昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可 昭和四十三年四月七日印刷
毎月一回十二日発行 昭和四十三年四月十二日発行
昭和二十四年三月二十八日国鉄特別承認雑誌第四〇六号

SHIPPING

船舶

1968. VOL. 41

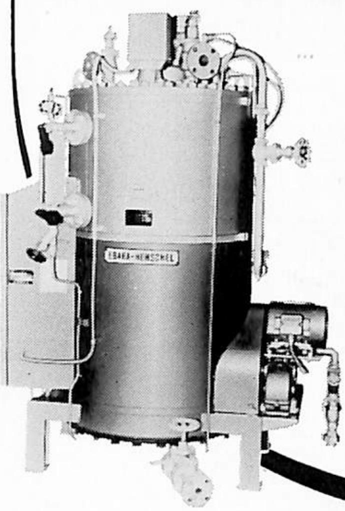
4

NKK 日本鋼管

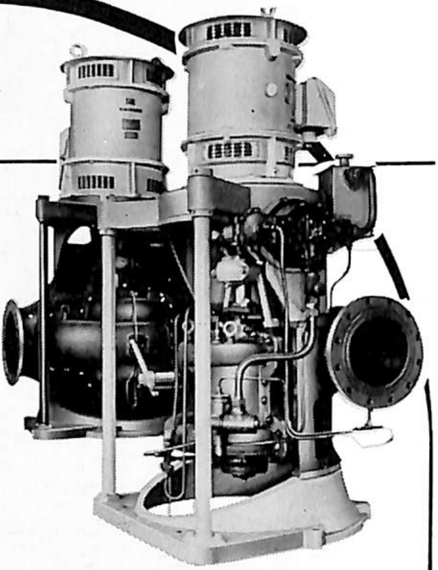
天 然 社

エハラの舶用機器

各種舶用ポンプ
送排風機
空調機器
甲板機械用油圧装置
サイドスラスタ装置
ヒーリングポンプ装置



船舶用
エハラヘンジェル・ボイラ



エハラ舶用ポシプ

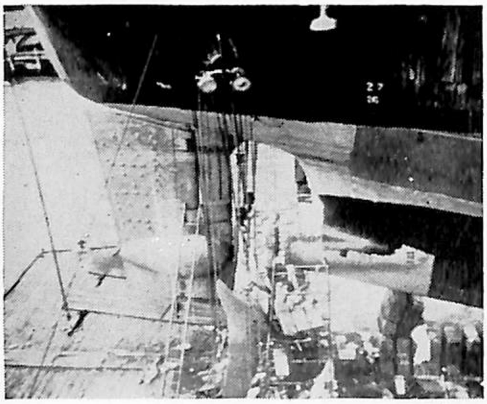
EBARA

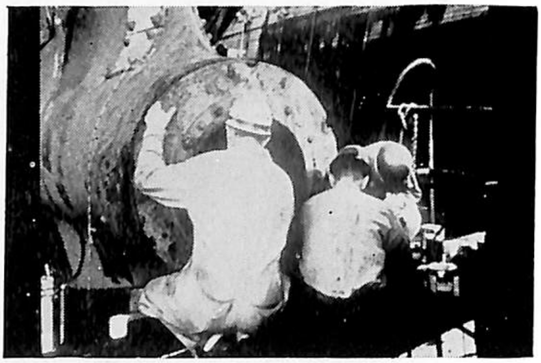
荏原製作所

本 社：東京都大田区羽田旭町
支 社：東京銀座西 朝日ビル・大阪中之島 新朝日ビル
出張所：名古屋・福岡・札幌・仙台・広島・新潟・高松

Devcon® を船舶修理に!!

Plastic Steel® は摩耗したポンプ、亀裂を生じた鋳鉄・各種配管・油圧系統・タンク等の漏れ、摩耗したバルブ・カム・ギヤーの変更 等の永久修理ができます。





硬化が速い！
強い！
使い易い！

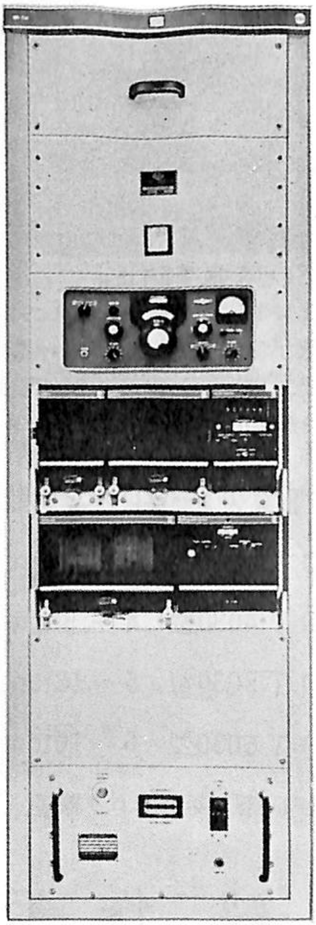
DEVCON CORPORATION DANVERS, MASS. U. S. A.

日本デブコン株式会社

東京都品川区東五反田5ノ10ノ18（岩田ビル）
TEL (447) 4771（代）
大阪出張所 大阪市北区絹笠町9（大和ビル）
TEL 大阪(364)0666・(361)8498

COLLINS・SSB Maritime Communication System

MR-102 Transceiver



○自動同調方式によりコントロールユニットで各周波数を設定するだけで自動的に同調が得られます。

○たった1個のクリスタル発振器ですべての周波数が得られる方式をとっておりますので、各周波数での安定度は一定で、しかも1回の調整テストですべての周波数の調整ができます。

○周波数安定度は1日の変化量がわずか1億分の1です。

○多種多様の電波型式が交信できます…
A3A, A3B, A3H, A3J, A1, F1, FSK

○自動アンテナ同調装置を装備しております。

この外、3KW、10KW送信装置、100Wトランシーバー、高信頼度受信機等各種ございますので、資料御要求あり次第御送り申し上げます。

コリンズ日本取扱店

KBK 極東貿易株式会社 特器部 電波機器課

東京都千代田区大手町2の4(新大手町ビル7階) 電話 270-7711

艤装用など各種造船工事に活躍する
小川のOT型タワークレーン

特長

- 安全性と経済性を高める為の水平引込装置を採用。
- ジブの最少旋回径を0米にし、クレーン本体に保持するポストを繰込んでクライミングできる構造。
- 自力で吊り上げる即ちクライミングが簡易化できる装置である。
- モーメント制御装置及びクレーンロープの過負荷警報装置で、事故やワイヤロープの破壊を防止。
- クレーン運転者の目の前の標示装置で、ジブの傾斜角度、制限荷重及び旋回径を自動的に知り得る。

OT型タワークレーン：能力

OT3030型	3～9 ton
OT4030型	4～9 ton
OT5030型	5～10ton
OT6030型	6～10ton

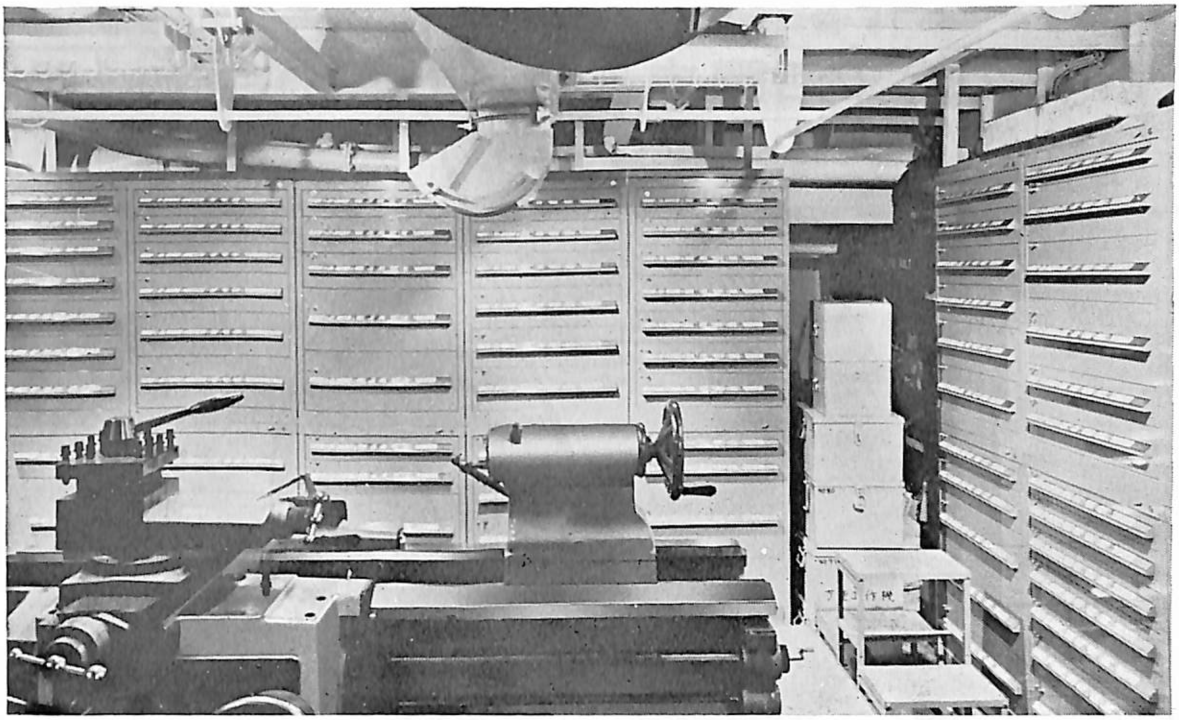
■御一報次第カタログ贈呈

株式会社 小川製作所

本　社　千葉県松戸市稔台440番地　電話　松戸（0473）62－代表1231番
大阪営業所　大阪市東区淡路町5の33兼松江商（株）機械第1部内
電　話　大阪（06）228－3576～8

総代理店
兼松江商株式会社

東京支社	東京都中央区宝町2－5（兼松江商ビル）	機械第1部第1課	電話（562）6611
大阪支社	大阪市東区淡路町5の33	機械第1部第3課	電話（228）3576～8
名古屋支店	名古屋市中区錦1－20－19（名神ビル）	機械第1課	電話 名古屋（211）1311
福岡支店	福岡市天神2－14－2（福岡証券ビル）	機械課	電話 福岡（76）2931
札幌支店	電話 札幌（6）7386		



船倉の合理化にヴィドマー

●船舶艤装用ヴィドマー・キャビネット

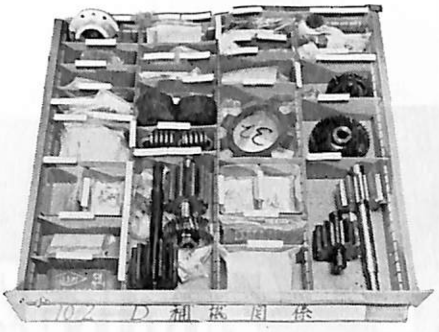
せまい船倉内を最大限に使う。それなら、世界各国で使われているヴィドマー・キャビネットがいちばん

●1ドローア(ひきだし)に平均 200kgを収納。床面積0.5㎡に4トンは平気

●ストッパー装置つき。ドローアは、すべり出ません施錠も完全

●ドローア内のマス目仕切りは、パーティション、ディバイダーなどで自由自在

●収納物は、表示ラベルで一目瞭然



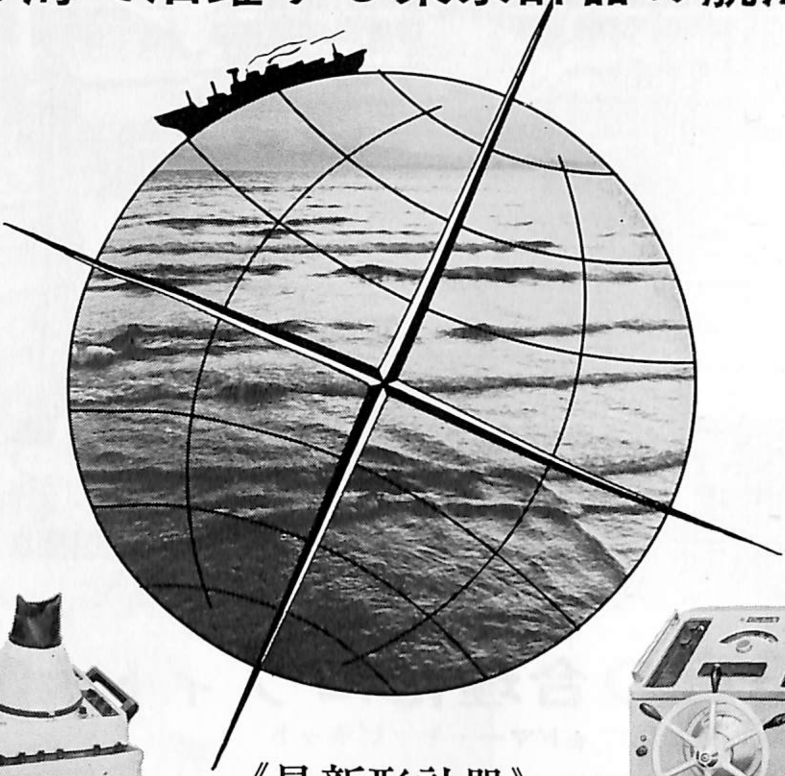
●遠慮なくお問合わせください●専門の係員がお伺いいたします

Vidmar

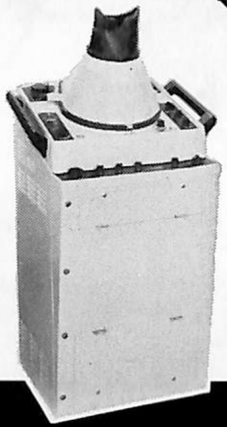
村田ヴィドマー株式会社

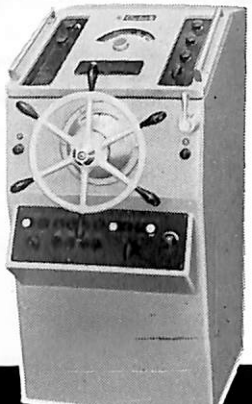
本　　社	京都市南区吉祥院落合町103番地(電)	681−9141(大代)
東京営業所	東京都港区芝琴平町27番地(電)	502−1471(代)
名古屋営業所	名古屋市駅前通新名古屋ビル南館5階(電)	561−1501(代)
大阪営業所	大阪市東区北浜3の5大阪神鋼ビル2階(電)	202−3936(代)

世界の海で活躍する東京計器の航海計器



《最新形計器》





新製品

マリン

レーダ MR32C(D)

わが国で最も多量のレーダを製作してきた弊社が，その豊富な経験と，最新の技術を結集して製作した信頼度の高いレーダです。

MR－32C……超高分解能形

MR－32D……超高感度形

GYRO COMPASS＋PILOT＝Gylot

ジャイロット

ジャイロットとは船舶の近代化に応えて弊社が独自で開発したもので，ジャイロコンパスとオートパイロットの制御部分を一つの操舵スタンドに組込んだ最新の操舵装置です。

GLT－100シリーズ……中小形船舶用

GLT－200シリーズ……大形船舶用

株式會社 東京計器製造所

本 社　東京都大田区南蒲田２－１６　TEL 732－2111(大代)

営業所　大 阪・神 戸・名古屋・広 島・北九州・長 崎・函 館

船舶

第41巻 第4号

昭和43年3月12日 発行　　天 然 社

◇ 目　　次 ◇

タンカーの三次元増トン工事 …………………… 三菱重工・神戸造船所・修繕船部…(42)
水ジェット推進について(1) …………………… 丹羽誠一…(50)
木船構造用木材について …………………… 山井長三郎…(54)
軽構造の木船というもの …………………… 戸田孝昭…(61)
強化プラスチック製救命艇の現況 …………………… 多田羅憲男…(68)
北海道デッカチェインの測定試験結果について(2) …………………… 只野暢…(75)
2軸船における Twin Skeg Stern が推進性能におよぼす影響 ……
…………………… 伊藤達郎・篠田仁吉・宝田直之助…(83)
日本造船研究協会の昭和41年度の調査研究業務について(3) ……… 北島泰蔵…(90)
Freedom 型貨物船の設計と概要(2) …………………… 石川島播磨重工業株式会社…(99)

〔製品紹介〕古野電気新発売の超高分解能大型レーダー "FRA—50" ……………………(107)
KN コーナー ……………………(108)
昭和43年2月分建造許可実績(船舶局造船課) ……………………(109)
〔水槽試験資料 207〕載貨重量 約 70,000トン級油送船の模型試験例 ……………… 「船舶」編集室…(110)
〔特許解説〕☆ 端艇揚降装置　☆ 水陸両用地面効果乗物　☆ 撒荷運送船の甲板部構造　☆ 渡船橋 ……(114)

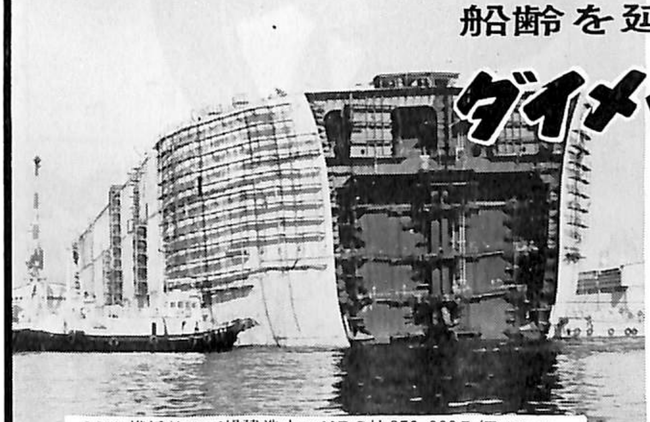
写真解説　☆ IBM システム/360 にてわが国初のコンピューター間オンライン実施(三井造船)
☆ 日本最大の大型舶用推進操舵ユニット(石川島播磨重工)
☆ 三井造船・千葉造船所の超大型船建造ドックの建設工事進捗
☆ KOSAKA-BORNEMANN スクリウポンプの公開試運転
☆ 昨1年間に 800万 DWT タンカーに装備されたスエーデンガンクリーン
☆ 13隻連続建造する 175,000 DWT タンカーの第1船進水(佐世保重工)

進水——☆ 神宮丸
竣工——☆ たけ丸　☆ 新高丸　☆ 大翔丸　☆ 松山丸　☆ 若根山丸　☆ 東光山丸
☆ 紀乃川丸　☆ 津軽丸　☆ 日東丸　☆ UNIVERSE CONVEYER　☆ HOEGH RIDER　☆ PEARL VENTURE　☆ AMOCA CREMONA　☆ AQUAGEM
☆ H. R. MacMILLAN　☆ HEMLOCK　☆ WORLD MOBILITY　☆ M. T. ARGES
☆ FRANSISCO I MADARO　☆ ANDROS CITY

船齢を延ばす

ダイメットコート®

塗る亜鉛メッキ



IHI横浜第2工場建造中のNBC社276,000D/Tタンカー。本船の外板、デッキ等すべての暴露部及びCOT内にダイメットコート並びにアマコート塗料が使用されております。

弊社工事部は最新の設備と優秀な技術によりサンドブラスト処理からスプレイ塗装まで一貫した完全施工をしております。ダイメットコート国内施工実績400万平方米。

米国アマコート会社日本総代理店

株式会社 井上商会

取締役社長 井上正一

横浜市中区尾上町5-80　TEL 横浜(681)4021〜3
横浜(641)8521〜2

IBM システム／360をにて
わが国初のコンピューター間
オンライン実施

（三井造船）

三井造船・千葉造船所において稼動中の IBM システム／360 モデル40

三井造船においては日本アイ・ビー・エム株式会社から IBM システム／360 2 台を導入，この2台を専用電話回線で結んだわが国では初めてのオンライン・システムを実施した。

オンライン・システムは通常コンピューターとターミナルを結んだものを指すが，同社の採用したシステムは，本社に IBM システム／360モデル 20，千葉造船所にシステム／360モデル 40 をそれぞれ設置，この間を 1,200 ボー (Baud) の専用線で結び，オンラインとしたもので，本社においても千葉に設置のモデル40を自由に手元にあるかのごとく使用できるシステムである。

本社に設置のモデル20は主として遠隔データ処理の端末機として働き，千葉のモデル40は2区画のマルチ・プログラミングを行ない，1区画はモデル20（本社）とのデータ送受信を行ない，他の1区画ではモデル20(本社)から送られたデータと千葉造船所の業務処理を行なう。

同社が，このシステムを採用した目的は，船舶の価格納期などの見積り業務を迅速化することにより船主に対するサービスの向上を図ることにある。

従来，技術計算および経営計算などには中型以上の磁気ディスク装置付コンピュータが，さらに処理サイクルの短い生産管理および個別受注見積などにもこの種コンピュータが必要とされ，中型機2台を要するわけであるが，同社のオンライン・システムでは，この中型機2台のうちの1台を小型機で代用することができる。なお，このほか同社では，同時に玉野造船所にもシステム／360モデル40 1台を設置，すでに稼動を開始している。

日本最大の大型船用推進操舵ユニット

（石川島播磨重工）

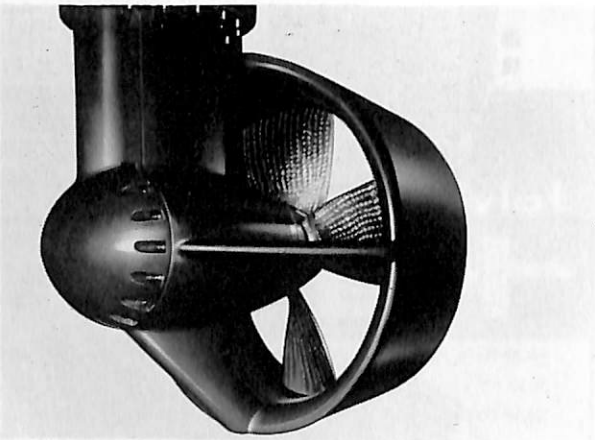
石川島播磨重工は，このほど推進および操舵に必要なすべての装置を1つのユニットにまとめた日本最大の船用推進操舵ユニットを開発した。

この大型船用推進ユニットは，ダックペラG型と呼ばれ，① 推進および操舵に必要なすべての装置が1つのユニットにまとめられているので，船体構造が簡単になり，② プロペラが360°旋回可能で操縦性がきわめてよく，③ プロペラ効率がよいので，馬力当りの発生推力が大きく，④ 容易に遠隔制御できる。

これらのことから，特に曳船，押船，フェリーボート，クレーン船などの船種に適している。

このほど開発した，ダックペラG型は船舶の大型化にともなって，必要とされる大型の曳船用に適し，すでに開発した機種ダックペラS型，M型，L型の3種は，防衛庁，エッソスタンダード（バンコック）などに計12基を納入している。

なお，ダックペラG型の馬力は700～1,000馬力である。



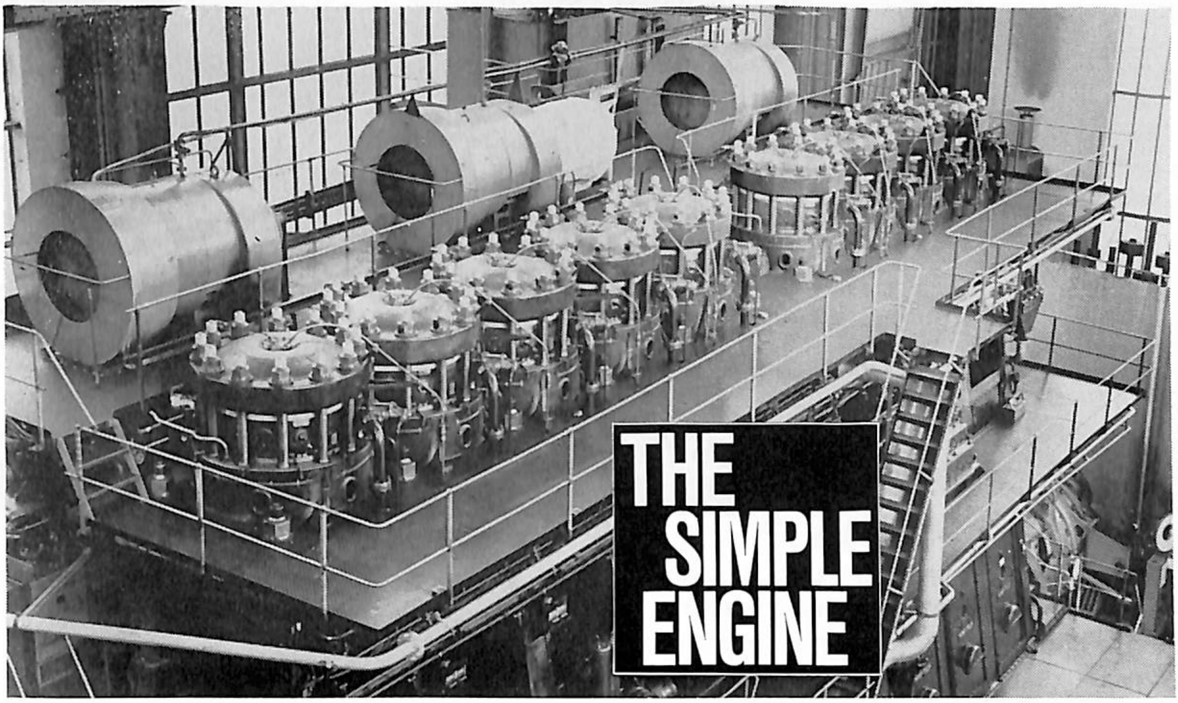
G型主要目は下記のとおりである。

垂直駆動装置

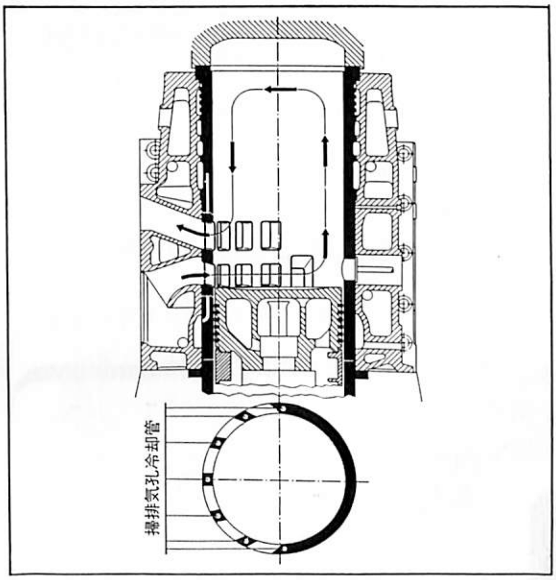
連続最大伝達馬力（入力軸）	950 PS/750 RPM
傘歯車形式	スパイラルベベル

プロペラ

形　　式	4翼カプラン型ノズルプロペラ
プロペラ直径	約 1,800 mm
操 舵 装 置	電動油圧プロペラ360°旋回式



反転掃気方式



KZ型反転掃気機関の簡単で堅固な構造は反転掃気方式（1923年特許取得）を採用しているMAN社の伝統です。この反転掃気方式は、年々改良を経て現在もなお重要な掃気方式の一つです。その主な特長は、高い掃気効率、小さい空気抵抗、排気弁のないコンパクトなシリンダカバ、シリンダカバ中央に位置する燃料噴射弁、水冷式の掃排気孔等です。

掃気ポンプとしてはピストン下面が利用され、排気タービン過給機との接続は並列・直列の組合せで行われています。

M·A·N

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AKTIENGESELLSCHAFT AUGSBURG WORKS

MAN事務所

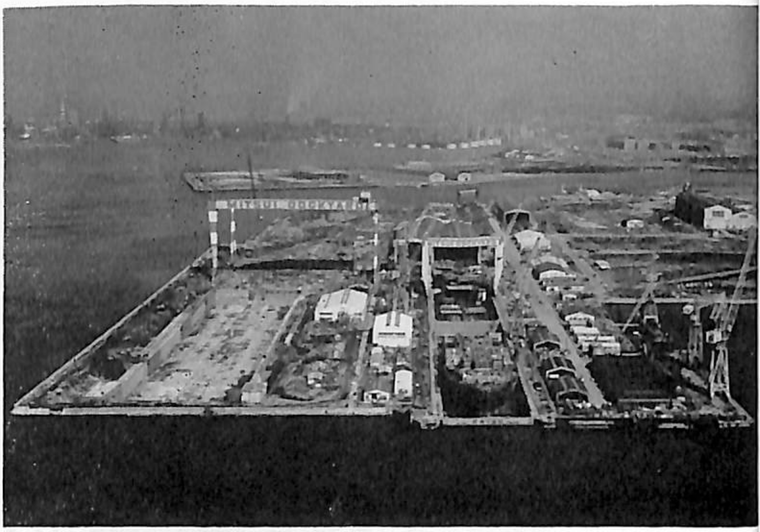
日本代表：P. フォン モーボーシ	東京 C.P.O. Box 68
神戸サービスベース	神戸 67 07 65

ライセンシー

川崎重工業株式会社	神戸／明石
三菱重工業株式会社	東京／横浜

三井造船・千葉造船所の超大型船建造ドックの建設順調に進捗

すでに300トンゴライアス・クレーンの第1号機を完成



三井造船・千葉造船所における超大型ドック建設工事は，本年6月の第1船起工を目指し目下急ピッチで進んでいる。

ドック本体は，62,500立方米におよぶ大量の土砂の掘削にひきつづき，渠口部，ポンプルームおよびサービスギャラリーの一部工事を残し，すでに渠底，渠壁とも基礎杭，コンクリート打設を完了している。清海水パイプ，空気管および電線などを収納するサービスギャラリーは3月末に，ポンプルームも現在ポンプの取付工事が進められており，近く工事を終る予定である。

さらに渠口部については，ゲートの据付部分の工事は9分どおり終了，3月末より渠底で組立を開始するドック・ゲートの据付をもって完成する。

ドック本体とともに世界一の規模を誇り得るゴライアス・クレーン2基のうち第1号機は，すでに1月末運転室の搭載をもって組立を完了，現在電装工事にとり掛っており，第2号機も引き続き4月上旬には主桁捲上げが行なわれる予定で，第1号機をふくめいずれも玉野および千葉造船所にて内作のものである。高さ80米，幅140米，新ドックと製缶工場を跨いでそびえるゴライアス・クレーンの大きさは，現有の150トン型に比べ，約3倍半，重量は約2,000トンを超える巨大なもので，剛脚内部には昇降用エレベータも設けられており，1基にて300トン2基共吊りで600トンまでの能力を有し，超大型船建造にあたって，ますます巨大化するブロックの運搬に備えている。

このドックにおける第1船は，英国P&O社より受注した176,000重量屯型超大型油槽船4隻のうちの第1番船で，本年6月起工，明年春竣工の予定である。

1. ドック寸法
   (長さ) 400米×(幅) 72米×(深さ) 12.5米
2. ドック用クレーン
   船体ブロック運搬用 300屯吊
   ゴライアス・クレーン　2 基
3. ぎ装工事用クレーン
   20屯吊塔型　2 基
4. ブロック組立定盤　20,100平方米
5. 繋船岸壁
   (繋船岸壁用20屯吊塔型クレーン1基) 400米

防蝕防錆のことならなんでもご相談ください

無機質高濃度亜鉛塗料
ザップコート
(ニッペジンキー#1000)

電気防蝕

性能のすぐれた新しい
アルミニウム合金流電陽極
ALAP

港湾施設・船舶・埋設管・地中海中鉄鋼施設・機械装置

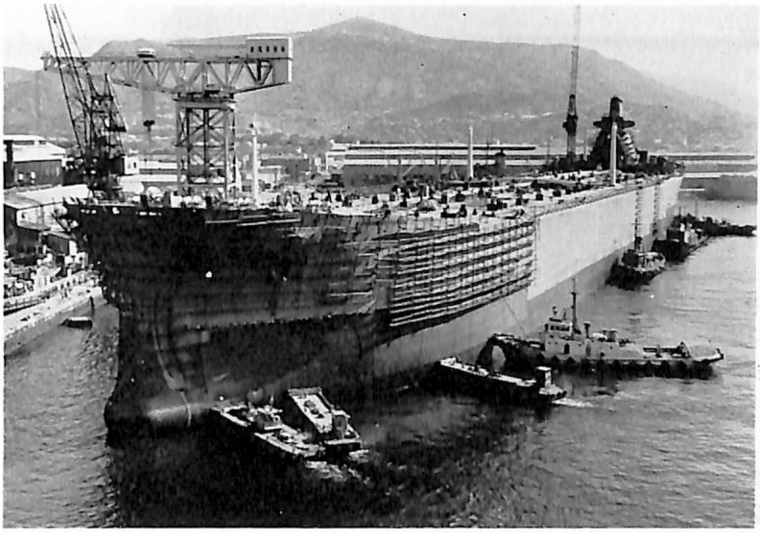
調査 設計 施工 管理

中川防蝕工業株式会社

本店 東京都千代田区神田鍛冶町2の1 電話:(252)3171(代) テレックス:ナカガワボウショク TOK-222-2826
出張所 大阪(362)5855 名古屋(962)7866 福岡(77)4664 札幌(24)2633 広島(48)0524 仙台(23)7084 新潟(66)5584

13隻 連続建造する 175,000 DWTタンカーの第1船進水

（佐世保重工業）



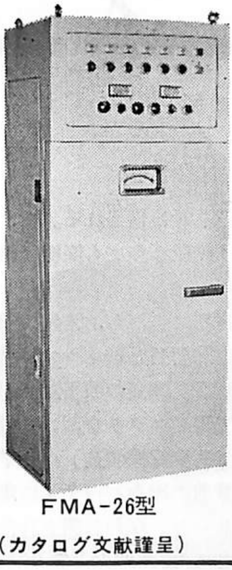
ぎ装岸壁へ接岸作業中

佐世保重工業株式会社は去る3月8日佐世保造船所第4ドックにおいて英国ブランドフォードシッピング社向175.000 DWTタンカーの進水作業を行なった。

本船は第4ドックで連続建造する175,000 DWTタンカー13隻の第1船である。同社は先に同第4ドック（建造能力22万 DWT）に最も適当した船型であり，また大型船時代の標準船型ともいわれる175,000 DWT型タンカーを開発したが，昭和41年より現在までに海外有力船主より13隻におよぶ同型タンカーを受注するに至った。これら一連の175,000 DWTタンカーは同第4ドックで今後3カ月ピッチで向う3カ年にわたり建造が行なわれ，生産の中核となる重要工事である。なお，第2船の起工式は3月12日同ドックで行なわれた。

第1・2船の主要目

	第 1 船	第 2 船
長さ（全長）	326メートル	
〃（垂線間長）	313 〃	
幅（型）	48.25メートル	
深さ（〃）	24.40メートル	25.50メートル
吃水（〃）	16.50メートル	
総トン数	107,000トン	112,000トン
重量トン数	175,000ロングトン	
船級	NV	AB
主機	T 28,000 PS	T 30,000 PS
航海速力	15.5ノット	16.3ノット
完成	昭43年6月中旬	昭43年9月中旬



（カタログ文献謹呈）

光明可燃性ガス警報装置
（運輸省船舶技術研究所検定品）

LPGタンカー
ケミカルタンカー
オイルタンカー
の
爆発防止に活躍する

プロパンガス厨房に
光明可燃性ガス警報器
FA型

光明理化学工業株式会社
東京都目黒区中央町1—8—24 TEL (711)2176(代)

KOSAKA-BORNEMANN スクリウポンプの公開試運転

小坂研究所（東京都葛飾区東水元1～7～19）が西独ボルネマン社と業務提携したことは既報（本誌40巻9号口絵参照）の通りであるが，このほどボルネマン社のW5型 2軸スクリウポンプが到着したので，同研究所は 3月12日金町工場において同機の公開試運転を行なった。

ボルネマン社（Bornemann）は創業以来百有余年，一貫してこの種ポンプの製作に当たっており，世界最大容量の1,200 m^3/h まで製作している世界的メーカーであるが，今後は同社との技術提携により，これらの新しいタイプの2軸スクリウポンプがコサカ-ボルネマン-スクリウポンプとして国産化され供給されることになった。なお相互販売，アフターサービスの協定も結ばれているので，日本で建造された船が欧州で，欧州で作られた船が日本でサービスを受けることができるようになった。

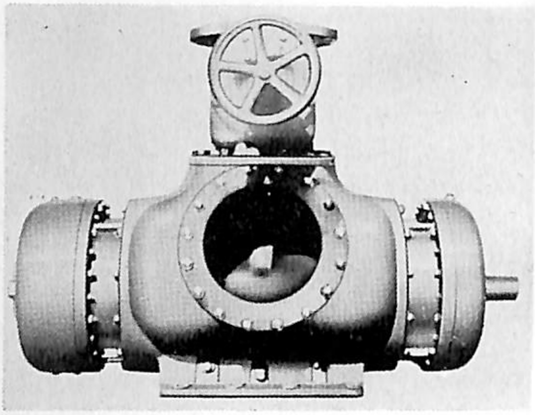
このコサカ-ボルネマン-スクリウポンプは2本の主・従軸からなる外部軸受式のスクリウポンプで，スクリウの噛合いによる容積型のものである。高速回転ができるので，比較的小型で大容量のものを作ることができ，前記のように1,200 m^3/h まで製作している。

また構造上から低粘度から高粘度の液体，空気，ガス等を含んだ液体，および水やすべての化学液体等に至るまで広範囲にわたり使用することができる。

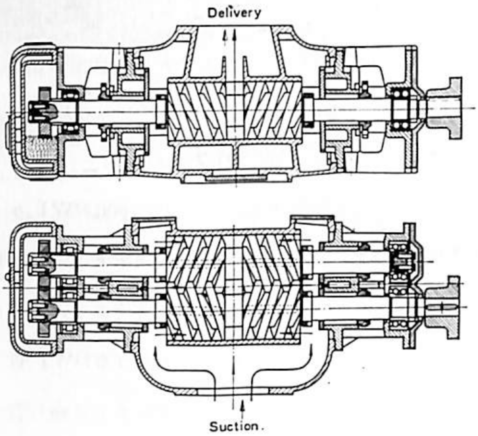
第2図のように，ケーシング内に密に噛合った巻き方向の異る2組のスクリウが納められており，原動機によって主軸が回転されると，従軸は外部のタイミング・ギヤーを介して逆方向に回転する。スクリウは密に噛合っており，回転するにつれ軸に沿って密閉された部屋が順次移動するので，吸入側より入った流体は二方向に分かれ，スクリウの両側から中央へ連続的に流れ吐出側に排出される。従って流体圧による推力荷重はたがいに打消されて完全にバランスする。

またスクリウは外部軸受によって支えられ，かつタイミングギヤーを介して駆動されるので，スクリウ間およびスクリウとスリーブ間は接することなく安定した運転が行える。軸のシールはグランドあるいはメカニカルシールにより密閉されているが，吸入側に設けられているので漏洩の心配はない。その他，第3図のように冷却および保温が容易にできる構造になっている。

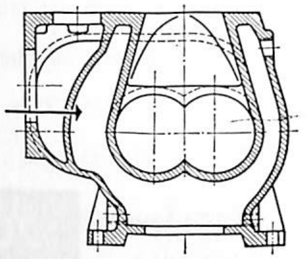
この新しいタイプの2軸式スクリウポンプは，すでに石川島播磨重工建造，ギリシャのカラジョージ社23,800トン・タンカー5隻（同型船）に採用されることが決定した。各船8台ずつ装備するので，合計台数40，金額にして合計1億5千万円の受注である。5隻のうち2隻分は輸入品で，3隻分は国産品が装備される。また三井造船建造のインドネシア向け船舶2隻にも同機（輸入）の採用が内定している。



第1図　ボルネマン-スクリウポンプ W9型



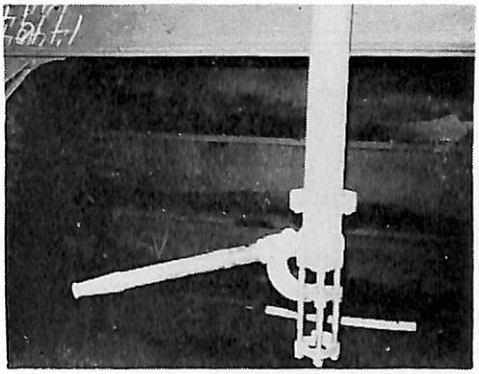
第 2 図



第 3 図

なお3月12日は公開試運転に先だち，常磐線金町駅前大和銀行講堂で，小坂誠市郎所長とボネルマン社 Dieter Wehling 技師の挨拶，小貝設計課長の機構説明があり，試運転後，参会者は金町工場（スクリウポンプ製造）と三郷工場（光学および電気的測定機製造）の見学を行ない，そのあと金町駅前二葉苑の記念パーティに臨んだ。参観者は百余名で盛会であった。なお公開されたテストは完全に所期の成績をおさめた。

昨1年間に800万 DWT タンカーに装備されたスウェーデンのガンクリーン


タンク中に取付けられたガンクリーン

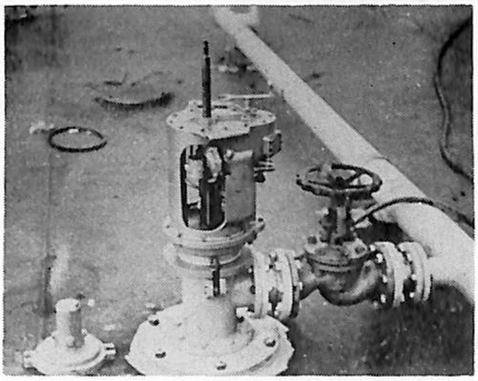
さきにスウェーデン・サレン・エンド・ビカンダー社のタンク洗滌装置〝ガンクリーン〃を日本で独占販売すると発表したガデリウス株式会社（東京都港区元赤坂 1～7～8，社長：ゴロー・ガデリウス）は，このほど同洗滌装置について次のように報じた。

この洗滌装置は世界でも唯一の固定装備・噴射旋回式全自動タンク洗滌装置で，多大の時間と労力を大幅に削減するところから，発表と同時に世界各国で急速に広まり，スウェーデンのサレン・エンド・ビガンダー社は昨年1年間にこの装置を合計800万重量トン以上のタンカーに設置した。

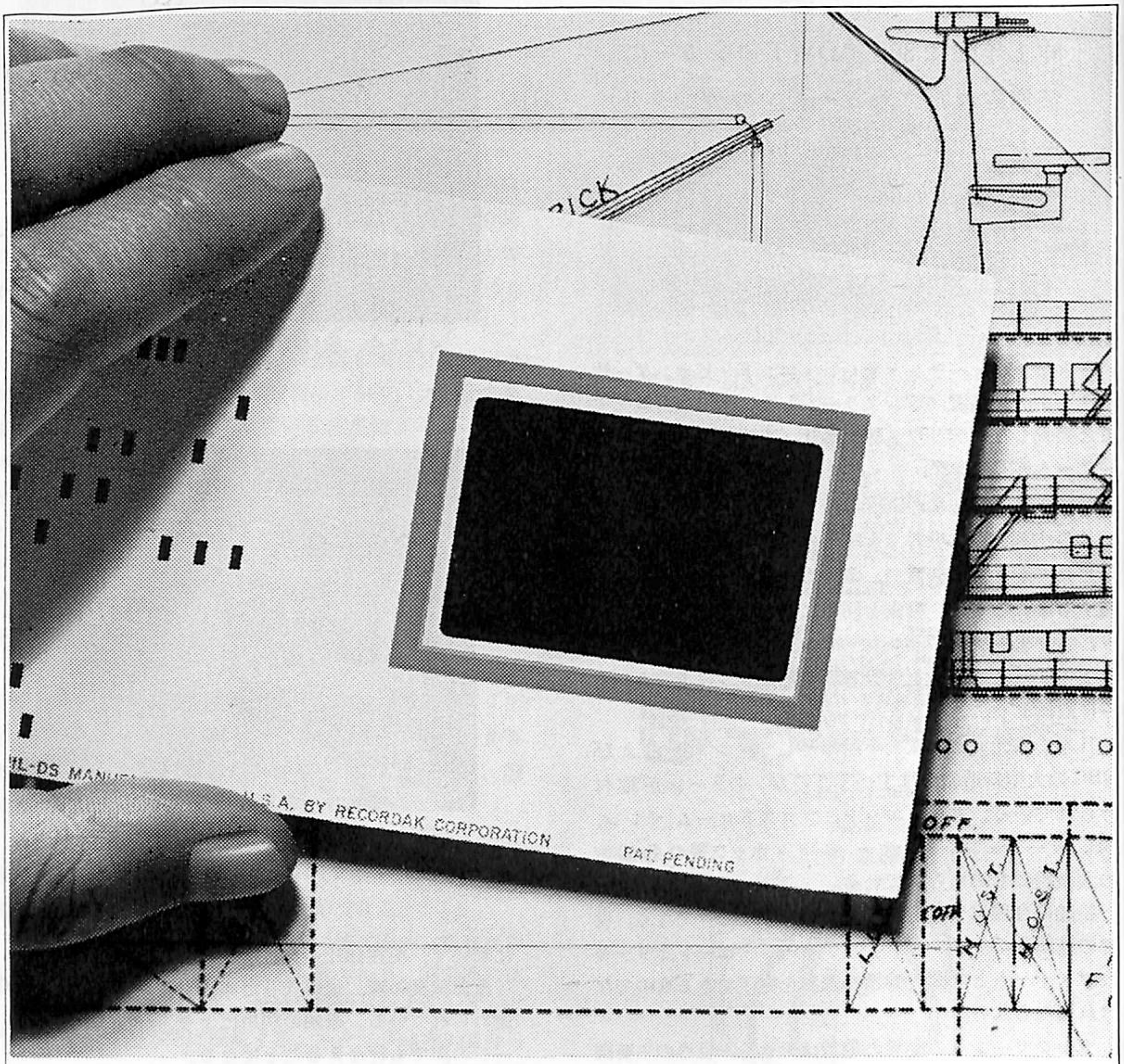
日本の出光丸，東京丸を始めとして，シェルおよびNBCの大型新造船にはすべてこのガンクリーンが取付けられている。さらにエッソ，ブロストローム，サレン，BP，リージェントタンカー，レイ・ホッフ等の各船主の大型船にも納められている。

船舶の合理化や安全性の向上という点だけでなく，世界の造船所がオイル・ディスチャージ・ポートとドッキング・ポートとの間で油槽の洗滌を完了できるものでなければならない。

ガンクリーンへの業界の期待は大きく，世界の主要国において，現在15社の代理店が業界に貢献している。


パワーユニットを搭載したガンクリーン

なお洗滌の際，水の代りに原油を使用する試験が現在進められている。原油の利用により，洗滌がディスチャージの間でも行なえることになる。



拡大図に品質と精度をお求めなら…

マイクロフィルム化されている図面は、実際に使用する段階で、引伸ばさなければなりません。コダック社のコダグラフ・エスターベース・フィルムをお使いになれば、大小任意のサイズで、きわめて品質のすぐれた拡大原図が、簡単につくれます。作業効率の向上に、あなたの職場でも、さっそくお試しください。

《五大特長》

● 丈夫なベース ● すぐれた寸度安定性 ● 扱いやすい表面処理 ● 大きいサイズ ● 堅実性、信頼性、均一性

こんな場合にもご利用ください。

＊貴重な図面の保管 ＊プリント量産の中間原図の作製 ＊合成図面の作製 ＊図面の一部変更 ＊地図の複製…などに！

経済的で使いやすい、コダグラフ・ペーパーも、あわせてご利用ください。

● コダグラフ感材には、ご使用目的によって豊富な製品系列がそろっています。詳細は下記までお問い合わせください。

コダグラフ・エスターベース・フィルム

《特約店》 ㈱五　洋　㈱阪田商会

大日本インキ化学工業㈱　クスダ事務機㈱

Kodak　**長瀬産業 コダック製品部 営業第四課**

東京都中央区日本橋小舟町2の3　電話(662)6211(大代表)

KaMeWa 可変ピッチ・プロペラ

あらゆる船の、あらゆる種類の主機に

● 最大の受注量を誇る機種

プロペラ直径: 8,200mm

主機の種類:

蒸気タービン　25,500SHP/85RPM

船の大きさ、種類:

127,700トン　鉱石運搬船及びタンカー

メーカー

三菱重工業株式会社

(主要部分は

スウェーデンKaMeWa製)

世界中にすぐれた製品とサービスを

日本総代理店　ガデリウス株式会社

日本ライセンシー　三菱重工業株式会社

ガデリウス

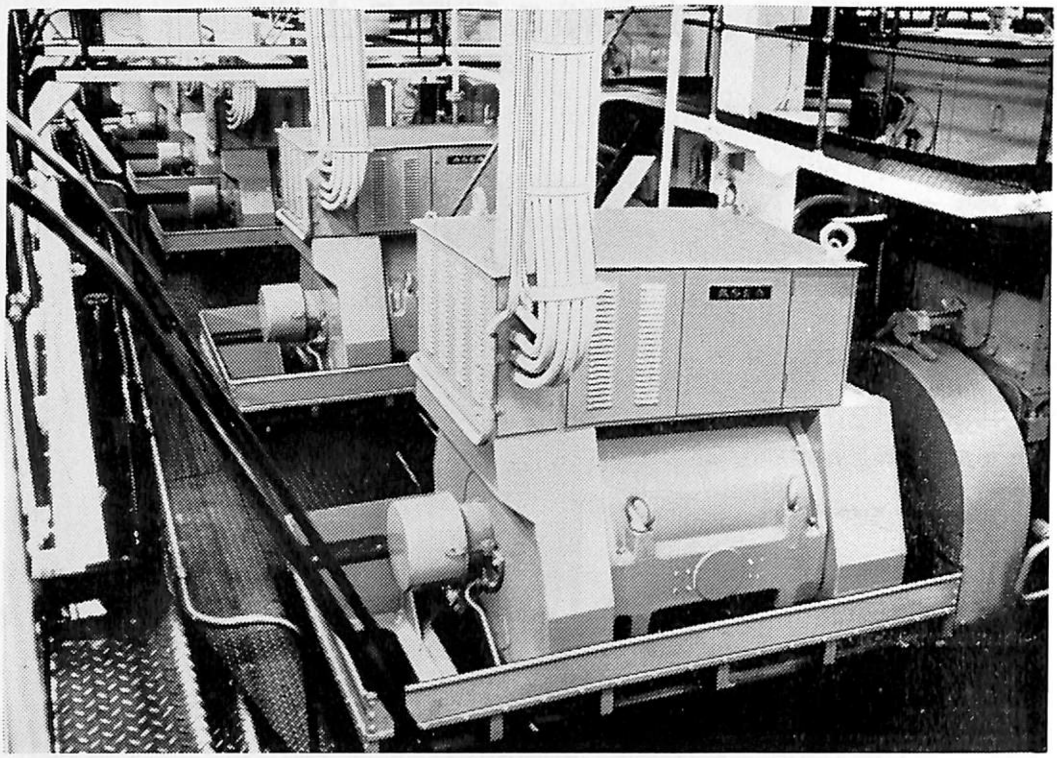
日本総代理店　ガデリウス株式会社

東京都港区元赤坂1-7-8　電話(03)403 2141(大代)

神戸市生田区浪花町27　興銀ビル　電話(078)39 7251(大代)

●出張所————札幌・名古屋・福岡

ASEA 舶用電力機器



交流発電機GADスタンダード・シリーズ

ムダのない合理的な設計は、国際規格にマッチした最高のデザイン。ずばぬけた信頼性で、すでに400セット以上が採用されています。

● 安い据付けコスト　● 信頼度の高い運転　● 整備、点検が容易　● 最低の維持費
● 完ぺきなアフター・サービス

このほか、シャフト・ジェネレーター、モーター、スターター、配電器など、各種の電力機器があります。

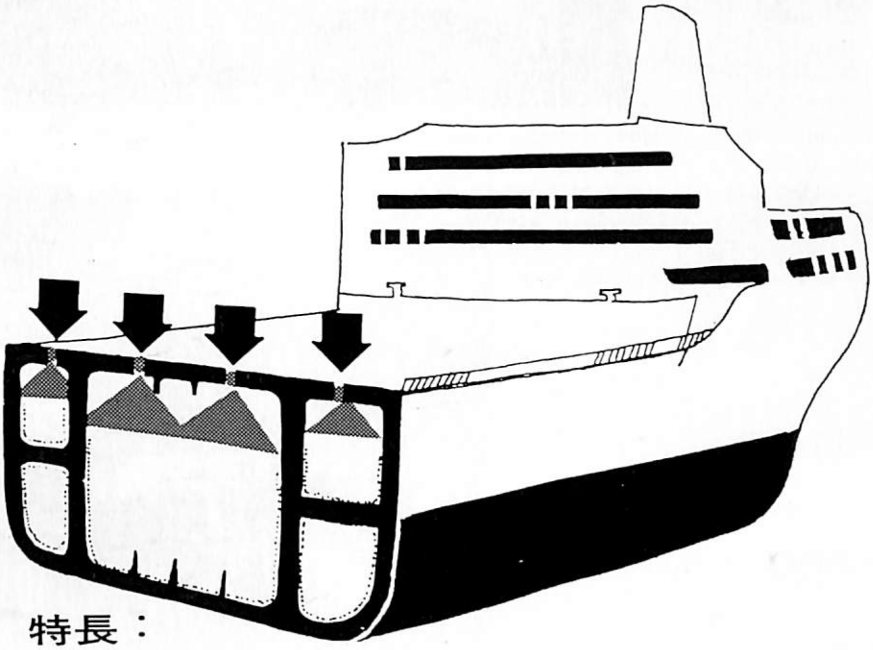
●詳細は、弊社船舶機械部までお問い合わせください。

ガデリウス

日本総代理店　ガデリウス株式会社
東京都港区元赤坂1－7－8　電話（03）403 2141（大代）
神戸市生田区浪花町27　興銀ビル　電話(078)39 7251(大代)
●出張所――――札幌・名古屋・福岡

GUNCLEAN ガンクリーン

画期的!! 新型タンク・クリーニング装置



特長：

- 半永久的に使用可能
- オペレーターは僅か1人
- ずばぬけて高い効率
- 冷海水を使用
- 全自動システム
- クリーニング時間の短縮
- タンクの腐食防止
- クリーニングコストの節減

ガンクリーンは、目下世界中で採用されつつあり、この7ヶ月の間に合計8,000,000重量トンに及ぶタンカーに使用されました。

- 詳細は弊社、船舶機械部までお問い合わせください。

ガデリウス

日本総代理店　ガデリウス株式会社

東京都港区元赤坂1－7－8　電話（03）403 2141（大代）

神戸市生田区浪花町27　興銀ビル　電話（078）39 7251（大代）

●出張所――札幌・名古屋・福岡

（竣　工）

たけ丸

（曳　船）

船　主　大東運輸株式会社

造船所　株式会社　大阪造船所

長(垂) 30.85 m　幅(型) 8.20 m　深(型) 3.80 m　総噸数 188.50 噸　速力 13.305 ノット　主機 新潟 6 L 31 X 型ディーゼル機関 2 基　出力 1,200 PS×500 RPM　プロペラ 富士フォイトシュナイダー24 E/150 型×2　曳航力(陸岸最大) 20.5 トン　起工 42—9—11　進水 43—1—25　竣工 43—1—28

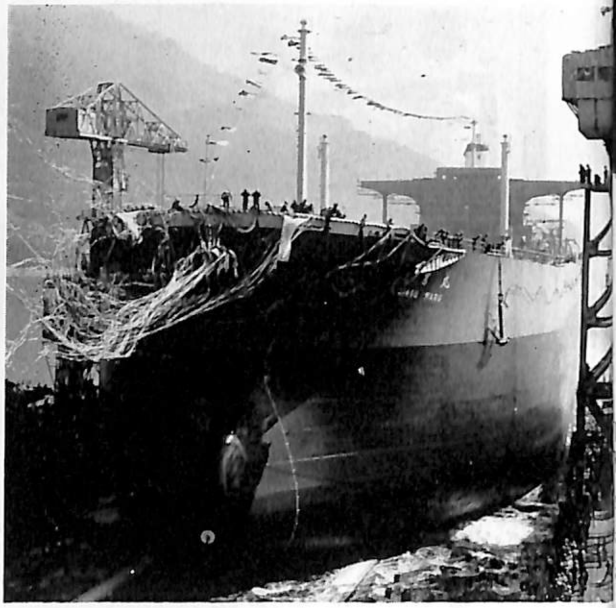
（進　水）

神宮丸

（油槽船）

船　主　大協石油株式会社

造船所　石川島播磨重工・相生工場



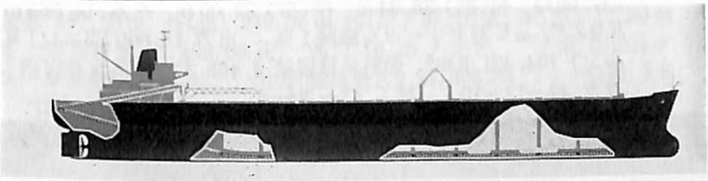
全長 274.00 m　幅(型) 43.50 m　深(型) 22.80 m　吃水 17.00 m　総噸数 73,500 噸　載貨重量 約 138,700 瓲　貨物倉容積 約 163,000 m^3　速力 14.45 ノット　主機 IHI スルザー 10 RD 90 型ディーゼル機関 1 基　出力 20,700 PS×117.8 RPM　乗組員 41 名　起工 42—7—27　進水 43—2—27　竣工 43—5

8 つの
船舶塗料

●C.R.マリーンペイント
●L.Z.プライマー
●楨印船底塗料
●楨印船底塗料R
●ニッペンジンキー
●エポタール
●Transocean Brand
●Copon Brand

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



世界最大のコンベアー船

呉造船は，SEA TANKERS INC.（リベリア）向け，世界最大のベルトコンベアーつきばら積貨物専用船UNIVERSE CONVEYER 74,414重量トンの建造を進めていたが，このほど完成3月21日引渡をおこなった。なお，本船は，3月31日石川島播磨重工業と合併をおこなうので呉造船としての引渡最終船である。

このベルトコンベアーつきばら積貨物船は，荷おろしを本船内に敷設した3種のタイプのベルトコンベアーでおこなうもので，荷役合理化船として注目されていた。

主 要 目

全　　長	243.36 m
長さ（垂線間長）	228.60 m
幅	32.30 m
深　　さ	20.80 m
吃水（満載）	14.57 m
総 ト ン 数	39,504 t
載貨重量トン数	74,414 t
主　機　関	米国GE製タービン1基 出力　16,500 PS
航 海　速 力	16.85 ノット

本船コンベアーの特長

本船のコンベアー装置は船倉内に6本のコンベアー，（船倉コンベアー，横行コンベアーの各2基と昇行コンベアー，ブームコンベアー）からなっている。

積荷の搬出は

(1) 船倉コンベアーを船底に2本敷設し，第1船倉から第7船倉を経てエンジン室を貫通し，操舵機室までを結び，そこで横行コンベアーが左右からこれを船体中央部に移送する。

(2) 中央部から昇行コンベアーに移送させ，昇行コンベアーは船尾からエンジン室上部および居住区を貫き，上甲板まで送り，ブームコンベアーはこれを陸上にあげる。

また各船倉からコンベアーに貨物を移す場合は，船倉の下部にゲートがあり，このゲートの上に5つのスタック（半円型の積込口）を積み重ね，上部スタックを甲板上のクレーンで1つずつつり上げブルドーザーで船倉内の貨物をスタック内に落せば，船倉コンベアーに貨物が落ちる装置となっている。

コンベアーの要目

場　所	数量	長さ	幅	能力
船倉コンベアー	2基	218.50 m	1.65 m	1,000 t/h
横行コンベアー	2基	5.70 m	2.12 m	1,000 t/h
昇行コンベアー	1基	47,00 m	2.12 m	2,000 t/h
ブームコンベアー	1基	34.10 m	2.12 m	2,000 t/h

HOEGH RIDER　（鉱石兼油運搬船）　船 主 A/S ALLIANCE（ノルウェー）　造船所 川崎重工・神戸造船所
総噸数 57,847.87 噸　純噸数 42,681.32 噸　船級 NV　載貨重量 95,187 瓲　全長 250.07 m　長(垂) 237.00 m　幅(型) 38.94 m　深(型) 22.00 m　吃水 14.669 m　満載排水量 115,444 瓲　主機 川崎 MAN K 9 Z $^{86}/_{160}$ E 型ディーゼル機関 1 基　出力 18,600 PS×111 RPM　速力 15.50 ノット　貨物倉容積（グレーン）104,421.8 m^3　燃料油倉容積 4,468.3 m^3　清水倉容積 259.2 m^3　乗組員 48 名　起工 42—8—26　進水 42—12—10　竣工 43—3—6

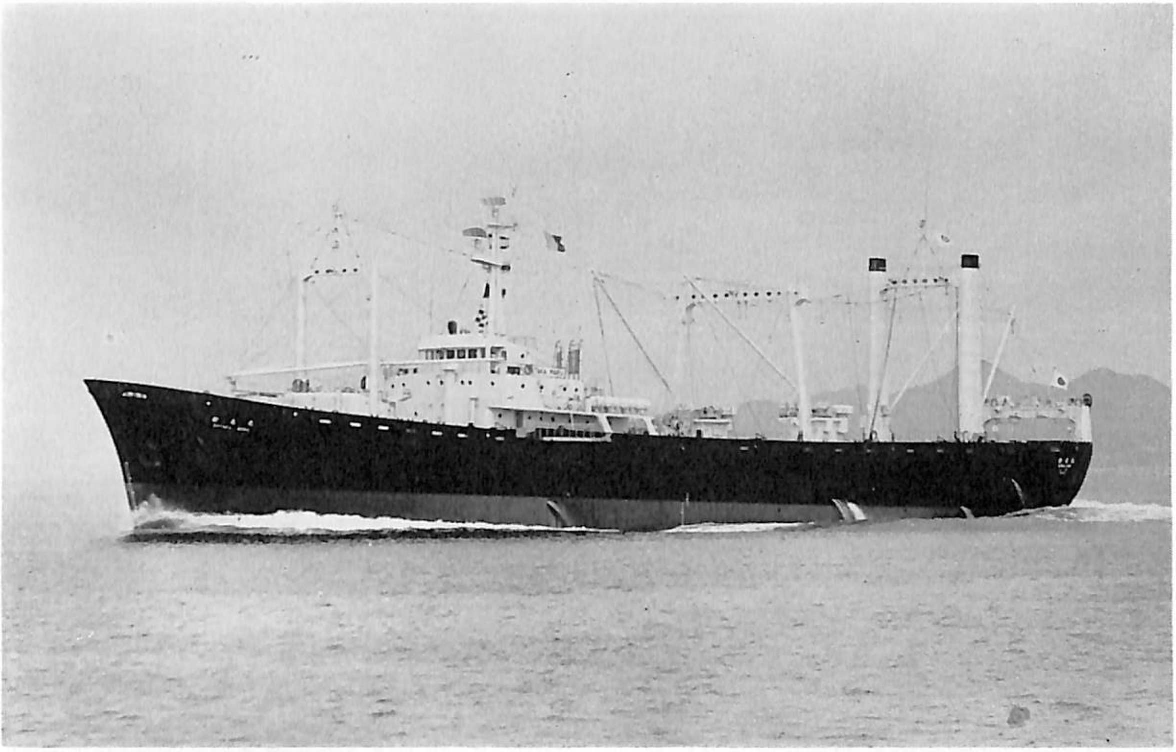
PEARL VENTURE　船 主 PEARL CARRIERS. INC.（リベリヤ）　造船所 佐野安船渠株式会社
総噸数 9,214.19 噸　航行区域 遠洋　載貨重量 16,015.1 瓲　全長 143.71 m　長(垂) 136.10 m　幅(型) 21.80 m　深(型) 12.10 m　吃水 8.854 m　船型 凹甲板型　機関 船尾　主機 川崎 MAN K 6 Z $^{70}/_{120}$ C 型ディーゼル機関 1 基　出力 7,200 PS×135 RPM　航続距離 14,500 海里　速力（試運転最大）17.5 ノット（満載航海）14.5 ノット　汽罐 コクランコンポジット 7 kg/cm^2　発電機 AC 250 KVA×445 V×3　貨物倉容積（ベール）20,454.7 m^3（グレーン）19,748.1 m^3　乗組員数 43 名　起工 42—11—9　進水 43—1—2　竣工 43—3—19

WORLD MOBILITY (油槽船)　船主 LIBERIAN TRANSPORTS. INC. (リベリヤ)
造船所 佐世保重工・佐世保造船所 全長 257.50 m 長(垂) 248.00 m 幅(型) 37.10 m 深(型) 17.80 m 吃水 12.537 m 総噸数 41,750.04 噸 載貨重量 74,400.00 瓲 速力 16.25 ノット 主機 佐世保ゲタベルゲン DM 8 50/1700 VGA-gu 型ディーゼル機関1基 出力(連続最大) 21,600 PS 船級 LR 起工 42—9—1 進水 42—12—5 竣工 43—3—1

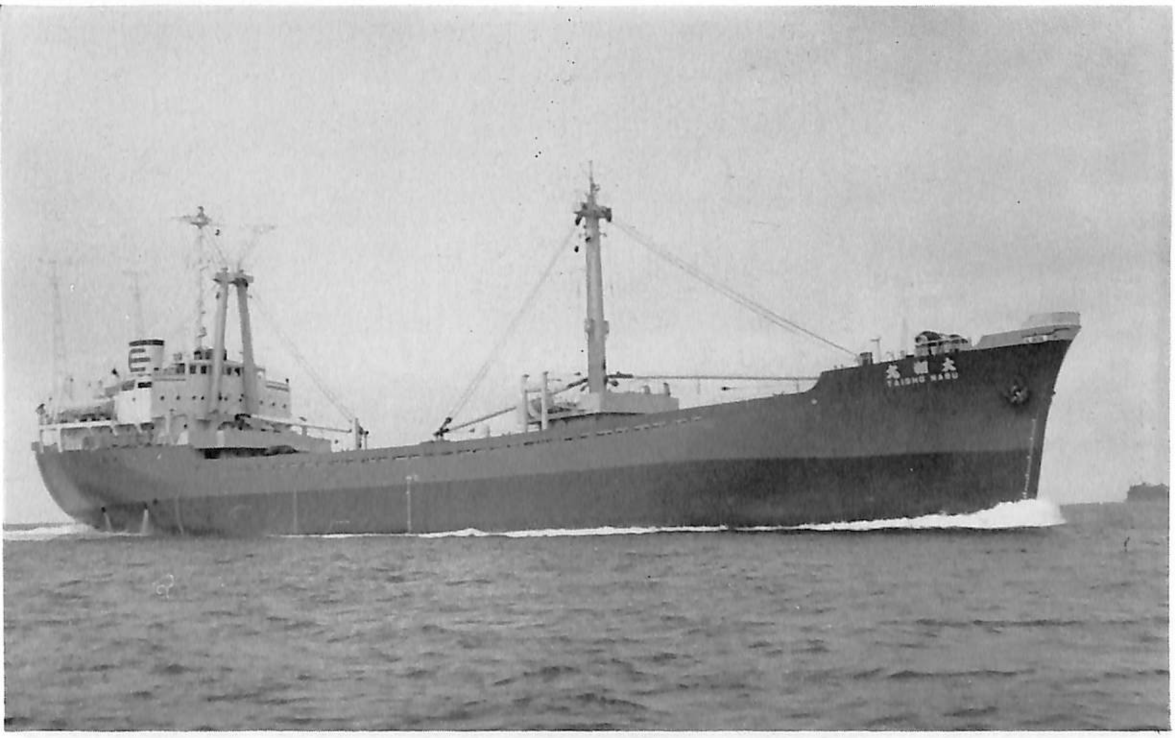
M, T. ARGES (油 槽 船)　船主 ルーマニア輸出公団　造船所 日立所船・因島工場
総噸数 22,243.62 噸 純噸数 14,492.31 噸 船級 LR 載貨重量 36,099 瓲 全長 190.00 m 長(垂) 180.00 m 幅(型) 28.00 m 深(型) 15.30 m 吃水 11.025 m 満載排水量 44,840 瓲 主機 日立 B&W 1074-VT 2 BF-160 型ディーゼル機関1基 出力 15,000 PS×115 RPM 速力 16.3 ノット 貨物油倉 45,153.43 m^3 燃料油倉容積 2,728.58 m^3 清水倉容積 690.63 m^3 旅客 4 名 乗組員 55 名 起工 42—9—15 進水 42—12—2 竣工 43—2—15 同型船 OLTENIA

FRANCISCO I MADERO（油 槽 船）　船 主 PETROLEOS MEXICANOS.　造船所 石川島播磨重工・名古屋造船所　総噸数 12,758.65 噸　純噸数 7,562.50 噸　船級 LR　載貨重量 20,500 瓲　全長 170.690 m　長(垂) 163.070 m　幅(型) 22.020 m　深(型) 12.100 m　吃水 9.132 m　主機 IHI-スルザー 7 RD 68 型ディーゼル機関 1 基　出力 7,200 PS×130.3 RPM　速力 14.8 ノット　燃料油倉 1,949 m³　清水倉 360 m³　乗組員 44 名　起工 42—8—7　進水 42—11—6　竣工 43—1—30

ANDROS CITY（ばら積貨物船）　船 主 OCEANIC FREIGHT CARRIERS（リベリヤ）　造船所 石川島磨播重工・名古屋造船所　総噸数 21,425.78 噸　純噸数 15,256 噸　船級 AB　載貨重量 38,579 瓲　全長 190.00 m　長(垂) 183.00 m　幅(型) 27.60 m　深(型) 16.00 m　吃水 11.202 m　主機 IHI-スルザー 7 RD 76 型ディーゼル機関 1 基　出力 8,925 PS×113 RPM　速力 14.6 ノット　貨物倉容積(ベール) 47,294 m³　燃料油倉容積 3,689.2 m³　清水倉容積 374.3 m³　乗組員 45 名　起工 42—7—15　進水 42—10—17　竣工 43—1—12



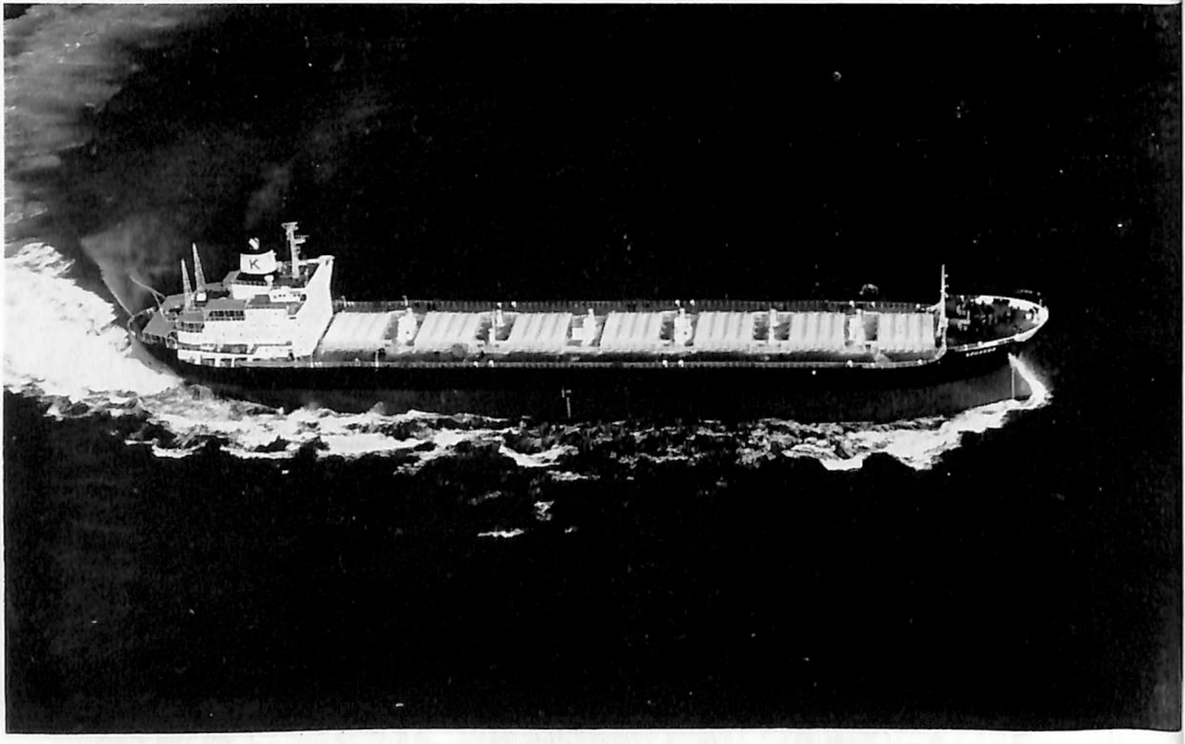
新　　高　　丸（トロール漁船）　　船 主 日本水産株式会社　　造船所 日立造船・向島工場
総噸数 3,910.20 噸　純噸数 2,113.26 噸　船級 NK　載貨重量 3,826.3 瓲　全長 102.30 m　長(垂) 94.00 m　幅（型）16.00 m　深（型）9.80 m　吃水 6.00 m　満載排水量 6,476.00 瓲　主機 日立 B&W 9 M 42 CF 型ディーゼル機関 1 基　出力 4,050 PS×240 RPM　速力 13.75 ノット　燃料油倉容積 1,502.9 m^3　清水倉容積 273.5 m^3　乗組員 103 名　起工 42—2- 22　進水 42—10—18　竣工 43—1—20
同型船 富士丸（三井造船・藤永田造船所）



大　　翔　　丸（貨 物 船）　　船 主 戸田汽船株式会社　　造船所 来島どっく（宇和島工場）
総噸数 2,482.43 噸　純噸数 1,483.32 噸　船級 NK　載貨重量 4,175.65 瓲　全長 89.60 m　長(垂) 83.00 m　幅(型) 14.40 m　深(型) 7.10 m　吃水 6.028 m　満載排水量 5,532.0 瓲　主機 赤坂鉄工 単動 4 サイクルディーゼル機関 1 基　出力 1,870 PS×237 RPM　速力 11.5 ノット　貨物倉(ベール) 4,989.80 m^3（グレーン）5,331.84 m^3　燃料油倉 189.29 m^3　清水倉 134.42 m^3　乗組員 23 名　起工 42—10—12　進水 42—12—26　竣工 43—2—15

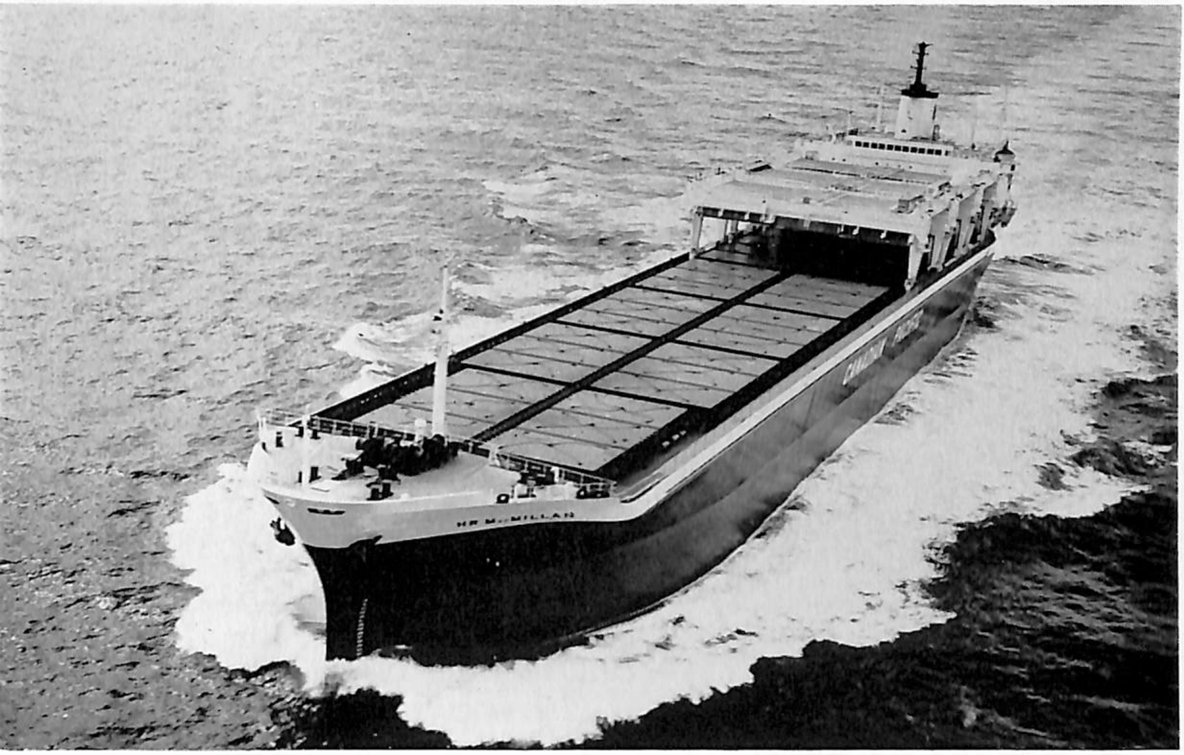
AMOCA CREMONA (油 槽 船) 船 主 INTERHEMISHERE TRANSPORT.(英)

造船所 三井造船・玉野造船所 長(垂) 230.124 m 幅(型) 35.966 m 深(型) 16.459 m 吃水 12.757 m 総噸数 35,450.29 噸 載貨重量 72,814 瓩 貨物倉容積 3,110.236 f^3 速力(試) 17.08 ノット (満載) 16.0 ノット 主機 三井 B&W 884-VT 2 BF-180 型ディーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 18,400 PS×114 RPM (常用出力) 16,800 PS×110 RPM 乗組員 38 名 船級 AB 起工 42 8—21 進水 42—12—5 竣工 43—3—9



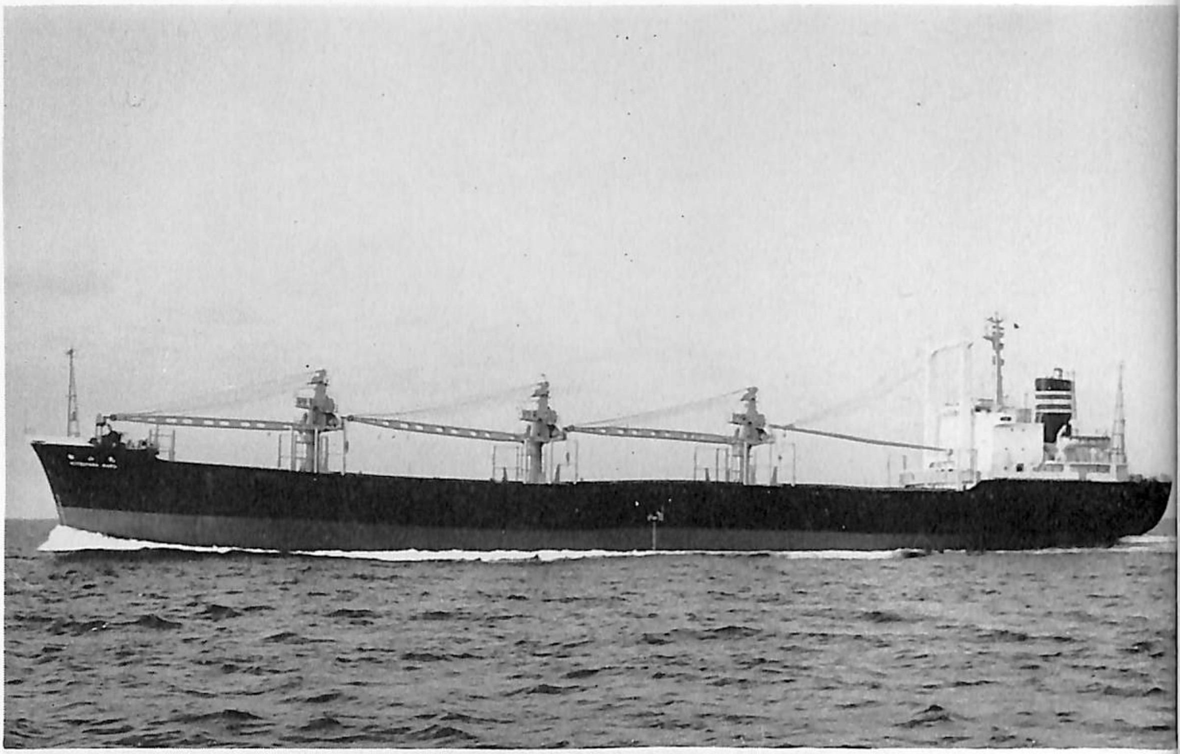
AQUAGEM (ばら積貨物船) 船 主 ALCON LTD.(ベベリヤ) 造船所 川崎重工・神戸造船所

総噸数 25,432.61 噸 純噸数 16,144 噸 船級 AB 載貨重量 46,108 瓩 全長 202.00 m 長(垂) 190.00 m 幅(型) 29.00 m 深(型) 17.50 m 吃水 11.989 m 主機 川崎 MAN K 9 Z 78/155 E 型ディーゼル機関 1 基 出力 13,400 PS×112 RPM 速力 15.31 ノット 貨物倉容積(グレーン) 55,238.1 m^3 燃料油倉容積 2,737.9 m^3 清水倉容積 326.0 m^3 乗組員 41 名 起工 42—3—26 進水 42—10—1 竣工 43—1—17



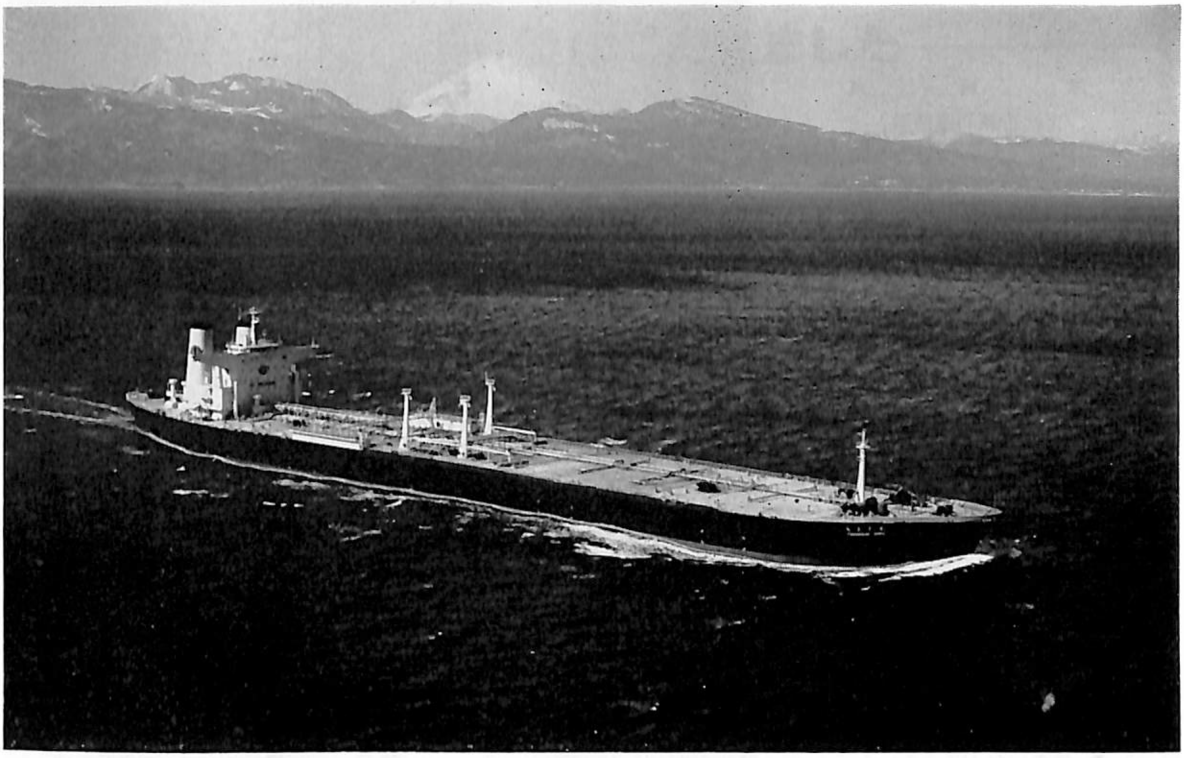
H. R. MacMILLAN （ばら積貨物船）　　船 主 CANADIAN PACIFIC (BERMUDA) LTD. (英)
造船所 三菱重工・広島造船所　長(垂) 170.00 m　幅(型) 27.20 m　深(型) 15.75 m　吃水 10.442 m
総噸数 21,460.89 噸　載貨重量 29,047.00 瓲　速力(最大) 17.057 ノット　主機 三菱スルザー7 RD 76 型ディーゼル機関1基　出力(連続最大) 10,500 PS　船級 LR　起工 42—8—4　進水 42—10—31
竣工 43—1—25

HEMLOCK （ばら積貨物船）　　船 主 三菱商事株式会社　　造船所　株式会社　名村造船所
総噸数 9,294.57 噸　純噸数 5,762.52 噸　船級 NK　載貨重量 15,376 瓲　全長 143.80 m　長(垂) 134.00 m　幅(型) 21.60 m　深(型) 11.50 m　吃水 8.584 m　満載排水量 19,152 瓲　主機 三菱 MAN K6Z 70/102 C 型ディーゼル機関1基　出力 6,120 PS×128 RPM　速力 14.5 ノット　貨物倉容積(ベール) 19,194.19 m^3　(グレーン) 19,753.31 m^3　燃料油倉容積 1,244.98 m^3　清水倉容積 767.01 m^3　乗組員 35 名　起工 42—7—15　進水 42—10—20　竣工 43—1—17

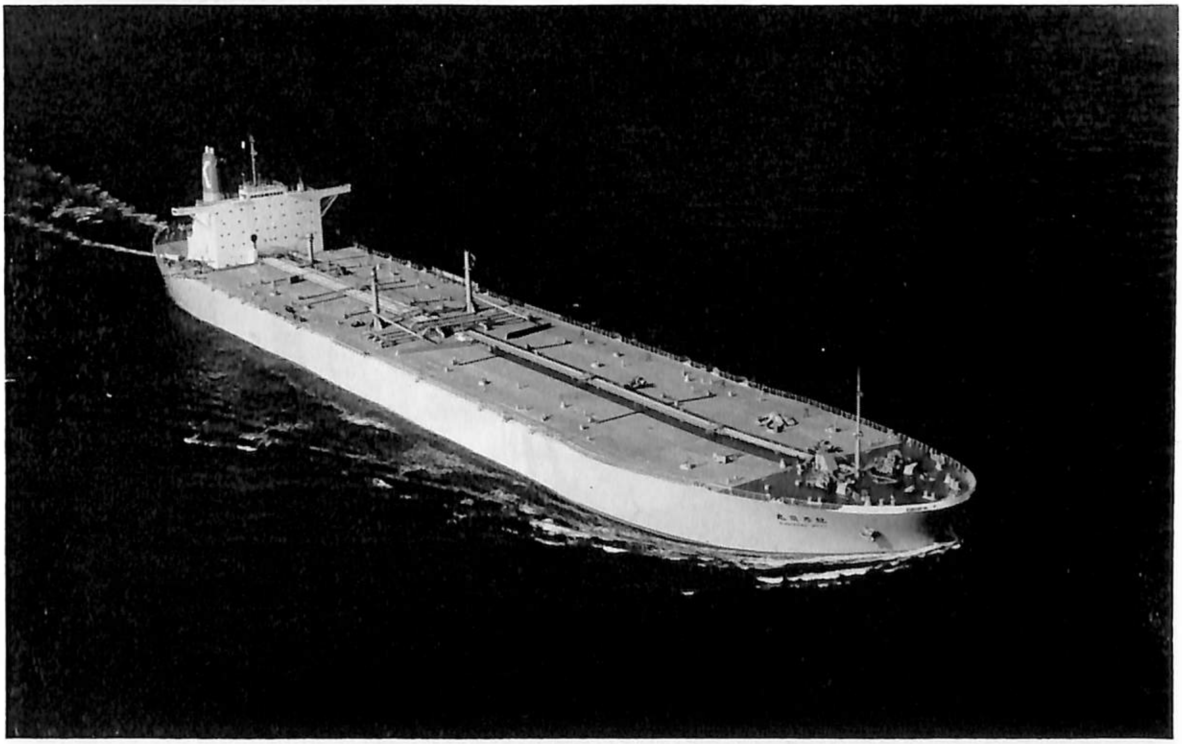


松　山　丸（ばら積貨物船）　船 主　日本郵船株式会社　造船所 笠戸船渠株式会社
総噸数 10,369.02 噸　純噸数 6,382.36 噸　船級 NK　載貨重量 16,391 瓲　全長 144.70 m　長(垂) 136.00 m　幅(型) 22.20 m　深(型) 12.00 m　吃水 8.7945 m　満載排水量 20,816 瓲　主機 宇部 6 UEC $^{65}/_{135}$ C 型ディーゼル機関 1 基　出力 6,885 PS×138 RPM　速力 14.7ノット　貨物倉容積(ベール) 21,138.76 m^3（グレーン）21,321.16 m^3　燃料油倉容積 1,237.54 m^3　清水倉容積 367.23 m^3　乗組員 35 名　起工 42—6—27　進水 42—11—6　竣工 43—1—31

若　根　山　丸（ばら積貨物船）　船 主　板谷商船株式会社　造船所　三井造船・藤永田造船所
総噸数 9,631.16 噸　純噸数 5,760.25 噸　船級 NK　載貨重量 15,161 瓲　全長 147.000 m　長(垂) 138.000 m　幅(型) 22.000 m　深(型) 11.800 m　吃水 8.646 m　満載排水量 19,577 瓲　主機 三井 B&W 762-VT 2 BF-140 型ディーゼル機関 1 基　出力 7,140 PS×132 RPM　速力 15.1ノット　貨物倉容積（ベール）19,100 m^3（グレーン）19,294 m^3　燃料油倉容積 1,145 m^3　清水倉容積 703 m^3　乗組員 32 名　起工 42—7—31　進水 42—12—20　竣工 43—3—11　同型船　若尾山丸，若宮山丸，若竹山丸



東　光　山　丸　(油 槽 船)　　船 主 大阪商船三井船舶株式会社　　造船所 三井造船・千葉造船所
長(垂) 280.0 m　幅(型) 44.0 m　深(型) 23.5 m　吃水 15.5 m　総噸数 81,744.11 噸　載貨重量 132,877 瓲　貨物倉容積 168,000 m^3　速力(試) 17.28ノット　主機 三井 B&W 1284-VT 2 BF-180型 ディーゼル機関1基　出力(最大) 27,600 PS×114 RPM (常用) 25,200 PS×110 RPM　乗組員 37名 船級 NK　起工 42—7—19　進水 43—1　竣工 43—2—29



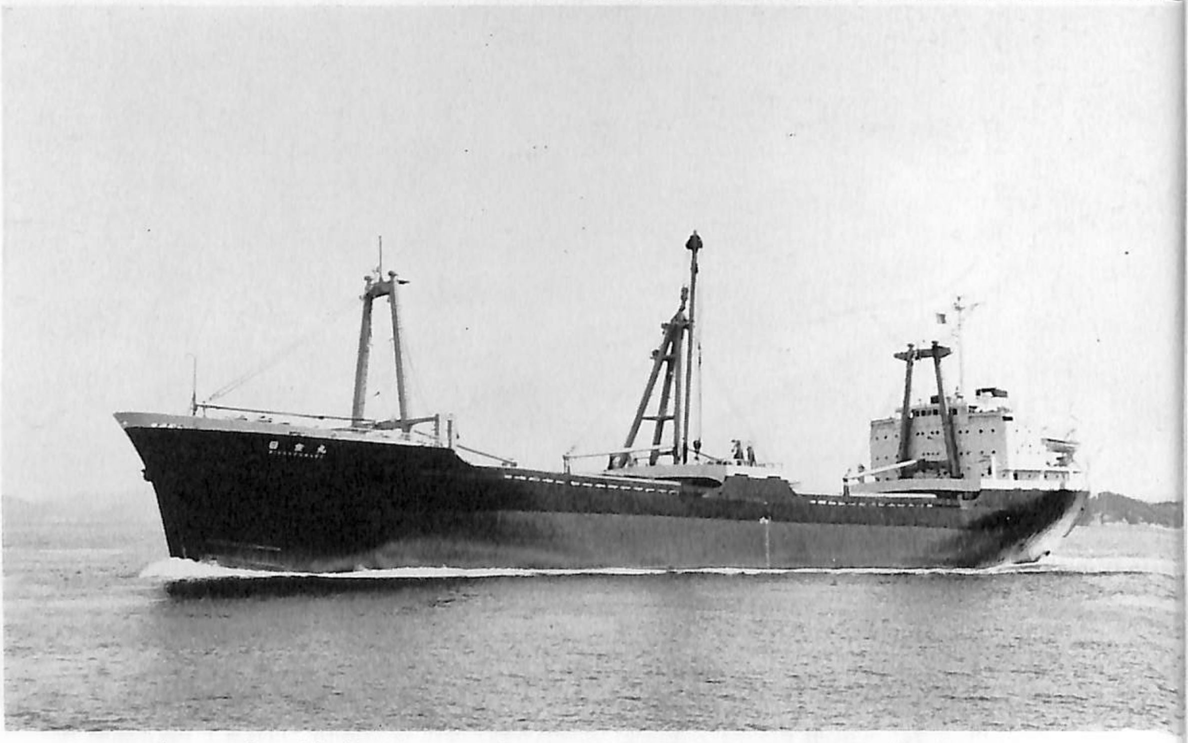
紀　乃　川　丸　(油 槽 船)　　船 主 川崎汽船株式会社　　造船所 川崎重工・坂出工場
総噸数 72,394.10 噸　純噸数 43,454.74 噸　船級 NK　載貨重量 124,851.00 瓲　全長 265.00 m 長 (垂) 255.00 m　幅(型) 42.00 m　深(型) 24.20 m　吃水 16.4995 m　満載排水量 146,572 瓲 主機 川崎 MAN K 10 Z $^{86}/_{160}$ E型ディーゼル機関1基　出力 19,550 PS×109 RPM　速力 15.0ノット 貨物油倉 151,106.64 m^3　燃料油倉容積 4,515.0 m^3　清水倉容積 476.93 m^3　旅客数 2名　乗組員 39名 起工 42—4—7　進水 42—10—12　竣工 42—12—26　同型船 五十鈴川丸

津　軽　丸
（鉱石兼油運搬船）

船　主　日本郵船株式会社

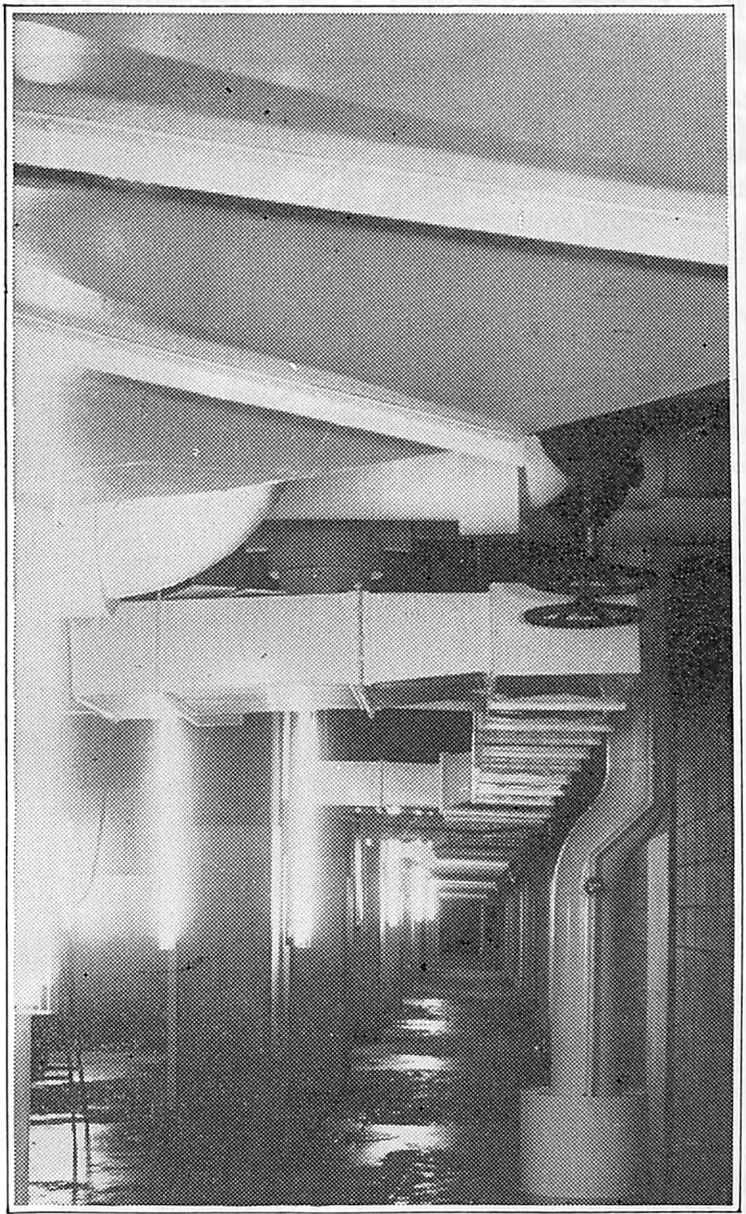
造船所　三菱重工・広島造船所

長	（垂）	237.05 m
幅	（型）	38.50 m
深	（型）	20.60 m
吃	水	14.453 m
総噸数		55,333.55 噸
載貨重量		94,510.00 瓲
速	力	（試）16.44 ノット
主	機	三菱 9 UEC $^{85}/_{160}$ C 型 ディーゼル機関 1 基
出	力	（最大）21,600 PS
船	級	NK
起	工	42－8－17
進	水	42－12－21
竣	工	43－3－18



日　東　丸（貨物船）　船主　忽那海運株式会社　造船所　株式会社 来島どっく
総噸数 3,949.19 噸　純噸数 2,428.65 噸　船級 NK　載貨重量 6,355.97 瓲　全長 110.04 m　長(垂) 101.00 m　幅(型) 16.20 m　深(型) 8.15 m　吃水 6.684 m　満載排水量 8,357.00 瓲　主機 三菱 T 5 Z $^{48}/_{80}$ 型ディーゼル機関 1 基　出力 2,805 PS×227 RPM　速力 12.5 ノット　貨物倉容積(ベール) 8,117.8 m^3（グレーン）8,596.4 m^3　燃料油倉 660.65 m^3　清水倉 286.43 m^3　乗組員 28 名　起工 42－8－7　進水 42－11－15　竣工 43－1－13

「6フィート」にしてご希望にこたえました



わが国初の6フィートものです

亜鉛鉄板にはじめて　6フィートの広幅ものができました。いままでの4フィートものにくらべ　はるかに板取りも経済的。溶接その他の加工工数をはぶくことができ　加工後の仕上りをもいちだんと美しくする　なにかと利点の多い広幅化です。

厚さでも新記録をだしました

広幅ができるようになっただけではありません。厚さでも3.2㎜までこれからはおとどけできます。とくに船内ダクトなど　塩害のはげしいところに使われる亜鉛鉄板としては　この厚手ものをおすすめします。適正規格のものをおえらびいただけば　耐蝕性も大幅にアップされます。

新鋭ラインによる広幅・厚手材

亜鉛鉄板

マル エス
八幡製鐵
本社　東京都千代田区丸ノ内1ノ1
《鉄鋼ビル》
電話・東京〈212〉4111大代表

●ご用命・お問合せは/本社鋼板販売部まで

腐食を防ぐ早くて新しい塗装方法

無機亜鉛コーティングをショップ・プライマー塗装方式に結びつけることです。

自動式ショット・ブラスティングに無機亜鉛コーティングのショップ・プライミング方式を組み合わせば、経済的で時間と労力を節約し、能率はより一層向上します。

〈使い方〉

鋼板面処理段階が重要な工程です。ひずみとり処理後の乾燥した後、自動遠心回転機でショット・ブラストし、ホワイトメタルに仕上げます。ここでラストバンを19〜25ミクロンの厚さにコーティングしてください。次の工程で、75ミクロンのラストバン・プライマーをコーティングする時には、軽くスイープ・ブラスティングするだけでいいのです。そのため、ブラスティングが極くわずかで済み、トラブルも研磨剤も少なくなります。ラストバンによる腐食防止対策は万全。

エッソの無機亜鉛パーマネント・プライマー〈ラストバン186および191〉は、船舶用につくられたもので、特にプレート・バイ・プレート・システムに適応されます。たとえば内部タンク・船体外部・デッキ・上甲板建造物などに使われます。ラストバン無機亜鉛コーティングは自硬性ですから、それ以外に処置を必要としません。正しい方法で使えば、塗装後の維持に手間がかからず、腐食により、鋼材を新品にかえる必要もありません。

ラストバンについての、さらに詳しいことは、下記へお気軽にお問い合わせください。

Esso
CHEMICALS

エッソ・スタンダード石油

石油化学販売部　東京都港区赤坂5丁目3番3号　TBS会館ビル　電(584)6211(代)

1φ～280φのものなら、厚肉のものはもろん、円形管でも異形管でもAPIの認定をうけ、品質保証されている神鋼でご準備いたしましょう。
鋼種は合金鋼・炭素鋼・ステンレス鋼からチタン・ニッケル合金と広範囲——その品質は抜群です。

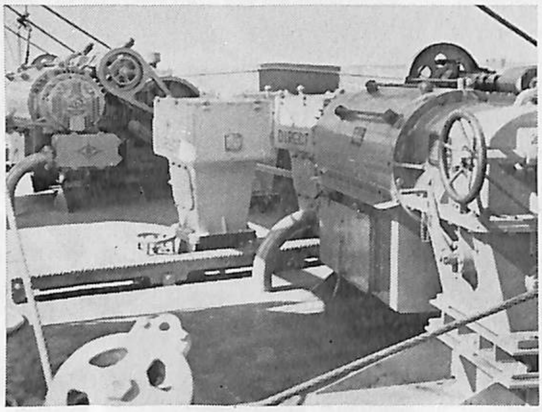
世界最大といわれる 5,500トン熱間押出プレスの活躍する新工場の完成により、神鋼の高品質シームレス鋼管は、一般配管・化学工業・ボイラー・機械構造用にそして最高の品質が要求される原子力用にも、これまで以上に幅広くご利用願えるようになりました。

鉄鋼・機械・溶接棒・軽合金伸銅の総合メーカー

神戸製鋼

カタログは下記へお申しつけ下さい。
大阪支社　大阪市東区北浜３丁目５(大阪神鋼ビル) TEL(203)2221
東京支社　東京都千代田区丸ノ内１丁目(鉄鋼ビル) TEL(212)7411

250 t デリック用ヘビーウインチ



トッピング、ガイ用ダイレクトウインチ

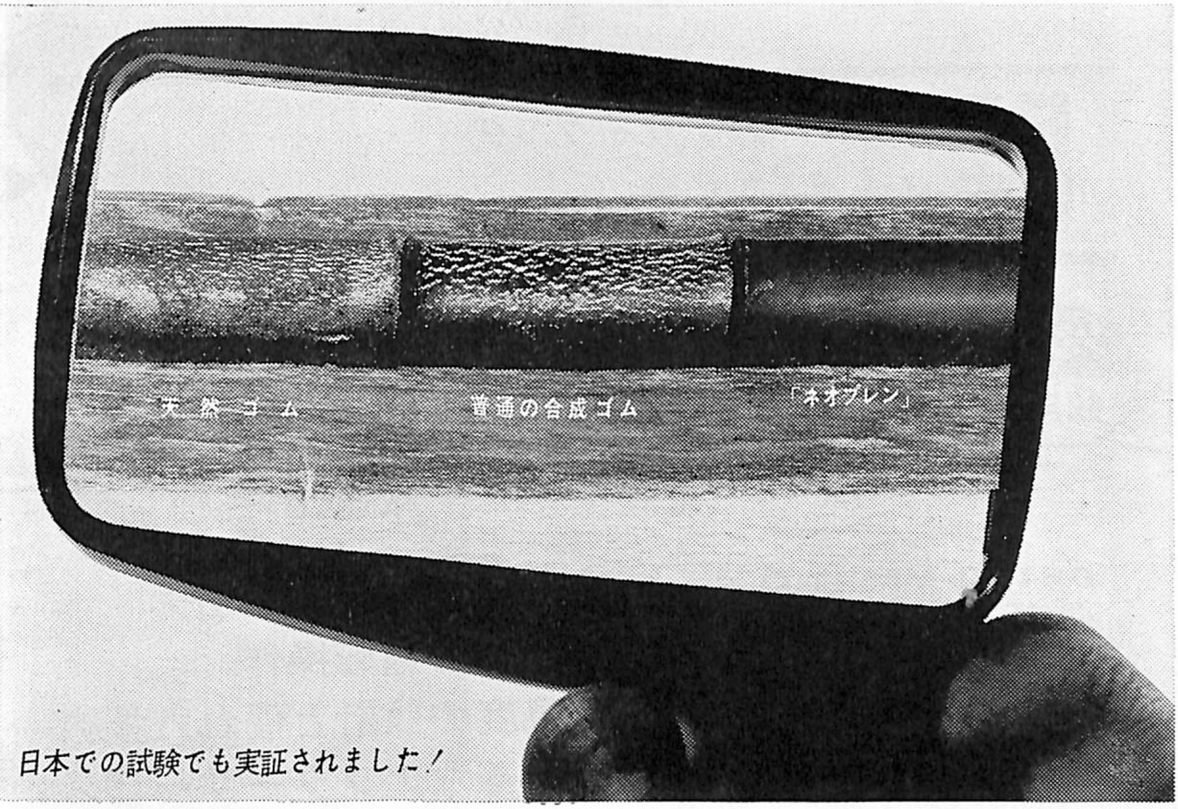
神鋼電機
SHINKO ELECTRIC CO., LTD.

資料進呈
東京都 中央区 日本橋 江戸橋３の５
朝日ビル　TEL 272—7451

神鋼 船舶用電装品

自励交流発電機
船舶用電動機

配電盤　変圧器
起動器　甲板補機
電磁クラッチ・ブレーキ



オゾンの侵蝕に対抗する ネオプレン®

オゾンによる侵蝕は、日本では頭を悩ます問題です。工場から吐き出される煙はオゾンを多分に帯びていて、ゴムはその侵蝕作用で直ぐ硬化したり、ひゞ割れを生じたりします。けれども、「ネオプレン」は正確な配合をすれば決してこういうことはありません。
最近、3種類のゴムの試片を東京のある研究所の屋上に設置して試験を行ないました。僅か1週間経っただけで天然ゴムの試片は大きな、深いひゞ割れを生じました。それから2、3日すると普通の合成ゴムには、小さい乍らこれもまた深いひゞ割れが忽ちでて来ました。オゾンは早くもこの短期間の中に、その破壊力の猛威を振ったのです。しかし、44日間の試験を終えた時、「ネオプレン」には上の写真でごらんのように全然損傷がありませんでした。ひゞ割れも見えず、柔軟さも前通りで、試験を始めた当初と少しも変っておりません。
オゾンや天候による侵蝕で頭を痛めておられる方には、「ネオプレン」をぜひおすゝめします。「ネオプレン」は、ゴムを侵蝕するこういった原因に対して非常に耐抗性があるばかりでなく、その他種々の保護特性を備えております。即ち、「ネオプレン」は耐油、耐熱、耐焔、耐摩耗、耐屈曲の諸特性を、バランスよく持っております。そればかりでなく、何年使用してもこうした秀れた特性を失なわないのです。長期間使用できるということが絶対に必要な場合は「ネオプレン」をお使い下さい。世界中の技術者が信頼して使用している秀れた合成ゴムです。

ネオプレン®は登録商標

1932年以来実証された信頼性

DU PONT NEOPRENE

REG. U. S. PAT. OFF.
登記1102

化学を通じ…より良き生活のため、より良き製品を

SHOWA NEOPRENE
昭和ネオプレン株式会社
東京都港区芝公園第11号地の2 松啓ビル
電話 433－5271

(御芳名)　(所属部所)
(御社名)　(御住所)

このクーポンをお切りの上、上記宛お送り下さい。資料を差し上げます。

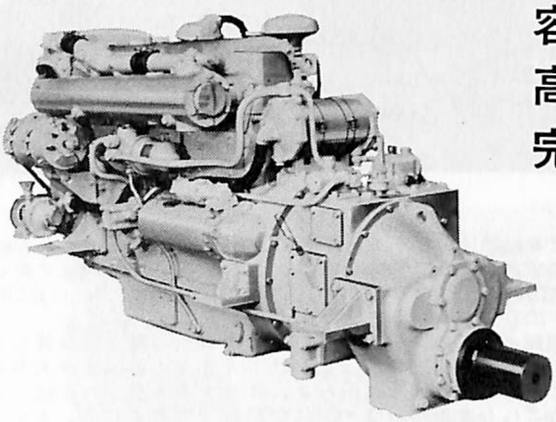
Shipping　4/68-J

躍進を続ける4サイクルの
いすゞトビン 舶用ディーゼルエンジン

Isuzu-TOBIN
舶用ディーゼル機関

30PS~300PS
減速比 各種

DH100-MF6RE-O
定格出力 140PS/2000rpm



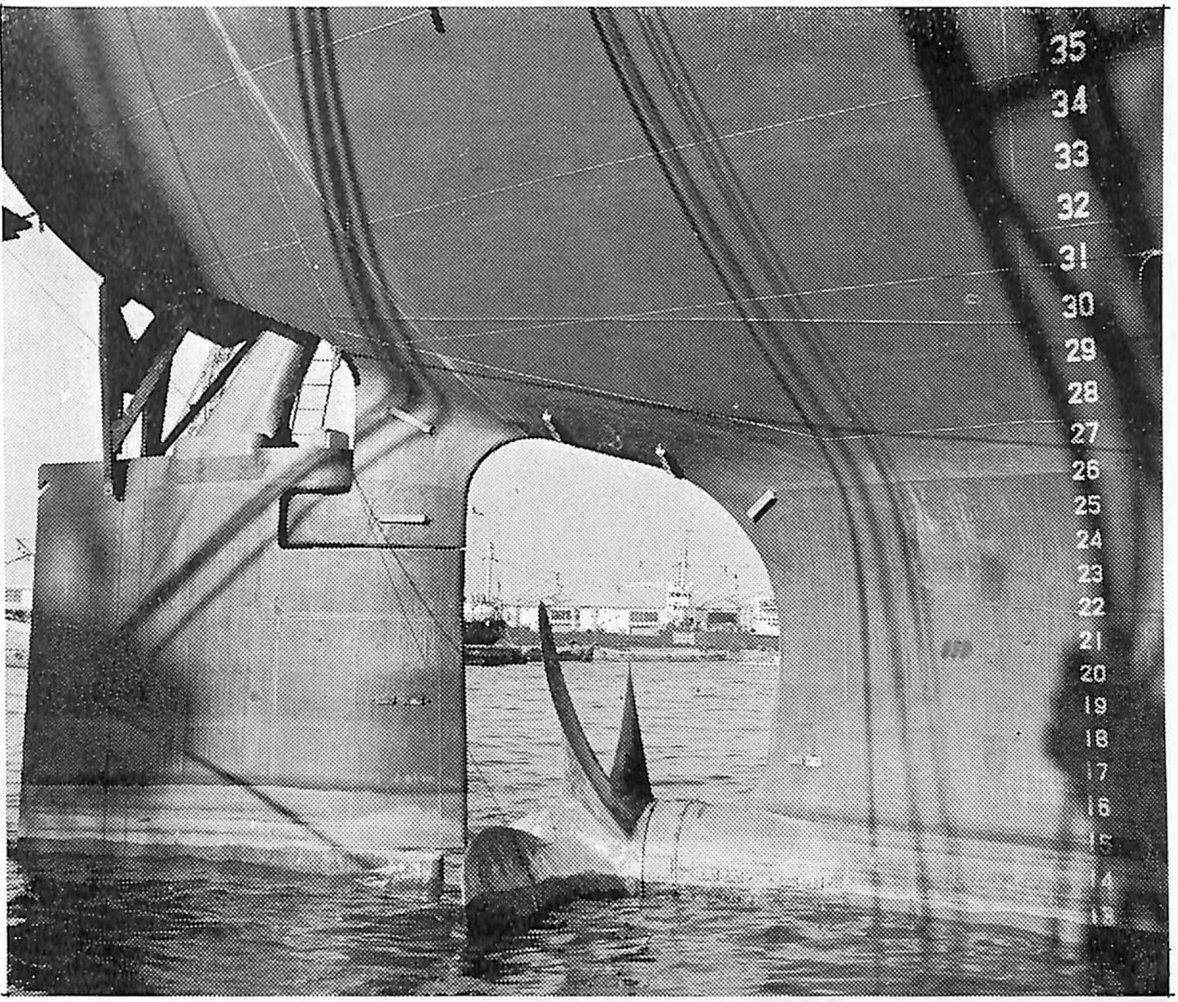
小型・軽量・高出力
容易な運転操作
高度の設計と優れた技術
完璧なアフターサービス

東海大学"ほくと"
14mハイドロジェット艇
DH100T-MF6 RC×Ⅱ
180ps/2,060rpm
17kt

TOBIN

東京ボート株式会社

東京都中央区銀座3－2 電話(561)5400・5402・5501



海運国ノルウェーから
「エピコート」とご指定

横浜の三菱造船で建造された　トンガ・たなばた・宝の3隻のノルウエー・タンカーは　そろいのエピコート塗装。3隻とも5万5千トンで　外板からデッキ　上部構造物にいたるまで　下塗り　中塗り　上塗りとすべてエピコート塗料が使用されています　仕上げの美しさに秘めた抜群の防蝕効果　長期耐久性は　これらのタンカーの長寿を約束しています。

●エポキシ樹脂・エピコートは　日本をはじめ世界各国のあらゆる分野に20年の実績をもち　生産量第1位を誇っています。

世界中で選ばれ実証されたシエルの化学製品は工業・農業のあらゆる部門の技術革新をすすめ企業の合理化、コストダウンに奉仕しています。
●詳しいことは塗料メーカーまたはシエルへご相談下さい。

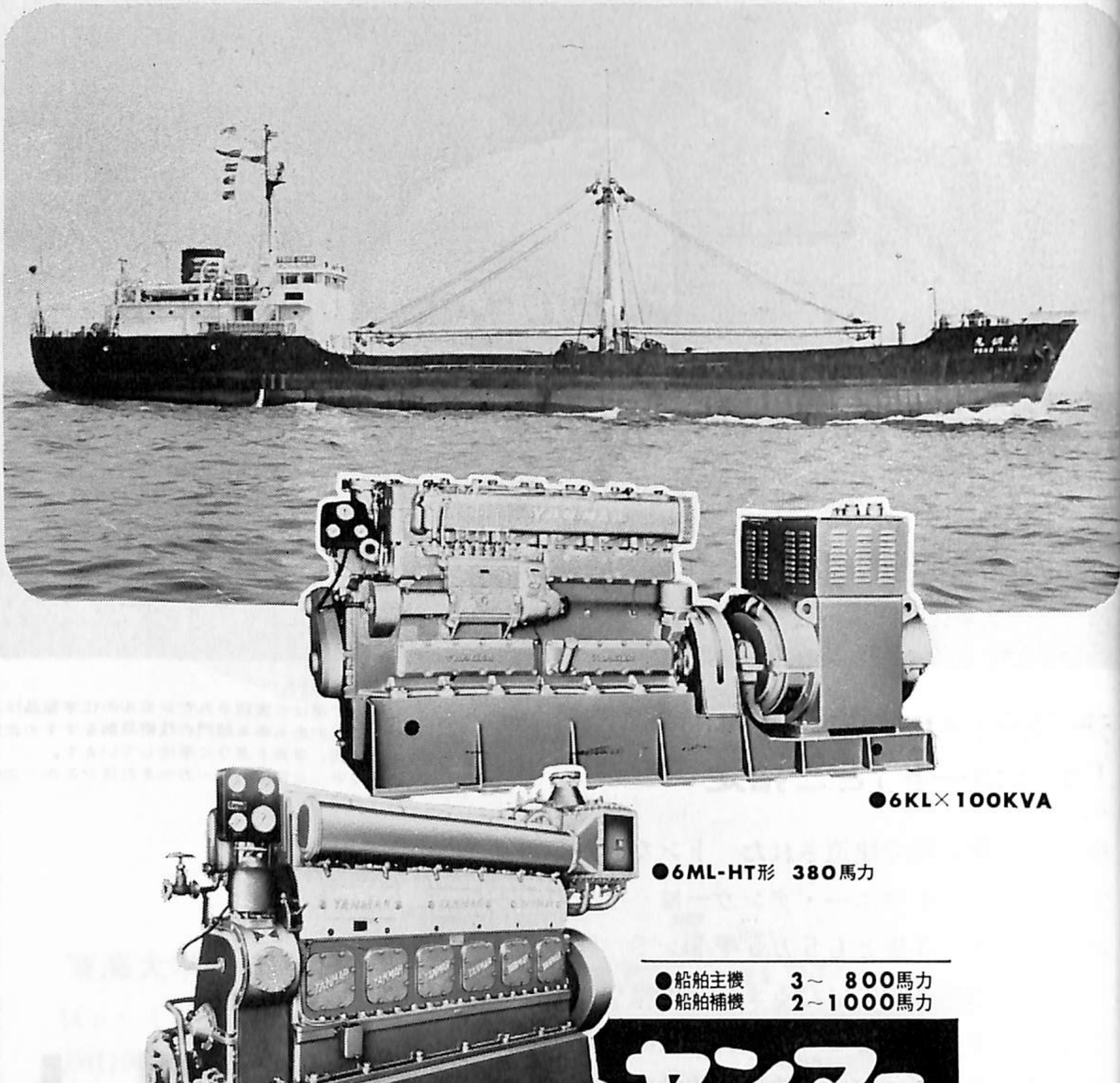
エピコート

シエル化学製品販売株式会社
東京都中央区銀座東1−10　〈三晃ビル〉(電535−6401)
札幌(電22−0141)；名古屋(電582−5411)；大阪(電203−5251)
福岡(電28−8141)

シエル化学　SHELL

YANMAR DIESEL ENGINE

●船舶の補機に！



●6KL×100KVA

●6ML-HT形　380馬力

●船舶主機　3～　800馬力
●船舶補機　2～1000馬力

ヤンマーディーゼル

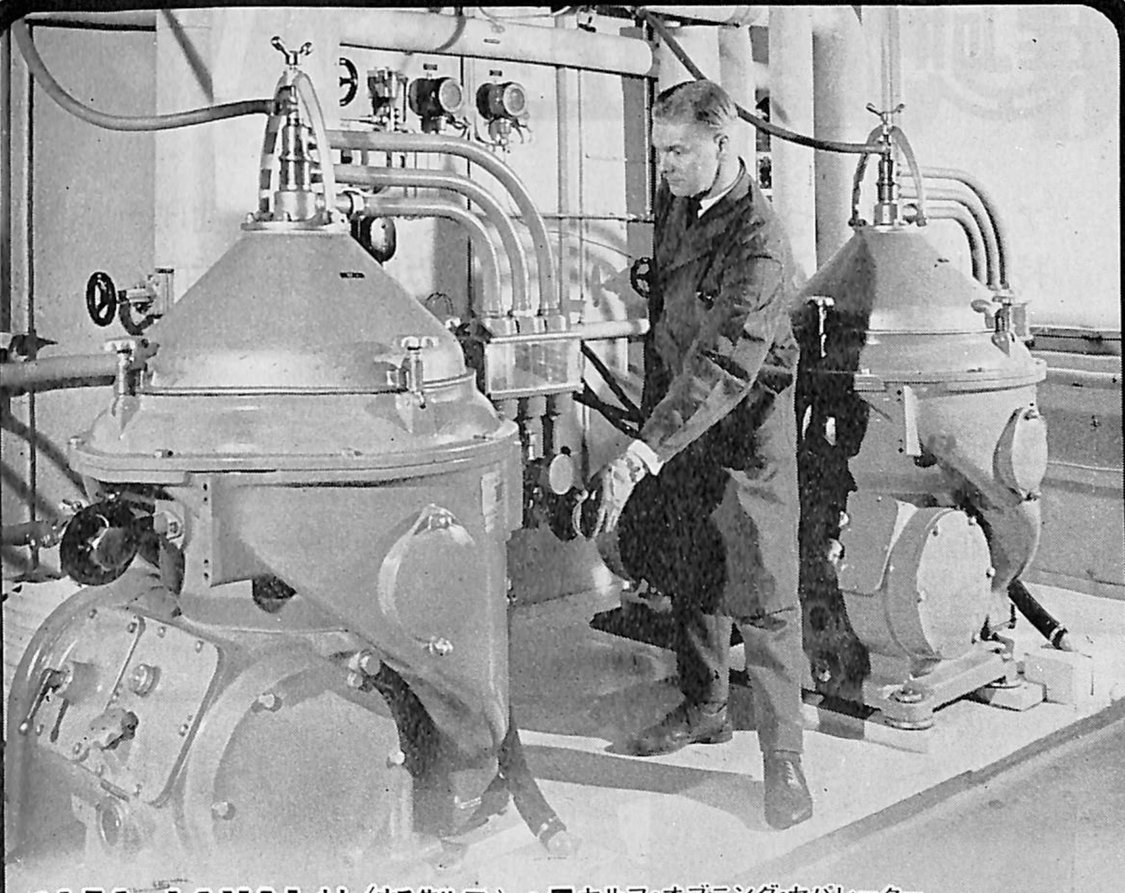
YANMAR

ヤンマーディーゼル株式会社
〈本社〉大阪市北区茶屋町62番地
札幌・旭川・仙台・東京・金沢・大阪・岡山・広島・高松・福岡・大分

ヤンマー船舶機器株式会社
〈本社〉大阪市東区南本町4丁目20（有楽ビル）

油清浄機

技術提携先. **ALFA-LAVAL A.B.** Tumba Sweden



ALFA-LAVAL社〈新製品〉! ■セルフ・オプニング・セパレーター TYPE MAPX 210-00T（資料贈呈）

□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）/各種 遠心分離機

DE LAVAL

瑞典アルファラバル会社日本総代理店

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　(252) 1312大代表

■東京支店　東京都中央区日本橋本町2－20小西ビル
電　話　(662) 6211大代表

■製作及整備工場
京都機械株式会社分離機工場
京都市南区吉祥院御池町31
電話(68) 6171代表

生産の合理化に… 超高圧700～2000kg/cm

理研 理研油圧パワー

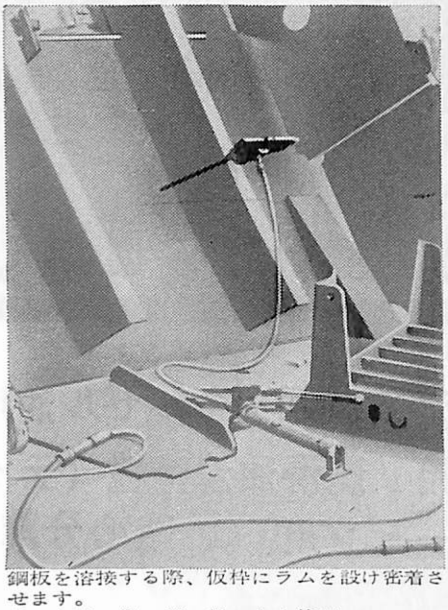
アイディアひとつで、押し、引き、拡げ、締めつけ、曲げ、持ち上げ、プレス等、手軽に操作出来る万能油圧機器です。

〈特　長〉

- 超高圧
- 軽量小型
- 高低圧自動切換
- 安全性と圧力の自由調整

〈営業品目〉

- 電動油圧ポンプ
- 手動（足踏）油圧ポンプ
- ラム４トン～950トン迄各種
- その他各種アタッチメント



鋼板を溶接する際、仮枠にラムを設け密着させます。
Ｐ－１Ｂ，Ｒ－42，Ｈ－１を使用

50トン手動油圧ポンプユニット、超高圧ポンプのため、ラムが非常に小型化され、作業の上にも持ち運びにも極めて便利に出来て居ります。

理研機器株式会社

東京都港区芝浜松町４丁目21番地　電話 芝（431）1176～1179・1170
国電浜松町駅下車 300m　田町寄り線路際
大阪営業所　大阪市北区樋之上町６５番地　電話（361）９７９６番

燃料添加剤　石油添加剤

NAC-D

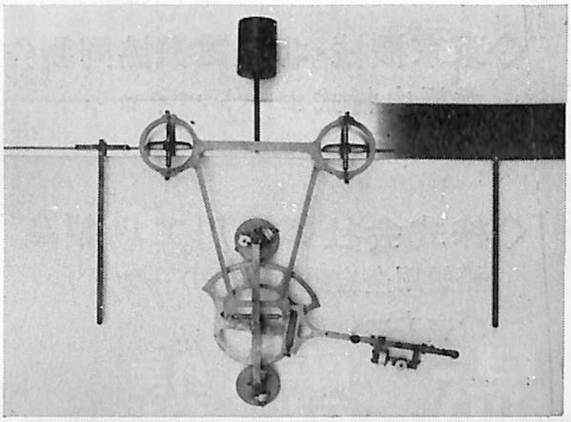
PAT. NO. 178013
NO. 192561
NO. 193509
NO. 238551
NO. 238552

乳化破壊！
抗乳化！

日本添加剤工業株式会社

東京支店　東京都千代田区内神田２丁目５番１号　電話 東京（252）3881～4・5402
分室　電話 東京（256）６７８４～５
大阪支店　大阪市西区江戸堀北通１丁目６９番地　電話 大阪（443）６２３１～３
名古屋出張所　名古屋市中村区太閤通２丁目４０番地　電話名古屋（571）6808・8632
本社工場　東京都板橋区前野町１丁目２１番地　電話 東京（960）８６２１～４

世界の水準をいく玉屋のINTEGRATOR



○精度は定評があります。
○使いやすく能率的です。
下記の三項目を測定し計算できます。

Area $\int Y\,dx = A$
Moment $\frac{1}{2}\int Y^2 dx = M$
Moment of Inertia $\frac{1}{3}\int Y^3 dx = I$

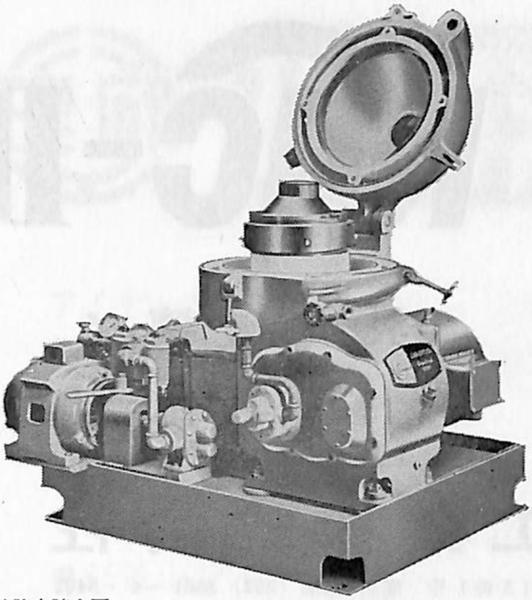
測定範囲
X方向　155㎝
Y方向　68㎝

登録商標　株式會社　玉屋商店

本社　東京都中央区銀座４－４（和光裏通り）　電・（561）８７１１（代表）
支店　大阪市南区順慶町４－２　電・（251）９８２１（代表）
工場　東京都大田区池上２－14－７　電・（752）３４８１（代表）

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

ペンソールト　ケミカルス　コーポレーション
シャープレス機器部　日本総代理店

巴工業株式会社

本　　社　東京都中央区日本橋江戸橋3ノ2（第二丸善ビル）
電　話　東　京（271）4　0　5　1（大代表）
大阪出張所　大阪市南区末吉橋通り4ノ23（第二心斎橋ビル）
電　話　大　阪（252）0　9　0　3（代　表）

営業品目

◇東京機械株式会社製品
中村式浦賀操舵テレモーター
中村式パイロットテレモーター
電動油圧舵取機（型各種）
（各汽動・電動及電動油圧駆動甲板機械）
揚錨機、揚貨機、繋船機
自動テンションウインチ
電動デッキクレーン

◇東京機械・北辰電機協同製作
北辰中村式オートパイロット
テレモーター

◇株式会社御法川工場製品
船舶用全自動ロータリーオイル
バーナー

丸紅飯田株式會社

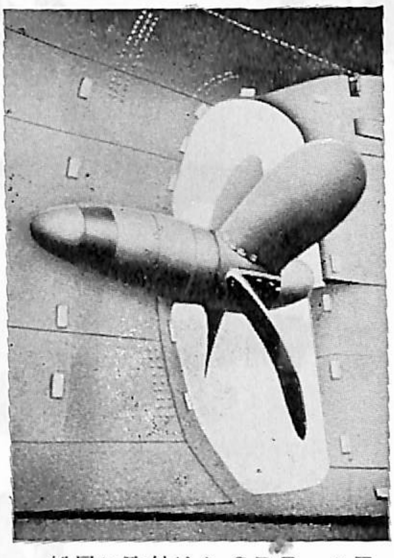
船舶機械課

東京都千代田区大手町1丁目4番地
電話（216）0111（大代表）
大阪市東区本町3丁目3番地
電話（271）2231（大代表）

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，パラストタンク

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）

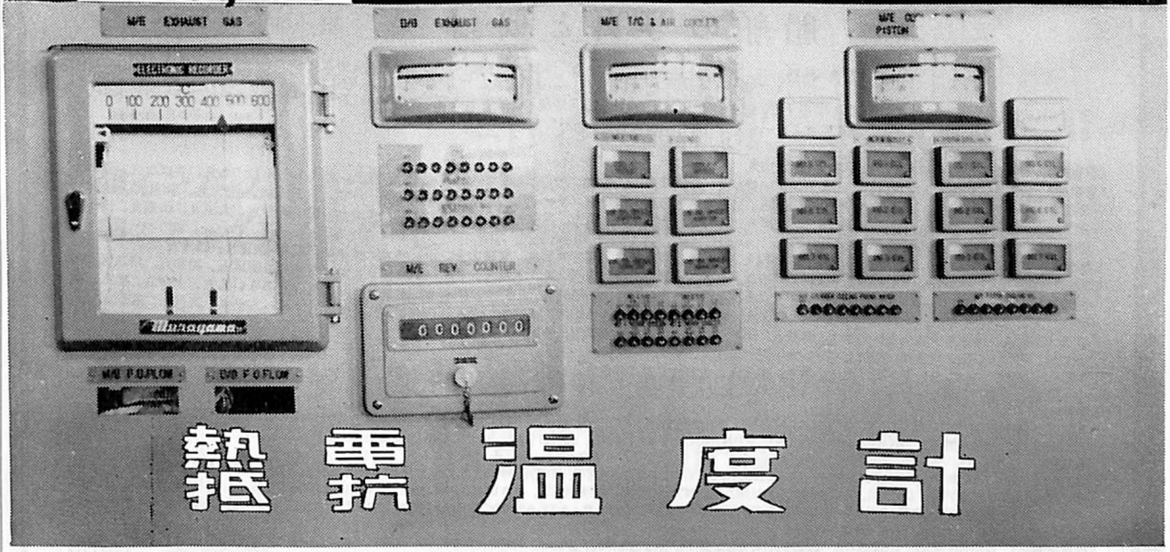
三菱金属鉱業株式会社

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

Murayama



株式会社 村山電機製作所

本　社　東京都目黒区五本木２－１３－１　TEL　(711)５２０１（代）

出張所　北九州（小倉）・名古屋・大阪

酸化防止潤滑油添加剤

プリコア

エンジン快調
使用効果満点

☆カタログ呈☆

シリンダライナのトップメーカー

帝国ピストンリング

東京都中央区八重洲３－７　電話（272）1811

天然社編　**船舶の写真と要目**　第15集（1967年版）

11月刊行　　B５判上函入　　330頁　写真アート紙　定価 2,400円（〒150）

第14集以後1年（昭和41年8月～昭和42年7月）における1,000トン以上の新造船2百余隻を収録，この1年における新造船の全貌が詳細な要目をもつてあきらかにされた本書は，必ずや，技術者および一般愛好者にとつて貴重なる資料であることを疑わない．

国　内　船

〔旅客船〕 十和田丸，あいぼり丸，はまゆう丸，天山丸

〔貨物船〕 紀伊丸，べるげん丸，ぶれーめん丸，ランゲル丸，仏蘭西丸，明光丸，さくらめんて丸，磐城丸，和泉丸，さんふらんしすこ丸，さばな丸，晃山丸岩手丸，昇藤丸，成啓丸，ほんじゆらす丸，諾威丸，若松丸，松波丸，天勝丸，ジャパン　カウリ，ジャパン　パアム，日東丸，三天丸，初星丸，玄洋丸美智輝丸，宮豊丸，和河丸，協伸丸，備後丸，新洋丸，徳伸丸，山恵丸，一星丸，扇洋丸，実鷹丸，協啓丸，大綾丸，第一網中丸，太栄丸，山亀丸，協節丸第十石巻丸，富士徳丸，山美重丸，第十一和光丸

〔油槽船〕 出光丸，天光丸，和泉川丸，鳥羽丸，邦鶴丸，千尋丸，新大阪丸，第二大協丸，高尾山丸，ジャパン　ダリア，第41浪速丸，鶴秀丸

〔特殊貨物船〕 あとらんていつく丸，筑紫丸，千歳川丸，若幡丸，千早川丸，八州山丸，八幡丸，ジャパン　カメリア，悠木丸，昭武丸，神和丸，扇島丸，拓洋丸，ジャパン　グラン，ジャパン　オウク，神山丸，三重川丸，日豪丸，和歌浦丸，山秀丸，香取丸，昭長丸，昭全丸，だあういん丸，大峰丸，広丸，恵昭丸，あとらんちっく丸，ジャパン　ホリー，昭久丸，春越丸，若竹山丸，日正丸，東洋丸，すべんさあ丸，れしふえ丸，へいんず丸，西星丸，越後丸，勇払丸，石狩丸，勢多丸，陽光丸，天晴丸，栄博丸，第八金力丸，親和丸，瑞慶丸，日比丸，鳳幸丸，たいよう丸，清光丸，第八富洋丸，峰鷹丸，第二同和丸大宣丸，神和丸，第二霜安丸，第七えるびい丸，第六菱洋丸，第二十一大遠丸

〔特殊船〕 ケィディーディ丸，第二瑞洋丸，白鳳丸，蔵王丸，白根丸，第二新生丸，いず，凌風丸，第二大光丸，大国丸，第五十五あけぼの丸，からつ

輸　出　船

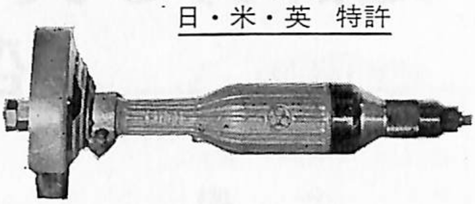
〔貨物船〕
ORON HØEGH MERCHANT, GLENALMOND, STRATHARDLE, S.A. HUGUENOT, MARITIME PIONEER, NEDERLINGE, OCEAN PRIMA, INCRESCENT MOON, TROPICAL VENEER, STAVBORG, SHINTAI, APOLLO CROWN

〔油槽船〕
JASANKOA, BERGEHAVEN, NISO, THORSKOG, GOLAR NIKKO, BEDFORD, IMPERIAL OTTAWA, JARANDA, WORLD STANDARD, HENRIETTA LATSI, BORGEN, FIDELIO, IONIC, MOSPRINCE, CALLIOPI CARRAS, SVENDBORG MAERSK, BLANKENBERG, PACIFIC GLORY, LOAD MOUNT STEPHEN, THORSTAR, ATLANTIC PRINCESS, JOSE MARIA MORELOS, PLAN DE SAN LUIS, MIGUEL HIDALGO, OCEANIC I

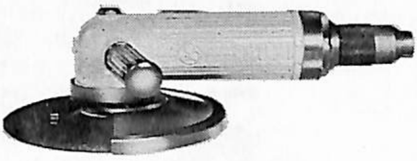
〔特殊貨物船〕 SIGSILVER, CEDROS, VESTAN, NEPHOS, ATHENIC, PLATONIC, PACIFIC BRIDGE, MARGARET C, MOSHER, BALBINA, GRAFTON, ERIDGE, FERNIE, VESTFOLD, SIGWALDO, HØEGH RANGER, MELODIC, ORIENTAL PIONEER, CAPTAIN W.D. CARGIL, TEXADA, JARACONDA, STRATHEARN, OCEANIC FIRST, HARCASTFL, BUCKEYE, LEONIDAS D., ALKMAN, NORTH KING, FARRMSUM, EASTERN FREEDOM, WORLD NAUTILUS, WORLD NAVIGATOR, AEGEAN NYMPH, WORLD GEMINI, IONIAN PIONEER, KYRIAKOULA D, LEMOS, CAPTAIN GEORGE L, MOSBAY, JELA TOPIC, BUCEGI, HØEGH MARLIN, WORLD UNION, SAINT NICOLAS, ARCHMEDES, ALBA, NORMANDIET, MARGARITE, GENERAL AGUINALDO, RANDI BROVIG, HAVFRU, FILIPINAS I, SILVERCOVE, DONA CORAZON, GRNADE JUSTICE, NICKEL I, MERIDIAN, BANARIO, RUEN, OSOGOVO FOH KIM, BRIGHT STAR

〔特殊船〕 SUKHONA

FUJI air tools



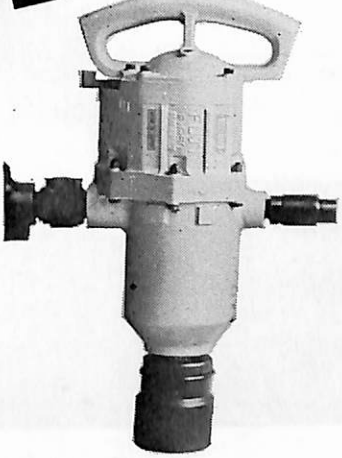
エアーグラインダー
日・米・英　特許



用途に応じ数十機種

乗員縮少の新造船の船内作業スピード化に

定評ある不二のエアーツールを



インパクトレンチ
6㎜～65㎜まで各種

輸出船舶にも塔載され
世界の海でも真価を発揮する

- **エアーモーターは**　タンカーのバルブ開閉、タラップ、ハッチカバー、ポートウインチの開閉巻上操作に
- **インパクトレンチは**　機器類のボールトナット着脱に
- **エアーグラインダーは**　船内装備機器の補修整備に

弊社のエアーツールは全国造船所に御採用を頂だき我が国造船工業の発展に微力を盡して居ります。
造船作業に必須工具としての各種ツールを製作致して居り特にエアーグラインダーは日・米・英　特許を取得した独特の構造に依る高性能機であります。
尚新設計等に関する御相談は弊社技術部に御相談下さい。御請求あれば、カタログお送り致します。

不二空機株式会社

本　　社　大阪市東成区神路町二丁目十六番地　電話大阪(981)代表3163～6・3153～4
東京出張所　東京都港区芝三丁目六番12号　電話東京(456)　1　5　3　1
名古屋出張所　名古屋市熱田区新尾頭町九番の十二　電話名古屋(671)４０１７・(681)５１３７

プ リ マ イ ト――金属表面処理塗料
ジンクライト7R――ジンクリッチペイント
DNT鋼船々底塗料――油 性 船 底 塗 料
ズ ボ イ ド――亜酸化鉛粉さび止塗料
SDCコート No.401 No.402――タールエポキシ系塗料
タイコーマリーン――マ リ ン ペ イ ン ト

★造船工程に革命をもたらした★

新発売の
● ダイヤマーキングプライマー
《電子写真感光乳剤》

新発売の
● ダイヤーマーキングトナー
《電子写真現像液》

本 社
大阪市此花区西野下之町38
支 店
東京都千代田区丸の内3の2（新東京ビル）

大日本塗料

営業所
札幌・仙台・新潟・日立・高崎・千葉・
静岡・浜松・富山・名古屋・堺・神戸・
広島・小倉・福岡・長崎・高松

タンカーの三次元増トン工事

三菱重工業株式会社
神戸造船所修繕船部

1. まえがき

急速な世界の経済発展と，これに伴う船舶の大形化により，経済性の低下した在来船舶の採算性を向上させるため，ここ10数年来船の増トン工事または改造工事は，すぐれた工法により数多く行なわれてきた．

増トン工事のうち，船尾機関船の機関室から前部を新しく取替えて巨大化する，いわゆるジャンボイジングが，増トン工事としては載貨重量の増加率が最高であつたが，ここに述べる工法は，現状の船体構造をできるだけ活用し，前者と同等の載貨重量増加率を確保できるよう開発され，実施された三次元増トン工事である．

本工事は，従来行なわれてきた船体の延長および増深に加えて，タンカーのタンク部の増幅を行なつたもので，当社はこの第1船として，ノルウエーアライアンス社の"HÖEGH GANNET"の工事を受注し，昭和42年8月5日神戸造船所に回着，42年12月21日完工，引渡しを行なつた．

本文では増幅工事に重点を置き，その工法を説明する．

表 1 改造前後の諸要目

項目		改造前	改造後
全長	(M)	215.54	255.35
垂線間長	(〃)	206.35	245.09
型幅	(〃)	27.43	35.00
型深さ	(〃)	15.01	17.525
満載喫水	(〃)	11.374	13.744
長さ深さ比		13.75	13.99
長さ幅比		7.52	7.00
喫水幅比		0.415	0.393
載貨重量	(LT)	39,855	75,912
総トン数		24,906.35	40,907.73
純トン数		16,069.36	29,369.65
スピード (Full load, Normal)	(kt)	17.0	15.47
主機 (NORMAL SHP)		16,500	16,500

注 Speed の改造後の数字は，運転時 Normal HP が出なかつたので，推定である．

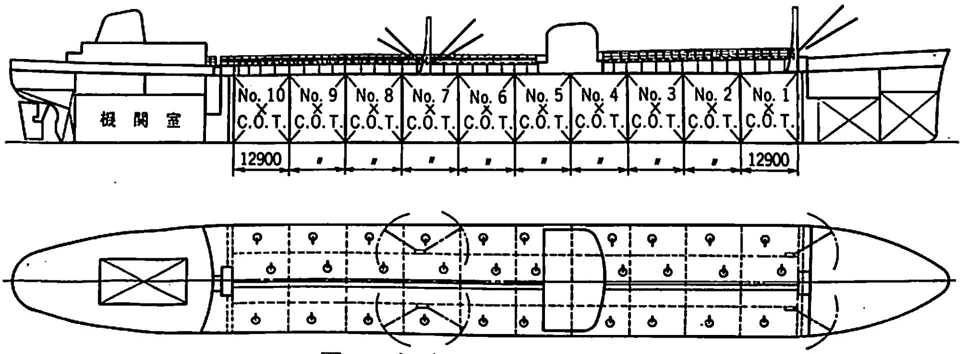


図 1 改造前一般配置図

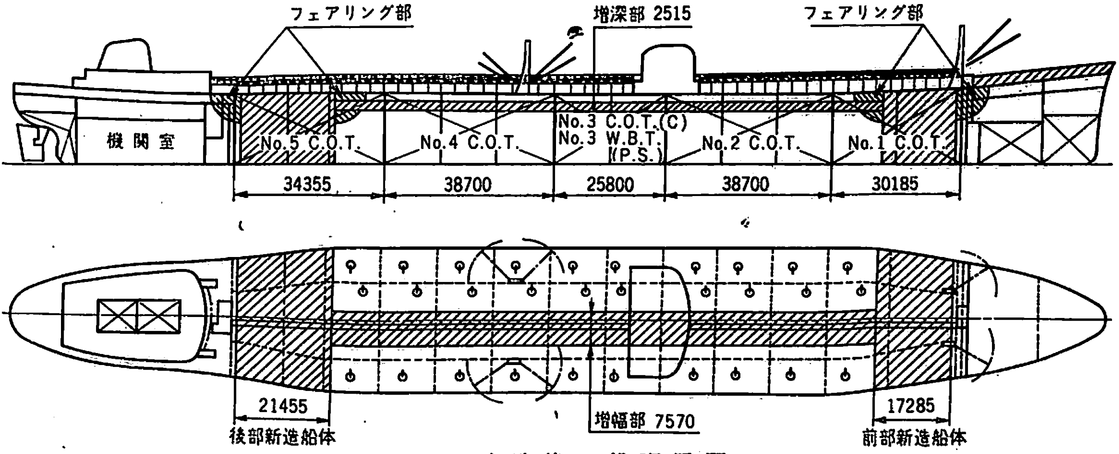


図 2 改造後一般配置図

2. 改造前後の比較

改造前後の諸要目は表1のとおりで，図1～4には改造前後の一般配置と中央横断面を示す．

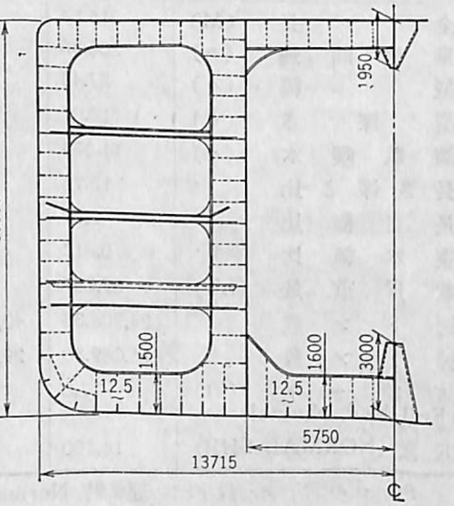


図 3 改造前中央横断面

3. 工事内容および工程

3.1 概 要

改造前の本船は，船尾機関船で，中央に船橋と 33
のカーゴタンクを有し，1960 年ドイツのキーラー ホ

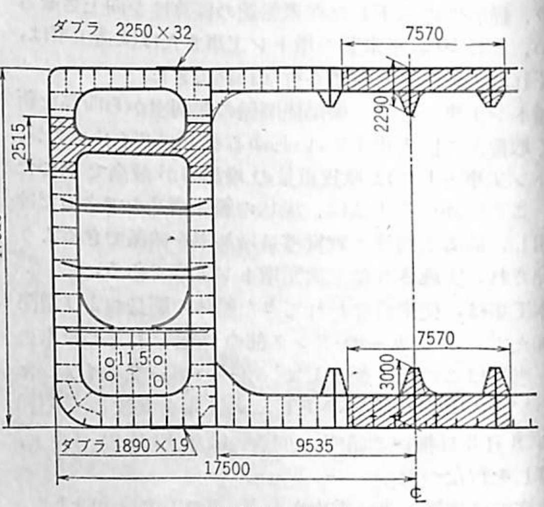
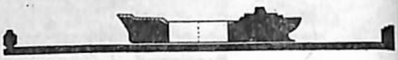
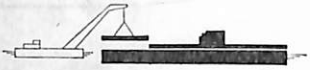
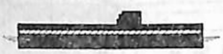
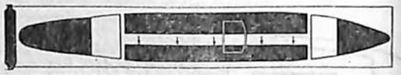
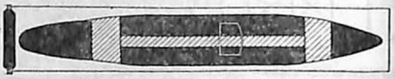


図 4 改造後中央横断面

表 2 概 略 工 程 表

1	(i)	42.8.5 ～ 42.8.10 回着，タンク内掃除，足場架設，マーキング ぎ装製品取りはずし	
	(ii)	8.10 ～ 8.23 垂直，水平切断，浮力タンク取付け	
2		8.23 ～ 9.13 ショートシップ結合	
3	(i)	8.23 ～ 8.24 上甲板取りはずし	
	(ii)	8.25 中央船橋部ジャッキアップ	
	(iii)	8.25 ～ 10.10 増深ブロック搭載取付け，上甲板復旧，ジャッキダウン	
4	(i)	10.6 ～ 10.13 ショートシップ仮結合部で切断，中央船体定位置据付け，縦切断	
	(ii)	10.14 横 移 動	
	(iii)	10.15 ～ 11.25 増幅ブロック搭載取付，最終結合	
5		11.25 ～ 12.21 ぎ装工事，諸試験，海上運転	

ルツペルケ造船所で建造された4万トン形タンカーである．

改造後はロングタンクシステムとし，3番ウィングタンクはバラスト専用タンクとした．延長工事としては，カーゴタンク部の船首および船尾，すなわち Fr. No. 60 の船首側 2.5 m と，Fr. No. 220 の船尾側 2.5 m の位置で垂直に切断し，ここにそれぞれ長さ 21.455 m, 17.285 m の新船体をそう入結合したが，このように，船体の平行部から少しはずれた所で切断し，新船体をそう入結合することが，増幅を伴う増トン工事を可能にした理由であり，一つの特徴である．垂直切断と同時に，玄側厚板の下端シームの線で水平に切断を行ない，中央船橋部上甲板はジャッキアップし，他の上甲板は取りはずして，この間に高さ 2.515 m の増深ブロックを取付けた後，上甲板を復元し，タンク部の増深を行なつた．増深の終了した中央船体部（タンク部）は乾ドックに入れ 船体中心線の右玄側約 1 m の位置で船首尾方向垂直に縦切断の後，右玄側船体を 7.57 m 横に移動し，この間げきに増幅ブロックをそう入して，タンク部の増幅を行なつた．新船体と結合する付近の旧船体は，外板および内部構造の一部を取替えまたは曲げ加工を行ない，フェアリングを行なつた．

次に各工程の概略を述べる．（表2）

1.（i） 本船固着，諸準備工事を行なう．

（ii） 乾ドックに入きよし，垂直切断および水平切断を行ない，フェアリング部を取りはずし，船首船体，中央船体および船尾船体の浮上を行なう，

2. 船首船体の仮出きよを行なう．

中央船体の出きよを行ない，岸壁に係留する．

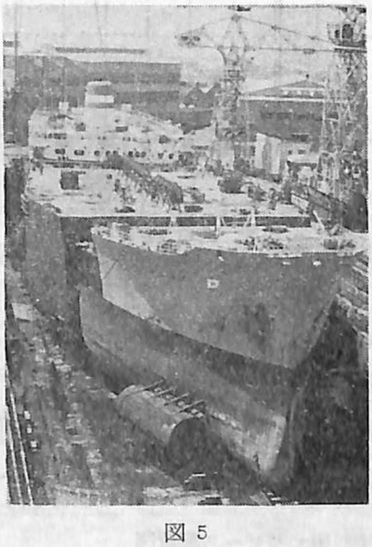


図 5

一体結合建造された前後新船体入きよ，引続き船首船体を入きよして，船尾船体との3者を結合し，いわゆるショートシップを形成する．（図5）

結合工事終了後出渠して，岸壁でフォクスル取付けおよび諸ぎ装工事を行なう．

3.（i） 中央船体は，中央船橋部以外の上甲板を3ブロックに分割して取りはずす．

（ii） 中央船橋部上甲板は，増深の高さだけその位置でジャッキアップを行なう．（図6）

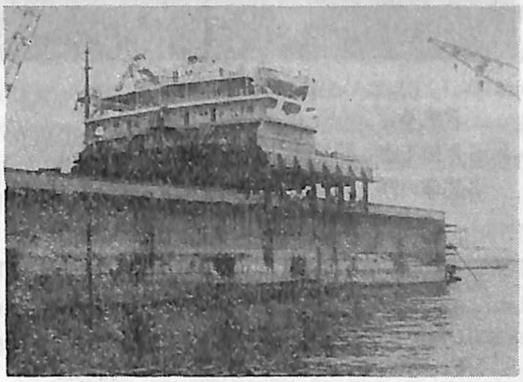


図 6

（iii） 増深ブロックの搭載・取付けを行なう．

取りはずしまたはジャッキアップした上甲板を復元する．

4.（i） ショートシップを入きよし，前後新船体の仮結合部で切断，新船体付き船尾船体の仮出きよを行なう．（図7）

図 7

中央船体を入きよし定位置に据付ける．

船尾船体を入きよする．

中央船体縦切断および横動移用治具取付け．

（ii） 横移動を行なう．（図8）

（iii） 増幅ブロックの搭載・取付けを行なう．

増幅工事半ば，船首尾船体を浮上させ，3者を結

図 8

合する．

5. ぎ装工事，諸試験，海上運転等を行なう．

各船体の浮上状態を表3に示す．

表 3 各船体浮上状態

1. 船首船体
   $d_f = 4.45$ m, $d_a = 5.16$ m
   Deep tank 内にバラスト 1,450 t
   Fr. No. 250 に 100 t 浮力タンク2個取付け
2. 船尾船体
   $d_f = 9.34$ m, $d_a = 9.82$ m
   Deep tank，機関室 D.B.T. のみ Full
   Fr. No. 18 に 100 t 浮力タンク4個取付け
   うち2個は水線付近に取付けて stability を助けた．
3. 中央船体
   $d_f = 2.42$ m, $d_a = 2.43$ m
4. ショートシップ
   $d_f = 6.34$ m, $d_a = 4.93$ m
   Fore deep tank にバラスト 2,200 t
   船尾，浮力タンク水線付近の2個は取りはずし
5. 新船体付き船首部
   $d_f = 3.71$ m, $d_a = 4.38$ m
   Deep tank に 600 t
   Fr. No. 250 に 100 t 浮力タンク2個
6. 新船体付船尾部
   $d_f = 8.05$ m, $d_a = 7.57$ m
   Fr. No. D～G に 3,800 t
   Fr. No. 18 に 100 t 浮力タンク2個

3.2 増深工事

（1）概　　要

浮ドック利用による増深，ジャッキアップによる増深等，種々の工法があるが，本工事においては，1000 t 海上クレンにより中央船橋以外の上甲板を3分割して取りはずし，中央船橋部上甲板はジャッキアップを行なつた．

なお，タンク内補強工事は，取りはずした上甲板復元までに搬入取付けを行なつた．

（2）中央船橋部ジャッキアップ増深工事（図9）

中央船橋部は，油圧ジャッキにより押上げて，この間に増深ブロックを引込み，取付けを行なつた．

（3）上甲板取りはずしによる増深工事（図10）

中央船橋部以外の上甲板は，3タンクまたは2タンク長さに分割してつり揚げ，取りはずした，各増深ブロック搭載，溶接完了後上甲板を復元した．

3.3 延長工事

本文では，本改造の延長工事の特徴であるショートシップの結合についてのみ述べる．

前後部にそう入する新船体は，単独に建造して浮上させた場合ともに長さの不足から縦方向の GM がマイナ

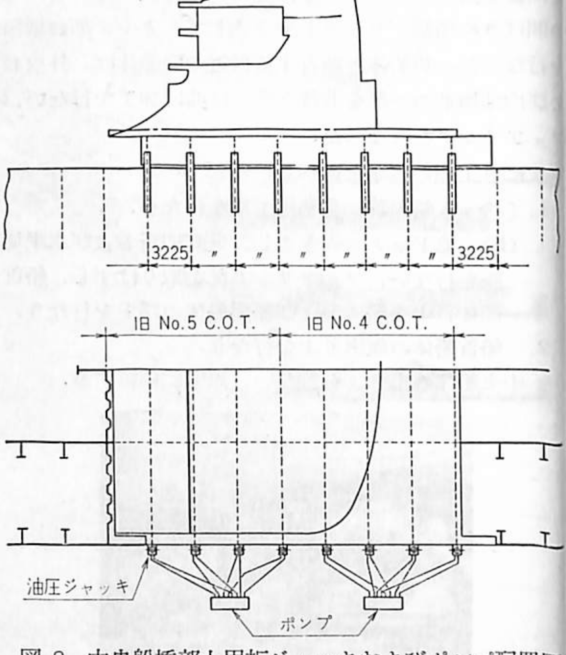


図 9 中央船橋部上甲板ジャッキおよびポンプ配置図

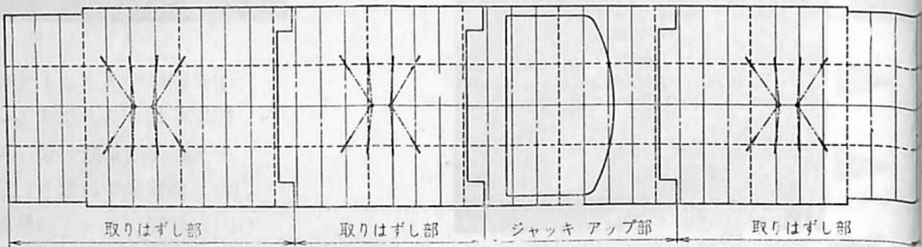


図10 上甲板取りはずし用つりピース配置図

スとなるため，これを船台上で仮結合して進水させた．仮結合部は，進水時のピボッチングロードと，船首尾船体と結合後の浮上に耐えられる強度を持たせた．また，上甲板は約 300 mm の深さの食違いがあり，上層部の断面積および断面係数の不足を補うため，交互にデッキロンジチュージナルを延長させた．

ショートシップ結合の利点としては，係留の容易さ，また喫水の深い船尾船体を乾ドックから引出せることもさることながら，同時に施工できる工事の範囲を広げて工期の短縮を図り，かつ，船尾ポンプルームおよび船首楼付近の複雑なぎ装工事を，早期に行なうことができることである．

3.4 増幅工事

3.4.1 計 画

タンカーのタンク部と2分割して横移動させるという工事は，世界で初めてのことであり，この工法については慎重に研究が重ねられた．横移動の方法として，浮力による方法と，すべり台を利用する方法とが検討され，後者を選んだ．

この方法でもっとも懸念される問題は，切断後と横すべり後の左右両船体に上下差が生じるのではないかということである．これを解決するため，実際の各種盤木の圧縮実験を行ない，この問題を解明した．

本方法では，2分割後左玄船体は定位置に据付け固定し，右玄船体を6本のすべり台上で横移動させることした．移動には進水用鋼製ボールを用い，油圧ジャッキ3台を船底に，2台を上甲板上に装備して横移動を行なった．ジャッキおよびすべり台配置を図11・12に示す．

横移動時の盤木配置を図13に示す．

3.4.2 横 移 動

縦切断および横移動のため，増深の終わつた中央船体を入きよさせ，左玄側に移動距離の半分，すなわち 3,785 mm だけドック中心からずらして定位置に据付けた．切断位置は，船底外板では船体中心線から右玄に 1,000 mm のキールと A 板のシーム，上甲板は，中心線から右玄に 1,240 mm のシーム上である．切断後の左右船体の上下差は認められなかつた．

横移動は，ジャッキのストロークが短く，また押出される船体の長さが約 125 m もあり．平行に移動させるため 50 mm きざみで押出し， 260 mm ごとに船体と押出し長柱との固定用ピンを差替え，同じ動作を 29 回

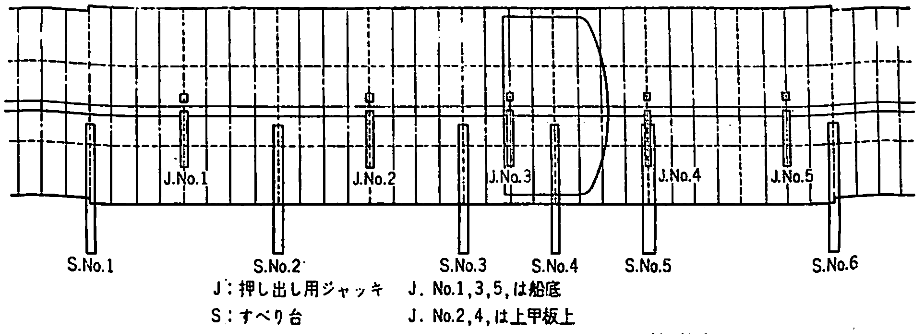


図11 横移動時，すべり台およびジャッキ配置図

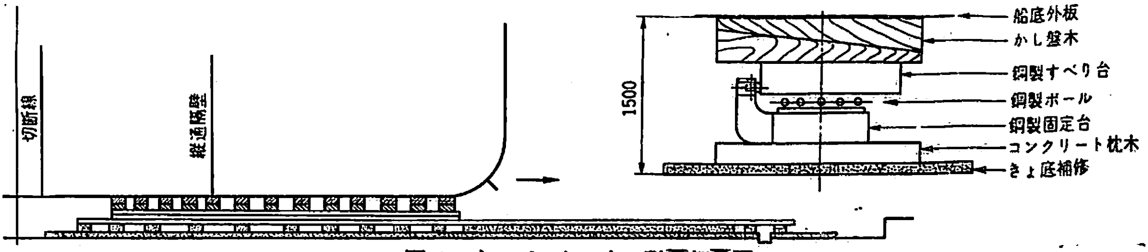


図12 すべり台詳細図

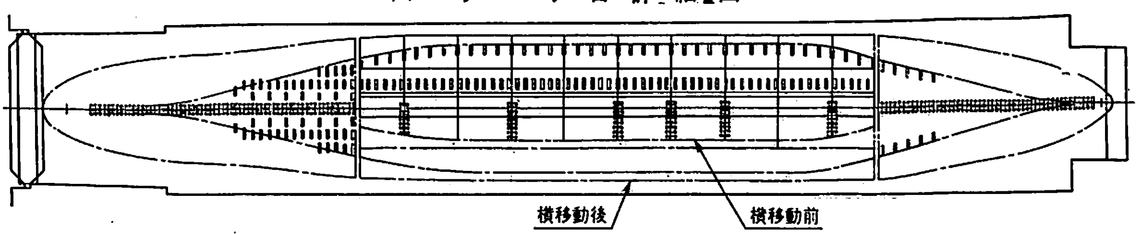


図13 横移動時盤木配置図

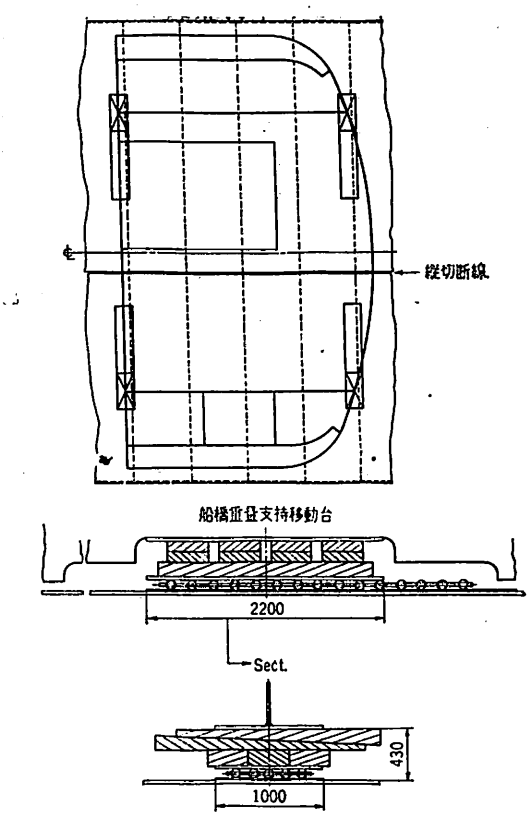


図14　横移動時中央船橋

繰返して 7,570 mm の押出しを終了した．

中央船橋構造は図 14 に示すように，上甲板上のウォール 4 すみに進水用鋼製ボールをそう入して，船体横移動時移動据付けを行なつた．船体横移動前に，船橋構造は船体に固着し，右玄船体とは鋼製ボールを介して移動可能とし，横移動距離の半分移動終了時，左玄側との固着をはずし，右玄船体に固着替えし，残り半分の横移動を右玄船体とともに行ない，中央船橋は，自動的に船体中央に移動させた．

次に横移動時の工程を示すと，

（1） 押出し開始．

（2） 3,785 mm（移動距離の半分）移動終了．中央船橋の固着替え．

（3） 上甲板上 7,570 mm 移動終了，上甲板上2か所，両船体固定用長柱を溶接．

（4） 船底 7,570 mm 移動終了．

（5） 船底3か所に船体固定用長柱溶接終了．

横移動中は，船底2か所で移動距離を計測して，船体ができるだけ平行移動するよう注意を払つた．横移動後の左右船体の上下差計測結果を表4に示す．

3.4.3 増幅ブロック搭載・取付け

増幅ブロックは，最大重量 42 t のものもあり，ドックサイドクレン能力 35 t を越えるため，反対側ドックサイドクレンとあいづりを行なつて搭載し，取付けた．特に，中央船橋下の増幅上甲板ブロックは，ブロックの4すみにローラを取付け，移動後の上甲板端部をレール代りとして，引込作業を行なつた．また，船底外板および上甲板の厚板の溶接は，全面的に双波自動溶接を採用し，非常に良好な結果を得た．

3.5 その他

3.5.1 旧船体補強工事

長さ，深さおよび幅を増大した本改造工事は，必然的に旧船体部の局部強度および船体縦強度の補強を要求されたが，そのおもなものは次のとおりである．

（1） カーゴタンク部のボットムロンジ8条に，フェースプレート取付け．

（2） ウィングタンク内下部クロスタイとボットムトランス間のふさぎ板取付け．

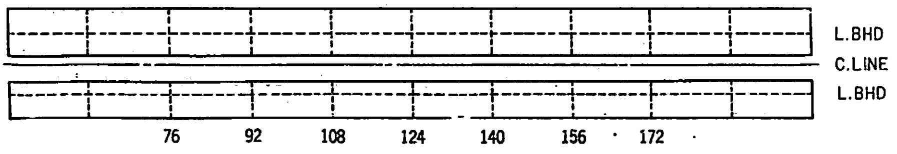
（3） 縦隔壁の板厚不足により，ロンジチュージナルスチフナーを…条追加取付け．

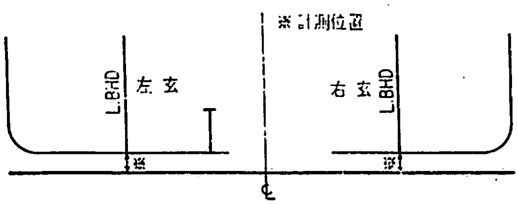
（4） コルゲート横隔壁下部の板厚不足のため，フラットバーダブラを取付け．

（5） ダブラを上甲板および船底に各玄1…取付け．

6） 新上甲板と結合…

表 4　横移動後左右船体上下差計測結果





Fr. No.	PORT (mm)	STB'D (mm)
76	162	171
92	168	178
108	172	167
124	159	171
140	148	157
156	157	169
172	168	170

る旧船首楼甲板および船尾楼甲板にダブリングを取付け．それぞれ各玄1条．

（7） 旧船尾楼外板は新船体の玄側厚板と連続するので，Fr. No.32½ まで新しく取替えた．

（8） 旧プープデッキハウスの増深後乾玄甲板上となる部分の補強．

（9） デープタンクおよびアフトピークタンクの一部補強．

（10） 機関室内トランスウエッブにライダプレートの取付け．

3.5.2 ぎ装工事その他

（1） 荷油管

旧船体の荷油管は鋳鉄製であるので，新船体部も同じ寸法材質のもので延長結合した．

（2） カーゴポンプ

現装タービン駆動カーゴポンプ 1,500 t/h × 4台のインペラを新しく取替え，タービンノズルを増設して約20％の能力増強を図つた．

（3） ヒーチングコイル

タンク容量の増大に伴い，前後の新船体部はアルミニウムブラス管，増幅部は鋼管で増設を行なつた．

（4） LPSG（低圧蒸気発生器）

ヒーチングコイルの増設に伴い容量が不足するため増強改造した．

（5） かじ

船体増大に伴いかじ面積が不足するので，改造後の速力低下に見合う舵頭材強度の限界まで，かじ面積を増大した．

（6） ウィンドラス，アンカー，チェイン

改造後のぎ装数増加により，ウィンドラス，アンカー，チェインをすべて新しく取替えた．

（7） オートテンションウィンチ

船尾に，係留用オートテンションウィンチ 20 t × 30 m を1台増設した．

4. むすび

増幅を伴う画期的なこの増トン工事は，関係者一同の綿密な計画と努力により，順調に工事を完成することができた．

世界の3万トン以上のタンカーのうち，3～6万トンタンカーは約70％を占めており，70～90％の増トン率となるこの種の三次元改造増トン工事は，将来非常に有望なものと考えられるので，経験の一端を記したしだいである．

天然社編 **船舶の写真と要目** 第14集（1966年版）

11月刊行　B5判上製函入　300頁　写真アート紙　定価 1,800円（〒150）

第13集以後1年（昭和40年8月～昭和41年7月）における1,000トン以上の新造船2百余隻を収録．この1年における新造船の全貌が詳細な要目をもつてあきらかにされた本書は，必ずや，技術者および一般愛好者にとつて貴重なる資料であることを疑わない．

国内船

〔旅客船〕 伊予丸，土佐丸，おとひめ丸，沖之島丸，ふじ，照国丸

〔貨物船〕 加賀丸（河内丸），栄光丸，山形丸，若葉山丸，伊予丸，茨城丸（岩手丸），伊勢丸，えばれつと丸，ぬめあ丸，春藤丸，がでまら丸，丁抹丸（和蘭丸，瑞典丸），ろつきい丸，ジャパン リム，しんがぽーる丸，金清丸，日長丸（山幸丸），天鈴丸，春日丸，第七真盛丸，天林丸，第五東洋丸（協邦丸），鹿洋丸，比洋丸，山竹丸（山松丸），金国丸（秀洋丸），協昭丸，松島丸，瑞戸丸（徳洋丸），第一山久丸（第宝丸，正島丸），新同丸，協南丸，芦屋丸，日隆丸，呂港丸，日昇丸，武光丸，宮康丸，栄徳丸，静洋丸，第七宮洋丸，盛和丸（永洲丸），東辰丸（東安丸），神瑞丸，奥島丸

〔油槽船〕 東京丸，五十鈴川丸，山邦丸（碇峰丸），徳島丸，伊予春丸，昭和丸，高砂丸，旺洋丸，くらいど丸，常盤山丸，ジャパン リリイ，土佐丸（高松丸），英洋丸（宜洋丸），ていむず丸，ジャパン ローズ，平和丸，第二雄洋丸（第三アジア丸），昭旦丸，日進丸（日洋丸），ぶるばんだん，恵山丸，天快丸（日勁丸），第七十一日宝丸，福知丸，昭久丸，邦山丸，江春丸

〔特殊貨物船〕 第拾雄洋丸，おうすとらりあ丸，富士山丸，大磯丸，富永丸（富岳丸），つばろん丸，富美川丸，八潮川丸，さんだろうざ丸，大隅丸，宮秀丸（ジャパン メイプル），岡田丸，八雲山丸，かるふおるにや丸，尾道丸，昭山丸，ぼりばあ丸，ジャパン パイン（さんまるていん丸），紀州丸，登光丸，鉱山丸，第三ブリヂストン丸，神日丸，昭福丸，八重川丸，雄峯丸，じえらるとん丸（まあがれつと丸），追浜丸（座間丸），宮城丸，松島丸，若宮山丸，宝昭丸，秀峰丸，松代丸，富山丸，昭明丸，ジャパン エルム，友洋丸，峰鳳丸（開洋丸），海昼丸，東栄丸，甫斑丸（銀斑丸），伊豆丸，こすもす，雄鵬丸（第五雄海丸，第五泉昌丸），山菜山（大文丸），京北丸，空知丸，康洋丸，登後丸，第一照幸丸，宮光丸，第三プリンス丸，日藤丸，塩屋丸，波方山丸，若玉丸，国津丸，三宝丸 米山丸，第二陽周丸，萬晴丸

〔特殊船〕 ながさき丸，陸洋丸，第七十八大洋丸（第八十五大洋丸），第八十三大洋丸，あわ丸（いずみ丸）

輸出船

〔旅客船〕 DONA FLORENTINA

〔貨物船〕 GLYNTAF (NORTH BREEZE), WORLD HARMONY, ACONCAGUA II (IMPERIAL II, MAIPO II, COPIAPO II), ORIENTAL QUEEN, MAXIM, EASTERN BUILDER, STRAAT FLORIDA, STRAAT FUSHIMI (STRAAT FUJI), AZUMA, MANDLO EVERETT (JOHN EVERETT, THOMAS EVERETT, HUGH EVERETT), PIRIN (STRANDJA, LYULIN), TRANSATRANTIC (TRANSONTARIO, TRANSMICHIGAN), NAKORN THAI (SRI THAI), HSING HWA

〔油槽船〕 BERGEBIG, ORIENTAL DRAGON, BORGILA, MOBIL LIBYA, TOROPIC, MOSTER, PENBROKE TRADER, KINNA DAN, CHRYSSI P. GOULANDRIS, BOLETTE, 皇后-WORLD QUEEN, EUROS, BENEDICT (CAPOVERDE), EVANTHIA (JOHN P. GOULANDRIS), PACIFIC, CARIB TRADER, OCEAN GRANDEUR, WORLD LEADER, RATNA JAYSHREE, HOWARD G. VESPER (J. E. GOSLINSE), JECI, SAMUEL B. MOSHER, CHARLES E. SPAHR (RICHARD C. SAUER), STERLING, GEORGE VERGOTTIS, LUHOVITSY (LIKOSLAVL, LJUBLIND, CUBNIC, LJUBERTSY, LENINO), ISKAR (OGOSTA), VIBORG, UTSUKO (UMEKO),

〔特殊貨物船〕 SIG TONE (SIGF, FUJI), THYELLA WORLD SOYA, SAN JUAN TRADER, SCENIC (POETIC), BARON HOLBERG, HARMERON, WASHINGTON GETTY (TEXAS GETTY), DIMITRI, OSWEGO VENTURE (OSWEGO INDEPENDENCE) MARSHAL CLARK, MATILDE, JAG JAWAN (JAG KISAN), RESPLENDENT, KAITY (ANASTASSIA), KRUSEVAC (KOTER, KUMANOVA, KUZARA), MARATHA PROVIDENCE, AGEAN SKY, ACHUEUS (PENTAS, EPHESTOS), KATE N. L. THORSHAVN, MARINA L. (ANNITSA L.), CHALLENGER, GENIE (CHRISTINA II, MARINA), RESITA (HUNEDOARA), HøEGH MALLARD, STAR TARO, SUGELA (ANTIGUA, PHAEDRA), RIO MAR, TROP WOOD, LEONIDAS Z CAMBANIS, ORIENTAL IMPORTER (ORIENTAL EXPORTER), LEELAVATI JAYANTI (CHANAKYA JAYANTI, BHASKARA JAYANTI), OLIMPIC PEGASUS (OLYMPIC PHAETHON, OLYMPIC PIONEER), FINNA (BANA), TRANSOCEAN TRANSPORT, JOHAN HOGO, 日登輪，長台

〔特殊船〕 SLAVIANSK (SHALVA NADIBAIDZE, SULAK, SPASSK), ASEBU, BANKO (AKORA), 新光第1号（新光第2号，国元），ALICE L MORAN, SEGE (FESU)

水ジェット推進について (1)

丹 羽 誠 一

船舶の推進に水ジェットを使用することは古く19世紀にすでに試みられていた．1882年には英国で65呎の水雷艇に135馬力の遠心式ポンプを据付けて12.6ノットを得ている．同型艇はプロペラ推進で17.3ノットを出しているのだから効率はかならずしも良くなかつた．

その後しばらくは特記するほどのものは出なかつたが1937年米国で Hanley Hydrojet なるものが出現した．これは消防艇の消防ポンプ（遠心式）を艇の推進にも利用しようとするもので，全機関を消防用，推進用に兼用できる利点はあるが，推進効率はきわめて低い．昭和25年海上保安庁の消防艇建造にあたつてこの方式の採用が話題にのぼつたことがあるが，結局推進用エンジンを別に持つことになつた．

1953年ニュージーランドの William Hamilton が多段軸流の推進ポンプ装置を開発して，はじめて高速艇用として使用可能なものが完成した．今日米国の Buehler Corp. が発売している Turbocraft はこのパテントによるもので，下はそのポンプの一例である．

Turbocraft 150馬力

ポンプ 軸流3段 4,200 rpm 2,500 G.p.m.

内径 7.5吋 長さ 4呎

静止推力 900ポンド

吸入口 19吋×11吋

吐出口 4吋径

Turbocraft の成功に刺戟されて，主として米国において数種の水ジェット推進装置が発売された．その内の1種 Berkeley 式は斜流ポンプを使用し，30ノット以上の高速艇向きのものである．Berkeley 500馬力を装備した Drag racer は最高 70 mph を得ている．このトップスピードは普通のプロペラ艇にはおよばないが，加速性がきわめて優秀なため drag racer としては成功だつたという。

米海軍のハイドロフォイル駆潜艇 High Point (PCH 1) が完成し，傘歯車による大馬力の Z ドライブ装置の複雑困難性が認識されると，米海軍はこれに代るべき装置を求め，高速大馬力のための各種の推進法および動力伝達法の比較検討を行い，水ジェット推進をもつとも有望なものとして選出した．

1963年には300トン60ノットのハイドロフォイル艇 Plain view (AGEH 1)，500トン80ノットハイドロフォイル艇および滑走艇に使用する水ジェット推進装置の研究開発に着手し，1967年には水ジェット推進の60トンハイドロフォイル砲艇 Tucumacali (PGH 2) の運転がはじまり，いよいよ大型水ジェット推進の実用時代に突入した．

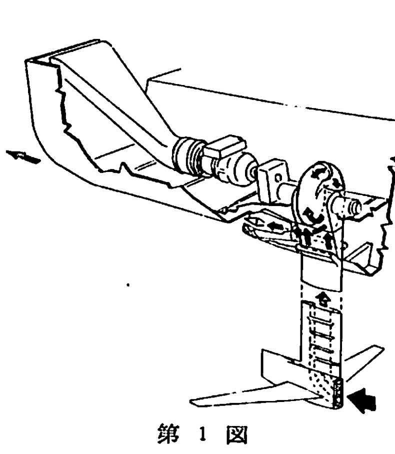
滑走艇において水ジェット推進の利点の第1は船底に突出するプロペラ，シャフト，シャフトブラケット，舵などがなくなり，高速艇で全抵抗の大きな部分を占める副部抵抗が無くなること，またこれによつて浅瀬や障害物を乗り越せること，泳いでいる人々に危険を与えることが少いこと．また水中騒音の発生が少く，特に魚の嫌うプロペラのシンギング現象のないこと，反対にジェットスプレーの落下音が魚を呼びよせる性質を持っている．

一方欠点としては藻やロープなどを吸い込んだときインペラーに巻きついたら上架のうえポンプを分解しなければ行動不能になるおそれがある．常時浮かしておくとポンプおよびダクトにふじつぼなどが付着して性能が低下するなどである．

性能面では一度船体との組合せをあやまり不適当な装置を取付けると，プロペラのように簡単に取換ができないから，計画時に特に慎重に検討しなければならない．ノズル吐出速度と艇速との関係を正しく保つことが大切で，この差が大きすぎると効率が低い．滑走艇の場合艇の総重量は水ジェットの静止スラストの3倍を越えるべきではないと言われている．

システムの推進効率

ハイドロフォイル艇に使用されるこの種のシステムの概略は第1図のようなものである．システム内部抵抗の



第 1 図

ポンプ効率100%，ジェット軸が水平でその水面上高さが無視される理想ジェットシステムの場合，その理論効率は次の如く計算される．

システムの前進速力 u m/s，単位時間に w kg/s の水を相対速度 v m/s で後方に噴出するとき，この船に単位時間に流入する水の相対的運動量は$\frac{w}{g}u$，おなじく流出する水の相対的運動量は$\frac{w}{g}v$，従つてこのシステムの発生する推力 F は

$$F=\frac{w}{g}v-\frac{w}{g}u=\frac{w}{g}(v-u)\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

これによつて単位時間になされる仕事は

$$P_0=Fu=\frac{w}{g}(v-u)n\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

速度比　$K=\frac{v}{u}$　とおけば

$$P_0=\frac{w}{g}u^2\ (K-1)\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)'$$

このシステムの入力は

$$P_I=\frac{v^2}{2g}w-\frac{u^2}{2g}w=\frac{w}{2g}(v^2-u^2)$$

$$=\frac{wu^2}{2g}(K^2-1)\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

したがつてこのシステムの効率は

$$E_{Id}=\frac{P_0}{P_I}=\frac{2(K-1)}{K^2-1}=\frac{2}{K+1}\cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

システムが前進している以上 K は常に1より大きく，K が1に近接するときシステム効率は1に近接する．

現実のシステムには吸口損失，ダクト損失，ノズル損失があり，ポンプ効率もまた100%ではない．

内部損失は単一の流速に対する損失係数として表わすことができる．例えば

$$h_L=k_l\frac{v^2}{2g}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

ここに噴出流速をベースとしたのはこのシステムの内部損失はシステム内を流れる水の流量によつて定まり，これはシステムの前進速度よりも主として噴出速度に支配されるからである．

現実のシステムにおいて推力および出力は理想システムの場合と変りはないが，入力は次の如くなる．

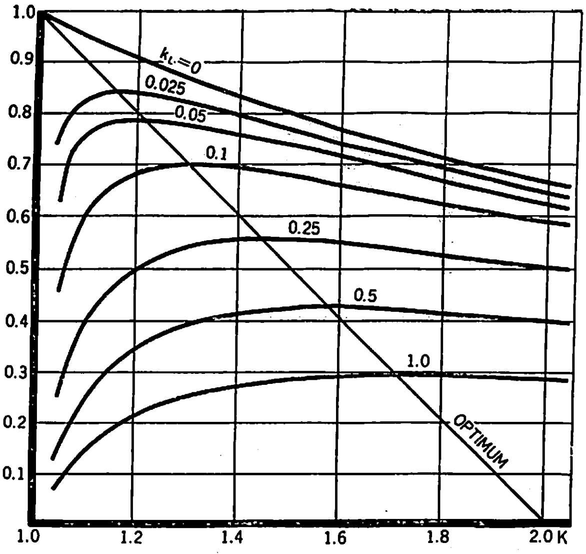
$$P_I=\frac{wu^2}{2g}(K^2-1)+k_l\frac{wv^2}{2g}$$

$$=\frac{w}{2g}u^2\{K^2(1+k_l)-1\}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$

ポンプ効率 η_p とすればこのシステムの総効率は

$$\eta_p E=\frac{2(K-1)}{K^2(1+k_l)-1}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(7)$$

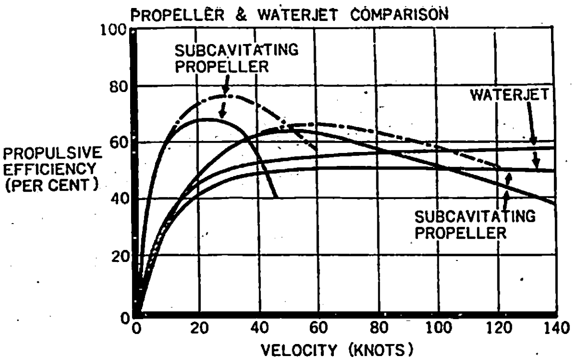
k_l を変数として E と K との関係を計算すれば第2図を得る．



第 2 図

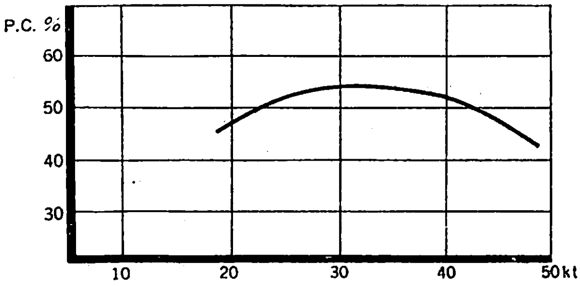
システム効率はこのように噴出速度のかなり低いところで最高になるが，噴出速度を低くとれば流量は大きくなり，したがつてポンプ重量，系内の水の重量が大きくなる．この外にハイドロフォイル艇の場合にはスクープおよびそれに続くダクトを包むストラット抵抗が大きくなる．このような重量増や付加物抵抗増とシステム効率とを見合つてはじめて艇としての最適 K 値が求められる．これらの影響は全排水量に対しポンプおよび水の重量の占める割合，全抵抗に対するスクープおよびストラット抵抗の占める割合によつて艇の最適 K 値がシステム最適 K 値から離れる量はちがう．第2図によつて明らかなようにシステム効率は最適 K 値から K が大なる方の変化に対しては効率低下はゆるやかである．したがつてポンプおよび水の重量の割合の大きな，またストラット抵抗の大きな高速の艇の場合，艇の最適 K 値はシステムの最適 K 値よりかなり高い値となる．

船舶の水ジェット推進の効率は理論的にはその前進速度いかんにかかわらず最適 K 値をとることにより高い効率を得ることができるはずである．入力は流量と全水頭との積に比例し，全水頭は噴出速度 v の自乗に比例するものと考えて大差ない．したがつて一定の K 値をとつたとき，流量は船速が v に近接すると無限大となり，したがつて低速では艇の最適 K 値はかなり大きな値となる．実際問題としては船速20ノット以下となるとシステム効率は急激に低下する．実用可能な水ジェット推進システムの総効率をプロペラの単独効率と比較すると第3図のごとくなる．プロペラ推進の場合はシャ



第 3 図

フト，シャフトブラケットなど付加物抵抗があり，これが高速となるとかなりな大きさとなる．そのため実用高速艇の裸殻に対する総推進効率は50%を越えることはかなり困難である．第4図に100トン級高速艇の試運転成績から得た推進効率を示す．なおこの場合最高速までキャビテーションによる効率低下は認められない．高速



第 4 図

で効率の低下しているのは付加物抵抗の急増によるものと考えられる．第3図は米国Boeing 社が作成したものであるが，この水ジェット推進効率が真であれば，ポンプおよび水の重量が軸系プロペラ等の重量と大差ないとき，40ノット以上の滑走艇には水ジェット推進を有効に使用し得ることになる．

ポンプの要求性能

推進用ポンプの所要全揚程は(8)式で表わされる．

$$H=-h_1+h_l+h_0+ \cdots\cdots (8)$$

H：全揚程（m）

h_1：吸口における動圧による水頭$=-\frac{u^2}{2g}$（m）

h_l：内部損失水頭$=k_l\frac{v_2}{2g}$（m）

h_0：ノズル噴出速度水頭$=\frac{v^2}{2g}$（m）

h_a：実揚程（吸入水面からノズルまでの垂直高さ（m））

全揚程Hのポンプの吐出量は(9)式によつて求められる．

$$w=\frac{HP\times 75\times \eta_p}{H} \cdots\cdots (9)$$

HP：ポンプ入力

uは艇の計画速力である．Kを選定することによりvは定められる．h_aは計画浮上量によつて定まる．内部損失が推定できればポンプの所要揚程は決定できる．内部損失については後に述べる．

艇の全抵抗が推定されればシステムの発生推力が決定できる．推力が決まれば(1)式より所要流量が決定できる．ポンプ効率を仮定すればこれから所要入力，したがつて主機所要出力が決定できる．

ポンプ効率はポンプ形式および大きさなどにより定まる．一般用うず巻ポンプ効率は第5図に示すごときものである．良好に設計されたポンプの効率はこの標準値より5%程度高くなる．また今日の進歩した設計法によつて設計された軸流ポンプは小型でも効率90%程度のものもある．

ポンプのキャビテーションのうちで最も問題になるものはインペラー入口に発生するものである．実験によるとそのポンプの回転数と水量とを一定した場合，キャビテーションが発生するかどうかは吸込揚程によつて決まる．インペラー入口ではいろいろの理由から負圧が発生するが，水がインペラーに流入する際これらの負圧を差引いてなお蒸気圧まで低下しないだけの圧力がポンプの吸込口に必要となる．このため吸込揚程そのものでなく，有効に利用し得る吸込ヘッド（Net positive suctionhead NPSH）なる量を取扱うほうが都合がよい．これはポンプ吸込口基準面において水の持つている吸込全揚程から蒸圧気力を差引いた値である．これをHsvで表わすとこの値は(10)式で求められる．

$$H_{sv}=H_a+h_{as}+h_1-h_{ls}-h_v \cdots\cdots (10)$$

H_a：大気圧（10.3 m）

h_{as}：吸込実揚程（m）

吸入水面からポンプ基準面までの垂直高さ

ポンプ基準面に対し押込のとき （+）

〃 吸込のとき （−）

h_1：吸口における動圧による水頭（m）

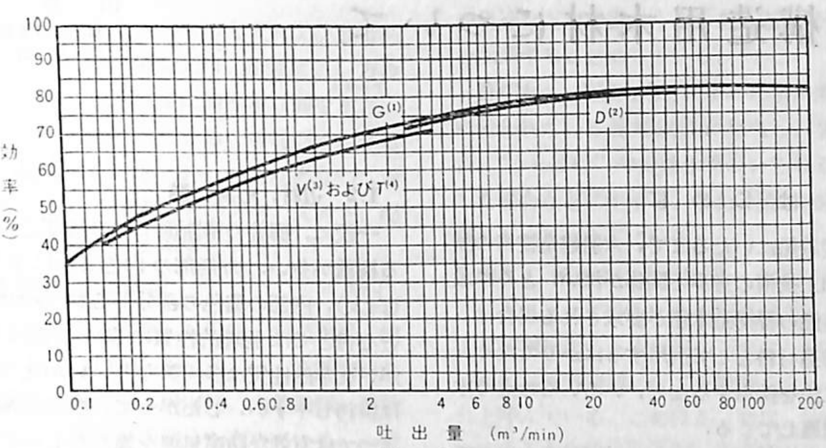
吸口に対し押込 （+）

〃 吸込 （−）

h_{ls}：吸込管中の損失水頭（m）

h_v：水温に相当する飽和蒸気圧力（m）

Hsvがインペラーに水を押し込んでゆくのに必要な



第 5 図

1. 一般用ポンプの標準効率（産業機械統制会風水力技術委員会認定のもの）
2. 両吸込うず巻ポンプ効率（JIS 原案）
3. 小型うず巻ポンプ効率（JIS B 8313）
4. 多段うず巻ポンプ効率（JIS 原案）

圧力 hsv とちょうど一致するときにはインペラー入口直後は蒸気圧力までさがり，キャビテーションが発生しはじめる．したがつてキャビテーションを発生しないためには前者が後者より大きな値でなければならない．H_{sv} は (10) 式で計算できるようにポンプの配置その他から決定される値であり，これだけは利用できるという NPSH で，一般に NPSH available と呼ばれる．hsv は水をインペラーに押し込んでゆくのにこれだけ必要だというヘッド，インペラーに入るときに現れる最大圧力降下で，これを NPSH required という．hsv は一つのポンプをある回転数で運転するとき，水量が決まれば決定される値である．

いま2つのうずまきポンプのインペラーを考え，インペラー入口の形状は同じで外径だけが異るものとする．入口付近の流れは同じであるからキャビテーションは同じ水量のところで起るという考えから

$$S=\frac{N\sqrt{Q}}{hsv^{3/4}}\cdots\cdots(11)$$

N：ポンプ回転数 (rpm)

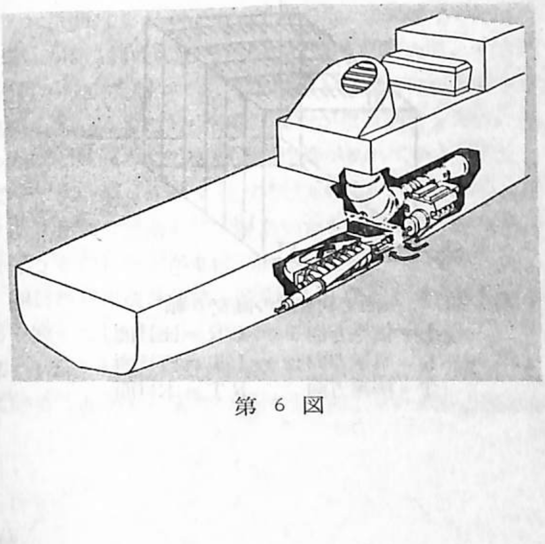
Q：インペラー入口流量 (m³/min)

これを吸込比速度 (Suction specific speed) と呼ぶ．この係数はポンプの揚程には無関係で，インペラー入口の形状が相似ならばほぼ一定の値となる．S の値はポンプ計画が定まつたなら相似模型によつて確認することができるが，一般に 1,200～1,500 に採るのが普通であり，短時間の使用には 2,000 程度まで採ることができる場合もある．S が定められれば hsv は (12) 式で求められる．

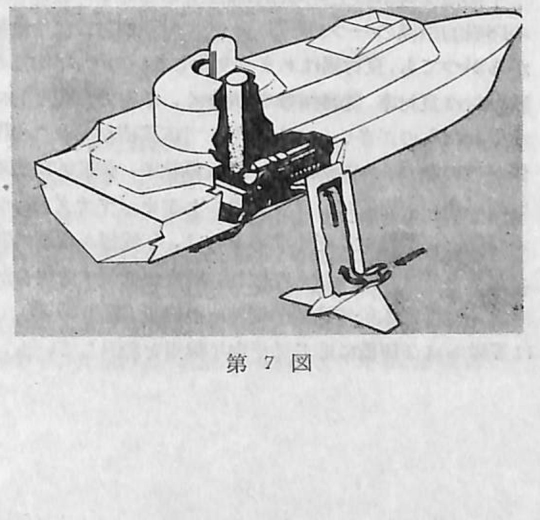
$$hsv=\left[\frac{N\sqrt{Q}}{S}\right]^{4/3}\cdots\cdots(12)$$

しかしこのようにして算出した hsv は概算的のもの

（74 頁へつづく）



第 6 図



第 7 図

木船構造用木材について

山井　良三郎
農林省林業試験場木材部
強度研究室長

はじめに

丸木舟から全接着船にいたるまで，木船建造技術の歴史は木質材料の加工技術の進歩と関係が深い．とくに最近のように，高性能の軽構造木船が要求される場合は，集成材や合板を構造材料として利用するばかりでなく，固着全般に接着工法を採用するなど，いろいろの点で木材の利用開発と関連してくる．

欧米ではかなり早くからこの種の複合材料の利用や接着工法の研究がすすめられ，技術資料もかなり整備されているが，わが国では主として化粧を目的とした内装に利用されてきたため，それなりの効果をあげた反面，強度設計に有効な資料は充分とは云えない現状である．しかし，これらの複合材料もその構成基材は木材自体であるので，ここでは主として素材条件での木材の一般的特性を述べ，木船建造に対する参考の一助にしたい．

1.　木材の組織構造

1.1　春材，夏材，年輪

木材は樹木の形成層の細胞分裂機能により生産された細胞の集合体で，わが国のように四季の気候に変化のあるところでは，生長期間に応じて生長輪がみられる．生長活動の初期には，細胞の形が大きく，細胞膜が薄く，比重の小さな春材（早材）が形成され，生長活動の終期に向うにしたがつて形が小さく，膜が厚く，比重の大きな夏材(秋材，晩材)が形成される．この一年間に形成された春材と夏材とを合わせて年輪という．熱帯産の樹木は冬季でも生長が休止するとは限らないので年輪がみとめられない．また，季節に応ずる生長輪も不明確な場合が多い．

年輪幅は樹木の生育過程の履歴をあらわし，材質判定の肉眼的指標の一つである．一般に針葉樹材では年輪幅がちがつても，夏材幅はあまり変化しないので，年輪幅の狭い材は夏材率（秋材率）が大きく，緻密で，強度的にすぐれたものが多い．これに対して広葉樹材ではこの関係が逆になり，年輪幅の狭い材は軽軟で，強度的に劣るものが多い．とくに，ミズナラ，ケヤキ，ヤチダモ，シオジなど，環孔材にぞくするものは，年輪幅が極端に狭くなると“ヌカメ”材と呼ばれ，強度が低減する場合がある．軽構造木船建造基準案とその解説（昭和35年）では等級および樹種に応じて平均年輪幅を制限している．

1.2　辺材，心材，髄

一般に，樹幹の横断面では外周部と内部の材色が異なる樹種が多い．外周部の白色または淡色の部分が**辺材**（白太），内部の濃色の部分が**心材**（赤身）である．辺材と心材とでは物理的性質に関する基本的な差異はないが，化学的性質は多少異なり，いかなる樹種もその辺材は腐朽しやすい．したがつて，前述の基準案では部材によつては有効な防腐処理を施したものにかぎり，ある限度内での混入を許しているが，部材相互または金物との接面では使用を禁止している．なお，辺材と心材の区別は針葉樹材の方が広葉樹材より容易であるが，針葉樹材のなかでもトウヒ属，モミ属，ツガ属などは心材の色が淡くて，外観のみでは辺材の区別が困難なものもある．

樹幹の中心部で主として柔組織からなるところを髄と呼び，これをふくんだ製材品を心持ち材，ふくまないものを心去り材という．髄およびその周辺の材はやや強度的に劣る場合が多い．

1.3　木取りと材面

木材は図1に示すように，その樹幹の立体座標に応じて，繊維方向（縦方向，L方向），半径方向（放射方向，R方向），接線方向（年輪に対して，T 方向）の互いに直交する3軸をもち，2軸はそれぞれ**柾目面**（ＬＲ面，半径方向の縦断面），**板目面**（ＬＴ 面，接線方向の縦断面），**木口面**（RT 面，繊維方向に垂直な横断面）の3つの断面を形成している．なお，柾目面と板目面の中間

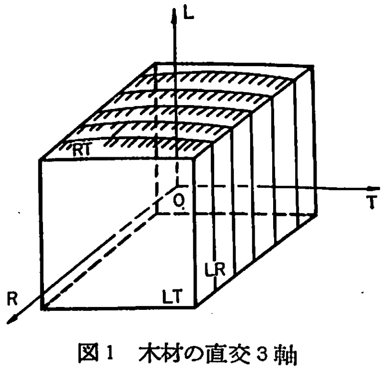


図1　木材の直交3軸

L＝繊維方向	ＬＲ＝柾目面
R＝半径方向	ＬＴ＝板目面
T＝接線方向	ＲＴ＝木口面

的なものを追柾という．また，一本の丸太および製材品のうち，根元に近い方の木口面を元口，梢端に近い方の木口面を末口，製材品のうち樹皮に向う板目面を木表，髄に向う板目面を木裏と通称している．各材面における細胞，組織などの構成要素のあらわれかたは異なつており，一般に，材面における構成要素の方向，大きさ，配列などに関する性状を総称して**木理**という．

1.4　木材の構成要素と細胞膜

針葉樹材の構成要素は仮道管，射出線，木柔組織，樹脂溝で，仮道管が90％以上を占めている．広葉樹材の場合は道管，木繊維，仮道管，射出線，木柔組織，細胞間溝であり，道管と木繊維が大部分を占めている．一般に"**繊維**"と呼ばれているものは針葉樹材では仮道管，広葉樹材では木繊維で，その形態，長さ，膜厚，配列の仕方，結合度，さらには微細構造などが物理的性質や力学的性質に関係している．

細胞膜は外側から一次膜，二次膜の層状構造であるが，二次膜はさらに外層，中層，内層にわかれ，中層が膜厚全体の80％程度を占めている．この細胞膜を微細構造的にみれば，セルロース糸状分子が並列的に集束結合した結晶領域（ミセル）と非結晶領域（ミセル間隙）からなり，ミセルはさらに集合してフィブリルを形成し，各層ごとに細胞長軸とある傾角を示しながら螺旋状に配列している．木材の弾性的挙動や水分子の吸着による膨潤現象などがこのような微細構造に依存するものとして検討がすすめられている．

1.5　木材の欠点

木材の欠点にはいろいろあるが，その原因としては，樹木の生理現象によつて立木時に生ずるもの，伐採，運搬，保管，加工時に人為的に生ずるものなどがあげられる．また，同じ欠点でも用途によつては欠点となるものとならないものとがある．ここでは主として木船の構造用材に関係する欠点について述べることにする．

節： 節は材面にあらわれる枝条の切断面で，生き節（節材が健全であつて，その繊維と周囲の材の繊維とが連絡しているもの），死節（節材が生長活動を失い，その繊維と周囲の材の繊維との連絡が切れているもの），抜けやすい節（死節で抜けやすい状態にあるもの），抜け節（死節で脱落して穴のあいたもの），腐れ節（腐朽を伴うもの）などがあげられる．

製材の日本農林規格（昭和42年12月）では，節ばかまを除いた枝の部分を測定することにし，材種に応じて節の長径，稜線に平行な接線径を求めることが規定されている．しかし，実際の格付けに際しては木材の流通面や用途などを考慮のうえ，ある制限条件のもとで実測値を加減することにしている．

目切れ： 繊維走向と材縁のなす角度，すなわち一般に云われている繊維傾斜に相当し，木取りの不良な場合，"うらごけ"や交錯木理のいちじるしい丸太を製材した場合などに生ずる．また，節の周辺にも局部的な目切れがつねに生じている．

割れ： 割れにはその生因，材面におけるあらわれかたなどによつていろいろの用語がある．一般に，乾燥による干割れのうち木口面から生じた割れを木口割れ，木口面以外の表層部に生じた繊維走向にそう割れを表面割れと呼んでいる．このほか，強風，凍結，乾燥などによつて生じた年輪にそう割れを**目廻り**と呼んでいる．

あて材： 一般に，樹木の偏心肥大生長によつて形成された異常材で，針葉樹材では傾斜した幹や枝の下側にあらわれ，**圧縮あて材**と呼ばれている．これに対して広葉樹材では傾斜した幹や枝の上側にあらわれ，**引張あて材**と呼ばれている．あて材は正常材にくらべて繊維方向の収縮膨潤率が数倍大きく，この材が混在している場合はそりや狂いが生じやすい．また，材質が重硬で脆く，その加工性も劣る．

入皮： 樹皮の一部が外傷により生じた癒着組織によつて材中にまきこまれた状態を云い，その周辺では繊維走向が乱れている．

もめ： 立木時に強風，積雪などのため幹が曲がり，材中に圧縮破損を生じた部分を云い，風害木や南洋材にみられる．

胴打ち： 伐木，運搬の際，打撃により圧縮破損を生じた部分をいう．

やにつぼ： 木材中に存在する樹脂を堆積した細胞間腔をいう．

ぜい心： 腐朽あるいは過熱のためとくに脆くなつた樹心付近の材を云い，直径の大きな南洋材にしばしばみられる．

このほか，木船の構造用材としては前述の**辺材**および腐朽が欠点としてあげられる．

2.　木材の物理的性質

2.1　比重と含水率

木材には多くの空隙があるので，みかけの単位容積当りの重量を一般に**比重**（＝**容積重** g/cm^3）と呼び，空隙を考えない細胞膜実質の比重を**真比重**と呼んで区別している．この真比重はほぼ1.50と評価されている．木材の重量および容積は，測定時の含有水分によつて変化するので，比重の表示法にはつぎのようなものがある．

全乾比重　$r_o = G_o/V_o$
気乾比重　$r_u = G_u/V_u$
生材比重　$r_g = G_g/V_g$
容積密度数　$R = 1000\ G_o/V_g\ (kg/m^3)$

式中，G_o, G_u, G_g は全乾，気乾，生材状態の重量で，V_o, V_u, V_g はそれぞれ対応する状態の容積である．気乾は大気の水蒸気圧と平衡した含水率をもつ状態で，地域，季節，気候などにより異なるが，日本における平衡含水率の平均値はほぼ 15% である．木材の性質は含水率により異なるので，標準含水率が定められており，日本では 15% を基準にしているが，欧米では 12% を基準としている．

比重は木材の物理的性質や力学的性質の重要な指標であるが，同一樹種でも分散が大きく，同一樹幹内でも部位によりかなり差がある．

2.2 繊維飽和点

木材中に含まれている水分はその状態によつて自由水と結合水とに分けられる．自由水は細胞内腔および細胞間隙に滞溜している水分で，移動および蒸発が自由である．これに対し，結合水は細胞膜中に浸潤している水分で，ミセル間隙に吸着され，その結合力を弱化させるので，木材の膨潤，収縮，その他の性質の変化の要因になる．自由水を含まないで最大量の結合水を含んだ状態を繊維飽和点と定義している．この状態の含水率は必ずしも一定していないが，ほぼ 30% 程度とみなされ，この点を境にして含水率が減少すると木材の多くの性質は変化する．

2.3 膨潤・収縮性

この性質は3軸方向で異なり，接線方向がもつとも大きく，半径方向がこれにつぎ，繊維方向がもつとも小さい．3者の比を概略値で示すと **T:R:L＝100：50：10～5** である．比重の大きい樹種は細胞膜が厚く，結合水のスペースが大きいので，膨潤，収縮量が大きい．含水率が 1% 増減することによつて生ずる接線方向の膨潤率および収縮率は，針葉樹材で約 0.2～0.3%，広葉樹材で約 0.2～0.4% である．アピトン類は収縮率がかなり大きいので，精度を必要とする接合部には，充分乾燥した材を使用することが望ましい．

なお，膨潤を抑制した状態で吸湿させた木材を乾燥すると，膨潤を抑制しなかつた場合より抑制方向の寸法が小さくなる．この現象を加圧収縮と呼び，桶のたがや道具の柄のゆるみなどの原因とされている．

このほか，木材の吸水による膨潤を抑制すると膨潤応力が発生する．この膨潤応力は含水率やボルト締めの程度に関連するので，固着部の設計に際してはこれと接合金物の寸法および配置関係を考慮する必要がある．

木材の収縮，膨潤現象は割れ，そり，狂いなどの原因になるので，合成樹脂その他の処理によりこれを阻止する方法がいろいろ研究されている．

3. 木材の力学的性質

3.1 弾性定数

木材の力学的性質は繊維方向，半径方向，接線方向の直交3軸に関して異なり，等方性材料の場合より複雑である．木材の弾性的挙動を完全にあらわすには，ヤング係数 (E_L, E_R, E_T)，せん断弾性係数 (G_{LR}, G_{LT}, G_{RT})，ポアソン比 (μ_{LR}, μ_{LT}, μ_{RT}) など9つの独立弾性定数が必要である．なお，木材の場合でも近似的には $\mu_{xy}/E_x = \mu_{yx}/E_y$ なる関係が成立する．この x, y は互いに直交する2つの任意の主軸の方向である．表1にわが国で常用されている樹種につき圧縮試験で求めた実験例を示す．表中のせん断弾性係数は次式から計算したものである．

$$\frac{1}{G_{xy}} = \frac{4}{E_{xy-45}} - \frac{1}{E_x} - \frac{1}{E_y} + \frac{2\mu_{xy}}{E_x}$$

これらの弾性定数は樹種および材質により異っているが，ごく普通の計算に際しては，$E_L : E_R : E_T = 100 : 10 : 5$, $E_T \fallingdotseq G_{LT}$, $E_R \fallingdotseq G_{LR}$, $\mu_{LT} \fallingdotseq 0.5$ 程度とみてもさしつかえない．ただ，南洋材のなかにはかなり異方性のつよいものがあるので，若干の考慮を必要とする．

3.2 強度値

強度における異方性もつよく，表2にその一例を示す．圧縮の場合は軸方向により応力―ひずみ曲線の型や破損の様相が異なり，半径方向および接線方向では繊維方向のような破壊強度を明確に，かつ，統一的に決定することが困難なため，比例限度のみを示す．針葉樹材の RT-45 度方向ではヤング係数および圧縮比例限度が小さく，また，引張強度をヤング係数で除した値が他の方向にくらべていちじるしく大きく特徴的である．せん断強度の柾目面，板目面による差はあまり明確でないが，板目面（LT 面）を JIS 試験のように L 方向にせん断した場合と，これと垂直の T 方向にせん断した場合とでは強度値が異なり，後者は前者の 1/2～1/4 程度に低減する．なお，せん断強度はそのせん断長が長くなるにしたがつて低減することが知られている．このほか，割裂現象も木材の特異な力学的挙動の一つである．

接合部材の適正な設計を行うには，荷重条件に応ずる木材の変形特性を明らかにしなければならないが，もつとも普通にみられる部分圧縮荷重を受ける被圧材を例に

表1 木材の弾性定数

樹種	ヤング係数				ポアソン比			せん断弾性係数			関係材質		
	E_L (kg/cm²)	E_R (kg/cm²)	E_T (kg/cm²)	E_{RT-45} (kg/cm²)	μ_{LR}	μ_{LT}	μ_{RT}	G_{LR} (kg/cm²)	G_{LT} (kg/cm²)	G_{RT} (kg/cm²)	平均年輪幅 (mm)	比重 (g/cm³)	含水率 (%)
	$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$				$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$			
スギ	89.2	6.35	2.65	0.58	0.41	0.58	0.90	6.64	4.70	0.15	6.1	0.33	14.9
トドマツ	105	10.3	3.35	0.69	0.38	0.57	0.88	5.43	3.70	0.18	4.6	0.35	15.0
エゾマツ	111	8.55	4.80	0.66	0.39	0.57	0.64	5.30	4.67	0.17	1.6	0.39	14.7
アカマツ	101	12.2	6.35	1.75	0.42	0.63	0.67	8.59	5.78	0.46	1.7	0.46	14.2
ブナ	136	10.4	5.40	6.45	0.42	0.53	0.61	11.4	8.64	2.15	1.9	0.62	15.3
アピトン	219	12.2	4.90	7.15	0.41	0.55	0.91	7.97	7.72	2.37	—	0.66	15.4
マカバ	160	11.0	8.55	—	0.51	0.57	0.74	—	9.43	—	1.7	0.71	15.4
イチイガシ	169	20.4	10.3	12.9	0.36	0.54	0.68	16.6	9.96	4.33	2.8	0.84	14.3
ヤチダモ	130	12.1	6.60	—	0.39	0.51	0.65	—	11.5	—	1.8	0.59	14.6
ミズナラ	109	12.6	5.25	4.95	0.37	0.50	0.59	10.4	8.05	1.58	1.3	0.65	15.4
ケヤキ	112	22.3	14.4	14.0	0.41	0.58	0.60	12.6	8.54	4.43	6.7	0.71	14.4

表2 木材強度の異方性

樹種	圧縮比例限応力度				圧縮強度	引張強度				せん断強度		
	L (kg/cm²)	R (kg/cm²)	T (kg/cm²)	RT-45° (kg/cm²)	L (kg/cm²)	L (kg/cm²)	R (kg/cm²)	T (kg/cm²)	RT-45° (kg/cm²)	LR (kg/cm²)	LT (kg/cm²)	TL (kg/cm²)
スギ	231	13.6	7.1	3.2	284	565	70	26	37	63	75	19
トドマツ	256	19.8	10.0	3.1	299	—	—	—	—	98	89	29
エゾマツ	278	18.5	12.0	3.6	347	1105	81	36	44	101	87	—
アカマツ	280	25.0	18.0	8.1	411	1340	96	38	58	107	107	37
ブナ	321	35.9	21.8	19.3	486	1103	187	88	85	127	155	—
アピトン	476	28.8	17.5	16.3	647	1667	83	52	—	118	115	37
マカバ	320	36.6	32.2	—	499	—	—	—	—	169	188	—
イチイガシ	472	57.0	36.8	37.8	655	1670	198	79	157	194	247	117
ヤチダモ	260	39.3	26.5	—	367	—	—	—	—	150	122	43
ミズナラ	238	46.6	19.2	17.6	393	1371	139	105	70	137	141	45
ケヤキ	346	68.4	51.7	41.3	559	1212	171	126	119	200	168	89

とつても，接触部およびその周辺に接触応力その他の二次応力が局処的におこるばかりでなく，めり込みがすすむにつれて余長部の変形抵抗が関与してくるので，材内部にきわめて複雑な応力分布が生ずる．**図2**にアカマツの試験体（4.5×4.5×27.0 cm）を剛性の高い鋼板上におき，その上面（柾目面）中央部に 4.5 cm 幅の加圧鋼板を載せ，**部分圧縮条件**（1）で接線方向に荷重を加えた場合のひずみ分布，および余長部を順次(2〜7)に切断し，4.5×4.5×4.5 cm の**全面加圧条件**（8）とした場合の接線方向の圧縮ひずみ分布の変化を示す．この場合のひずみは標点距離を 4 cm とし，鏡式歪計を用いて測定した．荷重は 350 kg（17 kg/cm²）で，各点のひずみ測定ごとに負荷を繰返えした．試験体の高さを H，長さを L とすれば，L/H が6倍の部分圧縮では材端の T_5 におけるひずみは0に近いが，L/H が3倍の場合は材端の T_2 におけるひずみは圧縮で，その量もかなりあることがわかる．なお，中央部の C 点では全面加圧の条件に近づくにしたがつて圧縮ひずみが増加している．この 4 cm の標点距離をさらに上部 2 cm と下部 2 cm に分けて同様の圧縮ひずみ分布を求めると，上部 2 cm の場合は鋼板の端縁にあたる E 点をすぎると急激に減少し，T_4 付近ではほとんど0になり，T_5 ではわずかであるが引張ひずみが生じてくる．これに対して下部 2 cm の場合は端部に向つて緩やかに低減している．

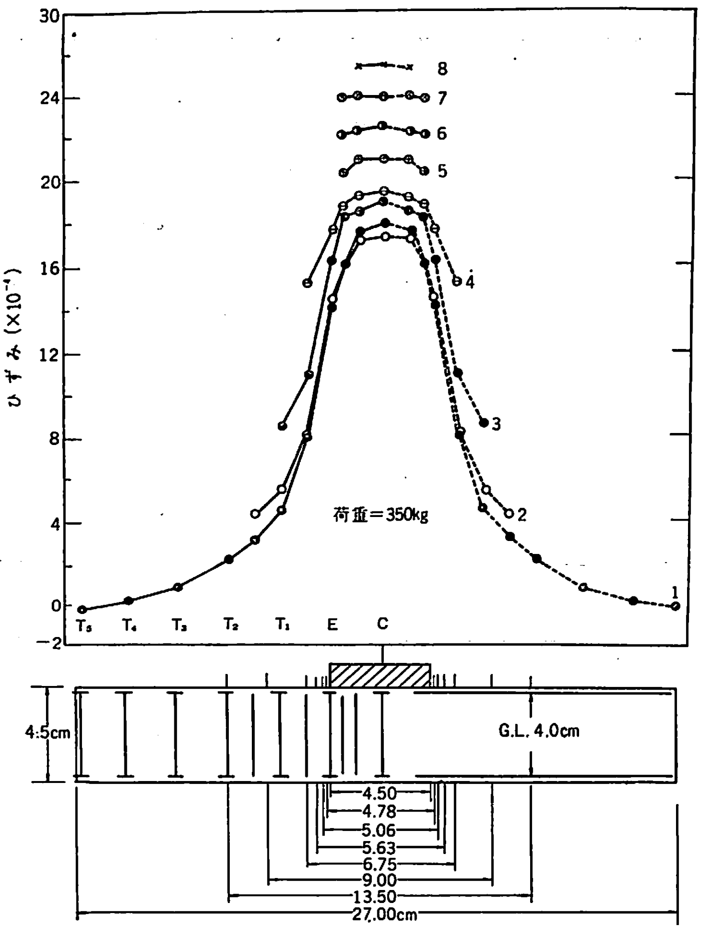


図2 部分圧縮における余長部の影響(アカマツ 4.5×4.5×27.0 cm)

つぎに試験体の上部中央に半円孔をあけ鋼丸棒で加圧した場合の**円孔面圧くぼみ係数**(αcm)と比例限応力度を求めると表3のごとくなる．この場合試験体の幅は 3cm，長さは 15 cm，丸棒の下端から試験体底面までの高さは 6 cm である．面圧くぼみ係数の値は丸棒の直径が小さくなるにしたがつて低減している．また，加圧方向についてみるとL方向が最大で LR-45 度と R 方向ではほとんど差がない．比例限応力度は直径が小さくなるにしたがつて増大する傾向を示すが，直径 2 cm と 3 cm との間にはほとんど差がないようである．

3.3 力学的性質を支配する因子

比重：一般に含水率が一定であれば，比重が増大するほど力学的性質も良好になるが，同一比重でも樹種の別により組織構造を異にするので，比重のみで一義的に判断することはできない．市販の南洋材はほとんど広葉樹材に属するが，強度的性質は針葉樹材に近似しており特徴的である．

含水率：木材の力学的性質は繊維飽和点以上の高い含水率ではほとんど変化がないが，それ以下では含水率が減少するにつれてほぼ直線的に増大する．ただ，その変化率は試験の種類により異なり，強度よりもヤング係数

表 3 円孔面圧くぼみ係数と比例限応力度

樹種	加圧方向	円孔面圧試験結果 面圧くぼみ係数 (cm) φ_1 (cm)	φ_2 (cm)	φ_3 (cm)	比例限応力度 (kg/cm²) φ_1 (cm)	φ_2 (cm)	φ_3 (cm)	関係材質 ヤング係数 (kg/cm²) φ_1 (cm)	φ_2 (cm)	φ_3 (cm)	平均年輪幅 (mm)	比重 (g/cm³)	含水率 (%)
								$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$			
ブナ	L	4.67	4.72	9.32	312	220	211	107	76.9	115	2.7	0.66	16.0
	LR-45	2.26	2.67	3.32	170	141	131	24.8	21.9	19.0			
	R	1.67	2.32	2.93	149	126	115	15.7	15.5	14.4			
ミズナラ	L	4.20	6.66	8.44	285	202	177	113	118	106	1.3	0.61	15.5
	LR-45	1.84	3.33	3.56	149	113	93.5	23.0	21.9	18.1			
	R	1.98	3.44	3.60	107	100	101	15.1	14.7	14.6			
エゾマツ	L	5.84	9.78	11.50	223	174	139	129	128	131	1.4	0.40	15.0
	LR-45	1.84	2.76	3.74	49.5	49.9	43.9	11.8	11.3	10.6			
	R	2.18	3.07	3.44	47.8	45.0	42.9	8.6	8.5	8.7			
スギ	L	3.54	—	—	124	—	—	57.8	—	—	6.0	0.28	15.5
	LR-45	2.26	—	—	49.6	—	—	14.4	—	—			
	R	2.19	—	—	37.2	—	—	8.6	—	—			

面圧くぼみ係数 a(cm)=E･u/p, E=ヤング係数(kg/cm²), u=円孔面圧くぼみ量(cm), p=円孔面圧応力 (kg/cm²)

表 4　目切れと強度低減率（米国）

繊維傾斜	静的曲げ		縦圧縮	衝撃曲げ
	強さ	ヤング係数	強さ	(破壊までの落下高)
通直	100	100	100	100
1：25	96	97	100	95
1：20	93	96	100	90
1：15	89	94	100	81
1：10	81	89	99	62
1：5	55	67	93	36

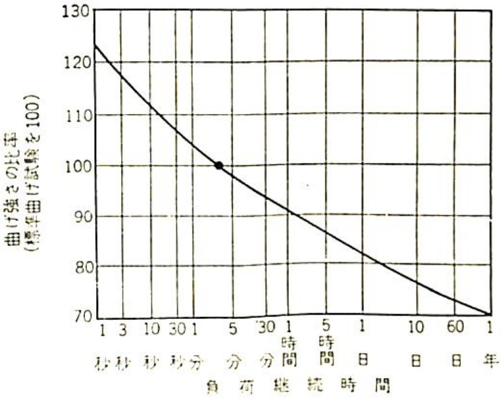


図 3　負荷継続時間と曲げ強さとの比率

の場合が小さい．含水率1％の差による曲げ強さの変化は約4％であるのに対し，ヤング係数の変化は約2％である．

目切れ：木材は異方性材料であるため，目切れの程度が力学的性質に及ぼす影響は大きく，**表4**に米国の例を示す．

時間：木材に一定の荷重を長期間継続載荷しておくと荷重を増加しないでもクリープを生じて変形が増大する．また，**図3**に示すように強度値も低減する．わが国の建築関係では長期荷重による低減係数を1/2としている．

節：一般に節の周辺では繊維走向がみだれ，強度を低減させるばかりでなく，固着加工や水密工事の障害となることもある．節そのものの組織構造が複雑なうえに，材面および材内部におけるあらわれかたが多様であるため，材面，とくに一材面にあらわれた外観のみで強度低減率を評価することは困難であり，製材の等級と強度値は必ずしも比例していないのが実態である．一般に，中央部付近の上下面，あるいはその近くにある節およびその周辺の目切れが破損の原因になる場合が多い．**表5**に実大梁とそれから木取つた無欠点試験体との比較を例示する．

表 5　実大梁と無欠点試験体の曲げ性能比較

樹種		比重	ヤング係数	比例限応力度	曲げ強度
		実大／小試片	実大／小試片	実大／小試片	実大／小試片
北洋(ソ連)材	スプルース	1.06 0.92～1.38	1.18 0.75～1.65	0.67 0.37～1.24	0.52 0.24～0.87
	ベニマツ	1.22 0.91～1.47	1.00 0.42～1.39	0.57 0.33～0.87	0.42 0.26～0.60
	欧州アカマツ	1.19 0.85～1.53	0.99 0.56～1.40	0.57 0.35～1.03	0.42 0.27～0.99
	カラマツ	1.08 0.91～1.48	1.03 0.64～1.73	0.51 0.20～0.83	0.43 0.20～0.65
日本産材	スギ	1.17 0.87～2.03	1.05 0.75～1.69	0.77 0.57～1.25	0.57 0.40～0.81
	ヒノキ	1.11 1.00～1.24	1.07 0.65～2.94	0.73 0.52～1.16	0.56 0.36～1.01
	エゾマツ	0.99 0.76～1.35	1.15 0.34～1.54	0.83 0.59～1.76	0.70 0.45～1.32
	カラマツ	1.04 0.95～1.29	0.99 0.67～1.86	0.59 0.35～0.97	0.51 0.66～0.83
	アカマツ	1.05 0.78～1.23	0.95 0.73～1.40	0.60 0.34～1.12	0.48 0.30～0.71

4. 耐　久　性

木材には腐朽，変色，虫害などのほかに，風化，老化などの劣化現象がみられ，これらの現象は単独でなく，複合したかたちであらわれる場合が多い．

木材腐朽の大部分は担子菌であるが，胞子が風や昆虫によつて運ばれて木材に付着し，割れや木口面から内部に侵入する．適当な水分と温度が与えられると発芽して菌糸を生じ，木材成分を栄養としてしだいに繁殖してゆき腐朽現象を呈する．腐朽菌が生育するには酸素，水分，温度，栄養分の4条件が必要であり，これらを取り除くことがいわゆる防腐である．防腐には適当な構造法による場合と防腐剤処理による場合とがあるが，両者を併用すればいつそう効果が期待できこるとはいうまでもない．

腐朽は環境や菌の種類に左右されるうえ，同一樹種でもかなり個体差を示すので，耐朽性の大小を単純にきめることは困難であるが，常用されている主な樹種の耐久性を分類すれば**表6**のようになる．なお，前述のように辺材は如何なる樹種でも耐朽性が劣ることを忘れてはならない．いずれにしても素材条件の木材にあまり大きな耐朽性を期待することは危険で，適当な防腐処置をすることが望ましい．その場合，防腐剤がどの程度の深さまで入つたかが重要であり，表面にさつと塗つた程度では充分の効果は期待できない．

このほか，フナクイムシなどによる虫害があるが，こ

表6　各樹種の耐朽性

	大		中		小	
日本産材	ヒノキ	ケヤキ	スギ	ミズナラ	ツガ	ブナ
	ヒバ	クリ	カラマツ	カツラ	トドマツ	シナノキ
	ネズコ	ヤマザクラ	ヒメコマツ	シラカン	エゾマツ	クスノキ
	サワラ	ニセアカシヤ	シラベ	アカガシ	トウヒ	ヤチダモ
				ホオノキ	アカマツ	アベマキ
				クヌギ	クロマツ	イタヤカエデ
台湾材	タイワンヒノキ					
米材	ベイスギ		ベイマツ		ベイツガ	
	ベイヒ				シトカスプルース	
	レッドウッド				ベイモミ	
					ストローブマツ	
北洋材			シベリヤカラマツ		シベリヤ産エゾマツ	
			ベニマツ		オーシュウアカマツ	
南洋材	チーク		マホガニー		バルサ	
	コキー		レッドラワン		ラミン	
			マンガシノロ			
			アピトン			
			カプール			
			クルイン			

の場合も上述の腐朽と同様，虫害に強い樹種を選択し，防虫に対する構造上の考慮と防虫剤による処理を行うことが大切である．

5.　集成材および合板

これまで主として素材条件での木材の性質を述べてきたが，最近は単に天然材料の枠にとどまることなく，木材固有の長所をいかし短所を改良してゆく開発研究がすすめられており，その代表的なものに集成材および合板がある．これらの材料はわが国ではおもに化粧用として出発したが，最近では構造用としても注目され，製造基準や許容応力度などが検討されつつある．紙数の関係で詳細は省略し，軽量構造材料としての特徴と問題点のみについて簡単に述べる．

集成材：集成材はひき板または小角材をその繊維方向が互いに平行になるよう，長さ，幅および厚さ方向に集成接着したもので，長大材を品質管理のもとで工場生産できるばかりでなく，構成に際して力学的に有利な断面設計が可能である．また，任意の曲率や異形断面をもつ部材が得られ，接合部の数を減少できるうえにデザイン上の自由度が増す．このほか，節，目切れなどの欠点を分散，除去できるとともに，ひき板の乾燥処理により含水率が規制できることや防腐処理がしやすい利点がある．しかし，現段階では，接着層をもつ材料の疲労やクリープ，異樹種間の接着，現場での有効な接合法などさらに検討を要する問題もある．

合板：合板は切削加工した単板を人工乾燥したのち，単板の繊維方向が互いに直交するように奇数枚積層接着したもので，直交積層により物理的性質や力学的性質の異方性が改良されているうえに，欠点の分散や除去などによる質の向上がはかられている．とくに強度的にみれば，合板はどの方向にも割裂しにくく，積層面に直交するせん断強度も非常に改善されている．したがつて，ボルト孔せん断耐力も大きく，接合部の補強板として適している．このほか，面内のせん断剛性が高く，すじかい効果をもつているので耐力板として有利である．とくにせん断力が表板の繊維方向と45度をなす場合はそのせん断弾性係数が大きく，ラワン合板で約 20～35 ton/cm^2 程度を示し，素材の約7倍となり特徴的である．なお，吸湿による長さ方向の膨潤収縮はきわめて小さく，断面構成や含水率の範囲により多少異なるが，含水率1％の変化に対しラワン合板で約0.015％程度の値が得られている．最近，コンクリート型枠用合板の農林規格が制定

（74頁へつづく）

軽構造木船というもの

戸田孝昭

昭和41年度に運輸省から財団法人舟艇協会に委託された事業に「軽構造木船標準工作要領」の作成というのがあつた．同協会の木構造委員会ではその起草小委員を設けて作成事業を担当し，同委員会の審議を経て答申文書を完成させた．私はこの起草委員の1人として片隅に列席させてもらつたが，非常に勉強になつた．

軽構造木船という言葉は一般の造船界ではあまり聞かれないし，理解もされていないので，ここにそれらについて紹介してみようと思うのである．

一般にわが国で木船といわれているものは「木船構造規則」または「漁船特殊規程」によつたものである．軽構造木船については「軽構造木船構造基準案」というのがあり，現在はこの規則で作られているものが多いが，実際の軽構造木船はこの基準案に入るものよりも種類も多いし，数も多い．

「木船構造規則」で作られる船は漁船や機帆船が多く，「軽構造」で作られるものはそれよりも小さいものが多い．「軽構造木船構造基準案」は適用範囲を大体次のように決めている．1．各部の固着には接着剤を使用せず，外板は2重張りで，両矢羽または片矢羽張りとする．2．長さは10 m 以上で，35 m 以下のもの．3．速長比は，長さを L (m)，速力を V (kt) として $V/\sqrt{L} \leqq 5.5$ のもの．この3条件にあてはまるものは軽構造木船のうちでも，いわゆる実用艇に属する範囲のものであつて，官公庁用の高速艇やプレジャーボートの類は数字的に見てこの規則には入らないのである．

では，広い範囲の軽構造木船とはどういうものかということになる．答申した「工作要領」では，良質の木材または強度上の欠陥を極力排除した集成材を使用し，高度な設計と優れた工作法によつて丁寧に建造された木船，という定義を下している．

ここでは，広義における軽構造木船と木規による木船とを比較しながら，軽構造木船なるものを記すこととする．

以下，木船構造規則によるものを木船，軽構造木船を軽木船と略記することにする．

木船と軽木船とでは，L，B，D の定義の仕方が異つている．L は木船では上甲板のビームの上面の延長面におけるステムの前端と舵柱の後端（舵柱のないものは舵心材頭部の中心）との水平距離であるが，軽木船では，上甲板の上面線とステムの前面線との交点と被板の最後点までとの水平距離である．B は木船では，フレーム外面間の水平距離の最大のものであり，軽木船では，被板外の最大水平距離である．D は木船では，船体中央部におけるキール上面からビーム上面とフレーム外面との交点までの鉛直距離であり，軽木船では，船体中央部における上甲板上面と外板外面との交点と外板外面の最下端までの鉛直距離である．

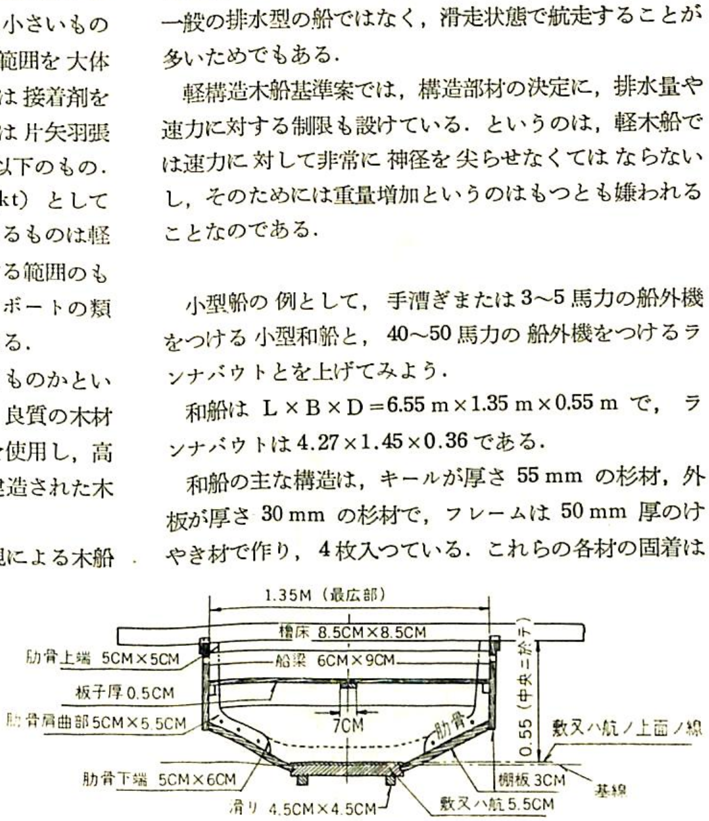
要するに，木船では甲板や外板やキールなどの部材寸法が非常に大きいので，船体を作る場合はすべて内容積に重点を置いて板の内側を基準にし，軽木船ではそれらが薄いので，それらを考慮せずに板の外側を基準にしている．また，軽木船では船体の外形形状を重んずる意味も含まれている．それは，スタイリングもあるし，また一般の排水型の船ではなく，滑走状態で航走することが多いためでもある．

軽構造木船基準案では，構造部材の決定に，排水量や速力に対する制限も設けている．というのは，軽木船では速力に対して非常に神径を尖らせなくてはならないし，そのためには重量増加というのはもつとも嫌われることなのである．

小型船の例として，手漕ぎまたは3～5馬力の船外機をつける小型和船と，40～50馬力の船外機をつけるランナバウトとを上げてみよう．

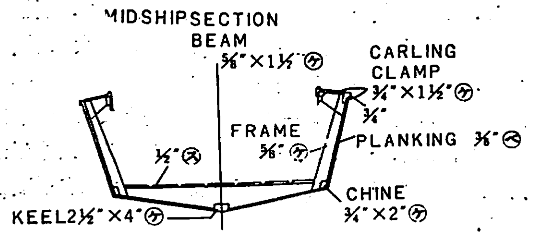
和船は L×B×D＝6.55 m×1.35 m×0.55 m で，ランナバウトは4.27×1.45×0.36である．

和船の主な構造は，キールが厚さ 55 mm の杉材，外板が厚さ 30 mm の杉材で，フレームは 50 mm 厚のけやき材で作り，4枚入つている．これらの各材の固着は



第 1 図

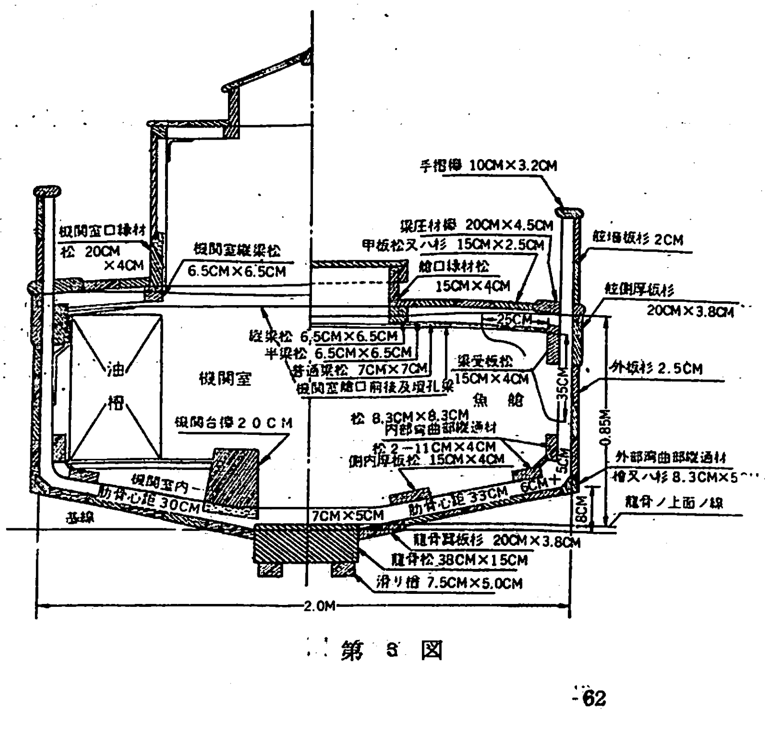
和船特有の鋼製の平らな釘を使つている．縫い釘（落し釘），通り釘，貝折れ釘，あおり釘，包み釘，滑り釘などと，その使用個所によつて少しずつ形状や寸法の異なるものを使つている．水止めは，各部材の固着部をきちんと合せた後に，ハンマーでたたいてから釘で止め，湿気で木部がふくれると水もれが止まるという方法をとつている（第1図）．



第 2 図

ランナバウトは骨組がすべてけやき材で，外板と甲板とは 9 mm 厚の耐水合板を使用している．キールは65×100，チャインは20×50，クランプは20×38，フレームは16厚で600間隔に6枚入つている．各部材の固着は接着剤を主として用い，その圧縮に木ネジや銅釘のリベッティングを行つている（第2図）．

次は長さ 10 m 程度の船を上げてみよう．



第 3 図

小型漁船は L×B×D＝9.0×2.0×0.85 で 8～10 馬力のエンジンをつけている．警備艇は 10.0×2.9×1.4 で，排水量約 6 t，ディーゼル 100 PS×2 で 18 kt を出す．

小型漁船の構造は，380×150 松材のキール，83×50 のチャイン，150×40 の梁受材，25厚の杉の外板と甲板で，フレームは松材の 60×50 で心距は 330 である．デッキビームも松で 70×70 である．固着はボルトおよびタックである．外板の幅は 150 ぐらいで，板は船の前後方向に張り，まきはだを打つて水止めをしている．ということは，隣接する外板とはフレームを通じてつながつているという構造である（第3図）．

警備艇は骨組はけやきで，板は檜を使用している．キールは 160×70，チャインは 70×90，ガンネルは 60×30，船内の縦通材として船底に 60×50 と 50×40 の2条，チャイン部に 50×25，船側に 50×25 を通している．フレームは7厚のけやきを3枚接着して21厚とし，キールやチャインや舷側のコーナ部は幅を十分にとり，他は幅を落とした両舷1体のものである．外板は6厚の檜板を斜めに張り，次いでペイントを塗つて布を張り，その上から再びペイントを塗つて8厚の檜板を内側板と直交するように斜めに張り，外板の端末部は各骨に木ネジで取付け，外板同志は銅釘でリベッティングを行つて1体化をねらつている．これが両矢羽張りの外板で，内側板を斜めに張り，外側板を前後方向に張つたものは片矢羽張りと呼ばれている．甲板は10厚の耐水合板の上に，ガラスクロスをポリエステル樹脂で接着し，いわゆる FRP（強化プラスチック）ライニングを施している（第4図）．

次は長さが 19 m 前後のものを上げてみよう．

前の木船の2例は木船構造規則の適用外のものであつたが，この漁船は規則に従つた材料寸法のもので，昭和26年に建造されたものである．要目は，L×B×D＝19.82×5.02×2.25，総トン数 48.49 t，160 馬力1基で 9 kt を出す（第5図）．

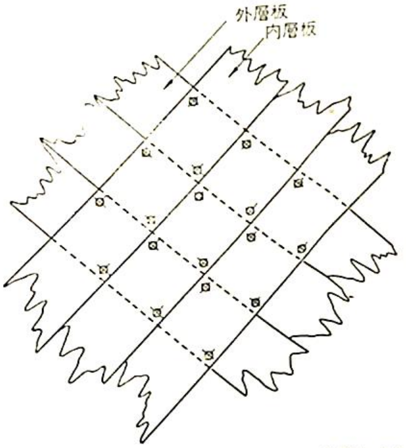
軽木船は海上自衛隊の小型掃海艇で，構造的には軽構造木船基準案の各算式よりも大きい材料が使われている．L×B×D＝18.5×4.9×2.4，排水量 47 t，ディーゼル 160 馬力2基で 10 kt を出す（第6図）．

漁船の構造は切断図の通りである．フレームは乙材を使つて，キール部で 145

×145，頂部で 110×110 で，心距は 400 である．というのは，フレーム間のすき間は僅か 255 しかないということである．外板は 60 厚の杉の赤身材であるが，これも前の小型漁船と同様に，各外板はフレームを通してのみ接がつていて，外板同志の接がりは全然ない．

小型掃海艇の外板は，船底が 10 厚と16厚の杉板，船側が 10 厚と 12 厚の杉板の矢羽張りで，ともに内外板同志を固着させて 1 体化している．キールは 30 厚の米松材を高周波接着して所要の厚さにしている．これを集成材と呼んでいる．

集成材は板の木目の方向を同一にして接着したものであるが，こうすると各板は薄いので十分乾燥したものが使えるし，局部的な欠陥や大きな材料には付き物の不均質性などを完全に取り除き安定した材料を得ることができる．また，接着時に彎曲した型を使用すれば，接着と同時に彎曲した部材を作ることができる．この方法で，彎曲したキールはもとより，キールとステムを 1 体で作ることもよく行われている方法である．



最後の比較は長さ 26 m 前後のものである．

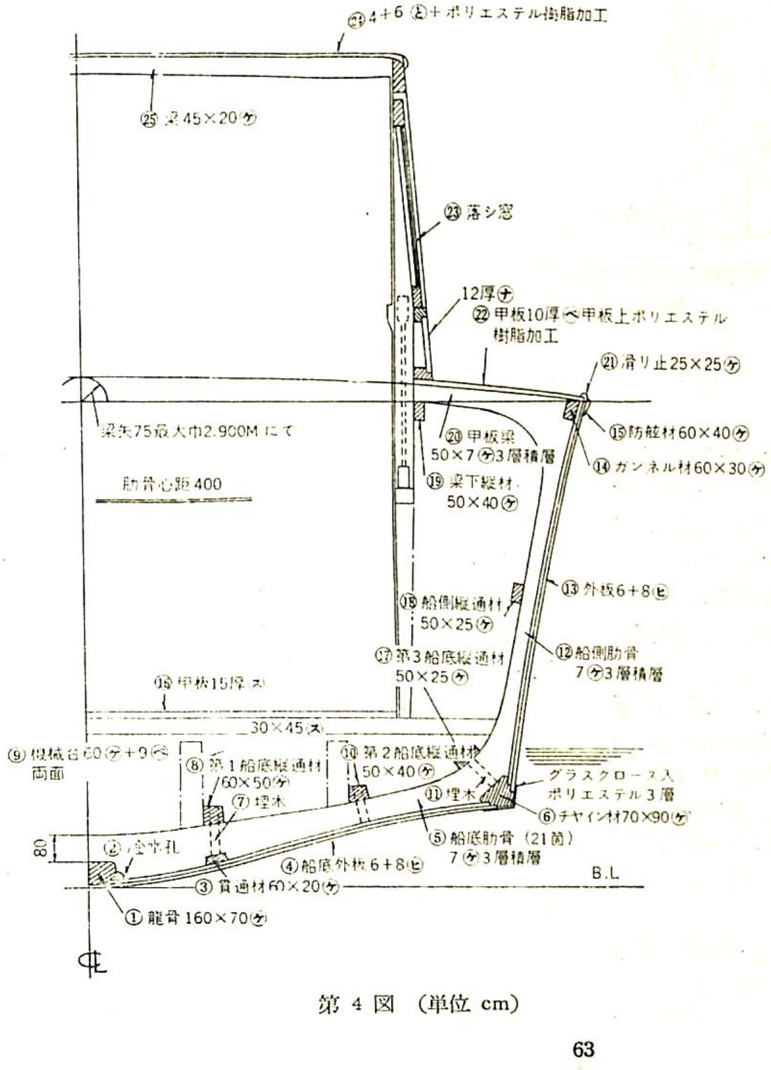
木船は総トン数 150 t の機帆船，軽木船は海上自衛隊の丙型駆潜艇第 6001 号艇である．

機帆船は L×B×D＝26.8×6.75×3.03，総トン数 150 t，310 馬力，速力 8.5 kt である．

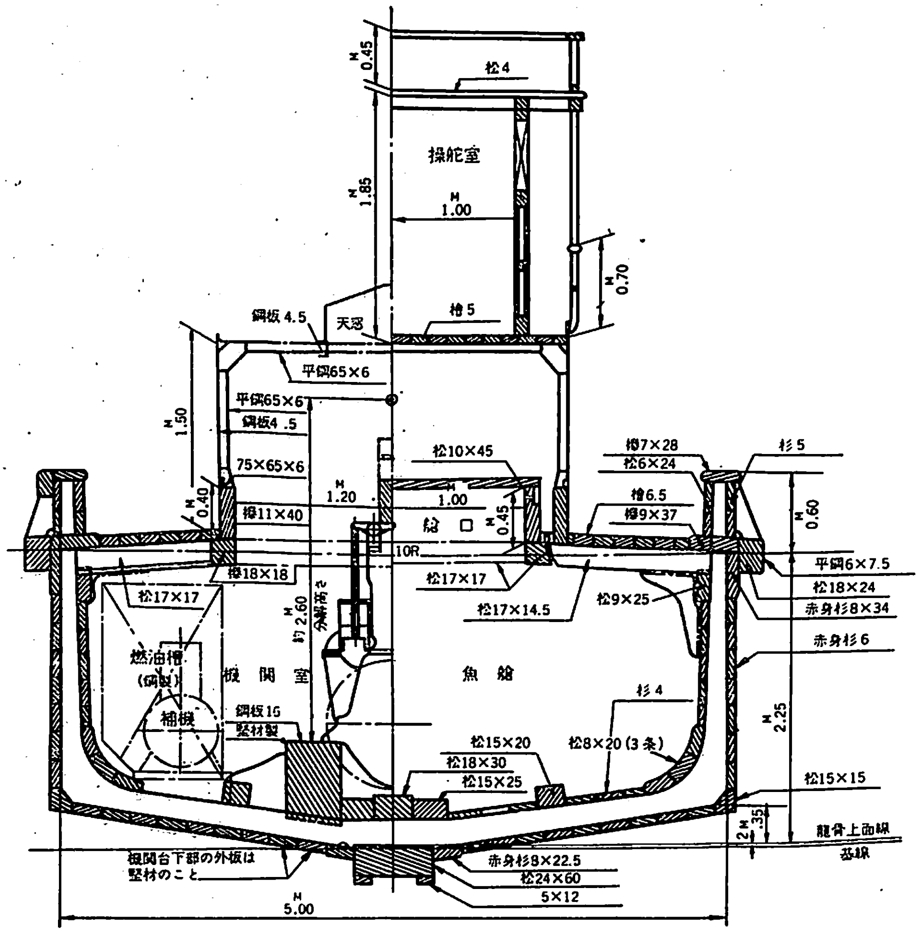
駆潜艇は 25.9×6.5×3.15，排水量 94 t，ディーゼル 2,000 馬力 2 基で 28 kt を出す（第 7 図）．

この両者は寸法的にはよく似ているが，性格は全然異つている．機帆船は軽荷排水量で 100 t 積載能力が 240 t もあり，駆潜艇は合計 4,000 馬力を使つて 28 kt という高速を出す．

機帆船は木船構造規則に従つた材料寸法であるが，駆潜艇は可能な限りの重量軽減を計つている．キールは 250×300 という機帆船に対して，130×260 という 20 厚の集成材で作つている．フレームは 24×(25～20～14) に対して，特殊なものを作つている．40×40 のけやき材を上下に通し，中央部やチャイン部などの高さを増して船側部を低くした形状で，その間を 40×40 のけやき材や 8 厚の板で埋めている．〔フレームと



第 4 図 （単位 cm）



第 5 図　　(単位 m)

外板との間には 40×100 のけやき貫通材を船底に 7 本，船側に 2 本通して，外板の固着と補強および船内縦通材との 1 体化をねらつている．船内の 11 本の縦通材は埋木を介してキール，チャイン材，貫通材とボルトで結合し，がつちりしたものになつている（第 8 図）．

外板は機帆船が杉の単板 75～80 厚に対して，10 厚＋15 厚（＝25 厚）の矢羽張りである．

甲板は機帆船が 80 厚の単板に対して，10 厚と 20 厚の檜材で，内側板を斜めに張り，外側板を前後方向に張つた片矢羽張りである．甲板の下にも 100×30 のけやき貫通材を 11 本通して甲板の補強と固着の補助をさせている．甲板ビームの下にも縦通材を通し，貫通材とボルトで結合させている．ビームとフレームはアルミニウム板のブラケットで接いでいる．

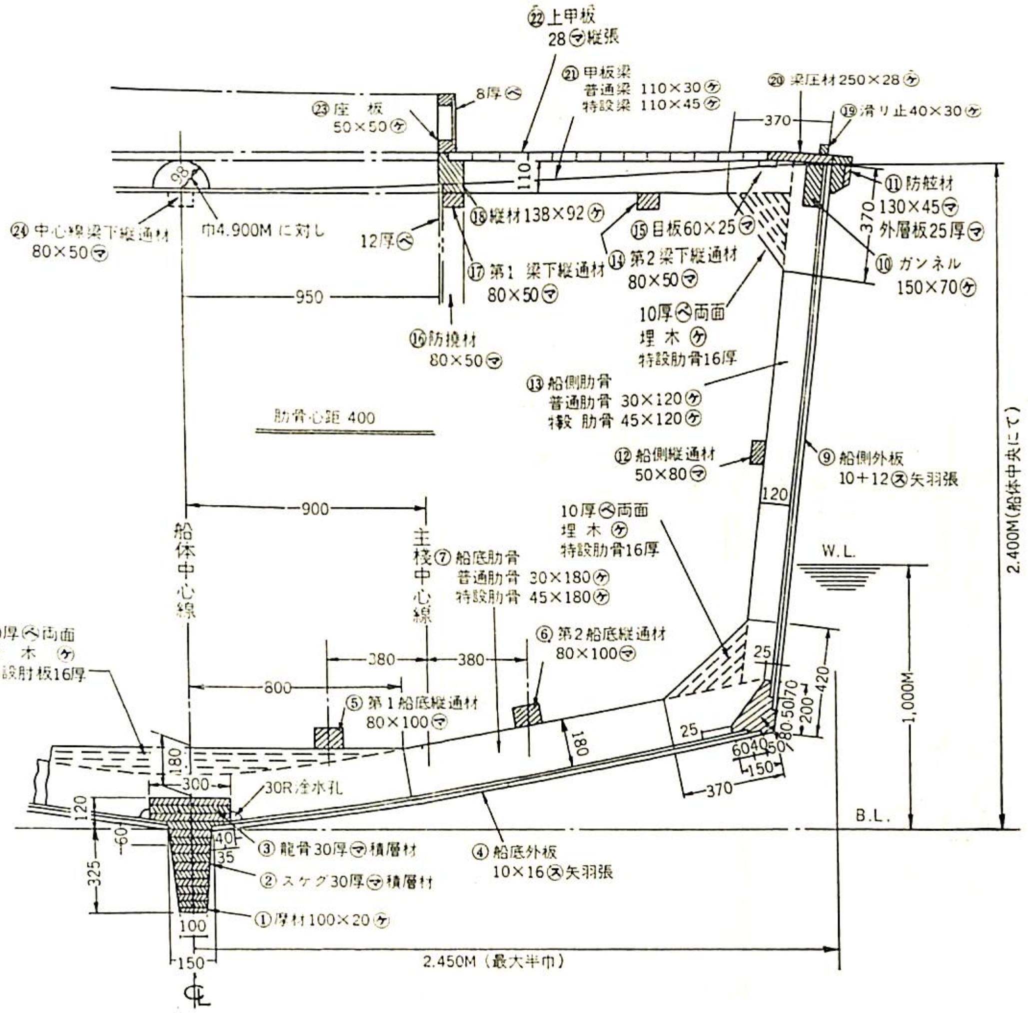
このように極度に軽量化された艇体の船殻重量（W_h）は 30.368 t で，これを L, B, D の積で割ると，$W_h / L \times B \times D = 0.0572$ になる．この程度の大きさの軽木船は 0.05～0.055 が普通であるが，本艇は高速時の衝撃を考慮して丈夫な構造としたものであろう．

軽木船では近年接着剤の良好なものがでてきて実用化され，軽量な船体ができている．その接着剤はレゾルシノール樹脂接着剤といい，耐水性があり，強力で，作業条件もあまり面倒でなく，しかも手軽に必要量を確保することができる．従来の接着剤は加熱加圧を必要とするので，ホットモールド工作法と呼ばれていたが，レゾルシノール樹脂を使うとコールドモールド工作法で作ることができる．

その 1 つの例を上げよう．

このボートはフィッシング・クルーザーで，設計はアメリカで行われ，日本で作つて輸出したものである．

L×B×D＝19.2×5.03×2.35，満載排水量 30 t，ディーゼル 530 馬力 2 基で最高 23 kt を出す．この大きさのボートを満載排水量 30 t におさえるのは楽なことで



第 6 図 (単位 cm)

はないが，それを接着による木材接手効率を上げたフレームレスの縦桁構造とし，固着釘やボルトの重量までも落として完成させている（第 9 図）．

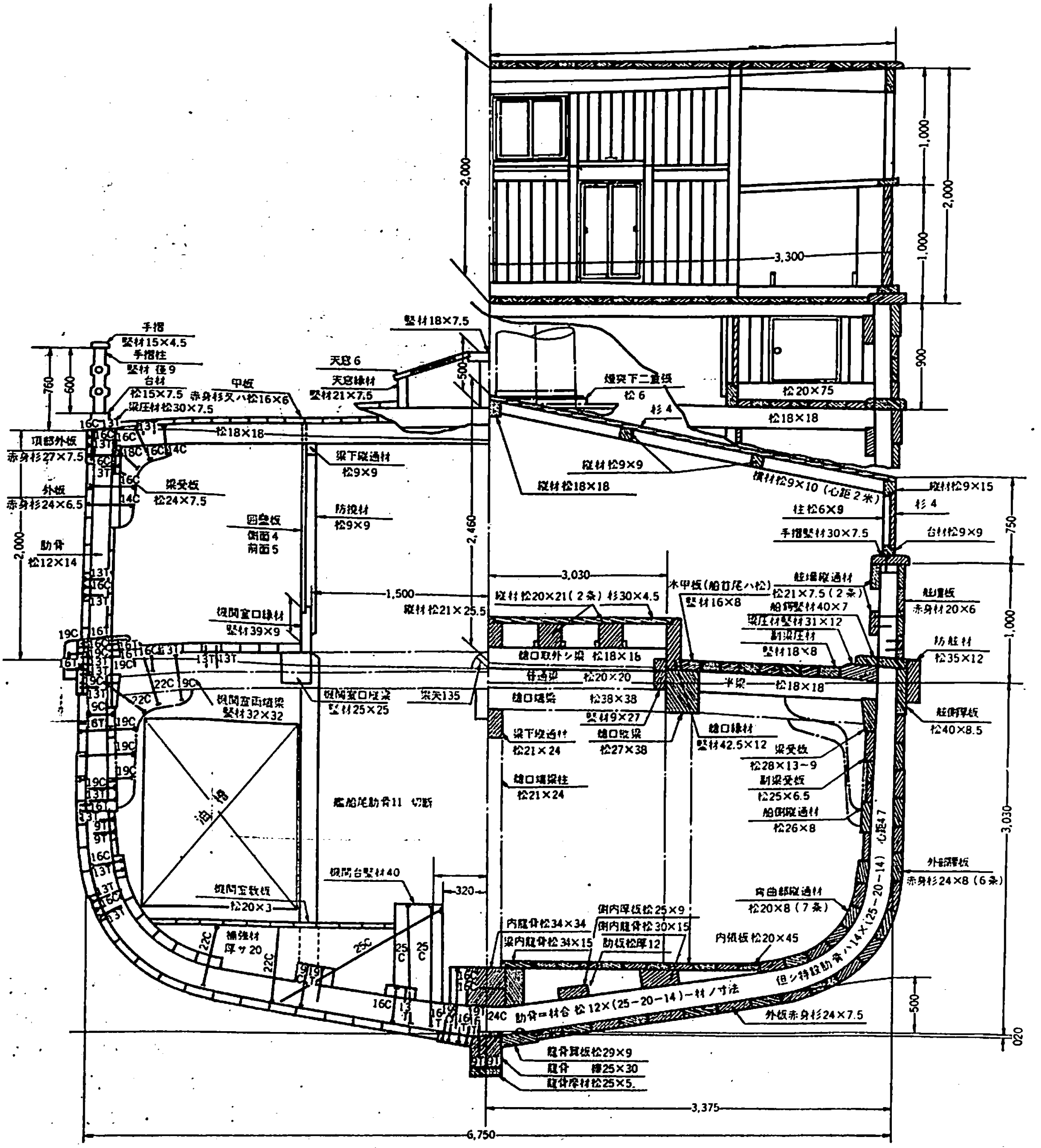
このボートは隔壁や横断面のパターンを使つて倒立の骨だけの型を作り，それにキール，チャイン，ガンネル，12 本の縦通材を取付けてカゴ型にしている．これらの縦通部材はすべてラワン材で，薄板を曲げつけながら現場で集成材にしている．

外板は 3 層張りで，内側 2 層は斜め張り，外側は前後方向に張つている．外板の各板の厚さは約 7 mm という薄いものなので，船体外形の曲面にそわせるのは比較的容易であり，第 1 層目の板は各縦通部材に接着剤を塗布しながら小さな銅釘で圧縮していく．

第 2 層目は第 1 層目に全面接着をしなければならないのであるが，両面を挟んで締めつける方法がない．板は非常に薄いので貫通固着をする必要があり，これについて試験を行つた結果，板金用のセルフタッピング・スクリューを採用した．第 2 層目は接着剤を塗布してセルフタッピング・スクリューで仮止めする．接着剤は 2 液性で 10°～30°C なら 30 分から 1 時間でゲル化し，接着圧力は 0.6 気圧である．接着剤が硬化したらスクリューを抜き取つて木栓をさす．このスクリューを木栓に変えるだけで 230 kg の重量軽減になる．

最外層の板は長さ 18 mm のアンカーファースト・ネール（特殊な打込釘）を使つて圧縮する．この釘はそのまま残して頭を沈め，パテをつけるのである．

縦通材のうち，キールは内キールと外キールの 2 材から成り，外キールは外板積層後に接着して，内外キール



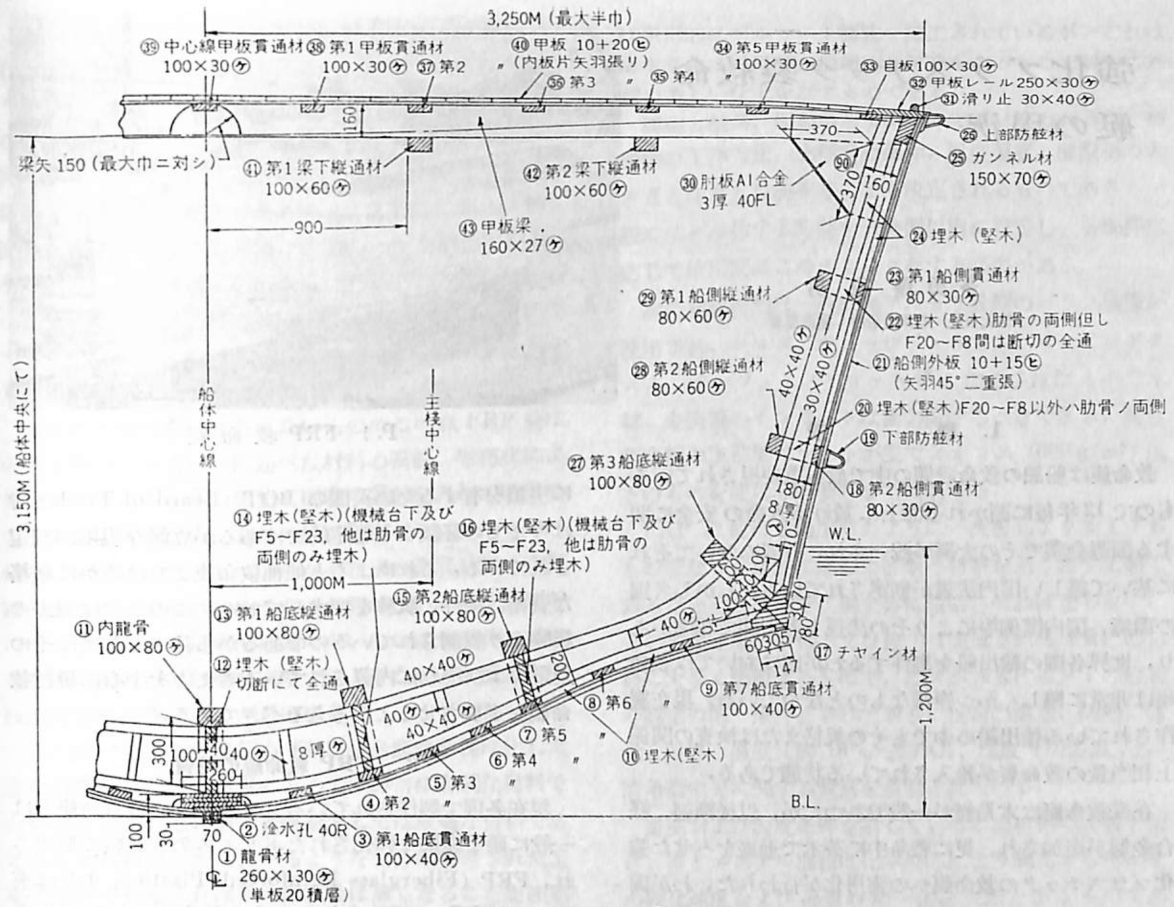
第 7 図　(単位 cm)

で外板を挟むような形になつている．このボートの船型はキール部が円弧になつているので，斜めに張つた船底外板はチャインからチャインまで1材で通しているのである．

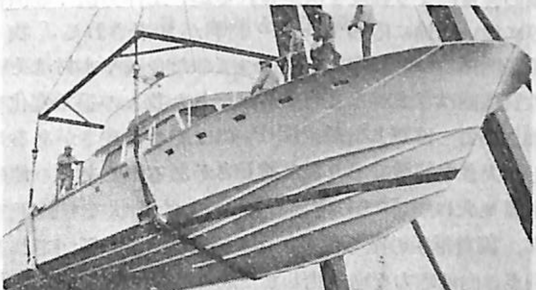
甲板は型を使つて耐水合板を3層接着したものであるが，この型は計画のキャンバーより大きくしてある．ここで作つた甲板を艇体に乗せて，中央に圧力を掛けて取付けるようにしている．

隔壁はラワン材を周囲と縦横に格子状に通し，その空間をスチロフォームで埋めた合板の太鼓張りである．

こうしてできた艇体は，各部を構成する木材が1体化した強固で軽量なものとなり，船殻重量は約 9 t，その



第８図　（単位 cm）



第９図

比（$W_h/L \times B \times D$）は約0.04となつている．

木船は，その材料が入手難であり，また工費も高くなつていて，だんだんと小型鋼船に侵食されている．軽構造木船は特に良材を使わなければならず，しかも小さいボートは強化プラスチックやアルミニウムなどの新材料によつてその領域を侵かされてきて，手作りの木製ボートはだんだんと高級品になりつつある．それは単に船大工という職人の分野から離れて，技術屋が計算し管理しなければならないものになつてきているのである．

軽構造木船というものの姿を，この小文で幾分でも知つて戴けたら幸いである．（完）

海技入門選書

東京商船大学教授　野原威男著

船用プロペラ

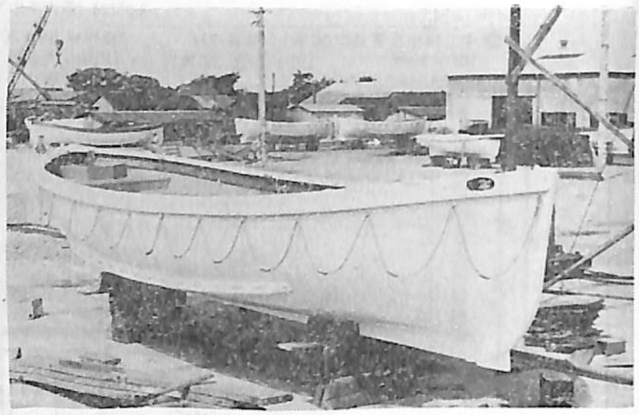
A5 上装 110頁 ¥ 300円（〒70）

目　次

第１章　船体の形状・抵抗および馬力
第２章　プロペラの種類
第３章　プロペラに関する術語
第４章　プロペラの効率
第５章　キャビテーション試験
第６章　プロペラの設計
第７章　プロペラの構造
第８章　事故の原因とその対策
附　　練習問題

強化プラスチック製救命艇の現況

多田羅憲男
株式会社 石原造船所 製造部長



P.1 FRP 救命艇

1. 概　　説

救命艇は船舶の救命設備の中で最も重要視されているもので12年毎に開かれる海上に於ける人命の安全に関する国際会議でその大綱が統一され，各国においてそれに基いて厳しい国内法規が制定されている．しかし各国の環境，国内慣例等によりその法規も各国間で相違があり，世界各国の輸出船を製作するわが国はおいては救命艇は非常に難しくかつ複雑なものとなつている．現在製作されている輸出船の中でもその規格または検査の関係上相当量の救命艇が輸入されている状態である．

在来救命艇は木造艇が一般であつたが，以後鋼製，軽合金製が追加され，更に戦争中に英米で進展をみせた強化プラスチックの救命艇への実用化が行われた．わが国においてはその製作採用は幾分遅れたが試作段階を経て昭和34年東京タンカー所属月光丸の救命艇に始めて実用化して以来すでに8年を経過した．その間技術の向上，価格の漸減，その信頼性と普及化のためその需要も徐々に増加し，現在においては外国製以上の品質の艇を製造しその量も全救命艇の約50％に達した．国内船においてはタンカー用救命艇は国内法規では鋼製艇に限られており，一般貨物船の場合は価格面より大部分木造であるため残念ながらその使用実績は比較的少ない．輸出船の場合タンカーにもその積載が認められているのでその80％までは強化プラスチック製を積載している．しかし現行木造救命艇の合理化その他の面の障壁と価格面の急増，その反面強化プラスチック艇の大きな特質と価格面の漸減で近い将来とつて替わるべきものと思つている．また耐火性の見地からタンカーに許可されていないがこの点につき今後充分の研究をする必要がある．

わが国の法規では強化プラスチック製救命艇の細則はまだ規定されていないが，国際人命安全条約においても各国でこの救命艇に関し研究することを勧告されている．この種救命艇は英国においてもつとも古くかつ大量に実績を有するため英国の BOT (Board of Trade) では今までの経験より暫定的ではあるが立派な規則が制定されている．これによると他種救命艇よりはるかに厳格な資格，条件，試験を要求しており，このことは過去の経験より規制されているのであるから我々としてはその規則およびそれに内蔵されている考え方を中心に現行救命艇を進展させるよう考えるべきである．

2. FRP 救命艇の特質

現在各国で製作されているプラスチック製救命艇とは一般に硝子繊維で強化されたポリエステル樹脂で形成され，FRP (Fiberglass Reinforced Plastic)，または英国では GRP と呼称される．その強化材である硝子繊維の含量により強度を決定されるが，工作方法や経済性等に従い用途に応じて FRP 材料が設計される．我々造船関係者にとり今まで取扱つてきた金属や木材はその性質性能はきまつたものでありそれを我々の手で変化を加えることは難しいが，FRP にはその自在さがあることは大きな特徴でありまた難しさがある訳である．他に金属または木材では考えられなかつた形状でも製作でき，固着継手の全く不要な one piece にて製作される利点，内部応力を均一化しまた局部補強の合理的な設計の出来る点等非常に魅力のある分野に相違ない．従つて FRP を造船にとり入れる以上これらの特徴を設計面および工作面に充分に取り入れその性能の増大，経済面の合理化に結びつかないと意味はない．

救命艇は本船上において風雨，潮風，寒暑の急変等非常に苛酷な条件に堪えねばならず，その材料の腐蝕，耐候性はもつとも重要であると考えられる．現在の段階においてはこの点は他の材質より非常に優れていると思われるが，実用化して日なお浅く今後の実績の積み重ねが必要である．

次に性能面の増大であるが救命艇の定員は容積および有効な座席数により決定されるが，FRP 救命艇の場合その材料の比重が約1.5 で鋼材の約20% であり水船時の要浮力量は非常に減少する．そのため内部は広くなり座席配置は有利となり定員は大幅に増加する．また浮力材料として耐油性発泡プラスチックを有効に使えば強度面また復原性の面でも大幅な性能の up を期待出来る．また船型の自由な選択が出来るため発動機附救命艇の場合抵抗を減らしかつ推進効率を高めるため機関の所要馬力は減つてくる．耐航性，振動の問題を含めた乗り心地も他種の艇に比較すれば遥かに良好である．

救命艇の維持費は意外に高いものでこの点 FRP 製は大きな利点がある．先に述べた材料の腐蝕，老朽化による漏水は考えられず，塗装も樹脂に顔料を入れているのでこの必要性もない．また一般に発泡プラスチックで solid buoyanecy としているため在来の金属材料の空気箱のように検査毎の受検手直は必要がない．また海難その他の事故による損傷も程度の少いものは乗組員の手でも可能で他種の艇の場合廃棄するような大きな損傷も比較的容易に補修することが出来る．

以上述べたように現行の FRP 救命艇は他種に比し大きな特徴を有し特に船主にとつては非常に有利な材料でないかと思われる，いや救命艇としては最適な材料であるかも知れぬが，次に述べるような充分に管理された工場で製作されなければその信頼性は薄くなることを注意すべきである．

3. 材料と品質管理

FRP 救命艇の材料は先に述べた通りポルエステル樹脂とその強化に使用される硝子繊維が主成分である．

ポリエステル樹脂は各社で開発されている一般積層用樹脂で色をつけるための顔料，難燃性をもたせるための材料，過度のたれを防ぐチフトロプッチ材等の充填物が混入される．充填材の混入は積層板の機械的強度および耐候性を阻害するため必要最小限にとめるべきである．現在問題となつている樹脂の耐火性は元来主成分がプラスチックであるため鋼材等に比しどうしても悪くなるが，現行救命艇では一般に塩化パラフィンと三酸化アンチモンの混入により難燃性，自己消火性をもたせている．これは世界各国とも同じ方法で BOT 規則の難燃度の試験に充分合格したものである．発火点の極度の上昇は現行の強化プラチックには無理でありその必要のある艇においては表面の冷却を考えざるを得ないが，この問題は少しでも性能をあげるよう関係樹脂メーカーまたは他の研究機関で研究して貰いたいと思う．また艇の表面は原則的にゲルコート樹脂を施工されているが，これは海水または潮風等と積層物の保護をするもので同時に外観の美しい仕上をなすものである．

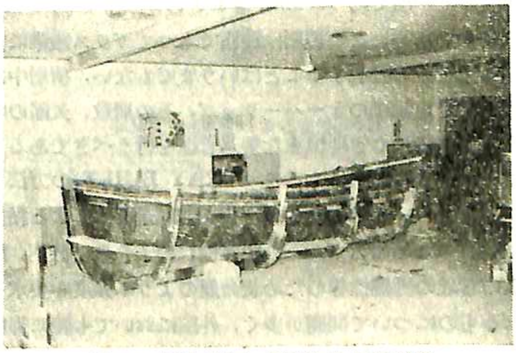
樹脂と触媒，促進剤および他の充填材との調合は，積層物の工作方法，成型室の条件，温度湿度，成型物の大きさと作業人員能率等により決定されるものである．一般にはゲル化する時間を一時間以内に設定し，各条件に応じて使用前にこのチェックをする必要がある．

次に強化材料は一般に無アルカリE型のガラス繊維が使用され，クロス，チョップド・マット，ロービングクロス，サーフェイス・マット等に加工されたもので木材，金属等のインサートは極力避けるべきである．現行救命艇の主積層はマットが主で2オンス (600 g/m²) 以下のものを使用し所要厚まで積層する．

FRP は他の造船用材のように一次製品より加工するものでなく，用途に応じた性能の材料を造り出す工場であるためその認識を工場全体に徹底させねばならない．その製造工場の設備および能力は完成される FRP の材料に大きく影響するもので，これが FRP ボートの建造の認定の第一条件とされており，建物の構造，防熱，採光，通風，温度（約 18°C～22°C），湿度（70%以下），清争衛生等に関する設備を規制されている．

温度および湿度条件を附しているのは材料の変質を防ぎ，ポリエステル樹脂は化学反応により硬化するためその硬化速度および品質の均一化を主眼とするものである．特に冬期においては硬化しているように見えても不完全硬化（under cure）の状態すなわち内部で反応が持続されている可能性があり，外気温度では数ケ月後でも完全硬化は難しい．この硬度の確認は一般にタッキング，バーコル硬度計等による測定が行なわれているが適確な判定は困難で製造中の品質管理の必要を痛感する．

また積層成型の工作過程においても充分に知識があり熟練した監督者の管理のもとに慎重に製作されねばならぬ．作業員の教育熟練度の向上とともに一段階毎の品質



P. 2 成型工場と FRP 救命艇用型

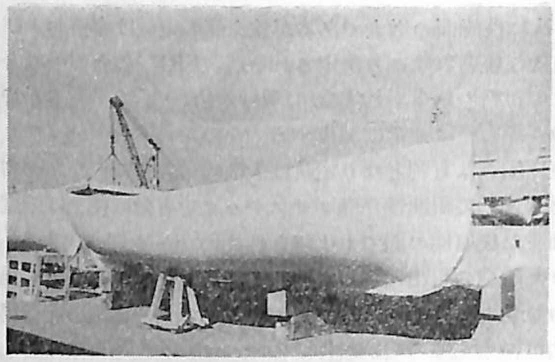
管理およびデータの整理を行う．要は如何に欠陥のない信頼性のおける材料を造り出すかに焦点をしぼつて慎重すぎると思われる製造管理を行つてこそ FRP ボートの今後の進展があるものと思う．

4. 救命艇の成型工作

FRP 救命艇の成型は世界各国とも一般的に共通し雌型による接触成型 (Contact Moulding) が採用され，最近漁船成型で行われているノーモールドまたはセミモールド工法は行われていない．また特に強度を増すための加圧成型も一般には施行されない．雌型を採用するのは外観と暴露面の保護のため外板面を重視したためで，その材料はセメント，石膏，木材，金属，FRP 等で製作されるが一般には FRP 製が最も多い．FRP 雌型はまず現物と同じものを木造にて製作し完全に表面を仕上げた後にこの外表面に FRP の積層をなし硬化後木型を離型したものである．型は実物の成型工作が出来易いようにローリング装置，離型の容易化のための型の分割，離型装置，型の変形を防ぐ適当な補強，運搬装置等がつけられるが，この型の良否が直接に製品の品質につながるもので非常に重要なものである．

主船殻以外に設計によつては内部座席（浮力囲壁を兼用する），ガーダー，骨組，機械台等 FRP 成型品を使用する場合その型が必要で，複雑なものは船殻と同じ方法で製作された FRP 型で，他は木型，軽合金の型等が採用される．

積層成型は充分に清浄にされた型を成型室内におきまずポリビニール・アルコール (P.V.A.) またはワックス等の離型剤を塗布する．充分に乾燥後ゲルコート樹脂をスプレーまたは刷毛塗にて塗布され，次にゲルコートの強化材としてのサーフェイスマットまたはガラスクロス一層が積層される．以後所要厚に達するまでチョップドマットまたはロービングクロスの積層となるが救命艇の場合は殆んどマットのみの積層である．概念的に #600 のマット一層で約 1.5 mm，#450 のマットで約 1 mm の厚さとなる．この積層は樹脂でもつてガラス繊維に充分に含浸させ脱泡することはいうまでもない．積層中は隣接ガラス繊維のオーバーラップ，その層数，欠陥の手直し，樹脂量の管理慎重な製造管理を行うべきである．ガラスと樹脂を吹きつける SPRAY BUILT の方法も採用されているが品質の均一化，難燃剤混入による粘度の上昇のためのスプレーの困難性，硝子含量の低下，厚みの管理の困難性等のため救命艇のように強度を要求されるものについて問題が多く，外国においても特に神経質となつている模様である．



P.3 離型された FRP 船殻

積層終了後は成型室内で少くとも 12 時間以上放置し空気圧その他の方法で離型する．離型後も変形を生じないように成型室内で硬化まで放置し加工する．他の部品の成型も上記の方法で行われる．

内部成型品，補強材また船殻自体いくつかに分割されて製作する場合その連結の問題が生じてくる．この連結は FRP の特徴である二次接着が通常であるが，ほかに鋲着またはボールト結合の場合もある．二次接着は表面を清浄にしゲルコート等は除去し接着面はサンディングを行い，後成型品の厚みに達するまでテーピングを行う．これは充分に慎重に行う必要がある．また場所によつてはハードスポットを防ぐ充分な措置を行うべきである．

5. 救命艇の一般構造

FRP 救命艇においても一般の救命艇の本質および要求事項をすべて満足されなければならぬ．すなわち充分な復原性を有するための L.B.D の関連性，適切な肥瘠度 (0.64 以上)，船底勾配，4% L 以上の舷弧，船体形状が要求される．一般の救命艇は乗員の保護キャノピーを有しているが原則として無甲板艇であるので，海水に洗われまた船底破損をおこしたり水船の状態になる可能性がある．その状態で定員および備品を満載して充分な復原性および浮力を所有せねばならない．必要な浮力量を確保するとともにその配置を考慮し正の復原力を保つようにする．救命艇の定員は容積による定員（1 名あたり 7.3 m 以上の艇の場合 0.283 m^3）と内部座席において乗りうる定員（1 名あたり 457 mm の半円でかかれる）とのうち少い方，一般に座席定員でもつて決定される．

FRP 救命艇の構造は製造メーカにより相違するが，大別して次の二方式となる．

1. 主船殻のみを FRP で行い内部の構造物および艤装品は木造の救命艇と全く同じ方式で製作され

たもの．(Fig. 1)

2. 内部構造物すなわち艇側腰掛，浮力囲壁，前後部甲板および隔壁，機械台等予め FRP で成型され，二次接着その他の方法で結合し全体として one piece で製作されたもの．また一部木材および金属を使用する場合を含む．(Fig. 2)

一般に FRP の特徴をいかすためには2の方式を採用するのが望ましく，外国の一部メーカを除き一般には2の方式である．また1および2両方とも考えられるが FRP 船殻を半分に分け中心線上すなわちキール，ステム部を軽金属のバルブプレートで製作し FRP 船殻と鋲着をする方法も採用されている．(Fig. 1 参照)．舷側部の構造も種々あるが，この部分は最大の応力を生ずるため特に留意する必要がある．木製および軽合金型材を使用している場合もあるが，FRP は成型の形状の自由が特徴であり，この面工夫したいものである．Fig. 3 にその例を示す．しかし木材や金属等の積層の中へのインザートは応力の集中を招いたり腐蝕の原因となるため出来るだけ避けねばならぬ．

FRP 救命艇の材料寸法の決定は BOT で次のように決められ，われわれとしてはこの規準を充分に満足し過去の経験より多少余裕をもたせている．救命艇の場合最大応力を生ずるときは満載状態で吊上げた状態で，そのときの船体中央部の最大彎曲モーメント M は次のように仮定する．

$$M = WL/6$$

ただし W は定員および備品を満載した艇の重量
L はスリングのスパン

中央部断面の縦強度メンバーの中性軸に対する慣性能率を計算して最大応力を算定する．BOT の場合その許容応力を 0.5 Ton/in^2 (0.787kg/mm^2) と考えているが，現在の救命艇は大体 0.6 kg/mm^2 前後である．

FRP 材料は衆知のようにその工作方法で鋼材と同程度まで強くも出来るが，一般に FRP 舟艇のように大きな成型品においては加圧して硝子含量を増すことが出来ぬためその限度が生じてくる．また使用の硝子の種類によつても変つてくる．すなわち硝子の含量または比重により強度は変化する訳で現行救命艇および BOT 基準艇のようにチョップドマットを主成分とする場合は硝子含量は約30％で抗張力は 9～12 kg/mm^2，曲げ強さで 15～20 kg/mm^2 で米国軍用規格にあてはめると4～5級品程度となろう．英国の規格の場合硝子量に関係なく許容応力を決めているが，実際ロービングクロスを有効に使用しハンドレイアップ方式でも含量を45％程度まで増し強度も4～50％程度まで強く出来るのであるか

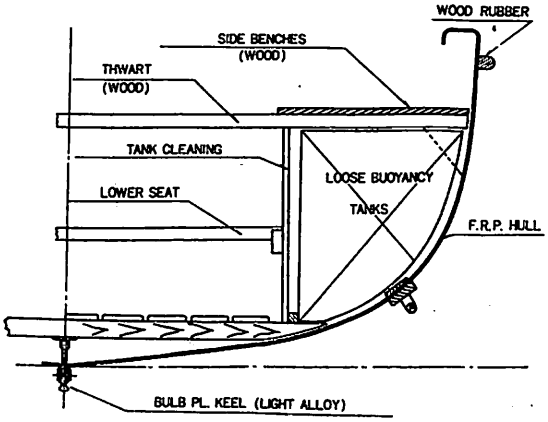


Fig. 1

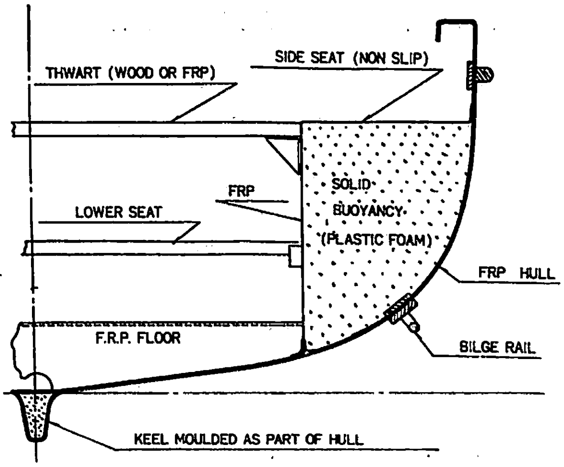
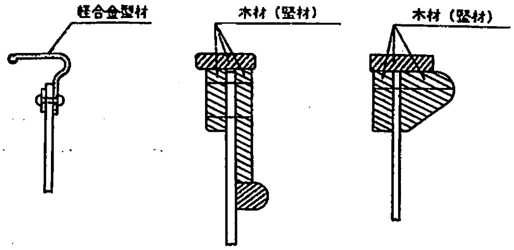


Fig. 2

他種材料との併用による方法



FRP の成型による舷側形状

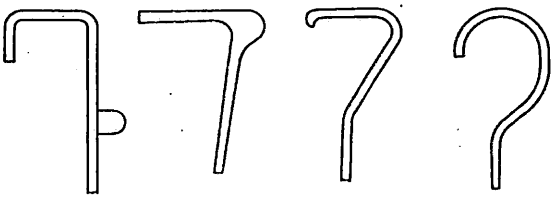


Fig. 3 救命艇舷側構造

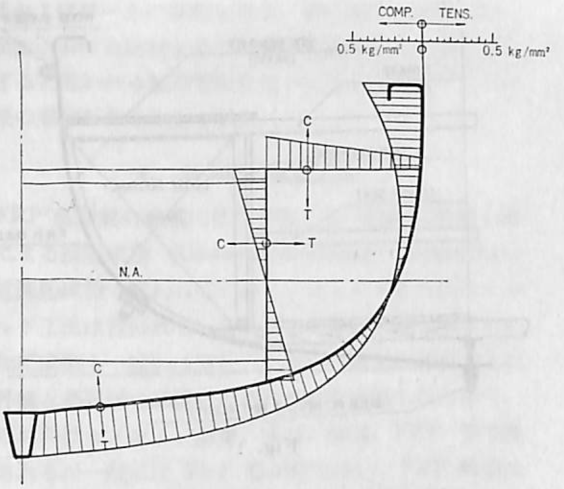
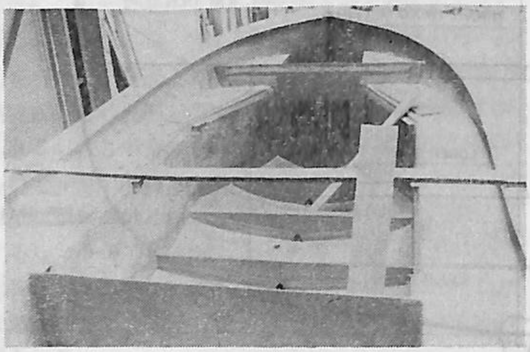


Fig. 4　吊上時静的応力分布（125％荷重）



P. 4　内部構造

サイドベンチ頂板を取付ける前でポリウレタン発泡の浮力材が見える

ら何か片手落ちの感がしないでもない．しかし FRP は殊に大きな成型は充分の作業管理を行つてもその空洞率かつ強度のバラつきも大きいので充分に安全側に考えるべきと思う．

現在の FRP 救命艇は内部の肋骨，ガーダ類は一般につけていないが，わが国においては落下時の船底圧に対処するため適当間隔に肋板をつけている．また機関台等も FRP を採用して運転時の振動等も他種救命艇に比較して遥かによい状態である．要は救命艇の基本的本質を充分考慮しながら FRP の特質を充分に活かした設計をすることが原則で，現行救命艇は未だに完全なものとはいい難く今後とも大いに研究し改良されなければならぬと痛感する． Fig. 4 に現行救命艇の応力分布の概略を示す．

6. 救命艇の浮力

先に述べたように救命艇に浸水して海水に洗われた状態において正の復原力を有しかつ充分の浮力を有さねばならぬ．これは艇に人員および備品を満載した状態で打込水が漸増し舷端まで達した場合また船体が破損して浸水した場合を表わす．そのため救命艇本体およびその艤装品を浮かすための浮力 v_1 と乗員を浮かすための浮力 v_2 が要求される．すなわち前者に相当する浮力 v_1 は

$$v_1 = w_1 \Sigma w_2 \ (1-1/P)$$

w_1 は中央部舷端より上方にある艇体等の重量

w_2 は下方にあり水中につかつているそれぞれの重量（機関，艤装品等の重量をふくみ浮揚性のものを除く）

P は艇体等の材料の比重とする（鋼は7.85，軽合金は2.75， FRP は1.6，木材は0.7）．

この値は救命艇の材質，構造，推進機関の種類により大幅に変化し， FRP 製は鋼製艇と比較して約1/2となる．備品は現行救命艇では約 100 kg 浮力を増加すべきであろう．

次に人員のための additional buoyancy (v_2) は現行規則で救命艇の容積 V の1/10を要求される．すなわち座席が容積による定員を確保出来た場合１人当りの浮力は 0.283 m³ つまり清水中で 28.3 kg の浮力を要求していることで，この浮力量は実験的に人間がシート上に腰をかけた時シート上 230 mm まで水につかつた状態である．これについて世界各国においてもいろいろ問題があり，例えば LR ではこの状態において人間は座席上にたつことも想像され，そのため人員の浮力は dry weight（75 kg）で計算し水につかつた部分を20％に抑えるよう規制されている．この場合 v_2 は約２倍に増加している現状で， open to the sea の状態においてその浸水線は艇側腰掛の下方となり充分な復原力を維持出来る．一般の場合人員により自由表面の影響の阻止を考えねばならぬ．この点考え方としては LR の方が合理的かもしれぬが60年 SOLAS にも v_2 は 1/10 V でありこれは将来の問題であると思う． Fig. 5 にこの図解と浮力の釣合の状態を示す．

浮力材は一般に銅板．黄銅板，鋼板，軽合金製の空気箱であるが最近は耐油性の浮力材（solid buoyancy）が許可され．独立気泡の含水率の少いかつ耐油難燃性のプラスチック・ホームが使用されている．一般にわが国の救命艇はポリウレタンホームが使用され，現場発泡が出来るため船体の構造の一部と出来る有利性がある．なお FRP ボートの船体つくりつけのエアータンクは工作上非常に困難である．

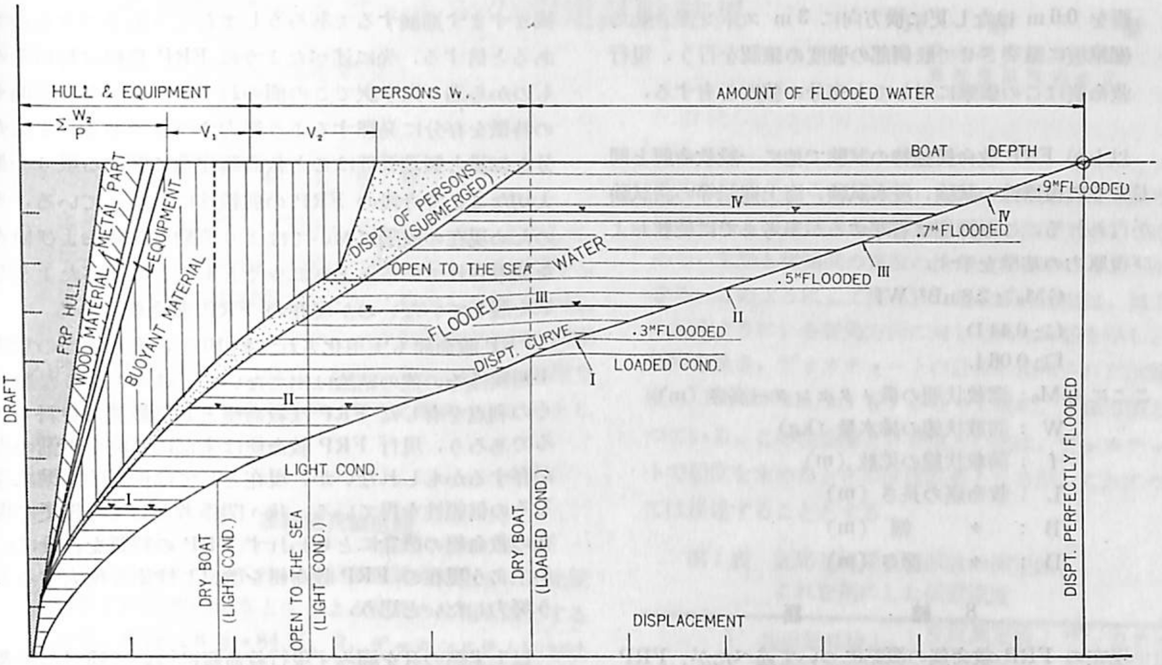


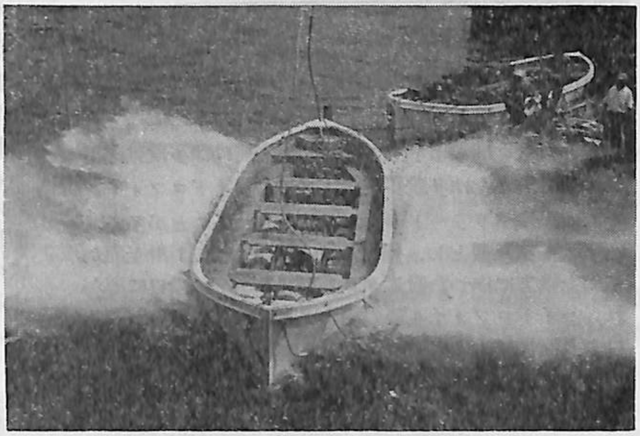
Fig. 5 救命艇の浸水時の釣合の状況

7. 試験および検査

FRP 救命艇は一般に外国においても他種の艇に比較してより severe な試験および検査を要求される．製造に際して工場施設，経験，管理者の認定は勿論製造および品質の管理を検査官に代り要求されている．完成後は次のような試験および検査が一般に行われる．

○強度試験　　国際安全条約では船体に艤装品および備品を満載した状態の 25 % 過負荷の状態でフックで吊上げ船体の変位と永久歪の計測を行うことになつている．BOT 規則の場合は 100 %過負荷，BV 規則の場合は 50 % 過負荷でキール部の撓み，L,B,D の変化は計測し永久変形のないことを確認せねばならぬ．変形の度合は L/400（L は艇長）を越えてはいけない．この試験において先に述べた硬化度の問題が生じ，完全硬化していない艇は永久歪が発生するであろう．勿論 FRP 救命艇の場合荷重撤去後直に元の状態に戻らないが数時間後には永久歪が生じないのが通常である．

○落下試験　　これは FRP 艇独特の試験で備品艤装品を定着した状態で吊上げ，キール下面より水面まで BOT の場合 7'～6''，BV の場合 2.5 m の高さから落下させる試験である．船体，船底外板の強度，内部構成物との結合の確認をするためであるが，特に二次接



P. 5 FRP 救命艇の落下試験

着の箇所の工作不完全な場合など欠陥が生じやすい．先般船研と協同で 8 米救命艇を 2 m から落下し船底の衝撃水圧は最大で 3.1 kg/cm²，単位時間の平均衝力は 1.2 kg/cm²（静水圧の約 30 倍），そのときの動的応力の最大は約 2 kg/mm²，平均衝力に対する応力は約 0.33 kg/mm² であつたが，現行救命艇はこの試験に対しても充分な強度を有している．

○衝撃試験　　この試験はドイツ，フランス等の規則でみられるが，救命艇を本船から卸す場合救命艇の舷側が本船の外板に強くあたる場合があるため行うものである．本船の外板にあたる衝撃板をつくりこの壁から

艇を 0.6 m はなし更に横方向に 3 m スイングさせて衝撃板に激突させて舷側部の強度の確認を行う．現行救命艇はこの衝撃に対しても充分の強度を有する．

以上が FRP 救命艇独特の試験で他に一般救命艇と同じように復原性の試験，浸水試験，海上運転等の諸試験が行われる．この詳細は省略するが参考までに乾舷および復原力の基準を示す．

$$GM_0 \geqq 2.8\,nB^2/Wf$$

$$f \geqq 0.44\,D$$

$$f \geqq 0.06\,L$$

ここに GM_0：満載状態の横メタセンター高さ (m)

W ：満載状態の排水量 (kg)

f ：満載状態の乾舷 (m)

L ：救命艇の長さ (m)

B ：〃　幅 (m)

D ：〃　深さ (m)

8. 結　　語

現在の FRP 救命艇の概略について述べたが，FRP すなわち強化プラスチックの材料およびその工作法は今後ますます進展するであろうしまたそうあるべきものであると信ずる．先に述べたように FRP 舟艇は材料そのものから造り出す訳でこの面のむつかしさがある反面その特徴を存分に発揮するよう努力すべきである．また充分な知識と製造管理はこと救命艇建造に関する限り一番大切なことで今後の FRP の信頼性にかかつている．そのため現在の段階においてはより苛酷な試験および検査を要求されているとともに少くともここに述べたような域を脱していないのが現在の FRP 救命艇である．

FRP 救命艇も実用化されて約 10 年，未だ本当の意味の耐候性その他の結論は出てないが，述べたような数多くの利点を有した FRP は救命艇として最適の材料であるであろう．現行 FRP 救命艇は未だに不完全不備の点が存するかもしれないが，現在としては世界的水準に達しその信頼性を得ている．我々関係者として今後更に現在の救命艇の概念にとらわれず FRP の特質を存分にいかすよう現在の FRP 救命艇を改良し性能を増大するよう努力したいと思う．

以上未熟の身を顧みず現行救命艇について述べたが多少とも参考になれば幸甚に存ずる次第である．

(53 頁よりつづく)

であつて，計画水量の場合にのみ使用され，それをはずれると値は異つてくる．

水ジェット推進用ポンプとして滑走艇には多段軸流ポンプ，単段または多段斜流ポンプが，ハイドロフォイル艇には単段ボリュートポンプが使用されることが多い．いずれも横軸型とし，滑走艇の場合には水は滑走面から斜上後方に向つた吸入ダクトを通りポンプ吸口に導かれ，ハイドロフォイル艇の場合は水は前方に向いた吸入口より直角に上方に曲り垂直ダクトを通つて下向に開いたポンプ吸口に直結する．

大型大出力の高速艇の場合，船速を一定したとき，S が一定であれば出力すなわち流量が増大すれば回転数は低下する．そのためポンプおよびポンプ内の水の重量は流量の増加の割合以上に大きくなる．そのためポンプ 1 台でまかない得る流量は実際上制限される．ボリュートポンプの場合には流量を分割して並列運転の形とし，軸およびケーシングを共通にして 1 台のポンプをまとめることができる．ハイドロフォイル艇の場合は両吸込 2 基並列程度のものはポンプ吸入側フランジ形状が長方形になつて，翼支柱を利用した吸入管に自然な形で接続することができる．

滑走艇の単段多重ボリュートポンプはポンプ軸に並行した吸入マニフォールドおよび吐出マニフォールドを用いることにより処理される．第 6 図，第 7 図はこの種のポンプのスッツチである．　(未完)

(60 頁よりつづく)

され，かなり多量に生産されているが，その表板の厚さは 1.5〜2.8 mm で，表板の繊維方向に平行な積層と直角な積層の比率は 40〜60% と規定されている．

これらを構造材料としてさらに利用開発するには，許容応力度の決定が必要なことはいうまでもないが，その前提条件として，ひき板または単板の品等区分と断面構成の標準化が必要である．また，その強度を長期間保証するためには，製造時の品質管理と接着耐久性の向上についての配慮が必要である．

む　す　び

木材は古くて新しい材料であるという認識をたかめ，各方面の研究協力をえて，軽量構造材料として広く利用されることを希求してむすびとしたい．

参　考　文　献

1) 北原覚一： 木材物理，森北出版，1966
2) 農林省林業試験場編： 木材工業ハンドブック，九善，1958
3) 日本建築学会： 木構造設計規準・同解説，技報堂，1951
4) 松岡昭四郎： 米材および北洋材の耐朽性について，木材工業，Vol, 22，12 月号，1967
5) 日本造船研究協会 23 研究部会： 軽構造木船建造基準案とその解説，舟艇協会，1963
6) U.S.A., F.P.L.： Wood Handbook, 1955.

北海道デッカチェインの測定試験結果について（その2）

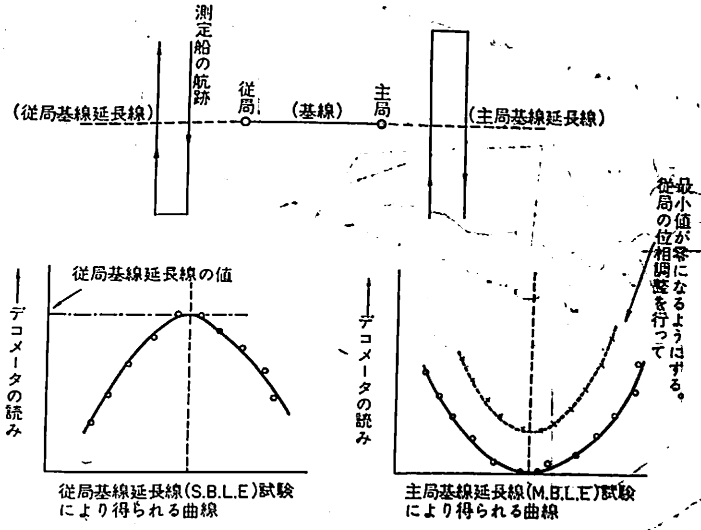
只野　暢
海上保安庁灯台部
電波標識課補佐官

1. はしがき

さきうに，本誌8号（1967・Vol. 40）に，主として，42年4月に灯台補給船「若草」で実施した，北海道デッカチェインの測定試験結果について報告したが，その後，更に8月にも，主としてオホーツク海方面で前回と同様の測定試験を実施したので，前回の報告の際，未整理で報告出来なかつたものを含め，ここに報告することとした．

2. 基線延長線試験

デッカ・システムでは，主局基線延長線上では，比較周波数での位相差を零とするよう従局の位相を設定することは，前述（8号・84頁，2. デッカシステムにおける主局・従局の関係）したが，すべての試験に先立つて，この確認を行なう必要があり，4月・8月の測定試験の際にも，主局の基線延長線試験が実施された．基線延長線をなるべく直角になるよう横断しながら，受信機で測定すると，デコメータの値は，第1図に示すような曲線を画く．この曲線の最小値が得られた点が，主局基線延長線上の点であり，この点において，デコメータの値が零となるよう，従局の位相を設定する．このようにして，主局と従局の位相関係が，デッカシステムとして正規に



第1図　基線延長線試験

決められるが，この状態で，従局の基線延長線試験を同様に行なえば，従局基線延長線の値が測定でき，この値から，主局と従局間の電波の伝搬速度を求めることができる．このようにして得られた電波伝搬速度は，第1表に示すように，各従局方向に対して異なる値を示し，緑従局を除き，デッカチャートの計算に使用された伝搬速度の 299,250km/ms を，かなり大幅に，下廻る値となつている．この実測値と計算値との差は，デッカチャートで船位を求めたときの位置誤差となるが，これについては後述することとする．

第1表　従局基線延長線試験の測定値と，これを基にした伝搬速度

	基線延長線上におけるデコメータ測定値	左記測定値より求めた電波伝搬速度	デッカチャートに使用した値と実測値との差
		km/ms	km/ms
緑従局	46.40	299.118	0.160
赤従局	2.00	298,281	1.480
紫従局	50.20	298,649	1.200.

3. 固定点測定

固定点における測定結果についいては，さきにその1部を発表したが，今回さらに前回と同じ方法で，固定点測定を実施したので，その結果を以下に報告する．

(1) 昼　間

測定期間中，10時30分から12時までの間においては，測定値はきわめて安定しており，30分間の測定値の変動は，大きいもので，標準偏差で0.02レーン程度であり，ほとんどの測定地点で0.01レーン以下であつた．しかし，測定値の日による変化出は，30分間のそれよりも大きく，極端な所で0.193レーン，通常は，0.02レーン～0.06レーンであつた．

(2) 夜　間

夜間では，デコメータ・LIメータの指示

値は大きく変動することは前回の結果と同じであるが，この変動の現れる時刻は，冬よりも夏が遅く，今回の測定では，ほぼ17時頃から始まり，しだいに大きくなり，終るのは，朝6時頃であつた．毎日20時から21時30分までの間，各従局毎に30分間，デコメータの値を記録したが，第2表に示してある．

第2表　各固定測定点における夜間の測定値の変化量

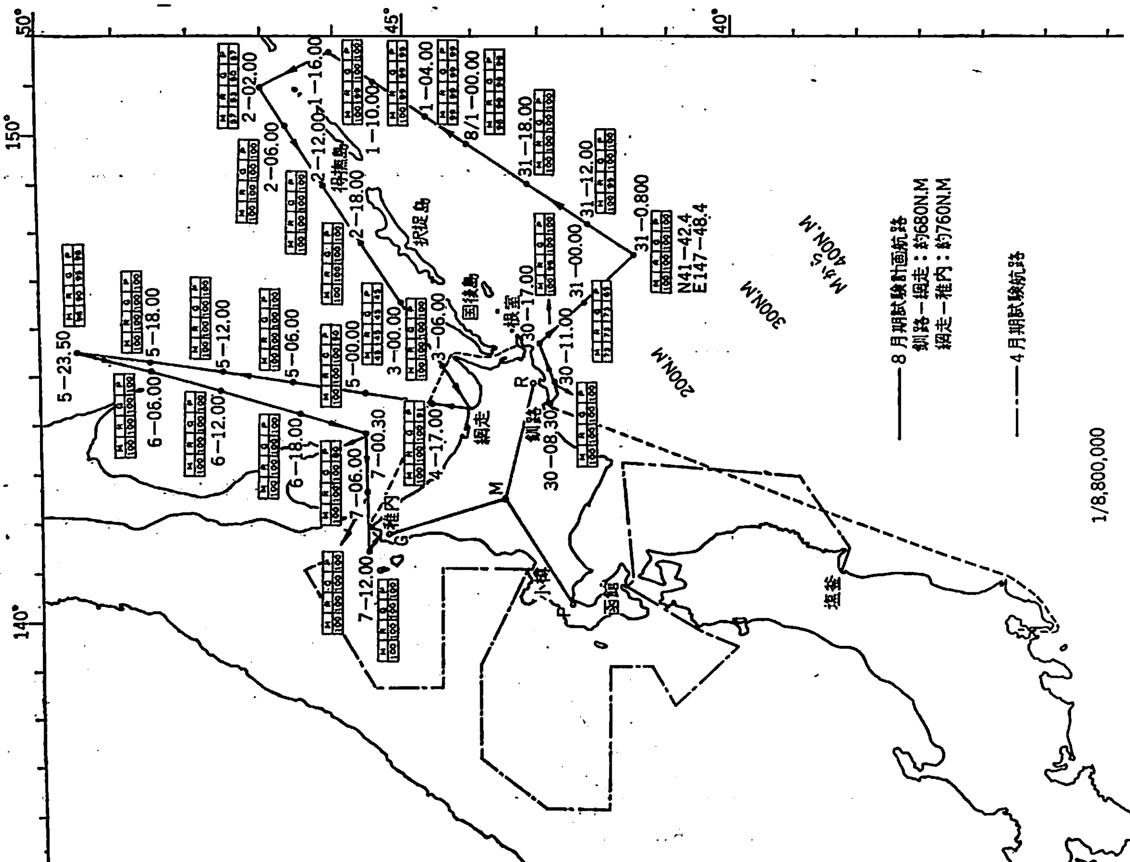
測定地点	赤デコメータの変化量	緑デコメータの変化量	紫デコメータの変化量
	レーン	レーン	レーン
チキウ岬	0.120	0.069	0.183
積丹岬	0.152	0.057	0.131
美深	0.109	0.030	0.118
焼尻島	—	0.025	0.124
釧路	0.085	0.062	0.218
襟裳岬	0.111	—	0.162
紋別	0.082	0.018	—
八戸	0.144	—	0.177
大間埼	0.154	—	0.126

第2表より明らかなように，緑の変動が小さく，赤および紫の変動が大きい．これは，受信機内の逓倍数の小さい緑が，変化量も小さいという当然の結果を示している．

4. 海上測定結果

(1) 利用可能範囲

第2図に実線で示した航跡図を航行しながら，デコメータ・LI メータの指示値を，毎偶数時に1時間連続して1分毎に読み取り記録した．デコメータの値からは，目視，レーダで得た船位と比較することによつて，誤差を知ることが出来，LI メータの読取数から，利用時間率を算定できることは，前回と同様である．第2図に示す数字はその利用時間率である．LI は主局の LI 信号で LI メータの零設定を確認するので，主局の LI 指示が不良となると，赤・緑・紫の各 LI 指示が，良好であつても，その指示が正常であることの確認ができないので，利用率は，主局の LI 利用率に大きく左右される．



第2図　「若草」測定航路図と利用時間率

たとえば，第2図の8月3日00時の利用率は，いずれも45％となつているが，これは，主局以外の3従局については，100％であるけれども，主局が45％の利用率であるので，この値を採つている．LI利用時間率は，測定区域全般に亘つて，ほぼ満足すべき値が得られたが，23時から2時頃の深夜において，利用時間率の低下が見られること．および，LIメータの指針が，一見正確らしく，誤つた値をある時間連続して指示することがあり，連続的にLIメータを監視しないと，その指示の正誤を明確に判定出来ないことがあり，これらの現象は，前回の4月の測定試験のときよりも，空間波の干渉が多かつたことを物語つていると思われる．

以上のように，LIの利用時間率が，ある時間帯で，急激に低下する現象が見られたが，その他の時間帯については，良好な結果が得られたので，今回測定を実施した区域は，有効範囲と考えて差支えないと思われる．

（2）誤　差

海上測定では，船位をデッカ以上の精度で求めることは，一般的に不可能であるので，20分間の単位時間内で，船が一定方向に一定速度で航行したと仮定して，20分間の1分毎に測定した値から，1本の直線を求め，この直線からの測定値のズレを，誤差としてその標準偏差を求めた．これを要約したのが，第3表である．

第3表　航跡を直線と仮定して求めたデッカの誤差

		赤　局	緑　局	紫　局
		レーン	レーン	レーン
昼間	金華山沖	0.03	0.03	0.05
	襟裳岬沖	0.07	0.07	0.10
	沿海州沖	0.05	0.04	0.06
	小樽沖	0.05	0.11	0.11
夜間	金華山沖	0.14	0.13	0.22
	襟裳岬沖	0.13	0.09	0.18
	沿海州沖	0.13	0.26	0.43
	小樽沖	0.12	0.13	0.16

第3表から明らかなように，昼間におけるレーン誤差は，非常に小さく，0.03～0.11レーンであり，地表波が安定に受信できることを示している．夜間においては，沿海州沿岸で，一時0.5レーン以上の誤差を示したこともあるが，その他の区域ではほぼ0.5レーン以下の誤差である．

このレーン誤差は，船舶が20分間，直線的に航行するものと仮定して求めたが，実際には，完全に直線的に航行することはないから，船舶の航跡が，直線からずれた誤差をも含んでいると考えるべきである．このことは，第3表の結果からも，窺い知ることが出来る．すなわち，当然誤差が小さいと考えられる小樽沖の緑，襟裳岬沖の紫の誤差の平均値が，それぞれ0.11レーン，0.10レーンと大きく，レーンの幅が広いが，遠距離の従局であるので，当然，誤差も大きくてしかるべきである小樽沖の赤，金華山沖の緑の誤差の平均値が，それぞれ0.05レーン，0.03レーンと小さい．

一般的に，実際の昼間のレーン誤差は，第3表に示されている値よりも，小さいのではないかと考えられる．

（3）船位決定の誤差

船位を決定する時に生ずる誤差の要因として考えられるものに，

（イ）空間波，雑音等の混入により生ずる上記のレーン誤差

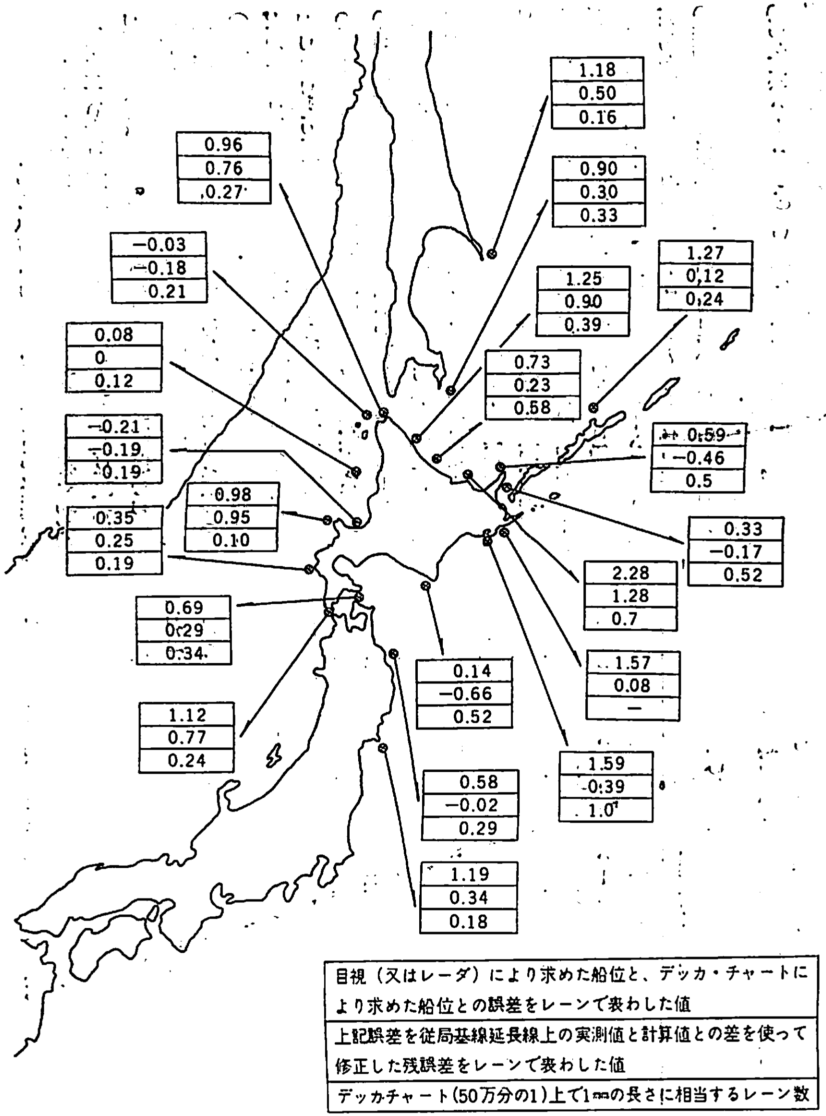
（ロ）主局と従局との間の同期に起因する誤差

（ハ）デッカチャートの作成に使用した伝搬速度と，実際の伝搬速度が相違することにより生ずる誤差

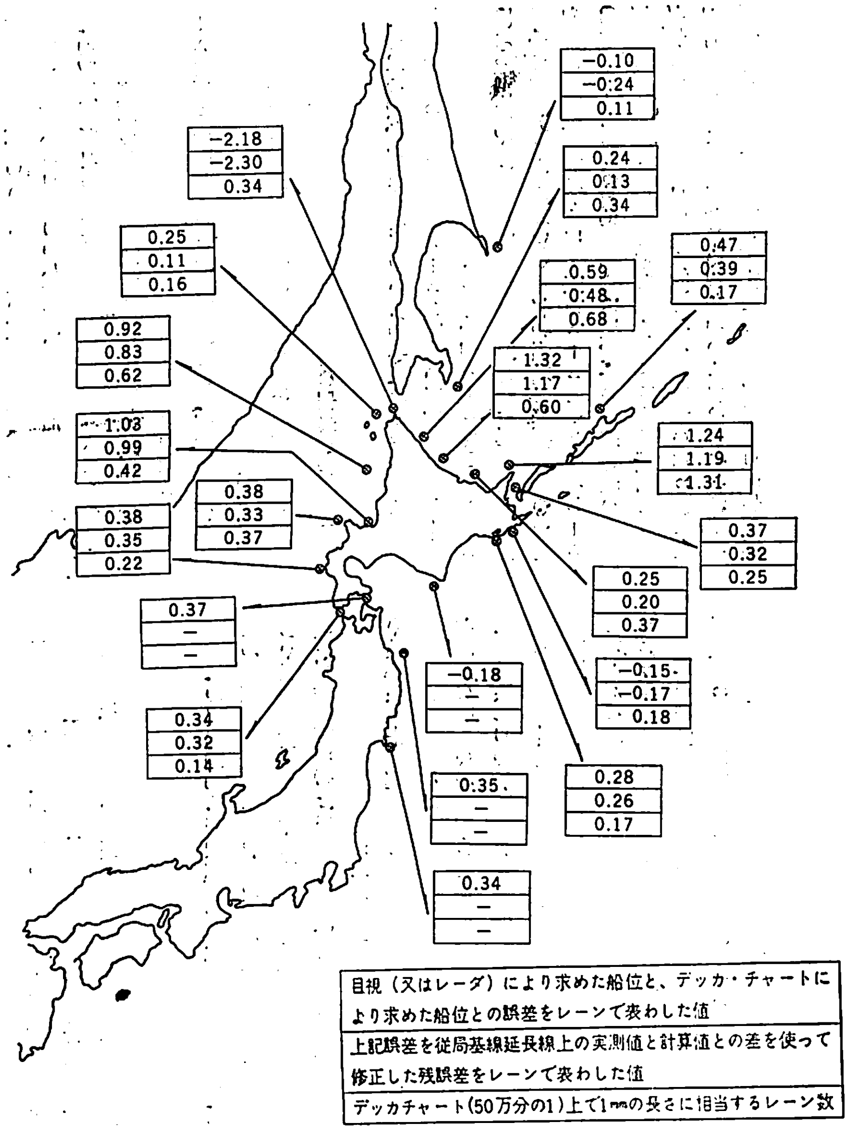
等があり，この内，主，従局の同期によつて生ずる誤差は，昼間における各固定測定点の測定値の安定度，基線延長線での測定値の安定度等から見て，0.02レーン以下であると考えられる．

次に，空間波の混入により生ずる誤差は，各固定点の測定結果では，0.1～0.3レーン，海上測定の結果では，0.1～0.5レーン程度で，ほぼ計算値と一致している．

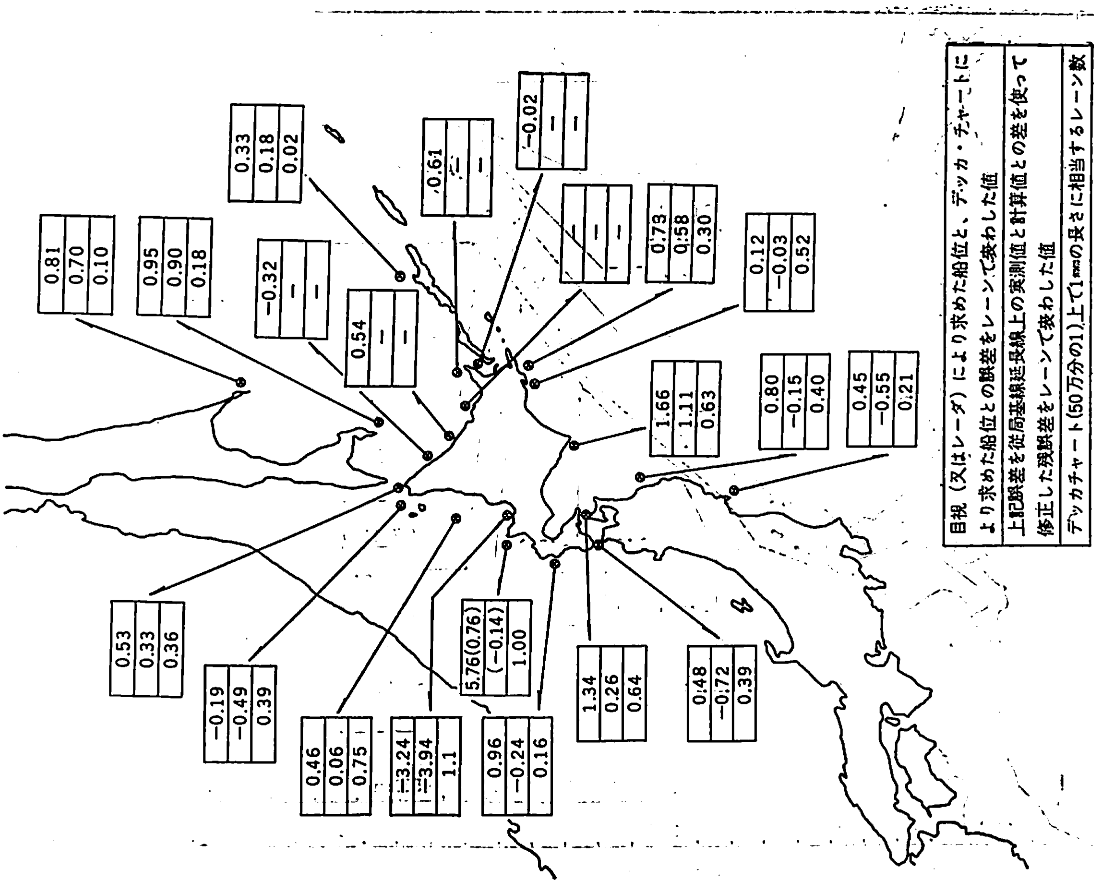
海上測定において，沿岸を航行した際に，目視またはレーダを使用して求めた船位と，デッカによつて求めた船位との比較を行なつた．この結果，両者の船位の間には，おおむね，一様な関係があり，数値的には，目視またはレーダによる船位にも，当然誤差を含んでいるために，正確に表わすことは出来ないが，ほとんどの場合，デコメータの指示値がもう少し小さな値であれば，2つの船位が一致するような関係，すなわち，デコメータの指示値が少し増加していることが確認された．このことは，実際の電波の伝搬速度が，チャート作成に使用した仮定値（陸上：299,250 km/ms．海上：299,600 km/ms）よりも遅いことを示している．このことは，固定点の測定結果，従局の基線延長線試験の結果からも明らかである．この伝播速度の相違により生ずる誤差は，理論的には，主局に近いゾーンでは小さく，従局に近づくにつれて大きくなり，従局の基線延長線上で最大となるが，実測の結果もほぼ同様な傾向を示している．



第３図　赤局位置線の誤差の現状と簡単な補正を行なつた後の残誤差（単位はレーン）



第４図：緑局位置線の誤差の現状と簡単な補正を行なつた後の残誤差（単位はレーン）



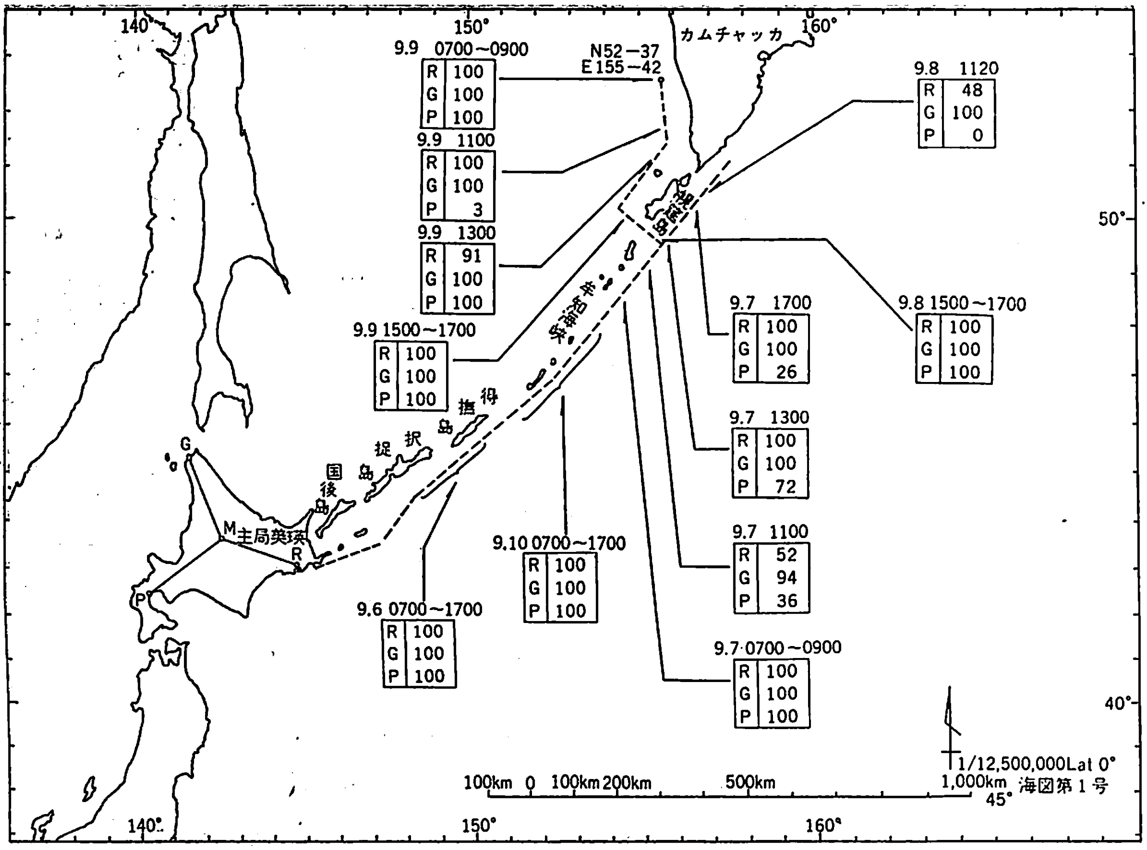
第5図 従局位置線の誤差と簡単な補正を行なった後の残誤差（単位はレーン）

第3図～第5図は，現在の誤差の状況と，その誤差を，以下に述べる方法で修正した値（レーン数で示している）を示している．

電波の伝搬速度の仮定値と実際の値との相違により生ずるレーン誤差が，主局側では，理論的に零で，従局へ近づくにつれて増加し，従局基線延長線上で最大になることは，前述したが，この従局基線延長線上における計算値と実測値との差を，測定点におけるレーン数と，基線長に応じて直線的に配分し，その量だけ，測定値を修正する．

その修正の結果が，第3図～第5図の中段に示す数値である．この単純な修正によつて，現行のチャートを使用した場合に生ずる誤差は，ある程度減少されるが，測定点によつては，相当量の誤差が依然として残ることが分る．これは，電波の伝搬速度が，その伝搬の経路により変化することと，海上の伝搬速度の実態が，未だ完全に把握されていないことに起因するものと思われる．現行のデッカチャートの修正については，今後さらに数多くの測定を繰返し，資料の集積を行なつて，実行する必要があり，明確な修正方法が示されるまでには，さらに若干の時間を必要とすると思われる．第3図～第5図の最下段の数値は，現行の50万分の1のデッカチャート上で，1mm の長さに相当するレーン数を示しており，この数値のもつ意味は，船位をデッカチャート上に移し換えるとき，または，デッカチャート上に求めたデッカによる船位を，他の大縮尺チャート上で，他の方法により求めた船位と比較する場合、チャート上の作図の精度が結果的に誤差として現れる場合の大きさの程度を示すものである．現在，得られているデータの量からは，デッカの誤差を、正確に数値的に表現し，修正することは，きわめて困難で，さらに多くの測定を行なつて，統計的に処理することがもっとも望ましいことであると考えられる．

以上，昭和42年8月に灯台補給船「若草」により実施した測定試験の結果について簡単に紹介したが，その後さらに，巡視船「えりも」を使用して有効範囲外におけるデッカの受信状況を調査したので、その結果について簡単に述べることとする．



第6図　遠距離測定時の航跡図と利用時間率（昭和42年9月5日～11日）

5.　有効範囲外におけるデッカの受信状況

昭和42年9月5日より11日までの7日間，第6図に示す航跡で，主として昼間におけるデッカの受信状況を調査したので，その結果について報告する．

（1）　利用時間率

利用時間率は、第6図に示すとおり，主局から1,200 km ～1,500 km 離れたカムチャッカ・幌筵島西岸附近において，紫局の利用可能率が，極端に低い時があつたが，赤局，緑局については，0700～1700までの間では，充分に利用できることが判明した．同様に，主局から1,100 km ～1,300 km の幌筵島東岸でも，紫局を除いて，赤局および緑局は，全般に良好な受信が可能であつた．また主局から1,000 km 以内の牟知海峡附近までは，赤・緑・紫のいずれもが，充分な利用時間率であることが確認された．したがつて，カムチャッカおよび幌筵島附近においては，赤および緑を使用することによつて，昼間は充分にデッカが利用できることが確認された．

しかし，この附近におけるデッカ双曲線の発散は，基線上の15倍程度まで大きくなつており，双曲線の交角は7度程度ときわめて小さいので，デッカチャートで位置を決定する場合には，きわめて大きな誤差を生ずる可能性があるので，利用に当つては，充分この点に注意することが肝要である．

（2）　誤　　差

カムチャッカ附近における船位決定の誤差を算出するに当つては，この海域のデッカチャートがないため，次のような方法を使用した．すなわち陸測またはレーダから求めた船位から，仮定の電波伝搬速度を用いて，その船位に対するデッカのレーン数を計算し，その値と実際にデッカのデコメータで測定した値との比較を行なつた．計算に使用した伝搬速度は，次の2種類である．

（a）　デッカチャートの作成に使用した値

陸　上　　299,250 km/ms

海　上　　299,600　〃

（b）　各種の測定試験から得られた平均値（ただし陸

上のみ）

陸　上　　298,500 km/ms

海　上　　299,600　〃

その結果は，第4表に示されるとおりで，(a) の値を使用した場合の誤差の方が，(b) を使用した誤差よりも，一般的に大きくなつており，陸上の伝搬速度としては，299,250 km/ms よりも，遅い速度であると考えるのが妥当であることと示している．

第4表 遠距離における誤差

船位	赤局 (a) による誤差	赤局 (b) による誤差	緑局 (a) による誤差	緑局 (b) による誤差	紫局 (a) による誤差	紫局 (b) による誤差
	レーン	レーン	レーン	レーン	レーン	レーン
N 44 - 54.0 E 149 - 27.0	1.42	0.54	0.96	0.33	1.01	1.22
N 45 - 01.0 E 149 - 35.5	1.78	0.90	0.20	− 0.23	1.00	1.22
N 45 - 12.5 E 149 - 45.0	2.15	1.16	0.58	− 0.17	0.87	0.97
N 45 - 18.0 E 149 - 50.0	2.43	1.44	0.11	− 0.64	0.74	0.85
N 45 - 19.0 E 149 - 58.0	1.65	0.69	0.56	− 0.13	0.84	1.00
N 48 - 54.5 E 154 - 44.0	0.63	0.14	0.82	0.18	0.29	0.23
N 49 - 08.0 E 155 - 02.0	0.19	− 0.30	0.89	0.24	0.17	0.12
N 49 - 19.0 E 155 - 16.0	0.59	0.11	0.57	− 0.06	0.04	− 0.01
N 49 - 32.0 E 155 - 33.0	0.55	0.07	− 0.39	− 1.03	0.04	0.01
N 49 - 49.5 E 155 - 52.0	1.24	0.74	− 0.03	− 0.73	0.08	0.01
N 50 - 02.0 E 156 - 08.5	0.58	0.08	0.35	− 0.34	− 0.10	− 0.15
N 50 - 15.0 E 156 - 24.0	0.59	0.20	0.59	− 0.11	0.22	0.17
N 50 - 27.0 E 156 - 52.0	0.54	0.15	0.86	0.15	—	—
N 50 - 20.0 E 156 - 37.0	0.68	0.29	0.08	− 0.63	—	—
N 50 - 01.5 E 156 - 00.0	0.75	0.38	0.55	− 0.15	0.27	0.26
N 49 - 52.0 E 155 - 42.0	0.94	0.53	0.58	0.11	0.36	0.30

第4表は，測定中に得られたデータの1部であるが，この表からも知られるように，誤差の大きさは，きわめてまちまちである．その理由の1つとして考えられることは，この程度の遠距離になると，昼間といえども，地表波のみを受信しているとは断定しにくく，空間波 雑音によつて，測定値がある程度，ばらついているということである．

この測定結果から明らかなように，

（a） 昼間（0900～1600）の間の計算値と実測値との差の変動幅は，赤が 0.55～2.50 レーン，緑 0.35～1.30 レーン，紫 0.20～1.30 レーンである．また電波の伝搬速度を前記 (a) (b) の何れを使用しても，変動の幅はほとんど等しい．

（b） 計算値と実測値との差の1日の平均値の，日による変化は，赤，緑および紫とも，ほぼ似た傾向を示し，その日変化の幅は，赤が 0.06～0.75 レーン，緑が 0.04～0.13 レーン，紫が 0.07～0.65 レーンである．

以上のように，レーン誤差を計算値と実測値の差の変化量として求めると，レーン誤差は，標準偏差値（68％

の確率で誤差がその中に含まれる）で，真の位置から赤0.45レーン，緑0.31レーン，紫0.29レーンとなる．（ただし，この値は，誤差を正規分布すると仮定して求めたものである）

（3） 船位決定の誤差

レーン誤差が，赤0.45レーン，緑0.31レーンであるとしたとき，デッカチャート上で，赤および緑の測定値を用いて船位を決定すると，カムチャッカ沿岸では，かりにデッカチャートが，実際の伝播速度を使用して作成されたとしても，第7図に示すように，2本の位置線の交角が，7～8度と小さいために，大きな位置誤差を生ずることになる．

第7図の楕円は，デッカの測定値に，赤0.45レーン，緑0.31レーンの誤差が含まれているときに，求めた位置が分散する範囲を示しており，非常に細長い楕円となつている．第7図のように，細長い楕円となるのは，位置線の交角が小さいためである．また，赤と紫および緑と紫の位置線の交角は，赤と緑の位置線の交角よりも小さいので，誤差はさらに大きくなる．

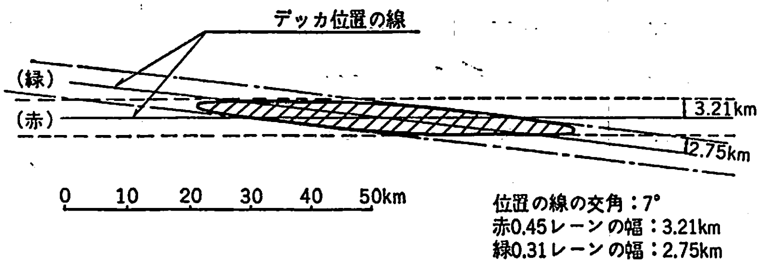
以上，カムチャッカ附近の海上におけるデッカの使用に関しての結論としては，次のことが考えられる．

（i） カムチャッカ附近の海上におけるデッカのレーン誤差は，昼間，標準偏差で赤0.45レーン，緑0.31レーン，紫0.29レーンとなる．

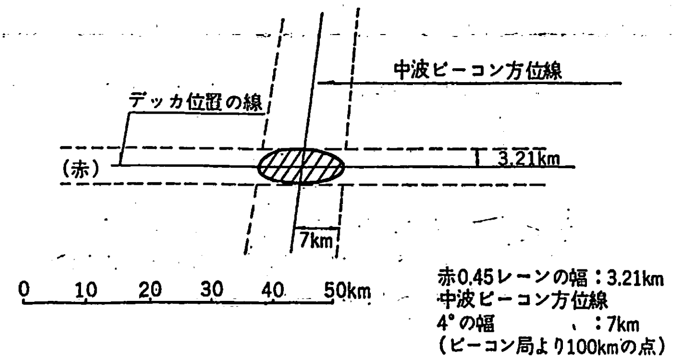
（ii） デッカチャートが完全であつても，2本の位置線の交角が，非常に小さいため，位置の誤差は非常に大きくなり，デッカのみによる位置決定は，困難と思われる．

（iii） 3～4km程度の誤差を許すならば，1本の位置線は，その線にそつて航行する場合には，使用可能であろう．

以上のように，カムチャッカ附近のような遠距離において，デッカのみで位置決定をすることは，困難であるので，デッカにより1本の位置線を求め，中波ビーコン，方探，陸測，レーダ等により，もう1本の方位線を求め，その交点として位置決定を行なう方法が考えられる．たとえば第8図のように，デッカ位置線と，他の方法により得られた位置線とが，比較的大きな角度で交わるとすれば，位置決定の誤差は小さくなる．カムチャッカ附近等の遠距離においては，以上のような方法で，デッカを利用することができる．（第8図参照）



第7図　デッカ位置線の交角が小さいことによる位置誤差の分散



第8図　他の電波標識（一例として中波ビーコン）との併用による位置誤差の分散

6．結　び

以上，42年4月および8月に実施した有効範囲の確認のための測定試験と，9月に実施した有効範囲外における受信状況調査について，試験の内容，結果について，その大要を報告した．現在までの所，今後さらに測定を行ない究明すべき事項として，北海道周辺における陸上および海上における伝搬速度・四季における測定値の変化状況等の問題があり，これらは，デッカの精度と重大な関係のある事項であるので，速かに解決されることが強く要望されている．これらの諸問題の解決のため，現在も，ひき続いて測定試験を実施中であり，さらに今後も継続して実施する予定であるので，さらに，機を見て報告することとしたい．

最後に，以上の測定試験を実施するに当り，御協力をいただいた，灯台補給船「若草」，巡視船「えりも」の乗組員に，厚く謝意を表します．

2軸船における Twin Skeg Stern が推進性能に及ぼす影響

*伊　藤　達　郎
**篠　田　仁　吉
***宝　田　直 之 助

1. はしがき

2軸船の推進性能は1軸船のそれに比較して低いことは一般的な傾向であり，機関，軸系の艤装の煩雑さと相まつて，特別の場合を除き2軸を避ける傾向が強いのは当然である．しかしながら場合によつては推進器の馬力吸収，操船上等の理由により2軸を採用することが有利な船も少くない．昭和42年船舶技術研究所，鉄道技術研究所，浦賀重工業株式会社の共同研究として，2軸船の推進性能向上を目的とし，Twin Skeg 船尾が推進性能におよぼす影響を調査したので，その試験結果を報告する．

2. 模型船および模型プロペラ

この試験に用いた供試船型は大型フェリーを対象とし，模型船は 7.5 m 長さで，全部木製とした．従来型のシャフトブラケット付 M.S. 0056 を原型として，長さ，幅，喫水，船首形状を一定に保ち，船尾形状だけ変化させたので，排水量，方形係数 C_b 等は厳密には変化するが，出来るだけ等しくし，葉巻型 (Cigar Shaped Twin Skeg)，板型 (Plate Shaped Twin Skeg) の2種類に変化した．

表-1 船体要目

M. S. No.		0056,	0057,	0058	Act. Ship
L_{pp}	(m)		7.500		130.0
L.W.L.	(m)		7.7808		134.3
B	(m)		1.2694		22.01
d	(m)		0.3112		5.394
L/B			6.13		6.13
B/d			4.08		4.08
Cb		0.5469	0.5472	0.5468	0.547
Cp		0.6201	0.6205	0.6200	0.620
lcb	(%)	+1.801	+1.805	+1.724	+1.8
BULB	(%)		4.0		4.0

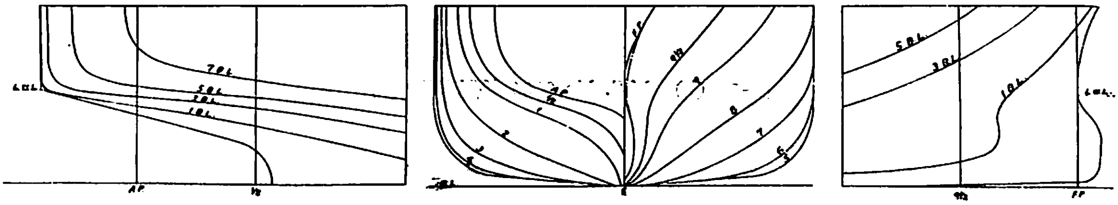


図-1 (a) M.S. No. 0056 正面線図および船首尾形状図

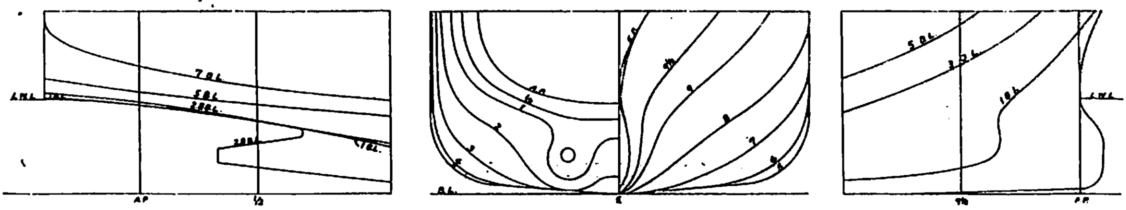


図-1 (b) M.S. No. 0057 正面線図および船首尾形状図

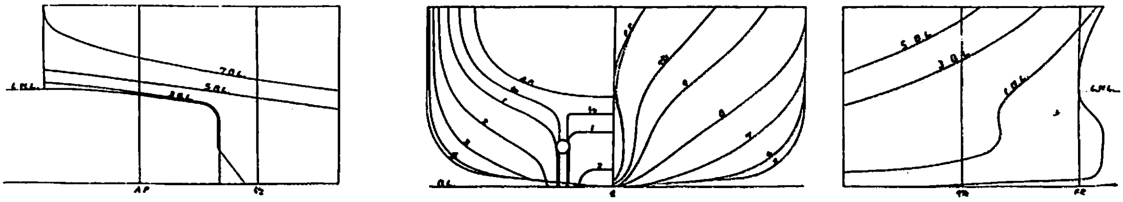


図-1 (c) M.S. No. 0058 正面線図および船首尾形状図

*船舶技術研究所推進性能部　**鉄道技術研究所連絡船研究室　***浦賀重工業株式会社浦賀造船工場設計部

使用した模型船および対応する実船の主要目等を表-1に，正面線図，船首尾形状およびプリズマチックカーブをそれぞれ図-1，2に示し，模型船の写真を図-3に示す．自航試験に使用した模型プロペラは，すべての模型船を通じて表-3に示す M.P. 539^{R}_{L} であり，その単独性能曲線を図-4に示す．

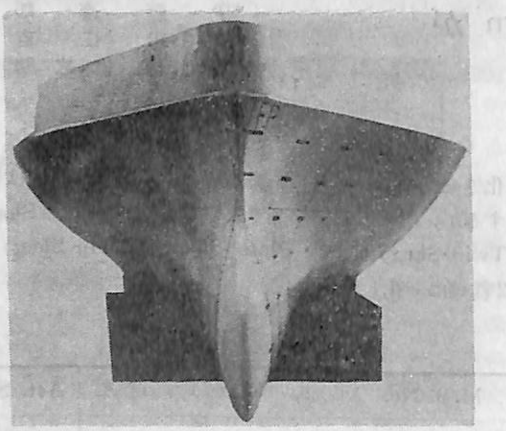


図-3 (a) 船首形状写真

3. 試験状態および解析方法

試験は全模型船に対して満載（イーブンキール），85% 排水量（0.5% L_{pp} 船尾トリム）の2状態について実施した（表-2）．

抵抗試験における剰余抵抗の計算，自航試験における摩擦修正の算定にはシェンヘルの摩擦抵抗算式を用い，

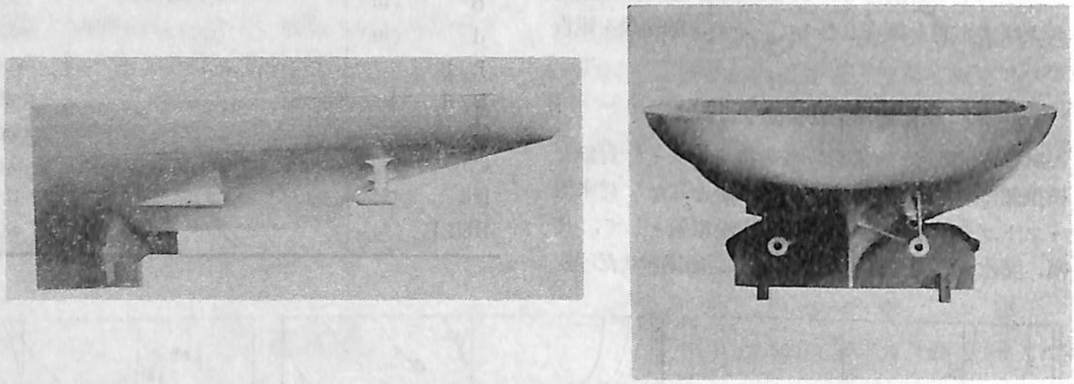


図-3 (b) M.S. No.0056 船尾形状写真

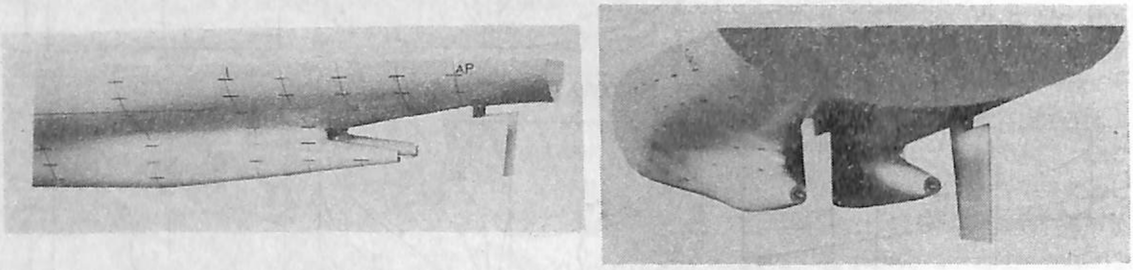


図-3 (c) M.S. No.0057 船尾形状写真

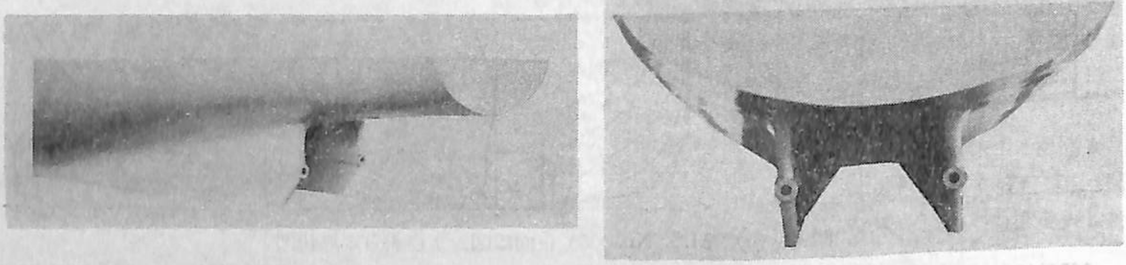
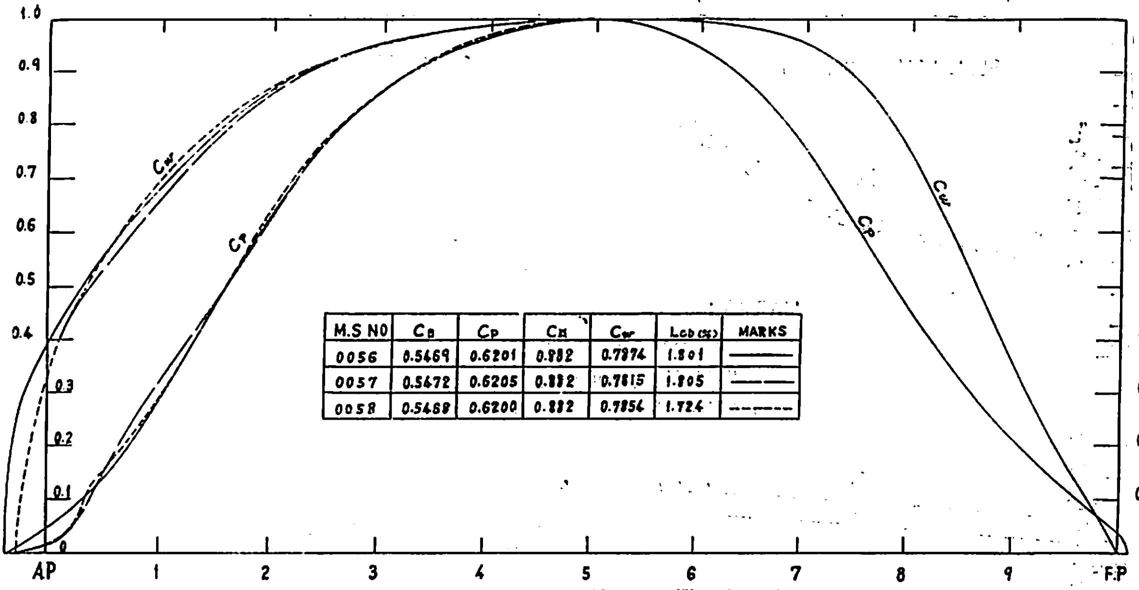


図-3 (d) M.S. No.0058 船尾形状写真



M.S NO	C_B	C_P	C_M	C_W	Lcb (%)	MARKS
0056	0.5469	0.6201	0.882	0.7874	1.801	————
0057	0.5472	0.6205	0.882	0.7815	1.805	— — —
0058	0.5468	0.6200	0.882	0.7856	1.724	- - - - - -

図-2 プリズマチック曲線および満載喫水線形状

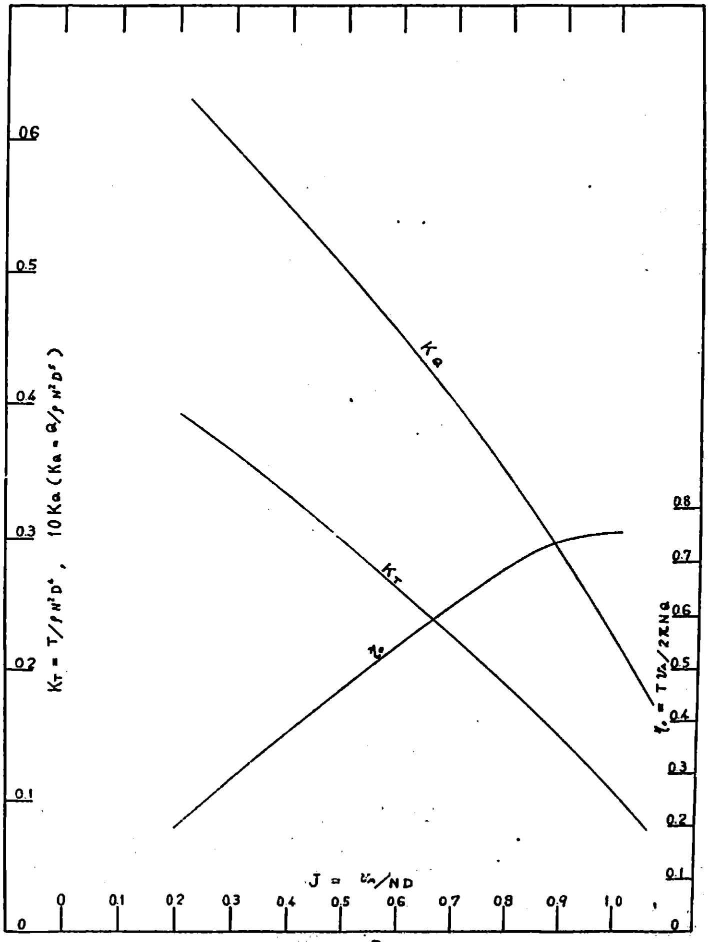


図-4 M.P. 539 $^{R}_{L}$ 単独性能曲線

かつ粗度修正係数 ΔC_F を実船に対しては $+0.2\times10^{-3}$, 模型船に対しては0とした。乱流発生装置として，高さ1 mm の梯形スタッドを全模型船の S.S. 9½ の位置に 10 mm 間隔にうえつけた.

4. 試験結果

これ等の抵抗試験および自航試験から得られた剰余抵抗係数，有効馬力曲線（海水温度 15°C)，自航試験結果の無次元値および自航要素をそれぞれ 図-5, 6, 7 および 8 に示す．これ等の図で示されるおもな点は

a) r_R の値は満載状態では M.S. 0056, M. S. 0057, M.S. 0058 の順に高くなつており，$F_N=0.28$ においては M.S. 0058 は M.S. 0057 に比較して約6％高い値を示している. 85％排水量では低速域では上記の傾向が顕著であるが，$F_N>0.28$ ではその差が小さくなり，M.S. 0057 がもつとも低い値を示す.

以上に基き算定された有効馬力曲線は r_R の差よりも 表-2 に示した浸水面積の差による r_{FS} が強くあらわれていると考えられる.

b) プロペラ効率比 η_R についてみると，原型 M.S. 0056 の η_R は1を下まわり，Twin Skeg Stern の両船型の η_R は

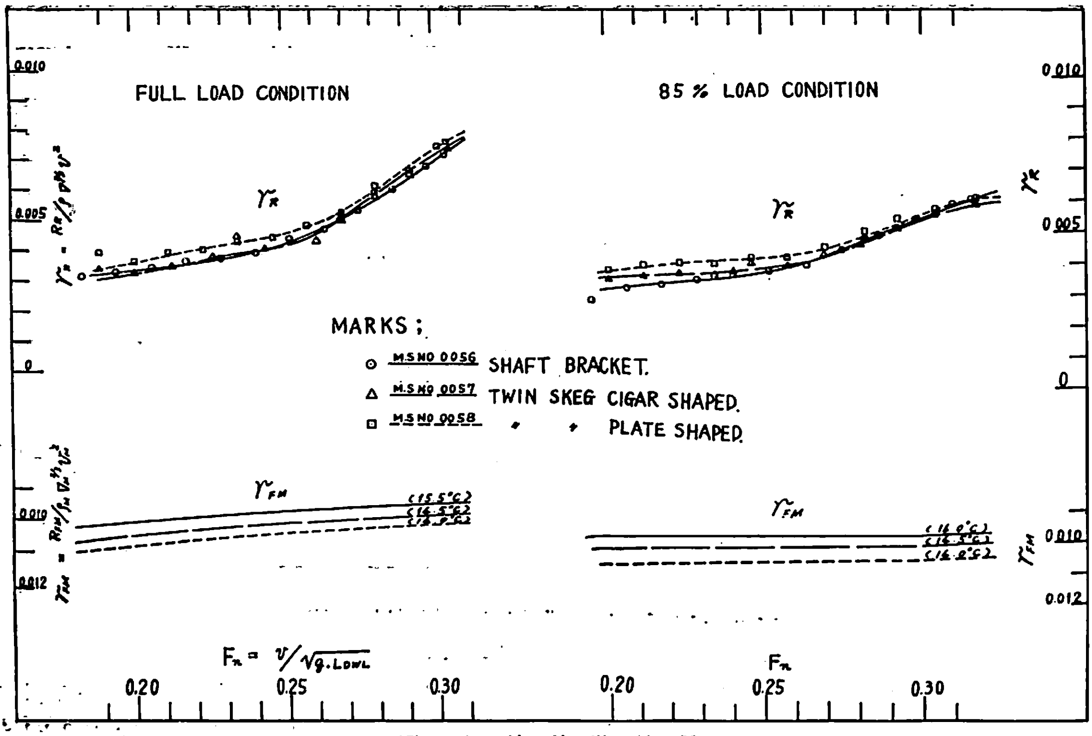


図-5 抵抗試験結果

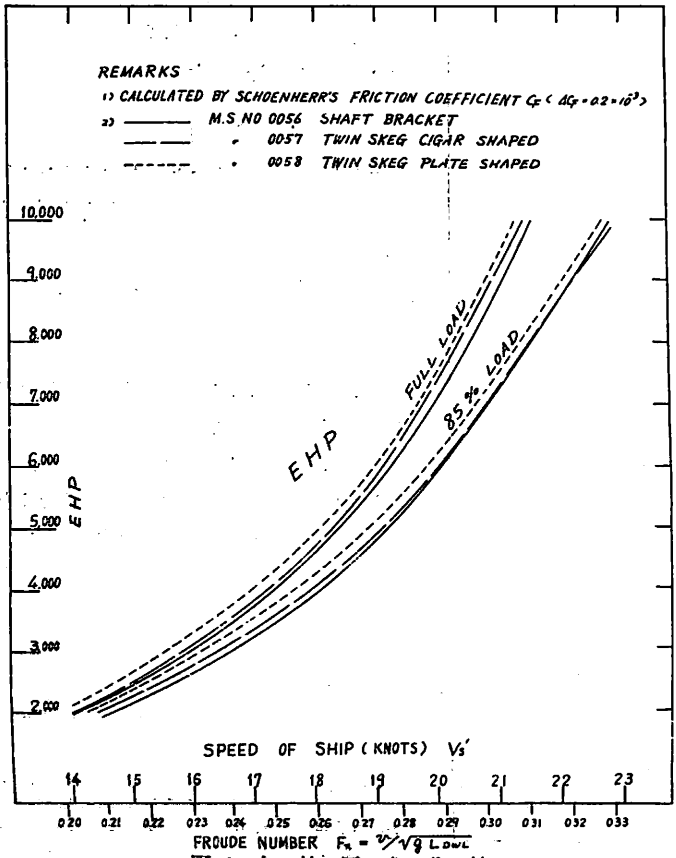


図-6 有効馬力曲線

ともに1を僅かに上まわつている．

c) スラスト減少係数 t は M.S. 0056 と M.S. 0057 ではほぼ同一であるが，M.S. 0058 では大きくなつている．

d) 伴流係数 W_T は M.S. 0056 と M.S. 0058 では約10％の差があり，M.S. 0057 はほぼ両者の中間にある．この傾向は満載状態，85％排水状態で大きな差は認められない．

以上の結果に基いて算定した実船の伝達馬力等曲線（海水温度 15°C）を図-9 に示す．ただしこの値は摩擦抵抗算式としてシェンヘルの式をとつており，$\Delta C_f = 0.2\times10^{-3}$ とし，推進器効率 η_0 は模型推進器のものを使用している．

各模型船の DHP 等を原型 M.S. 0056 に比較して考察すると，

1) M.S. 0057 Cigar Shaped Twin Skeg Stern は浸水面積の増加により有効馬力は増加するが，η_R が高く，$1-t$ はほとんど変らず，$1-W_T$ が小さい．従つて η は高く，DHP は満載，85％排水量ともに 20〜21kts 附近では約5％低くなつている．

2) M.S. 0058 Plate Shaped Twin Skeg

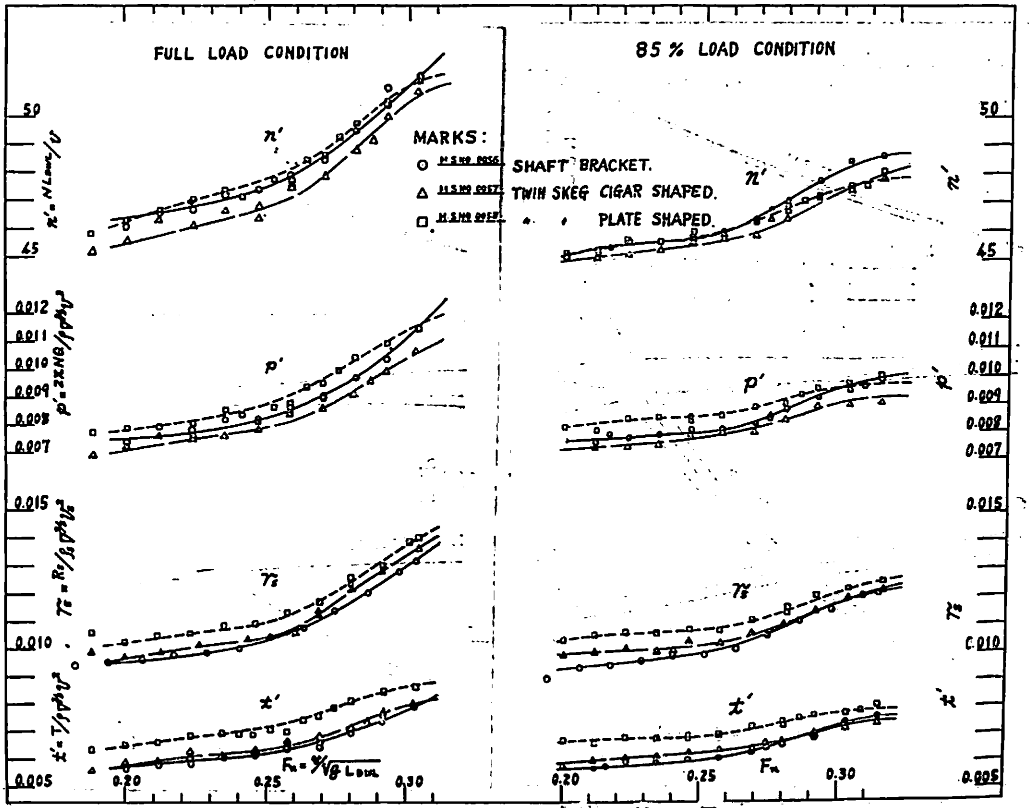


図-7 自 航 試 験 結 果

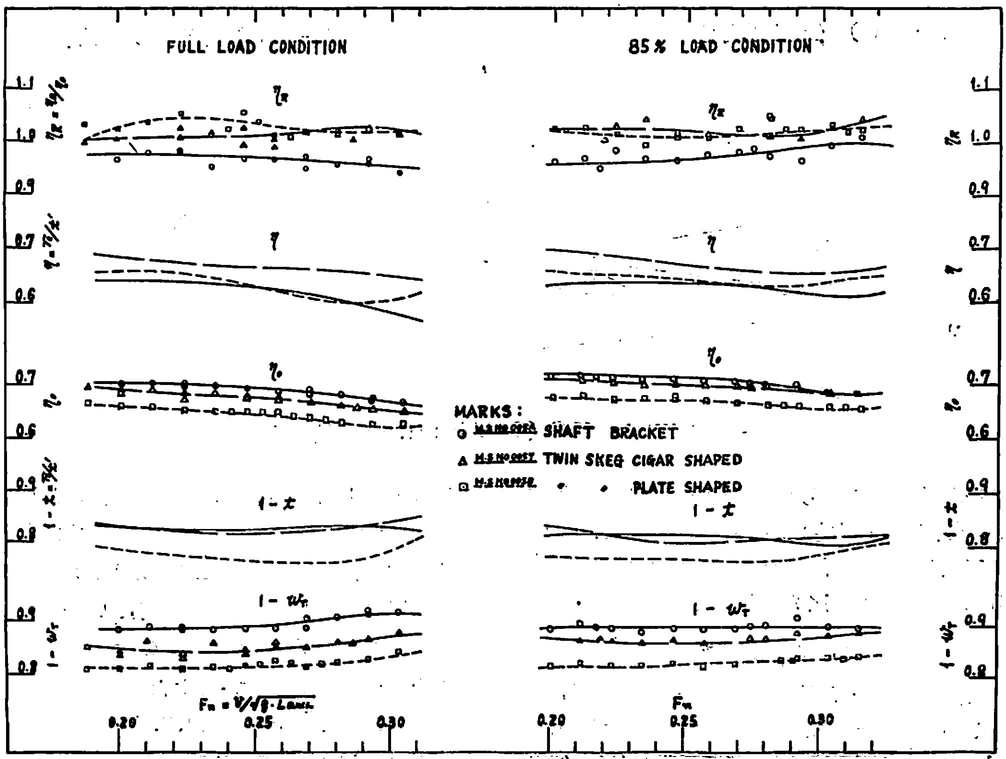


図-8 自 航 要 素

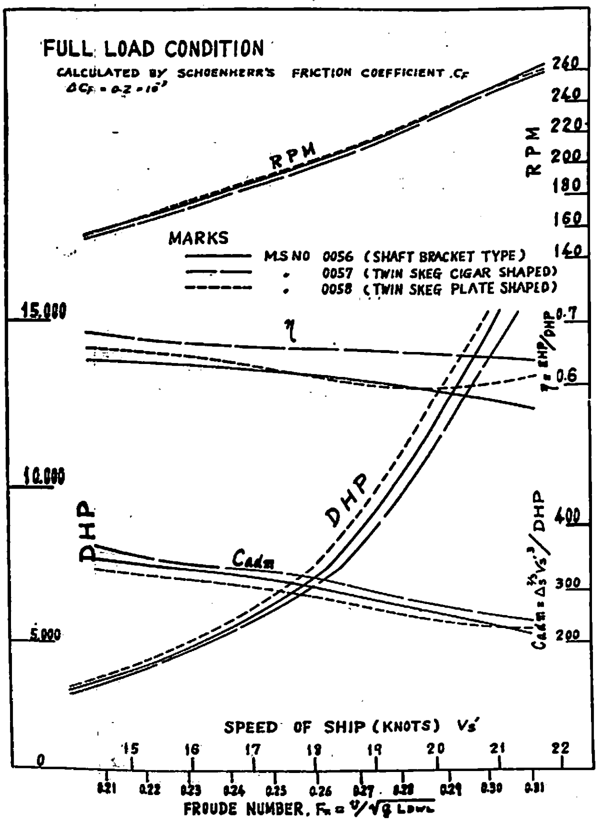


図-9 (1)I 伝達馬力等曲線

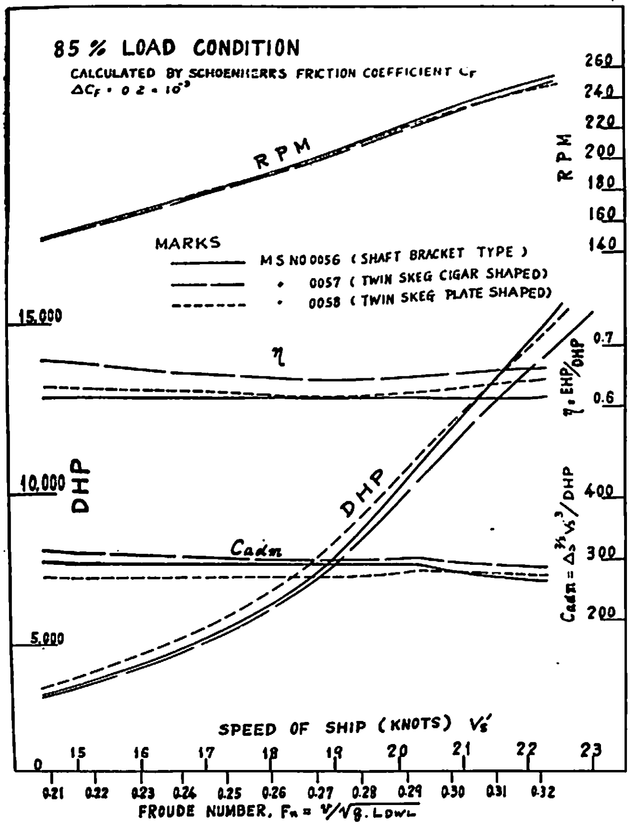


図-9 (2)二伝達馬力等曲線

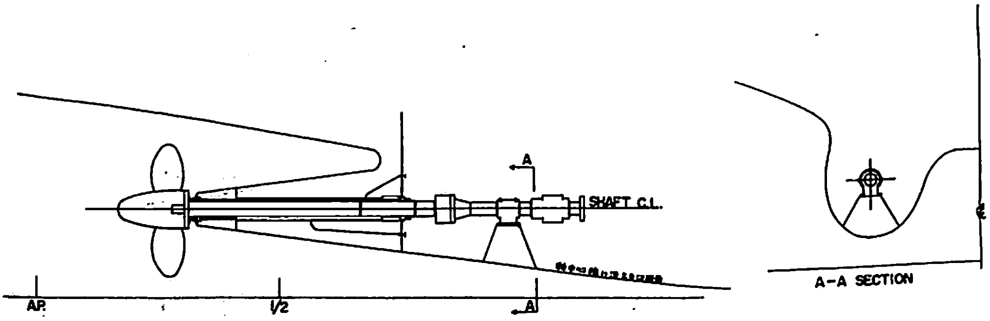


図-10 TWIN SKEG (CIGAR SHAPE) 軸 系 図

Stern は浸水面積の増加が大きく影響し有効馬力の増加も大きい．伴流係数は大きいが，1-t の低下により，推進効率は原型と大差ない値を示し，結果的には有効馬力の増加分だけ DHP が高くなる傾向を示している．

5. あ と が き

本試験で採用した船首形状はバルブ船型であるが，発着のはげしいフェリーを対象としたので，バルブの大きさは F.P. における断面積で中央横断面積の 4%，突出量は 1.0% L_{PP}, 最大幅 0.600 m (片幅) とした．

試験結果は所期の通り，有効馬力の増加を推進効率の向上で補いうる方法があることを示したが，供試船型の B/d が大きくまた比較的 C_b の小さい船型であつたためとも考えられる．更に大きい C_b の範囲までひろげた場合どうなるかは将来に残された問題であろう．

なお，軸系については，M. S. 0056 は在来のシャフトブラケット型を採用したが，M. S. 0057, M. S. 0058

表-2 試験状態

	M. S. No.		0056	0057	0058
FULL LOAD	Draft	(m)	0.3008	0.3008	0.3008
	Trim	(m)	0	0	0
	Wetted surface (With all app.)	(m^2)	9.3564	9.7186	9.9830
	Displacement	(m^3)	1.511	1.514	1.511
	Temp. of water	(°C)	15.5	14.5	14.0
85% LOAD	Draft	(m)	0.2856 0.2480 0.2668	0.2856 0.2480 0.2668	0.2856 0.2480 0.2668
	Trim	(m)	0.0375	0.0375	0.0375
	Wetted surface (With all app.)	(m^2)	8.7143	8.9764	9.3157
	Displacement	(m^3)	1.284	1.287	1.284
	Temp. of water	(°C)	16.0	14.5	14.0

Note;
Caluculated by Schoenherr's friction coefficient ($\triangle C_F=0.0002$)

表-3 模型プロペラ要目

Propeller No.		539 R/L
Diameter	(m)	0.1846
Boss ratio		0.250
Pitch ratio		1.080
Exp. area ratio		0.384
Blade thickness ratio		0.0423
Angle of rake	(°)	0
No. of blades		4
Blade section		UNKEN Aerofoil

は1軸船の型式を採用した．M.S. 0057 Cigar Shaped Twin Skeg Stern を採用した場合，実船の軸系は1軸船と同様オイルシーリングスターンチューブを採用できる可能性があり，従来採用されているゴム巻軸の煩雑さから開放されることも可能である．図-10に実船想定の Cigar Shaped Twin Skeg Stern 軸系を示して参考とする．

海技入門選書

東京商船大学教授　横田利雄著

航海法規

A 5 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

海技入門選書

東京商船大学教授　横田利雄著

海事法規

A 5 上製155頁定価320円（〒70円）
船が直接航海するに必要な航海技術に関係する法規，すなわち「航海法規」を除外した一切の海事または船舶に関係する法規—それが本書の「海事法規」であり，著者の前著「航海法規」とあわせ，ここに海運関係法規の完全なる全貌が把握できる．

目　次

総　説 海事法規の概念
第1章 船舶法および積量測度法等
第2章 船舶安全法
第3章 船員法
第4章 船舶職員法
第5章 海難審判法
第6章 海商法
第7章 検疫法
第8章 関税法

日本造船研究協会の昭和41年度の調査研究業務について (3)

北島泰蔵
元(社)日本造船研究協会
研究部

SR 97　超音波による船底防汚に関する研究
部会長　重満　通彌 氏

船底における海中生物の付着は船底摩擦抵抗の増加をきたすので，超音波による高周波振動を外板に付与することにより生物の付着を防止することを目的とし，昭和34年度に実施した基礎研究およびその後の研究の成果にもとづいて，超音波防汚方式確立のために実施した．

(1) 生物実験

水槽内で超音波を照射して，生物の Activity への影響を観察記録し，生物の超音波選択性，最有効周波数，超音波出力の影響を調査した．

対象生物……タテジマフジツボ，ムラサキイガイ

超音波周波数……14 KC, 20 KC, 28 KC, 50 KC, 100 KC, 200 KC, 400 KC, 600 KC, 1000 KC

試験の種類

(a) 生物に超音波を照射する実験用水槽内の電圧分布の測定

(b) 船底付着生物に対する超音波照射実験

(i) タテジマフジツボのノープリウスに対する超音波照射実験および超音波嫌忌性に関する観察

(ii) 〃　シプリス幼生に対する超音波の効果

(iii) 〃　幼生の超音波嫌忌性に関する観察

(iv) 近似的縦振動を与えた場合，タテジマフジツボのノープリウスに対する超音波の効果

(v) ムラサキイガイのトロコフォアに対する接続波超音波の影響

(2) A/F 塗膜の毒物溶出速度との関係

超音波の実船への適用に際しては，超音波の拡散作用により A/F 塗膜中の毒物溶出速度が相当に加速され，通常では A/F としての機能を果し得ないような低含有量の塗膜でも，防汚の機能を果すのではないかと想像されるので，これらを確認するために実施した．

(a) 実験の概要

供試防汚塗料は次のとおりである．

油性の標準，低銅型，標準溶出遅延型（Aメーカ）

ビニール系の標準型，標準溶出遅延型（Bメーカ）

油性の標準型（　〃　）

試験方法

(イ) 塗料を変えた場合の試験

超音波の付与条件……周波数　19.33 KC

出　力　20W および100W

計測項目……付与時の振幅，音圧

銅の溶出速度

Air Bubbling の影響

(ロ) 周波数を変えた場合の試験

超音波の付与条件……周波数　22 KC, 50 KC, 100 KC

出　力　0～2 KW

計測項目……付与時の音圧

銅の溶出速度

(3) 超音波の鋼板腐食におよぼす影響

超音波が水中の金属に対し，周波数および出力あるいは振動子のとりつけ方法などにより，部分的に塗膜損傷部などにどのような影響をおよぼすかを調べた．

試験条件……周波数　約 20 KC

試験液　3% NaCl（常温）

振　幅　0, 0.1, 0.4, 0.8 μ

試験時間　4時間

供試材料……6/4 黄銅，高張力鋼（WT60），鋳鉄（FC 20），軟鋼（SS 41），塗装鋼板（S 41，2種）

評価方法……金属材料は減量（mg），表面状況により，塗膜は表面状況のみにより評価

(4) 超音波振動の船体への付与方法

船体のような大構造物に対して，どうすれば均等に有効な超音波振動を与えることができるかについて研究した．

(a) 空中においた鋼板の加振試験

振動子……17KC のニッケル振動子

振動子取付治具……ボルト治具，平治具，球面接触治具，点接触治具

実験項目……振動伝達治具と振動振幅の関係（上記4種の治具について実施）

負荷鋼板における超音波の影響（鋼板に超音波を与えた場合の振動様式，位相速度についての実験）

(b) 片面接水鋼板の加振実験

供試鋼板……$2m^2$（約 130 kg）と $4m^2$（約260kg）の2種類

使用実験水槽……2.53 m×2.53 m×1.7 m の角水槽（底から 50 cm に砂を入れ超音波を吸収した.）

実験項目……振動系の共振周波数，等価質量，減衰率，等価スティフネス等を定量的に求め，振動子の電気機械式変換能率を算出した.

(c) 実船による実験

実際の船体においては超音波振動がどのように伝播するかを知るため，東京水産大学所属の練習船「神鷹丸」で実験を行なつた.

供試船主要目……長 さ 42.0 m
幅 7.80 m
深 4.0 m
吃 水 3.25 m
速 力 13.39 kt

（イ） 実験装置……超音波発振器
（出力 0～1 KW 連続可変，周波数 6KC～110 KC，11 段切換）

振動子……ニッケル振動子（250 および 500 W，17 KC）
フェライト振動子（250 W，50 KC）
Pzt 振動子（100 W，100 KC）
周波数測定器
水中マイクロフォン
振動ピックアップ
その他 計測装置

（ロ） 実験項目……実船における振動子取付位置と超音波伝播性の調査
振動子の断続駆動実験
航海計器に対する影響

上記試験の結果得られた成果は次のとおりである.

(1) 生 物 実 験

- タテジマフジツボのノープリウスに対しては周波数が高いほど破壊，斃死の効果があり，音圧は 0.3 bar 程度あれば十分であるが，0.1 bar 位から死亡個体が観察される．また照射時間は長いほど効果が大きいが，3 分程度で十分の効果がある.
- タテジマフジツボのシプリス幼生も超音波に対して比較的強く，嫌忌性は明らかでない．また超音波の振動により一時的に活動が鈍るが，振動が停止すると再びもとの状態となる.
- ムラサキイガイのトロコフォアに対して20KC，100KCの超音波を照射した場合，破壊，斃死，麻痺，活動（生）と，照射時間，超音波の音圧との関係が判明した.

(2) A/F 塗膜の毒物溶出速度との関係

（イ） 塗料を変えた場合の試験

- 浸漬初期の塗膜では，出力が 20 W の場合，銅の溶出速度にはほとんど変化が認められない.
出力 100 W の場合は溶出速度が若干増加する傾向にあるようである.
- 音圧，振幅による毒物溶出速度の差は明瞭でない.

(3) 一応全結果を通観すると，超音波付与により，毒物溶出速度は大幅には変動しないが，いずれかといえば溶出量は増える傾向にあるようである.

（ロ） 周波数を変えた場合の試験

- ほとんどの塗装系は，振動付与の影響が認められなかつた.
- ブランクテストの結果から考えると，浸漬開始後 1 か月までは各 2 号塗料とも毒物溶出速度の低下がはげしいが，1 か月経過すればほぼ一定となり，油性低銅型を除き海洋生物による汚損防止の最低質といわれる 10 $\gamma/cm^2/day$ を維持している.
- 油性 2 号塗料中の亜酸化銅の含有率が少ないと，毒物溶出速度は振動付与の有無に関係なく低くなる.
- ビニル 2 号塗料の毒物溶出速度は，油性型の場合よりかなり高い.
- バブリングを行なつた場合としない場合の毒物溶出速度を比較すると約 1/2 に減少した.

(3) 超音波の鋼板腐食におよぼす影響

(i) 素材の腐食

6/4 黄銅……振幅 0.4 μ，0.8 μ とも 4 時間後の減量は平均 0.3mg であり，振幅 6.0 μ でのキャビテーション侵食量（2 時間で 9.0 mg）と比較するとほとんど無視しうる値で，静止海水中とも有意差のない数値と考えられる.

SS 41，高張力鋼についても，ほぼ同様の傾向が得られた.

(ii) 塗 装 鋼 板

振幅と塗膜浸食量との関係は

		塗膜剥離し素地露出までの時間	
		コールタールエナメル	エポキシタールエナメル
振 幅	10 μ	>60 分	>60 分
	25 μ	15 分	15～30 分
	55 μ	5 分	5 分

の1例に見るように，キャビテーションの発生領域においては通常の塗膜ではきわめて短時間に剝離損耗することが見られるが，10μ 程度の振幅では60分以上のテスト期間でも剝離損耗の現象は認められない.

(4) 超音波振動の船体への付与方法

(a) 空中においた鋼板の加振実験

- 振動伝達治具としては，ボルト治具が良好であつたので以後の実験にはボルト治具を用いた.
- 振動ピックアップを用いて鋼板各部の振幅を測定した結果，振動子より十分離れていても 1,000 g 以上であり，きわめて強力に励振されていることが判明した. これは，鋼板が空気中に置かれているため超音波が空気層で反射され，ほとんど鋼板外へ出ないためである.
- 鋼板中の横波の位相速度を求めた結果，位相速度は周波数によつて変化することがわかつた.
- 鋼板の振動様式は板波，すなわちたわみ波であることが確認された.

(b) 片面接水鋼板の加振実験

- ホーンの取付治具と鋼板の接着方法は鋼板への超音波付与に大きな影響をもつ. 一般にアラルダイト接着剤によるより，溶接により完全に固定した方が能率が良い.
- 振動子の電気入端子にコンデンサを並列，接続した方が力率が改善され動インピーダンスの値は大きくなる.
- 等価質量の算定について合理的な値を得ることができなかつたが，減衰率はホーンのみの場合には $\varepsilon=0.014$，鋼板を駆動する場合は $\varepsilon=0.043$ 程度の値が得られた.
- 電気機械変換能率はホーンのみの場合は約90%〜95%であるが，鋼板にとりつけた場合は50〜60%に低下する. この原因についてはさらに検討する.

(c) 実船による実験

- 鋼板における実験結果と神鷹丸での実験結果とのデータを比較して負荷の増大率 (1,400倍) に比べて振幅の減少 (1/10) が少なく，したがつて同一超音波強度を与えるのに必ずしも負荷に比例した出力を要しないことがほぼ確認された.
- 振動測定方法としては，加速度型振動ピックアップを用いることによつて一応加速度の検出はできた. しかし，振動ピックアップの取付条件および計測条件によつて，電圧感度，周波数特性が影響を受けるため振幅の値にはある程度の誤差は避けられなかつたが，今後は早急に諸問題を解明し，超音波振動計測法の確立をはかりたい.
- 水中マイクロフォンによる音圧の測定は超音波の強さを知る手段として簡単であり，そのデータも一応信頼できるものと思われる. 特に実船において超音波強度の分布を測定するのに適している. ただし，測定前に水中マイクロフォン，前置増幅器および指示計などの較正を確実にしておく必要がある.

(造船研究 (Vol. 9 No. 1., 42. 12)

SR 98 巨大船の運航性能に関する実験研究

部会長　重川　渉 氏

巨大船の船型が今後ますます広幅，扁平，肥大となることが予想されるので，このような船型について，模型試験を行ない，また実船試験の資料を収集して，運航性能の良好な船型の設計資料を得るとともに，模型試験の結果を実船に換算する場合の相関性を求めることを目的として実施した.

なお本研究の対象とした船型の船首形状はバルブ付である.

(1) 推進性能に関する研究

(a) 1軸船のプリズマチック・カーブ・シリーズ

特に船尾のプリズマチック・カーブを3とおりに変えて模型試験を行なつたが，満載状態では母型が成績良好であり，50%排水量状態では同落ちが良好であることがわかつた.

(b) 1軸船の C_B シリーズ

$C_B=0.78$, 0.80, 0.82, 0.84 の4種の模型船について水槽試験を行ない，C_B の変化と性能変化の状況を把握することができた.

(c) バルブ付と普通型船首との比較

第61研究部会で採用した普通型船首船型と本シリーズの母型（バルブ付船首）とを比較試験して第61研究部会の成果をバルブ付船型に適用する場合の参考資料を得た. なおバルブ付船型は普通型船首船型に比べて満載状態ではすぐれており，特に高速において良好で，50%排水量状態では常に悪かつた.

(d) 船首形状改善による馬力節減の研究

満載とバラストの両状態で効果があるような船首形状を見つけることを目的として，まず2mの模型についてバルブの形状を種々に変え，母型，シリンドリカル・バルブ的なもの2種およびトライアンギュラー的なもの2種について流線観測を行なつた.

次ぎに母型のバルブ形状を理論的に数式に置き換えてこれに関連をつけた3種のバルブ形状を考え，これらについて抵抗試験を行なうべく 2.8 m

模型を準備した．

(e) 船尾形状改善による馬力節減の研究

1軸母型船型について船尾形状を3種（母型を含む）に変えて，それぞれの模型船について満載状態で抵抗，自航，伴流試験を行なつた．船型は母型および母型とプリズマ・カーブを同一におさえてフレームライン形状を双曲線に変え，その下部に大，小2種のフィレットをつけたものであるが，フィレットをつけたものが不利であるとは思われない．

2軸船尾模型は製作を終り，42年度の試験に備えている．

(f) 実船試験の資料収集と相関性

東京丸をはじめとする74,000～150,000 D.W.T.の7隻の試運転成績が提出されたので，これらを解析して ΔCF, $1-w_S/1-w_M$ の値を求めたが，特にまとまつた傾向は認められない．

(2) 旋回操縦性能に関する研究

(a) 浅水中における旋回性能試験

(i) $C_B=0.80$ の場合

1軸母型船型についての試験を終つた．

浅水中では舵面積1/70について試験し，どの程度旋回圏が変るかがわかつた．また深水中では舵面積1/100の試験をも行なつた．

2軸船型については42年度に実施の予定である．

(ii) $C_B=0.84$ の場合

本年度は深水中の試験だけを1軸および2軸船型について終つた．舵面積は1/70，1/100である．

浅水中試験は42年度に実施の予定である．

(b) 実船資料収集と解析

巨大船の操縦性能については特に小舵角において進路不安定となつて操船上不安があり，また模型試験との関連においても問題点が残されているので，多くの実船の試験成績を集めた．その結果最近建造される大型，広幅の船について模型試験との関連において従来のような問題点がなくなつたような傾向が見られるので，適当な実船について42年度に模型試験を行なうべく，模型を製作した．

上記各種試験の結果巨大船の船型設計に必要な資料をうることができ，さらに模型船との相関性を究明して，巨大船の速度を正確に推定しうるようになつた．また船首および船尾形状について基礎的な理論的研究が行なわれ，性能改善の方途について成果を得ようとしている．また浅水中における巨大船の旋回性能の悪さがわかり運航上有効な系統的資料が得られた．

(研究資料 No. 61)

SR 99 航海中の船体応力頻度に関する実船試験

部会長　高橋　幸伯 氏

本研究は，巨大船が航海中に受ける縦曲げ応力，および局部応力の頻度分布を求め，構造合理化の基礎的資料を得ることを目的とするもので，本年度は2隻の大型タンカについての試験を予定していたが，諸般の事情から東京タンカーの「東京丸」(150,000 DWT) 横浜←→ペルシャ湾ラスタヌラ間の航路のみについて実船計測を行なつた．

(1) 試験期間および計測要員

第1回計測　昭和41年10月2日～11月6日
　船舶技術研究所に依頼して計測

第2回 〃　昭和41年11月9日～12月13日
第3回 〃　昭和41年12月16日～昭和42年1月24日
第4回 〃　昭和42年1月26日～3月4日
　東京丸乗組員に依頼して計測

(2) 計測項目および計測装置

計測項目および計測装置はつぎのとおりである．

縦曲げ応力……船体中央部上甲板上に設置したダイヤルゲージ式および光電式応力頻度計による（防水，防爆装置を施してあり計測室まで配線して，ここで記録）

横応力……機関室内フレームにはつた抵抗線歪計による（計測室で動的歪計によつて計測記録）

動的応力……船体中央部バラストタンク内トランスリング船底コーナ部にはつた抵抗線歪計による（計測室に設置した動的歪計によつて計測，記録）

なお第2回計測以降は縦曲げ応力の測定のみを行なつた．

「東京丸」より採取したデータは解析されて巨大船が航海中に受ける各種応力の頻度分布が解明され，あわせて船体構造部材の応力について検討された．

なお，トランスリング船底コーナ部における最大測定応力は約 7 kg/cm² であつた．

本試験の結果冬期中近東航路において巨大タンカが航海中に受ける縦曲げ応力の頻度分布がわかり，また局部

応力が解明されて巨大船の構造合理化の基礎資料が得られた．しかしこれらの資料はただ1隻分だけでは不十分で，できるだけ多くの船舶について計測する必要がある．

また応力頻度計の信頼性について検討され，これの無人化等将来改良すべき問題点について指針が得られた．

（研究資料 No. 62）

SR 100 巨大船用ディーゼル機関に関する基礎研究

部会長 藤田 秀雄 氏

船舶の巨大化に伴ないディーゼル機関においては35,000 PS 前後または，それ以上のものが要求される日も遠くないと思われるが，かかる大出力機関を製造する技術についてはいまだ十分な基礎研究がなされていない現状である．そこで従来蓄積された国内技術をさらに発展させ高能率で経済的かつ生産性のある大形ディーゼル機関の開発に役立たせることを目的として本研究を行なつた．

(1) 機関と過給機のマッチングに関する研究

(a) 掃排気系統および筒内サイクルの計画

最適マッチングのための機関側諸元の設計を行なつた．

(b) 過給機の基礎調査

IBM 計算により機関と過給機のマッチング点を予測し過給機系のあり方について調査を行なつた．

(2) 機関本体構造に関する研究

(a) 台板，架構およびシリンダジャケットの設計を行なつた．

(b) 台板，架構およびシリンダジャケットの模型を製作し荷重試験を実施した．

(3) 燃焼室壁受熱部分に関する研究

(a) ピストンヘッド，シリンダカバーおよびシリンダライナの設計を行なつた．

(b) ピストンヘッド，シリンダカバーおよびシリンダライナの実体試作試験を行なつた．

(c) 冷却型排気弁座の実船試験を実施した．

(4) ピストンクラウン熱応力に関する研究

(a) 実機計測において過渡的運転状態でのピストンクラウン各部の温度分布を計測した．

(b) (a) に対応する温度分布での熱歪計測を実物模型試験により，大型および小型ピストンについて実施した．

(c) 非定常温度での熱応力にガス圧が重畳した場合の重ね合わせ効果を光弾性試験により求めた．

(5) 調　　査

動弁装置．運動部分および軸受類などの強度的な検討を行ない，また．軸系ねじり振動およびクランク軸縦振動の振動特性についても調査を実施した．

本研究の成果は次のとおりである．

(1) 機関と過給機のマッチングに関する研究

燃焼室壁の熱負荷を軽減するためには掃気圧力を高めるのがもつとも効果的であること，2段タービン脈動圧過給方式との優劣が平均有効圧力との関連において明らかとなつた．

(2) 機関本体構造に関する研究

機関本体各部の応力を増加させないままで，十分な剛性強度ならびに生産性を兼備した巨大船用機関本体設計のための有力な指針を見出すことができた．

(3) 燃焼室壁受熱部分に関する研究

各部材について実用に耐えるものを製作しうる確信を得たが，なお一部部材については今後熱処理法，材質などを再検討する必要がある．

(4) ピストンクラウン熱応力に関する研究

ピストンクラウンの過渡的運転状態での温度分布および熱応力の状態を把握することができた．しかしこの成果を設計，製作に役立たせるためにはさらに深く追求する必要が認められた．

(5) 調　　査

動弁装置，運動部分および軸受類などの強度的な諸検討により，信頼性，実用性の優れた機関部品の設計指針を得た．また，軸系ねじり振動およびクランク軸縦振動の振動特性は既存機関のそれと特に異なる点はないが，場合によつてはX型振動が機関常用域に発生することが予想され，これに対する検討が必要であることが判明した．

（研究資料 No. 63）

SR 301 トン数と船舶設計との関連に関する調査

部会長 岡田 正三 氏

近年造船技術の発達にともない，輸出船舶およびわが国の外航船舶において外国測度規則，運河測度規則等によるトン数算定に多くの疑点やトラブルを生じており，また，一方トン数は現在船舶に賦課される諸手数料，料金および税金の基礎となるとともに関係諸法規の基準となつているため，時としてトン数に左右されて特異な設計を行なうことがあるので，船舶の設計とトン数の関連を調査し，設計の合理化を図り，初期設計の段階でトン数を把握できるようにこの調査を行なつた．

(1) トン数の船舶設計におよぼす影響調査

(a) 船舶の純トン数に大きな影響を与える機関室

の割増し控除の実情を，わが国の GT 1,000 以上の船舶約 1,500 隻について調査し，また IMCO における「トン数測度の世界画一方式」の草案作成に当り簡素化のために機関室控除は「実容積に関係なく，一率に総トン数の 32% にする」との見解がだされたので，これに対する検討も行なつた．

(b) IMCO 第3回総会決議事項「遮浪甲板と他の開放場所の取り扱い」の勧告に関する中間答申に表わされた内容について検討したが，これは国内法に採用されると船舶設計に好影響を与えるものと思われる．

(2) 各種国際会議の資料収集およびその影響調査

政府間海事協議機関（IMCO）およびオスロ条約等の関係資料を収集し，これが今後の船舶設計に与える影響を調査した．

(a) IMCO においては「トン数測度の世界画一方式」の草案作成のための作業を行なつているので，これに関する資料を収集し解析した．

(b) 昭和 41 年 9 月ヘルシンキにおいて開催されたオスロ条約トン数測度専門家会議の概要資料を収集し調査した．

以上の調査の結果，設計上の無駄を省くほか，諸外国の情勢がわかり，この面で能率のよい船舶の建造に大きく役立つ資料をうることができた．

(研究資料 No. 64)

SR 302 巨大船概略設計

部会長　柴田　嶷宰 氏

より合理的にして安全性の高い巨大船の建造のために，船体構造，性能，機関およびぎ装等に検討を加えて，20万 DWT タンカの概略設計を行ない，併て 50万DWT タンカの建造技術上の問題点の検討を行なつた．

(1) 20万 DWT タンカの概略設計

設計の仕様概要を決定し，船体強度，材料，運動性能，推進性能，海上試運転，機関部および船体ぎ装について技術的検討を行ない，タービン船，ディーゼル船，マルティプルディーゼル船および2基2軸船の概略設計を行なつた．

(2) 50万 DWT タンカの検討図面の作成

仕様概要を決定し，2種の船型について検討図面を作成した．

上記検討の結果次のような図面が作成された．

(1) 20万 DWT タンカ

タービン船…要目書，一般配置図，中央横断面図，機関室配置図，荷油系統図

ディーゼル船…要目書，一般配置図，中央横断面図，機関室配置図

マルティプルディーゼル船および2基2軸船…機関室配置図

(2) 50万 DWT タンカの検討図面

A型船…概略要目書，概略一般配置図，概略中央横断面図，概略機関室配置図，概略原子力機関検討図

B型船…概略要目書，概略一般配置図，概略中央横断面図

(船舶局編集，巨大船に関する技術資料)

NSR-2 間接サイクル軽水冷却型船舶用原子炉の解析評価に関する研究

部会長　多田　正文 氏

将来実用化を予想せられる商船用原子炉としては，蒸気発生器その他の1次系の大部分を圧力容器内に納める内装型と，可燃性毒物により反応度を制御する方式を組合せた型式のものがもつともその可能性が大きく，現在これについて米，英および西独において開発が進められている．

世界の造船国をもつて自負するわが国としては，舶用炉の開発について関心を持つべきであるが，特にこの型式のものについて今後の開発に備えて，あらかじめできるだけの解析を実施することが必要である．本研究は，昭和 40 年度原子力平和利用委託研究として実施した"間接サイクル軽水冷却型船舶用原子炉の解析に関する研究"により，そのプラント概略設計および核設計，熱設計の一部を終え，主要要目を決定した出力約 200 MWt の貫流型蒸気発生器を内装した軽水型舶用炉について，プラント動特性解析，貫流型蒸気発生器の動特性解析，熱流体計算その他原子炉を主体として解析を行ない，今後の開発，実用化のための問題点の摘出，評価の資料を得ることを目的として実施した．

(1) 動特性解析に必要なデータ計算

40 年度の研究の結果を参照し，動特性解析に必要な下記データを求めた．

- 遅発中性子関係定数
- 反応度係数
- 出力分布，温度分布
- 各部体積および熱，圧損関係データ
- その他

(2) プラント動特性の解析

下記3項目の研究を実施し，負荷変動，船体動揺の

影響等を解析，プラントの動特性を検討した．

• 負荷変動に対する応答特性および蒸気ドーム体積とプラント総合特性の検討

• 船体動揺の1次系流量および炉出力におよぼす影響の検討

• 船体動揺時炉心内流動特性の検討

(3) 貫流型蒸気発生器の動特性の検討

1次系の温度，流量，2次系の蒸気負荷，給水流量，温度等の変動に対する過渡応答特性を解析し，また給水制御方式について検討した．

(4) 貫流型蒸気発生器の構造の検討

1次系，2次系の温度，圧力，伝熱管の外径，その配列，蒸気発生器の外径の変化が，熱，流動特性におよぼす影響を解析，検討し，また概要について検討した．

研究の成果は次のとおりである．

(1) プラント動特性の解析

(a) 自己加圧型炉の動特性解析モデルとして，これまでに B&W, CNSG-I, CE 舶用炉についての報告があるが，本研究により，水素過圧の場合にも適用できる解析モデルを導くことができた．

(b) 従来，この種の計算にはアナログ計算機が使用されているが，本研究ではディジタル，アナログ連動方式（ハイブリッド方式）を用いたので，従来のアナログモデルより計算を精密化することができた．

(c) 定格時ドーム蒸気体積の設定値（4.35 m^3）は，負荷減少時のサージ流入体積に比し小さすぎる．これを設定値の3倍とし，出力レベルスクラムの代りに引抜き停止を設定するだけで，タービントリップを含む負荷変動および制御棒引抜き事故に対して，本プラントは制御系，スクラム系の作動を必要とせず，自己制御性だけで，すぐれた運転特性を示す．

(d) 負荷変動に対する原子炉追従性は良好で，圧力変動など蒸気ドーム部分を除き，炉出力，燃料温度，燃料表面熱流束，冷却ループ各部温度に問題はない．

(e) 船体動揺にもとづく重力加速度の変動の1次系流量，炉心内流動および炉出力におよぼす影響は小さく，船体動揺に対しては十分安全である．

(2) 貫流型蒸気発生器の動特性の検討

(a) 定格出力および部分負荷の場合，蒸気流量，給水流量，給水温度，1次側入口温度，1次側流量等の変動に対する応答特性は良好である．

(b) 給水流量の制御方式は，蒸気流量および給水流量を信号とする2要素式ＰＩ動作制御がよい．

(c) 運転プログラムとして，蒸気圧力一定とするならば，1次系出口温度を制御する必要がある．また1次系の自己制御特性を生かして1次系の制御を行なわないならば，蒸気圧力は当然出力レベルによつて変わる可変圧運転となる．

(3) 貫流型蒸気発生器の構造の検討

伝熱管外径，ピッチ，蒸気発生器外径の変動の伝熱面積および圧力損失におよぼす影響のみを取り上げ，経済性あるいは製作上の問題等の他の因子を無視すれば，これらのパラメーターの組み合せ，寸法等について次のようにいえる．

• 蒸気発生器の外径および伝熱管縦ピッチは，伝熱面積，圧損を考慮することなく，他の因子により決定できる．

• 伝熱管横ピッチは，管外径の1.25倍以下では圧損が急激に増加するため，それ以上とする必要がある．

• 本研究において設定した流量に対しては，2次側圧損が急激に増加することを考慮すれば，外径12.7 mm の伝熱管は採用できない．

NSR-3 原子力船の耐衝突および耐爆発防護構造に関する研究

部会長　秋田　好雄　氏

原子力船の衝突および爆発の機構を把握し，防護構造をより効果的なものとするために，在来資料の調査と，これを参考にした予備実験を行なつた．

(1) 基礎調査

原子力船の耐衝突および耐爆発構造は在来船の場合の構造には全く見られないものであり，これは総重量の増加に伴う工費，材料費の増大，載貨重量の減少など原子力船の経済性をそこなう問題が多い．そこで，この構造方式を効果的経済的なものにするために，諸外国の原子力商船（レーニン，オットーハーン，サバンナ），旧帝国海軍艦船（33隻），衝突事故例（59例），爆発事故例（1例）などを調べ，実験の方向を見い出すための参考とした．

(2) 予備実験

(a) 被衝突船船殻強度構造模型実験

原子力船にとつては，耐衝突防護構造はその安全上最も重要な問題であり，この方面の研究としてはすでに2，3の大規模な実験がおこなわれてい

るが，問題の重要性から考えるとまだ十分なものとはいえない．この意味から，原子力船船殻構造の基礎を確立することを目的として，主としてその破壊機構およびエネルギー吸収能の面から調査した．

船の衝突程度の衝撃現象は静的な実験でもその本質をつかむことができるといわれている．そこで，ここでは甲板と外板よりなる船側模型に剛船首模型を徐々に突入させる実験をおこなつた．

供試体は，甲板間隔および甲板板厚の影響を調べる目的で肋骨のない船側模型10個，甲板間隔の影響を調べる目的で肋骨付き船側模型4個，の計14個とした．各供試体の荷重―突入量曲線により吸収エネルギーの大きさを求め，また変形破壊状態を写真撮影により観察した．

(b) 平板の楔荷重実験

船舶が衝突事故等を起したとき，被衝突船の船側構造がどのような破壊挙動を示し，どの程度のエネルギーを吸収するかを調査するための基礎研究として，平板にその面に直角（横型試験片）と平行（竪型試験片）に衝突船に模した楔荷重を加える実験を行なつた．

(c) 吸収エネルギーの大きな船側構造の開発実験

原子力船の設計にあたつては，衝突事故の際に，衝突船の船首により原子炉が破壊されることのないよう原子炉格納容器設置区画の船側は衝突防護構造とする考慮が必要である．この耐衝突構造の設計資料を得るため，従来から各種の船側模型と船首模型による衝突実験が行なわれ，船側構造の破壊機構を解析して計算式が提案され，実験と良い一致を示している．

本研究は耐衝突構造を吸収エネルギー（衝突船の運動エネルギーを衝突時に被衝突船の船側構造の破壊によつて吸収するエネルギー）の大きな構造という面で捕え，従来の船殻構造のみでない種種の船側構造の模型破壊試験を行ない，吸収エネルギーの大きな船側構造の条件を求めることを目的として実施した．

このため，原子力船の原子炉防護構造を縮尺模型化した11種類の船側模型を製作し，在来船の船首構造を模型化した船首模型を用いて，これを静的に突入させる破壊試験を行ない，荷重と突入量の関係を求め，また吸収エネルギーを計算して，これを比較検討した．

研究の成果は次のとおりである．

(1) 基礎調査

諸外国の原子力商船，旧帝国海軍軍艦，爆発事故例等の調査の結果，安全確保の面からだけは，現在世界的に一応認められているミノルスキー方式もしくはわが国の実験式で十分安全が保障されるが，これらについてもさらに進んだ研究を行なう必要があり，今後の原子力船の経済性の向上を考える場合，軽量でかつ有効な耐衝突および耐爆発構造の開発に努力を払わなければ，この種の構造の要求が原子力船にとつてあまりに苛酷すぎるものとなろう．このためさらに精度の高い実験が必要である．

また，艦船の耐魚雷構造方式は魚雷爆発時の破壊エネルギーを十分に吸収しうるよう考慮されていると考えられるので，これらに設備されているハニカム構造，防御管の装備構造は十分今後の研究の対象となろう．

(2) 予備実験

(a) 被衝突船船殻強度構造模型実験

- 船側模型の破壊状態を観察すると，肋骨のない船側模型は端部が切断されて全体的に押しつぶされるという破壊状態になり，船首模型が船側模型を切り開きながら突入するという現象はみられなかつた．肋骨付きの船側模型ではこの現象はみられたが，破壊形式は2とおりあり，甲板肋骨をまきこむ形と，肋骨をまきこまずに肋骨は外板切断後に船首模型にあたつて押しつぶされるような形になつた．
- 肋骨がない場合の船側模型において，甲板間隔および甲板板厚の吸収エネルギーにおよぼす影響を比べた場合，甲板板厚の影響は非常に大きいが，甲板間隔の影響は比較的僅かである．
- 肋骨付き船側模型において，甲板間隔により破壊形式は肋骨をまきこまずに外板が切断する形の2とおりあるが，それらの吸収エネルギーはほとんど変らない．

(b) 平板の楔荷重実験

- 本実験により衝突船の船首が突入してくる際の船側構造の挙動が分析的に明らかにされ，船側外板と甲板のエネルギー吸収能の和として考えうることが明らかにされた．
- 突入船首の先端半径は，船側外板に対しては，荷重―突入量の曲線には影響を与えないが，破断荷重に対しては極めて大きな影響を与える．しかしRがある一定値以上（本実験の場合には板厚 3.2 mmの場合 R＝30 mm）になるとその影響は飽和

することが示された．

・前記の荷重—突入量の関係は理論計算値と極めてよい一致を示した．

・突入船首の先端半径は，甲板の強度に対しては船側外板の場合ほど明らかな影響はなく，楔直下で亀裂の発生した R 3 Series を除いては両端で亀裂の発生するまでほとんど差異がなかつた．したがつて，本実験の結果に関する限り R≧7 mm ならば R の影響はほぼ無視できる．

・上記の項目から直ちに結論するのは多少危険ではあるが，定性的には突入船首はある一定の先端半径以上を有するよう設計されることが推論される．

・今後防撓材をつけた試験片につきさらに基礎的な実験研究を続行する必要がある．

(c) 吸収エネルギーの大きな船側構造の開発実験

・破壊吸収エネルギーの大きな船側構造は，甲板部分に横方向補剛材または格子状補剛材を入れて甲板の横座屈を防ぐ構造で，船首突入時，突入位置において，側外板，甲板をともに破断させる構造である．

・破壊吸収エネルギーのさらに大きな構造は，隔壁間隔の短かい（衝突船の船幅程度）構造で．この場合横方向補剛材がなくても，船首突入時，突入位置において側外板，甲板ともに破壊し，その後，隔壁を圧壊するための大きな破壊エネルギーを期待できる．

・従来求められている荷重—突入量計算式は，船側模型の板厚が相違した場合，また縦肋骨構造等，甲板部分の座屈を誘起する構造の場合には，幾分誤差を生じるので検討を要する．

（研究資料 No. 65）

以上により41年度の業務内容の報告を終るが，これが技術的内容，数値の少ないものになつたことについては深くお詫びをしたい．今後は，想を新らたにした報告がなされることを期待しつつ筆を措く．なお最後に例年どおり，次年度すなわち昭和42年度の研究項目を掲げておこう．

（終）

SR 83（継）	巨大船の船体横強度に関する研究
〃 85（継）	現装機器の信頼性に関する調査研究
〃 90（継）	海象気象と船体構造との関連に関する調査研究（波浪曲げモーメントの計算）
〃 92（継）	ボイラ外部汚れに関する基礎調査
〃 93（継）	船尾管部軸系に関する調査研究
〃 94（継）	船体機関の振動防止対策に関する実験研究
〃 95（継）	高張力鋼の低サイクル疲労強度に関する研究
〃 96（継）	防食防汚に関する研究
〃 97（継）	超音波による船底防汚に関する研究
〃 98（継）	巨大船の運航性能に関する実験研究
〃 99（継）	航海中の船体応力頻度に関する実船試験と運航実態調査
〃 100（継）	巨大船用ディーゼル機関に関する基礎研究
〃 101	巨大船の脆性破壊防止対策に関する研究
〃 102	タンカのタンクヒーティングに関する研究
〃 103	高圧ボイラに対する給水およびボイラ水処理基準の研究
〃 105	砕氷型商船と北方航路その他に関する調査
〃 301（継）	トン数と船舶設計との関連に関する調査
〃 303	コンテナ船に関する調査
〃 304	50万トンタンカ試設計
NSR 2	動揺時における船用炉動特性解析のための計算コードの開発研究
〃 3（継）	原子力船の耐衝突および耐爆発防護構造に関する研究
〃 4	軽水船用炉用内装貫流式蒸気発生器に関する試験研究
〃 5	内装型軽水船用炉の遮蔽に関する研究

「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」合本

第39巻（昭和40年1号～12号）
皮革製上製．価 4,300円 送料 200円

第38巻（昭和39年1号～12号）
価 3,600円 送料 200円

第37巻（昭和38年1号～12号）
価 3,400円 送料 200円

第34巻（昭和35年1号～12号）
価 2,500円 送料 200円

わずかながら在庫があります．御希望の方は早くお申込み下さい．

Freedom 型貨物船の設計と建造 (2)

石川島播磨重工業株式会社

—— 第1船 "CHIAN CAPTAIN" ——

4. 機　関　部

4.1 概　　要

本船は，設計および建造面を合理化して新しいアイディアを盛り込み，多量建造を主眼として設計，建造されたものである．主機関には IHI-S.E.M.T.-Pielstick 12 PC 2 V 型機関（連続最大出力：5,130 PS）を採用し機関室の長さを短縮するとともに上甲板以下を密閉して機関室スペースを最小限に押さえた．本機関は回転数が中速であるので，推進効率を向上させるため当社製の平行1段減速装置を装備し，本装置を介してプロペラを駆動させる1機1軸ギヤードディーゼル方式を採用した．本船におけるギヤードディーゼル方式の主機と減速装置との関係は，本船の船型を考慮して機関室長さを最小限に短縮するよう減速装置を船首に配置し，主機をその船尾側(左舷側)に寄せたいわゆる折返し型配置とした．この配置により，プロペラ軸を船内に引き抜くことができる．

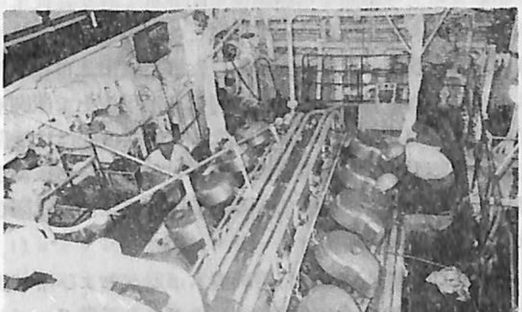
主機械には潤滑油ポンプ，冷却清水ポンプおよび冷却海水ポンプを，減速装置には潤滑油ポンプをそれぞれ付属させて独立補機数の削減をはかり，機関室スペースを有効に使用するよう考慮した．また，蒸気発生装置にはコンポジットボイラ（7 kg/cm²−1.2/1.2 t/h）を採用し，航海中は主機械の排ガスにより，また，停泊中はC重油により所要蒸気を賄なうことができる．同ボイラの排ガス側への排ガス流量は排ガス管系に装備したロータリ弁により自動制御される．給水管系にはコープス型給水制御弁を装備し，また，油焚側には全自動燃焼装置を装備した．

電源装置は主機駆動発電機（170 KW，900 rpm）1基およびディーゼル機関駆動発電機（200 KW, 900 rpm）2基の合計3基から成つている．主機駆動発電機は減速装置から発電機駆動ピニオンにより駆動され，主機常用出力航海時における船内所要電力を賄なうことができる．この主機駆動発電機は，他の発電機と異なつて常用出力付近の回転数変動を許容する．55 ～ 61 サイクルをその使用範囲としており，この範囲を越える場合はディーゼル発電機が自動的に起動して自動的に負荷移行を行なう．また，ディーゼル発電機は，自動起動のほか制御室から遠隔起動および停止を行なうことができる．

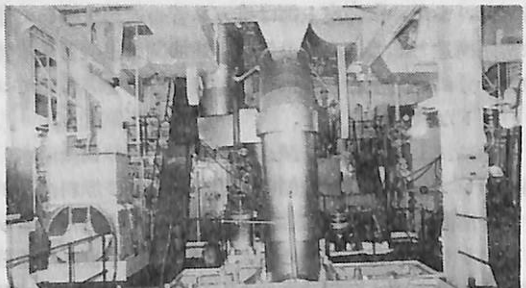
軸系は中間軸2本とプロペラ軸とから成り，船尾管にはオイルバス式ホワイトメタル軸受を採り，シンプレックス型オイルシール装置を採用した．プロペラは高出力機関（14 PC 2 V または 16 PC 2 V）の搭載を可能とし，かつ振動の軽減をはかるために5翼を採用し，マンガンブロンズ製一体型とした．

機関室の右舷中段には機関制御室を設け，主機，発電機および関連補機を操作し計器を集中的に監視するとともに，警報装置を装備している．主機は，機関制御室のほか船橋（オプション）から全空気式1本レバーにより操縦することができる．また，同制御室には，上記の操作および監視用のコントロールコンソールのほか，主配電盤，アラームパネル，テレビカメラおよびユニットクーラなどを設置している．

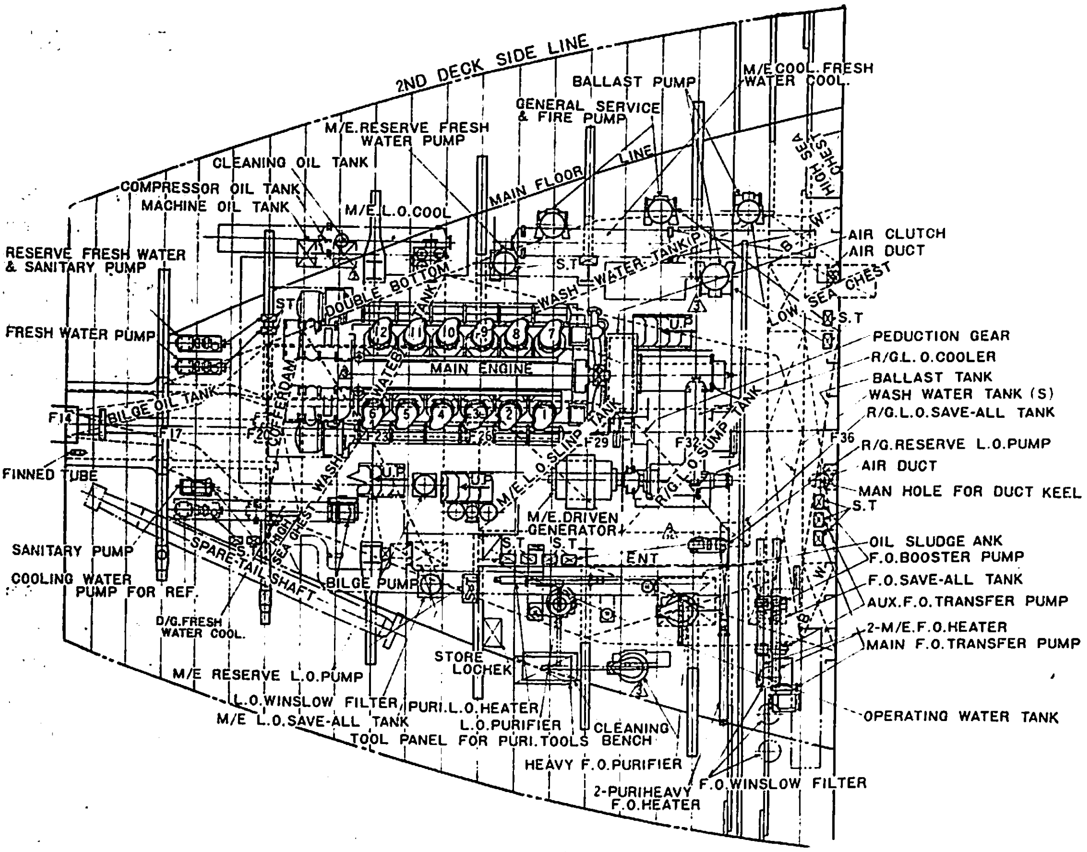
本船の特徴として，標準仕様のほかに各種のオプションを設けてあり，本船の使用用途，航路などによりユーザーが自由に取捨選択できるよう初期計画から考慮を払つている．そのおもなものは，主機の 14 PC 2 V およ



第3図　主　　機（上部）



第4図　機関室後部



第5図 (a) 機関室全体装置図 (主床平面)

び 16PC2V の出力の増加，自動化および遠隔化の追加装備などである．

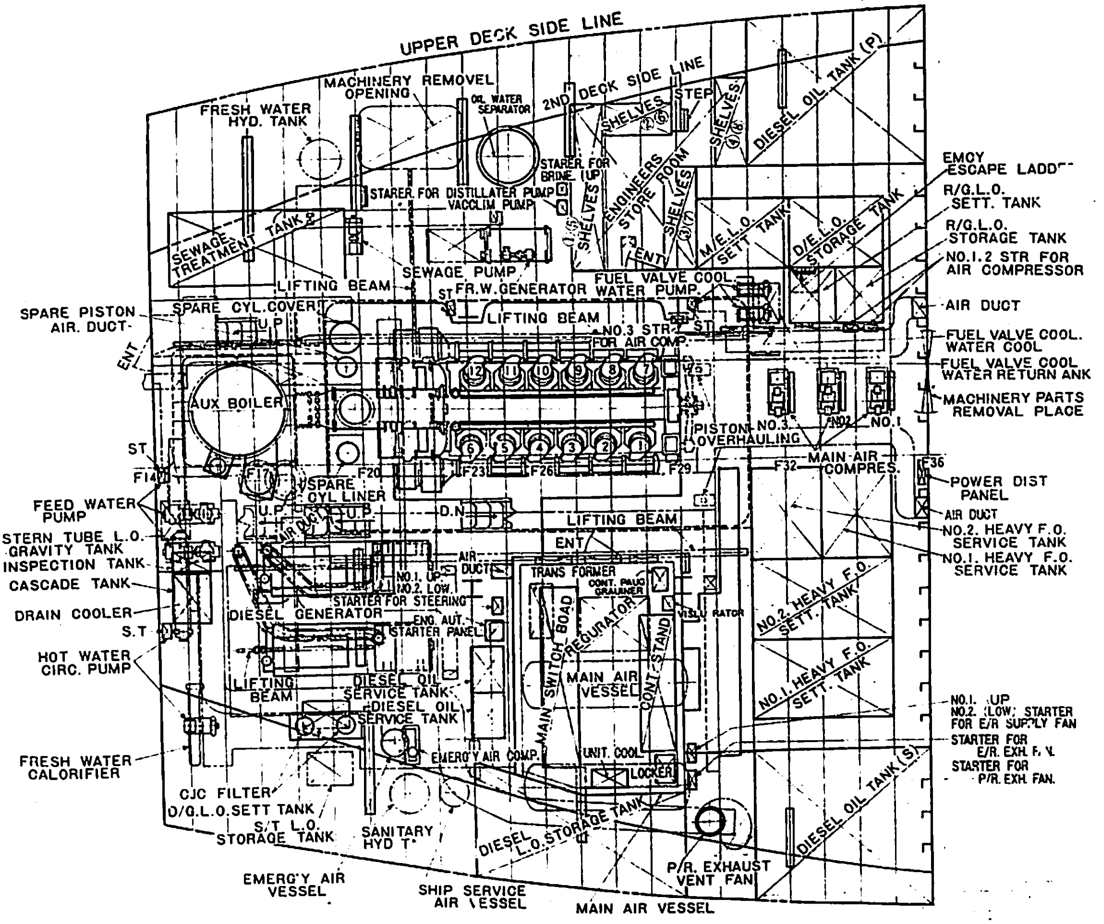
4.2 機関艤装

本船の機関室は，減速装置を機関室主床の船首側に配置する．主機をその船尾側でかつ左舷側に寄せ，中間軸を主機の右横の船体中心に設置した折返し式1機1軸ギヤードディーゼル方式を採用し，本船の船型（MK-Ⅱ型船型）にもつとも合致した配置として機関室長さを短縮した．また，機関室上部は排ガス管の通路を除いて他は密閉構造として，高さの低い中速機関を主機とする特徴を十分に生かすとともに，各補機器配置を考慮してコンパクトな機関室とした．

主床には上記の主機，減速装置のほか左舷側に清水，海水ポンプなどを，右舷側には潤滑油および燃料油のポンプ，清浄機などを配置して，配管系統を含めたユニットのパッケージ化につとめた．また，第2甲板には船首側に潤滑油および燃料油タンクを配置し，船尾部に補助ボイラ，給水系統を配置した．中央部分は主機が左舷側に寄つている関係から第2甲板における主機開放用開口部も左舷側に寄つている関係から第2甲板における主機開放用開口部も左舷側に寄つているので，スペースのある右舷側に機関制御室およびディーゼル発電機を配置し，左舷側には倉庫，造水装置，油水分離器などを配置した．なお，工作機械室は機関室外とし，機関室の船尾側に別区画を設けた凍凍機およびコーデジスペースと共用とした．

以上のように本船の機関室は密閉されており，従来のスカイライトがないため，機関室との機器および部品の搬出入は左舷側の上甲板上に設けた機器搬出入口（通常はボルト締めされている）と，同じく上甲板上で機関室への出入口の2ヵ所で行なう．なお，非常の際には機関室第2甲板上の船首隔壁を開口して，貨物倉へも機器を搬出できるよう計画されている．機関室の全体装置図を第5図に示す．

主機には潤滑油ポンプ，冷却清水ポンプおよび冷却海水ポンプを付属して主機駆動されており，予備ポンプとして各1台のモータ駆動の予備潤滑油ポンプ，予備冷却清水ポンプおよび冷却海水ポンプとしてのバラストポン



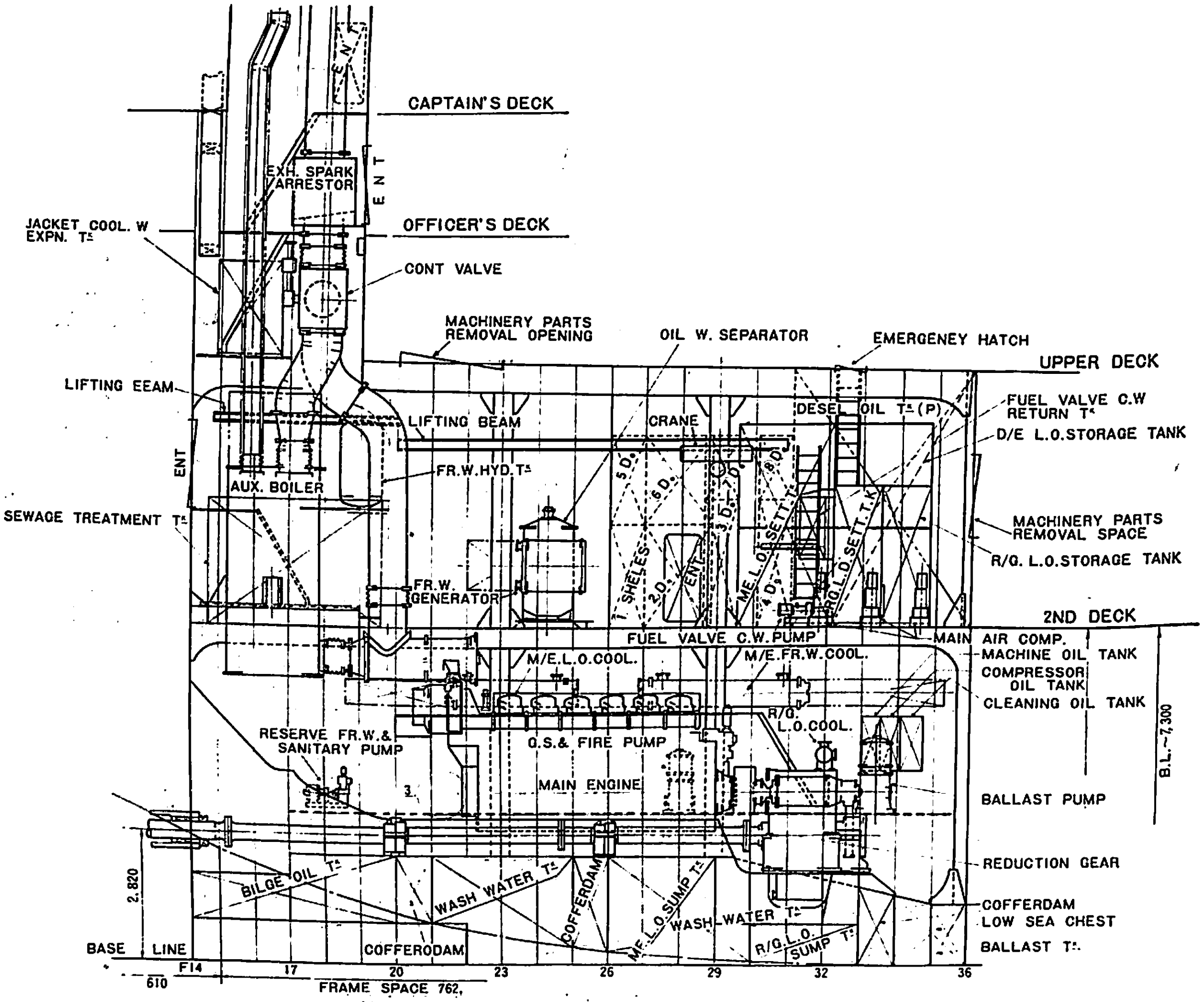
第5図 (b) 機関室全体装置図（第2甲板平面）

プを装備した．主機用の独立ポンプとしては，燃料油ブースタポンプ1台（予備として補助燃料油移送ポンプ），燃料弁冷却清水ポンプ2台，動弁装置用潤滑油ポンプ2台を装備した．主機駆動の冷却海水ポンプは，主機冷却用のみならず減速装置潤滑油冷却器，ディーゼル発動機清水，潤滑油および空気冷却器，中間軸受，ユニットクーラ，主空気圧縮機，ドレンクーラおよび造水装置用全冷却海水を賄なう．同ポンプの予備としては，2台のバラストポンプのうち1台を使用できるよう配置した．

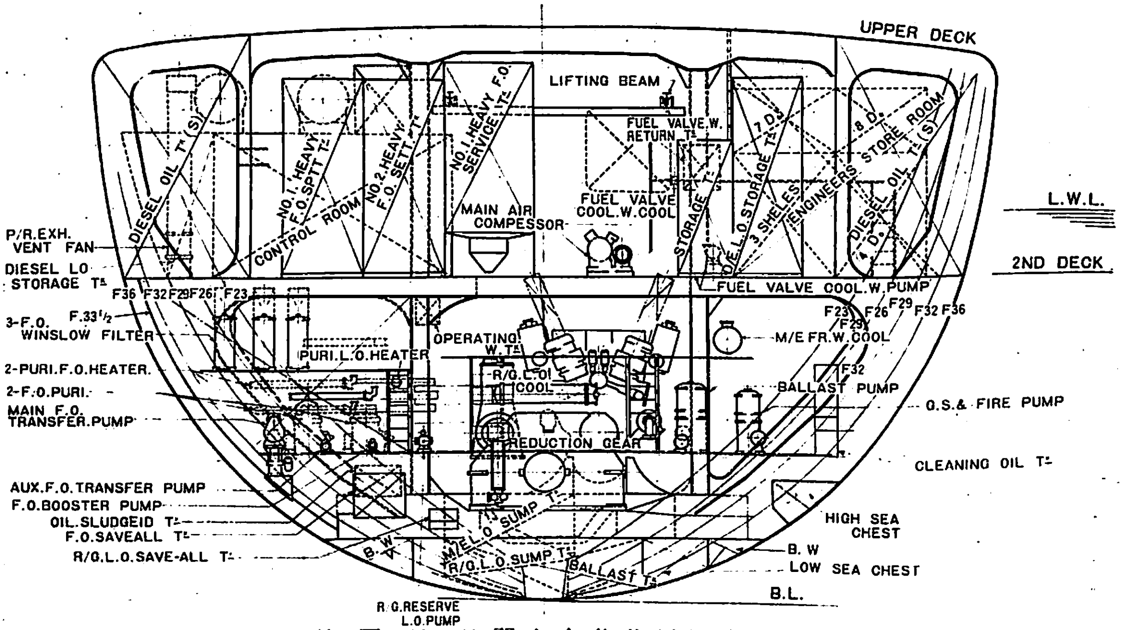
燃料油は粘度が38°CにてレッドウッドNo.1で1,500秒のものまで使用できるよう設計され，燃料油清浄器2台を装備して連続清浄方式を採用した．2次こし器としては5ミクロンまでのスラッジを除去できるウインスローフィルタを装備し，さらに自動粘度調節装置（ビスコレータ）を装備して燃料を良好に保つよう配慮した．

潤滑油は，中速，トランクピストンディーゼル機関においてC重油を使用するため高アルカリ価潤滑油を使用しており，2次こし器としては25ミクロンまでの粒子を除去できるノッチワイヤ式複式こし器を主機入口に装備して，主軸受への異物の侵入防止と同時に，ピストン冷却時のピストン内へのゴミなどの堆積防止に対処した．また，潤滑油清浄機はセルフクリーニング型1台とし，主機潤滑油は潤滑油清浄機により連続側流清浄を行なうことを建前とする．さらに，清浄機のほか5ミクロンまでの粒子の除去できるウインスローフィルタを装備し，主機潤滑油システムから一部分岐して側流清浄ができるよう配慮した．

減速装置の潤滑油系統は，減速装置駆動潤滑油ポンプのほかモータ駆動の予備潤滑油ポンプを装備し，潤滑油冷却器，圧力調整弁，温度調整弁，こし器などから成っており，これらはすべて減速装置にパッケージされている．減速装置用潤滑油は，ディーゼル主機のトルク変動に対処するため高粘度の潤滑油を使用し，また，主機の汚れを減速装置に与えないため主機とは独立した潤滑油



第5図 (c) 機関室全体装置図(側面)



第5図 (d) 機関室全体装置図(断面)

系統とした．

バラスト注，排水用として自吸式バラストポンプを2台装備しており，1台は主機冷却海水ポンプの予備として使用するよう計画されている．バラストストリッピング，雑用および消防用として自吸式雑用兼消防ポンプを2台装備しており，停泊中のディーゼル発電機の冷却海水は，このポンプのうちの1台により賄なう．また，各バラストタンクの残水を最小限とするため，雑用兼消防ポンプにより駆動されるエダクタを1基装備した．

サニタリ系統は独立したサニタリポンプ1台と同用ハイドロフォアタンクから成つており，清水系統も同様に独立した清水ポンプ1台および同用ハイドロフォアタンクから成つている．このサニタリポンプと清水ポンプの共通の予備ポンプとして，予備清水兼サニタリポンプ1台を装備した．ビルジポンプは機関室および貨物倉ビルジのほか燃料油兼バラストタンクのビルジを吸引し，船外または油水分離器へ送水することができる．

補助ボイラにおいて発生した蒸気は，燃料油および潤滑油加熱器，加熱タンク，カロリファイヤ，スティームホーンおよびギャレイなどへ供給される．ドレンは各ドレントラップを経てインスペクションタンクからカスケードタンクへ回収され，2台の給水ポンプ（1台:予備）により給水制御弁を経てふたたび補助ボイラへ供給される．造水装置は，主機ジャケット冷却清水をその熱源とするヒートリカバリ一型造水装置を1基装備している．

機関部の主要仕様を第2表に示す．

第2表 機関部主要要目

主機械	形式および台数	IHI-S.E.M.T.-Pielseick 12 PC 2 V 型ディーゼルエンジン1基							
	出力 (BPS)	最大	5,130	常用	4,540		—		
	回転数 (rpm)		500		480				
	燃料消費率 (g/BPS.h)	159（連続最大出力時，低位発熱量:10,200 kcal/kg）							
	寸法 (mm)	シリンダ径	400	ピストン行程	460	シリンダ数	12		
	圧力 (kg/cm^2) 速度 (m/sec)	平均有効圧 (MCR)	13.31	最大圧力 (MCR)	90	ピストン速度 (NOR)	7.67		
	付属品	名称		形式		数	容量 ($m^3/h \times m$)		
		ターボチャージャ		VTR-400		2	—		
		空気冷却器		MD-500		〃	—		
		冷却清水ポンプ		横，渦巻		1	160×40		
		冷却海水ポンプ		〃		〃	300×30		
		潤滑油ポンプ		横，歯車		〃	100×7 kg/cm^2		
		燃料弁清水冷却器		横，表面		〃	1.0 m^2（自動温度制御）		
		ターニングモータ		単速度，並転		〃	2.2 kW×1,800 rpm		
	重量 (t)	本体	55.9	冷却水	0.9	潤滑油	0.34	予備品	3.2/0.8
	その他	制御室および船橋から遠隔操縦							
減速歯車	形式および台数	一段減速，平行軸							
	減速比	約4.17 500/120 (MCR)，480/115 (NOR)							
	付属品	名称		形式		数	容量		
		潤滑油ポンプ		歯車		1	14 $m^3/h \times 2.5$ kg/cm^2		
		クラッチおよびカップリング		エァーフレック，ガイスリンガ		〃	“46 VC 1200” 型 “B 90 C 12 U” 型		
		発電機駆動歯車		エアフレックス付		〃	“14 CB 400” 型		
	重量 (t)	約27.0							
	その他	歯車損失 (%)	1.5						

補助ボイラ	形式および台数	竪コンポジットボイラ（排ガスおよびバーナ側） 1組			
	蒸気状態	7 kg/cm²g 飽和			
	蒸発量 (t/h)	バーナ側	1.2	排ガス側	1.2 (NOR)
	給水温度 (°C)	50			
	付属品	名称	形式	数	
		バーナ	強制圧力噴射	1	
		自動燃焼制御装置	完全自動	〃	
		給水制御装置	コープスーフルカン式	〃	
		スートブロア	手動	〃	
		燃料油ポンプ	電動	〃	
		送風機	〃	〃	
		燃料油加熱器	電気式	〃	
	重量 (t)	約10（乾燥状態）			

	名称	径 (mm)	長さ (m)	数	軸受
軸系	スラスト軸	減速装置に含む			
	中間軸	312	4.07	1	自己潤滑
	中間軸	〃	7.1	〃	—
	プロペラ軸	400	7.25	〃	オイルバス式
	その他	スペアプロペラ装備			

プロペラ	形式および台数	5翼，固定翼
	径×ピッチ (mm)	4,690×4,100
	材質	マンガンブロンズ

発電機	形式および台数	防滴，自己空気冷却　ディーゼル発電機×2　主機付発電機×1			
	容量×速度 (kW) (rpm)	ディーゼル発電機	200×900	主機付発電機	170×900
	その他	メーカ	東芝	主機付発電機は摩察接手によつて駆動	

原動機	形式および台数	4サイクル．清水冷却，過給ディーゼルエンジン　2台
	出力×速度 (BHP) (rpm)	300×900
	付属品	潤滑油ポンプ，潤滑油冷却器，自動発停装置
	その他	燃料はディーゼル油による

	名称	形式	数	容量×水頭 (m³/h) (m)	電動機 (kW×rpm)	摘要
ポンプ	主機予備冷却清水ポンプ	竪電動渦巻	1	130×30	19×1,800	—
	バラストポンプ	〃	〃	200×20	19×1,800	自吸
	〃	〃	〃	300×20	26×1,800	〃
	雑用兼消防ポンプ	〃	2	110/70×30/60	22×1,800	〃
	ビルジポンプ	竪電動ピストン	1	10×25	2.2×1,200	〃
	清水ポンプ	横電動渦巻	〃	5×45	3.7×3,600	〃
	サニタリポンプ	〃	〃	〃	〃	〃
	予備清水兼サニタリポンプ	〃	〃	〃	〃	〃
	補助給水ポンプ	〃	2	3×10.5 k	5.5×3,600	2段

主機予備潤滑油ポンプ	竪電動ネジ	1	85×7 k	30×1,800	—
減速装置予備潤滑油ポンプ	横電動ネジ	〃	15×2.5 k	3.7×1,800	—
燃料油ブースタポンプ	〃	〃	2×10 k	1.5×1,800	—
主燃料油移送ポンプ	竪電動ピストン	〃	10×3.5 k	3.7×1,200	—
補助燃料油移送ポンプ	横電動ネジ	〃	2×3.5/10 k	1.5×1,800	—
燃料弁冷却清水ポンプ	横電動渦巻	2	2.5×30	1.5×3,600	—
温水循環ポンプ	〃	1	2×10	0.75×1,800	—

	名称	形式	数	容量	電動機 (kW×rpm)	摘要
清浄機 圧縮機 熱交換器 その他	燃料清浄機	ドラバル MAPX-207	2	2,300 l/h	5.5×1,800	タイマ，ポンプ付
	潤滑油 〃	ドラバル MAPX-205 T	1	3,600 l/h	3.5×1,800	ポンプ付
	主空気圧縮機	竪電動 2 段	2	100 m³/h×25 k	22×1,800	海水冷却
	非常用空気圧縮機	〃	1	5 m³/h×25	エンジン 2.5 PS×1,800	手動 〃
	給気ファン	竪電動軸流	2	500 m³/min×30 mmAq	7.5×1,200	—
	排気ファン	〃	1	400 〃×20 〃	3.7/2.2×1,200/900	2-スピード
	排気ファン（清浄機室）	〃	〃	100 〃×15 〃	1.5×1,800	—
	主機潤滑油冷却器	横，表面	〃	60 m²	—	自動温度調整
	減速機潤滑油冷却器	〃	〃	20 〃	—	〃
	主機清水冷却器	〃	〃	75 〃	—	〃
	発電機清水冷却器	〃	〃	20 〃	—	〃
	ドレンクーラ	〃	〃	100 〃	—	—
	主機燃料油加熱器	サンロッド	2	BV 90-65	—	自動温度調
	清浄機用燃料油加熱器	〃	〃	BV 90-125	—	〃
	清浄機用潤滑油加熱器	〃	1	〃	—	〃
	造水装置	ヒートリカバリ	〃	10 t/d	—	—
	主空気タンク	—	2	3.5 m³×25 k	—	—
	雑用空気タンク	—	1	0.5 〃×9 〃	—	—
	制御室エアクーラ	フレオン 12	〃	—	2.2×1,800	海水冷却
	エアホーン	—	〃	—	—	—
	油水分離器	IHI ピクター	〃	10 t/h	手動	—
	機関室天井クレーン	電動ホイスト	〃	2.0 t	—	—
	清水圧力タンク	—	〃	0.9 m³	—	—
	サニタリ圧力タンク	—	〃	〃	—	—
	空気ホイスト	—	〃	0.5～0.75 t	—	—
	旋盤	DLS-L-L	〃	550 mm	3.7×1,200	—
	ドリル	—	〃	3/4″ϕ	0.55×1,800	—
	グラインダ	—	—	254 mmϕ	0.75×1,800	—
	電気溶接機	交流	1	200 amp	—	—

	名称	数	容量 (m³)	アラーム レベル H	アラーム レベル L	アラーム	水面計 F	水面計 G	水面計 S	備考 *: F：フロート型 G：ガラス型 S：側深管
燃料油	C重油セットリング	2	20				0		0	蒸気加熱
	C重油サービス	〃	10				0		0	〃
	ディーゼル油貯蔵	〃	50						0	
	ディーゼル油サービス	〃	1.75				0		0	

		燃料油セーブオール	1	0.2						O	
		燃料油スラッジ	〃	0.5				O		O	
		主機サンプ	〃	12				O		O	蒸気加熱
		主機セットリング	〃	〃					O		〃
		発電機関ストレッジ	〃	〃					O		
		減速装置サンプ	〃	3				O		O	蒸気加熱
		〃 セットリング	〃	〃					O		〃
		〃 ストレッジ	〃	〃					O		
	潤滑油	発電機関セットリング	〃	0.2					O		蒸気加熱
タンク		船尾管用重力	〃	0.5					O		
		〃 サンプ	〃	1.4						O	
		主機セーブオール	〃	0.2						O	
		減速装置セーブオール	〃	0.1						O	
		船尾管用ストレッジ	〃	1.0					O		
		マシンオイル	〃	0.1					O		
		コンプレッサオイル	〃	〃					O		
		クリーニングオイル	〃	0.3					O		
		ビルジ	〃	3							
	その他	清水膨張	〃	1					O		
		給水カスケード	〃	0.5							カスケード型
		ドレンインスペクション	〃	0.2							サイトプラス
		清浄機用作動水	〃	0.1		O			O		
		燃料弁冷却水	〃	0.3		O					蒸気加熱

米国ジェネラル・ダイナミックス社が MAN とライセンス契約

MAN 社は1967年になつてから英国ビッカース (Vickers Ltd.), およびユーゴのブロドグラディリステ・スプリット (Brodogradiliste Split) とライセンス契約を結んだが, 最近また米国のジェネラル・ダイナミックス社 (General Dynamics Corp.) とライセンス契約を結んだ. これで MAN 社が1967年中に新しく契約を結んだライセンシーは三社となつた, この契約には大型低速クロスヘッド型機関, 中速4サイクル機関, および軽量高速4サイクル舶用機関が含まれている. この契約は米国においてもディーゼル推進がタービン推進に比し有利になつたことを示している.

ジェネラル・ダイナミックス社の機関は MAN オリジナルと全く同一設計であるので, 部品の互換性は完全であり, 全世界における MAN のアフターサービス, 予備品庫の活用が可能である.

なお米国における MAN ライセンシーは, コンチネンタル・モーターズ, インタナショナル・ハーベスタ, ホワイト・モーター (いずれも自動車用機関) を合せ4社となつた.

古き歴史と新しい技術を誇る
三ツ目印 清罐剤
登録実用新案 罐水試験器
一般用・高圧用・特殊用・各種
最新の技術, 40年の経験による
特許三ッ目印清罐剤で汽罐の保護と
燃料節約を計って下さい。
罐水処理は何んでも御相談下さい。
営業品目
三ッ目印清罐剤　三ッ目印罐水試験器
罐水試験試薬各種　燐酸根試験器
BR式PH測定器　試験器用硝子部品
PTCタンク防蝕剤
内外化学製品株式会社
本社　東京都品川区南大井5丁目12番2号
電話 大森 (762) 2441～3
大阪出張所　大阪市西区本田町1の3　電(54)1761
札幌出張所　札幌市北二条西十丁目1　電(4)5291-5

古野電気新発売の超高分解能大型レーダー “FRA-5”

舶用電子機器の綜合メーカーとして著名な古野電気株式会社（西宮市芦原町85）は，世界でも技術規準のもつとも厳格な米国 F.C.C.（アメリカ連邦通信委員会）の規格にわが国で始めて2機種のレーダーを合格させており，同社の技術は海外でも高く評価されているが，このたび新たに超高分解能大型レーダー（FRA-50型）を開発し，この3月販売を開始した．

このレーダーは距離分解能 14 m，最小探知距離 16 m と，他に見られない驚異的な数字を示している，次に本レーダーの特長を摘記する．

1．方位分解能0.95°と画期的な高性能を誇るスマートな新型スロットアンテナの開発．

2．近距離レンジに 0.06 μs の採用により，最小探知距離はわずか 16 m である．

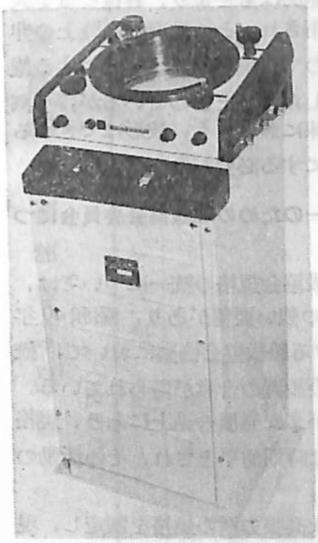
3．探知距離は0.5～70浬をクレンジでカバーしており，オフセンター使用にて88浬まで探知可能．

4．海図と同様に映像が真北を中心に表示されるノースアップ方式の採用（船の旋回時映像の流れを生じない）．

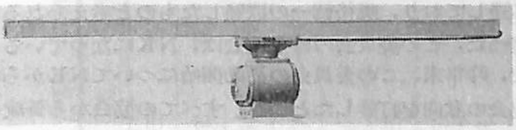
5．バランスドミクサー方式の採用により受信感度が向上．

6．正確な距離測定に必要な可変マーカーの内蔵（希望に応じ第2可変マーカー取付可能）

7．チューニングメーター方式の採用によりエコーがなくても完全に同調できる．



FRA-50 指示部



FRA-50 空中線部

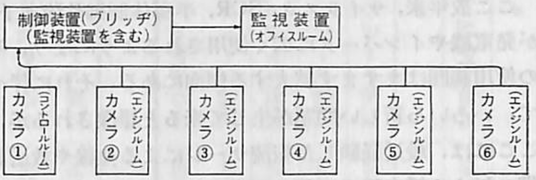
8．チェックメーターの内蔵により常に動作状態を監視できる．

9．オールシリコントランジスター方式のため高温多湿の悪条件下でも安定して動作する．その上プリント基板の採用により，振動等による故障皆無．

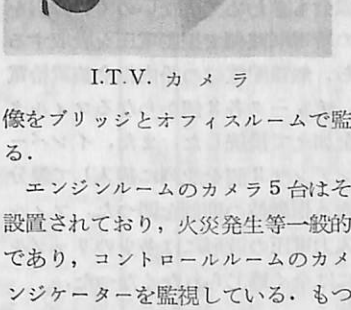
古野の I.T.V. フランス船に進出

古野電気（株）は，42年10月および43年1月，大阪佐野安ドックで建造されたフランス船 PETRAIA 号（10,000 G/T）および同型船 CRYMENIA 号に船舶用 I.T.V.（監視用テレビ装置）を納入した．

本装置は下図の如く，2台の監視装置（モニター）と6台のカメラから成つており，すべての操作はブリッジの制御装置によつて行なわれる，オフィスルームのモニターは停伯中の監視用である．



I.T.V. モニター



I.T.V. カメラ

この装置の目的はブリッジでエンジンルームの状態を監察することにあり，機関部人員削減につながるものである．本装置はブリッジの制御装置で各カメラのビデオ信号を切換えることにより任意の1台を選んでその映像をブリッジとオフィスルームで監視することができる．

エンジンルームのカメラ5台はそれぞれ任意の場所に設置されており，火災発生等一般的な監視を行なうものであり，コントロールルームのカメラはディジタル・インジケーターを監視している．もつとも重要な役割を演じているのはこのディジタル・インジケーターを監視しているコントロールルームのカメラである．

NKコーナー

サイリスタ使用機器による雑音障害について

ここ数年来，サイリスタ（SCR，半導体制御整流素子）が発電機やインバータに広く使用されるようになり，その使用範囲はますます拡大する傾向にある．それに伴つて，いろいろ新しい問題が生じて来ると想像されるが，ここには，最近経験した転流サージによる無線や放送設備に対する雑音障害の例を紹介する．

SCR インバータによる雑音障害

A丸には，G社の SCR インバータが，航海灯非常電源に使用された．直流入力は，非常用蓄電池に，交流出力は，定電圧装置を経て航海灯にそれぞれ接続されている．本船の非常警報は，広く用いられているベルではなく，船内指令装置を利用しており，AC 電源喪失の場合には，非常用蓄電池を使用するようになつている．たまたま，非常電気設備の効力試験中に，操舵室内の SCR インバータを投入したところ，同室内の船内指令装置管制盤のモニタ・スピーカから相当な音量のハム雑音が発生した．ハム音発生の原因は SCR の点弧サイクルに一致した周期の振動波が非常電源母線を通じて，非常電源で使用していた船内指令装置に入り込んだためである．振動波は，シリコン整流素子などの半導体整流素子に特有な転流時の「キャリヤ蓄積効果」と回路の L，C によつて発生するものとみられる．

本船の場合は，インバータの用途が航海灯に限定されていて，使用される機会もきわめて少ないので，障害を受ける船内指令装置の給電回路側で振動電圧を吸収することとした．すなわち，無線配電盤の船内指令装置給電回路に，コンデンサ，チョーク各2個からなるフィルタにブリーダ抵抗1個を加えて接続した．また，インバータ入力回路にも，コンデンサ2個を並列に装入して幾分でも非常電源母線に乗る振動波の抑制を図つた．フィルタ結線後の指令装置入力電圧の波形には多少のリップルは残つているが，耳には全く感じられなくなつた．

SCR 励磁自励発電機による雑音障害

自励発電機に SCR を使用する場合，SCR を励磁電源として直接使用する方法と，自動電圧調整器として使用する方法の二つがある．後者の方式で励磁回路を構成する場合，現在，単相方式と三相方式のものが使用されているが，いずれの場合も，SCR が励磁主回路に直列に入り，発電機端子に直接またはトランスを通じて接続されている．このため，SCR 点弧の際，転流ダイオードに生ずる「キャリヤ蓄積効果」は，発電機出力端子の瞬間的な突発短絡となつて現われ，出力電圧波形にひずみができる．無線に対する雑音障害は，単相励磁入力方式で，SCR が単巻変圧器を経て，発電機の UW 端子に接続されている発電機を使用した船で問題になつた．それらの発電機には抑制リアクトルは使用されていなかつた．これらの船や現在建造中の同型船には，抑制リアクトルを追加し，巻回数を調整して波形を改善し，問題は一応解決した．しかし，上記の発電機は，抑制リアクトルなしで二年ほど前から多数使用されているが，別に問題がなかつたともいわれている．これは多分，雑音そのものが感覚的なもので，感じ方に個人差があるのと，無線装置の側でも処理できるためであろう．

船用発電機は，動力，照明はもとより，各種の電子装置，計測，制御装置に使用され，その重要度は陸上の非常発電機等の比ではないので，現在は，聴覚に対する雑音という形で問題が発生したにとどまつているが，不測の障害発生を防止する意味においても，波形はできうる限りひずみの少ないものにする必要があろう．

船体用高張力鋼規格統一のための船級協会委員会について

船体用高張力鋼の各船級協会規格の統一については，日本の鉄鋼，造船両業界の強い要望があり，昭和40年5月のニューヨークにおける船級協会会議において，統一規格作製のための委員会設置の合意が得られている．しかし，当時は高張力鋼がまだ発展の途上にあり，規格統一の作業を進めることは時期尚早とされ，その活動の開始は，保留されていた．

その後，各協会とも逐次高張力鋼の規格を制定し，現在8船級協会で規格化された高張力鋼の種類は30数種に達しており，規格統一の機熟したものと考えられるに至つた．この委員会の幹事協会は，NKになつているので，昨年末，この委員会の活動開始についてNKから各協会の意向を打診したところ，すべての協会から賛成の回答があつて，近く発足の見込みである．

この委員会で採り上げる問題については，現在，各協会と文書により協議中で，まだ確定はしていないが，船体用の高張力鋼の階級，鋼種，化学成分，検械的性質，熱処理および要すれば予熱温度などについての統一規格案の作製などが採り上げられるものと思われる．

昭和42年度建造許可実績（43年2月分）

運輸省船舶局造船課

国内船（計；12隻，300,999 GT.，442,550 D.W.）

造船所	船番	注文者	用途	G.T.	D.W.	L × B × D × d	機関	竣工	船級	速力
佐野安船渠	265	三光汽船	貨(ばら)	11,600	18,300	146.00×22.80×12.50× 8.90	石播 スルザ 8,400	43. 7末	NK	14.6
三菱神戸	982	日本郵船	貨(コンテナ)	16,900	15,800	175.00×26.00×15.50× 9.50	三菱 MAN 27,800	43. 8末	NK	22.6
〃	983	昭和海運・日本郵船	〃	〃	〃	〃	〃	43. 9中	NK	22.6
〃	988	大阪商船三井船舶	〃	16,500	15,000	175.00×25.00×15.50× 9.50	三菱スルザー 28,000	43. 10末	NK	22.4
石播相生	2068	ジャパンライン	〃	16,100	15,400	170.70×25.20×15.30× 9.70	石播スルザー 28,000	43. 10下	NK	22.4
宇品造船	489	三協海運	貨	2,999	5,000	97.00×15.20× 7.60× 6.50	神発 D·3,500	43. 11中	NK	12.7
三保造船	654	三和船舶	特貨(冷運)	3,000	4,000	102.00×15.00× 8.00× 6.40	神発 D 5,700	43. 6. 30	NK	15.75
川重神戸	1106	川崎汽船	貨(コンテナ)	16,500	15,400	175.00×25.00×15.40× 9.50	川重 MAN 27,500	43. 10末	NK	22.25
日立因島	4204	山下新日本汽船	〃	16,500	14,800	175.00×25.70×15.30× 9.10	日立 B & W 27,600	43. 10末	NK	22.50
鋼管鶴見	854	昭和海運	鉱・油	56,000	97,600	240.00×38.00×21.30×15.00	三菱スルザー 20,700	43. 7下	NK	15.1
日立向島	4223	日本汽船	貨（木）	11,000	16,150	143.00×21.40×12.30× 9.38	日立 B&W 7,200	43. 7下	NK	14.4
三菱長崎	1654	太平洋海運	油	117,000	209,300	300.00×50.00×27.00×18.96	三菱タービン 36,000	43. 9末	NK	16.2

輸出船（計：8隻，459,770 G.T.，737,280 D.W）

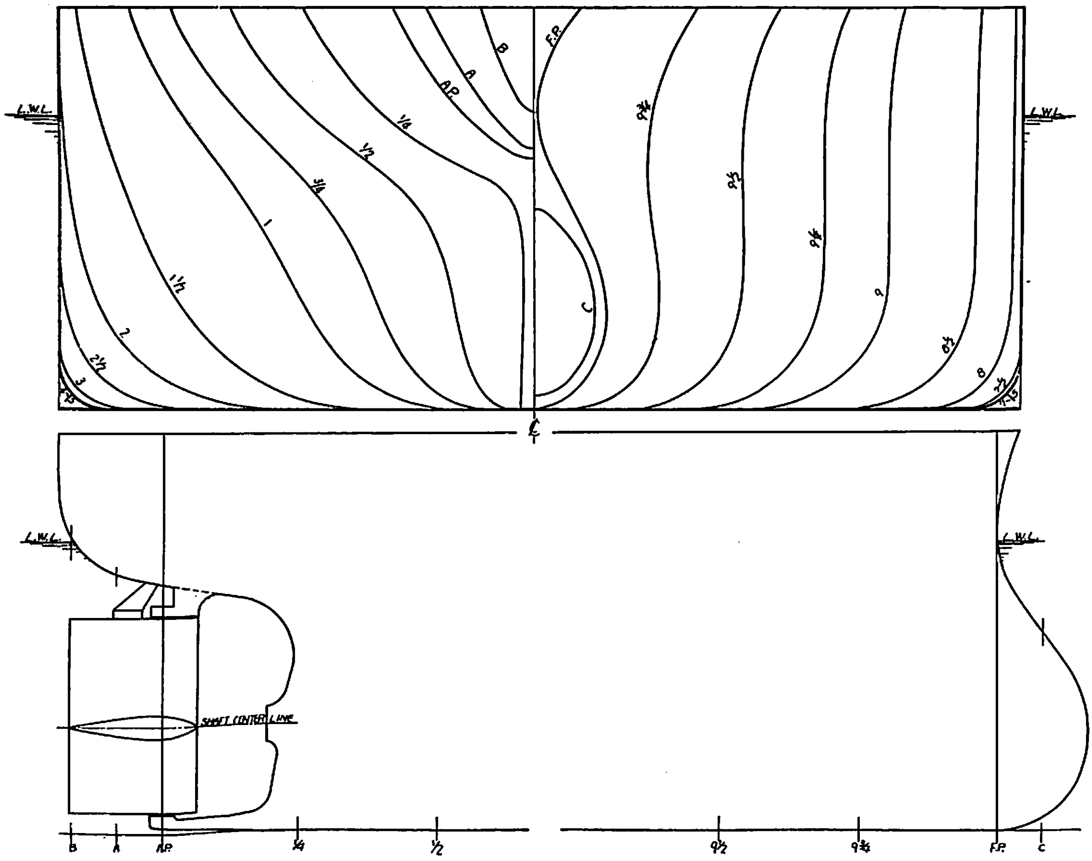
造船所	船番	注文者	用途	G.T.	D.W.	L × B × D × d	機関	竣工	船級	速力
日立向島	4240	Liberian Stamina Transports. Inc.（リベリア）	B．C	12,370	18,000	146.00×22.60×12.90× 9.18	日立 B&W 7,840	44. 12下	AB	15.0
石播東京	2098	Palmwood Ltd.（リベリア）	C	9,500	14,700	134.112×19.812×12.344×9.034	石播ピールスチック 5,130	45. 8下	AB	13.6
浦賀	918	Central Gulf Steamship Corp.（米）	C	39,000	43,000	234.00×32.50×18.29×11.25	浦賀スルザー 26,000	44. 9下	NV	18.0
川崎坂出	1116	Leif Höegh & Co. A/S（ノルウェー）	T	112,500	209,000	313.00×48.20×25.20×18.898	川重タービン 33,000	46. 4中	NV	15.75
〃	1112	Ocean Oil Ventures, Inc.（リベリア）	T	109,400	173,000	313.00×48.20×25.20×16.459	川重タービン 30,000	44. 12末	NV	16.25
〃	1113	Ocean Oil Voyages, Inc.（リベリア）	T	〃	〃	〃	〃	45. 3中	NV	〃
鋼管鶴見	860	Canadian Pacific (Bermuda) Ltd.（英）	B．C	33,800	53,290	216.41×31.09×17.53×11.67	三井 B&W 17,500	44. 10中	LR	15.60
〃	861	〃	〃	〃	〃	〃	〃	45. 4中	LR	〃

水槽試験資料 〔207〕 (M. S. 375×M. P. 326 & M. S. 376×M. P. 327)

載貨重量約70,000トン級油送船の模型試験例

船 舶 編 集 室

M.S. 375は垂線間長さ231.65 m・載貨重量約68,000トン，M.S. 376は，おなじく225 m・約72,000トンの大型油送船に対応する模型船で，模型船の垂線間長さおよび縮率は，それぞれ6.5 m・1/35.638, 6.2 m・1/36.290である．両船の主要寸法等は，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，正面線図および船首尾形状は第1図および第2図に示す．いずれも突出型の船型で，両模型船とも普通の流



第1図　正 面 線 図 お よ び 船 首 尾 形 状

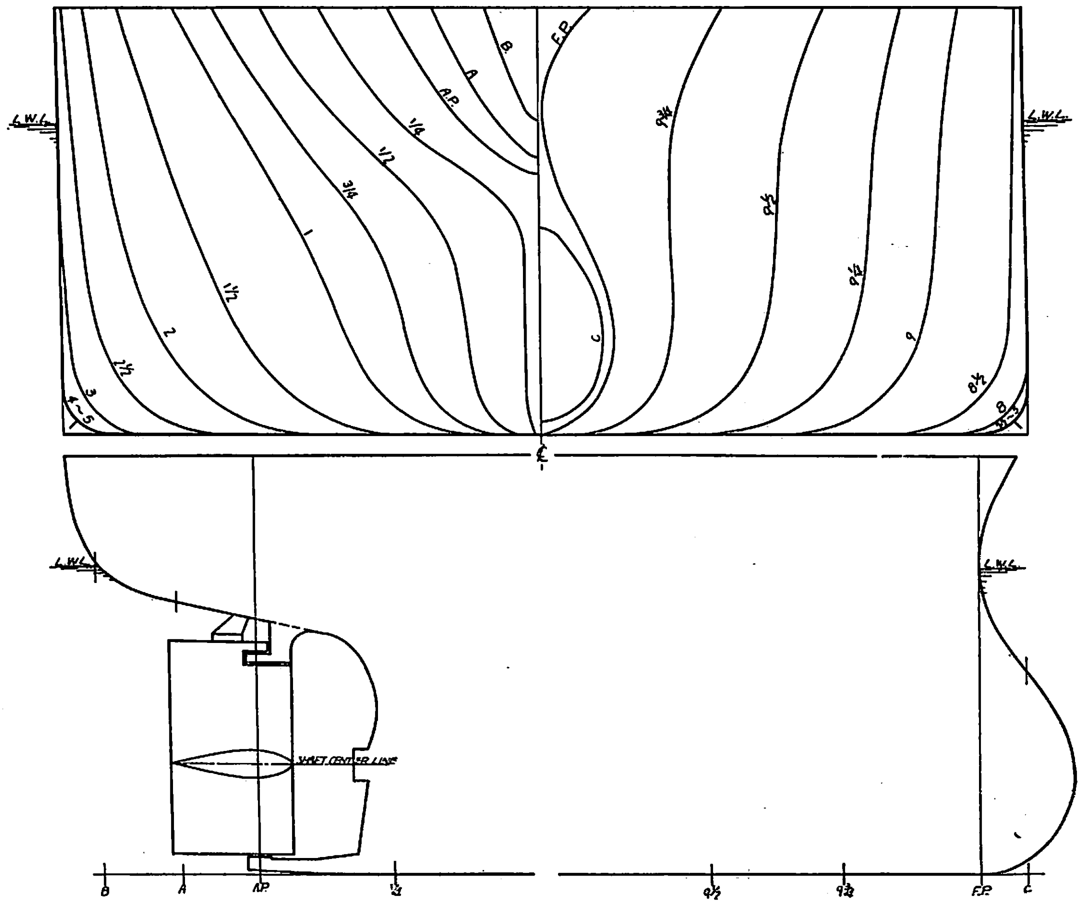
線舵が採用されている．

また，M.S. 375 の L/B は約6.2，B/d は約3.2，M.S. 376 は，おなじく約6.0，3.0である．

なお，主機は，M.S. 375 には連続最大出力 20,700 BHP×114 RPM の，M.S. 376 には，おなじく，18,400 BHP×115 RPM のディーゼル機関の搭載が予定された．

試験は，両模型船とも満載ほか2状態で実施された．

試験により得られた剰余抵抗係数および自航要素を第3図，第4図，これらの結果に基づき，実船の伝達馬力等を算定したものを第5図，第6図に示す．ただし，試験の解析に使用した摩擦係数は，いずれもシェーンヘルのもので，実船に対する粗度修正量 ΔC_F は−0.0003 とした．また，実船と模型船との間における伴流係数の尺度影響は考慮されていない．



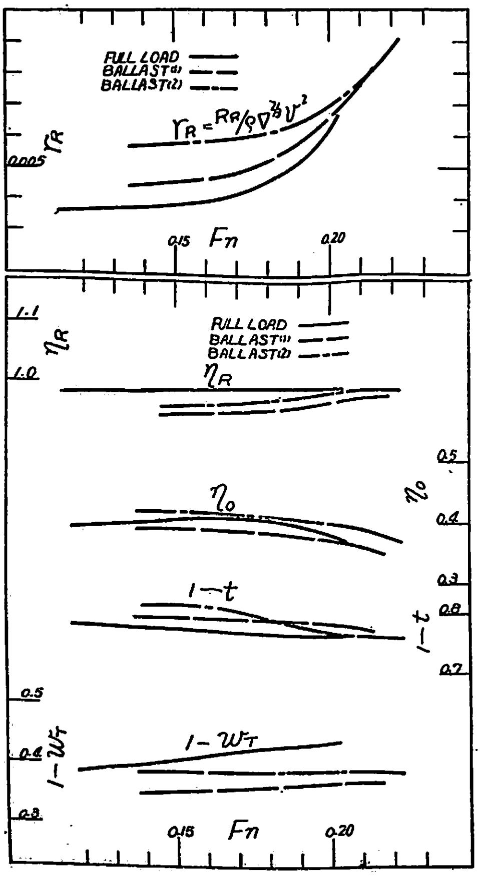
第2図　正面線図および船首尾形状

第1表 要 目 表

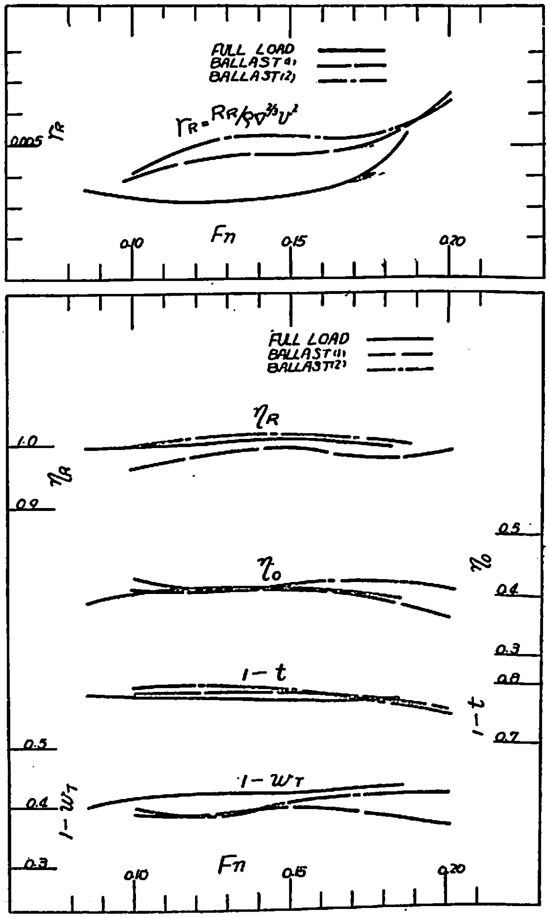
M. S. No.		375	376
長さ (L_{PP}) (m)		231.647	225.000
幅 (B) 外板を含む (m)		37.235	37.248
満載状態	喫水 (d) (m)	11.728	12.527
	喫水線の長さ (L.W.L.) (m)	235.147	231.095
	排水量 (∇_S) (m^3)	82.741	85.245
	C_B	0.818	0.812
	C_P	0.822	0.816
	$C_{\boxtimes}$	0.995	0.995
	L_{CB} (L_{PP}の%にて⊠より)	−1.60	−2.85
平均外板の厚 (mm)		25	25
摩擦抵抗係数 *		シェーンヘル $\Delta C_F = -0.0003$	シェーンヘル $\Delta C_F = -0.0003$

*印 L_{WL} に基く

M. P. No.	326	327
直径 (m)	6.778	6.616
ボス比	0.185	0.189
ピッチ〔一定〕(m)	5.389	4.830
ピッチ比〔一定〕	0.795	0.730
展開面積比	0.560	0.575
翼厚比	0.052	0.064
傾斜角	8°〜3′	9°〜58′
翼数	5	5
回転方向	右廻り	右廻り
翼断面形状	エーロフォイル	エーロフォイル

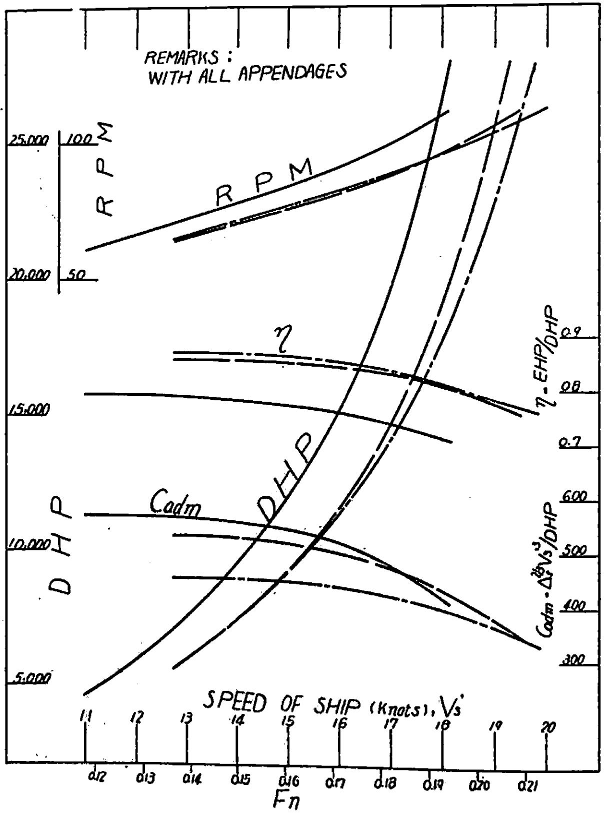


第3図 M.S. 375 剰余抵抗係数および自航要素



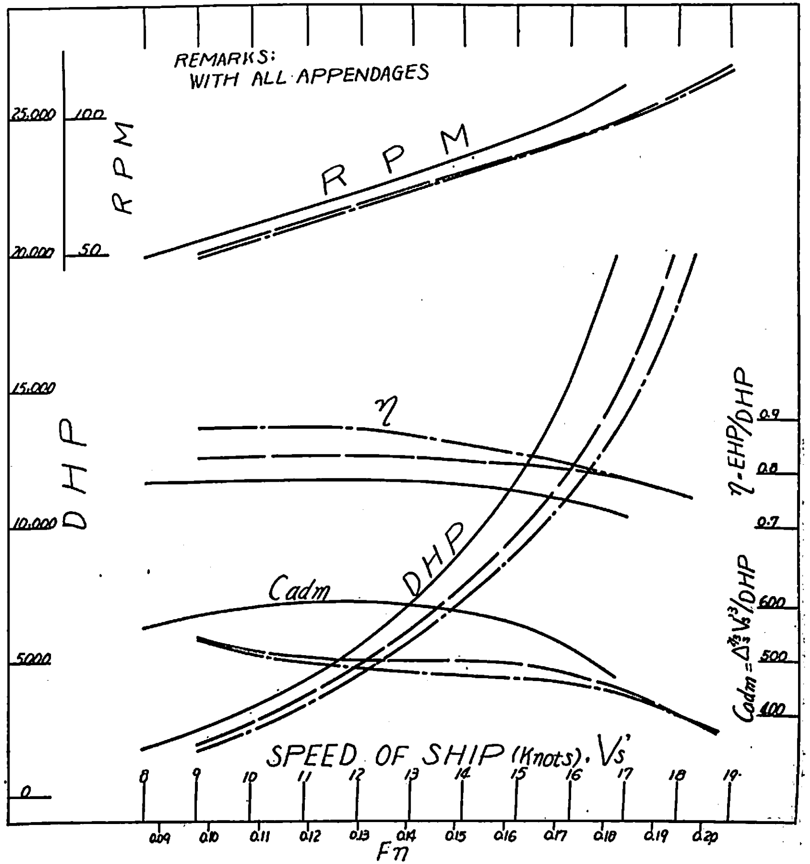
第4図 M.S. 376 剰余抵抗係数および自航要素

CONDITION	DRAFT (m) INCLUDING SKIN A.P.	M.S.	F.P.	TRIM (m)	DISPLACEMENT ∇_s (m³)	Δ_s (ton)	MARKS
FULL LOAD		11.727		0	82,741	84,810	———
BALLAST(1)	8.201	7.591	6.981	1.220	52,293	53,600	— —
BALLAST(2)	7.619	6.119	4.619	3.000	41,463	42,500	—·—



第5図 M.S. 375×M.P. 326 DHP 等曲線図

CONDITION	DRAFT (m) INCLUDING SKIN A.P.	M.S.	F.P.	TRIM (m)	DISPLACEMENT ∇_s (m³)	Δ (tons)	MARKS
FULL LOAD		12.529		0	85.245	87.376	———
BALLAST(1)	9.173	7.773	6.373	2.800	51.180	52.460	— —
BALLAST(2)	7.976	6.576	5.176	2.800	42.927	44.000	—·—



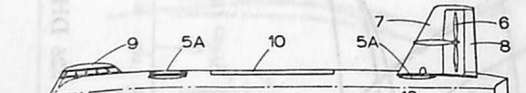
第6図 M.S. 376×M.P. 327 DHP 等曲線図

特　許　解　説

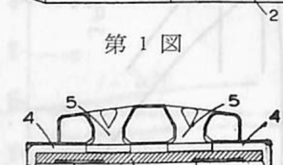
水陸両用地面効果乗物（特許出願公告昭 43—1681号　発明者，マイケル・トーマス・スミス，出願人，ウェストランド・エアクラフト・リミテッド—イギリス）

この発明は，エアークッションで支持し高速度の運転をしいてる時，ならびに航続性のよい排水型船舶として水上で運転している時に効率がよく，しかも重貨物を積むことができ，低貨重では便利な形状になる地面効果乗物を提供せんとするものである．

図面について説明すると，一群の浮力室が形成された主台1の底に凹みがあり，その凹みに前後方向に平行に延びている浮子2が引込み可能に主台1に取付けられている．乗物の周囲は引込み可能あるいは潰すことが可能なスカート3で囲まれており．その下縁に沿つてオリフィスが設けられ，この部分が3A で示される緩衝空気噴流を造るようになつている．スカート3には送風機を内蔵する4つの対称位置に配置された導管5（空気進入孔5A を有する）から高圧力室4を通して緩衝空気が供給されるようになつている．また主台1上には垂直安定板7を含んで舵8を支える適当な直立体に尾端で対に空中プロペラ6が取り付けられている．そしてそれらのプロペラおよび送風機は同じ動力設備により駆動されるようになつている．さらに乗物には水中プロペラ12が支柱13で引き揚げ自在に取り付けられている．乗物の前端には天蓋9を有する運転室，乗務員室があり，これらの室は高圧力室4に引き込めることが可能でそれにより重心の低下を図ることができる，そこでこのような構成の乗物を低速で水上を長時間航行させるときには浮子2で乗物を支持し，水中プロペラで推進させ，また高速度および陸上運転をさせるときにはスカート3を伸ばし，浮子2を全部または一部引き込め，プロペラ12を引き揚げ．空中プロペラを駆動するとともに，空気進入孔5A より空気を取り入れ，高圧力室4を通してスカート3に給気を行ないエアクッション装置を使用した状態で航行させる．



第 1 図

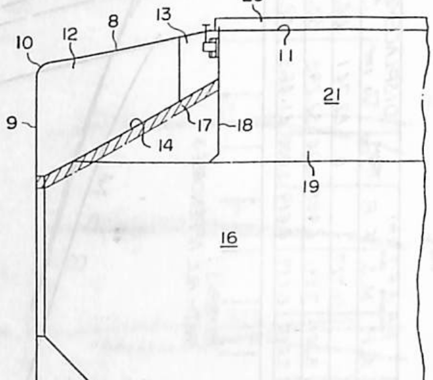


第 4 図

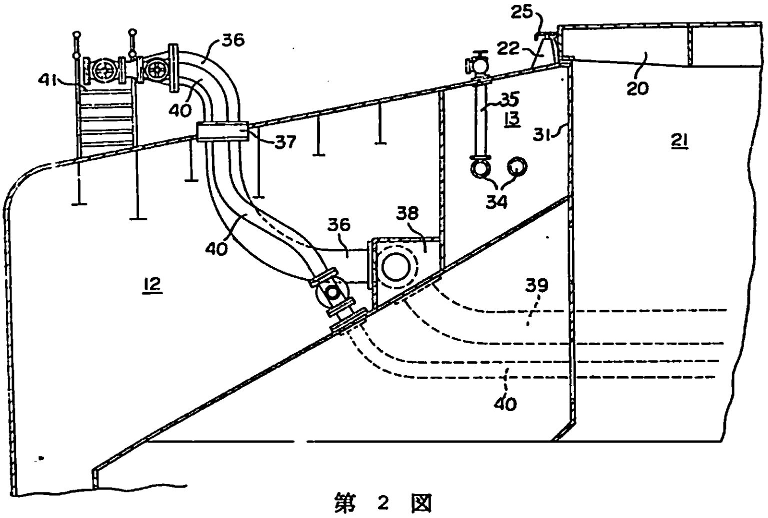
ばら荷運送船の甲板部構造（特許出願公告昭 43—2259号，発明者，ジョージ・ティー・アール・キャンベル外1名，出願人，アルゴンクイン・シッピング・アンド・トレィディング・リミテッド——カナダ，外1名）

この発明は，ハッチコーミングをなくし，主甲板および甲板下縦通材の板厚を減少させたにもかかわらず甲板の強度が従来のものと比べて落ちることなく，甲板下の載貨容積をも増大させるような甲板構造を有するばら荷貨物船を提供せんとするものである．

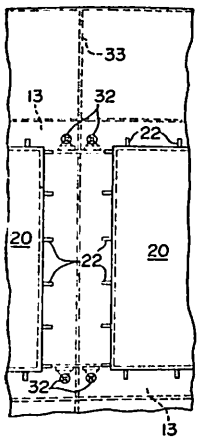
図面について説明すると，船の舷側9と甲板8との接続部10は丸く形成され，甲板8は船の中心線に向つて約10° の角度で上向きに傾斜していて，ハッチ開口11で従来のコーミングの高さと同じ高さになつている．甲板8の直下左右舷は二つに区分され，1つの区画12はバラストタンクに，区画13は通風兼配管通路となつている．ハッチ開口11の内部には制水隔壁18，19によつて矩形のフィーダトランク21が形成されている．甲板8上にはハッチカバー20を固定するためにブラケット22がハッチ開口11の周囲に適宜間隔をおいて取り付けられている．そのブラケット22上に取り付けられた耳片26のスロット28に突起27を有する錠止横棒25が挿入されていて，ハッチカバー20側の端部はピン29によつてハッチカバー20の側面上のブラケット28′に固定されるようになつている．トランク13は船艙16の通風を行な



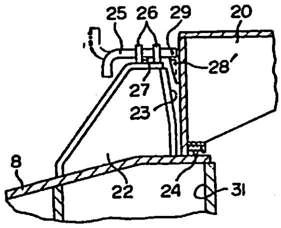
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

つており，その制御は操作装置32によつて弁30で行なわれる．またトランク13中には加熱，消火，甲板洗い等に使用される配管34が通過していて，適当な位置で分岐管35を形成している．この実施例ではばら荷兼油運送船の構造になつているので，油積みおろし管36が甲板接続部37を通つてバラストタンク12内の接続箱38に導かれ．そこから分配管39に連絡されている．同様に油およびビルジさらえ管40がバラストタンク12を通つて甲板8に導かれて作業台41で陸上の装置に結合できるようになつている．このように構成されているので，従来の同型のばら積貨物船に比べて鋼材重量を減少させたにもかかわらず，甲板構造の強度を増大させるとともに載貨容積の増大も図ることができる．

渡船橋（特許出願公告昭43—2261号，発明者，長谷場新二，外1名，出願人，石川島播磨重工業株式会社）

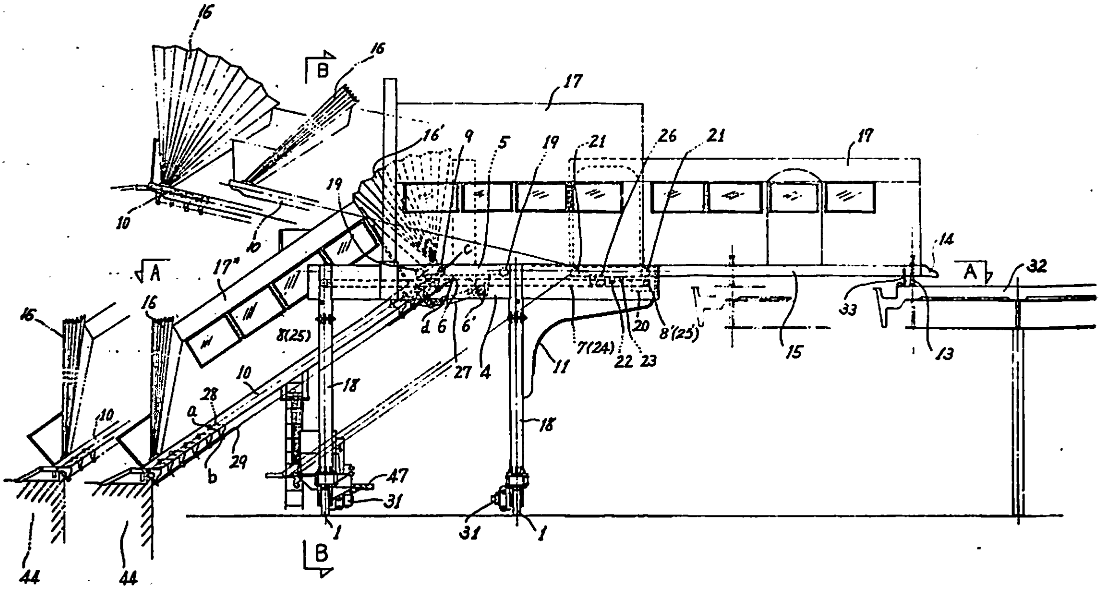
従来船客を船より昇降させる装置としては船上のクレーンにより階段の先端にフックをつけたもの，桟橋より船体に引掛け他端を直接桟橋に載せる方式のもの等があるが，これらのものは岸壁と舷門との距離および舷門の高さが変化すると使用上種々の不便をきたす等の欠点があつた．

この発明は，このような点を改善して岸壁と舷門との距離および舷門の高さが変化しても支障なく使用でき，また船客を直接に岸壁付近に設けた上屋に誘導できるとともに，上屋より船上の任意の階に客を導くことができるようにした渡船橋を提供せんとするものである．

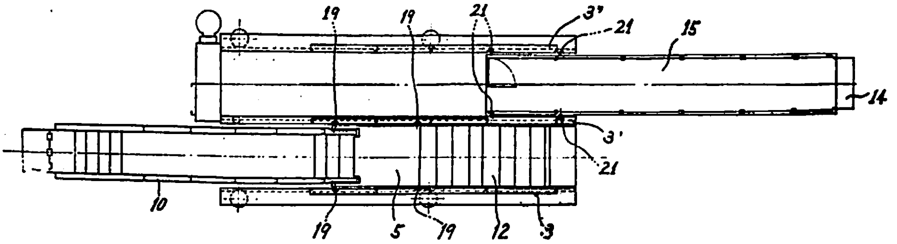
図面について説明すると，脚18下部には適宜数の駆動輪1および従動輪2が回転自在に装着され，脚18の上部にはレール3,3′,3″が敷設され，橋本体4が構成されていて，車輪19を有する船側シャトル5が先端部を上向きに傾斜レール3, 3′上に跨り載置されている．そして船側シャトル5の前部に階段10が俯仰自在に装着され，後部には折曲自在に案内される歩廊12が取り付けられていて，傾斜レール3,3′上を船側シャトル用油圧モーター20により往復動できるようになつている．

また一端部にジャッキ13と上下動自在な踏板14が取り付けられ，車輪21を有する上屋側シャトル15がレール3′,3″に跨り載置され，上屋側シャトル用油圧モーター26の駆動により往復動できるようになつていて，任意位置で前記船側シャトル5と上屋側シャトル15が連通されるようになつている．非常時に備えて船が岸壁を離れた際船側シャトル5および階段10が限界位置まで引き出される手前で非常用ブザーをならすリミットスイッチが設けられ，このとき階段10の俯仰用油圧シリンダ27がブロックされ，階段10が下方に動けないように構成されている．さらに階段10が離れる直前あるいは直後に働くバルブ装置も設けられ，そのバルブ装置の作動によりアキュムレータから圧油が船側シャトル用油圧モーター20に流れ，船側シャトル5を引き込む方向にモーター20を駆動できるようになつていて，階段10が自動的に船を離れるとシャトル5は階段10とともに引き込まれる．（次頁の図参照）

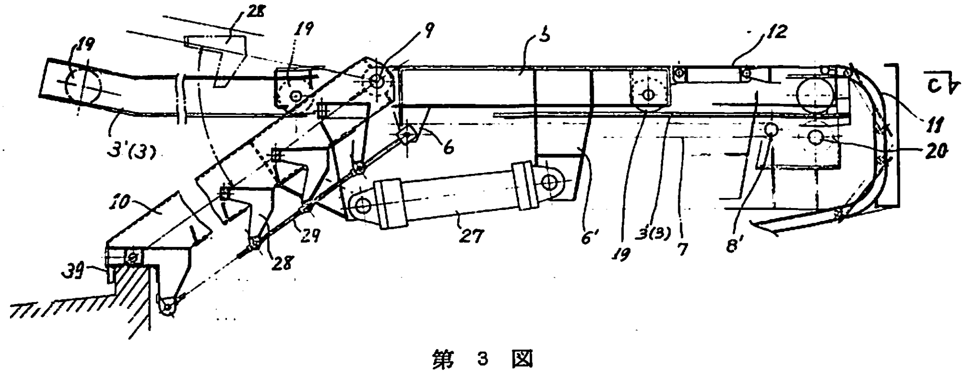
（特許庁　安部　孝教）



第 1 図



第 2 図



第 3 図

船　舶　第41巻 第4号　昭和43年4月12日発行　定価320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　320円（送18円）

半年　1,600円（送料共）

1 年　3,200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お申込みの方に限ります

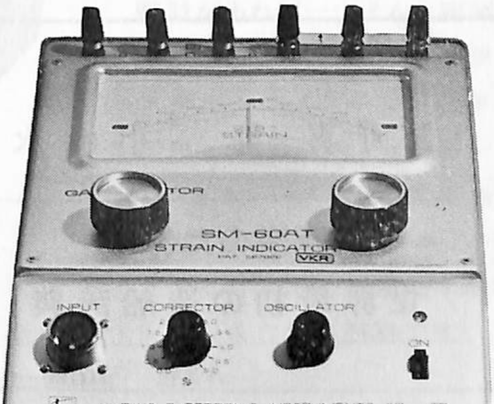
超精密抵抗器VKR
ストレィンメータに採用!!

精度・安定度が飛躍的に向上しました

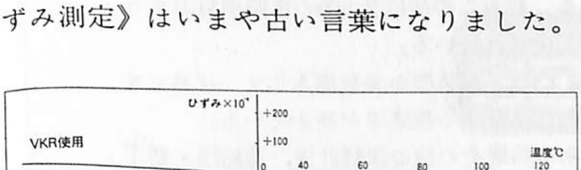
■VKRは公差0.01%，温度係数0±2ppm/℃で経年変化も皆無に近い小型の超精密抵抗器です。

■VKRがブリッジのアーム抵抗，キャリブレーション回路など心臓部に採用された共和のストレィンメータは，安定度・精度が著しく向上し，従来のストレィンメータの概念を一新しました。日本では共和だけができる快挙なのです。

■VKRストレィンメータとセルコンゲージを併わせてご使用下さい。《温度に苦しむひずみ測定》はいまや古い言葉になりました。



静的歪測定器　SM—60AT



ブリッジボックスの温度特性

応力測定機器の総合メーカー

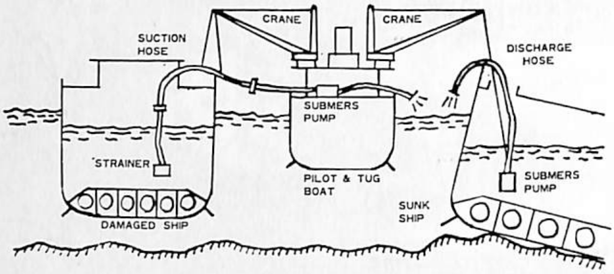
株式会社 共和電業

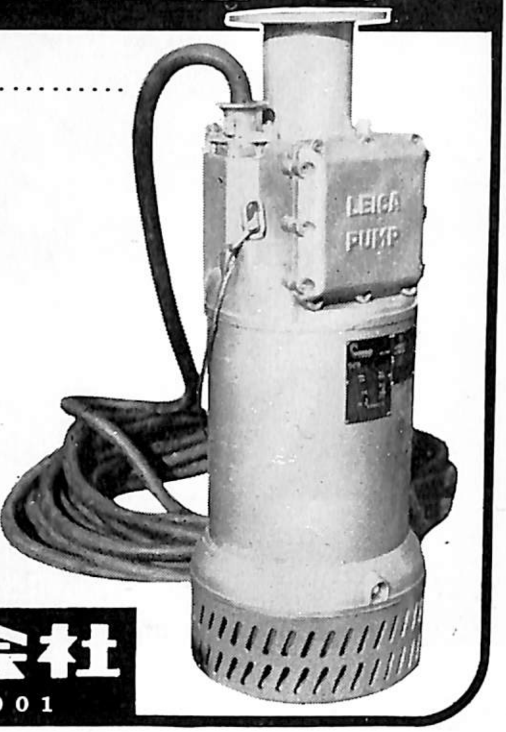
本社・工場　東京都調布市下布田町1219
電　　　話　東京調布0424-83-5101(代)
営業所/ 東京・大阪・名古屋・広島・福岡　出張所/ 札幌

ライカ船用水中ポンプ

非常用備品として
サルベージ用として

口径・揚程・水量・電圧
各種専門製作





ライカ電潜株式会社

大阪市大正区三軒家浜通4－16　TEL (552) 3001

監　修　者

上野喜一郎　小山永敏　土川義朗　原　三郎

実際家のための
世界最初の造船辞典

船舶辞典

A5判　700頁　布クロース装函入　定価 2,800円　〒 120円

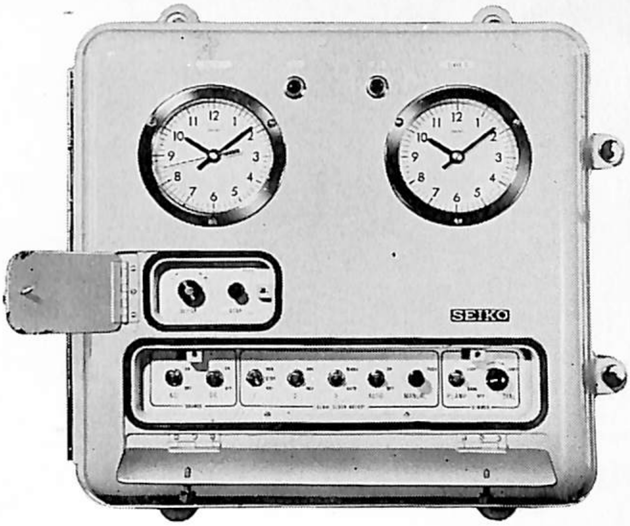
項目数　独立項目数 2,600。船体・機関・艤装・船種・法律規程その他造船技術者に必要な重要項目は余すところなく網羅されている。なおこの他に 2,500の参照項目がありあらゆる角度から引くことができるように工夫されている。

内　容　造船関係の現場の人にすぐ役立つよう，凸版・写真版を多数挿入して，平易に解説されている。執筆者数45名。斯界の才一線に活躍する権威者を揃えている。

附　録　欧文索引，船の歴史年表，世界及び日本の船腹その他の諸統計表，造船所・船主・関連工業会社の住所録等を収録してある。

東京都新宿区赤城下町50　**天　然　社**　電話東京 (269) 1908番　振替 東京 79562番

この「精度」に信頼がよせられています



QC-6TM 450mm×430mm×200mm

セイコー船用水晶時計 QC-6TM

日差±0.2秒以内。オールトランジスタ式。安定した精度を持っています。グリニッジ標準時と日本標準時の両方を表示。従来のマリンクロノメーターにかわって、航海に必要な数かずの時刻をコントロールします。セイコーが最新のエレクトロニクスの技術を結集して、特に船舶用に設計しました。

QC-951-II 200mm×160mm×70mm

セイコー クリスタルクロノメーター QC-951-II

小型で、精度が高く、しかも自由に持ち運びのできる水晶時計があれば……そんな要望をすべて満たしたセイコー クリスタルクロノメーター。平均日差±0.2秒以内。オールシリコントランジスタ式。乾電池で作動します。マリンクロノメーターとしても、理想的な機能をそなえた標準時計です。

世界の時計

SEIKO

発売元 株式会社 服部時計店

東京本社 東京都中央区銀座4丁目

特器部 東京都千代田区神田鍛冶町2-3

電話 東京(256)2111

大阪支店 大阪市東区博労町4丁目

特器課 電話 大阪(252)1321

特約店 有限会社 宇津木計器製作所

本社 横浜市中区弁天通り6丁目83番地

電話(20)0596(代)-8番

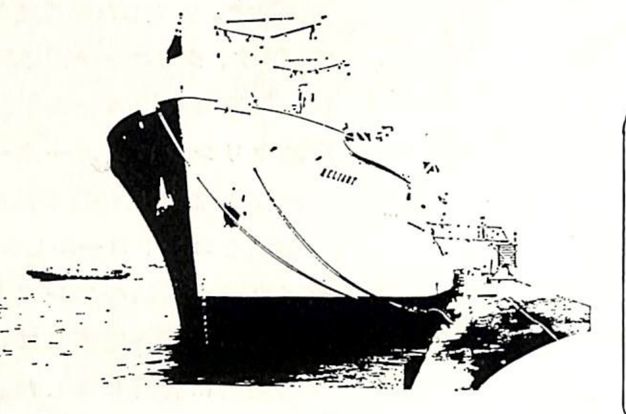
大阪出張所 大阪市港区三条通り3丁目31番地

電話(573)0271番

カワサキ

船舶用として最も秀れた

船舶用炭酸ガス消火設備



《カワサキ船舶用消火設備》は20余年にわたる各種消火設備の経験と、最高度の航空機工業の技術により日夜あくなき改良と進歩を加え多数の特許、実用新案をとり入れた充分の信頼性と優秀性を持っております。

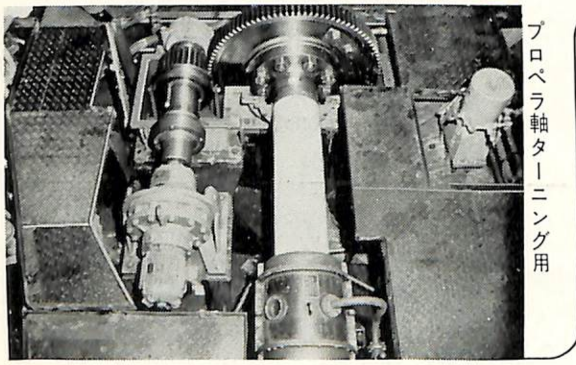
お問い合わせ、
カタログの
ご請求は………

川崎航空機工業株式會社
機械事業部

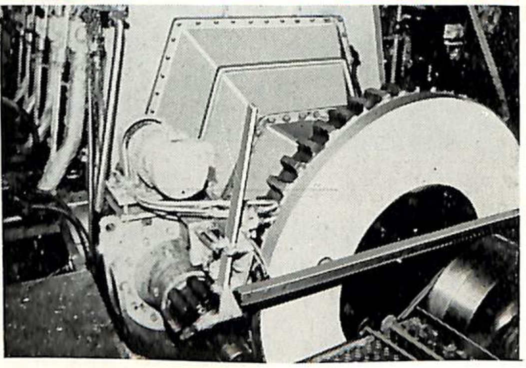
東　京　東京都港区芝公園25号地（協立ビル）　TEL 434－5211代表
大　阪　大阪市北区曽根崎中1の64（梅田第一ビル）　TEL 312－6161代表

造船及び主機・補機メーカーの"VE"に大きく貢献しています………

住友の船用サイクロ減速機



プロペラ軸ターニング用



エンジンターニング用

〔特長〕●大減速比●高効率●小型・軽量●故障がなく長月命●衝撃や過負荷に強い●運転が円滑静粛●慣性モーメントが少さい●性能が常に安定●合理的な構造で保守が容易
〔用途〕◆ターニングギヤー用サイクロ◆ウインチ用サイクロ◆ウインドラス用サイクロ◆キャプスタン用サイクロ◆ハッチカバー用サイクロ◆ステアリングギヤー用サイクロ◆ボートダビット用サイクロ◆其の他多種

住友機械工業株式会社

本　社：大阪市東区北浜5の15　新住友ビル　TEL大阪(06)203－1131(代)
支　社：東京都千代田区神田錦町2の1　住友機械ビル　TEL東京(03)294－1411(代)
営業所：札幌(0122－23－3732)　名古屋(052－961－6538)　高　岡(0766－22－8238)
広島(0822－21－5273)　福　岡(092－75－6031)　新居浜(08972－7－1212)

詳細は最寄りの営業所又は代理店に照会願います。

保存委番号：
052101

IBM5541

船舶　第四十一巻　第四号

昭和二五年三月二十日第三種郵便物認可
昭和四十三年四月七日印刷（十二日発行）
昭和四十三年四月十二日発行（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

本号定価　三二〇円

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