目表

項目	記述
1. 発電機	(1) 主発電機 a 型式 蒸気タービン駆動船用自励式交流同期発電機 b 台数 2台 c 出力 1600 kVA (1280 kW) d 電圧 AC, 3相 450 V, 60 c/s e 回転数 3600 rpm f 定格 全負荷連続 25%過負荷 2時間 (2) 補助発電機 a 型式 ディーゼルエンジン駆動船用自励式交流同期発電機 b 台数 1台 c 出力 575 kVA (460 kW) d 電圧 AC, 3相 450 V, 60 c/s e 回転数 1200 rpm f 定格 全負荷連続 (3) 非常用発電機 a 型式 ディーゼルエンジン駆動船用自励式交流同期発電機 b 台数 1台 c 出力 200 kVA (160 kW) d 電圧 AC, 3組 450 V, 60 c/s e 回転数 1200 rpm f 定格 全負荷連続
2. 蓄電池	(1) 臨時非常電源用蓄電池 24 V. 120 AH ×2 sets (10時間率) (2) 無線用蓄電池 24 V. 200 AH×2 sets (10時間率) (3) 救命艇用蓄電池 2組 (4) 蓄電池充放電盤 上記 (1)(2)(3) 用充放電盤 1式 (5) 非常発電機起動用蓄電池 1組 (6) 後備用蓄電池 DC 104 V 1000 AH (10時間率) 1組
	(1) 半導体整流器 2組 入力 AC 440 V 3φ 60 c/s 出力 DC 500 A

3. 計装用電源	(2) 蓄電池 DC 104 D 600 AH 1組 上甲板蓄電池室 (3) 電動発電機 2組 a) 直流電動機 DC. 100 V 40 kW	b) 交流発電機 AC. 115 V 25 kW c) 直流発電機 DC. 104 V 8 kW (4) 制御盤 1式 上甲板 M—G 室に装備 後備用蓄電池の充放電も行ないうる.

原子炉部要目表

項目		記述
一般	原子炉形式	間接サイクル軽水型（軽水減速，軽水冷却）
	基数	1
	熱出力	36 MW
	炉心構成	低濃縮酸化ウラン，2領域炉心
	炉心寿命	約 9,100 h
	圧力，温度（1次系）	圧力 110 kg/cm²g，平均温度 278°C
	（2次系）	圧力 40 kg/cm²g，温度 251°C
燃料	種類	2酸化ウランペレット，ステンレス被覆燃料棒
	濃縮度	外周領域 3.2% (燃料集合体数 20)
		中心領域 2.7% (燃料集合体数 12)
	装荷量	約 3.03 ton (UO_2) 密度 10.4 g/cm³
	ペレット	直径 9.60 mm 高さ 20 mm
	被覆管	SUS27 外径 10.33 mm 肉厚 0.4 mm
	燃料棒 長さ	ペレットのみ 1040 mm
	ピッチ	15.0 mm
	数量	集合体当り 121 本 (11×11) 全本数 3872 本
	燃焼度	約 5100 MWD/MTU
制御棒	材質	吸収体 Hf，フォロアー Zr-2
	本数	12
	寸法	厚さ 8.0 mm スパン 280 mm
	停止反応度	運転状態（全制御棒挿入）0.761
		〃 (one rod stuck) 0.886
		常温（全制御棒挿入）0.884
		〃 (one rod stuck) 0.988
核設計	炉心寸法	実効長 1040 mm 実効直径 1146 mm
	水対燃料体積比	単位セル 1.91 全体 2.10
	実効増倍率 keff	常温クリーン 1.1705
		運転温度クリーン，ゼロ出力 1.1084 全出力 1.0871
		運転温度 Xe, Sm 平衡 1.0575
	反応度係数	
	燃料温度係数	常温 $-3.0\sim-4.5\times10^{-5}$/C
		運転状態 $-2.0\sim-3.0\times10^{-5}$/C
	減速材温度係数	運転温度 $-4.4\sim-7.8\times10^{-4}$/C
		常温 (60°C) $-1.3\sim-2.5\times10^{-4}$/C
	圧力係数	運転状態 $5.8\sim3.6\times10^{-5}$kg/cm²
	遅発中性子割合	寿命中の最小値 0.65%
	即発中性子寿命	寿命中の最小値 0.21×10^{-4}sec

熱設計	熱出力		36 MW
	出力密度，比出力		出力密度 33.5 kW/l　比出力 11.85 kW/kg UO_2
	圧力（定常状態）		定　格 110 kg/cm²g　最小 108 kg/cm²g　最大 112 kg/cm²g
	熱水路係数		熱流束 Fq 3.72
			エンタルピ上昇　統計的 2.86　非統計的 2.47
	冷却材条件	流量	全流量 1.80×10⁶kg/h　有効流量 1.62×10⁶kg/h
		流路面積	0.534 m²（単位セル基準）
		流速	平均 1.11 m/sec　平均質量速度 2.933 kg/hr m²
		温度	（入口）定格 270.9°C　最大 273.2°C
			（圧力容器内平均）278°C　（炉心平均）278.7°C
			（高温水路出口）定格 315°C
	熱伝達	有効伝熱面積	133.2 m²
		熱流束	平均 2.324×10⁵ Kcal/h m²　最大 8.646×10⁵ Kcal/h m²
		ペレット中心温度	平均 872°C　高温点 1723°C
制御棒駆動装置	形式		磁気ジャック形ラッチ式（水圧スクラム装置付）
	数量		1式（本体 12 基）
	引上引下速度		120 mm/min
	ステップストローク		6 ㎜
	サイクル		20 cpm（標準）
	スクラムロック装置		電磁解放スプリングロック式
	スクラムタンク		0.17 m³ 2基（常用 150 kg/cm²g　設計 180 kg/cm²g）
	スクラムポンプ		0.1 m³/h×1800m 2基
主冷却系	一般	1次系圧力温度	110 kg/cm²g　平均 278°C
		2次系圧力温度	全負荷　40 kg/cm²g　257°C
			無負荷　62.5 kg/cm²g　278°C
		設計圧力温度	1次2次とも　135 kg/cm²g　333°C
		流量	1次冷却材　1800 t/h　2次蒸気発生量 61.2 t/h
	原子炉容器	形式	立円筒形
		数量	1
		内径	1750 ㎜
		内高	5518 ㎜
	主蒸気発生器	形式	立置シェルアンド U チューブ形気水分離器内蔵
		数量	2
		熱出力	約 18.1 MW
		1次冷却材温度	入口 285°C　出口 271°C
		2次系給水温度	160°C
		2次蒸気乾き度	99.75%
		2次蒸気発生量	30.6 t/h（ブローダウン 1.1%）
	加圧器	形式	立置円筒電熱加圧式
		数量	1
		容積	蒸気部 1.5 m³　水部 1.1 m³　計 2.6 m³
		ヒーター容量	130 kW（1.35 kW×96 本）
		スプレイ量	最大 5 t/h

	主冷却水ポンプ	形式	立置キャンドモーター形逆止弁内蔵
		数量	2
		容量	900 t/h×45 m
体積制御系	一般	流量	定格 2 t/h 最大 4 t/h
	再生熱交	数量	1
		交換熱量	3.8×10^5 Kcal/h
		胴側 入口出口温度	入 271°C, 出 91.5°C
		設計圧力温度	135 kg/cm²g 333°C
		管側 入口出口温度	入 50°C, 出 235°C
		設計圧力温度	148 kg/cm²g 333°C
	体積制御サージタンク	形式 数量	立置円筒形 1
		容量	6 m³
		圧力温度	運転 1.1 kg/cm²g 50°C 設計 7.5 kgcm²g 190°C
	充填ポンプ	形式 数量	横置往復動式 2
		容量	2 m³/h×1250 m (ただし吐出側 1350 m にても起動可能)
		圧力温度	運転 50°C 設計圧力温度 148 kg/cm²g 100°C
冷却材補給系	一般	流量	定格 2 t/h 最大 4 t/h
	冷却材交換熱補給	数量	1
		交換熱量	1.4×10^4 Kcal/h
		流量	冷却材 2 m³/h 海水 14 m³/h
		温度	入 120°C 出 50°C 入 30°C 出 40°C
	冷却材補給ポンプ	形式 数量	横置遠心式 2
		容量	2 m³/h×30 m
	イオン交換塔		2 m³/h×2
	冷却材補給調圧タンク		30 l 1
余熱除去系	余熱交	数量	2
		交換熱量	1.4×10^5 Kcal/h
		流量	胴側 25 m³/h×2 管側 10 m³/h×2
		温度	胴側 入 32.5°C 出 38°C, 管側 60°C 46°C
	余熱除去ポンプ	形式 数量	渦巻メカニカルシール式 2
		容量	10 m³/h×50 m
		設計圧力温度	10 kg/cm²g 230°C
補機冷却系	補機冷却熱交	数量	2
		交換熱量	4.3×10^5 Kcal/h
		流量	海水 100 m³/h / 冷却水 48 m³/h 最大 52 m³/h
		温度	入 30°C 出 35°C / 入 44°C 出 35°C
	補機冷却ポンプ	数量	横置遠心式 2
		容量	60 m³/h×60 m
	補機冷却海水ポンプ	形式 数量	立置遠心式 2
		容量	120 m³/h×20 m

非常用熱除去系	非常用ポンプ	形式　数量	横置往復動式 1
		容　量	6 m³/h×680 m
薬品添加系	タンク	硼酸注入タンク	1.5 m³ (満 2.1 m³)×1　ボロン濃度 21,000 PPm
		ヒドラジン注入タンク	15 l (満 21 l)×1　ヒドラジン濃度 1%
緊急注水系	炉心注水	形式　数量	炭酸ガスにより遮蔽水タンクの水を圧入，3組
		容　量	80 m³/h
	格納容器スプレポンプ	形式　数量	横置遠心式 2
		容　量	20 m³/h×150 m
格納容器空気系	温調器	数量，交換熱量	常用 6.9×10⁴ Kcal/h 1，非常用 4.3×10⁴ Kcal/h 1
		温度　空気	入 64°C　出 42°C
		冷却水	入 35°C　出 41°C (非常用で海水使用の場合は 35°C)
	温調器用通風機		220 m³/min×46 ㎜ 2
	温調器用非常海水ポンプ		15 m³/h×50 m 1
	空気圧縮機		35 m³/min×90 m 2
	圧縮空気タンク		0.7 m³ 2
吐出系	吐出タンク		冷却管内蔵式　2 m³　1
			冷却管交換熱量　8.0×10⁴ Kcal/h
	吐出タンクポンプ		キャンドモータ式　6 m³/h×15 m 2
	格納容器ドレンタンク		50 l　1
浄化系	イオン交換塔	数　量	1
		容　量	2 m³/h，3カ月/サイクル
廃棄物処理系	液体廃棄物	集合，実験廃液タンク	1 (集合廃液 5 m³，実験廃液 5 m³，凝縮水 1 m³)
		雑用ビルジタンク	1 (1 m³)
		中レベル廃液タンク	10-3 μc/ml 以上　10 m³×2
		低レベル廃液タンク	〃　以下　30 m³×1
		蒸発缶	100 l/h　1基
		集合タンクポンプ	キャンドモータ式　6 m³/h×15 m (2 m³/h×17 m) 2
		中低タンクポンプ	〃　1
		凝縮水ポンプ	〃　1
		濃縮水ポンプ	〃　1
		排樹脂ポンプ	〃　1
		原子炉室サンプポンプ	〃　2
		補機室サンプポンプ	〃　2
	気体廃棄物	廃ガスコンプレッサ	30 l/min×500 m　2
		廃ガスタンク格納容器	1基 (廃ガスタンク 7.5 m³ のもの5本を収容)
	固体廃棄物	ペイラ	油圧梱包圧縮式　1
		固体廃棄物貯蔵棚	約 7 m³ (圧縮容器 40)
		廃樹脂輸送キャスク	2
一次遮蔽水タンク	形式		立型円環状上下タンク分離形，内部鉄水炉
	下部タンク		外径 4,540 ㎜ (除鉛遮蔽)，4,750 ㎜ (含鉛遮蔽)
			内径 2,340 ㎜　高さ 3,475 ㎜
			(冷却管交換熱量 7.3×10³ Kcal/h)
	上部タンク		外径 4,030 ㎜　内径 2,470 ㎜　高さ 2,160 ㎜

格納容器	形式	立円筒形
	設計圧力	内圧 12.5 kg/cm², 外圧 3 kg/cm²
	内径	本体部 10,000 ㎜　ドーム部 4,900 ㎜
	高さ	本体部 9,200 ㎜　全内高 10,550 ㎜
核計測装置	線源領域系	(5×10⁻¹¹～5×10⁻⁶) ×定格出力，2系統
		検出器（BF_3 比例計数管）3組
	中間領域系	(5×10⁻⁸～1.5) ×定格出力，2系統
		検出器（r 線補償形電離箱—ＣＩＣ）2組
	出力領域系	(1×10⁻³～1.5) ×定格出力，3系統
		検出器（非補償形電離箱—ＵＩＣ）3組
	ガルバナ メータ系	(1×10⁻³～1.5) ×定格出力 1系統
		検出器　1組
	検出器設置場所	下部遮蔽水タンク内
		推定中性子束　全出力 5×10⁹ nv，停止 5×10⁰ nv

原子炉安全動作			ス　ク　ラ　ム	制御棒引抜禁止
	線源領域起動率	1 out of 2		1.5 dpm
	中間領域起動率	〃	5 dpm	出力 10%以下 1.5 dpm
	出力領域レベル	2 out of 3	起動時　25% 2ループ運転時　125% 1ループ運転時　65%	15% 115% 57%
	1次冷却水圧力低下		低　圧　力	
	流量低下	2 out of 2 (流量計およびポンプ電源)	80%	
	加圧器レベル		高　水　位	
	緊急用炉心注水系		加圧器低水位，低圧力の一致信号	
	船体傾斜		15° にて 10 分持続	
	沈没		原子炉室浸水および制御室付近浸水	
	手動		手　動	手　動

（要目表は，日本原子力船開発事業団時報「原子力船」No. 15 による）

工学博士 山縣昌夫序
日産汽船工務部 田中兵衛著

原　子　力　船

B5判 200頁 上製函入
定価500円 〒70円

目　次

1. まえがき
2. 原子炉のあらまし
3. 原子力船の出現
4. 原子力潜水艦
5. 原子力貨客船サバンナ号
6. 原子力砕氷船
7. 日本原子力船調査会試設計の加圧水型原子力船
8. アメリカで設計された沸騰水型原子力船
9. 日本原子力船調査会試設計の沸騰水型原子力船
10. イギリスで設計されたガス冷却黒鉛減速型原子力船
11. 日本原子力船調査会試設計のガス冷却型原子力船
12. 原子力商船の基本設計並びに配置についての著者の設計

発行所・天然社

舶用機関の構造上に発生する最近の損傷とその対策 (1)

原　三郎
日本海事協会

まえがき

舶用機関に重点的に発生する構造上の損傷は，年とともに変化する．これは技術が進歩して新しい機関が開発されたり，性能上の新しい要求のために古い機関に種々の改造が行なわれたりすると，思わぬ所に事故が発生し，それがその都度解決されて行く歴史を示すに外ならない．しかし，よい解決策がないため，多年に亘つて同じ損傷が繰り返えされている場合もある．

舶用機関の構造上の事故は，繰り返えし応力の疲労によつて起るものが大部分であるが，内燃機関の場合は，これがいわゆる往復機関であるので，この問題が特に顕著にあらわれる．船の2サイル大型ディーゼル機関は毎分回転数120前後のものが多いので，年間の稼動時間を5,000時間とすれば，1年間の総回転数は，$120\times60\times5{,}000=3.6\times10^7$ となるから，従来の応用力学の定説である「疲労破壊は繰返えし数10^7までに発生し，これを超えれば，破壊は永久に起らない」とするいわゆる10^7の繰返えしは約3ヵ月で到達する．事実，設計不良，材疵などのために，このような早期に事故を発生する例はしばしばある．しかし，かかる場合は，むしろ事柄は簡単で，それらの失敗を改善すれば，問題は直ちに解決する．このような失敗は，また，ねじり振動，縦振動，その他の局部振動などによる思わぬ繰返えし応力の付加が原因となることもある．振動の場合は，ある次数の共鳴が問題となるので，振動数は，回転数×次数となり，更に早い時期に事故が発生し，かかる事例はクランク軸，駆動歯車，カム軸などに見られる．このように，舶用機関では，10^7の応力の繰返えしまでには，きわめて早期に達するので，これを超えれば，問題は起らないはずであるが，実際には，特に摩耗や取扱上のミスなどが考えられない部分に2年ないし3年，はなはだしい時は，7～8年後に始めて疲労に起因すると思われる事故を経験する．前者は，ほぼ10^8繰返えしであり，後者は$2\sim3\times10^8$繰返えしの時期である．かかる事実は，従来の実験室的応用力学では説明しえない所で，詳細の検討は，今後の研究に待たねばならないが，多分，実験室では無視されるような僅かな腐食雰囲気や材質的欠陥の影響がこのような時期になつて初めてあらわれるのではないかと思う．また，応力の繰返えしが，実験室で行なわれているような単調なものでなく，より衝撃的，より不規則的なものであつて長年の間に，いろいろな理由で時々予想より大きい応力が出現し，これらが積算されて10^7を上廻り，き裂が進展すると考えることもできる．このような影響を数値的に表わすことは，残念ながら現在まだできないが，各部の設計に実験室的に求められている材料の10^7に対する疲労限の資料を使用するに当つては，この事実を十分考慮に入れて相当割引きして考えることを希望してやまない．なお，高速機関は別として，いわゆる中低速4サイクル機関では，回転数は，2サイクル大形機関の2倍であるが，爆発は，2回転に一度起るので，上記とほぼ同様に考えうる．

これに反して，蒸気タービンやボイラでは，作用応力に余り繰り返えし的要素を含まないので，事故の様相は若干異なる．

このほか，海水，清水などによる腐食や，取扱上のミス，保守の不良などによる損傷も少くない．

本稿は，最近発生している損傷のうち，技術的に興味あるものの概要を，日本海事協会の検査報告書を元にして紹介しようとするものである．しかし，それは，検査報告書の性質上，主要部の主要損傷の敍述に限定せられている．また，小形の船の資料にも欠けている．

主機関，ボイラ，軸系などについて順次述べるが，補機や電気装置については，余りじゆうぶんな資料がないので，これを割愛した．

なお，調査期間は，1955年7月以降1962年末までとし，その間をⅠ～Ⅴに分けてあるが各期間に検査を行つた船の数およびプロペラ軸の本数を次表に掲げる．

検査を行なつた船の数とプロペラ軸の本数

調査期間	定期検査	中間検査	臨時検査	検査合計	プロペラ軸抽出	期間
Ⅰ	333	1,040	744	2,117	560	'55-7～'56-12
Ⅱ	312	1,183	1,299	2,794	587	'57-1～'58- 6
Ⅲ	364	1,418	1,272	3,054	683	'58-7～'59-12
Ⅳ	445	1,498	1,406	3,349	813	'60-1～'61- 6
Ⅴ	313	1,159	1,253	2,725	896	'61-7～'62-12

Ⅰ 蒸気タービン

表1は，調査期間ⅠないしⅤの間に報告のあつた日本海事協会船級船の蒸気タービンの主要損傷の統計であつて，老衰による磨損も含んでいるが，各期間とも損傷率はほぼ同じである．

タービンロータの屈曲は，いまも時々報告されるが，

表1　蒸気タービンの損傷統計

事故の種類	調査期間				
	Ⅰ期	Ⅱ期	Ⅲ期	Ⅳ期	Ⅴ期
タービンロータの屈曲	1	2	8	1	4
動翼の折損，腐食等	15	14	19	11	11
シュラウドリングの損傷	5	2	7	1	1
静翼，ノッズル，ダイヤフラムの欠損，腐食	19	9	25	12	14
潤滑油系統および軸受の焼損	2	2	7	4	3
噛合継手の欠損，摩耗等	17	19	25	15	18
操縦弁，隔壁弁の損傷	4	2	2	1	2
計	63	50	83	45	53
蒸気タービンの概数	180	200	180	140	120

比較的年令の古いタービンに発生するので，暖気，ドレーンなどの取扱上の失敗に原因があるのではないかと思う．最近はロータ製造時にじゆうぶんのスタビライジング・トリートメントを行うので，熱処理の不良による自然曲りはないはずである．羽根の折損は，戦標タービンに発生するもので，ダブ・テーブルの角隅の半径不足が目だち，r≦0.5 mm のものがしばしばここから折れている．(現在は r=1.5 mm 程度) なお，これらの羽根の振動の共振の可能性については，すでに研究ずみである[1]．

最近発生した特殊な損傷として，新造後約3年の14,000 ps×110 rpm タービンの低圧第8段落の羽根1枚がシュラウンド・テノン付け根から切断し，同時に多数にき裂を発生したというのがある．プロペラ軸が突如折損して急回転した際に生じたものと報告されている．このタービンには，125 rpm で作動する過回転防止装置がつけられていたので，瞬時にどの程度まで回転上昇したかは不明であるが，(船側では 150 rpm に達したといつている) この程度の回転上昇で，簡単にこのような損傷を発生することは問題で，研究の余地があると思う．このテノン部の形状，寸法については，特異な点はなかつた．

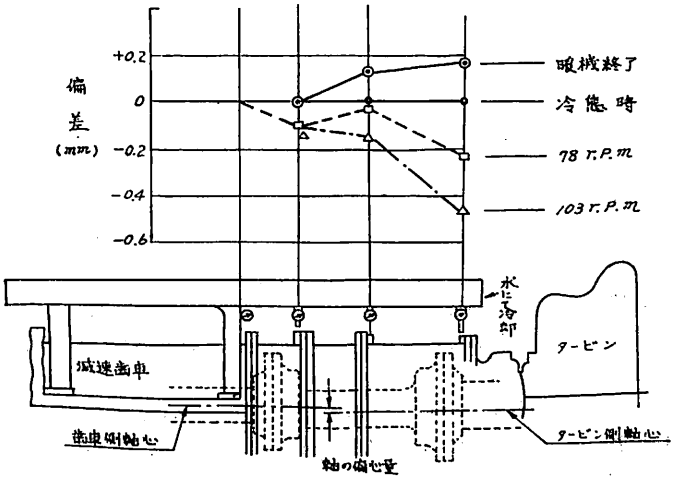


図1　噛合継手の心の測定記録 (低圧タービン)

噛合継手の異常摩耗新換は相変らず多いが，歯の折損はなく，適時に新換すれば，運転に差しつかえるというものはない．噛合継手の正しい心出しはむづかしい問題で種々の論議のあるところであるが，図1は最近，ある造船所で，大型タービンの低圧側について冷態時と運転時の軸心のちがいを実測した記録である．冷態時に軸心を合わせたものが暖機時に約 +0.2 mm，常用回転数 103 rpm のときに約 −0.5 mm の狂いを生じていることに注目したい．したがつて，継手の機能は，この程度の狂いをじゆう分許しうるものでなければならないし，また，冷態時の心出しは，これをじゆうぶん勘定に入れてなさるべきであろう．歯面の偏耗防止に対し，近時窒化焼き入れが行われているが，成績は良好である．

II 減速歯車

蒸気タービンの減速歯車の損傷は，著しく減少し，現行規則による K-Value を採用している限りほとんど問題はない．かつて各方面で大きな話題となつた歯面の早期ピッチング発生は，戦標型，準戦標型は別として，最近のものでは，比較的年令の古い1956年，1958年製の15,000 ps 級のもの各1台に若干の進行が報告されているだけで，それ以外には聞かれない．すべて歯切工作法の進歩の結果である．このような実績から，K-Value の上昇が各製造所で企図せられつつあり，各社とも1段を8～9 (現行 NK 規則 6.45)，2段を7 (現行 NK 規則 5.7) 前後にとつたものの製造が開始されている．この場合，ピニオン，ホイールには硬度それぞれ 300～350, 200～250 BHN のものが用いられる．しかし，ピッチング発生は，歯面の硬度と同時に精度にも関係があり，硬度の上昇による精度の低下は避けるべきであるので，特にこの点に留意して，慎重に K-Value の上昇が検討されるべきであろう．また，硬度の上昇を行わず，専ら精度の向上により K-Value の上昇を実現しようとする考え方もある．

一般に，最近の歯切工作精度の向上は，各社とも顕著であつて，B. S-Standard A1級の精度の½以下を保証しているから，この程

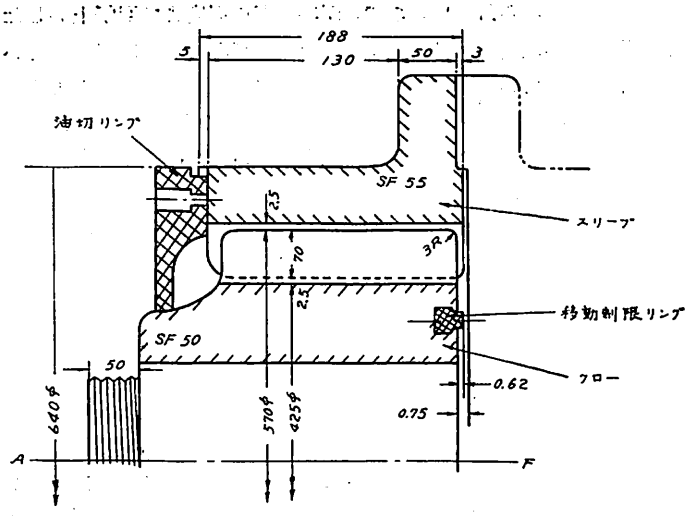


図2　低圧第2段噛合継手に新設された移動制限リング略図

度に管理がじゆうぶん行われれば K-Value を上記の程度まで上げても何等心配はないと考える．しかし，最近大型タービンをなるべく船尾に近く装備せんとする傾向があり，こうなると荒天中のプロペラ曲げモーメントの変化による軸系の変位が歯車軸受の心の狂いを誘発するので，K-Value が高く特に歯当りに注意しなければならない場合にはこれに対する注意が払わるべきであるといわれている．

大歯車ボスには，すべて溶接構造が採用され，数年前特殊の設計のものに大きなき裂事故を発生したことを除いては，全く損傷はない．しかし，振動数の高いものであるから，設計，工作（特に溶接技術）について，今後もじゆうぶんな注意を望みたい．数年前事故を起したものは，片面溶接しか行えないいわゆる箱型のもので，溶接のできが不良であつたことに問題があつたようであるからである．

歯の折損は，戦標型単筒タービンの一段ピニオンに数件あるが，既に論じつくされた過去の問題である[1]．

従来余り起らなかつた損傷であるが 15,000 ps 級のタービンの一段大歯車（ダブルヘリカル）のスラスト受が焼損するというトラブルが二，三発生した．このスラスト受は元来不要なもので（無い設計もある），歯車の大きな移動を防止することだけを目的としているが，焼損は歯車のボス・センタをスラスト受にしている簡単な構造のものに発生している．実際にこの部分にいかなる推力が発生するかは不明であるが，大形機では，案外大きく，このような簡単な構造のものでは，まかない切れないのであろう．おそらくプロペラの推力変化により主推力受台が前後に移動することが原因となつたものと思われる．焼損を起したある船では，主推力受台を補強し，スラスト受のスキマを 4 mm 程度に増加して，主推力受台が若干移動しても当らないようにし，さらに噛合継手に移動止めリングを付する（図2参照）などの設計替えを行つて問題を解決した．

最近，中速ディーゼル機関による減速歯車付のマルチプル方式の採用が話題になつているが，適当なフレキシブル継手を配し，タービン船の場合と同じ K-Value をとつている限り問題はないが，今後の課題は，フレキシブル継手の簡単化と歯車の材質向上による K-Value の増加であろう．最近 600 ps 程度の中速ディーゼル機関1基または2基を一段減速する形式の機関が製造されているが，これらにおいては，歯車材料に SC-45（高周波焼入れ）または，SNC-22（浸炭焼入れ）が用いられ，（硬度 500～600 BHN 研磨仕上），K-Value 12～15 であつて，中には比較的簡単なゴム継手を用いていたものもあり，今後の実績が注目される．なお，小型歯車は，比較的設備の不備な製造所で歯切りされる場合があるから，歯切工作の精度や焼入れ作業の管理についてじゆうぶんの監督が必要である．

III　水管ボイラ

表2に調査期間Ⅰ～Ⅴにおいて調査の対象となつた水管ボイラの数を示す．

表2　調査時期とボイラの概数

調査時期	水管ボイラの数（概数）		期間
	主ボイラ	補助ボイラ	
Ⅰ	325		30/7～31/12
Ⅱ	330		32/1～33/ 6
Ⅲ	280	50	33/7～34/12
Ⅳ	255	70	35/1～36/ 6
Ⅴ	245	80	36/7～37/12

水管ボイラについては，いわゆる one-boiler-system の採用が目下の課題である．しかし，これには，検査の間において，絶対に損傷が発生しないという厳しい前提がある．

表3は，昭和39年2月末現在において日本海事協会に入級している 14,000 ps 以上のタービン船 21 隻の主ボイラ（すべて2基装備）の個々に発生した損傷の一覧表である．このなかには，ボイラの運転を中止して応急

表3　日本海事協会船級船中 14,000 PS 以上のタービン船の主ボイラの損傷表（昭和39年2月現在）

船名	製造年月	損傷発生の年月	損傷発生の個所	損傷発生の時期	損傷発生の経緯	損傷の程度	修理方法	損傷の推定原因
A	28/3	30/3	節炭器管	航海中	水漏れ	破口	盲栓後新換	低温腐食
		31/2	〃	〃	〃	き裂	〃	〃
		32/1	過熱器管	〃	蒸気漏れ	破口	〃	支え板との接触
		32/10	緩熱器管	〃	〃	〃	〃	スケール
		35/12	水管	検査時	—	薄肉	新換	腐食
		37/1	過熱器管	航海中	蒸気漏れ	破口	盲栓後新換	〃
		38/1	水壁管	〃	〃	〃	〃	水側腐食
		39/2	過熱器管	検査時	—	薄肉	新換	低温腐食
B	31/8	なし	—	—	—	—	—	—
C	31/9	32/6	節炭器管	検査時	—	薄肉	溶接	低温腐食
		36/9	主蒸気弁	〃	—	弁座き裂	〃	不詳
		37/10	節炭器管	航海中	水漏れ	破口	盲栓後新換	低温腐食
D	32/6	35/7	水ドラム	検査時	—	管穴にき裂	き裂削除	材料不良
E	33/3	なし	—	—	—	—	—	—
F	33/5	37/4	節炭器管	検査時	—	薄肉	そのまま	低温腐食
G	33/8	37/10	水管	航海中	蒸気漏れ	破口	盲栓後新換	不詳
H	33/11	37/11	過熱器管	〃	〃	〃	〃	腐食
I	33/11	34/2	過熱器管	航海中	蒸気漏れ	破口	盲栓後新換（オリフィス新設）	蒸気の不均一流れによる過熱
		35/1	〃	〃	〃	〃	〃	〃
		37/7	節炭器管	〃	水漏れ	〃	盲栓後新換	低温腐食
J	34/1	36/3	節炭器管	検査時	—	フィン腐食	そのまま	低温腐食
		36/3	緩熱器	〃	—	出口弁座浸食	新換	浸食
		37/3	節炭器管	航海中	水漏れ	破口	盲栓後新換	低温腐食
		39/1	過熱器弁	検査時	—	弁座き裂	溶接	不詳
K	34/9	35/9	安全弁	航海中	蒸気漏れ	—	配管換え	配管不良
L	34/9	なし	—	—	—	—	—	—
M	34/10	〃	—	—	—	—	—	—
N	34/10	36/10	水管	検査時	—	管列乱れ	そのまま	スケール過熱
O	34/12	35/12	過熱器管	航海中	蒸気漏れ	破口	検査後新換	材料不良
		36/2	節炭器管	検査時	—	フィン腐食	そのまま	低温腐食
P	35/2	36/2	節炭器管	検査時	—	フィン腐食	そのまま	低温腐食
		37/1	〃	〃	—	薄肉	〃	〃
		38/7	過熱器出口管	航海中	蒸気漏れ	き裂	溶接	材料不足
Q	35/7	なし	—	—	—	—	—	—
R	36/1	〃	—	—	—	—	—	—
S	36/10	〃	—	—	—	—	—	—
T	37/3	〃	—	—	—	—	—	—
U	37/10	38/7	過熱器管	航海中	蒸気漏れ	破口	盲栓後新換	不詳
		38/7	水管	〃	〃	き裂	〃	アルカリ腐食

（備考）ガス空気予熱器の損傷は，一般に航行には関係がないので省略してある．

修理しなければならないようなものが少なからず含まれており，まだ損傷の発生に対して手放しで楽観しうるところまでは来ていないといわざるをえない．

表4ないし表8は，表3に掲げる全水管ボイラに対する部分別損傷統計であつて，節炭器と空気予熱器に損傷の多いことが注目される．

表4　ドラムの損傷（計36件）

調査時期	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	計
き裂	2(イ)	1	1(イ)	—	—	4
ドラム内面腐食	4	9(2)	6(2)	1	6(4)	26(8)
溶接線腐食	1	—	2	—	2	5
その他	—	—	1	—	—	1

（注）1.（　）内の数は蒸気ドラムに発生したものの内数を示す．
2.（イ）は，後述Ⅲ-4に対応するもの．

表5　水管（蒸発管および水壁管）の損傷（計141件）

調査時期	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	計
曲りおよび垂下	12	5	7	10	7	41
き裂	2	2	1	—	3(ロ)	8
腐食衰耗	7	19	22	11	10	69
膨出	5	5	5	—	4	19
その他	1	2	—	1	—	4

（注）（ロ）中2件は後述Ⅲ-3に対応するもの

表6　過熱器管の損傷（計59件）

調査時期	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	計
曲りおよび垂下	1	4	—	3	—	8
焼損	8	4	10	8	2	32
腐食衰耗	4	3	—	—	4	11
水漏れ	—	—	—	—	4	4
その他	2	1	—	—	1	4

表7　節炭器および空気予熱器管の腐食（計159件）

調査時期	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	計
節炭器管	9	10	12	10	15	56
空気予熱器管	11	15	23	28	26	103

（注）上記は，すべて後述Ⅲ-1に対応するもの

表8　緩熱器の損傷（計37件）

調査時期	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	計
管の腐食	7	5	7	5	4	28
ヘッダ接続片の腐食	—	2	—	4	1	7
その他	—	2	—	—	—	2

次に，最近発生した注目すべき二，三の損傷および問題点についてのべる．

Ⅲ-1　低温腐食

最近の高性能の水管ボイラは，効率88%，排ガス温度150°C前後であるので，低温腐食（燃料中の $S \rightarrow SO_2$ ガス $\rightarrow SO_3$ ガス $\rightarrow H_2SO_4$ ガス $\rightarrow H_2SO_4$ の露点凝縮→管腐食）は宿命的な現象である．節炭器では，給水温度を高めることによつて露点温度をあげ，ある程度腐食を防ぎうるが，空気ガス予熱器では，ほとんど解決の方策はないとされている．

表9は比較的古い16隻のタービン船の主水管ボイラの直管型ガス空気予熱器の腐食新換状況を示すもので，調査期間はⅣである．一般に腐食は，空気入口側の管端近くに起り，ここで破口する．

表9　ガス空気予熱器の腐食状況（調査期間Ⅳ）

船名	製造年度	主機出力(ps)	新造時よりの新換総本数	年平均新換本数	最初の腐食発生年令	アップテークのガス温度*	船の種別
A	1958	15,000	1,346本	670本/年	2年	160°C	油槽船
B	1957	15,000	不明	不明	1	145	〃
C	1953	14,000	2,692	450	4	136	〃
D	1953	14,000	836	104	5	130	〃
E	1953	9,200	1,147	190	2	172	〃
F	1953	9,200	572	82	2	169	〃
G	1954	9,200	886	148	2	140	〃
H	1955	9,000	442	88	5	137	〃
I	1954	8,500	883	140	2	170	〃
J	1951	8,000	200	22	7	207	〃
K	1952	8,000	567	71	4	192	〃
L	1950	7,000	332	30	9	198	〃
M	1954	15,000	1,111	185	3	151	貨物船
N	1953	12,000	1,100	157	7	144	〃
O	1952	10,000	1,402	155	5	192	〃
P	1952	5,000	23	3	7	252	〃

* 経済出力時の海上運転成績による．

このため，最近では，ふつうの直管型ガス空気予熱器の代りに，コングストローム式空気予熱器（加熱エレメントが回転し，これだけ随時に新換しうるもの）や蒸気空気加熱器の採用，または，蒸気式とガス式をシリースに用うる等の方法が考案されている．

節炭器の腐食もガス空気加熱器同様甚しいものがある．図3は，製造後1カ年で甚しい腐食を起したものの一例である．ボイラの要目および海上試運転の成績を参考に掲げる．同様な例がほかにも数件ある．最近は，給

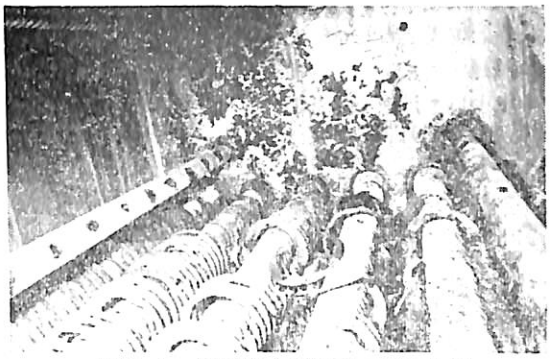


図3 A　節炭器中段管群の腐食状況

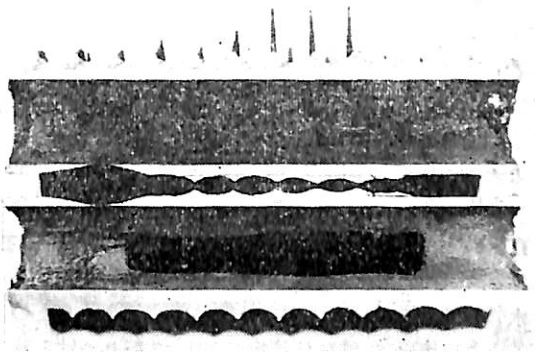


図3 B　同節炭器損傷管の縦断面

水温度を 170°C 位にあげているが，これによつて腐食が完全に防止しうるかどうかは，未だ実績がでていないのでわからない．

図3の事故を起したボイラの要目

設計圧力	48.5 kg/cm²
過熱器出口蒸気圧力	42 kg/cm²
過熱器出口蒸気温度	455°C
連続最大蒸発量	34000 kg/hr
ボイラ効率	88 %
燃焼室容積	28 m³
燃焼室負荷	643000 kcal/m³·hr
伝熱面積	
水冷壁	36.5 m²
蒸発管	570 m²
節炭器	517 m²
過熱器	123.5 m²

海上公試運転における節炭器ガス側，給水側の出口温度

負荷	1/4	2/4	常用	4/4
節炭器ガス側出口温度°C	135.5	136	143.5	147
節炭器給水側出口温度°C	168	159	159	161
CO_2	10.4	13.4	13.4	13.8
O_2	5.8	2.4	2.4	

III-2 高温腐食

高温腐食は，重油中に油溶性のポリフィンとして含まれるバナジュームが燃焼して $V_2O_3 \rightarrow V_2O_4$ の酸化過程を経て V_2O_5 となり，これがある温度に達すると接触金属表面で金属の酸化被膜を形成する一酸化物と反応してバナジュームの低級酸化物と金属酸化物に分解し，酸化被膜を破壊して金属面に腐食を起す現象とされている．この場合，バナジュームの低級酸化物は，さらに，燃焼ガス中の酸素によつて酸化されて再び高級酸化物となり，上述の反応を繰り返えして腐食を促進する．

かかる現象は，管壁の温度が 650°C をこえると急激に増すといわれており，陸上の高圧高温ボイラではすでに10年位前から大きな問題となつているが，42kg/cm² 450°C 程度の舶用ボイラでは，特別の設計や取扱の失敗のために部分的に過熱されることがないかぎり，発生しない．日本海事協会船級船については，一，二それらしい損傷があるが，一般にまだ余り関心が払われていないので報告がじゆうぶんでなく詳細は不明である．

しかし，最近世界的に舶用ボイラの圧力温度が上つて，60kg/cm², 510°C が標準になる傾向にあるので，そろそろ関心をもたなければならない時期に来ているように思われる．表10はある船の主水管ボイラの過熱器群に堆積していた付着物の分析結果であるが，これを見ても高温腐食の原因となる V_2O_5 が多量に検出されており，高温になつた場合の腐食の可能性を物語る．

高温腐食を起さないようにするには，金属の表面温度をなるべく下げなければならないので，過熱器入口のガス温度を低くすることが望ましいが，舶用ボイラでは，特に加熱面積の増大をきらうので自から限度があろう．また，堆積物の付着を防ぐ意味で過熱管相互の間隙をなるべく大とすること（25 mm 以上がよいとされる）すす吹器の配置を検討すること，その頻繁な使用を励行することなども考慮すべきであろう．そのほか，定期的の水

表10　ある主水管ボイラの過熱器部堆積物の分析結果（%）

状態	反応	灼熱減量	FeO (as $Fe SO_4$)	Fe_2O_3	SiO_2	NiO	V_2O_5	$CaSO_4$	Total SO_3	Total Fe as Fe_2O_3
硬質灰黒色塊状	酸性	16.64	7.22 (15.27)	11.30	4.60	7.68	50.19	1.50	9.87	19.24

洗も有効であるし，添加剤などもいろいろ考えられている．

III-3　振動による水管のき裂

最近ある大型ディーゼル油送船の補助2胴型水管ボイラ（45T/hr, 22 kg/cm² 飽和）の水管が蒸気ドラムへの拡張部のきわから相ついでき裂を発生するという事故が二三発生した．損傷の状況を図4および図5に，き裂部の顕微鏡写真を図6に示す．

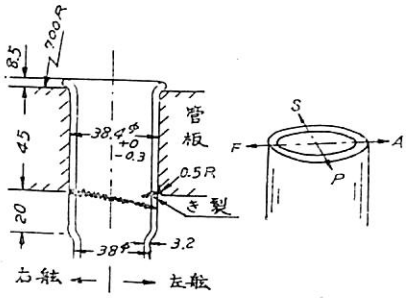


図4　水管の損傷状態

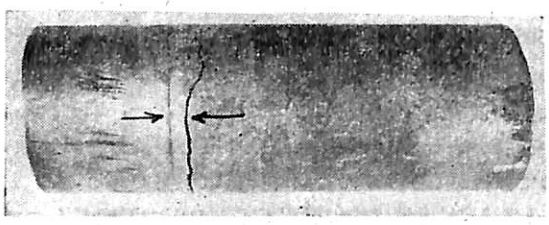


図5　損傷管の外観（左舷側）
（大きなき裂は，右舷側より伸びたもので，その左の矢印先に管孔端相当部にも小さなき裂が見える）

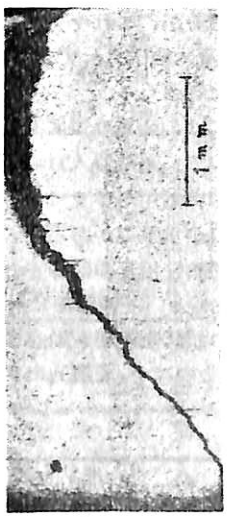


図6　き裂の顕微鏡写真

き裂発生がある列の管に限らていること，き裂を発生した位置が応力集中部であること，フレッチグ腐食が見られること，疲労破面を呈していることなどから考えて，振動による折損と考える．折損した管列について，鎚打と近似理論計算から，管の自然振動数を推定したところ，680～700 cpm であることがわかつたが，これは¼負荷における機関の振動数（9 cyl×75rpm＝670 cpm）に近似であり，おそらく，この回転数を通過する度毎に管が共振し，フレッチングによつて発生した初期小き裂が成長して損傷に至つたものと思う．船側も管の振動のあつたことを認めており，今回振動止めのバンドを施した．注意すべきことは，本船と類似の数隻の船の補助ボイラについて，管の自然振動数を概算したところ，いずれも 700～900 cpm であつて，7～10 シリンダの2サイクル大形ディーゼル機関の¼～¾負荷における振動数と一致することで，このようなボイラでは同様の事故発生の可能性があるので振動止めバンドを施すことが推奨される．なお，管の拡張工事，ドラム穴の角のすみ肉取りにも少しく粗雑なところがあつたことが報告されている．

また，他の大型油送船の主水管ボイラで，水ドラムの管とりつけ部の 2～3 mm 内側から水管にき裂を発生したものがあるが，この場合は，管と管穴の密着が不良のため，すきまにボイラ水が浸入した形跡があり，アルカリ脆化によつて強度が著しく低下し，わずかの振動応力によつてき裂が発達したものと推定される．いずれにしても水管の拡張工事については，一層厳重な監督が必要のように思う．

III-4　水ドラム内の鋼製付着物の溶接部に発生するき裂

水管ボイラの水ドラム内には緩熱器支持金物などの比較的大きい種々の鋼製付着物が溶接で取りつけられるが，図7は，かかる金物の溶接部にき裂を発生した一例である．製造後6年目の検査時に偶然発見された．き裂はすべて（8個）の金物の溶接線に発生していた．金物

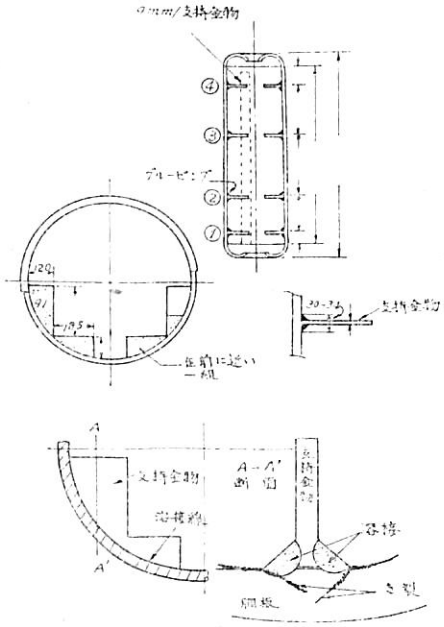


図7　支持金物溶接の詳細とき裂の発生状況

がマッシブであつたこと，溶着金属が多量に付けられていたことなどのために，この部分の剛性が増加して応力集中が起り，ボイラ水による腐食によつていわゆる腐食疲労き裂を発生したものである．この場合，ドラム全体の応力除去焼鈍を行つた後，支持金物を溶接し，その後，再焼鈍しなかつたことに大きな失敗があつたと思う．このような事例は他にも2件ある．き裂は，ダイチエック等の非破壊検査法を用いないと仲々発見できないので，この他の初期ボイラにもき裂が発見されないまま使用されているものがありはしないかと心配である．本ボイラも，他の2つのボイラもいずれも溶接ボイラの初期のものであつた．

IV 丸ボイラ

丸ボイラには，何等の構造的変化がないので，特筆すべきような損傷も起つていない．戦標型丸ボイラについては，材質，工作ともに若干の不安があるが多くのものは補助ボイラに転用され，圧力も 10 kg/cm² 以下に下げられているので，問題なく使用されている．以前，リベット継手の工作不良のため，アルカリ脆化による危険なき裂を発生した二，三の例があつたが，最近はない．これは，使用圧力が低下したためであろう．なお，最近の新しいボイラはすべて溶接構造となつたので，アルカリ脆化の問題は自然に消滅した．

丸ボイラの全般の損傷，修理の傾向を見ると，製造後

表 11　しわ形火炉に発生する諸損傷の統計
（Ⅰ～Ⅲ調査期間）

ボイラの年令	0～10年	10～20年	20～30年	30～年	不詳
稼動ボイラ数(約)	400	380	120	40	?
事故数	13	35	30	25	9
事故率(%)	3.2	9.2	43.3	62.5	—

表 12　老衰を示す諸損傷の統計（Ⅰ～Ⅲ調査期間）

ボイラの年令	0～10年	10～20年	20～30年	30～年	不詳
稼動ボイラ数（約）	400	380	120	40	?
鏡板下部彎曲部の溝食	0	8	7	8	1
鏡板の下部主支柱取付部の放射状き裂	0	0	7	7	1
燃焼室の膨出，き裂	0	3	8	12	1
小支柱の折損	0	6	15	23	8
計	0	17	37	50	11
事故率（%）	0	4.5	30.9	125.0	—

り，比較的年令の若いボイラに多く起る傾向がある．

図 10 は，胴板腐食の一例であつて，このような類例は，Ⅴ調査期間に 21 件を数え，年令 1～2 年のボイラにも 6 件報告されている．腐食の深さは，5～6 mm に達するものがある．適当なボイラ水処理を行えば，（例えば，燐酸イオン，アルカリ度を高めるなど）以後は，停止し，進行しないのがふつうである．かかる腐食の原因

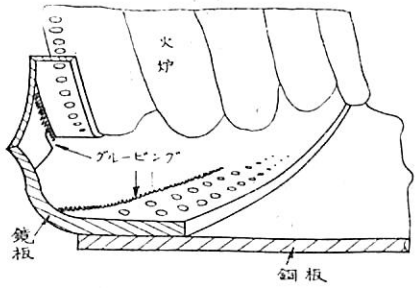


図 8　鏡板下部彎曲部水側の溝食

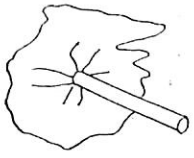


図 9　鏡板の下部支柱取付部に発生する放射状き裂

図 10　丸ボイラの胴板水側底部に発生した部分腐食（年令 2 年）

約 10 年でまずしわ形火炉にいろいろな損傷を起し始め，約 20 年で老衰を示す諸損傷が目立つ．老衰を示す損傷とは，主として，ボイラ水の腐食による腐食疲労であつて，その典型なもののスケッチを図 8 および図 9 に示す．しわ形火炉に発する損傷および老衰を示す損傷の統計，表 11 および 12 は，上記の傾向をよく示している．

最近の丸ボイラの損傷として若干注目すべきものに，胴板水側底部の局部腐食と，しわ形火炉の早期垂下があ

については詳でないが，新しいボイラの場合，ボイラ組立の前に，鋼板の保管が不良であつたためにミル・スケールの下側などに，汚水による小腐食が既に起つており，これが使用中に進行するのではないかといわれている．火炉の垂下も 20 件におよび，比較的新しいものに多く，常に水側の油分による汚損が指摘されている．おそらく，揚貨機の潤滑油が蒸気に混入するものであろうから，その対策が望まれる．　（未完）

提言

研究体制の整備など

迂生

小生は都のスモッグの底に辛うじて余喘を保つ貧書生である．何の風の吹廻しか，一日編集子が訪れて，提言を物せという．小生その昔両三年の間，さる学校の造船科に籍を置いたとはいえ，その後は打続いた戦争動乱のあおりを喰つて，転々としている間に時が経つて，とんと不勉強の始末である．よつて，とても柄にないことと固辞したが，予定を組んでしまつたとかで，一向に聞届けられない．さてさて弱つたことだ．読者には申訳ないが，こたつにもぐりながら禿筆をなめる次第．

ところで，何か種がなくてはかなわぬ．書類の堆積を掻分けているうちに目に止つたのが，運輸大臣諮問第9号に対する造船技術審議会の答申書である．実はチラと見たきりで放つて置いたので，この際一通り読んで見よう．一般にこの種審議会というものは，世間で重視されていないことが多い．というのは，単に行政当局の案に箔をつけるのに利用されたり，民間の意見を聞いてあげましたぞという申訳けに使われたりしていることが往々あるからではないかと思う．しかし今度のものはそんなものではないまじめなものだと信じたい．

さて諮問第9号は“最近における科学技術の進歩に対応して，船舶の性能，構造等を飛躍的に改善向上させるため，解決を要すべき造船技術上の問題点とその対策如何”というのである．お役人の作文にはよくこの飛躍的などという景気の良い言葉がでて来る．科学技術について簡単に飛躍ができたり，近道があつたりするだろうというのは，まず危険な思想のように思う．土台も築けたかどうかというううちに，屋根を葺こうという性急さであつて，B29を竹やりでたたき落そうとした考えと背中合わせである．だが，賢明なる委員方はそんな字面に拘泥せず着実な意見を開陳されたと思う．

さて，この諮問で対策とは，研究組織，研究施設等の整備方針を主に求めているものと解せられる．従つて答申は大別して，“造船技術上の問題点とその対策”および“研究体制の整備について”になつている．まず第一の点については，従来何度かあつた諮問に対する答申では，船の各部分について，どちらかというと末梢的問題を羅列する例が多かつたのと，ぐつと趣を変えて，底辺的なものを取上げているようで，この点苦心の跡がうかがわれる．

その1は“海象，気象と船舶の関連性に関する研究”として，船が海洋において遭遇する外力と，それに対する応答を把握するために，造船，海運関係者および海洋関係者等が協力し，海域別および季節別の海象，気象または船の応力などを長期にわたり総合的に調査解析することを挙げている．このような問題は従来とて無視されていたはずはないけれども，最近の計測，解析術の進歩によつて，各分野の研究を有機化すれば，多大の成果が期待されることを示唆しているものだろう．ここで“長期にわたる”という表現は，腰を落ちつけた研究態度を表現したものとしてうれしく思う次第だ．

その2は“海難原因の科学的究明”とあり，すでに海難審判庁が海難の原因を究め，その防止をねらう機関として存在するにもかかわらず，更に，調査の結果が速かに造船技術の改善にフィードバックできるような機構が必要であるとしている．この機構としては防災センター的なものも構想されているようだが，その場合には，現海難防止協会なども合体し，組織が多重にならないことを希望したい．海難原因を分析して行くと，人間の過失とか，人間が未経験の事態に遭遇した際発揮する創造的能力などの関係が随分大きいことがわかると思う．これらをどう扱うかは極めて面白い問題であろう．

その3は“船舶の汚損と腐食の防止”である．これは特にこの頃の巨大船の船底掃除ドックの経費とか，腐食代による船殻重量の増加などを考えれば，問題として取上げられた趣旨はわかる．防食の方は何とかなりそうな気がするが，防汚の方は多種多地方の生物相手の問題だから，よほどうまい研究方法を考える必要があろう．鼠が猫の首に鈴を付ける相談のような困難が予想される．

その4は“新材料の開発とその利用”であるが，機械や装置を作る技術は材料の進歩と平行して進む

ものであるから，ここで1項目としたのはやや蛇足の感がする．さし当り，前項に関連して，生物にきらわれ，腐食も少ない，現在の軟鋼位の特性で価格も同等という材料が発明されたら造船術の大革命だろう．すでに陸上では耐候性高張力鋼が実用期に入つているから，これもそう遠い夢ではなかろう．

その5には“電子技術の活用”が挙げられている．これもいささか時期遅れの流行文句を並べた感がある．この分野では巨大なメーカーが非常な力で技術の開発を進めているので，それ程世話を焼く必要はないだろう．

その6は“機器の開発および性能向上のための調査研究”というのであるが，この内容は一寸むずかしい．簡単にいうと，従来各種のぎ装機械類はかなり漠然とした経験をもとに製作され装備されていたと思われるふしがあるので，最近の研究手法により検討を加えれば，もつと経済的にやれる余地があるというのだろう．たしかに船というものは，造船屋自から乗つて運航状態を経験する機会の少いものだけに，責任上保守的になり勝ちな船乗りさんの話を聞いて計画していたのでは進歩が遅いだろうとは想像できる．しかし装置類は日進月歩で変るから，ある装置の信頼性が統計的に出る前に，それがわかつていなければならないという困難があるような気がする．

その7は“舶用原子炉の開発”で，注釈不用であるが，外国技術の輸入が進んでいるので，実際問題は簡単でなさそうである．

その8は“実船試験の必要性”とあつて，実験のみを目的とした実験船の建造が必要であるとしている．これは研究題目でなくて，研究手段であるから，急にとつてつけた感じである．戦前，実船試験といえば，商船の公試運転時にある程度のデータをとる位のものだつたが，戦後は商船，練習船，巡視船などを使つて，かなり広範囲に数多く行われるようになつた．これでも大した進展だが，更にこういう実用船ではできなかつた実験をやつて見ようというのである．ぎ装品のメーカーからも，新規な製品は実績がないというので，船主からも造船所からも容易に認めてもらえないから，実験船でテストしてもらいたいという希望がある．しかし構造屋さんなどが考えていることに，法律や船級ルールの制約の外で船を作つて，颱風の中でも走らせて見たいということがある．こういう船になると人道上，乗組員や計測員を乗せられないことになるから，人工衛星と同様，遠隔操縦，遠隔計測になるに違いない．具体化にはかなり準備がいりそうだ．

その8は“技術諸規定の改廃等”とあつて，技術関係法規類がとかく時世に遅れがちな点に注意を与えている．一般に法律技術者は科学技術の内容を理解することがむずかしいから，技術関係の法律を整備するには関係者の大努力が必要であろう．

次にこれらの問題点を包含する造船技術の解決のために必要な研究体制の整備について述べられているが，研究者の充実，設備の増強，研究費の増額が必要であるほか，研究全体の有機化を強調している．これについての審議はかなり突込んで行われたようであるが，答申の段階では甚だぼけて，理想的な機構は今後の問題として残し，各研究機関を現状のままおき，単にこれらの間の連絡を強化する，例えば総合企画委員会的なものの設置をほのめかしている．

恐らく運輸省側はもつと積極的な答申を期待したのであろうが，各方面の利害打算が一致せず，このような結果になつたのではなかろうか．ここに取上げられている機関としては，運輸省船舶技術研究所，日本造船研究協会，大学，民間企業などであつて，原子力研究所や，海事協会の研究所は除外されている．大学は独立自尊で学問の探究を行う所であるから，本来引合いに出す筋ではなかろう．ここでは船舶技術研究所，造船研究協会，各企業の関係が問題であると思う．

船舶技術研究所は一昨年，運輸技術研究所から改組されたものであるが，その研究傾向がしばしば批判の的になつて来たといわれるが，先頃の改組に当つて，その目標が確立された以後も，なんとなくもやもやしたものが感ぜられる．しかし船舶技術研究所が，科学技術庁や文部省でなく，運輸省に所属している点から見て，その性格に疑問はないはずである．

疑惑の起る根本は研究者にあるのではなかろうか．答申にも“優秀研究者の確保のため待遇，研究環境の改善をはかること”とあるが，これを裏返せば，現状では優秀研究者が確保できないということである．ここで単に優秀研究者と表現したのは一寸言葉が足りないので，研究所が必要とする部類の優秀研究者と読むべきであろう．さきの大戦この方，アメリカとソ連の技術開発競争の土台には科学者，技術者の争奪があり，それには，それぞれの流儀によつて強力な対策を採つていることは周知の通りである．待遇の改善をはかることと一行書いても，国の研究機関は沢山あり，またその研究者の何倍もの行政官がいるのだから，容易なことでは解決に至らない．結局，前からの惰性で居てくれる人と，今の条件でも満足して来てくれる人の範囲でできる仕事をお目にかけることになる．それ自体立派なものであつても，需要に応じたものでなければ価値は生じない．船舶技術研究

所を思つた方向へ進めようとするならば，やはり今回棚上げにした問題に直ちに取組む必要があろう．

船舶技術研究所に関しての他の問題点は，船型試験のようだ．これは本誌1月号の座談会の記録にもあるように，昔は無理に造船所などから依頼させたりしたのが，今では繁盛し過ぎて動きが取れない．新造船の引渡しが済んだ頃，試験成績書を貰つてぼやいている造船所もあつたそうだ．何としてもお役所仕事では，人間についても金についても機動性がない．この部門だけでも切離して特別の機関にしようとの意見もあつたがまとまらなかつたという．

お役人は支配下の機構を縮めることには必ず反対する点，パーキンソン氏の解説を待つまでもない．また，ぬるま湯に浸つていた人は浮世の風にさらされると風邪を引くおそれがあるから，容易に腰を上げない．業界も原子力船建造やら，施設拡充やらで金がいる所へ，船価下落の傾向であるから，金のいる話には二の足とか．一方，三菱のような大手筋が自分には関係のない話だと興味を示さないから，足並みも揃わない道理．しかし要るものは要る．石播がついに根岸に小水槽を作ることになつたなどは，全く窮余のことであろう．

上の話は造船研究協会にも関係がある．この協会は業界の協同研究に対して運輸省から企業合理化促進法に基く研究補助金を貰う機関として発足したものといわれるが，近頃はお役所から試設計や，工業標準の原案作成などを委託され，業務量が増加し，運営にむずかしい問題がでて来ているという．これらは殆んどトンネル仕事ではあるが，やはり相当なスタッフが必要である．それ等の経常費は主に造船工業会や船主協会に依存しているのだろうから，今のように仕事が手広くなると，何か基本的自活力がないと心細いというような事情ではないかと思う．その一案として選ばれたのが船型試験営業で，施設は船舶技術研究所の目白の水槽である．同研究所は目白の施設が依頼試験で一パイであり，旧式にもなつたのと，施設の地域的集約ということなどから，三鷹に一大水槽を作つていること，これも本誌に報ぜられた通りだ．これができれば目白水槽は民間に払下げてもよかろうというのは至極もつともな筋ではなかろうか．払下げでなく，特殊法人にして政府の現物出資にすればなお有難い．

次の問題，民間研究の促進には，今の項目毎の補助金のように手続きの煩瑣なものより，税制上の優遇のような間接的なものの方が良いと思う．

最後に研究管理の強化が挙げられているが，これはお役所のもつとも得意とする仕事で，答申の各種条項中，案外この辺が早く実現するのではあるまいか．もしそうであつた時，研究の効率向上が速成されるであろうか．たとえば，医者の処方箋にA薬何グラム，B薬何グラム，C薬何グラムを合わせるとあつたとしよう．薬屋へ行つた所A薬しか在庫がない．とりあえずというので，それだけを病人に与えたとする．これで効くこともあろうが，かえつて害になることもあろう．

以上を通観すると，何といつても問題の根本は研究体制だと思う．これが整えば自然に必要な研究が効率良く行われるようになる．その焦点について今回の答申が今後慎重に研究の要ありと逃げているのは全く残念で，審議会に対する期待はまた裏切られたと感ずる．

今後改めて検討される時のために一二述べて置きたいことがある．業界としては，公共の研究機関が未開発の分野に関していろいろ研究して成果を発表してくれるよう望むのは勿論であるが，船級などをつける船の造修用のぎ装品などの性能を公正に審査する業務も遅滞なくやつて貰いたいのである．船舶技術研究所のぎ装部など，もとは船用品検査所といつて，むしろ試験業務を主にして業界にサービスしてくれていたものだが，近年研究所の看板を下げるようになつてからは，試験業務は従であるとか，下級の仕事であるといつた雰囲気になつているのではないかと心配される．勿論業務量としても多くなり，専任のものを常時何人か従事させる必要があり，専用の設備を置いても無駄でない程経常化した場合には，検査試験などを専門にする機関を別に作つて扱うこともできるが，まだ試験方法についても問題が残存していたり，また施設や人員の活用上，研究と試験業務を併行させた方が効率的であるような過渡期には，研究所で積極的に面倒を見て貰いたいものである．この点からいえば，上述ぎ装部など，月島の老朽したバラック住いで，施設的にも人的にも貧弱なのは頼りない．聞く所によれば，来年春には三鷹に移転するそうだが，この際なるべく業界の希望を満すように整備してほしいものである．

試験業務の話がぎ装関係に及んだついでに，ぎ装の研究に関して思いつきを述べて見よう．まず艤装という言葉は昔から使いならわしているが，わかつたようなわからないような言葉である．近頃は当用漢字の関係で，ぎ装と書いたり，船装といい変えたりしているからなお分りにくくなつた．まずぎ装の範囲がむずかしい．昔の造船術では，船台で船殻をつくり進水させ，岸壁に係留してぎ装し完成するといわれた．これでいけば船殻以外全部ぎ装であるが，造船所の組織などから見ても主機本体は一応別になるようだ．そして残りが機関ぎ装，電気ぎ装，船体ぎ装などに分類されるが，この境界も一定していないらしい．学校の講座を見ても，商船設計およびぎ装といつた風で，ぎ装学などはなさそうである．

図書室をさがすと，参考書を二三を見出すことができる．なわの結び方や，航海測器の簡単な解説をした程度

のものがあるかと思えば，ポケットブック的に，係船設備から荷役，消火，救命その他何でもあつて，“ぎ装にはあらゆる分野の知識が必要である”と書いてあつたりする．どうもこの何でも必要なのが本当らしい．そうすると，研究所でぎ装部という一枚看板で研究ができるかどうか疑問になる．いわゆる船体ぎ装に限つたとしても余りに範囲が広く，十何人の研究者では手に負えまい．

まず根本から考える必要がある．造船所でぎ装設計などに携つている技術者は全国で何百人という数だろう．これと上述の研究所の研究者の数の関係が前提になる．近年造船協会でやつているように，これら多数の造船所技術者を動員して資料を集めて整理することが第一段階である．これで更に研究を要する問題点とか緩急度が良くわかつて来る．これを分類すると，部品メーカーで処理できるもの，造船所で処理できるもの，毎年何百万トンという新造船を試験台にしてできること，公共の研究所でやるべきことなどになる．こうして範囲を限定すれば，貧弱な公共の機関もある程度施設と人員を補充することにより，効果的な活動を期待し得る．この場合分担項目は，防火防爆関係，消防関係，救命関係，乗員旅客の関係，その他若干の事項で，大体船舶安全法の設備条項を中心にしたものになりそうである．こうして，組織なども二，三部に分科拡大して，それぞれ内容に即した名称をつければ，内部の人も仕事がし易いだろうし，外部の人が，とんでもない問題を持込んで戸惑うこともなくなるだろう．係船とか荷役関係も重要なものであるが，もしこの機関で扱うとすれば，よほど現状を超越した方式の開発を対象にすべきであつて，そのためには地道な研究者というよりは，天才的発明家といつた部類のスタッフを呼ぶ必要がある．

一方ぎ装部門の研究手法としては，船型における水槽方式のような便利な方法がないので，上記のように豊富な新造の機会を利用することが効果的と考えられるから，実船での計測手法を開発すべきであろう．またぎ装関係のメーカーは小規模のものが多いようだから，かれ等が自発的に行おうとする試験や研究を支援する，いわば公開実験室的な施設も是非完備してほしい．

船舶技術研究所を検討する時に問題になるだろうと思われるもう一つの件は大阪分室のことだ．これは前記船用品検査所があつた頃，関西地区の検査を分担する機関として設けられたものと聞く．この業務は去年から海事協会に移されたので，存在意義のほとんどが失われたものといえる．のぞいて見ると，20人にも満たない人員のうち，事務要員が約半数を占めるという不経済この上もない機関であるから，研究をやろうというならば，当然東京に集結すべきは論をまたない．あそこにいる研究者は，研究環境が不十分で全く気の毒だ．

従つて，もし何としても大阪に存続させようというならば，この地方に多い造船関連工業のための公開実験施設的内容に転向するのが残された道であろう．この場合も直接成分と間接成分の比率が適当な程度になるまで拡大された規模になれなければならず，それに要する予算とか要員の確保に十分な見通しがなければやるべきではない．この着想も実は時期的には何年も遅れているのであつて，この頃では数年続いた造船ブームの影響で，この地方の業者の多くはも早やこのような施設の援助を要しない水準にまで成長してしまつたと見る人が多い．

別の案として，この施設を造船研究協会なり海事協会なりが譲り受け，経常的試験業務に活用するということが考えられる．大体海事協会が試験業務をやりながら，徹頭徹尾手ぶら主義をとつているのは妙なものだ．検査員とは飛脚かと見える場面もある．この案の場合，旧組織定員等は東京に振替え配置して研究能率を向上させ，不用施設の払下げということにすれば，研究所としては縮少にならず，抵抗の理由はないものと思う．

ぎ装品と造船研究協会から思い起されるのは，日本工業標準，いわゆる JIS の原案作成方式である．これが何故か，この二三年大変ごたごたしているようだ．前はたしか船舶標準協会という所で，造船所，船主，ぎ装品メーカーなどが寄合つて作つていたのだが．運営がまずいということであつたのか，造船研究協会に引継がれた．それでもまずいというので，ぎ装品メーカーがやれということになつたらしい．そこでメーカーの団体として船舶 JIS 工業会が名指しを受けている．ところが元々この団体は JIS 表示許可工場の親睦団体であつて，構成員は業界の一部に過ぎず，全般的なものとしては関連工業会という立派なものがある．この辺の重複は整理する必要がある．その上 JIS 工業会自体の中に，この金のかかる割に利益の不明瞭な仕事にしり込みしている向きもあるというから何か無理が残つているようである．

話がおいおい脱線して，筋も何もわからぬようになつてしまつた．聞きかじりや憶測や思い付きを並べたので，当不当には全く自信がない．何かというちに，編集子が取立てに見えたか，表に案内がある．それではこれにて失礼．

無機絶縁電線を使用した船舶の電気ぎ装について

日立造船株式会社
因　島　工　場

1. ま　え　が　き

無機絶縁電線は1934年フランスの S.A.C.M. 社で工業化されて以来，欧米では船舶用電線に用いられているほか主要建造物，高温装置の配線などに使用されているが，国内においては，まだ一般化されない実状である．

昭和32年当社が受注した，米国向け LR 船級タンター4隻（46,000 D. W. 2隻，53,000 D. W. 2隻）の全電気装置について無機絶縁電線を使用したのであるが，当時国産品はなく，前記 S.A.C.M 社の型録一冊をたよりに，調査，研究を行い，実験に実験を重ねるなど慎重を期したものである．この電線は

1) 絶縁耐力がきわめて大きい．
2) 許容電流が大きい．
3) 機械的強度が大きく，かつ変形後も破壊電圧は実用上十分な値を示す．
4) 電気的破壊を繰返しても絶縁耐力は低下しない．
5) 耐熱，耐焔，耐老化性が著しく秀れ，寿命は永久的である．

等の特長がある，一方価格は，電線自体格安となるが，電線端末の処理に要する工数が増加するので，全体としては一般絶縁電線を使用した場合より割高となる．

以下この電線の構造の概要とぎ装上考慮した諸点について記述する．

2. 無機絶縁電線の特性と構造

1) 特　　性

まえがきで列記している通り，この電線は完全な不燃性，永久的電気絶縁性を有することが最大の特徴である．

a) 使用電圧　　750 V AC/DC

b) 破壊電圧　　3,500～5,000 V

であるが，一度破壊しても絶縁体が破壊されることなく繰返しほぼ同じ電圧を課電することができ，電弧に対してのみそこなわれる．老化についても考える必要はなく，また温度の条件を課せられることは，まずないと云える．

2) 構造および種類

大体の構造は導体を高度に圧縮したマグネシアで絶縁し外側を銅管で被覆したものである．図1に2線ケーブルの構造を示す．

単心線は心線径 1.2～16 mm まで19種
2心線は心線径 1.2～4 mm まで7種
3心線は心線径 1.2～4 mm まで7種
7心線は心線径 1.2 mm と 1.6 mm の2種
12心線は心線径 1.2 m と 1.6 mm の2種

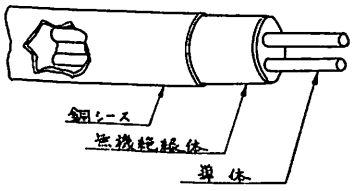


図1　無機絶縁電線の構造

がある．なお製造可能条件が一般電線にくらべて短いので，所要長からサイズを選定しなければならない．

3) 附　属　品

この電線の絶縁物であるマグネシアは，湿度の吸収が強いので，端末部より湿気の侵入を防止するため封鎖用金具がある．この金具は水圧 30 kg/cm² 以下の防水性を有し連続的に 120°C 以下，ピークで 150°C の温度に耐えることができる．

なお 120°C 以上の耐熱性を必要とする場合には，絶縁物の材料について考慮しなければならない．

3. 設計上考慮した諸点

1) 負荷容量と電線の製作可能条長

ここに 60 A の3相負荷に配線する電線を 140 m とすると電流定格からは3心 ×4 mm のものが適当である

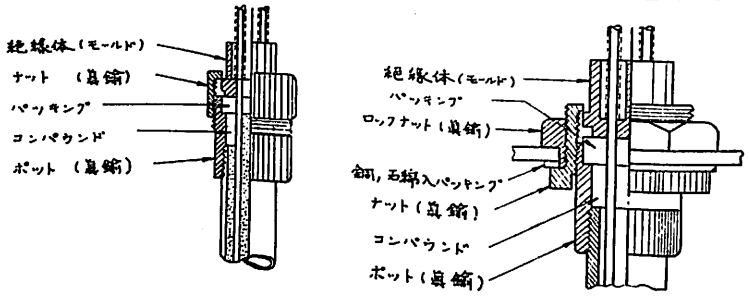


図2　端　末　金　具

が，この寸法の電線は製作条長が 109 m で必要の長さより短かいことになる．そこで可能条長 143 m のケーブルを選ぶと 3 心×3.15 mm の電線があるが電流容量において足りないので，3 心×2.5 mm のケーブルを 2 本併列に配線しなければならない．ところが布設上からは電線の本数が少ない方が好ましい．従つてキャットウォークの場合には，その両端に接続箱を設け 3 心×4mm のケーブルを使用した．

2) 大電流回路の電線

前記 2-2) で述べた如く 3 心線としては 4 mm 径までで安全電流は 65 A のものが最大である．そこで 3 相交流回路の主発電機 1280 A，補助発電機 240 A，ボイラー強圧ファン 215 A，等のケーブルが問題である．すなわち主発電機を例にとると，3 心×4 mm を使用するとすれば 1280/65≒20 本必要になる．こうなると機器の端子箱のスペースがとれなくなる．そこで単心ケーブルを考えて見ると 12.5 mm 径のケーブルで 1280/395≒4 本 3 相で 12 本要し，10.0 mm 径では 1280/295≒5 本，3 相で 15 本を要することになる．12.5 mm 径のケーブルを使用したのであるが太い銅棒（電線外径 18.8 mm）を布設するようになる．

当社建造船では後に述べる理由により単心 10 mm のケーブルを使用することとし特殊な布設方法を採用した．なお単心ケーブルを交流回路に使用する範囲は主発電機と補助発電機回路のみとし，ボイラー強圧ファン等大容量の電動機に対しては布設上の困難を考えて 3 心ケーブルを併列に使用することにした．

3) 電線トランクの設置

ケーブルが錯綜するブリッジまわりに，このケーブルを布設することは困難である．すなわち一般には電線の通る場所が迂余曲折しても電線が硬化し布設が困難になることはないがこのケーブルの場合は曲げが繰り返される度合が多くなるにつれ硬化するのでトーチランプによる焼きなましをしなければならなくなる．このためには直線に布設できる通路が必要であり，上甲板から航海船橋に至る電線専用のトランク (600×800) mm を設置した．

4) キャットウォークの電線布設

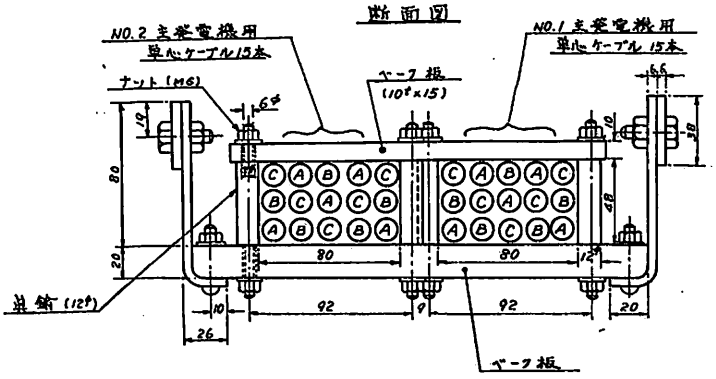
船首，船尾側ともキャットウォークのカーテンプレートを延長したトレイ上に布設し船体伸縮接手の部分には 3.2 t 約 780 mm 長さのプレートを船外側にふくませた弧形のものとし，エキスパンの大きさは ±20 mm 程度あるものとして多少の余裕をとつて設計した．

5) 交流発電機回路の単心ケーブル布設法

交流の大電流回路に単心電線を使用する場合，近い距離に磁性体のサークルを作らないように注意する必要がある．このため図 3 のようにベークライト板でケーブルをはさむ構造とし，かつこのような硬いケーブルの展張にも便利なよう保持方法を設計したケーブルの配列法は図 3 に示すように 3 相の各相 A.B.C がそれぞれ異相と隣接しケーブルのシース損を小さくするように配置した．デッキやビームの貫通部は十分な大きさの貫通穴をあけた．

6) 端子箱および端子

端子箱の大きさは端末金具を考慮して十分な大きさに設計する必要があり端子箱設計要領を作製して関連先に配布し不具合をきたさないように考慮した．端子は



ⒶⒷⒸ は三相中の A 相，B 相，C 相のケーブルであることを示す．

図 3 単心ケーブルの布設法

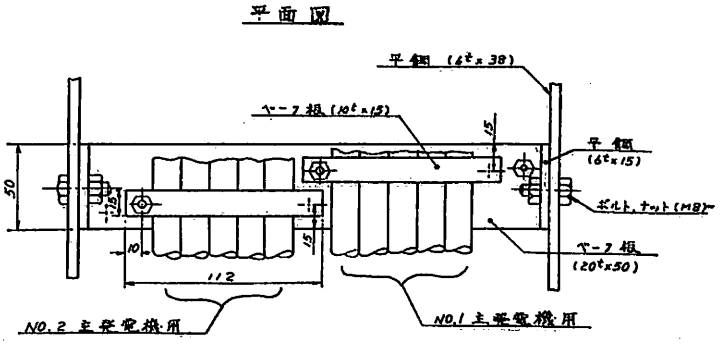


図 4

2 mm までは巻付端子または AMP 端子，2～3.5 mm までは AMP 端子または専用端子，4～10 mm は専用端子または NS 端子を使用した．

4. ぎ装作業上考慮した諸点

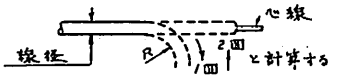
1) 屈曲について

電線布設のために倉庫から船上にとう載して布設するまでのケーブルが受ける屈曲回数は少なくとも 4 回以上となり，船内において更に屈曲させられることになる．このケーブルはよく鈍してあるが屈曲が重なると硬化し，限度をこすとひび割れを生ずる．

屈曲回数の限度は屈曲半径に関係し実験によると表 1 のような結果が得られた．この結果から船内布設にあたっては屈曲半径は線径の 8 倍以上とした．

表 1 屈曲半径と屈曲回数

試験方法



総心数×外径 mm	屈曲半径 (R)	屈曲回数（ひび割れる前の回数） 入荷のまま	焼鈍後
2×1.6 mm (線径 9 mm)	線径×2	2	2
	〃 ×3	4	4
	〃 ×4	6	8
	〃 ×5	12	18
3×4.0 mm (線径 15.2 mm)	〃 ×3	4	4
	〃 ×4	6	8
	〃 ×5	8	12
	〃 ×6	14	20

2) ケーブル切断の端末処理

線端は切断時にはマグネシア粉末が露出するので 24 時間以内に処理せず放置する場合には線端を密封する必要がある．このためには煮沸したアマニ油（リンシード油）か純粋なゴム溶液あるいは塩化ビニール液（エンビラリヤ 1000番）がある．この処理をおこたり，線端に湿気が浸入した場合は線端の 200～400 mm をトーチランプで加熱（うす赤色になるまで）すると絶縁は回復する．

3) 外傷防止について

このケーブルの外側は銅シースであるからケーブルをドラムからくり出す場合や船内で展張する場合，布設後においてもぎ装工事中は外傷をうけないように取扱うことが大切であるが特に下記諸点に注意する必要がある．

a) 倉庫などで電線をくり出すような場合，床に帆布などを敷いて砂やセメントで銅シースを傷つけないようにする．

b) 船内布設の場合などに鋭い金物にあてないようにすること．

c) 課電してある溶接棒や，溶接の際飛散する火花には特は注意しふれないようにすること．

d) その他一般のケーブル布設の際の注意事項はこの場合も必要である．

5. 経 済 比 較

1) 工数原単位の比較について

工数の場合は一般電線の原単位をそのまま使うことができないのでまず原単位を求めるため，作業員に作業方法を説明し実習させたあと第 1 回の実験を行つた．その結果は表 2 の通りになつた．

表 2 原単位の比較（工具が不正規であつた）

		MI/LR	MI/AB	LR/AB
動力	布設	1.3～1.5/1	1.5/1	1.15/1
	結線	4/1	7/1	1.15/1
照明	布設	1.3～1.5/1	1.5/1	1.15/1
	結線	2.4/1	2.5/1	1,15/1

表 3 原単位の比較（正規の工具を使用した）

		実験比 LR	実験比 MI	適用比 MI/LR
動力	布設	1	1	1.2/1
	結線	1	1.3	1.5/1
照明	布設	1	1.4	1.4/1
	結線	1	1.4	1.5/1

表中，MI は無機絶縁電線，LR はロイド規格電線，AB は AB 規格電線を示す．

つづいて約 3 ヶ月後正規の線むぎ工具を入手したので第 2 回実験を行い，その結果から表 3 に示す適用比を定め，従来のロイド規格電線使用の場合の原単位に，この適用比を乗じたものをもつて無機絶縁電線を使用する場合の原単位と定めた．

2) 電線費および工費について

ロイド規格電線を使用した MODEL SHIP を電気的要目や工事仕様が異なる部分を同要目に置きかえて比

(99 頁へつづく)

津軽丸のヒーリング装置

石黒隆
日本国有鉄道船舶局

はしがき

鉄道連絡船には一般商船に見られないヒーリング装置というものが装備されている．

このヒーリング装置は船内に陸上から貨車をひき込む際，あるいは船内から貨車をひき出す際に船体にある程度（約3度）以上の傾斜を与えないようにするのが目的であり，原理としては，左右舷に装備したサイドタンク（ヒーリングタンクと呼んでいる）間を海水を移動させることによつて，貨車によつて生ずるヒーリングモーメントにほぼ見合う傾斜モーメントを生ぜしめんとするものである．

このように原理としてはごく簡単な事柄であり，従来の連絡船にも装備されているものであるが，津軽丸では，その他の諸設備と同じように極力自動化することを考えたことと，この傾斜調整に必要な海水の量が約260トンにもなり，これを常時背負つて走ることは燃料の無駄であり年間数百万円の損にもなるので，航走中はタンク内の水を簡単に排水出来るように考えた点が従来と異つた点である．

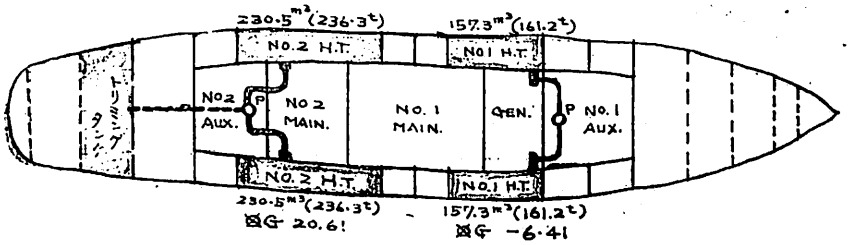
次に装置の概要を述べることとする．

1. タンクおよびポンプ配置

津軽丸の区画配置は第1図に示すとおりで2区画浸水に耐える配置となつており，ヒーリングタンクはサイドタンクの一部を利用して両舷とも前後2ケ所に分けて設けてある．

ポンプは図示のとおり第1補機室，第2補機室にそれぞれ1台ずつ設け，所要の配管をしてある．

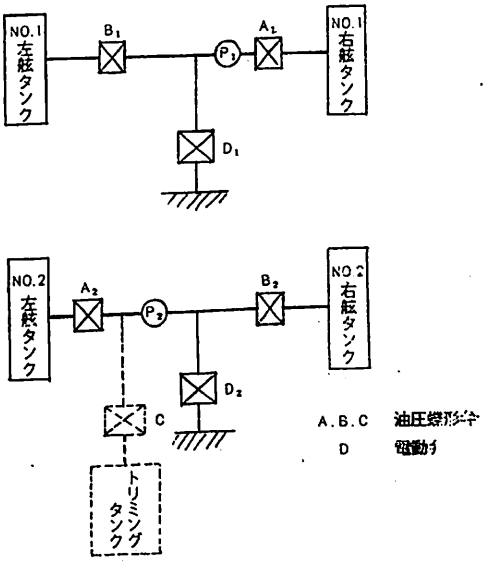
（なおこの他に船尾のトリミングタンクにも配管し貨車積込用の可動橋との接続のために短時間で船尾の吃水を調整することが出来るようにしてある．）



第1図 タンクおよびポンプ配置

2. 装置系統

第2図に示すとおり第1第2装置ともに1箇の船底弁と2箇の仕切弁およびポンプを図のように径 500㍉ の管によつて結合してある．第2装置はこの他にトリミングタンクへの配管（径400㍉）と仕切弁を別に備えている．



第2図 装置系統

3. 主要目

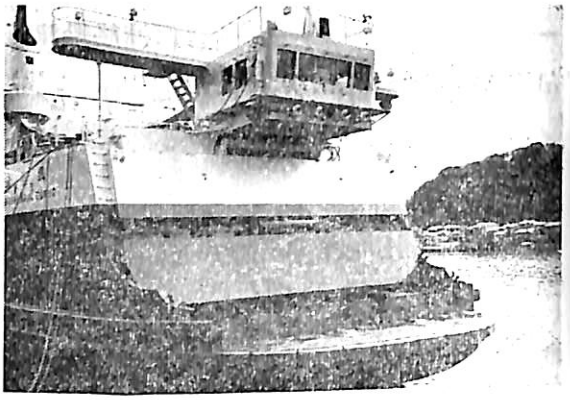
タンク容量
- ヒーリング第1 片舷 161.2 t
- 〃 第2 片舷 236.3 t
- トリミング 183.8 t

ポンプ 電動機 870 rpm×170 ps
PV 荏原 OHR40-9 870 rpm×151 ps
MF 〃 OHS40-7 1150 rpm×115 ps

仕切弁 ヒーリングタンク用
吉池バルブ SPO 型
500 φ
トリミングタンク用
SPO 型
400

船底弁 500 φ 電動船底弁

操縦室内部（左側 手動操作盤，
正面　自動制御盤）



ポンプ操縦室（船尾扉の上部張出部）

4. ヒーリング装置の動作

動作は大別して次の三動作である．

(1) 注　水

(2) ヒーリング

(3) 排　水

A. 注　　水

ヒーリングタンクに舷外から海水を注入する動作で，注水の押釦を押すことにより次の順序により自動的に行われる．

1. まず船体に1度以上の固定傾斜がある場合は，第2ヒーリングタンクにあらかじめ残してある海水を移動させてアップライトに直し，注水動作に移る．固定傾斜がない場合は直ちに注水動作を開始する．
2. 1,2番装置とも船底弁が開く．
3. 船底弁が開き切ると仕切弁 A_1 A_2 が開になると同時にポンプが1番は船底から右舷タンクへ，2番は船底から左舷タンクへ注水を始める．
4. 1,2番ともに左右舷のタンクの水量の和が定められた量に達すると，ポンプは止り，仕切弁 A_1 A_2 は閉まり船底弁も閉となる．
5. 1.2番の船底弁がともに閉になると仕切弁 A_1 A_2 B_1 B_2 が開となりポンプは1番は右舷より左舷へ，2番は左舷より右舷へ移水を行う．
6. 移水の途中でもしも船体が左舷に1度傾くと1番のポンプは止り仕切弁 B_1 が閉まる．再びアップライトとなれば移水は再開される．（第2のポンプは移水を継続する．）また右舷に1度傾くと，2番のポンプは逆流を行い，すみやかに傾斜を直した後正規の移水に移る．
7. 1番の左舷タンクがハーフタンクとなつたところで，1,2番ともにポンプがとまり，仕切弁 B_1 B_2 が閉まり注水完了となる．（注水完了ということは貨車の積卸作業の準備が整つたということである．）

B. ヒーリング

貨車積卸作業に応じて行われる動作で，ヒーリングの押釦を押すことにより自動的に次の動作を行う．

1. 1番線（左舷）に船尾より貨車が入つて来ると，船尾端にあるイニシャルヒール検出装置（絶縁レールを利用したもの）より信号が出て1,2番ともポンプは左舷から右舷に移水を始める．

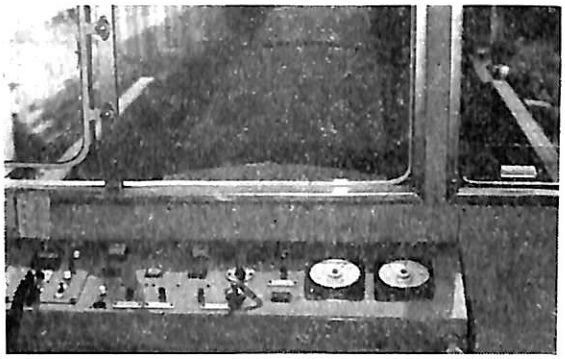
   貨車によるモーメントが勝ちすぎた場合（貨車の進入速度が早い場合あるいは特に重量の重い貨車がある場合）は，船体は左舷に傾くが，3度になると警報を出し，陸上の操車掛に貨車をとめるように注意を喚起する．一方ポンプの移水の方が勝ちすぎると船はアップライトになつたところでポンプは止まるようになつており，再び1度傾くと移水を始めるようになつている．

   以上はすべて傾斜計よりの信号によつて制御される．
2. 4番線（右舷）に貨車が入つてくる場合はポンプの移水方向は逆になるが，その他の動作は前記1番線の場合と全く同じである．
3. 1番線（左舷），4番線（右舷）から貨車を引き出す場合は船首端にあるイニシャルヒール検出装置によつてポンプの移水信号を出させる他は動作は貨車を引き込む場合と移水方向が逆になることを除けば全く同じである．

C 排　　水

貨車作業を終り排水を行う場合は排水の押釦を押すことにより，自動的に次の動作が行われる．

1. 1番は左舷から右舷，2番は右舷から左舷への移水を行う．移水の途中で船体に傾斜を生じた場合は注水の



自動制御盤（前方の窓から積込中の貨車が見える）

手動制御盤

場合と同じ動作を行つて傾斜を直す．

2. 1番の左舷タンクあるいは2番の右舷タンクが空水になると両ポンプは一斉に停止し仕切弁は閉まる．

3. 次に1,2番とも船底弁が開き始め，両方とも全開になつた後に1番は右舷タンクから舷外に，2番は左舷タンクから舷外に，排水をするようにポンプは廻り始める．

4. 1番の右舷，または2番の左舷タンクが空水になるか，あるいは2番タンクの左右舷合計水量があらかじめ定められた量に達した場合両ポンプは一斉に停止し仕切弁および船底弁は閉じる．

5. この場合船体に固定傾斜が残れば，2番装置で傾斜を調整してアップライトとし排水完了となり排水完了のランプが点灯する．

以上が故障なしに順調にいつた場合の動作であるが，停電，故障，誤操作等の際の，安全装置を充分に施しておかないと自動装置としての信頼度がうすくなる．このためには次のようなことを行つている．

- 各ヒーリングおよびトリミングタンクに装備してある空気抜は相当大きなものでまた車両甲板（吃水線から約2m上方）の舷側に開口しているので，荒天のときはこれを閉鎖することが出来るようになつている．この空気抜が閉つているとタンクより水の排出が不可能（注入は可能のようにノンリタン式となつている）となるので，その場合は全装置が働らかないようになつている．空気管が全部全開になつていると操作盤に表示ランプがつくようになつている．
- 注排水の場合は1,2番同時に働らいていることが必要であり，ポンプの注水，移水，排水動作は常に同時にスタートするようになつている．
  また片側の装置に故障が起れば，そのときの状態で両方とも停止となり，仕切弁が閉まつて水の移動が起らないようになつている．万一3度まで傾くようなことがあると，警報（サイレン）が鳴るようになつている．
- 停電の場合は如何なる状態でも，仕切弁が閉となり水の移動を防止する．このため仕切弁は油圧蝶形弁を使用し，アキュームレータを併用して電源がなくなつた場合も油圧で閉まるように考慮している．

各状態で停電した場合の動作，電源復帰時の動作，その後押す釦によつて装置がどのような動作をするかを一覧表として第1表に示す．

- 誤操作の場合

本装置の動作中誤つて別の押釦を押した場合にも危険がないようにしてある．

ただし誤操作であるかある意志を持つた動作であるか判別出来ないもの，例えば注水中に排水の押釦を押すということは，注水をとりやめたくて排水の釦を押す場合と，本当に間違つて押す場合との区別はつけにくい．このようなときは後者優先で，注水は排水動作へと移行する．

明らかに誤操作というのは例えば注水中にヒーリングの釦を押すという場合等であるが，これは全然別動作は起らず，注水が続行されることとなる．

以上の関係を一覧表に示したものが第2表であり，この表の中で(誤)のマークが入つているものが明らかな誤操作を示している．

- 自動装置故障の場合

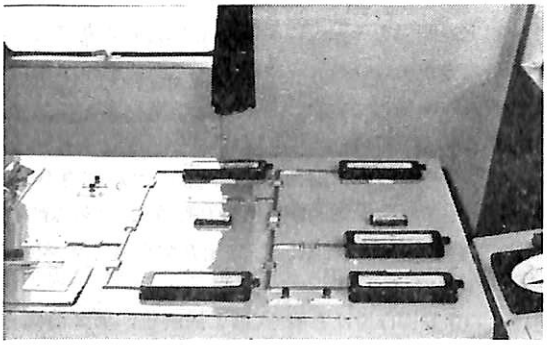
すべての動作は自動制御盤に隣接して設置されたグラフィック状の手動操作盤により行うことが出来るので，自動制御装置が故障した場合でも全く心配はない．

この手動操作盤は各機側(第1補機室，第2補機室)にもあり，そこでも単独に操作が出来るようになつて

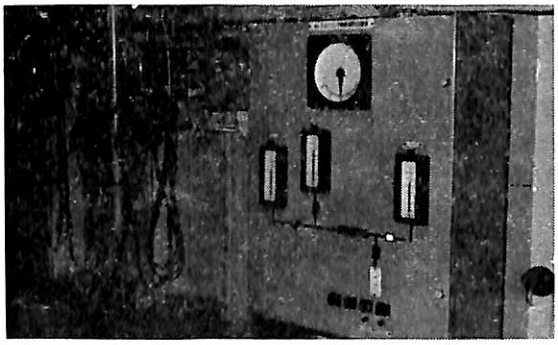
第1表　停電時および復帰時におけるヒーリング装置

	状態			各操作に伴う装置の動作		
	停電前	停電時	電源復帰時	注水	ヒーリング	排水
①	注水前のヒーリング	B_1 A_2 B_2 が閉 P_2 はピッチをとつたまま停止	B_1 開，P_1 運転 B_2 開 P_2 はピッチを中立に戻しながら運転（その間だけ A_2 開）	注水ランプ点 注水操作を続行する	ヒーリングのランプはつかない 釦を押している間だけ傾斜があればヒーリングを行い傾斜○になるか水がなくなると止る	傾斜があればランプがつく，なければ排水完了のランプがつく No. 2 はヒーリングを行う． No. 2 の左舷タンク空水で排水完了をしていた場合は排水操作を行う
②	注水（注水中）	A_1 A_2 が閉まる D_1 D_2 は開のまま P_1 P_2 のピッチはそのまま停止	ポンプは中立に戻ろうとしその間だけ A_1 A_2 は開，中立に戻ると閉となる D_1 D_2 は閉 B_1 B_2 は開となる	傾斜が1度以上あれば注水前のヒーリングを行う，なければ注水操作に入る	同上	傾斜の有無に拘らずランプがつく 排水時の移水の状態に入り，排水を行う．
③	注水（移水中）	A_1 B_1 A_2 B_2 が閉まる P_1 P_2 のピッチはそのまま停止	B_1 B_2 開 ポンプは中立に戻ろうとしその間だけ A_1 A_2 は開 中止に戻ると閉となる	傾斜が1度以上あれば注水前のヒーリングを行う A_1 A_2 開 なければ一定時限後ポンプによる移水を始める	同上	正常に排水操作を行う
④	注水完了	B_1 B_2 が閉まる P_1 P_2 が止まる	B_1 B_2 開 P_2 のピッチがとられていれば中立に戻ろうとしその間だけ A_2 は開となる	傾斜があれば注水前ヒーリングを行い 注水完了ランプがつく	正常にヒーリング操作に入る	同上
⑤	ヒーリング	A_1 B_1 A_2 B_2 は閉まる P_1 P_2 はそのままのピッチで止まる	B_1 B_2 は開く P_1 P_2 はピッチが○に戻るその間だけ A_1 A_2 が開く	傾斜があれば No. 2 で○に戻す 注水完了となる	同上	同上
⑥	排水（移水中）	③と同じ				
⑦	排水（排水中）	②と同じ				
⑧	手動	A_1 B_1 A_2 B_2 は開であれば閉となる，その他はそのままの状態でストップ	完全にもとの状態に復帰する			

注：— 電源復帰時は電源スイッチの側の押釦をもう一度押すことによりすべての動作が行える状態となる．



遠隔手動制御盤



局所制御盤

第2表　誤操作の場合のヒーリング装置

現　状	操作したPB	実　際　の　動　作	表　示　灯
注水中	ヒーリング(誤)	注水を続行する（ヒーリングは行わない）	注水 (点) のまま
	排　水	排水操作	注水 (滅)　排水 (点)
	待　機(誤)	注水続行	注水 (点) のまま
注水完了	ヒーリング	ヒーリング操作	注水完了 (滅) ヒーリング (点)
	排　水	排水操作	注水完了 (滅) 排水 (点)
	待　機	待機に移る	注水完了 (滅) 待機 (点)
ヒーリング中	注　水(誤)	ヒーリング続行	ヒーリング (点) のまま
	排　水	排水に移る	ヒーリング (滅) 排水 (点)
	待　機	待機に移る	ヒーリング (滅) 待機 (点)
排水中	ヒーリング(誤)	排水を続行する（ヒーリングは行わない）	排水 (点) のまま
	注　水	注水操作となる	排水 (滅) 注水 (点)
	待　機(誤)	排水を続行する	排水 (点) のまま
排水完了	ヒーリング(誤)	動作は起らない	排水完了 (点) のまま
	注　水	注水を始める	排水完了 (滅) 注水 (点)
	待　機(誤)	動作はしない	排水完了 (点) のまま

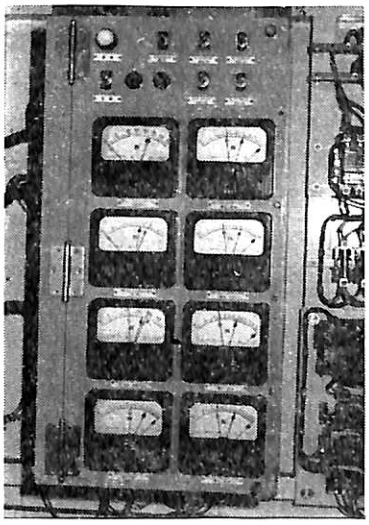
いる．

遠隔操作盤よよび手動操作盤を第3図に示す．

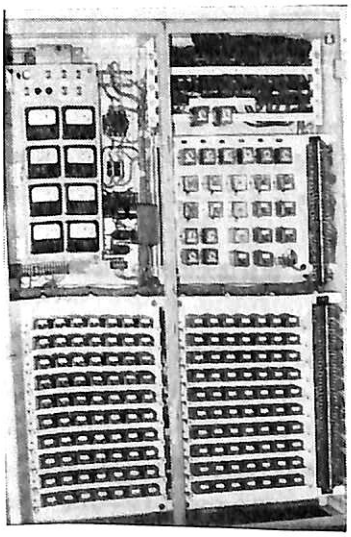
○ 手動操作中の問題点として停電後電源が復帰した場合に停電前の動作を継続することとなるので，この場合の危険防止のため，電源スイッチはキースイッチの他に，押釦式スイッチを設け，この押釦を再び押してやるまでは電源復帰後といえども動作は開始されないようになつている．

○ バルブに対するウォータハンマ防止

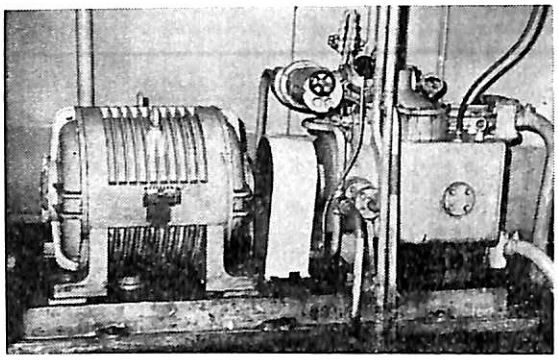
ポンプが作動中にバルブを閉めるウォータハンマによりバルブを破損するおそれがある．このため自動の場合は勿論手動の場合でもポンプを作動させるときお



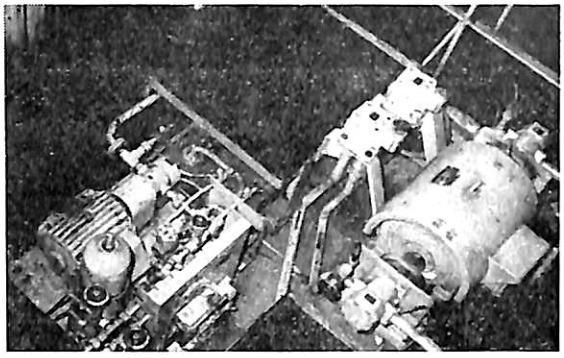
メータ・リレー



リレー盤

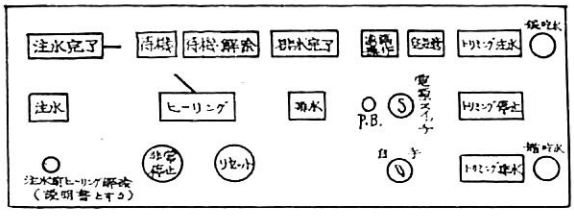


ポンプユニット

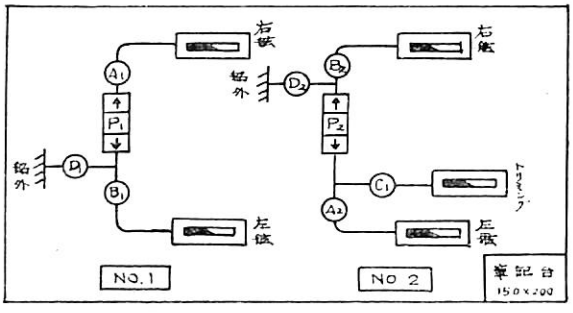


制御補給および弁油圧ポンプ

遠隔操作盤



手動操作盤兼作動表示盤



第 3 図

よび停止させるときのバルブの開閉を順序を追つて動作させるようにインタロックしている.

5. 設計諸元の決め方について

1. タンク容量

条件としては1番線あるいは4番線に貨車を全然積まない場合にもアップライトの状態を保てること，更に貨車以外のアンバランスモーメント（旅客，水，油タンク等）を補正し得る容量が必要である．1番線のみに貨車を積んだ場合のアンバランスモーメントは，7.85 m のワム型貨車1両を 23 t と見て軌条配置より船体中心線からのレバーを算出し計算すると

1778.06 t-m となる.

次に青函連絡船の場合は出入港時に旅客は左舷に集まるのが普通であり，1,2 等の おのおのに旅客が集中した場合を 計算すると約 210 t-m となる.

また燃料，清水を船底タンクの片側のみを全部消費したという場合を計算すると約 280 t-m のアンバランスモーメントが生ずる.

以上の3ケースが重なり合つた場合が一応最悪状態と考えられるが，その場合のモーメントは 2268 t-m となる.

1,2番タンクの船体中心線からの平均距離は約7.4mであるから，タンク容量としては 2268 t-m÷7.4 m＝307 t が必要となる.

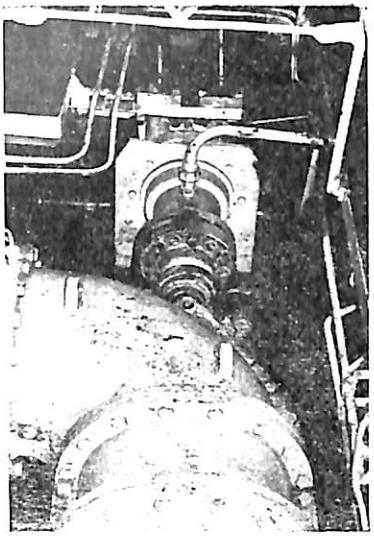
この他にヒーリングタンクには必ず固定残水というものがあり，これをタンクの構造から算定すると約 60 t となるので，合計のタンク容量は 367 t となる.

一方津軽丸は2区画浸水にも耐える設計とした関係上 367 tのヒーリングタンクを1ケ所にまとめて設けることは出来ず，はたまた注排水を船を傾斜させることなく行わせる意味からも前後2ケ所に分け，貨車以外のアンバランスモーメントは2番タンクのみにもたせることとし，前記のタンク容量が設定された.

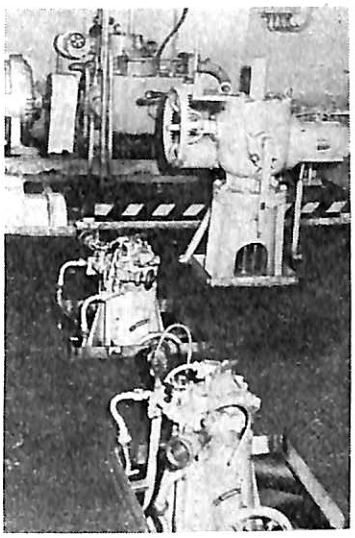
2. ポンプ容量

条件としては貨車積込直前および積込完了時に船はアップライトであることと，その作業中にも片舷3度を超えないことが要求される.

貨車の速度は連絡船上では毎時 4 km を超えないことが規定づけられているので，計算上は平均 4 km をとつている.



移水ポンプ



蝶形弁および船底弁（電動）頂部

1番線の長さは 100 m あるので積込，卸に要する時間は 90 秒となる．

貨車によるヒーリングモーメントは 1778 t-m であるので 90 秒間にこのモーメントに見合う水の移動を行わせるとすれば，ヒーリングタンク間の平均重心距離は 14.85 m であるので，ポンプの容量は

$$\frac{1778\ \text{t-m}}{14.85\ \text{m}} \div 90\ \text{秒} \times 3600\ \text{秒/時間} = 4790\ \text{t/時}$$

ポンプは2台あるので1台 2395 t/時 となる．またポンプが全能力を発揮するまでに時間的おくれがあるのでこれを5秒とすれば，ポンプ容量は，1台 2535 t/時となる．

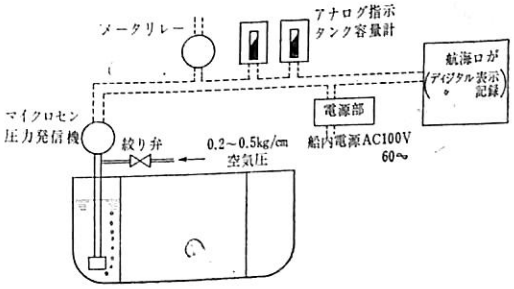
計画されたポンプは2250 t/時，全揚程 7.5 m であり実際に使用される揚程は，平均 6 m 位と考えられのるで2535 t/時は充分賄えるものと考えた．陸上試験の結果は次のとおりである．

揚　　程	流　　量
7.5	2270
7	2350
6	2525
5	2675
4	2785

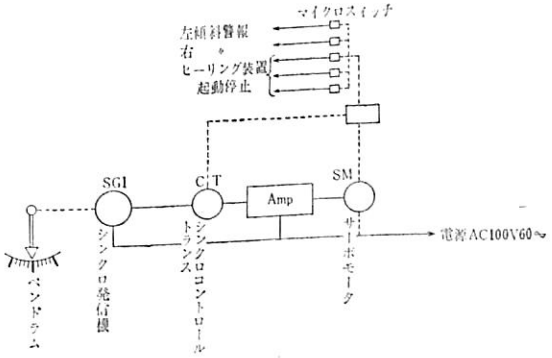
以上により平均 4 km の速度を初速 10 km，8 km の場合について，清水燃料 50%，100% 消費の状態で積込中の横傾斜を計算した曲線を第4，5図に示す．

6. 部 品 説 明

(1) タンク容量計（マイクロセン式）

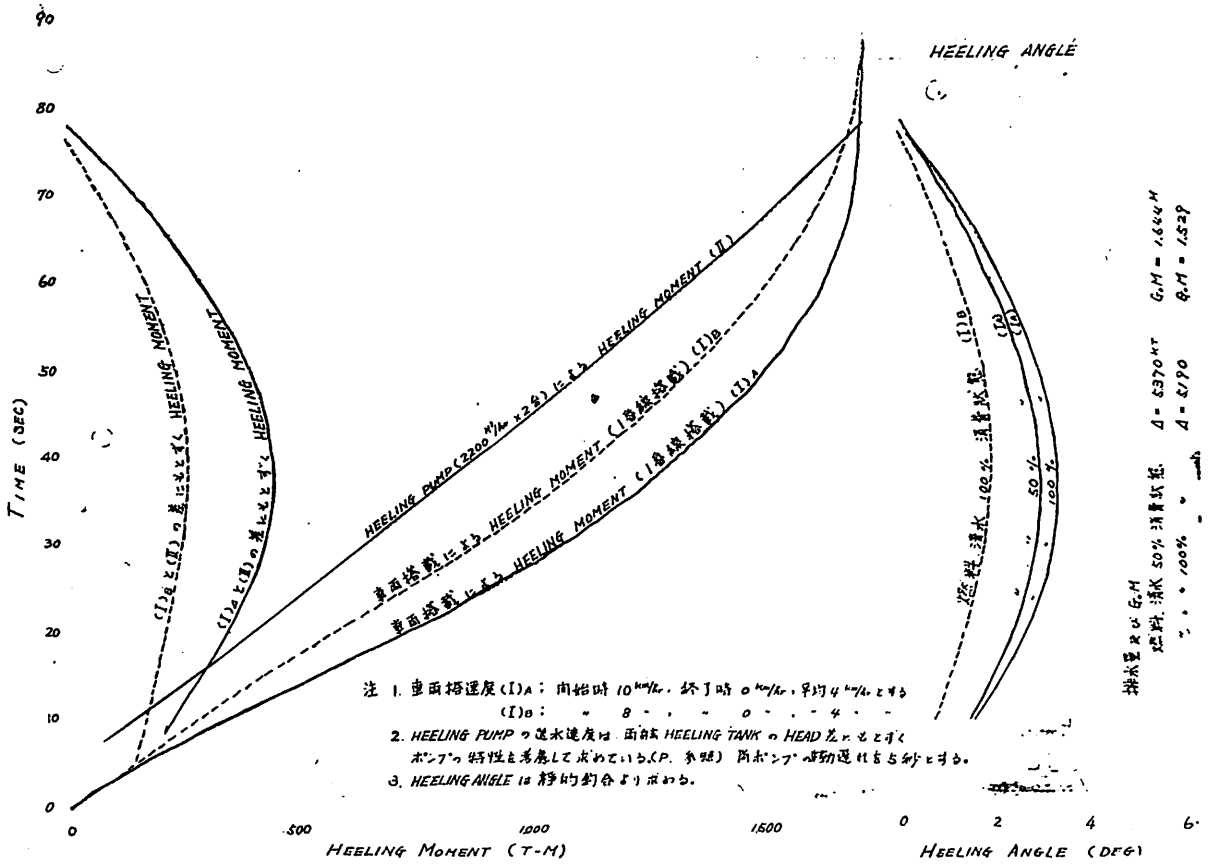


(2) 傾 斜 計

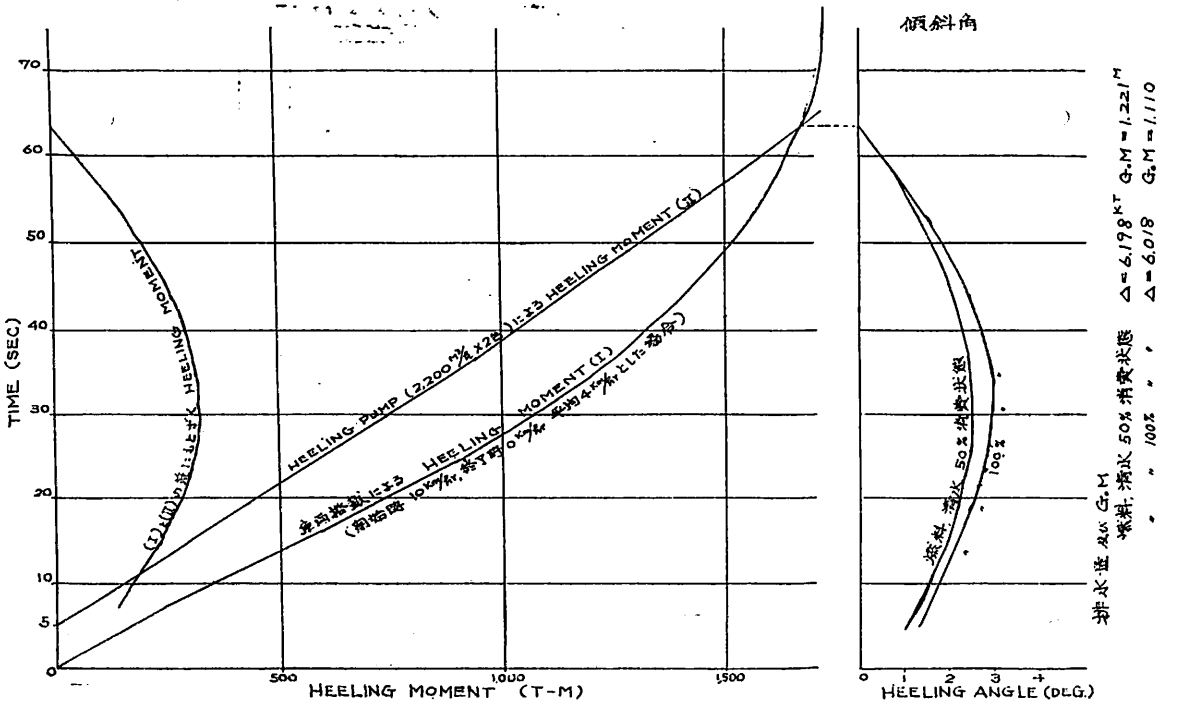


(3) 蝶形弁および船底弁

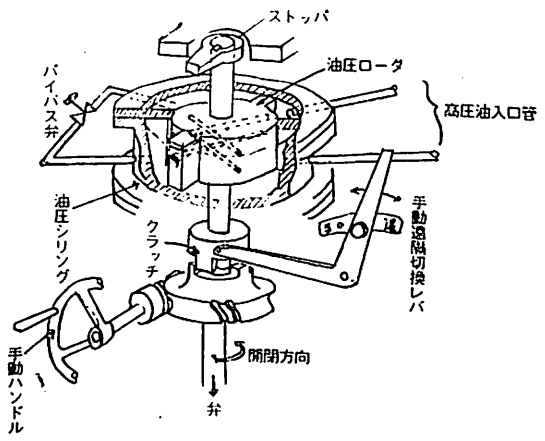
第6図，第7図に示すとおり．



第 4 図　車両搭載時横傾斜検討　(2, 3 および 4 番線には車両未搭載の場合)



第 5 図　車両搭載時横傾斜検討　(2, 3 および 4 番線に車両搭載ずみ)



（構　造）　弁は90°の回転で全閉全開となる．スピンドル上端にストッパがありこれが開閉位置を規定する．機械的リミットの他にマイクロスイッチがある．油圧シリンダは2枚の固定羽根で2室に仕切られ，高圧油を，いずれかの側に供給することによりロータを回転せしめる．ロータには，反対側の室に通じる交通孔が2個ずつ設けられている．

（油　圧）　切換レバは遠隔側にあり，高圧油入口管のいずれかに電磁弁によつて油を供給し弁スピンドルを直接回転せしめる．

（手　動）　切換レバを手動側にセットするとクラッチはウォーム側に入るので手動ハンドルを回して弁を開閉する．この場合，弁スピンドルと油圧ロータ軸は一体で回転するので，油圧シリンダのバイパス弁を開にしておかないと回らない．

（自動復帰）　な　し．

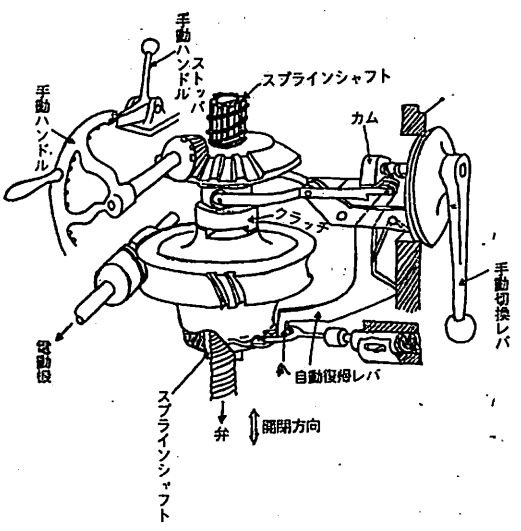
第6図　蝶形仕切弁

あ と が き

津軽丸は当初の計画より，船殻重量を大幅にセーブすることが出来たので，ヒーリングタンクの水を排水しなくても計画満載状態がとり得ることとなつた．そこで燃料のロスを無視すれば，ヒーリングタンクを常時ハーフタンクとして所要の速力は確保出来る．

またタンクを空にしておくということはダメージの場合のことを考えると，クロスフラッド設備を持ち得ないヒーリングタンクに浸水したときは，大傾斜を生ずることとなり，バルブ，ポンプ操作等複雑な操作を行つて傾斜を直すことは可能であつても安全上余りこのましいことではない．

従つて現在は毎航海注排水を行うことはなく，ハーフタンクにしたままで就航している．燃料費との兼合いがあり，この問題は検討事項として結論は将来に持ちこされている．



（構　造）　弁スピンドルは，スプラインシャフトの回転によりシャフト内側のねじにより回転せず上下する．スプライン上をベベルギヤと一体のクラッチが上下し，常時は上部のスプリングによりクラッチは電動側ウォームに入つている．

（電　動）　ウォーム，クラッチ，スプラインシャフトの順に伝達され弁スピンドルを上下する．弁ストロークの上下にはリミットスイッチがあり自動停止する．閉の時は別にトルクリミットがあり，弁締切りの反力によりウォームを軸方向にスプリングに抗して押付けリミットスイッチを作動させる．停止時は電磁ブレーキにより緊締する．

（手　動）　手動切換レバを左に90°まで押上げるとカムによりクラッチを上部スプリングに抗して押上げ，ベベルギヤを噛合わせ，ハンドルにより操作する．カムが動作した時に自動復帰レバ尖端の爪がかかるので，レバを離しても手動のまま保持する．

（自動復帰）　手動の状態のまま遠隔操作するとウォームホイールボスにある自動復帰用カムが復帰レバ爪を外すように働き，上部スプリングの力でカムをウォーム側に噛合わせ，そのまま電動となる．

（注）　手動で弁を閉とすると水圧により弁が上方向に押され，ベベルが逆転する怖れがあるので手動全閉の場合のみ，手動ハンドルストッパを使用する．この場合は自動復帰が困難．

第7図　電動船底弁

擦抵抗を大幅に減少させることはまだ困難のようである．

Non-newtonian 流体により摩擦抵抗を減少させる方法は，基礎実験としては成功していても，実際に応用するには，まだ数多くの研究が必要と思われる．従つて，さしあたり，摩擦抵抗を減少させるのに考えられることは，形状影響係数を小さくすること，有効浸水面積を小さくすること，浸水面の平滑化を図ること，および汚損の防止であろう．これらに関しては，さらに研究の促進が望まれる．　（調査資料　第25号）

6. 操船，航海，係船関係諸装置開発のための調査

担当会社；日立造船

(i) 操船；航海の安全性向上のための調査

船舶相互間の操船，航海の安全性は主として港湾，狭隘水路等制限された水域において問題とされ，安全性向上のためには，低速における操縦性能，すなわち操舵性能ならびに事故防止のために開発すべき機器を把握することが必要であり，この観点に沿つて次の点について調査した．

（イ） 速力を落した時の舵のきき

（ロ） 衝突，座礁等事故防止のための機器

(ii) 係船方法の近代化のための調査

現在および将来の係船方法の近代的あり方を見いだすために，現在想起される係船関係の諸問題点を次のとおり取り上げて調査した．

（イ） 曳船の使用状況調査

（ロ） オートテンション・ウインチの必要性の調査

（ハ） 係船索の本数減少の可能性調査

（ニ） 化繊索用リールウインチの調査

（ホ） タンカにおける鋼索と化繊索に関する諸問題の調査

（ヘ） 鋼索使用に関する規制，索の使用状況，各種係船索の特徴の調査

以上の調査は主としてアンケートにより行なつた．

（調査資料　第26号）

7. タンカ荷役合理化のための調査

担当会社；三菱重工（横浜）

石油需給の動向については，エネルギ資源から見た石油の地位を詳細に調査し，石油積出受入港湾の現状と今後の見通しとしては，わが国における港湾の設備は着々整備されつつあるが，タンカの船型の大型化の方が早く，荷役方法もシーバースによる方式にかわりつつある．加速度的なタンカの大型化，タンカおよび陸上の荷役能力の増大の相互関係については，なお分析を進めて行く必要があることがわかつた．

今後のタンカのあり方の予測については，アンケートの結果，いずれの船主も共通して，タンカ荷役装置の合理化が高度に行なわれることを予想し，またその必要性を痛感しているようである．

荷役装置の合理化の際の目安とするため，全船価中の荷役装置のコスト，全運航費中の荷役費用の割合などについて，船主，造船所にアンケートして集計し，また合理化，自動化の方向で開発されつつあるものについて，現状の把握と，今後の開発方向を見出すため，文献，カタログなどにより調査した．

最後に合理化の1試案として不経済タンカをステーションタンカとして利用することを考え，その技術的検討と採算計算を行なつた．　（調査資料　第26号）

8. インスタント食品の利用による作業能率向上のための調査

担　当；近海汽船協会

本調査は近海汽船協会に委託して実施した．すなわち，6種類のインスタント食品を近海汽船協会加盟会社に所属する16隻の船舶の乗組員に試食せしめて調査した．

その結果，各料理の調理延べ時間を比較すると，インスタント食品の場合と対象食品を普通の調理方法で調理した場合とでは，所要時間は，インスタント食品の方が半分以下で済むことがわかつた．次に1日の献立のうち朝，昼，夕に1食ずつインスタント食品を混用した日と一般料理（試食品に似たものを調理している）の日との全調理作業時間を比較すると，インスタント食品の場合は約70%となる．今回の実験結果から，船舶食としてインスタント食品を効果的に使用するには，次の場合がもつとも適合し，これによりある程度司厨員減員の可能性もあるものと考えられる．

(i) 碇泊中の休日

(ii) 出入港時または船内作業輻輳時で，全員同時に定時の供食が不可能な場合

(iii) 荒天航海中

(iv) 外来者の接待食

また，ボートリリーフ制度の司厨部への導入等を実施すれば，船内調理作業の合理化も可能である．

司厨設備，格納施設等も一般生鮮食料の場合より簡便ですむが，調理員が作業しやすい賄室配置等を考慮すれば，より一層の合理化に資するものと考えられる．

（調査資料　第26号）

9. ディーゼル主機補機，減速装置に関する調査

担当会社； 三菱重工（長崎）

(i) 低速大型ディーゼル機関に関する調査

シリンダ注油器の作動監視装置の開発と，燃料弁，排気弁，指圧器弁，燃料ポンプの寿命延長対策についての現状と，将来研究すべき問題点をアンケートにより調査した．調査結果は次のとおりである．

（イ） シリンダ注油器作動監視装置の開発について

現在使用しているものは島津式が多く，自動給油装置は装備せず，手動操作により補給しているが，18次船以降は全装備となつている．監視装置は油槽油面と各エレメントごとの吐出状況とを監視しており，その監視時間は機関部全般の約5%の割合を占めている．

将来の作動監視装置としては，現状のものよりさらに高度化したものを望んでおり，監視項目としては，現在の注油器で監視できるもののほかに「1エレメントごとの吐出量」，「1シリンダ当りの注油量」の遠隔監視と「油槽油面低下」，「注油器作動不良」等で，警報装置の研究が望まれている．

（ロ） 燃料弁，排気弁，指圧器弁および燃料ポンプの寿命延長対策について

寿命はメーカ標準使用時間より短かく，弁類は約1,400 hr 程度で，1個につき年間4～5回取替または分解調整点検しており，このため年間航走時間の約12%相当の時間を復旧作業に要している．使用者の希望寿命時間は現状の3～4倍であり，燃料弁のノズル，ニードルバルブ，弁座等の弁接触部の硬質合金またはスリーブパッキン，燃料ポンプの弁および弁座等に改良が望まれている．

今後研究すべき問題としては，上記主要部の耐蝕，耐摩耗性の高い材料の開発，燃料油の清浄および燃焼管理の改良の問題が考えられる． （調査報告第27号）

10. 排気エコノマイザ発生蒸気の有効利用に関する調査

担当会社； 三菱重工（横浜）

排気エコノマイザにより発生せしめられた蒸気は，各方面で利用されているが，本調査ではそれらの有効な利用方法のうち，重点的に蒸気タービン駆動発電機採用の場合をアンケートにより調査した．その結果は次のとおりである．

(i) タービン駆動発電装置および排気エコノマイザについて

（イ） 装置が採用されている船舶は特殊な例を除き，約 45,000 DWT 以上の大型船で，油送船が多い．

（ロ） 排気エコノマイザは大型化しても，1台として設計し，竪型配置としている．常用圧力は 10～4 kg/cm²g として設計されている．

（ハ） 発電気タービンは多段衝動式のものが採用され，回転数として 9,000～10,000 rpm が選定されている．

発電気タービン蒸気条件は排気エコノマイザ出口蒸気状態より，圧力で 0.5～10 kg/cm²，温度で 4～10°C（飽和はそのまま）降下するものとして決められている．

（ニ） 排気エコノマイザ大型化に伴ない，主機の背圧が上昇するが，主機側より要求される背圧許容量はMCRで 300 mmAq 以下が大半を占めている．

（ホ） ディーゼル発電機とターボ発電機の並列運転は困難と考えられていたが，あらかじめ対策を講じておけば大した障害なしに実施できる．

(ii) ターボ発電機以外の用途について

今のところ GW Steam Jet 形 Air Conditioning Plant に排気エコノマイザ発生蒸気が利用されている例があるだけである． （調査資料 第27号）

11. 舶用ガスタービンに関する調査

(i) 舶用フリーピストンガスタービン

担当会社； 日本鋼管

現在生産販売されているものとして唯一の SEMe-SIGMA 方式のフリーピストン・ガスタービン機関について沿革と現況につき説明し，主な装備船の実績としては，それぞれ船名をあげて，その特徴を要約して示し，次に舶用としての本機関の長所および短所について考察を行ない，さらに一般商船に対する試設計を 65,000 DWT 型鉱石運搬船について行ない，他種機関の場合と比較した．その結果は次のとおりである．

（イ） フリーピストン機関の場合は，機関室長さをもつとも小さくでき，機関部重量は低速大型ディーゼル機関より大幅に軽く，中速マルチプルギヤードディーゼル機関なみである．

（ロ） 設備費は現状では低速大型ディーゼル機関の約18%高，中速マルチプル・ギヤードディーゼル機関の約8%高である．

（ハ） 燃料油および潤滑油の合計費用は，低速大型ディーゼル機関と中速マルチプル・ギヤードディーゼル機関の中間に位する．

(ii) 舶用ガスタービン 担当； 石川島播磨重工

本調査は，主として文献調査と商船用ガスタービン試

設計とによつて，出力 20,000 ps タンカ用ガスタービンプラントを中心に，ガスタービン全般について行なつた．

すなわち，燃料には水洗処理した Bunker-C を使用，タービン入口最高温度は，現在確実に実用可能な 730°C を選定し，I/LP/E 型ガスタービン単独，および排ガス利用の蒸気サイクルを結合したプラントについて考察を行なつた．

その結果，燃料消費率はガスタービン単独のもので，236.5 g/ps. hr，蒸気サイクルを結合した場合 205 g/ps. hr となつた．また機関室長さは，現用のディーゼル船および蒸気タービン船より，それぞれ 5 m および 2 m 程度短縮できることが明らかとなつた．概算プラント価格は，ディーゼルプラントに比し，ガスタービン単独のもので 25%，蒸気サイクル結合方法のもので 40% 高くなつているが，この中に C. P. P. (Controlable Pitch Propeller) 採用による分も含まれている．

（調査資料　第 28 号）

12　補機器管系統に関する調査

担当会社；　川崎重工

舶用ボイラの汚損給水処理におけるデオイラ方式について検討を行ない，小規模な実験を行なつて給水処理の効果を調べるための 1 方法を提案した．

給水中の油脂含有率については，就航後 1 年を経過したデオイラ方式採用の油送船（荷油加熱コイル装備せず）の給水を採取し，溶剤抽出法で分析した結果，油脂含有率 0.4 ppm の給水がデオイラ通過後 0.2 ppm，同じく 1.2 ppm の給水がグリースエキストラクタ通過後 0.1 ppm であつて，供試給水は油脂に対して許容限度以内にあることがわかつた．

蒸発管に附着した油脂については，ボイラスクリーン蒸発管 1 本を試料とし，その 5 個所から管壁に附着した油脂を採り，ノル法で定量分析した結果，10 m² 当り 0.7～1.1 mg で平均 0.9 mg であつた．

今後機関部の合理化をさらに一歩前進させるためには，より広範囲な規模で実験を行ない，デオイラ方式の効果を確認する必要があると考えられる．

（調査資料　第 29 号）

13.　計器類諸装置に関する調査

担当会社；　三菱重工（神戸）

調査の対象として 10,000 DWT 以上のディーゼル貨物船と 60,000 DWT 以上のタービン油槽船を選び，自動化の程度として，第 2 段階，第 3 段階時に分け，第 2 段階時はブリッジコントロール，機関部制御は中央制御室制御とし，第 3 段階時は完全自動化とし，機関室のパトロールは非常勤 1 名程度で行なうものとして各段階につきプログラム制御の必要性およびプログラムに組込む動作を調査した．

調査の結果によれば，次のような動作をプログラム制御とする必要があるように思われる．

ディーゼル船

第 2 段階時より	第 3 段階時より
補助ボイラ点火	主機スタンバイ
主機起動	主機出力制御
主機停止	A C 油切替
主発電機起動	清水発生装置

タービン船

第 2 段階時より	第 3 段階時より
補助（非常用）ディーゼル起動	主ターボ発電機起動
主ボイラ点火，消火	主タービン起動
主タービン停止	主タービン増，減速
	主タービン出力制御
	主給水ポンプスタンバイ
	主給水ポンプ起動
	荷油ポンプ起動
	荷油系統弁開閉
	エバポレータ起動

また，プログラム制御の場合の問題点として，機構の信頼性その他の項目を摘出した．

（調査資料　第 29 号）

14.　自動化に伴なう基地整備その他に関する調査

担当会社；　(i) 港湾関係　日本郵船
(ii) 機関関係　日立造船
(iii) データ・ロガ　三井造船

(i)　まず，わが国を中心とする主要定期航路就航船の実績をアンケートし，その結果から，主要港における入出港作業ならびに荷役作業の実態を調査し，これらの作業の能率化を阻んでいる問題点を摘出した．その結果，

港湾施設および運営方法の不備（特に日本）
労働不安（特に欧州）
出荷方法のあい路（特に日本等）

が問題点であることが判明した．

そしてこれらを改善するためには

港湾施設，特に岸壁と上屋の増設
港湾運営方法の改善（管理機構の一元化等）
荷役の合理化

等を行なわねばならないことがわかつた．

(ii) 機関関係については今後の高度の自動化採用につれて，乗組員の減少，船内搭載器類の標準化，整備要領等の統一がますます強く要求されるので，将来の機関部無人自動化船を対象として基地整備についての問題を調査したものである．従来の調査資料および新しく行なつたアンケートにより

(イ) 整備基地ができた後の船舶搭載予備品および基地における常置予備品の調査

(ロ) 基地と船内での作業分担ならびに基地における整備要員を知るための在来船および自動化船の作業分析

を行なつた．その結果基地における整備要員については，さらに詳細な調査を行なう必要があることがわかり，また整備機械は現在本船で行なわれている作業を陸上で行なうという見地から，その機種をまとめた．

(iii) 自動化装置の合理化に関する調査（データ・ロガの船用への応用）

現在国内においては，データ・ロガは数隻の船に使用されているのみで十分な実績もなく，船用としての評価も確立されていないので，現状を把握するため，データ・ロガ採用の実状，計画の現況等について調査を行ない，問題点の所在を明らかにし，船用としての評価確立の一助とした．

アンケート調査の内容を要約すれば次のとおりで，

(イ) データ・ロガ搭載船の主要目

(ロ) データ・ロガに関する各社の基本的考え方

(ハ) 船内装備時の諸環境

(ニ) 採用または計画中のデータ・ロガの機能，性能等

(ホ) ディーゼル船およびタービン船の計測点の選択

アンケート調査の結果は回答会社9社の中，5社に装備例があり，3社が現在計画中で，各社ともデータ・ロガに対して強い関心を抱いていることがわかつた．データ・ロガの必要性については，条件付きではあるが，各社ともに一様に認めている．

機能の面から考えると，近い将来においても，現在と同様に，監視と記録の2機能を備えたデータ・ロガが実用に供される公算が大きいことがわかつた．

（調査資料　第30号）

15. 人間工学との関連に関する調査

担当会社；三菱重工（長崎）および浦賀重工

船舶の自動化ならびに遠隔制御によつて乗組員の労力を軽減し，従来よりもさらに少ない人数で，より安全に，より能率的に船の運航を図るために，人間工学的に見た場合いかにあるべきかについて，現状ならびに将来研究すべき問題点を調査したもので，その内容は次のとおりである．

(i) 手持の資料および文献の調査

人間工学一般
照　　明
色　　彩
空　　気
騒　　音
振　　動
視覚表示
聴覚伝達
人体構成要素
制御操作
機器配置

(ii) 実艦または図面による人間工学的検討

操舵室および海図室
機関制御室
荷役，繋留，保安，および居住設備

(iii) 未解決の問題点の指摘

（調査資料　第31号）

16. 船舶の新輸送方式に関する調査研究

担当会社；川崎重工

調査は主として各種外国文献にもとづいて半潜水船の特性，用途について行なつた．

調査の対象となつたものは

Low Free Board-2 Draft Ship
Shark Form
Semi-submarine, Hydrofoil Semi-submarine
Spar Ship

の4種で，結論としては，率直にいつて，これらの半潜水船型は，物資または旅客の，遠距離大量輸送に適した船型ではなく，この分野で，在来船や航空機に取つて替わることは不可能である．しかし，このことは半潜水船型のそれぞれ優れた特性を利用した特殊用途の船としての存在価値を決して否定するものではなく，この面においては，今後，その船型自身の refine とあいまつて，各船型の特性を生かした各種の新しい用途を開発していくことが期待される．（調査資料　第33号）

Ⅲ　高経済性船舶（原油生だき油送船）試設計（運輸省委託事業）

高経済性船舶（原油生だき油送船）試設計特別委員会
委員長　清水菊平氏
副委員長　門脇徳一郎氏，堰田清勝氏

本試設計は運輸省の試設計3ヶ年計画の第2年度として，第1年度の定期貨物船に引き続き実施したものである．まず第1次分担作業を行なうに当つては，大学，研究所の学識経験者および各造船所，海運会社から推せんされた委員より成る基本計画，船殻構造，船体艤装，機関および作業分析の5部会とその下部に16の分科会を設けて，それぞれ専門的に検討を行ない，その結果をまとめた．第2次作業は上の分担作業の結果を基にして，技術的検討，採算上の問題等を考慮して綜合し，1隻の船として試設計を行ない，その船について経済性を検討し，これらの結果を特別委員会に諮つて総合報告書を完成したもので，その概要は次のとおりである．

1. 基本方針

これは本試設計の実施にあたり，基本方針として，運輸省より示されたものである．

(i)　遠い将来の夢の船としてではなく，現在の技術水準を基にして極めて近い将来実現可能であつて，もつとも経済性の高い油送船の試設計を行なう．

(ii)　技術的に可能で，しかも十分その経済的効果が期待できれば，たとえ現行法規または習慣などにより今直ちにその実行に支障があつても，それが行政的または人為的に解決しうるものであれば，今後これらの点を順次解決できるという前提で推進する．

(iii)　本船は日本～中近東に就航する載貨重量65,000 T，航海速力約16 kn のタービン油送船とする．

(iv)　本船試設計の主要目標は次の4項目を達成し，しかも高経済性をもち，かつ乗組定員19名で運航しうる船舶とする．

（イ）船殻重量の軽減
（ロ）荷役方式の合理化
（ハ）機関部の高度の自動化
（ニ）主機の原油生だき

(v)　いかなる設計方針，性能，設備などが経済性と関連があるか調査できるように，それぞれのアイテムに対し数案を作成し，将来のすうせいを勘案して総合的に検討する．

(vi)　昭和37年度に行なつた高経済性定期貨物船の試設計において解明された結果はできるだけ利用し，研究が重複しないようにする．

2. 第1次試設計作業

上記の基本方針に基づいて，一応主要要目を決定し，これに従つて基本計画，船殻構造，船体艤装，機関の4部門に分けてそれぞれ部会を設けて検討を行ない，さらに作業分析部会を設けて，作業分析を行なつた．これらの部会で検討した主要事項は次のとおりである．

(i)　基本計画
（イ）シーマージンのとり方
（ロ）船橋位置の検討
（ハ）タンク配置についての検討
（ニ）専用バラストタンクと乾舷との関係
（ホ）荷役効率とポンプ力量との関係
（ヘ）その他，他部相互に関連する事項

(ii)　船殻構造
（イ）タンク内構造の合理的設計法の検討
制水隔壁を有する長いタンクの構造法（隔壁および制水隔壁を含む）
制水隔壁を有しない長いタンクの構造法（隔壁を含む）
縦通隔壁の数および位置に関する検討
耐食鋼を使用する隔壁の設計
縦横隔壁に波形隔壁を採用した設計（縦強度上の検討を含む）
船体主要寸法の横強度部材重量におよぼす影響
腐食予備厚の占める割合（重量）（合理的配分の検討を含む）
（ロ）縦強度の検討
許容応力を引き上げることの可能性に関する検討
航路，船令などに関する考案
材料の仕様に関する検討
船体主要寸法の縦強度部材重量におよぼす影響
腐食予備厚の占める割合（重量）（合理的配分の検討を含む）
高張力鋼採用（縦強度部材に）の検討
（ハ）タンク内部の防食法の検討
実船調査
電気防食法の検討
各種塗装による防食法の検討
不活性ガス封入法（除湿法を含む）の検討
電気防食と塗装の併用について

(iii)　船体艤装
（イ）係船の自動化
揚錨機，係船機，サイドスラスタなどの検討

新係船方式の検討

（ロ） 荷役の自動化

弁の遠隔指示

液面，吃水の遠隔指示

荷役制御室

（ハ） 荷役の経済化

フリー・フロー・システムの検討

ストリッパ・ラインの要否

陸岸よりの荷役

プラスチックなどの適用

（ニ） 船橋および居住区

操船室の検討

居住区一般

（ホ） 諸管艤装

消火装置の検討

加熱管の検討

タンクの洗浄の検討

(iv) 機　　関

（イ） 機関部プラント

蒸気条件および熱サイクル

発電機装備条件

（ロ） 蒸気タービン

タービン関係自動化

タービン操縦方式

減速歯車の k 値

非逆転タービン

復水器冷却方式

主機構造の簡素集約化

（ハ） 推進関係

推進方式

主軸回転数

船尾管

（ニ） 原油だきおよびボイラ

ボイラ台数

発電機駆動方式

ボイラ関係自動化

ボイラの簡素集約化

（ホ） 補機自動化およびコンソール

（ヘ） 機関艤装その他

（ト） 機関部簡素化一般

（チ） 原油だきディーゼル主機

(v) 作業分析

（イ） 乗組員定員 19 名とするために必要な自動化設備など

（ロ） 乗組員職種の内訳および人員配置

（ハ） 運航実績調査

- シーマージンとの関連における船の速力
- クリーン・バラスト所要量
- 清水所要量および燃料所要量(特にマージン)
- 船橋位置に関連し超大型船の操船について

3. 乗　組　員

乗組員 19 名の内訳は次のとおりである．なお，本試設計では従来の乗組員の区別である甲板，機関，無線の別をなくし，船舶士，船舶員により構成され，船舶士の中 1 名は衛生管理者を兼ねるものとした．

名　称	担　当	名　称	担　当
船　長	全　般	船舶士 B_1	甲　板
船舶士 A_1	甲　板	〃 B_2	〃
〃 A_2	〃	〃 B_3	〃
〃 A_3	〃	〃 B_4	機　関
〃 A_4	機　関	〃 B_5	〃
〃 A_5	〃	〃 B_6	〃
〃 A_6	〃	〃 B_7	甲　機
〃 A_7	〃	〃 B_8	〃
〃 A_8	無　線	〃 B_9	司　厨
		〃 B_{10}	〃

注：担当欄は説明の便宜上甲板，無線等と記入したものであるが，実質上それらの区別はない．

4. 第 2 次総合試設計作業

第 1 次試設計分担作業において作成された各章について技術的検討，採算上の考慮，今後のすう勢等を勘案して一案にまとめ，主要要目を定め，線図および各種設計図面を作成し，また経済性の検討を行ない，総合報告書を作成した．

(i) 主要要目，仕様その他は次のとおりである．

（イ） 船　　形

船首楼付平甲板形とし，機関室および居住区を船尾に配置する．

（ロ） 主要寸法

全　　長	約 222.30 m
長　　さ（垂線間）	212.00 m
幅　　（型）	32.00 m
深　　さ（型）	20.50 m
計画満載吃水（型）	13.80 m

（ハ） 屯数および載荷重量

総 屯 数	約 39,500 T
載荷重量	66,300 t

(ニ) 速力および航続距離

満載航海速力　16.25 kn

(常用出力 18,000 ps, 15%シーマージンにおいて)

航続距離　約 16,400 s. mile (42 days)

(ホ) タンク容積 (100%)

荷油タンク	約 81,510 m³
専用バラストタンク	約 18,820 m³
燃料油タンク	約 4,700 m³
蒸溜水	約 80 m³
飲料水	約 160 m³
給水	約 130 m³
清水	約 300 m³

(ヘ) 主機関

2段減速装置付舶用蒸気タービン　1基

出力 (連続最大出力=常用出力) 18,000 ps

回転数　90 rpm

(ト) ボイラ

原油直接燃焼強圧送風2胴水管式船用ボイラ　1基

蒸気条件 (過熱器出口にて)　60 kg/cm²g×510°C

蒸発量　54 t/hr

(チ) 発電機

主発電機　1基

多段蒸気タービン駆動, 3相交流 60 サイクル, 445 V 自励式, 800 kVA (640 kW)

予備発電機　1基

単段蒸気タービン駆動, 3相交流 60 サイクル, 445 V 自励式, 800 kVA (640 kW)

補助発電機　1基

ディーゼル機関駆動, 3相交流 60 サイクル, 445 V 自励式, 250 kVA (200 kW)

(リ) ポンプ

荷油ポンプ　2台

(竪蒸気タービン駆動, うず巻式, 3,000 m³/hr×100 m)

専用バラスト・ポンプ　1台

(竪蒸気タービン駆動, うず巻式, 1,800 m³/hr×30 m)

残油ポンプ　2台

(竪油圧モータ駆動, ピストン式, 200 m³/hr×100 m)

(ヌ) 荷油管

タンク内 (セミ・フリー・フロー方式とし2グループに分ける)

主管　600 mmφ×2

甲板上　主管　750 mmφ×1

残油管 (タンク内)　200mmφ×2

バラスト管　主管　400 mmφ×1

(ル) 甲板機械

揚錨機 (油圧駆動 40 t×9 m/min)	1台
自動係船機 (油圧駆動 17 t×18 m/min)	6台
ホーサ・リール (油圧駆動)	4台
ホース・ハンドリング・ウインチ (油圧駆動)	1台
かじ取機 (電動油圧, 20 kW×2)	1台

(ii) 一般配置図　図 3.1 に示すとおり.

(iii) 経済性検討

経済性については, 試設計船と在来型同形船とを比較検討し, その問題点をとりあげることとし, まず18次計画造船の平均仕様をもつ対象船を想定し, これと船価ならびに載貨重量など採算に影響をおよぼす仕様の比較を行ない, また, 試設計船の経済性向上のために基本方針に示された4項目, および試設計作業において検討されたその他設備の合理化および簡素化につき, 各項目別に対象船と比較して経済性および採算がとれるための条件などを検討し, 最後に1隻の船としての経済性を検討した. その結果は次のとおりである.

(イ) 船価および軽荷重量の比較

試設計船 (B) と対象船 (A) の差はつぎの通りである.

項目	船価の差 (千円) (B)−(A)	軽荷重量の差 (t) (B)−(A)
船殻重量の軽減	− 105.220	− 1,135
原油生だき	+ 9,610	+ 57
荷役方式の合理化	+ 30,960	+ 4
自動化	+ 116,980	+ 63
その他設備の合理化および簡素化	− 113,680	− 328
合計	− 61,350	− 1,339

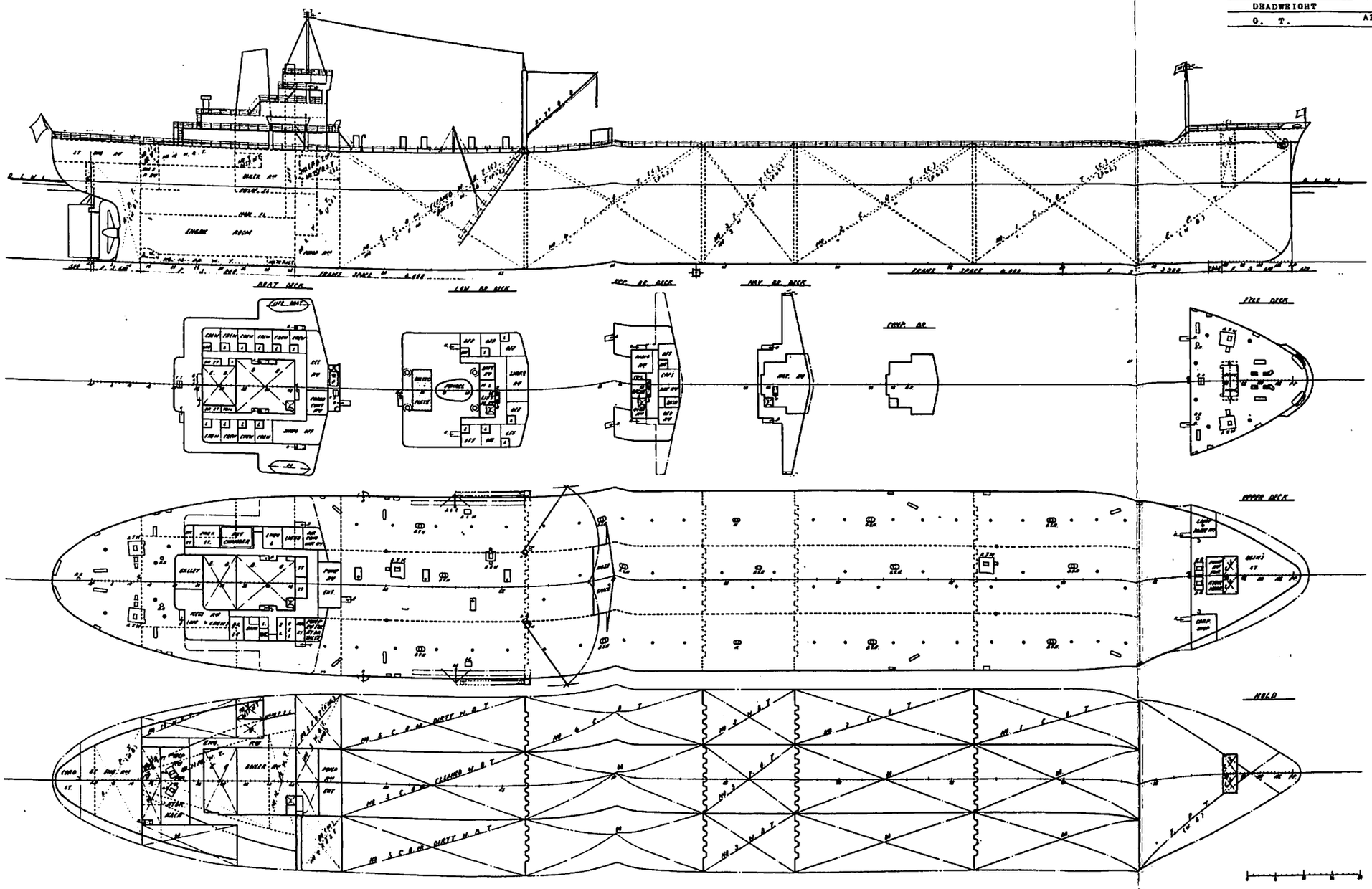
すなわち, 試設計船は対象船にくらべて船価は 61,350 千円安く, 軽荷重量は 1,339 t 軽くなる.

(ロ) 載貨重量の比較　(単位: t)

項目	対象船 (A)	試設計船 (B)	差 (B)−(A)
船殻重量	9,910	8,735	− 1,175
艤装重量	858	865	+ 7
機関部重量	1,271	1,100	− 171
軽荷重量	12,039	10,700	− 1,339
満載排水量(全)	77,000	77,000	0
載貨重量	64,961	66,300	+ 1,339

PRINCIPAL PARTICULARS : ~

LENGTH	(O.A.)	AB 222.50
LENGTH	(P.P.)	212.00
BREADTH	(MLD)	32.00
DEPTH	(MLD)	20.50
DRAFT	(MLD)	13.80
DEADWEIGHT		66,300t
G. T.		AB 39,500T



第 3・1 図　一　般　配　置　図

（ハ） 試設計船と対象船の採算比較

つぎに1隻の船として総合的に試設計船と対象船の経済性を比較すれば10年間でつぎのとおりである．

(i)	船殻重量の軽減 ……	＋ 291,266 千円
	（船費の節減，防食経費の増大，積荷増）	
(ii)	原油生だき ……	＋ 149,857 〃
	（船費の増加，燃料費節減，積荷増）	
(iii)	自　動　化 ……	＋ 20,641 〃
	（船費の増加，船員費節減，運航収益増）	
(iv)	その他設備の合理化および簡素化 ……	＋ 336,936 〃
	総　　計 ……	＋ 798,700 千円

すなわち，サファニヤ原油を燃料に使用する場合には試設計船は10年間で対象船より798,700千円のメリットが得られることとなる．

しかし各種の原油価格には若干の差があり，またC重油価格もたえず変動しているので上記のメリットは固定的なものではない．

5. 試設計作業の結果と今後への課題

以上の試設計における成果と，さらに今後検討を要する問題点とをあげると次のとおりである．

(i) 船殻重量の軽減

これは前記のとおり約1100 t におよぶが，主として船体断面係数および船底外板の最小板厚の軽減，制水隔壁の省略，腐食予備厚の減少などによるもので，これらは現行規則の要求とは異なるものである．なお未検討の問題は次のとおりである．

（イ） タンク配置と船体振動の関係
（ロ） 船側外板
（ハ） タンク部外構造
（ニ） 隔壁強度，腐食の問題

(ii) 原油生だき

実績がないので次のような問題点が残されている．

（イ） 安　全　性
（ロ） 設　備　費
（ハ） 修　繕　費
（ニ） 原油と C 重油の価格差

(iii) 乗組員定員と自動化設備および荷役の合理化

機関関係としては遠隔操作および監視を船橋において行なうことにより，船体部では係船作業の合理化により，大幅な乗組員節減を図り，また荷役能力の増大につとめた．このため設備投資は多くなるが，10年間では約2千万円の収益増が見込まれるが，これが実現には次のような問題点がある．

（イ） 機器の信頼性，安全性，耐久性の向上
（ロ） 優良な機器の標準化，単一化による設備費の低減
（ハ） 乗組員に対する現行法規，教育制度，慣習の問題

(iv) その他設備の合理化と簡素化

運航費の節減と船価の低減を目的として，各種設備の合理化と簡素化が実施され，10年間で約3.4億円のメリットとなつているが，これらの実施上問題の残されているものは次のとおりである．

（イ） 主機出力の決め方
（ロ） ボイラの数

〔高経済性船舶（原油生だき油送船）試設計綜合報告書〕

Ⅳ 試設計の一部実用化のための調査研究（日本船舶振興会補助事業）

高経済性船舶試設計実用化特別委員会

委　員　長　　松下壹雄氏
専門委員会委員長　大亀　実氏

本調査研究は昭和37年度に日本造船研究協会が運輸省の委託を受けて実施した高経済性船舶（高速貨物船）試設計の一部を実船にとり入れ，安全性，信頼性，経済性を確認することにより，今後の船舶技術の開発に必要な諸データを得るとともに，在来の習慣の改善，乗組員の教育方針の作成に寄与するために実施したものである．

この調査研究の対象となつた船舶は川崎重工業株式会社が自己資金をもつて建造した「みししつぴ丸」である．本船は乗組員の目標を通信士2名を含めて29名以内とし，その建造に対し，上記試設計の際とり上げられた諸自動化設備を装備して実際に運航の上，次に示す諸資料を報告として提出することを条件として，研究補助金を船舶建造者川崎重工業株式会社に交付したもので，自動化設備および報告事項の決定，報告内容の審議などは造船所，海運会社等より推せんされた9名の委員より成る専門委員会が当つている．

(i) 補助金交付決定後，自動化設備の採用状況とその効果の予測
(ii) 本船竣工後，前項記載の事項につき，その実施状況と建造時に起つた問題点
(iii) 調査研究の対象となる自動化設備に対し，就航後1ケ年間における実績としての下記事項
（イ） 航海，出入港および荷役時における全員の作業配置
（ロ） 自動化設備に対し，作業単位ごとの作業配置とその Time Study

(ハ) 自動化による効果の確認
前項の自動化設備ごとに，自動化を行なわない場合，または同一目的の他の自動化方法による場合に対し，労働力（人員数および時）間の比較

(ニ) 上記以外に本船の運航全般にわたる効果があれば，それの摘出

(ホ) 自動化設備，機器の作動状態（信頼性）

(ヘ) 自動化設備に対する所見ならびに今後改善すべき点，または問題点

なお「みししつび丸」は昭和38年12月21日横浜港を出港，処女航海につき，西南アフリカ航路に就航，昭和39年4月16日神戸に帰港し，その後も引き続き数名の調査員を乗船せしめて第2次および第3次航海を行ない，昭和40年1月末現在内地航路にあつて，ニューヨーク，5大湖向け第4次航海の準備中である．

1. 供試船「みししつび丸」の要目

主要寸法	長　さ	145.00 m
	幅	19.40 m
	深　さ	12.20 m
	満載吃水	8.40 m
載貨重量	約12,000 T D/W	
主機関	川崎 MAN, 2サイクル単動クロスヘッド型，ディーゼル機関(高過給型) 9,000 ps×128 rpm　1基	
速度	満載航海速力（7,560 ps，シーマージン15%にて）　約 16.2 kn	
乗組員数	28名（通信士が2名必要である間は29名）	

2. 「みししつび丸」に装備した自動化設備

項目		概要
係船装置	揚錨機	高圧油圧駆動，舷側から遠隔操作
	電動ホーサーリール	船首，船尾各4台
	監視テレビ	船首，船尾にカメラを装置，受像機は船橋に配置，船橋から遠隔操作
	舷梯	揚卸し，引起し，いずれも動力化
荷役装置	トッピングウインチ	全ブームに採用，高圧油圧駆動
	舶口閉鎖装置	中甲板第4舶口を油圧開閉
居住装置	構造	保守の不要化，居室壁に合成樹脂化粧張
	厨室	設備の電化
	食糧運搬	食糧庫～賄室～配膳室にリフド設備
保安装置	タンク遠隔液面計	可聴音波液面計，デジタル表示
	遠隔吃水計	可聴音波式
主機械	主機起動の計算制御	
	主機捩振動の自動回避	
	下部掃気ポンプと過給機と自動切換	
	主機増速時におけるプログラム操縦	
	主機の暖機プログラム制御	
	主機のスタンドバイ・プログラム制御	
	主機の停止プログラム制御	
補助缶	燃焼制御	パッケージボイラ採用
	排気ボイラ制御	遠隔起動装置
ビルジ	ビルジポンプ	ビルジ高位警報と自動停止，軸室のみ遠隔操作
潤滑油	主機シリンダ油給油	自動給油
	発電機差油補給	〃
	過給機潤滑油温度	空気式自動温度調整弁による自動調整
燃料油	油漉器	清浄機入口側漉器自動切換
	A→C重油切換装置	プログラム制御方式により自動切換
	ディーゼル油清浄機	自動スラッジ排出
	燃料タンク油面計	可聴音波による遠隔指示および超音波による警報
空気	空気圧縮機	自動発停
	起動空気塞止弁	遠隔操作
スキヤニングモニタ		各種変量の指示および警報

3. 報告の概要

補助金交付の対象となつた前記報告のうちすでに提出ずみのものは(i)と(ii)で，(iii)については第1次航の乗船調査結果のみであつて，これらの概要は次のとおりである．

1. 自動化設備の採用状況とその効果の予想

(i) 係船装置

試設計で採用された各部自動化のうち，現在もつとも遅れているものは係船装置である．

特に監視用テレビについては，その効果が確認されていないので，本船では船首尾に各1台を装置し，その効果を調査することとした．

(a) 揚錨機，係船機は保守の容易な油圧駆動とし，またその方式はわが国最初の高圧式を採用し，他の油圧装置との一元化を図つた．

(b) 揚錨機については，船側における遠隔操縦を採用し，操作員自身が舷側で錨を見ながらワンマン・コントロールできるようにした．これによりシグナルマンが不要となると予想される．さらに機側には錨鎖の節数表示器を設け，また監視用テレビ受像機をも設けられるようにし，これが成功の際はそのまま船橋に移し，直ちに船橋より遠隔監視が可能となるよう計画した．

(c) オート・テンション・ウインチについては合繊ホーサを採用し，電動ホーサリールを船首尾に各4台，計8台を装備し，全ホーサをリールに格納することとし，係船作業分析を行なう予定である．本設備により係船時の条件如何により，従来船首尾で12～16名を要した作業員を4～8名削減できると予測される．

(d) テレビ・カメラを船首尾に各1台装備し，カメラおよび受像機はポータブルとして簡単な取付装置により任意の場所に取りつけられるようにした．すなわち船首先端，船首両舷，前橋等にカメラを取りつけ，錨の格納，錨鎖の展張，前方監視に最適の位置を見出すとともに，船尾部係船作業監視の目的にも使用し，その効果を測定することとした．

(e) また舷梯の揚卸し，引起し，格納を動力化し，その方法および効果を測定する予定である．

(ii) 荷役装置

本船は予定貨物および港湾労働事情の制約から，デリックブーム方式を採つたが，トッピングウインチの採用により，本方式の欠点を改善し，甲板部員の労働軽減を図るとともにその効果を調査することとした．

(a) カーゴウインチ，トッピングウインチともに保守容易な高圧油圧駆動とし，前記揚錨機等の油圧源を共用し，一元化を図つた．

(b) デリックブーム1本ごとに各1台，計18台のトッピングウインチを装備した．従来トッピングウインチの場合，ブームのスタンバイまたは格納に1ギャング当り5名を要したが，これにより1名を削減できると予想される．

(c) 試設計で述べられた全船口蓋開閉の油圧動力化の準備として，中甲板の一部に油圧開閉の鋼製船口蓋を採用し，その油圧源は前記カーゴウインチのそれと共用し，一元化を図つた．

(iii) 居住装置

在来船と比べて乗組員を大幅に削減しているので，極力試設計の結果を採用することとし，特に厨房設備の改善に重点を置いて司厨部員の労働軽減を図つた．

(a) 居住環境向上のため居室はすべて1人室とした．

(b) 命令系統と階級的区分を明確にするため，階級別配置を採り，司厨員の労働軽減のため，その動線を短くするようにした．すなわち機関室荷物用エレベータを糧食運搬にも共用し，またダムウエイタを設備して，食糧運搬をすべて機械化した．

(c) 部員食堂はセルフサービスとし，食事後の食器は超音波皿洗機で洗うようにした．

(d) 調理手の労働軽減のため厨房設備を近代化し，配置を合理化した．すなわち，レンジ，ライスボイラは電化し，特にライスボイラには自動発停装置をつけた．またスカラリをやめてシンク式とし，作業姿勢を改善するとともに，ディスポーザ，クックキンクボイラ等を設備して，調理能率の向上を図つた．

(e) 保守作業軽減のため居住区室内の壁面は合成樹脂張りとし，塗装の必要をなくし，清掃を不要とした．

(iv) 保安装置

本船では試設計に述べられた諸設備のうち，特にデーリーワークの中で比重の大きい測深作業の改善と図ることとし，可聴音波を利用した電気音響式液面装置を設け，その効果の測定に重点を置くこととした．

(a) 船体付タンクと計測頻度の多い燃料油関係の置タンクに計28個の電気音響ヘッドを設け，それらの液面を機関制御室で遠隔指示できるようにした．

また空気抜管を利用して従来の測深方法も可能として，可聴音波液面計の精度，信頼度の検討も行なえるようにした．

(b) (a)項と同じ方法の吃水計を設備し，船首尾お

よび中央部両舷の吃水を機関部制御室で測定できるようにした.

(c) 前記燃料油関係置タンク5個には超音波式液面警報装置を設け，必要に応じ警報を発し，あるいは関連ポンプの作動を可能ならしめるようにした.

(d) 貨物艙内温湿度への自動記録装置および煙管可視ならびに可聴式火災警報装置を海図室に設け，保守保安作業の軽減を図つた.

(e) 冷蔵貨物艙および糧食冷蔵庫の冷凍装置はサーモスタットによる自動温度調節装置および自動発停装置を設け，艙内温度は電気温度計で制御室に遠隔指示することができるよよにした.

(v) 機関部関係

機関部自動化の概要は次のとおりである.

(a) 機器類は特に保安点検が容易な配置とし，主機運転に必要な諸装置はすべて制御室に統合した.

(b) 主機関は長時間無解放運転が可能で，手差注油を行なわないで運転できるものとした.また主機入口の清水冷却温度，潤滑油温度等は完全な自動温度調整可能とした.

(c) 発電機関も主機と同様に，長時間無解放運転が可能なように手差注油をなくした.

(d) 航海中，停泊中とも，計測および監視の必要あるものはスキャニングモニタを用いることとし，必要なものについては警報装置を設けた.

(e) 補助ボイラとしては，完全に自動化されたパッケージタイプボイラとし，常に完全に自動運転を行なえるようにした.

(f) 燃料油移送および清浄系統はスラッジ排出も含め，完全に自動化した.また燃料油澄タンクでの加熱をやめた.

(g) 潤滑油清浄機もディーゼル油清浄機と同一型式を採用し，溜タンクの油を連続自動循環清浄とし，特に劣化を防止し，主機無解放運転を助けるようにした.

(h) 機関室のビルジウエルには高水位警報を設け，ビルジポンプは遠隔起動，低水位による自動停止を採用した.

(vi) 主機操縦装置

主機は遠隔自動操縦装置により機関室内の制御室より操縦するが，プログラムによる増減速装置，捩り振動回避装置を加え，高級技術者不足にも対処しうるようにした.

(vii) 主機のスタンバイおよび停止のプログラム制御

本船では主機のスタンバイおよび停止後の作業等は作業を合理化し自動化することにより，特に出入港の前後における労務の軽減を図り，かつ機関の保守をより確実，安全なものとした.

2. 自動化設備の実施状況と建造時に起つた問題点

この報告書の内容は公表されていないので，詳細は本調査報告全般の成果が発表されれば明らかとなるだろう．建造時に起つた問題点のうち，わかつている主な項目をあげると次のとおりである.

(i) 揚錨機のクラッチは作動性，耐久性の点から，噛合式とした.

(ii) 監視テレビの受像機は種々の理由で大型となつたため，架台にのせて操舵室内で移動使用することとし，揚錨機操作のためには船首部に，別に小型の携帯型受像機を附属させた.

(iii) 可聴音波液面計については，音響管内の空間距離の測定により液深を算出するものであるために，音響管の工事には十分な検討を行ない注意を払つた.音響管としては5m以下の長さに対してはステンレス鋼管接手なしを採用し，5m以上については鋼管継手接続で鉛管内装とした.

(iv) 吃水計には液面計と同方式のものを用いたが，下端の状況に特に考慮を払つた.

(v) 燃料油関係置タンクにつけた超音波式油面警報装置については種々問題があり，燃料油のような粘度を有する液体への使用についてはさらに研究を要することがわかつた.

(vi) スキャニングモニタについては，ポンプの吐出圧力のような脈動値の計測に対しては，ダンパのようなものが必要である.

以上のとおり，自動化設備の中には詳細設計時，または建造工事中に若干の問題はあつたが，種々改良が加えられ，それぞれ実用上差支えない程度に改善された.

3. 運航状況—第1次航乗船調査報告

第1次航海は前記のとおり南アフリカ航路であつたが，特に乗船した3名の調査員および保証技師1名により調査された自動化設備の使用状況は次のとおりであつた.

(i) 係船装置

(a) 揚錨機

(イ) 油圧であるため作動は確実で，回転部の故障は全くなく，無段変速によつて錨鎖の捲上げホーサの操作は円滑に行なわれた.また従来の電動揚錨機のような不安定な摩擦クラッチを持たないため安全に使用することができた.

(ロ) ブレーキは油圧操作，手動操作のいずれも可能としてあつたが，油圧操作機構はオン・オフのみであ

つたため，あまり使用せず，錨鎖の落下速度を自由に制御できる手動ブレーキが主に使用された．非常に際し船の行脚を停めるため錨を使用する場合を考え，ブレーキの締付力を自由に変えられるようにする必要があることがわかつた．

（ハ） クラッチは油圧操作で，簡単かつ確実に嵌脱できた．

（ニ） 機側のコントロール・スタンドに設けたスイッチ類はすべて確実に作動し，ポンプ起動，速度制御，錨鎖洗滌等が同一場所で行なえるので非常に便利であつた．

（ホ） 揚錨機の遠隔制御機構は将来ブリッジからの遠隔制御を行なう段階として船側に設けたが，機会をとらえてこれによる遠隔制御を試みた．その結果は次のとおりである．

リモートコントロールボックスの各スイッチの作動は確実であつたが，各スイッチの間隔が狭く，緊急時および夜間使用の場合，誤操作の不安が感じられた．また一航士は船首周辺の監視，甲板上作業の監督等の任務のため，現状では自身が遠隔操縦を行なうことは困難と思われた．

（ヘ） 錨鎖節数表示器は指度確実，かつ有効であつた．

(b) 係 船 機

揚錨機とともに電動油圧駆動であるため，無段変速制御が可能で，係船作業に便利であつた．

(c) 電動ホーサリール

構造簡単，操作容易なため，何等故障もなく，係船時の労働軽減に相当の効果があつたが，リールの配置については十分留意を要する点があつた．

(d) 監視テレビ

テレビ装置は高温，振動等相当の悪条件にさらされたが，故障もなく，船長および寄港地のパイロットから好評を得た．

船尾カメラはドッキング・ブリッジの左舷または右舷に随時取付けて使用した．操舵室受像機の映像は極めて鮮明で，俯仰旋回の遠隔操作機構の利用により，船尾の係船作業および岸壁の様子が十分映し出され，極めて有効であつた．

船首のものも両舷または船首中央の船外に突き出して使用し，錨，錨鎖の状態を操舵室から十分監視できた．しかし俯仰旋回機構がないため，その効果が半減された．今後下記の点を改良すれば，さらに有用性が増すと考えられる．

- 照明設備を施し，夜間の使用も可能とする．
- 重量を軽減するか，または固定装備とする．
- 船首のものは俯仰旋回の遠隔操作，さらにズーミングを可能とする．
- ブラウン管はブリッジのものは16型であつたが，さらに小型とする．
- 船尾のものは推進器附近の水面監視可能とする．

(e) 舷 梯

揚げ起し，引起しを動力化し，ワンマンコントロールを行ないうるよう計画したが，使用実績からは自動化が高度になりすぎたようで，個々の押ボタン操作で十分であり，連続作動の必要はないと思われる．

(ii) 荷役装置

日本および東南アジア各港では，本船ブームによるけんか巻が，南アフリカ各港では岸壁クレーンが使用された．

(a) カーゴウインチ

電動油圧駆動のため無段変速が可能で，極めて円滑に作動した．また，揚錨機，係船機，トッピングウインチ，ハッチカバーと油圧源を共用したが，特に問題はなかつた．

(b) トッピングウインチ

ドラムに油圧モータを内装した形式としたため，極めてコンパクトとなり，操作も従来のトッピング・ユニットに比し，簡単，確実，迅速操作ができた．すなわち，ブームセッティング作業は，ウインチ操作1名，ガイ操作2名，スパンガイ操作1名で，極めて迅速に行なわれ，予期どおりの効果を収めた．なお，ガイウインチを装備すれば，ブームセッティング作業はさらに簡単となると思われる．

(c) 船 口 蓋

油圧開閉とした船口蓋は作動敏速，かつ安全確実であつた．しかし締付作業の自動化よりも，開閉の自動化，迅速化を優先する必要があると思われる．

(iii) 居住設備

(a) 居 室

居室はすべて1人室としたが，好評であつた．また室内壁面の合成樹脂化粧板は清掃容易で，塗料の臭気もなく好評であつたが，これは相当長期間の使用後にはじめて効果が明らかになるだろう．

(b) 賄室関係

機関室リフト，およびダムウエイタは食糧の運搬に有効に利用されたが，司厨部員の動線をさらに短縮するため，賄室，部員食堂，士官食堂を同一甲板上に配置し，しかも相互に直結せしめた方が有効と

思われる．

電気レンジは従来の油焚きにくらべ，格段に便利で，賄室の作業環境も向上した．

ディスポーザは有効に使用された．

超音波皿洗機は敏速，かつ衛生的に食器洗滌ができたが，乾いた米飯粒の除去が幾分不十分であつた．またプラスチック食器の洗滌には適当でないことがわかつた．

(iv) 保安装置

(a) 可聴音波液面計および吃水計

第1次航では計測点の一部に指度不良のものがあり，未だ完全に性能を発揮するに至つていない．

指度不良の原因としては

- 音響ヘッドの熱膨張による劣化
- 固定反射点として使用した空気抜管内で，凝縮した水，油滴が孔をふさぐおそれがあること
- タンク底部から音響ヘッドまでの距離の実測に誤差があること

などが考えられ，本装置の効果については今後の改善の結果をまつこととしたい．

(b) その他の保安装置

冷凍機の自動温度調整装置および自動発停装置，貨物温度の自動記録装置，火災警報装置は作動正常で，問題はなかつた．

(v) 機関部

(a) 補助ボイラ

全自動式パッケージボイラを採用したが，常に乗組員の手を煩らわすことなく，完全に自動運転が行なわれた．

(b) スキヤニングモニタ

航海中，停泊中を問わず，2時間ごとに当直機関部員1名が計測を行なつた．機側で温度，圧力を測定するときは一巡に約40分を要するが，本装置を使用したときは，60点の計測も僅かに3分程度で行なうことができ，労働軽減となつた．

ディジタル表示値の精度も十分であつた．

今航においてはアナログ～ディジタル変換器の一部部品に接触不良があつたほかは，大した事故はなかつたが，今後下記の点にさらに研究の要があると考えられる．

- 本装置の切換部のワイヤスプリング・リレーは振動，接点表面汚損が著しいことから接点の摩耗が激しいこと．
- 切換部以外に使用されているトランジスタは寿命の長い半面，温度が上昇すると不安定となるため，装置内発熱源との配置上の関連に注意すること．

船内は陸上に比べ，温度滌件が悪いため装置の冷却に留意し，防塵を考慮し，通気を良くするよう注意が必要と考えられる．

(c) 超音波液面警報装置

本警報器は油が静止し，液面が安定な状態では確実に作動するが，タンクに油を注入するとき空気が混入し，油面が泡立つと作動が不安定となつた．

本形式の警報装置は粘度の高い液体に使用することは適当でないと考える．

(d) 主機関係の自動化装置

主機関係自動化装置は，主機起動の計算制御，増速時のプログラム操縦，暖機，スタンバイ，停止のシーケンス制御から成るが，一部に故障が発生したけれども最初の試みとしては一応の成績を収めたといえる．

故障の原因は装置の本質には関係なく，装置を構成する機械要素，または電気部品の欠陥に基づくものであり，これら欠陥の除去により，今後さらに効果を発揮できると考えられる．

本装置を初めとして本船の自動化機器には電子，あるいは電気制御方式を多く採用したが，今航の結果から船舶用にこの種機器を用いる場合留意すべき点が幾つか判明した．すなわち，船用は陸上に比し，振動，温度，湿度，動揺等の苛酷な外的条件にさらされ，しかもそれからが急激に変動することである．

今航における故障のほとんどは，例えば

- ハンダ付けの不充分
- ペーパーコンデンサの支持を怠つための断線
- ポテンショメータ，タイムリレーの接触不良

等であつた．

自動化機器全体の信頼度が上記のような些細な部品の欠陥から不当に評価されることのないよう，今後，造船所，船主，関連メーカの情報交換を密とすると同時に，関連メーカの船用に対する認識と，品質管理の徹底が望まれる．

(e) その他の機関部自動化装置

その他の自動化装置は17次船でも採用され，実績のあるものばかりで，特に報告すべき問題はなかつた．

(vi) むすび

以上は供試船「みししつび丸」の第1次航の調査結果に基づき，主として自動化設備の使用状況について述べたものであるが，前記の機械要素，電気部品等の欠陥に基づく故障等については，その後対策を樹て，改善に努めているので，各装置に対する機能の発揮も完全なものとなるものと確信している．

先にも述べたとおり，本船は近く第4次航に出発する予定で，第4次航においては特に本調査研究のために十分な調査員の乗船が計画されているようであり，また本船と在来船との乗組員の作業状態の比較についても検討資料が十分整えられるようであるから，就航後1ケ年間の実績は第4次航終了後まとめられる予定である．

以上日本造船研究協会の昭和38年度研究業務のあらましについて説明したが，いずれの研究項目も，その報告の内容は実にぼう大なものであつて，以上のような簡単，かつ舌たらずの説明では到底十分な紹介ができるものではない．筆者の専門外，特に機関関係の研究項目についてはこの感が深く，重要ポイントを書き落していることもあるのではないかと怖れている．これら調査研究を担当された方々が本報告を読まれた場合，不満を感じられる点が多々あるものと思われるが，浅学非才の筆者が，限られた紙数内にまとめ上げて納めたことによるものとご了承をお願いしたい．また個々の調査研究内容の詳細を知りたいと希望される方は筆者あてご連絡をいただければ，何等かのご便宜をお図りしたいと考えている．

なお，以上は昭和38年度の調査研究内容であるが，本年度すなわち昭和39年度に実施中の業務についても参考のため項目だけを以下に記して稿を終る．

(1) 運輸省補助事業
- (i) SR 61 高経済性船舶の運航性能に関する研究（継続）
- (ii) SR 62 船体構造不連続部のローサイクルファテーグに関する研究（継続）
- (iii) SR 63 船舶の耐航性に関する実船試験（継続）
- (iv) SR 64 船舶の居住性能および防災に関する研究（継続）
- (v) SR 73 船舶居住区の軽量化と経済的組立法に関する研究
- (vi) SR 74 長大油槽における荷油の運動および制水隔壁の効果に関する研究
- (vii) SR 75 長期防食，防汚に関する研究
- (viii) SR 76 低質油燃焼（4サイクル・ディーゼル機関）に関する研究
- (ix) SR 77 プロペラ軸の強度に関する研究
- (x) SR 78 ディーゼル機関潤滑油の化学洗滌方式の自動化の研究
- (xi) SR 79 油送船のフリー・フロー・システムの研究

(2) 日本船舶振興会補助事業
- (i) 船舶の経済性向上に関する調査（継続）
  - (イ) コロージョン・マージンに関する調査
  - (ロ) 大型専用船に対するスラミング対策の必要性に関する調査
  - (ハ) シー・マージンに関する調査（ログブックによる運航性能調査）
  - (ニ) ディーゼル機関の冷却方式の調査
  - (ホ) 船尾管軸受構造に関する調査
  - (ヘ) ワイド・レンジおよび本数制御バーナの調査
  - (ト) 舶用補機の切換運転の要否に関する調査
  - (チ) 燃料油移送の自動化遠隔操作化の調査
  - (リ) 機関室の騒音の実態および対策に関する調査
  - (ヌ) 船舶の近代化，合理化に関する調査
    米国における高経済性船舶の研究，開発の実態調査
- (ii) 高経済性船舶試設計の一部実用化のための調査研究（航海実績報告書の作成）
- (iii) SR 72 タービン船後進力の調査研究（継続）
- (iv) SR 301 トン数測度と船舶設計との関連に関する調査

(3) 運輸省委託事業
高経済性鉄鉱専用船試設計

(4) 科学技術庁委託事業
潜水調査船に関する試験研究

(5) 自主事業
NSR 1, JRR-4 による舶用遮蔽実験に関する調査研究

(6) 自己資金による継続事業
- (i) SR 67 舶用補機タービンのプログラム方式による遠隔操作ならびに自動化の研究（継続）
- (ii) SR 80 シーマージンに関する調査研究；風浪データの統計調査
- (iii) SR 81 プロペラ・キャビテーションに関する調査研究
- (iv) SR 82 在来船の経済性向上（自動化改装）に関する調査研究

（完）

第1回船舶振動会議（米国）の概要

船舶編集室

はしがき

本年1月25～26日に頭書の会議“First Conference on Ship Vibration”がアメリカ海軍テーラー水槽(David Taylor Model Basin，以下 DTMB と略)の音響・振動研究室（Acoustics and Vibration Laboratory）と Stevens Institute of Technology の Davidson Laboratory との共催で，Stevens Institute の Stevens Center で開催された．

第1日（1月25日）

議　長；Patrick Leehey (Associate Professor, Department of Naval Architecture and Marine Engineering, Stevens Institute of Technology)

主　題；流体力学的理論および模型試験による振動力およびモーメント

提出論文；No. 1～No. 7（題名，著者および概要は次記）

特別講演；“Application of Presented Results to Ship Design”
by John Vasta (Head, Scientific and Research Section, Hull Design Branch, Bureau of Ship, Department of the Navy)

晩餐講演；“The One Hundred Years Before the Flight at Kitty Hawk”
by H. Norman Abramson (Director, Department of Mechanical Sciences, Southwest Research Institute)

第2日（1月26日）

議　長；Laskar Wechsler (Technical Director, Machine Design Branch, Bureau of Ships, Department of the Navy)

主　題；船の振動応答特性

提出論文；No. 8～No. 13（題名，著者および概要は次記）

特別講演；“Applications of Presented Results to Ship Design”
by Samuel Feldman (ASBD Program Manager, Office of Special Projects, Bureau of Weapons, Department of the Navy)

本会議は，従来の多くのこの種の会議と異り，研究者よりはむしろ船舶設計者を対象として企画開催され，船舶の振動に関する最近の研究を現場の造船造機技術者に判り易く公開して，彼等がそれを直ちに利用し得るようにすることを目的としている．

本会議には日本の関係方面にも出席招請があつたが，招請状が届いたのが会期間近かであつたので，わが国からは誰も出かけなかつたものと思われる．しかし，この船舶振動の問題はわが国の造船界にとつても極めて重要なことであるので，資料を入手し得れば機会を見て紹介したいと考えるが，次に主催者からの招請状に記載されている提出各論文の概要を紹介する．

提出された論文の概要

1. “A Review of Ship Hull Vibration Problems” by Frederick H. Todd (Advisor to Technical Director, DTMB)

軍艦や商船における船体および軸系の振動の重要性を述べ，初期設計の段階において振動を考慮することの必要性を強調している．

近年の船殻や機関の形式の発展に伴ない，振動の問題も変つて来ているので，これらについての2～3の所見を述べ，また，共振や強制振動の諸因子を列挙している．固有振動数の推定方法，それを設計作業に使用するに十分な精度を得ることの困難であることなどが検討されている．そしてこれらの困難性は，予防が治療に勝ること，すべての起振力はできる限りの最小値に減らすべきことを強調している．

ある特定の設計が満足すべきものであるかどうかを決定するには，機関，軸系およびプロペラ等からの起振力を推定し得なければならない．また，それらの力に対する船殻の応答を計算しなければならず，さらに，異る各種の船においてそれぞれどの程度までの振動や噪音を許し得るかの規準を持たなければならない．応答の計算は容易ではなく，それは，その計算には船殻の固有振動数を計算する場合と同種の量が含まれていて，それについてはわれわれの知識は現在なお不十分であるからである．

最近の船の傾向として，1軸当りの出力が増加しつつあり，これは特に1軸船において著しく，従つて起振力も増して来ると考えるべきである．今後のこの分野の発展としては，そのような力を一層正確に計算し得る方法，そして，プロペラの翼数や船体とのクリーヤラン

ス，伴流分布を適当なものにするような船体や副部の形状等を適切に選定することによつてこれらの力を最小ならしめる方法を開発することに指向されなければならない．

応答計算の精度は，damping factor や virtual inertia factor についての知識を向上させることによつて，改善して行かなければならない．他の推進装置，例えば導管内プロペラ，被覆プロペラ，タンデムプロペラ，反転プロペラ等の使用は，将来の船の船体振動を減少するか避けることに役立つであろう．

2. "A Method for Computing Propelle-induced Vibratory Forces of Ships"
by John P. Breslin and King S. Eng (Davidson Laboratory)

プロペラ（1個または2個以上）によつて生ずる blade-frequency pressure で任意の船の船尾船体に与えられる振動力（およびモーメント）を計算するための computer program が求められた．基礎をなす理論が概説され，また，この方法を2軸の駆逐艦（本船の諸点で vertical の振動力と圧力とが計測されている）に適用している．そして，その結果の合理性を確かめ，この方法の利用と拡張とを勧告している．

3. "Random Impact Loads Due to Ship Slamming in Rough Seas"
by Michel K. Ochi (Hydromechanics Laboratory, DTMB)

船のスラミングによる衝撃荷重についての統計的考察（船のスラミング現象，流体力学的衝撃圧，波浪中におけるスラミング発生の頻度，衝撃圧の確率分布，船の長さにそつての衝撃圧の分布，スラミングに伴う衝撃力）と，任意の場合の衝撃荷重の推定（スラミング衝撃の発生確率，衝撃圧力の確率密度函数，衝撃圧についての統計値の推定）とについて検討している．

4. "Experimental Determination of Propeller Forces at David Taylor Model Basin"
by Jacques B. Hadler (Hydromechanics Laboratory, DTMB).

プロペラが不定常力（unsteady force）を発生する様相と，これらの力がどのようにして船体に伝達されるかを簡単に検討している．また，プロペラの力，圧力，模型船上の合力等を計測するために DTMB が開発し使用している実験方法も簡単に述べている．そして最後に，二つの主要研究計画で今日までに得られた結果を述べる．その第1は，ブロック係数 0.60 の Series 60 の系統的実験に関するもので，本研究ではプロペラ孔の大きさとプロペラ孔におけるプロペラの位置について研究されている．第2はプロペラの Series についてのもので，この場合は伝達された bearing と pressure force との両方が計測されている．主要変数は，翼数，翼面積比およびスキューバックである．

5. "Propeller Vibratory Thrust and Torque in Unsteady Three-dimensional Flows"
by Stavros Tsakonas (Davidson Laboratory)

ここ数年の間に Davidson Laboratory は，3次元非定常プロペラ理論を各種の単純化の仮定条件の下で開発し，これを使用して，既知分布の不均一流（伴流）中で作動するプロペラが発生する振動的なスラストとトルクとを計算した．そして，その結果を対応する実験の結果と比較し，各種の単純化のための仮定の重要さの程度と重要なパラメータの影響について結論を出している．

6. "Theory and Experiment for Propeller Forces in Non-uniform Flow"
by Neal A. Brown (Department of Naval Architecture and Marine Engineering, M.I.T.)

不均一流中における周期的プロペラ力を計算する代表的方法について簡単に考察している．これらの方法の中には，準定常的理論，非定常ストリップ理論，3次元効果の修正をしたストリップ理論，揚力面理論等に基づく方法がある．各方法による推定結果を propeller tunnel と open water とでの不均一流中の計測結果と比較し，また，いくつかの理想化した場合に対する比較計算を行なつている．これらの比較の結果は，各種の方法の適用範囲を決める上に役立つことになろう．

7. "A Three-dimensional Method for Added-Mass Calculations"
by Charles J. Henry (Davidson Laboratory)

水平方向の船体振動に対する added mass による圧力分布を計算する理論を述べている．これには，3次元流および自由表面における重力波の影響が考慮されている．矩形および楕円形のプロファイルを持つ深没水体について計算が示され，なお，一様な横断流の場合に対する added mass coefficients を計算し，前の結果と比較している．

8. "Prediction of Hull Vibration"
by Werner B. Hicterthan and William R. Fontaine (Acoustics and Vibration Laboratory, DTMB)

高速電子計算機による lumped parameter system の解法で，船体の振動応答特性を求めることができる．これらの解法は，船体振動（ハルガーダの振動する各種のモード）を推定する方法を与える．ここに考察されている振動のモードには，船殻の挠み，捩り，引張りおよび圧縮，いくつかの連成振動，ならびに spring-mass effect などが含まれている．

強制船殻振動の振幅を推定する現在の能力には未だ限界がある．ハルガーダに作用する多くの周期的力の原因となるものはわかつているが，それらの振幅，方向分力，作用点などについては未だ明らかでない．船殻振動の計算には，sunisoidal force inputs に対する強制応答と viscous damping の理想分布とが含まれている．これらの計算と関連する諸実験を行なえば，構造体の実際の減衰性能についての必要な知識が得られるようになり，ひいては船殻振動振幅を推定するのに役立つこととなる．

9. "Response to Transient Forces"
by James W. Church (Structural Mechanics Laboratory, DTMB)

船員や船にとつての波の最も激しい攻撃は，スラミングの際に遭遇する激しい打撃とそれによる過渡的応答であろう．船舶設計者が今日当面するもつとも困難な問題の一つは，これらの衝撃荷重に対する船体応答のために航海速力が制限されることであろう．また，船舶の補助装置類の設計者にとつて重要な問題は，その装置類が設置され作動する環境の過渡的状況についての実際の資料が欠けていることである．これらの過渡的応答については，理論的および解析的に研究されて来ているが，実験的には非常に僅かに研究されているだけである．実物による研究の計画が，現在 National Research Council の Ship Structure Committee と DTMB の Structural Mechanics Laboratory との共催で進められている．そして，その資料は役立ちはじめている．それで資料処理に関する問題が，現在のもつとも適切な課題である．

この過渡的応答を取扱う3方法が述べられている．定常振動の研究に普通に使用される一方法が，構造設計のために，過渡的応答に適用されている．建築構造解析に使用される一方法も，船体構造の場合に適用されている．そして，爆発の研究に有効に使用されている一方法が，過渡的応答に適用されて，装置設計者がその環境が衝撃荷重によつていかに影響されるかを求める助けとされている．

10. "Experimental Techniques in the Study of Ship Vibration"
by Edward F. Noonan, Erich Buchmann, and Sam E. Lee (Acoustics and Vibration Laboratory, DTMB)

本論文は，船体振動の計測と解析に現在使用されている方法について述べている．Society of Naval Architects and Marine Engineers の HS 2-1 研究班の商船関係計画と，"Code for Shipboard Hull Vibration Measurements" とを検討し，また，現在 DTMB で使用されかつ開発されつつある尨大な実船振動記録の自動的集収処理の方法についても検討している．

11. "Vibration Characteristics NS Savannah"
by Donald C. Robinson (Acoustics and Vibrration Laboratory, DTMB)

NS Savannah は Mariner (C 4) クラス貨物船の型の世界最初の原子力推進商船で，多くの珍らしい特性を持つている．DTMB は本船の振動特性について大規模な調査を行ない，サバナ号の共振と振動モードの計算に beam theary を応用する研究を行なつた．船殻と原子炉コンテナーの振動特性を求めるために，サバナ号につき岸壁と深海上での振動試験を行なつた．船殻の上下方向，横方向および捩りの振動数を計測し，かつ計算も行なつた．

上下方向の共振と平常の振動とを計算するに当り，コンテナーは，原子炉を含み，mass が船殻に rigid に取付けられたとした場合と，spring された mass とした場合との両場合とした．本論文は計測と計算の結果を考察し，また，サバナ号の振動特性を求めるためにこれらの相関について検討している．計算の際に使用された原理は，論文．"Prediction of Hull Vibration" に記載されているものである．

12. "Mechanical Vibration Problems on Ships"
by Edward F. Noonan and Angelo N. Zaloumis (Acoustics and Vibration Laboratory, DTMB)

船の船殻，機関系，艤装，および船員は，非常に多種の起振力を受けている．これらの力はしばしば共振を発生させ，船体構造，機関系，軍艦の複雑な諸兵器等に損傷を与えることがある．また，他の影響としては，住居

性や艤装機器の作動性を妨害する場合がある．

各種の海軍の仕様書には，機械的振動の問題が取上げられている．本論文は，遭遇する一層重要な問題を明らかにし，また，現在の仕様書の要求，それらの制限，勧告されている問題の処理などについて検討している．なお，この分野における海軍の計画についても簡単に考察を加えている．検討されている問題には，軸系のバランシング，周辺振動，捩り振動，縦振動および曲げ振動，および振動絶縁方法等が含まれている．

13. "Vibration Characteristics of Representative Hydrofoil Configurations"

by Jack T. Irick (Southwest Research Institute)

代表的なハイドロフォイル形状につき，end condition や潜水深度を変え，数種の scale model によつて，理論計算による共振と計測した共振との間の比較を行なつた．理論計算は lumped parameter system に基づいている．これらの模型ハイドロフォイルに対して使用した水の "Apparent mass" effect は，かつての没水片持ち板についての振動試験から求めた．すべての形状の場合，最初の1次から6～8次の振動モードの振動数は，一般に非常によく一致し，殆んどの場合に10％の範囲内にあり，18.1％を超すことはなかつた．振動様相も一般によく一致している．

(70頁よりつづく)

較してみると，電線長はロイド規格電線を使用した場合より無機絶縁電線を使用した場合の方が約12％多く必要となるが電線費は逆に約22％少なくなる．また工費については前記原単位でもあきらかなように約50％多くなるが電線費および工費の合計では約33％の割高となる．これは1番船に対する推定であつたが工事に習熟した3.4番船では工費において約25％高となり合計ではほぼ等価になつている．

5. あ と が き

以上無機絶縁電線の構造，特性，ギ装上考慮を要する諸点および経済性についてその概要を記述したものであるが作業に習熟すれば一般鉛被鎧装電線にヒッテキする程度の経済性となり，特に熱に対する考慮が必要な場所に使用する場合などはこのケーブルを使用した方が得策と云える．

なお1番船については前記 S.A.C.M 社よりの輸入品を使用したが，2番船以降については日立電線の開発によるハイミック電線を使用した．

参 考 文 献

ハイミックス電線（無機絶縁電線）の諸特性
日立電線

無機絶縁電線の布設におけるしわりの検討
日立電線技術部 (TD-10099)

無機絶縁電線のシース損について
日立電線技術部 (TD-10058, TD-10095)

〔製 品 紹 介〕

日本ヘルメチックス開発の新液状ガスケット

液状ガスケットは日本工業規格（JIS-K-6820）で制定された新しい名称であるが，日本ヘルメチックス株式会社（東京都品川区東大崎1～881）では，この程東京都立工業奨励館での規格試験に合格した会社開発の液状ガスケットを，ヘルメシール No. 101，No. 201 の商品名で売出した．

機械設備の接合部に使うパッキンは固形（石綿，コルク，フェルト，紙など）とするのが今までの考え方であつたが，しかし固形では堅い金属の接合面には理想的に密着しないので，水漏れ，油漏れの防止効果が少ない．会社の開発した液状ガスケットは今までの不乾性，乾性の持つ長所をたがいに利用し発揮できるように研究改良されたもので，粘着性，弾力性をともにそなえているので，振動にも強く，接合面の取りはずしも簡単である．

主な特長をあげると

★堅い金属面に残された微細な凹凸を強い粘着力で完全に密閉する．★塗膜は永続した弾力性，粘着性をそなえ，従来の液状パッキンより肉盛性がよく，取りはずしも簡単，振動，衝撃にも優れた耐久力があり，間隙，亀裂，剝離などが生じない．★毛細管現象からくる水漏れ，油漏れの心配がない．★乾燥が早く，弾力ある肉厚塗膜を作るから，コンベアシステムに最適で，金属面にキズをつける心配がない．★接合面の条件に関係なく，塗布だけで簡単に作業ができるので，作業工程を著しく短縮できる，等．上記のような特長を持つ会社製品は今後造船，造機関係者の注目を引くものと思われる．

なお東京都立工業奨励館におけるヘルメシール No. 101，No. 201 の試験は次のとおり．

		No. 101	No. 201
粘度 (CP) 25°C		7900	8100
比重(15°C)		1.11	0.97
加熱残分(%)		71.2	40.8
耐圧性 (kg/cm²)	室温	90～100	90～100
	80±5°C	85～90	80～85
	150±5°C	55～60	75～80
耐水性(%)		−2.8	−1.3
耐冷熱性 (kg/cm²)		70～95	80～85
耐油性(%)		+2.6	+3.1
耐ガソリン性 (%)		−2.7	−3.4
腐食性		変化を認めない	変化を認めない

（船舶事情）

内航海運対策の進捗と中小造船業

内航二法成立の経緯

内航海運業法に基づく内航船舶の適正船腹量および船腹量の最高限度が旧年12月に設定告示され，長年の懸案であつた内航海運対策はいよいよ実施の段階に入つた．

内航海運は国内輸送機関として歴史的にも古く，また国民経済の発展とともにその地位が年々高まりながら，戦後長い間日の当らぬ企業とされてきた．そしてまたこの間度々その対策が問題とされながら綜合的施策が行なわれなかつたが，これは内航海運の性格，機成等が複雑であり多岐であることが要因であつたのであろう．すなわち一般産業のサービス担当部門である内航海運界は，中小企業としての多くの弱点を一層露呈し，業界の団結力の欠除，慢性的過剰船腹，近代化の遅延等からその経営は悪化の一途を辿り，これが対策を考える場合，その焦点をいずれにおくかが第一の問題であつた．このため従来の施策はややもすれば一貫した方針の薄いきらいが見られた．内航海運の地位の高まるにつれ，綜合的内航対策の樹立の必要性は強まり，一昨年3月，これまた戦後よりの懸案であつた外航海運業の再建整備のメドが立つた時，内航海運対策は国会でとり上げられ，この結果内航海運問題懇談会が設けられた．そして内航海運対策の今後のあり方が検討され，いわゆる「内航二法」はこの懇談会の結論，趣旨を基として39年6月成立をみたわけである．

「内航二法」とはその母体である「小型船海運業法」および「小型船海運組合法」が改正された「内航海運業法」と「内航海運組合法」をいうのであるが，このうちの前者は内航船舶の規制という条項を含み，造船業のうち，内航船を需要の大半とする中小造船所にとつては極めて影響の多いものである．従つて今後この法律の運用如何は中小造船所の将来に多くの問題を投げかけることは当然で，既に各地において需要縮少を避けるための対策が強く要請されるに至つている．

「内航海運業法」の骨子は，（イ）内航海運業はすべて登録制とする．（ロ）内航海運業の用に供する船舶について毎年度当該年度以降の5年間について各年度の適正船腹量を定める．（ハ）内航船腹の過剰を避けるため，必要に応じ，その最高限度を設定し，内航船腹がこれを超える時は内航海運業の登録（または変更の登録＝船腹の増加）を拒否する．（ニ）内航船舶は表示を設ける．等から成つており，事業の登録制度および設備（船舶）の規制により内航海運の秩序維持を図つている．

適正船腹量と最高限度の設定

前述のように内航海運業法に基づく内航海運の用に供する船舶の適正船腹量並びに船腹量の最高限度は昨年12月24日告示されたが，これによる適正船腹量の内容は次のとおりで，39年10月現在における船腹量は合計で見た場合41年度までの適正量を超過している結果となつている．

昭和39年度内航海運適正船腹量

船種		39年10月船腹量	適正船腹量				
			39年度	40年度	41年度	42年度	43年度
（貨物船）	鋼船	1,230	1,131	1,181	1,230	1,273	1,318
	木船	831	785	749	715	682	647
	計	2,061	1,916	1,930	1,945	1,955	1,965
（油送船）	鋼船	476	457	526	591	651	707
	木船	38	31	29	26	25	23
	計	514	488	555	617	676	730
合計		2,575	2,404	2,485	2,562	2,631	2,695

（注） 単位 千総トン

一方最高限度は，鋼・木の船質別分類は行なわないで，用途別に1年間の期間をもつて設定され，貨物船は現有船腹と同数字の206万1千総トン，油送船は現有船腹を僅かに上廻る58万6千総トンと定められている．この結果，貨物船は原則的にはスクラップ・アンド・ビルト以外は建造できないこととなり，また油送船は，現有船腹量と最高限度の差7万2千総トン以内は建造できるが，これ以上は貨物船同様スクラップ・アンド・ビルト以外建造できないわけである．

「内航海運業法」においては，建造規制を登録拒否という間接的手段で行なつているが，実際問題としては，発注前に当該船の登録の可能性を検討する必要があり，注文生産の宿命にあたる船舶は，今回の最高限度の数字からみれば，少くともここ1年は，新規発注は貨物船の場合は絶無ということになる．また将来における5年間の適正船腹量から推察しても，ここ当分の間内航船舶の需要は極めて厳しく規制されることになろう．従つて内航船建造を主としてきた中小造船所にとつて今回の設定

数字は正に致命的といつても過言であるまい．

最高限度の設定に伴ない，経過措置および今後の方針として（イ）告示の時において建造中および契約済で近く起工するものは原則として登録申請を受理する．（ロ）スクラップ・アンド・ビルトは同一船種で解撤比率が適当なものは登録申請を受理する．（ハ）特殊需要のものについては，一定の基準に合致するものについて登録申請を受理する等が決定されているが，内航船主およびこれ等よりの発注船建造造船所は零細な企業を多く含んでいることから，本法の運用が軌道にのるにはかなりの時間を要し，また造船所の操業量低下は本年下期から大きく目立つようになろう．

需要変貌に直面する中小造船業

大手造船業を除くいわゆる中小造船業は，約400の中小鋼造船所と約1,300の木造船所（うち約200は鋼造船所兼営）から構成されているが，このうち中小鋼造船所の最近の新造船竣工量は次のとおりで年間30～40万総トンの生産規模である．

中小鋼造船所竣工実績

年度	貨物船	油送船	漁船	雑船	輸出船	計
36	115	114	76	70	15	395
37	131	28	60	72	10	301
38	133	25	79	50	14	300
39 (4～9)	101	18	42	25	6	192

単位 1,000 G/T

これに見られるように中小鋼造船所の建造船の大半は国内向商船であつて，これ等は一部の造船所で建造される中型外航船を除き，内航貨物船が需要の中心となつていた．従つて最高限度の設定により，スクラップ・アンド・ビルトおよび特殊需要のみが今後の受注船となると中小鋼造船所の生産量は大幅に減少することは当然考えられ，いわば人為的な需要の急激減少に直面し，遅ればせながら近代化を進めてきたこれ等造船所の前途は余りにも暗いものがある．

一方木造船所はここ数年来の漁船および機帆船の鋼船転換期の中にありながらも年間7万総トン程度の生産を維持してきたが，38年度は5万総トン台へと減少し，「内航二法」は追い打ちの形で更に需要縮小は著るしいものとなろう．しかも比較的有力な木造船所は漸次小型鋼船の建造に乗り出して近代化へ脱皮をしかけた折であり，これ等の造船所のうける打撃は一層大きいかも知れない．

かくして内航海運界の秩序確立は中小造船所の犠牲の下に行なわれる感もあるが，本来共存共栄であるべき海運・造船両業界のためにこの試練期をのり越える施策が一日も早く確立されることを望みたい．それは国際収支改善の旗印の下に大量建造を打出した外航海運界およびこれ等の受注でうるおう大手造船業界と比べて余りにも逆方向であるからである．

中小造船業への諸対策

内航海運界が秩序を取り戻し，繁栄の道を歩むことは，中小造船所にとつても望ましい結果をもたらすことは当然のことである．しかし，直面する苦難の時期を克服するため，次のような施策が行なわれ，また業界も自主的努力をすることが要望される．

(1) 財政資金による内航船スクラップ・アンド・ビルトの強力な推進

老朽不経済性船が数多いことは内航海運界不振の一因でもある．これ等の解撤と代替船建造の促進は，内航海運界，中小造船界の両者にとつて望ましい結果を生み出すと考えられる．

(2) 政府関係発注船舶の優先受注

特定船舶整備公団発注船，その他政府，地方公共団体発注の中小型船を中小造船所に優先的に受注させる行政配慮は行えないものであろうか．

(3) 中小造船所の事業規制

現行の造船法は500総トン以上の船台の新設，拡張は許可制度をとつているが，造船事業そのものは届出制度となつており，ここ数年来500総トン未満の造船所の増加が目立つている．事業の乱立が過当競争を生み出すことは，内航海運の過去を見ても明らかである．秩序確立のためには，事業規制は今後の研究課題の一つである．

(4) 輸出促進

中小造船所の輸出船は，賠償を中心にしてかなりの量にのぼつているが，大手造船業と比べると，その輸出比率は余りにも少ない．中小型船輸出振興策は，新しい目で見直す時期にきている感じがする．

(5) 内航高経済船等の技術開発

高経済船は不経済船を駆逐することは当然であるが，内航専用船，内航に適した大幅な自動化船，新輸送形態としての押船バージライン等技術開発は新需要を造成する要素である．前向きの苦難克服の施策をも忘れてはなるまい．（Q）

海事協会と私 (13)

山口増人

8. 想出の話の種二三

(a) ガソリン・タンカーの更生修繕

ガソリン・タンカーの中央部ガソリン・タンクは腐食して使えなくなつても，船首部と船尾部は充分使えるので，船首船尾を残し中央部だけを新換することが考えられる．米国でこの種更正修繕工事が国際競争にかけられたとき，浅野ドックが落札し修繕することになつた．その仕様書は船体を三分し，中央部だけ新換，三部分をドック内で接続することになつていた．その当時世界にも余り先例がなかつた頃とて，ドックでは船台上で中央部を新造して進水しドック内で三部分を接続完成した．この工事が船主の御意に叶つてその姉妹船のいま一隻を更生して呉れとの指命注文が来たところ，浅野では断つた．理由は「前と同じ仕様なら御免蒙る．仕様を当方に任せるなら，もつと安価で期間も短くて引受けよう」というのである．浅野の仕様というのは，最初に内面骨材例えば肋骨，梁，桁材，防撓材等を全部新換し，一二航海した後で，今度は残りの板材例えば外板，甲板，隔壁等全部を新換して，更生修繕を完了するというのである．この仕様は船主も同意し第2船も予定の通りより短い期間により安く更生された．要するに第1船では現図を造り造船台を使い変な函船を進水しドック内で二ケ所も接続しなければならないが，第2船では現場から直接型板を採り骨材を作つて現場に取付け，一二航海して骨材が安定し所で板材を張付くるのであるから，現図や船台や進水の必要もなく，普通の損傷修繕と同様に確実で簡単にかつ安価に出来た理である．これは内地では兎も角外国，殊に米国では非常な評判となり，その後外国船の大修繕と云えば大抵浅野ドックを名指したものである．例えば前にも一寸述べたように，長崎に逃込んだ米国タンカーも長崎では修繕せず，随分無理をしても浅野に持つて来たようなものである．それ故浅野造船が潰れた後で鶴見造船が復興した時ドックも鶴見造船に統合されたが，浅野ドックなる暖簾はその儘襲用された．また戦後米軍に接収されたのはこの浅野ドックだけであつたが，生半可な米軍人支配人は日本造船の技術を知らず，よく纏つていたドックの技術陣を僅かのことで全部追い出してしまつたのは洵に惜しい話である．

(b) Athelqueen の爆発（詳細は拙著検査余談参照）

本船は英国製 8780 総とんの糖蜜用タンカーであるが昭和8年9月（船令5年）鶴見で原油を揚荷し糖蜜を積むためタンクを掃除しながらマニラに向う途中大島沖で左舷二番倉を爆発して横浜に引返した．爆発原因はよく分らないが，一運，一機，見習と水夫2人が倉口附近で蒸汽コックを修繕しているとき懐中ランプをタンク内に落したためらしい．5人の内死骸が残つたのはただ1人で，4人は吹飛ばされて跡形もなかつた．

船主監督が飛んで来て損傷の大いのに驚くと同時に修繕予定工場浅野ドックの貧弱なのにも驚き，ロイド検査員に「こんな工場で完全な工事が出来るのか」と喰つて掛つたとか．従つて仕様書は厳重で，「鉄板間のツメモノは一切認めない」とのこと，「それでは水が止らぬ」「イヤ本船はオレが監督したが現に止つてる」「ソンナラ実際本船でやつてある通りにやろう」と話合いが出来，損傷部を外して見ると，チャンとツメモノが入れてあつた．ドックではいろいろなツメモノを入れた箱を造り試験して見せ，最良だつた日本紙にグラファイトを塗つたものを入れた．また「水圧テストは鋲を打放しのまま行え」との注文で，その通りに水圧した結果，涙を流した鋲は二百本以下だつたそうで，監督も舌を巻いて感心したそうである．「工期が1日遅れたら何程かの罰金」との契約だつたが，実際工期は予定より5日早く出来上つた．これには相当の理由がある．本船は肘板のある縦骨式であつたが，山形材のベベルを出来るだけ無くするように設計され，隔壁防撓材は横に配置し，止むを得ない所では肘板を曲げてベベルを無くする等特別の考慮が払つてあつたため，工作がすこぶる簡易化され工期の短縮が出来たのであつた．

本船で得た他の収穫は鋲の形である．監督が自慢するだけあつて，本船は設計にも工作にも充分注意し，鋲孔は皆錐揉みで鋲は直幹鋲が使つてあり，鋲孔は鋲先（叩潰す方）だけ皿取つてあつた．爆発で飛んだ鋲を調べて見ると，切れた鋲の大多数は鋲頭のツケネから切れ，鋲の中央または叩潰した所から切れた鋲は少かつた．すなわち直幹鋲を使うときは，鋲は根太鋲を使い鋲孔は鋲頭鋲先ともに皿を取らねばならぬことが実証されたのである．

(c) サンヂエゴ丸（造船協会々報第四十七号，玉井氏報告参照）

本船は昭和初期長崎で建造された F. King 式横骨式

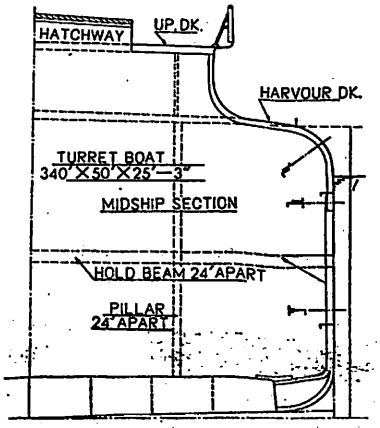
1万とんタンカーである．本船は昭和11年原油満載でロスアンゼルスから帰航の途中太平洋の真中で船橋楼前方上甲板に大亀裂（1370 mm 以下数ヶ所）が出来，相当捨荷の上辛うじて帰港したのである．その時の様子を聞くと，船が大波のためイキをする度毎に甲板の破口から真黒な原油が船橋よりも高く吹き上げられ，船員達は生きた心地もなかつたそうである．本船は補強修理の後の次航で空船でロスに向う途中太平洋の真中前航大損傷を起した附近で，国本船長が脳溢血で倒れ横浜に引返すという不幸が重つた．当時一等航海士だつた森田重雄氏（「油槽船」の著者）は本船の船長に昇進されたにも係らず下船してしまつたほど遭難の ショック は大なものだつたらしい．

大損傷の原因は研究の結果縦強力不足と判断され，450 mm の強力な甲板下縦桁材4本を挿入補強され，同型の姉妹船全部にも同様の補強が施された．その後本船は従前の航路に使用され，検査は横浜だつたのでいつも私が殆んど一手で引受けていた．その後は無事に航海していたが，小さな故障は到る所に続出し，随分泣かされたとともに私には好個の稽古台にもなつていた．要するに余り出来のよい船とは思えなかつたが，外の僚船は戦争で皆撃沈されたのに皮肉にもこの船だけが撃漏らされて戦後に残つたただ1隻のタンカーらしいタンカーであつた．終戦直後第一回の南極洋捕鯨船団が長崎で勢揃いしたとき本船がタンカーの主体として碇泊し，船長は当時のベテラン監督音田順太郎氏だとの話を聞いて懐旧の情に堪えず，早速本船を訪ね，船を見せて貰つた．船は旧態依然たるもので，私共が頭を絞つた修繕もその儘残つており，止め切れなかつた機関室隔壁の漏りなどもその儘漏りつづけていた．要するに構造上の欠陥による故障は原因をつき止めて根本的修繕をしない以上余り効果はないものだと痛感した．

本船は南極遠征から帰つてからは普通タンカーとして油輸送に従事し，昭和27年と31年検査に上甲板全部を張替え，その他相当の修繕をした上で，吃水線はその儘とし相当苛酷な航海をしていたそうであるが，最近34年の大寿命を全うしてスクラップされたそうである．タンカーと云えば寿命の短いもの，上出来の船で25年か30年は稀であるのに，本船は最初は不幸であつたが，34年の生涯を見れば幸運だつたとも云える．

(d) タレット船伊勢丸（拙著故障の研究参照）

伊勢丸は1902年（明治35年）英国出来3,800とんの貨物船であるが，昭和7年北海道で木材満載阪神向け航海中金華山沖で台風に遇い難航したが無事大阪についた（船令30年）．この時同航路を2,30海浬離れて同じ状態で航海していた大国丸（5,600とん船令31年）は前檣は吹折られ甲板積の木材は大半流失し，SOS を打電しながらやつと浦賀に逃込んだから，その時の台風の強さも想像される．その時の伊勢丸の状況を聞くと，「波は甲板隅の丸味でその勢いを減殺され，次に内側の立上り外板の丸味で巻き返えされて次の波を去勢するから船に与える衝撃は非常に小さく，凌波性は申分ない」とのことであつた．



タレット甲板船横断面図

タレット船というのはスケッチの通りで，昔英国で倉口容積がとん数計算から除外された時代にとん数軽減のため深く広く長い倉口を船の殆んど全長に亘つて設けたものであるが，その後倉口がとん数に計上されるようになり，一方この型では甲板面積が不充分で荷役に不便なことが経験されてからこの型は建造されることもなく，この伊勢丸は生残りの最後の一であつたろう．私は昭和5年頃本船を検査したが，何百本かの曲りくねつた肋骨が奇麗に併立した所は見事なものであつた．当時海運界は世界的不況で，本船も日本に売られる位だから手入れ不充分で，ヒドイ衰耗だつたから，私は「こんな船に金をかけるよりスクラップしたら如何」と話した位であつたが，風浪に対する凌波性は申分なかつたらしい．昭和17年のこと私は偶然清水港で本船が，堂々と波を蹴つて出港するのを見た．私がスクラップしてはと云つてから10年，船令は正に40才のはずである．

(e) タンカーの甲板隅に丸味をつける提案
（造船協会々報57号参照）

私は前項タレット船の凌波性が優れたことにヒントを得て，昭和10年造船協会で，「タンカーの上甲板両隅には丸味をつけたら如何」と提案したことがある．

上甲板の両隅は舷側厚板，梁上側板，縁山形材等で特

に強力に構成してあるが，それでも船体故障の大部分はこの近所に起り，特にタンカーにその傾向が激しいのは事実である．しかるに船底の両隅ビルジは特別強力構造になつていないのにも係らず，格別故障が起ることが少いのも事実である．これは甲板隅は直角型で，船底隅は丸型であるからであろうことは容易に推測される．甲板隅を丸くすれば甲板面積が窮屈になり，現にタレットでは失敗しているけれども，甲板面積や荷役に関係の少いタンカーならば，甲板隅を丸くすることに相当共鳴を得られるだろうと意気込んで提案したところ，そのディスカッションでは盛んな批評を受け，特にドックの人にツルシ上げられた．曰く「工作が面倒で工数が増える」「船首や船尾で船楼との接続がむずかしい」「それ程の必要がない」等々であつた．

ソコデ私は金指造船で建造予定のタンカーに私案の試作を頼み出来上つたのが東勢丸（重量355とん）である．本船は縦骨式で横肋骨を曲げる工作もなく，工数は却つて節減された．航海では波は甲板を洗つても衝撃は軽微で航海は他船に比べて楽であると船長から感謝状を貰つた位である．この事実を私は「故障の研究」で詳細に説明発表したが，誰も相手にして呉れなかつた．この東勢丸は就航後間もなく室蘭で上架修繕後空船のまま進水直後大ウネリのため転覆し，不幸3,4人の死傷が出来たので，安定性が問題になつたが，この種小型タンカーで全くの空船ではトップ・ヘビーになるのは当然な話であるから，これは操船の誤りと見るより仕方がない．最近にも同じ位の小型タンカーが空船航行中来島附近で転覆沈没したことがある．その後本船は何度か坐礁したり，戦時中朝鮮籍となり長い間砂浜に打上げられたまま放置され，船内器具類は全部盗まれ，川崎に曳航された後でもまた砂浜に打上げられる等何度かスクラップの運命に逢いながらも遂に昭和油槽会社に拾い上げられ，名前も昭建丸と改めて更生し，更にアスファルトを熔融したまま積込んでその儘輸送する特殊船に改装され，現在東京大阪間に就航しているそうであるが，誠に数奇を極めた船である．

私はその後も機会ある毎に，丸味のある甲板隅タンカーを宣伝して見たが，不相変反響は皆無であつた．戦前戦時中は勿論，戦後溶接時代になつても，甲板隅だけは直角型の鋲接続が固執されたが，タンカーが3万とん，5万とん，と大型化するにつれ，舷縁山形材も 32×200 mm という超大型化して来た．愈々船型が8万とん，10万とんと超大型化するに従つて山形材も限度を超え，仕方なく舷側厚板に小幅の厚板を隅肉溶接で直角に取付け，それを甲板に鋲締するとか甲板を外板に溶接するなどの工法まで採用して，直角型甲板隅を強要したものである．戦後 BV の検査員アルキール氏が長崎に見えた時，私の丸型説を説明したら，「北欧地方には丸型甲板隅のタンカーがボツボツ出来ているよ」との話で，私は「大に我意を得たり」と，「近い将来大型タンカーの甲板隅は丸型が基本型になりますよ」と大言すると，同氏はただニヤニヤしただけであつた．所が近頃日本にも外国の丸型隅のタンカーが来航するようになる一方，角型建造工作に行詰つた結果，丸型にしなければならなくなつたためか，最近日本の大造船所でも，大型タンカーには丸型甲板隅が採用されて来たようである．

(f) 縦骨式構造の貫通縦材

同じ造船協会々報で私は，「縦骨材は横隔壁を貫通せねばならぬ．それがむつかしければ，肘板を貫通し，後で肘板に縦骨材を溶接しては如何」と提案したが，これも「水密に自信が持てない」と誰も共鳴する人はなかつた．ソコデ私は横浜ドックに懇請して，上甲板裏に貫通肘板をカラー・アングルで水密に取付け，それに縦骨材を溶接する工法を試作して貰つた．その成績は予想の通り良好であつたが，戦争のドサクサでその儘になつてしまつた．ところが戦争が済んで日本に来たタンカーを見ると，驚いたことには例外なしに貫通肘板が使用してあり，その形も縦骨材溶接も横浜試作と全く同一で，ただカラー・アングルの代りに，隔壁に水密に直接溶接してあつただけが違つていた．それからは造船協会のディスカッションなどは忘れたように一も二もなく貫通肘板となり，最近は縦骨材の直接貫通法も採用されているようである．

(g) 曲線型と直線型

船体程曲線的な構造は少い．それは水を対手として自然力に抵抗せねばならぬからである．水は決して直線的には流れない．自然に流るる川が如何に曲りくねつているかは誰でも熟知する所で，河川工事で直線化して失敗した例は到る所にある．同様に長汀曲浦は文字の飾りではない．試に有明海上空を飛んで見ると，曲浦の間々に埋立地や干拓地が直線形堤防で囲まれ，如何にも不自然に見えるが，年々歳々台風毎に何所かは破られている．陸上建築でも大きなお社やお寺の屋根は皆曲線である．これは美観のためだけではない，曲線でなければ風雨に耐えないからである．船が水を対手とする以上曲線型になるのは自然の現象で，潜水艦は円形断面である．ズット以前英国特許公報に Arc Form Hull（アーク型船体）が出ていたが，これが理想的であろう．しかし曲線工事は手数がかかるから，直線型にしたい欲望が起るのも当

然であろう．明治40年頃英国青筒汽船会社では殆んど直線に近いシヤーやキャンバーの少い船を造つて見たが，成績不良のため6隻だけで止めてしまつた．また第一大戦当時英国では角型ビルジの船を造つたが，役に立たなかつた．日本でも第二大戦前船側横肋骨を出来るだけ直線型にした船が若干出来，私も検査したが，直線から曲線に移る所，殊に船首部附近で故障が多く，また船型にも幾分無理な所が出来たと見え速力も僚船ほど出なかつたようである．それが第二大戦となり死物狂いで建造量を増すために直線型が極度に要求された結果頗る不成績で，機関の不出来もあつたが，ある時期には稼働率が17%まで低下したとか．急がば廻れ，命がけで83%も動かぬ船を造つている，何ともムダなことをしたものである．

(h) 宝洋丸と靖川丸の修繕

宝洋丸は横浜ドック出来1万とん型タンカーであるが，就航直後種子島附近で坐礁大破し浅野ドックで修理された．この損傷は稀に見る大損傷で船底はメチャメチャにやられ，船首は1メートル以上持ち上げられ，横の船型も狂つていた．この船型を直すため，必要な鉄を少数ずつ切り船体の変形をドック床上に据えたトランジットで窺きながら少しずつ直して行く，その時船底が滑つてキール・ブロックを倒すのを防ぐため，船底とブロックの間に鉄板を敷いてブロックが倒れないようにするなど非常な苦心が払われた．その衝に当つた藤田技師は何ヶ月かの間飯より好な酒も止め，全精魂を打込んで奮闘されたが，完了後も当分の間眼をつぶると宝洋丸の姿が浮上つたと述懐しておられた位である．機関の方もこれに準ずる大修繕で，従来の仕上工場は高さが不足したため，工場の屋根を高くし，天井クレーンを創設する等の努力が払われた結果，本船は元通り立派なタンカーに更正した．

広川丸は6千とん程の冷蔵貨物船であつたが，外国で火災に罹り，船主も保険会社も見放していたものを，大戦直前船腹不足の折柄とてスクラップとして輸入更生したものである．本船は全倉の防熱構造が遺憾なく燃えて，倉口は焼け落ち甲板は陥没して歩けず，前檣は倒れて船腹に支えられる惨状だから，ただ水に浮んだスクラップに過ぎなかつた．しかし宝洋丸で自信をつけた浅野ドックはその更生修繕を引受け，傍で見ていると，鼻唄交りで別段の苦労もないかのようにテキハキと片付けて行つた．尤も船型に大な狂はなく，船底に異状がなかつたので助かつたようである．機関も焼けていて損傷も大きく，主機台は到る所に大小の亀裂があつたが，物資不足の際とて新換は出来ず，止むを得ず36ヶ所程溶接でつくろつた．主軸も怪しいと見たので精査して貰つたが，使用差支あるまいと使用し，試運転の結果も良好であつた．しかし何ヶ月か経つた後での内所話を聞くと，実は主軸は極微ではあるが少しく曲つていたけれども，半年や1年で新換の見込の立たない戦争直前の頃のことゝて，コッソリ水圧で曲り直しをして見たら別に異状はなかつたので黙つていたとのこと．怒つて見ても仕方がないから黙殺してしまつたが，当分の間ビクビクものであつたけれども幸にして何事も起らず，船主も造船所も大な拾物をしたと大変な喜びようであつた．

(i) 氷川丸

この時代に横浜ドックで俊秀貨客船日枝丸，氷川丸が出来，横浜シャトル航路に活躍していた．この氷川丸は大戦後に残されたただ1隻の客船で戦後引揚船の華形として十二分に働いたが，今は横浜港に繋留され，見学用に開放されているそうである．

9. 本部関係

前述の通り，所内は春風駘蕩，外部接衝は円満，誠に生涯中の最良の日であつたが，よいことばかりであつた理ではない．本部関係だけはどうにもうまく行かなかつた．「本部に行つて来るよ」というと，植松さんに「喧嘩しないで下さい」とよく戒しめられたが，結果は大抵その反対に終つた．

本部との間柄は昭和11年の所長会議の光景に尽きているが，両者間の溝は年を経るに従つて深まる一方であつた．殊に金銭に関する事柄は所内の空気と背馳すること多く，例えば本田さんの旅費追徴はまだしもとしても，折角来て呉れた書記の発令が故意か偶然か一週間程遅れたのに発令前の給料は払わぬ，賞与にも加算せぬと云つた話（間もなくこの人はやめてしまつた）．三崎城ヶ島に乗上げた船級船の様子を見に行きたいとの申請に「検査申請がなければ旅費の支出は出来ない」とか，管内関係者の公式招待でも旅費が要るときは一々許可が要る．自弁の場合は出張差支なしと云う，不愉快なことの連続である．

検査についても上海丸の入級検査で戒告を受けた．本船は大正8年出来の粗製濫造船で19年も使い古るした船を昭和13年5月山下汽船が買入れて入級申請があつた．当時の情勢では断ることも出来ず浅野ドックに行つて船を見ると案の定ヒドイ船であつたが，兎に角一通りの仕様書を作つて修繕に掛つた．当時は何所のドックでも事変の関係で資材と労働力の不足で困り抜いていた時で，浅野ドックでも修繕船が輻輳し繋船している船もあつた位であるから，仕様通りの工事は出来ないと断られ，仕

方なく工期を2週間も延期したがそれでも思うような修繕は出来ず，これ以上は材料がないから工期を延ばしても工事は出来ないと追出されてしまつた．尤も出来ただけの修繕でも半年1年の近海航行には差支えあるまいと，思切つて出帆を認め，「年末までには必ず横浜で修繕を完了する」との約束だつたが，四辺の状況を考え報告書には「次回年次検査まで」と一年間の余裕をつけて置いたところ，これが船級委員会の問題となり，「1年の猶予は長過ぎる．何日までに修繕するか，船主の公文を貰え」との命令で，船主は私には年末までと約束していたのに「来年3月まで」と返事して来た．これで本船は入級され，私には戒告書が来たのである．ところが世相は少しも緩和されず，このことあつてから間もなく，その年の11月逓信省は遂に変態輸入を断行し，「耐航性さえあれば修繕はなるべく見合せる」ということに踏切つたため，協会でもこの指令に盲従してその後は簡単な検査で入級させていたのである一方上海丸は故障もなく航海していたが，公約の3月になつてもドックの都合がつかず，結局私が指定した6月になつて，やつと向島で修繕したそうである．その時の修繕は上記の経緯があつたので船主も恐縮して，私が要求していた以上の仕事を実施したところ，今度は海事部から「資材を使い過ぎた」と叱られたそうである．これで事件は済んだものと思つていたところ，一年余も過ぎたその後の所長会議で理事長から，「入級検査に修理不完全で船級委員会の問題になつたから気をつけろ」との訓示があり，技師長からは「入級検査の次の年次検査にレマーク以上の修繕が出ている」と叱られた．結果から云えば，船主は「国策に添わない」と海事部から叱られ，検査員は反対の理由で協会から叱られた．見解の相違と云えばそれまでであるが，現状から遊離した人達のなさることには，私には到底納得出来なかつた．船級は船級委員会の権限であるから，検査員の報告が承認出来なければ船級を保留すればよさそうなものを，12ヶ月の猶予を3ヶ月値切つただけで，船級を認めるなどは不見識な話ではあるまいか．

これにも増した正面衝突は会計検査の件であつた．昭和15年9月突然本部から「会計検査に行くから昭和11年1月以降の書類を揃えて置け」との通告があつた．理由は分らなかつたが早速取揃えて待つていた．ただし協会は昭和11年4月に社団法人から財団法人に改組されていたので，改組前の書類は銀行に保管され，裁判所以外は閲覧出来ないはずであるけれども，植松さんの顔でそれも取揃えて置いた．本部からは主事補が来て閲覧したが何も別に不当な点もなく，その儘検定書を作り，私に「検印して呉れ」と送つて来たので，「私が検印する限りではない」と送り返したところ，改めて本部から呼出状が来たから行つて見ると，広い会議室の長机の一方に越智理事と長川理事が着席し，向いあつて私一人が着席，丸で検事局検問室の態である．「4月以降新法人の分は私が引継いだから私も検印しましようが，それ以前の分は引継いでいないから，検印はお断りします」「新法人が旧法人をその儘引継いだので，旧法人の責任も継承せねばならぬ．現に証書その他一切新法人が責任を採つているではないか」「一切を継承したとは云い条，会計はその限りではない．そのために特に清算人（越智さん）を設けて清算してあるはずだ」「今日は君の理屈を聞くため来て貰つたのではない．貴下は職員として，何故に理事長の命令を遵奉しないか，理由を問う」「旧法人の会計に関し，新法人の理事長が私に命令する権限はないから，そんな違法な命令はお断りです．しかし話がここまで来ては到底両立しません．順序として私がやめましよう」と懐中していた辞表を差出し，「私がやめなければ貴方がやめて下さい」「兎に角相談して見る」で帰つてしまつた．考えて見ると余りにも大人気ない話であるが，法学士を売物にしていながら，これ位の法理が分らないのかという潜在意識があつた所に，虎の威を借る上記のような高飛車で圧服しようという卑屈な冒動がグット癪に障つた結果でこんなことになつたのである．その後はズルズルに延びていたが，後で辞表は小野さんから送り戻して来たのでこれもその儘になつてしまつた．

海技入門選書

商船大学教授 横田利雄著

航海法規

A5 上装 130頁 〒230円 (〒70)

目次

第1章 総説
第2章 灯火および形象物
第3章 音響信号
第4章 航法
第5章 特別規則
第6章 海員の注意事項
第7章 遭難信号
第8章 操舵号令
附録 海上衝突予防法．港則法抜萃，特定水域航行令

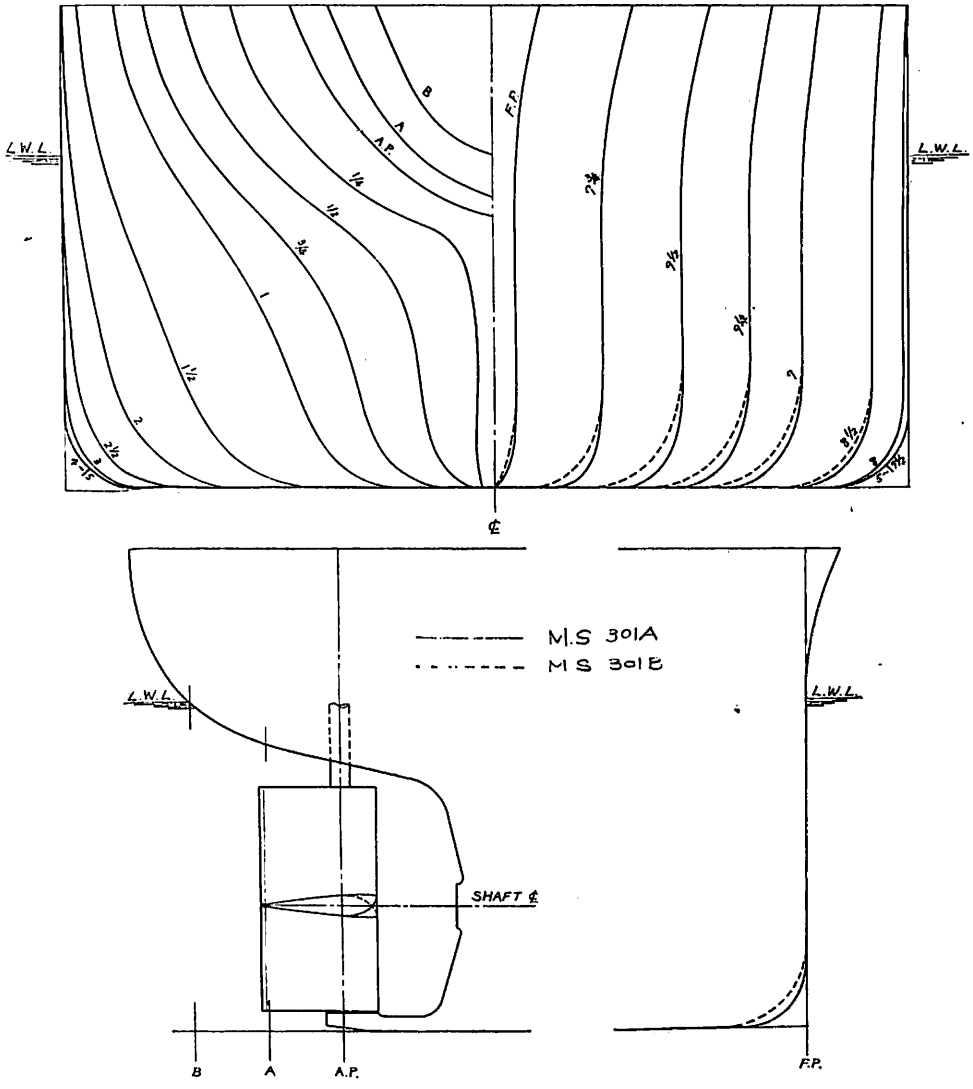
〔水槽試験資料170〕　　(M.S.301 & 301 B, M.S.302 & 302 B×M.P.255)

超大型油送船の船体前半部、または後半部の形状を変えた場合の模型試験例

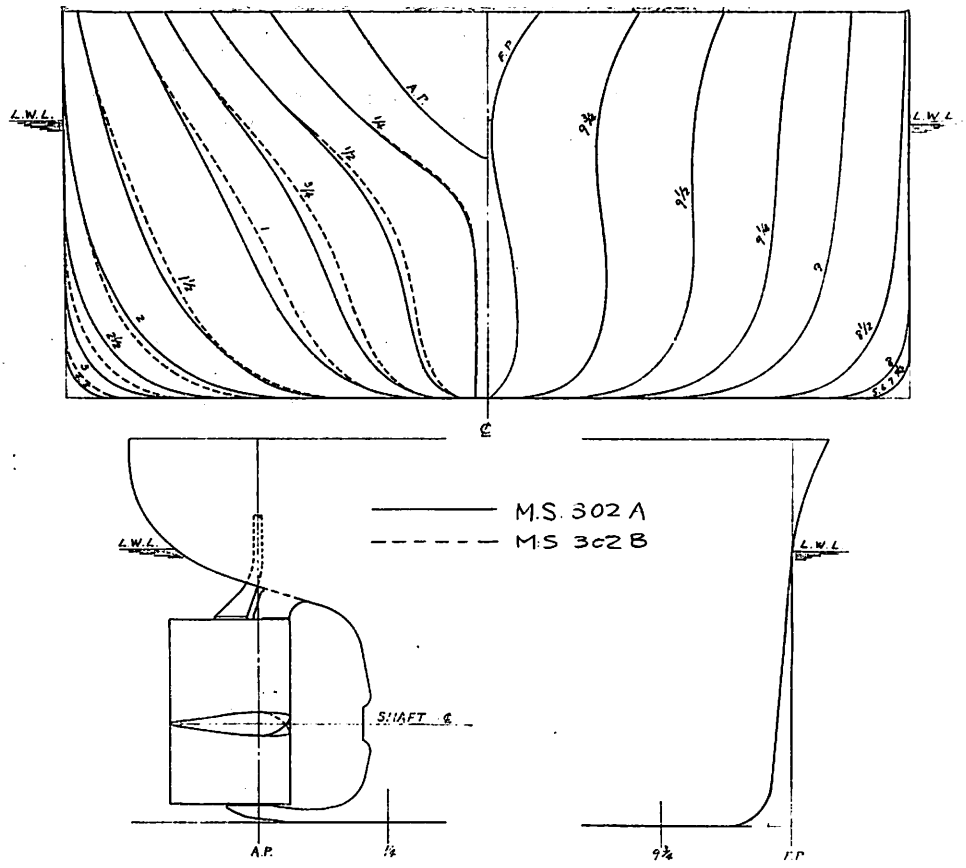
船舶編集室

M.S. 301 A および 301 B は，載貨重量約6万トン・垂線間長さ 220 m の，また M.S. 302 A および 302 B は，同じく約7万トン・229 m の超大型油送船に対応する模型船で，前者の2隻の模型船は垂線間長さ 5 m のパラフィン製のもので，後者の2隻は 6.5 m の木製模型である．これらの模型船の主要寸法等は試験に使用した模型プロペラの要目とともに実船の場合に換算して第1表に示し，その正面線図および船首尾形状を第1図および第2図に示す．

M.S. 301 A の船体前半部のフレーム・ライン形状は極度の U 型で，船首は，実船寸法で，半径 1.450 m の丸味をつけたシリンドリカル・バウを採用している．また，本船の長さ－幅比は 7.0，幅－吃水比は約 2.4 で，現在では比較的幅がせまい部類の船型である．M.S. 301B

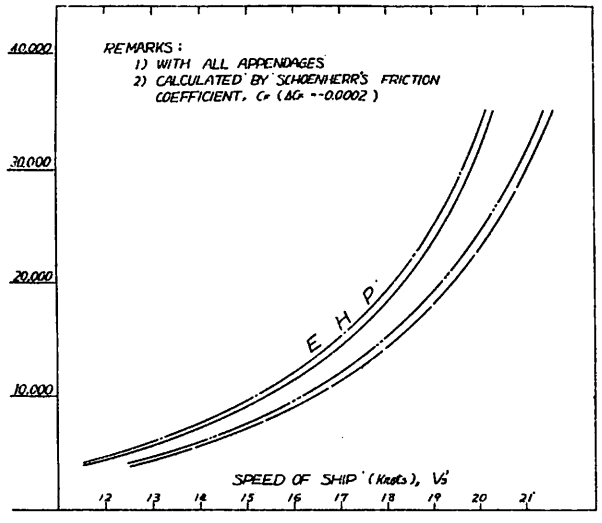


第 1 図　M.S. 301 A & 301 B 正面線図および船首尾形状図



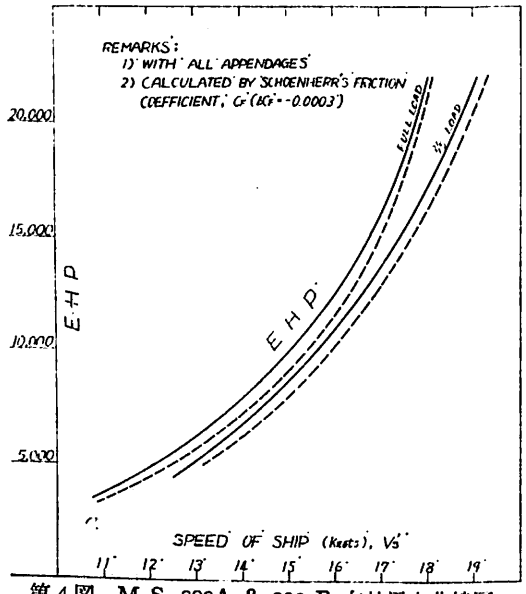
第 2 図　M. S. 302 A & 302 B 正面線図および船首尾形状図

M.S. NO.	CONDITION	DRAFT (m) A.P	M.S	F.P	DISPLACEMENT ∇_s (m³)	Δ_s (Tons)	MARKS
301 A	FULL LOAD		12.760		72,599	74,391	
	BALLAST	8.116	5.918	3.714	31,934	32,732	
301 B	FULL LOAD		12.760		72,491	74,303	
	BALLAST	8.105	5.907	3.705	31,896	32,694	

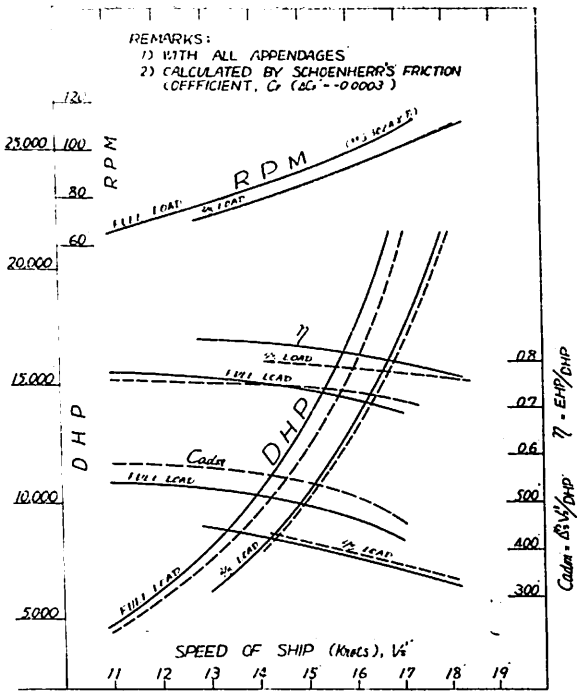


第 3 図　M. S. 301A & 301B 有効馬力曲線図

M.S. NO.	CONDITION	DRAFT (m) A.P	M.S	F.P	DISPLACEMENT ∇_s (m³)	Δ_s (Tons)	MARKS
302A	FULL LOAD		12.175		84,785	86,905	
	3/5 LOAD	9.385	6.025	3.665	43,213	44,293	
302B	FULL LOAD		12.175		84,764	86,883	
	3/5 LOAD	9.273	6.410	3.548	42,428	43,488	



第 4 図　M. S. 302A & 302 B 有効馬力曲線図



第5図 M. S. 302A & 302B×M. P. 255 DHP 等曲線図

は M. S. 301 A の船体前半部のフレーム・ラインの形状について，ビルジの彎曲部分を削り落したもので，一方，船体後半部の形状は M. S. 301 A と全く同一である．したがつて，排水量は M. S. 301 A より当然小となるが，その差は僅少である．

この2隻の模型船について，満載・バラストの2状態で抵抗試験が実施された．この結果とシェーンヘルの摩擦抵抗式を使用して，実船の有効馬力を求め第3図に示す．ただし，この場合，実船に対する ΔC_F を -0.0002 とした．図に見るように，M. S. 301 A の有効馬力はこの試験の全速度範囲にわたつて M. S. 301 B のものよりも大きく，計画速力附近では，満載・2/5載貨状態とも約6％大きい．大型肥大船型において，船体前半部のフレーム・ラインの形状を，極端なU型とすることは，抵抗性能上よくないことが明らかである．

M. S. 302 A は，第1表に示した主要寸法に対し最初に計画された船型であつたが，この模型船について水槽試験を行つたところ，期待された抵抗・推進性能が得られなかつた．そこで，主要寸法は同一として，船体後半部の形状，特にプリズマチック曲線の形状を変えて M. S. 302 B が設計された．M. S. 302 B は，302 A に比べ，船体中央部に排水量を集中して船尾部を痩せさせたものである．両船の船体前半部は全く同一のもので，船首には約4％の球状船首を採用している．また，両船の長さ一幅比は約6.0，幅一吃水比は約3.0で，幅が比較的大きい船型である．

この2隻の模型船について，満載および2/5載貨状態の抵抗および自航試験が実施された．これらの試験の結果より実船の有効馬力および伝達馬力等を算出して，それぞれ第4図および第5図に示す．なお，摩擦抵抗の算定には，シェーンヘルの式（実船に対する $\Delta C_F = -0.0003$）を使用した．また，実船の伝達馬力等の算定には，実船・模型船間の伴流の尺度影響は考慮されていない．

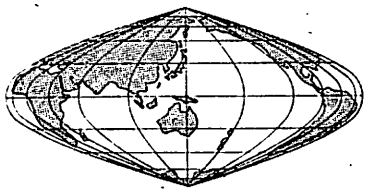
満載状態の計画速力附近についてみると，改良船型 M. S. 302 B は，有効馬力が約7％，伝達馬力が約10％低くなつている．改良前の M. S. 302A は，船尾部のプリズマチック曲線が肥えているため，特に満載状態で，水の流れに剝離現象を起し，これが顕著となつて，抵抗の増大をきたし，一方伴流が過大となつてプロペラ効率の低下が大きくなり，推進効率を悪化させているようである．したがつて，本例の船型のように方形係数が比較的大きな，しかも長さに対し幅が大きな船型においては，船体後半部のプリズマチック曲線形状の決定には特に注意を要する．

第1表 要目表

M. S. No.		301 A&B		302 A&B	
長さ (L_{PP}) (m)		220.00		229.00	
幅 (B)外板を含む (m)		31.440		36.850	
計画満載状態	喫水(d)外板を含む(m)	12.760		12.175	
	喫水線の長さ($L_{W.L.}$)(m)	225.00		232.63	
		M.S.301A	M.S.301B	M.S.302A	M.S.302B
	排水量 (∇) (m^3)	72,577	72,491	84,785	84,764
	C_B	0.822	0.821	0.825	0.825
	C_P	0.830	0.829	0.828	0.828
	C_M	0.991	0.991	0.996	0.996
	l_{CB} (L_{PP}の％にて，⊗より)	−1.61	−1.56	−1.98	−2.09
平均外板厚さ (mm)		22		25	
摩擦係数		シェーンヘル ($\Delta C_F = -0.0002$)		シェーンヘル ($\Delta C_F = -0.0003$)	

M. P. No.	255
直径 (m)	6.800 m
ボス比	0.182
ピッチ (一定) (m)	4.390 m
ピッチ比 (々)	0.719
展開面積比	0.643
翼厚比	0.052
傾斜角	10°〜1′
翼数	5
回転方向	右
翼断面形状	エーロフォイル

NKコーナー



日本鋼管鶴見製鉄所の IN 処理鋼の製造法承認について

日本鋼管鶴見製鉄所より承認申請中であつた IN 処理鋼について，下記により製造法承認がなされた．

1. IN 処理による製造法の一部変更に関する承認
   船体用 A 級ないし E 級の平炉または転炉で製鋼されるキルド鋼について，その製造過程において IN 処理を行なうことを承認する．
2. F 級鋼の承認
   (1) E 級鋼に対しては IN 処理を行なうことによつて焼きならしを省略することを承認し，これを F 級鋼（記号 KF）として，焼きならしを行なつた E 級鋼と同等のものとして取扱う．
   (2) F 級鋼は熱処理の条項をのぞき，鋼船規則第30編第4章第2節の E 級鋼の規定に適合するものでなければならない．
3. ミルシート
   IN 処理を行なつた鋼材にはミルシートの適当な欄に“IN 処理”と記載し，衝撃試験を行なつた場合はその成績を記入する．（65 船 11 号 40.1.30）

ダイハツ工業製造の油圧逆転減速機付ディーゼル主機関を装備する船の海上試運転におけるねじり振動計測省略について．

ダイハツ工業 K.K. で製造する減速歯車の継手に，フレキシブルカップリング（防振ゴム）と慣性円板とを設けた機関を装備した船では，海上試運転におけるねじり振動計測は陸上運転における計測によつて代用できることがわかつたので，今後は，陸上運転時にねじり振動計測を行ない承認を得たものについては，海上試運転時のねじり振動の測定を省略してよいことになつた．
（65 技 31 号 40.1.19）

防火構造用材料について

NK の船級を有する貨物船が，本年5月26日発効の1960年 SOLAS 条約の貨物船安全証書の発行のための要件を満足するようにするため，鋼船規則の改正が進められている．これらのうち防火構造は全く新しく適用される事項であるので詳細な取扱い内規を定める必要があると考えられている．特にパネル材料，甲板被覆材料，表面上張材料などは予備的な試験を行なう必要がある．これらの材料は，メーカーが船舶技術研究所で試験を受け，その合格証明書を NK に提出することにより船級船への使用を承認する方針である．これらの試験方法の詳細については，船舶局，船舶技術研究所および NK の間で協議してほぼ成案が得られている．B 級パネル材料の1960年 SOLAS 条約による標準火災試験は，一昨年来，メーカーの申請で，船舶技術研究所においてすでに20個余りの試験が行なわれているが，現在合否の判定基準がまだ確定していないので，合格証明書は発行せず，試験成績書が発行されている．

船体自動溶接法承認試験における吸収エネルギー規格値の変更について．

船体構造の自動溶接継手に対する溶接法承認試験については，鋼船規則において，溶接部の衝撃試験の吸収エネルギーの規格値として手溶接の場合と同様に，母材の規格値と同じ値が規定されている．しかし，昨年作成された自動溶接用材料の国際統一規格とこれにもとづいて鋼船規則に新たに規定された自動溶接用材料の認定試験においては，自動溶接部の衝撃試験規格値は母材および手溶接部の約 73 % でよいことになつている．したがつて，自動溶接継手の溶接法承認試験においても，溶接棒メーカーで行なう認定試験の規格値にあわせてその吸収エネルギーの規格値を緩和することになつた．ただし二層盛自動溶接法の場合のシャルピー衝撃試験片の採取位置は最終層側の母材表面から 2 mm 内側から採取し，多層盛自動溶接法の場合は，継手の中央部から採取することにしている．なお，この規格値の緩和は暫定的な措置であつて，近い機会に鋼船規則がこの線に沿つて改正される予定である．（65 船 12 号 40.2.2）

東京製鎖の 120 mm 径の電気溶接鎖の承認について．

船の大型化にともない，使用される錨鎖の径も大きくなつているが，本年1月に，東京製鎖鉄工 KK の 120 mm 径の電気溶接鎖が承認された．これは NK の承認を受けた電気溶接鎖の中で最大のものである．

エレクトロスラグ溶接用材料の認定について．

大阪変圧器 KK よりエレクトロスラグ溶接用材料として認定申請中であつた，OXWELD No. 36 と UNIONMELT GR. 80 の組合わせは，本年1月 KAW2 相当のものとして認定された．この溶接用材料は船体構造の立て向き自動溶接に用いられるものである．

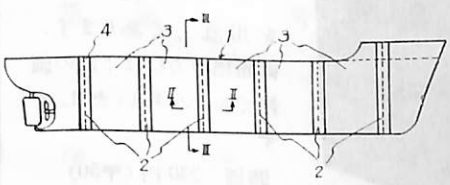
特　許　解　説

船体（特許出願公告昭39～23867号，発明者，寺田明，出願人，三菱重工業株式会社）

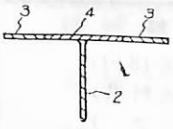
従来の船体では衝突やその他の原因によつて外板の一部に被害を受けると，そこに発生した亀裂は隔壁によつて囲まれた同区画内にとどまらず，隣接区画にまで伝播し，そのため多量の浸水をこうむつてついに沈没することがまま起つていた．

この発明は，船体の外板に生じた亀裂の伝播を防止し，亀裂を局限するようにして亀裂の伝播を防止した船体に関するものである．

図面について説明すると，1は船体，2は主横隔壁，3は主横隔壁2によつて区画された外板である．相隣れる各区画外板3の間には帯状に補強板4が挿入され，その両端面は相隣れる各区画外板3の端面と溶接されている．補強板4は第2図に示すように外板3と同一の厚さをもつているが，外板3よりも耐亀裂性が一段と秀れた材料によつてつくられている．したがつて，主横隔壁2によつて区画されたある区画外板3に損傷を受けて亀裂を生じた場合，同区画外板3に生じた亀裂は相隣れる外板3の間に帯状に挿入された補強板4によつて隣接する区画外板3へ伝播するのを防止され，亀裂は損傷を受けた区画外板3に局限されて船内への浸水も損傷を受けた区画にのみ限定される．



第　1　図



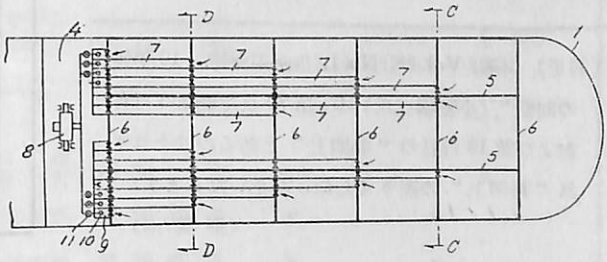
第　2　図

なお，補強板4の材質，厚さ，大きさ，長さ等は船殻重量その他の点を考慮して適宜選択すべきものである．また，上記した船体1においては補強板4は横隔壁2を溶接しているが，補強板4は船体1の縦方向，あるいは縦および横方向の所望位置に挿入して隔壁と溶接される．

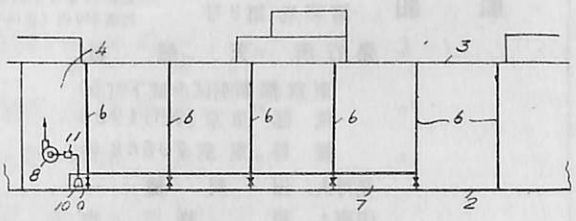
トランク型パイプを有する液体輸送船（特許出願公告昭39～28471号，発明者，安藤愿英，出願人，石川島播磨重工業株式会社）

従来の液体輸送船は液体貨物の搭載，陸揚げのために各液体貨物タンク内にそれぞれ液体貨物用の主管および支管を配設し，これらの主管，支管にバルブを設けるとともにこれを上甲板より遠隔操作によつて開閉するための伝導軸を設置していた．したがつて液体貨物タンク内に主管および支管が錯綜するばかりでなく液体貨物の搭載，または陸揚げの場合にバルブの開閉に多くの作業員を要し，さらに遠隔操作用の伝導軸を円滑に作動させるために常にその点検および補修を必要とした．

この発明は，上記の欠点を除去するために発明されたものであり，図面について説明すると，液体貨物の荷役用ポンプ室4と複数の液体貨物搭載タンクとの間にトランク型パイプ7を設け，これらのトランク型パイプ7の一側以上を船底外板1，船底縦肋骨，縦隔壁等の船底構造の一部を利用して構成し，各トランク型パイプ7を縦隔壁5に沿うて互に隣接せしめ，かつ，これらのトランク型パイプ7にとりつけたバルブ11をすべてポンプ室4に集めた液体輸送船である．なお，符号1は船体，3は上甲板，6は液体貨物搭載タンクの横隔壁，8は液体貨物荷役用ポンプ，9はリセス，10はリセス内に設けた注入兼排出口をそれぞれ示す．



第　1　図

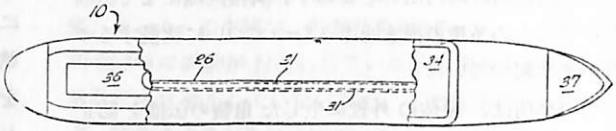


第　2　図

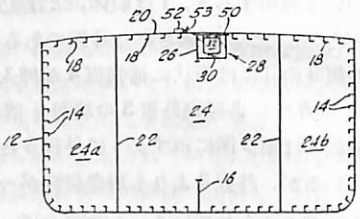
タンカー（特許出願公告昭39～28805号，発明者，ジエイムズ，バーノン，セシル，マルカムソン外1名，出願人，テキサコ，デベロプメント，コーポレーション—アメリカ.）

この発明は，甲板用中心縦ガーダの船体構造を改変することなく，甲板用中心縦ガーダを支持体として利用して外洋航行タンカー構造に甲板下トンネルを作るものである．この甲板下トンネルは船員の防護通路，甲板上に通される配管，溝梁，ケーブル等の防護収容場所となり，主甲板から常設歩路をなくして比較的障碍物のない甲板が提供される．

図面について説明すると，外洋航行タンカー10には鋼製外板12および等間隔に配置された外板縦通材14があり，龍骨16は船底に縦に延在している．甲板縦通材18は最上部に等間隔に配置され甲板20でおおわれて上甲板が作られている．外洋航行タンカー10の船体は主甲板と船底との間に延在する二つの縦隔壁22によつて分割され，外板12とこれら縦隔壁22とは積荷タンク24ならびに翼倉24a，24bを区画している．甲板用中心縦ガーダ26は船の中心線上で実質的に船の全長にわたつてのびている．符号28で示されるコッファダム隔壁は主甲板から下向きに積荷タンク24の中に延在し船の中心線に平行に配設され，しかも甲板用中心縦ガーダ26はコッファダムの一外側壁として利用されるとともにコッファダムを支える真直部材となつている．コッファダム構造28においては複数のU字形フレーム30が甲板用中心縦ガーダ26の右舷側から横にまた主甲板から下方にのびている．U字形フレーム30の内側寸法は船員，配管，溝梁，ケーブル等をも収容する通路，すなわちトンネル32を区画しうる大きさである．トンネル32は船橋楼34から後尾船室36までのび場合によつては船首楼甲板37までのびる．なお，符号52は積荷タンク24に対する通気装置53をもつた荷役ハッチである．



第　1　図



第　2　図

（特許庁　増田　博）

〔訂正〕本誌 Vol. 38, No. 1,“函館海難，10年後の回顧”（小野暢三氏）中，第70頁左欄第3行目および第13行目の“海面上”とあるのはそれぞれ“海図上”の誤りでした．訂正いたします．

（編集部）

「船舶」のファイル

左の写真でごらんのような「船舶」用ファイルを用意してあります．御希望の方には下記の価格でおわかちいたします．

頒価　230円（〒50）

船　舶　第38巻 第3号　昭和40年3月12日発行　特価240円（送18円）

発行所　天　然　社
東京都新宿区赤城下町50
電　話　東京(269)1908
振　替　東京79562番
発行人　田　岡　健　一
印刷人　研　修　舎

購読料
1冊　220円（送18円）
半年　1,300円（送料共）
1年　2,600円（〃）
以上の購読料の内，半年及び1年の予約料金は，直接本社に前金をもつて御申込みの方に限ります

天然社・海技入門選書

船の保存整備	東京商船大助教授	鞠谷宏士	A5	130頁	¥300
船舶の構造及び設備属具	東京商船大助教授	鞠谷宏士	〃	160頁	¥390
沿岸航法	東京商船大助教授	上坂太郎	〃	160頁	¥280
推測および天文航法	東京商船大教授	豊田清治	〃	160頁	¥280
航海法規	東京商船大学教授	横田利雄	〃	140頁	¥230
海事法規	東京商船大学教授	横田利雄	〃	160頁	¥320
海上運送と貨物の船積（前篇）海上運送概説	東京商船大学教授	田中岩吉	〃	140頁	¥320
海上運送と貨物の船積（後篇）貨物の船積	東京商船大学教授	田中岩吉	〃	170頁	¥390
船用プロペラ	東京商船大学教授	野原威男	〃	104頁	¥230
船舶運航要務	東京商船大助教授	中島保司	〃	170頁	¥300
航海計器学入門	東京商船大助教授	圧司和民	〃	160頁	¥320
操船と応急	東京商船大学教授	米田謹次郎	〃	130頁	¥300
舶用内燃機関（上巻）	前東京高等商船教授	小方愛朔	〃	170頁	¥300
舶用内燃機関（下巻）	〃	小方愛朔	〃	190頁	¥320
蒸気機関	東京商船大学教授	清宮貞	〃	90頁	¥200
舶用電気の基礎	東京商船大助教授	伊丹潔	〃	180頁	¥360
燃料・潤滑	東京商船大助教授	宮島時三	〃	200頁	¥460
電波航法入門	東京商船大学教授	鮫島直人	〃	200頁	¥460
船の強度と安定性	東京商船大学教授	野原威男	〃	160頁	¥380
気象と海象	東京商船大学学長 東京商船大助教授	浅井栄資 巻島勉	〃	170頁	¥480

以下続刊

指圧図	運輸省海技試験官	西田寛	A5	未定	
舶用材料	東京商船大学教授	賀田秀夫	〃	〃	
ボイラ用水	東京商船大学教授	賀田秀夫	〃	〃	
機械の運動と力学	東京商船大助教授	小山正一	〃	〃	
機械工作・材料力学	東京商船大助教授 〃　〃	小山正一 真川茂	〃	〃	
舶用汽罐	東京商船大学教授	真壁忠吉	〃	〃	
舶用補機	東京商船大助教授	小川武	〃	〃	

（送料各70円）

世界で最も新しい自動鋼板取扱用

マグネット・クレーンとキャプチベーター

ビアノバ・キャプチベーター

★自動的に鋼板を取り上げるコンベアー式運搬台車。

効　率

★あらゆる大きさ及び厚さの鋼板を単独に取り扱うことができます。

経 済 性

★通常二台のクレーンが必要とされる場所で、一台のマグネット・クレーンと、それに接続されたビアノバ・キャプチベーターがあれば充分です。

★ビアノバ・キャプチベーターは人手なしに充分に働きます——100%自動です。

Vickers-Armstrongs 造船所で使用中の15トン、マグネット・ガントリー・クレーンとキャプチベーター
同装置は日本鋼管鶴見造船所にても稼動中

VIANOVA

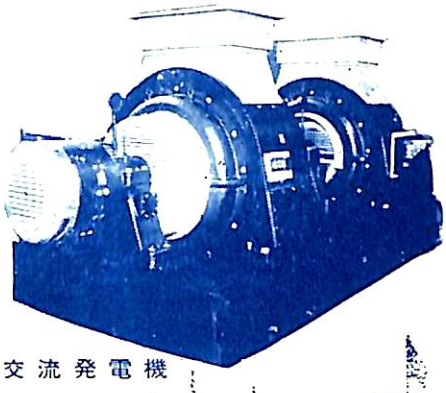
H. NIELSEN & SON
ENGINEERING WORKS LTD.

37 ALDERSROGADE, COPENHAGEN-N, DENMARK.
Telephone 94-3303. Cables VIANOVA, Telex 5951

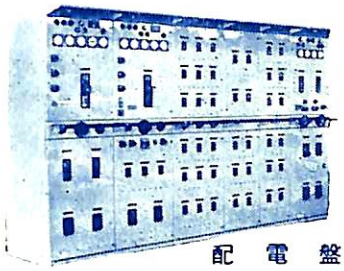
日本総代理店　ウォルハート・ブラザース(ジャパン)リミッテッド　電話　東京567－2067・8

Users of **VIANOVA** *equipment include*

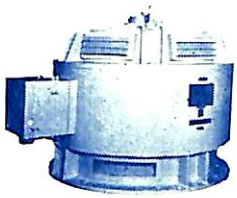
Arsenal Militaire de Lorient
Ateliers et Chantiers de Dunkerque et Bordeaux
Bath Iron Works Corporation
A/S Bergens Mek. Verksteder
Bethlehem Steel Corp, Sparrows Point Yard, Quincy Yard
Blohm & Voss A.G.
Scheepsbouwwerven Jos. Boel & Zonen N.V.
Bremer Vulkan-Werft
Brodogradiliste 3 Maj
Brodogradiliste Uljanik
A/S Burmeister & Wain
Capito & Klein A.G.
Chantiers de l'Atlantique
Chantiers Navals de la Ciotat
Crichton-Vulcan
S/A Cockerill-Ougrée
Demag A.G.
Deutsche Werft A.G.
Eriksbergs Mek. Verkstads AB
The Fairfield Shipbuilding & Eng. Co. Ltd.
Finnboda Varf A/B
Forges et Chantiers Navals de la Gironde a Bordeaux
Furness Shipbuilding Company Ltd.
Gdynia Shipyard
C. van der Giessen & Zonen's Scheepswerven N.V.
Alfred Hagelstein G.m.b.H.
Harland & Wolff Ltd.
AB Bröderna Hedlund
Hein, Lehmann & Co. A.G.
Howaldtswerke Hamburg A.G.
Hüttenwerk Oberhausen A.G.
Ingalls Shipbuilding Corp.
Kaldnes Mek. Verksted A/S
Kieler Howaldtswerke A.G.
Kockums Mek. Verkstads A/B
Kristiansand Mek. Verksted A/S
Friedr. Krupp Maschinen und Stahlbau
A.B. Lindholmens Varv
Lithgows Limited
Marinens Hovedverft, Horten
Newport News Shipbuilding and Dry Dock Company
Odense Stålskibsværft A/S, Lindoe
Orenstein-Koppel und Lübecker Maschinenbau A.G.
Oresundsvarvet A.B.
Rauma-Repola Oy
Rheinstahl Nordseewerke G.m.b.H.
A/S Rosenberg Mek. Verksted
Sandvikens Skeppsdocka
Scotts' Shipbuilding & Eng. Co. Ltd.
Sociedad Española de Construccion Naval
Alexander Stephen & Sons Ltd.
H.C. Stülcken Sohn
A/S Tangen Verft
Uddevallavarvet AB
Verolme Dok—en Scheepsbouw Maatschappij N.V.
Vickers-Armstrongs (Shipbuilders) Ltd., Naval Yard Walker
Walzwerk Neviges
A.G. Weser
Wilton Fijenoord N.V.



交流発電機



配電盤



モートル

主要電気機器

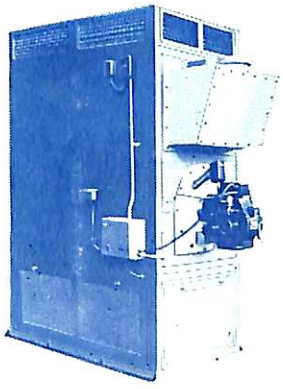
発電機・シリコーン変圧器
アンプリダイン式増幅発電機
磁気増幅器・電動ウインチ
各種電動機・電動揚錨機
電動繋船機・配電盤
製御装置・その他一般

輸送の原動力

Toshiba
東芝
船舶用機器
東京芝浦電気株式会社

MINORIKAWA

工場・事務所の暖房に……



南極観測隊暖房用としてご採用

- 灯油焚及重油焚
- 出力25,000kcal/h～500,000kcal/h
- 納入台数　約2500台

全自動油焚温風暖房機

株式会社御法川工場
東京都文京区小石川２丁目18―15
TEL　(812)　1291代表

総代理店
東京通商株式会社機械第三部
東京都中央区京橋３の５
TEL　(535)　3151大代表

船齢を延ばす……塗る亜鉛メッキ

Dimetcote

ダイメットコート®

ダイメットコート・サーフエス・トリートメント

従来のプライマーと異なり無機、有機塗料のどちらの下塗りとしても使える無機硅酸亜鉛塗料です。鋼板をショット・ブラスト直后塗りますからサンド・ブラストの手間は殆んどはぶけます。

米国アマコート会社　日本総代理店

本社：横浜市中区尾上町5の80
電話：横浜（68）4021～3
テレックス：215～53 INOUYE

株式会社 井上商会
井上正一

工場：横浜市保土ヶ谷区今宿町
電話 横浜（92）1661

船舶　第三十八巻　第三号

昭和五年三月二〇日　第三種郵便物認可
昭和四十年三月七日　印刷
昭和四十年三月十二日　発行　（毎月一回）

編集発行兼印刷人　東京都新宿区赤城下町五〇番地　田岡健一

印刷所　研修舎

本号特価二四〇円　発行所　東京都新宿区赤城下町五〇番地　天然社　振替・東京七九五六二番　電話東京（269）一九〇八番

保存委番号：
193015

BMI 5541