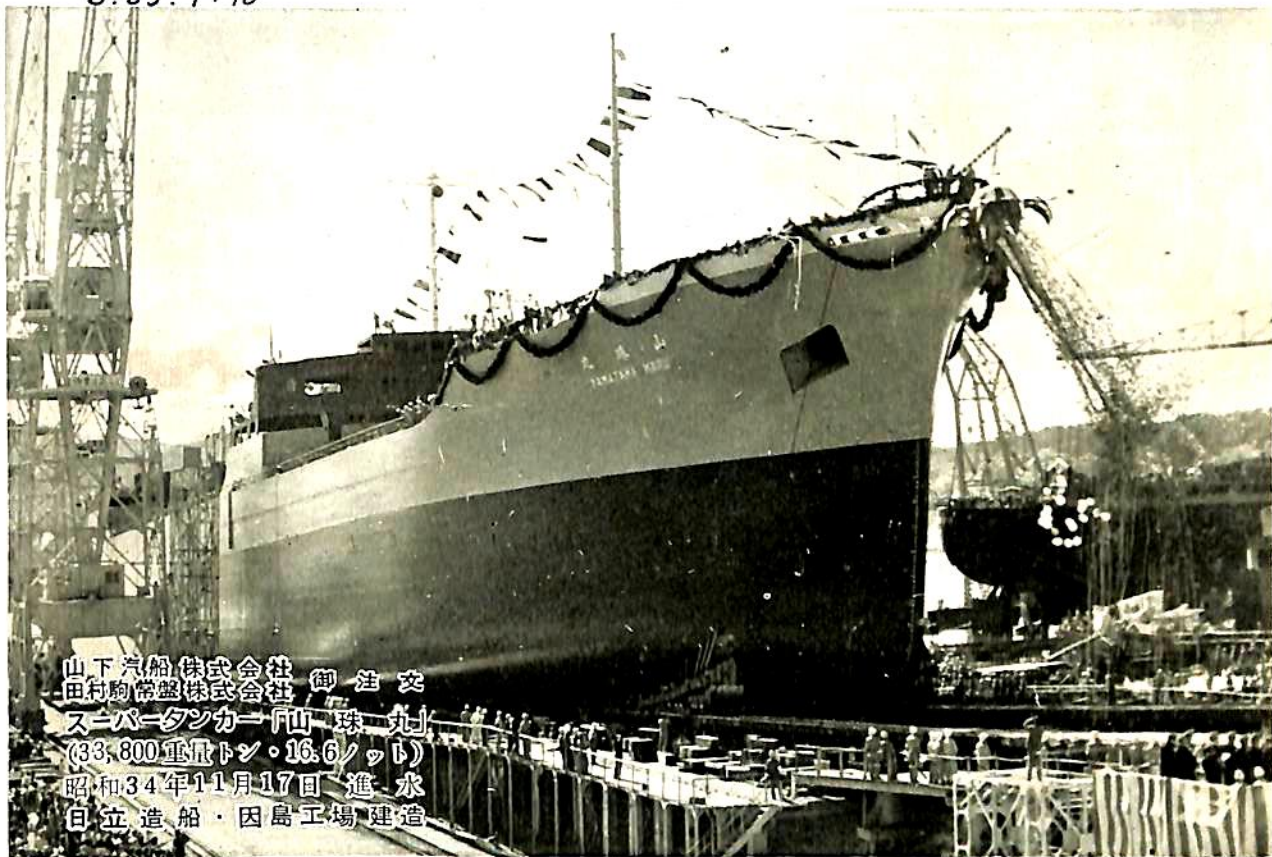


船舶

1960. VOL. 33

S. 35. 1. 18



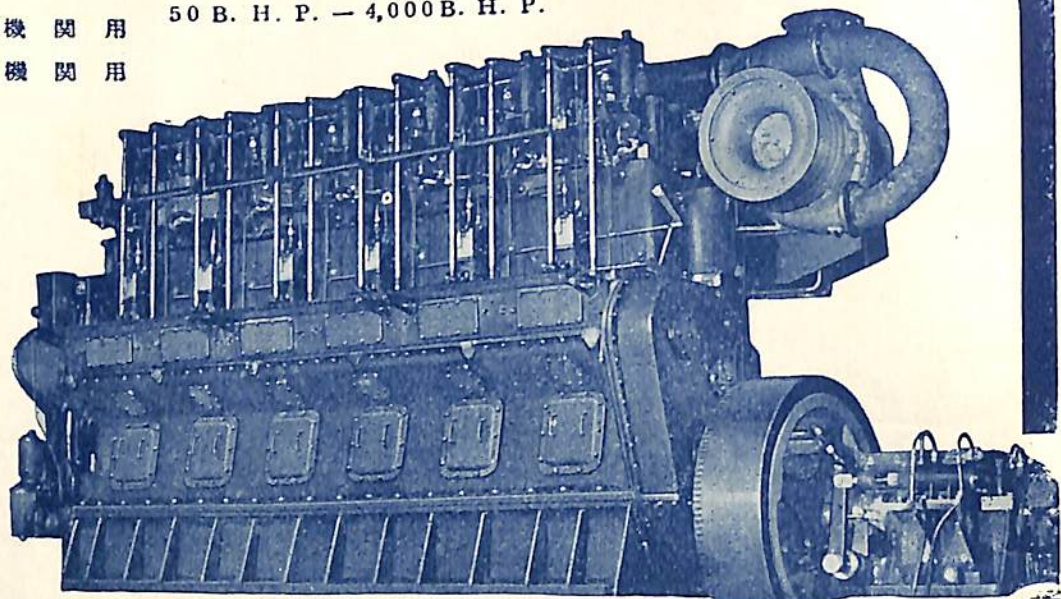
山下汽船株式会社 御注文
田村駒盛株式会社
スーパータンカー「山一丸」
(33,800重量トン・16.6ノット)
昭和34年11月17日進水
日立造船・因島工場建造

⊗ 日立造船株式会社

天 然 社

AKASAKA DIESEL

船舶主機関用 50 B. H. P. - 4,000 B. H. P.
 船舶補機関用



創業
60年



株式会社 赤阪鉄工所

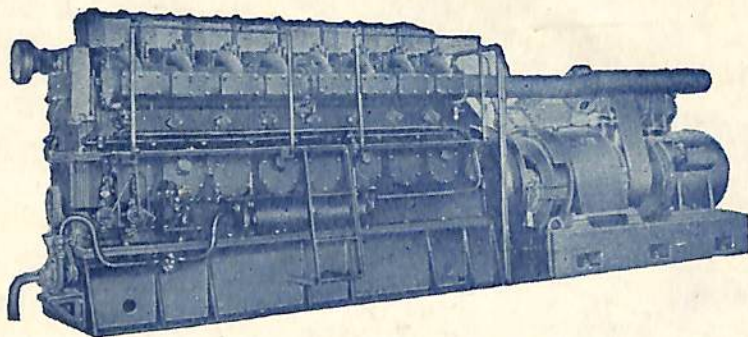
本社 大阪出張所
 北海道出張所
 大工

東京 丸の内
 大阪市 東区
 中北区
 中央区
 北区
 西区
 銀座 1-3
 座 4-38
 区 594

電話 (56) 4902, 4903
 電 (3) 4607
 話 (23) 4790
 電 2121-5

船舶補機.....

発電・動力・ポンプ用に



補機用 9~1000 馬力
 主機用 5~ 90 馬力

クボタ

ディーゼル

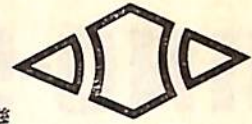


久保田鉄工株式会社

大阪市浪速区船出町 2 丁目 東京・福岡・札幌・名古屋・室蘭

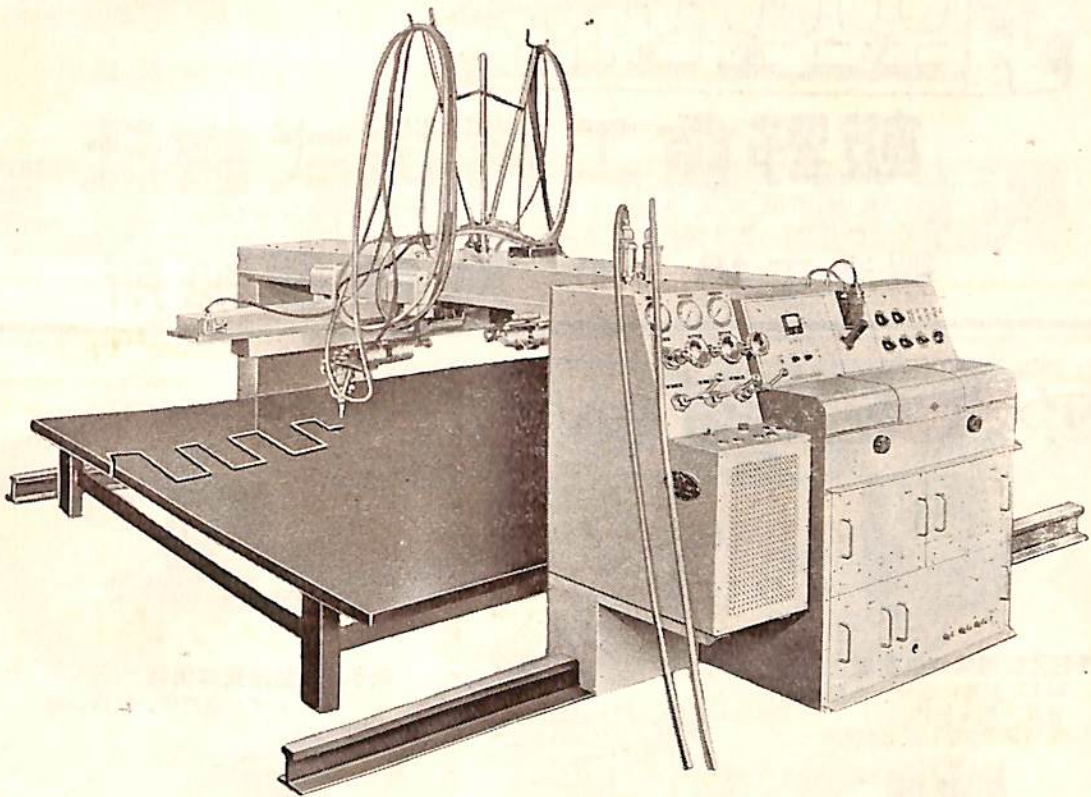
光電管制御による

本邦唯一の10倍拡大自動ガス切断機



サーボグラフ

造船・鉄鋼・橋梁等を対象とした大型鋼板切断はもとより各種複雑な形状の型切断を高精度に、しかも迅速に処理できます



仕 様

- | | |
|--|---|
| 1. 軌条間隔 3000mm (本体運行用スパン) | 4. 吹管自動上下装置 100mm |
| 2. 拡大率 1:10 | 5. 重量 コントロール本体共約1000kg
(但し運行軌条は含まれず) |
| 3. 有効切断範囲 2000mm×1500mm (吹管運行範囲)
2面同時切断可能 | |

小池酸素工業株式會社

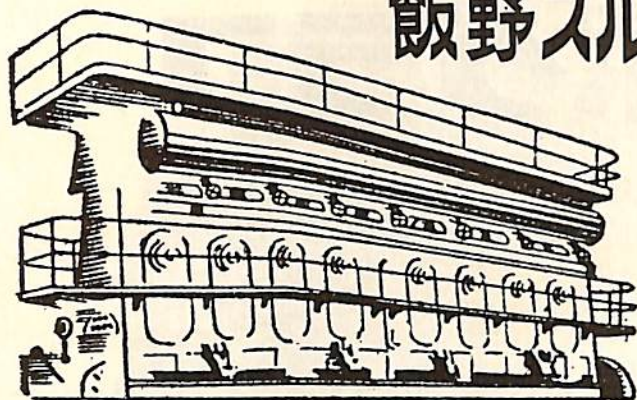
本 社 東京都墨田区太平町3丁目14番地 電話 東京(622)4181-6

営業所 大 阪 ・ 小 倉

IINO-SULZER

TWO-STROKE MARINE DIESEL ENGINES

飯野スルザー 船用 ディーゼルエンジン



SD, SAD, RSAD, RD 型各種
2,000 ~ 20,000 B. H. P.

小型として

BH, BAH, TD, TAD 型等各種
200 ~ 6,000 B. H. P.

納期最短

飯野重工業株式会社

東京都千代田区丸の内3-6 TEL 043-1-9,1431-9
大阪事務所 大阪市南区三津寺町20 三信ビル TEL (75) 9524,9525

製造工場 京都府 舞鶴造船所



カタログ 御入用の方は御申出下さい



電子EZ型磁気探傷装置
MIL規格に適合、各種類
普及小型も製作
電流調整無接点、無段階



電子紫外線探傷灯
S-125型・SV-125型
探傷灯は固定、手持両用

探傷

鉄鋼等よりなる素材並びに部品等の……



電子EP型磁気探傷器
ポータブル交流式、価格低廉



電子管磁気探傷装置
各種TYPE製作

○ 主なる営業品目 ○

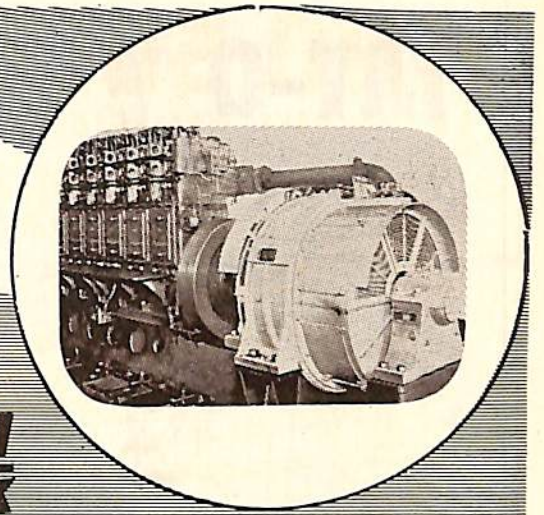
その他各種磁気探傷器 大型
小型・大型ブラックライト・
着磁装置・脱磁器・磁束計

電子磁気工業株式会社

本社 東京都渋谷区山下町22番地 (恵比寿駅東口前恵比寿ビル) 直通電話白金(44) 6187(代)・6188・6189
大阪営業所 大阪市北区梅ヶ枝町180番地 電話大阪(34) 9216・2494



中型専門メーカー
100~1,000KW



直流・交流
発電機・電動機

各種補機用電動機
管制器及配電盤

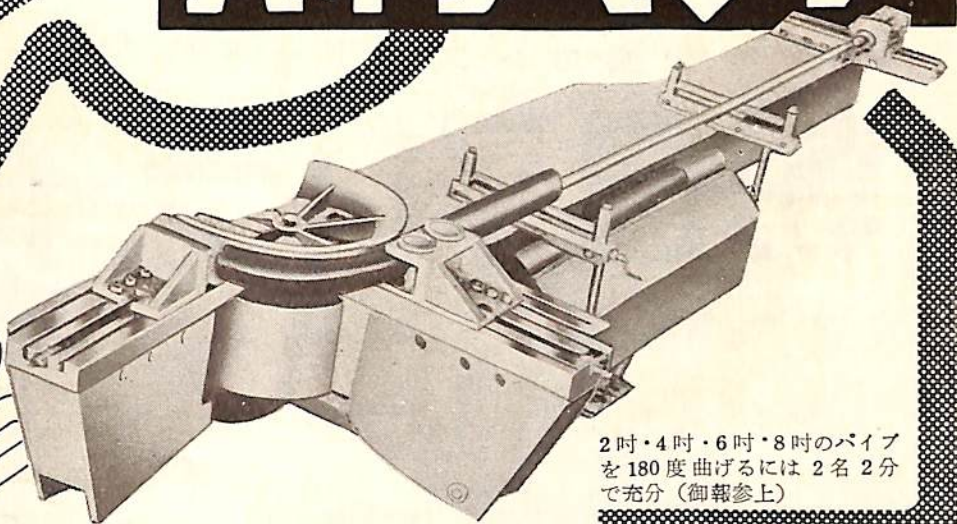
直流電弧熔接機
無線用電源電動発電機

東京電機製造株式会社

営業所 東京都文京区湯島天神町一ノ〇五
本社工場 土浦市中高津九五〇
出張所 下関市大和町33

電話 東京(866) 4261~5
電話(土浦) 910~2, 1287
電話 5 3 5 7

パイプベンダー



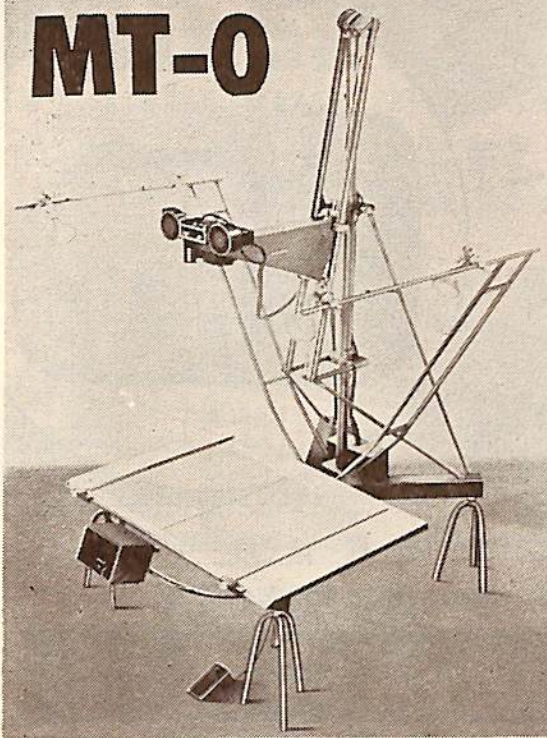
2吋・4吋・6吋・8吋のパイプ
を180度曲げるには2名2分
で充分(御報参上)



石川島芝浦タービン株式会社

本社 東京都中央区宝町1-1 電話 京橋(56)8736-9
鶴見工場 横浜市鶴見区末広町2-4 電話 鶴見 5 1 3 1-5

MT-0



ルーモプリント

独逸科学の結晶

マイクロフィルム撮影機

マイクロフィルムシステムの御採用には使用撮影機の優秀を第一条件とします。

西独ルーモプリント社のマイクロフィルム撮影機、マイクロフィルムリーダー及び関係製品はこの要求を完全に具備した世界最優秀機であります。特にSテッサーの解像力の優秀性及び自動焦点、自動露出装置による能率的操作、撮影したレンズを用いてその儘復元し得る装置は、他の何れの撮影機にもなり特色であります。

西独ルーモプリント社日本総代理店



日本事務光機株式会社

本社 東京都千代田区神田
淡路町2の11(三和ビル)
TEL(25) 0948, 0988, 3347

大阪営業所 大阪市北区老松町3の8
(山川ビル)

TEL大阪 (36) 8 6 4 5

カタログ 説明書お申込次第送呈

船舶用軽量不燃壁材

米國コーストガード認定

朝日マリライト

(超軽量保温材) フェザーカバー、ボード

(高級保温材) シリカカバー、ボード

保温保冷工事設計請負



朝日石綿工業株式会社

本社 東京都中央区銀座七の三 TEL東京(57) 9361代表・3392・1039

船舶

第 33 卷 第 1 号

昭和 35 年 1 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

船体上部構造物の空気抵抗について 木下昌雄・岡田正次郎…(101)

可変ピッチプロペラの力学 (過渡現象) 鬼頭史城…(112)

写真で見る大型油槽船の波浪中模型試験 (117)

波浪中の船の推進性能に関する 2, 3 の問題 田崎 亮…(121)

乱流促進に関する一考察 田宮 真…(125)

N.P.L. の試験水槽の開所式に参列して 谷口 中…(130)

船体抵抗における形状影響係数について 横尾 幸一…(136)

舵の性能について (その 2) - 2 岡田 正次郎…(140)

船舶とオートメーション (7) 船舶自動制御研究会…(156)

〔水槽試験資料 108〕ドラッグ サクション式 ドレッジャーの模型抵抗試験 船舶編集室…(163)

鋼船建造状況月報 (昭和 34 年 11 月) 船舶局造船課…(166)

〔特許解説〕・油密輪口蓋開閉縮付装置 飯沼義彦…(168)

写 真 進 水—☆ はがね丸 ☆ 朝海丸 ☆ 第 81 宝幸丸 ☆ 大和丸 ☆ 三原丸
 ☆ KATE N.L. ☆ NIKITAS ROUSSOS

竣 工—☆ ゆうぐれ ☆ しあとの丸 ☆ 長榮丸 ☆ 雲洋丸 ☆ 山晴丸
 ☆ 梓丸 ☆ 昭和丸 ☆ 富浦丸 ☆ 赤岩丸 ☆ 鯤河丸
 ☆ KOSOVO ☆ OLYMPIC RUNNER ☆ ORIENTAL GIANT



1. 燃焼ガスや燃料, クリンカーの化学的浸蝕の防止。
 2. スポーリングや物理的破壊を粘着力で防止。
 3. 目地剤として強力な接着をする。
 4. 硝子光沢で熱反射を大にし、熱効率を高める。
- XZIT CO. QUIGLEY CO. BIRD-ARCHER CORDOBOND CO. AMERCOAT CORP. JAROCO ENGINEERING CO.
 FARBERTITE CO. MANGANESE BRONZE & BRASS CO. TODD SHIPYARD CORP. HATLAPA CO. HERCULITE FABRICS.

日本総代理店 **有限会社 井上商会**

井 上 正 一

横浜市中区尾上町 5-80 神奈川県中小企業会館 電話 (8) 4022, 4023, 5141

新時代の先端を行く

純国産合成繊維

倉敷ビニロン

クレモナ

ロープ

運輸省・NK認定

クレモナ・ロープ1号

クレモナ・ロープ5号



ハッチカバー

倉敷ビニロンクレモナ帆布

運輸省型式承認番号

1号	.....	第902号	)甲種
2号	.....	第903号	)乙種
3号	.....	第906号	)甲種
5006号	.....	第904号	)乙種
5008号	.....	第905号	)甲種
5010号	.....	第907号	)乙種



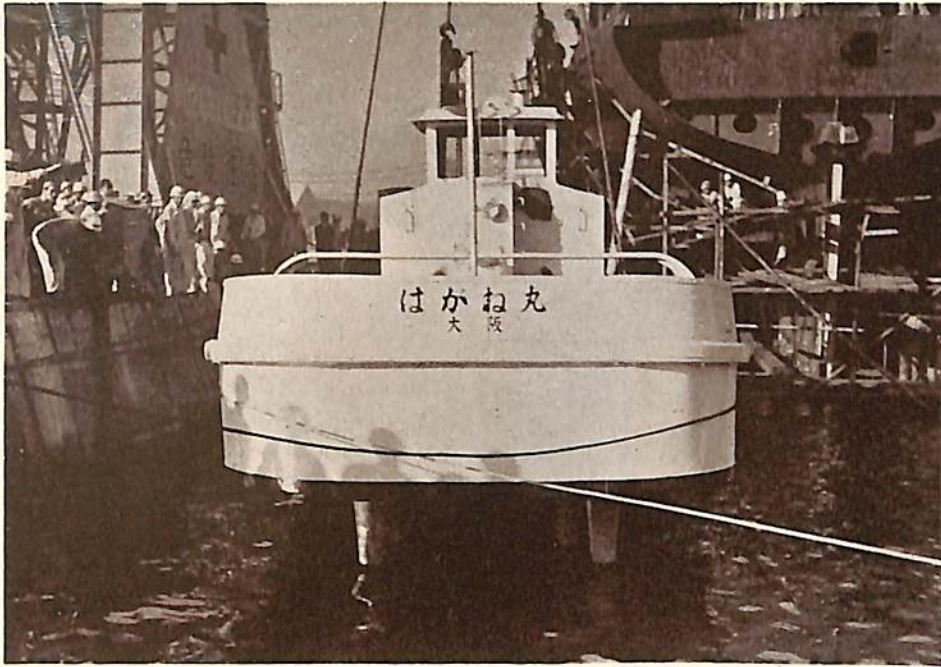
特長

1. 破断強力、摩耗強力が極めて強い。
2. 海水、油、バクテリア等に侵されず、強力が持続する。
3. 軽くて運搬に便利、乾きが早く、水排けがよい。
4. 耐酸、耐アルカリ性が強く、腐らない。
5. 紫外線に強く耐候性がよい。

倉敷レイヨン株式会社

本社 大阪市北区梅田二番地

東京事務所 東京都中央区日本橋室町二丁目四番地



はがね丸 (翼車推進器付曳船)

船主 住友金属工業株式会社

造船所 三菱造船・下関造船所

長 (垂)	11.5 m	主 機	三菱ふそう DB 34 M 4 サイク ルディーゼル機関 2 基
幅 (型)	4.2 m	出 力	130 BHP
深 (型)	1.5 m	推 進 器	三菱長崎翼車推進器
吃 水	1.0 m	進 水	34-11-20
載 貨 重 量	18.00 噸	竣 工	34-12-10
曳 航 力	約 2.0 トン		

8 つの

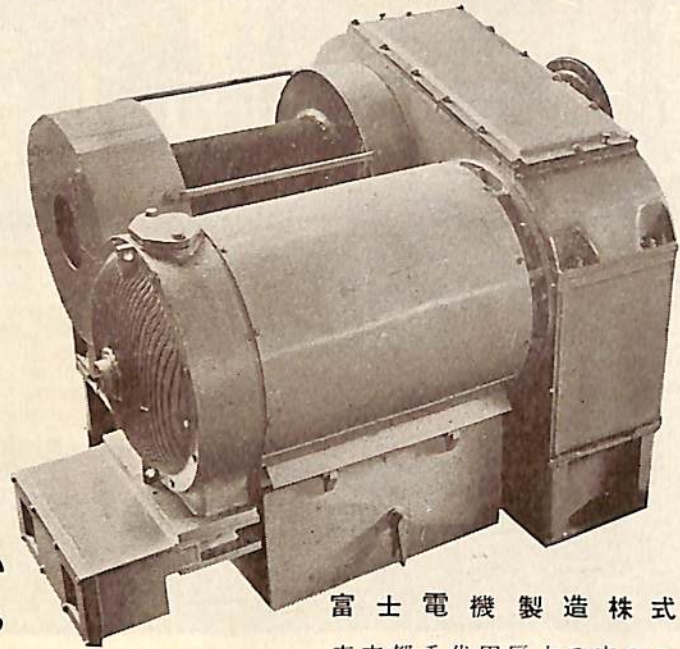
船舶塗料

- ・ビニレックス (塩化ビニール樹脂塗料)
- ・LZプライマー (鉄面用下地塗料)
- ・CRマリーンペイント (ノンチオールキック型)
(合成樹脂塗料)
- ・シアナミドヘルゴン (高度のさび止塗料)
- ・楢印船舶用調合ペイント (船舶用特殊塗料)
- ・楢印無水銀鉄船々底塗料 (鉄船々底塗料)
- ・タイカリット (防火塗料)
- ・ノンスリッブ (滑止塗料)

大阪市大淀区浦江北4
東京都品川区南品川4



日本ペイント



堅牢で故障がない
保守が簡単である
消費電力が少ない

富士電機製造株式会社
東京都千代田区丸の内2の6



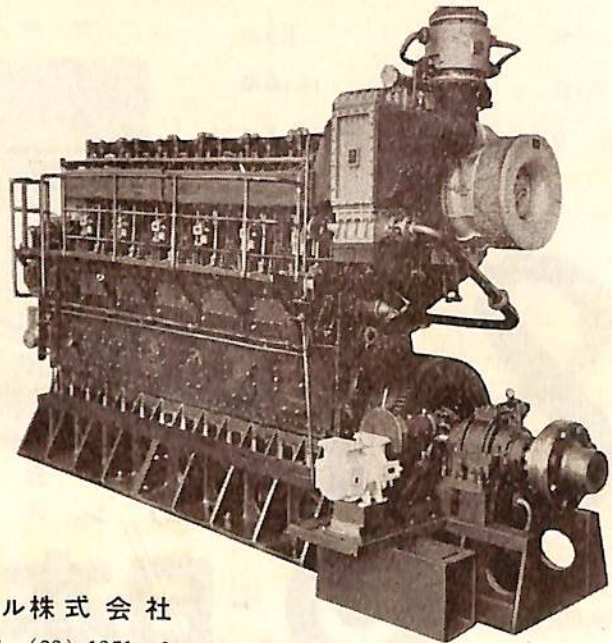
富士

交流揚貨機

ディーゼル機関

500HP~3000HP

船舶	主機関用
	補機関用
陸用	各種



富士ディーゼル株式会社
東京都千代田区丸の内3の2 TEL (28) 1251~6

朝 海 丸

船 主 日本海汽船株式会社

造 船 所 函館ドック株式会社

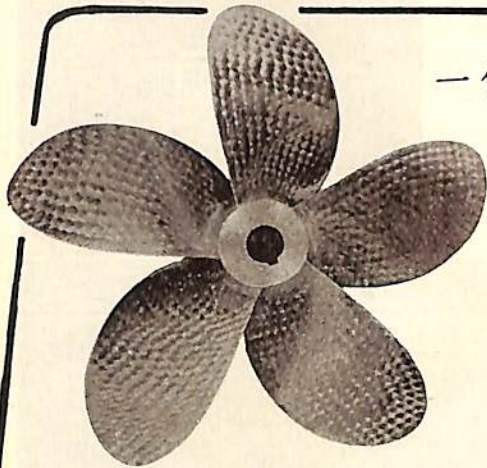
全 長	145.76 m
長 (垂)	135.00 m
幅 (型)	19.00 m
深 (型)	11.75 m
吃 水	8.70 m
総 噸 数	約 8,400 噸
載 貨 重 量	約 13,000 噸
速 力	17.5 ノット
主 機	横浜 MAN 2 衝程単動過給 機付ディーゼル機関 1 基
出 力	6,000 BHP×128 RPM
船 級	N K
起 工	34-7-11
進 水	34-10-19
竣 工	35-1-15 予定



一体型製品の重量 5 吨まで



高耐蝕性の材質と
仕上精度に定評ある



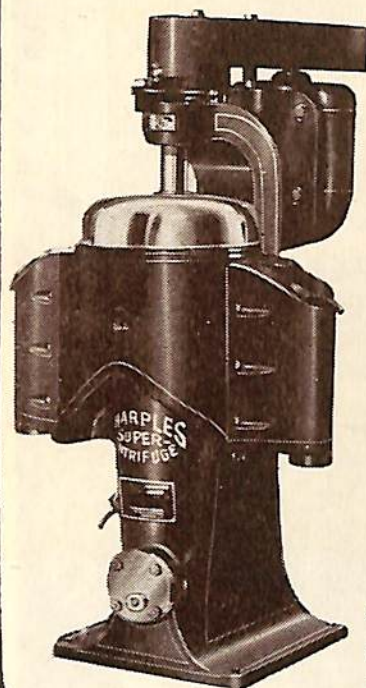
ミカドプロペラ

株式会社 河野鑄工所

大阪市東住吉区加美絹木町 1 の 28 電話 (79) 2031-2033

バンカーオイル清浄用

One Pass Purifier 遂に完成!



最新型 AS-18V型

シャープレス油清浄機

米国シャープレス・コーポレーション

日本総代理店

セントリフューガス・リミテッド

巴工業株式会社

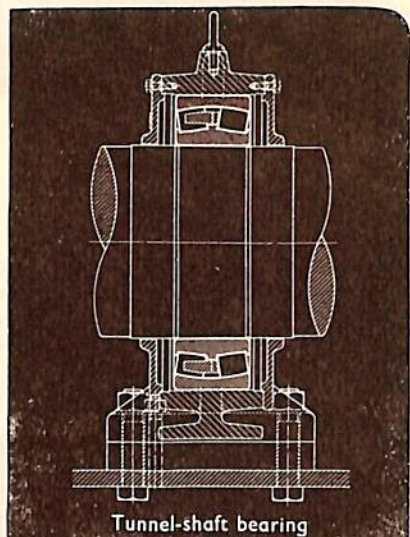
本社 東京都中央区銀座1の6 (皆川ビル内) 電話東京(535)2451 (代表)

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

工場 東京都品川区北品川4の535 電話白金(44)4131(代表)4132, 1321

保守の安易
と
最高の信頼度
のために

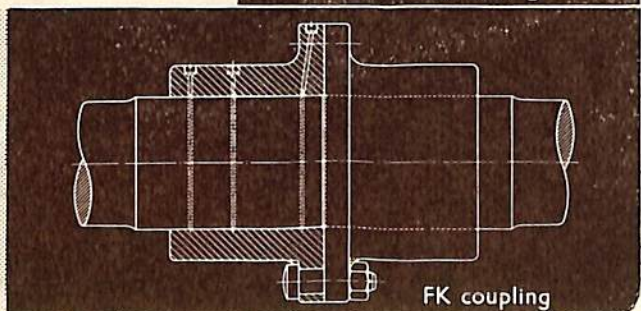
船舶用SKFトンネル・シャフト・ベ
アリング及びカップリングの御使用を乞ふ



Tunnel-shaft bearing

SKF

日本エス・ケイ・エフ興業株式会社
東京都港区芝公園七丁目の一
電話 芝(43) 0517・1593・3248



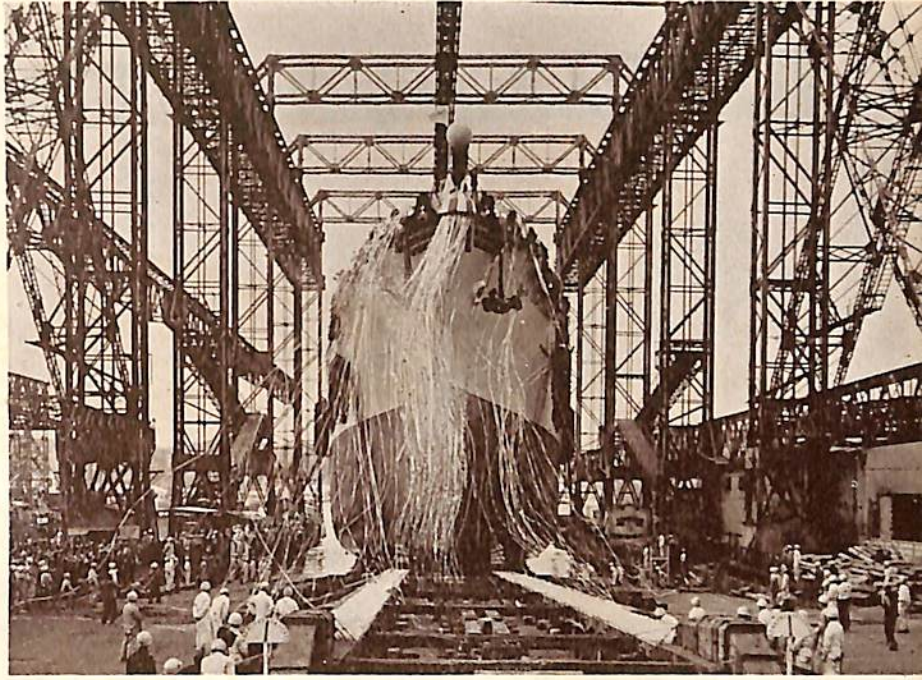
FK coupling

CAPTAIN ANASTASSIS

船主 SANTA CECILIA CO., LTD.

造船所 浦賀船渠株式会社

長(垂) 136.00 m 幅(型) 19.00 m
 深(型) 11.50 m 吃水 8.63 m
 総噸数 約 8,550 噸 載貨重量
 12,500 噸 速力 16.5 ノット
 主機 浦賀ブルザー-6 SAD 72 単動 2
 衝程スーパーチャージドディーゼル
 機関 1 基 出力 5,400 BHP ×
 125 RPM 船級 AB 起工 34
 -7-22 進水 34-11-11
 竣工 35-2 予定



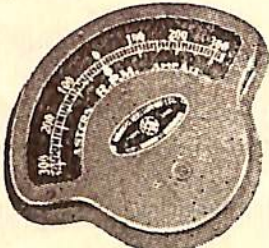
才 81 宝 幸 丸

船主 宝幸水産株式会社

造船所 株式会社 白杵鉄工所下り松造船所

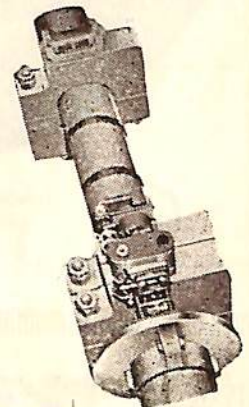
長(垂) 26.00 m 幅(型) 5.35 m
 深(型) 2.60 m 総噸数 約 85 噸
 速力 約 11 ノット 主機 ディーゼル機関 1 基
 出力 320 BHP 進水 34-11-20

船舶用の計器は
 信頼性ある倉本計器で!!



主機、補機用
電気回転計

- 回 轉 計 類
- ◇遠心力式回転計 ◇電気式回転計
 - ◇振動式回転計 ◇マグネット回転計
 - ◇時計式回転計 ◇超高速電子式回転計
 - ◇ストロボスコープ ◇特殊回転計
- 積 算 計 類
- ◇回転動 ◇往復動 ◇隔測電気式
トーション メーター類
 - ◇記録式光学換計 ◇直読式光学換計
 - ◇携帯用トーショグラフ ◇携帯振動計



創業32年



株式会社 倉本計器精工所

研野式光学換計

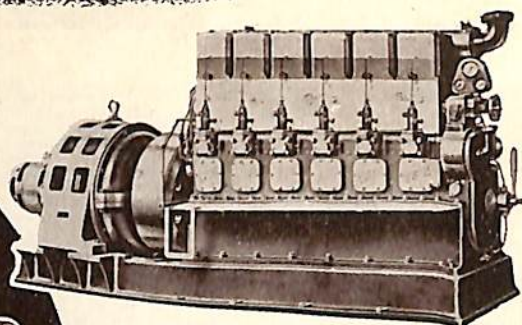
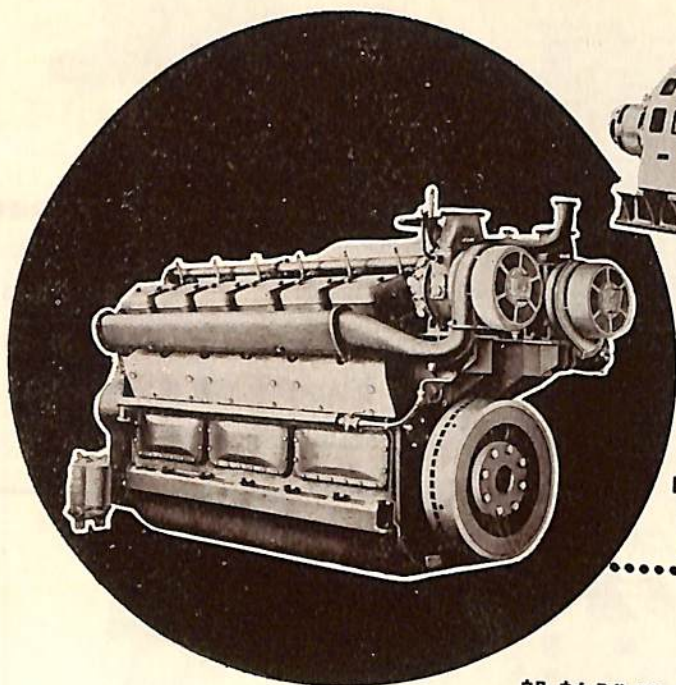
本社 東京都大田区原町6 電話 蒲田 (73) 2093 · 2623 · 1640
 柏工場 千葉県柏市柏 電話 柏 2 番

YANMAR DIESEL ENGINES



船舶補機に.....

ヤンマーディーゼル



6MSL
X 150 KVA

12ML-T

570馬力~600馬力

船舶補機用 2~600馬力



日本工業規格合格品

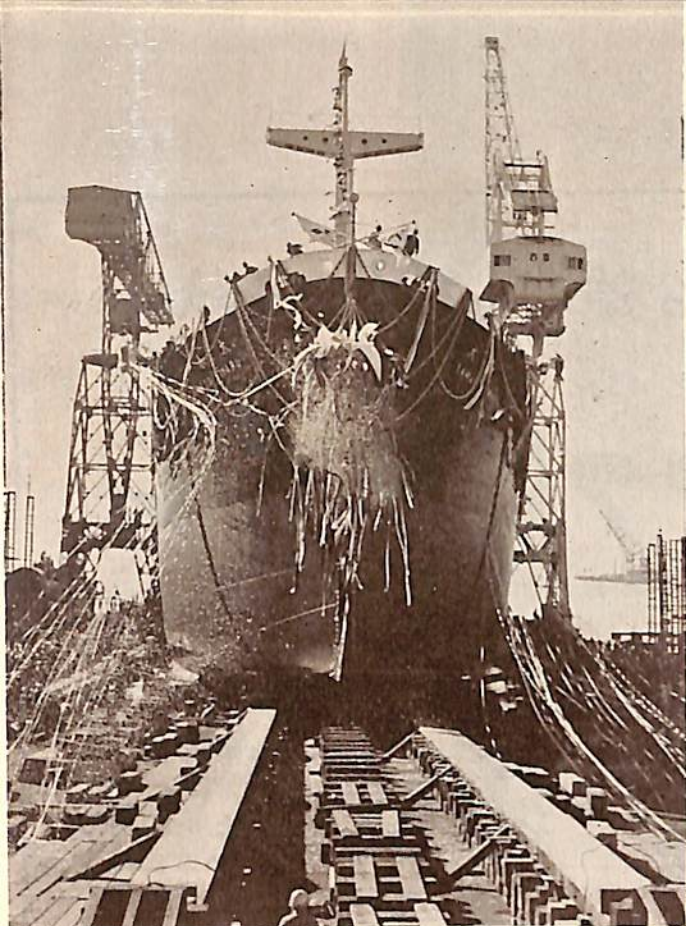
本邦唯一のディーゼル専門メーカー ヤンマーディーゼルでは
小は2馬力から.....大は600馬力に至る70余機種の
ディーゼルエンジンを生産しております。



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

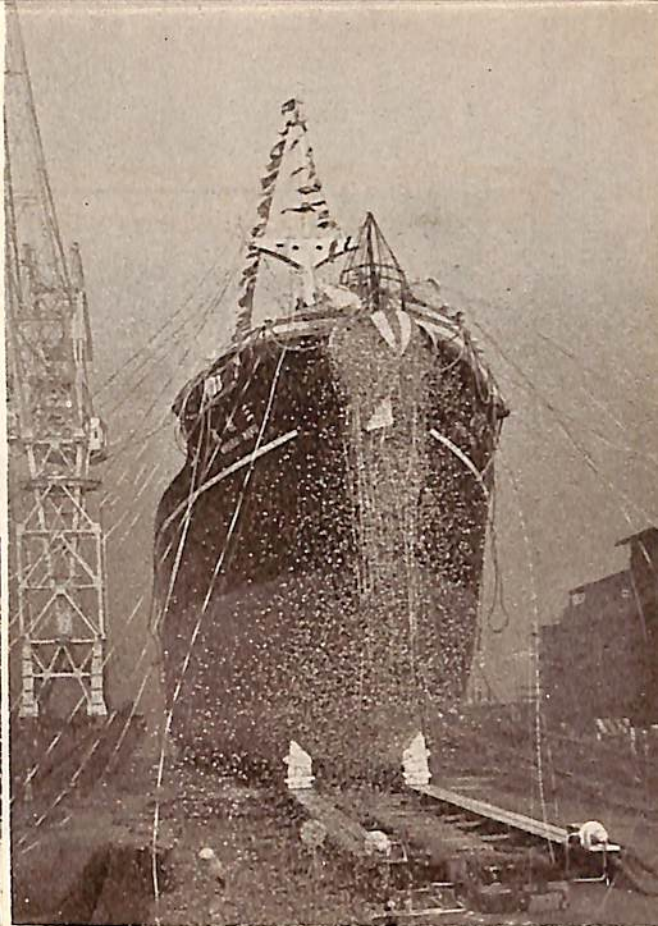
支店 大阪・東京・福岡・札幌・高松
出張所 金沢・岡山・旭川・別府



大 和 丸

船 主 広南汽船株式会社
造 船 所 三菱造船・広島造船所

長(垂) 122.9 m 幅(型) 18.4 m 深(型) 10.8 m
吃水 8.0 m 総噸数 7,050 噸 載貨重量 10,000 噸
速力 16.25 ノット 主機 三菱長崎ディーゼル機関
6 UEC^{65/125} 型 1 基 出力 5,700 BHP 船級 NK
起工 34-8-26 進水 34-12-18 竣工 35-3 未予定



三 原 丸

船 主 大洋海運産業株式会社
日本郵船株式会社
造 船 所 佐野安船渠株式会社

全長 126.40 m 長(垂) 118.00 m 幅(型) 16.80 m
深(型) 10.40 m 吃水 8.00 m 総噸数 約 5,900 噸
載貨重量 約 9,150 噸 速力 16 ノット 主機 過給機付
単動 2 サイクル無気噴油ディーゼル機関 1 基 横浜MAN
K 6 Z^{60/150} c 型 出力 4,500 BHP×150 RPM 船級 NK
起工 34-3-30 進水 34-11-30 竣工 35-1
下旬予定



株式會社 吳造船所

取締役社長 住 田 正 一

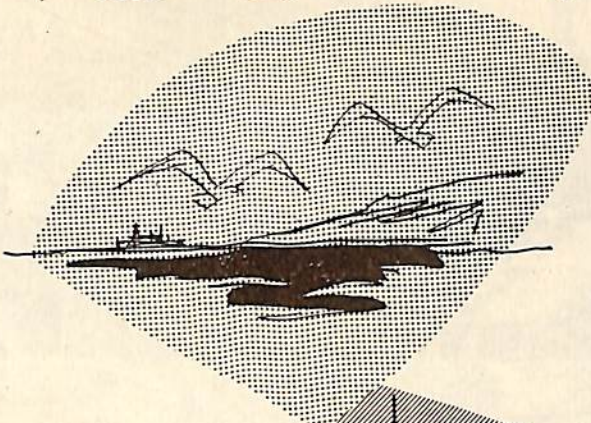
東京本社 東京都千代田区丸ノ内1丁目1番地 オ一鐵鋼ビル内
電話 東京 (20) 0 3 8 1 (代)
神戸事務所 神戸市生田区浪花町64番地 三の宮電メビル内
電話 神戸 (3) 3 7 7 6-8
吳造船所 吳市昭和通2丁目1番地
電話 吳 (2) 5 1 7 1 (代)



快適な船旅にソフトな床材

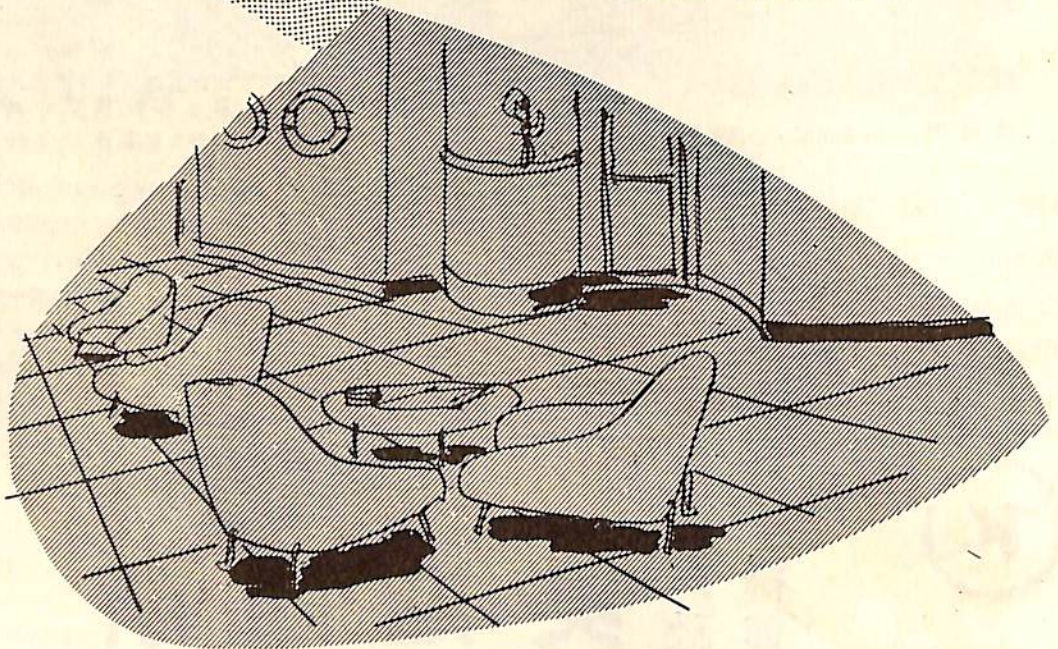
高級弾性床タイル

三星ソフトタイル



三星ソフトタイルは柔軟で、
弾性に富み感触が非常によく
美しい色調が16種以上用意し
てあります。

磨擦に強く褪色せず他の床材
の何れよりも永持ちします。



田島応用化工株式会社

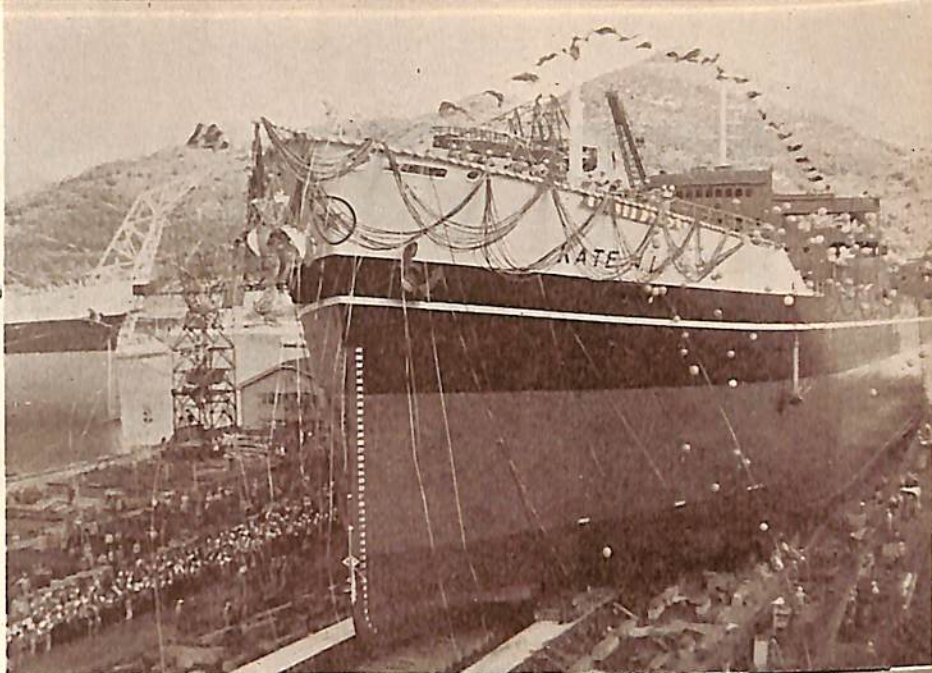
東京・東京都足立区小台町633 TEL 王子(91)代1181
大阪・大阪市西区京町堀上通1-14 TEL 大阪(44)代5951

KATE N. L.

船主 COMPANIA ARMADORA
TRANSOCEANICA, S. A.

造船所 株式会社播磨造船所

長(垂) 204.00 m 幅(型) 28.20 m
深(型) 14.60 m 吃水 10.85 m
総噸数 約 24,400 噸 載貨重量
39,200 噸 速力 17 ノット
主機 蒸気タービン 1 基 出力
17,600 SHP 起工 34-7-2
進水 34-11-20 竣工 35-2 中旬
予定

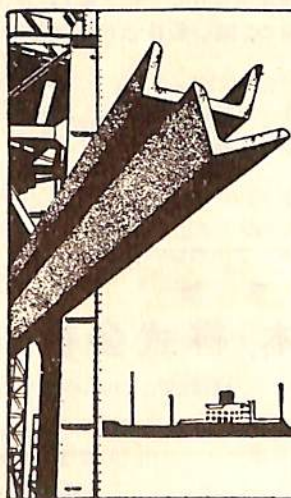


NIKITAS ROUSSOS

船主 MARITIME CARRIERS,
LTD.

造船所 新三菱重工業・神戸造船所

全長 約 177.00 m 長(垂) 164.00 m
幅(型) 22.60 m 深(型) 13.10 m
吃水 9.25 m 総噸数 約 13,900 噸
載貨重量 約 20,000 噸 速力
16 ノット 主機 三菱神戸ズルザ
ー 2 サイクル 単動スーパーチャ
ージディーゼル機関 1 基
出力 10,700 BHP 船級 A B
起工 34-5-21 進水 34-9-23



新しい時代のために...

新しい動力源としての原子力の活用——あらゆる生産設備のオートメーション化——いま、世界の産業界は第3次産業革命の暁を迎えようとしています。この達成によってこそ、より豊かな文化生活が築かれます。

それには良質の鉄鋼が大量に必要です。富士製鐵は、鉄鋼の飛躍的増産のため第2次設備合理化計画を立て、その完遂にあらゆる努力を続けています。

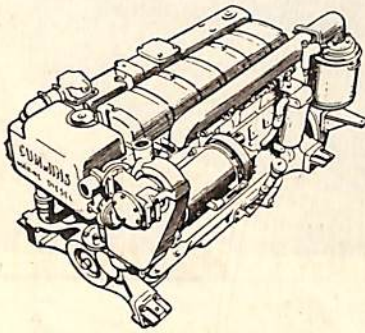
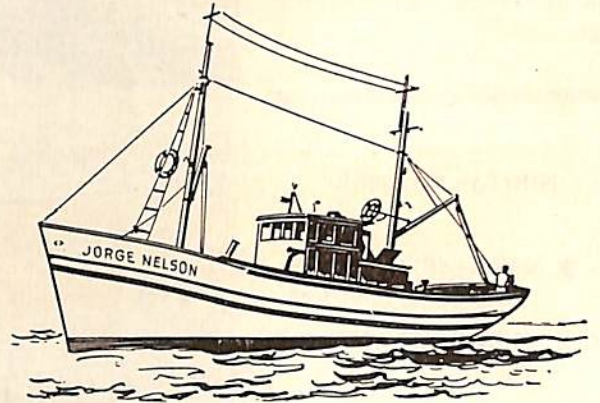
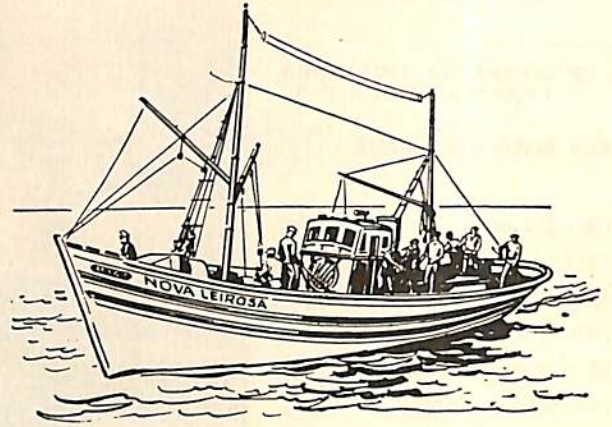


富士製鐵株式会社

本社：東京・日本橋 工場：室蘭・釜石・広畑・川崎

あらゆる
船舶用エンジンの
御計画
御需要は

カミンズの
ディーゼルで
統一して
下さい



カミンズの船舶用ディーゼル・エンジンには、あらゆる種類
が取揃えてあり、哨戒艇、曳船、ドロッガー、トロール船、
網曳船、ロッガー、網曳(大網)船、タッグボート、カキ船、
沿岸運搬船、その他遊戯用ボートに使用できます。

カミンズのエンジンには100馬力から、1,120馬力まで24種
類があり、船の形、大きさ、速力、作業の種類に正しく適し
たものがあります。

作業費を最低におさえるため、カミンズ・エンジンは、4廻
転作動、取換可能の湿式ライナー、防塵および信頼でき燃料
を節約するPTオイル系統の諸設備を有しております。カミ
ンズの船舶用エンジンの色は白で、暗い船体でも良く見え、
管理を容易にします。

お求めのカミンズ エンジンは一年間保証附で部品・サービ
スの御用立ては下記弊社で取扱っております。

詳細は下記にお問合せ下さい。

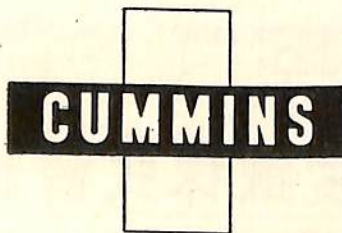
カミンズ・ディーゼル・エクスポート・コーポレーション
日本総代理店

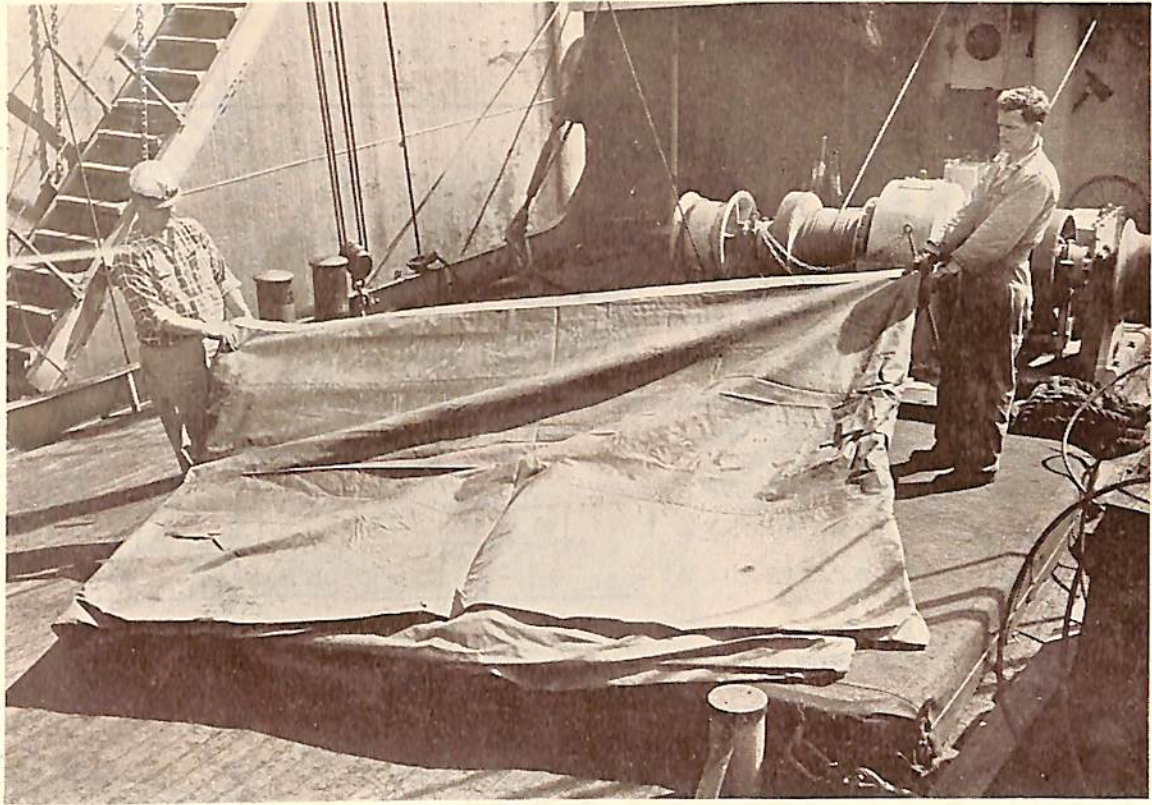
フレージャー国際(日本)株式会社

東京都千代田区丸の内2ノ6 八重洲ビル 401号

電話 (28) 4431~5

大阪・江商ビル (23) 5948~9 札幌・日機サービス内 (3) 2755





Du Pont Neoprene 製防水用及び耐候用のデッキ及びハッチ用引布は、ずっと長持ちし……維持費の節約をもたらします。

デュポン製ネオプレン合成ゴムで被覆した、強度の高いナイロン製の船舶用ターポリンは船のデッキ及びハッチに使用して、軽くて、しかも長持ちする覆いとして最適です。

ネオプレン製引布は、カビ、日光、油、グリース、海水、風雨、摩耗及び激しい屈曲に耐えます。氷点下の温度でも柔軟性を失いませんし、重量も軽く、一枚だけで、三倍重いキャンバス型防水布の役目を果たします。非常に長持ちするので取り換えの手間がはぶけ、したがって、コストの削減に役立ちます。

米国に於ける船上での種々の試験の結果、デュポン製ネオプレン引布は 23.3°C から 48.9°C に至る温度下であらゆる種類の気候に三年間曝しても、依然として新しいものと変わりませんでした。

詳細につきましては下記弊社にお問合せ下さい。なお資料に関しましては何卒クーポンを御利用下さい。

製造元 **E. I. du Pont de Nemours & Co., (Inc.)**
Wilmington, Delaware, U. S. A.

DU PONT NEOPRENE



創立 1802

化学を通じ……より良き生活のため、より良き製品を

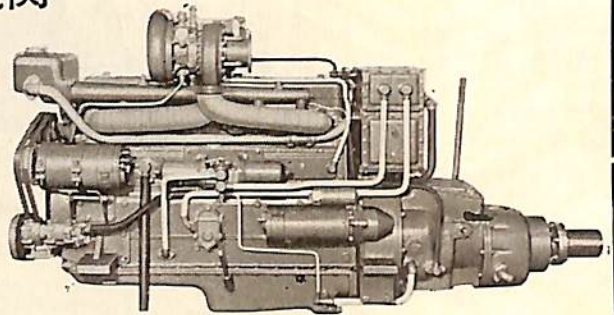
DU PONT 日本総代理店	
アメリカン・トレーディング・カンパニー(ジャパン)リミテッド	
東京都港区芝公園7号地の1 SKFビル	電話(43)5140~6
大阪府南区安堂寺橋通り2の47	電話(25)6593~8
(御 芳 名)	(所 属 部 署)
(御 社 名)	(御 住 所)
このクーポンをお切取りの上、上記代理店宛お送り下さい。 資料を差し上げます。 "Shipping" --- 1/66 --- J.	

いすゞ船用ディーゼル機関

ターボチャージド

DH100T-MF6RC型

13.5米型交通艇



小型高速ディーゼルを主機とする半滑走型高速艇の建造は、速力の点で失敗に帰する場合が少なくありません。

その原因は、排水量の増加や主機関の出力低下が主なるものとされておりますが、基本計画がすでに無理な条件の下に作成される場合があるようです。

これは、小型で軽量の、信頼のできる適当な機関が得られなかったためですが、こんど製造された……

“いすゞ DH100 T-MF6 RC” エンジンはこの種の目的にはじめて合致するものです。

広く各方面の御採用を懇請致します

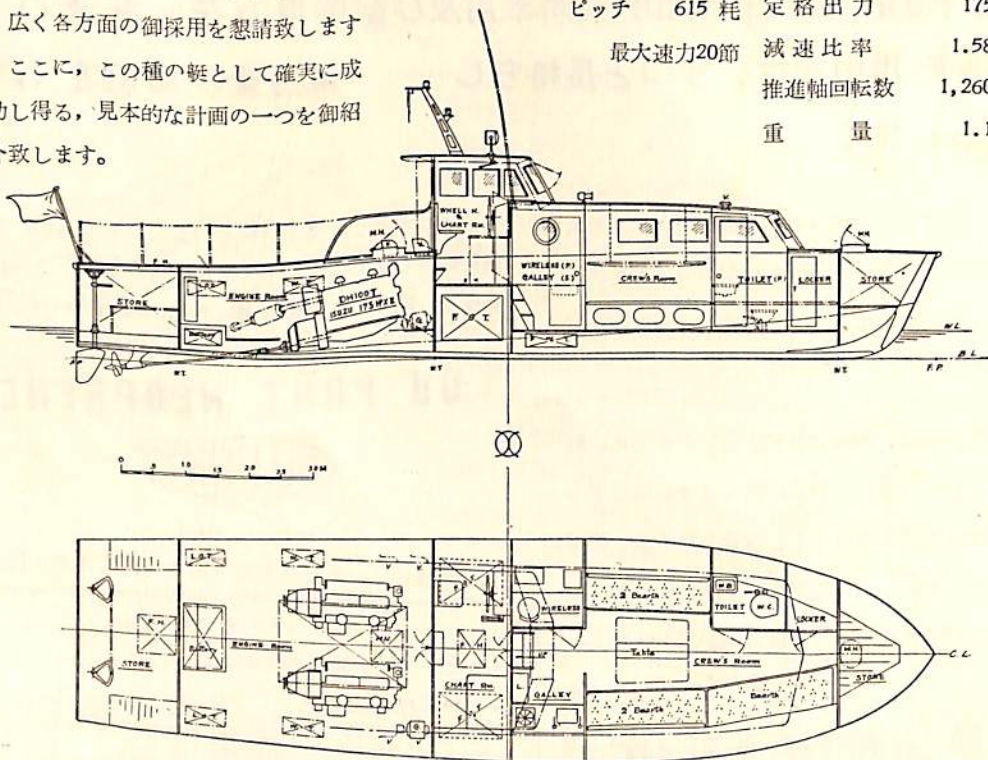
ここに、この種の艇として確実に成功し得る、見本的な計画の一つを御紹介致します。

船 体

主 機

木造組立肋骨2重張軽量構造 **DH100T 過給 175馬力2台**

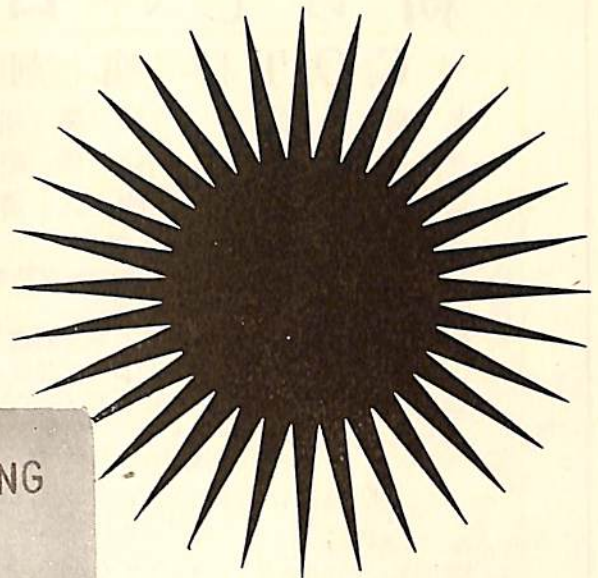
全 長	13.500 米	気 筒 数	6
全 幅	3.600 米	気 筒 径	115 耗
深 さ	1.600 米	衝 程	150 耗
排 水 量	12.000 吨	総排気量	9,384 立
推 進 器 直 径	580 耗	定 格 回 轉 数	2,000 毎 分
ピ ッ チ	615 耗	定 格 出 力	175 馬 力
最大速力20節		減 速 比 率	1.58 対 1
		推 進 軸 回 轉 数	1,260 毎 分
		重 量	1.150 吨



東京都中央区銀座3の2
(5705)

東京ボート株式会社

電話 (56) 5400, 5501



船舶用空気調和装置

FLAKTFABRIKEN社 (スウェーデン) の
MINIDUCTは数々の利点を有しており
我が国でも既に

- 47,000 DWT 油槽船 二隻
 - 34,000 DWT 〃 二隻
 - 20,000 DWT 貨物船 一隻
 - 19,500 DWT 油槽船 二隻
- に装備しました

尚、手持工事として

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 40,000 DWT 油槽船 一隻 | 20,000 DWT 貨物船 一隻 |
| 39,000 DWT 〃 一隻 | 18,200 DWT 穀物運搬船 一隻 |
| 34,000 DWT 〃 一隻 | |

があります

●カタログをご請求下さい



株式会社 ガデリウス商会

東京都港区赤坂広馬町3-19
神戸市生田区京町67モーシエビル
福岡市上辻ノ堂町26ナショナルビル

電話(408)代表2131-2141
電話(3)代表 6241
電話(3)代表 4134

新しいロープ防腐剤

C.O.T 防腐剤

淡 褐 青 色	防 腐 強 力
寒 冷 不 凍	防 黴 絶 大
価 格 低 廉	耐 久 増 大

御採用官庁

防衛庁 艦船用・自動車用ロープ防腐
海上保安庁 船舶用ロープ防腐
國有鉄道 貨車・自動車用ロープ防腐
林野庁 伐採及自動車用ロープ防腐
諸官庁で御使用の麻ロープにはC.O.T防腐加工と御指定されています。

漁業

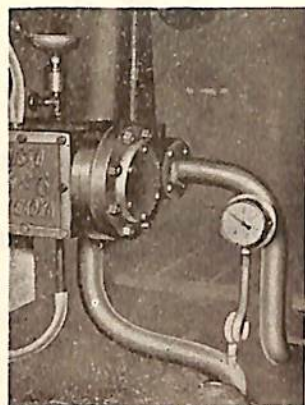
水産庁東海区水産研究所にて試験の結果優秀の御推賞を賜る。

御使用法

- ☆ 製綱会社の方はロープ・岩糸・トワイン製造のとき麻綱油のかわりにC.O.T防腐剤を御利用下さい。
- ☆ 漁業者の方はC.O.T防腐剤を浸漬（どぶづけ）にて使用されても結構です。

博信工業株式会社

本社 東京都港区西久保櫻川町6番地 TEL (58) 2391~4
工場 埼玉県川口市前川町4丁目116番地



スリーボンド



技術革新の出発点

刷毛塗りするだけで密着し、高度の耐油・耐熱・耐水・耐圧・耐化学性等に優れ、どんな漏洩も絶対に防止できる新しい液状パッキングです。

●株式会社 東京スリーボンド

●本社 東京都大田区桃谷町4-6 電話(74)0251

●大阪営業所 大阪市北区綿屋町22 電話(36)6003 ●名古屋営業所 名古屋市中区円上町2-1 電話(88)0035



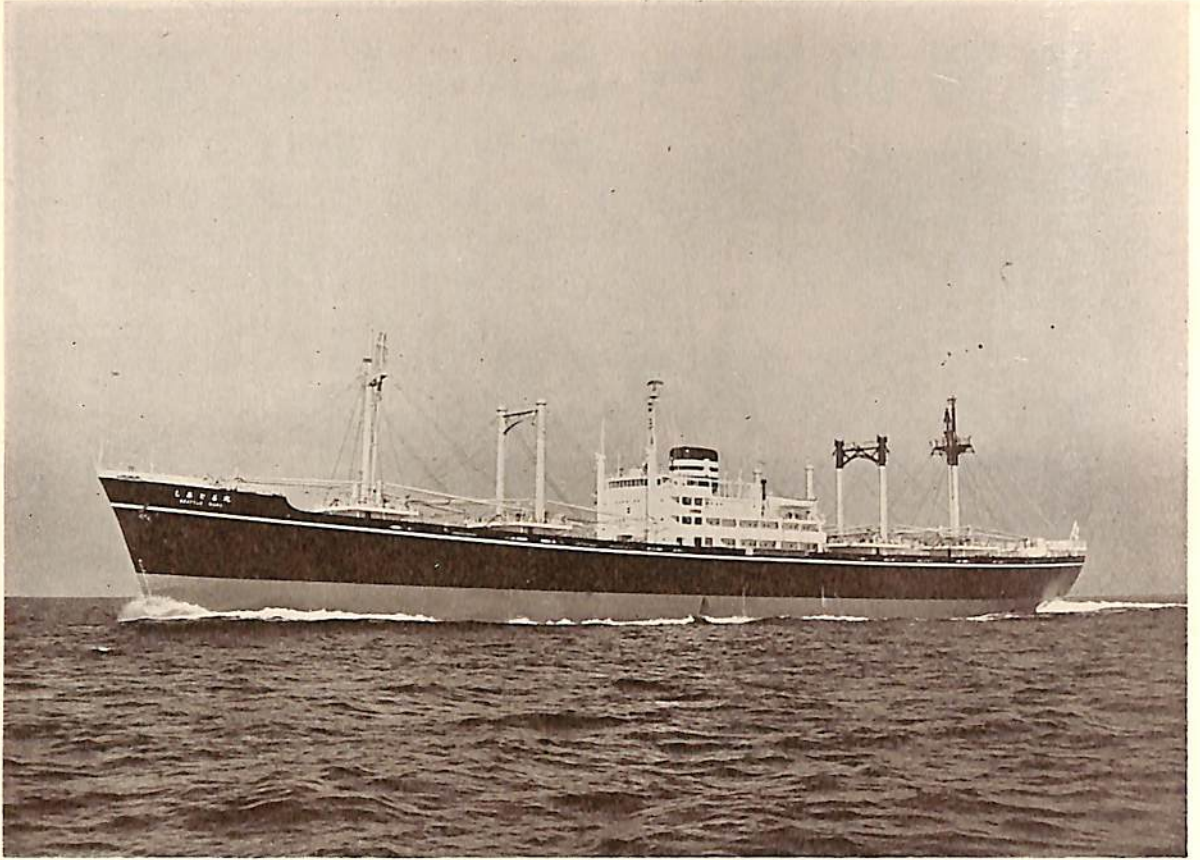
ゆうぐれ

(デimos工事完成)

船主 防衛庁

造船所 石川島重工業株式会社

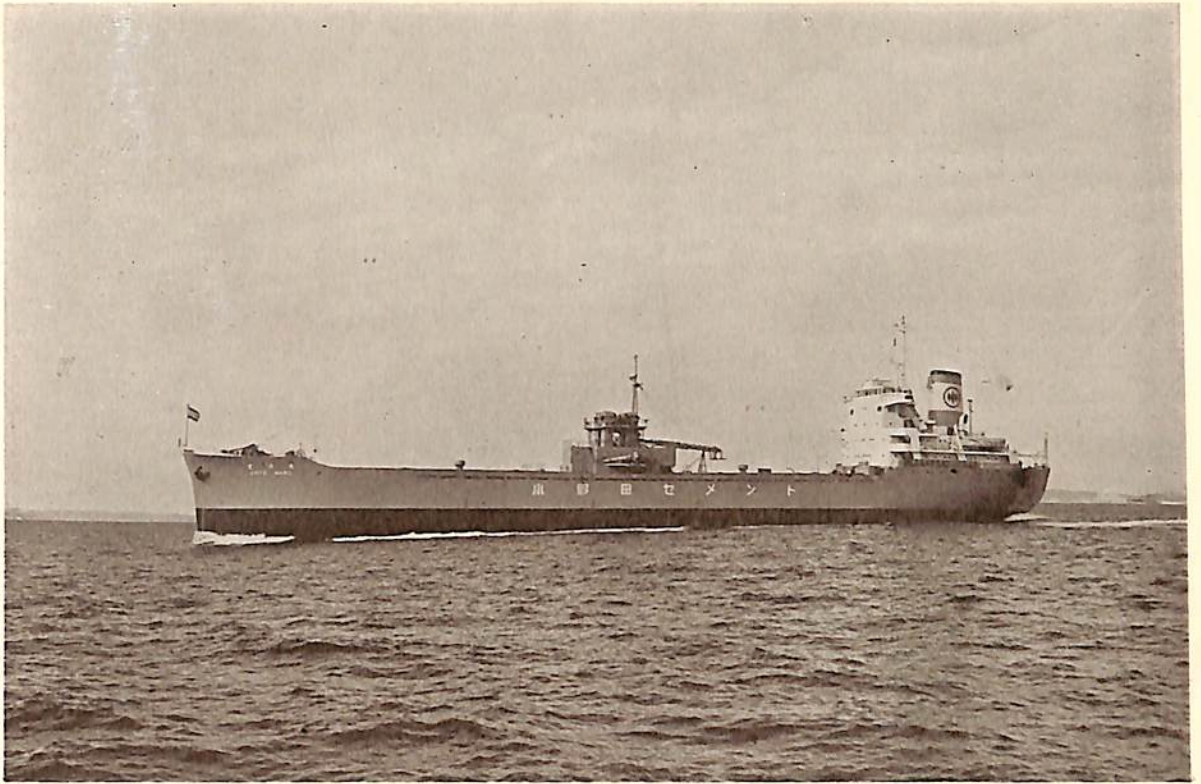
全長	長	376'-4"
長	(垂)	369'-0"
幅	(型)	39'-7 ¹ / ₂ "
深	(型)	22'-7 ⁷ / ₈ "
吃水		約 12'-9 ¹ / ₂ "
排水量		約 2,670噸
主機		タービン2基
出力		30,000 SHP × 2
完成		34-12-17



しあとる丸

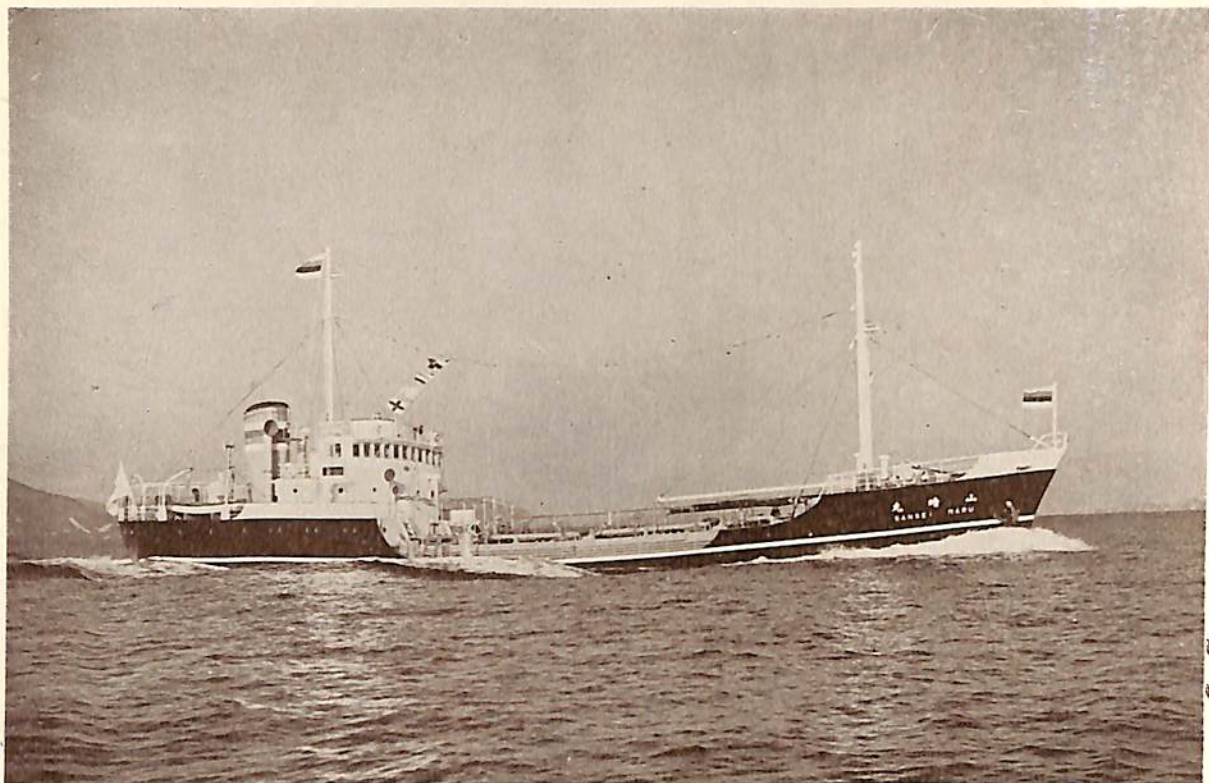


長栄丸

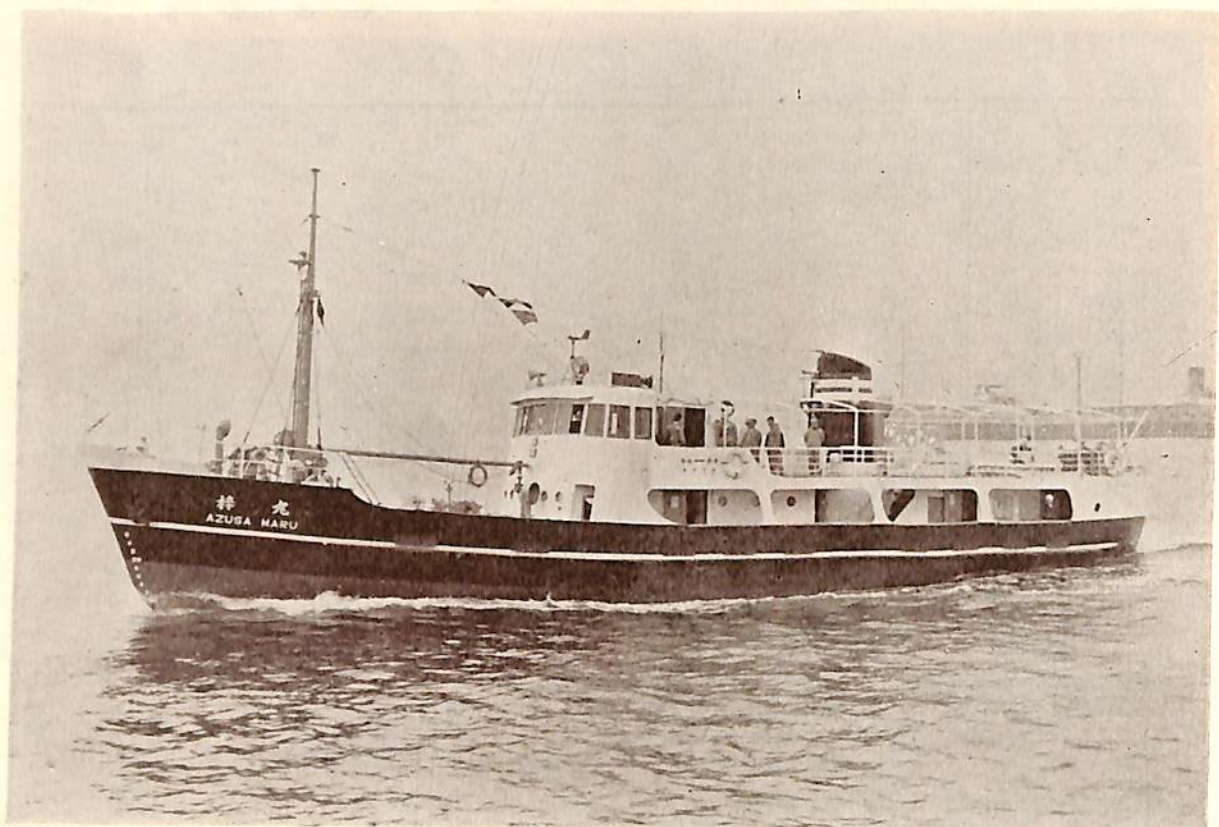


丸 洋 雲

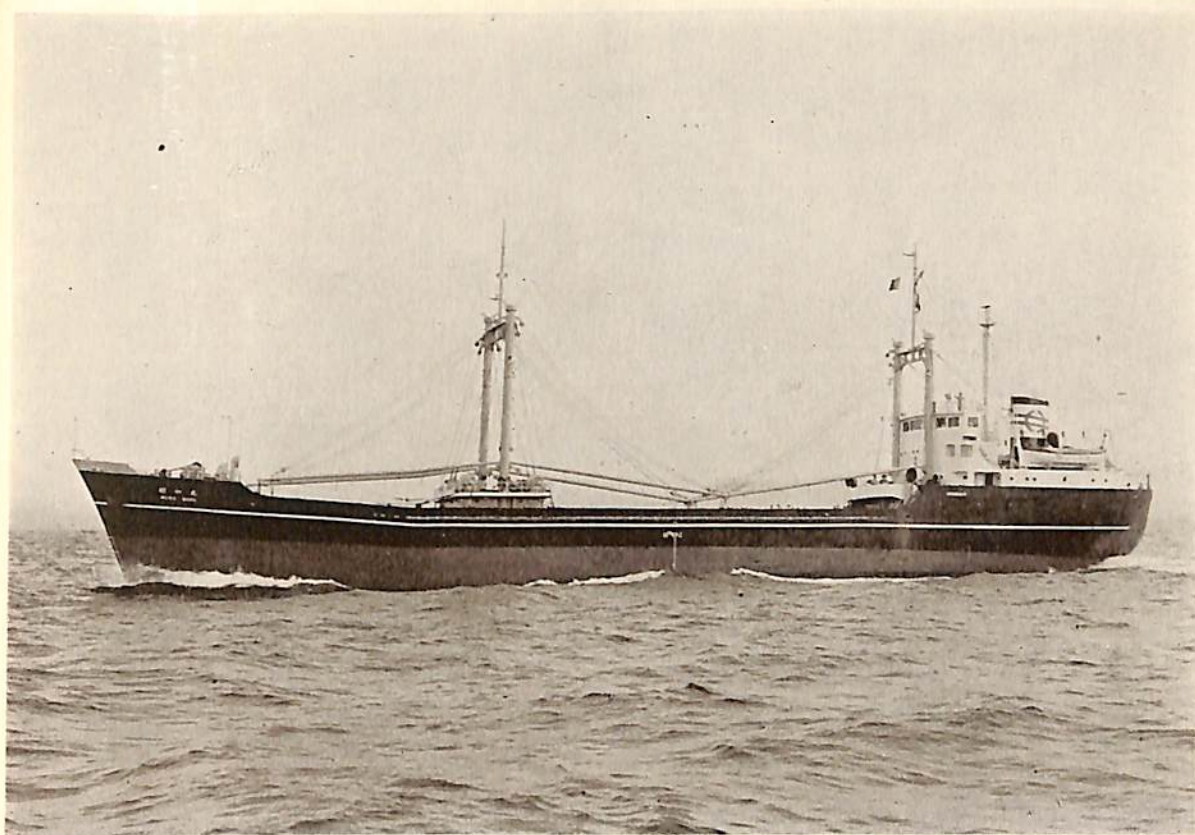
船名		しあとのる丸	長 栄 丸	丸 洋 雲
要目				
全長		約 156.13 m	221.50 m	
長	(垂)	145.00 m	213.00 m	120.00 m
幅	(型)	19.40 m	30.50 m	17.80 m
深	(型)	12.50 m	15.60 m	9.00 m
吃水		9.18 m	約 11.35 m	6.50 m
総噸数		約 9,250 噸	約 29,200 噸	6,100 噸
載貨重量		約 12,000 噸	約 46,850 噸	7,550 噸
速力		17.4 ノット	約 16 ノット	13.5 ノット
主機		三菱神戸ズルザー 2 サイクル単動スーパーチャージドディーゼル機関 (9 RSAD-76) 1 基	クロスコンパウンドギヤードインパルスタービン 1 基	浦賀ズルザー 7 TAD 48 単動 2 サイクルターボチャージドディーゼル機関 1 基
出力		12,000 BHP	17,600 SHP	2,800 BHP × 235 RPM
船級		NK, AB	NK, AB	N K
起工		34-3-27	34-3-19	34-6-19
進水		34-8-20	34-10-22	34-10-1
竣工		34-11-13	34-12	34-11-27
船主		大阪商船株式会社	日東商船株式会社	小野田セメント株式会社
造船所		新三菱重工業・神戸造船所	株式会社呉造船所	浦賀船渠株式会社



山 崎 丸

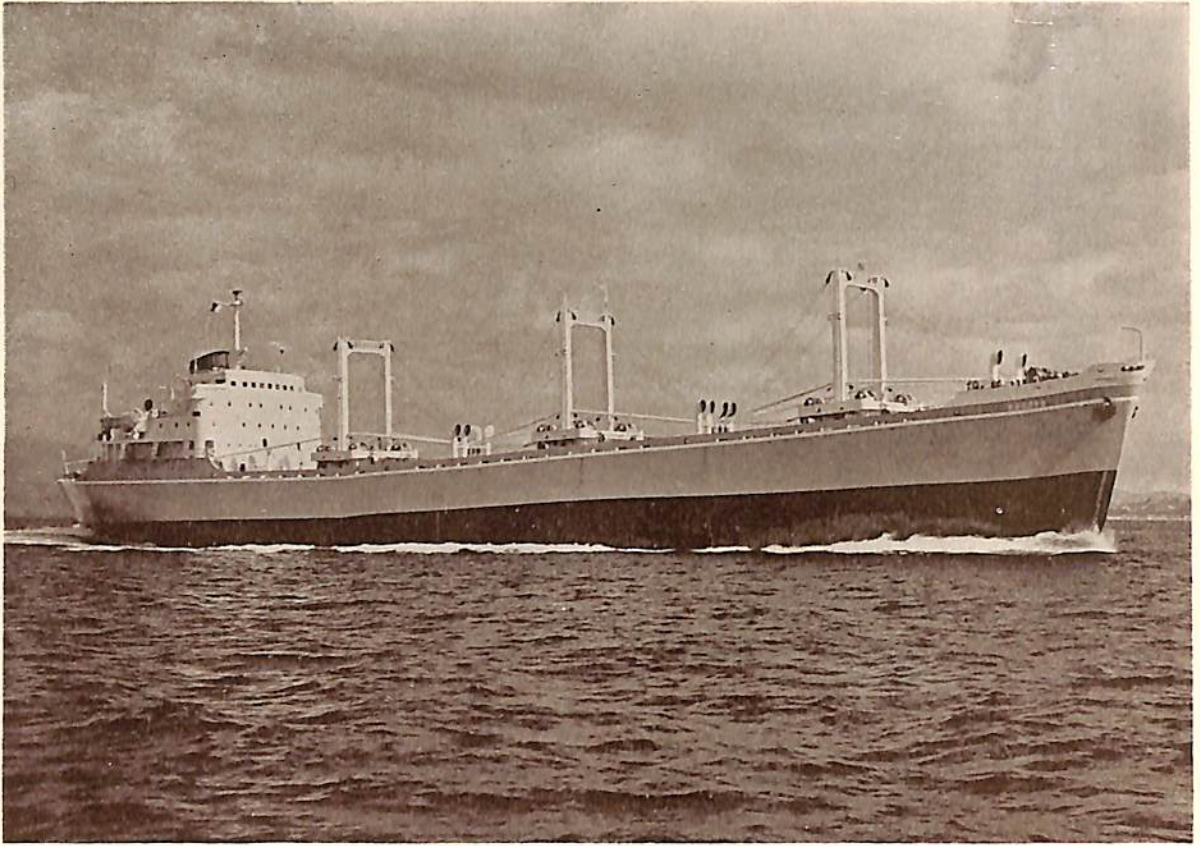


梓 丸

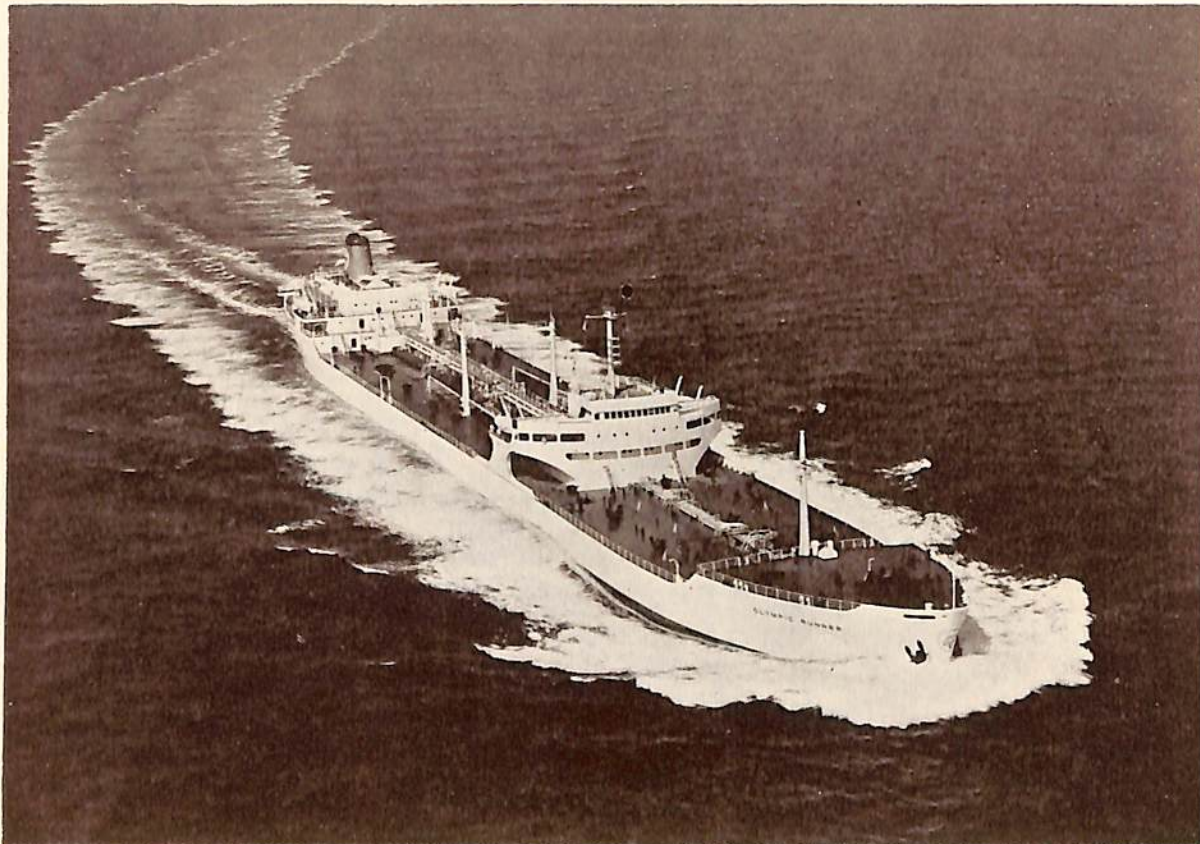


明 和 丸

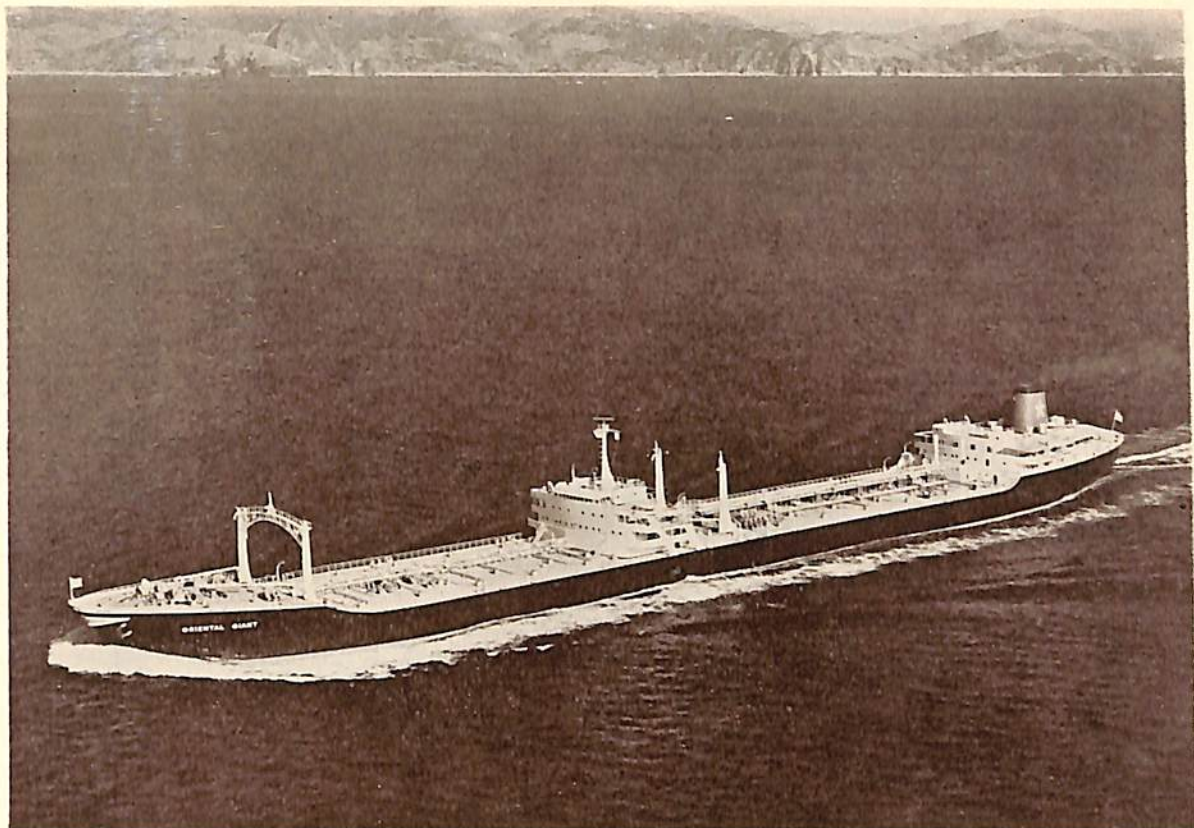
船名		山 晴 丸	梓 丸	明 和 丸
要 目				
全 長		52.08 m	31.67 m	82.98 m
長 (垂)		47.00 m	29.00 m	77.50 m
幅 (型)		9.00 m	5.70 m	12.00 m
深 (型)		4.30 m	2.50 m	6.00 m
吃 水		4.086 m	1.80 m	5.148 m
総 噸 數		588.93 噸	121.10 噸	1,594.87 噸
載 貨 重 量		857.50 噸	37.42 噸	2,582.30 噸
速 力		12.133 ノット	12.05 ノット	14.3 ノット
主 機		4 サイクル単動無気噴油 過給機付ディーゼル機関 新潟鉄工所 M6F 313型 1基	日本発動機製 4 サイクル 単動無気噴油ディーゼル 機関 1 基	新潟鉄工所 M6 F43 CHS 過給機付単動 4 サイクル 無気噴油ディーゼル機関 1 基
出 力		650 BHP × 365 RPM	320 BHP × 400 RPM	1,500 BHP × 275 RPM
船 級		N K		N K
起 工		34-5-9	34-8-20	34-7-25
進 水		34-9-30	34-10-30	34-10-6
竣 工		34-11-14	34-12-2	34-11-30
船 主		田淵海運株式会社	九州郵船株式会社	共和海運産業株式会社
造 船 所		尾道造船株式会社	佐野安船渠株式会社	佐野安船渠株式会社



KOSOVO

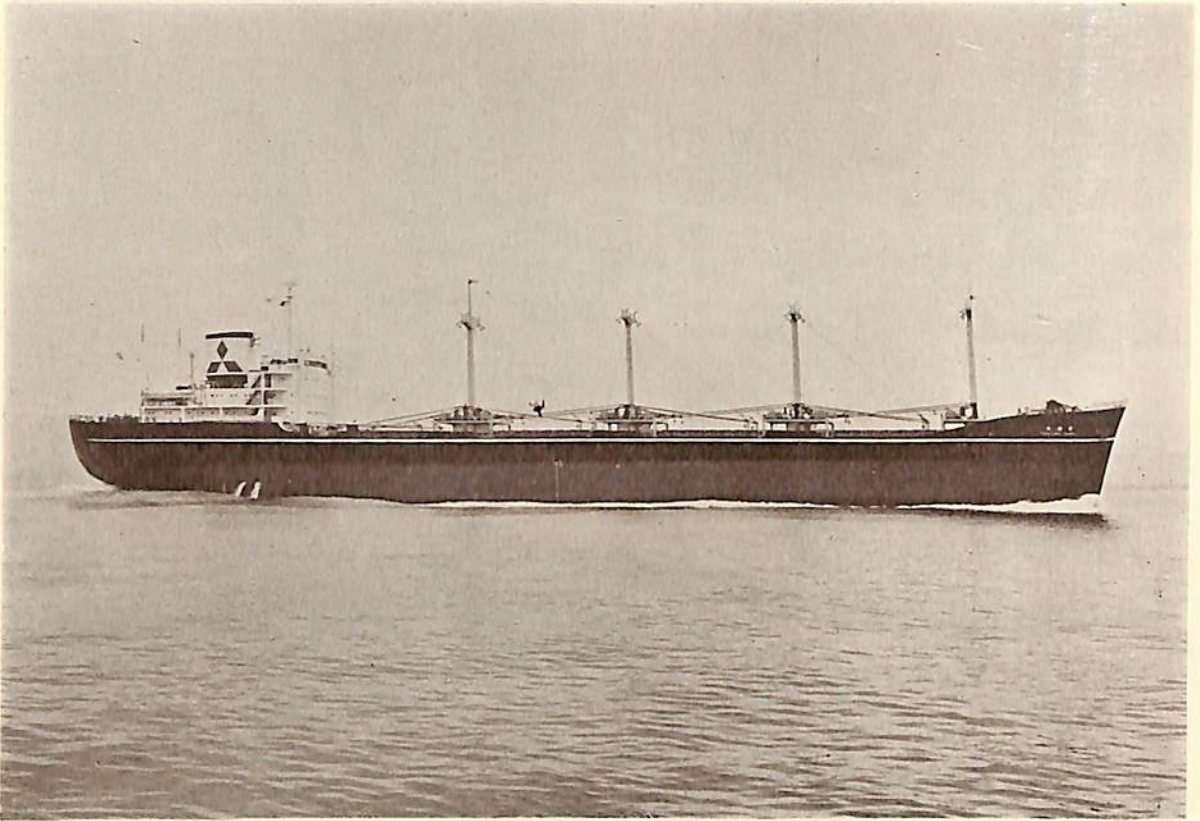


OLYMPIC RUNNER

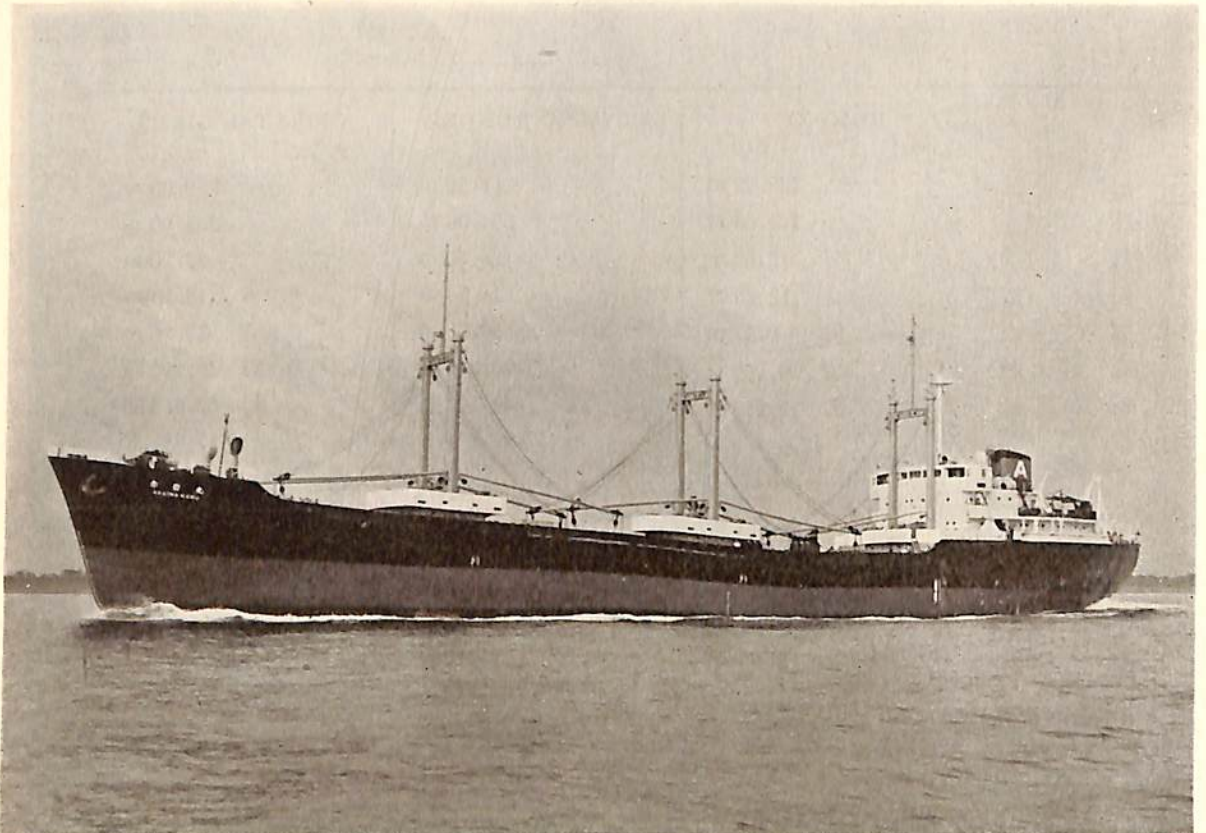


ORIENTAL GIANT

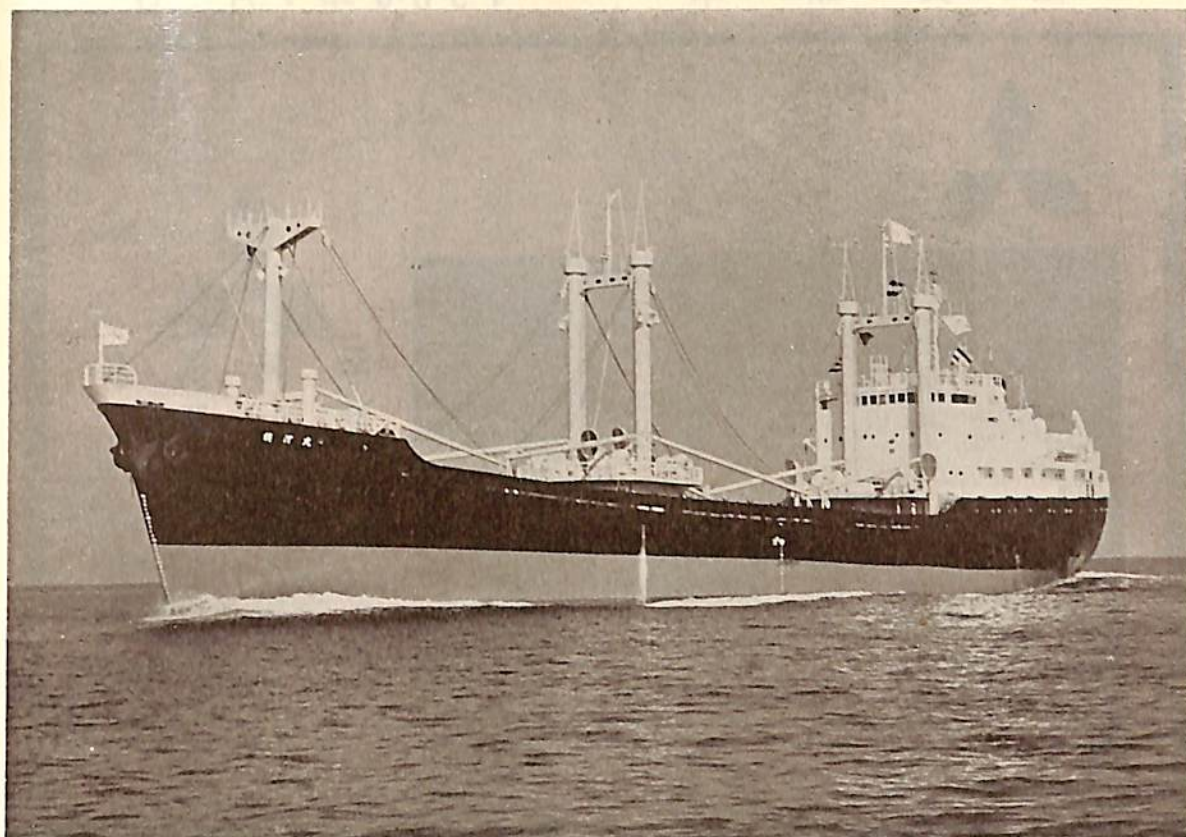
船名		KOSOVO	OLYMPIC RUNNER	ORIENTAL GIANT
要目				
全長		158.22 m	211.80 m	259.00 m
長(垂)		149.63 m	204.00 m	245.00 m
幅(型)		19.65 m	28.80 m	32.90 m
深(型)		12.65 m	14.70 m	18.50 m
吃水		約 9.37 m	10.78 m	13.26 m
総噸数		約 10,900 噸	23,280 噸	約 40,800 噸
載貨重量		約 15,500 噸	40,112 噸	約 67,800 噸
速力		17.5 ノット	17.92 ノット	17 ノット
主機		飯野スルザ-8 SAD 72.2 衝程単動スーパーチャージ ジドディーゼル機関1基	二段減速歯車付蒸気ター ビン1基	石川島クロスコンパウンド ダブルリダクションギヤード スチームタービン1基
出力		7,200 BHP × 125 RPM	18,000 SHP × 105 RPM	22,000 SHP
船級		L R	L R	AB, LR
起工		34-2-25	33-10-1	34-12-18
進水		34-7-6	34-4-11	34-8-31
竣工		34-10-20	34-11-16	34-12-8
船主		JUGOSLAVENSKA LINIJSKA PLOVIDBA, YUGOSLAVIA	LUXOR SHIPPING COMPANY S.A.	TANKER SERVICES, INC, LIBERIA.
造船所		函館ドック株式会社	三菱日本重工業・横浜造船所	佐世保船舶工業株式会社



富 浦 丸



赤 岩 丸

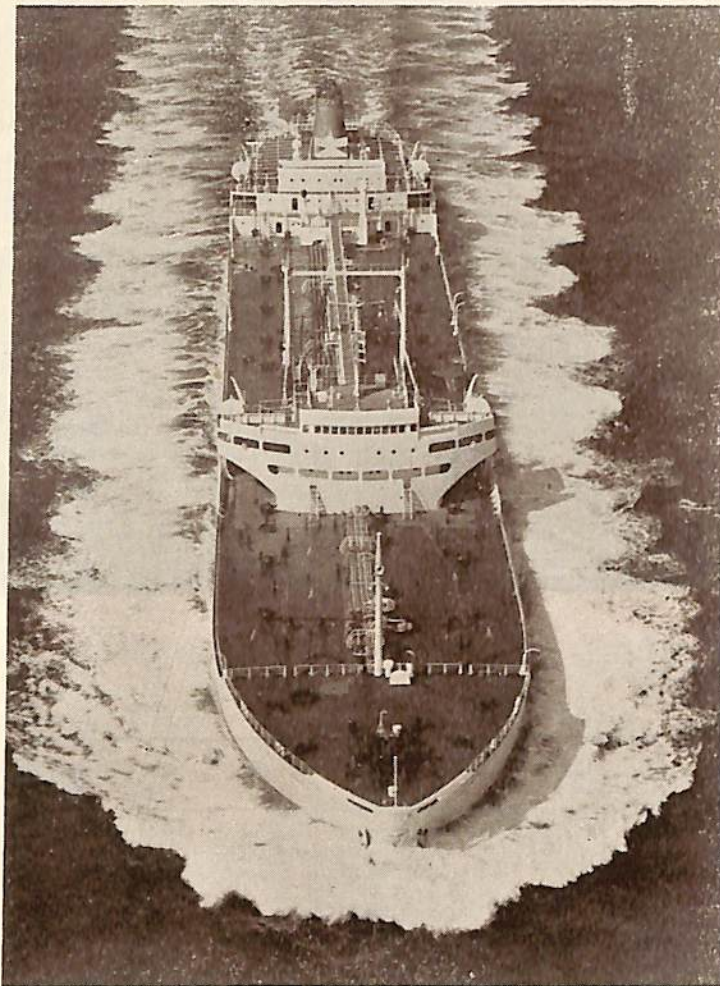


幌 河 丸

船 名		富 浦 丸	赤 岩 丸	幌 河 丸
要 目				
全 長	長	156.60 m	110.115 m	
長 (垂)	(垂)	147.00 m	101.98 m	85.00 m
幅 (型)	(型)	20.40 m	15.00 m	13.00 m
深 (型)	(型)	11.30 m	7.80 m	6.90 m
吃 水	水	8.50 m	6.43 m	5.85 m
総 噸 数	噸 数	9,993.81 噸	3,344.23 噸	約 2,300 噸
載 貨 重 量	噸 数	15,557.30 噸	5,378.82 噸	約 3,500 噸
速 力	速 力	16.044 ノット	14.843 ノット	約 11.5 ノット
主 機	機	横浜 MAN 単動二衝程 6 気筒排気ガスタービン過 給機付ディーゼル機関 K6Z ⁷⁰ / ₁₂₀ C 型 1 基	伊藤鉄工所製 M476 HS ディーゼル機関 1 基	阪神内燃機製単動 4 サイ クルディーゼル機関 1 基
出 力	力	5,400 BHP × 120 RPM	2,100 BHP × 250 RPM	2,100 BHP
船 級	級	N K	N K	N K
起 工	工	34-3-11	34-3-14	34-3-24
進 水	水	34-10-1	34-9-24	34-9-24
竣 工	工	34-11-21	34-11-15	34-11-30
船 主	主	三菱海運株式会社 日本鉾石輸送株式会社	旭海運株式会社	晴海船舶株式会社
造 船 所	所	三菱日本重工業・横浜造船所	株式会社金指造船所	四国ドック株式会社

謹 賀 新 年

1960年1月1日



船 舶 ・ 艦 艇 新 造 修 理
横 浜 M ・ A ・ N テ ィ ー ゼ ル 機 関
船 用 三 菱 横 浜 C - E ボ イ ラ
三 菱 横 浜 可 変 ピ ッ チ プ ロ ペ ラ

大型油槽船「オリンピック ランナー」 載貨重量 40,112 吨

三菱日本重工業株式会社

取締役社長 櫻 井 俊 記

本 社	東京都千代田区丸ノ内2の4	電話 東京 (28) 2351 (大代)
大阪営業所	大阪市北区梅田町47 新阪神ビル	電話 大阪 (36) 7531 (代)
札幌営業所	札幌市北二条西3の1 越山ビル	電話 札幌 (4) 0181 (代)

謹 賀 新 年

1960年1月1日



船 舶
新 造 修 理



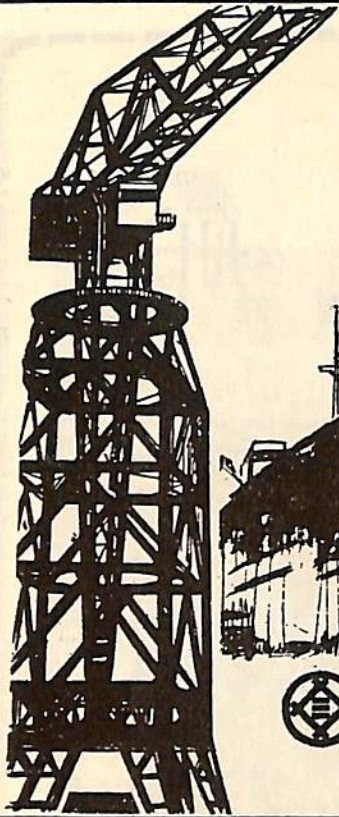
新三菱重工業株式会社

本社船舶部 東京都千代田区丸の内2の10 電話 東京 (211)3411

神戸造船所 神戸市兵庫区和田崎町3 電話 神戸 (6) 5061

謹 賀 新 年

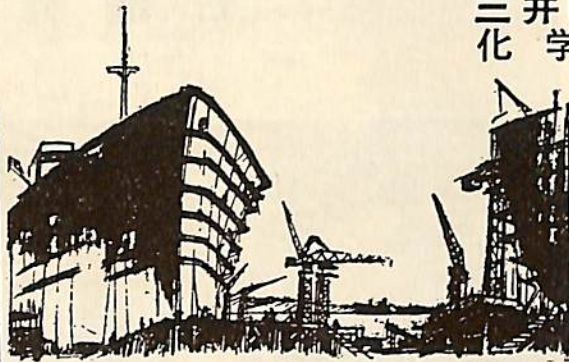
1960年1月1日



MITSUI

SHIPBUILDING & ENGINEERING Co., Ltd.

船舶造修
三井B & Wディーゼル機関
化学工業用機械



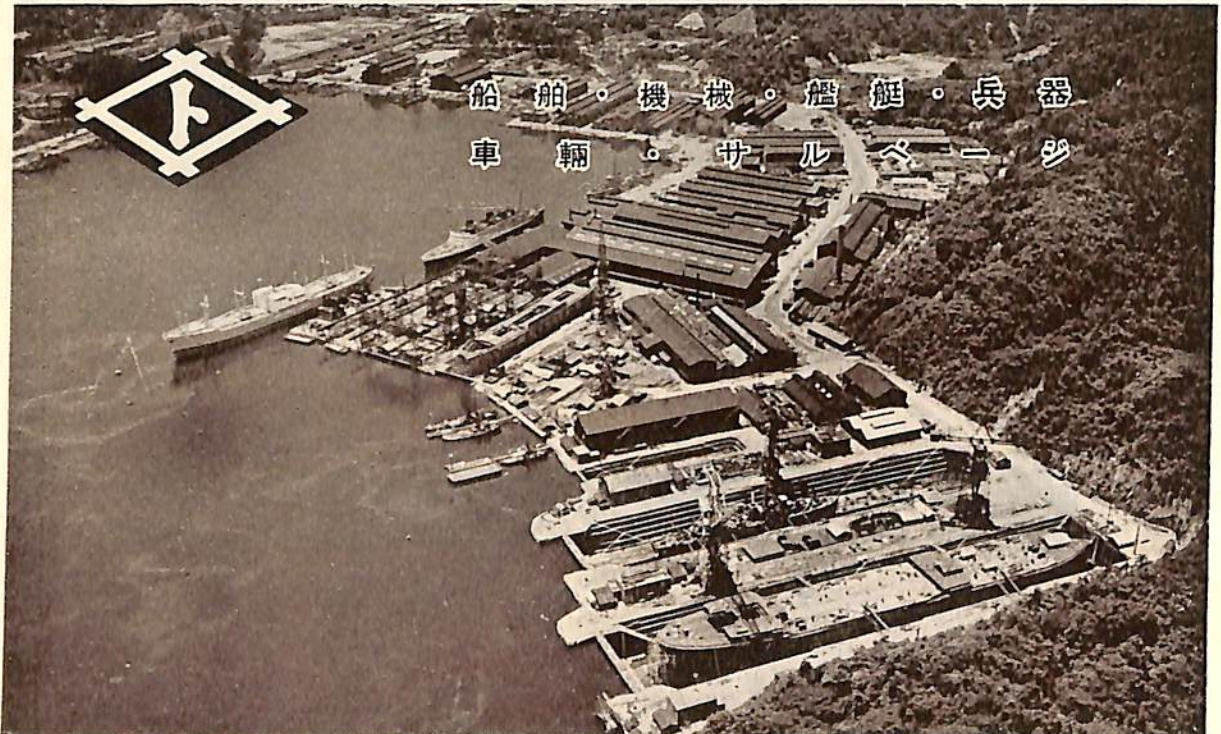
三井造船株式会社

本社
玉野造船所
神戸営業所
大阪営業所

東京都中央区日本橋2ノ1 電話日本橋(24)2101-9
岡山県玉野市玉10 電話玉野3111-9, 3121-8
神戸市生田区海岸通3(海岸ビル) 電話三宮(3)2347-9
大阪市北区中之島(三井ビル) 電話土佐堀(44)7501-4557
3931-9



船舶・機械・艦艇・兵器
車輛・サルベージ



飯野重工業株式会社

謹 賀 新 年

1960年1月1日



SSK

佐世保船舶工業株式會社

取締役社長 森 米次郎

本 社 東京都千代田区大手町2の4 (新大手町ビル5階)

電話東京211局(代表)3631

造船所 佐世保市立神町 電話佐世保(代表)4111



船舶・船艇の建造及び修理

石油精製及び化学工業用諸装置

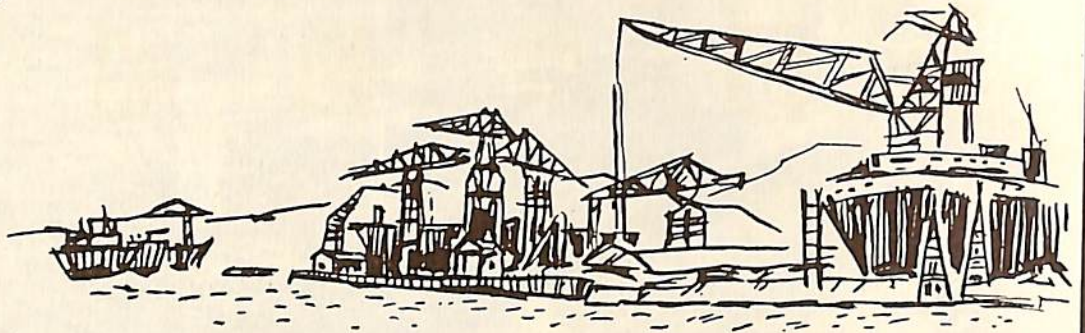


株式會社 藤永田造船所

本社・工場、大阪 事務所 東京・神戸

謹 賀 新 年

1960年1月1日



株 式 會 社 播 磨 造 船 所

取締役社長 六 岡 周 三

本 社 東京都千代田区大手町1丁目2番地
 相生工場 兵庫県相生市相生5292番地
 神戸事務所 神戸市生田区浪花町64番地



株 式 會 社 名 村 造 船 所

本 社 工 場
 東 京 事 務 所
 神 戸 事 務 所
 大 阪 出 張 所

大 阪 市 住 吉 区 北 加 賀 屋 町 四 ノ 五
 東 京 都 中 央 区 京 橋 一 ノ 二 ノ 七 (商 船 ビル)
 神 戸 市 生 田 区 海 岸 通 り 五 (商 船 ビル)
 大 阪 市 北 区 宗 是 町 一 (大 ビル)

電 話 住 吉 (67) 2 7 4 4 - 9
 電 話 東 京 (28) 4 8 7 7
 電 話 神 戸 (3) 4 8 1 0
 電 話 大 阪 土 佐 堀 (44) 1 2 8 6

謹 賀 新 年

1960年1月1日



日 本 郵 船

取締役社長 浅 尾 新 甫

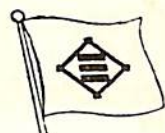
本 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 2 ノ 2 0 ノ 1
電 話 東 京 (28) (代表) 3 6 2 1. 5 7 2 1. 5 7 3 1



大 阪 商 船

取締役社長 岡 田 俊 雄

本 社 大 阪 市 北 区 宗 是 町 1
電 話 土 佐 堀 (44) 1 7 3 1 ~ 8, 1 7 5 1 ~ 7
本社営業、業務、東京 都 千 代 田 区 内 幸 町 2ノ1 大阪ビル
船客及び支社 電 話 東 京 (59) 9 1 1 1, 9 1 2 1, 9 1 3 1



三 井 船 舶

代表取締役社長 一 井 保 造

本 店 東 京 都 中 央 区 日 本 橋 室 町 2 ノ 1
電 話 日 本 橋 (24) 0 1 6 1 ~ 9. 7 9 8 1 ~ 0

IINO LINES 飯 野 海 運

取締役社長 俣 野 健 輔

本 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 3 ノ 6

謹 賀 新 年

1960年1月1日



照國海運株式会社

取締役社長 中川喜次郎

本社 東京都中央区八重洲二の三の五
電話千代田(27)三七九一―三・九八六三―五
出張所 神戸・鹿兒島



日鐵汽船

社長 渡辺一良 副社長 太田民治
本社 東京丸の内(丸ビル)
電話 和田倉(20)代裏0271
支店 八幡・大館 出張所 室蘭・神戸・広島



鉱石専用船

日鐵丸(15,381重量トン)



関西汽船

取締役社長 友貞甚輔

本社 大阪市北区宗是町一
電話(44)二一五一―一六
東京支社 東京都中央区八重洲三ノ七 建物ビル新館
電話(28)二六二一―一五

DAIDO LINE

会長 田中正之輔
社長 崎山好春

紐育航路
加州航路
南米航路
印度支那航路
地中海航路



本社 神戸市生田区浪花町27
東京本社 千代田区丸の内1の2
支店事務所 横浜・大阪・若松・名古屋
紐育・桑港・マニラ・ゼノア

大同海運株式会社

謹 賀 新 年

1960年1月1日



山下汽船

取締役社長 辻 鈔 吉

本社 東京・丸の内
支店 横浜・大阪・神戸・門司・若松・小樽
出張所 八幡・東京・港・室蘭
海外駐在員 倫敦・紐育・シヤトル・桑港・馬尼刺
香港・カルカッタ・シンガポール

"K" LINE



川崎汽船

取締役社長 服 部 元 三

本社 神戸市空田区海岸通八番地
電話神戸(3)七五〇一(代表)
東京支社 東京都千代田区丸の内一丁目六番地
電話東京(28)五九五五(代表)



日産汽船

取締役社長 伊 藤 幸 雄

本社 東京都中央区八重洲一の二の四
電話丸の内(23)二三二二(代表)〇三八一(代表)
支店 神戸・大阪・門司・ロンドン・シヤトル

NITTO LINE

日東商船株式会社

取締役社長 竹 中 治

本社 東京都千代田区丸の内二の二八
神戸支店 神戸市生田区浪花町六四
大阪支店 大阪市北区宗是町一
出張所 横浜・名古屋・若松・小樽

謹 賀 新 年

1960年1月1日



函館ドック株式会社

本社 東京都中央区日本橋通二の三

電話千代田局(27)七六二六(代)

函館造船所 函館市弁天町八八
室蘭製作所 室蘭市祝津町一二八



株式 会社

金指造船所

本社 清水市三保四〇一〇番地ノ一九

電話清水(2)四二一一―五番

東京事務所 東京都港区芝田村町三丁目四番地

(清寿ビル) 電話東京(59)一三〇六代表―八番

八幅が誇る

造船用鋼材

厚型
棒

板鋼
鋼板



八幡製鉄株式会社

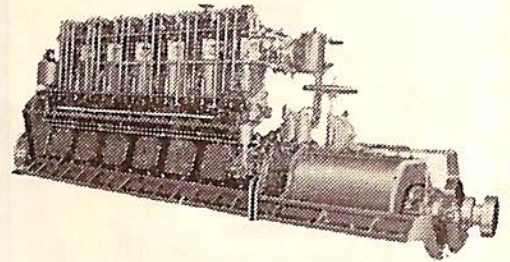
本社 東京都千代田区丸の内1-1 (鉄鋼ビル)



カネガフチ デイズル

JIS 表示許可工場

(運AO-9号)



船用主機用

120-1,600 H P

船用補機用

95-1,600 H P

鐘淵デイズル工業株式会社

東京都葛田區隅田町2丁目

電話 東京 (68) 代表 5391~3 番



三菱防蝕亜鉛

CATHODIC PROTECTION ZINC

CPZ

CPZの用途

各種船舶の外板、バラストタンク
 推進器軸、繋留ブイ、浮ドック
 港湾施設（鋼矢板岸壁、水門扉、閘門、棧橋）



船尾に取付けたCPZ-8F

三菱金属鋳業株式会社

東京都千代田区大手町1丁目6番地（大手ビル） 電話(23) 2431, 3321, 4311

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

ABC

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
 - 浦賀電動油圧舵取装置(型各種)
 - 全密閉型汽動揚貨機
 - 揚錨機、揚貨機、繋船機、
 - 各汽動及電動
 - テンションウインチ
- ◇北辰電機株式会社製品
 - C-プレート転輪羅針儀
 - 単、複式オートパイロット
 - コースレコーダー及ログ
- ◇株式会社御法川工場製品
 - 船舶用自動石炭燃焼機
 - 船舶用重油噴燃装置
- ◇岡野バルブ製造株式会社製品
 - 船用一高温、高圧バルブ
- ◇株式会社小野鉄工所製品
 - サインカーブ歯車唧筒各種
 - 汽動、電動船用唧筒各種
- ◇東方電機株式会社製品
 - 船用気象模写受信装置
- ◇日本ヴィクトリック株式会社製品
 - ヴィクトリックジョイント各種
- ◇東京・北辰協同製作
 - 北辰中村式オートパイロット
 - テレモーター

洋野物産株式会社 機械部

東京都丸の内一丁目六番地の一 東京海上ビル新館 8階
 電話 東京28局(代表) 4521, 4531, 4541(直通) 9103-
 大阪・名古屋・門司・仙台・札幌・横浜・高松・広島・長崎・四日市



船舶交流化に優秀な
三菱極数変換式ウインチ

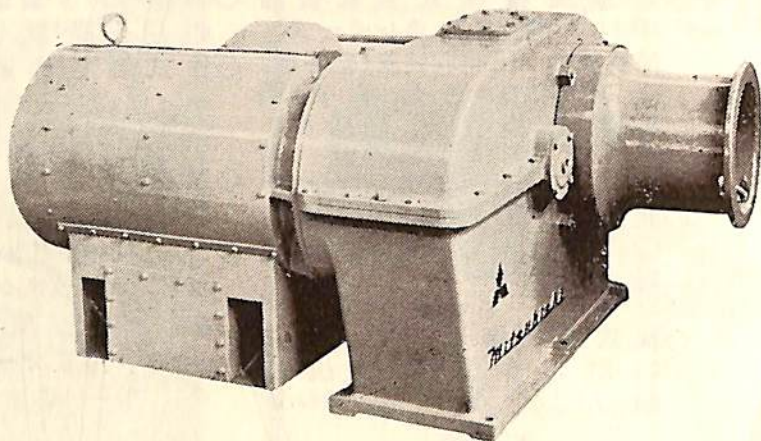
三菱

電動揚貨機

このウインチは現在もっとも多く使われているワード・レオナード方式の欠点を改良、カゴ形三相誘導電動機を使って極数を三段に切換えてウインチの速度変換を行います。したがって新形ウインチは整流子・集電環など整備や注油にもっとも手のかかる部分がなくなりました。また電源の自動交流発電機と組合せれば電圧の変動が少なく、安価な貨物船の交流電化を行うことができます。

- 機構簡易で、すえ付面積少なく保守が容易です
- 過激な操作にも、安全で円滑な運転ができるすぐれた性能です
- 価格は安価で、船価低減に役立ちます

H
S
K
形
交
流
電
動
揚
貨
機



三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内 東京ビル

船体上部構造物の空気抵抗 について

木下昌雄
岡田正次郎
日立造船株式会社
技術研究所

1. 緒言

船の空気抵抗が、その全抵抗中において占める割合は比較的小さいということは、われわれが常識的に認識していることである。それゆえ従来行われている空気抵抗算定の試みは、わずかの例外を除いては、航空母艦¹⁾・鯨鮪漁船²⁾・鉄道連絡船³⁾・給炭船⁴⁾・高速客船⁵⁾などの特異な上部構造を有する船舶に対して行われたものが多く、現在(昭和27年当時)最も多く建造されている貨物船に対して組織的に行われた実験研究は、筆者らの知る範囲内では、Dr. Hughes による高速貨物船 London Mariner 号⁶⁾に対するものみのように思われる。筆者らは、昭和26年末から昭和27年初頭にかけて行われた日聖丸による北太平洋航路往復の実船実験⁷⁾に参加した際に、荒天中においては船の推進性能に対する波浪の影響もさることながら、吃水線上部分に対する風圧抵抗の量も無視されるべきでないことを身をもって体験した。

また一方、この種のいわゆる中速貨物船に対しては、平水中の水抵抗がその3~4%の減少さえも論じられている折から、吃水線上部分に対する風圧抵抗減少の方法および具体的減少量を明示することはぜひ必要と考え、日聖丸の実船実験から下船後直ちにこの風洞実験を計画した。

この風洞実験の内容は大別して3つの部分に別れている。その第1の部分は船の上部構造物(特に船橋)の形状・配置・高さなどの変化が空気抵抗におよぼす影響、甲板上の主な艦装品が全空気抵抗中において占める割合などを真正面および斜前からの風に対して求めたものである。その第2の部分は相対風向角度の変化が、この種の貨物船型の空気力学的諸力におよぼす影響を、0°から180°までの全範囲にわたって求めたものであり、その第3の部分は前2者がともに空気力学的の力を取り扱ったのに対して、船体周囲の風速分布状況を明らかにしたものである。

なお、この研究に関する報告は、日本造船研究協会第1部会の報告にその大部分が掲載されており、また International Shipbuilding Progress 誌に、Lap および Manen によつて連続掲載されている Fundamentals of Ship Resistance and Propulsion の Air Resistance の章の殆んど全部を占めて引用されているのであるが、これらはともに英文であるので和文の詳細

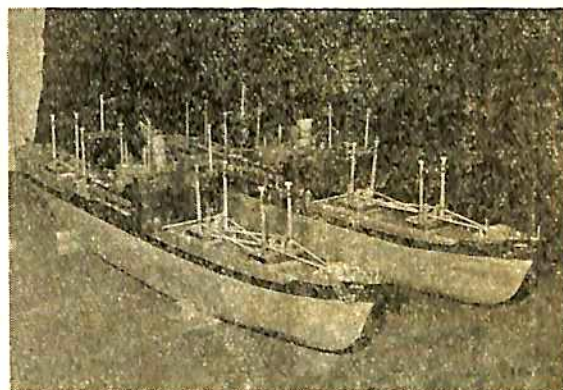
公表が望まれているやにソク聞することも多かつたので、日本造船研究協会当局および第1部会の主催の御了解を得て、ここに発表するものである。

2. 供試船およびその模型

供試船としては、前述の実船実験⁷⁾の結果を検討する必要上、この風洞実験と併行して、吃水線下の部分に対する平水中および波浪中の抵抗および自航試験ならびに動揺試験などが行われている D.W. 9,900 t 型貨物船日聖丸をその原型として選び、さらに船橋の形状を論ずる場合には、現在わが国の大型貨物船の船橋は、流線化されている場合が多いのでその例として、日立造船で建造された D.W. 11,800 t 型貨物船日光丸の船橋を選んだ。これらの模型はいずれも総檣製のラッカー塗り仕上であつて、船体構造の一部および艦装品の一部には銅板などの金属が使用されている。また満載・軽荷の2状態に対する実験が可能ないように両吃水面間の層状の部分は取り

第1表 日聖丸吃水線上模型主要寸法

	軽荷状態	満載状態
垂線間長 (m) Lpp	1.707	1.707
全長 (m) Loa	1.842	1.842
幅 (m)	0.2333	0.2333
深サ (m)	0.1387	0.1387
平均吃水 (m)	0.0543	0.1075
正面投影面積 (m ²) A	0.0653	0.0507
側面積 (m ²) B	0.2650	0.1776
縮率	1/75.00	1/75.00



第1図 日聖丸模型

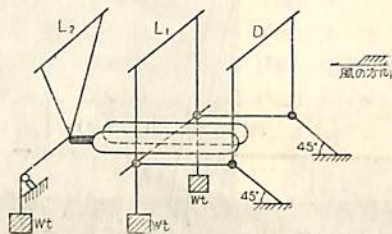
はずせるようにされており、船橋も各甲板ごとに、甲板上の各種の艦装品もそれぞれ取りはずし可能なように製作されている。日聖丸の模型の主要寸法を掲げると第1表のとおりである。

日光丸の船橋模型は日聖丸の船体模型と同一幅になるように縮尺して製作されている。

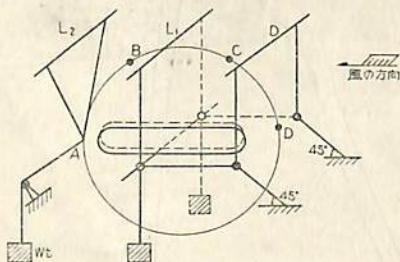
これらの模型はすべて2個製作し、吃水線面に関して対称な鏡像に組立てて用いるわけであるが、組立てる以前の日聖丸模型の状況を写真で示すと第1図のとおりである。

3. 実験方法

実験は大阪大学 災害科学研究所付属の 3.5 m 直径の大風洞および工学部 造船学教室付属の 1.0 m 直径の小形風洞を借用して行われたが、このように船体の吃水線上の部分に関する風洞実験を行う際に、常に問題となつて研究者を悩ませるのは海面を風洞内に如何に再現させるかということである。この実験においては、従来一般に用いられている水線上模型2箇を、その吃水線面において直接はり合わせたいわゆる鏡像模型によつてこの条件を満足させる方法のほか、新しい試みとして、2つの模型の間に薄い木製の円板を挿入して、これで海面を表示させる方法をも併用した。風洞内における模型の吊り方を図示すると、第2図および第3図のごとくなる。第2図は円板のない場合で通常鏡像模型を3分力測定に適当なように吊つた図である。相対風向偏角（風向と船体縦断面とのなす角を船首から測る）を変えるには第2



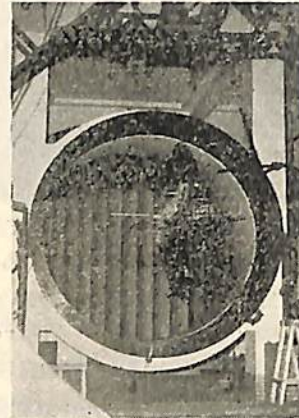
第2図 3分力吊りの方法



第3図

揚力天秤を上下すれば良い。この方法では第2揚力の吊金具の形を変えぬ限り取り得る相対風向偏角には限度があつて、この実験に使用した風洞用の天秤においては、 $-15^{\circ} \sim +25^{\circ}$ であつた。

次の第3図は、2隻の模型の間に海面を表わすための直径 2 m の円板を挿入した場合である（第4図参照）。



第4図 風洞内に鏡像模型（円板を含む）を吊つた状態

註：向う側に見える円形は 3.5 m 直径の風洞の吹出口

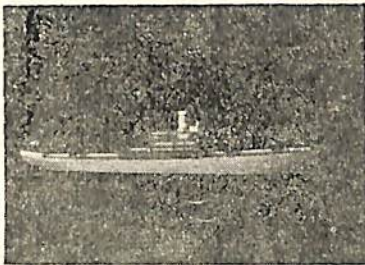
この場合には模型は円板に固定されているから、円板の A 点を上下することによつて模型に対する風向角度を変化させることができる。そしてこの第2揚力の吊点 A を B・C・D と変えることによつて、模型船に対する相対風向偏角を 0° から 180° まで連続的に変えることができるわけである。

まず模型を第4図に示したように吊つて、相対風向角度が 0° および 35° の場合に対して、風速が $5 \sim 30 \text{ m/s}$ に変化しても以下に述べる空気力学上の諸係数が本質的に変化しないことを確かめた後、第2図に掲げたような方法で最初に日聖丸原型の軽貨状態に対する3分力測定を、相対風向角度 0° から 35° までの間を各 5° おきに行つた。次いで順次甲板上の主な艦装品を取り除いたり、船橋の形状およびその高さを変化させたりして、これらの変化の影響を知るための実験を一定風速約 29 m/s の下に行つた。これら行つた実験の細目を一覧表にして示すと第2表のごとくである。

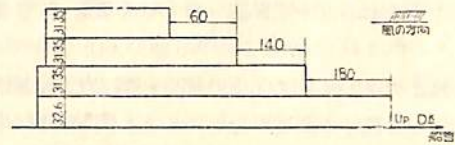
第2表中の実験番号①から⑩までが上部構造物変化の影響を調べたものであつて、実験番号①が日聖丸原型の軽荷状態であつて、②は原型からデリックポスト・マストを取り除いた状態であり、③④⑤の順序に従つてさらに甲板上の主な艦装品が減じられて、⑥におい

第2表 風洞実験細目一覧表

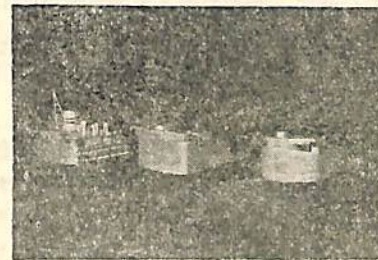
実験番号	載貨状態	平板の有無	模 型 の 状 態	計測項目	風向範囲	備 考
①	軽荷	無	日 聖 丸 原 型	3 分 力	0°~35°	5° ごと
②	〃	〃	①からデリックポスト・マストを除く	〃	〃	〃
③	〃	〃	②から通風筒・揚錨・貨機を除く	〃	〃	〃
④	〃	〃	③から残り全艙装品・ブルワーク・手すりを除く	〃	〃	〃
⑤	〃	〃	④からウインデプラットフォームを除く	〃	〃	〃
⑤'	〃	〃	キャンバーなしの簡易船橋に取替	〃	〃	〃
⑥	〃	〃	⑤'から船橋楼を1層減じる	〃	〃	〃
⑦	〃	〃	〃 〃 2 〃	〃	〃	〃
⑧	〃	〃	〃 〃 3 〃	〃	〃	〃
⑨	〃	〃	船橋の上部を後退させる	〃	〃	〃
⑩	〃	〃	船橋前面を半円とする	〃	〃	船橋高さは原型と同じ
⑪	〃	〃	⑩から船橋楼を1層減じる	〃	〃	5° ごと
⑫	〃	〃	〃 〃 2 〃	〃	〃	〃
⑬	〃	〃	〃 〃 3 〃	〃	〃	〃
⑭	〃	〃	⑬から f'cle, poop を除く	〃	〃	〃
⑮	〃	〃	船橋を日光丸型と取替	〃	〃	〃
⑯	〃	〃	⑮から艙装品を除く	〃	〃	〃
⑰	〃	有	日 聖 丸 原 型	〃	0°~180°	〃
⑱	満載	〃	〃	〃	〃	〃
⑲	／	／	平 板 の み	抵 抗	0°	吊線抵抗計測を含む
⑳	／	／	日 聖 丸 原 型	風速分布	〃	〃



第5図 主艙装品を除いた日聖丸模型



第6図 上部に行くに従って順次後退した船橋



第7図

- (左) 日光丸型船橋模型
- (中) キャンバーなしの日聖丸型簡易船橋
- (右) その前面が半円型の簡易船橋

ては救命艇およびコンパスを除くすべての艙装品が取り去られている。実験番号⑥の状態は第5図の写真に示されている。

次に以後の船橋の高さを変える実験に便利のように、船体はそのまま船橋のみをキャンバーのない総木製の簡易船橋に取り替えて行つたものが⑤'であり、⑥⑦⑧は上甲板5層の船橋(実験番号⑥)から、それぞれ甲板高さ1層・2層および3層減じた場合であり、実験番号⑩は船橋の高さは4層であつてかつ第6図のごとく船橋を上部に行くに従つて順次後退させた場合である。

実験番号⑩⑪⑫⑬は船体および航海船橋の両ウイングの部分はそのまま、船橋前面を半径 $B/2$ (B : 船幅)の半円とした場合であつて、それぞれ甲板の層数が

5, 4, 3, 2の場合である。第7図の右側にあるものがこの種の船橋であつて、この船橋を軽荷状態の船体につけて実験を行つたわけである。

実験番号⑰は船橋のみを日光丸型としたものであつ

て、これは甲板層数は4層であるが、その前面は水平に対しても垂直に対しても曲率を有している(第7図参照)。

註: 実際の日光丸は遮浪甲板船であつて、三島型の日聖丸とは船体主要部の形状が異つている。しかし、今回の実験研究においては、主として上部構造物の形状の問題を取り扱うことにしたので、遮浪甲板船型の船体主要部を別に造ることはせずに、比較の便宜上日聖丸の船体主要部の上に日光丸の船橋をくつつけて実験したわけである。

以上がこの風洞実験の第1の部分に対するものであるが、次にその第2の部分に対しては第4図に示すように2つの模型の間に円板を挿入して、相対風向角度が 0° から 180° の間変化した場合の影響を調べたが、これらの実験中には円板は常に気流に対して直角方向に微小振動し、特に偏角が 90° 付近においては振動がはなはだしく、実験遂行上危険と思われたので、 90° 付近のみは風速を約 17.0 m/s まで下げたが、その他は一定風速約 23.0 m/s に保つて行つた。軽荷・満載の2状態に対するものがそれぞれ実験番号⑩⑪である。

さらに円板上の風速分布を模型を付けずに測定したが、境界層は予想通りきわめて薄く、円板の表面上約 5 mm の箇所における風速がすでに一般風速に等しく、その分布はほとんど一定風速分布といえるものであつた。

最後にこの風洞実験の第3の部分に対しては、空気力学的な力を計測する必要がないためと、実験経費を節減する目的とから模型を大阪大学工学部造船学教室付属の 1.0 m 直径の小風洞に移して実験を行つた。模型は特に鏡像に組み合せず、前掲の第2表実験番号①の場合のみについて、一般風速を約 11.0 m/s に保つて、その船体周囲の風速分布状況を、筆者ら自製の熱線風速計によつて計測した。

まず相対風向偏角が 0° の場合について、船体中心縦断面上の風速分布を測定し、次いで模型を 15° おきに旋回して、前部右舷デッキポスト頂部上、前檣頂部上、レーダーマスト上および前橋ポータル右舷側中央部のそれぞれ 750 mm (実験換算寸法で示す)の高さの点における各相対風向に対する風速比を求めた。

4. 実験結果およびそれに対する考察

(1) 結果の表現法

まず解析に際して採用した記号を示すと次の通りである。

V: 相対風速 (m/s)

ρ : 空気密度 (kg m^{-3})

φ : 相対風向偏角 (風向と船体縦断面とのなす角を船首から測る)

α : 風圧合力偏角 (風圧による力の合力の方向と船体縦断面とのなす角を船首から測る)

R: 船体に働く風圧合力 (kg)

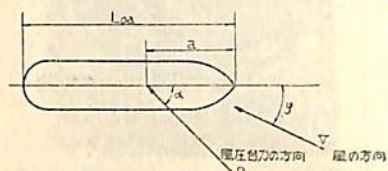
Loa: 船の全長 (m)

a: 風圧合力線の船体縦断面上における作用点の船首からの距離 (m)

A: 船の吃水線上正面投影面積 (m^2)

B: 船の吃水線上側面投影面積 (m^2)

これらを図示すると第8図のとおりである。



第8図

船の吃水線一部分に働く空気力学的力の表現法に関しては、比較の便宜上従来多く行われてきた方法と全く同一の方法を採用し、次のごとき形の無次元値で表わした。

$$(A) \text{ 風圧合力係数 } C_R = \frac{R}{\frac{1}{2}\rho V^2 (A \cos^2 \varphi + B \sin^2 \varphi)}$$

$$(B) \text{ 風圧合力偏角 } \alpha$$

$$(C) \text{ 風圧中心位置比 } a/L_{oa}$$

さらに C_R を他船種と比較に便利なように

$$(D) \text{ 抵抗係数 } C_R' = \frac{R \cos(\alpha - \varphi)}{\frac{1}{2}\rho V^2 (A \cos^2 \varphi + B \sin^2 \varphi)}$$

を採用し、また船の進行方向の風圧抵抗 ($R \cos \alpha$) の算定に便利な形として

$$(E) \text{ 風向影響係数 } k = \frac{R \cos \alpha}{\frac{1}{2}\rho V^2 C_{RO} A}$$

(ただし C_{RO} は $\rho=0$ に対する C_R の値を表わす) を計算した。

以上の5つの無次元係数の他に、上部構造物の抵抗の絶対値の比較の際には、これに適当な形として

$$(F) \text{ 相対抵抗 } \frac{R}{\frac{1}{2}\rho V^2} (\text{m}^2)$$

を用いた。なお船体上部構造物の周囲の風速分布を表現する方法としては、すべて船体から風上方向に十分離れた箇所において同時に測つた一般風速との比の形でこれを表わした。

(2) 実験結果

(A) 第1部

(a) 船橋の形状・寸法の影響

まず、上部構造物の変化の影響を知るための実験の結果について述べる。

Dr. Hughes¹⁾は1931年に、水槽試験によつてその特徴をうまく利用して、風洞実験によつては求め難い上部構造物の個々の抵抗およびそれらの相互干渉などを求める基礎的な実験を行つているので、今回の実験を行うに当つてはこれを参考にすることが出来た。その結果、基礎的なものはその大部分を省略することができた。そして今回の実験においては、上記基礎実験の結果提唱されている抵抗減少に関する多くの提案のうち、航洋貨物船の設計に実際に応用できる可能性があると思われるもののみを取り上げることにした。

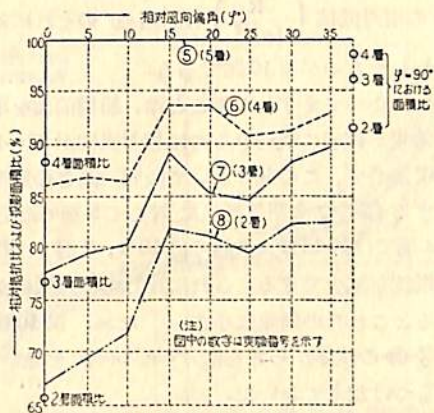
一般に種々の上部構造物を総合したものの空気抵抗は、風下にある構造物の一部が風上のものの“蔭”の中に入る関係上、個々の上部構造物が単独に存在する場合のそれぞれの抵抗の和よりも小さく、これらが互に接近している程その総合抵抗は小さい。

そして個々の抵抗を小さくすれば、それら相互の干渉もまた小さくなることが言われている。一方貨物船の上部構造物の配置は操船・荷役その他の要求上現在の状態から大きく変更されることは、革命的な事件の起らぬ限り近々の間にはまずないと考えられるゆえ、上部構造物全体の抵抗減少の手段としては、個々の上部構造物の空気抵抗を減少させることが唯一の残された途と考えられる。そしてその方法としては次の3項目が考えられる。

- (i) 正面投影面積を減少させること。
- (ii) 前端および後端に丸味をつけること。
- (iii) 前面あるいは後面を、上部にゆくに従つて順次階段状に後退せしめること。

これらのうち、(i)に対しては實際上、構造物の幅を減らすことには制限があるから、その高さ(甲板層数)を減らすことになる。このようにして行なわれたのが実験番号⑥~⑨である。これらの結果を甲板層数5層の原型(実験番号⑥')に対する相対抵抗 $\frac{R}{\frac{1}{2}\rho V^2}$ の比で、各相対偏角ごとに点置すると第9図のようになる。

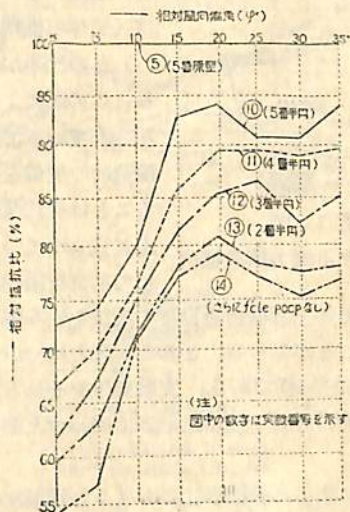
なお、この第9図には0°および90°における投影面積比も同時に点置してある。この図によると、甲板層数を5層から4層にすることによつてその抵抗を、相対風向0°~10°においては船体を含めた吃水線以上部分の全空気抵抗の約13%、15°以上においては約8%程度減少することができる。さらに層数を3層・2層と減らせば、



第9図 甲板層数変化の影響

さらにそれぞれ5~8%程度ずつ減少できるが、5層を4層にする場合に比して $\phi=0^\circ$ 付近におけるその減少度が小さいのは、甲板上の風速分布の影響によるものであると考えられる。また甲板層数が4層・3層になると前記理由とあいまつて $\phi=0^\circ$ においてもあまり形状の影響はあらわれずに、投影面積の減少による抵抗減少が現われる傾向がみうけられる。この傾向は $\phi=15^\circ$ 以上になればますますはなはだしい。

次いで(ii)の方法である前端および後端に丸味をつける方法であるが、曲率を水平方向に持たせた場合が実験番号⑩~⑬であつて、實際上実現可能な極限として、船橋前部の丸みの曲率半径を船幅の $\frac{1}{2}$ に等しくした。また垂直方向に対して丸味をつけることは、艤装上水平方向の場合よりもさらに多くの困難をもたらすものであるが、その実現可能な範囲内で曲率をもたせた例が実験番号⑭、⑮の日光丸型船橋の場合である。実験番号⑩



第10図 船橋前面を半円形とした場合

～⑩の相対抵抗 $\left(\frac{R}{\frac{1}{2}\rho V^2}\right)$ を原型⑥のそれに対する比で表わしたものが第10図である。

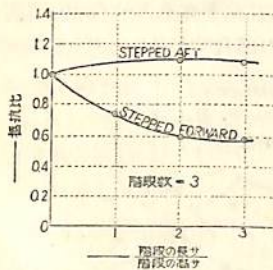
これによつてまずわかることは、船橋前面を半円形にした効果が顕著に現われるのは相対風向が0°～10°の間のみであつて、この間においては同一高さの原型の船橋を有する模型の全空気抵抗に対して5層ではその約23%、4層では約15%、3層では10%、2層では約5%程度の抵抗を減少できる。これに比して相対風向が15°を超えるとこれらの効果は小さい。なお、第10図には実験番号⑩の状態からさらに fcle, poop を除いた⑭の場合もつけ加えておいた。

日光丸型船橋は甲板層数が4層であるので、これと同一層数の原型(実験番号⑥)と日光丸型(実験番号⑩)と比較すれば、垂直方向に対して曲率を有した場合の影響を明瞭に知ることができる。原型を100として、日光丸型のこれに対する比を計算すれば、第3表のごとくなる。この場合も相対風向が0°の場合に近いほどその効果が大きい。

第 3 表

相対風向偏角 ϕ°	0	5	10	15	20	25	30	35
日光丸型の比率	87.1	88.4	91.1	95.0	89.0	94.6	98.5	97.4

最後の (iii) の階段状にする方法についてであるが、まず前掲の基礎実験結果¹⁾を再解析したものをここに掲げると第11図のごとくなる。



第 11 図

階段を有する直方体の抵抗

しめればその上部構造物自身の抵抗を約6割程度にまで減少することができる。これを日聖丸について行つたものが実験番号⑨であり、実験結果をそれと対比すべき原型(実験番号⑥)との比の形で表わすと第4表のようになる。

この表によると船橋形状のかような階段状の後退は、空気抵抗の減少にはたいして効果はないものと考えられ

第 4 表

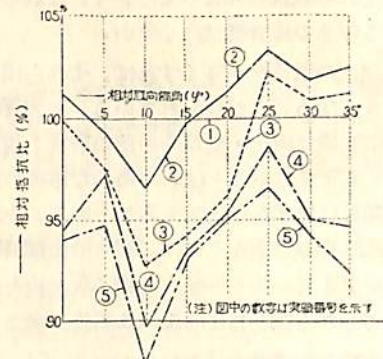
相対風向偏角 ϕ°	0	5	10	15	20	25	30	35
階段状にしたときの比	98.2	98.8	100.6	93.9	93.2	98.4	97.0	94.7

る。

(b) 甲板上各種積装品の影響

積装品装備状況の変化の影響に関する実験は、実験番号①～⑥であつて、そのうち①が原型であり、順次積装品がとり去られている。

これらの相対抵抗を原型に対する比で表わしたものが第12図である。この図によると甲板上の主な積装品の抵抗は、それらをすべて合わせてもせいぜい全空気抵抗の約8%程度に過ぎぬことがわかる。特に模型においてはマスト・デリックポストの有無の影響は予想に反してわずかであることは注目すべき事実であり、これに反してブルワーク・手スリの影響が積装品中最も大きい部分を占めている。



第 12 図 積装品状況変化の影響

(B) 第 2 部

次に相対風向が0°から180°まで変化したときの空力的諸力におよぼす影響についてのべる。

日聖丸原型の軽荷・満載の2状態に対する実験(実験番号⑩⑪)結果を解析して得た前述の無次元係数を、すでに実験が行われている各種の船の係数に対する比較に便利なように、同一図表に点置したものが、第13図～第17図である。

第13図は風圧合力偏角 α について画いたものであつて、日聖丸の軽荷状態は油槽船 San Gerardo 号りに、その満載状態では ϕ 90°～150°の範囲を除いて高速貨物船 London Mariner 号りの結果に大略一致している。また第14図の風圧中心位置比 a/L_{on} は、軽荷状態においては $\phi=0^\circ\sim 90^\circ$ の範囲では San Gerardo 号に、

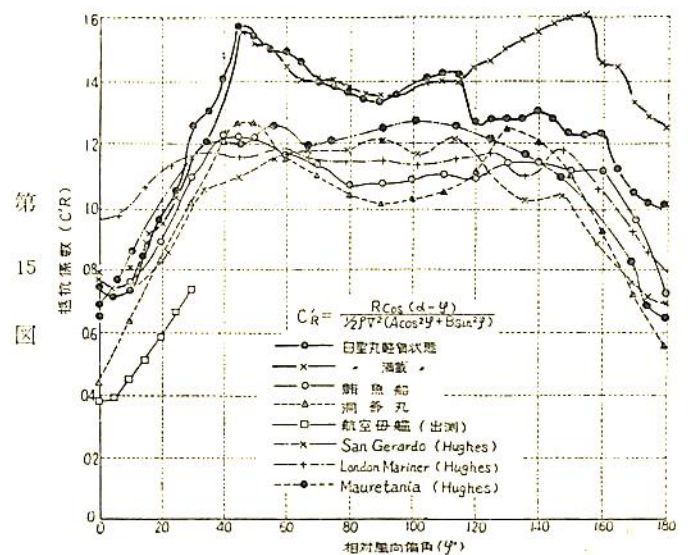
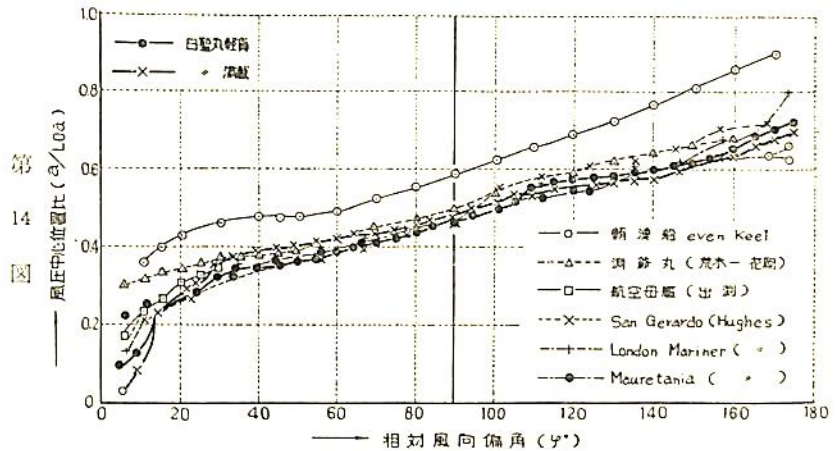
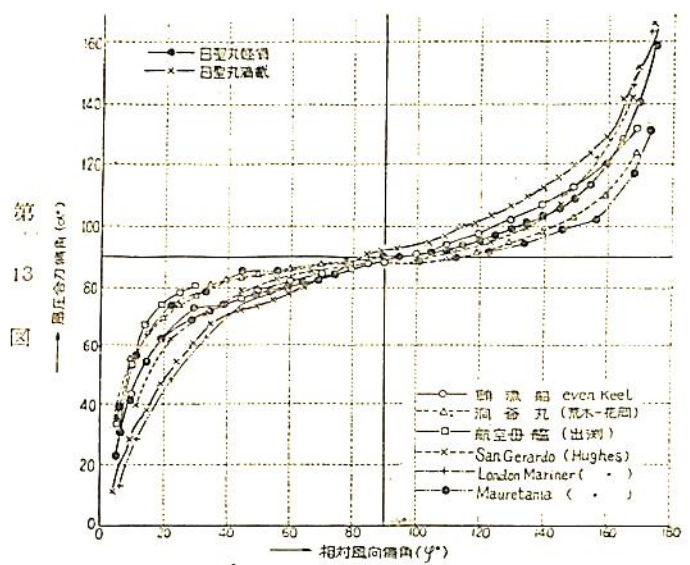
$\phi=90^\circ\sim 180^\circ$ の範囲では London Mariner 号に、また満載状態では $\phi=0^\circ\sim 90^\circ$ の範囲では 鉄道連絡船洞爺丸に、 $\phi=90^\circ\sim 180^\circ$ の範囲では高速客船 Mauretania 号にそれぞれほぼ一致した傾向を示している。第15図の抵抗係数は $\phi=0^\circ\sim 30^\circ$ の範囲を除いて軽荷・満載の2状態ともに他船のものに比較して大きい、傾向としては洞爺丸と同様に $\phi=45^\circ$ 付近および $\phi=140^\circ\sim 150^\circ$ 付近で大きく 90° 付近で小さい富士山状を呈している。

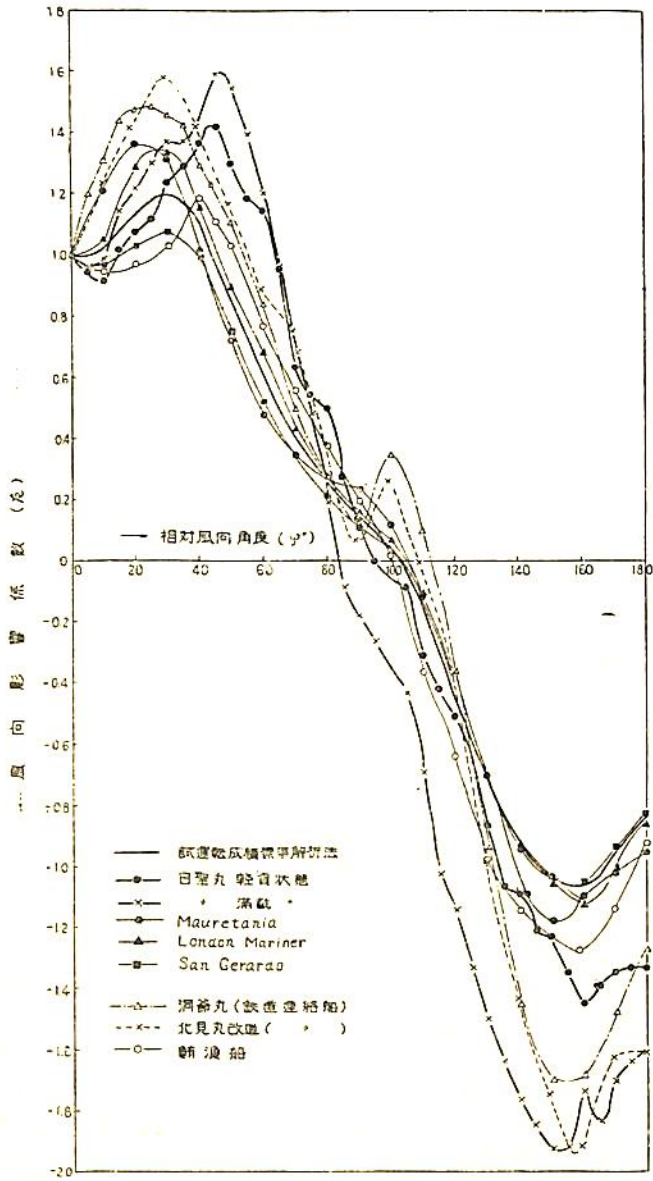
また第16図の風向影響係数 k は、軽荷状態においては造船協会試験水槽委員会で制定された試験艇成績標準解析法⁷⁾に記載の値に比してやや大きい、大略同様の傾向を示している。満載状態では一般にさらに大きく、特に斜後方からの風に対しては格段と大きい。また k が最大値を示す角度が、他船の該角度が 30° および 160° であるのと異り、 45° および 150° であることは注目すべきであると考えられる。

次に最も重要と思われる正面抵抗係数のみを採り上げて、レイノルズ数を横軸に採つて対比したものが第17図である。これによると日聖丸は London Mariner 号・San Gerardo 号よりは小さく 鯨漁船⁸⁾と同程度であることがわかる。すなわち正面抵抗係数のみを対比すれば、日聖丸をもつて代表せられる現在の航洋貨物船は格別に大きいという程度ではないといえることができる。

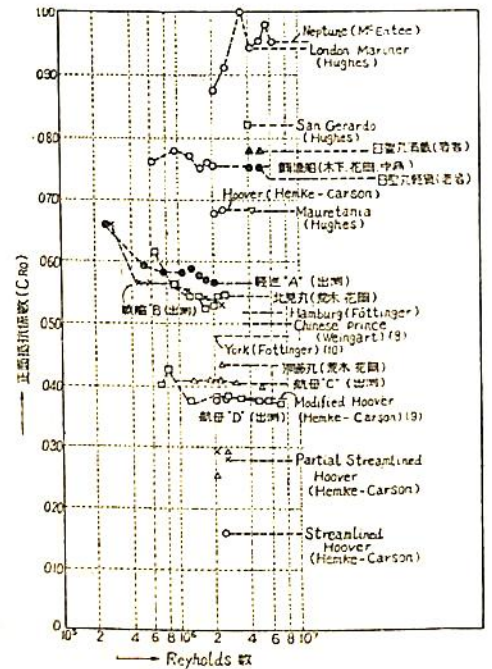
(C) 第3部

船体周囲の風速分布に関する実験結果のうち、相対風向偏角 $\phi=0^\circ$ の場合について、船体中心縦断面内で測定した結果は第18図に示すとおりである。同図は船体から風上方向に十分離れた箇所において同時に測つた一般風速との比の形で、横軸寸法は風速比100%の割合で示されている。同図によれば船体の後部に行くに従つて船体存在の影響が上空までおよんでいる状態が明瞭にうかがわれ





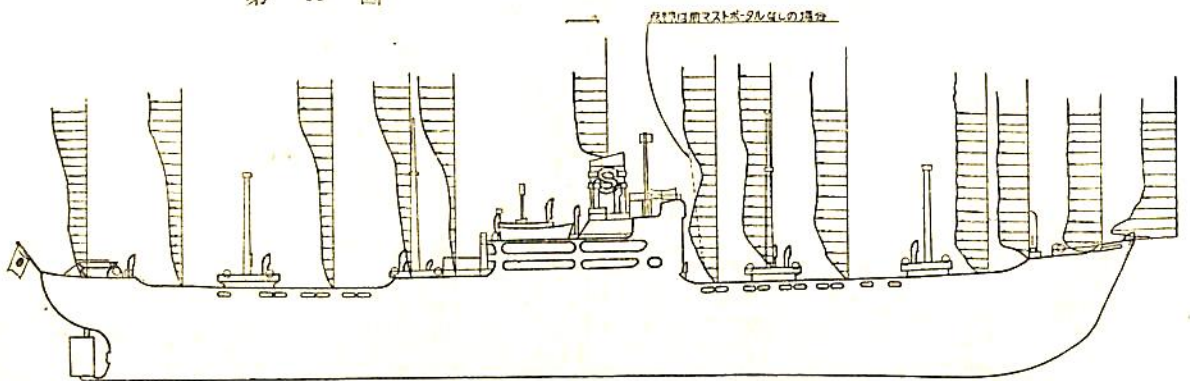
第 16 図



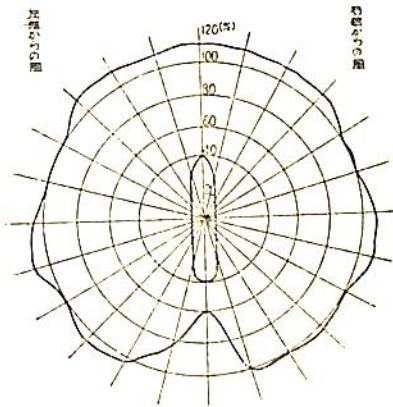
第 17 図

る。さらに詳細にこれを検討すると、例えば前橋ポータルが船橋前面付近の風速分布に直接影響している状態が明らかになるなど種々興味深い事実を示している。

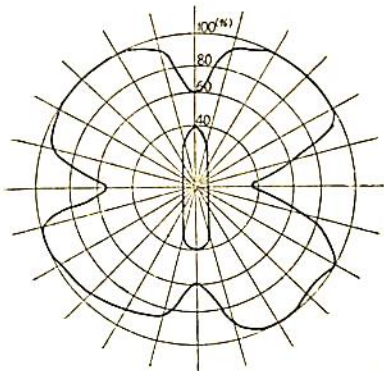
次に前部右舷デリックポスト頂部上、前橋ポータル右舷側中央部上、前橋頂部上、レーダースト上おのおの 750 mm (実船換算値で示す) の位置における風速と一般風速との比におよぼす相対風向角度変化の影響を調べたものがそれぞれ第 19, 20 図および第 21 図である。例えば風向風速計装備の位置としては、通常前記 4 位置のうちのいずれかが選ばれるようであるが、これらの位置



第 18 図 船体中心縦截面上風速分布



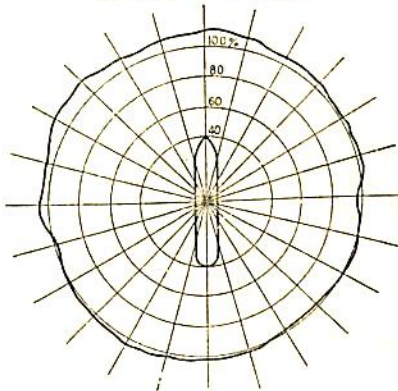
第 19 図



第 20 図

船マストトップ上
750mmの所

レーダ上
750mmの所



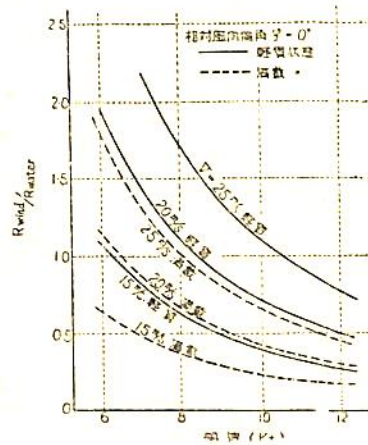
第 21 図

における風速はその近傍の障碍物の影響を受けて、いずれも必ずしも一般風速に等しいとは言えない点は注意を要する。なおこれらの場所における風向は一般風向とほとんど変わらず、最もその偏れが大きい場合においても 5° を超えることはなかった。

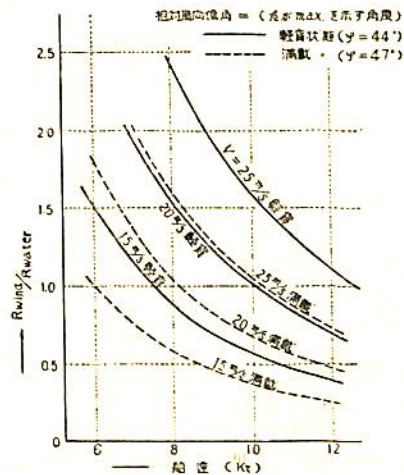
5. 空気抵抗が船の推進性能におよぼす影響について

このような貨物船が実際に大洋を航行中どのような風圧抵抗 ($R \cos \alpha$) を受けているかを日聖丸の実船実験結果⁹⁾ によつて調べてみると、この船が北太平洋を往復する間に受けた最も大きな風圧抵抗は、その往航軽荷状態がすべて追風であつたために帰航の満載状態の際に起つており、右舷 17° から 22 m/sec の風を受けた場合に 10.65 t の抵抗値を示しているのが最大の場合になつて

いる。
またこのような風圧抵抗は水抵抗に比べてどのような割合になつているかを調べてみる。いま仮りに波浪による抵抗増加はまだこの量が不明のためにはないものと考へ、かつこの船が相対風速 15 m/s , 20 m/s , 25 m/s の風を相対風向偏角 $\varphi = 0^\circ$ および風向影響係数が最大となる方向 (軽荷の場合には $\varphi = 44^\circ$, 満載の場合には $\varphi =$



第 22 図 風圧抵抗と水抵抗の比率 (その 1)



第 23 図 風圧抵抗と水抵抗の比率 (その 2)

47°) から受けて 航走している場合の風圧抵抗 R_{wind} と平水中の水抵抗 R_{water} の比, すなわち R_{wind}/R_{water} を各船速に対して計算し, 満載・軽荷の2状態について図示すると, それぞれ第22図, 第23図のごとくなる. 第22図は風向が真正面の場合であり, 第23図が風向影響係数 k が最大値を示す風向の場合である.

これらの両図から, 船速の低い場合には風圧抵抗が水抵抗に比べて同程度あるいはそれ以上に達すること, それから当然のことながらこの傾向は軽荷状態の場合において特に顕著なことが明瞭にうかがわれる.

日聖丸の実験中この比が最大となつたのは, 前述のごとく往航の軽荷時はすべて追風であつたので, 帰航の満載時であり, 船速 6.17 kt で航行中右舷 17° の方向から 22 m/s の風を受けたときであつて, この比は 1.47 を示している.*

*次に, このような貨物船が前述と同様の仮定の下に軽荷および満載状態でそれぞれ船速 12 kt, 10 kt で航行中に, 絶対風速 10 m/s, 15 m/s および 20 m/sec の風を真正面から受けた場合の船速低下量・毎分回転数・ R_{wind}/R_{water} の比などを求め, 更にこの船の船橋を甲板層数において一層だけ低くした場合と, 一層低くしてかつ船橋前面を半円とした場合のそれらと比較して, 同じ B.H.P. で航走している場合の原型に対する船速の増加量と, 同一船速とした場合の B.H.P. の低下量を求めると第5表のごとくなる.

第5表によつて明らかのごとく, この程度に上部構造物を変えただけでも海上において常時遭遇する風速に対し, 船速においては約 1 kt (11%), B.H.P. においては約 300 HP (26%) 程度の利得をうる事がわかる.

第5表 上部構造物変化による船速と馬力の利得 (ただし波はないと仮定する)

軽貨状態		排水量 = 6,440 t E.H.P. = 1,141 HP at 12 kt D.H.P. = 1,410 (= B.H.P. × 1.23)					満載状態						
絶対風速	上部構造物 形状	船速 kt	風による 船速低下量 kt	船橋1層減 船速増加量 kt	船橋1層減かつ 前面を半円とす 船速増加量 kt	R_{wind}/R_{water}	船速に比して 馬力の利得 (HP)	船速 kt	風による 船速低下量 kt	船橋1層減 船速増加量 kt	船橋1層減かつ 前面を半円とす 船速増加量 kt	R_{wind}/R_{water}	船速に比して 馬力の利得 (HP)
相対風速=0	原型	12.00	0	0	0	76.5	0	10.00	0	0	0	69.2	0
10 m/s 風向は真正面 から	原型	10.72	1.28	0	0	74.2	0.365	9.10	0.90	0	0	66.9	0.25
	船橋1層減	10.94	1.06	0.22	0	74.5	0.310	75	9.26	0.74	0.16	67.1	0.206
	船橋1層減かつ 前面を半円とす	11.17	0.83	0.45	0	74.9	0.230	155	9.45	0.55	0.35	67.2	0.143
15 m/s 風向は真正面 から	原型	9.98	2.02	0	0	72.1	0.720	8.37	1.63	0	0	65.7	0.54
	船橋1層減	10.25	1.75	0.27	0	73.0	0.605	90	8.68	1.32	0.31	66.4	0.42
	船橋1層減かつ 前面を半円とす	10.60	1.40	0.62	0	74.0	0.439	230	9.02	0.98	0.65	66.9	0.28
20 m/s 風向は真正面 から	原型	9.00	3.00	0	0	71.0	1.305	7.51	2.49	0	0	64.0	1.03
	船橋1層減	9.37	2.63	0.37	0	71.5	1.072	135	7.93	2.07	0.42	65.0	0.79
	船橋1層減かつ 前面を半円とす	9.85	2.14	0.86	0	72.0	1.010	295	8.47	1.53	0.96	65.0	0.50

6. 結 言

以上の実験結果およびその解析結果を要約すれば次のことが結論として導き出される.

(1) 現在の航洋貨物船の空気抵抗は, 風向が真正面の場合にはあまり大きくはないが, 斜め 45° 付近からの風に対するその増加率は他の船種に比して大きい.

(2) 風圧抵抗を減少させる多くの手段のうち, 船橋構造の高さを低くすることが最も有効であり, 船橋前面に水平方向に丸味をつけることがこれに次ぎ, これを階段状にすることはたいして有効とはみとめられなかつた.

(3) 以上の手段は特に相対風向角度が 0°~15° の範囲においてその効果が著しい.

(4) これに反して, 艦装品の減少の影響は風向角度に無関係にあらわれ, 艦装品中では船の前半部のブルワーク・手すりなどをなくすることが抵抗減少の手段として最も有効である.

(5) 上部構造物の形状にわずかの注意を払うことによつて, 海上において常時遭遇する風に対し, 船速において約 1 kt, B.H.P. において約 26% 程度の利得をうる事ができる.

(6) 風向風速計の装備位置としては, この船型に対しては前橋頂部上が性能上理想的であり, 他の位置はいずれも多少の欠点が認められる.

これを要するに船舶の吃水線下部分の形状が非常に洗煉された現在においては, 吃水線上部分の形状に対して

も注意を払うべきであることを指摘し、かつこれによつて得られる具体的利得量を明示することができたほか、船体上部構造物の周囲の風速分布を明かにすることができた。

終りに臨み本研究遂行上、特に風洞借用に関して御便宜を与えて下さった大阪大学の原田教授、中村助教授および関係各位に厚く謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) G. Hughes: "The Air Resistance of Ship's Hull with various Types and Distributions of Superstructures" T. I. E. & S. in Scot. 1931~32.
- 2) 出淵 巽: 軍艦の空気抵抗に関する模型実験の成果について、造船協会会報, 第49号, 昭和7年4月.
- 3) 木下, 花岡, 中島: 鮪漁船の操縦性におよぼす風圧の影響について、造船協会論文集, 第86号.
- 4) 荒木, 花岡: 鉄道連絡船の風洞実験, 造船協会論文集, 第84号, 昭和27年2月.
- 5) McEntee: "Notes from the Model Basin" TSNAME 1916.
- 6) 青山, 他10名: 日聖丸実船実験報告, 造船協会昭和27年秋季講演会において発表.
- 7) 試験水槽委員会: 標準試運転施行要領試案ならびに速度試運転成績標準解析法試案, 造船協会雑纂, 第262号. 昭和19年1月.
- 8) W. Weingart: "Die praktische Auswertung von Probefahrts und Reisergebnissen" W. R. H. 1927.
- 9) P. E. Hemke and G. B. Carson: "Wind Tunnel Tests on Streamlining Superstructures of Ships" M. E. & S. Rev. 1936.
- 10) H. Föttinger: "Forschritte der Strömungslehre in Maschinen-und-Schiffbau" J. S. T. G. 1924.

(162頁よりつづく)

されていない。わが国の実例としては、戦時中の誘導弾があり、最近では模型船の無線操縦、射撃目標機の無線誘導などがある。

運輸技術研究所が行った試験用模型船の無線操縦の目的は、模型船を湖수에浮べ、これを岸から無線操縦して船体の運航性能を研究することである。操縦用送信機は主搬送波は148 MC, 出力は1 W, 信号周波数は290, 500, 830, 1240 c/s の4個の低周波を選び、これを2周波組合せて10個の信号チャンネルを作った。たとえばエンジンの前進には290 c/s, 後進には500 c/s, 停止には無変調、操縦に対しては、直進のときは500と290, 左には830と290, 右には1240と290 c/s, 船の測定装置の電源を入れるときは830, 切るときは1240, 予備チャンネルとして830と500, 1240と500 c/s を持っている。

これらの信号周波数で主搬送波を振幅変調して送る。船上の受信機は超再生式で、検波後各チャンネルに分け、エンジンや舵に指令を与える。船の航行により舵にかかる力、船体の運動などは船上の測定装置に記録される。

米国で実施している救命艇の操縦、これは飛行機から落下傘で海面上に救命艇を下ろし、目的方向に無線操縦する。これには300, 650, 955, 1390, 3600 c/s の5個の

信号周波数を採用し、これで主搬送波を振幅変調して指令を行っている。射撃目標機の操縦方式も同様である。

ソ連が最近、月にロケットを送り、さらに第3号宇宙ロケットによる月裏側の撮影などにより、無線操縦の進歩を世界に訪った。

無線操縦の方式は操縦する諸量に応じて信号周波数を選び、これを断続して指令を行う。遠隔測定では測定量の多くは連続可変量で、これを誤差少なく送らなければならないので、送受信装置を通じて直線性が要求される。無線操縦ではこのような条件は課せられない代りに、正しく誤りなく指令することが重要となる。しかも無線操縦の難かしい所は無線信号装置よりもむしろ信号を受けてから自動制御を行うためのサーボ機構にある。

(この章つづく)

謹 賀 新 年

昭和35年元旦

天 然 社

可変ピッチ・プロペラの力学 (過度現象)

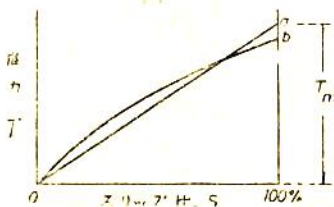
鬼頭史城
慶応義塾大学工学部

1. 緒言

著者は前回の報告りにおいて、可変ピッチ・プロペラの翼に加えられるところの力、偶力などを検討したが、これは定常運転に対するものである。可変ピッチ・プロペラに関してもう一つ考慮すべき点は過渡期における力の関係である。すなわち可変ピッチ・プロペラを装備した船が、定常状態で直進しているとき、急にピッチを変える操作を行ったとする。船は惰性をもっているから、船速の変化はピッチの変化よりもかなりおくれる。それ故このような過渡時においては、プロペラ翼に加えられ力や偶力の値（直接にはプロペラのスリップの値）に船の惰性が大きな影響を与えるであろう。著者はこの問題を理論的に取扱つて、上記のような過渡時における船速、スリップ等を表わすところの略近理論公式を作つた。この理論そのものは別の機会に報告する²⁾。今回は実際の船において、どのような係数をもっているか、また上記の略近理論公式からどんな結論が導びき出されるか、等の点について報告したいと思うのである。

2 ピッチを変えた場合のプロペラ推力の変化

普通に用いられているプロペラにおいては、与えられたプロペラが一定回転数の下に出す推力 T は、スリップ s 比に対して、第1回の曲線 ob のような変り方をしてゐる。この曲線 ob は概略的には直線 oa で代表される。これはあるきまつたピッチ P のときの値であるが、もしピッチ P を変えたらどうなるかとの問題がまずおこる。それをみるためには、第1図の T_m に相当するものが、ピッチを変えたとき、どう変わるかを見ればよい。それを調べる一つの方法としてトルーストのプロペラ総図を見よう。例えば面積比 $F_a/F=0.50$ の3翼プロペラに対して係数 $K_s=S/(\rho D^4 n^2)$ のスリップ比=100%に対する値をとつてみれば第1表のごとくである（トルーストは推力を S 、直径を D 、回転数を n (/sec)、フェース



第1図 プロペラ推力 T とスリップ比との関係

第1表 トルースト型プロペラに対する値

H/D (1)	K_s ($s=100\%$ に対する) (2)	(2) : (1)
1.4	0.60	0.43
1.2	0.53	0.44
1.0	0.45	0.45
0.8	0.35	0.44
0.6	0.25	0.42
0.5	0.20	0.40

ピッチを H 、としている)。

ここで K_s ($s=100\%$ に対する) の値は第1図の点 b に対するものでなく、近似直線 a に対する値がとつてある。これによつてみると、ピッチだけを変えたときの推力 T の変化はほぼピッチ P に比例するとしてよいようである。トルーストのいうピッチ H はフェースピッチであるが、上記の T 対 P の比例関係が有効ピッチ P に対して成立つものとする。これは如何にも複雑な考えであるが、ここでは概数だけが必要であるから、それでよいとする。もちろん理論の複雑化をいとわなければ、もつと精細な計算を行うことは可能である。この第1表は、普通の固定翼プロペラについて言つたのであるから、可変ピッチ・プロペラとして設計された翼についてではない。この後者については、設計如何によつていろいろあり得るのであるが、ここには YTB 502 の場合のについて述べる。この YTB 502 に用いられた可変ピッチ・プロペラに対して第1表と同じ意味の表を作れば第2表のごとくである。ここではピッチは $0.7R$ のところのピッチを意味する。また $C_T=T/(N^2 P^2 D^2)$ ととつてゐる。

第2表 YTB 502 に対する値

ピッチ ft (1)	C_T ($s=100\%$ に対する) (2)	(1) × (2)
(3.96)	1.43	(5.65)
6.7	1.04	7.00
7.6	0.95	7.20
8.5	0.90	7.65

この第1表、第2表を考え合せて略近的に

$$T = \text{定数} \times N^2 P \times \frac{PN - V_a}{PN} \quad \dots \dots (1)$$

とおくことができるであろう。ここに P は(有効)ピッチ (m)、 N は回転数/sec、 V_a はプロペラの前進速度である。いま船体抵抗を R (kg)、伴流率(平均)を w 、推力減少率を τ 、船殻効率を ϵ 、船速を V (m/sec) とするとき

$$V_a = (1-w)V, \\ R = \mu T, \quad \mu = \eta(1-w)$$

の関係がある。また船速 V と船体抵抗 R との関係は $R = KV^2$

と考える。指数 ν の値は既知である。ここでは略近理論として $\nu=2$ の場合を考えることとする。しかし ν が 2 以外の値をとるときでも理論に変化はなく、数学的取扱いが複雑になる。また船体抵抗をこのような簡単な形で表わすのは、造波抵抗に対する十分な考慮が払われていないことにもなる。この点については後に少しふれたい。

3. ピッチを変えつつあるときの船の運動

船の運動の方程式は

$$M \frac{dV}{dt} = \mu T - KV^2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

となる。ここに M は船体の質量(水の仮性質量を含む)である。いま定常状態で船が直進しているときの P, N, V の値をそれぞれ P_0, N_0, V_0 とし、非定常運動のときの値を

$$P = P_0 p, \quad N = N_0 n, \quad V = V_0 v$$

と書き表わそう。 p, n, v は無名数であり、定常運転のときに値が 1 に等しくなるものである。著者は(2)式に(1)式を代入しかつこれを変形して、微分方程式

$$\frac{dv}{dt} = G \left[\frac{n^2 p}{1-E} - \left(\frac{E}{1-E} \right) v n - v^2 \right] \quad \dots\dots\dots (3)$$

を得た。ここに $G = R/(MV_0)$ である。この係数 G は sec^{-1} のディメンションをもっている。(1-E)は定常運転時におけるプロペラのスリップ比である。

(A) の場合

ピッチを変化させるとき。このとき $n=1$ 、 p は時間 t の既知関数である。

(B) の場合

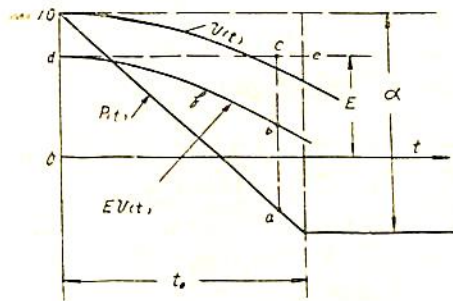
ピッチを変えず、回転数を変化させるとき。このとき $p=1$ 、 n は時間 t の既知関数である。この(B)の場合は可変ピッチに限らず、普通のプロペラが回転を変える場合にも相当する。

これらの(A)または(B)の場合に対して、微分方程式(3)は Riccati 型の非線型常微分方程式とよばれるものになり、微分方程式論でその解法が与えられているものである。しかし、その取扱いは必ずしも簡単な

く、解 v が一種のベキ級数の形に表わされる。この数学的理論は別の機会にゆずる²。微分方程式(3)は係数 G を含んでいるから、この係数 G の値が大きく影響することは明かである。二三の例につき係数 G の値を計算したものを第3表に示してある。

第3表 係数 G の値

船種	排水量 トン	船速 ノット	船体抵抗 トン	G sec^{-1}
曳船	330	12	4.75	0.024
漁船	100	9.3	2.15	0.049
中型貨物船	11,000	14	24.7	0.00314
大型タンカー	42,700	16	93.8	0.0027
駆逐艦	1,600	26	150	0.050



第2図 ピッチを変える操作を表わす線図

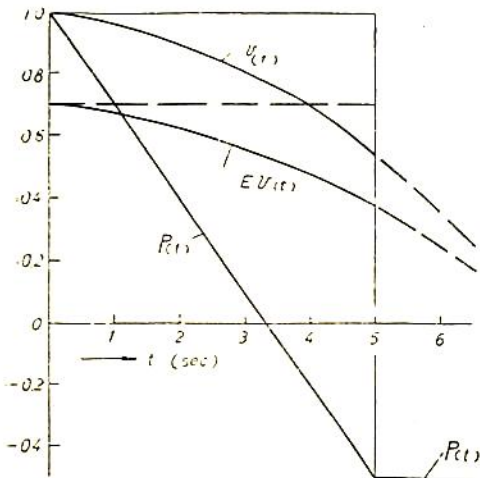
ピッチ調節を行つている間の船速の変化は第2図のごとくになる。図において $p(t)$ はピッチを定常運転時の値との比で表わしたものであり、ここでは簡単のために時間 t_0 の間に 1 から $1-\alpha$ まで直線的に変えるものとしている。これに対する船速(やはり定常状態のときの値との比で表わす)は図の $v(t)$ のごとくに変化することが、上の微分方程式を解くことによつてわかる。理論解析によれば、すべての行動に最も影響のある係数は $k = \alpha/(G t_0)$ である。ピッチ変化操作中の任意の瞬間におけるプロペラスピードは $N_0 P_0 p$ であり、プロペラの前進速度は(伴流率 w が不変とすれば) $(1-w)V_0 v$ である。故にスリップ s の値は

$$s = N_0 P_0 p - (1-w)V_0 v = N_0 P_0 (p - E v)$$

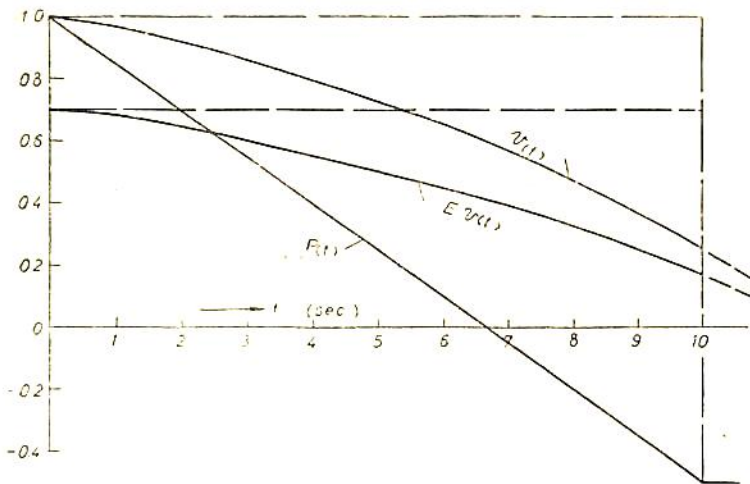
によつて与えられる。第2図において曲線 $d f b$ は $E v(t)$ の値を示す。そしてある瞬間において、縦軸に平行な直線 $a b c$ を引いたとき、線分 $b a$ ($N_0 P_0$ をかけたもの)がスリップ s の値になる。図の位置では負のスリップになっている。もし船の惰性が無限大であれば同じ瞬間におけるスリップ s は線分 $c a$ ($N_0 P_0$ をかけたもの)となるから、もしこの値をとるならかなり実情と離れていることになる。

4. 数値例

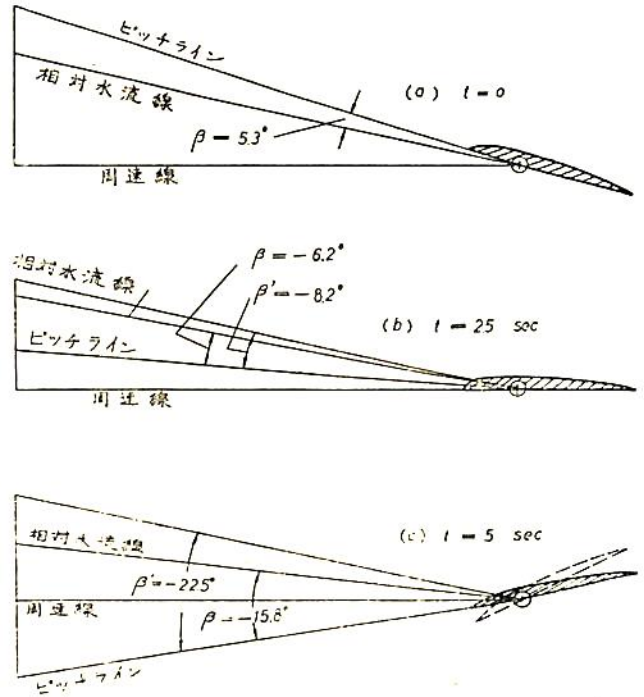
ここに、数値例として第3表の2番目の漁船の場合をとり、かつ $\alpha = 1.50$ としてみよう。このことは定常時にピッチが P_0 であつたものが、時間 t_0 の間に $-\frac{1}{2}P_0$ にまで変えられることを意味する。船の運動やピッチ変化に最も影響のある係数は $k = \alpha / (G t_0)$ であるが、上記の漁船に対しては (イ) $t_0 = 5$ 秒のとき $k = 6$ 、(ロ) $t_0 = 10$ 秒のとき $k = 3$ である。この (イ)、(ロ) 二つの場合に対して、 $E = 0.70$ と仮定し数値計算を行つた。その結果は第3図、第4図のごとくである。 $E = 0.70$ に対して $1 - E = 0.30$ となり、かなりスリップが大きいのであるが、ここでは1例としてとりあげたものである。この第3



第3図 (イ) の場合の数値解



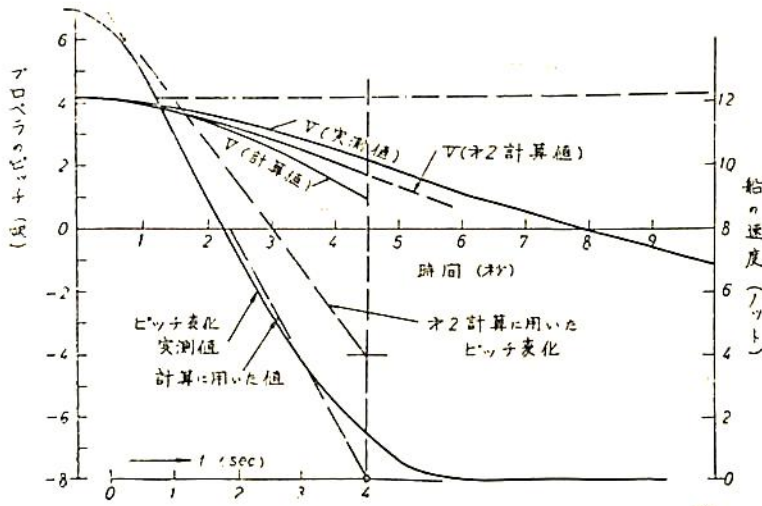
第4図 (ロ) の場合の数値解



第5図 (イ) の場合の速度線図

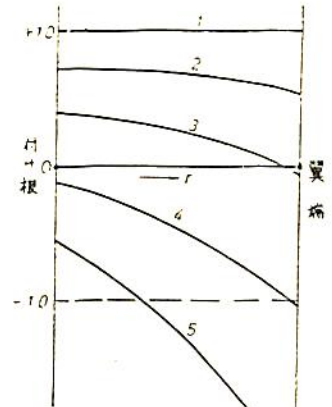
図、第4図から、ピッチ変化操作中における船速やスリップの変わり方が求められる。これによつて各瞬間におけるプロペラに向う水流を画くことができる。第5図は第3図すなわち (イ) の場合に対する水流線図である。図においては、ピッチラインとは有効ピッチの線をいう。それ故翼断面のフェスピッチのラインとは少しく違ふ。図では便宜上ピッチラインに合せて翼断面が画いてある。相対水流線とは相対水流の方向を示す線であつて、ここでは誘導速度等は考えていない。ピッチラインと相対水流線とのなす角 β が図中に示してある。これも、プロペラ理論という翼断面に対する入射角とはちがうのであるが、大体のことはこれだろうかかわれよう。角 β' は船の質量が無限大とした場合の値である。ピッチが大きく変わったとき、 β' と β とにかなりの距りが見られる。この第5図を画くに当つては、ピッチ比 = 0.70 (定常運転のとき) とし、0.70 R のところの翼断面に対するものを示している。その他の (例えば 0.50 R) 翼断面に対しても同様な線図を画くことができる。

なお理論的計算の結果と実測値との比較を行いたいのであるが、実船のデータ



第6図 YTB 502 の実験結果との比較

で発表されたものが少ないので、ここに上記の YTB 502 のデータをとってみた⁹⁾。第6図にこの船に対して行われた実船による実測値と、上記の著者の略近理論式による計算値との比較が示してある。計算に必要なデータは推定によつたからかなり無理がある。船速 V の実測値と計算値とをくらべてみると、実測値は計算値ほどに下つていない。その原因は、上記のごとく、この船に対する詳細なデータがわからない点にもあるが、理論的に造波抵抗をうまくとり入れてない点にもあると思われる。造波抵抗を十分考えに入れる実用的方法としては、例えば、上記の計算を第1近似とし、Picard の逐次近似法によつて精度の高い計算を行つてもよい。また、運動の方程式(2)において、造波抵抗をも考えに入れた形にしておき、Runge-Kutta の方法によつて数値解を求めてもよい。しかし最も大きな影響はピッチにあるように思われる。第6図にはピッチが +7 呎から -8 呎まで変化したことになっている。しかし -8 呎のピッチとは呼び名であつて、有効ピッチではないように思われる。仮りに有効ピッチが -4 呎であるとして計算をやり直してみたものが、図中に第2計算値として示されたものである。これならかなりよく一致する。与えられた可変ピッチ・プロペラの翼軸を回転すると、少くとも普通の設計では、ピッチ分布が非常に変化する。第7図は単に概念だけを示すものであるが、正のピッチで定常時(フル・ピッチ)のとき一様分布ピッチ(図の1)であつたものが、図の2, 3, ……に示すようになり、負の最大ピッチでは図の5のような分布になることもある。これは設計によつて多少救われ得るのであるが、それにしても普通のプロペラの場合とはかなり事情がちがうのである。第5図



第7図 ピッチを変えた場合の半径的ピッチ分布

(c) の場合でも半径(断面位置)のいかんによつては、図中に点線で示したように、実際の翼断面は更に大きな負のピッチになつてゐることもある。

5. Gt_0 の値が小さいときの略近解

この問題の解は、Riccati 型の微分方程式の解として表わされることは上記のごとくであるが、もし Gt_0 の値が非常に小さい(例えば 0.10 以下)なれば、下記のようなべき級数による解を用いてもよい。なおここでは、船体抵抗の値を KV^2 の代りに KV^ν と書くことにした。指数 ν を適当な値(例えば 3)にとることにより造波抵抗をも略近的に考えに入れることができる。

$$v(t) = 1 + a_1 \xi^2 + a_2 \xi^3 + a_3 \xi^4 + a_4 \xi^5 + \dots$$

ここに $\xi = Gt$, $k = \alpha / (Gt_0)$,

$$\beta = \nu + E / (1 - E)$$

とおくとき

$$a_2 = -\frac{k}{2(1-E)}, \quad a_3 = -\frac{1}{3} \beta a_2,$$

$$a_4 = -\frac{1}{4} \beta a_3,$$

$$a_5 = -\frac{1}{5} \left[\beta a_4 + \frac{\nu(\nu-1)}{2} a_2^2 \right]$$

等、等、である。

6. 結 言

以上で、可変ピッチ・プロペラのピッチ変化の操作を行いつつある間に、船の速度がどう変わるか、またそれがプロペラのスリップにどんな影響を与えるかを、略近理論による数値例によつて説明し得たと思うのである。なお下記の点を注意しておきたい。¹⁰⁾

(1) 上ではピッチ変化の操作の途中における状態を示

したのである。しかれば、ピッチ変化はすでに操作を終つたが、まだ船速が整定しない状態にあるときの解析はどうか。これは、理論上は微分方程式(3)において n, p が一様な値をもつ場合であり、解はたやすくできる。

(2) 上では伴流率 w は船速のいかんにかかわらず一様な値をもつものとした。これは、本文の目的からいえば、その程度でよいと思われる。しかし船の進行方向が逆(前進が後進)になると伴流率 w は急に変わる。

(3) 上では船速 V (従つて比 v の値) が常に正であるとしてある。ある程度以上時間が経過すると、船速は負になる場合がある。この場合に対しては、微分方程式(2)における KV^n の項の符号を変えなくてはならない。この場合に対する計算も、本文と同じ要領で行うことができる。

(4) 今日のところ負のスリップに対するプロペラの性

能(ことに可変ピッチ・プロペラに対する)がよく分つていないが、将来この点がはつきりすればもつと実際に近い結果が得られるであろう。このとき、計算は数値解法によらねばならない。その方法としては(a)微分方程式の数値解法(例えば Runge-Kutta の方法)、(b)相似型(アナログ)電子計算機による解法などが考えられる。著者が少しく試みた例によると(b)が必ずしも便利といえない。むしろ(a)の方が便利のように思われた。

- 1) 鬼頭, 可変ピッチ・プロペラの力学「船舶」, 32巻11号(昭和34.11月)。
- 2) 鬼頭, 可変ピッチ・プロペラを操作するときのスリップ変化の解析。(近日中に発表の予定)
- 3) L. A. Rupp, Controllable Pitch Propellers. SOC. Nav. Architects and Marine Engineers, 1948.

天然社・海技入門選書

商船大学助教授 鞠谷宏士 A5 130頁 ¥220	商船大学助教授 清宮 貞 90頁 ¥180
既刊 船の保存整備	既刊 蒸気機関
商船大学助教授 鞠谷宏士 A5 160頁 ¥300	商船大学助教授 伊丹 潔 A5 180頁 ¥320
既刊 船舶の構造及び設備属具	既刊 船用電気の基礎
商船大学助教授 上坂太郎 A5 160頁 ¥280	商船大学助教授 宮嶋時三 A5 200頁 ¥350
既刊 沿岸航法	既刊 燃料・潤滑
商船大学教授 横田利雄 A5 140頁 ¥230	商船大学教授 鮫島直人 A5 未定
既刊 航海法規	以下 続刊 電波航法
商船大学教授 田中岩吉	商船大学教授 浅井栄資 A5 未定
既刊 海上運送と貨物の船積	海 事 気 象
(前篇)海上運送概説 A5 140頁 ¥260	商船大学助教授 野原威男 A5 未定
(後篇)貨物の船積 A5 160頁 ¥290	船の強度と安定性
商船大学助教授 豊田清治 A5 160頁 ¥280	商船大学助教授 賀田秀夫 A5 未定
既刊 推測および天文航法	ボ イ ラ 用 水
商船大学助教授 野原威男著 A5 110頁 ¥180	海技試験官 西田 寛 A5 未定
既刊 船用プロペラ	指 圧 図
商船大学助教授 中島保司 A5 170頁 ¥300	商船大学教授 賀田秀夫 A5 未定
既刊 運航要務	船用金属材料
商船大学教授 米田謹次郎 A5 130頁 230円	商船大学助教授 小山正一・真田 茂
既刊 操船と応急	機械の運動と力学
商船大学教授 横田利雄 A5 155頁 280円	商船大学助教授 小川正一 A5 未定
既刊 海事法規	機械工作・材料力学
前東京高等商船教授 小方愛朔著 A5 170頁 ¥300	商船大学教授 真壁忠吉 A5 未定
既刊 船用内燃機関(上巻)	船 用 汽 罐
200頁 320円	商船大学助教授 小川 武 A5 未定
船用内燃機関(下巻)	船 用 補 機
商船大学助教授 庄司和民 A5 140頁 ¥280	
既刊 航海計器学入門	

写真で見る

大型油槽船の 波浪中模型試験

これらの写真は運輸技術研究所、目白第一試験水槽で撮影されたものの一部で、写真-1のグループには各種の速度で、船首の没入と浮上がそれぞれほぼ最大の時の状況を示し（速度0は船は停止し、波だけがきてる状況）、写真-2のグループでは同一速度での運動状況を連続撮影したものである。また各速度における推進性能の変化の概略を知る意味で、図-1に模型船の速度を横軸として、プロペラのスラスト（平水中及び波浪中）、スラストの増加分、縦揺れ及び上下揺れの量（片振幅）等を図示した。横軸に併記した同調率 ΔP は縦揺れの固有週期に対する値である。この試験ではスラストの増加の山は $\Delta P=1$ の附近に、縦揺れの山は0.85附近に現われている。またこの状態で船首甲板に波が打込んでくるのはほぼ0.95 m/s前後の速度からである。

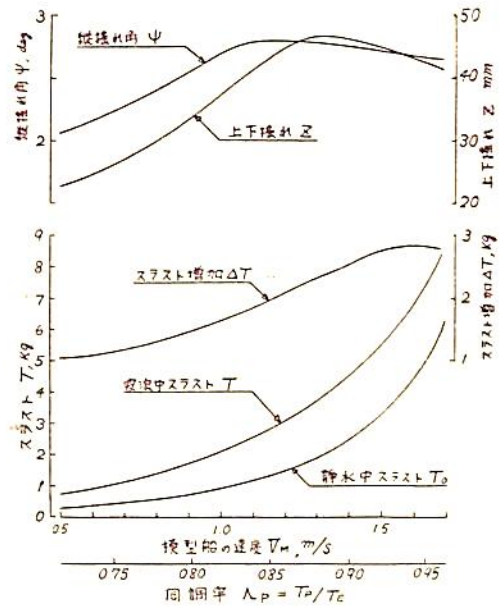
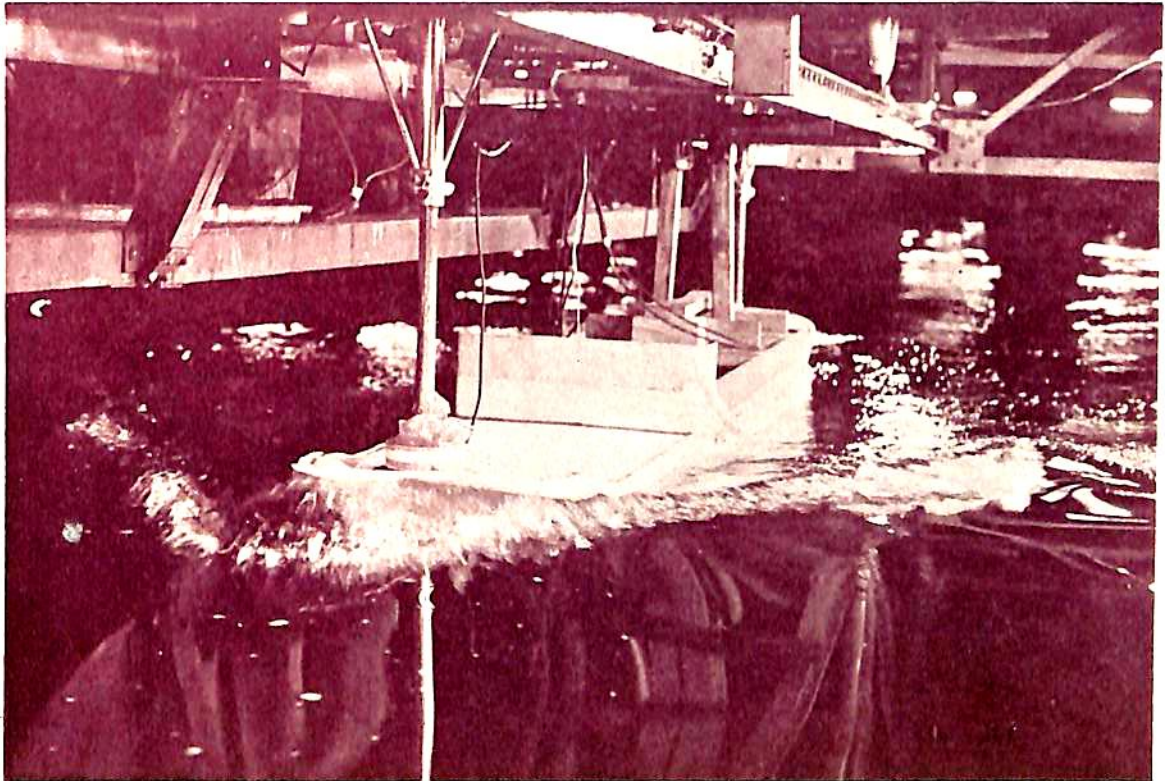


図-1



写 真 1

模型船の主要寸法

長 さ $L_{pp} = 4.500 \text{ m}$
 巾 $B = 0.592 \text{ m}$
 深 さ $D = 0.331 \text{ m}$
 喫 水 $d = 0.240 \text{ m}$
 排 水 量 $\nabla = 0.5124 \text{ m}^3$

波

波長船長比 $\lambda / L_{pp} = 125 \%$

波 高 $H_w = 0.10 \text{ m}$

規則正しい向い波



船速 $V_M = 0$

船首最没入



同 上

船首最浮上



船速 $V_M = 0.625 \text{ m/s}$,

フルード数 $F_N = 0.094$

船首最没入



同 上

船首最浮上

船速 $V_M = 1.394$ m/s,

フルード数 $F_N = 0.210$,

船首最没入



同上

船首最浮上



船速 $V_M = 1.559$ m/s,

フルード数 $F_N = 0.234$

船首最没入



同上

船首最浮上



船速 $V_M = 1.672$ m/s

フルード数 $F_N = 0.252$

船首最没入



同上

船首最浮上





横型船および波は写真1におなじ

船速 $V_M = 1.304 \text{ m/s}$,

フルード数 $F_M = 0.196$,

船首が最も没入する直前,



船首のあがりはじめ,



流れ込みおわり,



排水はじまり,



船首が最も浮上,

波浪中の船の推進性能に関する 2,3 の問題

田 崎 亮
運輸技術研究所船舶推進部

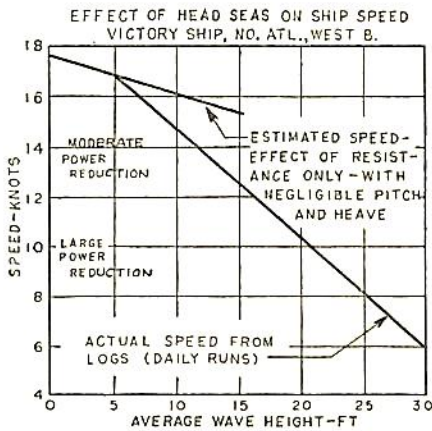
1. 結 言

船の航海状態における推進性能は次のような三つの段階にわけて考えることができる。まず平穏な海面を航行する場合であつて、この場合、船底が清浄ならば船はほぼ静水中の水槽試験から推定された速力を保持することができるであろう。つぎはやや荒れた海面を航行する場合で、風波と船体運動による抵抗の増加のために船速は若干低下する。更に海面が荒れてくるとはげしい船体運動のためにスランピング、プロペラの空転あるいは甲板への海水の打ち込みをおこすようになり、これをさけるために主機関の出力をしばり、人為的に船速を低下させるを得なくなる。

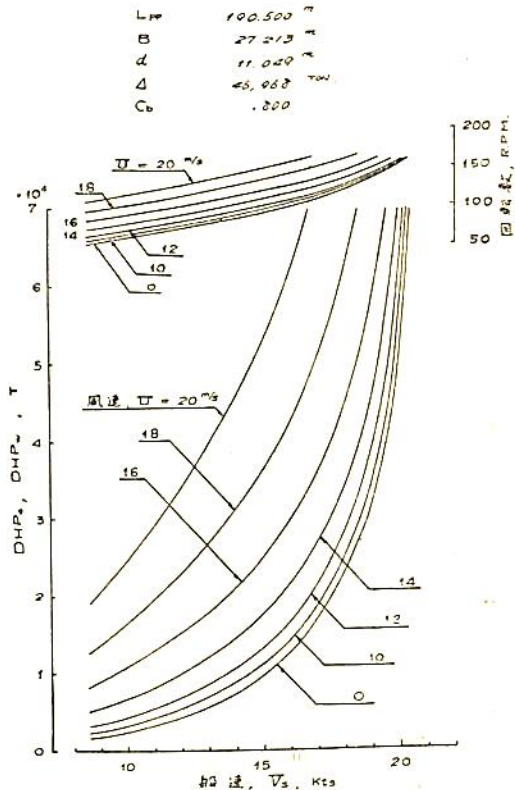
波浪中の推進性能の面からは第0段階と見做すことのできる平穏な海面を航行する場合は本文の対象とならない。第1段階と第2段階の境目となる現象は、当然対象となる船の長さ、肥舟度等によつて変化する性質のもので一率に定めることはできない。よく引用される例であるが E. V. Lewis によつて与えられている図-1 がその1例を与えるであろう。このような運用面の資料が今後多くの船種、船型について集積されることが望まれる。以下に上述の第1段階および第2段階の航海状態に関連して、最近運輸技術研究所船舶推進部において実施された波浪中の水槽試験結果から実際のものを2,3とりあげて紹介する。紙数の関係もあり、簡単なため対象とする船型を大型油槽船にかぎつたことをあらかじめ御諒承ねがいたい。

2. やや荒れた海面を航行する場合の問題

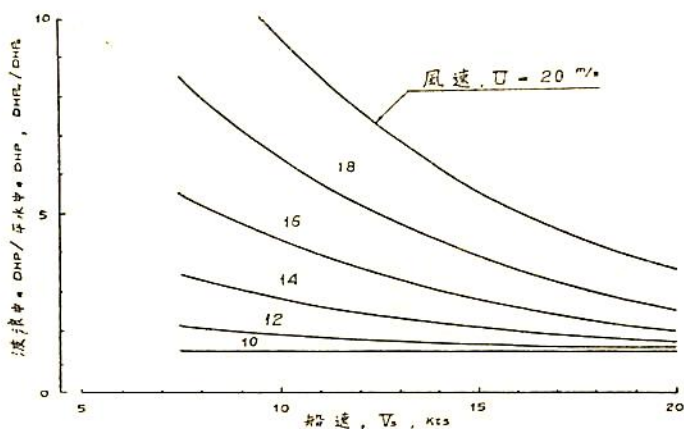
この段階では船はあらかじめ予定された機関出力(回転数)で走るわけであるが、船体運動が海面および波を攪乱することによる抵抗の増加、船体運動と波との位相差による抵抗の増加および風圧による抵抗の増加によつて船速が低下する。この速度低下をある程度推定することは可能であつて、船長 $L_s=190.5$ mの大型油槽船について計算を行つた例を図-2に示す。図において DHP は風速 U をパラメーターとして表わされているが、その意味は U m/s の風速の下に完全に発達した海面を航行する場合に必要な DHP を示しており、風は向い風として風圧による抵抗も加算されている。海洋波の条件は計算の仮定から幾分誇張されているが、向い波、向い風の最も酷な条件の下にあると考えてよい。図-3に本図から作成した DHP の増加率を示すが、いわゆるシーマージンについての参考資料となるであろう。図-4に出力



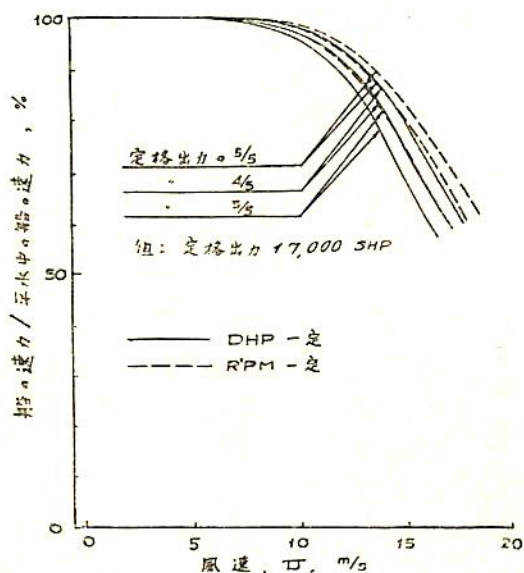
第1図 向い波が船速におよぼす影響



第2図 平水中および波浪中の馬力等曲線

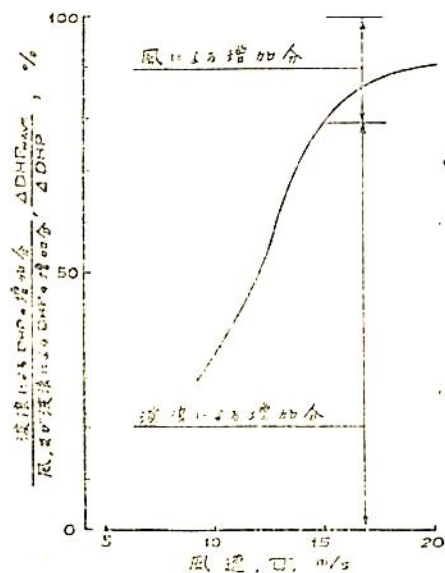


第3図 DHP の増加率



第4図 船速低下率

および回転数を一定とした場合の船速の低下率を示す。波高が最大値からの $\frac{1}{3}$ 平均のいわゆる 有義波高であらわされているものとする、本図は図-1 の estimated speed を示す曲線とはほぼ同一の傾向を示している。次に DHP の増加のうちで風による部分と波による部分の割合を示したものが図-5 である。風速 $U=13\text{m/s}$ 以下になるとむしろ風圧抵抗による部分が大きくなることは注目すべきである。これは実船試験においても報告された例がある。計算の経過において明かになったことであるが、このような大型でしかも肥えた船型になると船の長さ以下の波長の波による抵抗増加が非常に重要な影響をもっている。これは今後模型試験を計画するにあ

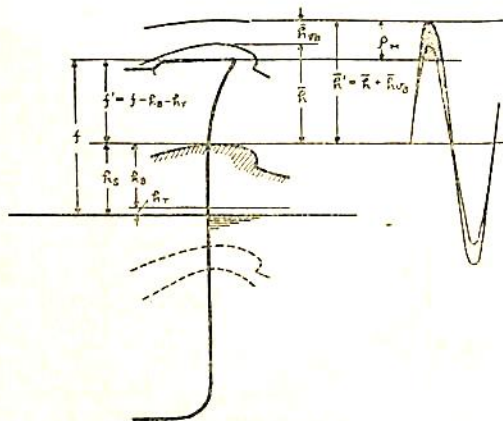


第5図 風に対する増加分と波浪による増加分との割合

たつては注意しておかなければならない点である。これ等については更に詳細に運研報告で述べられる予定である。

3. 非常に荒れた海面を航行する場合の問題

緒言に述べたようにこの段階でははげしい船体運動、加速度のほか、軽荷の場合はスランピング、プロペラのレーシング、満載の場合は甲板上への海水の打ち込み等が問題となってくる。ここでは海水の打ち込み、いわゆる shipping water をとりあげてみることにする。甲板開口、艤装品等の強度の観点からはむしろ斜め波が船首楼後端附近から打ち込む場合が最も重要となり、また最終的には打ち込み水量よりもむしろ衝撃圧力等を取り



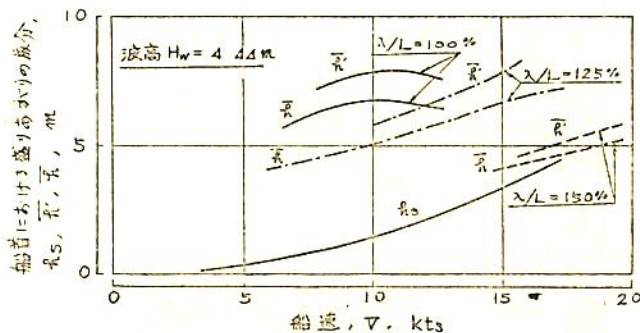
第6図 船首における水面の盛りあがりの成分

あげねばならないが、現象そのものとしては比較的簡単であり、しかも共通な点も多いと思われるので、ここでは基本的な向い波が船首のブルワークを越えて流れ込む場合をとりあつかってみる。

向い波で海水が船首のブルワークを越えて流れ込む場合、船首における相対的な水面の盛りあがりには図-6に示すような成分からなりたっている。まず船首において常に盛りあがっている成分は船の航走によつておこる船首波の盛りあがり h_B と、トリムの変化および船体の沈下による相対的な盛りあがりの成分 h_T との和 $h_S = h_B + h_T$ である。後に述べるように乾舷 f を水面から甲板またはブルワークの上縁までの余裕と考えるならば、船が走っている場合は上に述べた量を差し引いたもの、すなわち $f' = f - h_S$ を乾舷としなければならない。これを修正した乾舷 f' と呼ぶことにする。つぎは船の縦揺れと上下揺れの合成によつて生ずる船首の上下運動とこれに相対的な船首における波面の上下運動による成分 \bar{h} —振巾をあらわすために—を付けておくと、船首と波面との相対速度 u_B によつて生ずる水面の盛りあがり \bar{h}_{VB} とであり、両者はほとんど同位相なので単純に加わえ合おきつて、その合成運動の振巾は $h' = \bar{h} + \bar{h}_{VB}$ となる。これを修正した船首没入量 \bar{h}' と呼ぶことにする。 \bar{h}' は前述の定常的な盛りあがり h_S を零点として、そのまわりに上下に振動するものである。

図-6は大重油槽船模形について測定した例を縮尺したもので、実船の長さを 200 m とすると波長が船長に等しく、波高 4.44 m の規則正しい向い波の中を 15 kts の速さで走る場合に相当するが、これらの諸量の大小その割合を察知することができるであろう。

図-7に同様実船の長さを 200 m とした場合の上述の諸量の速度による変化を示してある。図から船の長さを



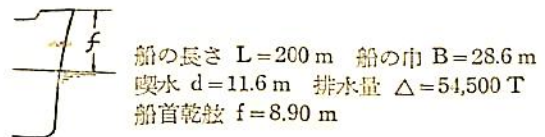
第7図 船首における水分の盛りあがりの成分
船の長さ $L=200$ m 船の巾 $B=28.6$ m
喫水 $d=11.6$ m 排水量 $\Delta=54,500$ T

変えた場合の値を知るためには、船速 V は勿論フルードの法則によつて換算すればよく、 $h_S = h_B + h_T$ は船の寸法比で換算すればよい。 $\bar{h}' = \bar{h} + \bar{h}_{VB}$ については図は波高が 4.44 m の場合であるから、図から読みとつた \bar{h}' を h' とすると、実船の長さ L m、波高、 H_w m の場合には、

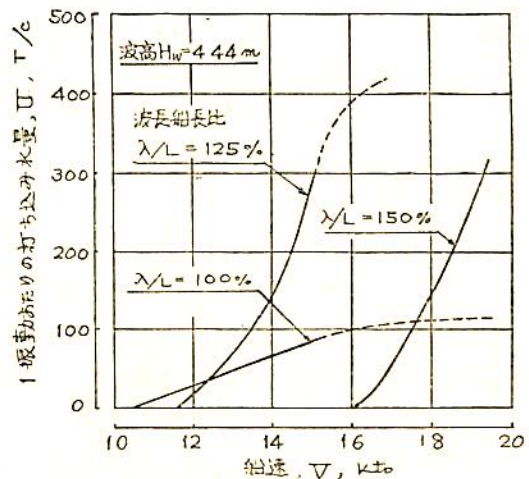
$$\bar{h}' = \bar{h}'_0 \cdot \frac{H_w}{4.44} \cdot \frac{200}{L} = \frac{45 H_w}{L} h' \quad (1)$$

となる。なお対象とした船の主要寸法は同図中に示してあるが、ほぼ同型の船ならば本図から大略の値を推定することができるであろう。

従来海水の打ち込み、とくに green sea と云われる



船の長さ $L=200$ m 船の巾 $B=28.6$ m
喫水 $d=11.6$ m 排水量 $\Delta=54,500$ T
船首乾舷 $f=8.90$ m



第8図 海水の打ち込み量

甲板上への大量の海水の打ち込みをとり扱う場合、たとえばユニット・デッキの時間の想定航走時間に対する割合を計算するような場合に船首の乾舷 f をそのまま使用しているが、実験を行つてみるとこれが妥当でないことがわかる。図-8は規則波中の海水の打ち込み量を図-7と同様な実船に換算した例であつて、前述の船首の上下変位と波面との相対運動による船首の没入量 \bar{h} 、もしくは更に船首と波面との相対速度による水面の盛りあがり \bar{h}_{VB} を付け加えた、修正した船首没入量 \bar{h}' が船首の乾舷 f を越えていなくてもはげしい打ち込みがおこることを示している。そこで乾舷 f が前進速度による

盛り上がり h_s だけ減つたものと考えたとこの現象を説明することができる。すなわち船首乾舷を水面から甲板までの海水打ち込みに対する余裕とみなすならば、水線からの乾舷 f のかわりに修正した乾舷 $f' = f - h_s$ を用いなければ打ち込みに対する安全性を過大評価することになる。1例をあげると、長さ 200 m 程度の大連油槽船が速度 15 m/s の風のもとに完全に発達した海面を約 15 kts の速力で風に向かって走る場合、船首のブルワークを越えて海水が流れ込む時間の想定航走時間に対する割合は、乾舷 f をそのまま用いた場合は約 2% であるに対し、修正した乾舷 f' を用いると約 10% となる。なおこのような計算の結果についてはまた別の機会に紹介したいと考える。

次にどの程度の海水が船首のブルワークを乗り越えて流れこむかということであるが、この例は前述の図-8 である。この打ち込み水量は初期のうちはつぎのような式で近似できる。すなわち 1 振動あたりの打ち込み水量 U は

$$U = K \cdot V \cdot T_E \cdot H_w^2 \left(\frac{\bar{h}'}{f'} - 1 \right)^{2.5} \quad (2)$$

であらわされる。ここで、

K は常数、

V は船速、

T_E は船と波との出会周期、

H_w は波高、

\bar{h}' は前述の修正した船首没入量、

f' は前述の修正した船首乾舷

である。

この式を使用して前にあげた油槽船について打ち込み水量におよぼす乾舷の影響を調べてみよう。たとえば船の長さに等しい波長の向い波の中を船速 $V = 15$ kts で進行する場合を考えると、図-8 から波高 4.44 m のときの打ち込み量 U は約 90 T/cycle であつて、関係する諸量は図-7 から、求めると、

$$H_w = 4.44 \text{ m,}$$

$$f' = f - h_s = 8.9 - 3.5 = 5.4 \text{ m,}$$

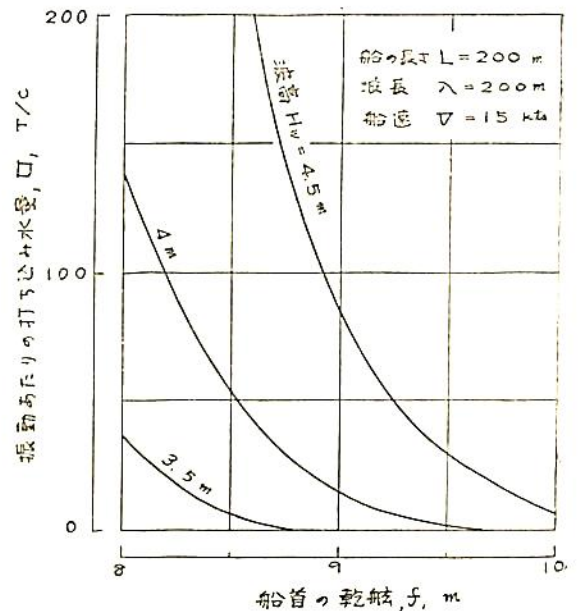
$$\bar{h}' = 7.11 \text{ m,}$$

$$\frac{\bar{h}'}{f'} = 1.32$$

となり、

$$H_w^2 \left(\frac{\bar{h}'}{f'} - 1 \right)^{2.5} = 1.14 \text{ m}^2$$

のとき $U = 90$ T/cycle となる。これらを用いて波高 H_w を 3.5, 4.0 および 4.5 m、乾舷 f を 8 m から 10 m まで変化させたときの打ち込み水量を計算したものが図-9 である。打ち込み水量は波高に対しても、また乾舷の大きさに対しても非常に敏感に変化することがわかる。本例に示した船の場合乾舷は約 9 m となつていますが、4 m 以下の波を考えるならば曲線群の適当な曲率の部分を選んでいとも言える。しかしこの数値は更に前述のようなウエットデッキの時間的な割合あるいは傾度等の面からも調査されなければならない性質のものである。



第9図 乾舷の高さと打ち込み水量

海水の打ち込みに対してフレアーの形状が非常に大きな影響を及ぼすことは明かであるが、これを支配する飛沫あるいは波の崩れ等の現象は極めて複雑であつて、これを解明するには多くの基本的な研究が必要である。参考のため写真例(別掲)をあげておく。

4. 結 果

以上波浪中水槽試験の結果から比較的実用の面で興味があると思われるものを 2,3 説明したが、幾分なりとも参考になれば幸と考へ、さらに実地的、理論的の面から御教示を御願ひする次第である。

緒 言

船型試験水槽で強制的に模型船に乱流を促進する方法としては sand strip, trip wire, pin 等が行われているが、国際水槽会議でもこの問題については一分科が設けられており、水槽関係者の関心は深いものがある。最近ではその固有抵抗が低いにもかかわらず乱流促進効果が勝れているという理由で船首附近に pin をうえることが多く採用されるようであるが、pin なり trip wire なりが乱流を発生させる現象や、機構については造船関係では研究が少く、乱流促進装置の大きさやその設定位置について十分な検討がなされているとは思われない。

Trip wire が乱流を発生するありさまについては、谷の研究¹⁾があるが、最近の報告²⁾でさらに pin のような三次元的な粗さが層流を破壊する現象について詳しくのべている。

船型試験の場合、波の存在、水槽水の乱れの影響、速度分布の影響などが併存し、さらに船体抵抗成分そのものにも不明の因子が残存することを考えると、問題を理論的に解明するのは困難で、最終的には模型実験によって適当な促進方法を決定するほかないと思われるが、以下にのべる一計算が、若干本問題の調査研究に役立てば幸である。

本論においては簡単のため問題を平板の乱流促進に限ってあるが、層流境界層に関する量だけをあつかうため、二次元問題として流速変動を考慮に入れることはあまり困難でない。

乱流発生のための最小粗さ

谷¹⁾によれば、trip wire のような二次元的粗さが、層流境界層にあるとき (Fig. 1a), 主流速度 U をましてゆくと、trip wire の後方ある距離から乱流が発生する。 U を増大するとこの点は次第に前進し、ついには trip wire の位置から乱流が発生するようになる。板の

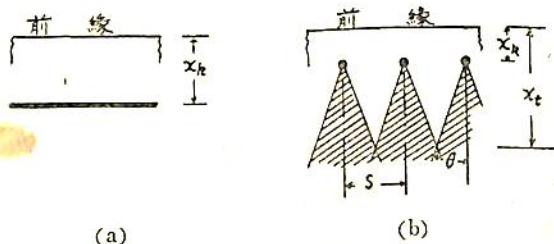


Fig. 1 乱流発生装置の配置

前縁から、乱流発生点までの距離を x_t とするとき、 $x_t \geq x_k$ であるが、 $x_t = x_k$ のときの粗さの高さ (trip wire の直径) k を限界粗さと名付けると、 k は主流速度 U 、粗さの位置 x_k 、動粘性係数 ν の関数として定まる。ただし主流の乱れは一定と考えるか、または k が大きくて主流の乱れの影響は大きくないものとする。 k の大きさは Dryden³⁾ によると、粗さがなくときの x_k における層流境界層の排除厚 δ_k^* との比であらわすのが適当で $k/\delta_k^* > 0.6$ では乱れの影響は k の影響に比して無視される。

二次元の場合には乱流への遷移点が U の増大とともに次第に連続的に前進するが、pin のような三次元粗さが存在するときは様子が異なる。 U が小さいときは粗さの後方に一条の渦糸が発生し、これが自然に崩壊して乱流になるが、 U を僅かに増すと、突然粗さの直後から楔状に乱流域が拡がってゆく (Fig. 1b)。この変化は二次元のときにくらべてはるかに急激で三次元粗さの特徴である。二次元的粗さからは二次元的な渦が発生し、これが三次元的な渦に転化してはじめて乱流が発生すると考えられるのであるが、三次元的な粗さはただちに三次元渦を発生するので、このような差異を生ずるものであろう。

もつとも変化は急激であつても、乱流発生点はある U をこえてはじめて粗さの位置にまで達するもので、二次元の場合と同様に限界粗さを定義することができる。ただし Fig. 1b でみるように三次元的な粗さは必然的にある間隔 S をもって配置され、楔状乱流域の拡がりの角 θ は約 15° をこえないから、平板が完全に乱流でおおわれる点 x_t は、粗さの位置 x_k よりも後方になる。しかし幸なことに θ は x_t をあまり大きくするほど小さくはないようである。

限界粗さ k は種々の表示法があるが、以下の計算に便利なように

$$k/x_k = f(R_1)$$

$$R_1 = U x_k / \nu$$

であたえることにする。 f の形は Fig. 2 に示す通りである。二次元の曲線は

$$R_0 + \Delta R_0 \geq 320$$

による。これは Preston⁴⁾ があたえた関係で運動量厚 δ_k をつかっている。 ΔR_0 は trip wire をおいたための抵抗増加に相当する R_0 の増分である。ただし

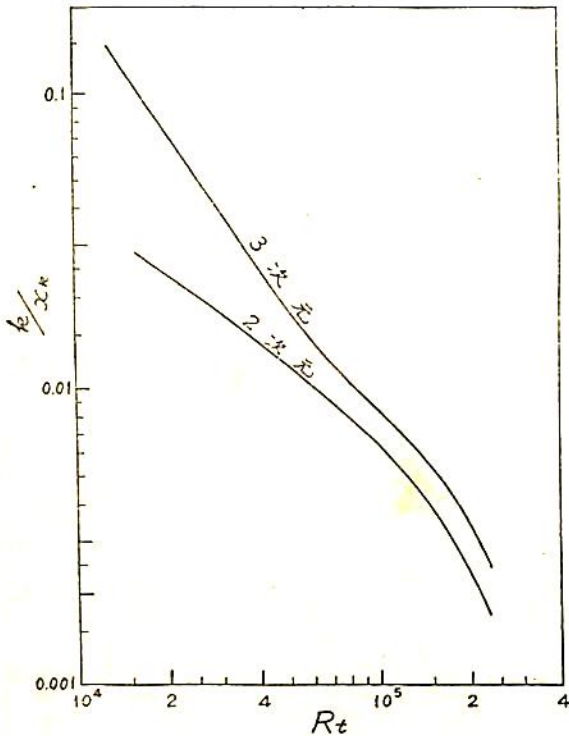


Fig. 2 限界粗さ

$$R_\theta = \frac{U \partial_k}{\nu}$$

$$\partial_k = 0.664 \sqrt{\nu x_k / U}$$

$$\Delta R_\theta = \frac{1}{2} C_D \cdot \frac{kU}{\nu} \left(\frac{u_k}{U} \right)^2 \equiv$$

$$\frac{u_k}{U} = 0.332 k \sqrt{U / \nu x_k}$$

ここに u_k は粗さが無いときの粗さの頂点の高さ k における境界層内流速である。Fig. 2 においては R_t が小さいとき上式で計算した u_k/U が 1 より大になる範囲も入っているが、ここでは $u_k/U \equiv 1$ とした。この取扱は、粗さが層流境界層内にあるという前提を破るもので不正確なものであるが一応の近似値として示しておいた。また ΔR_θ における係数 C_D は u_k をもとにした抗抵係数で、trip wire では $3/4$ ととつて十分である。なお (1) 式は R_t の大きいところで急激に小さい k をあたえ、約 2.3×10^5 で $k=0$ となるが、滑面平板における乱流は $R_t \approx 3.6 \times 10^5$ で発生する。(1) 式の k/x_k は $R_t = 2 \times 10^5$ 以上でなめらかに ($k=0$; $R_t = 3.6 \times 10^5$) に連続させることができるので、Fig. 2 はそのように若干の変化をしてある。

三次元の限界粗さとして現在あたえられているのは球と、高さが直径に等しい円柱だけである。厚みが小さくて、縦横比をかえた現用の平板ピンについての資料がな

いは残念であるが、やむをえないから Fig 2 には谷²⁾の論文にある第 8 図、第 12 図をほぼそのままとつてあらわした。大体の値を表示すると第 1 表のとおりである。

第 1 表 球および高さが直径に等しい円柱の限界粗さ

$R_t \times 10^{-4}$	2	3	4	6	8	10	15	20
k/x_k	.0720	.0390	.0273	.0141	.0102	.0083	.0054	.0036

Fig 2 からわかるようにたんに k の大きさと比較すると三次元粗さは二次元粗さより促進作用は弱い。

なお境界層外端流速 U が場所によつてかわる (圧力勾配がある) ときは R_t として

$$R_t = \frac{1}{1.721^2} \left(\frac{U_k \delta_k^*}{\nu} \right)^2$$

をとり、 k/x_k のかわりに k/δ_k^* をとつて曲線をかきなおしておかなければならない。 U_k は粗さのないときの層流境界層外端流速である。

二次元促進装置の計算

問題を具体的にするため、長さ $L=2 \sim 5$ m の平板に対して trip wire (直径 k mm) をつけた場合を考える。

ν の値は $1.14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ とし、流速は $F=U/\sqrt{gL} = 0.10 \sim 0.14$ とする。

通常行われるように trip wire の位置を前縁から $5\%L$ とする。($x_k=0.05L$) Fig. 2 を使って trip wire の位置からただちに乱流の発生するための限界粗さ k が求められる。この結果を Fig. 3 に実線で示した。

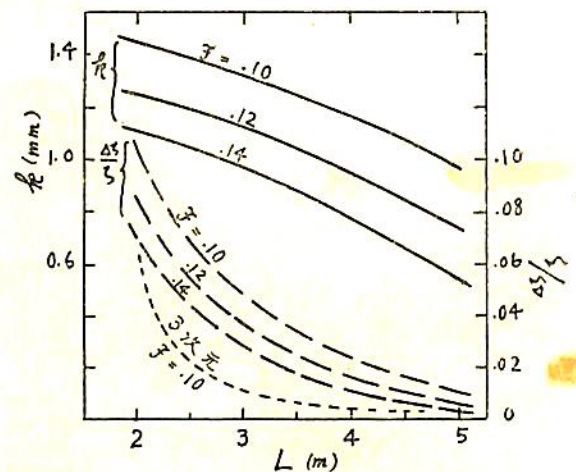


Fig. 3 二次元限界粗さと固有抵抗比

k なる大きさの trip wire をつけたための抵抗増加を $\Delta\zeta/\zeta$ の形として同図破線で示した。ただし $\Delta\zeta/\zeta$ は次の式であたえられる。trip wire のない平板が完全に乱流でおおわれたと仮定したときの単位巾、片面の摩擦抵抗を R_f とし、抵抗係数を C_{fT} とすると

$$R_f = \frac{\rho L U^2}{2} C_{fT}$$

ζ は

$$\zeta = R_f / \rho U^2 \equiv \frac{L}{2} C_{fT} \quad (C_{fT}: \text{Schoenherr の値}) \quad (2)$$

また trip wire の単位長さの抵抗を ΔR とし

$$\Delta R = \frac{\rho U k^2}{2} k \cdot C_D$$

とあらわし、 $\Delta\zeta/\zeta$ を

$$\Delta\zeta/\zeta = \Delta R / \rho U^2 = \frac{k}{2} \cdot C_D \left(\frac{u_k}{U} \right)^2 \quad (3)$$

とした。あたえられた k に対し u_k/U が 1 より大なるときは $u_k/U \equiv 1$ とした。C は前述のごとく $3/4$ とした。

この図からみると L の小さいとき $\Delta\zeta/\zeta$ は急激に増大し、 $L < 3\text{m}$ ではほとんど trip wire の使用を断念したくなるほどである。L = 4 m においてもなお全摩

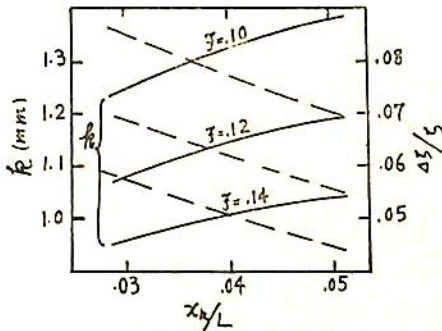


Fig. 4 取付位置の影響 (二次元)

擦抵抗の 2% 程度が固有抵抗として残るのは注目し値する。

次に trip wire の位置についてしらべる。L = 2.5 m とし、 x_k/L を 3~5% にかえて k および $\Delta\zeta/\zeta$ をもとめると Fig. 4 がえられる。 x_k を大きくすると k は若干増すが固有抵抗比 $\Delta\zeta/\zeta$ はかえって減る。これは u_k が減るためである。 $\Delta\zeta/\zeta$ を減少させることがよければ k の増大は僅であるから x_k/L は今少し大きくして有利であろう。しかしこれだけでは決定的なことは何も出てこない。

三次元促進装置の計算

三次元の場合も限界粗さ k の求めかたは前節と同じ

である。ただ固有抵抗は次のようになる。粗さの間隔を S とし、S の間の平均固有抵抗 ΔR は

$$\Delta R = \frac{\rho u_k^2}{2} \cdot C_D \cdot \frac{A}{S}$$

ただし A は三次元粗さの正面面積で、高さが直径に等しい円柱では $A = k^2$ である。従つて

$$\Delta\zeta = \frac{k}{2} \cdot C_D \left(\frac{u_k}{U} \right)^2 \left(\frac{k}{S} \right) \quad (4)$$

ここで C_D としてとるべき数値については十分信用できる値がない。無限に長い円柱、有限長さ円柱、地上にある円柱その他の抵抗係数から 0.5~1.0 の範囲と想像されるが、ここに計算した範囲では k はかなり大きく、境界層の厚さに近いが、これより大きいので、簡単のため前節と同じく $3/4$ と仮定した。

さて Fig. 1b からあきらかに

$$x_t = x_k + \frac{S}{2 \tan \theta} \quad (5)$$

であるから変数として S が増す。また θ も一定とは限らないがここでは一律に

$$\tan \theta = 0.20$$

と仮定した。

最初に $S = 2.5\text{cm}$ (一定) とし、 x_k/L を 1.5~3.5% に変化して k と $\Delta\zeta/\zeta$ を求めると Fig. 5 がえられる。図中垂直の破線は二次元の場合に対応する遷移点までの距離 x_t が L の 5% になる位置である。 x_k/L を大にすると $\Delta\zeta/\zeta$ が減少することは Fig. 4 と同様であるが、k は Fig. 4 とは逆になる。もつとも L = 4 m, 5 m あたりでは k も $\Delta\zeta/\zeta$ も x_k/L によつてあまりかわらなくなる。

突起の高さ自体は二次元粗さにくらべてはるかに大きくする必要があるが、反面 $\Delta\zeta/\zeta$ は L と共に急速に小さくなる。このことは Fig. 3 に点線で示しておいた。L = 3 m で $\Delta\zeta/\zeta$ は大体 1% となる。ただ L = 2 m となるといずれの方法でも $\Delta\zeta/\zeta$ が急に増大し、実用の可能性を疑わせる。これは Fig. 5 の k からも考えられることであり、L = 2.5 m はほぼこの方法の適用限界と思われる。

x_k/L の値自体については実際には L の値にかかわらずなるべく小さい方がよいとされているようであるが、Fig. 5 からみると k も $\Delta\zeta/\zeta$ も x_k の減少によつて急増するからむやみに前方につけない方がよさそうに思える。また最適位置の決定にはいろいろな考え方がありえて一義的にはきまらないが、L = 4 m, 5 m における k の変化が、もつと L の小さい所にもおこるとすると、 x_k の絶対値が大体 10 cm と推定される。このこ

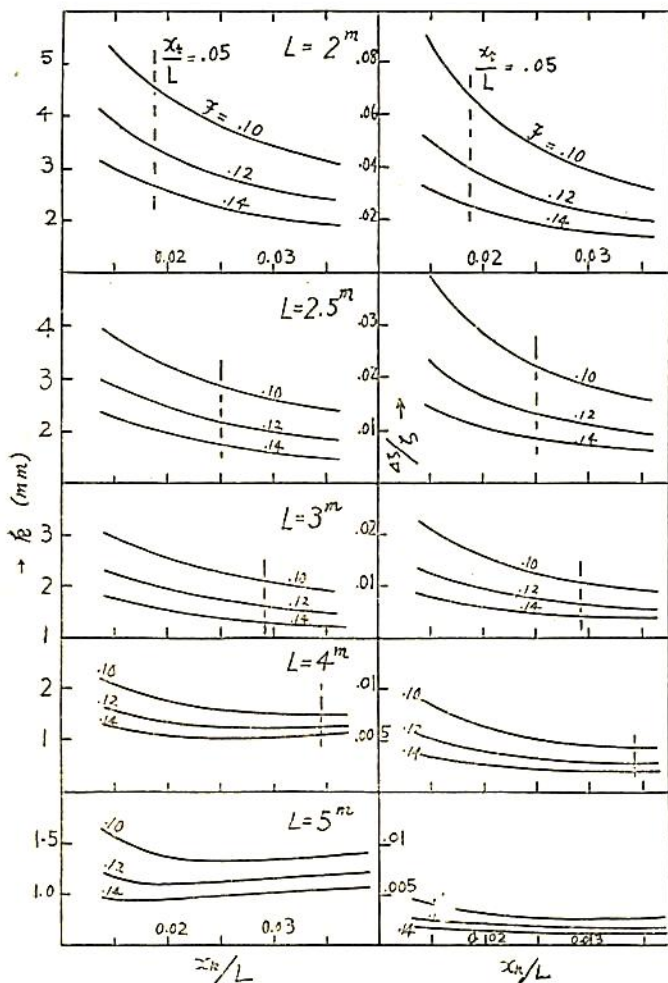


Fig. 5 取付位置の影響 (三次元)

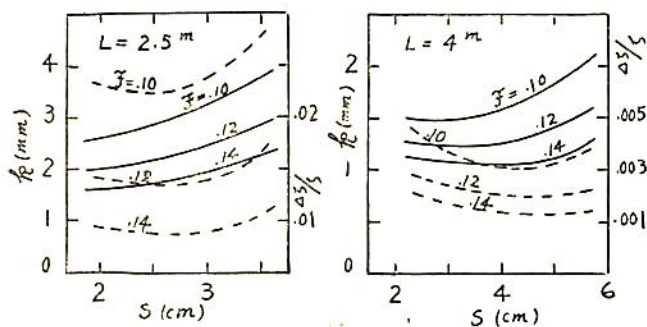


Fig. 6 粗さの間隔の影響 ($x_t = 0.05 L$)

とは物理的に意味があることかもしれない。

いずれにせよ $L \geq 2.5$ m の範囲で三次元粗さが乱流促進に有利なことはあきらかである。

上の議論は $S = 2.5$ cm とした場合であるが、 $x_t/L =$

5% としておいて S を種々にかえた場合を計算した。結果を Fig. 6 に示す。実線は k 、点線は $\Delta\zeta/\zeta$ である。ここで面白いのは $\Delta\zeta/\zeta$ に極小値があらわれることである。 S が過大になると x_t/L を一定にするために k を大きくする必要が生じて $\Delta\zeta$ は大きくなる。また S を小さくすると S の間隔の平均抵抗が k/S に比例して増す。このため S のある値で $\Delta\zeta$ に極小値があらわれる。図からえられた最適 S 値は大体 $L/100$ に近い。このことはピンを配置するとき、その数が板型の大小によらずほぼ等しくてよいことを意味するので好都合と云える。

平板の全抵抗係数

乱流促進装置をつけた平板の全抵抗は、(1) 前縁から x_k までの層流摩擦、(2) x_k から L までの乱流摩擦、(3) 促進装置の固有抵抗からなるものと考え、局所摩擦係数に肩符' を層流に添字 L 、乱流に添字 T をつけると

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{\rho U^2}{2} \left[\int_0^{x_k} C'_{fL} dx + \int_{x_k}^L C'_{fT} dx + 2\Delta\zeta \right] \\
 &= \frac{\rho U^2}{2} \left[\int_0^{x_k} C'_{fT} dx - \int_0^{x_k} (C'_{fT} - C'_{fL}) dx + 2\Delta\zeta \right] \\
 &= \frac{\rho U^2}{2} \left[LC'_{fT} - x_k \cdot C'_{fL} \cdot \phi + 2\Delta\zeta \right]
 \end{aligned}$$

ただし

$$\begin{aligned}
 \phi &= \left(\frac{C'_{fT} - C'_{fL}}{C'_{fL}} \right)_{x=x_k} = \frac{0.074 Re^{-1/2}}{1.328 Re^{-1/2}} - 1 \\
 &= 0.0557 Re^{0.3} - 1 \quad (6)
 \end{aligned}$$

とした。したがって平板の全抵抗係数 (片面、単位巾) C は

$$\begin{aligned}
 C &= R / \frac{\rho}{2} U^2 L = C'_{fT} - \left(\frac{x_k}{L} \right) \cdot \phi \cdot C'_{fL} \\
 &\quad + \frac{2\Delta\zeta}{L} \quad \left(\begin{array}{l} \text{三次元では } x_k \text{ は} \\ \text{ } x_t \text{ となる} \end{array} \right) \quad (7)
 \end{aligned}$$

となる。

(7) で C'_{fT} は Schoenherr の値を、 C'_{fL} には Blasius の値を採用した。ただし (6) 式では $(C'_{fT})_{x=x_k}$ に Schoenherr の値が表示されていないので $1/7$ 指数法則を借用した。

例として $L = 2.5$ m と 4 m をとり、Fig. 1 a の x_k 、Fig. 1 b の x_t が L の 5% になるようにし、三次元の

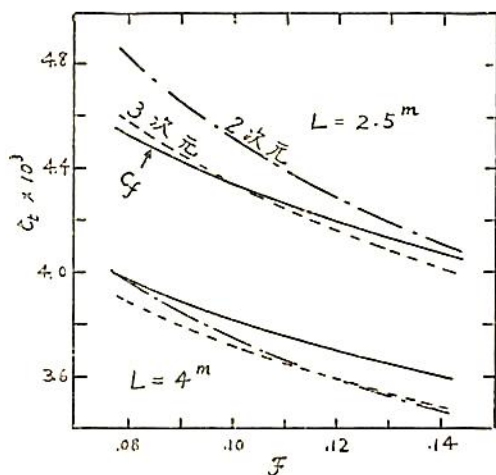


Fig. 7 平板の全抵抗係数

場合 S は $L/100$ ときめて $F=0.08\sim 0.14$ について C_t を求めた。この際三次元粗さでは層流、乱流の境界が、(抵抗値から考えて) $\bar{x}_t = \frac{1}{2}(x_k + x_t)$ にあるものとし、(6) (7) 式では x_t のかわりに \bar{x}_t をあてるべきものと考えて計算を行った。

Fig. 7 はその結果であつて、実線は前縁から完全な乱流である平板の摩擦抵抗係数、鎖線は二次元、点線は三次元限界粗さを配置した場合の全抵抗係数である。

一般に (7) 式の右辺第二項は F の増大と共に増大するの、第三項は急速に減少するので $C - C_{rt}$ はけつして一定には保たれない、 C_t の F に対する傾斜は一般に C_{rt} の傾斜より大きくなる。三次元粗さでは比較的 C_t と C_{rt} との傾斜の差が小さく都合であるが、 $L=4\text{ m}$ のとき ΔC_t が小さいため絶対値はかなり異なっている。それで促進装置の固有抵抗を、層流域での抵抗増加と打消しあうとして無視することは危険であろう。

さきに L の小さいときの $\Delta C_t / C_t$ が大きいことをのべておいたが (Fig. 3)、層流域の抵抗減少とさしひきすると $L=2.5\text{ m}$ でも三次元粗さではほとんどそれが目立たない。このような現象から考えても C_t 曲線の傾向だけ

から乱流促進法の効果を即断することは誤を生ずるおそれがある。

結 語

以上平板に附せられた二次元的乱流促進装置 (trip wire) と、三次元的装置 (直径と高さの等しい円柱) とについて若干の計算を行つて

1. 三次元的粗さが促進装置として決定的に有利なこと
2. 粗さの位置をあまり前端に近づけるのは疑問であること
3. 粗さの間隔に最適位置があること
4. 促進装置の固有抵抗は独立に計算する必要があること

等をあきらかにした。

しかし三次元的粗さとして平板状ピンの特性が明らかにされていないため、円柱粗さに限つて計算が可能であつたことは残念である。今後この方面について今少しつつかんだ研究が行われることを期待する。

船首附近は加速領域であるから、圧力勾配の影響は比較的とりいれやすいと推測されるが、計算はこの次の機会にゆずることとしたい。
(1959. 11. 22)

文 献

- 1) 谷一郎・浜良助・三石智: On the Effect of a Single Roughness Element on Boundary-Layer Transition. 東大理工研報告 Vol. 8, 1954.
- 2) 谷一郎: 二次元および三次元粗さの層流に及ぼす影響. 東大航研集報 第1巻, 第5号.
- 3) Dryden, H. L.: Review of Published Data on the Effect of Roughness on Transition from Laminar to Turbulent Flow. J. Aero, Sc., Vol. 20, 1953.
- 4) Preston, J. H.: The Minimum Reynolds Number for a Turbulent Boundary Layer and the Selection of a Transition Device. J. Fluid Mech., Vol. 3, 1958.

天然社・新刊

天然社編 船舶の写真と要目 第7集 (1959年版)

B5判上製函入 180頁 写真アート紙 定価 700円 (〒50)

昭和33年発行「船舶の写真と要目」第6集(1958年版)に収録以後の1ケ年(大略昨年9月より本年8月までの竣工船)における国内船、輸出船の、1,000噸以上の新造船を掲載する。130余隻に及ぶ全貌が写真および百余項目にわたる詳細なる要目表により明かにされる。この一年間の日本造船界の状況はこの集により余すところなく明かにされ、世界に冠たる造船技術をも併せ窮い知る貴重なる資料である。

N. P. L. の新試験水槽の開所式 に参列して

谷 口 中
三菱造船・船型試験部長

(1)

1955・3・7に鉄入れ式を行い鋭意建設を進めていた N. P. L. の新試験水槽の開所式が去る 10 月 19 日施行された。国際試験水槽会議 (I. T. T. C.) の推進性能専門委員会のメンバーとしてこの開所式に招待され、ただ一人の日本人としてこれに参列したので以下簡単にその紹介を試みたいと思う。

N. P. L. の造船部には既によく知られた Teddington の試験水槽がある。そもそも N. P. L. の造船部は Alfred Yarrow 卿による N. P. L. への 2 万 5 千 000 圓の寄附金によって 1908 にスタートしたものであるが、その寄附金は船体模型試験用の水槽を建設するためのものであり、その試験水槽は次のような仕事を行うべきことが定められた。

- (a) 造船並びに船舶推進に関する改善のための研究
- (b) 民間造船所の要求により秘密を守つて行う船体模型やプロペラの試験

そしてこの二つの条項は現在に到るまで造船部のポリシーを支配して来た。この Alfred Yarrow Tank は 1911 に完成し Teddington の No. 1 水槽として現在まで使用されており、その大きさは長さ 152 m, 巾 9.1 m, 水深 3.75 m である。1910 から 1914 に到る間は年々約 25 隻の模型船が試験され、従業員は工員を含めて約 10 名であつた。所が造船業の要求する水槽試験の量は増加の一途をたどり、遂に英政府の費用によつて 1932 第 2 の水槽が建設された。これが Teddington の No. 2 水槽と称されるもので長さ 207 m, 巾 6.1 m, 深さは大部分が 2.75 m で一端 55 m の区間が 0.6 m に漸減している。曳引車の最大速度は 9.1 m/s である。これと時を同じうして、Cavitation 研究のためのプロペラタンネルの建設に James Lithgow 卿から 500 万 000 圓の寄附金が与えられた。この Lithgow タンネルは計測断面の大きさが 457 mm 角、計画速度は 9 m/s である。最近の 30 年間には年間の模型船試験隻数もスタッフの数も同じく約 30 にまで増加した。1945 年頃には造船所からの抵抗並びに推進試験の要求が更に激増して相当の残業をもつてしても作業の遅れが 9 ヶ月に達し研究のための余力は殆んど皆無の状態に立ち到つた。このような状況において今度の新水槽建設の申立がなされたのである。1945 年、造船部の長は J. L. Kent であつたが、彼

は Froude Subcommittee (この Subcommittee は造船部の作業に関する実行委員会に対し諮問委員会としての職責を持つもので当時の委員長は Wescott Abell 卿であつた。) に対し新水槽の申立てを行つた。そして事情を調査し勧告を行うために Ramsay Gebbie 博士を委員長としたパネルが任命されたが、現在新水槽の長である F. H. Todd 博士は当時、造船部の主席技官として造船部を代表してパネルに加つていた。このようにして長さ 550 m, 巾 15.2 m, 深さ 7.6 m の試験水槽を作り、かつ出来る限り速かに旋回池、回流水槽、大空洞水槽および浅底水槽も付け加えるという案が提出された。この提案の主要部分は 1946 年に承認されたが、Teddington から余り遠くない所に地所を見つけるためにかなり暇がかかつた。しかし遂に Feltham に適当な土地が見つかり、1953 年にこの土地を購入し、1954・9 にはここに自由に立入ることが出来るようになった。

その間 Ministry of Works, N. P. L., およびその他の代表者からなる作業班によつて新水槽の設計作業が進められたが、この間において William Halcrow 並びにその協力者による機械部門に対するアドバイス、海軍主席造船官および N. P. L. 造船部の長であつた故 Allan 博士の功績が特記されねばならない。1952 年末 Ministry of Works は進められた計画に基いて予算を算定したが、これは目標の 200 万 000 圓 (約 20 億円) を越えて 300 万 000 圓以上と算定された。そこで目標予算まで減額するため、水槽の長さを 400 m に縮め、かつ水槽を地上に建設する方式をとるよう計画に修正が加えられた。Ministry of Works の建築家、土木技術者および機械技術者たちは N. P. L. 造船部と相談しつつ詳細設計や図面の作製を行い、1954 年夏、建物に関する主契約が Sir Robert McAlpine & Sons Ltd. と締結された。続いて、機械関係に関する主契約は Thomas W. Ward Ltd. との間に結ばれた。そして 1955 年 3 月 7 日、当時の Froude Subcommittee の委員長 William Stanier 卿によつて鉄入れ式が行なわれたのである。1958 年の始め Feltham の地域は契約者から正式に引渡されて造船部のスタッフがここに移動を開始し、新研究所の諸設備を改善、完成させる作業を始めたのである。

このようにして最初の申立後 14 年、鉄入後 4 年にして N. P. L. の Feltham 新水槽は完成し、1959 年 10 月 19 日、Edinburgh 公臨席のもとに約 700 名の参列者を

迎えて華々しく開所式が挙行されたのである。式は 2・45 p.m. His Royal Highness The Duke of Edinburgh, K. G. の式辞によつて始まり、同公の手によつて開所を記念する銘板のヴェールが開かれた。Edinburgh 公の挨拶はかかなり専門的な事柄にまで触れ、洗練されたスピーチはさすがと感歎させられた。参列者は約 700 名と推定したが、式場（大水槽東端の assembly area）が宏大なため、とてもそれ程の人数には思えなかつた。開幕式後、若干の謝辞、記念品贈呈等が行なわれ、Edinburgh 公が所内各設備を順次見学され、その後でわれわれ参列者一同の見学が許された。設備はすべて実際に移動している所を見せ、4・30 p.m. から tea が出され 5 時過ぎ退所した。以下、新水槽の主要設備について概要を述べる。

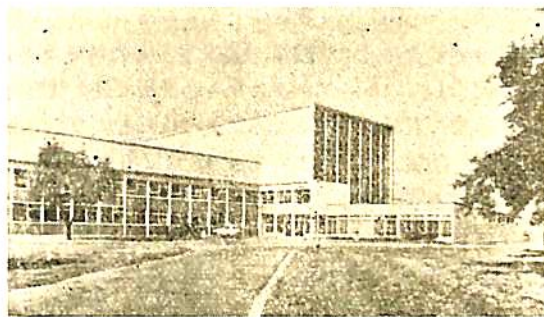


Fig. 2 正面

(2) 配 置

Feltham 水槽は Teddington 水槽の西北 4 哩、London Airport の東南に隣接した場所にある。Fig. 1 に全景を Fig. 2 に事務所正面の写真を示し、Fig. 3 に配置を示す。これ等より分る通り、新水槽は次の 3 つの設備を中心として構成されている。

- (a) 大水槽
- (b) 空洞水槽
- (c) 航海性能水槽

なお将来、現在 Teddington にある Lithgow 空洞水槽を此所へ移設すること、並びに回流水槽の新設が考慮されているとのことである。

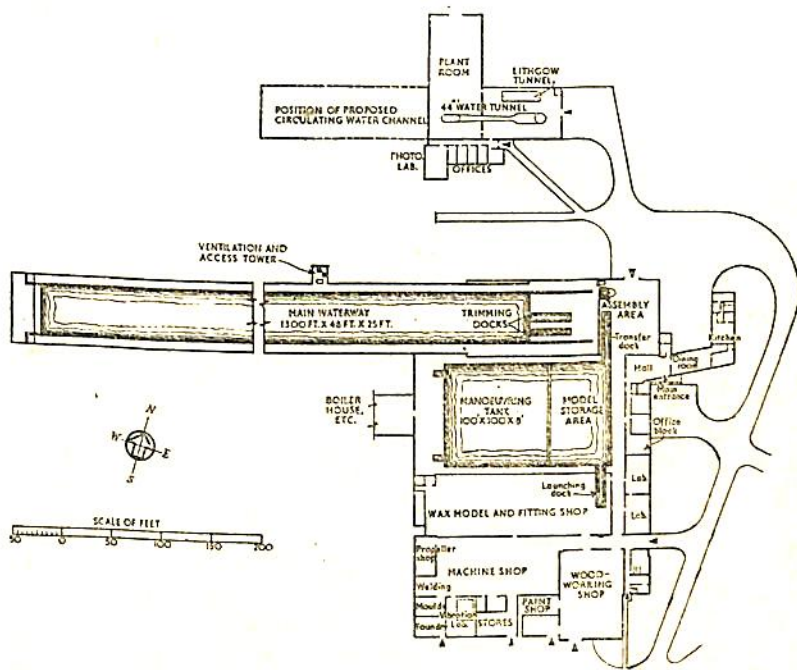


Fig. 3 配置図

(3) 大水槽

長さ 397 m、巾 14.6 m、深さ 7.6 m という巨大なもので 7.3 m の常用模型船、最高速度 15.2 m/s を目標としている。当初の計画では、長さ 550 m の掘下げ式であつたが、予算の都合で前述の通り長さを縮め、かつ地上式に改められた。このため水槽室は地上高くそびえ殊に東端の assembly area は Fig. 2 の写真より分る如く、高さ 18.3 m の異常な外観を示している。水槽は長さ 17.4 m のブロック 22 箇から成り、ブロック間のギャップを約 900 mm として、7°C 以下の気温を選んで一体に接合された。それは常用状態でこのギャップ充填部が圧縮状態となることが望ましいからである。水槽室は、外面はアスベストの波板、内面は軽合金という特殊な材料の

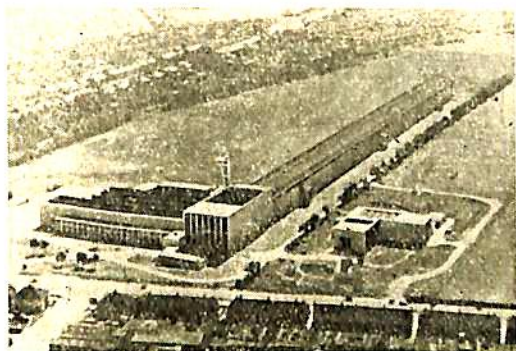


Fig. 1 全景

framework から成り、屋根はアルミニウムを中心とし外面にれきせい、その内側にコルクをつめた特殊クラッド材を使用している。アルミニウムの使用は長大な建物に対する維持費が少くなるために選ばれたとのことである。防湿、防湿は非常によく考慮されて、北側に3箇、南側に2箇の塔に取りめられた保温、換気用ユニットからのエアコンジショニングによつて行なわれ、水槽温度は1年を通じ 15°C に保持され、また露のたまることはない。水槽室は北側だけに窓を持ち、内部への日光の射入による水槽水の汚濁（微生物生育に基づく）を防いでいる。なお水槽自体にも北側に観測窓が設けられて、水中観察が可能ならしめてある。レールは特製の大型のもので仕上りで 107 kg/m 、長さ 18.3 m のものを 107 cm ピッチの chair 上に設置の後全体を1本に溶接してある。Chair 間隔が比較的広いのはレールのアライメントを容易ならしめるためであるが、このため曳引車による曲りは最大 $5/100\text{ mm}$ となつてはいるが、後述する特殊な曳引車構造のため、レールの曲りによる振動はよく防止されている。このレールの外側（両側）に、ブレーキ用の板レールが設けられ、更にこれ等の下方のレセスに曳引車用のトロリー線が配置されている。水槽内壁には僅かにカーブした巾 610 mm の斜板から消波装置が取り付けられて、模型船によつて生起された波を静めて試験の能率と安全とを高めるよう考慮されている。Fig. 4 にこの消波板と、波の消え工合を示すが、消波の能力は長崎水槽のものよりかなり劣ると判断された。この側面消波板は波浪中試験時には上へ畳むだけで水槽壁と同一平面となつて、造波機による波を乱さないようになつている。なお Fig. 4 の主レールの右側に見えるのがブ

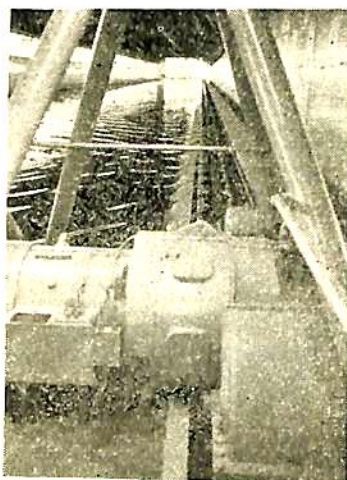


Fig. 4 側面消波板と消波の状況

レーキ用の板レールである。

水槽の西端にはブランジャー系の造波機がある。起し得る最大の波は波長 12.2 m 、波高 610 mm でブランジャーは高さ 5.2 m である。ブランジャーは水槽壁に固定されたレール上をしゆう動し、鋼板で組立てられ、前面は対数曲線面に近い理想曲面と誤差 $\pm 3\text{ mm}$ 以内の精度で一致する凹面に仕上げられている。造波機の形式としては模型その他でいろいろのものを研究したが、ニューマチック式はパワーロスが大きいこと、フラップ式は背後に無駄な長さが必要なこと等の主な理由で現在のブランジャー型が選ばれたとのことである。ブランジャーは近似的に正弦的な圧力サイクルを持つポンプによりハイドロリック駆動されるが、ブランジャーの運動の振幅、周期および波形は特殊な装置で電氣的に監視され、このモニターによつてサーボ弁が働いて常に所定の正しい運動が保持されるようになつている。

造波機の直前と水槽東端とはそれぞれ正面消波装置がある。これ等は対数曲面の斜板で水面との交角は 5° である。面白いのは造波や模型船の出し入れ時にこれ等が邪魔になる場合は、これ等消波装置は簡単に水底へ沈められることである。すなわちこれ等消波装置は直径 1.5 m の浮力筒の上へ取付けられていて、浮力筒への空気の出し入れによつて、水槽壁に設けたガイドにより容易に浮沈させられるようになつているのである。

曳引車は鋼骨溶接構造の三角形ガーダーを四辺にもつ外法 15.2 m 角の四角い外形の一風変わった様式のものでその外観を Fig. 5 および 6 に示す。四辺を三角ガーダーで固め、内側に 11 m 角の広い空間を残している。この空間の中央に、ダイナモメータ用のガーダーが取り付けられているが、これは必要に応じて左右に $2\sim 4\text{ m}$ 移動することも、また取外すことも可能となつている。このようにして、模型船周囲に広い空間を作つたのは、観察を容易にするためである。写真撮影は原則として北側か

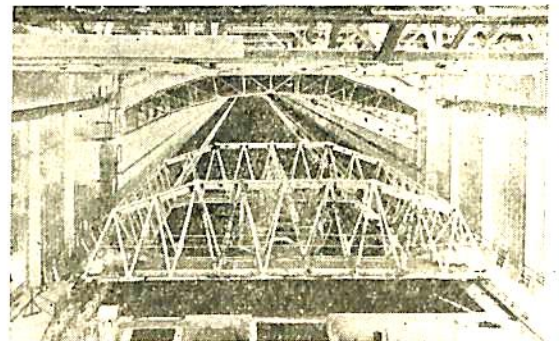


Fig. 5 曳引車と大水槽

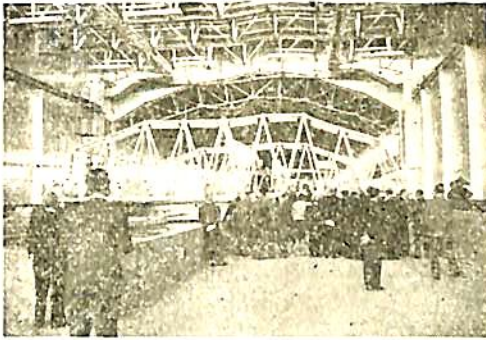


Fig. 6 曳引車と水槽東端部

ら行なわれ、カメラの取付点や照明装置は曳引車の北側に設備されている。曳引車は重量最大 5 t、長さ 12.2 m までの横車船を試験出来るように設計されており、全備重量約 40 t である。300 PS の D. C. モーター 4 台で駆動され、最大速度は 15.2 m/s で、最高から最低 0.3 m/s の全速度範囲に対し、任意にセットした速度から $\pm 0.1\%$ 以上外れないように Speed-holding servo によって制御されている。モーターの回転は減速後二輪ボギーに伝えられる。曳引車はこれ等 4 組の二輪ボギーの中心上に、ゴムのクッションをはさみピボットの的に支持されている。これ等 4 組のボギーはそれぞれ 2 組のガイドローラを持つておりいわゆる self-guiding となっている。このため曳引車に対する車輪取付けのアライメントの小さい誤差の影響を避けることが出来る。しかしこのボギー構造の最大の長所は曳引車重量によるレールの撓みが車輪下で最大 5/100 mm となつても、ボギー中央のピボットの所の撓みによる変位はこの約 1/10 に押えられという所にある。このようにして比較的長い chair 間隔にかかわらず、滑りようなめらかな走行性能を達成している。筆者が今までに塔乗した欧州並びにわが国の曳引車のどれよりも静かな見事な走行振りであつた。ブレーキは回生制動によつて 0.1 g、ブレーキレールを併用して 0.25 g の減加速度が得られる。このブレーキレールによるブレーキはシューをしめる場合はバネを、開ける場合は圧縮空気を使用している。これ等のブレーキが故障した場合並びに不足の場合の応急用として航空機型のハイドロリックアレスターにひつかかるナイロン製の引き具をも 備えておりこれは 0.65 g の減加速度を出せる。曳引車が最高速度 15.2 m/s で走行するときの空気抵抗は風洞試験の結果によると約 200 PS であり、この速度での曳航抵抗は 500 kg まで許すとこれに要するパワーは約 100 PS で合計 300 PS であるから、曳引車は加速や速度制御に充分なパワーの余裕を持つている。

加速時の最大加速度はレールと車輪の摩擦力で押えられ約 0.1 g である。最大速度で航走する場合の航走内訳は次の如く計画されている。

曳引車の長さ	15.2 m
15.2 m/s までの加速 (最大 0.1 g)	180
定常航走 (7 秒)	107
減速 (最大 0.25 g)	61
同上 (最大 0.65 g)	26
造波機および消波板	7.6

合計 (水槽の長さ) 396.8 m

曳引車の四周の床およびダイナモメーターガードの床は、波浪中の試験並びに横車船視察の便宜のため水面上 900 mm の高さに設けられているが、ダイナモメーターの操作等にはこれでは高過ぎるので、ダイナモメーターガードの南側に巾 760 mm、長さ 7.3 m の上下自在のプラットフォームが設けられている。計測員はこれに膝をついて、計測を行つていた。

(4) 空洞水槽

Fig. 7 に示す如く、著しく深く長いリザーバーパートを持つ点が大きい特徴である。計測部断面は直径 112 cm、長さ 2.2 m の円筒形で最大流速は 15.2 m/s、圧力は 0 から 6 at. まで変化出来る。インペラーモーターは 1052 PS、インペラーは直径 2.34 m で翼ピッチも回転速度もともに可変で、広い速度範囲の使用を可能ならしめている。インペラーの回転速度は speed-servo によつて設定値の $\pm 0.1\%$ の誤差内に保持される。測定断面の上流における絞りは 7.44、下流の抜け比は最初の 45° 曲り角の所で 2.0 となつている。常用プロペラの直径は 610 mm でプロペラダイナモメーターは 300 PS の D. C. モーターで駆動され容量は推力 2.3 t、トルク 277 m kg、最大回転速度 55 rps である。推力およびトルクは hydraulic capsule で計測され、ウエイトはこれ等の検定にのみ使用される。また本タンネルは free surface が無いように設計され、圧力調節は 2 箇のポンプによりハイドロリックに行なわれ、設定値の $\pm 0.1\%$ 以内の変差内に保持される。本タンネルの最大の特徴は前述の如く 140 m に近い長さの深いリザーバーパートを持つことで、プロペラのキャビテーションの際際出した空気はタンネルを一巡して再びプロペラ位置へ帰るまでに完全に再溶解し、常に一定の空気溶解度のもとで試験することが可能なことである。大気圧における飽和溶解度からその 0.2 の溶解度までまたはその逆への調節操作が、約 24 時間内に行いうる。タンネル本体は鋼材で作られ、内部ライニングは上方部のみ高級のフェノール樹脂で残りは bitumastic 材で塗装してある。Silverleaf 氏がデモン

ストレーションの説明に当たっていたが、成る程水は極めて透明で、普通のキャピテーションタンネルでよく見かける暗夜の屋のようにキラメク気泡は全然見られなかつた。プロペラ軸は通常下流側から挿入しているが、必要に応じ上流側からも挿入出来るようになっていた。Fig. 8 の写真の左方がインペラモーター、中央部がプロペラ

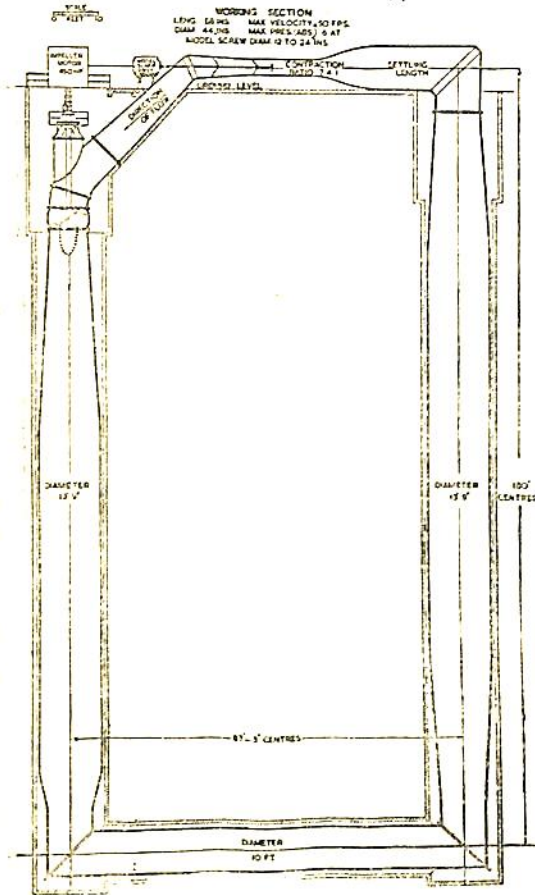


Fig. 7 空洞水槽説明図

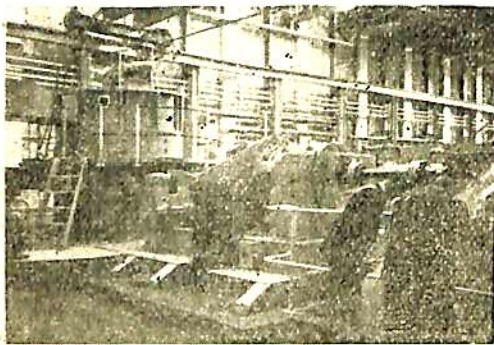


Fig. 8 空洞水槽 (インペラおよびプロペラダイナモーター)

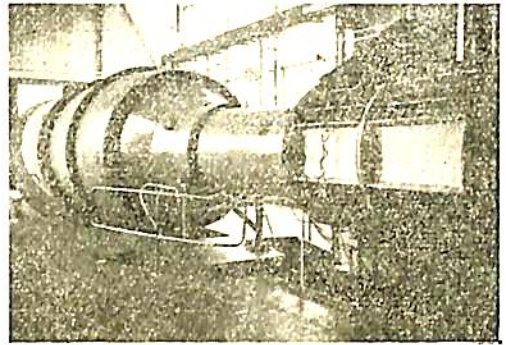


Fig. 9 空洞水槽 (ノズルおよび測定部)

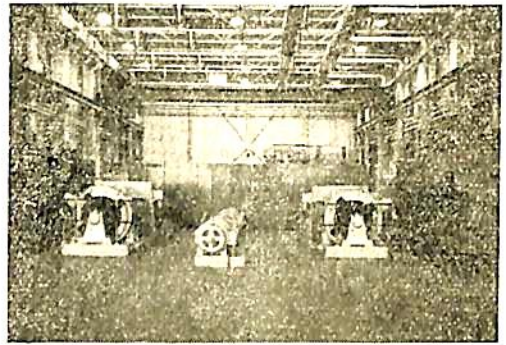


Fig. 10 電源室

ダイナモーターである。Fig. 9 はノズルおよび測定部附近の状況を示し、Fig. 10 はキャピテーションタンネルに隣つて設置されている電源室の様相を示す。

なお将来、現在 Teddington で活躍中の Lithgow Cav. tunnel も、本タンネルのそばへ移設される計画であることは既述の通りである。

(5) 航海性能水槽

30.5 m 角、深さ 2.4 m の四角い水槽で、南側の一辺にプランジャー型の造波機を、北側に斜板型の消波装置を有する。将来は西側の一辺に節状の造波機を設備して cross wave が起せるようにする計画の由で、水槽壁にはこのためのアンカーボルトが植えてあつた。現在の一体型造波機はモーターと可変半径クランクとにより機械的に駆動され、起し得る波の最大のもは波長 4.6 m、波高 230 mm である。この水槽は水量もそう多くないので、照明は自然光線を主として利用し、もし水が濁れば取換、または汚染防止の薬品を使用する計画である。使用模型船は標準 3 m で無線操縦による完全自航模型である。諸種の計測データは模型船内で自記されまたは岸へテレメーターされる。この無線操縦は仲間美事なもので、Edinburgh 公は長時間御自身で操縦を楽しん

でおられた。Fig. 11 はこの状況を示すもので中央左寄りの操縦台の中央におられるのが Edinburgh 公である。Fig. 12 は造波機を示す。Fig. 11, 12 の天井における太いパイプはエアエンジニアリング用のパイピングである。現在の北側の消波板の消波性能は余り良好と云えず、起された波はしばらくするとかなり乱れるのが認められた。

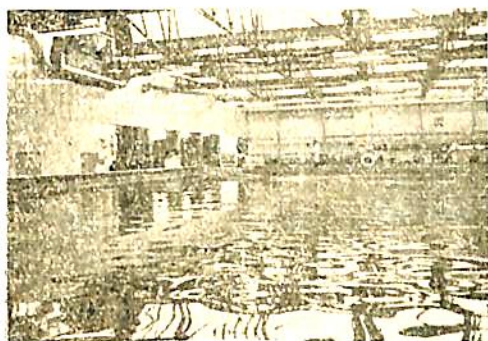


Fig. 11 航海性能水槽

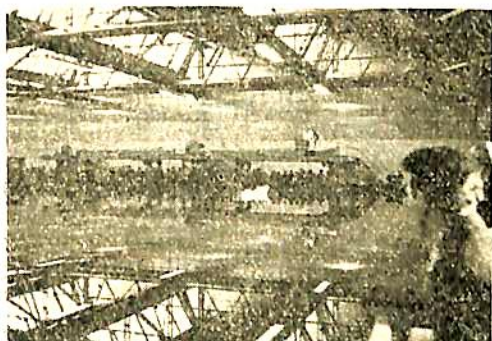


Fig. 12 航海性能水槽造波装置

この水槽に接してその東側に 30.5 m × 18 m の模型船貯蔵用の水槽がある。この貯蔵水槽は南隣の模型削成室とも、北隣の水槽室とも通じている。そして模型船はここから容量 5 トンのクレーンによって水槽へ運び上げられるのである。

(6) その他

航海性能水槽の南に接して附属工場がある。Fig. 13 は模型船工作室を示す。模型船削成機はカッターヘッドが作業者をのせて移動し模型船は動かない形式で、大きい模型船の作業に適している。削り得る最大の模型船は 12.2 m × 2.1 m である。Fitting 用の定盤やこのためのスペースは実に広々としている。この部屋は高温になることを防ぐためドアの数も制限している由である。Fig. 14 は機械工作室の約半分を示す。各種の工作機械約 100 台がピシリ配置されているのは羨望に耐えな

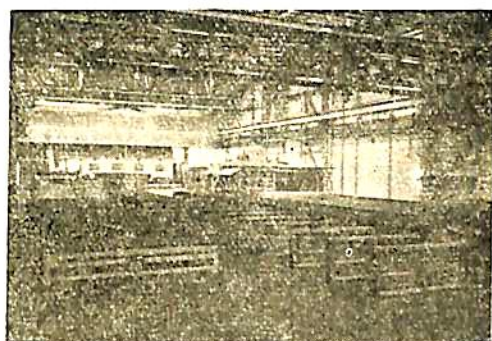


Fig. 13 模型船工作室



Fig. 14 機械工作室

い。Fig. 14 の先方のガラス戸の向う側がプロペラ模型の仕上げ室である。模型プロペラの 5 倍大の図面をトレースすることによりまず各半径断面の翼型のテンプレートを薄鋼板上に作る。勿論正面型と背面型と両方別々にである。次にこのテンプレートブロックを仕上げるべきプロペラ鋳物と同一軸上に取付け、テンプレートを微いながらプロペラを切削する。切削は普通のドリルの先を尖らしたような刃物によつていた。この方法で錫合金からブロンズまでの各種プロペラを仕上げているとのことであつた。テンプレートブロックを做う場合の軸はお得意のエアベアリングを使用しておりその運動は甚だ軽快であつた。

Main building 内には 2 つのラボラトリーがある。一つはダイナモメーターや各種計器の検定、保守、改良を主目的とするものであり、他の一つはエレクトロニクスの計器や特殊な機械的計測装置の設計や開発を目的とするものである。なおビルディング内には各種の事務室、レコード室、図書室兼講堂等の他に、100 名の定員をもつ食堂やキッチンも設備されている。

現在の Superintendent は Dr. F. H. Todd, その下に Senior Principal Scientific Officer として Dr. G.

(155 頁へつづく)

船体抵抗における形状影響係数について

横尾 幸一

1. 緒言

模型試験結果より外挿して実船の性能を求めるのに、フルードの外挿法が長い間用いられてきた。このフルードの外挿法の主な欠点は、その基本となる摩擦抵抗係数がレイノルズの法則に従わないこと、および船の摩擦抵抗はそれと同じ長さおよび浸水面積をもつ平板の摩擦抵抗に等しいと仮定したことである。前者に対する改良として、多くの人が摩擦抵抗式を提出し、その中最も広く用いられるようになったのは Schoenherr の摩擦式である。後者に対する改良は、ごく最近に、Hughes および Lap-Troost によつて試みられた。すなわち、基本となる平板の摩擦抵抗係数曲線として新しい線を発表するとともに、船の摩擦抵抗を示す線としての粘性抵抗係数曲線を考え、この線と平板の摩擦抵抗係数曲線との差は船型によつて異なるものとした。全抵抗係数より粘性抵抗係数を差引いた造波抵抗係数がフルードの法則に従うことは従来の方法と同じである。

Hughes は $c_v = cr = (1+k)c_r$ とし、船型によつて異なる k の値をあたえた。この k を形状影響係数と称する。ただし、 c_v = 粘性抵抗係数、 c_r = 平板の摩擦抵抗係数 $= \frac{0.066}{(\log Rn - 2.03)^2}$ である。

Lap-Troost においては

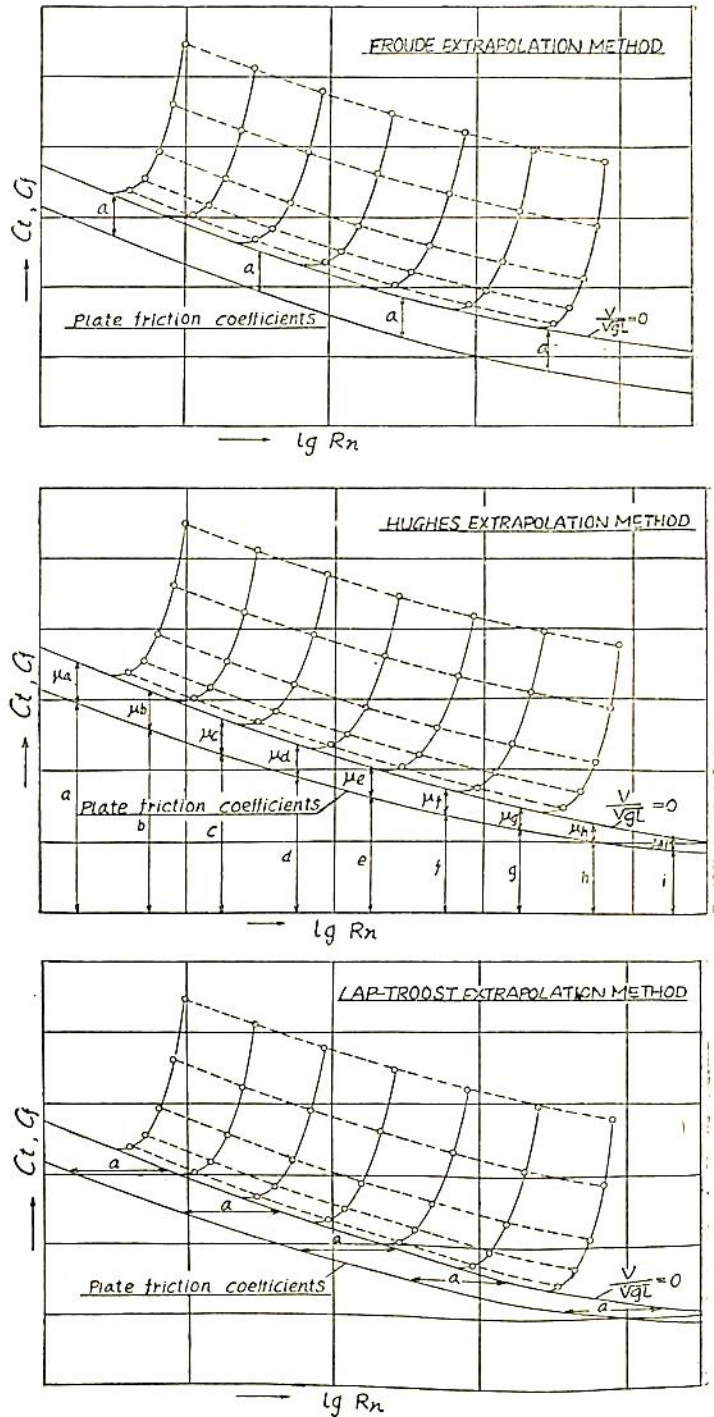
$$\frac{0.576}{\sqrt{c_r}} = \log_e \left(\frac{Rn \sqrt{c_r}}{A} \right) + 6.547$$

の $\log A$ を船型により変化させた（ただし、平板に対しては $\log_{10} A = 1.98$ ）。

この2つの方法をフルードの方法とともに、図式で示したものが第1図である。

2. 形状影響係数の2つの求め方

Hughes は、形状影響係数 k が船型によつてのみ変化し、一つの船型については速度に無関係に一定であるものとした。従つて造波抵抗が存在しないような低速で模



第1図 代表的な外挿法の図式表示

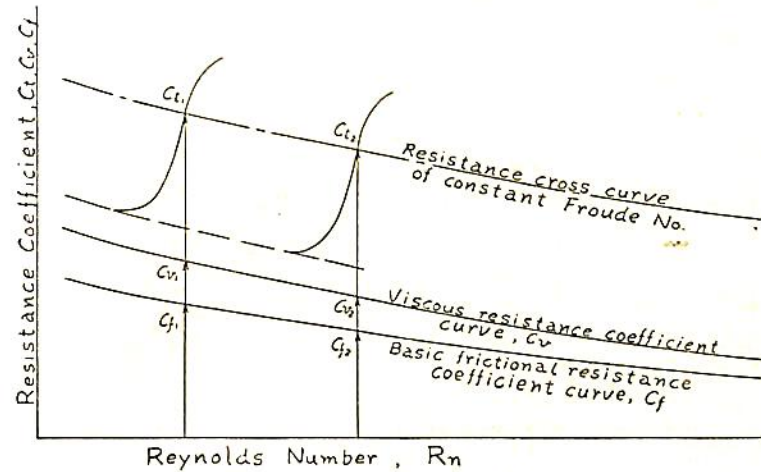
型試験を行うことによつて、 k は容易に求められる。

Hughes の方法で k を求めるには、信頼度の低い低速での抵抗値を使わねばならないが、2隻以上の相似模型による抵抗試験結果があれば、任意のフルード数における r または k が次のようにして求められる。

造波抵抗がないような低速で得られた抵抗がすべて粘性抵抗であるという Hughes の考えには多少の疑問が

た形状影響係数を第3図および第4図に示す。前者は低フルード数に対するもので、タンカーや貨物船に対するものを含んでいる。後者は高フルード数に対するもので、高速艇および滑走艇の結果が示されている。

また、アメリカの Webb 大学でも、著者と同様の解析方法により、数種の船に対する形状影響係数を求めた。その結果を第5図～第8図に示す。



第2図 相似模型による外挿法

あるので、第2図に示すような粘性抵抗係数を考え、これには Hughes の考えがあてはまるものとする、

$$\frac{Cv1 - Cf1}{Cf1} = \frac{Cv2 - Cf2}{Cf2}$$

($Ct - Cv$) に対してはフルードの法則が成立するものとすれば、

$$Ct1 - Cv1 = Ct2 - Cv2$$

この二つの関係から

$$\frac{Cv1 - Cf1}{Cf1} = \frac{(Ct1 - Cf1) - (Ct2 - Cf2)}{Cf1 - Cf2}$$

が得られるが、この左辺は k に等しく、右辺は実験で得られた全抵抗係数と計算で求まる摩擦抵抗係数によつて、容易にその値を求めることが出来る。この式はまた

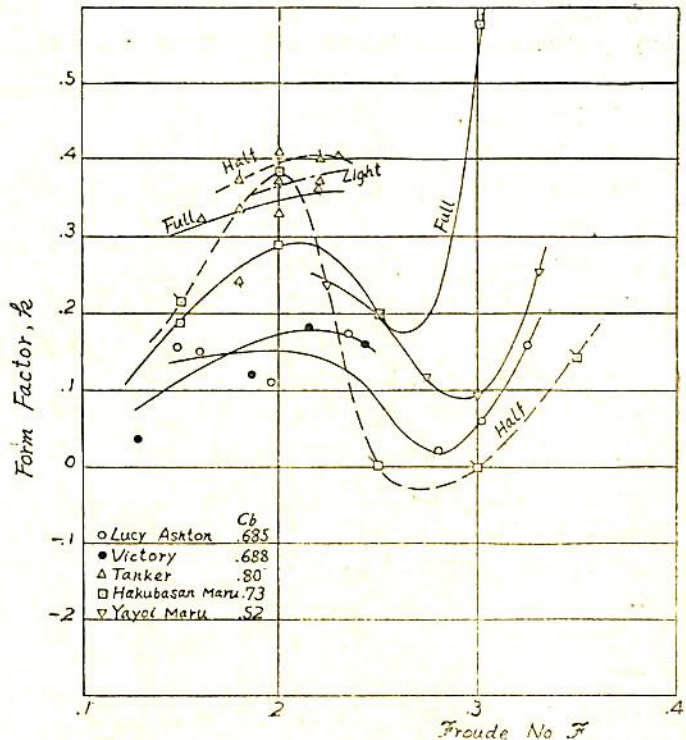
$$r = 1 + k = \frac{Ct1 - Ct2}{Cf1 - Cf2}$$

と書き直すことも出来る。いずれにしても、形状影響係数は任意のフルード数に対して求められる。

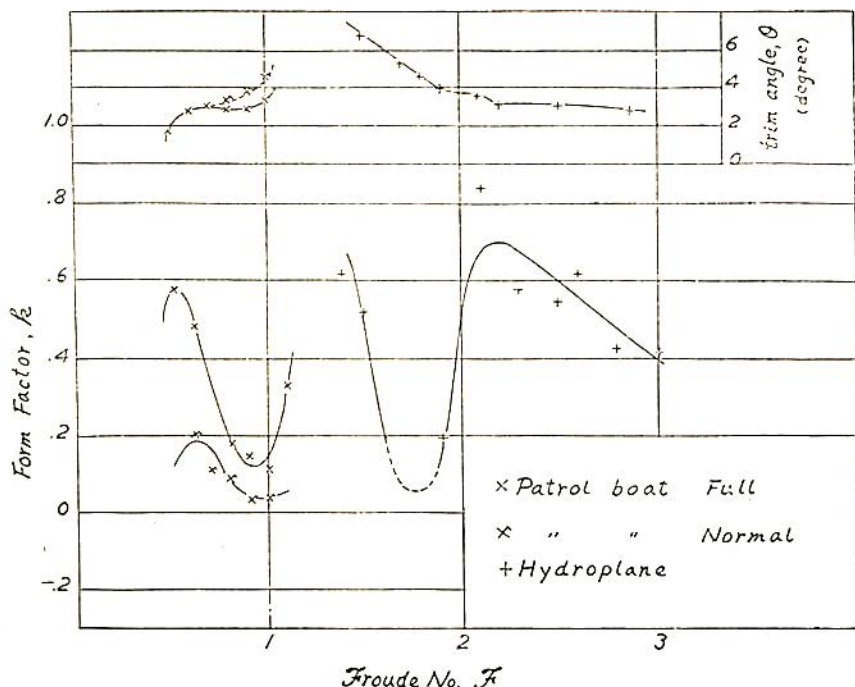
3. 形状影響係数に及ぼすフルード数の影響

相似模型による抵抗試験結果を用いて求め

第3図および第5図における $C_B = 0.80$ の極めて太った船型と第7図のステーマー船型のみが殆んど一定の形状影響係数を有しているが、その他の船型においては、形状影響係数の値は速度によつて非常に変化している。すなわち、低速で求めた形状影響係数の値を高速で用いていけない場合が圧倒的に多い。著者のものと Webb 大学の Cedric のものとは、殆んど同じ時期に、無関係に求められたものであるが、多くの共通点を持つており、次のような結論を下しても大きな誤りはないものと思われる。

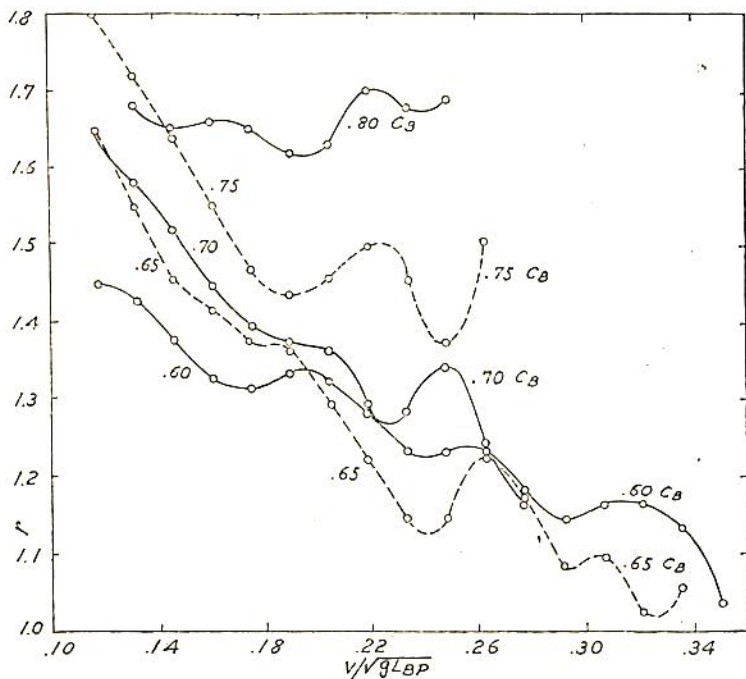


第3図 フルード数の形状影響係数に及ぼす影響 (低フルード数の範囲)



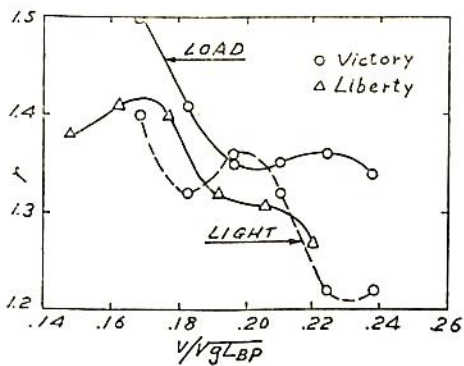
第4図 フルード数の形状影響係数に及ぼす影響 (高フルード数の範囲)

- (1) 低速における形状影響係数の値は C_B の大きいものほど大きい。
- (2) 大型タンカーの形状影響係数は速度に無関係にはほぼ一定と考えてよい。すなわちこの船型に対しては、造波抵抗のない低速で求めた k の値を他の速度に対して用いてもほぼ正しい値をあたえる。
- (3) 形状影響係数の値は、一部の船型を除き、速度によつて大きく変化する。その速度による差は C_B の差によるものより大きい。 k の速度による変動は複雑な波形をしているが、一般的の傾向としては、低速でかなり大きな値を有し、速度の増加とともに減少して0.25~0.30位のフルード数の所で最小値を有し、次に速度が増加するにつれて増加し、ある速度で最高値をとつて後再び減少する。
- (4) 貨物船の定格速力の付近では、形状影響係数の値は小さいものと思われる。従つて貨物船の定格速力附近に対しては、フルードの外挿法を用いても大きな誤りはないものと考えられる。
- (5) 第4図の上部に示した航走中の船のトリムを参



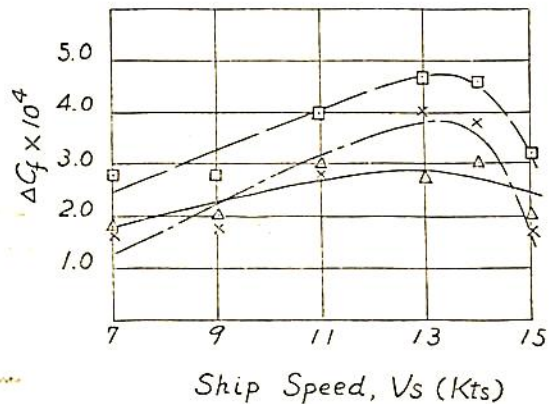
第5図 60シリーズの形状影響係数

照すると、トリムが k の値の変化に関係のあるらしいことがわかる。

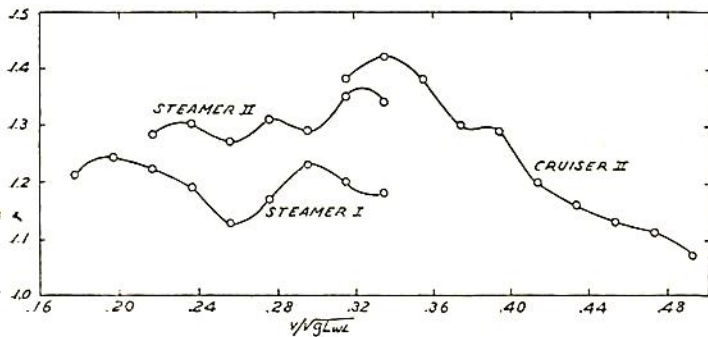


第6図 Victory および Liberty の形状影響係数

△ Present method
 □ Hughes' "
 × I.T.T.C. line



第9図 Lucy Ashton の ΔCr



第7図 高速船の形状影響係数

を用いフルードの方法で求めたものも併せ示してある。在来の方法では、どの摩擦式を用いるにせよ、13 kts 附近に大きな山が出来る。この山は ΔCr の性質からいつて、あり得べからざるものであつて、Lucy Ashton の実験を行つた Conn 博士等が説明出来なかつた所のものである。相似模型の方法により、 k を速度により変化させれば、この山は殆んどなくなつてしまひ、 ΔCr として、より合理的な線が得られる。

5. 結 言

相似模型の抵抗試験を行い、正しい形状影響係数を求めるためには

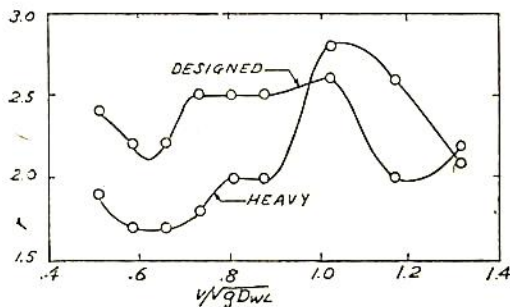
- (1) 両方の模型において、完全に乱流が発達していること。
- (2) Blockage effect が無視出来るか、両方の模型に対して同一であること。

が必要である。

第3図におけるやよい丸に対する値は、相似模型による試験から求めたものではなく、同一の模型を2種の水温下で試験して求めたものであつて、このようにしても形状影響係数は求まるといふ一例である。

また、造波抵抗に尺度影響があるとすれば、それも当然、ここで求められた形状影響係数の中に入つている。

ここに提出されたのは新しい大きな問題であつて、更に多くの研究が望まれる。



第8図 滑走艇の形状影響係数

4. 相似模型による外挿法と在来の方法による外挿法との比較

第3図に示した Lucy Ashton 模型に対する k の値を用いて、実船に対する全抵抗係数を計算し、実測値との差として ΔCr を求め、第9図に示した。

Hughes の方法で求めたものおよび I. T. T. C. line

2. 模型実験

2.1 実験装置および方法

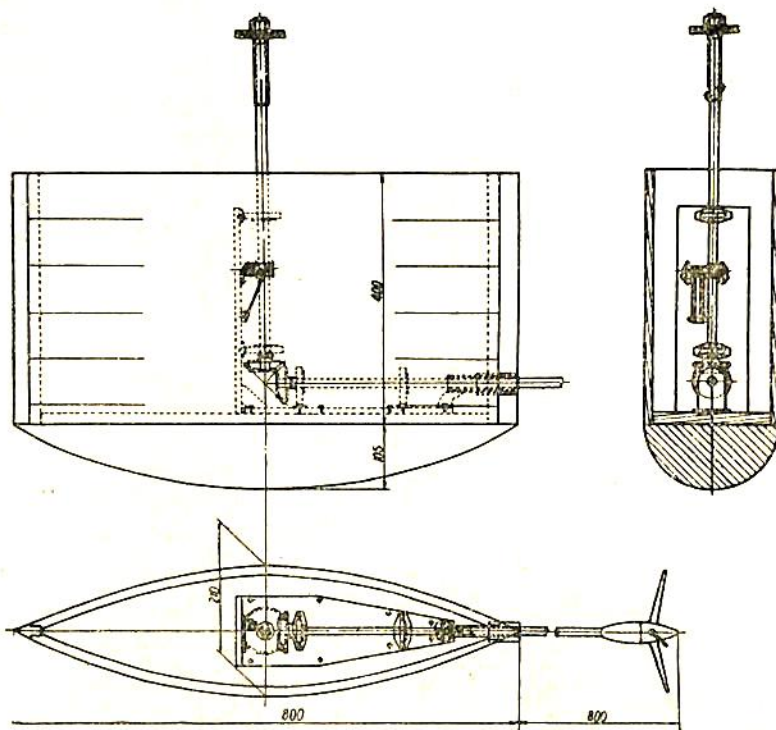
実験は、この研究の第1部で述べた場合と同様に、日立造船(株)技術研究所の回流水槽において行なつた。舵に加わる力およびモーメントの計測のための動力計については、すでに第1部において詳述しているので、これに対する説明は省略して今回は主としてプロペラ駆動装置およびプロペラ後流計測用の五又管について説明を行なうことにする。

プロペラを駆動するためには、第2.1図に示したような流線型断面を有する柱体を回流水槽の測定部の中央に固着し、プロペラはこの柱体の後端から水平に後方へ約0.8m突き出したプロペラ軸の後端に装着されている。このプロペラ軸の前端は、推力軸受を経て傘歯車に接続している。一方、柱体の内部には鉛直方向に別の軸が保持されていて、この下端は傘歯車を経てプロペラ軸に、上端はプーリーおよびベルトを介して1/4HPの駆動用電動機につながっている。また、プロペラの回転数はウォームおよびウォーム歯車によつて1/20に減速された軸

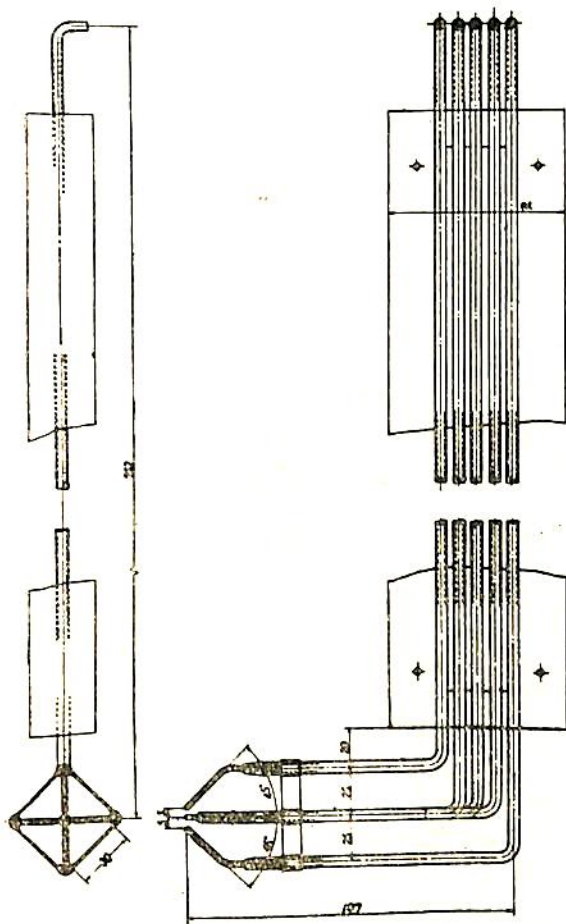
の回転数を、1回転ごとに1回の電気回路の開閉方式によつて計測するようにされている。

このような駆動装置によつて、一定回転速度(一定前進常数)で作動しているプロペラの後流を計測するために、第2.2図に示されたような五又管を用いた。これはかつて谷口・渡辺両氏¹¹⁾によつて模型船後部に装備されたプロペラの後流計測の際に使用されたものと類似形式のものであつて、中央に1本の静圧管を設け、その上下左右にそれぞれ中心に向うごとく45°ずつ傾斜した総圧管4本、すなわち合計5本の圧力測定管を組み合わせたものである。

この五又管の検定は、大阪大学工学部造船学教室附属の曳行水槽を借用して行なわれた。すなわち、五又管は曳行台車の進行方向とあらかじめ一定角度傾斜させて取り付けられていて、台車が一定速度で進行する場合の各圧力測定管の読みが読みとられるわけである。この際の傾斜角としては、上下、左右にその組合せもふくめて、0°~30°を5°ごとにとることとした。おのおの左、右、上、下の総圧管の読みと、中央の静圧管の読みとの差を



第2.1図 The apparatus for propeller driving



第2.2図 The apparatus to measure the race of propeller

それぞれ y_+ , y_- , z_+ , z_- とし、またこれら四つの総和を M とすると、 $\frac{z_+ - z_-}{M}$ は流れの上下方向の傾斜角に、また $\frac{y_+ - y_-}{M}$ は左右方向の傾斜角に大きく影響されるものと考えられるから、これらをそれぞれ縦軸および横軸にとって検定曲線を作成すると第2.3図のようになる。同図によつて両方向の傾斜角度を知ることができる。また、流入速度は、両方向の傾斜角がともに 0° のときの M の値 (M_0 とする) が速度の自乗に比例するから、各傾斜時の M とこの M_0 との比を求めて、これを第2.4図のごとき検定曲線にまとめて、これから流入速度を計算することにした。

プロペラ後流の実際計測に当つては、五又管を各計測位置に移動するのに便利のように、上下、左右に微動しうる台にとりつけて、流れに対して直角な1断面内の流速を迅速かつ手軽に計測できるように考慮した。後流計測の状況は第2.5図の写真に示されたとおりである。

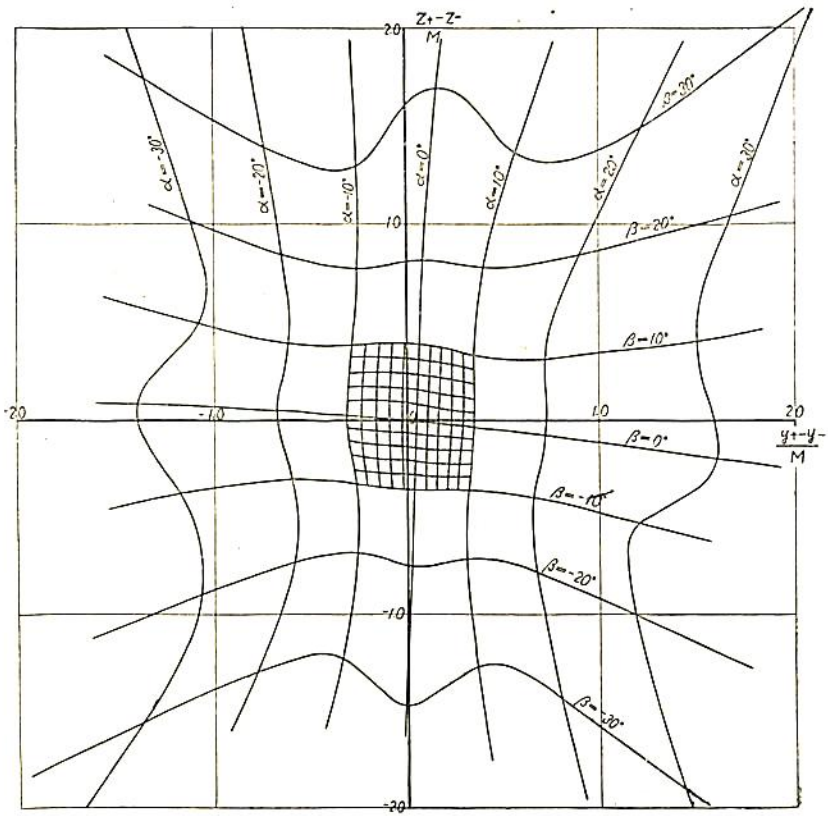
プロペラ後流の計測に先立つて、プロペラを駆動するためにその前方に設けた柱形の排水体の伴流影響がプロペラ面にまで及んでいるか否かを調べるために、プロペラを付けずにプロペラの後方 100 mm の断面について流速分布を測定したが、一様分布と考へて差しつかえないことが確認された。ただ、ところどころ局部的には流れの方向が水槽中心線に対して約 $1^\circ \sim 2^\circ$ 程度傾斜している所が見受けられたので、以後のプロペラ後流の計測結果についてはこれの補正がなされている。

2.2 プロペラ後流の実測結果とその検討

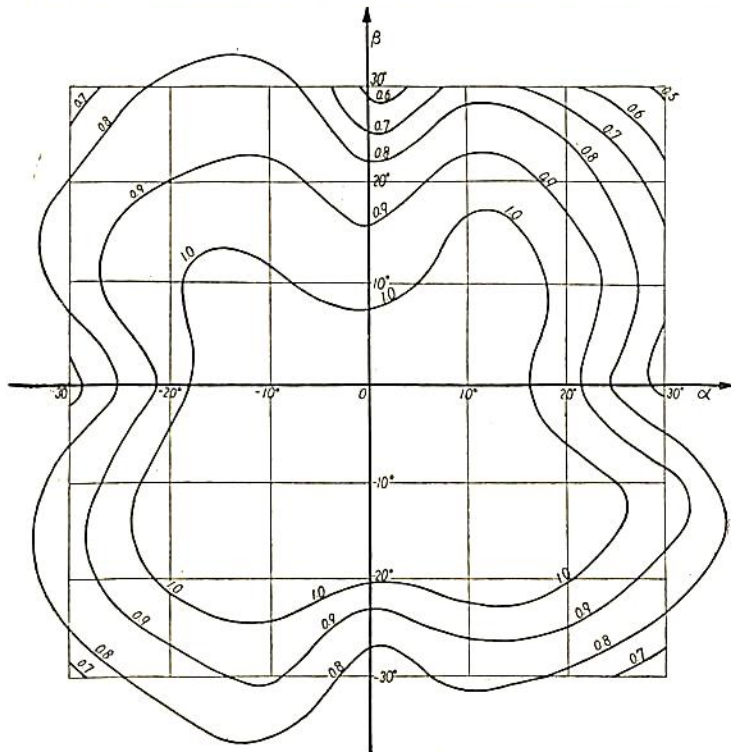
プロペラ後流の計測は、前章において行つた数値計算結果との比較の際に便利のように、Troost B. 4-40型、直径 $D=200 \text{ mm}$ のプロペラについて行つた。すなわち、計算を行つたピッチ比 $P/D=0.800$ 、前進常数の $J=0.60$ 場合を含めて、ピッチ比 0.800 のものに対しては $J=0.40, 0.60, 0.80$ の3通りについて、またピッチ比 1.000 のプロペラに対しては $J=0.40, 0.60, 0.80, 1.00$ の4通りについて、それぞれプロペラ後方 $0.25R, 0.50R, 1.00R, 1.50R$ (R = プロペラ半径) の4断面に対する計測を行つた。ただし、この際の使用プロペラである Troost 型には傾斜角がついているから、プロペラ面としては、 $0.7R$ における翼断面の最大翼厚線とピッチ面との交点を含むプロペラ軸に直角な面を採用している。

1断面内の計測点は第2.6図に示したようなプロペラ軸をその中心とした上下、左右両辺とも 250 mm 正方形内の 97 点であつて、計測結果を例示すると第2.6図～第2.8図のごときのものである。これらの図はプロペラをその後方から眺めた際における各計測点の速度成分のうちの上方向の成分 v_z と、左右方向の成分 v_y との2成分のみの合成ベクトルの形で描いている。さらに、この v_y, v_z の両成分のほか、プロペラ軸の方向すなわち一般流と同一方向の成分 v_x をもあわせ考へた合成速度と、一般流入速度との比 m (前節のプロペラ後流の数値計算の際に用いた m と同じ表示法に従つた。) の分布状態を例示したものが第2.9図であつて、 $0.5 \sim 0.6R$ 附近の速度が最も加速されていることがよくわかる。

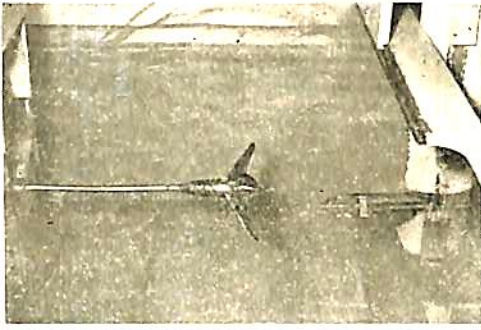
第2.6図～第2.8図はすべてピッチ比 0.800 のプロペラが前進常数 $J=0.60$ で作動している場合の計測結果であつて、それぞれプロペラ後方 $0.25R, 0.50R, 1.00R$ の断面に対するものである。これらの図によると、プロペラによつて水が回転加速されている状況がよくわかる。後方の各断面におけるプロペラ作動円のこの断面への投影円外の諸点の流れの方向が、その点を通る同心円への切線方向よりもすべてプロペラ中心の方向を



第 2.3 图 Calibration diagram for the 5-furcated Pitot's tube



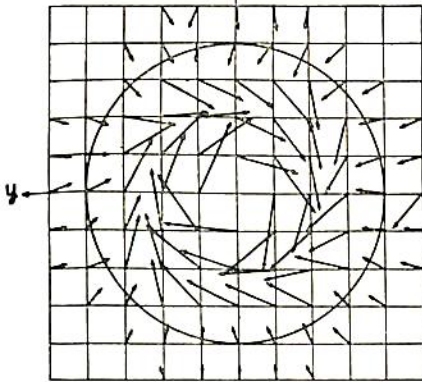
第 2.4 图 Calibration diagram for the 5-furcated Pitot's tube



第 2.5 図 The model propeller and its race measuring apparatus

TROOST B-4-40 TYPE
 $D=200\text{mm}$ $P/D=0.800$
 $GAP=25\text{mm}$ $J=0.60$

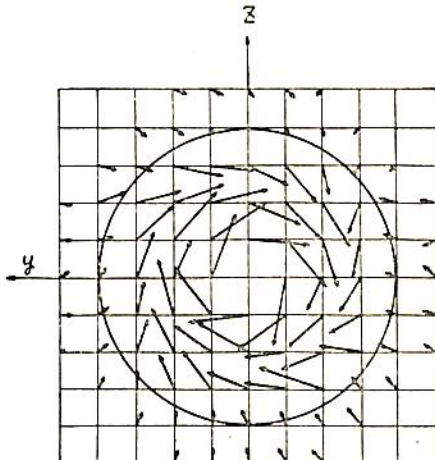
NOTE: FIGURE SHOWS THE RESULTANT VELOCITY VECTORS OF Y AND Z DIRECTION, VIEWED FORWARD FROM THE AFT, AND THE SCALE OF VECTORS AT THE MEASURED POINTS ARE SHOWN IN PERCENTAGE OF THE RESULTANT VELOCITY OF THREE DIRECTIONS, OF WHICH SCALE SHOWN IN FIGURE



SCALE OF THE RESULTANT VECTOR

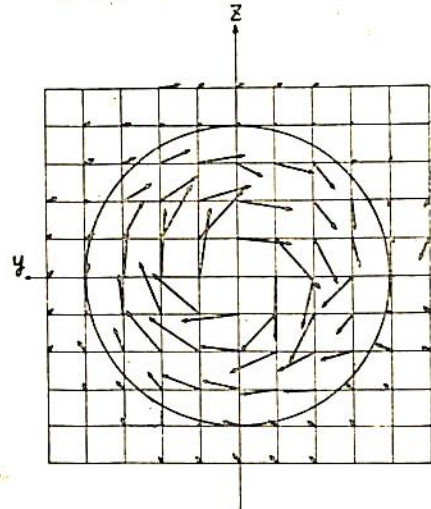
第 2.6 図 The result of propeller race measurement (1)

$P/D=0.800$ $GAP=50\text{mm}$ $J=0.60$



第 2.7 図 The result of propeller race measurement (2)

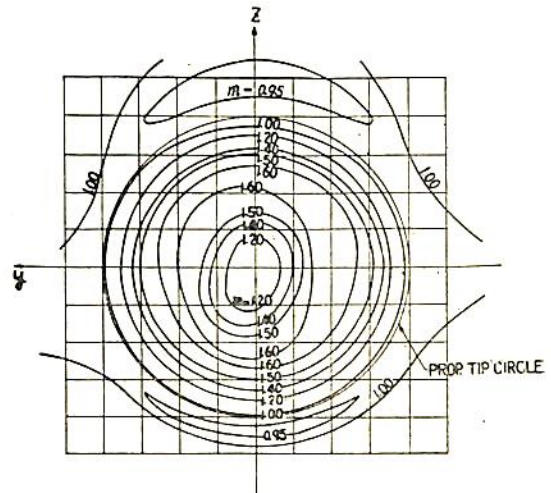
$P/D=0.800$ $GAP=100\text{mm}$ $J=0.60$



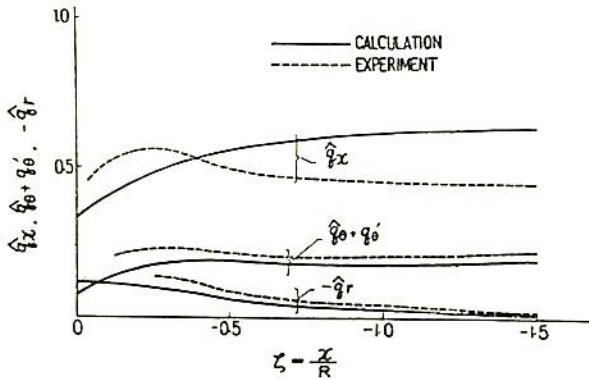
第 2.8 図 The result of propeller race measurement (3)

向いていることは、プロペラ後流が縮流であることを如実に示しており、またプロペラ直後の 0.25 R 後方断面においてはこの求心速度は最も大きく、後方へ遠ざかるに従って小さくなっていることは、縮流の強さがプロペラ直後において最も大きいことを示しているものといえる。

これらプロペラによる誘導速度がプロペラ面から後方へ遠ざかるに従ってどのように変化するかを明確にするために、各計測断面内の 0.7 R の位置における誘導速度をこれらの計測結果から求め、前章の数値計算と同様の表示法に従って、 q_r , q_b , q'_b , q'_r の形すなわち各誘



第 2.9 図 The distribution diagram of m ($P/D=0.800$ $J=0.60$ $GAP=2.5\text{mm}$)

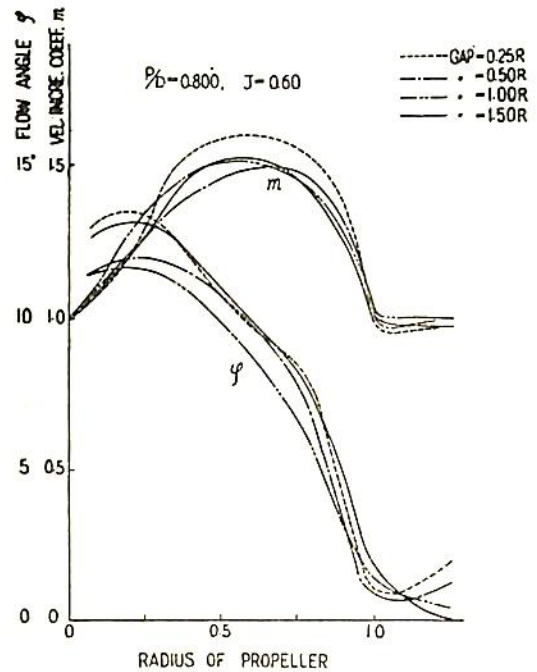


第 2.10 図 Experimental results of induced velocity compared with

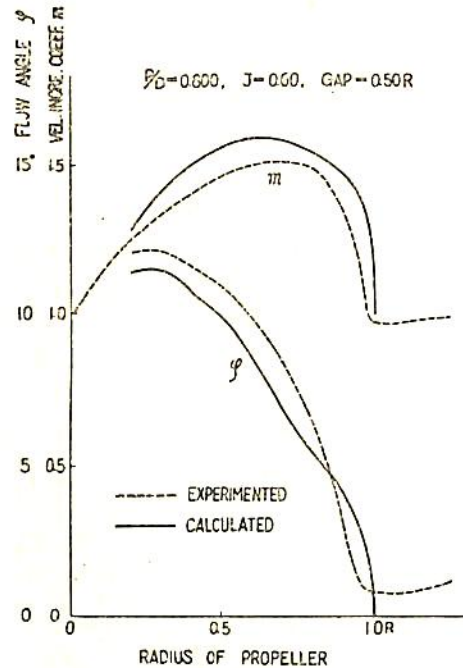
導速度と一般流速との比の形式にして表示すると第 2.10 図のようになる。同図には前章に示した数値計算結果も併記されているが、これら両者を比較すると、プロペラ近傍において \hat{q}_x , $\hat{q}_0 + \hat{q}_0'$, \hat{q}_r のいずれも実験値の方が計算値よりも大きく現われているのは、この計算に揚力線理論を使用しているためと考えられる。それより後方へ遠ざかるに従って、 $\hat{q}_x + \hat{q}_0'$, \hat{q}_r の両者はほぼ計算値と同様の傾向を示しているが、 \hat{q}_x のみはプロペラ近傍の方が大きく、後方に行くに従って減少して、計算結果と異なる傾向を示している。しかし、1.00 R 以上後方になると、この実験の範囲内では各誘導速度はほぼ一定値に落ち着いているものと言える。

また一方、プロペラ後流はその半径方向にどのような分布をしているか、言い換えると、舵の深さ方向に対してどのような変化を示しているかを知るために、横軸にプロペラ半径をとり、縦軸に速度増加率 m と、流れの傾斜角（プロペラ軸と各計測点を含む平面に対する傾斜角）をとって点置すると第 2.11 図のようになる。第 2.9 図にも示されているように、0.6 R 附近の速度が最も加速されていることが明瞭に示されているが、これを計算結果と対比するために、 $J=0.60$, 0.50 R 後方の場合の結果を同一図面に描くと第 2.12 図のようになる。同図によると、速度増加率 m および流入角 φ の変化の傾向は割合に一致しているが、その絶対値は、 m は実験結果の方が小さく、また φ は実験結果の方が大きく出ていることがわかる。

また、この Troost B-4-40 型のピッチ比 0.800 のプロペラ後流の計測結果としては、J. F. Leathard¹² によつて、Hot wire を用いて直径 8" (203 mm) のプロペラの $J=0.65$ の状態についての計測結果が発表されているが、これを第 2.11 図と同様の形に書きあらためる

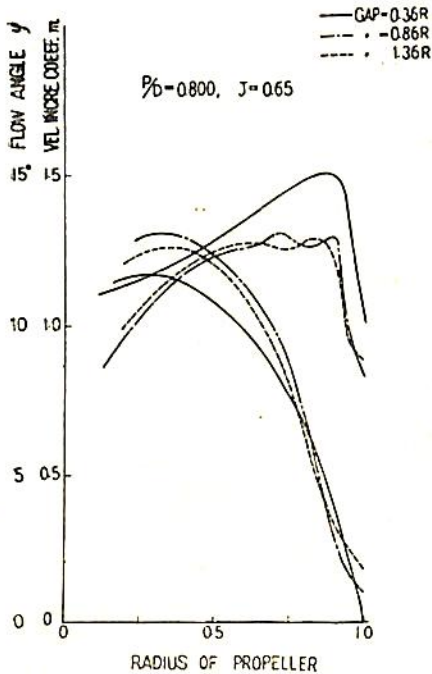


第 2.11 図 The measured results of propeller race



第 2.12 図 Measured results of propeller race compared with calculated race

と、第 2.13 図となる。筆者の実験は $J=0.60$ であり、Leathard の実験は $J=0.65$ で行われている上、計測断面位置が両者の間で相異し、したがって実験条件が同一

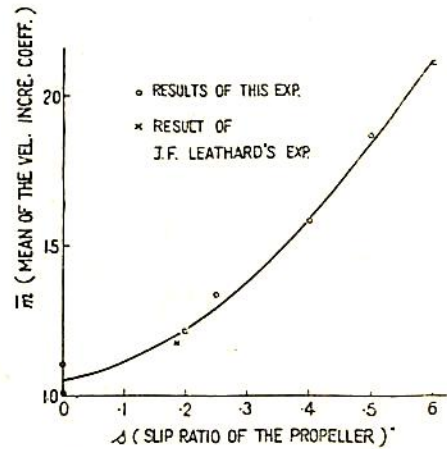


第2.13図 The diagram of the propeller race according to J.F. Leathard's experiments

でないために、厳密には比較の対象とすることはできないが、このほかにこの種の計測結果の発表された例が筆者の知る範囲内ではほとんど見受けられなかつたので、あえて対比することにした。

筆者の実験の方が前進常数が小さい、すなわちスリップ比が大きいので、速度増加率 m が大きくなるのは当然のことであり、また m が最大値を示す位置について考えても、optimum efficiency に近い Leathard の結果の方が、0.7 R 附近に存在し、筆者の方がそれよりもボスに近い位置に存在することも順当な結果である。更に、プロペラ直後におけるよりも大きい点など、両者の結果はよく一致している。

筆者の実験においては、同一プロペラに対して J を変化させて行っているので、1.00 R 後方断面における平均速度増加率 \bar{m} をプロペラのスリップ比 s ($s = 1 - \frac{v}{n \cdot p}$, v : 前進速度, n : 毎秒回転数, p : ピッチ) を横軸にとつて点置すると、第2.14図のごとくなる。この際の \bar{m} は舵に対する影響を考えているために、半径方向の平均を採用した。また同図中に前記の Leathard の実験の 0.86 R 後方断面における結果を点置すると \times 印の点のようになり、この実験結果よりもわずかに低く出ているがかなりよく一致しているものといえる。



第2.14図 s-m diagram

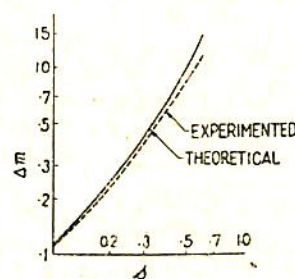
第2.14図には、ピッチ比 0.800 の場合の結果と、1.00 の場合の結果があわせて点置されているが、この程度のピッチ比の差の場合には、平均速度増加率は s を基準に考えるとほぼ一律に論ずることができることを示している。

更に平均速度増加率 \bar{m} の増加分 $\Delta m = \bar{m} - 1$ を考え、スリップ比 s に対して両対数目盛で点置すると第2.15図のようになる。一方単純運動量理論によつて、半径方向の速度およびその変化を無視して、 Δm を計算すると

$$\Delta m = \frac{s}{1-s} \dots \dots \dots (2.2.1)$$

となる。この曲線を第2.15図に併記すると、同図中の理論曲線のごとくなり、実験値の方が若干小さくなっているが、その傾向は非常によく一致しているものと言える。また、実験結果は通常の船舶のプロペラの実用範囲である $s = 0.20 \sim 0.60$ においては、第2.15図ではほぼ直線を示しているので、実験式として次式が求められる。

$$\Delta m = 2.46 s^{1.5} \dots \dots \dots (2.2.2)$$



第2.15図 s- Δm diagram

以上、プロペラの後流の計測結果ならびにこれと揚力線理論による簡単な近似計算との対比の結果を総合すると、次の結論が得られる

(1) プロペラによる

誘導速度のうち、半径方向の成分 \bar{q}_r と、円周方向の成分 $\bar{q}_\theta + \bar{q}_\theta'$ とは、計測結果の傾向は計算結果とよく一致するが、軸方向の成分

q_c のみは一致せず、プロペラ直後における速度の方が、それより後方の速度よりもかえって大きい。

(2) 速度増加率 m と流入角 ϕ とのプロペラ半径方向の分布の状況は、計測結果と計算結果とはほぼ同一の傾向を示すが、その値は m は計算値の方が、 ϕ は実験値の方がわずかながら大きく現われている。

(3) プロペラ後流は、プロペラの半径程度後方になるとほぼ一定値となり、更に半径程度後方までは一定の値を示すものと考えて差しつかえない。

(4) プロペラ後流による速度の増加率はスリップ比が大きいほど大きく、速度の増加分は単純運動量理論による計算結果とかなりよく一致する。

2.3 後流中の舵に加わる力の計測結果とその検討

舵性能に及ぼすプロペラ後流の影響を知るために行つた計測は、前に述べたプロペラ後流の計算および実験結果を参考にするために、次に述べる条件の下に行つた。使用プロペラおよび舵の要目は第 2.1 表のとおりである。

第 2.1 表

実験時の流速	約 0.8 m/sec	
使用プロペラ	Troost B・4-40 型	
使用舵	断面形状	NACA 0018 型
	縦横比	1.67
	舵軸位置	前縁から 0.30 弦長点

註：プロペラおよび舵の寸法は、特別の場合をのぞき通常の実験の場合には、それぞれ直径が 200 mm、高さが 200 mm のものを使用した。

実験状態としては、

(i) まず、前進常数 J の変化が舵性能に及ぼす影響を知るために、プロペラ直径 200 mm、ピッチ比 0.800 のものに対しては $J=0.40, 0.60, 0.80$ の 3 通りを、またピッチ 1.000 のものに対しては $J=0.40, 0.60, 0.80, 1.00$ の 4 通りをとつた。

(ii) また、舵位置（舵位置としては前縁から 1/4 弦長点をもつて代表させている）が前後方向に変化したときの影響、すなわちプロペラと舵との間隔（ギャップ）の変化の影響を知るために、前記 7 状態についてギャップ R (R : プロペラ半径) をそれぞれ 0.60, 1.00, 1.50 の 3 種に変えた場合すなわち合計 21 状態と、更にこれらと比較参考のためにプロペラボスのみがあつてプロペラ翼がない状態を加え、総計 22 状態について計測を行つた。なお、これらすべての場合について、舵角は両舷 40° まで各 5° おきにとつて、定常的な計測を行つた。

(iii) 次に、舵がプロペラ軸のまうしろに位置せずに、左右方向にその所在位置を偏した場合の影響を知るために、舵位置がプロペラ軸のまうしろから左右両舷へそれぞれ $\frac{1}{3}R, \frac{2}{3}R, \frac{3}{3}R, \frac{4}{3}R$ (R : プロペラ半径) だけ変化した場合について実験した。

(iv) 上記の (i), (ii), (iii) の実験においては、プロペラは 200 mm 直径のもの、舵は高さ (b) 200 mm × 弦長 (c) 120 mm × 厚さ (t) 21.6 mm のものを使用した。最後にプロペラと舵との寸法が異なる場合の影響を知るために、200 mmφ のプロペラに対して舵の高さが 200, 150, 100 mm の 3 種の場合、100 mmφ のプロペラに対して同じく舵高さが 200, 150, 100 mm の場合、合計 6 状態に対する実験が行われた。

(v) なお、第 1 部において詳述した操舵速度の影響が、プロペラ後流中に置かれた舵の場合にも見受けられるかどうかを確認するために、ピッチ比 0.800 のプロペラの場合について一部実験を行つた。

これらの実験結果の無次元表示については、次の (2.3.1) 式に示すようにこの研究の第 1 部と同様の形式をとつた。

$$\begin{aligned}
 \text{合成力係数} & C_P = \frac{P}{\frac{1}{2}\rho V^2 A} \\
 \text{揚力係数} & C_L = \frac{L}{\frac{1}{2}\rho V^2 A} \\
 \text{直圧力係数} & C_N = \frac{N}{\frac{1}{2}\rho V^2 A} \\
 \text{抗力係数} & C_D = \frac{D}{\frac{1}{2}\rho V^2 A} \\
 \text{平行力係数} & C_T = \frac{T}{\frac{1}{2}\rho V^2 A} \\
 \text{モーメント係数} & C_{M_H} = \frac{M_H}{\frac{1}{2}\rho V^2 A c}
 \end{aligned} \quad \dots\dots(2.3.1)$$

ただし V : プロペラへ流入する流速 (m/s)

ρ : 水の密度 (kg, s²/m³)

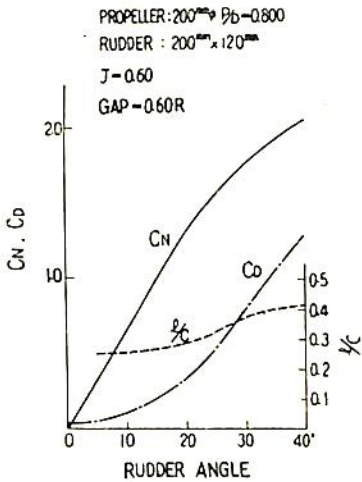
A : 舵面積 (m²)

C : 舵の弦長 (m)

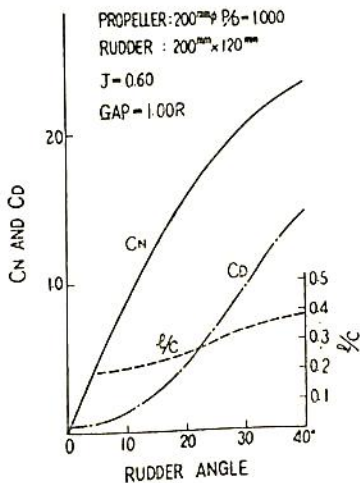
なお、前述のとおり、この実験において計測されているのは直圧力 N 、平行力 T および舵軸の回りのモーメント M_H の 3 要素であるから、その他のものはこれから計算によつて求める必要があるが、その関係式は第 1 部に前掲のとおりであるからここでは省略することにする。

る。

プロペラ後流中に置かれた舵に加わる力の実測は前記のように非常に多くの場合について行われたが、それらのうちの代表的なものを例示するために、結果を上記の(2.3.1)に示した係数の形で表わし、横軸に舵角をとつて点置すると第2.16図および第2.17図のごとくなる。第2.16図はピッチ0.800のプロペラが $J=0.60$ ($s=0.25$) で作動し、プロペラと舵とのギャップが $0.60R$ である場合の結果であり、第2.17図はピッチ比1.000, $J=0.60$ ($s=0.40$), ギャップ $=1.00R$ の場合に対するものである。計測は左右両舷に対して行つたが、失速角以上の舵角においては、わずかの差異は認められたが、その他は左右両舷でほとんど同様の値を示しているため、これらの図に



第2.16図 An example of the results of rudder test in propeller race (1)



第2.17図 An example of the results of rudder test in propeller race (2)

はその平均値が示されている。

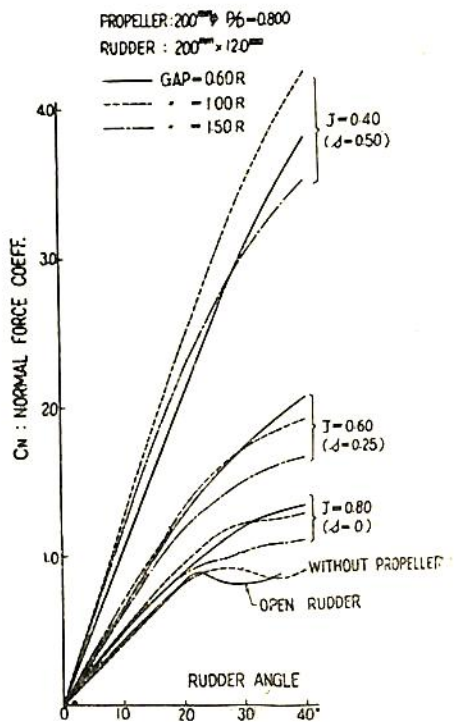
これらの両図を舵単独の場合の実験結果(第1部第2.10図~第2.11図)と比べると、 C_N , C_D はプロペラ後流の影響を受けて増大し、また圧力中心は前方に移動している。これらに及ぼす後流の影響を明確にするために、単独試験結果と後流中の実験結果とを対比して、各項目ごとに順次に検討を行うことにする。

(1) C_N に及ぼす影響

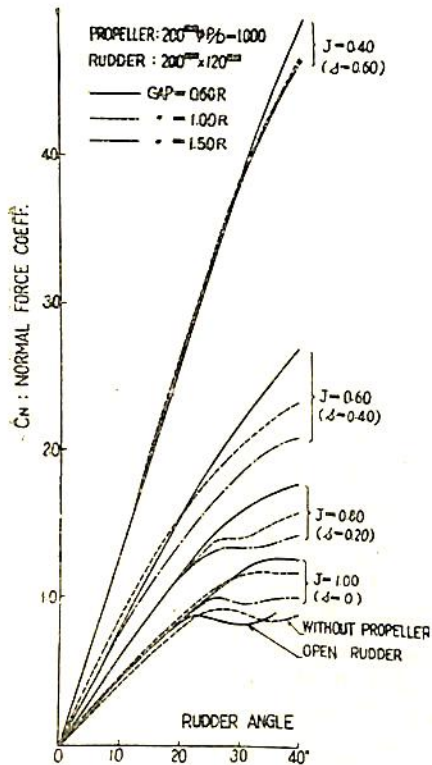
(a) スリップ比の影響

旋回性能に直接関係のある直圧力係数 C_N は、舵性能を論ずる際には、最も重要な係数であるので、まず第1に論ずることにする。種々の条件の下に行われた実験の結果の C_N を同一図中に点置したものが第2.18図および第2.19図である。両図とも縦軸に C_N を、横軸に舵角をとつて表わしている。第2.18図はピッチ比0.800, $D=200\text{mm}$ のプロペラの背後に高さ 200mm の舵を置いた場合の結果で、 $J=0.40, 0.60, 0.80$ ($s=0.50, 0.25, 0$) の3種について、また第2.19図はピッチ比1.000の場合で、 $J=0.40, 0.60, 0.80, 1.00$ ($s=0.60, 0.40, 0.20, 0$) の4種についての結果を描いている。

この場合の前進常数 J は、当初の予定値であつて、各実験、各舵角ごとについて、厳密に言えば $\pm 3\%$ 程度の変動を示しているが、これらの平均値はほぼ最初の予



第2.18図 The value of C_N of rudder (1)



第2.19図 The value of C_N of rudder (2)

定値に近い値を示しているの、便宜上この値で代表させてある。なお、両図ともこれらのほかに比較の便宜上から第1部にすでに述べた舵単独の場合の結果と、更に今回に行なわれたプロペラボスのみがある場合に対する実験結果も併記されてある。このプロペラ翼がない場合は、その直圧力勾配は舵単独の場合と殆んど同様であつて、前方におかれた排水体の影響はこの点に関しては見受けられないが、失速角がわずかながら遅れて現われているのは、前方に置かれた排水体による乱れの影響が、この点に少し現われているものと考えられる。

このプロペラ翼がない場合の C_N に比べて、プロペラ翼のある場合の C_N は、両図を通じてすべて増加しており、かつその増加の程度は、前進数 J が小さいほど、すなわちスリップ比 s ($s = 1 - \frac{V}{n \cdot p}$) が大きいほど大きくなつていくことが非常に明瞭にうかがわれる。そしてまた、スリップ比が大きい場合には、舵角 40° に至るまでほとんど失速の現象は見受けられないが、スリップ比が小さくなると漸次失速角が減少して来て、舵角 30° 付近に見受けられるようになる。これらはプロペラからけり出された失速流の影響であることは論を俟たない。そして前節において述べられているプロペラ後流の実験結果がスリップ比が大きいほど速度増加率 m が大

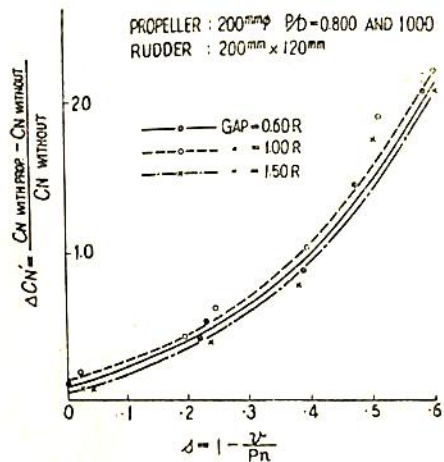
きくなつていくことからいっても、当然の結果である。

しかし、この実験結果のように、舵位置におけるプロペラ後流の実験結果が求められていて、それによつて速度増加率 m が判明している場合には、この m で論ずることが最も適當であるが、一般船舶の場合には、舵位置におけるプロペラ後流の速度増加率などの実情は判然としていない場合が多いように考えられる。勿論、この際に前節で求められた Δm と s との関係式は有力な目安として考えることはできるが、一般船舶の舵に対する C_N の増加傾向を知る基準としては、前回と同様にプロペラのスリップ比 s を選ぶ方が適當と考えられるので、各実験時の計測されたスリップ比を横軸にとり、また縦軸には C_N の増加率 $\Delta C_N'$ すなわち、

$$\Delta C_N' = \frac{[C_N]_{\text{プロペラ翼あり}} - [C_N]_{\text{プロペラ翼なし}}}{[C_N]_{\text{プロペラ翼なし}}}$$

をとつて、第2.18図および第2.19図の両結果をまとめて描くと第2.20図に示すようになる。ただし、この $\Delta C_N'$ の算出に用いる $[C_N]$ の値としては、すべて失速角以下の小舵角 ($5 \sim 20^\circ$) における値の平均値が採用されている。

第2.20図によると、 $\Delta C_N'$ は s の増加に従つて曲線状を呈して増大している状況がよくわかる。そしてピッチ比が $0.800 \sim 1.000$ 程度に変化しても、スリップ比を基準にとれば、 $\Delta C_N'$ についてはほぼ一律に論じることがわかつた。また、この際に $s=0$ においても C_N の増加がわずかながらみとめられるのは、このスリップ比



第2.20図 $s-C_N'$ diagram

を計算する際に使用したピッチが幾何学的なピッチであつて、実際の流体力学的ピッチは、これに更に断面翼形の零揚力角を加味したものとなつて幾何学的ピッチよりも大きくなり、そのためにこの計算の場合の $s=0$ にお

いてもプロペラはまだ推力を生じているためと考えられる。

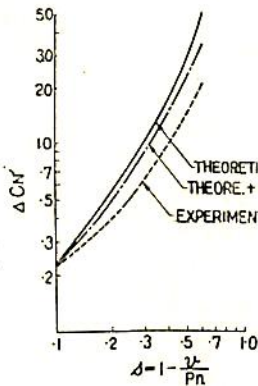
いま、舵の直圧力が流速のみに関係するものとすれば、

$$\begin{aligned} \Delta C_N' &= \frac{(C_N)_{\text{プロペラあり}}}{(C_N)_{\text{プロペラなし}}} - 1 \\ &= \frac{(1 + \Delta m)^2 (C_N)_{\text{プロペラなし}}}{(C_N)_{\text{プロペラなし}}} - 1 \\ &= 2 \cdot \Delta m + (\Delta m)^2 \dots\dots\dots (2.3.2) \end{aligned}$$

となる。上式に Δm の理論値 (2.2.2) 式を代入すると次式が得られる。

$$\Delta C_N' = \frac{s(2-s)}{(1-s)^2} \dots\dots\dots (2.3.3)$$

(2.3.3) 式によつて得られた理論値と第 2.20 図に示した実験値の両者を第 2.15 図と同様に両対数目盛をとつて図示すると第 2.21 図をうる。更に (2.3.2) 式の Δm にさきの実験値、すなわち第 2.14 図に示した値を代入した結果が第 2.21 図に鎖線で描いてあるが、理論値と実験値との中間になつてゐるものやはり実験結果と相当のへだたりが見受けられる。これは



第 2.21 図 $s-\Delta C_N'$ diagram

直圧力が流速のみに関係するものと考えすることはできず、回転流の影響が現われていること、および実験に使用している舵が弦長方向ならびに厚さ方向に長さを有していることが影響を及ぼしているものと推定される。

実験結果を Δm の場合と同様に $s=0.20 \sim 0.60$ の範囲に対しては近似的に直線で表わしうるものとして実験式を求めると次のようになる。

$$\begin{aligned} \Delta C_N' &= k \cdot s^{1.5} \\ \text{ただし } k &= 4.2 \quad \text{ギャップ} = 0.60 \text{ R のとき} \\ &= 4.5 \quad \text{''} = 1.00 \text{ R} \quad \text{''} \\ &= 3.9 \quad \text{''} = 1.50 \text{ R} \quad \text{''} \\ &\dots\dots\dots (2.3.4) \end{aligned}$$

更に、この実験結果 (第 2.18 図) を前章において述べた揚力線理論による計算結果 (第 1.10 図) と対比すると、舵角 0° における直圧力勾配は良く一致しているが、舵角が大きくなると C_N はそれにともなつて大きくなることができず、舵角 15° においては $\Delta C_N'$ の計算値が 0.75 であるのに比べて、実験では $\Delta C_N' = 0.50$ 程度となり、やはり実験値の方が前記の各種の影響によつ

て低く、約 25% 程度に出ることを示している。

(b) プロペラと舵との間隔の影響

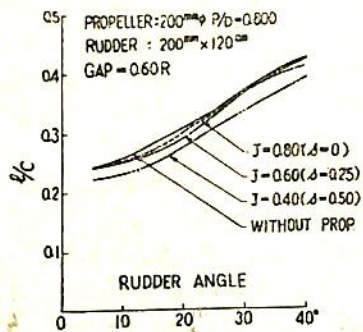
前掲の第 2.18 図および第 2.19 図には、同一スリップ比の場合に対してプロペラと舵との間隔 (ギャップ) を 0.60 R, 1.00 R, 1.50 R の 3 種に変化させた場合の結果が示されているが、これらを通覧すると小舵角における直圧力勾配は、(2.3.4) 式に示したようにギャップ = 1.00 R の場合が最も大きく、0.60 R の場合がこれに次ぎ、1.50 R の場合が最も小さい。しかし、約 25° を越えた大角度においては、ギャップが小さいほど C_N は大きく、逆にギャップが大きくなるほど C_N は減少している。

一方、プロペラ後流の速度増加率 m は、理論計算の結果は前掲の第 1.8 図のように後方へ行くほど大きくなつてゐるが、これは理想流体における揚力線理論の近似計算であつて、実際には流体の粘性の影響をはじめ各種の影響によつてこれと異なつてくることは前述のとおりであつて、実験結果はギャップ = 0.50 ~ 1.50 R の範囲ではあまり大きな変化は認められない。その上、実際の舵は弦長を有しているために、これを 4 弦長点にある 1 本の揚力線と置き換えて考えたところのギャップでは一律に論ずることは困難のように思われる。

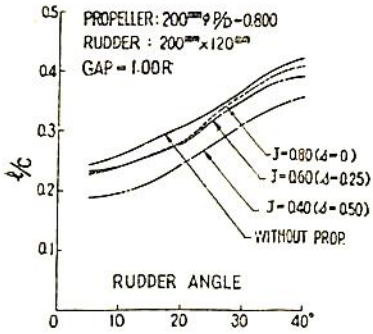
(2) 圧力中心位置に及ぼす影響

圧力中心位置は直圧力とは異なり、船の旋回性能には直接関係はないが、これと舵軸中心位置との距離が偶力挺となつて、舵軸にねじりモーメントが加わり、操舵機械の力量決定に最も密接な関係を持つてゐるものである。

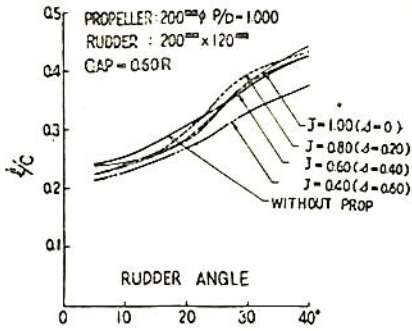
まずスリップ比が変化した場合の影響を知るために、ピッチ比 0.800 に対するものを第 2.22 図、第 2.23 図に、ピッチ比 1.000 に対するものを第 2.24 図、第 2.25 図に掲げた。このうち第 2.22 図と第 2.24 図はギャップ = 0.60 R の場合に対するものであり、第 2.23 図と第 2.25 図はギャップ = 1.00 R に対するものである。なおこれらの図に



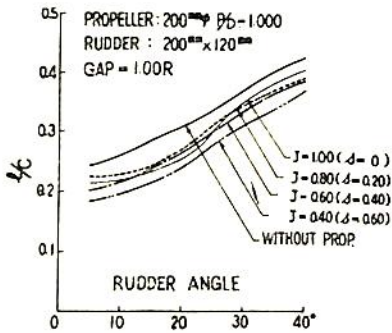
第 2.22 図



第 2.23 図



第 2.24 図



第 2.25 図

は、比較のためにプロペラ翼のない場合が併記されているが、後流中の実験結果はそのほとんどすべてが、プロペラ翼のない場合に比べると圧力中心位置が前方へ移動している。その移動程度は前節の C_N のように、スリップ比に対して確然とした傾向は示していないが、一般にスリップ比が大きくなると移動の程度は大きいものと言える。そしてこの傾向は第 2.25 図において最も明りようにうかがうことができる。すなわち $s=0\sim 0.25$ 程度ではあまり変化しないが、 s が 0.5 を越えると圧力中心位置は著しく前方に移動し、その前方への移動量 δ は次の (2.3.5) 式で近似的に表わすことができる。

$$\frac{\delta}{C} = 0.07 s + A$$

ただし C : 弦長 s : スリップ比

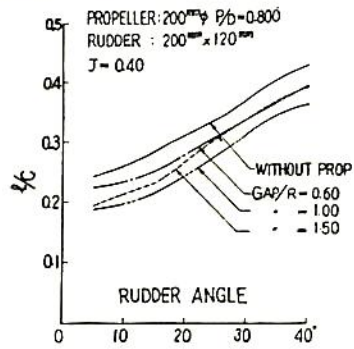
A : 定数 $= -0.015 \sim +0.007$

ギャップ $= 0.60 R$ のとき
 $= 0.01 \sim 0.035$

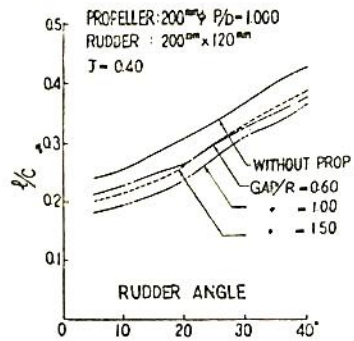
ギャップ $= 1.00 R$ のとき

.....(2.3.5)

次に、プロペラと舵とのギャップが変化した場合に、圧力中心位置がどのように変わるかを調べるために、 $J=0.40$ の場合について、ピッチ比 0.800 および 1.000 に対して求めたものがそれぞれ第 2.26 図および第 2.27 図である。両図ともギャップが 1.00 R の場合に圧力中心は最も前方へ移動し、ギャップが 0.60 R と 1.50 R の場合には同程度の圧力中心位置を示している。このような現象はプロペラの回転によって誘起されるラセン渦の流体力学的ピッチに、スリップおよび誘導速度の影響を加味して考えても解決しにくい。実際の舵はその前縁から後縁に至るまで相当の長さを有しており、その各部分に当る後流は、流入角も含めてそれぞれ異なつたものであるため、複雑な現象を呈し、これ以上の論議を行うことは現状では無理のように考えられるので、この実験の範囲内では実験結果として前述のごときものが得られたことを



第 2.26 図

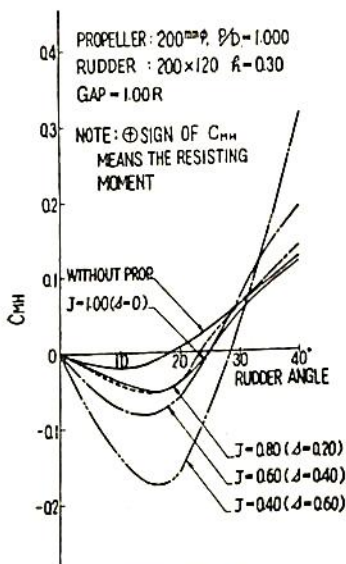


第 2.27 図

報告することとする。

(3) 舵軸の回りのモーメントについて

直圧力および圧力中心位置が決まれば、舵軸の回りのモーメントは舵軸の位置のいかにかわらずに求められるわけであるが、参考までにこの実験を行った舵（舵軸位置がその前縁から弦長の30%の所にある場合、 $h=0.30$ ）に対するモーメント係数 C_{MH} を示すと第2.28図のようになる。同図にはピッチ比1.000、ギャップ=1.00Rの場合の $s=0.60, 0.40, 0.20, 0$ およびプロペラ翼なしの5状態に対するものがまとめて描いてある。前述のように、 s の増加とともに C_N が増大することによって、 C_{MH} がその絶対値を増加している状況が明りようにされている。また s の増加にしたがって、圧力中心位置が前方へ移動していることも、同図中の $C_{MH}=0$ となる舵角がプロペラ翼のない場合の約 18° から $s=0.60$ の場合の約 28° に至るまでほぼ順次に増加していることによっても明らかである。



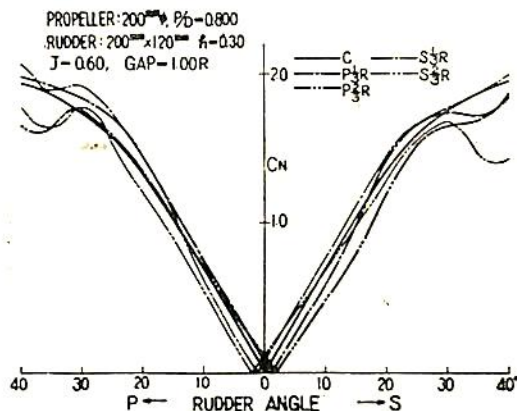
第 2.28 図

(4) 舵位置がプロペラ中心に対して偏在している場合について

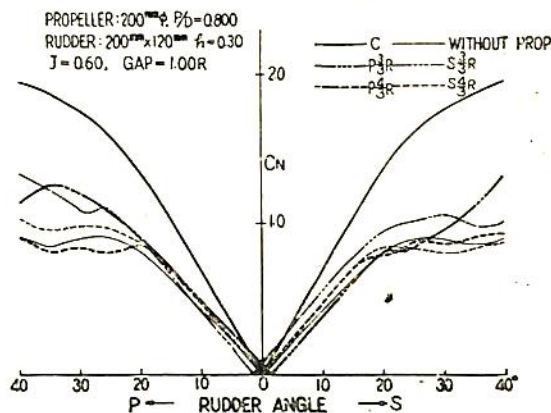
前節までに報告した結果はすべて舵位置がプロペラ中心のまうしろにある場合についての実験結果であるが、この節においては、舵位置がプロペラ中心から偏在して存在している場合について述べる。このようなプロペラと舵との相対関係位置は2軸船、特に高速艇・引船・河船などによく見受けられるものであつて、2軸船の計画の際には必要なものと考えられる。

実験はすべてピッチ比0.800、直径200mmφ右の回り

プロペラが $J=0.60$ ($s=0.25$) で作動している後方に、高さ200mm、 $h=0.30$ の舵が前後方向のギャップ=1.00Rの位置に存在している場合について行われた。偏在の程度すなわち左右支方向のスキマ量 (Exc) としては、左右両方向へ $\frac{1}{3}R, \frac{2}{3}R, \frac{3}{3}R, \frac{4}{3}R$ (R:プロペラ半径) だけ偏した場合、合計8状態を選んだ。実験の結果得られた C_N は第2.29図および第2.30図に分けて示されている。第2.29図には舵位置が中心の場合のほか、左右両支へ $\frac{1}{3}R, \frac{2}{3}R$ 偏した場合の結果



第 2.29 図



第 2.30 図

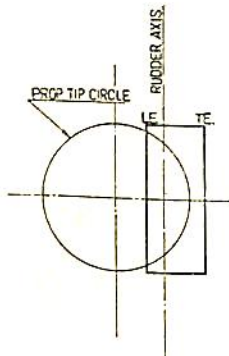
を、第2.30図には両支へ $\frac{3}{3}R, \frac{4}{3}R$ 偏した場合と、それに加えて中心の場合およびプロペラ翼なしの場合を記載している。これらの場合には当然のことながら、 C_N が左右両支で同様の値を示さないで、横軸には左右両支 40° までが採られている。

これらの両図から推論されることは、

(i) まず舵位置が右支に偏した場合には、直圧力が零となる角度が 0° よりもわずかながら左支方向の舵角に

偏し、また舵位置が左舷に偏した場合には零直圧力角が右舷方向の舵角に偏することが言える。

(ii) 直圧力勾配は、偏在のスキマ量が $\frac{1}{3}R$ および $\frac{2}{3}R$ 程度の場合には、中心に舵がある場合に比較して大きな差異はみとめられない。しかし、これらの場合にも舵角が大きくなつて、舵の前縁または後縁においてプロペラ後流からはずれる部分が大きくなると C_N は減少する。たとえば第 2.29 図における右舷へ $\frac{2}{3}R$ だけ偏し、かつ舵角度が右 40° の場合には C_N が減少しているが、この場合のプロペラと舵との関連位置を後方から眺めると第 2.31 図のようになる。すなわち、舵はその全面積のうち約 52% が直接プロペラ後流が当たる部分から逸脱していることになって当然 C_N 減少の原因となる。



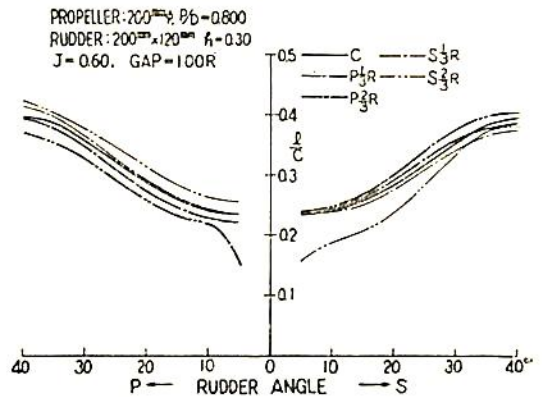
第 2.31 図 Relative position between rudder and propeller ($Exc = S \cdot \frac{2}{3}R$, $\alpha = S \cdot 40^\circ$)

このような傾向は偏在のスキマ量が大きくなればますます大きくなり、最終的には第 2.30 図における $Exc = \frac{4}{3}R$ の場合のように、プロペラ翼なしの場合とほとんど変わらない値を示すようになる。

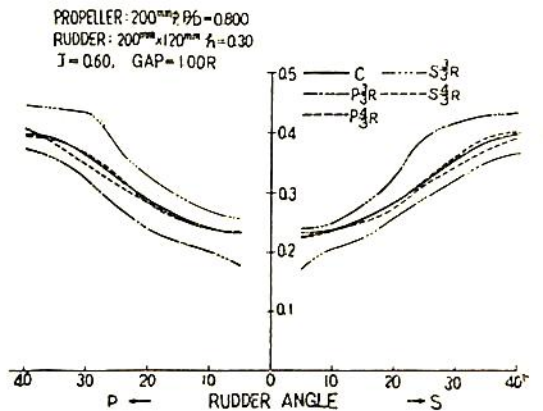
(iii) プロペラが右回りであるために、予想される左舷へ偏した場合と、右舷へ偏した場合との差異は、この実験においてはほとんど見受けられなかつた。すなわち、伴流分布に大きな変化がなければ 2 軸船の外回りプロペラの外側に舵を偏在させても、内側に偏在させても C_N には大きな差異は生じないものと推定できる。などである。

次に、同実験結果から得られた圧力中心位置を第 2.32 図、第 2.33 図に示す。両図によつて明らかなように、舵位置が左舷に偏したとき、は舵角が右舷にとられると圧力中心は後方へ移動し、また舵角が左舷にとられると前方へ移動するような傾向が見受けられる。もちろん、舵位置が右舷に偏したときはこれと逆の傾向を示すが、このような傾向はプロペラ後流が舵軸よりも前方の部分に多く当るか、または後方の部分により大きく作用するかによつて決定されるものと考えられるから、定性的には第 2.31 図に例示したような関係位置を示す図を描くことによつて知ることができる。

しかしながら、このような偏在のスキマ量が大きくな



第 2.32 図



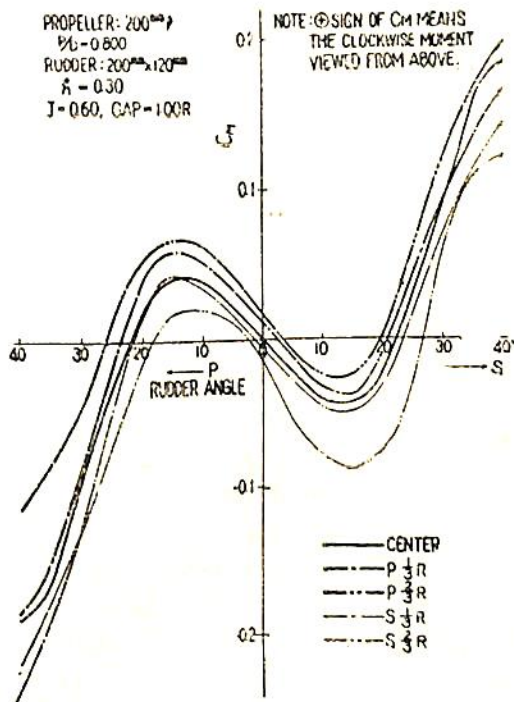
第 2.33 図

りすぎると (たとえば $Exc = \frac{3}{3}R$ の場合) 旋回に有効と思われる直圧力の増加量はあまり得られないにもかかわらず、両舷最大舵角をとる場合の圧力中心位置の移動量のみが大きくなつて、したがつて同一旋回性能をうるためには、操舵機械の力量のみをいたずらに増加せねばならない場合も生じることがあるものと懸念されるので、できれば舵位置の偏在量は $\frac{1}{3}R$ 程度までに留めておいた方が良好な結果が得られるものと推論される。

参考として $Exc = \frac{1}{3}R$, $\frac{2}{3}R$ の場合に対するモーメント係数を第 2.34 図に掲げておいた。

(5) プロペラ直径と舵の高さに著しい差異がある場合について

(1)~(4) に述べた実験は、すべてプロペラ直径と舵の高さがともに 200 mm であつて、等しい大きさであつたが、ここではプロペラ直径 D と舵の高さ b が著しく異なる場合の実験結果についてのべる。プロペラと舵とのこのような相対関係は、比較的高速回転の主機を搭

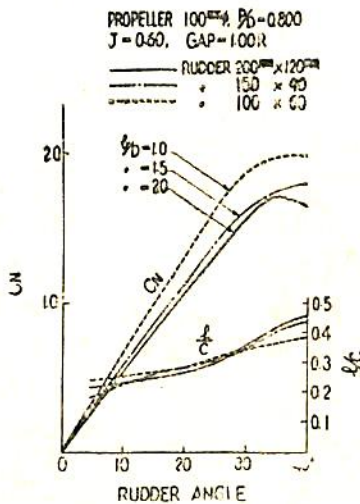
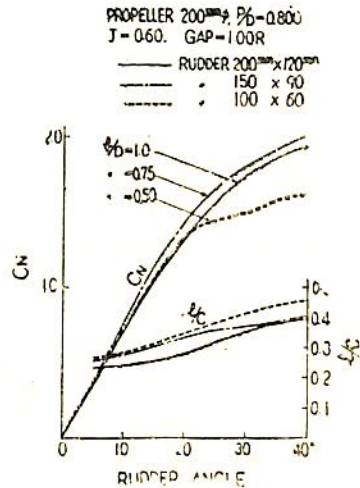


載した小形船, 特に1軸の小形タンカーや, 機関をタービンからディーゼルに換装したような船舶にしばしば見受けられる。

実験は, プロペラ直径 D の方が舵高さ b よりも大きい場合として, $D=200\text{ mm}$ に対して $b=150\text{ mm}$ および 100 mm , また $D < b$ の場合としては $D=100\text{ mm}$ に対して $b=150\text{ mm}$ および 200 mm , 更に比較のために $D=b$ の場合を加えて合計6状態について行われた。この際のプロペラの作動条件としては, $P/D=0.800$, $J=0.60$ ($s=0.25$), ギャップ=1.00 R, 舵の要目としては $h=0.30$, 縦横比=1.67に統一した。

$D > b$ の場合に対する結果を第 2.35 図に, また $D < b$ の場合を第 2.36 図に示している。第 2.35 図において $b/D=0.75$ の場合の C_N が, $b/D=1.00$ に比べて大きくなっているのは, プロペラ後流の速度増加率が $0.5 \sim 0.6 R$ 付近で最大であり, 翼端部分では低下しているために生じたことであろうと推察される。また圧力中心位置は $b/D=1.00$ の場合と比べて, b/D がそれ以下になると順次に後方に移動している。

これに比べて第 2.36 図における $b/D > 1$ の場合には, $b/D=1$ に比べて b/D が大きくなるにつれて C_N が順次に減少していることは, プロペラ後流が当たる面積と舵の全面積との割合を考慮すれば当然のことと言える。またこの際の圧力中心位置は, b/D が大きくなる



につれて, 30° 以下の小舵角では $b/D=1.0$ の場合よりも前方へ移動し, 30° 以上の大舵角においては後方へ移動することは注意すべきことと考えられる。

筆者がこの模型実験を行う必要を痛感した数多くの理由のうちの一つに, 小型螺旋船“H”丸に現われた舵の過平衡の現象が従来の圧力中心位置の算定式では説明することができず, それに対する対策を考えた際に, $b/D > 1$ に対する資料が殆んど見受けられないということがあった。この“H”丸の舵は $b/D=1.5$ であるので, 上記の模型実験結果を適用してみると, 定常旋回時における推進器のスリップ比の増大, および舵への実流入角の減少を併せて考えると妥当な解釈ができることになる。

また第 2.36 図における $b/D=1.0, 1.5, 2.0$ に対する

舵角 25° の場合の C_N をよみると、第 2.2 表の左から第 2 列目の値のようになる。一方、これに対して同状態において、プロペラ後流が直接当る部分の舵面積と、舵の全面積との比を求めると、同表中の左から第 3 列目に示した値のようになる。

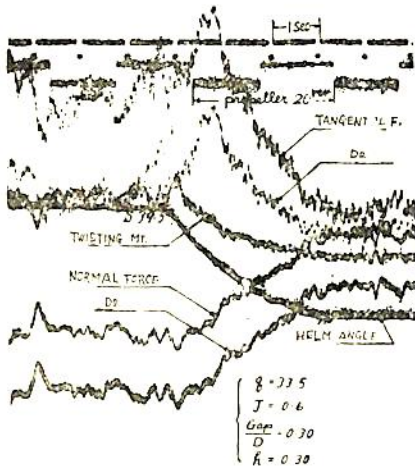
第 2.2 表

b/D	C_N at 25°	後流の当る面積 舵全面積	"a"係数	$\frac{C_N}{\text{"a"}}$
1.0	1.63	0.998	1.67	0.975
1.5	1.41	0.646	1.43	0.985
2.0	1.32	0.484	1.33	0.992

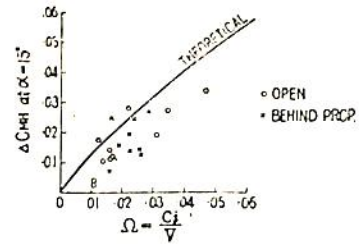
ここにおいて、舵面積の中で後流が当る部分には、後流による速度増加率の自乗 (m^2) に、前記の力に対する有効率を考慮して 1.67 を乗じ、それ以外の部分には 1 を乗じて、力に対する有効面積係数 "a" を求めると、同表中の左から第 4 列目に示されているような値になる。次いで直圧力係数 C_N と有効面積係数 "a" との比を求めると、同表の最終列のごとくなり、これは b/D のいかんにかかわらずにはほぼ一定の値を示すことがわかる。したがって b/D > 1 の場合に対しては、プロペラ後流の当る面積とそれ以外の面積とを区別して考えた有効面積係数 "a" を考えることによつて、 C_N の推定が簡単にできるものと思われる。

(6) 後流中の舵に対する操舵速度の影響

第 1 部において、単独に置かれた舵に対する操舵速度の影響について詳しくのべたが、後流中に置かれた舵に対しても同様の現象、すなわち舵軸の回りモーメントの増加が見受けられるかどうかを確かめるために、ピッチ比 0.800 のプロペラが作動している場合について実験を行



第 2.37 図



第 2.38 図

つた。実験結果の一例として $J=0.60$ の場合のオッシュログラムを第 2.37 図に掲げておいた。この場合の舵軸位置比としては、 $h=0.30$ が選ばれているが、この実験結果が第 2.38 図に示されている。この図にはすでに第 1 部に述べた計算結果が実線で、単独舵に対する実験結果が○印で示されているが、今回行なわれた後流中に対するものは×印で示されている。このように後流中においても、単独の場合とほぼ同程度の操舵速度の影響が認められることが確認された。なお、この後流中の舵の ΔC_{MIR} at 15° ならびに Ω を計算する際には、結果を単独の場合と同一図面に対比するために、 V の代りに mV が採用されている。そしてその際に用いる m としては実験値を採用した。

操舵速度の影響によつて最も大きく変化するのは圧力中心位置であるが、この実験において行つた操舵速度程度の場合の移動量は、弦長の 3~5% 程度であつて、しかもそれは後方へ移動する。これはプロペラ後流によつて移動する方向と逆であるので、お互いに消し合う効果を示していることになるのは注意すべきことと考えられる。

3. 結 言

舵性能に及ぼすプロペラ後流の影響を、理論計算ならびに模型実験の両面から論じてその性質を明らかにすることができた。その結果を要約すると次のとおりである。

(1) プロペラ後流による舵の直圧力の増加率は、通常の船舶のプロペラ作動状況下においては、ほぼスリップ比の 1.5 乗に比例して増加する。

(2) プロペラ後流によつて舵の圧力中心位置は前方へ移動するが、その移動量はやはりスリップ比が大きいほど大きい。

(3) プロペラと舵との間隔が $1.00 \sim 2.00 R$ (R : プロペラ半径)の間では、舵性能には大きな変化はないものと考えて差支えない。

(4) 舵位置がプロペラ中心に対して偏在している場合

や、またプロペラ直径と舵の高さに著しい差異がある場合に対しては、プロペラ後流が直接当たる部分の面積と、それ以外の面積に分けて考えることによつて、定性的な傾向を知ることができる。

(5) 後流中に置かれた舵においても、操舵速度の影響は認められる。(その2—終り)

参 考 文 献

- 1) 岡田正次郎：“舵性能に及ぼす推進器後流の影響について”造船協会論文集，第104号，昭和34年1月
- 2) 岡田正次郎：“推進器後流中に置かれた舵の性能に関する実験結果について”造船協会論文集第104号，昭和34年1月
- 3) Jones, R. T., : “ Properties of low-aspect-ratio pointed Wings at Speeds below and above the Speed of Sound ” N. A. C. A. T. R. 835 1946
- 4) Lawrence, H. R., : “ The Lift Distribution on low-aspect-ratio Wings at subsonic

Speeds ” Jour. Aero. Sci. 18, 1951

- 5) Glauert, H., : “ The Elements of Aerofoil & Airscrew Theory ” Cambridge, 1930
- 6) Lotz, I., : “ Berechnung der Auftriebsverteilung beliebig geformter Flügel ” Z. F. M. 22, 1931
- 7) 谷一郎：“単葉翼の揚力分布を簡単に求める方法”日本航空学会誌 Vol. 3 No. 13 1936
- 8) 河田三治：“螺旋状渦によつて弦導される速度場について”日本航空学会誌 第2巻 第8号
- 9) 近藤一夫：“プロペラ理論の再展開”日本航空学会誌 第6巻 第51号 昭和14年7月
- 10) 山県昌夫：“船型学，推進篇”天然社 昭和27年
- 11) 谷口，渡辺：“自航模型船の後流計測並びにその Reaction rudder への応用”造船協会論文集 第88号 昭和30年9月
- 12) Leathard, J. F., : “ Flow measurements in the Slipstream of Model propeller ” T. I. N. A. 1952.

(135頁よりつづく)

Hughes および Mr. A. Silverleaf がおり、職員のみで合計53名である。

この新しい設備の完成によつて、N. P. L. は3箇の試験水槽，1箇の航海性能水槽，および2箇の空洞試験水槽を、造船工業に対するサービスのために、所有することとなつた。開所の挨拶に曰く「英国の造船工業はこれによつて、他国の如何なる同種の試験水槽との比較にも耐え、かつ英国造船工業がすべての競争国からのチャレ

ンジに応じよう援助し、より良い、より効率的な船舶の設計を可能ならしめるようあらゆる助力を与えることに喜びと熱意とを持つ一つの造船流体力学研究機関を所有することとなるであろう」と。現実この新しい設備を見て英国の造船工業が Feltham の水槽にかける期待と決意のきびしさを強く感じた。われわれもこの新しい研究設備から生み出される今後の研究成果を大きい期待をもつて見守るとともに、これに負けぬようしつかり手をつないで進まねばならないと思う。

天 然 社 ・ 近 刊
監 修 運 輸 技 術 研 究 所 船 舶 装 装 部

船 用 品 便 覧

内 容

法定備品，JIS 制定品をはじめ，重要な船用品を網羅し，各部門別に懇切な解説と技術的データを収録し，あわせて主要なる製品の特徴を掲げる。すべて厳密なる監修による本書は，わが国唯一の船用品の便覧であり，ひろくメーカー，要需要者，関連工業界の必携の書である。

— 昭和30年版を徹底的に内容の改訂，増補をほどこして面目を新たにした。

増補，全章書換，新設の章，各章における改訂総頁約130頁にわたり，業務資料を入れて約280頁の長大なるものとなつた。

B5判上製 8冊2段組 定価 800円(〒50)

発行 昭和35年1月末

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. 総 説 | 2. 救命器具 |
| 3. 防火設備および器具 | 4. 船灯および信号灯 |
| 5. 信号器具 | 6. 艙口覆布および艙口蓋板 |
| 7. 舷 窓 | 8. 錨，鎖，索 |
| 9. 艙装金物 | 10. 船用塗料 |
| 11. 船用計器 | 12. 通信機器 |
| 13. 照明配線器具類 | 14. 甲板補機 |
| 15. 附表 10項目以上 | |

(前号にひきつづき第2章は航海関係のオートメーションについて、第3章は機関関係のオートメーションについての事柄を、平行して掲載してある。)

2. 航海のオートメーションについて (その6)

2.5 航海中の要務について

2.5.1 まえがき

航海を通じて 船内において 現在行われている 仕事には、狭意の航海に直接必要な事項、船体の保存、整備、積荷の管理、次の港における要務の準備、船の保安並びに応急上の事項、更には運航上の事務まで、航海の期間を利用して行われる仕事まで多岐にわたる要務が行われて、船の運航の有機部門として航海が構成されている。

しかし船のオートメ化としてその制御形態を進めてゆくと、上記の諸仕事そのままの形で存続するとは考えられないし、また新しい別の仕事も導入されることも必須であろう。またオートメ化の極めて困難な問題も多いはずである。従つてこれらの点から多くの要務が整理され航海計器用具および船体構造等が改善され、航路の管制等の要求も生じて来ることと思う。以下現在行われている主なる船内要務を自動化の観点から検討してみる。

2.5.2 航路の設定および針路速力の管制

航海には「船を最も安全かつ能率的に、ある地点から他の地点へ希望する時刻に到達せしめること」が要求される。従つて航海に当つてはこの点を満すようまず港間の航路が選定され、これに基いてある区間(通常大洋航海では一昼夜単位、沿岸航海では著名地点間単位とする)毎に、あるいは時々刻々に針路速力が決められ、保針、保速の操作を行い、これに対し船位の測定比較をなし、設定航路に対する修正がなされ航海を続けるのが現状で、この間に必要な仕事としては、

1. 船位の測定(算定)・記録および船位の比較
2. 海象・気象の観測とこれに対する保針・保速修正量の算定
3. 航海計器の保守および誤差量の検出補正
4. 船体動揺等の測定およびこれに対する保針・保速修正量の算定
5. 上記諸量に基く変針・変速量の決定・修正
6. 操舵・保針操作
7. 機関回転数の整定保守
8. 航海に関する諸記録等に関すること

等である。そして更に特別な操作として緊急あるいは応急的針路・速力の変更操作すなわち障害物の回避・緊急信号通信上の変針・変速、台風に対する操船処置および避航処置等の操作が入つて来る。従つてその自動航行形態においては、自動的に設定航路上を航行せしめる針路・速力の指示および管制と、応急・緊急操船としての特別な指令が導入される航海指令盤に統合されることが望ましい。

2.5.3 出入港操船上の要務

前項に述べた航海に入るまで、および航海を終えて船を停泊させるまでの間における操船においては、その操縦性に著しい制約を受けるものであり、船の発停操縦操作は多様でありかつ係泊諸要具の利用がそれぞれ独立して重なつて活用される等船の自動化にかなりの難かしい要務が入つて来る。いまその仕事を挙げると

1. 出入港操船準備作業
2. 測深および操船諸要素の算定
3. 船の運動操作
4. 用錨操作
5. 係留・係岸操作
6. 航法信号操作
7. 船内外通信・連絡および事務

等があるが、その内容は複雑で自動化の点からは整理されるべきことも多く、接岸・係留等に当つては船との相対関係の検出、船の運動惰力の検出とこれに対する管制、ついで用錨操作の遠隔制御を中心として、むしろ出入港操船上の要務の個別制御とその関連制御化を進め、出入港操船準備等は別のはんちゆうに入れ、航路管制等により要務の簡素能率化を計るべきである。

2.5.4 船体の保存・整備および船の状態調節

これは船の安全かつ能率的運航のための船体保全に関する要務並びに航海中を通じて行う船体整備上の事項を含めたものである。

一般に船体および機関の検査・修繕・整備については所定の時機に入渠して実施するが、更に航海中、つぎの諸項が行われている。

1. 船体・倉庫・居住室等の保存・手入および清掃
2. ビルジ検出排除
3. 船内(倉内)通風・換気、湿度および温度調節
4. 各水槽・油槽の検測調節
5. 吃水、トリムの調節
6. 荷役機械等試動手入、その他荷役準備
7. 救命艇器具の整備

* 東京商船大学内

8. 防火防水装置の点検整備

9. 積荷の管理および事務

等であるが、上記の内、保存整備的な仕事は予め別のプロセスにおいて実施し、航海を通じては、船内倉内等の自動通風換気温度調節に関することおよびタンク調節・ビルジ排除等につき設定値に対し自動的に検出、調節をなす点に整理すべきである。

2.5.5 行船上の保安・応急等に関する事項

ここでは航海を通じて諸種の事由により、船体積荷および人命が害され、または害されんとする不安にある場合の処置に関する事項で、船のオートメ化の場合も特に下記の諸点について考慮しなければならない。

a. 見張りおよび巡視

その意義は航行中の事故を防止するにある。従つて船の運航技術の上に立つてその効果を発揮しうるものである。すなわち感覚による眼での認識、音を聞くこと、嗅覚を働かせること等によつて、その状態状況等を知り、その未来性を予測し、これに対する適応の処置をなさしめるもので、例えば法規的にも肉眼見張りの上に立つた運航処置が要求されているのである。

しかし、見張りの場合、レーダーの活用を楔機として、高性能のものを活用出来ればこれを有効に航海処置に連結せしめ、極めて前広に処置をなし得、その効果は遙かに優れている点が多く、巡視の点においても諸検知装置もすぐれた諸方式により自動的に処置に結合する方がより能率的である。

従つてこの点むしろ現行法規等の関連について併せて検討すべきことが重要な問題と思われる。(特に航法上の規定に関する問題が重要であろう。)

b. 荒天準備および荒天処置

自船の観測および外部からの気象・海象資料によつて台風来襲等を予測し、これに対し運航上の準備および荒天遭遇に当つては、大要下記の処置をこうする。

1. 船体の動揺に対する船体・属具・積荷等の保全調整
2. 海水のうち込み、波濤の衝撃等に対する操船処置
(風浪に対する操船処置)
3. 排水処置
4. 舵・推進器の安全に関する処置

これらの諸項はその内容が多くの仕事によつて構成されるものであるが、特に基本的には風浪に対する操縦の問題が重要である。これに対しては自動的に船の運動速度・加速度あるいは船体応力等を検出し、それに対応する理想的針路速度を保つ自動風浪避航装置により、一時的変針・変速をなさしめること、また甲板上打ち込み海水およびビルジ等の排除、トリム、吃水の自動調節方式

が必要となる。

c. 台風避航処置および障害物回避処置

航海中台風に遭遇するおそれあるときは、その進路を刻々報ずることによつて、自動的に相互の進路から算定して、例えば最近距離 300 哩圏保持等の船の設定航路の変更指令を与え、これを回避せしめる方式を採るが、現段階では台風中心の位置およびその影響範囲の精度等の点から基地指令の方式を採用しなければならぬ。また航路上の障害物に対しては相対運動を判別し、一時的に設定航路から変針・変速、更には緊急停止処置をとらしめねばならず、レーダー等による運動の検出を操船系統に導入せしめ更には緊急投錨指令に伝達せしめる必要があろう。洋上における他船との衝突回避も同様であるが、航法上の諸規程の関係があり、特にこの点、別の検討を要する問題である。そして航法々規上の航路信号・霧中信号等の発信操作の自動励行方式に当つても、その信号のもつ運用上の意義から、例えば、霧中信号にしてもその発信信号を統一化することはその目的を達しうるものでなく、他船との相互状況の交信の意義をもつだけに問題があり、このことは航行船舶のすべてに自動化の及ぶ場合と否とにより相違を生ずるものと思われる。

d. 操舵装置または舵故障処置

現在操舵装置の故障した場合は応急装置に切りかえるわけで、その切り換方法は故障箇所および操舵装置の種類により異なるが、操舵装置故障に対しては、これと管制弁棒との連結を絶つて応急ロッド式操舵装置に切換えて舵取機を操作する。従つてその切換えに自動方式を採用すればよく、更にこの間を二重方式として自動操縦せしめればよい。つぎに舵取機の故障にあつては、応急人力操舵に切換えるのが現状で、直接舵を操作するわけであるが、この点も二重方式をとる以外に自動操縦方式を完成し得ないと思われる。一方舵自体の故障に当つては、応急舵によつて全く別の方式を採るのが現状で、この点は応急処置として別のはんちゆうに入れなければならない。

e. 防火・防水処置

防火・防水の処置としては次のような段階に別けて考えられている。

1. 予防……安全状態の保持であつて常にその状態を検知し、これに対する安全状態を保持する処置である。
2. 火災・浸水の検知と消火、防排水処置……これには、船内各区劃単位に警報装置が配置され発生場所・状態を検知し、消火・防排水処置がとられるわけで、同時に区劃の遮断、隣区劃の補護処置がとられる。火災警報装置としては、煙管式、空気管式、電気サーモスタット

式等がある。また消火方式としては自動射水装置・蒸気消火装置および各種ガス消火装置等による方法があるが、積荷の種類、燃料、船体構造等によつて選択される。また防排水にはその検知に対し、排水ポンプの自動操作、破口閉鎖、船体区劃補強処置等が必要である。

3. 船の安全処置……これは火災・浸水事故による船の復原上の保全および防火防水上の操船処置・状態の調節等であり、事故の場所、被害状況により、船の安定を得るよう、トリム、吃水の調節、針路・速力の管制処置がとられる。

以上船の自動化を進めてゆく上に航海中行われる要務を検討したが、もとより、船の航路・大小、積荷の種類等により具体的には仕事の方式は多少異なるはずである。しかし前述した如く航海の期間を利用して行われている仕事もかなり多いわけで、航と泊と能率的に分担整理することが自動化の前提と思われる。(この章つづく)

3. 機関部関係のオートメーション (その 6)

3.6 船舶の遠隔測定と遠方監視制御

3.6.1 船舶とエレクトロニクス

船舶運航のオートメーションには、運航に必要な情報を検出して、これを他の形に変換し、伝送、増幅、指示、記録、演算などの適当な処理を施すことが必要である。本文では情報の検出、遠隔測定、遠方監視制御などの制御系の概要について考察する。

自動制御が可能か不可能かは、まず選ばれた量に適当な処理を施し、さらに基準値を定めやすい量に検出、変換できるかどうかによつてきまる。

従来、船舶には、空気式の計測および制御方式や油圧式の制御方式などの機械的な方法が広く採用されているが、一方電気的な方法による計測および監視制御方式も、最近のエレクトロニクスの進歩により、急速な発展をとげ、全電子式の制御方式も完成している。さらに最近の情報処理技術の進歩は、各方式の信号の相互変換を非常に容易にしているため、各方式の独自の特長を適当に組合せることによつて、船舶のオートメーションを実現し得る段階に到達したものと考えられる。

したがって、これらの情報伝送系の中の信号変換器も、広い意味のエレクトロニクスと呼ばれており、その進歩と新しい情報処理機構の出現によつて、船舶運航の管理は人よりもむしろこれらの機器、すなわち近代の意味での計器にゆだねられようとしている。完全に自動化された船舶では、これらの計器は、船舶の機装設備ではなく、運航の責任者の地位を占めることになると考えてよい。

まず信号変換の一般的な原則とその基本的要素について簡単に述べ、これらの基本要素がいかに組合わさられて具体的な信号変換器となつているかを知るために、計器別に分類してみよう。

3.6.2 信号の変換

信号変換器が制御系において、どのような役割を果たすかを知るために、プロセス制御の信号処理機構の概要を考えてみよう。

検出する量は具体的には温度・流量・圧力・変位・回転数・馬力その他各種成分など多種多様であり、これらの量は信号変換機構を通して指示・記録されると同時に基準値と比較され、その関係は調節器により演算処理され操作装置によりプロセスを制御する機構になつている。したがって信号変換器に望まれることは、制御系全体の精度はフィードバック要素となる信号変換器で決定されるから、変換利得が非常に安定でなくてはならない。つぎに、変換器の出力信号は伝送や増幅などが容易で、基準値をきめやすい性質をもつことが必要である。

3.6.3 信号の基本的要素

現在の信号変換器は、物理的あるいは化学的な変換要素により「力」「変位」「電圧」「インピーダンス」の4種の基本的要素のどれかに1次変換する。これは状況により相互に2次変換でき、最終的には指示、記録するための「変位」に換える。最近はこのほかに、「光」「放射線」「温度」を中間的な信号として使う場合が多くなり、信号変換器として重要な役割を果たしている。

3.6.4 工業計器

信号変換器としての機能を考察するために、現在使用されている工業計器の主なものを計器別に分類すると次のようになる。

温度計

膨脹温度計、圧力温度計、バイメタル温度計、抵抗温度計、熱電温度計、輻射温度計、水晶温度計

流量計

差圧式流量計、面積式流量計、容量式流量計、流圧式流量計、質量流量計、電磁流量計、熱式流量計、超音波流量計

圧力計

U字管圧力計、傾斜管圧力計、変形U字管圧力計、乾式差圧圧力計、ブルドン管、ストレングージ、マンガニン圧力計、圧電体圧力計、ピラニゲージ、アルファトロン

液面計

ゲージガラス、フロート、空気圧管、アイソトープ、

超音波液面計

ガス成分計

熱伝導式ガス成分計, 密度測定, 燃焼式ガス成分計, 音響式ガス成分計, 光干渉式ガス成分計, 赤外線ガス成分計, 磁気酸素計,

粘度計

回転粘度計, 振動式粘度計, 超音波粘度計

回転計

電気回転計

馬力計

電気式積算軸馬力計

これらの計器を制御系の検出要素に採用する場合は, その応答が問題になる. 変換器の応答は同種のもので構造の相異や使用条件によつてかなり差があり, 一概にはいえない. 近い将来船舶の計測制御装置がきわめて重要な役割を果たす例として原子力船が考えられる. すなわち, 経済性や安全性が解決された実用的な原子力船が出現する時代になると, 運転制御の面がますます重要視されるようになり, 船舶の遠方制御と監視とが要求される.

3.6.5 アナログ・デジタル変換器

温度, 流量, 圧力などの情報を検出する制御系変換機構では, 最終的に圧力や電圧などに変換し, この変換された量をもとの量を知らせる信号にしている. この圧力や電圧などは, もとの量と相似なので相似量またはアナログ量という. これに対し, 物理的あるいは化学的状态や量の大きさを知らせる信号に, 電圧のパルスを送り, その数で, もとの量の大きさを数値的に表わす方法がある. このような方式をデジタル方式または数字式といひ, アナログ量を自動的に測定し, 数字で表示する操作が必要である. この操作を量子化または数字化という. このように入力信号に連続的な量を与えると, これを量子化し, その出力に数字符号で表わす信号をだす装置をアナログ・デジタル変換器という. すなわちアナログ・デジタル変換器は, たとえば電圧を測定すると, 電圧を電圧計の端子に接続し, 電圧計の指針の振れが目盛りのどの位置を指すかを読みとり, 電圧の大きさを記録用紙に数字で記入する操作を, 自動的に高速度で処理する装置である.

アナログ・デジタル変換器は多くの資料を簡単に整理記録し, 正確に伝送記録できるので, 遠隔測定には適当であり, 数字化するので装置に融通性があり, デジタル方式計算機構のデータ処理装置との接続が容易であるため, 複雑なデータ処理を高速度に行える. これは制

御系のフィードバック機構の一環としてデジタル計算機などを用いることができることであり, 船舶の完全自動化が期待されるわけである.

アナログ・デジタル変換器は現在, 多数考案されており, すでに実用されているが, その大部分は入力として回転角などの変位置かまたは電圧を取るもので, 温度, 流量などは一次変換器によつて, 変位置か電圧かのいずれかに変換された後に数字化される.

3.6.6 遠隔測定と遠方監視制御の概要

遠隔測定 (telemetry) とは遠隔の地点の物理量または化学量を電気的に測定することをいう. 遠隔測定を行うためには, 送量点で被測定量を電気量に変換する変換器, その電気量を受量点に伝える伝送回路, 受量点で測定量を指示または記録する装置の三つの装置を必要とする.

被測定量が電圧, 電力などの電気量, 圧力, 変位, 歪, 馬力などの機械量, あるいは温度, 流量, 速度などに応じて変換器は多種多様である. 伝送回路も有線によるか無線によるか, あるいは多数の測定量を同時に送るか否かによつて装置も方式も異なってくる. 受量点での計測装置も現象が早いか遅いか, 電気量の大小などにより多くの種類がある.

遠隔測定が進歩すれば, つぎに遠隔制御 (remote control, telecontrol) が可能になる. すなわち, 遠隔測定の計測結果を見ながら, 指令室から遠隔の機関室などの装置を制御することができる. 遠隔の発電所の出力などを制御する例は, すでに米国では多くの実施例がある.

伝送方式としては陸上では有線, とくに電力設備では送電線に高周波電流を流す電力線搬送を利用するものが多いが, マイクに波による遠隔測定や制御が近年急速に発達して来た. 船用遠隔測定装置は信頼度と精度が高いこと, 即応性があること等で, 装置の大きさと重量はあまり問題でない.

3.6.7 遠隔測定装置の必要条件

遠隔測定装置は送量器と伝送回路と受量部の3部からできている. 船内からの場合には伝送回路は有線, 他の母線または陸上基地からの場合は無線の長距離伝送となるから, 送量器, 受量器ともにこの目的に適したものでなければならぬ. 送量器では計測量を電気信号に変えるが, 無線の場合は, 搬送波にのせ, 伝送に便利な形式であると同時に, 伝送回路に入ってくる妨害雑音に対して強いものであること, 受量器は信号を受けて指示記録するものであるが, 送受量器と伝送回路が一体となつて安

定確実に動作して精度の高いことが要求される。船舶遠隔測定装置が具備すべき条件を記すと次のようである。

- (1) 測定精度が高く、測定量の変化に追従できること。
 - (2) 補助電源を必要とする場合には、その電圧、周波数などの変化によつて、影響を受けないこと。
 - (3) 計測量の総合および再送量が容易であること。
 - (4) 動作が安定確実で信頼度が高いこと。
 - (5) 構造が簡単で、長期連続使用に耐えること。
 - (6) 廉価であること。
- 次に無線遠隔測定の場合には、
- (7) 伝送距離の大小にかかわらず使用できること。
 - (8) 出入港、気象その他により伝送回路の状態が変つてもそれによつて誤差が生じないこと。
 - (9) 伝送回路が多重的に使用でき、また選択測定が容易にできること。
 - (10) 他の信号回路に悪影響を及ぼさないこと。

これらは一般的な必要条件で、相互に相反するものもあるが、使用目的により、必要な性質を備えた方式を選択すべきである。

3.6.8 伝送形式による遠隔測定の分類

遠隔測定装置には、被測定量の種類、伝送方式、伝送距離等によつて多数の方式があり、また種々の方式の組合せによるものが多い。最近では測定精度を向上させるために自動平衡の原理を応用し、しかも搬送化ができるものが多く採用されるようになった。しかし、いまなお発展途上にあり、その分類も確立されていない。次にこれを測定の基本形式から分類すると次のようになる。

(1) 船内の測定には送受量器間の伝送線路として専用の実回線を用い、伝送される電気量を直接送受するもので、これを直送式と呼ぶことにする。

(2) 母船または基地と遠隔地点の船舶間の測定には送量側の被測定量をこれに比例したインパルス信号または周波数変化に変え、これで搬送波を変調して送るもので、これを搬送式と呼ぶ。

この2方式の中にも各種の方式が考えられ分類すると、次のようになる。

直送式

(1) 電圧電流直送式

熱起電力法、電圧降下法、変流器法、整流法、電圧平衡法、電流平衡法

(2) 比率伝送法

比率変調法、ブリッジ法、直流およびセルシン法

搬送式（衝流信号式）

(3) 周波数式

衝流周波数法、唸周波数法、周波数平衡法、周波数追従法

(4) 時限式

衝流時限法、位相法

(1) 直送式

直送式は被測定量と一定関係にある電圧または電流を発生させ、これを実回線で直接伝送し、受量側では電圧計または電流計でこれを指示測定する。この方法は構造が簡単で保守も容易であるから、船内等比較的近距离の場合には最も適当である。

この方式では被測定量に比例した電圧、電流が得られるので、いくつかの測定量を総合し、あるいは比較することができる。また電圧、電流としては主として直流が用いられるが、これは交流計器に比べて直流計器の方が高感度であり、内部抵抗の高いもの、低いものが要求に応じて容易に実現できるからである。

(2) 搬送式（衝流信号式）

搬送式は被測定量の変化に応じてこれとは性質の違う量、たとえば衝流周波数の変化、衝流符号の長さの変化に変えて伝送するものである。

衝流信号式は信号の大きさの減衰そのものは問題ではなく、符号を伝送してこれが受量側で正しく検出できればよいのであるから、線路の状態が変動しても信号対雑音比さえ確保できれば本質的には誤差を生じない。この方式では送受量間には符号が伝送されて指示するものであるから、船舶無線測定のように、指示の正しさを確認するためには照査チャンネルを設ける必要がある。送受量器ともに直送式のものに比べて複雑となるが、負帰還して誤差を少なくすれば、信頼度も高くなる。

3.6.9 遠方監視制御

遠方監視制御とは制御すべき対象を遠隔の地点より電気的方法によつて、状態監視をしながら多数の機器に対し自由に選択操作を行うことで、一般に制御所、被制御所の自動的状态表示機能をもつた選択制御装置と、両装置間を連絡する少数の伝送回路を必要とする。遠方監視制御を行うことは、古くから研究されているが、わが国では1927年この技術が紹介され、1930年に阪和電気鉄道会社が電車フィールドー選択遮断用高速度遮断器の遠方監視制御を実施して好成績を収めた。この方式は日本電気の嶋津保次郎氏の創案により、日本電気と東芝との共同製作である。続いて電力用、電鉄用変電所の遠方監視制御は戦前10箇所も採用されたが、戦後は各種の遠方監視制御を含めて数百箇所まで達している。

これら遠方監視制御の発達をふり返つてみると、最初

は機器の操作は直接手動式であつたが、次に手動遠方操作となり、さらにこれに電気操作を加えて自動起動あるいは自動運転等の方式が採用されるようになった。これら機器の制御監視用盤を集中して配電盤室に設け、最小限度の運転員で最大の効果を発揮する自動化の方法が採用されるようになった。これは1個所の遠方監視制御であるが、これがさらに発達して今日の遠方監視制御が普及するようになった。

すなわち、自動化された被制御所に対し、これを制御するための指令所(制御所)から少数の伝送路を用いるだけで、多数の機器に対して選択制御を行い、また機器の現在状態を絶えず正確に制御者のところへ自動的に表示させ、制御者は一目で監視下にある機器の状態がわかり、常に適切な処置がとれる。

遠方監視制御を確実にを行うためには、その裏付けとして遠隔測定が必要であり、両者一体となつて船舶運航の合理化が可能となる。さらに進んで人手を要せずに運航ができれば、船舶運航の全自動化が完成するわけであるが、これらは将来のことであろう。

3.6.10 遠方監視制御装置とその具備条件

遠方監視制御装置は、連絡回線の両端に操作開閉器と遮断器、遮断器とランプというように相对应して多数の機器があり、その中間になるべく少ない数の連絡回線があり、この連絡回線を通して両端の相对应する機器を結ぶ回路を構成させるために回路選択手段が必要となる。

選択後の操作、表示の信号はきわめて単純であり、調整の信号も簡単にたとえば長短があるに過ぎないから、遠方監視装置の方式において最も注目すべきものは選択手段である。

選択手段には制御電源の極性の相異、周波数の相異など電気的特性を利用したもの、回路の組合せの相異を利用したもの、また種々の信号を用いてこの組合せによつて行うものなどの選択制御装置がある。これによつて制御され、あるいは制御を行おうとする機器の状態表示や、各種計測器によつて計量を行う監視装置がある。遠方監視制御装置は以上の装置からできているが、その目的を果すための必要条件をあげると次のようなものである。

- (1) 動作が確実で、本装置あるいは伝送回路が故障のときにも、誤動作、誤制動を絶対にしないこと。
- (2) 長年月にわたつて耐久力があり、信頼度の高いこと。
- (3) 選択あるいは確認の信号伝達に要する時間が短いこと。
- (4) 遠方監視制御装置を用いるために従来の機器設

備や制御様式に著しい変更を要しないこと。

- (5) 信号回路がなるべく少なくすむこと。
- (6) 伝達系および信号装置に対する保安設備が完全で、故障表示が十分にできること。
- (7) 必要に応じて遠方監視制御全体の機能試験ができ、平常位置に戻すことができること。
- (8) 構造簡単で電源容量が小さく、取り扱いおよび保守の容易なこと。
- (9) 価格が安いこと。

3.6.11 遠方監視制御の方式

遠方監視制御方式の動作原理は、制御機器の数、制御に要する時間、伝送回路の種類等、使用目的に応じて多種多様の方式がある。信号伝送回路にはケーブルを使用する有線式と、通信線の搬送、無線の搬送による搬送式とがあるが、両者の間に明確な区別はない。したがつて動作原理より区別すると、符号式、直結式、同期方式、組合せ方式等になる。

(1) 符号式

伝達しようとする一つの符号に対して、一つの符号に対応させ、その符号を伝達することによつて、対応する制御もしくは状態の表示を行う方法である。そしてこの符号を伝送するには1通信路で足りる。たとえば m 個の区別し得る内容をもつ1個または1群の衝流を n 個伝達すると m^n の符号が得られ、この場合に m が十分大きければ、 n は1で必要なだけの符号を送ることができる。

m の構成要素となるものは、一般に弁別し得られる特色をいい、電流の極性、振幅、周波数、位相、波形、方向、電流の通ずる時間の長さ、衝流の数、線路の数等であつて、これらを種々に組合せて符号を作る。

受信側では適当な検出装置によつて、1符号ごとに含まれている内容を検出してこれを受入れる。その検出装置の一例を示すと、電流振幅については大電流、小電流に対してそれぞれ適当な感度の継電器を用いればよい。周波数はフィルタまたは適当な共振装置で分離検出できる。位相は位相弁別装置で、方向は有極継電器で区別できる。電流の時限は即時継電器と限時継電器により、衝流の数は適当な計数装置を用いる。このような計数装置にも種々あり、衝流を用いる符号にも定和形、誤謬検出形、誤謬訂正形のように自己照査式のもの、そうでないものがある。

自己照査式というのは、符号そのものの構成がその正確であるかないかを自動的に照査できるようになつていて、符号を受信した場合、その正否が自動的に検出され、正しい場合のみ信号となり、誤つたときには

無効とするかまたは訂正されるものである。

a. 定和形 一定数の衝流をいくつかの群に分け、あるいは衝流中のいくつかの性質を特殊とするなどのことによつて符号を作り、衝流の総数と群、あるいは特殊の衝流の数とがあらかじめ定めたものと一致した場合だけ正しい符号とし、符号間の区別は各群の衝流数あるいは特殊の衝流の組合せによつてきめるものである、いまたとえ11個の衝流を用い、これを三つの群に分けた組合せを作ると、次の表のように総数21の組合せ符号が得られる。この符号の中で1は雑音妨害等によつて擬似の衝流となるおそれがあるので、普通は使用しない。

定 和 形

2-2-7	3-2-6	4-2-5	5-2-4	6-2-3	7-2-2
2-3-6	3-3-5	4-3-4	5-3-3	6-3-2	
2-4-5	3-4-4	4-4-3	5-4-2		
2-5-4	3-5-3	4-5-2			
2-6-3	3-6-2				
2-7-2					

b. 誤謬検出形 これは誤謬が生じればこれを検出することができ、かつ、その信号を無効とするものである。たとえば、5種類の周波数を用い、1符号衝流に対して2周波ずつを組合せて用いるようにしたもので、1符号衝流を受信したとき、それに含まれる周波数が2種である場合だけが信号となる。含まれる周波数が2種より多くても少なくとも、信号にならず、誤謬となつて検出し、信号は無効となる。

c. 誤謬訂正形 これは誤謬が生ずれば適当に訂正してもとの符号に直して受入れることができるような符号構成である。

このように自己照査形式の符号では、外部からの妨害電流によつて影響を受けるときには符号を無効とし、あるいは訂正するので、誤つた信号を与えることはない。したがつて符号は送り放してよく、無効になつたときはこれをくりかえし、完全に伝達されるまで反復送信をすればよい。

これに対して、自己照査形式でない符号を用いるときには、信号が誤りなく伝達されたことに対する確認の手段を用いるのが普通である。たとえば一つの符号を送り出す場合に、受信側でこれを受けると必ずこれに対応した確認符号を送信側に返送し、送信側では送出符号と確認符号との対応が一致した場合だけ、次の段階の機能を行うようにする。

(2) 直 結 式

直結式とは、各制御機器ごとに制御および表示に必要

な通信路を用いた単なる遠方制御を指すものではなく、わずかの通信路の組合せによつて直接選択と制御を行う方式をいう。したがつてこの方式は符号式と通信路の組合せ使用によるもので、符号式の一つの形態と見てもよい。有線による接続方式には星形に受信機を接続する方法と、多角形に接続する方法とがある。多角形接続の場合には、ある線間に電圧を加えるとき、必要以外の受信継電器にも分圧が加わるので、これによる誤動作を防ぐために特別の装置を必要とする。

この方式は、直接選択兼制御に、また選択兼表示に用いるので、信号線路が安定のときはよいが、誤動作の危険があるので、制御所から選択信号を送り、確認符号で確かめてから制御符号を送つて制御する。この方式の特長は選択時間が短いことである。

(3) 同期方式

制御所と被制御所との対応する設備を、対応するおのおのが共通の信号伝送路へ時間的に同時に接続するように順次切りかえて接続する形式を同期方式という。この切り換え速度は機械的な遅いものから、エレクトロニクスによる速いものまで種々ある。

また送信受信両装置を同期に保つ手段も、送信側から同期信号を送つて強制的に同期させるもの、送信側からの信号によつて同期していることにするもの、受信側からの返信によつて同期を確認するもの、独立同期のもの、など種々の形式が考えられる。遠方監視制御方式ではこの同期の機能を任意の位置で停止させる必要があるので、回転スイッチ式、継電器式、セルシンモータ式などがある。

同期方式は常に一定の順序で1周期の動作をする間に全部の機械の切換接続をするので、同時に多数の信号を伝達する船舶の場合には、適当な方式である。

(4) 組合せ方式

符号方式と同期方式とを併用した組合せ方式は、組合せ程度により種々あるが、それぞれの特長を生かした方式である。しかし多数の機器を対象として、これらを順次制御したり、状態表示を与えるためには、結局同期方式の方が全体の所要時間が短かくてよいことが多い。したがつて制御には符号式により、状態表示には同期方式による組合せが実用上便利である。

3.6.12 無線操縦

無線操縦は昔から研究されてきて、小型の模型船や飛行機についての実験はかなりあつた。無線操縦が実際に具体化したのは戦時中以後で、その代表例は誘導弾や無人飛行機で、これらは軍事に関係するために詳細は発表

(111 頁へつづく)

— ドラッグ・サクシオン式ドレジャの模型抵抗試験 —

ドレジャに関しては、本資料でも No. 33 (昭 28. 6), No. 52 (昭 30. 5), No. 60 (昭 31. 1), No. 84 (昭 33. 1) 等に、主として船体中央あるいは前、後部につけられたラダー・ウェルの如き大きな開口の影響について、取り扱っているが、今回のものはドラッグ・サクシオン式のもので、一般の船型と異なるものとしては、左右両舷に取りつけられたサクシオン・パイプ、船底に設けられた両舷各 6 箇のホッパー・ホール等である。その主要寸法を第 1 表に、正面線図および船首尾形状を第 1 図に、サクシオン・パイプ、ホッパー・ホール等の形状および取り付け位置を第 2 図に示す。サクシオン・パイプ等の模型はスチール・パイプで製作し、吊下げの場合はその位置で固定した。なお本船は図に見る如く 2 軸、2 枚舵として計画され、比較的短いボッシングがつけられている。

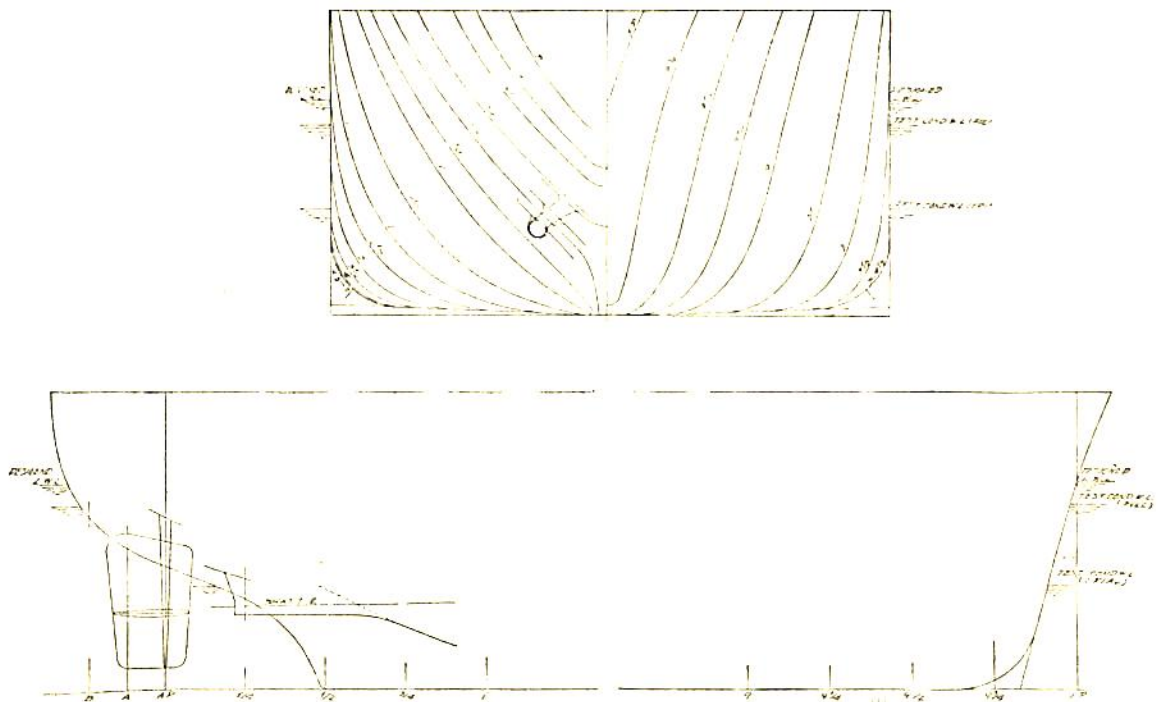
試験は満載および試運転の 2 種の載貨状態で、次に示す 4 種の状況で実施された。ただし満載は第 1 表に示す計画満載よりは若干吃水が小となっている。試験状態 (1) は船体のみ (舵、ボッシングを含む) の場合、(2)

は船底にホッパー・ホールを明けた場合、(3) はさらにサクシオン・パイプも取りつけているが、これを巻き上げている状態、(4) はサクシオン・パイプを水中に沈めた

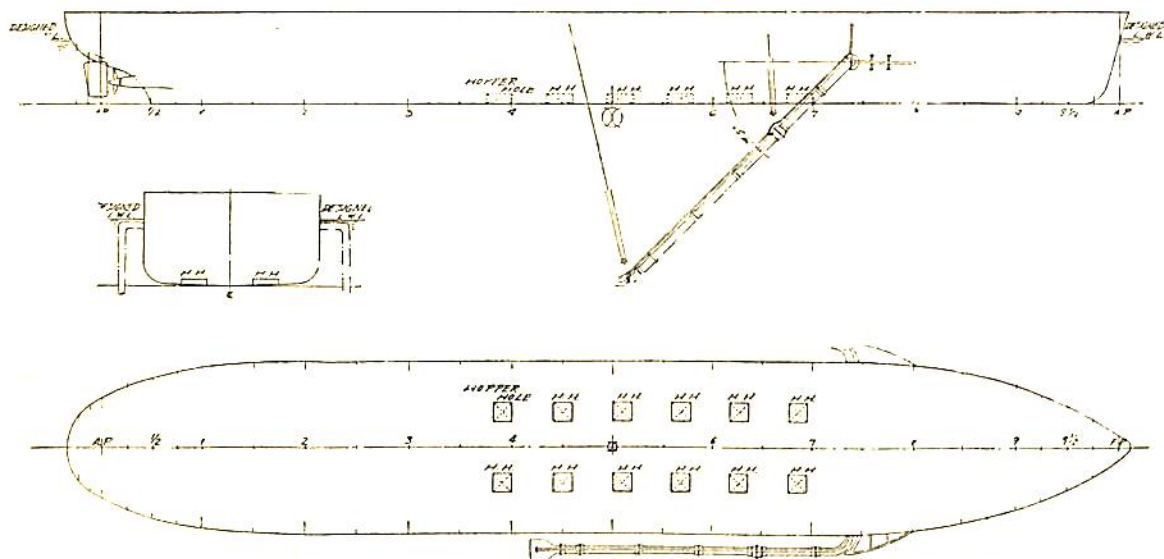
第 1 表 要 目 表

	模 型 船	実 船
長 (L.P.P)	4.500 m	85.000 m
幅 (B) 外板を含む	0.7743 m	14.625 m
吃 水 (α)	.2971 m	5.6127 m
吃水線の長さ (L.W.L.)	4.6373 m	87.593 m
排水量 (Δ)	776.4 kg	5363.3 ton
計 画 満 載 状 態	Cb	.750
	Cp	.779
	C \bar{x}	.963
	Lcb (L.P.P. の % にて) \bar{x} より	- .42

(註) (1) 上記の数値は全附加物を含まず
(2) 試験状態における満載吃水線の長さは 4.6103 m

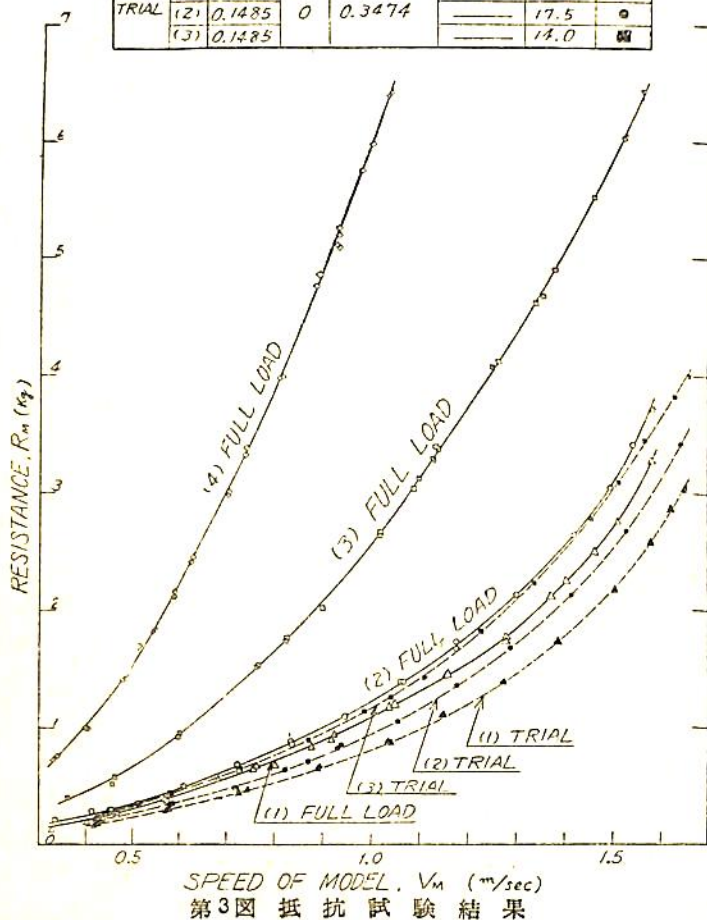


第 1 図 M.S. 187 正面線図および船首尾形状図



第2図 M.S. 187 HOPPER HOLE, SPONSON & TRANION ELBOW

CONDITION	DRAFT (m)	TRIM (°)	DISPLACEMENT (m ³)	WETTED SURFACE (m ²)	TEMP. OF WATER (°C)	MARK
FULL LOAD	(1) 0.2642	0	0.6301	3.780	17.5	△
	(2) 0.2653			—		○
	(3) 0.2647			—		□
	(4) 0.2639			—		◇
TRIAL	(1) 0.1477	0	0.3474	3.599	17.5	▲
	(2) 0.1485			—	17.5	●
	(3) 0.1485			—	14.0	■

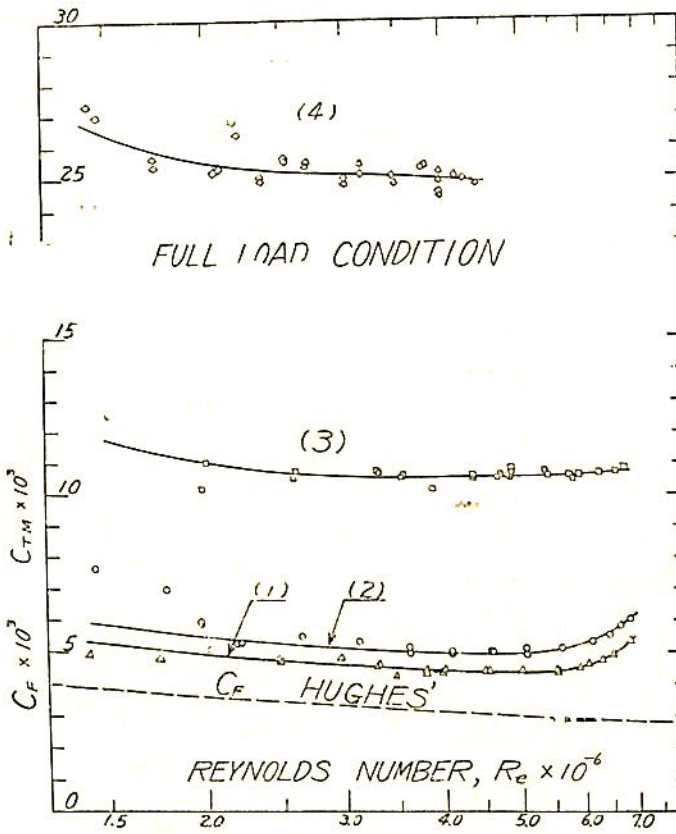


第3図 抵抗試験結果

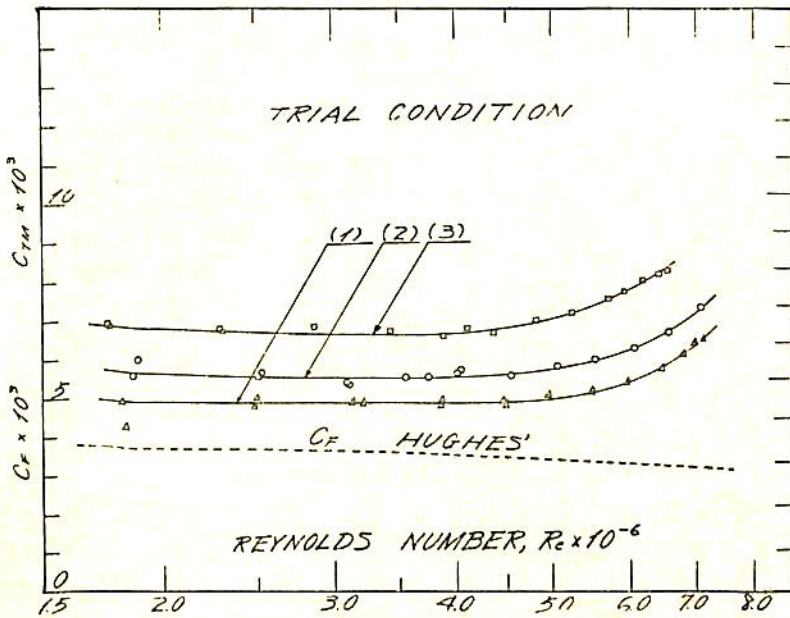
状態である。試験の結果は模型船速度—全抵抗の形で第3図に、レイノルズ数—全抵抗係数の形で第4図(満載)、第5図(試運転)に示す。ここで全抵抗係数 C_{TM} は模型船の全抵抗を $(1/2)\rho V^2 M S_M$ (ただし S_M は(1)の状態での浸水面積)で割った形のもので、またレイノルズ数は各載貨状態とも第1表の(註)に記載した吃水線長さを使用して算定している。なお第4,5図には参考のため Hughes の基本線も同時に記入した。図からサクシオン・パイプ等の抵抗が意外に大きいことが知られる。しかしこのような異常な副部がつけられた場合の模型と実船との間の相似関係は別途考慮を要する問題で、現在のところこれに関する適確な資料はまだ与えられていない。

本試験は運輸技研の第二試験水槽で実施されたもので、水深が充分大なる場合の結果であるが、実船の場合の性能としては、その航走範囲が概して水深の浅い場所が多いであろうから、さらに浅水影響も考慮する必要がある、また模型試験の場合はサクシオン・パイプの先端はフリーの状態であるが、実船のドレッジしている状態ではそこに別種の抵抗が加わることも考えねばなるまい。

なお本試験は運輸技研と石川島重工業 K.K. との協力で実施されたものであることを附記する。



第4圖 抵抗無次元表現圖



第5圖 抵抗無次元表現圖

鋼船建造状況月報 (34年11月)

船舶局造船課

(イ) 起工船

(昭和34年11月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船主	総吨数	主機	用途	起工年月日
播磨造船	519	共栄タンカー	7,250	D	貨物船	34. 11. 21
日立因島	3,894	大洋海運	8,750	〃	〃	34. 11. 20
佐野安船渠	173	北九州海運	1,595	〃	〃	34. 11. 4
三菱重工	907	日本セメント	2,900	〃	〃	34. 11. 20
幸陽船渠	128	富士海送	345	〃	〃	34. 11. 26
太平工業	50	亀山竹之	395	〃	〃	34. 11. 8
吉浦造船	125	寿汽船	400	〃	〃	34. 11. 26
神田造船	28	清次浦一	430	〃	〃	34. 11. 2
常石造船	32	松島海運	455	〃	不明	34. 11. 20
四国ドック	523	三星海運	2,990	〃	〃	34. 11. 11
三菱日木	831	大菱海運	25,100	〃	油槽船	34. 11. 17
三菱長崎	1,515	大同海運	28,900	T	〃	34. 11. 2
日立桜島	3,891	奥村組	500	—	雑船(浚)	34. 11. 26
〃因島	3,889	ファイリピン	9,500	D	輸出(貨)	34. 11. 12
三菱長崎	1,518	パーミューダ	57,500	T	〃(油)	34. 11. 2
幸陽船渠	131	日進海運	698	D	油槽船	34. 10. 28
大田造船	—	松浦企業	300	〃	雑船(浚)	34. 9. 2
東京造船	231	大都工業	300	—	〃(発電)	34. 9. 18

他64隻 (300噸未満) 7,903 総トン

起工船合計 82隻 156,211 総トン

(ロ) 進水船

(昭和34年11月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	船主	総吨数	主機	用途	進水年月日	
石川島重工	785	まらつか丸	川崎汽船	6,200	D	貨物船	34. 11. 30	
佐野安船渠	170	三原丸	日本郵船/ 大洋海運産業	5,900	〃	〃	34. 11. 30	
新潟鉄工	296	潮丸	旭汽船	1,999	〃	〃	34. 11. 26	
大和造船	11	干祥丸	中野汽船	1,000	〃	〃	34. 11. 5	
幸陽船渠	127	第2大洋丸	河本実一	430	〃	〃	34. 11. 2	
向島船渠	49	徳山丸	徳山運輸	470	〃	〃	34. 11. 2	
波止浜造船	84	さかい丸	近藤海運	430	〃	〃	34. 11. 14	
米島船渠	39	第7金生丸	金尾汽船	438	〃	〃	34. 11. 10	
九州造船	235	成和丸	共和産業海運	930	〃	〃	34. 11. 2	
日立因島	3862	山珠丸	山下汽船/ 山村駒常監	21,000	〃	油槽船	34. 11. 17	
中村造船	165	第6金生丸	金尾汽船	999	〃	〃	34. 11. 5	
鋼管清水	170	第3昭和丸	昭和漁業	410	〃	漁船(鯖)	34. 11. 8	
三菱重工	910	くれない丸	関西汽船	2,800	〃	2,700×2 貨客船	34. 11. 18	
日立桜島	3887	臨海3号	森田汽船	680	—	—	雑船(浚)	34. 11. 21
浦賀船渠	761	Captain Anastassis	バ ナ マ	8,550	D	5,400 輸出(貨)	34. 11. 11	
播磨造船	529	Kate	〃	24,400	T	17,600 〃(油)	34. 11. 20	
三井造船	626	Esso Amuay	ア メ リ カ	23,000	〃	13,750 〃(〃)	34. 11. 18	
三菱長崎	1505	Naess Voyager	バ ナ マ	27,400	〃	17,600 〃(〃)	34. 11. 2	

来島船渠	31	喜伸丸	丸神海運	515	D	650	貨物船	34.10.31
林兼造船	940	第7勝丸	丸日本近海漁業	650		不明	漁船(捕鯨)	34.10.31
浦賀横浜	763	東榮丸	丸東海臨港	660	—	—	雑船(浚)	34.10.7

他52隻 (400噸未満) 9,177 総トン

進水船合計 73隻 138,058 総トン

(ハ) 竣工船

(昭和34年11月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	船主	総噸数	主機	用途	竣工年月日
新三菱重工	905	しあとる丸	大阪商船	9,250	D	12,000 貨物船	34.11.14
三菱日本	833	富浦丸	三菱海運/日本 銻石輸送	9,400	〃	5,400 〃	34.11.21
金指造船	320	赤岩丸	旭海運	3,360	〃	2,100 〃	34.11.15
四国ドック	512	幌川丸	晴海船舶	2,300	〃	〃 〃	34.11.30
浦賀船渠	755	雲洋丸	東海運	6,000	〃	2,800 〃	34.11.27
藤永田造船	66	東和丸	日東商船	8,600	〃	6,300 〃	34.11.20
佐野安船渠	168	明和丸	共和産業海運	1,600	〃	1,500 〃	34.11.30
大阪造船	152	北星丸	北星海運	4,700	〃	2,700 〃	〃
川崎重工	981	ゴッシュウ丸	五洋汽船	8,150	〃	5,600 〃	34.11.25
横浜造船	399	第8勝利丸	松尾汽船	780	〃	1,150 〃	34.11.6
瀬戸田造船	85	宮桐丸	宮崎産業	1,935	〃	1,800 〃	34.11.30
幸陽船渠	118	熊幸丸	熊野汽船	820	〃	950 〃	34.11.6
向島船渠	49	徳山丸	徳山運輸	470	〃	650 〃	34.11.29
常石造船	28	第8神祐丸	土居義忠	410	〃	380 〃	34.11.7
波止浜造船	83	新英丸	新和汽船	430	〃	550 〃	34.11.15
〃	84	さかい丸	近藤海運	〃	〃	600 〃	34.11.30
来島船渠	35	くるしま丸	尾崎之夫	425	〃	520 〃	34.11.4
〃	37	正洋丸	旭洋汽船	420	〃	420 〃	34.11.16
大阪造船	150	扶桑丸	扶桑海運	1,550	〃	1,500 油槽船	34.11.20
尾道造船	63	山晴丸	田淵海運	580	〃	650 〃	34.11.14
四国ドック	518	東神丸	東神マンカー	980	〃	1,150 〃	34.11.25
新潟鉄工	293	第5秋津丸	極洋捕鯨	999	〃	1,800 漁船(鮪)	34.11.5
名村造船	316	—	岡田組	580	—	— 雑船(起重機)	34.11.20
石川島重工	772	PRESIDENTE WENCESLAU	ブラジル	20,800	T	15,200 輸出(油)	34.11.30
三菱日本	826	OLYMPIC RUNNER	パナマ	25,000	〃	18,000 〃(〃)	34.11.16
日立桜島	3,868	KLADNO	チエコスロバキア	8,750	D	6,250 〃(貨)	34.11.19
日立因島	3,824	ESSO MARACAIBO	アメリカ	22,000	T	13,750 〃(油)	34.11.10
向島船渠	48	—	シンガポール	600	D	520×2 〃(油貯)	34.11.17
岸上造船	186	和泉丸	和泉鋼材	430	〃	450 貨物船	34.10.27
来島船渠	33	第2幸恵丸	加納幸雄	425	〃	520 油槽船	34.10.30
竹原造船	70	大晃丸	榊本産業	450	〃	500 貨物船	34.9.15

他46隻 (400噸未満) 7,325 総トン

竣工船合計 77隻 149,949 総トン

警備艦竣工

造船所	船番	船名	注文者	排水噸	主機	型式	竣工年月日
川崎重工	1005	うみたか	防衛庁	450	D	2,000×2 甲 駆 潜	34.11.30

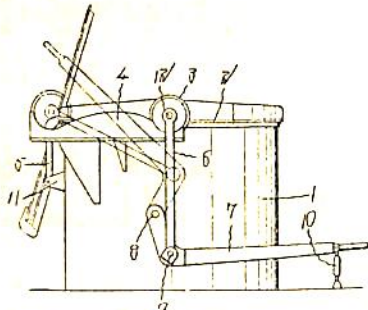
1隻 450排水トン

特許解説

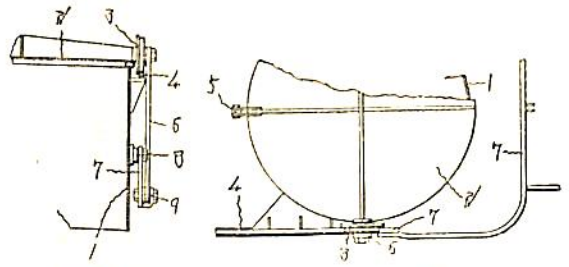
特許者 飯沼義彦

油密艙口蓋 開閉締付装置 (昭和34年特許出願公告第9071号, 発明者・浜田信次, 同・千原英二, 出願人・名古屋造船株式会社)

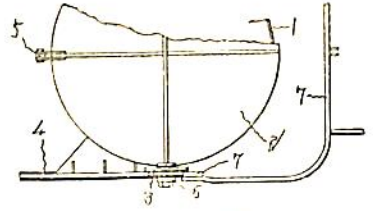
従来油槽船等における油密艙口蓋の開閉機構は蓋の一端を艙口縁材に蝶着し, その蝶番軸を中心として蓋の重心が円弧状に上下運動するように構成されているため開放操作には大きな力を必要とした。本発明はこのような欠点を除くため艙口蓋の開閉に際して蓋の重心が主として横移動しながら蓋体が回転するようにし重心の上下移動を少なくしたもので, 艙口蓋体の両側に一對の転子を設け, 開閉レバーにより蓋体を駆動するようにしている。図面第1図は本発明による装置の側面図, 第2図は一部縦断正面図, 第3図は一部平面図で艙口蓋2の重心附近に見合う両側には転子3が輾着されて軌道4上につており, また蓋体2の一側部は連杆5を介して艙口縁材1に枢着されている。一方開閉レバー7が連杆6を介して転子3の軸12に連絡しているので, 艙口閉鎖の状態からレバー7を操作すれば蓋体2は軌道4に沿って横



第1図



第2図



第3図

移動しながら, 転子軸12すなわち蓋体の重心を通る水平軸のまわりに回転し開放される。艙口の閉鎖時にはレバー7の遊端を甲板上に固縛することにより蓋体を艙口縁に締付けることができる。

天然社・新刊

東京商船大学教授 鈴木 至著

航海力学

A5判 330頁 定価 650円 (〒30円)

船舶の運航に関する力学上の問題はきわめて複雑で, 数理解析は殆んど不可能に近い。といつて勘の運航には進歩がない。科学的解決への筆者の精進の結集したものが本書である。

- | | |
|---------------------------|-------------------|
| 第1章 力の均合 | 第2章 商船揚貨装置 |
| 第3章 物体の重心, 慣性モーメント及び近似計算法 | |
| 第4章 船に働く水の浮力と復原力 | |
| 第5章 トリム | 第6章 懸垂曲線 |
| 第7章 流体低抗 | 第8章 力と運動状況の変化 |
| 第9章 相対運動 | 第10章 固定軸を有する物体の回転 |
| 第11章 波動 | |
| 第12章 物体の平面運動 | 第13章 材料の力学 |
| 第14章 独楽の回転と歳差運動 | |
| 第15章 ジャイロ・コンパスの理論 | |

船舶 第33巻 第1号

昭和35年1月12日発行
定価 150円 (送12円)

発行所 天然社

東京都新宿区赤城下町50

電話 東京(34)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 150円 (送12円)

半年 (前金予約) 800円

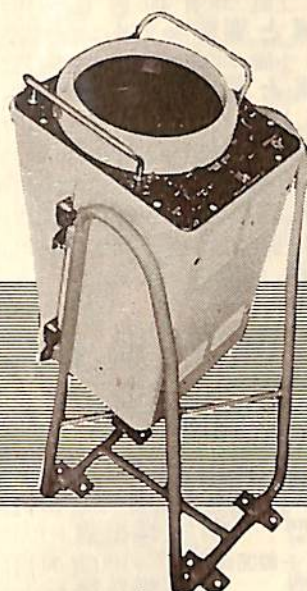
1年 (") 1,500円

半年および1年の直接前金予約

購読の方にかぎり増頁による特

別号等特価の場合も差額を頂戴

いたしません



BR 20型レーダー指示器

マリンレーダーのことなら 東京計器へ!



- MK2-DO — オフセンター、パルス切換型 12時 CRT (大型船用)
- MK2-DT — トルー・トラッキング、パルス切換型 12時 CRT (大型船用)
- MR-30 A — 高性能普及型、10時 CRT (中型船用)
- BR-20 — 装備容易、高性能型 (中小型船用) 10時 CRT
- BR-15 — 超小型、装備容易 (小型船用) 7時 CRT

株式会社 東京計器製造所

東京都大田区東蒲田4丁目31番地 TEL.(73) 2211-9

神戸・大阪・函館・横浜・名古屋・下関・長崎

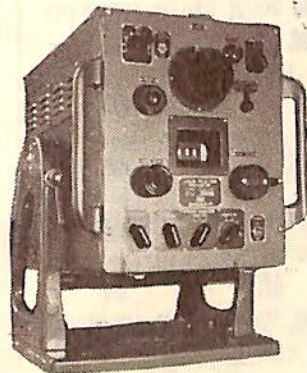
——カタログ贈呈——

自船の位置の確実な把握、直線航海のために!

JRCロラン受信機

航海日数の短縮、燃料節約 JNA-101形

特徴



- ◎ 予備調整不必要
従来の外国のものは、真空管特性変化のため計数に狂いを生じているときは回路の調整をやり直す必要があり、この予備調整箇所が十数箇所もあつて、取扱が面倒であります。
JRC JNA-101形は、パルス計数のため、かような不便が少しもありません。
- ◎ 電源電圧が大きく変動しても作動は変わらない
本機は電源電圧が±20%変化しても作動に何等の支障を来しません。
- ◎ 主要真空管は安定で寿命の長いMT (HARD TUBE) 管を使用してある。
- ◎ 補給便利
総て国産部品を使用し、真空管をはじめ総ての部品が一般市場で入手出来ます。

東京都港区芝田村町1-7 茅3森ビル
(59) 9311 (10)・9321 (5)
大阪市北区堂島中1-22
(43) 0656-9

日本無線

天然社・海軍工学図書

田中兵衛著 B5 上製 200頁 500円 (送50円)
 原 子 力 船
 天然社編 B5 上製 260頁 900円 (送50円)
 船舶の写真と要目 才6集(1958年版)
 清宮 定著 A5 上製 100頁 180円 (送30円)
 船舶用蒸気機関
 庄司和民著 A5 上製 140頁 270円 (送30円)
 航海計器学入門
 小方愛朔著 A5 上製 170頁 300円 (送30円)
 船舶用内燃機関(上)
 小方愛朔著 A5 上製 200頁 320円 (送30円)
 船舶用内燃機関(下)
 横田利雄著 A5 上製 150頁 280円 (送30円)
 海事法規
 米田謙次郎著 A5 上製 130頁 280円 (送30円)
 操船と応急
 中島保司著 A5 上製 170頁 300円 (送30円)
 船舶運航要務
 野原威男著 A5 上製 110頁 180円 (送30円)
 船舶用フクロ
 豊田清治著 A5 上製 160頁 280円 (送30円)
 推測および天文航法
 田中岩吉著 A5 上製折込4葉140頁定価260円 (送30円)
 海上運送と貨物の船積説
 (前篇)海上運送概説
 田中岩吉著 A5 上製 170頁 290円 (送30円)
 (後篇)貨物の船積
 鞠谷宏士著 A5 上製 160頁 300円 (送30円)
 船舶の構造及び設備属具
 上坂太郎著 A5 上製 160頁 280円 (送30円)
 沿岸航法
 横田利雄著 A5 上製 140頁 230円 (送30円)
 航海法規
 鞠谷宏士著 A5 上製 130頁 220円 (送30円)
 船舶の保存整備
 屋代勉著 A5 70頁 100円 (送20円)
 日本船舶信号法解説
 天然社編 A5 120頁 170円 (送30円)
 船舶職員国家試験模範解答(甲種機関科)
 石田千代治・真藤忠吉著 上製340頁 680円 (送50円)
 蒸気ボイラ
 波多野浩著 A5 上製350頁 700円 (送50円)
 航海計器第1巻
 依田啓二著 A5 上製280頁 380円 (送50円)
 新海上衝突予防法概要
 浅井・上坂共著 A5 上製290頁 480円 (送50円)
 地文航法
 天然社編 B5 上製8冊2段組 200頁 500円 (送50円)
 (品切)船舶用品便覧
 造船協会船舶工作研究委員会編
 A5判アト 220頁(折込11枚) 450円(送50円)
 船舶の熔接工作法
 福永彦又著 A5 上製240頁 400円 (送50円)
 海図の見方
 浅井・豊田共著 A5 上製280頁 450円 (送50円)
 天文航法
 鮫島真人著 A5 箱入250頁 450円 (送50円)
 船舶位誤差論
 宇田道隆著 A5 上製300頁 500円 (送50円)
 海洋気象学
 和達・島山・福井共著 A5 450頁 1200円 (送50円)
 氣象辭典
 中谷勝紀著 A5 箱入230頁 500円 (送50円)
 船舶用予一ゼル機関の解説
 上野真一郎著 A5 箱入630頁 850円 (送50円)
 船舶安全法規

天然社編 B5 上製 220頁 450円 (送50円)
 船舶の写真と要目 才2集(1953年版)
 天然社編 B5 上製 230頁 650円 (送50円)
 船舶の写真と要目 才3集(1955年版)
 天然社編 B5 上製 180頁 650円 (送50円)
 船舶の写真と要目 才4集(1956年版)
 天然社編 B5 上製 260頁 900円 (送50円)
 船舶の写真と要目 才5集(1957年版)
 上田篤次郎著 A5 上製(折込7枚) 500円 (送50円)
 船舶用電気設備
 造船協会電気熔接研究委員会編
 A5判総アト 200頁 360円 (送40円)
 船舶の熔接設計要覽
 小林恒治著 A5 上製 260頁 420円 (送50円)
 實用航海術
 小野寺道敏著 A5 上製 340頁 500円 (送50円)
 氣象と海難
 山縣昌夫著 B5 上製 350頁 850円 (送50円)
 船型学(推進篇)
 山縣昌夫著 B5 上製図表別冊 700円 (送50円)
 (品切)船型学(抵抗篇)
 上野喜一郎著 A5 上製 280頁 380円 (送50円)
 (品切)船舶の歴史 才1巻 古代中世篇
 上野喜一郎著 A5 上製 300頁 420円 (送50円)
 船舶の歴史 才2巻 近代篇船体
 上野喜一郎著 A5 上製 340頁 500円 (送50円)
 船舶の歴史 才3巻 近代篇推進
 米國造船機械学会編 米原令敏訳 各 B5 上製
 船舶機関工学(第1分冊)650円(送50円)
 " (第2分冊)520円(送50円)
 " (第3分冊)700円(送50円)
 " (第4分冊)800円(送50円)
 " (第5分冊)900円(送50円)
 茂在寅男著 B6 上製 210頁 280円 (送40円)
 解説「レター」
 橋本・森共著 A5 上製 200頁 300円 (送40円)
 船舶積荷
 小野暢三著 A5 上製 170頁 250円 (送40円)
 船舶用聯動汽機
 矢崎信之著 B6 上製 300頁 250円 (送40円)
 船舶用機関史話
 渡辺加藤一著 A5 上製 200頁 280円 (送40円)
 荒天航泊法
 小谷・南・飯田共著 A5 上製340頁 450円 (送50円)
 機関士必携
 依田啓二著 A5 上製 400頁 450円 (送50円)
 船舶運用法
 小谷信市著 A5 上製 300頁 350円 (送50円)
 船舶用補機
 高木淳著 A5 上製 240頁 300円 (送50円)
 初等船舶算法
 中谷勝紀著 A5 上製 320頁 350円 (送50円)
 船舶用予一ゼル機関
 中谷勝紀著 A5 上製 200頁 250円 (送40円)
 船舶用鑄玉機関

光電の方探

Koden の ロラン



株式 光電製作所
會社

本社 東京都品川区上大崎長者丸284番地
Tel 白金(44) 代表 1131~7

神戸出張所 神戸市生田区西町35 (三井ビル4階)
Tel 神戸 (35) 0535~6

北海道出張所 札幌市北4条西6丁目 (北洋ビル4階)
Tel 札幌 (4) 5166

Koden Electronics Co., Ltd



信頼を持って使用される

住友の船舶用電線

井ゲタロイ
(超硬合金工具)
熔接棒芯線
防振ゴム

住友電気工業株式会社

大阪・東京
名古屋・福岡

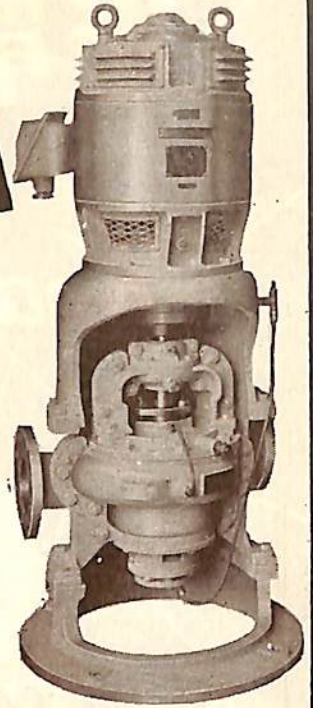
最高水準を行く

キラ式

渦巻・タービン・陸船用

スクロールポンプ

渦巻・タービン
陸船用



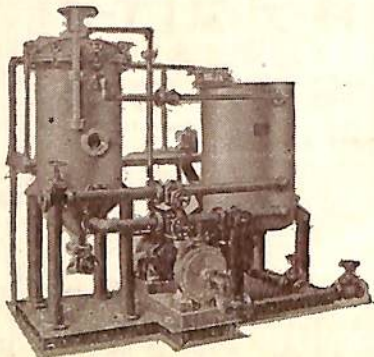
東洋水工株式会社

大阪市西淀川区佃町四丁目二九
電話 大阪(47) 995・996・997

特許 ウルトラ フィルター

1/2の濾過面積で
2倍の濾過量

- ◎一回の濾過で完全清澄
(0.1ミクロン迄微粒子完全除去保証)
- ◎据付面積最小
- ◎操作簡便



- ▽復水中の油分除去
- ▽飲料水用
- ▽燃料油・機械油・潤滑油の浄化
- ▽溶槽浄化用

クーポン
はがきに御氏名
記入の上貼付し
御申込み下さい
カタログを差上
げます。
船 船
切取線

ミウラ化学装置株式会社

東京都目黒区下目黒3の541 電話 目黒(712) 2265
大阪市住吉区帝塚山東二丁目13 電話 住吉(67) 0251・0252

弊社直接或いは……代理店を通じて御照会下さい。
代理店 三菱商事・第一物産・日協産業・大戸商会

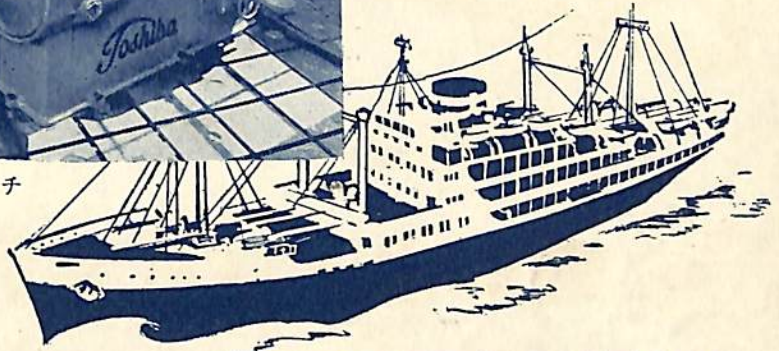
東芝の船舶用電気機器



主要電気機器

発電機・シリコン変圧器
 アンブリダイン式増幅発電機
 磁気増幅器・電動ウインチ
 各種電動機・電動揚錨機
 電動繫船機・配電盤
 制御装置・その他一般

3 t 交流電動ウインチ



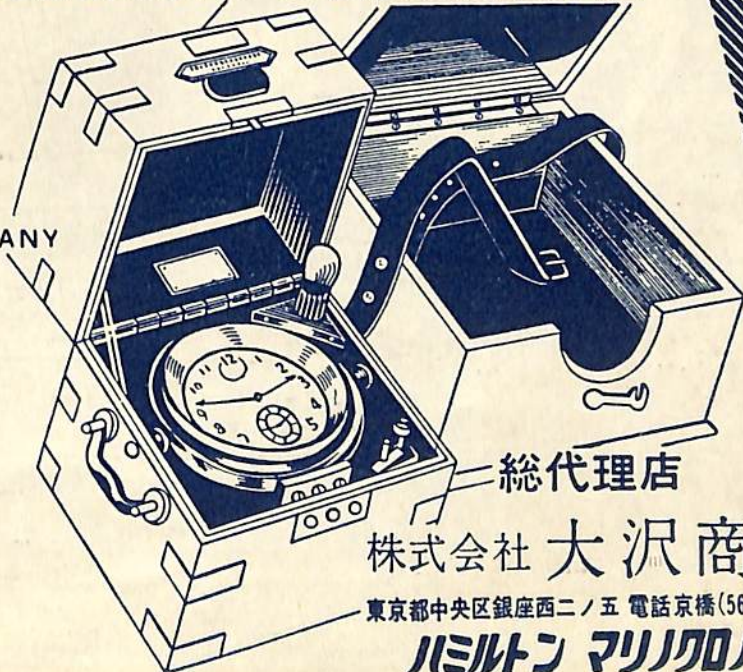
Toshiba

東京都中央区銀座西5-2 電話東京(57)5711・8261

東京芝浦電気株式会社

HAMILTON MARINE CHRONOMETER

HAMILTON
WATCH
COMPANY



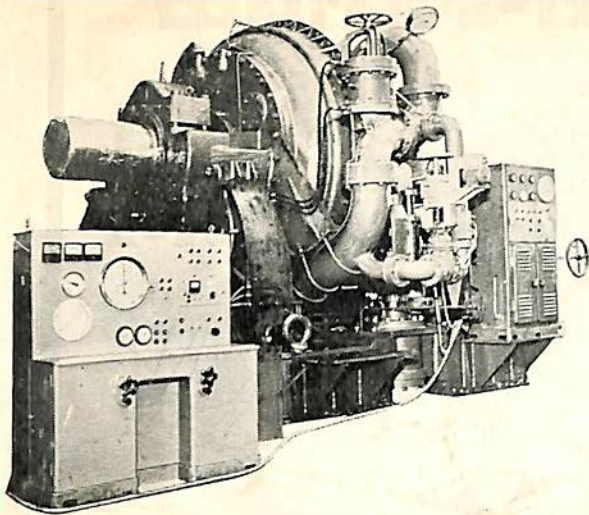
総代理店

株式会社 大沢商会

東京都中央区銀座西二ノ五 電話京橋(56)8351-5

ハミルトン マリナクロノメータ

Water-Brake Dynamometer



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

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



株式会社 東京衡機製造所

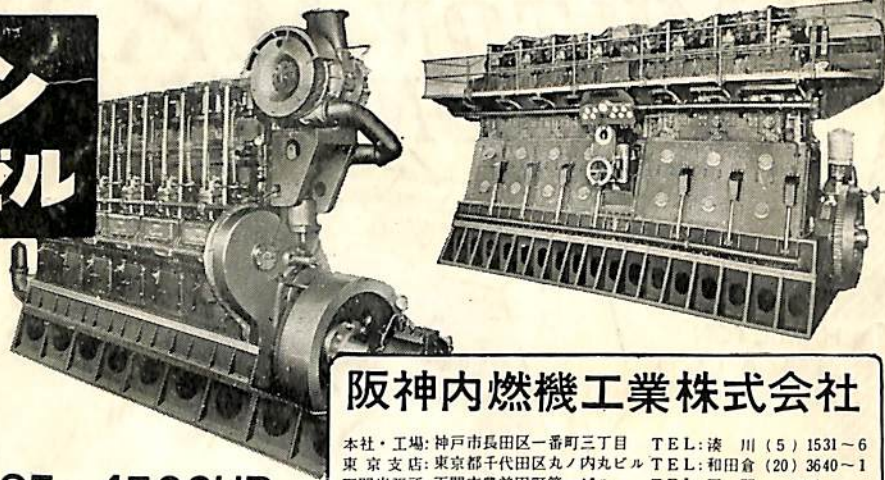
東京都品川区北品川4-516 TEL (44) 1141 (代)

大阪出張所 大阪市南区八幡町6 TEL (75) 6139, 6140, 8150, 8160.

福岡出張所 福岡県宗像郡津屋崎町803 TEL 津屋崎 104

ハンシン ディーゼル

船舶用
発電用
動力用



65~4500HP

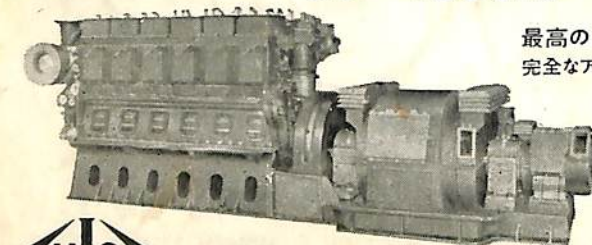
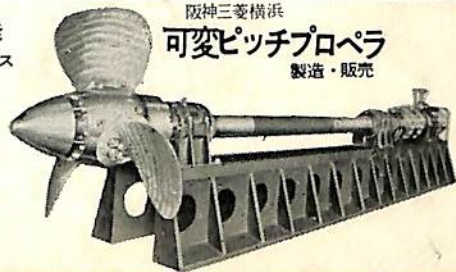
阪神内燃機工業株式会社

本社・工場: 神戸市長田区一番町三丁目 TEL: 淡川 (5) 1531~8
東京支店: 東京都千代田区丸の内丸ビル TEL: 和田倉 (20) 3640~1
下関出張所: 下関市豊前町第一ビル TEL: 下関 768

最高の品質・性能
完全なアフターサービス

阪神三菱横浜

可変ピッチプロペラ
製造・販売



保存委番号:

052093

IBM 5541

船舶 才三十三卷 才一 号

昭和五十五年三月二〇日
昭和三十五年一月十七日
印刷 (第三種郵便物認可)
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
新島市東堀通四
印刷所 研修舎

本号定価 一五〇円 発行所

東京都新宿区赤城下町五〇番地
然社
振替・東京七九五六二番
電話東京〇一九〇八番