

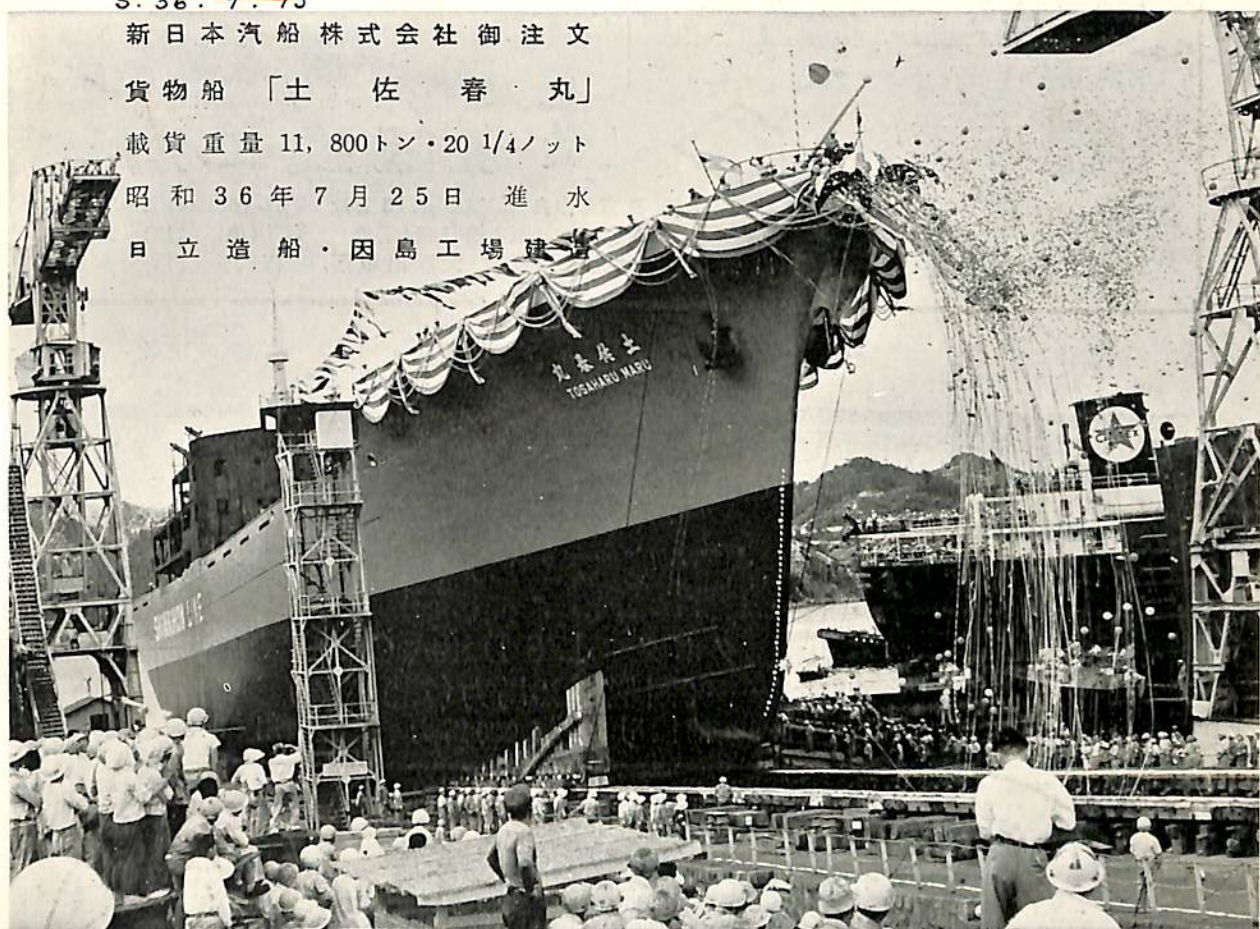
# 船舶 9

1961. VOL. 34



S. 36. 9. 73

新日本汽船株式会社御注文  
 貨物船「土佐春丸」  
 載貨重量 11,800トン・20 1/4ノット  
 昭和 36 年 7 月 25 日 進水  
 日立造船・因島工場建港



日立造船株式会社

天然社

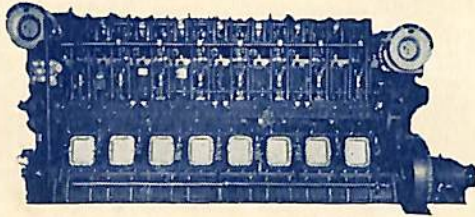
昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可  
 昭和二十八年三月二十八日 運輸省特別承認雑誌第四〇六号  
 昭和三十六年九月十二日 発行  
 昭和二十八年三月二十八日 運輸省特別承認雑誌第四〇六号  
 昭和三十六年九月十二日 発行

# Akasaka Diesel

## 三菱UEディーゼル機関

漁船並に一般客貨船用  
発電用、原動機用ディーゼル機関

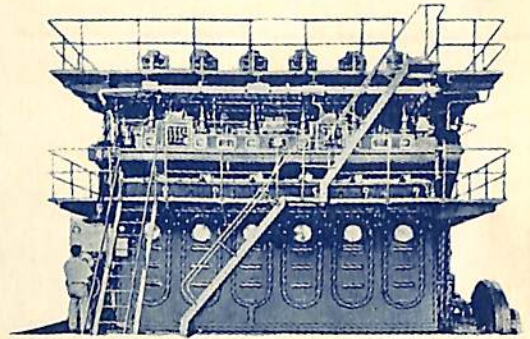
赤阪4サイクル 75~2,400馬力



三菱造船株式会社との技術提携に依り製造開始 1,500~5,700馬力

UET 33/55 39/65 45/75

UEC 52/105



### 株式会社 赤阪鐵工所

本社  
工場  
出張所

東京都中央区銀座1丁目3番地 TEL (561) 4902~3  
静岡県焼津市中港町594番地 TEL(焼津) 2121~5  
札幌出張所, 大阪出張所, 福岡出張所

# クボタ

## ディーゼル 補機用ディーゼルの新鋭!



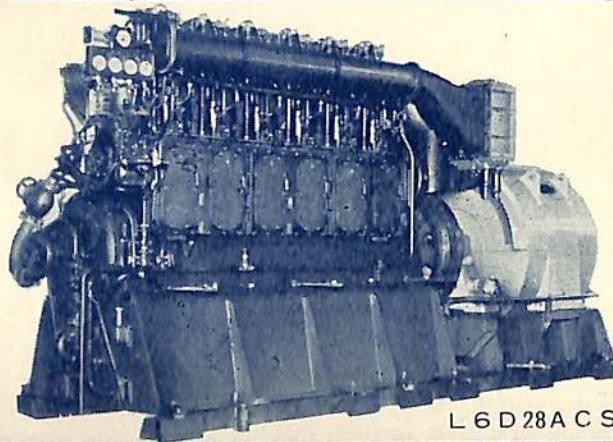
久保田鉄工株式会社

本社：大阪市浪速区船出町2丁目  
支社：東京都中央区日本橋江戸橋3丁目  
福岡・札幌・名古屋・仙台・室蘭

クボタ L6D28ACS形 ディーゼル

600回転 900馬力(750kVA)

●補機用 8~1,000馬力 ●主機用 3.5~90馬力



L6D28ACS形

“国づくりから米づくりまで”

こう着防止に…

RIK センダイトメタル製

# 理研キーストンリンク

クサビ型に加工してありますから図のように慣性力の一部がリングの張力を補い、またサイドクリアランスの変化によってこう着を防止します



理研ピストンリンク工業株式会社

東京都港区芝南佐久間町1の46  
電話東京(501)5201番(代表)

運輸省, NK認可 サイザルホーサー C.O.T 防蝕加工  
マニラ混合ホーサー

日本で最も権威ある

C. O. T 防蝕剤

防 腐 強 力  
防 蝕 絶 大  
耐 久 増 大

御採用官庁及各会社

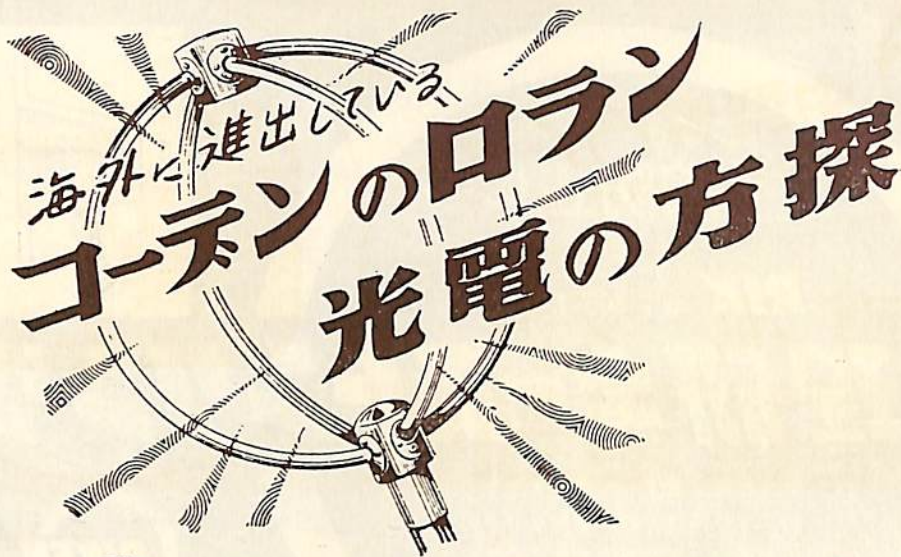
|   |       |   |
|---|-------|---|
| 防 | 衛     | 庁 |
| 海 | 上 保 安 | 庁 |
| 國 | 有 鉄   | 道 |
| 林 | 野     | 庁 |
| 各 | 海 運 会 | 社 |
| 各 | 漁 業 会 | 社 |
| 石 | 灰 石 鈦 | 山 |



諸官庁で御使用の麻ロープには C. O. T 防蝕加工と御指定されています。

## 博信工業株式会社

本 社 東京都港区芝西久保櫻川町6番地 TEL (581) 2391~4  
工 場 埼玉県川口市前川町4丁目116番地 TEL 鳩ヶ谷 6316  
愛知県宝飯郡形原町大字形原字南淀尻3番地



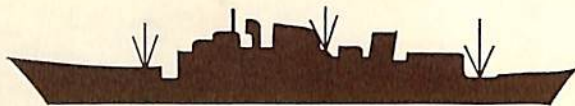
株式  
会社

光電製作所

本社 東京都品川区上大崎長者丸 284

電話 441-1131 (代表)

主機に **ユ-バロイ** ピストンリンク



補機に日ピス **キーストン** リンク

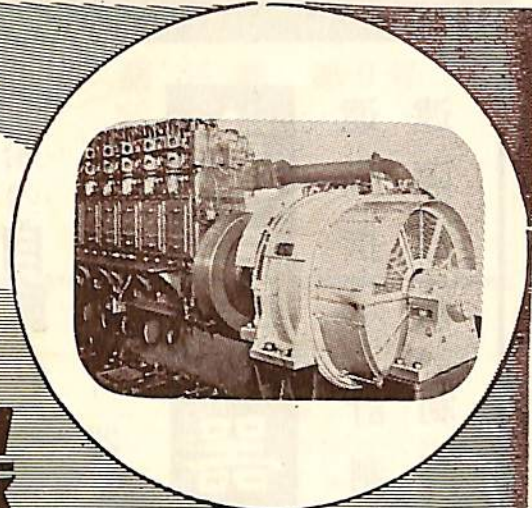


日本ピストンリング株式会社

東京都千代田区内幸町2の16 電話 東京 (591) 7411-9



中型専門メーカー  
100~3,000KW



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(24)0703



アルミニウム

グレーティング

舷梯

岸壁梯子

ハッチカバー

其他軽合金製室内外機装品  
及武装品、設計並に製作

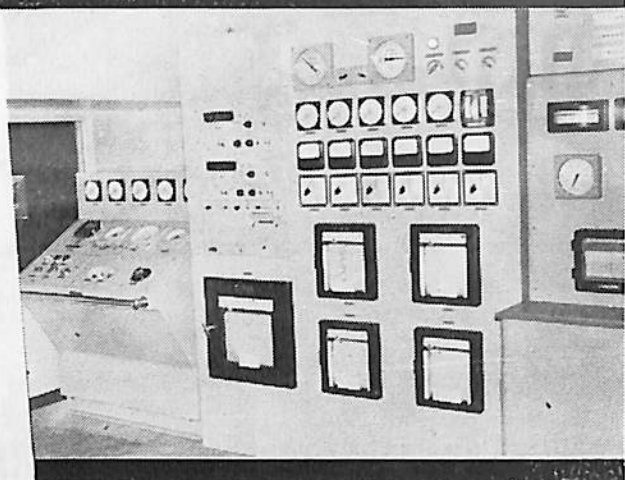
日本アルミニウム工業株式会社

本社 大阪市東淀川区西宮原町3丁目7-0  
東京支店 東京都千代田区丸の内1丁目2(住友ビル6階)

遠隔指示・計測  
遠隔操縦・制御

# 東京計器

\* 船の自動化こそは  
船舶計器の

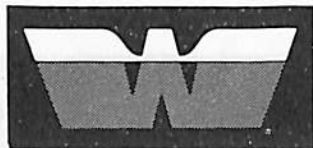
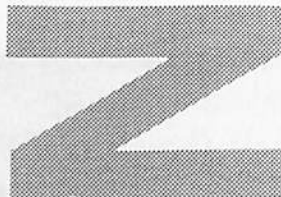
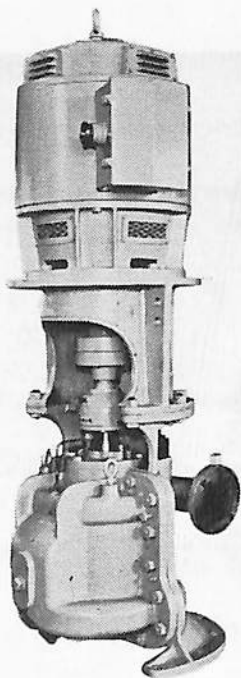


65年の豊富な経験と最新の技術が生んだビッカース油圧機器とマイクロセン（全電子式制御機器）を使用した東京計器のオートメーション計器は必ず皆様の御期待にお応え致します



株式会社 東京計器製造所

本社：東京都大田区東蒲田4の31 電話(731)2211(代)  
関西支部：神戸市生田区明石町19(同和火災ビル) 電話(3)3684(代)  
営業所：大阪・函館・横浜・名古屋・下関・長崎



**WORTHINGTON**

Products that Work for Your Profit

## UZS型 船用 豎型コンデイセイト・ポンプ

詳細は弊社にお問合せ下さい。

技術提携

### 新潟ウオシントン株式会社

本社：東京都港区赤坂新坂町45(赤坂国際館)  
電(代表) 401-2137・408-3843・3883  
営業所：大阪・名古屋・下関・福岡・仙台・札幌

# 船舶

第 34 卷 第 9 号

昭和 36 年 9 月 12 日 発行

天 然 社

## ◇ 目 次 ◇

|   |                  |
|---|------------------|
| 国鉄連絡船 大 島 丸 .....                               | 国有鉄道船舶局船務課…(941) |
| 〔最近の船用接着剤〕                                      |                  |
| 船舶用接着剤・シール材等について .....                          | 小林 韓 治…(947)     |
| 船舶用接着剤について .....                                | 中 島 常 雄…(947)    |
| コードボンドによる船舶機関の修理について .....                      | 井 上 正 一…(950)    |
| 船舶用保護塗料, シール材, 接着材へのゴム系材料の利用について .....          | 川 那 辺 実…(955)    |
| 接着剤の撰定 .....                                    | 村 田 篤 彦…(958)    |
| ソーナーについて .....                                  | 鶴ヶ谷 武雄…(961)     |
| キャビテーションによる漬食に関するメモ .....                       | 鬼 頭 史 城…(974)    |
| 小型客船建造を経験して .....                               | 松 浦 弘…(977)      |
| 新しい工業高校(造船科)の教育課程 .....                         | 沢 村 鶴 松…(982)    |
| 水中翼船に関する総合的研究(1) .....                          | 西 山 哲 男…(984)    |
| 新明和水中翼船 SF-30 .....                             | 新明和工業株式会社…(994)  |
| 〔水槽試験資料 128〕船尾にスリップウェーを持つ船の模型試験 .....           | 船舶編集室…(997)      |
| 鋼船建造状況月報(昭和36年5月) .....                         | 船舶局造船課…(1000)    |
| 〔特許解説〕・船舶機関室天窓閉閉装置・高温溶融物運搬船・進水用油圧装置 .....       | (1002)           |
| 写 真 進 水—☆ はやしお ☆ 魚雷艇10号 ☆ 金華山丸 ☆ 長崎丸 ☆ 尾久島丸     |                  |
| ☆ 瀬 戸 ☆ はんぶとん丸 ☆ 須磨春丸 ☆ 山昭丸 ☆ SKAUVAAG          |                  |
| 竣 工—☆ 東 燃 丸 ☆ のうほうく丸 ☆ まんはつたん丸 ☆ えりも丸 ☆ 第17真盛丸  |                  |
| ☆ いすず ☆ 山富丸 ☆ CHARLES E. SPAHR ☆ PHILIPPINE SEA |                  |
| ☆ J. LOUIS ☆ GAZI OSMAN PASA                    |                  |

タンク・クリーニングに!

# クリーン

米国エキジット社と技術提携により生れた新製品、脱油洗滌剤“クリーン。”在来のものに比して、より強力な洗滌力をもった、安価で経済的なケミカル・クリーニング剤です。

☆タンク・クリーニング施工も行っております。御用命下さい。

舶用発電機の清浄に!

# モーター・クリーナー

航海中の使用にも、取扱いが簡単で、人体に無害、火気にも安全な米国チモンズ社の“モーター・クリーナー。”モーターの絶縁ワニスを浸すことなく、汚れだけを迅速に取除きます。

有限  
会社

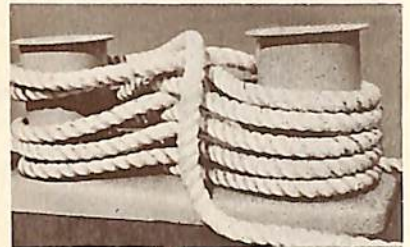
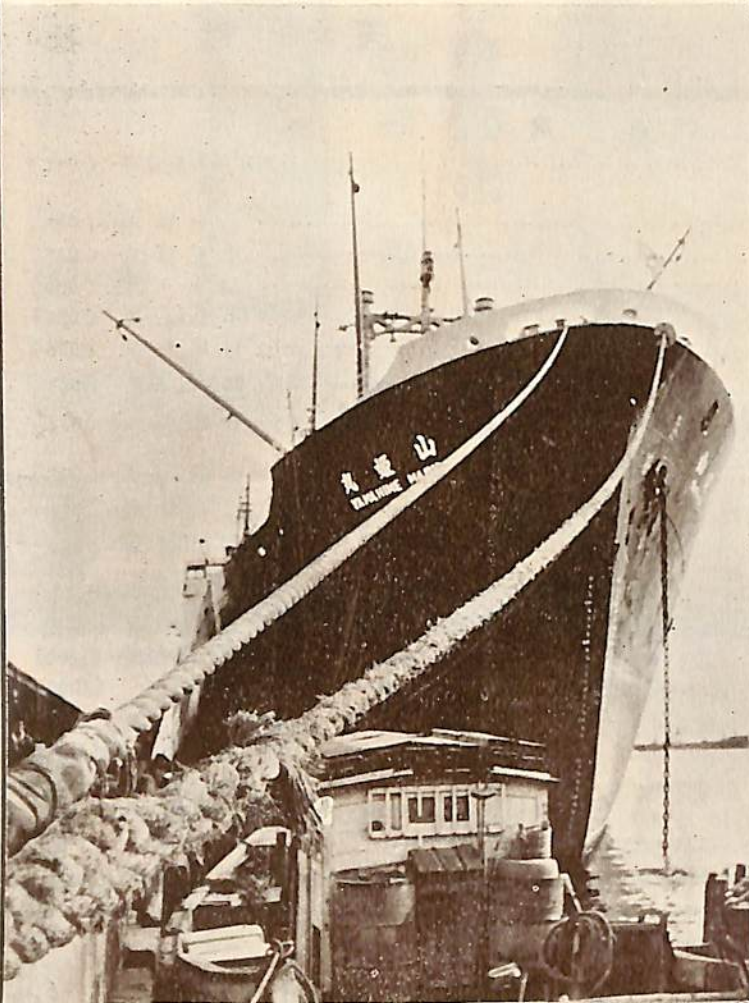
## 井 上 商 会

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(68)4021, 4022, 4023, 5141

# クレモナ<sup>®</sup>ロープ 活躍の記録

32年 11月



33年 10月



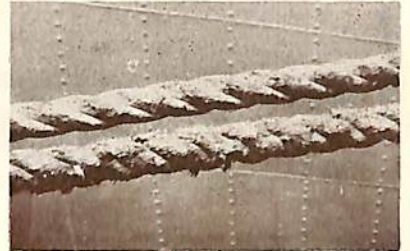
34年 3月

↓ (上)クレモナ  
(下)同時使用のマニラ



35年 4月

↓ (上)クレモナ  
(下)約一年使用のマニラ



36年 2月



●山姫丸—7,500トン、山下汽船所属—に於て  
32年10月より 3年半使用して 現在に至って  
いる **クレモナ** ホーサー60<sup>mm</sup> (左側) まだまだ  
強力は充分です!

倉敷レイヨン株式会社  
大阪市北区梅田二番地(第一生命ビル)  
東京都中央区日本橋通り三ノ一(新日本橋ビル)

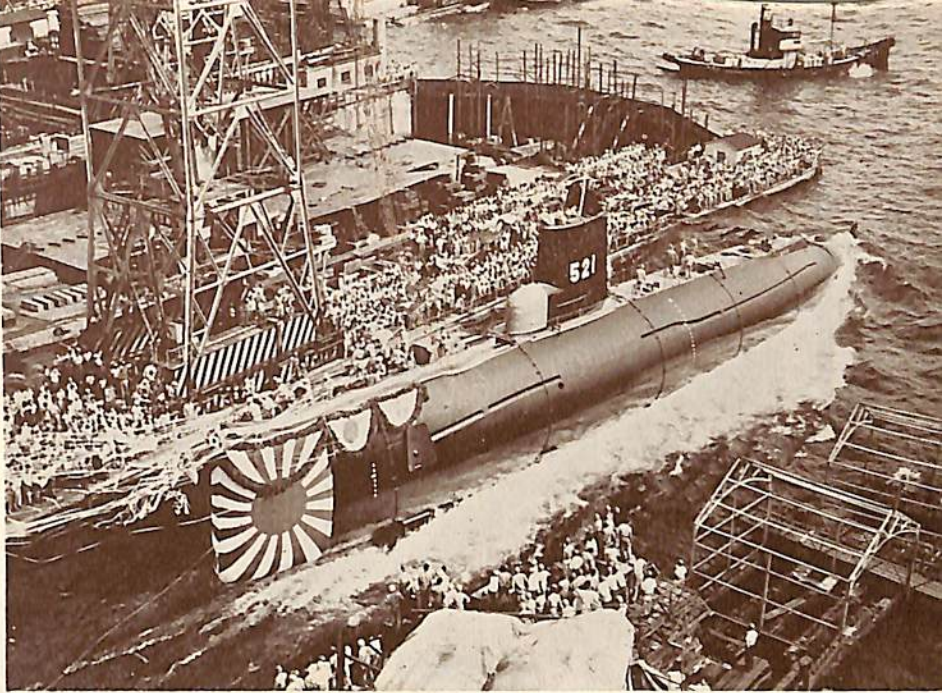


はやしお  
(潜水艦)

船主防衛庁

造船所 三菱重工業・神戸造船所

長(垂) 59.0 m 幅(型) 6.5 m  
 深(型) 6.4 m 吃水 4.1 m  
 基準排水量 約 750 トン  
 速力 約 14 ノット 主機 三菱  
 神戸スルザーディーゼル機関 2 基  
 進水 36-7-31  
 主要兵装 魚雷発射管 3  
 スノーケル装置



魚雷艇 10 号  
(魚雷艇)

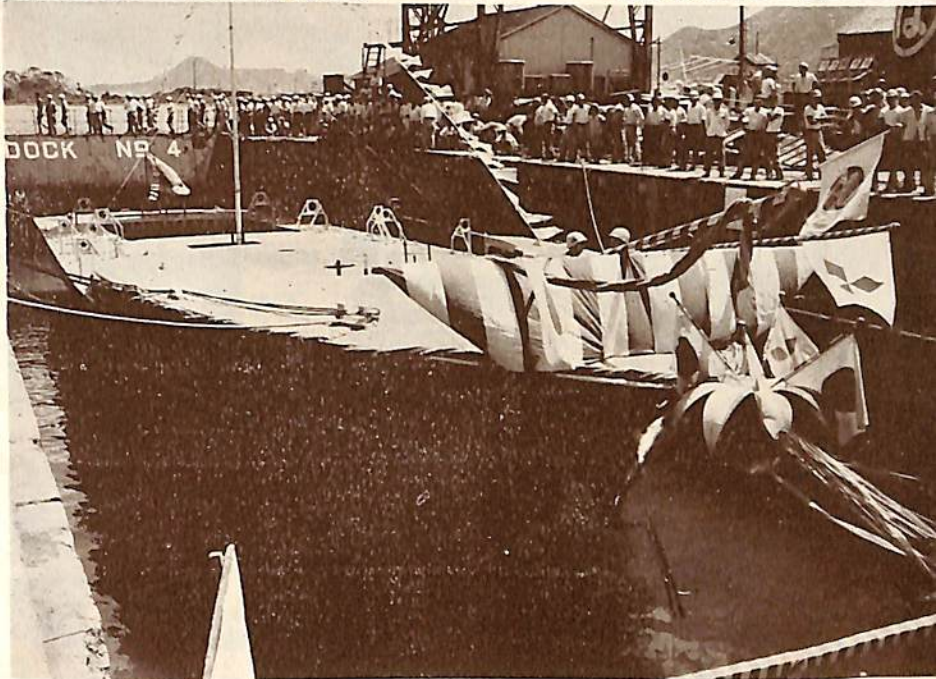
船主防衛庁

造船所 三菱造船・下関造船所

長(垂) 32.0 m 幅(型) 8.5 m  
 深(型) 3.4 m 吃水 1.1 m  
 基準排水量 約 90 噸 速力 約 40  
 ノット 主機 ディーゼル機関  
 ネビアテルティック型 3 基  
 出力 約 9,400 PS 起工 36-1-30  
 進水 36-7-28 竣工 37-3 未予定

武 装

機銃 40 ミリ単装 2 門  
 魚雷発射管 4 門



8

つの

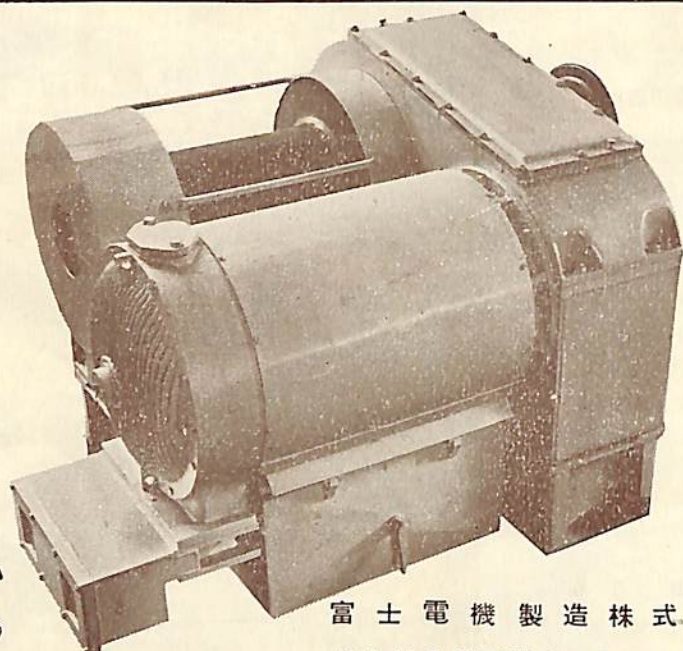
船舶塗料

- ・ビニレウクス (強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 (ノンローキング塗料)
- ・シアナミドヘルゴン (高度のさび止塗料)
- ・権印船舶用調合ペイント (船舶用特殊塗料)
- ・権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)
- ・ノンスリップ (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

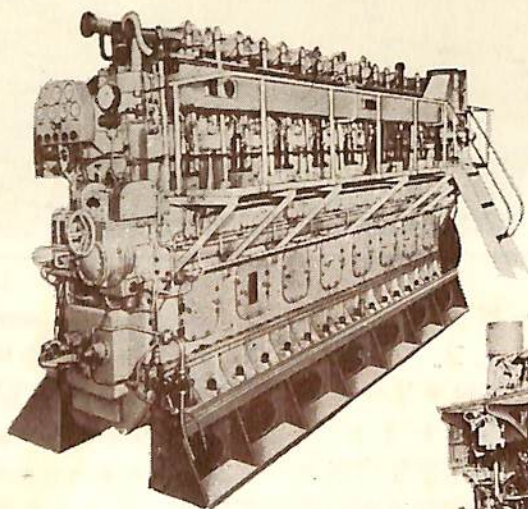
富士電機製造株式会社  
東京都千代田区丸の内2の6



# 富士

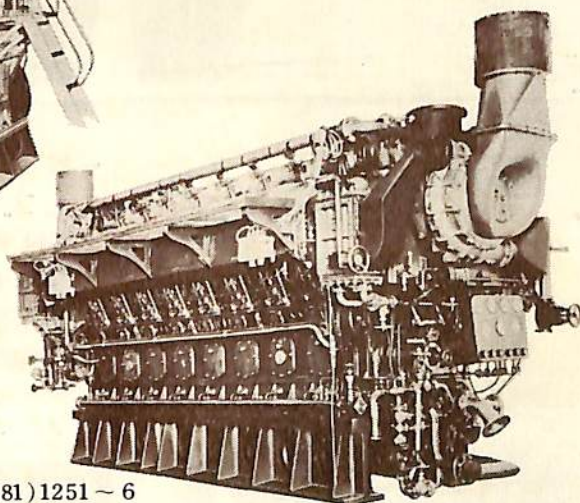
交流揚貨機

ディーゼル機関



50PS~4000PS

船舶 主機関用  
補機関用  
陸用 各種



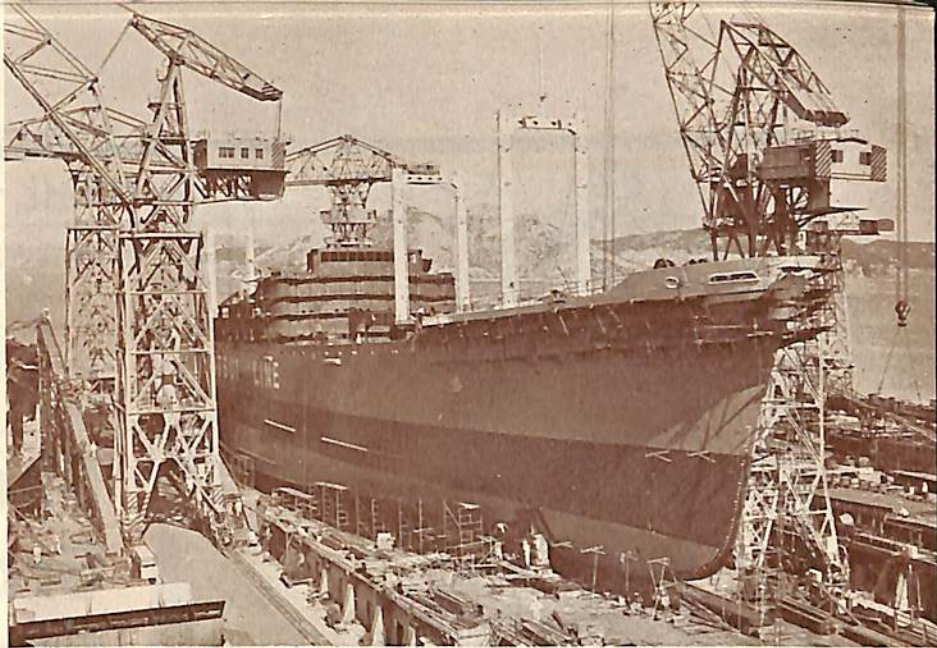
富士ディーゼル株式会社  
東京都中央区京橋2の2 TEL(281)1251~6

金華山丸  
(貨物船)

船主 三井船舶株式会社

造船所 三井造船・玉野造船所

長(垂) 140.00 m 幅(型) 19.00 m  
 深(型) 12.00 m 吃水 8.40 m  
 総噸数 約 8,250 噸 載貨重量  
 約 9,500 噸 速力 約 19.2ノット  
 主機 三井 B&W874 VT 2 BF-160型  
 ディーゼル機関1基 出力  
 12,000 PS×115 RPM 船級 NK  
 起工 36-3-29 進水 36-8-12  
 竣工 36-11 下旬予定

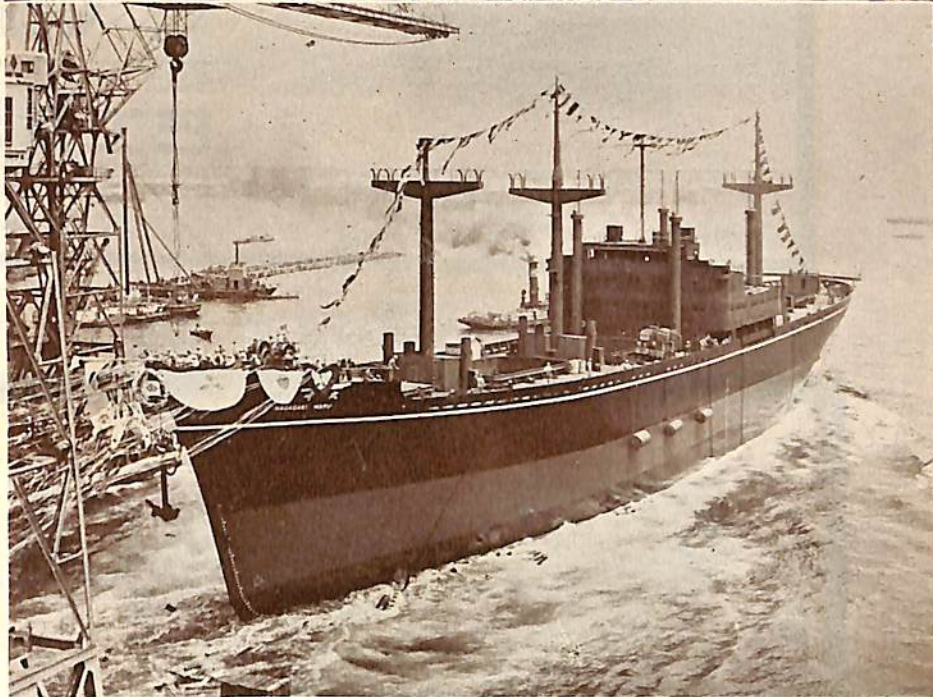


長崎丸  
(貨物船)

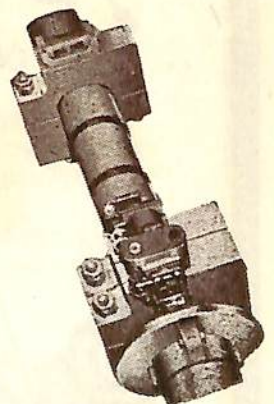
船主 沢山汽船株式会社

造船所 新三菱重工業・神戸造船所

長(垂) 130.00 m 幅(型) 18.40 m  
 深(型) 11.30 m 吃水 8.53 m  
 総噸数 7,150 噸 載貨重量 10,250 噸  
 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 6,600 PS  
 船級 NK 起工 36-3-10  
 進水 36-6-20 竣工 36-8 予定



船舶用の計器は  
信頼性ある倉本計器で!!



回転計類

- ◇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 ◇携帯式回転計

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
- ◇記録式光学振計 ◇直読式光学振計

主機, 補機用 創業 35年 ◇インパルス レコーダー  
 電気回転計



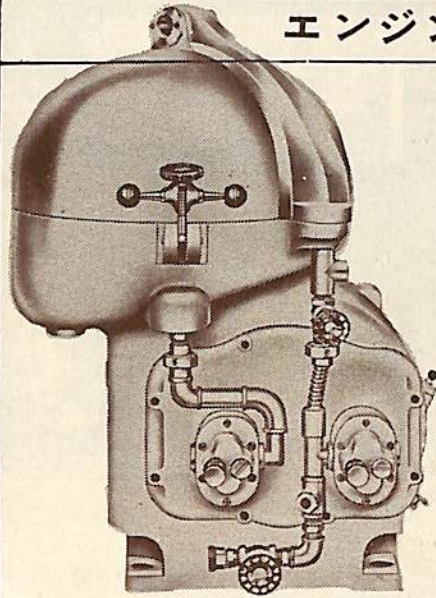
株式会社 倉本計器精工所

研野式光学振計

本社 東京都大田区原町6 電話蒲田(731) 2033・2623・1640  
 柏工場 千葉県柏市柏 電話柏2番

エンジン・ルーム自動化への一紀元!

完全自動式油清浄機の出現



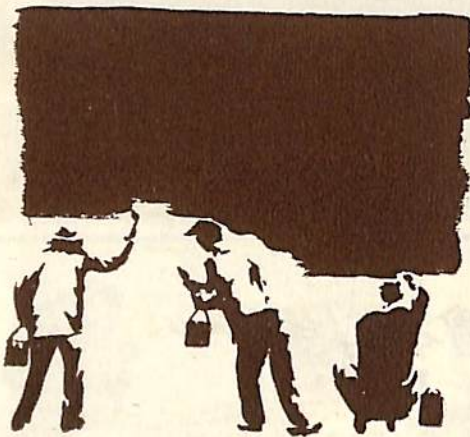
■特許申請中■

# Sharples Gravitrol Centrifuge

米国シャープレス・コーポレーション日本総代理店

## 巴工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋江戸橋3ノ2(第二丸善ビル) 電話 東京(201)9211番(代表)  
神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル) 電話 神戸(39)0288番(代表)



# CAMREX N.O.P.

特長

- 一回塗りで完全塗装
- 不乾性で防錆作用は完全
- 不燃・無毒で密閉場所での使用に最適
- 塗装に熟練を要せず



英国 CAMREX 社の船舶海水タンク用防錆塗料

## 日製産業株式会社 貿易部輸入課

東京都千代田区神田鎌倉町2番地3 電話東京(231)8111(大代)

屋 久 島 丸  
(貨客船)

船 主 鹿児島商船株式会社  
造 船 所 三菱造船下関造船所

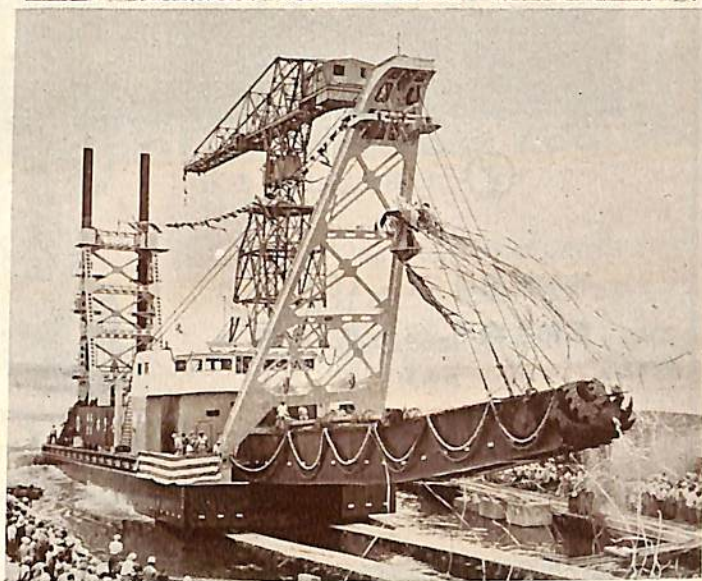
長(垂) 59.00 m                      幅(型) 10.30 m  
深(型) 4.65 m                      吃水 3.45 m                      総噸数  
約 1,150 噸                      載貨重量 約 270 噸                      速力  
約 15.75 ノット                      主機 阪神製ディーゼル機  
関 2 基                      出力 1,200 PS×2                      船級 NK  
起工 36-6-3                      進水 36-8-3  
起工 39-9 末予定  
収容人員 551 名                      特別室 2 名  
特一等 35 名                      一等 約 113 名  
特二等 92 名                      二等 約 255 名  
公室 54 名



瀬 戸  
(浚渫船)

船 主 丸紅飯田株式会社  
造 船 所 三菱造船・広島造船所

長(垂) 43.80 m                      幅(型) 12.00 m  
深(型) 3.30 m                      吃水 約 2.10 m  
起工 36-2-9                      進水 36-7-31  
竣工 36-8 下旬予定  
主ポンプ 吸入口径 740 mm  
吐出口径 670 mm  
浚渫深度(ラダー用45度) 約 18.00 m  
浚渫ポンプ駆動用ディーゼル機関 3,000 PS  
主発電機用ディーゼル機関 1,500 PS  
カッター用電動機 450 KW



新しい時代のために...

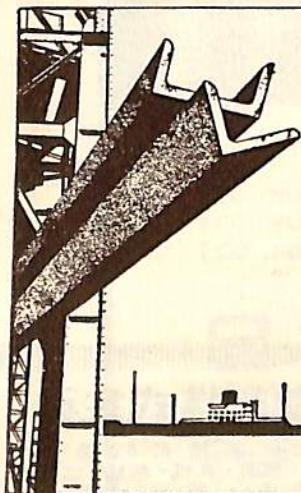
新しい動力源としての原子力の活用——あらゆる生産設備のオートメーション化——いま、世界の産業界は第3次産業革命の暁を迎えようとしています。この達成によってこそ、より豊かな文化生活が楽しめます。

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




世は完全にディーゼルの時代です



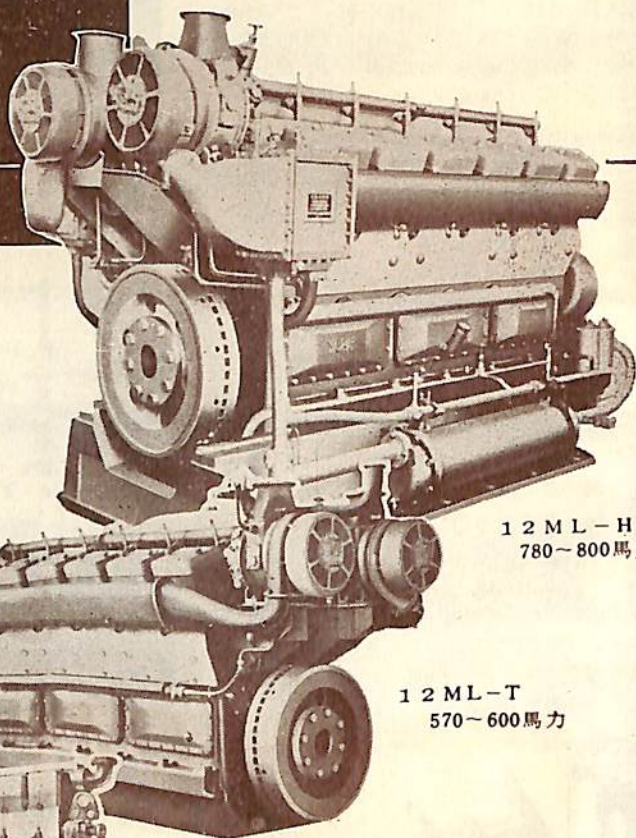
船舶補機に ....

# ヤンマー ディーゼル

 日本工業規格表示

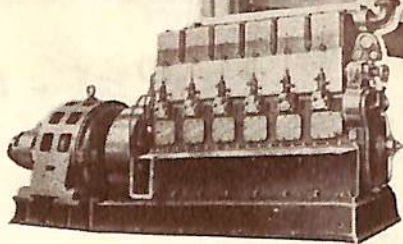
船舶補機用 2~1000馬力

船舶主機用 3~800馬力



12ML-HT  
780~800馬力

12ML-T  
570~600馬力



6MSL x 150K.V.A.

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(株)では小は2馬  
力から、大は1000馬力におよぶあ  
らゆる用途に応じた100余機種のだ  
いーゼルエンジンを生産しています。

## 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・広島  
出張所 金沢・岡山・旭川・大分



はんぶとん丸 (貨物船)

船主 三菱海運株式会社  
造船所 三菱造船・広島造船所

長(垂) 145.00 m 幅(型) 19.50 m 深(型) 12.50 m  
吃水 9.25 m 総噸数 約 9,350 噸 載貨重量  
約 12,000 噸 速力 20.5 ノット 主機 三菱 UE デ  
ィーゼル機関 9 UEC<sup>75</sup>/150 型 1 基 出力 13,000 PS  
船級 NK 起工 36-3-5 進水 36-7-27  
竣工 36-10-18 予定



SKAUVAAG (バルクキャリアー)

船主 A/S SKAUGAAS (ノルウェー)  
造船所 三菱造船・長崎造船所

長(垂) 168.00 m 幅(型) 22.86 m 深(型) 14.00 m  
吃水 10.06 m 総噸数 15,800 噸 載貨重量 24,500 噸  
速力 16.45 ノット 主機 玉島スルザーディーゼル機関  
7RD-76 型 1 基 出力 9,100 PS 船級 NV  
起工 36-3-11 進水 36-7-29 竣工 36-11 中旬予定

重油炭添加剤

PCC

Pat. NO. 178013  
Pat. NO. 192561  
Pat. NO. 193509  
Pat. NO. 238551  
Pat. NO. 238552

営業品目

PCC NO. 210  
PCC NO. 220  
PCC NO. 250

燃料油添加剤

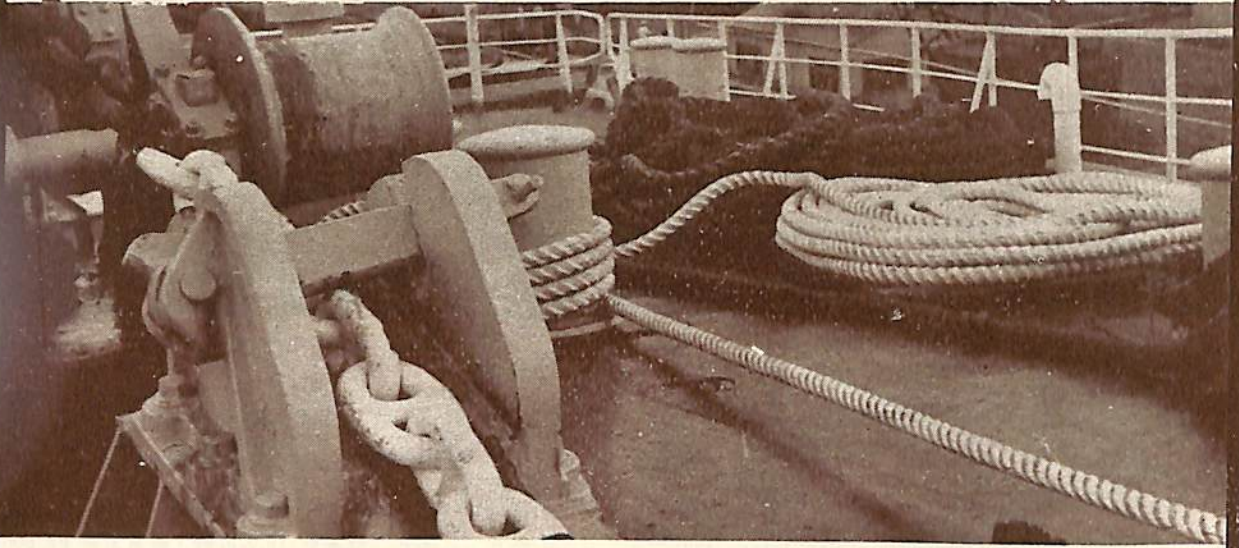
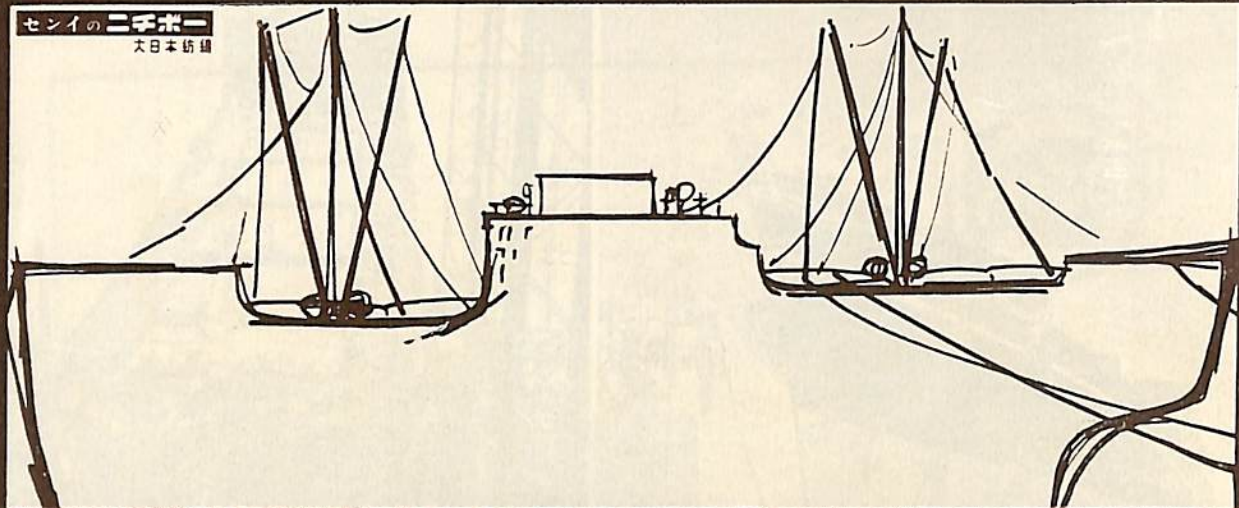
PCC NO. 1000  
PCC パウダー  
タンクリン

エマルジョンプレ-カー  
ス-ト除去剤  
強力洗滌剤

日本添加剤工業株式会社

本社工場 東京都板橋区志村前野町 884 番地 電話東京 (961) 1738-7737 番  
営業所 東京都千代田区神田鎌倉町 17 番地 電話東京 (291) 3886-3887-5042, (251) 6190  
支店 大阪市西区江戸堀北通 1 丁目 10 番地 (日々会館ビル) 電話大阪 (44) 5551-5 番  
荷置場 横浜, 名古屋, 神戸, 広島, 下関, 若松

セシイのニチポー  
大日本紡績



■パンフレット進呈/大阪市東局区内大日本紡績(株)LP9係

# ● 海の強者！

- 強い/ぜったいに腐らず、油や薬品にも侵されない
- 扱いよい/軽く、水切れがよいので操作が簡単
- 経済的/手頃な値段、しかも驚く程長もちする

## ニチポービニロン帆布

運輸省 ■# 101 …第1077号甲種 ■# 102 …第1078号甲種  
型式証認番号 ■# 201 …第1079号甲種 ■# 202 …第1089号甲種

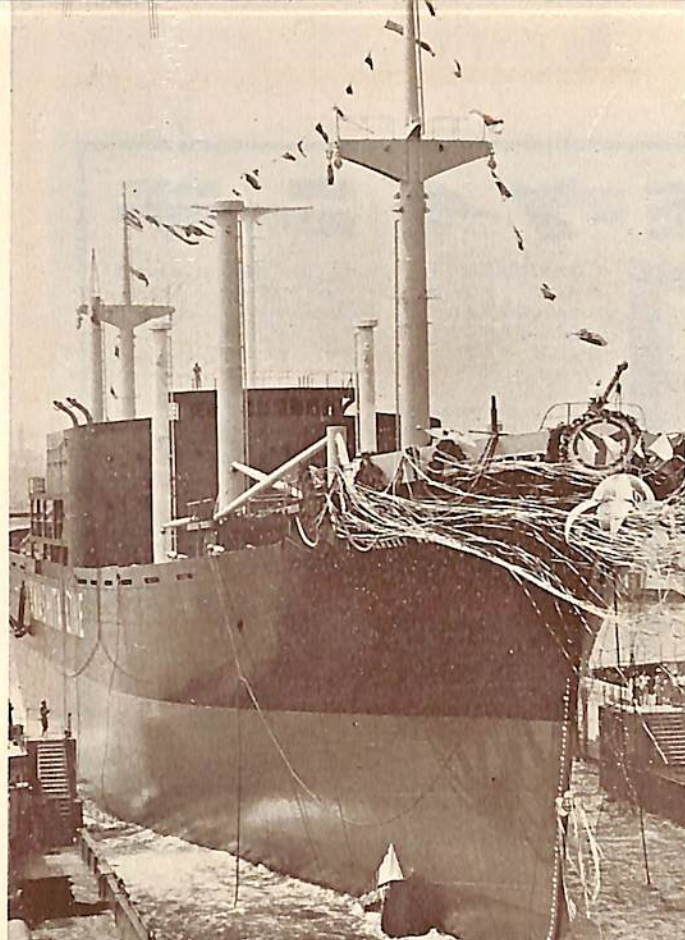


船舶用

運輸省/NK 認定

# 0-7。





山 昭 丸 (貨物船)

船 主 山下汽船株式会社  
造 船 所 日立造船・桜島工場

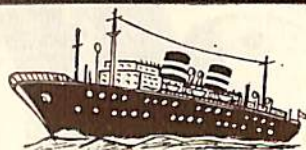
全長 156.52 m 長(垂) 145.00 m 幅(型) 19.60 m  
深(型) 12.40 m 吃水 9.28 m 総噸数 約 9,300 噸  
載貨重量 12,600 噸 速力 20.5 ノット 主機 日立  
B&W 1074-VTBF 160型ディーゼル機関 1 基  
出力 12,500 PS×115 RPM 船級 NK 起工 36-  
3-28 進水 36-7-18 竣工 36-9 下旬予定



須 磨 春 丸 (鉦石運搬船)

船 主 新日本船舶産業株式会社  
造 船 所 新三菱重工業・神戸造船所

全長 約 174.00 m 長(垂) 162.00 m 幅(型) 22.80 m  
深(型) 12.30 m 吃水 9.15 m 総噸数 約 13,700 噸  
載貨重量 約 21,140 噸 速力 13.8 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 7 RD 68 型 1 基 出力 7,700 PS 船級 NK  
起工 8-3-23 進水 36-7-21 竣工 36-10 予定



には **NOVOPAN**

安 価……182cm×400cmから適寸にカットします

強 度……ベニヤ合板に劣りません また狂いは驚く程僅少です

NOVOPAN B……航海安全条約によるB隔壁

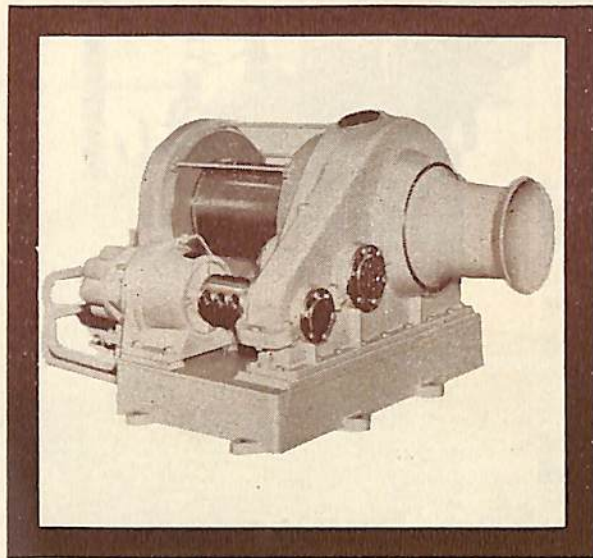
耐 水 性……縁にパラフィン塗又は塗装すれば充分

世界各国で10数年来使用の歴史を持つNOVOPANを隔壁にお使いになれば絶  
対お得です

日本ノボパン工業株式会社

東京都中央区京橋2-9(東熱ビル) TEL.(535) 3251, (561) 5219

# IHI 油圧ウインチ



○従来船舶用荷役ウインチとして、汽動/電動ウインチが多数用いられてきましたが、北ヨーロッパでは20年前から油圧ウインチが開発使用されており、我国においても優秀性が確認され次第に使用されるようになってきました。当社においても油圧ウインチを開発し各種船舶に御採用戴いて居ります。

- 特徴
- 堅牢で構造が簡単
  - 駆動油圧は最大125 kg/cm<sup>2</sup>であるため送油管の管径は低圧式に比べて極めて細く、配管重量が低下します。
  - 加速性能がよく、速度変更は無段階に出来、正逆転が円滑で、敏速に出来るため荷役特性が良い。
  - 密閉式であるため海水、塵埃から完全に保護されている。
  - 運転は静かで、騒音や振動がない。
  - 保守点検が容易で設備費が安い。

## 5 T 3 T 油圧ウインチ標準仕様 オイル モーター

| 型式     | 力量(T-M)      | 巻胴寸法      | 型式     | 回転数r.p.m   | 換 要    |
|--------|--------------|-----------|--------|------------|--------|
| IHW-3  | 3×36         | 400φ×560φ | HM 520 | 295<br>885 | 歯車2段減速 |
| IHW-3½ | 3×36<br>5×21 | 450φ×650φ | HM 520 | 295<br>885 | 2段切換   |
| IHW-5  | 5×30         | 450φ×650φ | HM 870 | 250<br>750 | 歯車2段減速 |



## 石川島播磨重工業

汎用機事業部

東京都千代田区大手町1の2(貿易会館)  
TEL (231) 7 6 6 1-7 6 7 1(代表)

# 金属表面処理には

米国シー・ビー・ケミカル社と技術提携による

## CEE-BEE 製品

各種金属表面処理剤  
シービー方式による委託加工  
諸設備の設計・施行



**CEE-BEE**  
CHEMICAL PROCESSES

日本シー・ビー・ケミカル株式会社

本社：東京都千代田区大手町2-4 新大手町ビル  
関谷産業株式会社内 TEL: 211-3531/3539  
工場：鎌倉市山崎1090 TEL: 大船 6-2688. 3628. 4181. 4182  
営業所：名古屋 55-1171/1179 ・ 大阪 23-9371/9374



い す ず (対潜護衛艦)

船 主 防 衛 庁

造 船 所 三井造船 玉野造船所

全長 94.00 m 長(垂) 91.90 m 幅(型) 10.40 m

深(型) 7.00 m 吃水 3.45 m 基準排水量 約 1,490 噸

速力 約 25 ノット 主機 三井パーマイスター型

1235 VBU-45V ディーゼル機関 4 基 出力 16,000 PS

起工 35-4-16 進水 36-1-17 竣工 36-7-29

兵 装

50 口径 3 吋連装速射砲 2 基

55 式 53 連装水上発射管 1 基

短魚雷落射機 2 基

55 式爆雷投射機 1 基

54 式爆雷投下機 1 基

MK 108 ロケットランチャー 1 基

時代の寵児！

経済的な純国産 新明和水中翼船



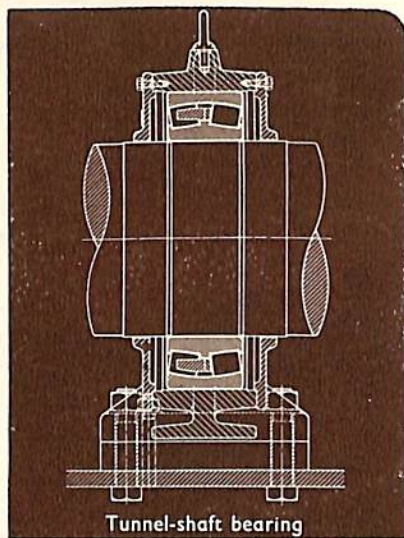
製造：新明和工業株式会社

販売：伊藤忠商事(株)航空機部(661)1211

新明和 SF-30

保守の安易  
と  
最高の信頼度  
のために

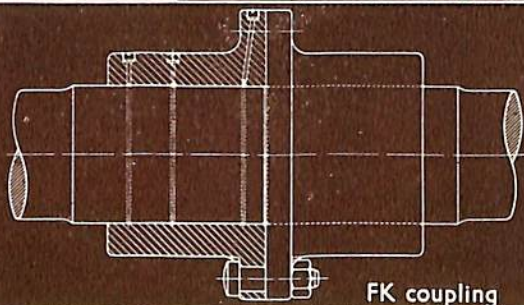
船舶用SKFトンネル・シャフト・ベ  
アリング及びカップリングの御使用を乞ふ



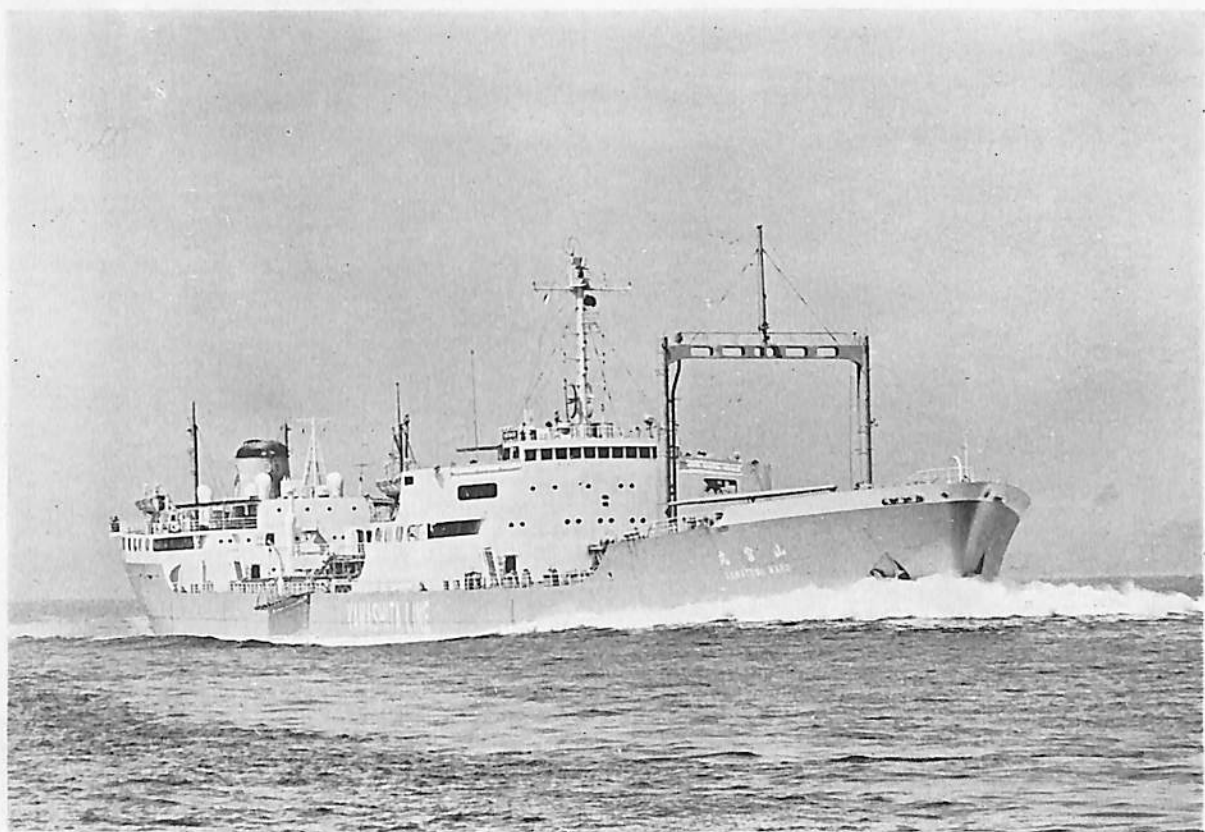
Tunnel-shaft bearing

# SKF

日本エス・ケイ・エフ興業株式会社  
東京都港区芝公園七号地の一  
電話 芝(431)0517・1593・3248

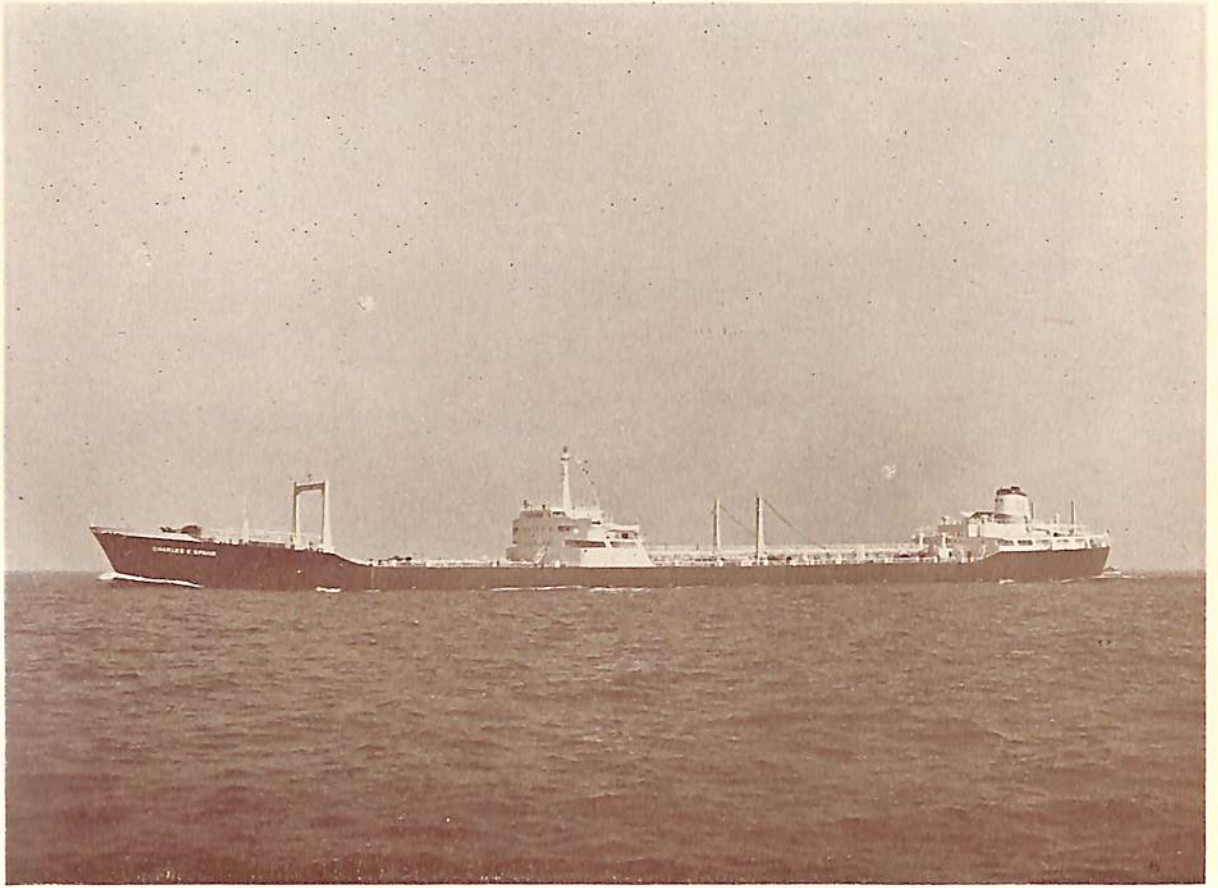


FK coupling

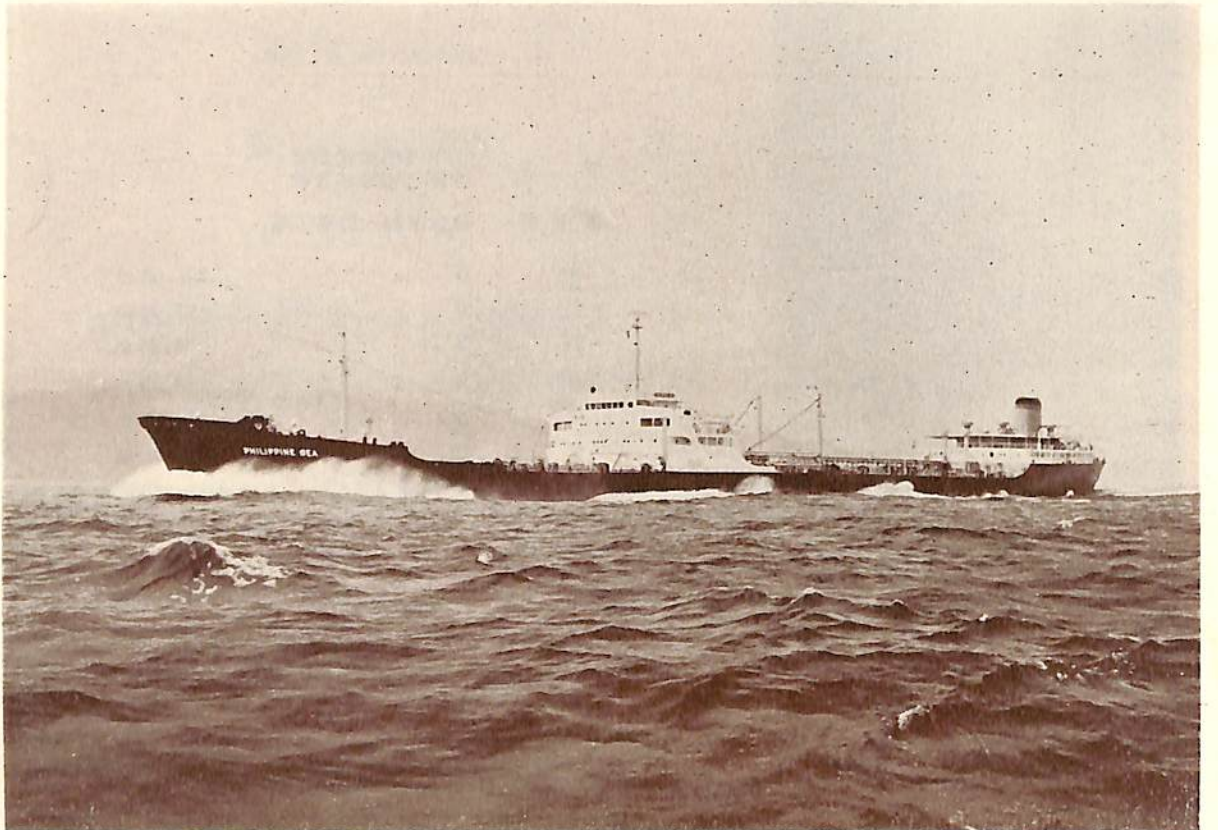


山 富 丸 (油 槽 船)

|             |                      |                        |
|-------------|----------------------|------------------------|
| 船 主         | 山下汽船株式会社<br>双葉汽船株式会社 |                        |
| 造 船 所       | 日立造船・因島工場            |                        |
| 全 長         | 長                    | 207.00 m               |
| 長 幅         | (垂 型)                | 197.00 m               |
| 深 度         | (型)                  | 26.40 m                |
| 吃 水         | (型)                  | 14.00 m                |
| 総 噸 載 貨 重 量 | 噸 数                  | 10.55 m                |
| 速 主         | 力                    | 21,200 噸               |
|             | 機                    | 33,800 噸               |
|             | 機                    | 16.75 ノット              |
|             | 機                    | 日立 B&W 1274-VTBF-160 型 |
|             | 機                    | 排気ターボ給気式ディーゼル機関 1 基    |
| 出 船 起 進 竣   | 力                    | 15,000 PS              |
|             | 級                    | N K                    |
|             | 工                    | 35-9-30                |
|             | 水                    | 36-3-29                |
|             | 工                    | 36-7-24                |



CHARLES E. SPAHR (油槽船)

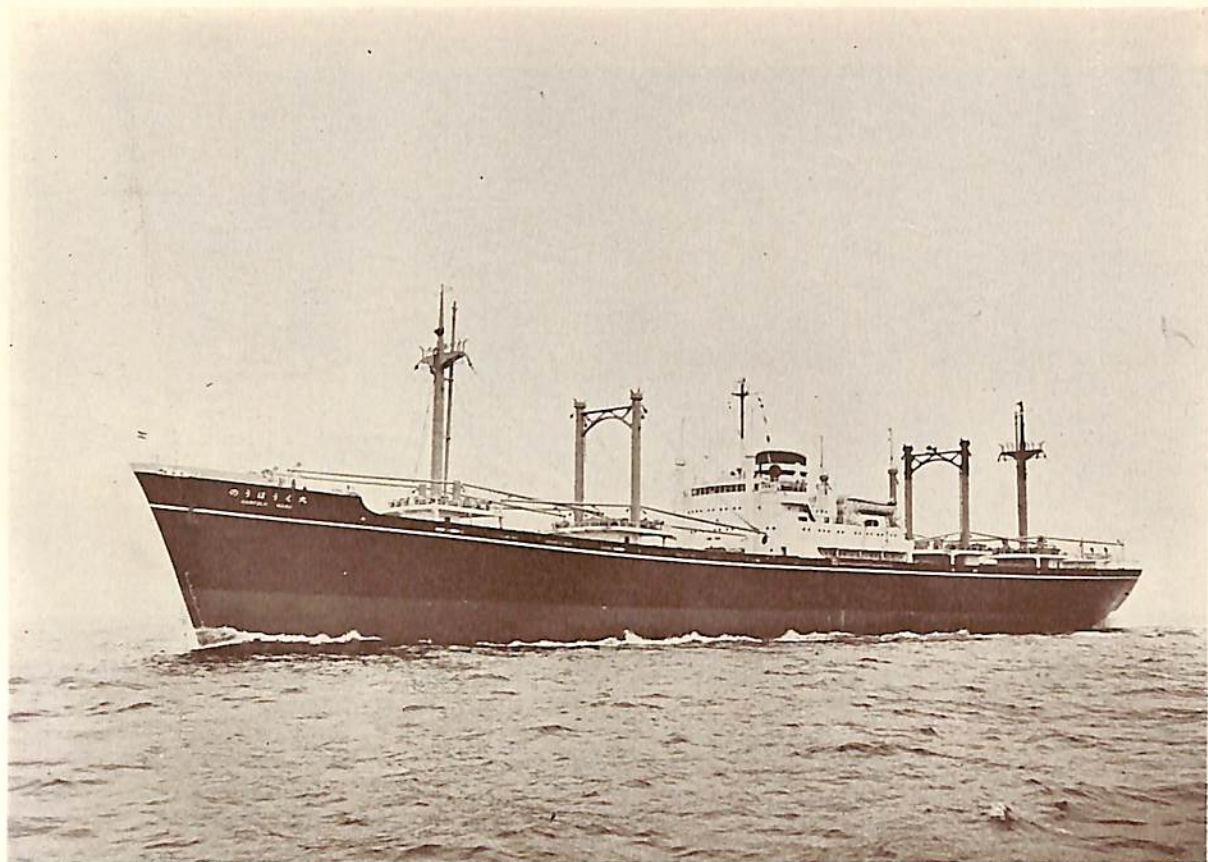


PHILIPPINE SEA (油槽船)

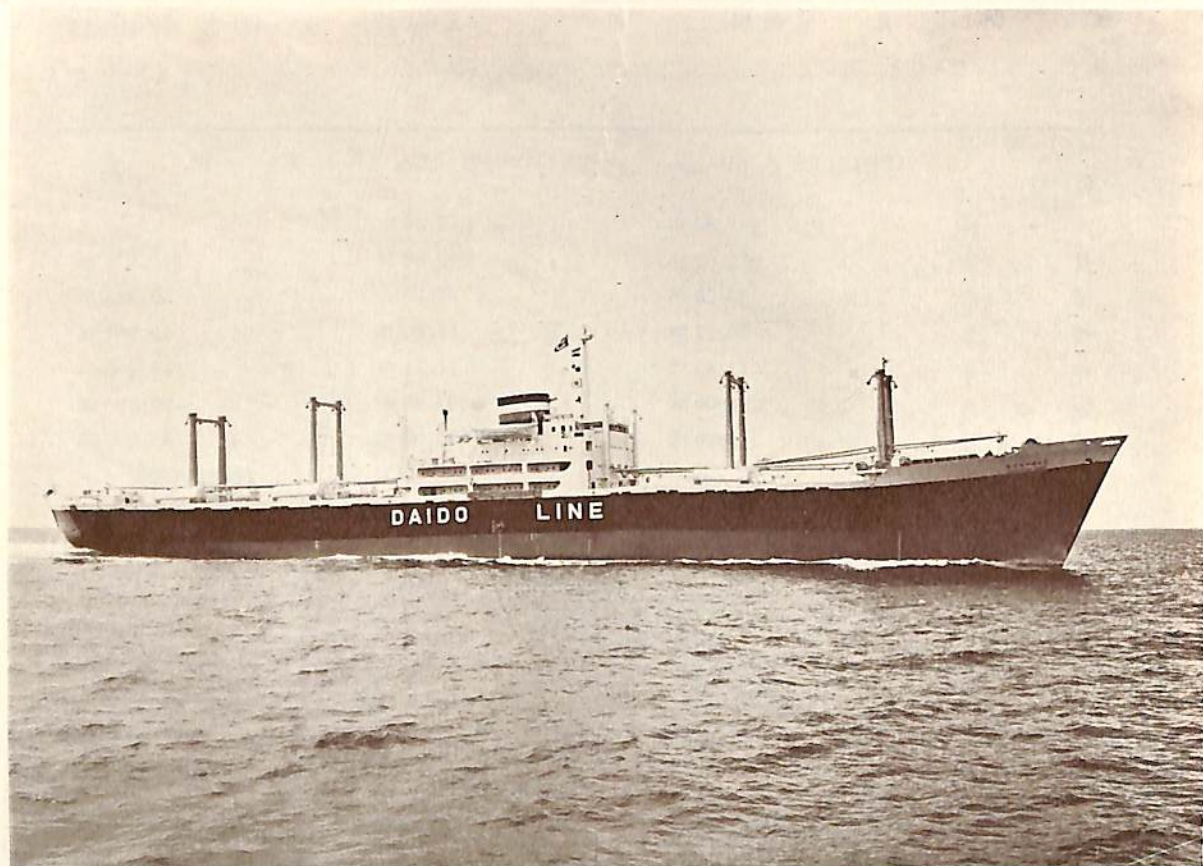


東 燃 丸 (油 槽 船)

| 船 名     |  | CHARLES E. SPAHR                   | PHILIPPINE SEA             | 東 燃 丸                                |
|---------|--|------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| 要 目     |  |                                    |                            |                                      |
| 全 長     |  | 約 221.83 m                         | 216.39 m                   |                                      |
| 長 (垂)   |  | 210.00 m                           | 205.00 m                   | 217.017 m                            |
| 幅 (型)   |  | 30.50 m                            | 28.20 m                    | 30.480 m                             |
| 深 (型)   |  | 15.25 m                            | 14.80 m                    | 15.507 m                             |
| 吃 水     |  | 11.45 m                            | 11.12 m                    | 11.430 m                             |
| 総 噸 数   |  | 約 29,000 噸                         | 24,944.99 噸                | 約 29,500 噸                           |
| 載 貨 重 量 |  | 約 46,600 噸                         | 39,641.00 噸                | 約 48,000 噸                           |
| 速 力     |  | 16.75 ノット                          | 17.563 ノット                 | 約 16.5 ノット                           |
| 主 機     |  | 三菱神戸ウェスチングハウススチームタービン1基            | 川崎重工製タービン1基                | 三井B&W 984VT 2 BF-180型9シリンダーディーゼル機関1基 |
| 出 力     |  | 18,500 PS                          | 16,500 PS×110 RPM          | 18,900 PS×110 RPM                    |
| 船 級     |  | A B                                | L R                        | N K                                  |
| 起 工     |  | 35-10-17                           | 35-12-21                   | 35-10-18                             |
| 進 水     |  | 36-3-18                            | 36-5-4                     | 36-3-31                              |
| 竣 工     |  | 36-8-7                             | 36-8-10                    | 36-8-19                              |
| 船 主     |  | OSWEGO TRANSPORTATION CORP. (リベリヤ) | AFRAN TRANSPORT CO. (リベリヤ) | 東燃タンカー株式会社                           |
| 造 船 所   |  | 新三菱重工業・神戸造船所                       | 川崎重工業株式会社                  | 三井造船・玉野造船所                           |

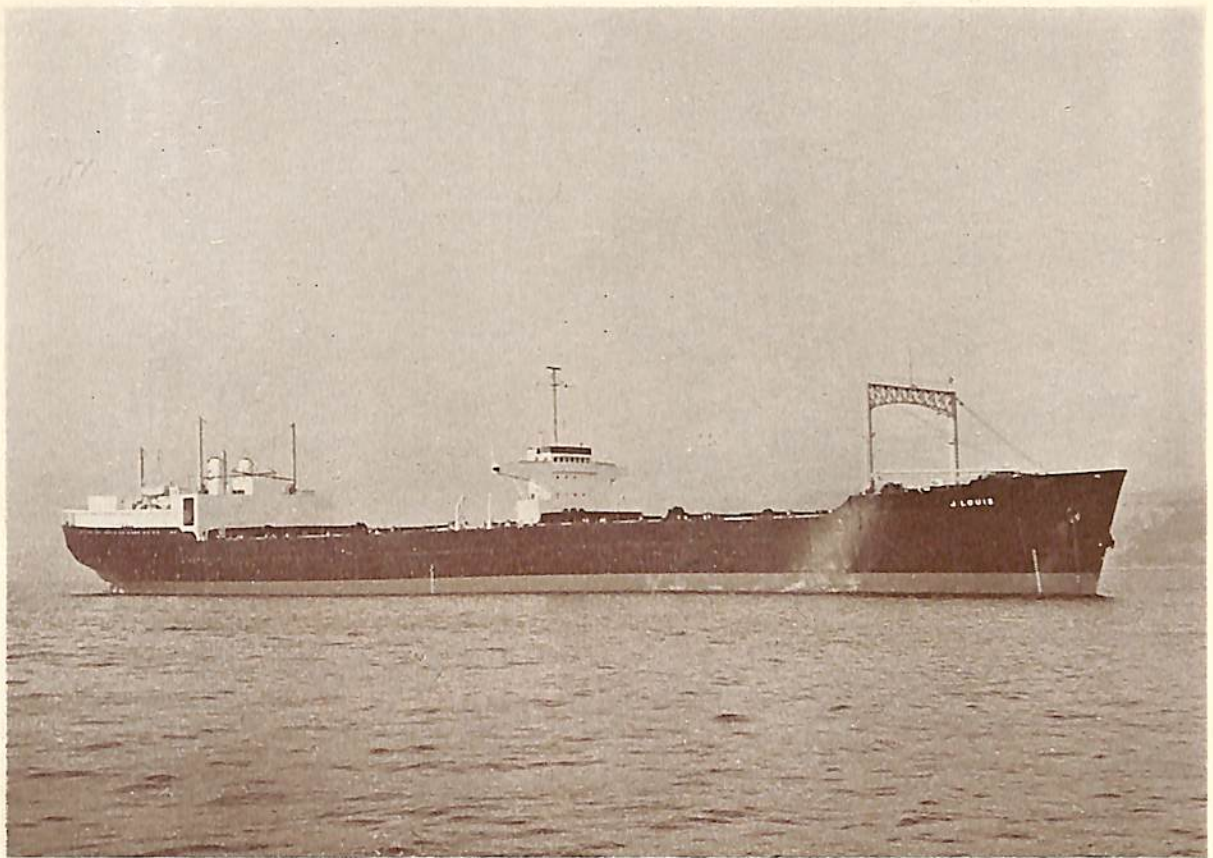


のうほうく丸 (貨物船)



まんはつたん丸 (貨物船)



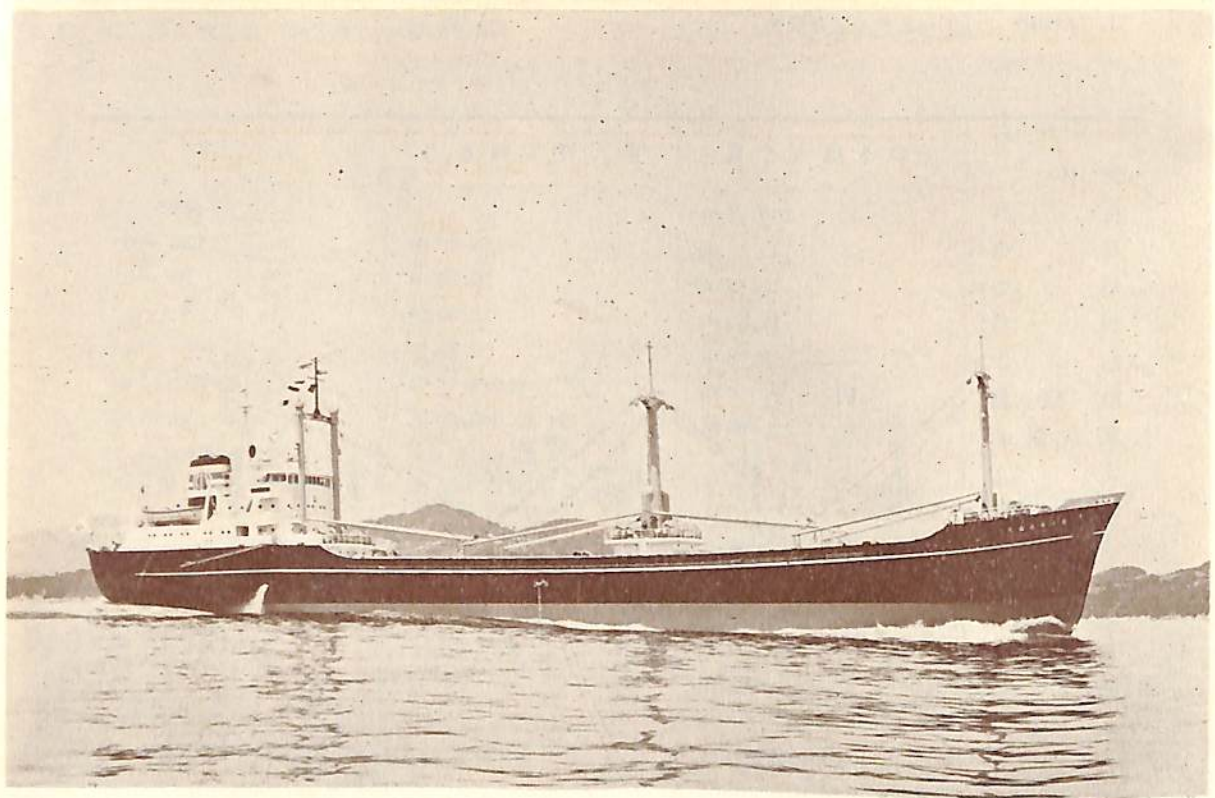


J. LOUIS (ボーキサイト運搬船)

| 船名   |   | のうほうく丸  | まのはつたん丸                        | J. LOUIS                   |
|------|---|---|--------------------------------|----------------------------|
| 要目   |   |   |                                |                            |
| 全長   | 約 | 156.13 m  |                                | 669'-6"                    |
| 長(垂) |   | 145.00 m  | 148.00 m                       | 635'-0"                    |
| 幅(型) |   | 19.40 m   | 20.50 m                        | 90'-0"                     |
| 深(型) |   | 12.50 m   | 12.50 m                        | 51'-0"                     |
| 吃水   |   | 9.18 m  | 9.25 m                         | 34'-7 1/8"                 |
| 総噸数  | 約 | 9,350 噸   | 9,556.16 噸                     | 20,252.52 噸                |
| 載貨重量 | 約 | 12,100 噸  | 約 12,350.00 噸                  | 32,153.00 噸                |
| 速力   |   | 18.2 ノット  | 21.66 ノット                      | 15.75 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 6 RD 90 型 1 基 | 三菱長崎 9 UEC 75/150 型ディーゼル機関 1 基 | General Electric 製タービン 1 基 |
| 出力   |   | 13,000 PS                                       | 13,000 PS                      | 13,750 PS × 103 RPM        |
| 船級   |   | NK  | NK                             | AB                         |
| 起工   |   | 36-2-9  | 36-2-1                         | 35-4-18                    |
| 進水   |   | 36-5-18   | 36-6-17                        | 36-6-14                    |
| 竣工   |   | 36-8-16   | 36-8-24                        | 36-7-8                     |
| 船主   |   | 大阪商船株式会社  | 大同海運株式会社                       | UNIVERSE TANK-SHIPS INC.   |
| 造船所  |   | 新三菱重工・神戸造船所                                     | 三菱造船・長崎造船所                     | NBC 呉造船部                   |



えりも丸 (貨物船)



才十七真盛丸 (貨物船)



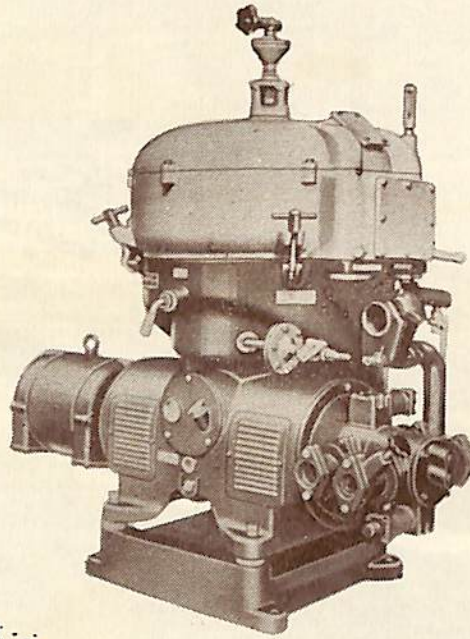
GAZI OSMAN PASA (貨物船)

| 船名   |     | えりも丸  | オ十七真盛丸                              | GAZI OSMAN PASA                 |
|------|-----|---|-------------------------------------|---------------------------------|
| 要目   |     |   |                                     |                                 |
| 全長   | 長   | 96.81 m   | 97.50 m                             |                                 |
| 長    | (垂) | 90.00 m   | 90.00 m                             | 100.00 m                        |
| 幅    | (型) | 13.80 m   | 14.00 m                             | 15.00 m                         |
| 深    | (型) | 7.10 m  | 7.40 m                              | 8.50 m                          |
| 吃水   |     | 5.9805 m  | 6.232 m                             | 6.66 m                          |
| 総噸數  |     | 2,639.89 噸  | 2,839.98 噸                          | 3,652.28 噸                      |
| 載貨重量 |     | 3,837.00 噸  | 4,435.55 噸                          | 5,305.50 噸                      |
| 速力   |     | 15.496 ノット  | 15.255 ノット                          | 15.63 ノット                       |
| 主機   |     | 伊藤鉄工所製4サイクル単動直接逆転トランクピストン型排気ターボ過給ディーゼル機関 M 478 HS 型1基 | 伊藤鉄工所製4サイクル過給機付 M 477 HS 型ディーゼル機関1基 | 玉島スルザー5 SAD 60 型ディーゼル機関1基       |
| 出力   |     | 2,800 PS  | 2,400 PS×250 RPM                    | 3,200 PS                        |
| 船級   |     | NK  | NK                                  | AB                              |
| 起工   |     | 36-2-27   | 36-4-7                              | 36-3-7                          |
| 進水   |     | 36-5-31   | 36-6-15                             | 36-6-15                         |
| 竣工   |     | 36-7-20   | 36-8-12                             | 36-8-11                         |
| 船主   |     | 共栄タンカー株式会社  | 北海運輸株式会社                            | DENIYOILIK BANKASI T.A.O. (トルコ) |
| 造船所  |     | 株式会社名村造船所   | 尾造船株式会社                             | 三菱造船・下関造船所                      |

機関室の自動化に!

WESTFALIA  
SEPARATOR

バンカー油清浄に  
世界最高の性能を誇る...



SAOG4516型

# WESTFALIA

## 油清浄機

S A O G 型 (自動清浄型)  
O N 型 (標準型)  
加熱ヒーター、自動開閉弁  
その他の附属品

西独逸ウェストファリヤ・セパレーター社日本総代理店



## 日精株式会社機械部

本社 東京都港区芝田村町2丁目12番地  
電話 東京 (591) 8341 (代)  
営業所 大阪・名古屋・小倉

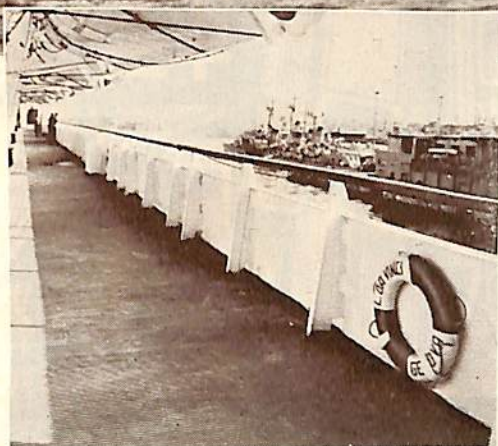


現在就航中の最大のイタリアの新客船“レオナルドダヴィンチ”号はその構造に船舶設計上の数多くの最新技術を体現している。

## レオナルドダヴィンチ号の ネオプレンの甲板上張りは 費用を節減し… 安全性を増加します

イタリアの新客船“レオナルドダヴィンチ”号の独特な甲板構造はデュボンのネオプレンを次のように利用しています。まず、ネオプレン弾性コンクリートの下張りを敷き、鉄甲板上に滑らかな吸音性、耐腐蝕性の保護覆いをします。次に、その上に溝を付けたネオプレンのマットを敷きます。そして、二枚の層はネオプレンを基材とした接着剤でしっかりと密着され、こうして実際上は一体構造となります。

この甲板構造の使用を決定したのは幾つかの重要な利点のためでした。このネオプレン甲板は摩耗、油およびグリースに耐え、また日光と外気への常時曝露にも耐抗し



ます。更にネオプレンは耐焰性で火災の危険を減じます。このネオプレン甲板の設備費は従来の木造甲板より50%も安く、砂で磨いたりコーキングのやり直しをする必要がないため管轄費は減少します。この甲板の重量は木造甲板の僅か2/3しかありませんから、重量軽減もまた重要な要因です。

デュボンのエラストマーについての詳細はお取引の販売店にお問合せ下さい。資料をご希望の方はどうぞクーポンをご利用下さい。

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

### DU PONT NEOPRENE



REG. U. S. PAT. OFF.  
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 (431) 5140-9  
大阪市南区安堂寺橋通り2の47 電話 (26) 6593-8

(御芳名)

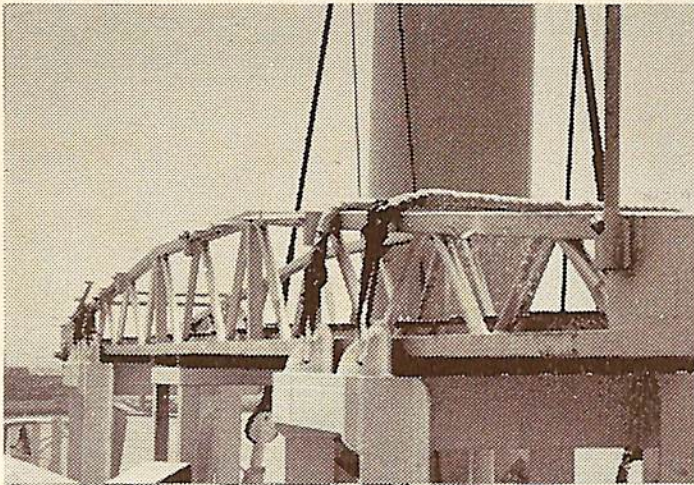
(所属部署)

(御社名)

(御住所)

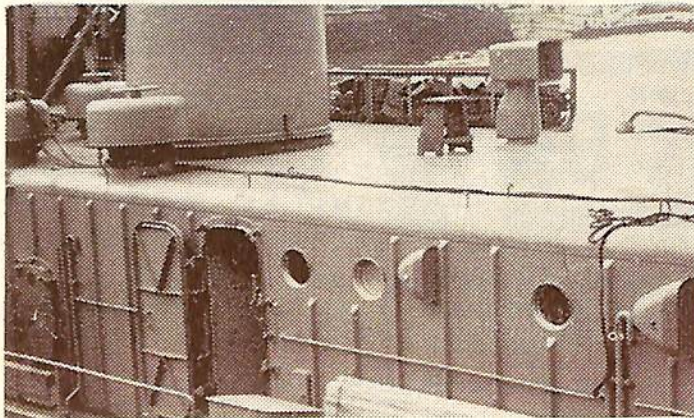
このクーポンをお取りの上、上記代理店宛お送り下さい。  
資料を差し上げます。

“Shipping # 9/61-J.”



船の  
装いを  
近代化する

# 軽量形鋼



## 用途

舷梯に・岸壁梯子に  
グレーティングに  
ハッチカバーに  
ホールド  
スパーリングに  
船室間仕切材に  
其他室内艤装に



**八幡エコンスチール株式会社**

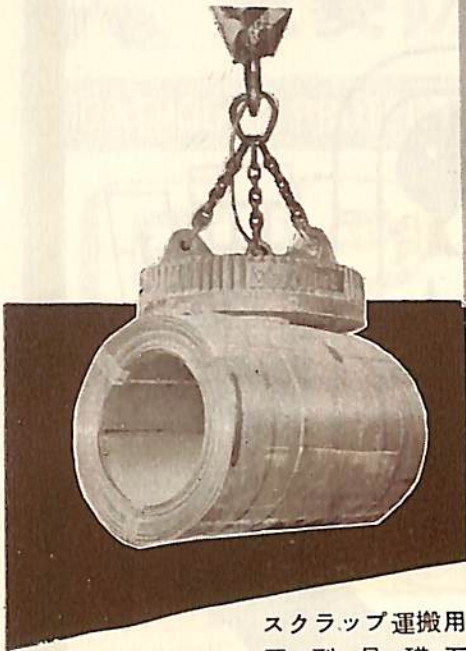
本社 東京都中央区日本橋江戸橋3丁目2  
 (第2丸善ビル) 電話代表 (201) 9 2 6 1  
 営業所 大阪・広島・名古屋・八幡・札幌  
 工場 大阪・東京



**八幡製鐵株式會社**

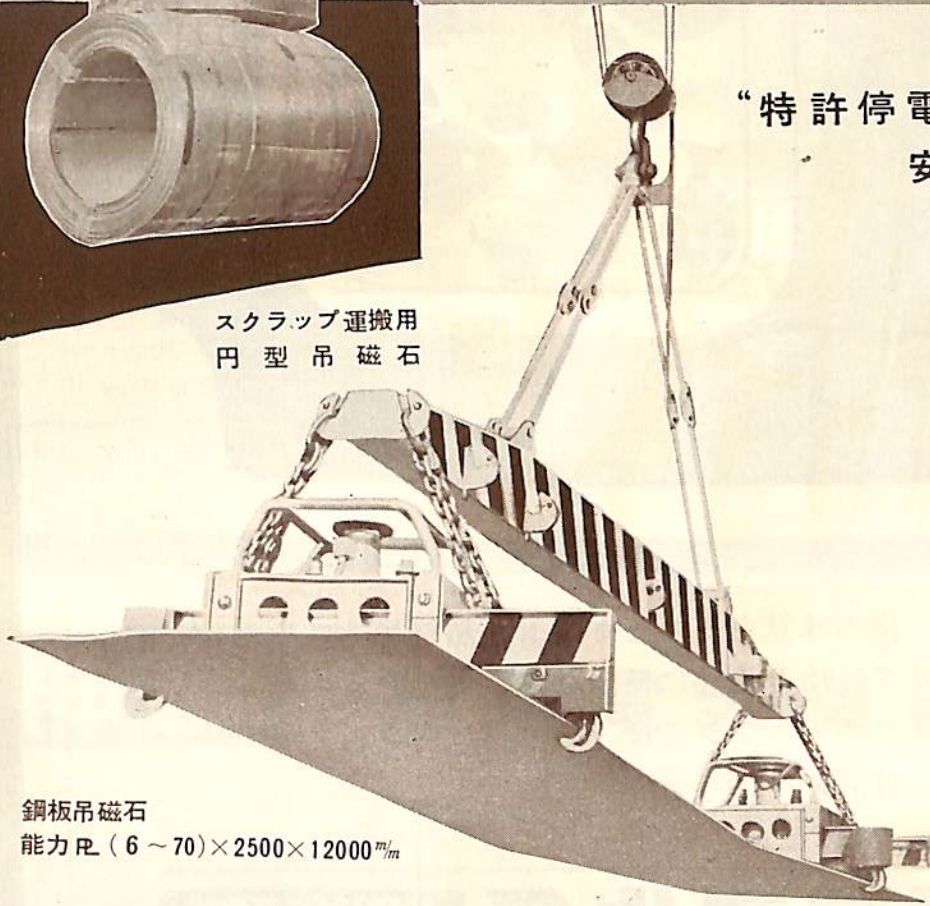
運搬荷役と作業管理には高能率を発揮する

# 各種吊磁石



スクラップ運搬用  
円型吊磁石

“特許停電時  
安全装置付”



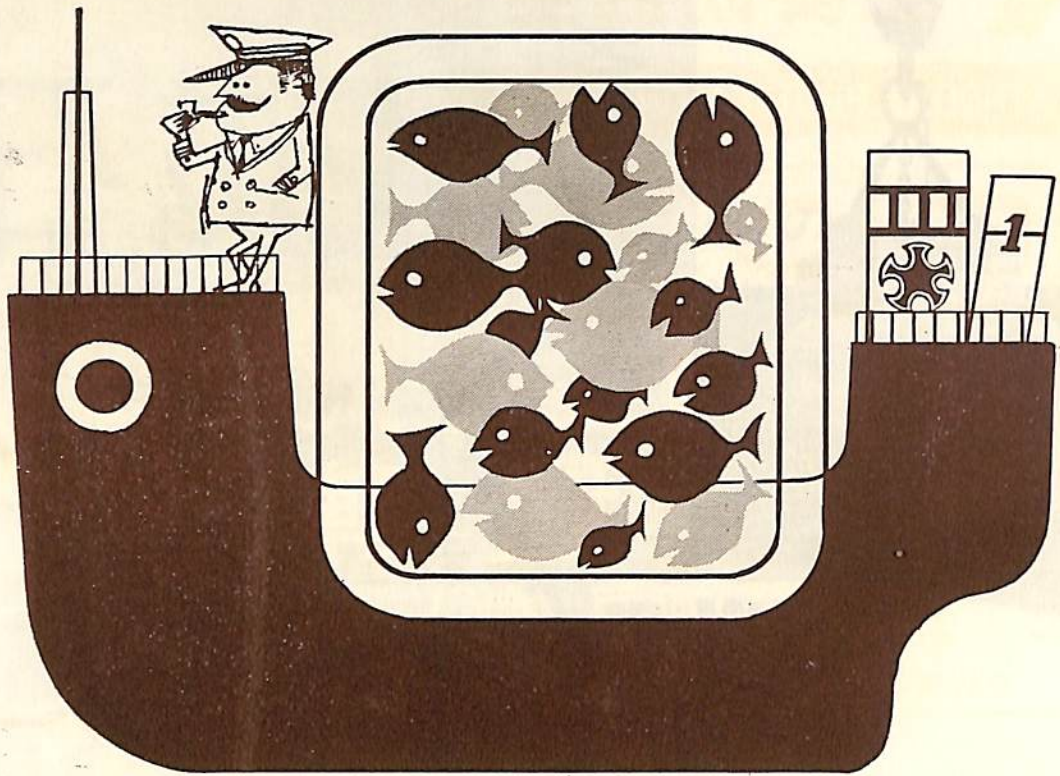
鋼板吊磁石  
能力  $\Phi(6 \sim 70) \times 2500 \times 12000^{mm}$

その他の製品種目

溶接仮付用マグチャック  
角度可変式仮付用マグチャック  
スクラップ用マグチャック  
運搬荷役機械の設計製作  
マグネットローラー式ガスプレーナー  
マグフライス（電磁固定式溶接面仕上機）  
マグボーラー（電磁式鋼鉄孔明のリーマー加工機）

## 鋼板剪断機械株式会社

東京都江戸川区新田1 - 4940 TEL (651) 0918・8073



海の味覚をそのまま運ぶ断熱材ビニコルク  
 冷凍漁船に使われているプラスチック  
 スポンジでは断熱材ビニコルクが  
 好評です

大機ゴムの断熱材

**ビニコルク VINYCORK**



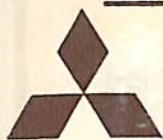
**DAIKI ENGINEERING CO., LTD.**

大機ゴム工業株式会社

本社 / 東京都千代田区内幸町2-16 TEL(501) 2101(代表)  
 テレックス加入番号 22-330  
 大阪・福岡・名古屋

**断熱 ■ 耐油 ■ 非吸水 ■ 非吸湿**





# 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, 繫留ブイ, 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

## 三菱金属鉱業株式会社

東京都千代田区大手町1丁目6番地 (大手ビル) 電話(231)2431, 3321, 4311

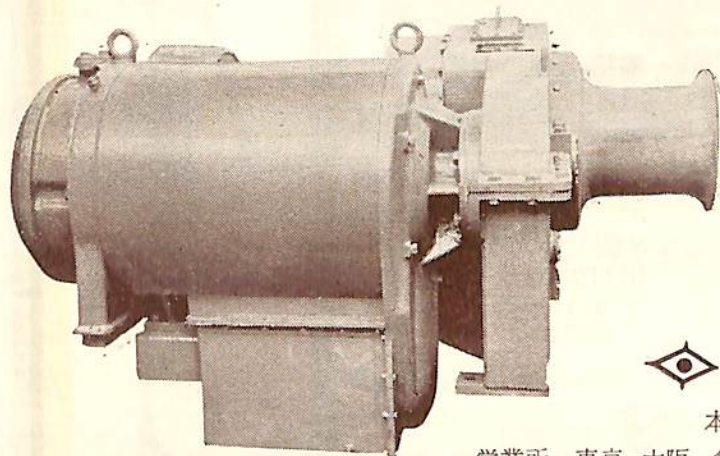
営業所 大阪, 札幌, 仙台, 新潟, 名古屋, 広島, 福岡

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

# 神鋼

# 船用電気機器



自励・他励交流発電機  
直流発電機  
交直流電動機  
交流ポールチエンジウインチ  
変圧器  
配電盤  
制御装置

## ◇ 神鋼電機株式会社

本社 東京都中央区西八丁堀1の4

営業所 東京 大阪 名古屋 神戸 小倉 広島 札幌 富山 仙台

# 船舶を守る

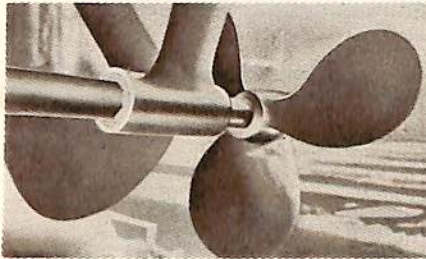
## ヨコハマゴム 製品



ハマタイト Y-300

### ■船舶用接着剤ハマタイトY-300

ハマタイトY-300は合成ゴムを主成分とした自然乾燥性万能接着剤です。接着層は耐油、耐候性、耐薬品性にすぐれ柔軟性に富み接着力が強力ですので、船舶のように震動のある部分の接着には最適です。



カットレスベアリング

### ■水中軸受カットレスベアリング

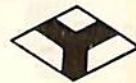
水中ゴム軸受カットレスベアリングは水中におけるゴムの特性を利用して軸面の磨滅破損を防ぐもの。船舶のプロペラ軸、舵軸に使用されて、軸受面を摩耗破損から守ります。



防舷材

### ■防舷材

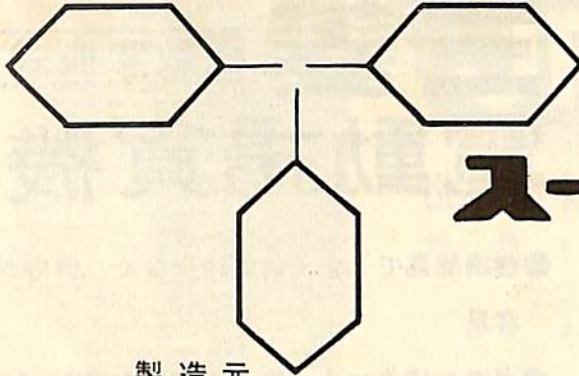
ヨコハマゴムの防舷材は船舷の衝撃を完全に吸収して船体や岸壁を保護します。防舷材には中空円筒形、中空D型、中空角型、空気式(特許番号270778)、ラミネート型(実用新案申請中)の種類があり、使用目的によってその特徴を生かすことができます。



横浜護膜製造株式会社

東京都港区芝田村町5丁目9番地  
電話(501)代表 7111・7121・7131・7141

# 接着剤



## DUNLOP

# スーパ-ボンド

製造元



### 日本タンロッソ護護株式會社

總代理店

株式會社

## 三ツ星商會

本 社 大阪市天王寺区上木町5-7 電(75)6935-9  
 出張所 東京都北区田端新町3-23 電(891)9225-9448  
 福岡市新柳町2-8 電(2)5591  
 八戸市二十八日町40 電(2)2025

# 画期的新製品

## YALE

# ヒツパラー55

ALLOY LINK CHAIN (特殊鋼) 5 屯

← 強力 / 軽便 / 堅牢 / 安全

米田エール エンド タウン 製造會社總代理店

株式會社 **ヒツパラー** 産業社

本社・東京都千代田区丸ビル896区電話 (201) 2608-9  
 工場・大阪市浪速区友物町1322 電話 (54) 0071-3

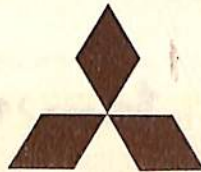
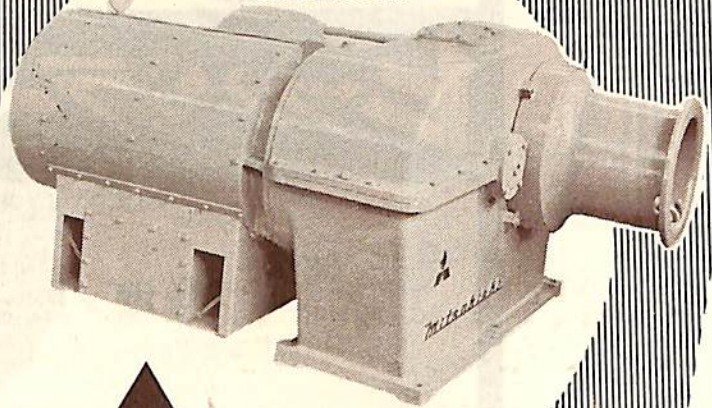


力強く働く交流甲板補機！

# 三菱 極数変換式 電動揚貨機

- 機構簡易で すえ付面積少なく 保守が容易
- 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
- 値段が安く 船価低減に役立つ

HSK形  
交流電動揚貨機



三菱電機株式会社

○ 航海の安全には…



JNA-102形 ロラン受信機

# JRC ロラン

世界最初のトランジスタロラン

- 特長**
1. トランジスタ化  
トランジスタ、ダイオード使用のため小型  
軽量、消費電力極少
  2. プラグインユニット方式  
プラグインユニット方式の画期的設計、保  
守点検が便利
  3. 測定値の読取簡単  
時間差表示がブラウン管と同一視野内の数  
字ドラムに表れ、測定値の読取簡単
  4. 電源内蔵  
装備簡単、従来の300Wに比し(40W以  
下)の極少消費電力

# JRC レーダ

小形船用最高級新鋭機

JMA-115形

**特長** 距離精度向上・映像面の拡大、鮮明・性能の  
安定・操作、保守、点検が容易

**性能** 周波数帯 9320~9430MHz

中心周波数

9375MHz(3.2cm)

尖頭送信出力 1.8kw

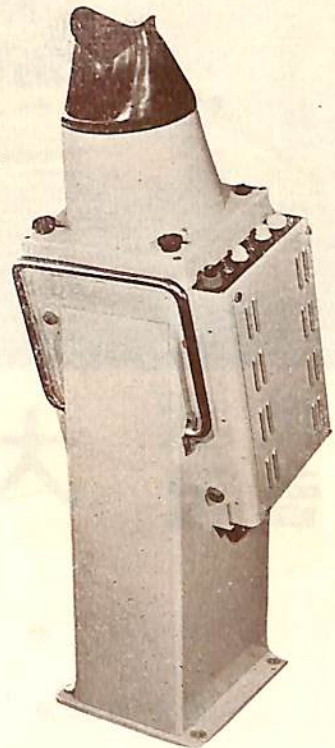
パルス巾 0.1 0.6μs

最小探知距離 30m

ブラウン管 254mm(10吋)メタルバック

距離範囲 1, 3, 8, 15, 30浬

5段切換



直立形架台に装着した指示機

JRC

日本無線株式會社

大阪支社  
福岡営業所

大阪市北区堂島中1の22  
福岡市新開町3の53 立石ビル

事業部

東京都港区芝西久保桜川町25 第5森ビル

札幌出張所

札幌市北一条西4の2 札商ビル

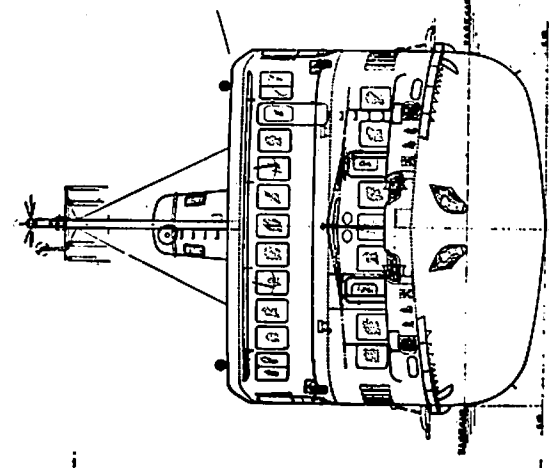
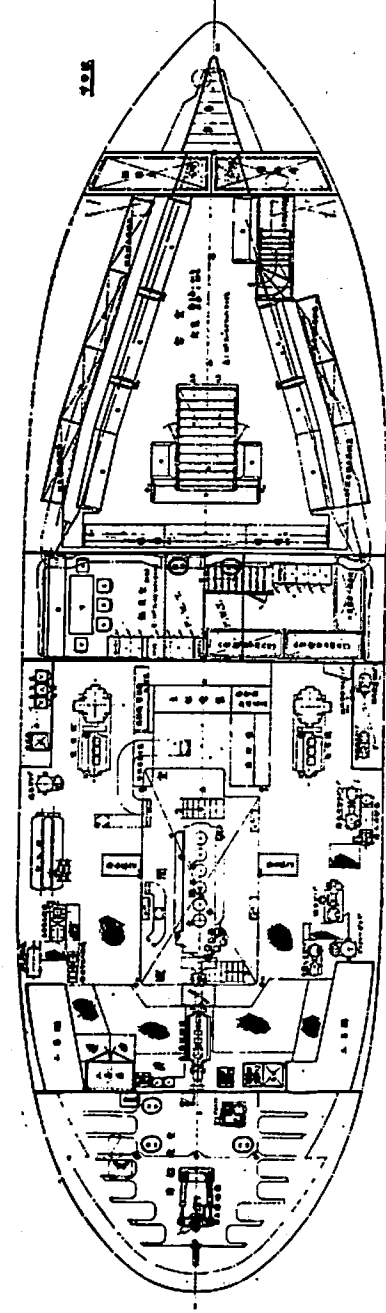
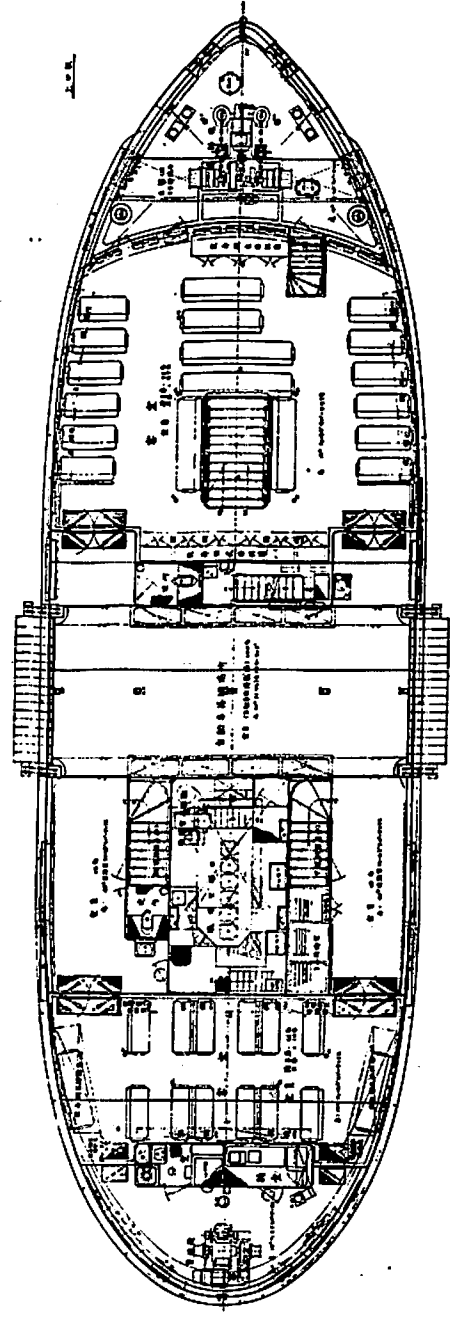
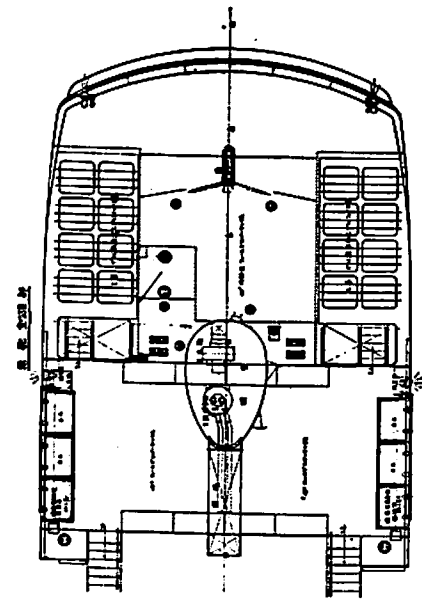
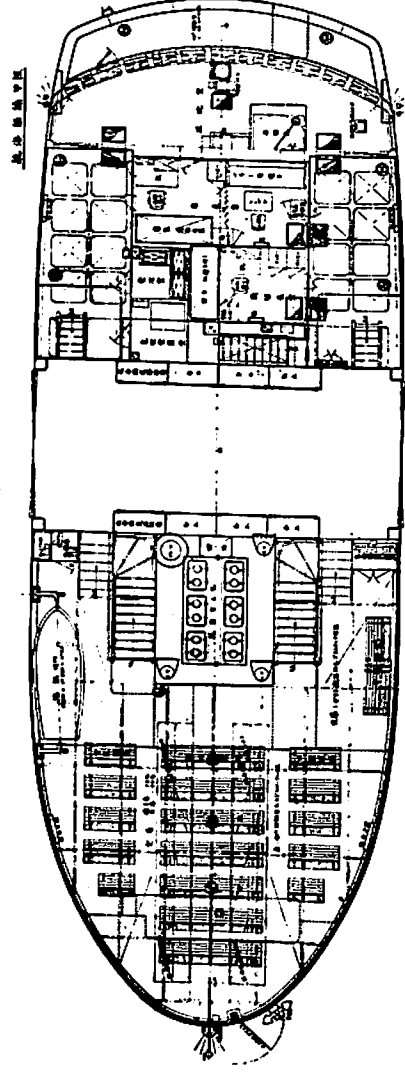
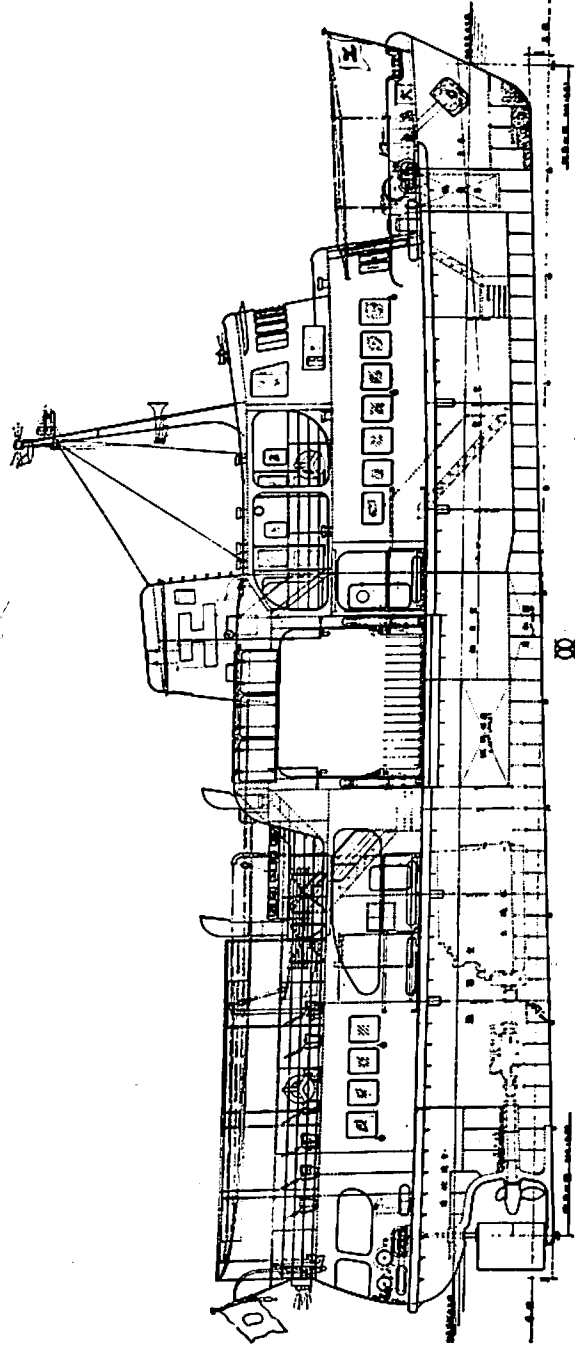


運 海 · 鋼 鐵 · 船 造



株式會社 大阪造船所

本 社 大 阪 市 港 区 南 福 崎 町 2 丁 目 1  
電 話 大 阪 代 表 (57) 0 3 6 1 · 1 9 2 1  
東 京 事 務 所 東 京 都 中 央 区 日 本 橋 本 町 1 の 1 2  
電 話 東 京 代 表 (241) 4 1 3 1 · 1 1 8 1



OSAKA SHIPBUILDING CO., LTD.  
OSAKA, JAPAN

大島丸一號配置圖

# 国鉄連絡船 大島丸について

日本国有鉄道  
船舶局 船務課



大 島 丸

## 1. ま え が き

大島丸は株式会社大阪造船所において昭和36年1月18日に起工し、同年4月7日進水、6月2日に竣功した国鉄大島航路（山陽線大島—小松港間）の連絡船である。

本船は旅客450名と5t積トラック1両とを同時に輸送する自動車渡船で、可変ピッチプロペラ装備のディーゼル船である。本船は昭和36年3月新三菱重工神戸造船所で完成した宇高連絡船讃岐丸と同様に、小規模ながら機関の遠隔操縦ならびに自動制御装置を採用し、設備の近代化を図っている。

## 2. 主要要目など

|             |                    |
|-------------|--------------------|
| 全 長         | 33.40 m            |
| 長（垂線間）      | 30.80              |
| 巾（型）        | 9.30               |
| 深（型）        | 2.90               |
| 計画満載吃水      | 2.00               |
| 総 吨 数       | 257.99 トン          |
| 旅 客 数       |                    |
| 航海甲板        | 164 名              |
| 上 甲 板       | 203 名              |
| 自動車搭載区画     | 100 名              |
| 上甲板下        | 83 名               |
| 合 計         | 550 名              |
| 自動車を搭載しない場合 | 450 名              |
| 自動車を搭載した場合  | 5t 積トラック 1 両       |
| 自動車搭載数      | 9 名                |
| 乗 組 員       | 第4級船               |
| 資 格         | 平水区域               |
| 航行区域        | 新潟 M6F26BR 1 基     |
| 主 機 械       | 350 PS×380 r.p.m.  |
| 定格出力        | 川崎重工可変ピッチ・プロペラ 1 個 |
| 推 進 器       | 11.135 節           |
| 最大速力        |                    |

## 3. 一般配置など

本船は自動車の積卸しを船側中央部で行うため、腹部

に大きな開口をもつた特異な形状をしているが、船体各部に極力丸味をもたせて全体の外観が優美になるように図つた。

上甲板下部は四つの隔壁によつて仕切られ、前部から船首倉庫、錨鎖庫、下部旅客室、船員室、機関室、操舵機室となつており、上甲板には船首繫船機器類、前部旅客室、便所、自動車搭載場所、手小荷物室、便所、洗面所、後部旅客室、浴室、厨房、船尾繫船機器類があり、更に航海甲板には自動車搭載区域の前部が操舵室、船長室、機関長室、蓄電池室、充放電盤室で、後部は塗料庫および曝露部旅客椅子席となつている。

## 4. 舵および操舵装置

大島航路は潮流が早く（毎時6~7ノット）、しかも本船は1日に34航海も運航するので、操船を容易にするため、操舵機には電動油圧式を採用している。舵は流線形の反動舵とし、有効舵面積比（ $A/L \times d$ ）は1/29.9となつている。操舵方式は電気式とし、ポンプ・ユニットの電磁弁を作動させて油路の切替を行つている。

電動油圧ポンプ VICKERS 型 (V-104-C)  
電 動 機 A.C. 220 V, 2 P.S. 1200 r.p.m.

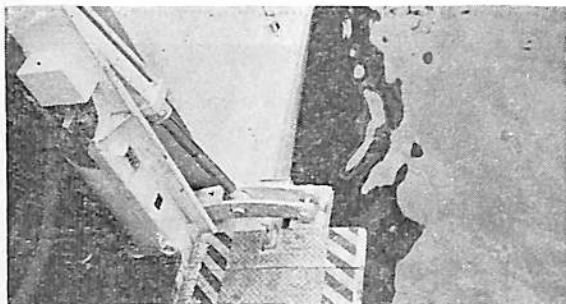
## 5. 自動車搭載設備

本船は5t積トラック1両（自重共10t）を横積みする計画で、自動車搭載用のエプロンと船体傾斜止め装置とを中央部両舷に備えている。

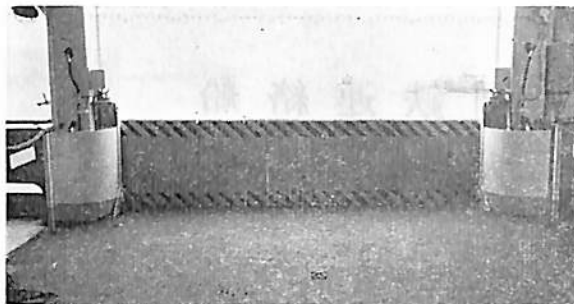
エプロンは長さ1,000%、巾3,800%の鋼製で、格納の際ブルワーク兼用としている。棧橋に対する本船のトリムを考慮してエプロンに flexibility をもたせるため、巾215%、長1,000%の短冊型のものを17枚組合せた構造とし、各接合部には緩衝ゴムを挿入している。

傾斜止め装置は自動車搭載用舷門の両側より油圧シリンダー付きの2本のアームを突出させ、トラック積卸の





自動車搭載装置（主油圧シリンダ、アーム  
およびエプロン繰出し状態）



自動車搭載装置（格納状態）

際に生ずる本船と棧橋（ポンツーン）とのレベル差によつてトラックの腹部または後端に損傷を与えないよう、ポンツーンを押え付ける構造のものとしている。なおこのアームを振り出し、または格納することによつて、同時にエプロンを開閉することが出来る。

これらの作動はすべて電動油圧式となつている。主油圧シリンダに油を送つてアームを振り出すとエプロンが開かれて、エプロンが水平をすぎると警報用のブザーは鳴り止み、更にアームはエプロンを離れてポンツーンを押え付け、自動車搭載準備が完了したことになる。この装置の運転状態は、アーム付きの主油圧シリンダの油圧回路が、オイル・ダンパーとして作動するようになつている。

エプロンに荷重がかかり、本船が傾斜してエプロンが水平をすぎると、水平検出用スイッチにより電磁弁が作動し、オイル・ダンパー回路は切換えられて、油圧回路が閉じられる。この油圧回路には高圧警報用の圧力スイッチ（63 kg/cm<sup>2</sup> に set）と調圧弁（70 kg/cm<sup>2</sup> に set）が取付けられている。エプロンの荷重が除かれると油圧回路は再び運転状態となる。このアームの格納動作によりエプロンが同時に格納され、ロック・シリンダが働いてエプロンをロックし、自動停止する。

これらの作動は舷門に設けられた操作パネルの押ボタンによりすべて自動的に行われる。

#### 油圧ポンプ要目

|            |                       |
|------------|-----------------------|
| ポンプ吐出量（計算） | 25.4 l/min.           |
| 〃 回転数      | 1,800 r. p. m.        |
| 最大使用圧力     | 50 kg/cm <sup>2</sup> |
| 油 量        | 約 120 l               |
| 電 動 機      | A. C. 220 V 2.2 kW    |

### 6. 旅客設備

客室は防火や重量軽減および保守手入れの経済性等を考慮して、天井、壁の内張材としてポリエステル樹脂仕

上げの硬質繊維板を、床は木甲板を全面的に取り止めてラテックス系のコンポジション上にビニールアスファルト系のタイルを張り詰めている。上記天井内張材は白色とし、直径 5 % の穴を 15 % 間隔に一面にあけている。また壁はベージュ色とし、アルミ・ジョイナーを使用している。

#### (i) 下部旅客室

床は一部取外し式とし、床の押え板に SUS 27 のプレートを用いている。腰掛はブルー色の化繊モケット張りネット・スプリング・シートで、周壁に沿つて配置されている。前部右舷側に非常用階段があり、上甲板曝露部に通じている。

#### (ii) 上甲板旅客室

上甲板旅客室は前部と後部とに分れ、前部旅客室は上記ブルー色のネット・スプリング・シートが中央および両舷に前向きに配置され、後部旅客室は同様の 3 人掛けシートが対向式に配列されている。窓は縦 750×横 680 の大型フレームレス角窓で 6 % の強化磨き硝子を使用しており、上部にシュリーレン型バルンサーを備え、手軽に上げ下げし随所に止めることが出来る。各窓にはカーテンを取付け、ステンレス製の荷物棚が窓の上部その他に設備されている。出入口扉はステンレス・サッシュの強化硝子入りフロア・ヒンジ・ドアとなつている。



上甲板旅客室

### (iii) 航海甲板旅客区域

機関室開口の両舷に航海甲板に至る旅客用曲り階段が配置されている。航海甲板の床はラテックス系のコンポジションを用い、灰色のビニール・パイプ捲き塩地材を散打とした甲板椅子を76名配置し、オーニングには難燃性の硝子繊維強化ポリエステル樹脂波板（クリーム色）を採用している。

## 7. 船員室設備

船長室、機関長室および普通船員室の壁および床は客室と同一材を使用している。家具類は机上棚等を除きすべて鋼製とした。

## 8. 便所、厨房、浴室設備

本船は日用水がすべて pressure system により供給されているので、上層甲板上にサニタリータンクをもたない。

便所は船首尾に2カ所あつて、白色陶器製両用便器（トラップ付）で、足踏式ダイヤフラム・バルブおよび自動サイホン付ハイ・タンクにより海水を供給している。手洗器は足踏式フラッシュ・バルブで清水を供給している。

厨房にはステンレス製調理台とホット・プレート（2 kW 3段切替）および電気冷蔵庫（120 l）を各1台備えている。

浴室には浴槽および洗面器用として、それぞれ11 kW および3.7 kW のシーズ・ワイヤ・ヒータ温水器を設備している。

## 9. 通風および暖房設備

通風装置としては上甲板の階室は自然通風とし、下部客室および普通船員室は自然通風と排気専用の機械通風を併用している。

暖房はすべて電気放熱器で行い、旅客室は椅子の下に配置されている。電気放熱器はシーズ・ワイヤ・ヒーターで客室には220 V 600 W のもの26台、船員室には11台設備されている。

## 10. 照明設備

照明は全面的に蛍光灯（ラビッド・スタート型）を採用している。客用舷門、自動車搭載舷門および羅針儀甲板にはフラッド・タイプおよびスポット・タイプの特殊投光器を備えている。非常灯は常用系統として使用し、常用電源が切れたとき自動的に非常電源に切り換えられるようになっていいる。

## 11. 繫船設備

本船の繫船設備は無注油方式をたてまえとし、揚錨機

および船尾ウインチの各軸受は密閉型ボール・ベアリングを用い、フェヤリーダーのローラーにはブッシュとして焼結合金を使用している。

|        |                     |    |
|--------|---------------------|----|
| 揚錨機    | 交流電動速度変換式           | 1台 |
| 力 量    | ジブシー・ホイールにて         |    |
|        | 2.3 t × 11.4 m/min. |    |
|        | ワーピング・エンドにて         |    |
|        | 1.45 t × 18 m/min.  |    |
| 電動機    | 捲線型ボール・チェンジ方式       |    |
|        | 7.5 P.S.            | 1台 |
| 船尾ウインチ | 交流速度変換式             | 1台 |
| 力 量    | 1 t × 17 m/min.     |    |
| 電動機    | 捲線型ボール・チェンジ方式       |    |
|        | 5 P.S.              | 1台 |

なお船尾ウインチはワイヤ・ドラムを内蔵し、ワイヤおきにより30 mのワイヤを2層に巻き込んでいる。

## 12. 航海計器その他

本船に設備されている主な計器は次のとおりである。

|                    |    |
|--------------------|----|
| 液体式磁気コンパス (6½")    | 1台 |
| 風向風速計              | 1式 |
| 舵角指示器 (操縦スタンドに組込み) | 1組 |
| 主軸回転計              | 1組 |
| 翼角指示器              | 1組 |
| ワイパー (空気式)         | 2個 |

本船のテレグラフはサインランプ式となつており、操舵室前面パネルに stop (赤), stand by (黄), drive (青) のプッシュ・ボタンがあり、機関室内コントロール・センターの主機ハンドルと連動となつている。

この他操舵室に船内放送用として無歪出力25 Wの放送装置があり、5 W型レフレックス・ホーン・スピーカーを機関室(1)、自動車搭載場所(2)、暴露部旅客区域(2)に設け、6.5吋型スピーカーは旅客室に19個、船員室に2個設けて場所に無関係に平均した音量で放送を楽しめるようにした。

## 13. 機関の概要

機関は、早い潮流に対し迅速な操縦性と安定性を有し、頻繁な発停に十分耐えることが要求されるので、可変ピッチプロペラを装備し、主機は常に一定方向定回転で運転し、プロペラの変節操作は操舵室より遠隔制御する。

主機、補機、諸装置は機関室内に設けられたコントロールセンタで操作および監視を行い、必要に応じ自動制御し、あるいは使用目的により局所操作を行う。また必要な箇所はすべて自己給油、無給油、密封形および自己

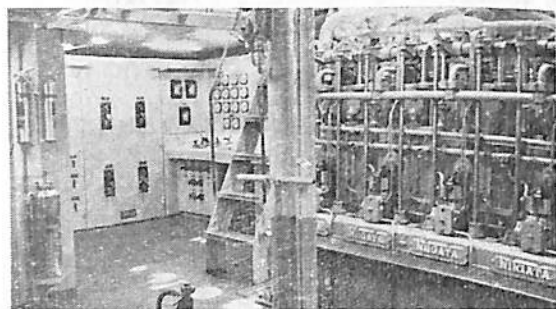
吸入式などとし、取扱いを簡便にしてある。

発電装置は交流発電機（ディーゼル機関駆動）2台により、動力、照明、通信、暖房などの各装置に二重母線により給電し、監視はコントロールセンタで行う。

補助機械のうち、空気圧縮機、清水装置、サニタリ装置、燃料移送などは自動発停とし監視を軽減するようにしてある。

#### 14. 主 機 械

新潟4サイクル6気筒単動無気噴油船用ディーゼル機関1台を装備し、機械の冷却は清水冷却方式で、排気管内の圧力脈動を利用して掃気効率を上げ、馬力の増大を行っている排気慣性方式で、クランクは鍛圧プレスにより、全体を通じて連続したグレンフローを得られるようにしたRR鍛造法により作られている。



主機およびコントロールセンタ

潤滑は主要部の強圧注油と動弁装置その他は起動空気による自動注油を採用している。

起動管制は空気によるものとコントロールセンタの操縦ハンドルに連動され電氣的にガバナモータを作動させるものを有している。

主機械の起動、停止は圧縮空気によりコントロールセンタより遠隔操作を行いエンジンテレグラフと連動されている。

警報装置は潤滑油圧力低下、冷却水温度上昇を有しコントロールセンタに導かれている。

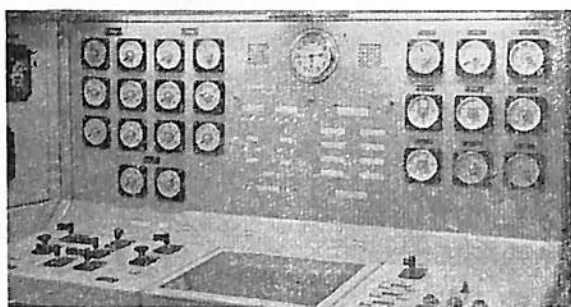
|        |             |
|--------|-------------|
| 型 式    | M 6 F 26 BR |
| シリンダ直径 | 260 mm      |
| ピストン行程 | 400 mm      |
| 連続最大出力 | 350 P. S    |
| 回 転 数  | 380 r. p. m |

潤滑油ポンプ、清水冷却水ポンプ、ビルジポンプは主機駆動のプランジャー式を持つている。

#### 15. 軸系およびプロペラ

川崎エッシャウイス式可変ピッチプロペラを装備し、操

舵室の主副操縦スタンドにより、リンクおよび傘形歯車装置により変節油ポンプ（ヘルジョー式ボールポンプ）を作動させ、油圧によりプロペラピッチを遠隔制御し、プロペラ動作の確認装置として翼角指示装置（セルシン）をコントロールセンタおよび操舵室に設けて監視する。非常用として応急操縦装置を機関室に設け、操舵室からスピーカーにより連絡する。変節油ポンプは変節制御管頂部外側に取付けられ、主軸チェーン駆動の常用ポンプとモータ駆動の子備ポンプを備え、非常の際に切替使用する。操縦ロッドは客室天井内張内を通るので軸受は無注油式（ルブライト）および密封ボールベヤリングを使用している。



推進機関運転盤

操舵室よりの遠隔操縦による迅速な操縦性と、主機安定性、運航速力に適した回転数と、もつともよいプロペラ効率になるピッチを選択出来る等の利点がある。

スタンチューブ内のプロペラ軸の防蝕はゴム巻を施行し支面材には合成樹脂系水中軸受材を使用した。

|        |                        |
|--------|------------------------|
| プロペラ軸  | 径 160 mm 長 2,710 mm 1本 |
| プロペラ   | 形式 川崎エッシャウイス式可変ピッチプロペラ |
| 翼数     | 3                      |
| 直径     | 1,600 mm               |
| 翼角変更範囲 | 前進 +34°<br>後進 -16°     |
| 材質     | 高力黄銅鋳物                 |

#### 16. 電 源 装 置

発電機は独立ディーゼル機関駆動の25 KVA 自励式交流発電機2台で二重母線方式により電灯、電動補機と電熱暖房の負荷をコントロールセンタで適当に選択分担給電する。警報および機関保護装置は、潤滑油圧力低下、冷却水温度上昇、過速度危急停止などで、機関付冷却ポンプによる清水循環とし冷却は主機用清水冷却器を共用する。

原動機 4サイクル単動無気噴油定速トランクピ

ストン形ディーゼル機関

形式 久保田 3LG

シリンダ数 3

シリンダ径 140 mm

ピストン行程 200 mm

連続最大出力 38 P.S

回転数 720 r. p. m.

発電機 船用防滴自己通風横形自励式三相交流同期発電機

出力 25 KVA

電圧 225 V

周波数 60 サイクル

絶縁 B 種

非常電源としては航海甲板上の電池室に蓄電池を設け浮動充電を行い、非常予備灯、発電機補助励磁などに給

電する。

蓄電池 ユアサ QTBC 56 H (アルカリ電池) 56 AH

電圧 108 V

アルカリ電池は、苛酷な取扱いに耐える、寿命が長い、保守に手がかからないなどの利点があるので使用した。

変圧器は船内照明、扇風機、信号などに 100 V の電力を供給する。

変圧器 船用防滴自冷形乾式 H 種絶縁 3 台

### 17. コントロールセンタ

形式は船用防滴ベンチ・ボード形およびデッド・フロント形で、推進機関運転盤、管制器集合盤、配電盤、鋼製事務机その他の機器より出来ている。ここで行う操作および監視は次表のとおりである。

コントロールセンタで行う操作および監視一覽表

| 機 器             | 運 転 操 作   | 監 視   |   | 備 考                       |
|-----------------|---|---|---|---------------------------|
|                 |   | ランプおよび警報による表示   | 計器による表示                                       |                           |
| 主 機 械           | 起動、停止<br>カバナー調整                                       | 運 転<br>L.O. 圧力低下<br>冷却水温度上昇<br>L.O. 溜油面低下<br>F.O. 常用タンク | 起動空気圧力<br>主機回転数<br>L.O. 圧力および温度<br>冷却水圧力および温度 | 起動、停止はサイン・ランプ式テレグラフと連動    |
| 推 進 器           |   | 変節油タンク油面低下  | L.O. 圧力<br>プロペラピッチ                            |                           |
| 推付ボ<br>進機<br>関属 | 予備潤滑油ポンプ<br>海水冷却水ポンプ<br>予備変節油ポンプ                      | 起 動、停 止   | 運 転<br>過 負 荷                                  |                           |
| 操 舵 機           |   | 運 転<br>過 負 荷<br>低 電 圧                                   |   |                           |
| 発 電 機<br>(原 機)  |   | L.O. 圧力低下<br>冷却水温度上昇<br>電源電圧低下                          |   |                           |
| 発 電 機           | 発電機と母線の<br>組合せ選択および陸電との切換<br>電圧、周波数の<br>調整<br>各負荷への送電 | 発電機運転<br>ACB投入<br>ACBトリップ<br>陸電相順                       | 電 圧<br>電 流<br>周 波<br>電 力<br>積 算 電 力           | ACBの開閉は互に<br>インターロックされている |
| 空 気 圧 縮 機       | 電源開閉<br>自動、手動切換<br>手動発停                               | 稼動状態<br>過負荷および高圧<br>停 止                                 | 電 流   | 圧力リレーにより自<br>動発停          |
| 予備潤滑油ポンプ        | 電源開閉  |   | 〃   |                           |
| 海水冷却水ポンプ        | 〃   |   | 〃   |                           |

|          |                          |               |   |                                    |
|----------|--------------------------|---------------|---|------------------------------------|
| 予備変節油ポンプ | 〃                        |               | 〃 |                                    |
| 燃料油移送ポンプ | 電源開閉<br>自動, 手動切換<br>手動発停 | 稼動状態<br>過負荷停止 |   | F. O. 常用タンクフ<br>ロートスイッチによ<br>り自動発停 |
| 清水ポンプ    | 手動発停                     | 稼動状態          |   | 圧力リレーにより自<br>動発停                   |
| サニタリポンプ  | 〃                        | 〃             |   | 〃                                  |
| 雑用ポンプ    | 電源開閉<br>起動, 停止           | 運 転           |   |                                    |
| 機関室通風機   | 起動, 停止                   | 〃             |   |                                    |

### 18. 補助機械

機関室には必要な補助機械を装備している。これらの配置は床面積が出来るだけ大きくとれるように考慮した。

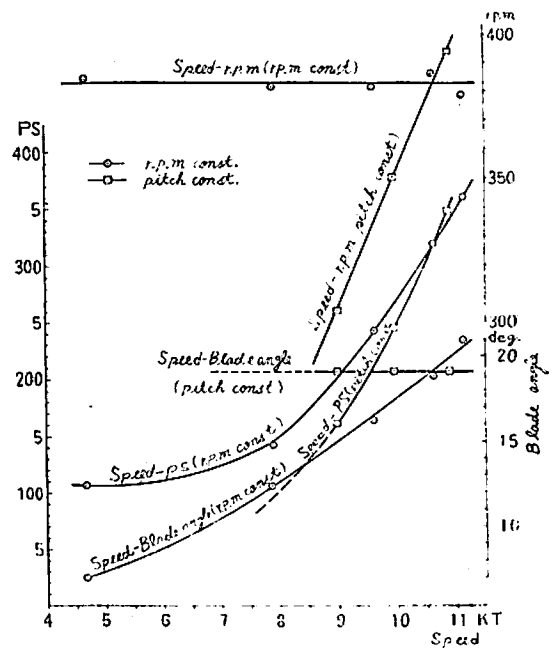
|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 空気圧縮機    | 電動, 自動発停式  | 1 台 |
|          | 15 m <sup>3</sup> /h 25 kg/cm <sup>2</sup>           |     |
| 補助空気圧縮機  | 石油機関駆動   | 1 台 |
|          | 5 m <sup>3</sup> /h 25 kg/cm <sup>2</sup>            |     |
| 空気槽      | 溶接円筒形  | 2 個 |
|          | 300 l 25 kg/cm <sup>2</sup>                          |     |
| 潤滑油ポンプ   | 主機駆動   | 1 台 |
| 予備潤滑油ポンプ | 電動ねじポンプ  | 1 台 |
|          | 4 m <sup>3</sup> /h 35 m                             |     |
| 潤滑油冷却器   | 主機付表面冷却式   | 1 台 |
| 燃料油移送ポンプ | 電動ねじポンプ  | 1 台 |
|          | 2 m <sup>3</sup> /h 30 m                             |     |
| 清水冷却水ポンプ | 主機駆動   | 1 台 |
| 海水冷却水ポンプ | 電動横形遠心式  | 1 台 |
|          | 30 m <sup>3</sup> /h 15 m                            |     |
| 清水冷却器    | 横形表面冷却式  | 1 台 |
| 清水ポンプ    | 電動横形遠心式 (自吸式<br>井戸ポンプ)                               | 1 台 |
|          | 2 m <sup>3</sup> /h 18 m                             |     |
| サニタリポンプ  | 清水ポンプと同じ   | 1 台 |
| 雑用ポンプ    | 電動横形遠心式  | 1 台 |
|          | 30 m <sup>3</sup> /h 20 m, 15 m <sup>3</sup> /h 30 m |     |
| ビルジポンプ   | 主機駆動   | 1 台 |
| 操舵機      | 電動油圧式  | 1 台 |
| 揚錨機      | 交流電動速度変換式  | 1 台 |
|          | ジブシーホイール 2.3t 11.4 m                                 |     |
|          | ワーピングエンド 1.45t 18 m                                  |     |
| 船尾ウインチ   | 交流電動速度変換式  | 1 台 |

1 t 17 m

|           |                                   |     |
|-----------|-----------------------------------|-----|
| エヤホーン     | 自動吹鳴装置付                           | 1 組 |
| 機関室通風機    | 電動多翼式                             | 1 台 |
|           | 35 m <sup>3</sup> /min 風圧 40 mmAq |     |
| 客室・船員室通風機 | 機関室通風機に同じ                         | 1 台 |

### 19. 海上公試運転

海上公試運転を昭和36年5月20日および22日の2日間施行し、旋回試験、操縦試験、後進試験、惰力試験、投揚錨試験、速力試験を行った。速力試験はピッチ一定および回転数一定で行ったが、その成績は別図のとおりである。



大島丸公試運転性能曲線

## 船舶用接着剤・シール材等について

小林 韓 治  
運輸技術研究所船舶機装部  
電装研究室長

### 1. は し が き

第2次大戦をモメントとして、高分子化学工業の飛躍的進歩により接着剤の分野にも目覚ましい発展が見られるに到つた。

航空機の翼や居住区画の各部材、軽量な小型舟艇等に利用されているのは周知の通りである。金属同志の結合には熔接、ロー付け等の手段を採用する代りに、高温を必要としない結合手段として接着剤が採用されるが、これはまた独自の妙味を発揮する。

今2つの被着部材  $S_1$   $S_2$  があつて(両者同一でも異種でも差支へない) それ等の結合に  $A$  なる物質(最初から液状または処理過程の途中液状になることもある)が  $S_1$   $S_2$  の中間にあつて、適当な処理の後  $A$  を介して  $S_1-A-S_2$  が一体となつた時  $A$  を接着剤という。もし  $S_1-A$  で  $S_2$  を欠くときは塗料となる。 $A$  が固体にならず永久液体または半固体の状態を保持するときは  $A$  は粘着剤と呼ばれる。

接着剤の名称に対して今日でも膠着剤と呼ぶ習慣が残っているが、これは膠の歴史的意義を表現するもので、接着剤として代表的な存在であつたことを意味しているものである。

今接着剤として具備すべき項目を述べる。

1. 施工に際して十分接着面を湿すこと。
2. 室温または  $100^{\circ}\text{C}$  前後で硬化し複雑な補助装置を可及的に使用せぬこと。
3. 接着硬化中、瓦斯の発生または溶媒等を分離しないこと。気泡等の発生は好ましくない。
4. 接着完成品に対して信頼度の高い、均一性のある機械的強度の結果が得られること。
5. 耐熱、耐水、耐菌、耐薬品性、耐老化性の諸条件を満足させること。
6. 施工所要時間が可及的に短いことが望まれる。

## 船 舶 用 接 着 剤 に つ い て

最近船舶の構造物および内装関係に接着剤が応用されつつあり、この傾向は日進月歩のプラスチックの進歩とともに、特に強化プラスチック (FRP) 製のポー

### 2. 施工上の注意

(1) 接着される被着材の種類によつて適当な接着剤を選定しなくてはならない。換言すれば接着剤の特性を十分理解することが必要である。

たとえばポリエステル系樹脂は銅または銅系合金に対しては悪い結果を与えるからエポキシ系樹脂接着剤を使用すること等がこの例である。

(2) 施工に当り被着材の表面をそれぞれ仕様書にしたがつて忠実に処理すること。接着剤を使用した場合の失敗は大半はこの表面処理の不十分といつてもよい。予期した機械的強度を得るためには絶対必要条件である。

(3) 接着剤は1液系ものならば問題にならないが2液系(樹脂と硬化剤または硬化促進剤)等の場合には使用直前に混合するのが原則であるが、両者の混合には十分注意しなければならない。

外観上均一に混合されたようでも筆者の経験によると予想外に時間を要するものである。着色中性の染料微粉末を混入して均一に混合するまでの所要時間を大体見当つけることも案外有効である。製品によつては硬化剤に着色したものもある。例外もあるが2液系の接着剤は仕様書に定められた通り正確に秤量して混合する必要がある。

### 3. む す び

別の標題でそれぞれ専門家により各種接着剤またはそれに関連のある項目について詳述されるから読者諸氏はそれ等について学ばれんことを望む。ただし、昨年頃から日本に輸入されて既に使用されている特異な接着剤すなわちイーストマンコダック社の“910”接着剤についてはこれと同等品が住友化学で完成、シアノボンドの商品名で発売されるはずである。詳細については直接同社について了承されたい。インスタント時代の接着剤の代表ともいうべきもので、高価なのが欠点であるが、目的によつてはまた非常に便利である。

中 島 常 雄  
株式会社小西機助商店  
ボンド工場

ト、ヨット、その他の部品等の新材料の登場により一層拍車をかけられているのが現状である。

接着剤が船舶に徐々に応用され始めたとはいえ、接着

## ☆ 最近の船用接着剤——

現場の作業環境例えば狭い場所、暗い採光と換気不良、騒音と震動、火気厳禁区域または食料品倉庫等では毒性や臭気等が隘路となり、これらの悪条件が接着剤の船舶への応用を遅らせた理由であろう。

接着剤は、硬化使用後にさらされる条件例えば、極端な温度（普通は  $-30^{\circ}\sim+80^{\circ}\text{C}$ ）に対する抵抗性、耐水性、耐熱性、耐寒性、耐震性、防蝕性、毒性、引火性、臭気、作業性（前処理、塗布量、調合、塗布法）、価格等の種々の要因により適当したものを撰択する。

今、接着剤接合を他の金属接合法例えば、リベット締め、溶接、ハンダ付等と比較し、その長短をあげて見る。まず長所としては次の諸点があげられる：すなわち、

- 1) ろう付、溶接に比して低温常温で ( $200^{\circ}\text{C}$ ) 接着が可能であり、材質の変形や歪みの恐れが殆んどない。
  - 2) 接着面が外部から容易にとどかない複雑な形状のものも接着できる。
  - 3) 震動、音響、衝撃等を吸収する。
  - 4) 異種金属の接着が可能である。勿論金属と非金属（ゴム、プラスチック等）の接着もできる。
  - 5) 材料に穴をあけなくてすむ。従つて生産原価の低減、集中応力の均一分布が得られる。
  - 6) 間隙を充填できる。従つて水密、油密、気密性が保たれる。
  - 7) 構造上の利点としては、
    - i) 均一な応力分布が得られ、使用寿命が延長される。
    - ii) 重量が節減できる。（リベットやスポット溶接に比し2~3割の重量ですむ）
    - iii) 平滑な表面と外観が得られる。
  - 8) 異種金属の接合による腐蝕性がない。
- 以上の長所に対して次の如き短所がある。

- 1) 接着技術に多少の熟練を要する。
- 2) 接着用設備が必要なこともあり、特に大型構造物の場合には不可欠である。具体的には加熱炉（室）または各種（圧縮）治具等である。

3) 信頼性に欠ける場合がある。そこで接着剤の良否、接着条件、接着方法の再現性に充分な注意が必要である。また接着強度の変動は、接着手順を作成して接着工程のチェックを行う。

4) 接着剤には寿命がある。合成接着剤は主に有機化合物を主成分とするので、金属の如く無機化合物とは異なり、温度、湿度、酸化その他の外的条件により多少と

も劣化するため、必ず酸化防止剤を添加して、接着剤の老化を防止してある。

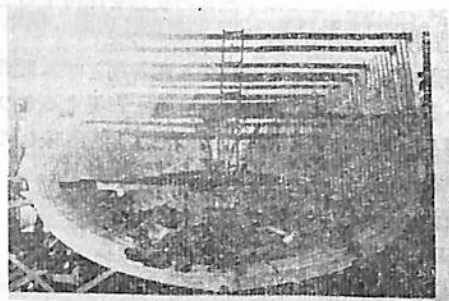
5) 接着剤の接合部の設計は、できるだけせん断荷重がかからぬように設計しなければならない。接着剤接合は、剝離、曲げやはぎわれ荷重には極めて弱少なので、これらの荷重が不可避の場合は、リベットや重ね合せ等で強化しなければならない。

以上の如き接着剤の長短所を考慮しながら、次に船舶用接着剤を一応構造用と内装用の二つに大別して、代表的な被着材に対する接着剤とその応用例の二三について立入つて見よう。

### 1. 構造用接着剤

#### 1.1 木造船

従来構造用積層材の接着特に龍骨には、カゼイン、尿素、メラミン系接着剤が用いられてきたが、カゼインの4~6倍の価格にもかかわらず、耐湿性、耐熱性、耐薬品性、耐菌性等の優秀性のために、レゾルシノールまたはフェノール-レゾルシノール系接着剤が用いられる。



第 1 図

一例として、第1図の如く、カシの木造船龍骨が連続的にレゾルシノール-フェノール系接着剤により積層接着される。米国では350億ボードフィートの全木材生産量の中、1.5~2億ボードフィート（約4~6%）はこのような積層用に向けられるという。

#### 1.2 強化プラスチック製ボート

強化プラスチック（FRP）は、重さに比して強度の大なること、耐薬品性で、金属に見られるサビや腐蝕のないこと、低圧成形のできること、衝撃吸収エネルギーの大なること等の優秀性によつて、ボート、モーターボート、ヨット、救命艇、軍用船艇等の船体のみならず、艤装品として木甲板の被覆、通風筒、冷凍室ドアのパネル、救命浮器、窓枠等から大きいものはアルミ船

の上部構造そのもの、小さいものは洗面器、バスタブに枚挙にいとまがない位である。

これらの FRP (普通はポリエステル樹脂) 同志または FRP と木材、金属その他のプラスチックとの異種接着には、従来ポリエステル系接着剤が用いられてきたが、小面積では特に空気中の酸素の影響を受け易く、硬化不十分、従つて接着強度も弱少なので、最近ではエポキシ系接着剤が用いられつつある。われわれの試験では、FRP 同志の接着で、ポリエステル系接着剤は FRP 表面をやすり布等で粗面化しないと、完全接着が得られないが、エポキシ系接着剤では、粗面化することなく材質破断強度にまで完全接着することが分つている。

### 1.3 鋼 鉄 船

鋼鉄船の船体に接着剤を使用することは、大きさ、作業性の点で恐らく不可能と思われるが、船体構造物(鋼またはアルミ)とパイプハンガー、電線取り付け馬(鋼)等の取付け、船体構造物と断熱材のアンカーピース(鋼)の取付け、ネームプレート(真ちゆう、アルミ)を船体構造物や艀装品(鋼またはアルミ)に接着、振動測定用試験器または測定器の船体構造物への接着等がある。これらにはすべて常温硬化型エポキシ系接着剤が用いられるが、ネームプレート等のあまり強度を要しないものには合成ゴム系接着剤で充分である。

その他金属と金属のシール、たとえばアルミ構造とスチール部分の電気絶縁には、合成ゴム系またはエポキシ系接着剤やシール剤が考えられる。スロットウエルド等の充填接着には、エポキシ系や合成ゴム系パテが適当である。

## 2. 内装用接着剤

### 2.1 断熱材 (岩綿系、プラスチックフォーム系)

船体構造物と断熱材の接着例は、居住区画、機関室、冷蔵庫、パイプ、機械通風トランク等にあるが、耐熱性、耐水性を極度に要求される場所ではビニル系樹脂ベーストよりもむしろ、合成ゴム系やエポキシ系接着剤が適している。パイプの断熱材の外装材(ポリエステル、ポリエステルガラステープ巻)等の加工としてポリエステル同志の接着があるが、これは防震部に使用されるので完全に接着する常温硬化型エポキシ系接着剤が良い。

### 2.2 壁張り材

壁張り材としてのビニルレザーと木には酢酸ビニール合成ゴム系ラテックスが、ビニルレザーと鉄およびベニ

ヤ合板と金属板の接着には、ビニル樹脂系ベースト接着剤や合成ゴム系接着剤が用いられる。居住区画の内張り、仕切壁としての合板と紙、布等のオーバーレイ合板とプラスチック化粧板には、合成ゴム系ラテックスやビニル系エマルジョンが、また同じ内張り、仕切壁の裝飾パネルとして金銀箔を木材に接着するには、ビニル系エマルジョンが、硬質石綿板とメラミンおよびフェノール化粧板の接着にもビニル系エマルジョンが適している。

### 2.3 床張り材

居住区画の床張り材としてのゴム系デッキコンポジションのプライマーとして、デッキプレート(鋼またはアルミ)に塗布するかまたは床張り材(リノリューム、ラバータイル、ビニル系床張り材)を直接デッキプレートに接着する場合には、合成ゴム系接着剤が使用される。

また居住区画のデッキコンポジション(ゴム系、マグネシア、れきせい系)上に床張り材を接着するのにも、合成ゴム系が適している。

### 2.4 化粧室、タイル張り、裝飾

居住区衛生室、厨房等のタイル張りに対する小型備品(帽子掛、タオルバー、戸当りゴム、銘板)等の接着には合成ゴム系やエポキシ系接着剤が用いられる。また軽量と高強度の特性を生かしたハニカム材には、居住区画の木製入口扉のハニカムコアにおけるコア材(ベーパーコア)と表面材との接着には、圧縮をあまり要しない場合は合成ゴム系が、圧縮できる場合には、ビニル系エマルジョンが良い。

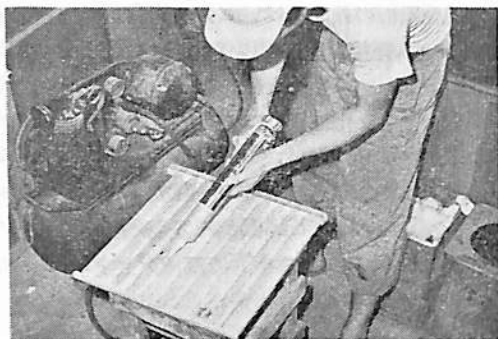
### 2.5 家具、建具

家具の木部同志の接着、家具の合板とプラスチック化粧材(塩ビシート、フィルム)、家具の合板と紙、布地、皮革、金銀箔等の接着には、ビニル系エマルジョンや合成ゴム系ラテックス接着剤が用いられる。鋼製家具とプラスチック化粧材(塩ビシート、フィルム、メラミン)の接着には合成ゴム溶剤系接着剤が良い。

### 2.6 その他

以上の他プラスチック関係の接着用途として、塩ビ管を雑用清海水用および通風トランクとして使用する場合はプラスチック(主に塩ビ)または金属との接着には、塩ビ同志ならば塩ビ系接着剤を、また塩ビと金属ならばエポキシ系接着剤を使用する。パイプサーモトランクの断熱材の外装の中、ビニルシートやビニルテープ同志の





第 2 図

接着には、特殊のビニル系接着剤が、キャンパス同志の接着には合成ゴム溶剤系接着剤が用いられる。プラスチック製（アクリル，塩ビ）の銘板を船体構造物や艤装品に接着するには、あまり強度を要しないので合成ゴム溶剤系接着剤で充分である。

### 3. 填 隙 剤

船舶用の接着剤として、合成接着剤の耐水性および電気絶縁性の優秀性を生かして、種々の材料の隙間を充填接着することができる。例えば、異種金属の絶縁用として鋼壁とアルミ壁の接触部の絶縁または異種金属パイプ等の貫通箇所、上記接触部におけるボルトナットの絶縁がある。その他アルミと木部の絶縁、金属と艤装品のシール、金属とタイルのシール、金属面への充填接着（スロットウェルディング箇所）、金属と木部の充填や木部と木部のシール（例えば木甲板の目地）があり、これらの充填接着シールには、耐油性、耐候性、耐寒熱性の優れた合成ゴム系やエポキシ系コーキング剤またはパテが用いられる。



第 3 図

一例として、木部と木部の目地をシールするのに、合成ゴム系のコーキング剤をコーキングガンに入れ、エアコンプレッサーにて押し出しながら充填シールすると（第2図）、一応2～6時間で固まり、室温7日も経てば完全硬化し、頑強な腕の持主でもこれを容易にはくりすることは非常に困難であり、ゴム状の弾性をもち、木材の伸縮によく耐える（第3図）。

以上は船舶用接着剤の使用実例ないしは使用可能と思われる接着剤の撰択法とその得失をのべた。しかし、実際の現場施工の条件によつて相当困難な場合もあり、一概に適確な接着剤を決定できないこともしばしばあり、これは使用者とメーカー側の共同研究に待つものが多いと思う。

#### （参考文献）

- 1) Adhesive Age, 4, No. 2, 25 (Feb. 1961).
- 2) Plastic Age 7, No. 6, 40 (June 1961).
- 3) 強化プラスチック3, No. 1, 18-20 (Mar. 1957)
- 4) Adhesive Bonding of Metals, 1954.

## コードボンドによる船舶機関の修理

井 上 正 一  
井 上 商 会

### 1. コードボンドの概要

コードボンドは第2次大戦中米国海軍が Cordo Chemical Corporation と協同研究して考案したもので、船体機関の戦傷に対する応急修理を目的として合成樹脂と硝子クロスをもつて破損部分をパチ当て修理することから始まった。その後各種樹脂、ガラス布、各種繊維および充填材の組合せにより、パチ当て、肉盛、充填等従来の溶接に替つていろいろな修理法が案出され、これが

戦後一般商船に使われて現在に至っている。

わが国においては昭和29年輸入され始めて以来、需要は増加の一途を辿り今や殆んどすべての船舶が本品または類似の製品を常備するようになった。

コードボンドは合成樹脂の一種で、樹脂および硬化剤より成り、これと各種ガラスクロス、繊維および充填材等を組合せ、金属表面に塗つて接着させ、あるいはパチ状に練つて破損個所に詰め、または腐蝕個所の肉盛に用うる等その他いろいろな修理が出来る。樹脂はそれぞれ

充填材、補強材によつて異なつた性質のものを、おのおのその目的に適つた性質を具備させている。

元來が戦争中の応急修理を目的としたものであるから、誰にでも何等熟練を要せず容易に施工出来ること、樹脂の硬化時間が短いこと等実用面では他の追従を許さぬ長所がある。

## 2. コードボンドの性質

コードボンドの化学的性質は一般樹脂と同様、弱酸、塩類、アルカリ、アルコール、油、ガソリンの如く一般に使われる化学薬品によく抵抗する。また温度も 140°C 位までは樹脂に残り変化なく、応急修理用ならもつと高い温度でも使用出来る。樹脂の機械的強度は各種類によりやや差があるが、普通パチ当てに使うスタンダードと呼ばれる種類はグラスクロスと組み合わせると、30 kg/cm<sup>2</sup> 以上の引張り強さを持つ。樹脂単独では余り靱性はないが、組み合わせる補強材により非常に弾力性を強くすることも出来る。例えば、鋸接手板のシームのコーキング替りにコードボンドの一種 (T-45-A) を目張りすると、接手の大きな変形にも堪えてよくシームの漏洩止めとなる。

硬化時間は漏洩中のものを止める時やその他急速を要する仕事には早くなければならぬが、この点コードボンドは特に優れている。同一樹脂でも温度、冷却面積によつて硬化時間は大きく変つてくるが、スタンダードで 20°C の時、罐中に入れたものは約 12 分、広い面積に塗布した場合約 4 時間位かかる。

外観も各種類区々で、白、赤、黒、黄等各種の色がある。スチールブチーと呼ばれるものは鉄セメント同様のもので、機械加工が可能で、削り上げた面は鋳鉄の肌そつくりの外観を有している。スチールブチーはこのため鋳物の菜理めに用いられ、また鋳物の腐蝕部の肉盛にも使われる。肉盛に使う種類は他にもあるがいずれも機械加工可能である。

また破孔や亀裂にパチ状にしてつめるものがあり、これをうまく利用すれば漏洩中のものをそのまま修理することも出来る。

樹脂の溶剤には危険な揮発引火性のものを使用していないから、使用に当つては安心して使うことが出来る。

## 3. 船舶におけるコードボンドの使用

現在船舶においてコードボンドは大別して防蝕用と修理用に使われている。防蝕用としては既に輸出船数十隻に使用され、主として船体シーチェスト、主海水弁、海

水管、主補復水器カバーおよび水室等海水に接する鋳鋼、鋳鉄、鋼板類のライニングとして施工された。この場合はスタンダードの樹脂を用い、これにグラスクロス 2~3 層を配して十分な厚みとし、防錆塗料とは全く異なつたライニングを形成する。結果は極めて良好で接着力は十分あり、かつ水流や異物流入に対し強いので、ライニングとして満足すべき結果が得られた。第 1 図はシーチェスト、メインコンデンサーカバー、主海水ポンプケーシングに防蝕用としてコードボンドを施工した例である。

修理用としてコードボンドを使用することは実に枚挙に暇がないが、主な修理例は後節に述べる通りである。なお本品は船舶の常備品として甲板部、機関部とも常時備えおくべきもので、このためリペアーキットと呼ばれる一揃いの箱に入つたキットがある。これには常時使用されるコードボンドの各種類と、工事に必要なゴム手袋、鋏、刷毛等必要な器材一式が一箱に収められている。

コードボンドは単に船舶の洋上における応急修理に止



第 1 図 防蝕用ライニングとしてコードボンドを用いた例、上よりシーチェスト、コンデンサーカバー、ポンプ筐

☆ 最近の船用接着剤——

どまらず、造船所における恒久修理にも使われている。それは工期的、または経済的あるいは防蝕上の目的からであるが、僅かの亀裂または腐蝕破孔のため、大きな鋳物全部を取替えることは最早愚の骨頂であると言わざるを得ない。コードボンドで修理したものでも早や数年を経過し、修理方法によつては応急修理ではなく、立派な本格的修理であるということが出来るようになった。

4. コードボンドによる船舶の修理例

a. 管、弁類の修理

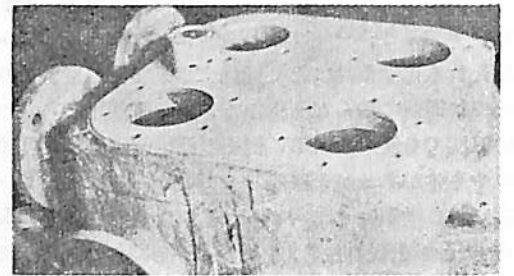
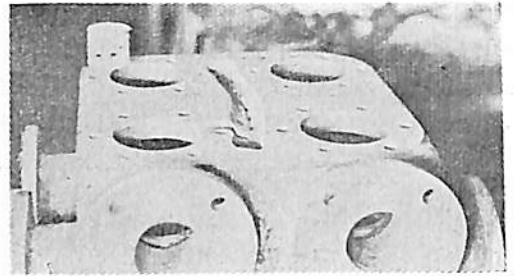
凡そ船舶の修理の中で一番多いのが管弁類の腐蝕による漏洩で、これにはコードボンドが一番適している。小さな破孔による漏洩の際は、スタンダードと呼ばれる種類の樹脂を硬化剤と調合後管表面に刷毛塗し、この上へ硝子布を巻いては樹脂を塗り布と樹脂数層で固める。硝子布もテープ状になってパイプに巻くのに便利なるように出来たものがある。また少々孔が大きい時にはパチと呼ばれるパチ状のものを孔に詰め、破孔を塞いでから上記と同じ手順でグラステープ等を巻いて固める。更に高圧パイプでパチ当材自体に強度を要する時には厚手のグラスマットや樹脂を予め浸ませたコントアークロスと呼ばれる特殊の硝子布を使う。

コードボンドは温度が 140°C 位までなら何に使つてもよいが、それ以上の温度では樹脂の性質が変化するので使用には特別の注意を要する。しかし蒸気管等で止むを得ず応急修理に使つた例は種々あり、大体 200°C 附近までは一時的なら使えることが分つた。第2図はウインチ用の甲板蒸気管に亀裂があつたためコードボンドで修理し、スタンダードを用いグラステープ三層で固めたもので、丁度1年間使用した後管全体に更に長い亀裂が入つたため取替えたものである。

弁類では鋳鉄の腐蝕によるものが多く、管類と同様に修理出来るが、強度の関係上グラスマットの如く厚いパチ当を要することが多い。しかし圧力は 10 kg/cm<sup>2</sup>、



第2図 甲板蒸気管の亀裂を修理したもの



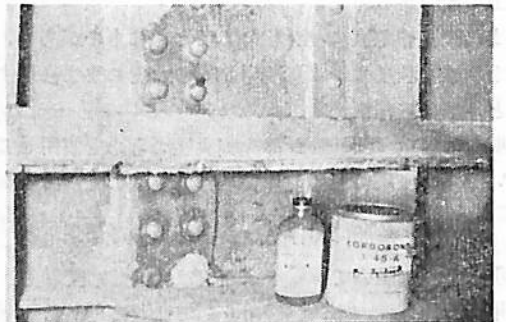
第3図 伝合弁管

上図は亀裂箇所を握つたところ、この上へスチールパチを詰めやすり仕上げして下図のごとなる

20 kg/cm<sup>2</sup> という圧力に十分堪えさせることが出来る。鋳物の腐蝕の肉盛にはスチールパチ、レベリングコンパウンド等の種類がよく使われる。第3図はポンプの弁管に亀裂があつたものを上図のように開先を取り、スチールパチを詰め表面をやすり仕上げした処である。

b. 船体部の修理

船体の鋳接手の漏洩から、居住区の諸漏洩修理を始め、諸器具その他の接着剤としてもコードボンドの応用範囲は広い。第4図は船体が岸壁に接岸の際、誤つて強く接触し鋳接手が変形して水が漏つたもので、普通なら入渠して修理する処、コードボンドにより入渠することなく漏水したものを止めた処である。



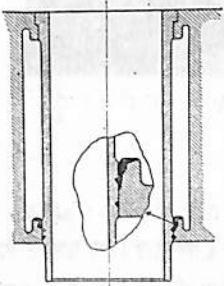
第4図 船体鋳接手の漏洩修理

かように漏洩中のものには、硬化の早いブチーを使用して漏水を押えながら接着硬化せしめ、漏洩を止めることが出来る。勿論船体の銲接手は大きな応力、変形を受ける処なので、伸びのよくきく銲接手コーキング専門の T-45-A をこの上へ塗って漏洩止めとし、更に第4図の上へ厚手のグラスマットとスタンダードで補強を施した。

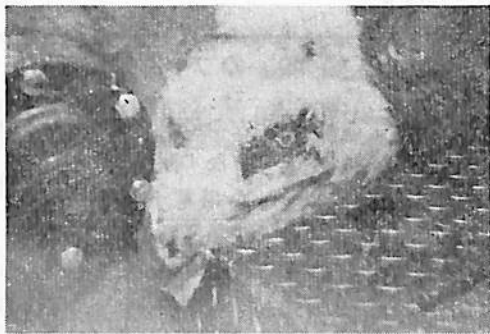
### c. ディーゼル機関の修理

ディーゼル機関は気筒、クランクケース、その他鑄鉄部分が腐蝕または亀裂により破損し易い。従来は一々これら鑄鉄部品を取替えていたが、最近ではコードボンド修理により費用および工期を著しく短縮出来た例が非常に多い。

もつとも顕著な例は主機または発電機で数気筒が1箇のシリンダー架構に取められた中型機関で、シリンダー架構の腐蝕をコードボンドで肉盛修理した例である。第5図の如く、かかる機構ではシリンダーライナーを挿入する下部のゴムパッキン部が腐蝕し易く、これが腐蝕すると冷却水がクランクケース内に漏洩する。この部をコードボンドをもつて肉盛り、グラインダーまたはやすり仕上げしてパッキン溝を掘れば、わざわざシリンダー架構全体を取替えることなく簡単に修理出来、費用および工期を定期的に縮小出来る。既にこの種修理を施した船舶は当社で工事施行したものだけでも10隻以上に及び、この他各造船所で行われたものも相当数あると思われる。肉盛には場合によりスチールブチー、レベリングコンパウンド、フェアリングコンパウンド等が用いられた。



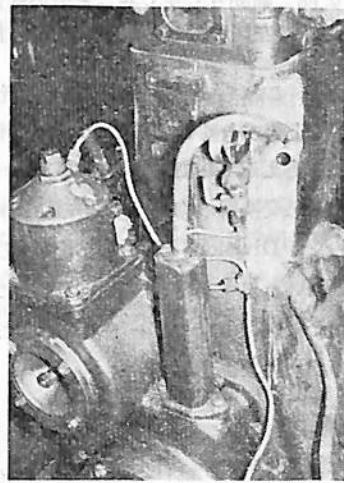
第5図 ディーゼル機関シリンダージャケット部の腐蝕修理



第6図 ディーゼル機関クランクケースの亀裂部パチ当て修理(白い部分がコードボンド)



第7図 大型ディーゼル機関のシリンダー亀裂を修理中のところ



第8図 小型ディーゼル機関シリンダージャケットの亀裂漏洩部修理

第6図はクランクケースに亀裂が入り低温溶接したが漏油が止まらぬので、コードボンドでパチ当したもので、これによつて始めて完全な漏洩止めとなつた。

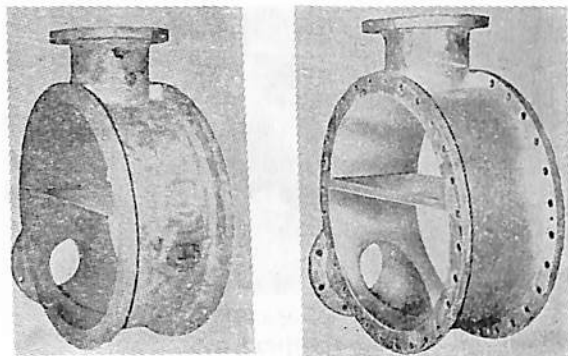
第7図は大型機関のシリンダーブロックの亀裂を修理しているところで、亀裂にコードボンドを詰め更に内部よりパチ当をコードボンドにより行つた。

第8図は小型機関のジャケットの亀裂から漏水しているのを修理したものである。

### d. 熱交換器類の修理

主補復水器、油冷却器等海水を通ず熱交換器類では蓋、水室等の腐蝕は特に甚だしい。特に水室の界である Division Plate が腐つて水流が短絡すると熱交換器の効率を甚しく落とす。

コードボンドはかような腐蝕個所の肉盛に用い非常に便利である。種類としてはスチールブチー、レベリングコンパウンド、フェアリングコンパウンド、ブチー等が



第 9 図 補助コンデンサー水室の修理  
左図は腐蝕の状況，右図は修理

よく用いられる。これらの種類は肉盛に便でその上機械加工，やすり仕上等がきくので，Division Plate 等の機械仕上面でも使えるからである。

第 9 図は小型熱交換器の修理例で，左図の如く一般的に腐蝕甚だしく，Division Plate も瘠せてしまつてまた本体に孔の開いた処もある。これをブチーで肉盛り肉厚を元通りにした上，スタンダードとクロスでライニング仕上げしたのが右図である。

#### e. 大きな修理例

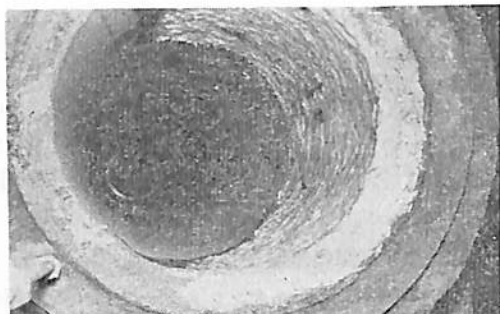
第 10 図は米国船リパティ型のスランチュープを修理したものである。スランブッシュとチューブの間に水が入つたため，スランチュープが深い処で 9 mm も腐蝕，ブッシュがガタついた。スランチュープをこれから作り入れ替えるのは膨大な工期と費用がかかり，さりとて溶接肉盛ではバイトがびつてボーリングが出来ない恐れがある。本船は米国 AB 船級協会の船級船なので，米本国に問合せた処，コードボンドで修理してもクラスポートとして何等差支えなしとの回答を得たので，コードボンドのフェアリングコンパウンドで肉盛，硬化後ボーリングバーを通してブッシュに合わせて削り復旧した。

第 11 図は推進軸の腐蝕部を同様コードボンドで，修理したものでやはり船級協会の承認を得ている。

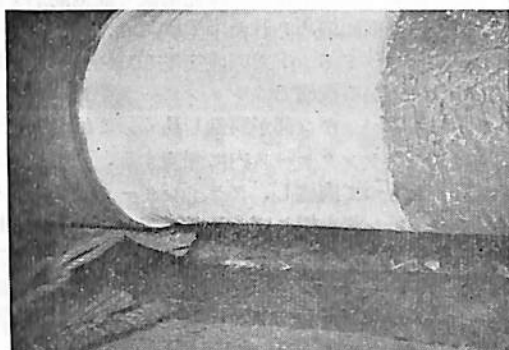
この他舵の腐蝕部を肉盛，パチ当修理した例，タンク漏洩部のパチ当修理等いろいろな例がある。

#### 5. 結 語

以上概説したのは船舶におけるコードボンド修理のごく一端に過ぎない。コードボンドにより多くの修理がよ



第 10 図 スランチュープを肉盛したところ  
(この後ボーリングカバーを入れて機械仕上げした)



第 11 図 推進軸の腐蝕部をコードボンドで修理したところ

り経済的に早く出来る例はまだいろいろあり，また創意と工夫により更に新分野も開拓されるものと思う。使用者各位が本材料を益々活用され，それによつて船舶の運航の安全を確保し，維持費を節減されんことを筆者は祈つて止まない。

#### 「船舶」のファイル



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

頒価 150 円 (〒30)

# 船舶用保護塗料、シール材、接着剤 へのゴム系材料の利用について

川 那 辺 実  
横浜ゴム製造株式会社  
工業品事業部 接名課課

## 1. ま え が き

近年各種の材料が船舶用保護塗料、シール材、接着剤として使用されて来たが、船舶に要求される特性すなわち、耐寒、耐熱、耐振動、耐候、耐オゾン、耐磨、耐油性を満足させる材料としては、各種のゴム系材料がもつとも好適なものと考えられる。これ等ゴム系材料を列挙してみると、天然ゴム、再生ゴム、ネオプレン、ハイパロン、チオコール、ポリウレタン、シリコン、弗素ゴム等がある。これ等諸材料はそれぞれ第1表に示す如き分野に有効なものと考えられる。以下これ等のものについてその性能の概略を述べてみる。

第1表 各種ゴム材料の使用分野 (○=有効, ×=効果なし, △=若干)

| 材 料 名<br>(ゴ ム) | 保 護 塗 料 | シ ー ル 材 | 接 着 剤 |
|----------------|---------|---------|-------|
| 天 然 ゴ ム        | ×       | ○       | △     |
| 再 生 ゴ ム        | ×       | △       | ○     |
| ネ オ プ レ ン      | ○       | ○       | ○     |
| ハ イ パ ロ ン      | ○       | ×       | ×     |
| チ オ コ ー ル      | ○       | ○       | △     |
| ポ リ ウ レ タ ン    | ○       | ○       | ×     |
| シ リ コ ー ン      | ×       | ○       | ×     |
| 弗 素 ゴ ム        | ○       | ○       | ×     |

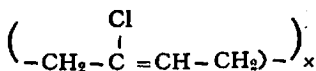
## 2 保護塗料への利用

保護塗料として有効なゴム系材料は、ネオプレン、ハイパロン、チオコール、ポリウレタン、弗素ゴムである。

弗素ゴムについては、性能的には極めて有効なものと考えられるが、ポリマー自体極めて高価であり、船舶の如く大量使用の場合は、経済的見地から非常に困難な問題があるので、本項では除外することとした。

### 2.1. ネオプレン

ネオプレンとは米国デュボン社の商品名で、化学的には、モノクロールブタジエンのポリマーで、次のような化学構造を有する合成ゴムである。この合成ゴムをベ-



スとした保護塗料には、加硫剤を併用しない常温乾燥型と、加硫剤を併用して常温加硫可能な常温加硫型の二種類がある。

#### 2.1.1. 常温乾燥型

常温乾燥型ネオプレン塗料は、ネオプレンの未加硫状態の皮膜でも、かなり良好な耐候性、耐水性、弾性(主として結晶化による力)を示すので、この性質を利用して、使用されるものである。

この塗料の特徴は、上述の如く耐候性、耐水性のかなり良好なもので、使用法は、通常の樹脂系塗料と同様に簡単である。すなわち、塗装後溶剤の揮発で直に強固な皮膜を形成することが出来る。従つてこの塗料の主要用途としては、後述するハイパロン塗料と同様で、耐候性を主としたもので、例えばレーダーメジ埋め塗料、航空機氷結剝離の如きゴム製品の表面保護等に使用される。

#### 2.1.2. 常温加硫型

通常ネオプレンコーティングと称する保護塗料は、この常温加硫型のもを指すのである。この塗料は、特殊配合されたネオプレン配合物のトルオールまたはキシロールの50%程度の溶液と、リサーチと有機アミンの併用された加硫剤の二成分からなつている。使用直前にこの二成分を適当な割合に混合、均一に分散した溶液を塗料として使用するものである。

この塗料は、通常1回の塗布により0.1~0.05mmの塗膜が得られ、ピンホールフリーには0.5mm以上を必要とするので、少なくとも10回以上の塗布が必要である。所定の塗布を終了した塗膜は、室温夏期で1週間冬期で2週間程度で加硫は完成する。勿論70~100°Cの加熱では2~24時間で加硫を完成することが出来る。またこの塗料は金属に対して密着性が弱いため、金属密着剤として塩化ゴム系のプライマーを必要とする。

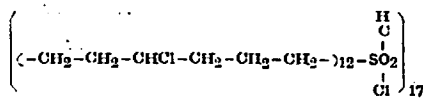
この塗料の各種の性能は第2表にまとめたので、明白と思うが、耐候性、耐オゾン性、耐水性等船舶に必要な諸性能は極めて優秀なことを示している。従つて米海軍ではプロペラ軸の防蝕としてMiL-S-15058の規格に採用し、またオイルタンカーのシーチェスト、パイプライン、バルブ等の防蝕に、このコーティングが採用され非常に効果をおさめている。

第 2 表 ネオプレン、ハイパロン塗料の性能比較表

|                             | ネオプレン塗料      |                     | ハイパロン塗料       |
|-----------------------------|--------------|---------------------|---------------|
|                             | 乾燥型          | 加硫型                 |               |
| 着 色 性                       | 黒またはグレー      | 黒または褐色              | 着色自由          |
| 1 回の塗膜厚 (mm)                | 0.07~0.01    | 0.1~0.05            | 0.005~0.015 m |
| 抗 張 力 (kg/cm <sup>2</sup> ) | 10~20        | 50~120              | 50~70         |
| 伸 長 率 (%)                   | 1000~1200    | 200~400             | 200~300       |
| 塗膜の耐炎性 (Mil-C-15201A)       | 5~15 秒       | 10~15 秒             | 5 秒以内         |
| 金属への密着力 kg/25mm 巾           | 10~13        | 10~20               | 3~3.5         |
| 耐寒性、硬化温度                    | -40°C        | -40°C               | -40°C         |
| 耐 磨 性 ASTMD-658             | 5000         | 3000                | 1000          |
| ウエザンオーメーターテスト               | 100 時間クラック入る | 700 時間変化なし          | 700 時間変化なし    |
| 耐 オ ゾ ン 性                   | 168 時間後変化なし  |                     | 600 時間後変化なし   |
| 耐 塩 水 噴 霧                   | 168 時間後変化なし  |                     | 30 日後変化なし     |
| 日 光 曝 露                     | 2 カ月後クラック生ず  |                     | 変化なし          |
| 耐 塩 水 5%NaCl                | 1~2%         | 0.1~0.5%<br>30 日浸漬後 | 0.3~0.8%      |

2.2. ハイパロン

ハイパロンはクロロスルホネートドポリエチレンのデュポン社の商品名で、下記の如き化学構造を有している。



このハイパロンもネオプレンと同様に、耐オゾン性、耐候性およびその他の性質が優秀で、船舶用として極めて好適である。またネオプレンと同様常温乾燥型と常温加硫型の二種類があるが、常温加硫型のもは、耐薬品性を強度に要求する場合に特に必要とするもので、船舶の如く、耐候性を主体に考える場合は、常温乾燥型で充分である。従つて本項では、常温乾燥型で、特に耐候性、耐オゾン性、耐水性を有するハイパロン塗料について述べてみる。

2.3. 常温乾燥型ハイパロン塗料

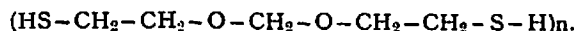
この系の代表的なものは、B.F. グッドリッチ社が日本特許を有しているハイパロンとポリエチレンを主体とした塗料である。このハイパロン塗料は耐候性、耐オゾン性、耐塩水性が優秀で、難燃性であり、着色自由なものである。恐らく耐候性塗料としては、最優秀なものの一つである。

この塗料は、ネオプレン非加硫型のもと同様に、塗布操作は極めて簡単で、溶剤の揮発することによつて、十分に弾性および抵抗性のある皮膜を形成することが出

来る。この塗料の諸性能は第 2 表にまとめたので、参照されたい。

2.4. チオコール塗料

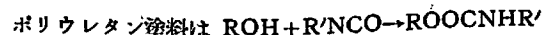
チオコール塗料は、下記の如き化学構造を有する液状チオコールと常温加硫剤の併用で得られる耐油性、耐水性、耐熱、耐寒性、耐候性の良好な塗料である。



チオコール塗料は上記の如き液状チオコールに補強剤を配合し、塗布可能なように溶剤で固形分を 80~90%にしたものと、常温加硫剤として耐油性の特に優れた無機酸塩を、使用直前に適当な割合に混合して使用するもので、塗膜は常温 3~7 日で充分に加硫を完成することが出来る。またこの塗膜は、性能表で明白なるように、金属に対する密着は良好であるので、プライマーを必要としない。

この塗料の他の保護塗料より優れている点は、固形分が多いので 1 回の塗布厚が多い。すなわち、塗布回数が少なくして所定の厚みを得ることが出来る。耐油性は他の塗料に得られない程良好である。常温加硫で、耐熱、耐寒の許容範囲が広い。金属に対する密着力が大きい。これ等の特性から見て、チオコール塗料は、オイルタンカー、LPG 船の如きものに必ず利用可能であると考えられる。(性能は第 3 表参照)

2.5. ポリウレタン系塗料



第3表 チオコール塗料の性能

| 試験項目    |                 | 結果                        |
|---------|-----------------|---------------------------|
| 未加硫物の性状 | フ ロー            | 0.1 インチ                   |
|         | ウアークライフ         | 5 時間                      |
|         | アプリケーションライフ     | 4 % @ 23±1°C<br>RH. 50±5% |
|         | 粘着性損失時間         | 16 %                      |
|         | 加硫時間            | 48 %                      |
| 加硫物の性状  | アルクラッドおよび鉄への密着  | 40 封度/インチ                 |
|         | 〃 48時間浸水後       | 〃                         |
|         | 〃 48時間Type平に浸漬後 | 〃                         |
|         | 抗張力 (p. s. i)   | 450                       |
|         | 伸長率 (%)         | 250                       |
|         | 耐油性             | 200日浸漬後 OK                |
|         | 耐海水性            | 20日〃 120°FでOK             |
|         | 耐石油性            | 〃 OK                      |
|         | 低温弾性            | -70°F                     |

の基本反応を利用して、多価ヒドロキシ基を有する高分子物質、例えば、ポリエステル、ポリエーテル、カストル油の如きものとポリイソシヤナートとを併用して、ポリウレタンの皮膜を形成させるものである。この塗料では、各種のタイプが発表され、実用化されているが、近年市場で最も利用されているものは、プレポリマーとポリイソシヤナートを併用するものである。

このポリウレタン塗料も、耐候性、耐腐性、耐水性、等の優れた塗料で、船舶への利用も充分考えられるものである。

### 3. シール材への利用

船舶の如く、各種の材料を組合せ、建造され、なおかつ絶えず振動し使用されるものにはシーリング材料は絶対不可欠のものと言つても過言ではない。しかも船舶の特性上耐候性、耐油性、耐熱性、耐寒性が必要でありまた密着力は各種の材質に対して充分なければならない。このような諸条件を十分に満足出来るものには、チオコール、ポリウレタンがある。勿論、耐熱、耐寒性だけならばシリコン系のシール材はもつとも理想的なものであるし、耐水性だけならば天然ゴム、再生ゴムをベースとしたシール材の使用も可能であり、また耐候性、耐水性を要求する場合には、ネオプレン系シール材も充分使用することが出来る。

#### 3.1. チオコール系シール材

保護塗料の項で述べた如き液状チオコールに各種の配

合剤を混合し分散した成分とリサーチの如き金属過酸化物を可塑剤でペースト状に分散した常温加硫剤成分とを使用直前に適量混合し、充填ガンまたはヘラで使用するものである。

このシール材は加硫剤の配合によつて、作業可能な時間を15分から8時間程度まで変更することが出来る。大体加硫が完成するのは3~7日である。また各種材料への密着力の増加は、チオコール配合物への樹脂類の添加およびプライマーの併用によつて解決することが出来る。

性能的には容積変化2%前後で、伸長率100~300%もあり、耐寒性も充分(-40°C)ある、耐油性、耐水性良好なものである。

現在用途としてはポートおよび高速艇等のメジ材、木甲板のメジ材等があるが、なお今後機会あれば詳細なものを発表したい。

#### 3.2. ポリウレタンシール材

前述のチオコール同様にポリウレタンも特殊プレポリマーと加硫剤の併用でシーリング材料として使用することが出来る。このポリウレタンシール材は耐電気性、耐腐性、耐候性、耐油性の良好なものであり、また耐熱、耐寒性も優れている。

前述のチオコール、ポリウレタンシール材の性質を第4、第5表にまとめた。

### 4. 接着剤への利用

接着剤としては特に船舶用として考える必要はなく、むしろ、一般建造物に必要なものは船舶にも必要であると考え。強いて言えば、船舶に使用する場合は、難燃性、耐候性、耐水性を要求されるものが多い。また有機

第4表 チオコール、ポリウレタンシール材の性能

|              | チオコール   | ポリウレタン   |
|--------------|---------|----------|
| 硬度 (ショア-A)   | 30~70   | 40~80    |
| 抗張力 (psi)    | 100~400 | 500~5000 |
| 伸長率 (%)      | 100~600 | 200~700  |
| 容 積 変 化      | 1~5     | 3~5      |
| 温 度 範 囲 (°F) | -65~275 | -65~300  |
| 接 着 力 アルミ    | 2~40    | 28~30    |
| 〃 カドミウム      | 〃       | 28~30    |
| 〃 ネオプレン      | —       | 15~20    |
| 〃 塩ビ         | —       | 15~20    |



第 5 表 各種シール材の比較

| シール材名                     | (硬度 Shore-A) | 抗張力 (psi) | 伸び (%) | 低温劣化点 (°F) | 耐 磨 性  |
|---------------------------|--------------|-----------|--------|------------|--------|
| Epoxy (Anhydride Cure)    | 89D          | 11,000    | 10     |            | Good   |
| Epoxy (Amine )            | 85D          | 10,000    | 7      |            | Good   |
| Polyurethane + Epoxy      | 80D          | 6,000     | 10     | -80        | Excell |
| Polyurethane Rigid        | 65D          | 2,700     | 100    |            | Excell |
| Polysulfide + Epoxy       | 97A          | 7,000     | 7      | -50        | Good   |
| Polyurethane (Amine Cure) | 80A          | 1,500     | 400    | -80        | Excell |
| Polyurethane Flexible     | 50A          | 1,000     | 500    | -80        | Excell |
| Silicone (RTU)            | 45A          | 200       |        | -100       | Good   |
| Polysulfide Potting       | 45A          | 200       | 100    | -65        | Fair   |
| Polysulfide cable molding | 40A          | 250       | 400    | -65        | Fair   |

溶媒を使用せず、水分散系のものが好まれるのも、火災事故防止が必要であるからであろう。

パッキング、ウエザーシールに使用されるネオプレン加硫物の接着には、ネオプレン-フェノール樹脂系接着剤、断熱材としてのウレタンフォームの接着にもネオプレン系接着剤が使用される。ビニール樹脂系諸材料にはニトリルゴム-フェノール樹脂および醋ビ系接着剤が使用されている。

その他ラバーマット、天然ゴム材料の接着には、再生ゴム系接着剤、各種タイルの接着には醋ビ系接着剤がよく使用されている。

参 考 文 献

1) R. B. Seymour, chem. Eng. Progress 19, No.

9, 5:0 (1953).

2) Mil-S-15058E  
 3) 川原辺, 横浜ゴム ネオエース技術資料  
 4) 日本特許 242798.  
 5) 日本特許 239773.  
 6) J. S. Jorczak & E. M. Fettes, Ind. Eng. Chem. Vol. 43, No. 2, 324~328.  
 7) W. H. Slorens, J. Oil & Color Chem. Asso. Vol. 42, No. 10 (Oct. 1959).  
 8) E. I. Dupond, Paint Ind. Maz. (Nov. 1958).  
 9) H. Gudegeon & R. J. W. Reynolds, Official Digest, Feb. 1960.  
 10) A. J. Burehett, The Paint J. (Sept. 1959).

接 着 剤 の 撰 定

村 田 篤 彦  
 株式会社三ツ星商会

船舶における接着剤の使用実例は船舶自体のもつ特殊性から船内機装を除き広範囲な利用までにはなお研究すべき余地が残っていると思われる。ここに一般的概念から船舶に用いられる接着剤について述べてみたい。

船舶のもつ特殊性

(イ) 船体の振動 (撓歪運動)

船体には絶えず振動がある。そして撓歪が加わっている。そのために接着剤には耐振性、耐衝撃性が必要とされ、接着された部分の繰返し疲労テストが要求される。

(ロ) 温度湿度の変化

航路により熱帯あるいは極寒地帯を航行することもあ

り温度差は風速あるいは反射熱に影響された場合を考えると +80°C から -30°C をみなければならない。しかも船体内部の温度も一定でない。機械室あるいは熱気のある部屋もあれば冷凍された船倉もあるわけである。

湿度も 3~40% から時には 90% 近くにも達することがあり接着剤にも耐水性、耐候性、耐熱耐寒性を要求する。

(ハ) 塗装面と耐油性

船体には殆んど防錆塗料を塗つてあるので、本体と塗装面と接着剤との化学変化を考慮しなければならない。耐溶剤性、耐油性を接着剤に確かめなければならない。

(ニ) 毒気、臭気、火気

船舶は居住区、厨房等比較的狭い中で作業を行うので

毒気、臭気、火気には特に注意がなされねばならず接着剤使用時引火の危険等があつてはならないので接着方法等にも考慮をはらわねばならない。

### 接着剤の利用面

船舶に使用される接着剤は大別して次のようなものである。

- (i) 船内艤装の箇所
- (ii) 断熱防音の箇所
- (iii) 床張りの箇所
- (iv) パッキング等シールの箇所

### 船内艤装

最近のプラスチックの著しい進歩は船舶にも大量に採用されるところとなり接着剤の利用度も急速に高まっている。船舶の如き金属面の多い箇所に接着剤が多く用いられるのは

- (1) 接合部が平滑であること
- (2) 接合部に均等に応力がかかり、リベット歪の如きものを生じないこと
- (3) 重量の減少、原価の低下および外観の美観であること
- (4) 電気絶縁性が接着剤に具わっていること

に利点を有するからである。

従つて居住区の内張り、仕切等に木材や金属にフェノール化粧板、繊維等を貼りつけるのに接着剤を使用する。これは一般室内装飾、あるいは家具類の場合と同様である。

家具、什器等木材と木材には樹脂系の接着剤、木材と合成樹脂、金属と合成樹脂には合成ゴム系あるいは樹脂系のいずれもの接着剤が使われている。

### 断熱防音

断熱、防音のためのポリウレタンフォーム等合成樹脂の発泡体、グラスウール、フェルト、コルク等断熱材を金属面あるいは木材面に貼りつけるには合成ゴム系の接着剤が良いとされている。膨脹係数の異なる異物質間の接着に合成ゴム系が優れているからである。

### 床張り

床張りは最近液状ラテックスまたはプラスチックと水硬性特殊セメントとの混合による「セムテックスフレキシューズ」がセメント施工と同じ要領で施工されている。柔軟性と接着性を備え防水、防蝕、ノンスリップ性に耐摩耗性と耐候性にも富んでいるという床張り材が使

用されるので特殊の場合を除き鋼板に直接にあるいはセムテックスの上にリノリウム、ビニールタイル、ラバータイル等を貼ることは少なくなつたようである。しかしこの場合でも接着剤は合成ゴム系のものが使用される。接着剤に耐水性を強く要求されるのもこの部門である。

### パッキング

シール剤、充填剤としては断然ゴム系のものが多く使われる。

通路の扉、窓枠、ウインチ等の機械のパッキンにゴム、あるいは皮革、石棉等を貼りつけるのに合成ゴム系接着剤がその性能をかわれて使用されている。

### 接着剤の撰定と使用法

不適当な接着剤を使用したために失敗をしたという例は非常に多い。

緻密な意味では一つの接着剤ですべての物体を満足する接着強度で接着するということは至難である。現今の如き新しい材料が次々と生まれている時には接着剤もまた新しいもの、適合したものが求められている。

また優れた接着剤でも使用法を誤れば悪い結果を招くことになるので接着剤の使用にあつてはそれぞれの使用法に忠実であらねばならない。

従つて接着剤の撰定には

接着上の作業性の問題

必要な接着強度

接着される構造、あるいは設計上の条件

接着方法で加圧、加熱の可否

価格がどうであるか

等が加味されて撰定されなければならない。

かくて船舶艤装用には合成ゴム系（ネオプレン系、ニトリル系）の接着剤がその性能、利用面の上からも特に膨脹係数の異なる異物質間の接着にはもつとも適当であると思われる。

この外金属用接着剤として用いられるものにエポキシ系樹脂がある。エポキシ系樹脂は多官能フェノールとクロールヒドリンとの縮合により生成されるポリエチレンオキサライド化合物でアラルダイト（Aral dite—スイス、シバ社、エピコート（Epikote.—Hell chemical. CO.）があり国産のものも市販されている。

また、ポリエステルとイソシアネートから得られるポリウレタン樹脂も金属用接着剤としてドイツのバイエル社製のものがある。

☆ 最近の船用接着剤 —

その他英国 Aero Research 社の Redux 法も用いられる。これは液状フェノール樹脂を金属面に塗り、その上に粉末ポリビニールアセタールをふりかけて加圧加熱して加硫する方法である。

また、フェノール樹脂あるいはポリ醋酸ビニール、フランレンジン等も金属用接着剤としてしばしば使用される。

これら何れの場合でも常温接着よりも加圧、加熱する方が接着効果は著しく大きくなる。

接着剤は造船の際のみでなく航海途上の小さな補修などにも欠かせないもので帆布、シートなどの補修に簡単に貼り合わせることが出来るし、パッキン等水洩れの個所の貼りつけ、充填、居住区の壁張りなどにも作業性の簡単な合成ゴム系接着剤が歓迎されて使用されている。筆者の知る船用品販売業者は塗料その他と一緒に接着剤を揃えて寄港する船舶に便利がられている。まことに当を得た処置だと思う。

合成ゴム系接着剤

前述した中で合成ゴム系接着剤というのがしばしば登場したのでもう少し付け加えておきたい。

合成ゴムの種類としては

- (イ) GR-S (ブタジエンとスチレンの共重合体)
- (ロ) GR-I (イソブチレンとイソプレンの共重合体)
- (ハ) GR-M (クロロブレン)
- (ニ) GR-A (アクリルニトリルとブタジエンとの共重合体)
- (ホ) GR-P (ポリサルファイドゴム)

等が代表的なものでその内接着剤として用いられるのは

- GR-M 通称ネオブレンゴム
- GR-A 通称ブナN、ハイカー
- GR-P 通称チオコールラバー

でこれらにフェノール系樹脂、加硫剤、金属酸化物および無機質粉末等が配合せられる。

米国での Cycle weld (Chrysler corp) Metal bond (Vulter aircraft corp). Thiokol Liquid polymer LP-3 (Thiokol chemical corp). Pliobond (Goodyear corp), 英国 Dunlop Rubber の接着剤等が外国製品では著名であり国産でも数社の合成ゴム系接着剤が市販されている。

合成ゴム系接着剤はポリエチレン等のプラスチック以外は接着にかなりの効果をあげており金属間では鉄、アルミニウムには比較的接着し易いが銅および真鍮系には接着力は若干劣るといえよう。

合成ゴムは単独では接着性がそれ程良くないので普通フェノール樹脂がゴムと相溶性があるので配合せられており樹脂の性質配合の度合によつて接着力は異なり接着

対象も異なつてきている。

その他一般的について接着面は清浄であること、粗面である方が強い接着強度が得られ接着剤の厚さも極端に薄くない方が合成ゴム系では良い結果が出ている。また時間の経過とともに接着強度が上昇することも合成ゴム系の傾向といえよう。

ここに一例を示すと

常温接着後 1 平方寸当りの強度 (kg)

| 接 着 材 料  | 3 時間 | 6 時間 | 24 時間 | 3 日  | 7 日  | 14 日 | 21 日 |
|----------|------|------|-------|------|------|------|------|
| プラスチックと木 | 5.8  | 6.9  | 7.4   | 8.3  | 18.3 | 30.0 | 31.9 |
| プラスチックと鉄 | 4.7  | 5.3  | 6.1   | 6.6  | 8.2  | 10.1 | 11.5 |
| 皮革 と ゴ ム | 12.3 | 13.1 | 13.9  | 14.1 | 15.1 | 16.4 | 13.9 |

(接着剤はネオブレンゴム系)

の数値がでている。

最後にゴム系接着剤の各種材料に対する接着性の概括的な比較を定性的に表示しておきたい。

| 種 類             | 接着方式 | 木 材 | 金 属 | ゴ ム | 硝 子 | 皮 革 | 紙 | 織 維 | 陶 器 |
|-----------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|
| 天 然 ゴ ム         | SR   | ●   | △   | ○   | ○   | ○   | ○ | ○   | ●   |
|                 | V    | ●   | ●   | ◎   | ○   | ○   | ○ | ○   | ◎   |
| ネ オ ブ レ ン       | SR   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎ | ◎   | ◎   |
|                 | H    | △   | ◎   | ◎   | ×   | ○   | ◎ | ◎   | ◎   |
| ブ チ ル ゴ ム       | SR   | ●   | △   | ○   | △   | ○   | ◎ | ◎   | △   |
|                 | H    | ●   | △   | △   | △   | ○   | ◎ | ◎   | ●   |
| ブ タ ジ エ ン       | SRF  | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎ | ◎   | △   |
| ア ク リ ル ニ ト リ ル | V    | ○   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎ | ◎   | △   |
| ブ タ ジ エ ン       | SR   | ○   | ○   | ○   | △   | ○   | ◎ | ◎   | ●   |
| ス チ レ ン         | V    | —   | ◎   | ◎   | ◎   | —   | — | ◎   | ◎   |
| シ リ コ ン ゴ ム     | SR   | △   | ◎   | ◎   | ◎   | △   | △ | △   | △   |
| チ オ コ ー ル       | V    | △   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎   | ◎ | ◎   | ×   |
| 環 化 ゴ ム         | SRF  | ●   | △   | ◎   | ×   | ×   | ◎ | ◎   | ×   |
| 塩 素 化 ゴ ム       | SRF  | △   | △   | △   | △   | △   | ○ | ○   | ×   |

備考 SR: 溶液, エマルジョン

F: 熱 接 着

V: 加 硫

R: 室 温 加 硫

H: 高 温 加 硫 (275~310°F)

◎ 優 ○ 良 △ 中 ● 可 × 劣

(modern plastics Encyclopedia, adhesive chart)

附 記

本稿は、たまたま浦賀船渠株式会社伊藤得時氏から船用接着剤について各部所に渉る詳細なアンケートを求められていたので参考にさせていただいた。

また、内容の一部は日本ダンロップ護謨株式会社研究部島脇道雄氏から参考資料をいただいた。その上運輸省技術研究所の小林韓次氏から多くの示唆を頂戴した。厚く御礼を申し述べておきたい。

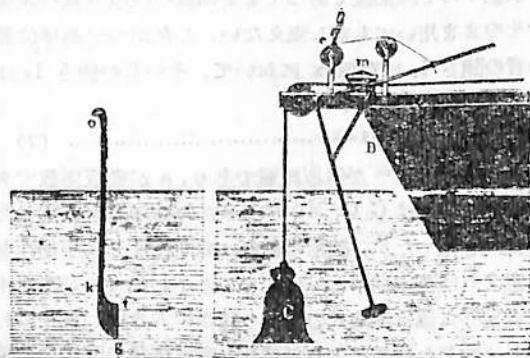
## §1 ま え が き

水中を視測する手段として、電磁波、磁気、光、電流等を利用する方法が研究されつつあるがこれ等に対しては、水は甚だしく不透明でありまた方向性を持たせることが出来ないために特殊な目的以外に利用されることが少ないようである。

これに反して音波は水中の伝播減衰も比較的少なく指向性を持たせることも出来て、しかも波長が短かいので目標の分解能も良く水中の視測手段として、利用の価値が大きい。この音波を利用した水中の視測手段として、ソナーが用いられている。Sonar とは Sound Navigation And Ranging の略号で米国では探信儀、測深儀、聴音機等の全般の総称として用いているが、探信儀は単に Sonar または Active Sonar、測深儀は Echo Sounder、聴音機は Passive Sonar と分けて称することもある。ここではこれ等を総称したソナーについて述べるつもりである。

## §2 ソナーの沿革

イタリヤの人、レオナード ダビンチ(1452~1519年)は彼の科学ノートの中に「もしもあなたが自分の船を止め、長い管を海水に入れ、その他端を自分の耳に当てるならば、あなたは非常に遠方の船の航行する音を聞くことが出来るでしょう。」と記録されていたのが、水中音響の最初とされている。1807年フランスのアラーゴが水中音波の伝播を利用して測深を行うという考えを提唱した。1826年コラードおよびスタムが教会の鐘を発音体とし、これを槌で打つと同時に火薬を爆発させて、光と水中伝播音との到達時間差を測定し 13.5 km 離れた距離に要した音の到達時間が 9.4 sec であったことから、



第1図 初期の送受信方式

水中伝播速度は 1.435 m/sec であるということを示した。第1図は初期の頃の送受信である。

かなりの間、発音体として鐘とか火薬の爆発が用いられた。1912年大西洋航路で新造豪華船タイタニック号が氷山と衝突して沈没し、多数の人命がうしなわれたという事件があり、氷山の水中探知の可能性が論ぜられたが、電子管も使えなかつた時代であつたので方法がなかつた。第一次世界大戦(1914~1918年)中ドイツの潜水艦による通商破壊戦で連合軍側は苦しめられ潜水艦探知の研究が重要な問題として取りあげられた。そのときフランスのランジュバンが水晶をモザイクした、ランジュバン振動子を発明した。またイギリス海軍では別にニッケルおよびその合金による磁歪振動子の研究発明が行なわれ、大きな超音波エネルギーを発生する手段が出来て、水中音波の利用周波数が著しく上げられまた指向性をもたせ、測定精度をあげ今日のような発展の端緒となつたのである。1921年フランスでランジュバン振動子を用いた最初の超音波による測深儀が実用化された。日本においては、1921年アメリカのサブマリン シグナルの電磁式測深儀を輸入して実用実験が行なわれたが超音波を利用したものは、1925年フランスのスカム社から輸入した、周波数37.5KCのランジュバン振動子を用いたものが最初である。その後国産化の研究が行なわれ1930年90式測深儀が最初に試作された。更に振動子としての水晶の接着技術が進み、測深、測距兼用の91式探信儀が試作された。1933年から、ランジュバン探信儀をモデルとして、探信儀の研究が行なわれ93式探信儀の各型が試作された。1935年イギリスのヘンリーヒューズ社の3型測深儀を改良研究し、1939年磁歪振動子を用いた99式測深儀が試作され90式測深儀に代置された。1942年から、磁歪振動子を用いた探信儀の研究が始められ93式探信儀5型を試作して、ランジュバン振動子を用いたものに代置された。1943年ドイツのエスアンラーゲの原理による仮称3式探信儀が実用化され、第二次世界大戦における探信儀の主体となつた。1945年日本は連合国側により水測機器全般の製造並びに装備の禁止をされたが、測深儀は船舶の航海器具として必要でもあり航路保安機という名称で僅かにのこされた。また戦後の食料難をすくうために、魚梁機の製造許可を連合国側に申出た、しかし許可証は出さなかつたが垂直方向の指向性のものすなわち測深儀のよう

なものに限定して黙認され今日のような魚探機にまで発展した。1950年1月連合国側より水測機器全般の禁止が解除されたので、最初に横向け魚探機として音響探鯨機が試作された。1952年より Herald (Harbor Echo Ranging And Listening Device の略) の試作が行なわれ、海上自衛隊の設立とともに今日のような各種のソーナーが開発され、さかんに使用されるようになった。

### 23 水中音波の性質と伝播

#### 31 水中の伝播速度

理論的には、水中の伝播速度は(1)式で与えられる。

$$C = \sqrt{\frac{\kappa}{\rho}} \dots\dots\dots (1)$$

ただし、C: 音速,  $\kappa$ : 体積弾性率,  $\rho$ : 密度

$\kappa$  と  $\rho$  は温度、塩分濃度、静水圧により変化し、(1)式は実験的にも正しいことが確かめられたが  $\kappa$  を実測することは非常に困難である。現在では A. B. ウッドおよびヘックとサービスの両実測を組合せた音速の実験式として、(2)式が与えられている。

$$C = 1410 + 4.21\theta - 0.037\theta^2 + 1.14s + 0.0168h \text{ (m/s)} \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 $\theta$ : 温度 ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $s$ : 塩分濃度 (%),

$h$ : 水深 (m)

普通の海では  $s = 35\%$  位であり、水深が 100 m 以内の場合には (3) 式で近似的に計算が出来る。

$$C = 1450 + 4.21\theta - 0.037\theta^2 \text{ (m/s)} \dots\dots\dots (3)$$

日本においては、測距目盛りは音速が 1500 m/s として設計されているので、ごく精密な距離測定または深海用測深機では音速の補正をする必要がある。

#### 3.2 伝播損失

水中の或る与えられた長さを輻射波面が伝送する時の損失を特に伝播損失と称する。この伝播損失の性質を分析して考えると次のような現象による。

送波器から海中に輻射された音波は球面波の波面となり伝播距離に従って表面積は大きくなり音源からの距離の2乗に比例するので、単位当りの波動の勢力はその割合で減少する。これを拡散減衰と称する。

また水中音波の伝播は媒質としての水の分子が繰返される伸縮により、水の分子間に摩擦を生じ、熱に変換されるので、波動の勢力は減少する。これを吸収減衰と称する。

また海は均一な成分をもっていない。海水の密度は深度により変り、その密度と体積弾性率は温度により変るので、当然音速は水深により変化する。従って音線は曲げられ屈折という現象が生ずる。これは音線を目標に進

めるためには大きな障害となるものである。

また海は薄い層であるので、同有音響インピーダンスの異なる海面または海底により音波の伝播は遮断され波動勢力の大部分は反射する。

浅海においては、そのため距離によつては増大することもあるが音波の干渉により探知を不安定にすることもある。

また海は均一な媒質の連続ではなく気泡とか魚類等無数の異物質が存在する。そのために音波は反射し、伝播方向はあらゆる方向に散乱し不安定な伝播損失となる。

水中を音波が伝播すると、これ等の現象が重なり合つて複雑な伝播損失を形成するので、実際の伝播損失を別々に分離することは困難である。

#### 3.3 拡散減衰

海面、海底等の影響を無視した球面波伝播による音波の強度 ( $I_x$ ) は逆2乗の法則にしたがつて拡散し、音源の音響出力 ( $P_a$ ) は距離  $x$  において (4) 式の如くなる。

$$I_x = P_a \frac{1}{4\pi x^2} \dots\dots\dots (4)$$

またその距離における音圧 ( $p_x$ ) および粒子速度 ( $v_x$ ) はおのおの (5) (6) 式の如くなる。

$$p_x = \sqrt{\rho C I_x} = \sqrt{\frac{\rho C P_a}{4\pi}} \cdot \frac{1}{x} \dots\dots (5)$$

$$v_x = \sqrt{\frac{I_x}{\rho C}} = \sqrt{\frac{P_a}{4\pi \rho C}} \cdot \frac{1}{x} \dots\dots\dots (6)$$

測深機の如き垂直伝播の場合および浅い海の如く制限された水平層の伝播の場合には、音波の強度は逆2乗の法則にしたがつて距離とともに低下するが反射による干渉がある場合には、反比例の法則にしたがつたり、また逆3乗の法則にしたがつうこともあり、非常に複雑となる。

#### 3.4 吸収減衰

ソーナーでは、音源から遠方に離れた距離の吸収減衰を取扱うので球面波であつても平面波の吸収減衰の表現をそのまま用いても差し支えない。したがつて基準位置の音の強さ  $I_1$  は距離  $x$  において、その音の強さ  $I_x$  は (7) 式の如くなる。

$$I_x = I_1 e^{-2\alpha x} \dots\dots\dots (7)$$

(7) 式の  $e^{-2\alpha x}$  が吸収減衰であり、 $\alpha$  が吸収係数である。吸収係数は G. G. ストークスが粘性摩擦を仮定した理論式をたてたが、純水の場合は剪断粘性と膨脹粘性を考慮すれば測定結果と一致することがわかつたが海水中で測定した値は理論式の値より相当に大きい。長年にわたり実測した結果により周波数と吸収係数の関係を曲線に表わし、その曲線により実験式を導くと、(8) 式の

如くなる。

$$\alpha = \frac{44 f^2}{4100 + f^2} + 0.0003 f^2 \text{ (db/km)} \dots\dots (8)$$

ただし f: 周波数 (KC)

しかしこの実験式による値は実測値の変動が甚だしいので計算に簡単な(9)式でも充分である。

$$\alpha = 0.22 f + 0.000175 f^2 \text{ (db/km)} \dots\dots\dots(9)$$

### 3.5 水中の音波の屈折

水中の水平伝播の音線は、直進することなく曲がり屈折することはよく知られている。

この音線の方向の変化は通過する媒質の伝播速度の変化により光の場合と同様にスネルの法則が当てはめられる。

水中の音速傾度が一定なる時の音線の方程式は(10)式のようになる。

$$y = \tan \delta_0 \cdot x - \frac{G}{2 C_0 \cos^2 \delta_0} \cdot x^2 \dots\dots\dots (10)$$

ただし、x: 距離 (m),  $\delta_0$ : 入射角 (度),

$C_0$ : 発射点の音速 =  $1450 + 4.21\theta - 0.037\theta^2$  (m/s)

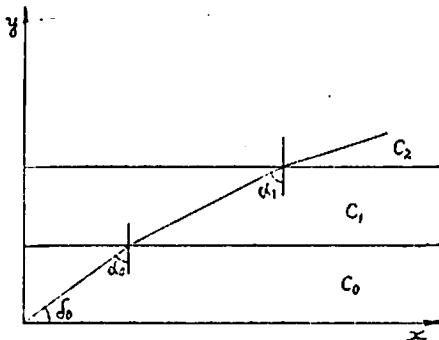
G: 音速傾度 =  $(4.21 - 0.074\theta) G_0$

$G_0$ : 温度傾度 ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ )

この音線の方程式は拋物線であり、音速傾度が正(上が速い)なる時は下方に、負の時上方に彎曲する。

### 3.6 残 響

水中に輻射した音波は余韻となつて尾を引く現象がある。これは残響(Reverberation)と呼ばれ、信号音の検知に妨害となる。残響の原因としては、水中に浮遊して存在する粒子等による散乱波のための体積残響 (Volume Reverberation) と海面近く波により作られる気泡の散乱波による表面残響 (Surface Reverberation) と海底の散乱波による海底残響 (Bottom Reverberation) とが考えられている。あとの二つを合せて境界



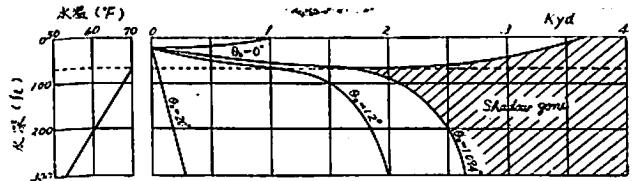
第2図 スネルの法則

残響 (Boundary Reverberation) ともいう。体積残響の強度は距離の2乗に逆比例、パルス幅に比例、単位体積の散乱因子の数に比例、個々の散乱強度に比例、送受波器の指向性利得の積に反比例する。境界残響の強度は距離の3乗以上に逆比例するので、遠距離では体積残響による影響の方が大きい。近距離における境界残響は送受波器深度を深くし、また上下の指向性を鋭くすることにより、かなり減らすことが出来る。

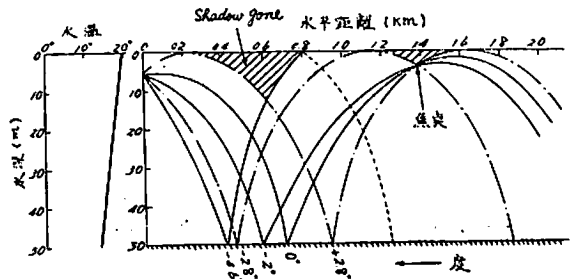
### 3.7 Shadow Zone

先に述べた如く、水深に対して、等音速の場合に、音線は直進するが、等温度の場合は静圧により、深くなると音速が早くなり音線は上方に屈折する。そのため、第3図の如き場合には音線の通らない斜線の音響的な影の部分が出る。この部分を Shadow Zone と称し、標的を探知することが出来ない。また第4図の如く浅い平坦な海底の場合には音線は下方に屈折し海底、海面の反射で図の如く海面附近に傾線で示される Shadow Zone が生ずる。

水中の温度分布により Shadow Zone の発生する位置は送受波器の深度とともにいろいろ変化する。



第3図 等温層下面における音線の分布と Shadow Zone



第4図 温度傾度における音線の分布と Shadow Zone

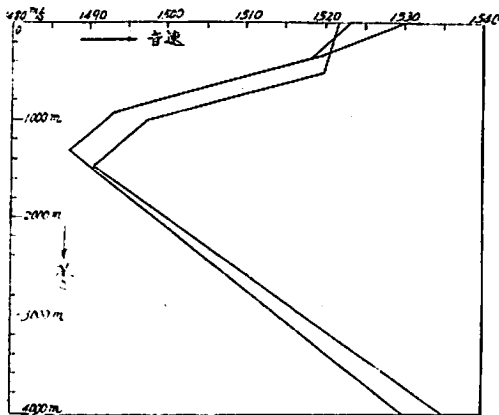
### 3.8 Sound Channel

海中の温度は、海面附近は常に変化するが、ある深度以上になると徐々に低下して  $4^{\circ}\text{C}$  と一定する。しかし静水圧が増すために音速傾度が0となる位置があり、さらに深くなると音速は増加する。音速傾度が0の位置の音線は直進する。水深が 600~2,000 m の部分でこのよ

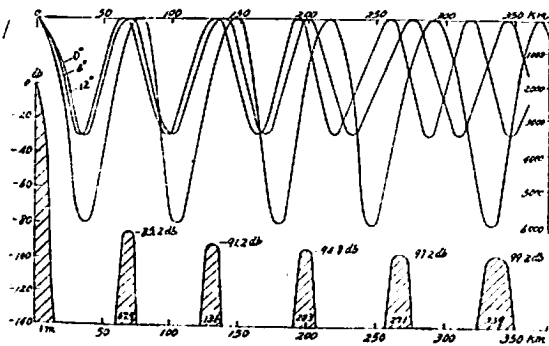
うな状態となり、拡散による減衰が非常に少なくなるので、音波伝播の極めて良い部分がある。これは Sound Channel と呼ばれている。Sound Channel の音波伝播を利用した Sofar (Sound Fixing And Ranging System) は地球を半周して 12,000 哩先の爆発信号を記録したといわれている。

### 3.9 深海を利用した遠距離伝播

Sound Channel の存在するような深海では、ある深度以上になると、音速の分布は、第 5-a 図に示す如く、同じような形になる。そのため音線は下方に屈折し、Sound



第 5-a 図 Sound channel を作る鉛直音線分布図 (久山, 鈴木)



第 5-b 図 代表された大洋中の 5 回までの屈折図および音波の海面に現われた強さの比較図 (久山, 鈴木)

Channel 付近で反転屈折して、表面付近で集束し、第 5-b 図の如くなる。これは理論と実験により確かめられた。40 km 位先の航走音を聞くことが出来なくとも 70~80 km 先の航走音はこのために充分聴音することが出来る。

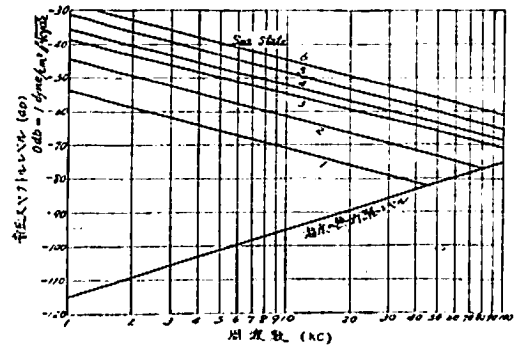
### 3.10 Fading

浅い海で音波を水平伝播すると、音の強さの時間的変

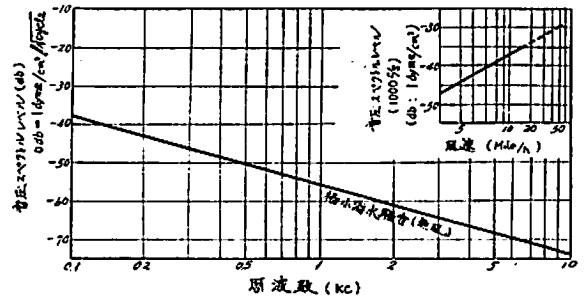
動が甚だしい。これは直接波と海底または海面による 1 回反射または 2 回反射等による、多くの伝播径路を経た波の相互干渉によつたもので、これは Fading と呼ばれており、ソーナーの目標探知の不安定の原因となる場合が多い。特に水中電話では通話が困難になる場合がある。

### 3.11 海中に存在する雑音

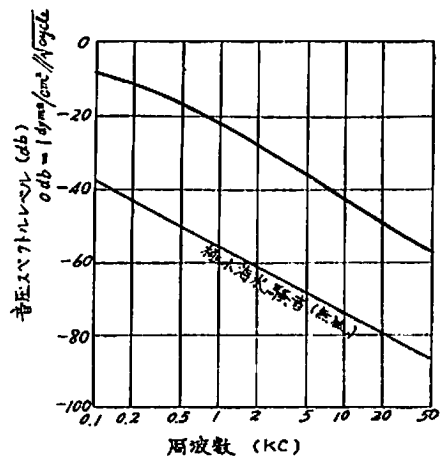
海中に存在する雑音には波浪、雨、風、潮流等自然現象によるものと、海中生物の活動によるものと、船の航



第 6 図 海中騒音の海況による変化



第 7 図 海中騒音の風力による変化



第 8 図 ある船舶の航走雑音の変化

表 1

| 目標の形  | 条件   | R <sub>p</sub>  | T <sub>s</sub>                     |
|---|--|---|------------------------------------|
| 円平面 (半径 a, 面積 S)<br>垂直入射                        | $2S < 0.7\sqrt{\lambda \cdot x}$ $ka > 2$                    | $\frac{2S}{\lambda \cdot x}$                                  | $\left(\frac{S}{\lambda}\right)^2$ |
| 球 (半径 ρ <sub>0</sub> )                          | $\rho_0 > 0.6\lambda$ , $\rho_0 \ll x$                       | $\frac{\rho_0}{x}$ (±20%の誤差)                                  | $\frac{\rho_0^2}{4}$               |
| 二つの主曲率半径 ρ <sub>1</sub> , ρ <sub>2</sub> を持つ突曲面 | $\rho_1$ と $\rho_2 > 0.6\lambda$ , $\rho_1$ と $\rho_2 \ll x$ | $\sqrt{\frac{\rho_1 \rho_2}{x}}$ (±20%の誤差)                    | $\frac{\rho_1 \rho_2}{4}$          |
| 短円柱 (半径 ρ <sub>1</sub> , 長さ 2b)<br>軸に垂直入射       | $\rho_1 > 0.6\lambda$ , $2b < 0.8\sqrt{\lambda \cdot x}$     | $\sqrt{\frac{2\rho_1}{\lambda}} \cdot \frac{2b}{x}$ (±20%の誤差) | $\frac{2\rho_1 b^2}{\lambda}$      |

ただし x: 音源からの距離, λ: 波長

走音, 海岸の造船所の作業音等人工現象によるもの等いろいろある。これ等の雑音は、時間と場所により常に変化するが、その音源の方向を区別出来ないものを、周囲雑音と呼んでいる。海象による、海中雑音のスペクトラムレベルは第6図の如くである。風速による変化は第7図にまた航行雑音の例は第8図に示す。

§4 簡単な形を持つ目標物の反射能と Target Strength

反射能は次のように定義される。

$$R_p = \frac{\text{音源位置における障害物からの反射音圧}}{2 \text{ 倍の距離における入射音圧}}$$

db で表現する時は  $10 \log_{10} R_p$  で表わす。

また Target Strength は次のように定義される。

$$T_s = \frac{\text{反射波の仮想中心からの単位距離の点の反射波強度}}{\text{障害物のある点の入射波強度}}$$

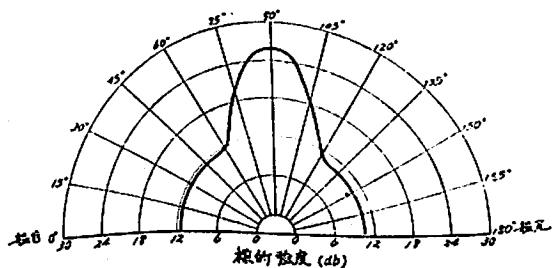
db で表現する時は  $10 \log_{10} T_s$  で表わす。

簡単な形を持つ目標物の反射能および Target Strength は表1の通りである。

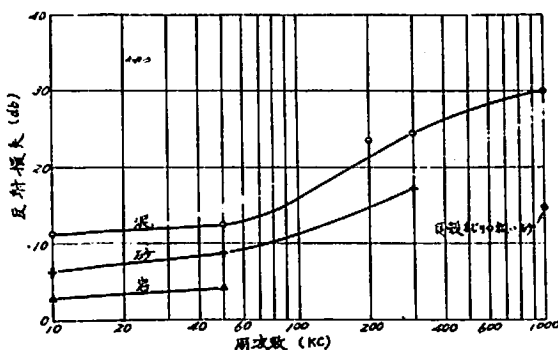
ホールトンは潜水艦の或る代表的な Target Strength を第9図で与えている。

§5 海底の反射損失

測深儀の如き、垂直入射の海底反射損失は、次のように定義される。



第9図 ある潜水艦の標的強度



第10図 海底の反射損失 (橋本, 間庭)

$$R_r = 20 \log_{10} \left( \frac{\text{海底表面における入射音圧}}{\text{海底表面における反射音圧}} \right) \text{ (db)}$$

橋本・間庭の実測結果は第10図の如くである。海底が傾斜している場合は送受波器の指向性関数の積だけ大きくなる。

§6 指向性および指向性利得

(1) 円形ピストンの指向性

第11図の指向性 (R) は (11) 式であたえられる。

$$R = \frac{2 J_1(ka \sin \tau)}{ka \sin \tau} \dots \dots \dots (11)$$

ただし λ: 波長, a: 円形の半径,  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ , τ: 中心線とのなす角度

この場合の半減角 (τ<sub>1/2</sub>) および第1の零角 (τ<sub>01</sub>) は、次の通りで λ および a がきまれば計算出来る。

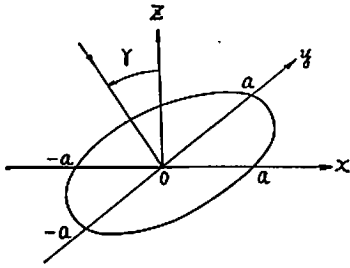
$$\tau_{1/2} = \sin^{-1} 0.355 \frac{\lambda}{a}, \quad \tau_{01} = \sin^{-1} 0.6098 \frac{\lambda}{a}$$

この円形ピストンの指向性利得 (G<sub>b</sub>) は (12) 式であたえられる。

$$G_b = 10 \log_{10} \frac{4\pi}{\lambda^2} S \text{ (db)} \dots \dots \dots (12)$$

ただし S: 面積





第11図 円形ピストン

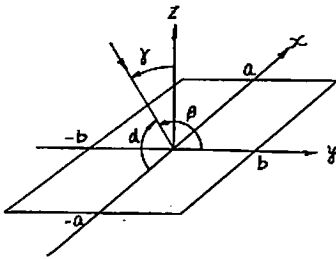
(2) 矩形ピストンの指向性

第12図の指向性は(13)式であたえられる。

$$R = \frac{\sin(ka \cos \alpha)}{ka \cos \alpha} \cdot \frac{\sin(kb \cos \beta)}{kb \cos \beta} \dots (13)$$

xy平面内では、中心軸との角を $\gamma$ とすれば、この平面の指向性( $R_{x,z}$ )は(14)式の如くなる。

$$R_{x,z} = \frac{\sin(ka \sin \gamma)}{ka \sin \gamma} \dots (14)$$



第12図 矩形ピストン

yz平面内では、中心軸との角を $\delta$ とすれば、この平面の指向性( $R_{y,z}$ )は(15)式の如くなる。

$$R_{y,z} = \frac{\sin(kb \sin \delta)}{kb \sin \delta} \dots (15)$$

この場合のx-z平面およびy-z平面のおおのの半減角( $\tau_{\frac{1}{2},\gamma}$ と $\tau_{\frac{1}{2},\delta}$ )および第1の零角( $\tau_{01,\gamma}$ と $\tau_{01,\delta}$ )は次の通りである。

$$\tau_{\frac{1}{2},\gamma} = \sin^{-1}\left(0.603 \frac{\lambda}{2a}\right), \tau_{\frac{1}{2},\delta} = \sin^{-1}\left(0.603 \frac{\lambda}{2b}\right)$$

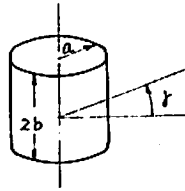
$$\tau_{01,\gamma} = \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{2a}\right), \tau_{01,\delta} = \sin^{-1}\left(\frac{\lambda}{2b}\right)$$

この矩形ピストンの指向性利得( $G_b$ )は(16)式であたえられる。

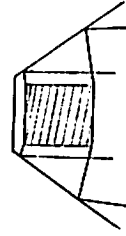
$$G_b = 10 \log_{10} \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot S \text{ (db)} \dots (16)$$

(3) 円筒形振動面の指向性

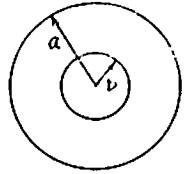
第13図の指向性は水平方向は円形であるが、垂直方向は近似的に(17)式であたえられる。



第13図 円筒振動子



第14図 反射傘付振動子



$$R = \frac{\sin(kb \sin \gamma)}{kb \sin \gamma} \dots (17)$$

またこの指向性利得は近似的に(18)式であたえられる。

$$G_b = 10 \log_{10} \left(0.2 + 2.1 \frac{2b}{\lambda}\right) \text{ (db)} \dots (18)$$

(4) 笠付円筒形送受波器の指向性

第14図の指向性は理論的には(19)式であたえられる。

$$R = \frac{\frac{2a^2 J_1(ka \sin \gamma)}{ka \sin \gamma} - \frac{2b^2 J_1(kb \sin \gamma)}{kb \sin \gamma}}{a^2 - b^2} \dots (19)$$

(5) 菱形振動面の指向性

この場合には簡単に指向性を計算することは出来ないがサイドローブを抑圧する方法として用いられる。円形ピストンの第1サイドローブは14%、矩形ピストンは22%の主極大に比べて大きさがあるが、このように形状を変化したり振動面の速度分布を変化させると、これより小さくすることが出来る。

§7 ソナー方程式

ソナーの探知能力に関して、送受信装置の能力・媒質中の伝播目標の反射能力・雑音レベルなどと探知距離との関係を表わす式をソナー方程式という。実際には海象により伝播状況が変化するので絶対的なものではないが探知能力を検討したり評価する場合には有効であり重要である。

$$L_p + 10 \log T_s - (L_n + 10 \log B - G_{br}) - \Delta S/N = 40 \log x + 2 \alpha x + 120 \dots (20)$$

ただし  $L_p$ : 送波器の最大感度軸上の基準送波音圧レベル db (dyne/cm<sup>2</sup>// 1m)

$T_s$ : 目標の Target Strength (4項の  $T_s$  と同じ)

$L_n$ : 無指向性マイクで測定した場合の受振等価帯域幅 1c/s 当りの音圧スペクトラムレベル db (dyde/cm<sup>2</sup>// V cycle)

$B$ : 受振等価帯域幅 c/s

$G_{br}$ : 受波器の指向性利得 db (6項の  $G_b$  と同じ)

$\Delta S/N$ : 反響信号と雑音との識別レベル db

$x$ : 送受波器と目標との間の距離 km

$\alpha$ : 吸収減衰 db/km ((8),(9)式と同じ)

(20)式は水平伝播の場合のソーナー方程式であるが、測深機の場合には(21)式の如くなる。

$$L_p - R_r - (L_n + 10 \log B - G_{br}) - \Delta S/N = 20 \log x + 2\alpha x + 126 \dots\dots\dots (21)$$

ただし  $R_r$ : 海底の反射損失 db (5項の  $R_t$  と同じ)

$x$ : 送受波器と海底との間の距離 km

その他のパラメーターは(20)式の場合と同じ

(1) 送波器の能率および送振電力をあたえた場合の  $L_p$

この場合の  $L_p$  は(22)式であたえられる。

$$L_p = 70.7 + 10 \log \eta_s + 10 \log P_{SE} + G_{bs} + 20 \log R_s \dots\dots\dots (22)$$

ただし  $\eta_s$ : 送波器の電気音響変換能率

$P_{SE}$ : 送波器の電気入力 Watt

$G_{bs}$ : 送波器の指向性利得 db (6項の  $G_b$  と同じ)

$R_s$ : 送波器の指向性関数 (指向性の主極軸の場合1)

(2) 送波器の送波電圧感度およびインピーダンスをあたえた場合の  $L_p$

この場合の  $L_p$  は(23)式であたえられる。

$$L_p = L_s - 10 \log \frac{\cos \theta}{|Z_s|} + 10 \log P_{SE} + 20 \log R_s \dots\dots\dots (23)$$

ただし  $L_s$ : 送波電圧感度 db

$|Z_s|$ : 送波器のインピーダンスの絶対値 ohm

$\theta$ : 送波器のインピーダンスの位相角 deg

その他のパラメーターは(22)式の場合と同じ

なお  $L_s - 10 \log \frac{\cos \theta}{|Z_s|}$  は送波電力感度 db である。

以上の(20)~(23)式をソーナーの方式および測定または計算した値を代入し、 $L_n$ を第6図の音圧スペクトラムレベルまたは必要な値を入れて計算すれば探知距離が求められる。

また目標までの距離をあたえて雑音レベルとの比較をすることも出来る。

特に新しいソーナーの性能を全般的に検討するには便利である。

### §8 送受波器の装備

ソーナーを、船舶に装備する場合、船の発する雑音を

極力少なくすることが重要である。特に送受波器を船外に突出するような時は、ソーナードームが必要となる。2~3種の形状のドームの Cavitation の発生する船速を計算すると表2の如くなる。

表 2

| ドームの形状               | 直進の場合の船速 | 10°旋回の場合の船速 |
|----------------------|----------|-------------|
| 速度比 1.14 なるドーム       | 26 kt    | 23 kt       |
| 速度比 1.44, CW-307 ドーム | 20.5 kt  | 18 kt       |
| 速度比 1.90 なる円柱        | 15 kt    | 15 kt       |

Cavitation の発生は雑音の原因となるので、高速船の場合には、ドーム自身で Cavitation をおこさぬような形状にする必要がある。

航走する船舶には、船底とともに移動する海水層があり、その層には多数の気泡が含まれている。この層の厚さは、プラントルの式によると(24)式の如くなる。

$$S = 0.37 \left( \frac{\nu}{U} \right)^{\frac{1}{6}} x^{4/5} \dots\dots\dots (24)$$

ただし  $S$ : 層の厚さ (m),  $x$ : 船首よりの距離 (m)

$\nu$ : 流体の動粘性係数 =  $1.0 \times 10^{-6}$  ( $m^2/s$ )

$U$ : 船速 (m/s)

しかし、船の形により、実際はこの値より大きくなる場合が多い。この式でわかる如く船尾に行くにつれ、この層は厚くなるので船底に突出させないような測深機の場合には、出来るだけ前方に送受波器を装備するようにし、船首波上昇部中に入れることが望ましい。長年の装備位置の研究でも船の全長の殆どよりなるべく前の方が良いことが証明されている。

また船体にはいろいろな振動が伝播するので、送受波器と船体とは音響的に遮断する必要がある。

特に浅い水深を測定するような測深機の場合には、送受波器を船体と隔離することは勿論取付水槽内の残響も抑制するように内部に吸音効果をもたせる必要がある。

### §9 ソーナーの方式

ソーナーの方式は、探知目標の種類・装備方式・設置場所・指示方式・検知方式等その組合せは多く複雑である。しかし根本的には水中音波の性質を如何に利用するかということであるので、音波の伝播径路により分離して述べることにする。

(1) 水平往復伝播方式

発受信装置をそなえたもので、音波を水平に発射し目標物からの反響音を再び捕捉して距離と方位を測定するもので、一般にソーナーと称する方式である。この方式

は比較的海面近くの現象の影響を受け、信号音の検知がむずかしいので装置が非常に複雑となつてくる。周波数は 20 KC 前後が多く用いられたが、最近では遠距離探信を行うため、5 KC 前後の低周波化が行われている。また送振レベルもメガワット級になり、小型船舶には装備出来ないようになりつつある。

### (2) 水平片道伝播方式

水中電話装置の如く一方から他方へまた他方から送出した信号を受波するような方式である。この方式は、送受共に指向性をもたせることは通話方位を制限するので無指向性の送受方式が用いられる。また直接の音線径路のものを受信するので、比較的小さな送波勢力で、通達距離を延ばすことが出来るので、装置を小型にすることが出来る。

### (3) 水平受動片道伝播方式

目標物または特定なものが発する音を受信する方式で、代表的なものとして、水中聴音機がある。この方式には超音波聴音もあるが、一般的には、可聴音波聴音による。低周波音波の伝播を利用するので、捕音部の外観は非常に大きくなる特徴がある。また吸収減衰が少ないので聴音可能距離は非常に長くなる。

### (4) 垂直往復伝播方式

測深儀の如く垂直に音波を放射し、海底からの反射音を受波して、水深を測定する方式である。水平往復伝播と異り海面附近の温度傾度による屈折等の海象による影響が少なく、また反射体が海底の如き大きなものである。伝播特性の条件が非常に良くなる。航海機器として用いるため操作も簡単で比較的小型である。

### (5) 送受別伝播方式

限られた音響勢力を発射し弱い反射音を往復伝播させることは、往復伝播損失をともなうので、遠距離伝播による探知方式は困難になつてくる。そこで、水中の伝播損失を少なくするため、発音体を前方に出して、受信するとか観測位置で音波を発射し目標からの反射音を前方で捕捉して、無線で連絡し、これ等を総合して目標の位置と方位を測定すれば、実質上の伝播損失を少なくすることが出来るので、探知距離を増すことが出来る。また発音体を前方に出せば、観測位置は無音になるので、観測位置を逆探されることが無くなる。この方式は機能上利用する面が多くなるものと思われる。

## §10 ソナー装置

ソナー方式のおおのこの特徴は、前項で述べたが、ここではソナー装置を普通呼びなれている名称で分類

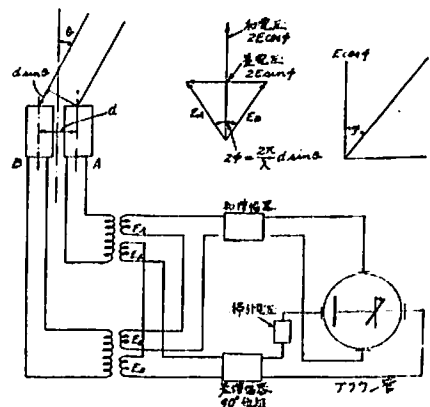
して、おのおのの概要を述べることにする。

### 10.1 サーチライトソナー

探信儀・アクティブソナー・水平ソナー等いろいろな名称で呼ばれているが、送受波器の指向性を利用して、最大感度方式により探信する装置で、機能上送受波器を機械的に旋回する装置が含まれる。長年の間、この方式が実用されてきたが、今後もこの方式に関して、研究すべきいろいろな問題がある。年代順にこの方式の研究経過を検討することにする。

1930年 90式測深儀を改良して、90式探信儀の研究が行なわれたが、余り良い結果が出なかつた。その年フランスのスカム社から、潜水艦探知機を輸入して、国産化の研究を始め、測深並びに探信兼用の 91式探信儀の国産化に成功した。更に研究を進めて 93式探信儀の各型が出来た。91式探信儀は水晶によるランジュバン振動子を用い手動で発振して、反響到来までの時間を秒時計により計測して、測距を行つた。

93式探信儀の 1~4型までは、ランジュバン振動子を用い、出力 300 W 周波数は 17.5, 25, 29 KC の 3種が用いられたが、その後は 17.5 KC が主力となつた。これ等の装置は耳により反響音の到来時間を距離に換算する方式により、測距が行なわれた。1942年より水晶のかわりにニッケル振動子による磁歪式の研究が行なわれ、出力 400 W で 14.5 および 16 KC の低周波型と 17.5 および 19 KC の高周波型が用いられ、93式探信儀 5型として 1945年頃まで使用され、他の装置と換装し探信儀の主力をなした。1941年ドイツのエスアンラーゲの原理による、後の仮称 3式探信儀の研究が行なわれた。この方式の原理は、二つの振動子の位相差を利用して、第 15 図のような方式により、CRT (Cathode Ray Tube) の反響像の傾きにより、方位および距離を測



第 15 図 仮称 3式探信儀の系統図

定するもので、入射角  $\theta$  に対する CRT の像の傾斜角  $\phi$  は、 $\phi = \frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta$  となり、二つの振動子の間隔  $d$  を大きくすることにより、CRT の  $\phi$  を大きくすることが出来るので、0.2 度位までの方位精度が得られるようなものが出来た。これには 1 型から 6 型までの各種のものを試作量産して、93 式探信儀に代置された。代表的な仮称 3 式探信儀 2 型は出力 2.5 kW、周波数は 13 KC または 14.5 KC で、距離目盛りは 1,500m, 3,000m, 6000m であつた。指示方式は CRT の A スコープで、1 型は記録器も用いられた。

米国では QJA・QBF ソナーが艦船用として用いられ、ヘラルドとしては QBD・QBH ソナー等が用いられた。出力は 400 W 位で周波数は 20 KC 前後が用いられていた。

ヘラルドは海岸より遠隔の送受波の指向性を旋回するために、送受波器を固定して、45 度傾斜の空気層をもうけた音響鏡を陸上で旋回制御して、指向性の旋回を行っている。音響鏡の傾斜角を可変することにより送受波器の指向性は水平ばかりでなく、俯角および仰角をもたせることが出来るようになってきている。

10.2 スキャンングソナー

探信儀・アクティブソナー・水平ソナー等の外に PPI ソナー (Plan Position Indication Sonar) とも呼ばれている。この方式の原理は、全方向に放射した音響勢力による反射音を、方位・距離に同期して受信ビームを急速に旋回して、CRT 上に反射信号を輝点により PPI 表示するものである。レーダーの PPI 方式と伝播速度がおそいため根本的に相異している。

受信ビームを旋回するスキャンング方式には、機械的走査切換によるものと、電気的走査切換によるものがある。機械的によるものは、Capacitive Coupling により第 16 図の如くに 48 個の振動子を 50r. p. s. の速度で切換えている。切換速度が早い程探知精度は良くなるが、150 r. p. s. 以上にするのは困難である。電気的なものとしては第 17 図の如く 60 個の振動子を 300 r. p. s. の速度で電

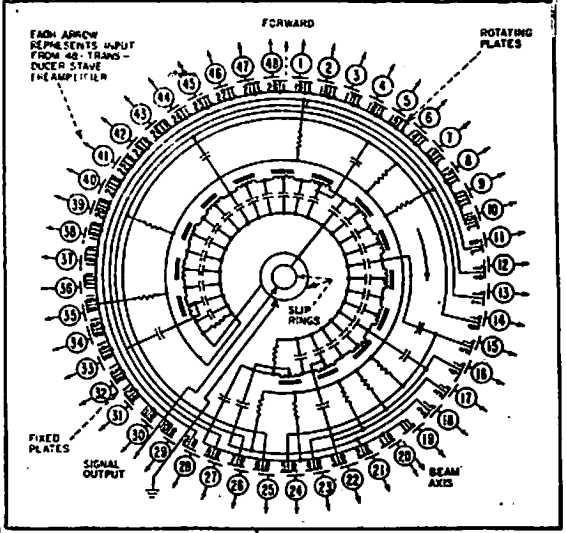
子管により切換えている。この高速度電気的走査切換ソナーとしては、第 18 図の如きものがある。

第 19 図は、代表的な スキャンングソナー用の送受波器である。

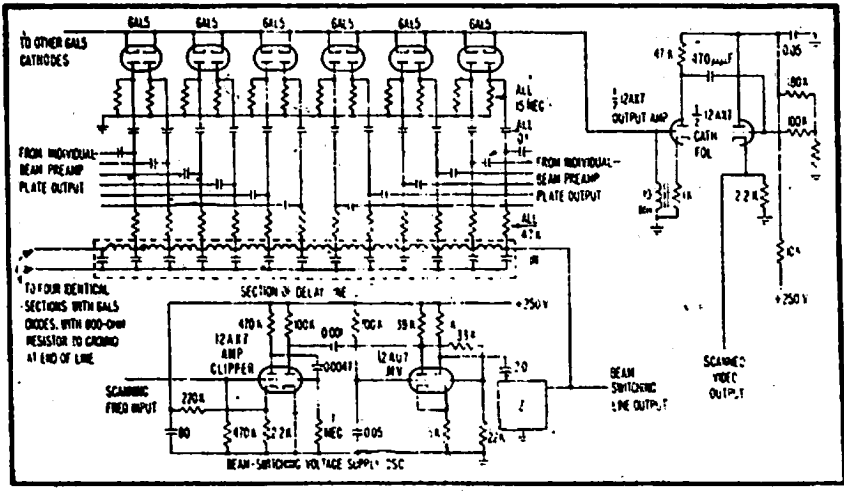
米国では、QHB-a・SQS-10・11 の 20~25.5 KC のものより遠距離探信を行うため吸収減衰の少ない低周波なものが用いられつつあり、そのため送受波器が非常に大型化し何 ton というものになり、ソナードームも極めて大きくなつてきている。

10.3 その他のソナー

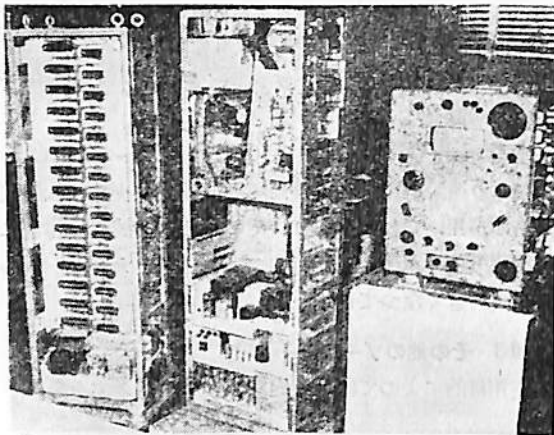
使用目的によつては全方向をスキャンングする必要が



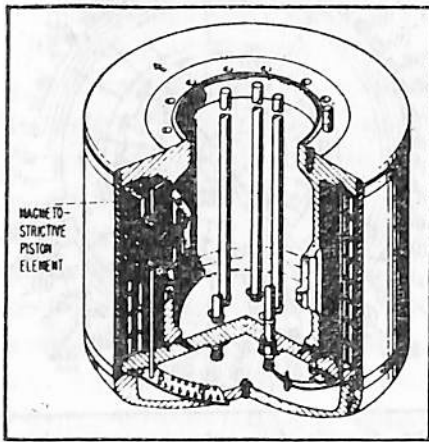
第 16 図 Circuit of transducer scanner showing capacitive coupling technique



第 17 図 Circuit of electronic scanner, sometimes called diode rotor



第18図 Modern high-speed electronic scanning sonar system partly assembled



第19図 スキャンニング・ソーナー用送受波器

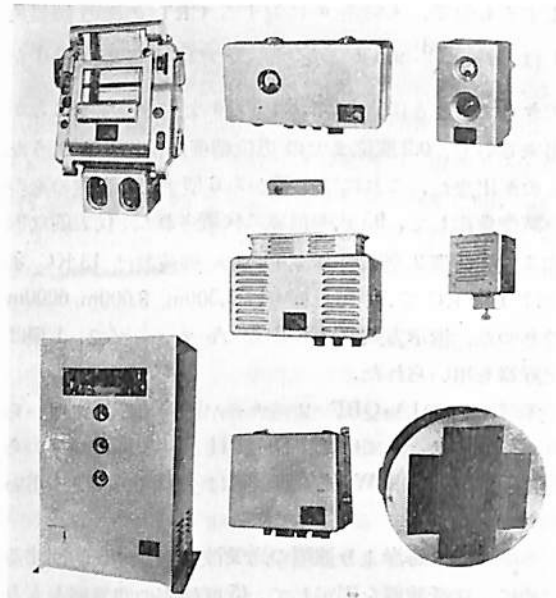
ないので、セクター・スキャンニングする方式のものもある。また FM ソーナー (Frequency Modulation Sonar) は S/N 改善のために研究されている。

日本でも螺旋状探査型・螺旋状探査型・周波数弁別式・多重探査型等の各型の PPI ソーナーが研究されている。

#### 10.4 測深儀

エコーサウンダ・ファゾメータ・測深機・垂直ソーナー等いろいろの名称があるが、終戦時には航路保安機と呼んだこともある。

測深機は記録式で周波数が 14.5 KC の丸型反射傘付の 99 式測深機の改良型が最近まで使用されている。現在日本では記録式が大多数である。これには乾式または湿式記録紙を用い直線または円弧記録式のものがあるが取扱の便利なことと記録をみやすくするため一般には、乾式で直線記録方式のものが用いられている。普



第20図 811型深海用測深機

通、測深機は航海保安上に用いられるので 100 m 前後と 1000 m 前後を測深出来るようになっているが、測量用には精密測深が出来るようなものもある。第20図は日電製 811 型深海用測深機であるが周波数 13 KC を用いて多重発射方式により 10,000 m 以上の深海を測深することが出来る。また特殊用途のために振動子の基本共振周波数とその高次共振周波数の低高 2 周波を用いた測深儀もある。

#### 10.5 聴音機

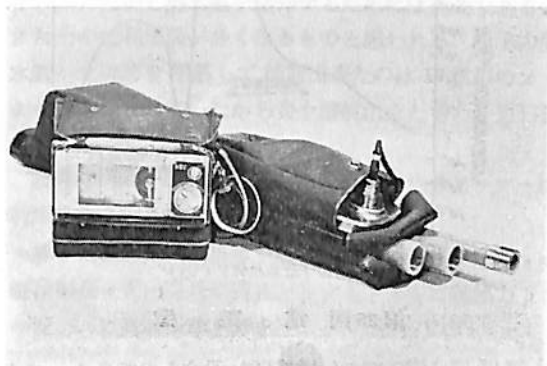
聴音機はパッシブソーナーとも呼ばれる。93 式 K 型水中聴音機はカーボンユニット釘式の補音器 3 個を 3 角型に配列した極めて簡単なものであった。その後 12 個の補音器を円配列したものが、多く使用された。試製甲型大艦用水中聴音機は S/N を改善するために、補音器を 2 重円配列にし外円の直径 4 m、個数 20 個、内円の直径 2 m 個数 10 個により、方向誤差 1 度以内、12 kt の速力で 5,000 m、停止中は 20,000~30,000 m を聴音することが出来た。仮称四式水中聴音機は 8 個の補音器を円配列したものを 10 組円配列にして合計 80 個の補音器を複円配列にして S/N を改善した。そのため船底の外観が大きく、ふくらんだことは造船上特筆すべきことであった。

最近の米国の潜水艦は艦首に数百個の補音器を格納した部分が大きく突出しているものもある。ソーナーの重要性のため船形もかわりつつある。海底設置の超遠距離用パッシブソーナーとしては前に述べた Sofar がある。

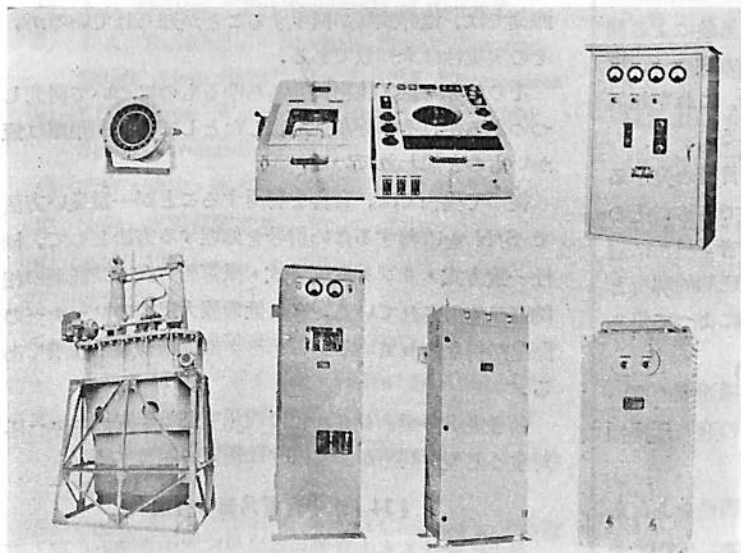
## 10.6 魚探機

魚探機には垂直用のものと水平用のものがあるが現在実用されている大多数のものは垂直魚探機である。小型で取扱の簡単なものが普及し、通常 24 KC 位のものが多い。しかし底曳魚探用のものは海底と海底についた魚とを判別するために 2 周波で特殊な回路を用いたものがある。また最近第 21 図の如き日電製 Fish Camera 8 という超小型な魚探機も製造されており周波数 200 KC のオウルトランジスタ化により携帯が便利なので、アマチュア釣師に愛用されている。

水平魚探機の代表としては探鯨機である。第 22 図は日電製 550 型探鯨機である。周波数 18 KC 送振出力 500 W のサーチライトソーナーであるが探鯨を容易にするため、ドブラー双耳判別方式により音色を良くしたりまた複式左右判別方式により左右の判別をするなど、いろいろな考慮がはられている。



第 21 図 Fish Camera 8

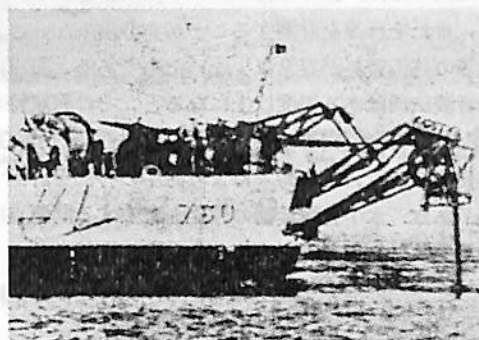


1-22545

第 22 図 550 型 探 鯨 機



第 23 図 艦首下端のソーナードーム



第 24 図 VDS の 揚 卸 装 置

## § 11 最近のソーナー

遠距離探索の要求は、アクティブ・パッシブソーナー共に装置は益々大型化し、船型の外観は水上艦・潜水艦共に異常なものになりつつある。第 23 図は米国駆逐艦の艦首部下端に装備されたソーナードームであり、第 24 図は米国駆逐艦の艦尾に装備された VDS (Variable Depth Sonar) の揚卸装置であるが、このように船型はソーナーのために大きくかわりつつある。

Sofar に対する最近の情報によると、地球を半周した 12,000 哩先の爆発音を、約 223 分後に捕捉することに成功した。またアクティブソーナーとしては SQS-23 の低周波スキャンングーナーが最近装備されている。またこれは VDS として艦尾より曳航するの

にも改造されている模様である。SQS-23 は数 KC のごく低い周波数のものが用いられており数万 yd を探知することが可能であり、そのため低周波化とともに受信信号の処理として、相関器が用いられ、メガワット級の電力が送波器に送られている模様である。FRAM 計画により過去のソーナーはこれにより代置されるものと思われる。

### § 12 水中音響兵器の問題点

現在地球表面の 70% をしめる大洋の中の潜水艦を遠距離で探知することは出来ない。航空機・潜水艦・水上艦を利用しても、せまい海域では出来るが大洋では不能である。将来数千呎の深々度潜航と 30 kt 以上の潜航速度の潜水艦を探知識別することは益々困難になる。その主な原因は海洋が複雑な物理的・化学的変化をするからであり、またそれ等を計測することが充分出来ないこととそれ等の技術資料が非常に少ないためである。海洋における音波伝播はある深度以上になると、その海域特有の特性を有して余り変化しないが、表面付近は四季を通じて変化するので、その時々により海中の特性を計測する必要がある。水中音響兵器の性能を左右する問題点はこの自然現象を如何に利用するかということである。

ソーナーの具備すべき条件としては次のような点に問題がある。

- (1) 広い範囲の情報量の処理
- (2) 情報量の多いこと
- (3) 受信情報量の早いこと

第 1 の広い範囲の情報量の処理としては、遠距離・3 次元的全方向の処理が理想であるが、海象気象による制限および伝播減衰によりソーナーとしての方式には、自ら限界がある。ソーナーの設計者としては、これを如何に善処するかということに一番の問題がある。

第 2 の情報量の多いことは、目標または目標の発する音を正確にしかも常に捕捉するということである。そのためには異状伝播に制限を加え、水中の雑音レベルに対する S/N を改善するより外にない。情報理論的解析と相関々数を利用した処理による S/N 改善によつて得られた情報を確実に表示することである。

第 3 の受信情報量の早いことは、音波伝播速度の遅いことと、余り複雑な計算器による情報処理の遅延は探知物の情勢を変化するので簡単ではない。

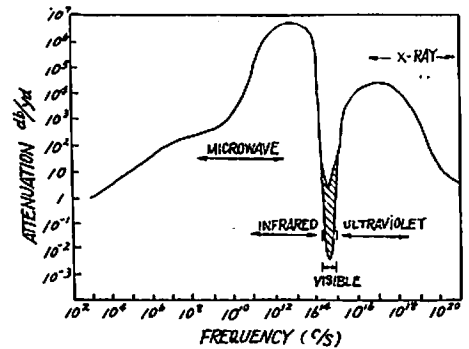
以上述べた条件は、その用途に応じて適当性をあたえることが必要であるが、技術的には容易なことではない。

### § 13 探知技術の現状

米国海軍においては音響以外の方式による開発研究に非常な努力をはらつたが、その結果として現在では音響による以外に良い方法が、発見出来なかつたようである。

実用的なものとしては、MAD (Magnetic Anomaly Detector) があるが、現在の装置では、半径 1,000 ft 程度の探知しか出来ない。

また電氣を用い二つの電極間に流れる電流の導電率の変化による方法が研究されたが、疑似警報の可能性が多く、また分解能も悪く探知距離も 200—300 ft 程度で問題にならなかつた。しかしこの一連の研究の結果、電磁窓 (Electro Magnetic Window) の発見は今後の潜水艦探知に重大なる影響をあたえるものと思われる。



第 25 図 電 磁 窓

第 25 図は電磁窓の伝播減衰を示すものである。また Cut-water 計画によれば、潜水艦の如き金属物の附近の海面では、電界強度が減少することが知られているが、その実現性は未知数である。

その他赤外線・核物質等あらゆるものについて研究しつつあるが、それ等が実用化したとしても探知距離は短かいものと思われている。

従つて現在では、音響を利用することが一番良い方法で S/N を改善するため信号を処理する方法として、極性一致方式・リング変調方式・乗算器方式の 3 種類の相関器が使用されている。また低周波大出力のソーナーの開発が行なわれているが、データ処理は初期の段階である。

信号表示のデジタル化は理想であるが疑似エコーに対する処理等問題が多く大きな研究課題である。

### § 14 水中音響兵器の将来

過去における水中音響兵器は単に水中音波の伝播を利用して、方位と距離を指示するのみであつたが、その後

ヘッジホーク等の攻撃兵器を制御する要素としての関連機器となつた。しかし将来は水中兵器システムの一貫した技術問題を研究する必要がある。その目的とするものは深々度潜航の無音の潜水艦を識別探知することである。場合によっては将来の艦艇はホバークラフト・ハイドロfoilおよび原子力潜水艦の3種になることも考えられる。

これ等の条件を考慮して将来の水中音響兵器は開発されねばならない。

米国においては、産業界の主要会社は、現在的水中兵器のシステムを前進させるためには、その関係官庁が一元化しなければならないといっているが、これ等の開発研究は容易なことでは出来ない。時々刻々と変化する情勢により計画は常に検討されねばならない。

### §15 結 言

以上ソーナーに関して種々述べたが、これには欠点が多いが、しかし潜水艦を探知するためには重要である。またその他利用面が多くなるものと思われる。原子力潜水艦が北極海を潜航して横断出来たのは10数組のソーナーが装備されていたから安全潜航出来たものと思われる。

特殊な現象が開発研究されない限り、当分ソーナーは利用されるであろう。

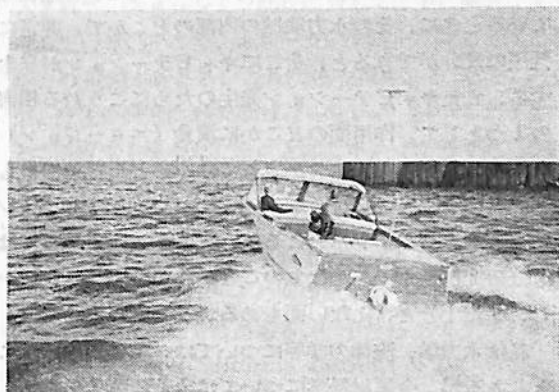
終りに臨み日頃御指導を戴いている坪井工業部長・中野技師長・大内課長に謝意を表するとともに御協力下さった方々に御礼を申し上げます。

### §16 参 考 文 献

- 1) J. B. Holton, "Fundamentals of Sonar"
- 2) J. A. Rummell, "Modern Sonar Systems Guide Atom Subs" Jan. 3, 1958. Electronics
- 3) "Undersea Weapon System" Jan. 1960. Space Aeronautics
- 4) 実吉・菊地・能本編, 超音波技術便覧
- 5) 実吉, 実用音響工学
- 6) 菊地, PPI-Sonarの実現 エレクトロニシアン 昭和28.9.
- 7) 中野外, 超音波装置は如何に設計すべきか エレクトロニクス・ダイジェスト No. 14 A 昭34.10
- 8) C. F. Eyring, and R. J. Christensen and R. W. Raitt "Reverberation in the sea" JASA 20, 4, 1948.
- 9) 久山, 鈴木, 大洋中の Sound Channel による音波屈折の計算 超音波研究専門委員会資料 1960-6

# GRAYMARINE

Compact Engine  
with



## EATON POWERNAUT

Stern Drive

### ○船内エンジンの経済性。

グレイマリン船用4サイクル・エンジンは、同馬力船外機より50%も燃料を節約出来ます。

### ○船外機並みの機動性。

スタン・ドライブはどのような速度においても手軽に操舵させる事が出来ます。又砂浜などに引き上げる事の出来るようドライブ・ユニットを取りはずす事も出来ます。

### ○軽量で耐久性に豊むエンジン

80馬力 compact ..... 185kg

111馬力 compact ..... 230kg

GRAY MARINE MOTOR 社

日本総代理店

## 日米自動車株式会社

東京：中央区京橋2丁目5番地

電話 (561) 3267-7093-6035-3078

大阪：北区曾根崎新地2-24番地

電話 (36) 8 8 3 1 (代)





## キャピテーションによる潰食に 関するメモ

鬼頭史城  
慶応義塾大学工学部

水力機械(船のプロペラ、水車、ポンプなど)を運転しているときに、その水力機械の内部のどこかで、非常に低圧の部分ができる、そこにキャピテーションが発生する。またキャピテーション発生のためにこるむる損害の1つとして、作用面のどこかに潰食(エロージョン)を生じ、表面が段々におかされてゆく。どんな条件のもとにおいて、キャピテーション、またはキャピテーションによるエロージョンがおこるか、ということについては大分研究が進んで、かなりのことがわかってきた。しかし、まだ十分と言えない面もあるようである。

私は水力学、流体力学等については、多少研究したこともあるが、金属材料学については全くの素人である。しかし、実際の水力機械に生じたキャピテーションやエロージョンについて、多少の見聞をしたことはあると考える。そこで、貧弱な知識の持ち主ではあるが、キャピテーション・エロージョンについて、本誌の上で2度ばかり、簡単に述べたことがある。ここでは、それと全く同じことの繰り返しではあるが、私の愚見を申述べさせて頂いて、皆様の御参考に資したいと思うのである。

プロペラの面が、おかされることの原因は、大別すると潰食(エロージョン)とコロージョン(腐食)となる。大ざっぱに言えば、エロージョンは力学的破壊作用によるものであり、コロージョンは化学的作用によるものであると、言われている。また迷走電流(stray current)の作用(電気分解)によつてプロペラの羽根面がやせることもある。

以上のことは、言わば誰もが知っていることであつて、特にいま、貴重な紙面を費してまで書きたる程のことはないのである。ところが、その基礎的事実を実地の問題に応用しようとするときに、いろいろな疑義を生じ、また意見の混乱がおこるのではないと思われる。

今日キャピテーションの現象、およびそれによつて生ずる損害について、かなり研究が進んでいることは事実であるが、またまだまだ不明のことがたくさんにあるのも事実であらう。

キャピテーションの発生にともなつておこるところのエロージョンの現象が純力学的作用(mechanical action)であることは、今日までに、いろいろの方法によつて立

証された。例えば、数十年以前に、ドイツでメノウ、ガラスなどのように、化学的に殆んどおかされない物体の面にも、エロージョンをおこさせ得ることを、模型実験によつて示している。またアメリカで金、白金などで作った模型を使つて、実験した例もあるとのことである。私は油粘土など、妙な材料で実験をやつてみたことがある。最近では、合成樹脂(有機ガラス)、各種のゴム、などについて実験されている。ことにアメリカでは、キャピテーション・エロージョンによつてゴムが表面から力学的にむしり取られる過程をよく説明している。

なお、これは本題には関係のないことではあるが、一寸御注意しておきたい。英語で mechanics といへば力学のことである。しかし、machine(複数; machinery)は機械のことである。ここまではよろしい。しかし、例えば mechanically という字があるとすると、これを“力学的に”と訳す(また解釈する)べきか、それとも“機械的に”と訳すべきかは、迷わされるのである。本の名前に mechanical vibrations とある場合に、たいていは機械的振動と訳してあるようである。しかし、この本を開いて読んでみると、振子の振動、弾性棒の振動、振動の計測法、などが述べてある。電気回路や電磁波の振動は書いてない。それ故、これは力学(質点、弾性体、流体)の分野における振動をとり扱つたものであつて、機械の振動だけに狭く限つているわけではない。してみると mechanical vibration は、力学的振動と訳した方が、少くとも誤解をへらすことになりはしないか。用語のせんさくは、暇人のすることであつて、そんなに目にカド立てて論ずる必要もないと思われるが、気になるので、ついでに一寸述べておいた。

さて、本題にはいろいろ。上記のごとく、キャピテーション・エロージョンの作用が純力学的なものであることは、上の説明で御了解がつかつたことと思われる。ところが、このことはあくまでも実験室的な、純学理的な事実であることを忘れてはならないと思うのである。

いまここに、実際のプロペラがあつて、ある期間運転してから、点検してみたところ、その翼面がえらく侵されていることを発見したとしよう。このとき、その翼面のおかされ具合から判定して、これがキャピテーション

・エロージョンによるものであるか、コロージョン（腐食）によるものであるか、それとも電気分解作用によるものかは、大体的見当は付くであろう。しかし、このときに、この侵かされた原因が何々である、それに間違いのない、と言い切ることは、余程慎重に考えてからでないといけない。例えば、キャピテーション・エロージョンによつて侵されたことがかなりはつきりしている場合でも、コロージョンが絶対に関係がないとは言えない。私は、前述のごとく金属材料学のことは全く素人であるが、普通に海水におかされ難いとされている金属材料、例えばマンガン青銅のごときもの、についても、キャピテーションによつてさんざんに破壊された金属面が海水にさらされるということは、表面の侵されることを促進することはあつても、おくらすことにはならないように思えるが如何なものであろう。

数カ月前に、ある雑誌で、水車のランナーのやられる原因は何々、船のプロペラの羽根がおかされる原因は何々、とはつきり書いてあるのを見たようであるが、そう単純には言えないような気がする。水車の場合でも、キャピテーション・エロージョンによつてひどくおかされたランナーを、私はいくらか見たが、他の原因が全く参加していないとは断言できない。上越線の渋川のように河水が酸を含んでいる場合もあるのである。船のプロペラにしても、キャピテーション・エロージョンによつて侵された羽根はいくらかもあるが、それだからといつて、キャピテーションのみが原因だとは一寸言い切れない。私は大きなものは直径7mから、小さなものは直径1mまで、またいろいろの船種のプロペラ羽根がおかされたのを見せて頂いたが、その侵され方は実に多種多様である。ただ、10のものなら、そのうち6まではキャピテーション・エロージョンであろうとか、その程度のことは言えるように思われる。

近頃よく応用されているところの、電気防蝕法についても同じようなことが言えよう。電気防蝕（cathodic protection）の方法が日本で実用に供されるようになったのは、ここ10年以内のことと思われる。もちろん、その他の技術と同様に、アメリカでやつているのを真似たのが、そもそものスタートである。この方法が段々に有効に応用され出した当時、この方法はキャピテーション・エロージョンをも完全にくい止められるとか、いやそうは参らぬとか、いろいろ議論があつたようである。キャピテーション・エロージョンの正体は、前記のごとく、力学的作用なのであるから、少々ぐらい電流を流してみ

たと何の影響を受けないだろう、というのが1つの見方である。しかし、実際に実験してみるとキャピテーション・エロージョンの防止にもきくようだ、との話も聞いたのである。

私はあの当時“近頃電気防蝕の方法がアメリカから導入されて、コロージョン防止に対しては実に顕著な役割をしている。そこで、エロージョン防止に対してはどうかとの問題がおこる。これは甚だ興味ある問題であるが、今後の研究に待たねばならない。”というようなことで逃げてしまった。まことにヒキウな話である。しかし、分らないことは分らないのだから致し方がないのである。

ところが、近頃になつて電気防蝕法とキャピテーション・エロージョン防止との関係について、実験的研究を行つて発表されたものがある。<sup>1)</sup> すなわちカリフォルニア大学の研究所（California Institute of Technology）の M. S. Plesset 教授によつて、試片を液体中で振動させる方法によつて、キャピテーションを発生させ、それに電気防蝕電流を流し、その電流量と試片の侵され方（減量）との関係を検べたのである。この場合に、試料（試験片）は直径 $\frac{5}{8}$ インチ（約16mm）の円筒状のものであり、その端の厚さ $\frac{3}{8}$ インチ（約5mm）の部分は円筒形であるが、残りの部分にはネジ切りがしてあつたようである。この試料を陰極とし、白金の電極を陽極とし、この2つをある間隔をへだてて液体中においている。試料は発振器によつて14.2キロサイクル（14200回/秒）の振動をおこさせ、これによつて上記の円筒形端面にキャピテーションを発生させる。そして、上述の陽極と陰極との間に、防蝕電流に相当するところの電流を流すのである。

液体は、塩水（3%）と蒸留水とが用いられた。

この実験研究の結果を要約すると、下のごとくであると推察される。（イ）3%の塩水を使い、試料を陰極として電流を流し、そして試料の材質をいろいろに変えて実験したところによると、防蝕電流の効果はかなり顯著であつた。すなわち防蝕電流を流した方が、キャピテーション・エロージョンによる試料の減量はかなりの減少をみた。そこで、その原因を調べてみると、試料の表面から水素ガスが発生して、クッションの作用をするものと認められた。

(1) M. S. Plesset, On Cathodic Protection in Cavitation Damage, Transactions of the ASME, Dec., 1960.

(ロ) 蒸溜水による実験では、試料を陰極とした場合、陽極とした場合、のどちらでもが防蝕電流の効果が顕著にみられた。ただし、試料表面にガスのクッションを生ぜしめるだけの電流を流した場合のことである。ガスのクッションができない程防蝕電流の値が低いときには、試料を陰極にしても、また陽極にしても、防蝕電流の効果は認められなかつた。

(ハ) 防蝕電流がキャピテーション・エロージョンをおくらせるに役立つのは、上記のごとく、試料の表面に発生ガスのクッションができ、キャピテーションに伴うところの水の衝撃作用を緩和する効果があるためと判断された。以上が Plesset 教授の見解である。

これによつてみると、防蝕電流がキャピテーション・エロージョンの防止に役立つのは、それによつて物体表面にガスのクッションができ、それがキャピテーションによる水の衝撃作用に対して、バッファの役をしているものと思われる。やはりキャピテーション・エロージョンには力学的作用が主役をなしているのは、興味あることと思われる。

なお、この論文の討論において S. A. Tatum 氏が述べているように、上記の意味で効果をおこさせるためには、かなりの量の電流を流す必要がある、という点は注意せねばならない。Tatum 氏の推算によると、1 ft<sup>2</sup> 当りに 29.5 アンペアの電流を流す必要があるとのことである。

最後に、われわれ水力機械に関係ある者にとつては、この実験が静止している水の中で行なわれた、という点は注意せねばならない。水力機械の内部のどこかで、キャピテーション・エロージョンがおこるのは、その附近に高速の流れがあるためである。(ごくまれには流体が速度をもつていない場合でもエロージョンはおこり得る。) このように流速が、しかもかなり大きな値で、存在すると、上記のガスのクッションは、これに誘われて、下流におし流されてしまはしないか、その場合でも、それをカバーするに足るだけの電流を流し、ガスのクッションを発生させればよいわけである。しかし、少くとも今日においては、この点に関して、発表された文献はないようである。(終)

### 天然社・海技入門選書

|            |             |              |
|------------|-------------|--------------|
| 東京商船大学助教授  | 鞠谷 宏士       | A5 130頁 250  |
|            | 船の保存整備      |              |
| 東京商船大学助教授  | 鞠谷 宏士       | A5 160頁 350  |
|            | 船舶の構造及び設備属具 |              |
| 東京商船大学助教授  | 上坂 太郎       | A5 160頁 280  |
|            | 沿岸航法        |              |
| 東京商船大学教授   | 横田 利雄       | A5 140頁 230  |
|            | 航海法規        |              |
| 東京商船大学名誉教授 | 田中 岩吉       |              |
|            | 海上運送と貨物の船積  |              |
|            | (前篇)海上運送概説  | A5 140頁 280  |
|            | (後篇)貨物の船積   | A5 160頁 330  |
| 東京商船大学教授   | 豊田 清治       | A5 160頁 280  |
|            | 推測および天文航法   |              |
| 東京商船大学教授   | 野原 威男       | A5 110頁 180  |
|            | 船用プロペラ      |              |
| 東京商船大学助教授  | 中島 保司       | A5 170頁 300  |
|            | 運航要務        |              |
| 東京商船大学教授   | 米田 謙次郎      | A5 130頁 230円 |
|            | 操船と応急       |              |
| 東京商船大学教授   | 横田 利雄       | A5 155頁 340円 |
|            | 海事法規        |              |
| 前東京高等商船教授  | 小方 愛朗       | A5 170頁 300  |
|            | 船用内燃機関 (上巻) |              |
|            |             | A5 200頁 320  |
|            | 船用内燃機関 (下巻) |              |
| 東京商船大学助教授  | 庄司 和民       | A5 140頁 250  |
|            | 航海計器学入門     |              |

|           |          |             |
|-----------|----------|-------------|
| 東京商船大学助教授 | 清宮 貞     | A5 90頁 180  |
|           | 蒸気機関     |             |
| 東京商船大学助教授 | 伊丹 潔     | A5 180頁 360 |
|           | 船舶用電気の基礎 |             |
| 東京商船大学助教授 | 宮嶋 時三    | A5 200頁 350 |
|           | 燃料・潤滑    |             |
| 東京商船大学教授  | 鮫島 直人    | A5 200頁 360 |
|           | 電波航法     |             |
| 東京商船大学教授  | 野原 威男    | A5 155頁 320 |
|           | 船の強度と安定性 |             |

<以下続刊>

|           |           |   |
|-----------|-----------|---|
| 東京商船大学教授  | 浅井 栄資     | 象 |
|           | 海事気象      |   |
| 東京商船大学教授  | 賀田 秀夫     | 水 |
|           | ボイラ用水     |   |
| 東京海技試験官   | 西田 寛      | 図 |
|           | 指図        |   |
| 東京商船大学教授  | 賀田 秀夫     | 材 |
|           | 船舶用金属材料   |   |
| 東京商船大学助教授 | 小川正一・真田 茂 | 学 |
|           | 機械の運動と力学  |   |
| 東京商船大学助教授 | 小川 正一     | 学 |
|           | 機械工作・材料力学 |   |
| 東京商船大学教授  | 真壁 忠吉     | 罐 |
|           | 船用汽罐      |   |
| 東京商船大学助教授 | 小川 武補     | 機 |
|           | 船用補機      |   |

# 小型客船建造を経験して

松 浦 弘  
松浦鉄工造船所

## は し が き

昭和34年6月国内旅客船公団が発足されて以来急速に小型客船が整備されつつある現状は誠に悦びに堪えない次第であります。従来より小型客船に対しては何等かえりみられることなくして昭和初期ないしは大正末期に建造せられた老朽船とあつては産業の発展も文化の向上も何等望むことは出来ず特に昭和10年以後戦時態勢下のもと油は統制され運航回数は減じ船員は不足し離島の交通は麻痺状態にあつたと云つても決して過言ではないであらう。

戦時中は企業合同による運航業者の合併が行われておつたがかかる状態のまま終戦を迎えたため分散独立するものあるいは新規に航路を開設するもの等が現われ誠に混雑状態であつたように思われる。このような喰うか喰われるかの時代いわゆる暗船の横行した時代にあつて既存業者は黙々と営業を続け事業の安定に協力せられたことは誠に尊いものがあると考え次第であります。漸く社会経済が安定した時期においても小型旅客船は老朽化の一途を辿るばかりでなお代船建造ということは考えられることはなかつたようである。GHQの建造許可を受けることが出来たものも1000G/T程度のもので真に100G/T前後の小型客船は憐れなものであつた。しかし全然顧みられなかつたと断言することは出来ない。昭和28年に至つて漸く離島航路整備法の成立をみて黎明期を迎えることが出来たわけである。

## 国内旅客船公団について

国内旅客船公団の発足されるについて従来顧みられなかつた小型客船が整備近代化されるということについて悦びに堪えない次第であります。発足以来既に毎年相当隻数の客船の代船建造が行われておりましてわれわれ造船業に従事する者として啓蒙される処大なるものがあります。

小型客船は小型であるが故に航行区域が限定されますが、そのため地域的特殊性のあるものであります。北は北海道より南は九州に至るまで気候風土風俗習慣は勿論港湾気象は種々異つていて設計は極めて困難であると考えられます。

今まで公団共有船に対し10隻余りに指命入札に応ずることが出来て7隻まで建造することが出来た経験に鑑みて仕様内容について High Grade に過ぎる感を受け

たものがありますが数多の意見の集積されたものであり止むを得ないことと考えられます。

要は公団において計画される船舶の内容外観とも低船舶優秀船であることをお願いする次第であります。

## 旅客船について

旅客船とは人または人および物を輸送することを目的とする船舶であつて企業として営利を対象としたものとそうでないものがある。船舶の種類は数多あるが人命の安全ということが強く要求される処に旅客船の特色があることは既に御存じの通りであります。

運輸省におかれても旅客船に対して復原性基準を制定せられた所以であります。一口に旅客船と言つても使用目的によつてそれぞれ異つた意義または内容をもつていられるように考えられるので例記してみれば次の如くであります。すなわち

(a) 定期旅客船, (b) 不定期旅客船, (c) 観光船  
(d) 遊覧船, (e) 交通船, (f) 連絡船, (g) 渡船,  
(h) 貨客船, (i) 伝導船, (j) 移民船 (k)  
病院船, (l) 診療船, (m) 巡礼船, (n) 航送船  
と記してみますとまだまだあるようですがただ呼称が異つて同じ用途のものもあるようです。本文の主旨は内航旅客船についてであつてこの点よりすれば定期旅客船と貨客船に絞ることが出来るでしょう。何故なれば現在建造される旅客船はその殆んどが既存航路の代船かまたは新設航路に就航するためのものであるようです。

最近の旅客船の傾向として陸上交通機関の進歩発達に即応して構造性能設備等において近代化が行われまたレジャーブームと云われる現在陸上交通機関に tie-up しまたは単独に臨時運航を行つて遊覧に観光に利用されているようであります。従つてただ単に従来通り定期航路に就航するのではなくして異つた意味をもつてきたようです。このためにはそれ相当の旅客設備が施されるようになり従来と異つた盛光灯照明、機械通風および暖房、色彩調節、保温材、断熱材の利用、騒音防止のための動力の電化、テレビの設置、放送設備の完備等々日進月歩の状態にあります。中にはサンルームを有するもの、喫茶室のあるもの、航行中の慰安のためのステージを有するもの等々においては正に大型旅客船を縮小した観を呈するものがあります。わが国において建造せられた小型客船については十分な資料もなく論ずる資格もないが手許に

第 1 表

| 番号 | L         | B     | D     | GT  | HP   | L/B  | HP/GT | 建造年月        |
|----|-----------|-------|-------|-----|------|------|-------|-------------|
| 1  | 72<br>48' | 13'   | 5'    | 48  | 100  | 5.54 | 2.08  | 昭年月<br>2—10 |
| 2  | 24.4      | 4.27  | 1.83  | 65  | —    | 5.72 | —     | 〃4—6        |
| 3  | 24.4      | 4.57  | 1.92  | 75  | —    | 5.34 | —     | 〃4—6        |
| 4  | 24.4      | 4.57  | 2.20  | 75  | —    | 5.34 | —     | 〃5—3        |
| 5  | 28.9      | 5.48  | 2.50  | 115 | 200S | 5.27 | 1.74  | 〃5—         |
| 6  | 22.9      | 4.27  | 1.71  | 56  | 150S | 5.36 | 2.68  | 〃6—3        |
| 7  | 19.8      | 3.67  | 1.83  | 37  | —    | 5.39 | —     | 〃7—4        |
| 8  | 24.4      | 4.27  | 1.83  | 69  | 80S  | 5.72 | 1.16  | 〃7—9        |
| 9  | 24.4      | 4.27  | 1.90  | 68  | —    | 5.72 | —     | 〃7—12       |
| 10 | 24.2      | 4.25  | 1.83  | 57  | 160S | 5.7  | 2.81  | 〃8—1        |
| 11 | 21.4      | 3.97  | 1.83  | 51  | —    | 5.39 | —     | 〃8—3        |
| 12 | 21.4      | 4.88  | 2.09  | 65  | 150S | 4.38 | 2.31  | 〃9—6        |
| 13 | 29.8      | 5.50  | 2.52  | 140 | 160S | 5.42 | 1.14  | 〃11—7       |
| 14 | 27.8      | 5.18  | 2.13  | 120 | 200S | 5.37 | 1.67  | 〃12—1       |
| 15 | 24.7      | 5.18  | 2.14  | 82  | 200S | 4.76 | 2.44  | 〃13—5       |
| 16 | 25.0      | 5.30  | 2.30  | 115 | 225D | 4.67 | 1.96  | 〃17—4       |
| 17 | 120'      | 20'   | 10.5' | 222 | 350D | 6.00 | 1.58  | 〃4—4        |
| 18 | 62'       | 14'   | 5.75' | 45  | 75S  | 4.44 | 1.66  | 〃4—12       |
| 19 | 85'       | 15'   | 7.75' | 96  | —    | 5.66 | —     | 〃6—8        |
| 20 | 78'       | 14.5' | 7.0'  | 68  | —    | 5.38 | —     | 〃6—9        |
| 21 | 130'      | 23'   | 12'   | 302 | —    | 5.65 | —     | 〃6—11       |
| 22 | 29.1      | 5.30  | 2.00  | 112 | 120D | 5.50 | 1.07  | 〃10—        |
| 23 | 30.7      | 5.33  | 2.13  | 122 | 350D | 5.77 | 2.87  | 〃11—        |
| 24 | 42.7      | 6.10  | 3.50  | 320 | 430D | 7.00 | 1.34  | 大11—12      |
| 25 | 27.4      | 5.50  | 2.40  | 120 | 200S | 4.99 | 1.66  | 〃9—12       |
| 26 | 39.9      | 6.71  | 2.20  | 270 | 340D | 5.96 | 1.26  | 昭2—3        |
| 27 | 25.4      | 6.10  | 3.05  | 103 | —    | 4.10 | —     | 〃3—12       |
| 28 | 39.0      | 7.02  | 3.06  | 285 | 470D | 6.32 | 1.65  | 〃12—11      |
| 29 | 27.6      | 5.18  | 2.62  | 108 | 160S | 5.30 | 1.48  | 〃10—        |
| 30 | 27.9      | 5.24  | 2.37  | 120 | 210D | 5.35 | 1.75  | 〃7—3        |
| 31 | 43.0      | 6.80  | 3.55  | 285 | 400D | 6.32 | 1.40  | 〃16—        |
| 32 | 20.7      | 5.80  | 2.20  | 125 | 92S  | 3.70 | 0.73  | 大11—        |
| 33 | 20.7      | 5.80  | 2.00  | 128 | 84S  | 3.70 | 0.66  | 昭11—        |
| 34 | 29.4      | 5.03  | 2.74  | 138 | 270D | 5.85 | 1.96  | 〃10—8       |
| 35 | 28.0      | 5.33  | 2.70  | 153 | 200S | 5.26 | 1.31  | 〃2—11       |
| 36 | 29.3      | 5.79  | 1.52  | 155 | 180S | 5.06 | 1.16  | 〃6—11       |
| 37 | 33.5      | 5.80  | 2.80  | 160 | 270D | 5.77 | 1.69  | 〃10—2       |
| 38 | 36.2      | 5.50  | 2.60  | 200 | 400D | 6.58 | 2.00  | 〃12—        |
| 39 | 37.5      | 6.10  | 3.00  | 226 | 550D | 6.15 | 2.44  | 大11—3       |
| 40 | 25.1      | 5.92  | 3.28  | 109 | —    | 4.27 | —     | 昭17—        |
| 41 | 43.0      | 7.60  | 3.35  | 380 | 800D | 5.65 | 2.11  | 〃17—5       |
| 42 | 28.9      | 5.44  | 2.74  | 130 | 250D | 5.32 | 1.93  | 〃5—         |
| 43 | 24.8      | 7.00  | 3.35  | 135 | —    | 3.54 | —     | 〃5—         |
| 44 | 29.0      | 5.51  | 2.57  | 156 | 270D | 5.26 | 1.73  | 〃7—9        |
| 45 | 25.0      | 6.00  | 2.93  | 110 | 120D | 4.17 | 1.09  | 〃15—        |

|    |      |      |      |     |      |      |      |       |
|----|------|------|------|-----|------|------|------|-------|
| 46 | 24.6 | 5.50 | 1.83 | 111 | 150S | 4.48 | 1.35 | 昭3—6  |
| 47 | 32.0 | 5.80 | 2.90 | 160 | 270D | 5.53 | 1.69 | 〃8—2  |
| 48 | 36.6 | 6.25 | 2.60 | 190 | 300S | 5.86 | 1.58 | 〃11—1 |
| 49 | 33.5 | 6.10 | 3.80 | 230 | 350S | 5.50 | 1.52 | 〃4—   |
| 50 | 38.1 | 6.13 | 3.05 | 235 | 580D | 6.21 | 2.47 | 大14—6 |
| 51 | 43.8 | 6.84 | 2.90 | 255 | 800D | 6.40 | 3.02 | 昭18—  |
| 52 | 43.0 | 6.83 | 3.58 | 310 | 800D | 6.30 | 2.58 | 〃17—5 |
| 53 | 40.3 | 7.00 | 3.50 | 320 | 430D | 5.75 | 1.34 | 〃9—5  |

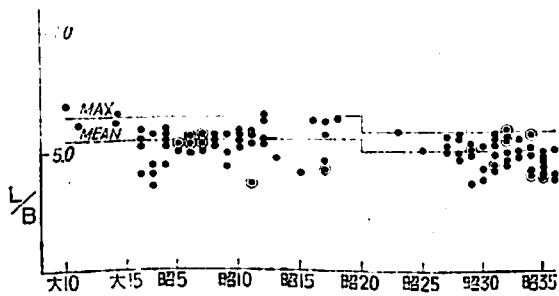
第 2 表

| 番号 | L    | B    | D    | GT  | HP    | L/B  | HP/GT | 建造年月        |
|----|------|------|------|-----|-------|------|-------|-------------|
| 1  | 19.5 | 3.86 | 2.15 | 51  | 115S  | 5.05 | 2.26  | 昭年月<br>25—8 |
| 2  | 26.0 | 5.20 | 2.13 | 103 | 355D  | 5.00 | 3.45  | 〃27—5       |
| 3  | 23.8 | 4.57 | 1.83 | 73  | 150S  | 5.20 | 2.06  | 〃27—11      |
| 4  | 29.4 | 5.30 | 2.70 | 132 | 310D  | 5.54 | 2.35  | 〃28—8       |
| 5  | 21.4 | 4.57 | 1.83 | 65  | 150D  | 4.68 | 2.31  | 〃28—12      |
| 6  | 23.5 | 4.50 | 2.10 | 70  | 225D  | 5.23 | 3.22  | 〃29—6       |
| 7  | 22.8 | 6.00 | 2.30 | 141 | 210D  | 3.80 | 1.49  | 〃30—2       |
| 8  | 19.5 | 4.57 | 1.83 | 61  | 180D  | 4.28 | 2.95  | 〃30—4       |
| 9  | 29.4 | 5.30 | 2.70 | 134 | 400D  | 5.54 | 2.98  | 〃31—1       |
| 10 | 30.9 | 5.51 | 2.90 | 155 | 320D  | 5.62 | 2.06  | 〃31—6       |
| 11 | 29.0 | 6.00 | 2.70 | 164 | 420D  | 4.83 | 2.56  | 〃31—12      |
| 12 | 42.0 | 7.20 | 3.20 | 337 | 1200D | 5.84 | 3.56  | 〃32—3       |
| 13 | 27.0 | 5.40 | 2.45 | 124 | 320D  | 5.00 | 2.58  | 〃33—3       |
| 14 | 27.0 | 5.60 | 2.45 | 165 | 350D  | 4.82 | 2.12  | 〃34—2       |
| 15 | 25.0 | 6.00 | 2.45 | 125 | 320D  | 4.17 | 2.56  | 〃34—6       |
| 16 | 20.0 | 5.00 | 2.40 | 81  | 210D  | 4.00 | 2.59  | 〃34—6       |
| 17 | 28.0 | 5.80 | 2.50 | 132 | 320D  | 4.83 | 2.42  | 〃35—1       |
| 18 | 29.5 | 6.00 | 2.50 | 163 | 420D  | 4.92 | 2.58  | 〃35—6       |
| 19 | 19.4 | 4.80 | 1.95 | 62  | 120D  | 4.04 | 1.94  | 〃35—7       |
| 20 | 22.0 | 5.40 | 2.30 | 88  | 210D  | 4.08 | 2.39  | 〃35—8       |
| 21 | 29.5 | 6.20 | 2.80 | 192 | 450D  | 4.76 | 2.34  | 〃35—10      |
| 22 | 29.5 | 5.80 | 2.50 | 167 | 530D  | 5.08 | 3.18  | 〃36—1       |
| 23 | 20.0 | 5.00 | 2.00 | 61  | 160D  | 4.00 | 2.62  | 〃36—3       |
| 24 | 18.0 | 4.60 | 1.80 | 43  | 75D   | 3.91 | 1.74  | 〃36—4       |
| 25 | 38.0 | 7.00 | 3.00 | 330 | 650D  | 5.43 | 1.97  | 〃32—7       |
| 26 | 29.0 | 5.60 | 2.50 | 123 | 420D  | 5.18 | 3.42  | 〃30—7       |
| 27 | 29.0 | 5.70 | 2.50 | 120 | 320D  | 5.08 | 2.66  | 〃34—10      |
| 28 | 19.5 | 4.40 | 2.00 | 46  | 105D  | 4.43 | 2.28  | 〃35—12      |
| 29 | 18.0 | 4.40 | 1.75 | 43  | 75D   | 4.10 | 1.74  | 〃35—12      |
| 30 | 24.0 | 6.00 | 2.40 | 135 | 430D  | 4.00 | 3.19  | 〃34—5       |
| 31 | 46.0 | 8.50 | 3.70 | 490 | 750D  | 5.41 | 1.53  | 〃32—3       |
| 32 | 42.0 | 7.40 | 3.20 | 350 | 1000D | 5.67 | 2.86  | 〃34—7       |
| 33 | 27.6 | 6.20 | 2.30 | 137 | 320D  | 4.45 | 2.34  | 〃31—5       |
| 34 | 34.0 | 6.50 | 3.00 | 200 | 320D  | 5.23 | 1.60  | 〃31—11      |
| 35 | 29.9 | 6.60 | 3.20 | 220 | 350D  | 4.54 | 1.59  | 〃32—3       |
| 36 | 36.0 | 6.40 | 3.05 | 217 | 430D  | 5.64 | 1.98  | 〃28—5       |

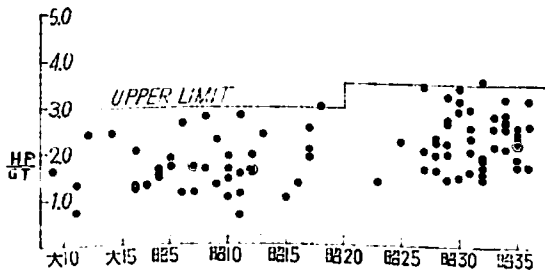
|    |      |      |      |     |      |      |      |        |
|----|------|------|------|-----|------|------|------|--------|
| 37 | 34.0 | 5.80 | 3.00 | 220 | 310D | 5.86 | 1.41 | 昭23—   |
| 38 | 32.0 | 6.20 | 2.80 | 200 | 400D | 5.16 | 2.00 | ㄨ29— 6 |
| 39 | 26.0 | 5.50 | 2.45 | 106 | 300D | 4.73 | 2.83 | ㄨ33— 5 |
| 40 | 29.0 | 5.70 | 2.60 | 148 | 400D | 5.09 | 2.72 | ㄨ29—11 |
| 41 | 29.5 | 6.00 | 2.70 | 160 | 260S | 4.92 | 1.63 | ㄨ28—12 |
| 42 | 29.5 | 6.40 | 2.80 | 180 | 320D | 4.61 | 1.78 | ㄨ32— 7 |
| 43 | 29.0 | 6.00 | 2.50 | 180 | 400D | 4.83 | 2.22 | ㄨ29— 3 |
| 44 | 33.5 | 8.23 | 2.57 | 180 | —    | 4.07 | —    |        |
| 45 | 29.5 | 6.00 | 3.00 | 175 | 330D | 4.92 | 1.89 | ㄨ32—10 |
| 46 | 30.0 | 8.30 | 2.90 | 242 | 350D | 3.62 | 1.45 | ㄨ29— 7 |
| 47 | 37.6 | 6.89 | 3.10 | 253 | 550D | 5.45 | 2.18 | ㄨ33— 1 |
| 48 | 28.0 | 5.40 | 2.55 | 102 | 320D | 5.19 | 3.14 | ㄨ30— 7 |
| 49 | 25.2 | 5.00 | 2.35 | 100 | 270D | 5.04 | 2.70 | ㄨ29—12 |
| 50 | 38.0 | 6.80 | 3.30 | 300 | 500D | 5.59 | 1.67 | ㄨ27— 9 |

のものは IP/GT 最大 3.0 が戦後においては 3.5 となつております。第 2 図を見て判る通り戦前は IP/GT=2.0 前後のものが多く戦後は 2.50 附近のものが多くという結果になつております。このことは理論的根拠があるわけではなく時勢の傾向として安全性が強く要求されるとともに speed up が要求される結果と考えられます。最近の客船の傾向として客室を船楼構造とするものが多く旅客の収容力増加を図る当然の結果であるようです。

今後の旅客船の傾向として鋼材は軽合金に鐵製品は輕合金またはプラスチックに主機ディーゼルは過給機付に低速機関は中速機関にすなわち軽量高速化の方向に向いているようです。これは単に造船所の問題ではなくて関連工業の発達もたらす結果でなければなりません。また従来旅客船はただ離島間連絡のみならず沿岸航路用としても発達しておつたのですが最近では鉄道バス路線の発達によつて経済的に運営困難である見方が強いけれどもバス路線の発達はこれが延長として末端連絡船の新分野あるいはフェリーボートとして形を変えた発展もあるようです。最近では行楽シーズンには山海に出かける旅行者も多く定期航路のみでなくて観光遊覧用として企業の安定性を得られる処に旅客船の今後の在り方も自然にその方向が定つてくるのではないだろうか。



第 1 図 L/B の値 (◎は 2 隻分を示す)



第 2 図 HP/GT の値  
1. (◎は 2 隻を示す)  
2. 資料は鋼船のみ

ある若干の資料を纏めてみれば第 1 表および第 2 表に示す如くであります。これを建造年別に長さ (L) と幅 (B) の割合および総トン数当りの出力 (HP) について図示すれば第 1 図および第 2 図の如くであります。これより判るようにわが国の小型客船は昭和 20 年すなわち終戦の年を契機として変化しているように見受けられます。戦前の建造になるものは L/B の比が最大 5.75 平均 5.25 のものが戦後においては最大 5.40 平均 5.00 以下になつております。また総トン数当り主機出力については戦前

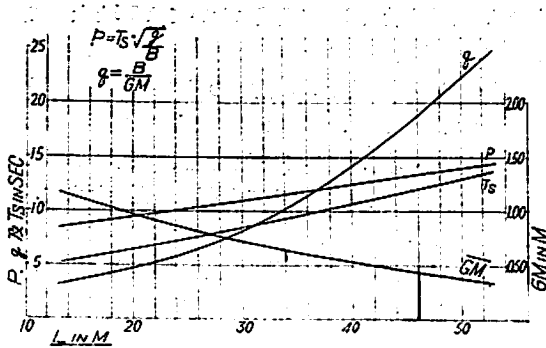
### 乗心地ということ

船舶はそれが如何なる種類の船舶であつても乗心地の良いものでなければならぬ。“乗心地の良い船” というものは小型旅客船では特に要求されるが如何にすれば良いかということを経量的に把握することは少々困難な問題であります。

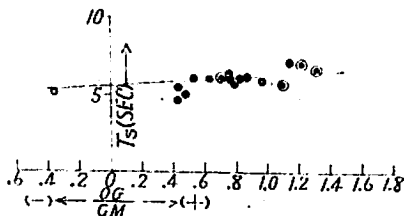
速力の早いものも、動揺とか振動のないものも、防音防熱の施工されたもの、暖冷房のあるもの等々すべて乗心地の良い船の категорияとして考えられるが普通一般には不快感を与える程の振動のないまた日常航海において不安を与える動揺のない船ということではないかと考えます。小型旅客船の動揺についてこれを無くすることは出来ないけれども既に建造せられた実船の運航状態より如何なる程度のメタセンター高さを有し如何程の動揺周期が適当であるかということを知れば良い。これについては第 3 図および文献を参照されたい。また通常基本設計において次式 (1) を使用される場合に k の値を撰

$$T_s = 2\pi \frac{k}{\sqrt{g \cdot GM}} \dots \dots \dots (1)$$

定しなければならぬが普通採用せられている船型すなわち中央機関にして上甲板上に船楼構造の客室を有しているものでは GM=0.5 米で C=k/B=0.48 GM=1.0



第3図 動揺周期曲線



◎印 傾斜角10°(旋回時)

第4図  $\frac{OG}{GM}$  と  $T_s$  の関係

米で  $C=0.44$  中間のものは挿入法によつて定めればまず間違いないと考えられます。GM=0.4 米前後の小さなものは容易に傾斜し易く小型船の場合傾斜モーメント  $Mt$  が (2) 式で算出される範囲、すなわち

$$Mt = W \cdot GM \sin \theta \dots \dots \dots (2)$$

$5^\circ \geq \theta \geq 0^\circ$  では  $T_s$  と  $\theta$  とは無関係であるとしても旋回試験または動揺試験時の傾斜角度が  $10^\circ$  ないしそれ以上となるものは充分注意してバラスト搭載等の対策を行う必要がある。またバラスト搭載についても計画満載排水量の10%以内に修めることが望ましいようであります。これ等の点について第4図を参照されたい。バラストを搭載し OG を negative にして GM を大としても  $\theta$  に対する effect は余りないようです。小型客船で航行中に  $10^\circ$  以上の動揺角を有するものは乗心地の良い船とは言えないからです。また排水量5~60 程度のもので GM が1米を超えるものは乗心地の点について良くないようです。これは傾斜角は小さくても動揺周期  $T_s$  が短かく不快感を与えるようです。

船体振動については小型船の設計資料は殆どなく船体固有振動数を算出するにしても一々図式または数値積分を行うことは困難で実船資料に基いて経験的に検討を加えることが多いのではないかと考えられます。従来よりの経験よりして中央機関は2節上下撓振動をまた船尾

機関は1節振動であるようです。また機関種類、汽筒数、回転数等も充分注意して決定しなければなりません。6汽筒機関では殆んど不快感を与えることはないようですが4汽筒の場合の不釣合力は非常に影響が大きいようです。また推進器推力による船尾振動も推進器翼数と密接な関係がありますので翼数を撰定する場合充分注意しなければなりません。甲板旅客を搭載するため甲板室を有さない船型では上甲板を充分補強する必要があります。上下撓振動を計算するため近似的に

$$Nv = \phi \sqrt{\frac{I_{zz}}{WL^3}} \dots \dots \dots (3)$$

- Nv.....船体固有振動数 /min
- $\phi$  .....係 数  $3.5 \times 10^3 \sim 4.0 \times 10^3$
- $I_{zz}$  .....中央断面係数  $cm^2$
- W .....排 水 量 Ton
- L .....船の長さ ( $L_{pp}$ ) m

により固有振動数を算出する場合  $\phi$  の適当な値をとることが大切です。 $I_{zz}$  が大であれば振動数  $Nv$  が大きくなりますが不快感は少くなるようです。また強力部材を出来るだけ延長して客室附近に振動を発生しないよう注意しなければなりません。主機台縦桁板や甲板下縦桁を数肋骨心距延長すればそれだけ振動発生箇所も移動するようです。また水平振動についても不快感をもつことがしばしばで  $L/B=4$  以下のものは特に肋骨を補強するか梁の断面係数を増すか梁柱を設ける等の対策が必要のようです。

### 旅客船と船価

従来より船舶(ここで小型客船)は新造されれば国籍をもつた宝としてまた入魂した“生きもの”としての考え方が強かつたようであります。また資金も自己資金が多く従つて船価も造船所の見積価格をもつて船価とし建造される傾向にあつたようです。最近には特に経済的企業性ということに主眼を置き建造と同時に短期償却を考えその殆んどが長期または短期借入金によつて建造されているようであります。従つて船主経済の観点より運航収益を目標み借入金の返済に重点をおいて船の大きさと船価が定められるようであります。乗客を対象とした旅客船船価と船主の要望を満足すべき仕様に対する造船所の見積船価にギャップを生じる原因となるものと考えられます。仕様変更による船価の down もさることながら造船所(特に中小型)の企業合理化はゆるがせに出来ない問題でもあるわけです。

旅客船においてはたとえそれが小さなものであつても

取付けらるべき部材の種類が多岐に亘り些細なものでも懇切に工事施工されなければならないので勢い工数はかさまた工事にアイドルを生じ易く従つてこれ等を cover するために余分の工数を見込むことは船価を up させることとなります。これは熟練工を要求することおよび計画や材料手配に多くの間接費を要することと同じです。また材料の面においても一般船舶の船価の中材料費の占める割合よりも10%以上消費されるものであります。二三の例を示せば下記の如くであります。すなわち

|                 | 材料費 | 労務費 | 経費  |
|-----------------|-----|-----|-----|
| (1) 150 トン型 (公) | 85% | 7%  | 8%  |
| (2) 60 トン型 (公)  | 78% | 8%  | 14% |
| (3) 165 トン型     | 74% | 10% | 16% |

(公) は公団共有船

同じ客船であっても使用目的によつては船価構成比率も非常に異つていて充分注意して綿密に船価の算定を行わなければならないことを痛感する次第であります。

### 結 び

以上小型旅客船の建造を経験して気付いた点を思いつゝくまに記した次第ですが多少なりとも御参考になることがあれば幸甚と存じます。造船従事者ならば誰でも考え気の付かれることばかりで申訳ないことですが大方の御教示をお願いする次第であります。

### 文 献

Determination of Principl Dimension and GM of Smaller Coaster

Hiroto Hamamoto and Hiroshi Matsuura  
Hiroshima University Vol. 1, No. 4

### 天 然 社 刊

#### 気 象 辞 典 (増補版)

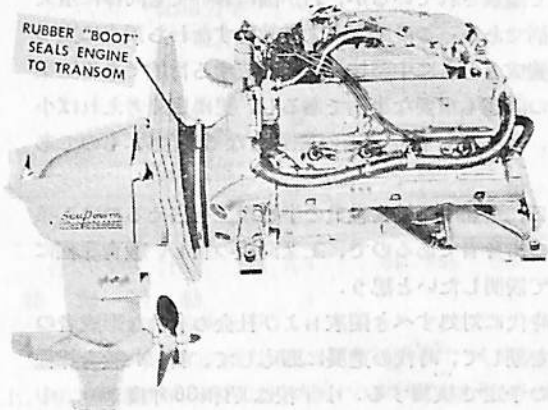
監 修 和達清夫・福井英一郎・島山久一郎  
編集委員 伊東彊自・中原孫吉  
天然社気象辞典編集部編  
8ボ2段組 本文400頁、改文索引24頁  
附録60頁  
定 価 1,200円 (〒150)

理博 宇田道隆 著

#### 海 洋 気 象 学 (増補改訂版)

A5上製 310頁 定価 600円 (〒100)  
徹底的に改訂の上、増補すべきところは増補し、増補改訂版として7月末発行。

## GRAYMARINE Compact Engine with



## Seapower

### Stern Drive

#### ○船内エンジンの安定性。

エンジンは船内のトランサム附近に取り付けるので、ボートの安定性は増大し、ケーブル類のふしよくも防げます。

#### ○船外機では得られる高馬力。

シーパワー付きのグレイマリン エンジンは80~170馬力を供給出来ます。依つてより大きなボートを設計する事が可能です。

GRAY MARINE MOTOR 社

日本総代理店

### 日米自動車株式会社

東京：中央区京橋2丁目5番地  
電話 (561) 3267・7093・6035・3078  
大阪：北区曾根崎新地2~24番地  
電話 (36) 8 8 3 1 (代)



# 新しい工業高校(造船科) の教育課程

科学技術の振興が強く叫ばれて、科学教育の問題が諸外国で論議されているが、わが国においても同様に重大な事柄である。この問題は大学教育すなわち頂点に立つ人の養成とともに中堅技術者を養成する目的である工業高校の問題も重要な事柄であるし、更に広く考えれば小学校、中学校も科学技術の裾野となる重要なものである。

今日、造船所の技術職員の半数以上を占めるのは工業高校の出身者であるので、工業高校の新しい教育課程について説明したいと思う。

新時代に対処すべき国家および社会の有為な形成者の育成を期して、時代の進展に即応して、新しい教育課程は次の予定で実施する。小学校は昭和36年度より、中学校は昭和37年度より、高校は昭和38年度より実施となるので、それぞれ準備中である。その内容については小学校、中学校、普通高校の課程については新聞、雑誌に掲載されたので、説明を加える必要もないが、工業高校については殆んど見当らないので、われわれに関係ある造船科課程について説明したい。

## 1. 教育課程を改訂する理由

説明の順序として改訂を加える必要性は何かという

(1) 科学の発達が急速のため、内容を新しくする必要  
がある。

(2) 小学校、中学校の算数の内容が向上した。

戦前の内容は終戦直後に大改訂して、小学校で2年近い程度を下げた。その後若干ずつ程度を上げて、1年位は取戻したが、今回の改訂で大体戦前に近い程度に戻るようになった。

中学校はそれ従って全般的に程度を上げて、昭和38年3月卒業者からは現在の高等1年の数学の半年分強の程度まで進むことになった。

従って昭和38年度からは高校の課程は改訂が必要となった。

(3) 中学校に技術、家庭科を新設した。

従来から職業科は選択教科としてあつたが、今回はこれと別に技術家、家庭科を必修教科として新設した。それで全員に課せられることになった。

この教科の目的は生活に必要な基礎的技術を習得させ、創造し、生産する喜びを味わわせ、近代技術に対する理解を与え、生活に処する基本的

な態度を養うことを目標としている。主として機械電気等生活に身近な事項が主であつて、簡単な図学からラジオ、オートバイ、ミシン、自動車の手入等が予定されている。

以上の通り昭和38年以降の中学生は数学、技術の面では従来より程度が高くなるので、その受入れる工業高校では教育課程、教科内容も当然変つてくることになつた。

特に工学基礎に類する科目では程度が上ることになる。

## 2. 戦後の工業高校の学習指導要領

学習指導要領工業科編は昭和26年に初めて作られ、昭和31年に改訂されて、今日に到つている。昨年改訂のため委員会が設けられて立案し、決定して昨年秋に官報で発表した。これが昭和38年度より実施となるものである。

昭和26年の指導要領によれば、教育課程は実習を指導の中心として、各教科目は実習に対する関係知識、一般知識、職業指導的知識として与える目的で実習に合せて、教科目が配置されている。これは初等教育で社会科が中心となり、その他の教科が配列されたのとよく似ている。

その後昭和31年、今回の改訂となつているが、指導の中心は実習であることには変りないが、漸次その傾向も薄らぎつつあるようである。近年は専ら教科目の内容の検討が主な改訂の目的であつた。

## 3. 工業高校の教育目標

高校は年間35週の授業で週1時間1年の学習を1単位と称している。工業高校の教科目の単位数は非常に巾が広い範囲を採用している。この理由は各学校がその地域の要求により、またその学校の目標により巾広い範囲の内から適当に選択出来るようになってきている。例えば造船所が設立した定時制(夜間)工業高校の場合は造船工作、実習の如きは普通より少い単位数で充分であろうし、地域によつては木造船所の多い所にある学校は鋼船の構造は簡単として差支えない。またその逆の場合もあ

る。大中造船に就職する者のみの学校もあるだろうし、小造船所の経営者となる者が多い学校もあるだろう。従つて各学校はそれぞれの特徴を生かし、選択出来るように配慮している。造船科の教科目としては次の通り。

|      | 昭和31年改訂 | 昭和38年改訂                      |
|------|---------|------------------------------|
| 実習   | 5~20 単位 | 5~20 単位                      |
| 製図   | 5~15    | 5~20                         |
| 船舶構造 | 3~6     | 3~8                          |
| ノ 艦装 | 2~5     | 2~6                          |
| ノ 工作 | 2~15    | 2~15                         |
| ノ 力学 | 3~12    | 2~6<br>船舶計算<br>船舶応用力学<br>2~8 |
| 船舶設計 | 2~6     | 2~6                          |
| 船用機関 | 2~4     | 2~6                          |
| 溶接   | 2~6     | 2~6                          |
| 造船幾何 | 2~4     | 廃止 (船舶工作に含めることとす)            |

専門教科は3年間に合計35単位以上(なるべく40単位以上を望む)を取らなければならないことになっているが、実情は50単位以上を課している。

#### 4. 新しい教育課程

工業高校でも全日制(3年間)と定時制(夜間4年間)のものもあり、(3)で述べた学校によりそれぞれ特色を持った課程も考えられるので、標準の課程として次のものを示して工業高校の概要を握っていただくことにする。

全日製造船科(一般的のもの、設計を主とした例)

| 教科科目 | 単位数  | 学年別 |    |    |
|------|------|-----|----|----|
|      |      | 1年  | 2年 | 3年 |
| 国 語  | 現代国語 | 7   | 3  | 2  |
|      | 古典甲  | 2   |    | 1  |
| 社 会  | 倫理社会 | 2   |    | 2  |
|      | 政治経済 | 2   |    | 2  |
| 数 学  | 世界史  | 3   | 3  |    |
|      | 地理   | 2   |    | 2  |
|      | 数学 I | 5   | 5  |    |
| 理 科  | 応用数学 | 6   |    | 3  |
|      | 物理 B | 5   | 3  | 2  |
| 保健体育 | 化学 A | 3   | 3  |    |
|      | 体 育  | 7   | 2  | 2  |
| 芸 術  | 保 健  | 2   | 1  | 1  |
|      | 英 語  | 1   | 1  |    |
| 外国語  | 英 語  | 9   | 3  | 3  |
| 小 計  | 56   | 24  | 16 | 16 |

|      |        |     |    |    |    |
|------|--------|-----|----|----|----|
| 工 業  | 造船実習   | 9   | 3  | 3  | 3  |
|      | ノ 製図   | 10  | 3  | 3  | 4  |
|      | 船舶構造   | 5   | 2  | 3  |    |
|      | ノ 艦装   | 3   |    |    | 3  |
|      | ノ 工作   | 5   | 2  | 3  |    |
|      | ノ 計算   | 4   |    | 2  | 2  |
|      | ノ 応用力学 | 6   | 2  | 2  | 2  |
|      | ノ 設計   | 3   |    |    | 3  |
|      | 溶 接    | 2   |    | 2  |    |
|      | 船用機関   | 2   |    |    | 2  |
|      | 電気一般   | 2   |    | 2  |    |
|      | 船舶法規   | 1   |    |    | 1  |
| 小 計  |        | 52  | 12 | 20 | 20 |
| 合 計  |        | 108 | 36 | 36 | 36 |
| 特別活動 |        | 3   |    | 1  | 1  |

工業高校の卒業に必要な単位は普通教科で44単位以上、専門教科で35単位以上、合計で85単位以上ということになっているが、実際には前者で56単位、後者で52単位前後であり、基準を大きく上廻つた単位が課せられている。換言すれば3年間に必要な普通教科と専門教科を入れることは相当な困難がある。更に1年位の延長が望まれる訳である。これが高校+短期大学=専門大学の構想となる源である。

#### 5. そ の 他

従来、工業高校の教育でもつとも苦しんだことは、機械科、電気科など一般的な学科では教材、教科書も割入手が容易であつたが、特殊な学科となると教科書が得られなかつたことである。そのために教育上不便、不能率のことは非常なものであつた。幸い今回の教材等調査委員会で決定された教育課程、教科目内容によつて、文部省が教科書編集を企画されたことは喜ばしいことである。造船科では本年は船舶構造を編集集中であり、本年末には発行の予定である。続いて明年は船舶艦装が計画されている。

工業高校の設備は産業教育振興法により国と県(市)とからの交附金で既に着々と充実してきつつあり、次に教科書が出来れば教育内容も充実はできるものと期待している次第である。

(沢村 鶴松 横浜国立大学工学部、  
文部省 教材等調査委員、文部省 教科書編集委員)

# 水中翼船に関する総合的研究 (1)

西山 哲男  
東北大学工学部

米国では、近い将来、定期貨物船および客船に、水中翼船を採用する意図をもって、1958年以來下表の如き計画の下に、速度50節~200節、排水量100噸~3000噸、航続距離400浬~3600浬の範囲内で、個々の特性——水中翼形状および配置、附加物、重量、推進動力、船体構造、自動制御——が水中翼船全体の性能に及ぼす影響に関する研究が広範囲に亘り、重点的かつ集約的に遂行されている。

最近、これまでの米国全土に亘る研究成果が Grumman 社に依り“Study of Hydrofoil seacraft”なる題目の下に、総合報告として括められた。その内容の内訳は

- 第1部 空洞発生前の水中翼
- 第2部 超空洞水中翼
- 第3部 支柱および廻転体
- 第4部 水中翼および支柱の重量
- 第5部 水中翼の配置
- 第6部 自動制御
- 第7部 推進動力
- 第8部 推進装置
- 第9部 船体構造
- 第10部 運動性能
- 第11部 最適水中翼船の設計法

## 第12部 基本設計

の12部よりなり、この中、第6部自動制御は秘密未公開となつている。

これ等の内容は、今後水中翼船設計の貴重なる拠り所となるのみならず、船舶工学の新しい分野の一つとして将来の研究方向を指針する意味においても重要な意義を持つているものと考えられる。

以下、各部に亘り概要を述べるが、各部毎に掲げてある参考文献は省略してある。

## 第1部 水中翼

空洞現象を起さない状態での水中翼特性——揚力、抗力および最適揚抗比——を各種翼形状および没水深度と関連して検討し、与えられた巡航速度で最適揚抗比を説明している。

## 第1章 抗力

水中翼の全抵抗は次式

$$C_D = C_{d0} + C_L^2 \left[ \frac{1+\delta}{\pi A} + \frac{K_1 C_s (1+\delta)}{8 \pi} + \frac{4}{2V^2} \right] g C_s$$

ただし  $C_{d0}$  = 零揚力における翼型抗力  
 $= 2C_{ar} + C_{ip}$

$C_{ar}$  は摩擦抵抗で、次式で与えられる。

$$C_{ar} = 1.328 / \sqrt{Re} \quad Re < 3 \times 10^5 \text{ (層流)}$$

$$= 1 / \{3.46 \log_{10} R - 5.6\}^2 \quad Re > 10^7 \text{ (乱流)}$$

|                 | 1958 | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 適否の検討           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 実験水中翼船          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 設計              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 建造              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 試運転             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 化学燃料を使用する大型水中翼船 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 設計              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 建造              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 試運転             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 原子力動力           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 計画              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 開発              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 試験              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 原子力を動力とする大型水中翼船 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 設計              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 建造              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 試運転             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

遷移領域に対しては、乱流の  $C_{ar}$  より次式を引けばよい

$$J_{Car} = K/Re, \quad K = 1000 \sim 4000 \quad 3 \times 10^5 < Re < 10^7$$

$C_{up}$  は形状抵抗で、最大厚が翼弦中央にある時、次式で与えられる。

$$C_{up} = 2C_{ar} \left\{ 1.2 \left( \frac{t}{c} \right) + 60 \left( \frac{t}{c} \right)^4 \right\}; \quad c = \text{弦長}, \quad t = \text{翼厚}$$

従つて、零揚力における全抵抗は

$$C_{D,0} = 2C_{ar} \left\{ 1 + 1.2 \left( \frac{t}{c} \right) + 60 \left( \frac{t}{c} \right)^4 \right\}$$

となる。

誘導および造波の両抵抗は

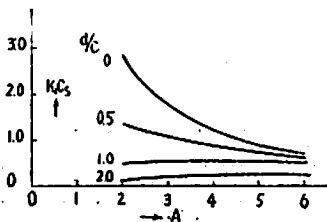
$$C_{L,0} \left( \frac{1+\delta}{\pi A} + \frac{K_1 C_s (1+\delta)}{8\pi} + \frac{\psi}{2V^2} \right) \frac{1}{gC_s}$$

であつて、第1項は平面形状修正を含む誘導抵抗、第2項は水面の存在による誘導抵抗で、水面に関する鏡像渦に基き  $K_1 C_s$  は第1.2図で与えられる。第3項は造波抵抗であつて、没水深度量  $\psi$  は

$$\psi = e^{-\frac{2}{Fr}}$$

で与えられる。後退角を増加すると有効動圧

$$q_n = \left( \frac{\rho}{2} V \cos A \right)^2 \text{ が減少し、従つて造波抵抗が減少するであろう。しかし、高速であることのために、造波抵抗自体小さいので詳細には立入らないことにする。}$$



第1.2図 鏡像渦による誘導抵抗

## 第2章 揚力

### 1. 圧力分布

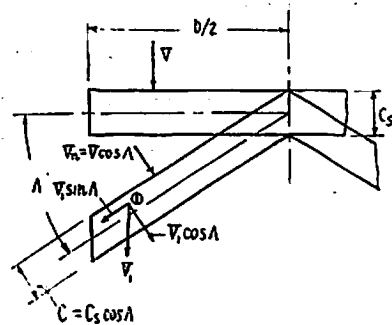
無限遠流体中の圧力分布は次の形で表わすことができる。

$$\frac{\Delta p}{q_n} = - \left[ \frac{v}{v_n} \pm \frac{\Delta v}{v_n} \pm \frac{\Delta v_n}{v_n} \right]^2 + 1$$

; + 背面, - 正面

右辺〔〕内の3項はそれぞれ翼厚、反りおよび迎角の影響を示すものである。

縦横比、没水深度および後退角の影響は、同一縦横比、翼面積および弦長を有する二つの翼を考えればよい。すなわち次図に示す如く速度  $V_1$  の成分を  $V_1 \cos A$ ,



後退角がない場合とある場合の諸量間の関係

$V_1 \sin A$  とする時、圧力分布に関係するのは前者であつて、点(1)が破点であるとする  $\Delta p/q_n = 1$  であり、

全圧増加は  $\Delta p = \frac{1}{2} \rho (V \cos A)^2$  である。圧力分布の計算は翼型すなわち厚みと反りに関係するから、後退角が付いている時は、前縁に直角方向の翼断面で考えればよい。Taper 付きの平面形状の場合は、速度成分および幾何学的特性は弦長の中点で考えればよい。

無限遠流体中の後退角のない場合の揚力傾斜は、次式で与えられる。

$$a_{01} = 2\pi$$

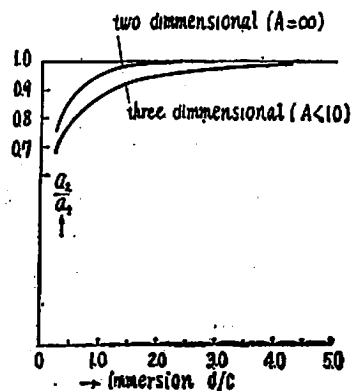
縦横比が有限であれば、揚力傾斜は

$$a_1 = \frac{2\pi A}{A+2}; \quad A = \text{縦横比}$$

更に、水深が有限であれば、揚力傾斜は減少し、次式で与えられる。

$$a_2 = \frac{2\pi A}{A+2} \frac{a_2}{a_1}$$

$a_2/a_1$  は第1.4図で与えられている。



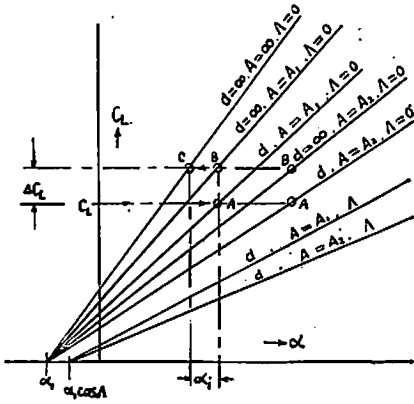
第1.4図 揚力傾斜に及ぼす没水深度の影響

後退角が付いている時は、零揚力角は  $\cos A$  だけ減少することになる。

揚力傾斜は後退角により減少し、次式で与えられる。

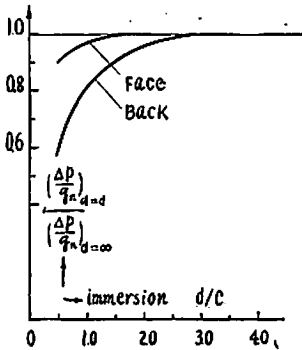
$$a_3 = \frac{2 \Pi A \cos \Lambda}{A + 2 \cos^2 \Lambda} \cdot \frac{a_2}{a_1} \quad ; \Lambda = \text{後退角}$$

与えられた揚力係数で、有限幅を持ち、後退角のない三次元水中翼を考えて見る。(第1.6図A点) この水中翼



第1.6図 与えられた翼厚さを持つ水中翼の揚力曲線と計算順序

の圧力分布は、没水深度に対する修正をした後に、同一迎角で作働する無限遠流体中の同一水中翼の圧力分布より求めることができる。没水深度に対する修正値は第1.7図に示してあるが、これは翼厚10%の欠円翼に関する



第1.7図 翼表面圧力の没水深度による変化

実験より得られたもので、他の翼型には厳密ではないが、近似値として用いてよい。水中翼の没水深度の影響としては、流線の屈曲が弦長上で生じ、この“曲り流れの影響”が翼型の有効反りを減少したことに相当し、揚力の減少をひき起すことになる。この没水深度の影響は理論的にも取扱われ、また零揚力角の変化は極めて小さく無視できることが実験的に確かめられている。

没水深度十分大なる三次元水中翼の圧力分布は、同一揚力係数で作働する没水深度十分大なる二次元水中翼のそれとはほぼ同一である。(第1.6図C) B, C点の迎角増

加  $\alpha_1$  は縦横比の変化による誘導迎角である。1.6図は二つの縦横比  $A_1, A_2$  に対する計算操作(矢印方向の須)を示したものである。

## 2. 空洞初生の臨界速度および揚力係数

後退角のない場合の圧力分布より、揚力係数が求まり、従つて空洞初生の臨界速度は

$$\Delta p / q_n = (p_0 - p_\infty) / \frac{1}{2} \rho V_n^2$$

より求まる。すなわち、空洞初生の条件は

$$p_0 = p_v, \quad V_n = V_c$$

$$\text{従つて} \quad \left( \frac{\Delta p}{q_n} \right) = \left( \frac{\Delta p}{q_n} \right)_{\min}$$

従つて、臨界速度は次式で与えられる。

$$V = \sqrt{\frac{p_v - p_\infty}{\frac{\rho}{2} \left( \frac{\Delta p}{q} \right)_{\min}}}$$

後退角が付いている時は

$$V_c = V_n / \cos \Lambda$$

であるから

$$V_c = \frac{1}{\cos \Lambda} \sqrt{\frac{p_v - p_\infty}{\frac{\rho}{2} \left( \frac{\Delta p}{q} \right)_{\min}}}$$

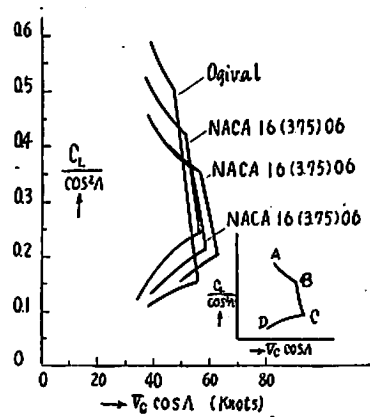
となる。

一方、揚力係数は  $C_L = \frac{L}{\frac{\rho}{2} V_n^2 S} \cos^2 \Lambda$  となるから、

臨界揚力係数も求めることができる。

## 3. 翼型形状

3種の翼型(欠円翼型, NACA 65, NACA 16)に対する臨界揚力係数が第1.9図に示されてある。空洞現象は、AB間では前縁に初生し、BC間では背面の最大厚

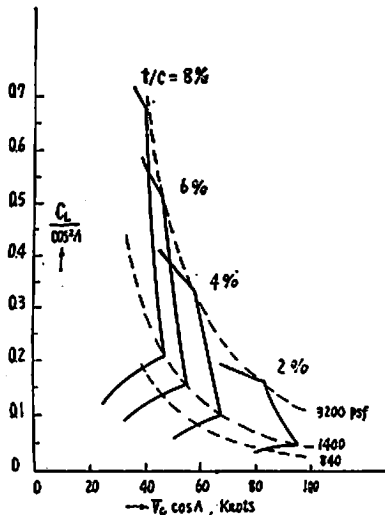


第1.9図 空洞初生速度と揚力係数(没水深度  $d=c$ )

位置に、CD間では前面に発生することになる。NACA翼型の最大空洞初生速度は、同一揚力係数では、欠円翼型よりも3~7節大きいことが分る。しかしながら、欠円翼型は空洞初生前の許容揚力係数の変動が、与えられた速度では、約1½倍程ある所に長所がある。この揚力変動量は翼型の反り分布を変更することにより変化せしめることができるので、最適の揚力変動量を得よう翼型形状の修正が必要である。

#### 4. 設計図表

欠円翼型に対して、揚力係数と空洞初生速度との関係が翼厚比2, 4, 6, 8%および没水深度8.25呎, 16.5呎の場合について図表化されている。第1.10図に示すように任意の縦横比および後退角に適用できるようになっている。



第1.10図 翼厚を変えた場合の空洞初生速度と揚力係数 (没水深度 d=8.25 ft)

#### 5. 後退角の影響

後退角が付いている場合は、前縁は直角方向の翼断面に対して考えればよい。すなわち

$$V_c = V_n / \cos A$$

となるので、後退角は空洞初生をおくらせる効果がある。

揚力係数と迎角の利用範囲は後退角により変化し、 $\Delta C_L$ ,  $\Delta \alpha$  をそれぞれ揚力係数、迎角の許容変動量とせば、次の関係がある。

$$\Delta \alpha = \Delta C_L / a_2 \quad \dots \quad A=0$$

$$A \alpha = \Delta C_L / a_3 \quad \dots \quad A=A$$

$\Delta C_L$ ,  $\Delta \alpha$  に及ぼす後退角の影響は

- (i) 縦横比一定 (ii) 弦長一定

の二つの場合について詳細な具体例につき検討されている。

この結果、後退角を付けることにより  $\Delta C_L$  を小さくして、 $\Delta \alpha$  を増加せしめることができることが明かとなった。これは後退角の使用による揚力傾斜の減少に由来するものであつて、縦揺れ時の Trim 角を増す点および波浪中での波の軌道運動による揚力変動を小さくする点で有利である。

#### 6. 空気吸込みによる逸流現象

水中翼は、与えられた前進速度で揚力係数に空洞初生による制限を受ける他、更に空気吸込みによる逸流発生による制限を受ける。

水中翼の空気吸込みは、支柱を伝わるか、自由渦核が端緒を与えるかまたは翼の水面貫通点を通つて発生するのである。空気吸込みが起らない  $C_L$  と  $V$  の組合せを決定する理論は未だないが、圧力、没水深度および境界層の状態に関係のあることが実験的に知られている。

Wadlin は空気吸込みの発生機構に触れ、発生条件としては境界層の剝離が必要であることを結論している。従つて剝離に及ぼす水面の影響が重要な問題となる。翼型形状としては剝離を誘う圧力上昇勾配をできるだけ小さくする必要があり、将来、航空機に採用されている境界層制御方式を採用されるべきことが強調されている。

前縁からの完全逸流が発生した場合は、超空洞水中翼理論が適用でき、全没水平型および水面貫通型に対する逸流発生判定がある程度可能であつて、逸流発生に伴う揚力、揚抗比および揚力傾斜の低下を知るのに必要な資料は NACA, Taylor 水槽で発表している。

50節以上の水中翼船では、没水深度が比較的大で、揚力係数も小さく、従つて空洞現象の未だ発生しない状態を正規とする水中翼の設計では、空気吸込みによる逸流発生は空洞現象程苛酷なものではないとされている。しかし、速度増加に伴う水中翼船の離水浮揚時に、水中翼の背面が平滑連続的に全面的空洞状態へ乗り移るのに必要な翼背面形状は十分考慮しなければならない。

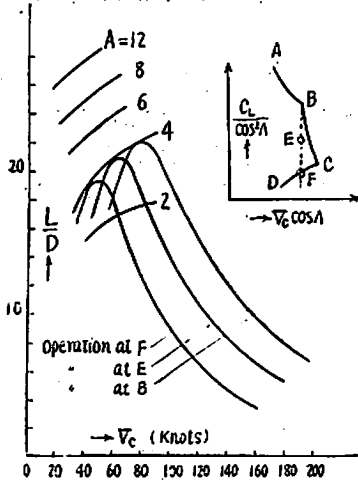
#### 第3章 揚抗比

$$\text{揚抗比は } \frac{L}{D} = \frac{C_L}{C_D} \cos \Gamma \quad ; \Gamma = \text{上反角}$$

で与えられ、縦横比  $A=4, 6, 8$  および  $12$ 、没水深度  $d/c=1.0$  の時の最大巡航速度に対する揚抗比が図表化されている。荷重状態としては次の3種

- (i) 最大荷重 (ii) 中間荷重 (iii) 最小荷重
- で、それぞれ第1.14図に示す通りである。

(i) は、前縁空洞現象と背面最大厚位置よりの空洞現



第 1.14 図 空泡初生速度と揚抗比との関係  
(没水深度  $d=8.25$  ft)

象が初生する両境界線の交点 B に対応する。(ii) は E 点に対応するもので、最大、最小のほぼ平均で、作働揚力係数に近い。(iii) は F 点で定義された翼型正面の空泡初生の揚力係数に対応するものである。

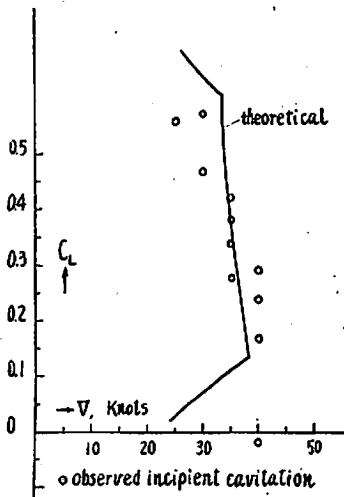
また、揚抗比の翼厚、後退角による変化を求める図表も添えられてある。

#### 第 4 章 実験結果

##### 1. XCH-4 型 実物水中翼船の空泡初生速度

実験艇によれば  $V_c=91$  m/h であつて、2 章に述べた方法による理論値は  $V_c=85.4$  m/h でほぼ一致し、安全側になつている。

##### 2. Taylor 水槽における水中翼実験



第 1.19 図 空泡初生速度の検証

NACA16-509, 欠円翼型 (8% 翼厚) および DD 306 翼型より成る水面貫通型の実験をなし、揚力が計測され、空泡初生の臨界速度も明らかにされている。この結果、 $V_c$  に対する理論的決定法の正しいことを実験的に確認でき、第 1.19 図に示されてある。

##### 3. NACA TN 3092 の実験

翼断面が NACA 664-021 を持つ水面貫通型の抗力測定をなし、後退角の影響を明かにしている。

##### 4. NACA RM L52J 10 の実験

種々の Taper 比と後退角を組合せた水中翼の力、モーメントおよび空泡初生速度の測定がなされた。特に、後退角が付くと、水中翼は翼根部で片持ちの状態になり、激しい振れを受け、揚力係数としては多少小さくなることが明かにされている。

#### 第 5 章 結 論

1. 流体力学的に好適な翼型は前後縁で僅かの円味を持つ欠円翼形状のもので、与えられた作働条件下では

- (i) 同一揚力係数 (ii) 同一空泡初生速度 (iii) 同一揚抗比

を持つ他の翼型に比し揚力傾斜が大である。

2. 最適揚抗比は巡航速度の増加に伴い減少し、これに伴う翼面荷重は実際上巡航速度に無関係で、没水深度に関係する。揚抗比は縦横比の増加とともに増し、巡航速度が増せば縦横比の影響は減少する。

3. 空泡を発生しない状態で、巡航速度を増すには、後退角を増し翼厚を減少させればよい。ある巡航速度で、適当な後退角と翼厚を組合せることにより、与えられた揚力変動量を有する最適揚抗比を求めることができる。

4. 最適翼面荷重と空泡初生の判定はかなりの精度で下すことができる。

#### 第 6 章 今後必要とする研究

1. 空泡初生の判定には、翼型の圧力分布に及ぼす没水深度の影響を見ることが重要で、翼厚を変化せしめて各種の没水深度で圧力分布を測定する必要がある。

2. 後退角の大なる場合の翼面荷重や空泡性能を更に理論的、実験的に究明する必要がある。特に構造的強度から三角翼について検討しなければならない。

3. 高揚力発生装置および境界層制御技術を詳細に検討する必要がある。

## 第 2 部 超空泡水中翼

### 第 1 章

空泡現象の発生しない状態での水中翼特性は、第 1 部で述べたように、空泡発生と空気吸込みによる逸流発生

との二者により制限を受け、巡航速度が大になる程、この制限は苛酷となる。超高速領域で揚抗比を好適にするには、超空洞水中翼を使用すればよい。

全面的空洞を起したあるいは全面的に逸流を起した水中翼に関する理論的および実験的研究が多数発表され、最適翼型形状も結論されている。

二次元超空洞水中翼の理論の仮定は、一様流れ、無限遠流体、定常流および理想流体等であつて、空洞を構成する自由境界は前縁、後縁で剝離するものとする。翼型は薄翼と見做し、背面は完全に空洞に掩われ、全体の流れには関与しないものとする。

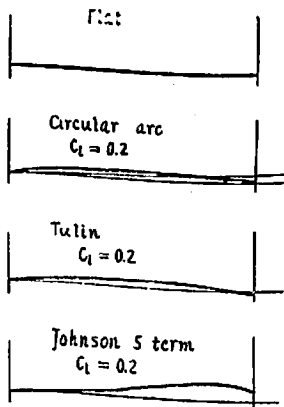
Tulin は空洞指数が零の時にける任意形状の水中翼に関する二次元線型理論を展開している。彼は反りを変えて抗力の小さい翼型形状を帰納し、同時に揚力、モーメントおよび空洞形状を求める式をだしている。この形状を Tulin 翼型と呼ぶことにする。Tulin はまた任意の空洞指数における二次元水中翼の線型理論も発表している。

Wu は任意形状の水中翼に関する非線型理論を展開し、Tulin の線型理論との対比を行つている。

Johnson は Tulin の理論を適用して、抗力の小さい反りを持つ翼型形状を結論し、第3項および第5項翼型と呼ばれている。また空洞形状の簡易計算法も提示されている。無限遠流体中の二次元理論より帰納した反り分布の優越性は、没水深度が小さく、縦横比が有限になつても依然保持されることをも証している。

## 第2章 翼型形状

超空洞水中翼の形状として興味あるのは、平板、円弧、Tulin および Johnson 五項形状のもので、この順序で特性が良好となる。相互の形状は第2.1図に示されてある。

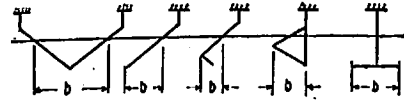


第2.1図 超空洞翼型形状 (主流方向は Ref. Line と一致する)

る。

## 第3章 翼配置

水中翼形状としては、次図の如きもので、有効縦横比は全水平投影面積と  $b^2$  との比として定義してある。



水中翼形状

## 第4章 設計要目の範囲

縦横比 1~7, 揚力係数 0~0.385 の範囲で、設計揚力係数は翼幅上一定と考えてある。

翼平面形状が楕円型でないことに対する補正係数  $r$  は 0.1 として計算を進めてある。翼幅方向に振れている場合には、楕円型荷重はある特定の迎角においてのみ選せられるが、かかる振れがある任意平面形状の水中翼にも  $r$  の値はそのまま適用してある。

## 第5章 空洞を生ずるに必要な最小迎角

与えられた迎角、没水深度および速度において、縦横比を小さくすると空洞の長さが減少する。従つて空洞を生ずるに必要な最小迎角は縦横比の減少とともに増加する。

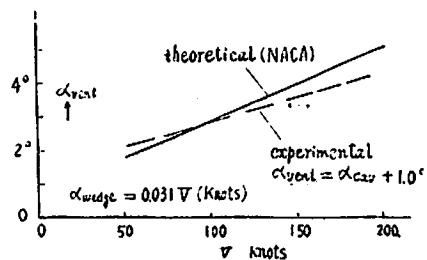
一方、与えられた迎角、縦横比および速度では、没水深度を小さくすると空洞の長さが増す。従つて最小迎角は没水深度の減少とともに小さくなる。

実験結果によれば、水面貫通型水中翼の最小逸流発生角に対する近似式として、常用の縦横比、没水深度の範囲では

$$\alpha_{vent} = \alpha_{av} + 1.0^\circ$$

ただし  $\alpha_{av}$  は無限遠流体中における二次元水中翼に関するものである。

一方、空洞指数零、任意の没水深度で作働する中程度の縦横比の水中翼に関する空洞境界の理論計算式が最近発表され、この理論解による最小迎角  $\alpha_{vent}$  は上実験式とよく合うことが分つた。Tulin 翼型に関する比較の一例



$\alpha_{vent}$  に対する理論、実験値の比較



を次図に示す。

## 第6章 縦傾斜

超空洞を正規状態とする場合、設計迎角  $\alpha_n$  は  $\alpha_{vent}$  より幾分大である必要がある。任意の与えられた平面形状、翼型形状および要求揚力に対し、迎角  $\alpha_n$  は最大揚抗比に対応するようにすべきである。従つて  $\alpha_n - \alpha_{vent} = \alpha_{T.F.}$  は一つの重要な項目で、できるだけ小さくすべきである。

船首トリムをすれば、迎角は  $\alpha_{vent}$  以下となり、この結果、空洞は消滅し揚抗比は変化する。従つて特定の翼型について空洞発生前および空洞発生後の揚抗比を求めた図表が与えられている。

## 第7章 上反角

翼幅上各位置での翼型の基準線が集合して基準面となり迎角  $\alpha$  はこれより測つてある。一方、鉛直面より測つた迎角は  $\alpha_v$  であつて、両者には次の関係がある。

$$\alpha = \alpha_v \cos \Gamma \quad ; \quad \Gamma = \text{上反角}$$

抗力係数  $C_D$  は全浸水表面積、揚力係数  $C_L$  は水平投影浸水表面積について定義してある。

## 第8章 摩擦および造波抵抗

第1部で述べたことがそのまま適用できるとしている。

## 第9章 設計図表の計算

### 第1節 翼型形状に対する常数

$$\text{円弧翼} \quad C_L = \frac{\pi}{2} \frac{9}{8} A_1, \quad A_2 = -\frac{r}{8}, \quad A_n = 0$$

$$\alpha_0 = \frac{r}{8}$$

$$\text{Johnson 5項翼型} \quad C_L = \frac{5}{6} \pi A_1, \quad A_2 = -\frac{4}{3} A_1,$$

$$A_3 = \frac{4}{3} A_1, \quad A_4 = -\frac{2}{3} A_1,$$

$$A_5 = \frac{1}{3} A_1, \quad A_n = 0 \quad (n > 5)$$

$$\alpha_0 = -\tan^{-1} 0.1671 C_L$$

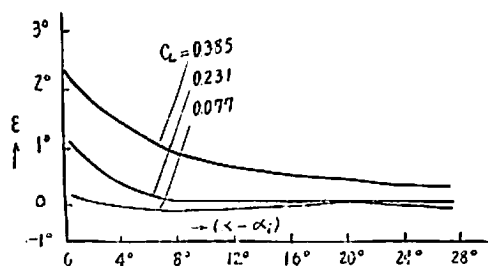
$$\text{Tulin 翼型} \quad C_L = \frac{5}{8} \pi A_1, \quad A_2 = -\frac{A_1}{2},$$

$$A_n = 0 \quad (n > 2)$$

$$\alpha_0 = \tan^{-1} 0.085 C_L$$

### 第2節 偏倚角

翼弦に垂直方向よりの合力の偏倚角  $\epsilon$  の正確な値が円弧翼, Tulin, Johnson 5項翼について図示されている。(2.2図) 一般に  $\epsilon$  補正をすれば円弧翼, Tulin 翼に対しては  $L/D$  を減少せしめ, Johnson 5項翼について



第2.2図 円弧翼の偏倚角  $\epsilon$  (縦横比 0.5-20)

は増加せしめる。

$\epsilon$  補正に対する計算手順が詳細に述べられており、これは逐次近似法によつている。

### 第3節 $C_L$ , $C_D$ および $L/D$ の計算法

与えられた幾何学的形状を持つ水中翼について、 $A$ ,  $d/c$ ,  $r$  が与えられた時種々の迎角について  $C_L$ ,  $C_D$  および  $L/D$  を求める計算手順が詳細に述べられてある。

## 第10章 設計図表

$C_L$ ,  $C_D$  および  $L/D$  の計算が各種縦横比と迎角の組合せに対して遂行され

(i) 揚力係数一定で、縦横比を変えた場合

(ii) 縦横比を一定にして、揚力係数を変えた場合についてそれぞれ図表29, 17枚が作成されてある。これらの図表より、与えられた反りと  $C_L$  を持つ水中翼では、縦横比を増せば  $L/D$  が大となること、および与えられた縦横比と  $C_L$  では反りを増せば  $L/D$  が大となることが分る。

## 第11章 圧力中心

任意の没水深度における超空洞三次元水中翼の圧力中心位置が明かにされてある。

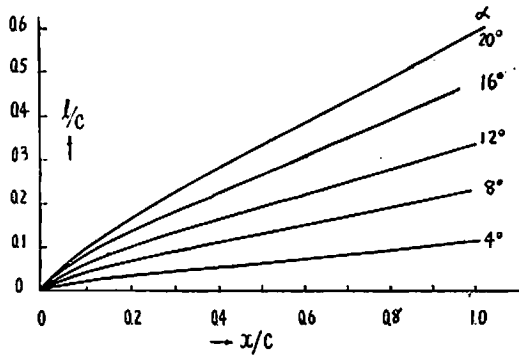
## 第12章 空洞形状

空洞指数零における無限遠流体中の二次元空洞形状は理論的に計算され各翼型形状に対し図示されている。

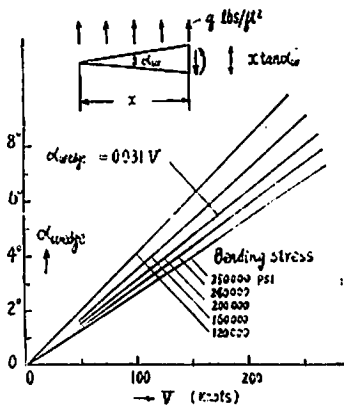
空洞長さ  $l/c$  は迎角によるものと反りによるものと二つに分けられ、任意形状の翼型の空洞長さはこれ等二つの独立した影響を加えればよい。 $\alpha_{env}$  の決定の際に使用される。

## 第13章 翼前縁形状

$L/D$  を最大にさせるには、前縁尖鋭角を構造上許す限り小さくしなければならない。このことは最小の  $\alpha_n$  v. 従つて最大の  $L/D$  を与えることになる。主要な前縁応力は弦長方向の曲げによるもので、二次的なものとして振れと翼幅方向の曲げがある。この前縁応力に



第 2.56 図 円弧翼の空洞状況



第 2.59 図 前縁尖鋭角の速度による変化

は、前縁近辺の圧力分布が密接な関係があつて、迎角によるものと反りによるものとの二者に分離できるが、前縁近辺では前者による圧力分布が支配的である。前縁近辺の圧力を小にするには尖鋭角を大きくすればよいが、こうすると  $L/D$  が悪くなり同時に空洞初生性能も悪くなる。

第 (2.59) 図には、一定の曲げ応力下の速度対尖鋭角の変化を示してある。尖鋭角を小にし  $L/D$  を大にするには、強度大なる前縁の材質を今後考えなければならない。降伏強度を 200000 psi とすると、速度 100 節、200 節の時尖鋭角がそれぞれ  $3^\circ$ 、 $6.2^\circ$  となり次式で与えられる。

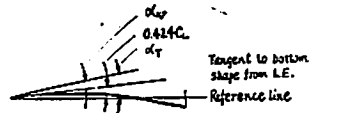
$$\alpha_{\text{wedge}} \text{ (deg)} = 0.031 V \text{ (knots)}$$

第 (2.60) 図には  $\alpha_w$  を各型について明示してある。

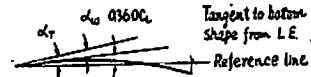
### 第 14 章 超空洞水中翼の設計法

与えられた速度における揚力係数  $C_L$  を決め、第 10 章の設計図表を用いて最適揚抗比と迎角を決める計算操作が説明されている。

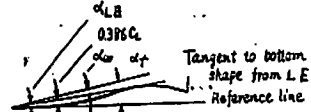
次に  $\alpha_T$  を次図の如く定義すると、それぞれ次式で与



Circular arc bottom shape

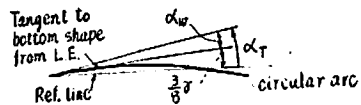


Tulin bottom shape



Johnson 5 term bottom shape

第 2.60 図 各種翼型の前縁尖鋭角



円弧翼の  $\alpha_T$  の定義

えられる。

$$\alpha_T = \frac{3}{8} \tau + \alpha_{\text{wedge}} \dots \dots \dots \text{円弧翼}$$

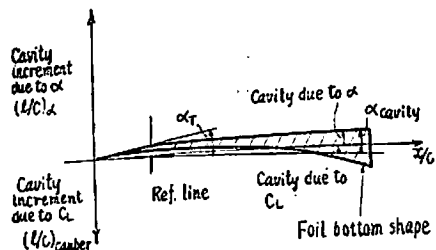
$$\alpha_T = 0.360 C_L + \alpha_{\text{edge}} \dots \dots \dots \text{Tulin 翼}$$

$$\alpha_T = 0.360 C_L + \alpha_{\text{wedge}} \dots \dots \dots \text{Johnson 5 項翼}$$

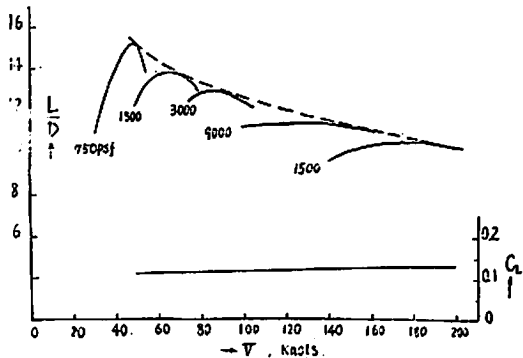
翼型形状の選定には、構造的要求を満足しなければならぬが、空洞形状と一致し同時にできるだけ小さい迎角で前縁から空洞が発生するようにすべきである。

空洞角  $\alpha_{\text{cavity}}$  は無限遠流体中における二次元翼型の空洞が背面を掩うに至る最小迎角であつて、図表化してある空洞形状に基準線と翼背面を重ね合わせることにより求められる。この操作は次図で説明されている。

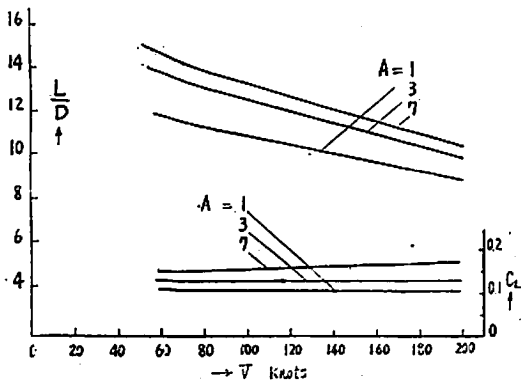
$x/c=0.2$  後方で、背面は  $x/c=0.2$  での  $\alpha_T$  の上面を通る空洞形状と一致するものとする  $\alpha_{\text{cavity}}$  に対しては逐次近似をし、最終値に対する  $L/D$  を求めれば、これが最適揚抗比となる。



翼型の形状決定



第2.63図 最適揚抗比の速度による変化 (円弧翼 A=7, d/c=1.25)



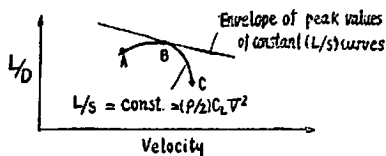
第2.70図 最適揚抗比の速度による変化 (円弧翼, A=7, d/c=1.25)

第15章 揚抗比の速度による変化

種々の翼面荷重に対する揚抗比の速度による変化が、縦横比 1, 3, 7 に対する円弧翼, Tulin, Johnson 5 項翼について図示されてある。(第2.63, 2.70 図)

次図に示す如く、B 点で L/D は最大値を持ち最適値となるが B 点より低い速度では  $C_L$  は増加するが、L/D を減少させた B 点より高い速度では  $C_L$  は減少するが、摩擦抵抗が全抵抗の大部分を占めるので L/D をやはり減少させることになる。

更に、最適揚抗比に及ぼす前縁尖鋭角の影響および最適揚抗比より決る揚力係数の速度による変化が明かにされている。



揚抗比と速度との関係

第16章 揚力傾斜

超空洞水中翼の揚力傾斜は、空洞を起さない水中翼のそれに比し小さい。

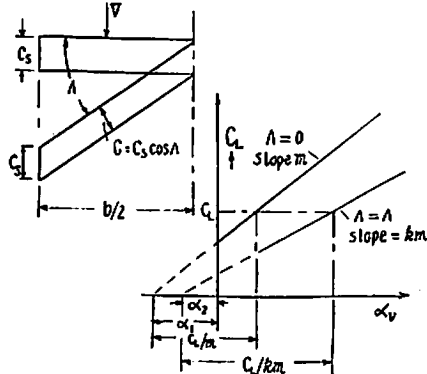
Tulin 翼の場合を下表に示す。

| 翼形状             | 没水深度=C, A=0, Γ=0 |        |        |
|-----------------|------------------|--------|--------|
|                 | A=1              | A=3    | A=7    |
| 空洞を起さぬ水中翼 (次円翼) | 0.0364           | 0.0655 | 0.0847 |
| 超空洞水中翼 (Tulin)  | 0.0131           | 0.0188 | 0.0226 |

両者とも後退角の増加とともに減少し、後退角の影響は空洞を起さぬ場合と同様と考えてよい。揚力傾斜が小さいことは迎角の変化による揚力変動を小さくする上に有利であるが、小さな角度動に対する制禦力を大にする場合には不利である。

第17章 後退角

前縁尖鋭角に及ぼす後退角の影響は次図に示す如く二つの水中翼を比較検討すればよい。



後退角がない場合およびある場合の揚力傾斜

$$\alpha = \alpha_v = \left( \frac{C_L}{m} \right) - \alpha_1 \dots\dots\dots A = 0$$

$$\alpha = \alpha_v \cos A = \left( \frac{C_L}{km} - \alpha_2 \right) \cos A \dots\dots\dots A = A$$

であつて、特に前縁附近の圧力を検討してみる。

$$\frac{C_p}{\alpha} = \left( \frac{d p}{q_n} \right) \frac{1}{\alpha} = \text{一定} \dots\dots\dots \text{前縁近傍にて}$$

従つて

$$d p = \text{constant} \times q \left( \frac{C_L}{m} - \alpha_1 \right) \dots\dots\dots A = 0$$

$$d p = \text{constant} \times q \left( \frac{C_L}{km} - \alpha_2 \right) \cos^3 A \dots\dots\dots A = A$$

これより前縁近傍の局部圧力は、後退角により減少することが明かとなり、次の実例で説明されよう。

設計揚力係数 = 0.154,  $m = 0.017$ ,  $A = 3$

| $\theta^\circ$                      | 0      | 30     | 45     | 60     |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| $\frac{d p}{\text{const} \times q}$ | 0.1578 | 0.1276 | 0.0906 | 0.0483 |

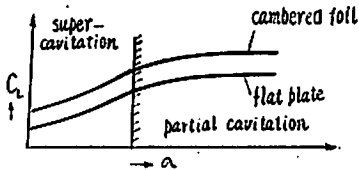
更に後退角の一つの利点として、深流物を受け流し、衝撃を小さくすることができる。

### 第18章 空洞指数

水面近くの完全逸流水中翼および高速水中翼の空洞指数は常に極めて近い。

一定迎角で作働する二次元水中翼では、空洞指数を増すと理論的に  $C_L$ ,  $C_D$  ともに増加し、 $L/D$  は減少するが、実験的には  $L/D$  は増加している。

三次元水中翼に及ぼす空洞指数の影響は理論的に未だ明かにされていないが、実験結果によれば次図のような変化をする。



三次元水中翼の揚力特性

### 第19章 空洞長さ

空洞指数が小さい場合の二次元翼型の空洞長さおよび厚さは次式で与えられる。

$$l/c - 1 \sim \frac{8}{\Pi \sigma^2} C_{D0}$$

$$\frac{\bar{T}}{C} \sim \frac{4}{\Pi \sigma} C_{D0}$$

ただし  $C_{D0}$  は  $\sigma = 0$  の時の抗力係数である

空洞形状は細長比  $l/T = \frac{2}{\sigma}$  なる楕円型



空洞長さ

### 第20章 結論

1. 最適揚抗比は巡航速度の増加とともに減少する。これは巡航速度の増加が前縁尖鋭角を大にし、空洞を生ずる最小迎角が大となるからである。前縁尖鋭角は構造上許す限り小さくすべきである。

2. 設計速度が増すにつれて、最適揚抗比で作働するには翼面荷重が大なることが必要でまた翼型の反りも減少させねばならぬ。

与えられた縦横比では揚力係数は本質的に不変と考えてよい。

3. 最適揚抗比および揚力係数は巡航速度一定の場合には、縦横比の増加とともに増し、揚抗比に及ぼす縦横比の影響は、その増加とともに減少する。

4. 円弧翼, Tulin 翼および Johnson 5 項翼の順序に性能がよい。

### 第21章 今後の必要研究

1. 空洞なしの状態より全面的空洞の状態へ平滑連続的に乗移れることのできる翼型形状

2. 空洞発生と特性に及ぼす後退角の影響

3. フラップのような補助揚力発生機構

4. 三次元空洞の大いさ

5. 強制通風による抵抗減少と必要空気量等を挙げてゐる。(続く)

〔新 刊〕

関東造機  
研究会編

### 第50回記念講演会論文集

「関東造機研究会の歩みについて」東京商船大学教授 原田三郎、「船用ガスタービンについて」東京大学教授 工学博士西脇仁一、「振り振動に関する二、三の資料」運輸技術研究所 船舶機関部長大江卓二、「戦後の船用機関事故の変遷について」日本海事協会技師長原三郎、その他 20 余人の技術者が長年月にわたつての研究と実験の成果を発表した論文を集めたものである。

講演をそのまま本としてまとめた関係上、多少その精確に不統一の点もなくはないが、豊富な写真、図面、数表とともにまことに貴重な研究の集大成である。造船関係者、関連工業技術者、船舶会社の工務関係者には見逃がせぬ一書である。

この本のような地味な研究こそ造船部門を進歩発達させるものであり、船体部門の研究の発展とともに日本の造船工業の一段の飛躍をもたらすものでもあると確信する。

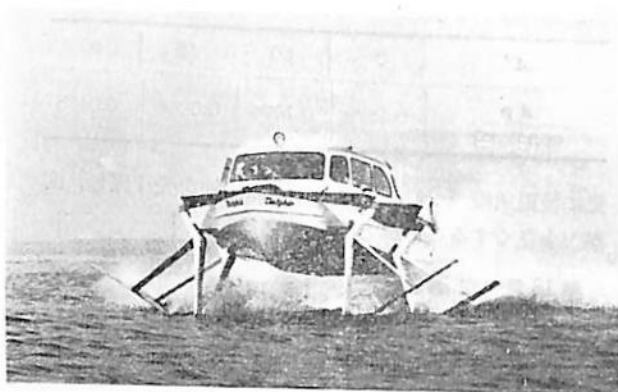
(東京都渋谷区代々木宮ヶ谷町 1564 番地

株式会社 成山堂書店発行 定価 1,500 円)

# 新明和水中翼船

## S F-30

新明和工業株式会社



新明和水中翼船 SF-30

### 1. はし が き

去る6月1日より3日間、神戸の新明和工業株式会社甲南工場沖で、同社製水中翼船 SF-30 の試乗会が、報道関係、官庁、民間会社等関係者約400名参集の下に開催された。

同社は戦前川西航空機として大型飛行艇の製作に従事し、その技術は世界各国から高く評価されていたが、戦後航空機業界復活とともに、米軍、防衛庁、民間会社の航空機およびエンジンのオーバーホール修理等を多数行い、その経験と技術を生かし、昭和26年より水中翼船の研究に着手し、水槽実験を重ね、昭和32年には最初の試験艇 SF-15 を製造し在来の水中翼を研究するとともに波の荒い日本近海の情況に適した翼型式の開発に努め遂に本年4月全く新しい翼型式をもつた SF-30 が完成したのである。その仕様諸元は後述の通りである。

また同社が現在計画中の SF-40 (35人乗) も、各界より多大の関心が寄せられ、その完成の一刻も早いことが望まれている。

### 2. 水中翼船の一般的特性

水中翼船とは船体側部に取付けられた水中翼の揚力により船体を空中に浮き上げて航走する。従つて船体は極力軽量でかつ耐波性に優れておらねばならず、その姿および工作の点から“飛行艇と船との合の子”ともいわれている。

ハイドロホイルクラフトの一般的特性は次の通り。

#### 1. 高速性

普通船に比し約4倍の速力が出、しかも従来の高速艇に比し約半分の馬力で同程度の速度が出る。しかも浮上走航のため高速に比し波しぶきが少いので、他船、岸壁、養殖場等に対する影響が少く、港湾、河川、湖等の運航にも適している。

#### 2. 安定性

耐波性が非常に優れているので就航率は極めて高い。水中翼のダンピング効果により安定性を高め、転覆の心配は全くない。

#### 3. 操縦性

優れた加速性能と停止性能をもつており回転半径も極めて小さい。波の影響を殆んど受けないから、普通船に比し操縦は極めて容易である。

#### 4. 経済性

船体の軽量化を計り、搭載量を普通船の屯当り2倍強としてある。更に高速の故に輸送能力を増大し、高い稼働率が得られる。

また操縦者、乗組員等の人件費の節約も大きな役割を占める。

### 3. 新明和水中翼船の特性

#### 1. 翼型式

図示のごとく前中後の3翼からなり、それぞれ揚力と安定力を分担させ、安定性、耐波性を高めるとともに波浪中の乗心地をよくしている。

#### 2. 翼の引揚げ機構

前中後の3翼とも油圧による引揚げ機構を有し、浅瀬の航行および接岸を容易にし、更に翼の点検手入を便にしている。

その揚げ降しは操縦席から簡単に出来、引揚げられた翼は船側に取り付けられた防舷材の下に折りたたまれ、舷側接岸を可能にしている。

#### 3. 船 価

飛行艇の製作技術と経験を生かし、軽量化を計り、搭載量を増大せしむべく構造上寸分の無駄なく作られており、エンジン以外は全て国産であり、従つて外国に技術提携料を支払う必要はない。



船体材質も軽量で強力な耐蝕性軽合金を使用しており、更なるその表面にプラスチックコーティングを施しているためその耐蝕性は極めて高く、従って年間補修費は安く、耐用年数は普通船の2倍近くである。

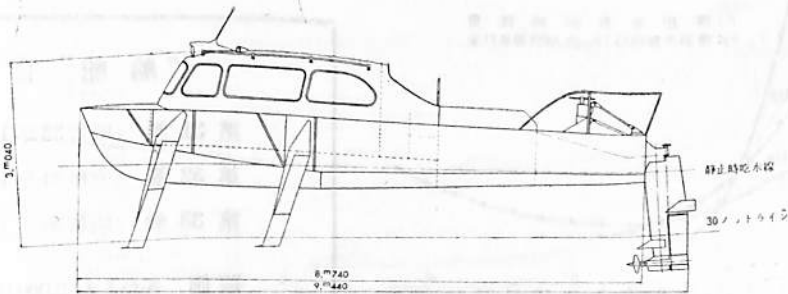
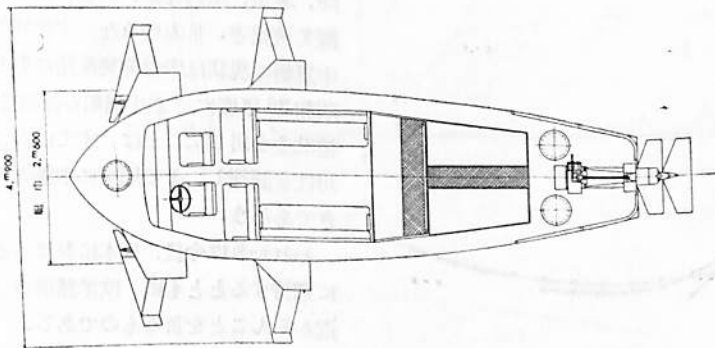
#### 4. その他

1. 船体は気密で更に船底にゴムの浮袋を配置しており、充分な浮力を持たせ浸水による沈没はあり得ない。
2. エンジンは軽量で強力にして補用部品の入手が容易なクライスラー・マリンエンジンを使用している。

3. 操縦席は充分な広さと視野を有し、安全な操縦を可能にしており、更に客席はデラックスなそしてコンフォータブルなムードをかもしている。

#### 4. SF-30 の仕様諸元

|      |                                |
|------|--------------------------------|
| 艇長   | 8.500 m                        |
| 艇巾   | 2.400 m                        |
| 吃水   | 水中翼水没時 1.400 m<br>ク引揚時 0.800 m |
| 全備重量 | 3,200 kg                       |



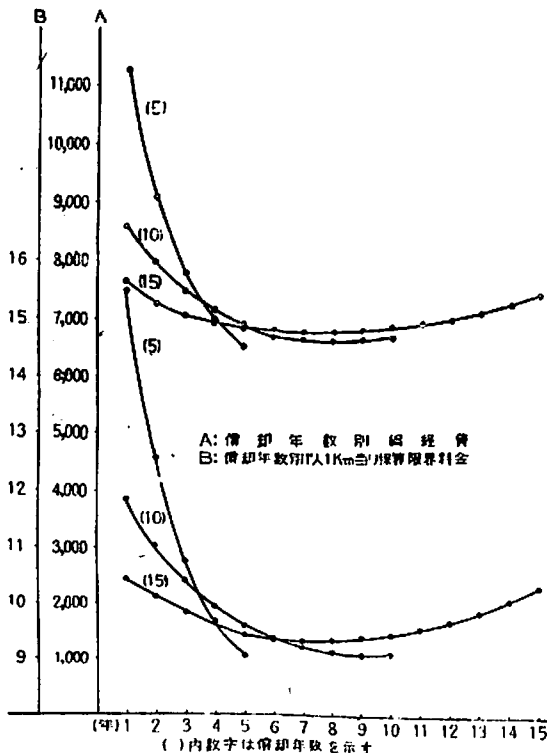
|               |                                      |
|---------------|--------------------------------------|
| 積載量           | 1,400 kg                             |
| 機関型式          | クライスラー M-81V 型 225 HP.<br>4,000 rpm. |
| 最高速           | 45 kt/Hr                             |
| 航続距離          | 300 km                               |
| 座席数           | 14                                   |
| 快適な走航のための波高制限 | 1~3 feet                             |
| 浮上走航時旋回半径     | 約 30 m                               |
| 最高速よりの完全停止距離  | 約 2 艇身半                              |

### 5. 運航費の概算数値

水中翼船のイニシャルコストは普通船に比し、材質、加工方法、開発費等に特殊性がある所から高価である。すなわち、建造費は全備重量1屯当り300百万ないし400万円である。これの償却年数を何年とするかにより運航費におよぼす影響は大となるが、未だその法規もななく判然としない。

水中翼船の特殊性から考えても、また需要者の利用という立場から考えても、その1人1km当り料金は、普通旅客船よりは高く、ヘリコプターよりは安く、むしろ大型旅客機並または1等旅客船よりやや高まる料金となるらう。

上記前提の下に、償却年数別の年間総経費と1人1km



当り採算限界料金を SF-30 に例をとり下図に示す。

1. 船 価 13,000,000
2. 稼働回数・距離 290 日 250 km/日
3. 保 險 平均 4% × 船価
4. 乗員・乗客 2 名 10 名
5. Fuel & Oil Fuel 37l/Hr. Oil 300 l/year
6. 一般管理および利益 25%
7. 償却年数 5, 10, 15 年を示す
8. 修理費は毎年 10% 増, 人件費は毎年 5% 増とする

### 6. む す び

水中翼船を無限に高速化、大型化して、各種用途に使用し得るかという点、有効搭載量の割に船価が高くなること、関係速度が落ちること、構造的課題(大型重量船を支える FOIL)等の点から疑問である。

現在商船として一般になり立つ大きさは300屯時速100 km、また経済性を無視した構造的限界としては3000屯時速400 kmといわれている。更に現存するハイドロホイルクラフトも自然条件(風、波等)、地理条件(浅瀬、藻のある場所等)、法規的条件(速度制限水域等)利用者にとつての経済的条件(運賃の割高等)等から種々の制約があり問題はある。

しかし、時代の寵児として話題となつている水中翼船の高速性、耐波性、乗心地のよさから下記用途にはその利用価値は高いと思われる。海難救助、パトロール、消防、軍用、業務連絡、交通、緊急度の高い運搬、遠距離観光遊覧等。日本のみならず世界的にいえることだが水中翼船の現状は未だ開発段階にあり、運輸省が新明和に昭和36年度に“水中翼船の凌波性について”の研究に補助金を出したことは、すでに国としても水中翼船の有用性を認識し、その開発に本腰を入れたとみてしかるべきであろう。

われわれは今後、日本における水中翼船の発展に大いに期待するとともに、欧米諸国のそれをも凌駕する日の近からんことを祈るものである。

### “船舶”合本

第31巻 (昭和33年1号~12号)

第32巻 (昭和34年1号~12号)

第33巻 (昭和35年1号~12号)

販売 各巻とも 2,000円 (〒160円)

船尾にスリップウェーをもつ船の模型試験

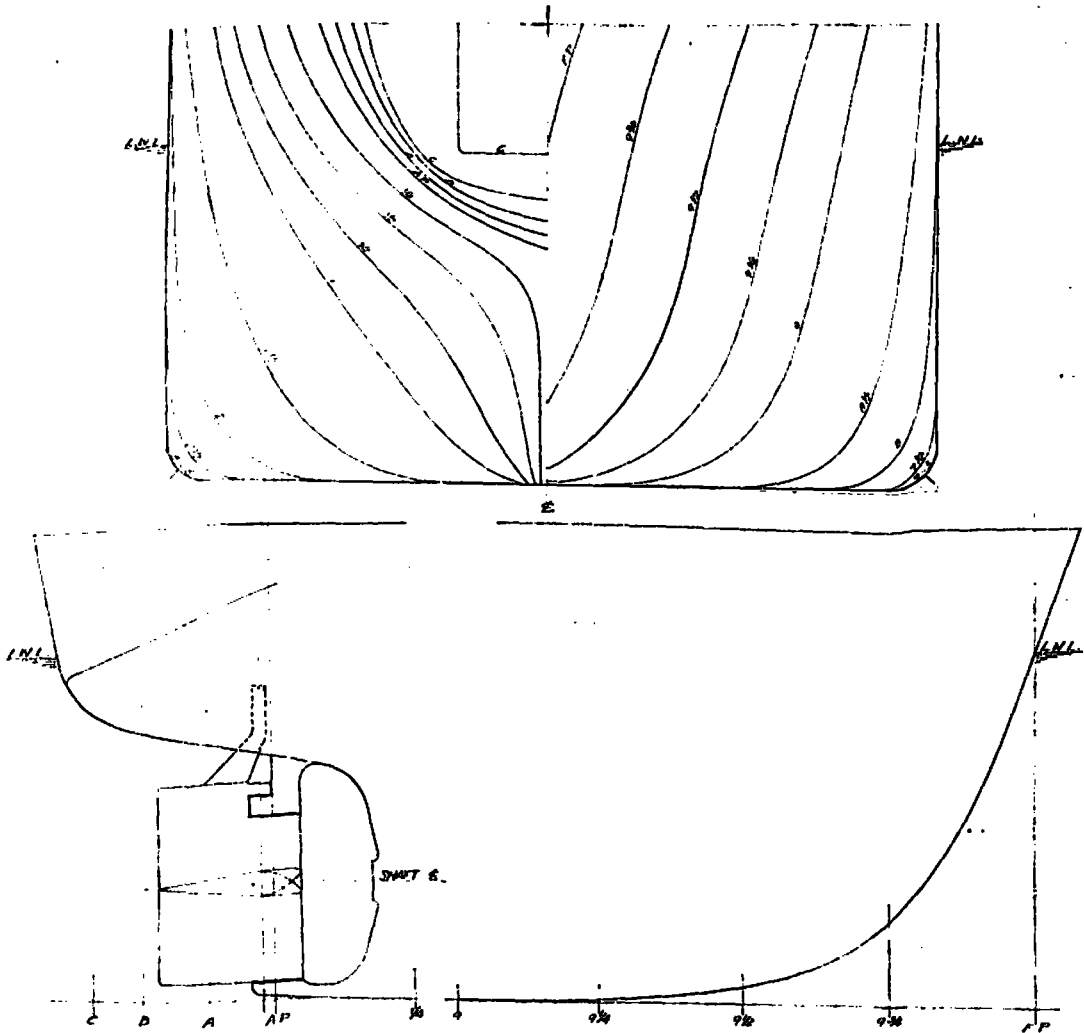
船舶綱集室

くじら工船や船尾式トローラーのように船尾にスリップウェーをつける場合には、推進、抵抗上への影響を考える必要がある。今回はこのような船型についての模型試験の2例を掲げる。

M.S. 226 は長さ 175 m のくじら工船に対応する 6m 模型で、第1表にその要目を、第1図に正面線図等を示す。本船については満載、半載および試運転の3状態について試験が行われ、満載状態についてはトリムを変化した場合の試験も行われた。その結果は第3図に示す。スリップ・ウェーを主船体に対してこの程度の大きさでは抵抗増加もまだそれ程著しくはない。しかし満載状態では、普通の船型の場合と異つて、船首トリムの方が若

干良好な結果を示し、スリップ・ウェーを水面上へ出した方が有利なことを示している。

M.S. 227 は長さ 68 m の船尾トローラーの船型に対応する 5 m 模型で、その要目を第1表に、正面線図等を第2図に示す。本船に対しては満載状態でトリムを3種に変化して裸殻の抵抗試験が実施された。本船のスリップ・ウェーは、船体の巾と比較して、M.S. 226 の場合よりかなり大きく、また船尾のデッキの巾も特に大きい。試験の結果は第4図に示すが、この場合は抵抗も普通の船型に比してかなり大きい。またこの船体に対してはトリムの変化の影響はそれ程大きくなく、船首トリムをつけても、M.S. 226 の場合のような抵抗減少は見られない。



第1図 M.S. 226 正面線図および船首尾形状図

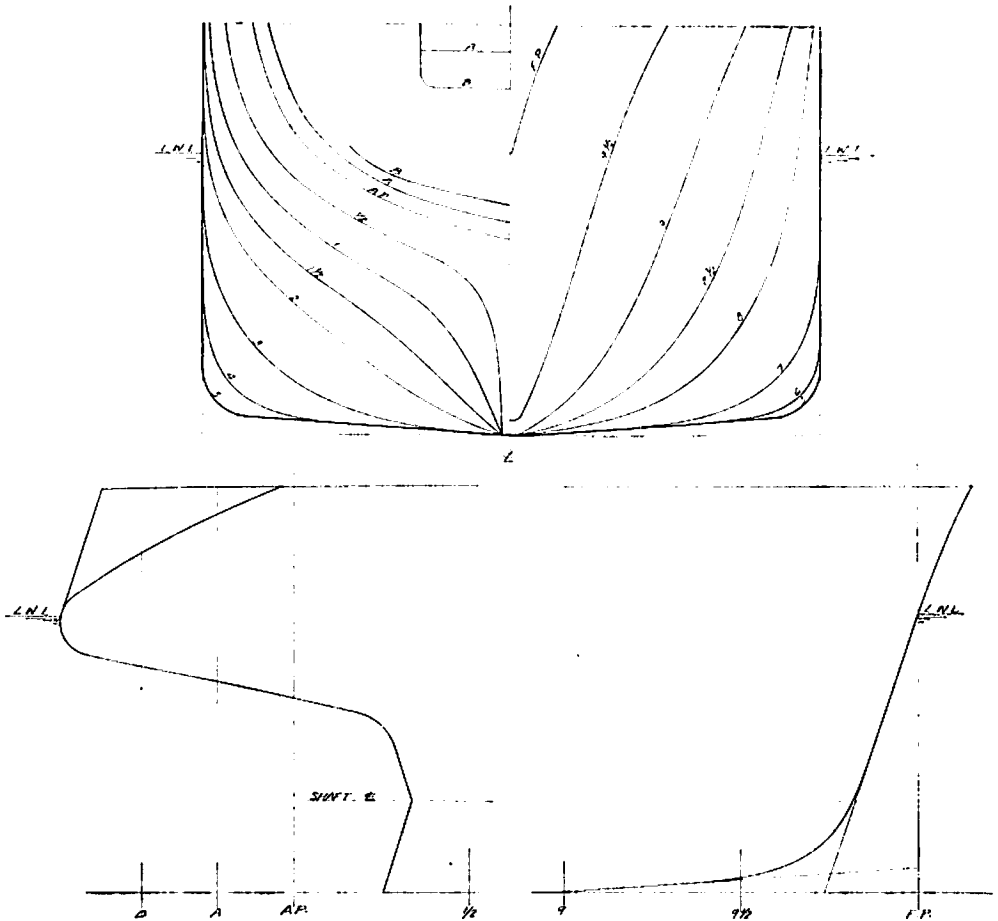


第1表 要 目 表

| M.S. No.                   | 226               | 227     |        |
|----------------------------|-------------------|---------|--------|
| 長 (L.P.P.) (m)             | 175.00            | 68.000  |        |
| 幅 (B) 外板を含む(m)             | 23.456            | 12.027  |        |
| 船<br>載<br>状<br>態           | 吃水 (d) (m)        | 10.428  | 5.513  |
|                            | 吃水線の長さ(L.W.L.)(m) | 181.489 | 72.613 |
|                            | 排水量 (d) (Ton)     | 35,350  | 3,193  |
|                            | C <sub>b</sub>    | 0.806   | 0.691  |
|                            | C <sub>p</sub>    | 0.813   | 0.721  |
|                            | C <sub>M</sub>    | 0.991   | 0.959  |
| Lcb (L.P.P. の%にて)<br>(函より) | -0.45%            | +0.17%  |        |
| 平均外板の厚さ (mm)               | 28                | 13.5    |        |
| λ <sub>s</sub> *           | 0.13958           | 0.14330 |        |
| λ <sub>s</sub> '*          | 0.1404            |         |        |

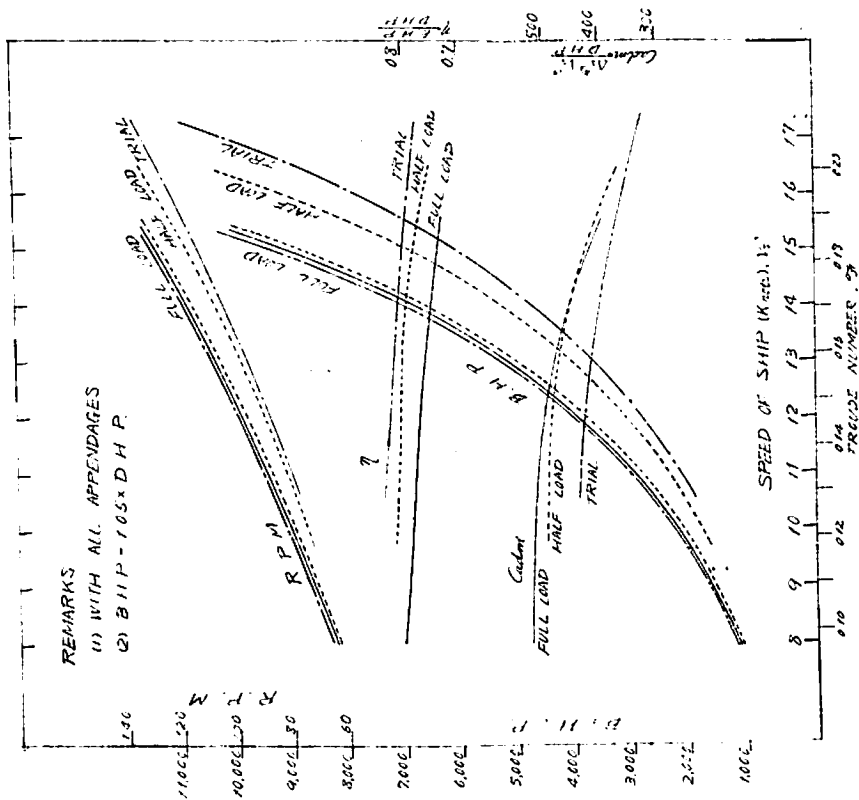
| M.P. No.              | 190     |
|-----------------------|---------|
| 直 径 (m)               | 5.700   |
| ポ ス 比                 | 0.228   |
| ピ ッ チ (m) (0.7Rにて) 延減 | 3.520   |
| ピ ッ チ 比 (0.7Rにて) 延減   | 0.618   |
| 展 開 面 積 比             | 0.458   |
| 翼 厚 比                 | 0.057   |
| 傾 斜 角                 | 10°~55' |
| 翼 数                   | 4       |
| 回 転 方 向               | 右 廻 り   |
| 翼 断 面 形 状             | エーロフォイル |

\*印 L.W.L. に基く



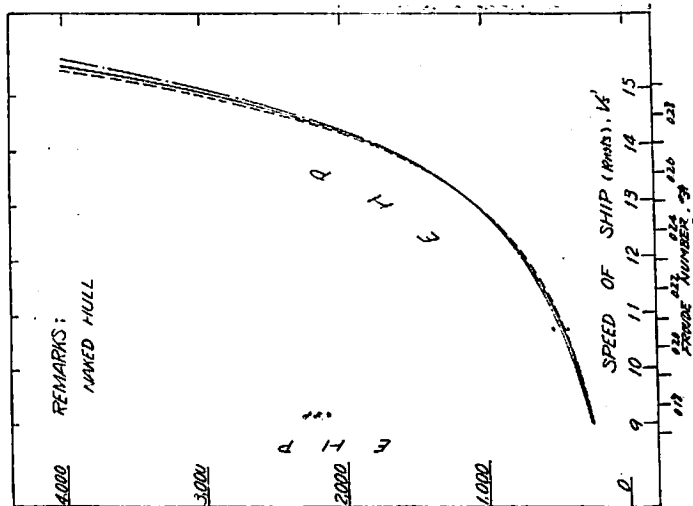
第2図 M.S.227 正面線図および船首尾形状図

| CONDITION | DRAFT (m) |          | TRIM (m) | DISPLACEMENT (mt) |      | MARK |
|-----------|-----------|----------|----------|-------------------|------|------|
|           | A.P.      | M.S.F.P. |          | (mt)              | (mt) |      |
| FULL LOAD | 10.423    |          | -2.0     | 34,490            |      |      |
| HALF LOAD | 7.252     |          | 0        | 23,123            |      |      |
| TRIAL     | 6.850     | 5.350    | 3.0      | 16,585            |      |      |



第3图 M.S. 226 x M.P. 190 BHP 等曲线图

| CONDITION | DRAFT (m) |          | TRIM (m) | DISPLACEMENT (mt) |      | MARKS |
|-----------|-----------|----------|----------|-------------------|------|-------|
|           | A.P.      | M.S.F.P. |          | (mt)              | (mt) |       |
| FULL LOAD | 5.974     | 5.474    | 1.000    | 3,115             |      |       |
|           | 5.059     | 5.349    | -1.000   | 3,115             |      |       |



第4图 M.S. 227 EHP 等曲线图

# 鋼船建造状況月報 (36年5月)

船舶局造船課

## (1) 起工船

| 造船所       | 船番   | 船主       | 総トン数   | 主機 | 主機メーカー | 用途   | 起工月日   |           |
|-----------|------|----------|--------|----|--------|------|--------|-----------|
| 新三菱重工     | 927  | 日本セメント   | 2,730  | D  | 1,800  | 新三菱  | 貨物船    | 36. 5. 19 |
| 日立, 向島    | 3934 | 柏汽船      | 1,940  | 〃  | 1,800  | 阪神   | 〃      | 36. 5. 16 |
| 来島船渠      | 98   | 丸神海運     | 655    | 〃  | 760    | 日発   | 〃      | 36. 5. 19 |
| 四国ドック     | 583  | 協和海運     | 1,600  | 〃  | 1,800  | 伊藤   | 〃      | 36. 5. 16 |
| 白杵鉄工      | 1025 | 近海商船     | 3,500  | 〃  | 2,800  | 阪神   | 〃      | 36. 5. 23 |
| 九州造船      | 258  | 乾水産      | 1,700  | 〃  | 1,550  | 〃    | 〃      | 36. 5. 28 |
| 佐野安船渠     | 192  | 小隆汽船     | 1,590  | 〃  | 1,650  | 日発   | 油槽船    | 36. 5. 11 |
| 石川島播磨(相生) | 579  | 大脇石油     | 28,800 | 〃  | 18,000 | 播磨   | 〃      | 36. 5. 16 |
| 市川造船      | 1200 | 山崎勝義     | 650    | 〃  | 650    | 池貝   | 〃      | 36. 5. 16 |
| 瀬戸田造船     | 107  | 昭和油槽船    | 700    | 〃  | 750    | 木下   | 〃      | 36. 5. 17 |
| 〃         | 116  | 鶴見輸送     | 1,598  | 〃  | 1,550  | 新潟   | 〃      | 36. 5. 18 |
| 〃         | 108  | 明和海運     | 998    | 〃  | 1,150  | 日発   | 〃      | 36. 5. 31 |
| 幸陽船渠      | 186  | 上野商会     | 950    | 〃  | 1,150  | 〃    | 〃      | 36. 5. 31 |
| 波止浜造船     | 116  | 山下運輸     | 670    | 〃  | 750    | 〃    | 〃      | 36. 5. 11 |
| 〃         | 118  | 大河内海運    | 999    | 〃  | 1,150  | 〃    | 〃      | 36. 5. 22 |
| 〃         | 120  | 津島機船協同組合 | 670    | 〃  | 760    | 〃    | 〃      | 36. 5. 25 |
| 四国ドック     | 586  | 大和海運産業   | 1,500  | 〃  | 1,650  | 〃    | 〃      | 36. 5. 25 |
| 〃         | 587  | 〃        | 1,500  | 〃  | 1,650  | 〃    | 〃      | 36. 5. 25 |
| 大洋造船      | 310  | 浜崎水産     | 999    | 〃  | 1,100  | 木下   | 〃      | 36. 5. 19 |
| 鋼管, 清水    | 192  | 宝幸水産     | 8,000  | 〃  | 5,600  | 三井   | 漁船(冷工) | 36. 5. 8  |
| 三保造船(東海)  | 304  | 日魯漁業     | 1,500  | 〃  | 1,800  | 赤阪   | 〃(冷運)  | 36. 5. 3  |
| 日立, 桜島    | 3930 | 東洋開発設備   | 1,000  | 不明 | 不明     | 不明   | 雑船(渡)  | 36. 5. 16 |
| 〃 /       | 3931 | 〃        | 1,000  | 〃  | 〃      | 〃    | 〃(〃)   | 36. 5. 16 |
| 〃         | 3932 | 〃        | 1,000  | 〃  | 〃      | 〃    | 〃(〃)   | 36. 5. 16 |
| 東京造船      | 269  | 三井不動産    | 1,000  | D  | 3,000  | 〃    | 〃(〃)   | 36. 5. 8  |
| 鋼管, 鶴見    | 772  | パナマ      | 24,000 | 〃  | 12,000 | 三井   | 輸出船(貨) | 36. 5. 15 |
| 浦賀船渠      | 798  | 中華民国     | 9,900  | 〃  | 12,000 | 浦賀   | 〃(〃)   | 36. 5. 17 |
| 川崎重工      | 1003 | リベリヤ     | 30,500 | T  | 20,250 | 不明   | 〃(油/鉱) | 36. 5. 6  |
| 三井造船      | 659  | 〃        | 17,200 | D  | 8,750  | 三井   | 〃(貨)   | 36. 5. 27 |
| 日立, 因島    | 3905 | パナマ      | 23,200 | 〃  | 12,000 | 日立   | 〃(〃)   | 36. 5. 18 |
| 徳島造船産業    | 70   | アメリカ     | 510    | 〃  | 640    | アメリカ | 〃(貨客)  | 36. 5. 20 |
| 来島船渠      | 85   | 江進海運     | 1,150  | 〃  | 1,150  | 日発   | 油槽船    | 36. 4. 1  |
| 四国ドック     | 585  | 寿汽船      | 990    | 〃  | 1,200  | 阪神   | 〃      | 36. 4. 17 |

他 185 隻 (500 トン未満) 27,347 総トン

起工船合計 218 隻 202,042 総トン

## (口) 進水船

| 造船所   | 船番  | 船名     | 船主            | 総トン数  | 主機 | 主機メーカー | 用途  | 進水月日 |           |
|-------|-----|--------|---------------|-------|----|--------|-----|------|-----------|
| 名古屋造船 | 164 | 大和丸    | 協和汽船/<br>日鉄鉱業 | 999   | D  | 1,000  | 新潟  | 貨物船  | 36. 5. 15 |
| 名村造船  | 321 | えりも丸   | 共栄タンカー        | 2,600 | 〃  | 2,800  | 伊藤  | 〃    | 36. 5. 31 |
| 新三菱重工 | 922 | のうほうく丸 | 大阪商船          | 9,350 | 〃  | 13,000 | 新三菱 | 〃    | 36. 5. 18 |

|           |      |                  |           |        |   |        |    |           |         |
|-----------|------|------------------|-----------|--------|---|--------|----|-----------|---------|
| 宇品造船      | 373  | 大徳丸              | 東海汽船      | 870    | D | 不明     | 不明 | 貨物船       | 36.5.31 |
| 三井造船      | 658  | 森鷲丸              | ゼネラル海運    | 29,500 | 〃 | 16,800 | 三井 | 油槽船       | 36.5.22 |
| 市川造船      | 1197 | 2和光丸             | 木戸楠男      | 650    | 〃 | 750    | 不明 | 〃         | 36.5.2  |
| 向島船渠      | 56   | 正勇丸              | 横山正三部     | 745    | 〃 | 760    | 日発 | 〃         | 36.5.2  |
| 函館ドック     | 279  | 2榛名丸             | 日魯漁業      | 1,500  | 〃 | 1,800  | 伊藤 | 漁船(冷運)    | 36.5.8  |
| 具造船       | 60   | 伊吹丸              | 日本水産      | 2,430  | 〃 | 2,400  | 三井 | 〃(トロール)   | 36.5.5  |
| 林兼造船      | 960  | 67大洋丸            | 大洋漁業      | 1,500  | 〃 | 2,000  |    | 〃(〃)      | 36.5.11 |
| 石川島播磨(東京) | 809  | 天城丸              | 東京都       | 780    |   | 不明     | 不明 | 雑船(浚)     | 36.5.11 |
| 浦賀船渠      | 807  | 金吉丸              | 佐伯建設      | 828    | D | 1,500  | 〃  | 〃(〃)      | 36.5.8  |
| 日立、桜島     | 3919 | 2鳳丸              | 奥村組       | 500    |   | 不明     | 〃  | 〃(〃)      | 36.5.8  |
| 〃         | 3914 | 大山丸              | 三港建       | 650    | D | 300×2  | 阪神 | 〃(〃)      | 36.5.6  |
| 東京造船      | 264  | 明海1号             | 明治海工      | 500    |   | —      | —  | 〃(〃)      | 36.5.11 |
| 大正船舶工業所   | 2    | 不明               | 北興鋼材      | 1,000  |   | —      | —  | 〃(起重機)    | 36.5.25 |
| 浦賀船渠      | 778  | Kaptan A. Alniak | トルコ       | 13,300 | D | 9,000  | 浦賀 | 輸出船(油)    | 36.5.29 |
| 川崎重工      | 979  | Philippine Sea   | リベリヤ      | 24,700 | T | 16,500 | 不明 | 〃(〃)      | 36.5.4  |
| 四国ドック     | 581  | 36星宝丸            | 関西汽船      | 1,300  | D | 1,150  | 富士 | 油槽船       | 36.4.26 |
| 波止浜造船     | 112  | りつりん丸            | 宇高フェリーポート | 500    | 〃 | 650    | 日発 | 雑船(自動車航送) | 36.4.17 |
| 四国ドック     | 566  | Selat Karimata   | トインドネシア   | 1,000  | 〃 | 1,500  | 不明 | 輸出船(貨)    | 36.4.14 |
| 白杵鉄工      | 531  | Selat Slinda     | 〃         | 580    | 〃 | 600    | 〃  | 〃         | 36.4.10 |
| 〃         | 532  | Selat Bangka     | 〃         | 580    | 〃 | 600    | 〃  | 〃         | 36.4.10 |

他 146 隻 (500 トン未満) 23,724 総トン

進水船 合計 169 隻 120,086 総トン

(ハ) 竣工船

| 造船所       | 船番   | 船名             | 船主      | 総トン数   | 主機 | 主機メーカー | 用途     | 竣工月日    |         |
|-----------|------|----------------|---------|--------|----|--------|--------|---------|---------|
| 浦賀船渠      | 797  | 瑞洋丸            | 東海運     | 6,000  | D  | 4,000  | 貨物船    | 36.5.25 |         |
| 名古屋造船     | 162  | 大鉄丸            | 大玉汽船    | 1,950  | 〃  | 1,500  | 〃      | 36.5.13 |         |
| 川崎重工      | 1008 | 3乾榮丸           | 乾汽船     | 3,800  | 〃  | 2,800  | 〃      | 36.5.15 |         |
| 新三菱重工     | 921  | へいぐ丸           | 大阪商船    | 9,350  | 〃  | 13,000 | 〃      | 36.5.24 |         |
| 今井造船      | 138  | 幸春丸            | 桑田汽船    | 695    | 〃  | 700    | 〃      | 36.5.2  |         |
| 九州造船      | 240  | 洞海丸            | 栃木海運    | 1,700  | 〃  | 1,500  | 〃      | 36.5.13 |         |
| 日立、桜島     | 3908 | ひゆうすとん丸        | 新丸善タンカー | 4,900  | 〃  | 3,800  | 油槽船    | 36.5.31 |         |
| 市川造船      | 1197 | 2和光丸           | 木戸楠男    | 650    | 〃  | 750    | 〃      | 36.5.31 |         |
| 塩山船渠      | 254  | 三泰丸            | 三井物産    | 2,370  | 〃  | 2,850  | 〃      | 36.5.6  |         |
| 日立、因島     | 3917 | 敷島丸            | 日本水産    | 9,300  | 〃  | 6,250  | 漁船(冷工) | 36.5.8  |         |
| 日立、向島     | 3915 | 南幸丸            | 〃       | 1,700  | 〃  | 2,400  | 〃(冷運)  | 36.5.11 |         |
| 新潟鉄工      | 317  | 多宝丸            | 柳下漁業    | 1,500  | 〃  | 1,800  | 〃(〃)   | 36.5.28 |         |
| 林兼造船      | 958  | 優洋丸            | 大洋漁業    | 5,000  | 〃  | 4,400  | 〃(〃)   | 36.5.15 |         |
| 函館船渠      | 264  | Gunung Tambura | インドネシア  | 3,800  | 〃  | 3,300  | 三菱     | 輸出船(貨)  | 36.5.24 |
| 鋼管、清水     | 166  | Captain John-L | リベリヤ    | 13,800 | 〃  | 9,100  | 三井     | 〃(〃)    | 36.5.31 |
| 石川島播磨(相生) | 563  | Apollonia      | パナマ     | 10,300 | 〃  | 7,500  | 播磨     | 〃(〃)    | 36.5.29 |
| 向島船渠      | 55   | 東寿丸            | 東洋海工事   | 745    | 〃  | 700    | 阪神     | 油槽船     | 36.4.29 |
| 波止浜造船     | 110  | 日桑丸            | 桑名海運    | 1,599  | 〃  | 2,100  | 伊藤     | 〃       | 36.4.15 |
| 四国ドック     | 580  | 16星宝丸          | 関西運油    | 580    | 〃  | 900    | 富士     | 〃       | 36.4.26 |

他 120 隻 (500 トン未満) 18,850 総トン

竣工船 合計 139 隻 98,494 総トン

# 特 許 解 説

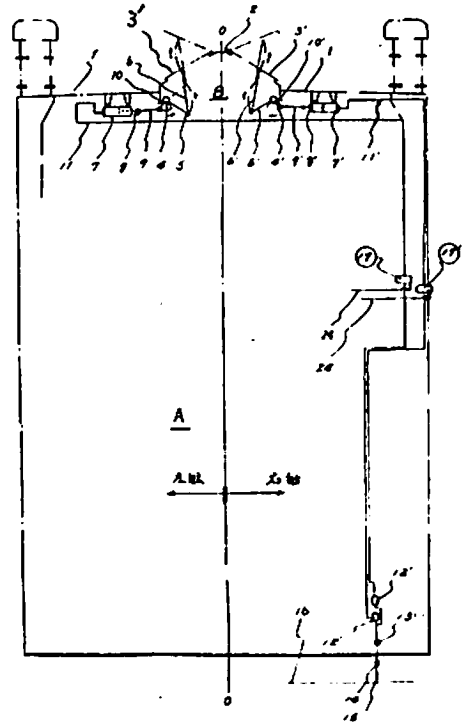
船舶機関室天窓開閉装置 (昭和36年特許出願公告第12516号, 発明者・鶴木政陸, 出願人・三菱造船株式会社)

船舶機関室の天窓は、機関室内部の状況に応じて適宜開放したり閉鎖したりするものであるが、通常は、機関冷却燃焼ガスの放出または機関室の換気のために開放しておくものである。ところが、機関室が火災になるような不慮の事態が起きた場合には、まず消火性気体を室内に噴出させると同時に、必ず速かに天窓を閉鎖して前記消火性気体が外部に流出するのを防止するとともに、風が外から室内に吹込まないようにしなければならないが、このような場合、消火に専念する余り天窓の閉鎖を忘れ勝ちなものである。

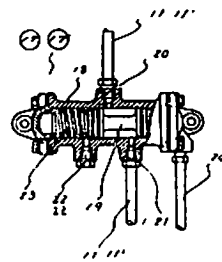
この発明は、上記のような不慮の事態において、室内の消火を行うと同時に自動的に天窓を閉鎖するように意図したものである。

この発明を図面について説明すると、Aは機関室、1はその天井で、その中央部に開口Bがある。この開口Bの上方に天窓3、3'があり、これら天窓は、複数個並列して図に示すように斜めに設けられている。これら天窓は、天井頂板2にそれぞれ回動自在に取付けられてあり、矢符のように回動することにより開放状態となる。この回動は、軸4、4'の回動によりそれぞれリンク5、6および5'、6'を介して行われる。前記軸4、4'はそれぞれリンク10、9、10'、9'およびピストン軸8、8'を介して圧力応動装置7、7'に連結されている。これら圧力応動装置にはそれぞれ流体管11、11'が連結され、これら流体管は、またそれぞれ危急ピストン弁17、17'に連結されている。これらピストン弁は、消火性流体導入管24、24'および操作弁12、12'にそれぞれ連結され、これら操作弁は、作動流体主管16に連結されている。第2図は、前記ピストン弁17、17'の詳細を示すものである。

このような装置において、操作弁12、12'を開放位置におけば、作動流体は、主管16からピストン弁17、17'を経て圧力応動装置7、7'内に進入し、前記ピストン軸およびリンクを介して天窓3、3'を開放位置に保つ。また逆に操作弁12、12'を閉鎖位置に切換えると、圧力応動装置7、7'と作動流体主管16との連結が絶たれ、導管11、11'を大気に連通するようになるので、圧力応動



第 1 図



第 2 図

装置7、7'内の作動流体が圧縮空気の場合には機関室内に、また作動流体が油の場合には大気に連通する集油管内にそれぞれ排出され、天窓3、3'は、自重により徐々に閉鎖する。

天窓3、3'が開放している場合に、機関室A内に火災が発生したときは、消火装置によつて室内に消火性流体を噴出させるが、このとき同時に危急用ピストン弁17、17'のピストン19の右側に管24により前記消火性流体を送るようにしておけば、第2図においてピストン19は、ばね23に抗して左側に動き、作動流体管11、11'は、ピストン弁17、17'の排出口22、22'に連通し、作動流体は、弁外に排出されるので、天窓3、3'は、自動的に速かに閉鎖されるのである。

高温溶融物運搬船 (昭和36年特許出願公告第11372号, 発明者・石井春治, 林源作 出願人・日本鋼管株式会社, 昭和油槽株式会社)

この発明は、アスファルトのような高温溶融物 (例え

ば 200°C 程度のもの) を直接船内タンクに積込み、運搬し、また積卸することのできる運搬船に関するものである。溶融アスファルトはある温度 (例えば 130°C) 以下に冷却すると、粘度が高くなり、粘着または固化状態となり、このようになつたものを加熱溶融することは技術的に大きな困難を伴うものである。特に、これが大量である船内タンクの場合にはなおさらのことであり、まして船体外の海水は、船内の溶融アスファルトに対し冷却剤として作用することは明かであるから、たとえタンク内の一部が前記溶融状態を維持できる程度であるにしても、全体としてアスファルトの粘結または固化は避けられず、結局、積出しにはアスファルトを適宜の大きさに粉砕して搬出しなければならなくなる。この発明は、以上のような欠点を除去し、アスファルトのような高温

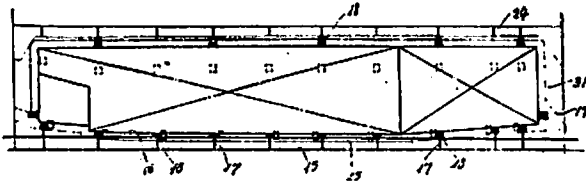
溶融物をそのままの状態では扱うことのできる熱絶縁タンクを備えた運搬船を提供しようとするものである。

以下図面についてこの発明を説明すると、第 1 図において 16 はアスファルトタンクで、このタンクの船体 15 に対する取付け構造は、多数の支持部材 17 を船体 15 に取付け、これら支持部材に 断熱支持部材 18 を固定し、断熱支持部材 18 によつてタンク 16 を直接支持するようにした。その詳細は、第 3 図に示されている。すなわち、タンク外壁 16 に支持筒 19 を、また支持部材 17 に木座 20 をそれぞれ取付け、タンク壁 16 に据付間隙 22 をおいて断熱支持体 18 を設けるようにした。そしてこの支持体 18 と支持筒 19 とは、断熱層 25 中に埋設されている。この断熱層 25 は、支持材 24 によりタンク 16 の外側に支持され、その構成は、第 4 図に示すように防熱材 26、防水紙 27 を配置し、その外側にメタルラス 28 を張り、これにハードセメント 29 を塗り、さらに核板 30 を重ねて取付けたものである。このような断熱層 25 によつてタンク 16 の外側は断熱的に被覆される。さらに前記断熱層 25 と船体 15 との間に空気層 31 を形成させ、船体とタンクとの熱絶縁を良好にするとともに溶融アスファルトの導入によるタンクの熱膨脹を許容し、船体構造に無理を与えないようにしてある。

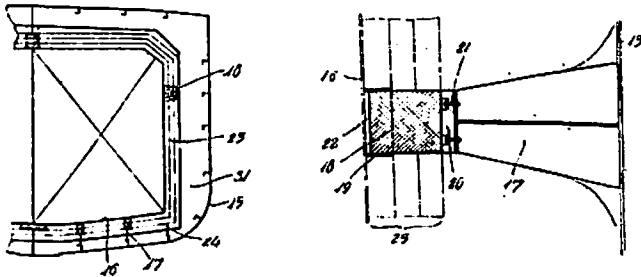
なお、この発明の明細書には、タンク 16 内への溶融アスファルトの導入およびその導出について記載されているが、ここではその説明は省略する。

進水用油圧装置 (昭和 36 年特許出願公告第 6825 号、発明者・森田俊雄、出願人・株式会社神戸製鋼所)

この発明は、造船船台におけるトリガ装置に用いる油圧装置に関するものである。従来、

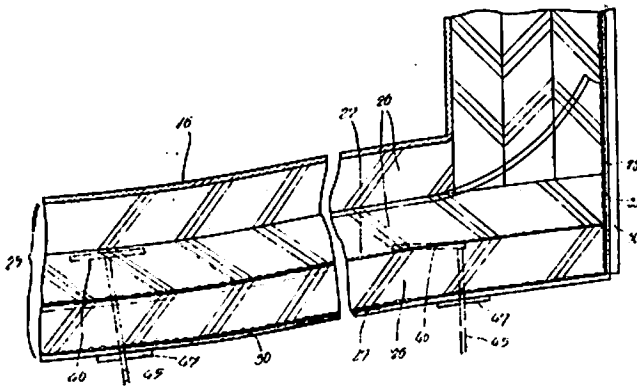


第 1 図

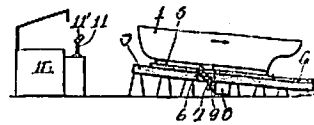


第 2 図

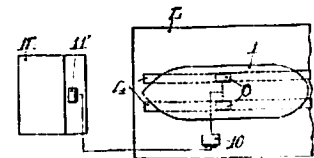
第 3 図



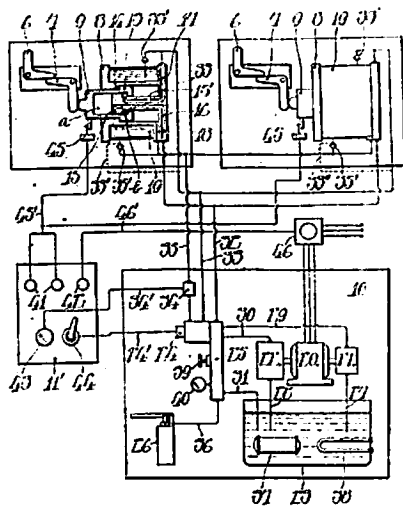
第 4 図



第 1 図



第 2 図



第 3 図

進水用トリックが作動装置としては、メカニカルのものとは水圧力のものがあるが、メカニカルなものは、操作が人力ハンマ打ちで行われるため大型船舶の進水には不向きであり、また左右両舷用のトリックを同時に解放するために慎重な注意が必要であった。また、水圧式のもの、水圧源を船外から求めなければならないので配管が長くなるばかりでなく、配管および各種弁は大口径のものを必要とし、費用が嵩み、その取扱いも繁雑なものであった。

この発明は、以上のような欠陥を除去し、作動が正確に行われ、トリック装置を複数個採用する場合でも、それらを一齐に作動させることができ、配管施設が小規模で、かつ進水式場合から遠隔操作できる、進水用油圧装置を提供しようとするものである。

この発明を図面について説明すると、第1, 2図において船体1は船台2上で進水直前の状態にあり、船体1は下台3に設けたトリック6, 7によつて支持されている。トリック6, 7は、油圧シリンダ8およびラム9によつてその掛止状態を維持されている。油圧シリンダ8を

作動する油は、船台側にあるパワーユニット10から供給され、パワーユニット10の操作スタンド11は、進水式場合12上に設置されていて、両者は相互に接続されている。

油圧シリンダ8は、第3図に詳しく示すように、内部にトリックが作動用ラム9を備え、このラム9は、油圧によりシリンダ8に対し左右に動かされる。またラム9の内空には加速ピストン15が挿入され、このピストンは、シリンダ8の後壁に固定されている。ラム9内の空間aおよびラム9の受圧部13後端面に圧油が送られると、ラム9は、左方向に動き、トリック6, 7を掛止状態に支持する。このような圧油を送るには、パワーユニット10を次のように操作する。すなわち、電磁操作弁24を作動して油タンク23からの油をマニホールド25から管35および管32に送る。管35は、ラム9の受圧部13後端面に、また管32は、空間aに通じているので、ラム9は前述のように動かされる。以上のようなトリックの掛止状態ではスタンド11のパネル11'上において、トリック標示灯41は消灯し、電源標示灯42は点灯し、圧力計43は管35の圧力を指示する。

そこで、進水するに当り、進水式場合12においてパネル11'のスイッチ44を作動してパワーユニット10の電磁操作弁24を切換えると、マニホールド25から管33にのみ送油するようになり、圧油は管33よりラム9の空間bに入る。この際、管33の油が補助管33'を通つてサージ弁35'に入り、これを開放するので、ラムの受圧部13後側の排油は、油路18を出た後、サージ弁35'を通つてサージタンク19内へ排出される。従つてラムは急速に後退してトリック6, 7を解放するのである。この時、トリック標示灯41は点灯される。前記ラムの後退速度が大きくなり圧力室bに真空を生じると、管33側のサージ弁33'が自動的に開いてサージタンク19内の油を、サージ弁33'を通じて油路17より圧力室bに吸込むよつたつてい。 (大谷幸太郎)

船 舶 第34巻第9号

昭和36年9月12日発行  
定価170円(送18円)

購 読 料

発行所 天 然 社

東京都新宿区赤城下町50

電 話 東京(341)1908

振 替 東京79562番

発行人 田 岡 健 一

印刷人 研 修 舎

1冊 170円(送18円)

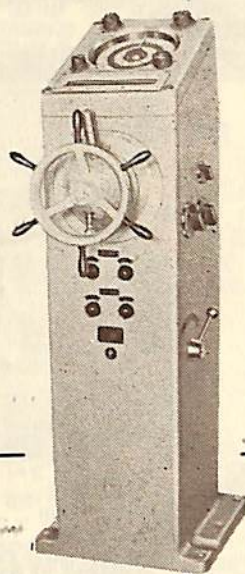
半年(前金予約) 950円

1年( ) 1,800円

以上の購読料の内、半年及び1年の予約割引料金は、直接本社に前金をもつて御申込みの方に限ります

北辰=プラート・ジャイロコンパス

北辰オートパイロット

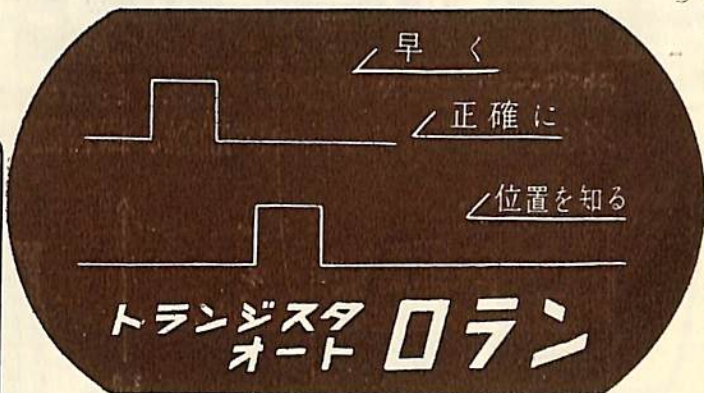


|       |                     |    |                 |
|-------|---------------------|----|-----------------|
| 本社工場  | 東京都大田区下丸子町3-1-2     | 電話 | 東京(738)2141大代表  |
| 大阪支店  | 大阪市東区今橋4-1 三菱信託ビル   | 電話 | 大阪(23)2101・2102 |
| 神戸営業所 | 神戸市生田区栄町通1 住友ビル     | 電話 | 神戸(3)0429・7429  |
| 小倉営業所 | 小倉市浅野町2 小倉ステーション・ビル | 電話 | 小倉(5)2964       |
| 広島営業所 | 広島市基町1 朝日ビル         | 電話 | 広島(4)3286・4137  |



北辰電機

世界に誇るフルノのロラン



古野電気株式会社



Zenith Marine Chronometre, Switzerland

瑞西ニューシャテル天文台 コンクール  
六ケ年間最高賞連続受領



# ゼニット マリン クロノメーター

販売特約店 日本漁網船具株式会社  
三洋商事株式会社  
株式会社 玉屋商店

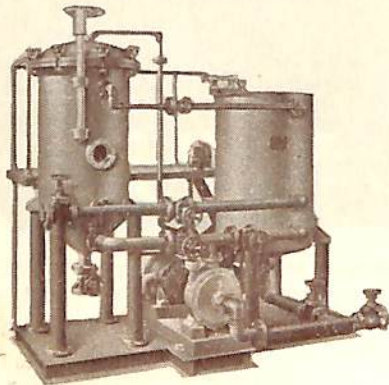
輸入元 **KK瑞西時計輸入商会**

Tokyo Central P.O. Box 1355

## ZENITH

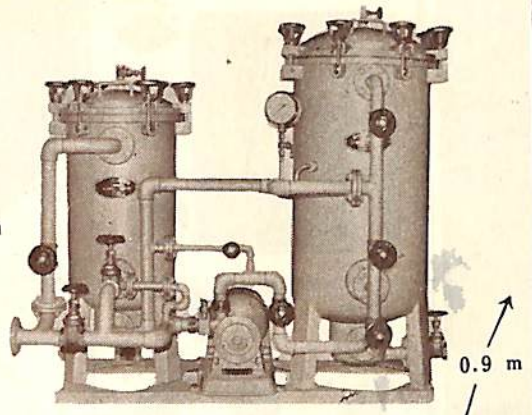
## 特許 ウルトラ・フィルター

硅藻土汚膜による完全汚過 (0.1 ミクロン完全除去)  
1/2の汚過面積で2倍の汚過量、据付面積最小



燃料油、機械油飲料水用

1.3 m



浴槽循環汚過用 (30~50石用)

## 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) 0251~4

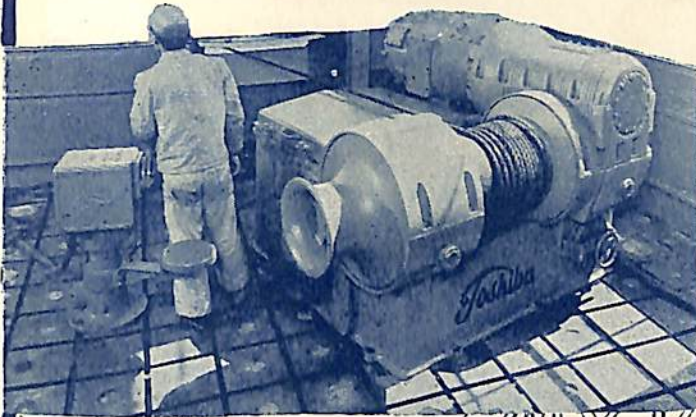
弊社直接或いは……代理店を通じて御照会下さい。

(代理店)

三井物産、三菱商事、東京産業、共済商会  
天城産業、川野産業

## MIURA

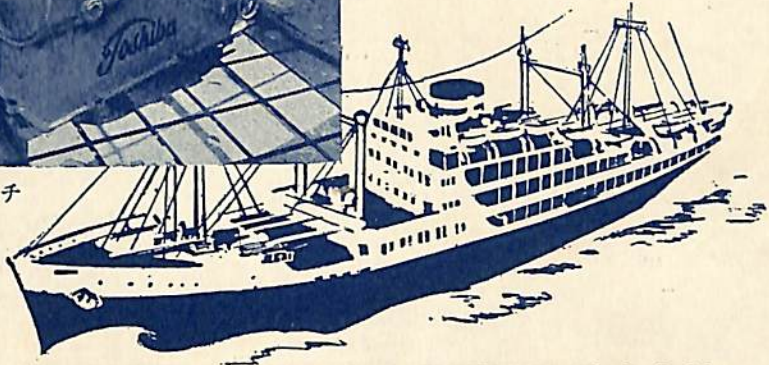
# 東芝の船舶用電気機器



3 t 交流電動ウインチ

## 主要電気機器

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



*Toshiba*

東京都中央区銀座西5-2 電話東京 (571)5711・8261

東京芝浦電気株式会社

# HAMILTON

## CHRONOMETER WATCHES



2 日 捲

2 1 石

特殊エリンバヒゲゼンマイ付

高級仕上げムーブメント



ハミルトン マリナクロノメータ

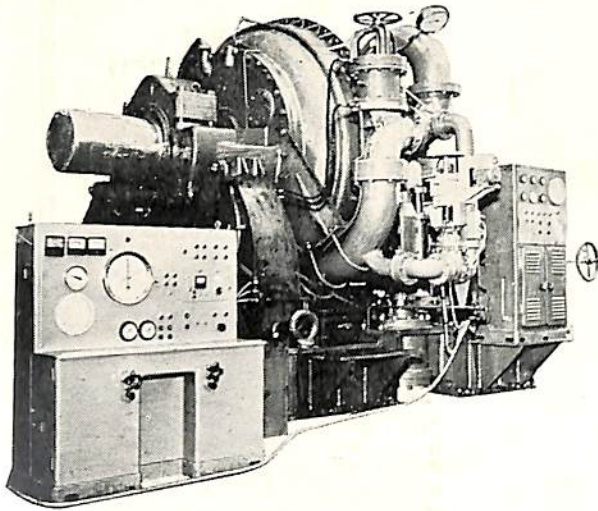
総代理店

株式会社 大澤商會

産業機械部

東京都中央区銀座西2-1 山田ビル2階 TEL. (535) 3271-4

# 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 (441) 1141 (代)  
大阪出張所 大阪市南区八幡町6 TEL (75) 6139, 6140, 8150, 8160

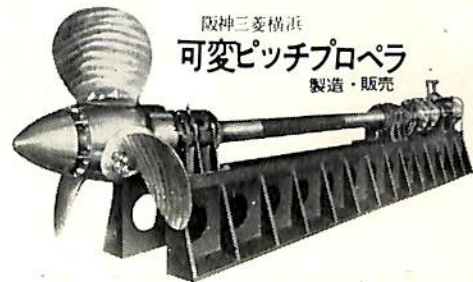
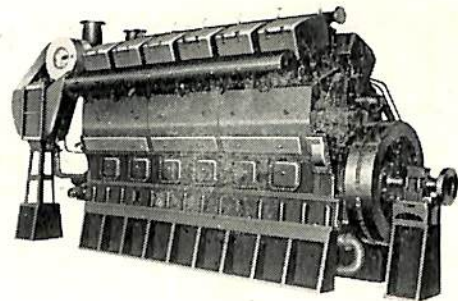
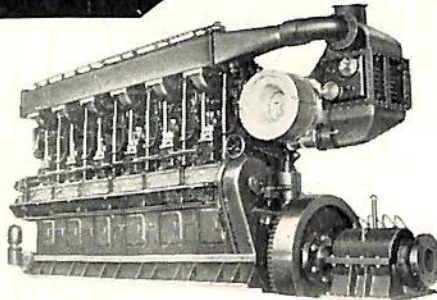
## ハンシン ディーゼル



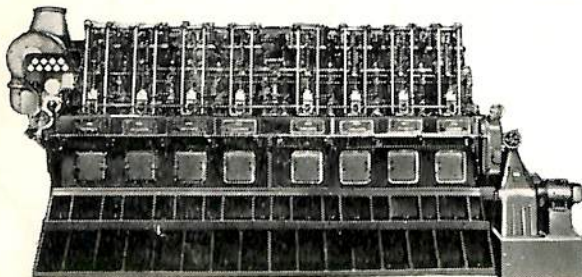
船舶用  
発電用  
動力用

最高の品質・性能  
完全なアフターサービス

130~4500馬力



阪神三菱横浜  
可変ピッチプロペラ  
製造・販売



## 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：神戸 (5) 1531-6  
東京支店：東京都千代田区丸の内丸ビル TEL：東京 (201) 3640-1  
下関出張所：下関市豊前町第一ビル TEL：下関 (22) 768

保存委番号：  
052094

IBM 5541

昭和五十六年三月二〇日  
昭和三十六年九月七日  
昭和三十六年九月十二日  
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  
一  
田岡健  
四  
研 修 舎  
通  
一

本号定価 一七〇円 発行所 天

東京都新宿区赤城下町五〇番地  
然社  
電話東京 〇四一九〇八番