

SHIPPING

1965. VOL. 38

# 船舶 9

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可 昭和四十年九月七日 印刷  
毎月一回 十二日 発行 昭和四十年九月十二日 発行  
昭和二十四年三月二十八日運輸省特別承認雜誌第四〇六号

大阪商船三井船舶(株)御注文  
外航自動車運搬船「追浜丸」  
15,900重量トン、最大速力 16.6ノット  
日立B&Wディーゼル機関、出力7,200P.S.  
昭和40年8月11日進水  
日立造船・桜島工場建造

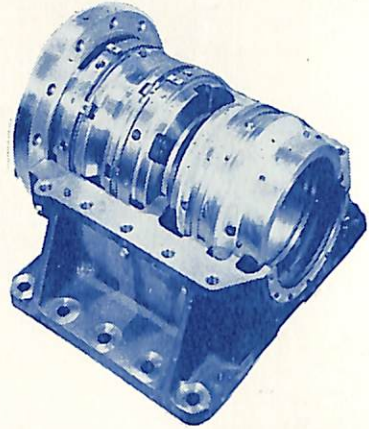
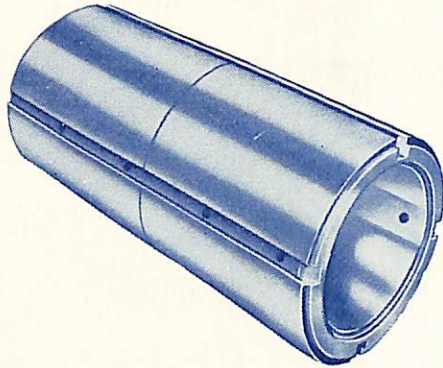


日立造船

天 然 社



OIL BATH TYPE  
STERN TUBE & LINE SHAFT BEARING  
OF CHUETSUMETAL WORKS CO., LTD.



中越合金鑄工株式会社

本 社 東京都千代田区神田司町2-7(福祿ビル) TEL (293) 8 4 4 8  
(292) 4 4 2 1  
大阪支店 大阪市西区北堀江上通1-33(岩井ビル) TEL (541) 8855-7  
工 場 富山市新庄新町1-1番地 TEL (41) 3 0 0 1  
営業所 名古屋・広島・新潟

BON VOYAGE

航海のご無事を……

日差 0.2秒以内

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



設計資料・カタログのお申込みは下記へ

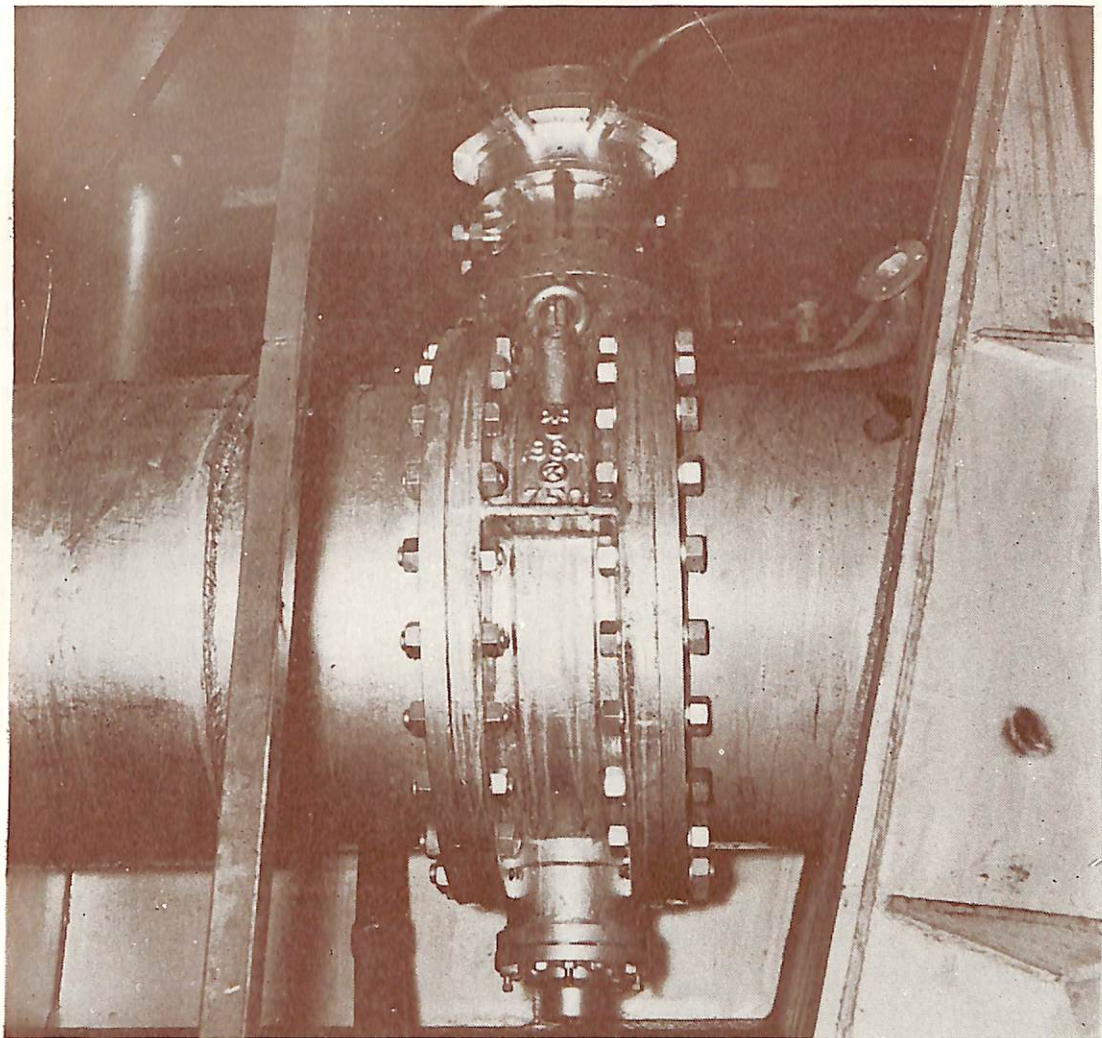
東京都中央区銀座4-2 / 大阪市東区博労町4-17  
札幌・仙台・名古屋・広島・福岡

株式会社 服部時計店 特器部

世界の時計

SEIKO





# クボタ 船用バルブ

船には各種のバルブが使われていますが  
これは、川崎汽船(株)吉野川丸(6900t)  
にクボタが納入した、サイドスラスト用  
のバルブです。海水をコントロールする  
ため材質は耐食性のものを使用してい  
ます。

口径 750<sup>mm</sup> 常圧 10<sup>kg/cm<sup>2</sup></sup>  
材質 弁箱、弁体 SC46(鋳鋼)  
シャフト SUS22(ステンレス)  
シート ネオプレン

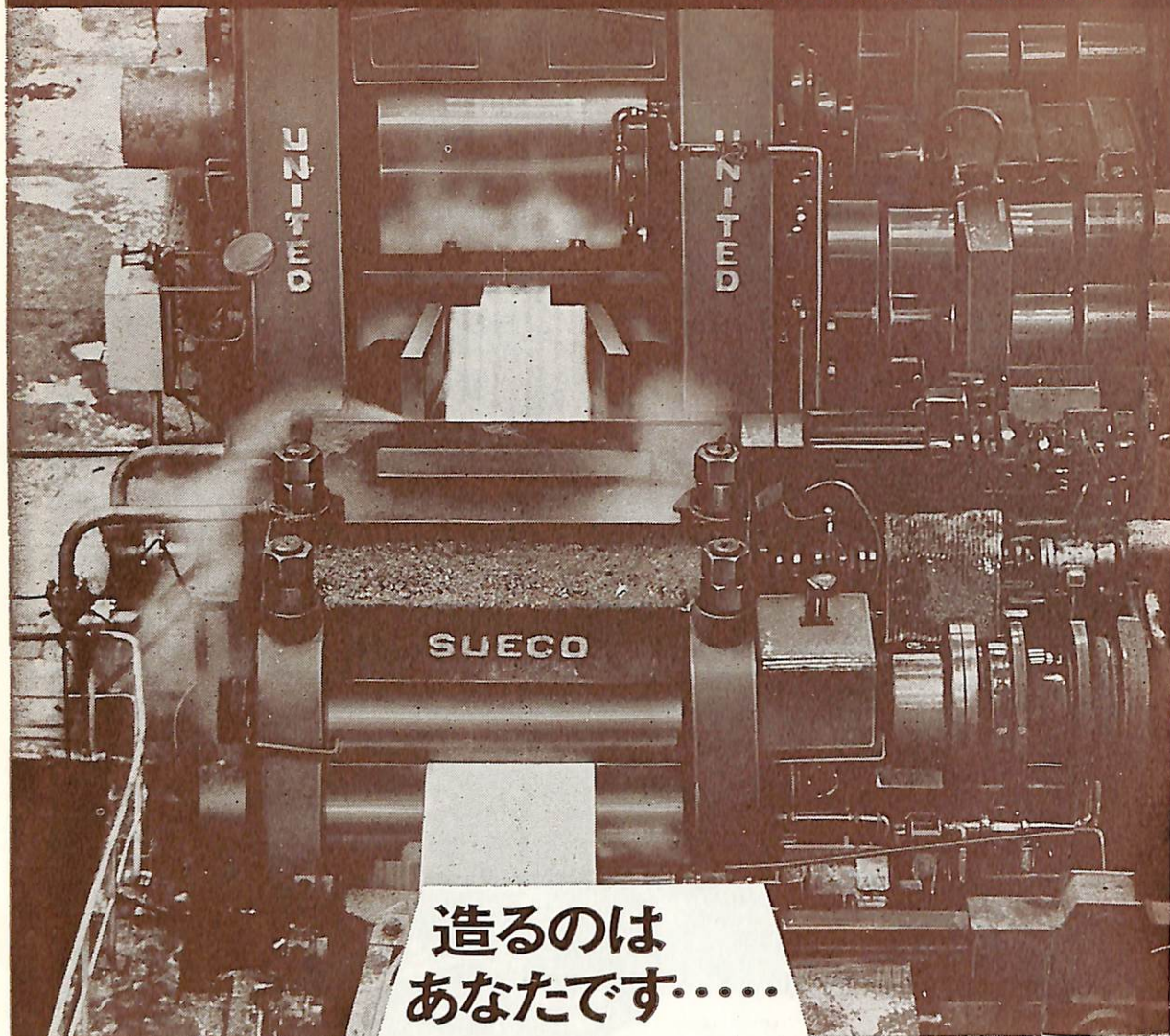


●お問い合わせは機械営業部まで……

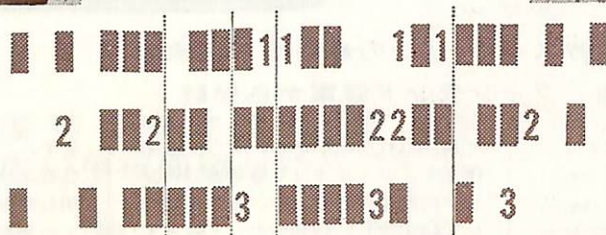
本 社・大阪市浪速区船出町2丁目 電631-1121  
東 京 支 社・東京都中央区日本橋江戸橋3丁目 電272-1111  
九 州 支 店・福岡市天神町1丁目10番17号 電74-6731  
北 海 道 支 店・札幌市北一条西4丁目 電22-8271  
名古屋営業所・名古屋市中村区堀内町4丁目 電571-1421  
仙台営業所 仙台市東二番丁93番地 電25-8151



“鉄をつくり 未来をつくる”住友金属



造るのは  
あなたです……



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

住友の鋼板

住友金属

住友金属工業株式会社

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



# 船舶

第 38 卷 第 9 号

昭和 40 年 9 月 12 日 発行

天 然 社

## ◇ 目 次 ◇

### (航海と船用電子計算機 I)

船用電子計算機概説	庄司和民	(35)
計算機による球面三角の解法	巻島勉	(36)
中小型巡視船の冷暖房装置について	岩平滋	(40)
昭和40年版鋼船規則解説(含 同才1回改正解説)(1)	日本海事協会	(44)
ポリプロピレン繊維索について	小池正衛	(51)
青函連絡船津軽丸型エンジンログ	相沢哲也・岡本隆雄	(62)
世界の原子力艦(1)	長本良男・前波雅	(71)
スロ・モー・シャン物語(3)	北村悌男	(82)
(わが研究機関 XI) 船舶技術研究所の概要	船舶技術研究所調査室	(90)
英国造船研究協会年報(1964年版)の概要(2)	船舶編集室	(99)
[提言] 船用機関学会の設立に際して	(仙)	(60)
[船舶事情] 造船業の設備投資の現状		(80)
[水槽試験資料 176] D.W. 約 15,000 トンの木材運搬船と鉱石運搬船の模型試験	船舶編集室	(104)
[特許解説] ・ソーナー用曳航送受波器支持装置・排液装置・自動水位保持装置		(109)
NK コーナー		(108)

### 写真解説

- |                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| ☆ 佐世保-GV ディーゼル機関       | ☆ 三菱船用蒸気タービン プラント   |
| ☆ 船用ガントリークレーン "ムンクローダ" | ☆ 改造船 LA CRUZ の船橋移設 |
| ☆ わが国初の外航自動車運搬船        | ☆ パーキンスの船用エンジン      |

- 進水—☆ まきぐも ☆ JAPAN ROSE ☆ MOBIL LIBYA ☆ PENTAS ☆ HOWARD G. VESPER  
竣工—☆ MOBIL JAPAN ☆ BOLETTE ☆ GOLAR NOR ☆ LAJAPAT RAI ☆ F.G. FOLLIS  
☆ STRAAT FUTAMI ☆ EMILIA ROSELLO ☆ KAITY ☆ 日盛丸 ☆ 新産業丸  
☆ 瑞光丸 ☆ 十勝丸 ☆ 泰山丸 ☆ へいよう丸 ☆ 和歌山丸



## TELEDEP

— CARGO OIL TANK GAUGES — DRAUGHT GAUGES

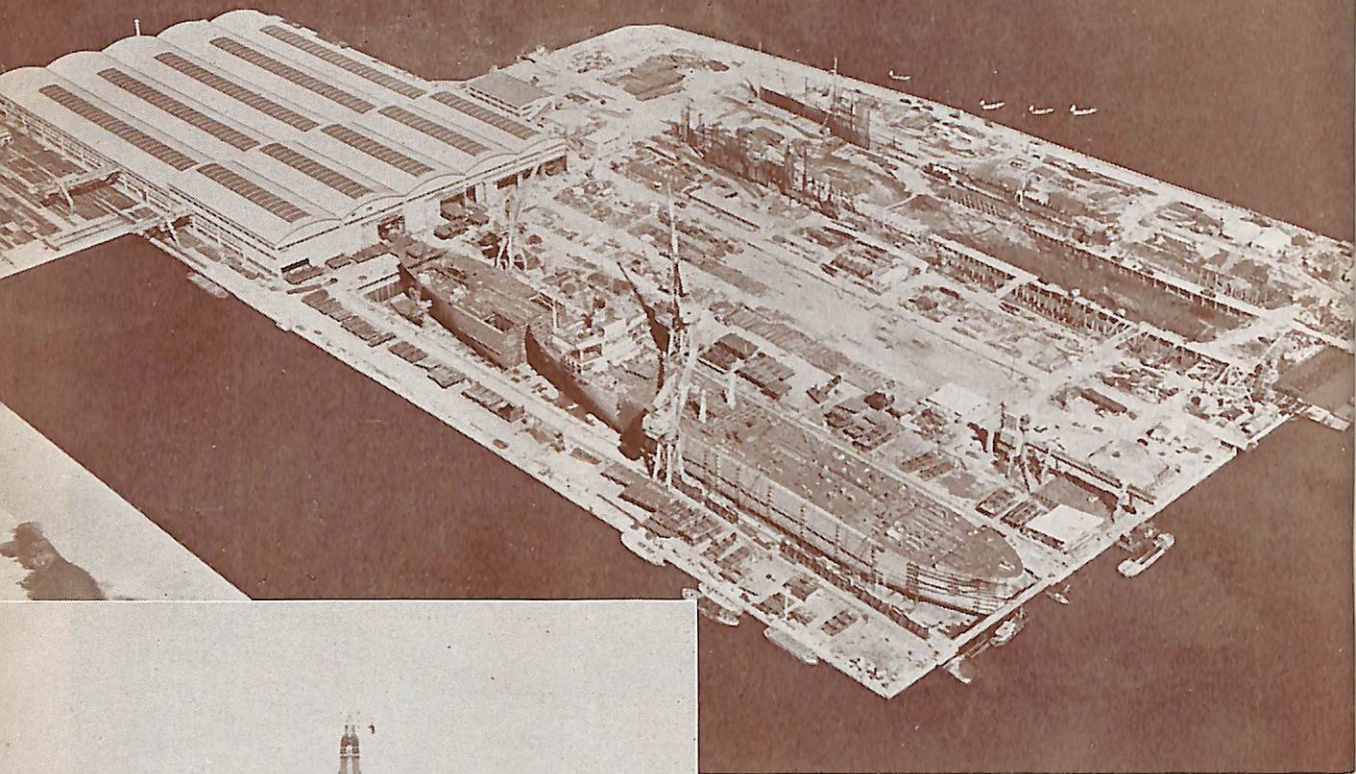
テレデップはCargo Oil の計測や、吃水の計測に、簡単で安全な空気を利用して操作しますから、電気的な危険は全くなく、次のような特徴を持っています。

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

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

テレデップの装備されたカーゴ・コントロール室





### 横浜第二工場と

#### シンガポール ジュロン造船所完成

当社相生工場は進水量3年連続世界第1位の記録を樹立した。新鋭横浜工場は16万DWTの大型船を建造できる世界最新の造船工場で、すでに4隻目の15万DWT大型タンカーを5月6日起工した。

海外においては南米に石川島ブラジル造船所を、シンガポールにはジュロン造船所をそれぞれ現地政府と合弁により建設した。とくにこのジュロン造船所は9万重量トンのグレーピングドックが10月には完成の予定で、IHIで建造した大型船が自由に修理できる大規模のものである。

# IHI 石川島播磨重工業株式会社

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



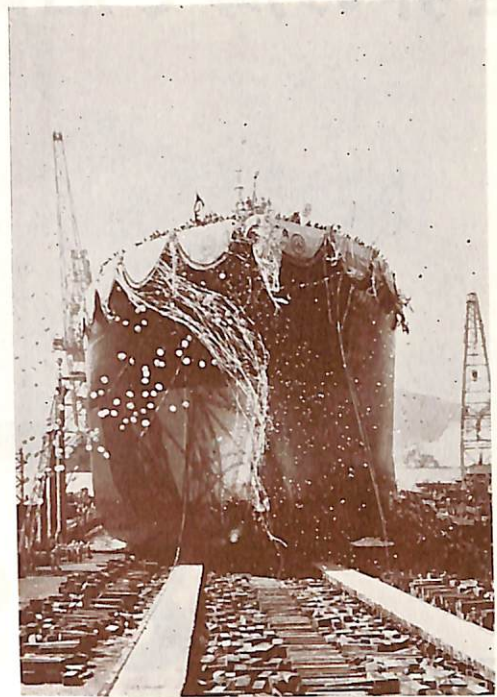


まきぐも (DDK, 対潜護衛艦)

船主 防衛庁

造船所 浦賀重工業・浦賀工場

長 114.00 m 幅 11.80 m 深 7.90 m 吃水 3.90 m  
 基準排水量 2,050 噸 速力 27.0 ノット 主機  
 三菱 12 UEV 型ディーゼル機関 6 基 出力 26,500 PS  
 起工 39-6-10 進水 40 7-26 竣工 41-3 (予)  
 主要武器 50口径 3 インチ連装速射砲 2 基  
 短魚雷発射管 (3 連装) 2 基 ポフォースロケットラン  
 チャー 1 基 アスロックロケットランチャー 1 基



HOWARD, G. VESPER (油槽船)

船主 CHEVRON TRANSPORT CORP.  
 (アメリカ)

造船所 日立造船・因島工場

全長 239.27 m 長 (垂) 230.00 m 幅 (型) 31.84 m  
 深 (型) 17.55 m 吃水 11.70 m 総噸数 33,900.00 噸  
 載貨重量 54,610.00 噸 速力 (試) 17.4 ノット  
 主機 IHI-タービン 1 基 出力 (最大) 19,250.00 PS  
 船級 AB 起工 40-5-19 進水 40-8-10

8

つの

船舶塗料

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

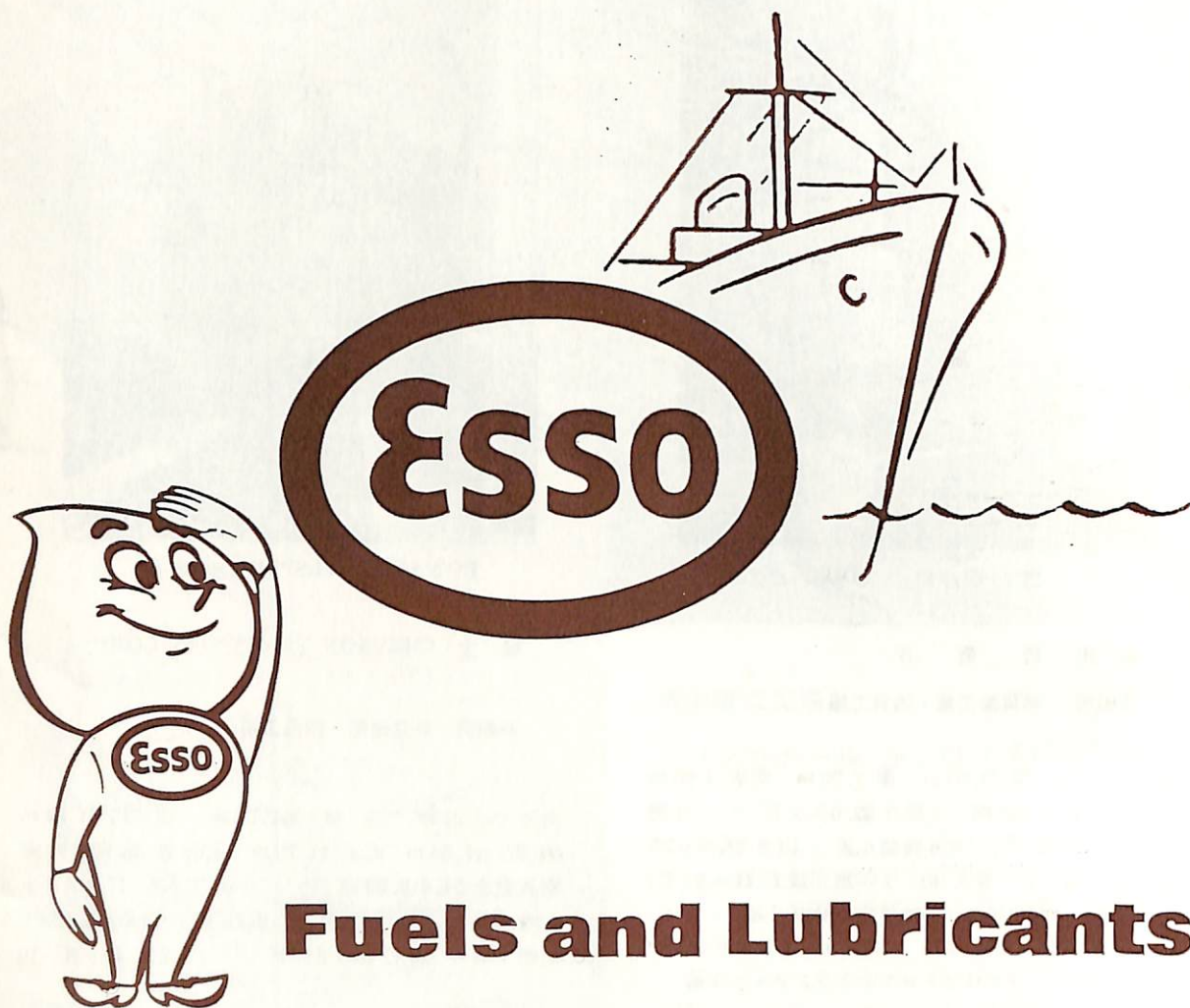
大阪市大淀区大淀町北 2  
 東京都品川区南品川 4



日本ペイント



# 世界の海で活躍するこのマーク



## Fuels and Lubricants

エッソの船用高級潤滑油は、エッソ・リサーチ社のすぐれた技術陣によって開発され、その優秀さは、世界じゅうのマリン・エンジニアに認められています。

タービンには

- Esso-Mar 52
- Esso-Mar 56
- Esso-Mar EP 56

ディーゼルには

- Tro-Mar 65
- Tro-Mar DX 90
- Tro-Mar HD 30

お問い合わせは下記へどうぞ

### エッソ・スタンダード石油

本社 船用課 東京都港区赤坂一ツ木町36 TBS会館ビル  
(584)6211 (大代表)

神戸船用事務所 神戸市葺合区雲井通り7-4 新聞会館  
(22) 7521・7529・6768

九州船用事務所 福岡市中島町77 明治生命館  
(28) 1838・1839



ジャパンローズ

(油槽船)

船主 ジャパンライン株式会社

造船所 石川島播磨重工・東京工場

全長約 242.07 m 長(垂) 230.00 m 幅(型) 35.30 m  
深(型) 18.00 m 吃水 12.46 m 総噸数 約 43,500.00 噸  
載貨重量 約 70,300.00 噸 速力 約 15.3 ノット  
主機 IHI-スルザー 8 RD 90 型ディーゼル機関  
出力 15,640 PS×113 RPM 船級 NK  
起工 40-4-12 進水 40-7-28 竣工 40-11



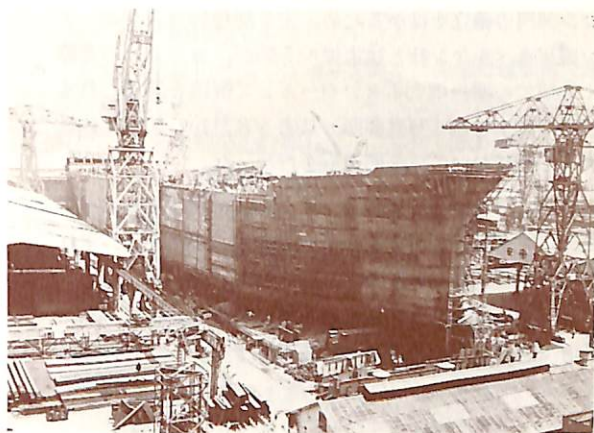
MOBIL LIBYA

(油槽船)

船主 MOBIL MARINE TRANSPORTATION  
LIMITED (カナダ)

造船所 石川島播磨重工・相生工場

全長 254.50 m 長(垂) 243.20 m 幅(型) 37.20 m  
深(型) 17.50 m 吃水 13.03 m 総噸数 約 43,000.00 噸  
載貨重量 約 81,000.00 噸 速力 17.0 ノット  
主機 GE 製タービン1基 出力 22,125 PS×105 RPM  
船級 AB 起工 40-5-15 進水 40-7-15  
竣工 40-10



PENTAS

(散積貨物船)

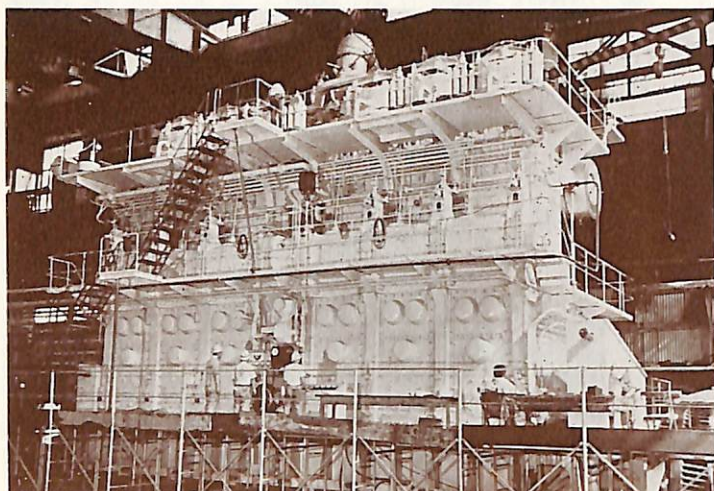
船主 PENTAS SHIPPING CO. S.A. (パナマ)

造船所 三井造船・千葉造船所

長(垂) 192.63 m 幅(型) 26.96 m 深(型) 14.78 m  
吃水 9.91 m 総噸数 約 21,000.00 噸 載貨重量  
約 33,000.00 噸 速力 15.0 ノット 主機 三井 B&W  
604-VT 2 BF-180 型ディーゼル機関1基  
出力 13,000 PS×114 RPM 船級 AB 起工 40-5-16  
進水 40-8-10 竣工 41-3







佐世保-GV ディーゼル機関

佐世保GV ディーゼル機関は、佐世保重工が船用エンジン部門の確立をはかるため、去る38年10月スウェーデン国ゲタベルケン社と技術提携を結び、ヨーロッパを除く地域での唯一のライセンスとして製造を開始したもので、第1号機（写真参照）は去る8月10日、同社佐世保重造船所において、公開運転を行なった。

本機は日本鋼管株式会社より受注した同型2基の1番機で、2番機は12月完成の予定である。これらはいずれも日本鋼管が鶴見造船所で建造中のインドグレートイースタン SHIPPING 社向輸出船、38,500重量トン型バルクキャリア2隻の主機関として搭載を予定されたものである。

本機の主要目次の通りである。

型 筒 式	DM 850/170 VGA - 6 U
	単動2サイクルクロスヘッドユニフロー式
気 数	6
シリンダ径	850 m/m
行 程	1,700 m/m
平均有効圧力	8.9 kg/cm <sup>2</sup>
回 転 数	115 R. P. M
出 力	13,200 馬力（常用出力）
総 重 量	560 T
全 高	11.485 m/m
台 幅	4.250 m/m
全 長	14.800 m/m

#### DM 850/1700 VGA-U 型機関の特長

実船の運航能率100%を確保するため、GVエンジンは故障原因の徹底的排除、保守時間の短縮、操縦の容易と安全など、あらゆる点を検討して作られた経済性と信頼性に優れた特長をもっている。

- (A) 掃気方式は効率の高いユニフロー式である。
- (B) 排気ターボチャージャーは定圧過給方式を採用しているため高出力発生に適し、その数が少なくすむ。
- (C) 補助排気ポンプを備えているのでスタートが容易で、低速時でも運転性能が極めて良好である。万一チャージャーが故障の場合でも70%の出力までは安全に運転ができる。
- (D) 排気弁はクランク軸に取付けられたカムによって作動され機構は簡単で作動確実である。
- (E) 特に構造の単純化と堅牢化をはかっている。
- (F) 各部の構造が分解に便利のように特に配慮されているので、短い停泊時間中に容易に手入れができる。
- (G) 高価なシリンダ油の消費量はきわめて少なく（0.2～0.25 g/BHP/h）すむので経済的である。

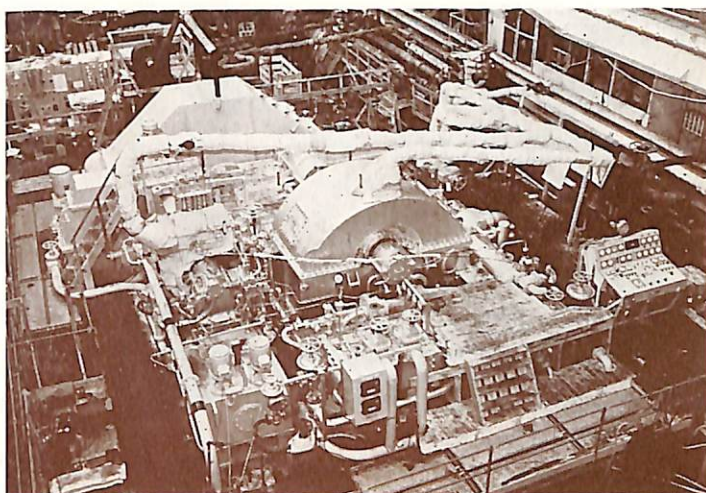
ゲタベルケン社は世界でも有数の造船所であり、そこでつくられる船用機関はGVエンジンとして知られ、北欧を中心として多くの搭載船を有し、その生産量は逐年著増を示し世界第4位を占めている。

GV船用主機関の型式には6機種あり、最大出力のものはDM 850/1700型で、1気筒当たり2,400馬力、12気筒28,800馬力である。

最近従来型式に加えてあらたに全溶接構造の軽量高出力機関としてDM750/1600型、DM 630/1400型を開発完成したが、850/1700型の出力についても将来全溶接型とし軽量をはかり最大出力を2,800馬力程度にアップさせると共に、さらに大型化した950 m/m大口径エンジンの開発も検討が進められている。



## 三菱船用蒸気タービン プラント (MTP)



三菱重工はこのほど長崎造船所において三菱船用蒸気タービンプラント (Mitsubishi Marine Turbine Plant = 略称 MTP) の第1号機を完成、工場試運転を好成績のうちに終了した。

これは船舶の運航採算の向上を目標に同社の造船造機技術陣が総合メーカーとしての特色を生かして開発したもので、タービン、ボイラ、付属機器類をコンパクトに取り纏め機関室の有効活用を図ると共に、それに伴う艤装工数の低減、載貨重量の増大を可能とする新しい船用蒸気プラントである。

このたび完成した第1号機 18,000 PS MTP は目下同造船所で建造中のヘミスフェアートランスポートーション社向け 52,000 DWT 鉱石兼油運搬船 WASHINGTON GETTY に搭載されるが、最近の大型船の建造量増加に伴い、すでに受注済のものは本機を含め10台 約 230,000 PS に達している。

なお本 MTP の特長及び第1号機タービンの主要目は次のとおりである。

### 特長

- (1) 主タービンとその付属装置がコンパクトな設計配置になっている。

主機の配置をできるだけ平面に配置して機関室を有効に使用できるようにしており、主機駆動潤滑油ポンプ、電動潤滑油ポンプ、制御油ポンプ、潤滑油ろ器、潤滑油冷却器、空気抽出器、衝帯復水器、給水加熱器、サンプタンク等の主要付属機器類もパッケージ化してコンパクトに配置している。この結果積込み工数、艤装工数が低減され、機関部の重量と容積が少なくなり、載貨重量が増大した。

- (2) 燃料消費量が少なく、高性能である。

高温、高圧蒸気の採用、給水加熱段数の増加、再生ガス加熱器の採用、主タービン抽気を利用して

主要補機の駆動、スクープ方式による所要電力の節約などによって燃料消費量が従来のプラントに比べ約10%も少なくてすむ。

- (3) 自動化を広く採用しており、少数の運転員で運転できる。

中央制御室を設置して、ここから主タービン、ボイラ、補機類を遠隔操作できるようにし、しかも船橋からも操作できるように設計されているので少数の機関部員で適確な運転ができる。

- (4) 維持費が安い

各機器に対して維持費低減のため特別の配慮をほらい、新しい設計を行ったこと。また配管の単純化によってパイプの全長が短くなり、フランジ、ジョイント、およびバルブの個数を減らし、洩れ、破損の要因をなくしている。

### オ1号機 18,000 PS タービン主要目

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| (1) 最大連続出力×プロペラ回転数      | 18,000 PS×105 RPM                        |
| (2) 常用出力×プロペラ回転数        | 16,200 PS×101 RPM                        |
| (3) 主蒸気圧力 (タービン入口にて)    | 42.2 kg/cm <sup>2</sup> G (600 PSI G)    |
| (4) 主蒸気温度 ( " )         | 482 °C (910 °F)                          |
| (5) 高圧タービン回転数 (連続最大出力時) | 5,768 RPM                                |
| (6) 低圧タービン回転数 ( " )     | 3,881 RPM                                |
| (7) 段落数                 | ア、高圧タービン 8 段<br>イ、低圧タービン 8 段<br>ウ、後進タービン |
|                         | カーチス1段+ラトー1段                             |
| (8) 復水器冷却面積             | 1,610 m <sup>2</sup>                     |





追浜丸 完成予想図

### わが国初の外航自動車運搬船

日立造船桜島工場では、8月11日、大阪商船三井船舶向け、わが国初の外航自動車運搬船追浜丸が進水した。

本船は20次計画造船で建造されるもので、15,900重量トン、往航には、米国向けダットサンブルーバード及びダットサントラック1,200台を、復航には穀物を搭載する自動車、穀物兼用船である。

日産自動車の対米輸出は、最近めざましいものがあり39年度の輸出実績は、17,000台に達し、更に本年度は、20,000台程度の輸出が見込まれ、対米輸出として市場が安定したことから、ここに初の外航自動車運搬船が建造されるに至ったものである。

追浜丸は、本年10月に完成する予定であるが、世界でも類例をみない数々のアイデアがこらされており、特にオートシフター（自動車横移動装置）とエレベーターを併用したドライブオン・オフ方式は、世界ではじめてで各方面より注目されている。

本船の主な特徴は、次の通りである。

#### (1) 採算性が高いこと

従来、自動車の輸出は一般貨物船に搭載するか、

フォルクスワーゲンの例にみられるように、片荷の専用船で輸送しているが、復航に小麦又は粗炭を積める独特の設備を備え、より高い採算性が得られるよう計画している。

#### (2) 自動車の荷役

従来のデリック又はクレーンによる荷役とちがつて、自動車が、ガソリンを積んだまま自走で舷側の自動車用舷梯から搬入・搬出するドライブオン・オフ方式を採用している。

自走で船内に到達した自動車は、エレベーターにより所定の貨物倉自動車甲板へ、ここで新たに開発された横方向へ移動できるカーシフターにより、所定のホールド内に収まる。このように、オートシフターとエレベーターを併用したドライブオン・オフ方式は世界ではじめてである。

#### (3) 万全を期す危険防止

自動車は燃料タンクにガソリン（ $\frac{1}{4}$ 許容量）を積んでいるため火災探知器、炭酸ガス消化装置などが完備されている。

又倉内走行時の排気ガス、爆発性のガソリンの蒸気に対して、10回/時の機動排気通風装置を設け、又通風管の装置もそなえられている。

### 主 要 目

長さ（垂線間）	142.5メートル
幅（型）	21.6 "
深さ（"）	12.5 "
計画満載吃水	9.0 "
総トン数	10,800トン
載貨重量	15,900トン
積載自動車数（日産ブルーバード換算）	1,200台
主 機 関	日立B&W 662-VT 2 BF-140型 7,200馬力
速力（試運転最大）	16.6ノット
起 工	3月24日
進 水	8月11日
竣 工	10月末（予定）



なお、改造工事の概要は次のとおりである。

- (1) 長さ約260m、幅31.09m、深さ158mの船首部を新しく建造 (2) 中央部の船橋を移設し、新船体の幅に改造  
 (3) ドック内で新、旧両船体を接合 (4) 舵、プロペラは新しく大型のものを製作、また、船尾骨材を新しい舵、プロペラに合うよう改造

### 改造船 LA CRUZ の 船橋移設

呉造船所は、改造船LA CRUZの船橋を、このほど移設した。本船は、28,000重量トン型油送船の船橋と船尾部を使用し、船首部（中央部を含む）は新しく建造して、50,000重量トン型油送船に大型化するものである。

船橋（280トン）は、新、旧両船首部を海上にならべ、600トン海上クレーンを使用して移設した。（写真参照）



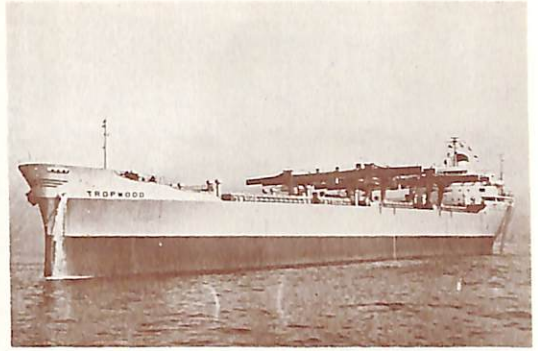
## 船用ガントリークレーン "ムンク ローダ"

日本郵船株式会社では、かねてより同社鶴見造船所において船用ガントリークレーン "ムンク・ローダ" の製作を進めていたが、このほどトロップ・ウッド社所有の 25,400 DWT 撤積船向け 15トン能力型 2基を完成、同船に据付を完了した。

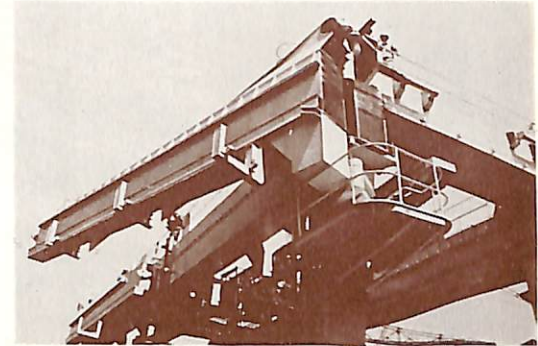
これは本年 4月に完成したスワン・ SHIPPING社向けの 24,000 DWT 型スクラップ専用船 スワン 向け 1号機 (15トン能力型 3基) と全く同型で、高さ 9.144メートル、両舷ジブを引出した場合の長さ 43.7メートルとなっている。

この船用ガントリークレーン "ムンク・ローダ" は最近の大型新造船にみられる主機関関係のオートメ化・高能率化を荷役装置の分野にまで拡げ、作業をより少ない人員で、より早く行ない本船の採算向上をはかるために開発されたデッキクレーンで、日本郵船では昨年 3月ノルウェーのムンク・インターナショナル A/S と技術提携を行ない、製作に乗りだしたものである。

船用荷役装置としては、現在ではデッキクレーンが主役となっている。このデッキクレーンには一般にガントリー型とジブ型の 2通りがあるが、このうちガントリー型は本船両サイドの軌道上を前後方向に走る門型本体と、この本体から船側方向に突き出すアームに沿って走行する荷づかみ装置からなり、コンテナなど均一荷姿貨物の荷役を主目的としているが、撤積貨物、スクラップ、一般貨物用としても取り付けられ、優れた効果を示している。



TROPWOOD 号に取りつけられた ムンクローダ



ジブ折りたたみ中のムンクローダ

## パーキンスの船用ディーゼル機関

来る 9月17日より、東京晴海で英国博覧会が開備されることになっているが、本博覧会にはディーゼル・エンジンの専門メーカー、パーキンス・グループもその製品を出品する。

その出品物のうち、自動車用として注目の、差動過給ディーゼルエンジンが日本で初めて展示される。この差動過給エンジンというのはディーゼル機関、差動過給機、トルクコンバーターの 3つの組合せにより、クラッチなしのアクセルとブレーキのツープダル運転を可能にしたばかりでなく、従来は燃料消費の多かったノークラッチ式とは反対に燃料経済の効率を高めたという点で注目されているものである。

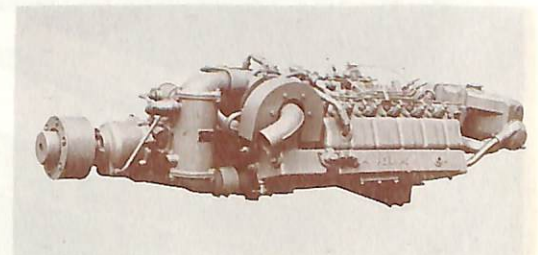
船舶用エンジンとして出品されるものは、ターボ過給装置つきの 6気筒エンジン 6.354型である。このエンジンは、世界中の高速艇や、キャビン・クルーザーの動力機関として優れた性能をもっている。その他漁船など作業船舶用エンジンとして、手動による 3気筒エンジン 30 hp, P 3.144型が出品される。

パーキンスの船舶用エンジンには 20馬力より 160馬力まで各種機種があり、国際的なボートレースにおいて常に優秀な成績をあげている。最近のレースを見ても、

- 1) 本年 6月ソレントにて開催のウイリス国際ボート・レースで第 1着から 6着までを 145馬力の HT 6.354型エンジン装備のボートによって獲得。
- 2) 本年 7月 スウェーデンにて行われた 2つの耐久レースで優勝。
- 3) 本年 7月 ブールよりシェルブール間のコースで行われた国際海洋ボート・レースにおいて 3フィート以下のディーゼルクルーザークラスで 1着及び第 3着を獲得。などの記録がある。



6.354型エンジン 2基装備の救命艇

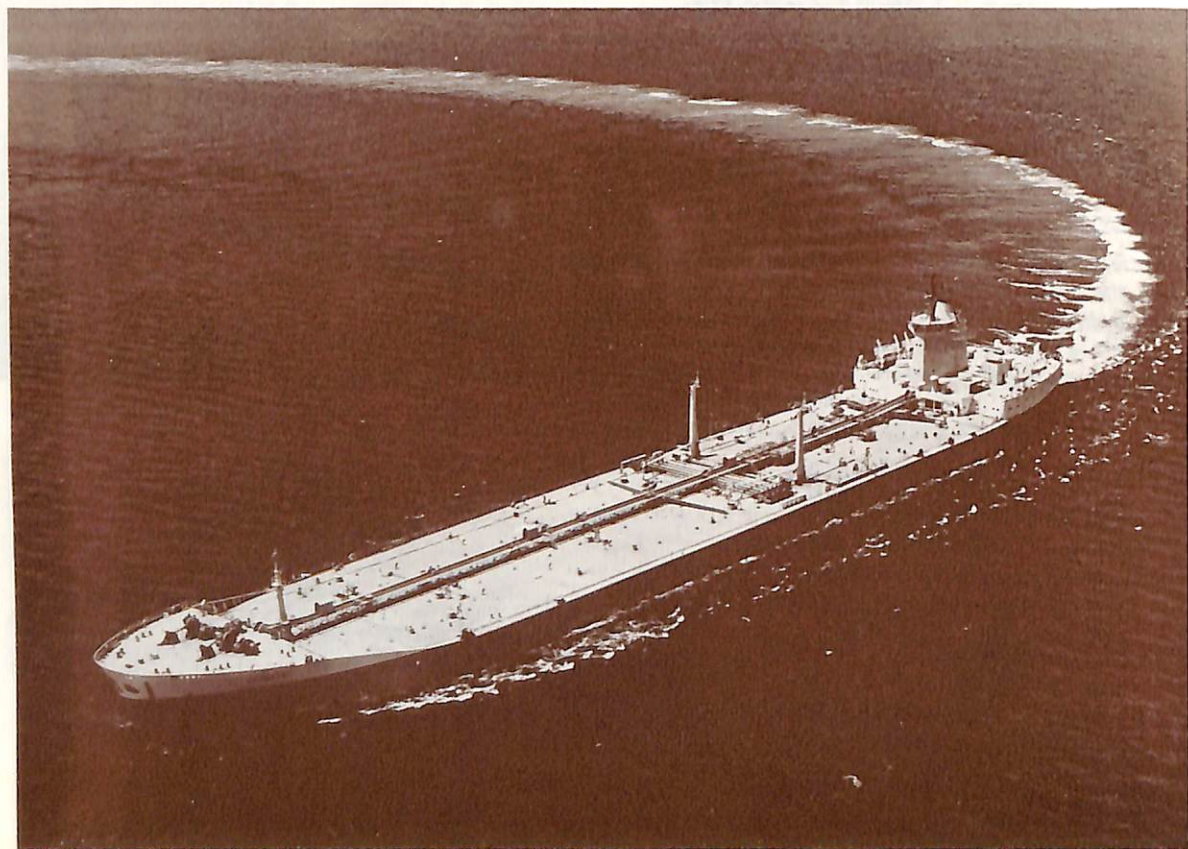


HT 6.354型 6気筒 排気量 5800 CC  
160 BHP/2,400 RPM





MOBIL JAPAN (油槽船)



BOLETTE (油槽船)





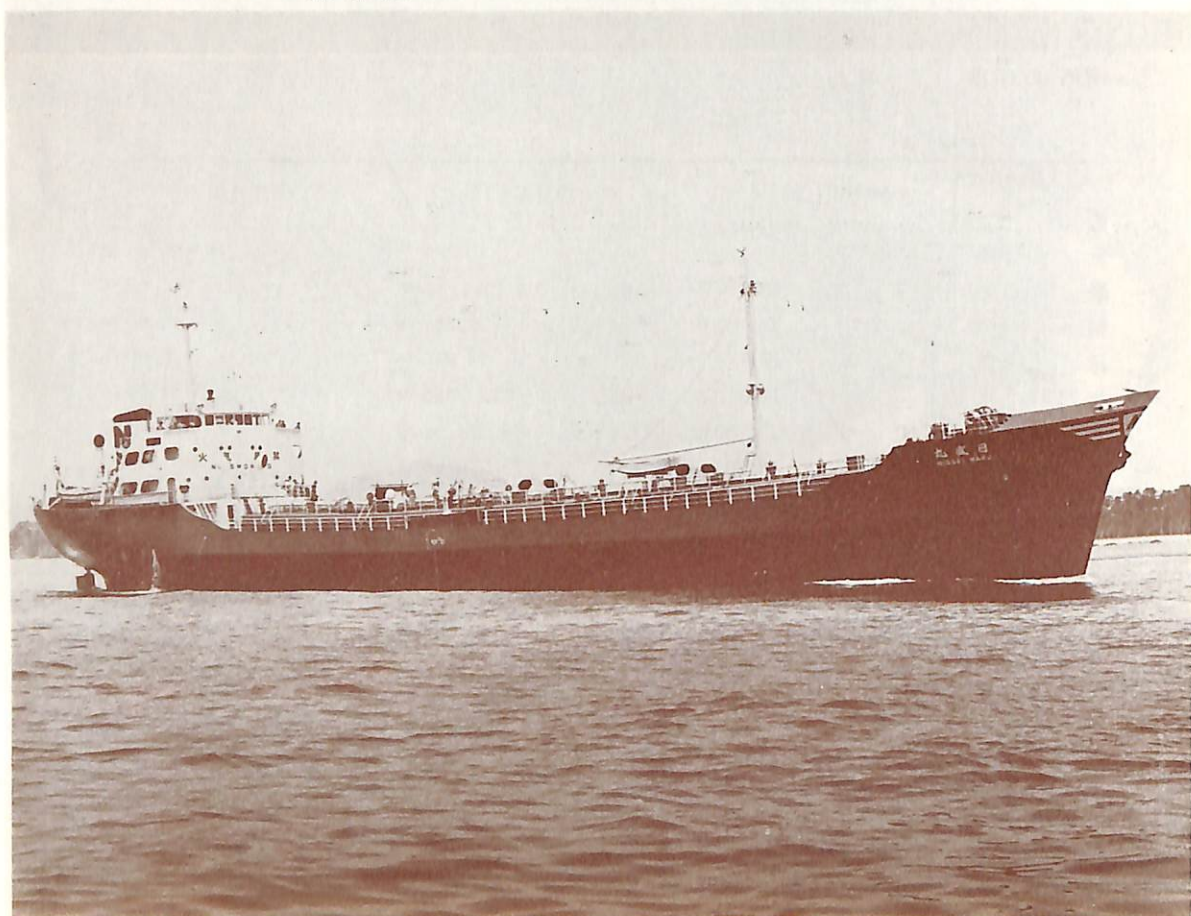
GOLAR NOR (油槽船)

船名		MOBIL JAPAN	BOLETTE	GOLAR NOR
要目				
全長				258.95 m
長	(垂)	243.230 m	234.696 m	245.00 m
幅	(型)	37.186 m	36.881 m	40.00 m
深	(型)	17.501 m	16.916 m	20.60 m
吃水		12.954 m	12.5585 m	15.07 m
総噸數		43,204.80 噸	40,584.85 噸	57,517.00 噸
載貨重量		82,436.00 噸	73,270.00 噸	101,936.00 噸
速力		16.86 ノット	(試) 16.42 ノット	(試) 17.36 ノット
主機		G. E 製タービン 1 基	三井 B&W 884-VT 2 BF-180 型ディーゼル機関 1 基	川崎重工 U-240 型タービン 1 基
出力		(最大) 24,335 PS×108.5 RPM	18,400 PS×114 RPM	22,000 PS
船級		AB	NV	NV
起工		39-12-18	40-2-18	39-11-6
進水		40-3-27	40-5-29	40-3-18
竣工		40-7-22	40-8-10	40-7-7
船主		SOCONY MOBIL OIL CO. (アメリカ)	FRED. OLSEN & CO. (ノルウェー)	STERLING TANKERS. (パナマ)
造船所		三井造船・玉野造船所	三井造船・玉野造船所	川崎重工業株式会社





LAJAPAT RAI (油槽船)



日 盛 丸 (油槽船)





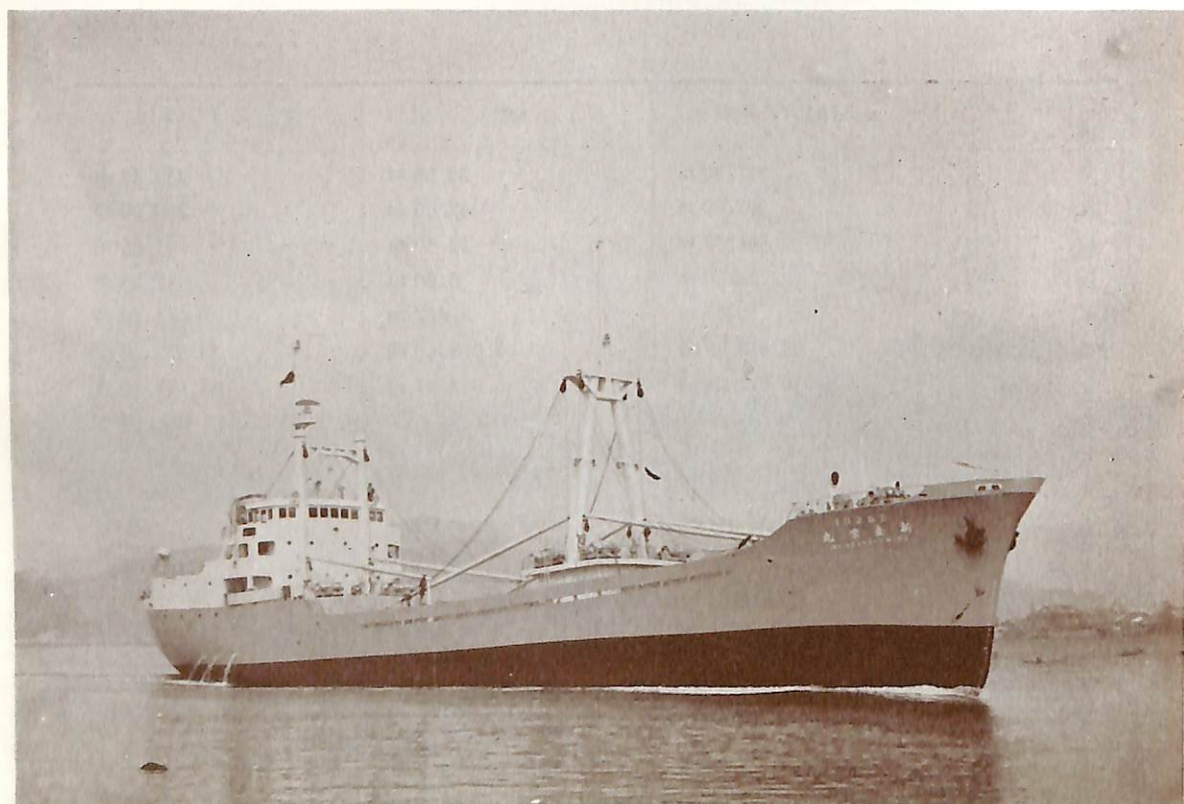
F. G. FOLLIS (油槽船)

船名	LAJAPAT RAI	日 盛 丸	F. G. FOLLIS
要 目			
全 長	217.50 m	88.98 m	239.20 m
長 (垂)	207.00 m	82.00 m	230.00 m
幅 (型)	31.80 m	12.60 m	31.85 m
深 (型)	14.50 m	6.60 m	17.56 m
吃 水	10.67 m	5.857 m	13.02 m
総 噸 数	28,812.00 噸	2,068.60 噸	33,672.00 噸
載 貨 重 量	46,012.00 噸	3,513.94 噸	63,141.00 噸
速 力	(試) 16.9ノット	12.0ノット	(試) 17.499ノット
主 機	日立 B&W 724-VT 2 BF -180型ディーゼル機関 1 基	日本発動機製 HS 6 NV46 型ディーゼル機関 1 基	IHI-タービン 1 基
出 力	16,100 PS	1,680 PS×241 RPM	17,500 PS
船 級	LR	NK	AB
起 工	40-1-12	39-11-17	39-12-11
進 水	40-3-16	40-4-30	40-3-1
竣 工	40-7-24	40-5-27	40-7-3
船 主	SHIPPING CORP. OF INDIA (インド)	岡田海運株式会社	CHEVRON TRANS- PORT CORP. (米)
造 船 所	日立造船・因島工場	新山本造船・高知造船所	日立造船・因島工場



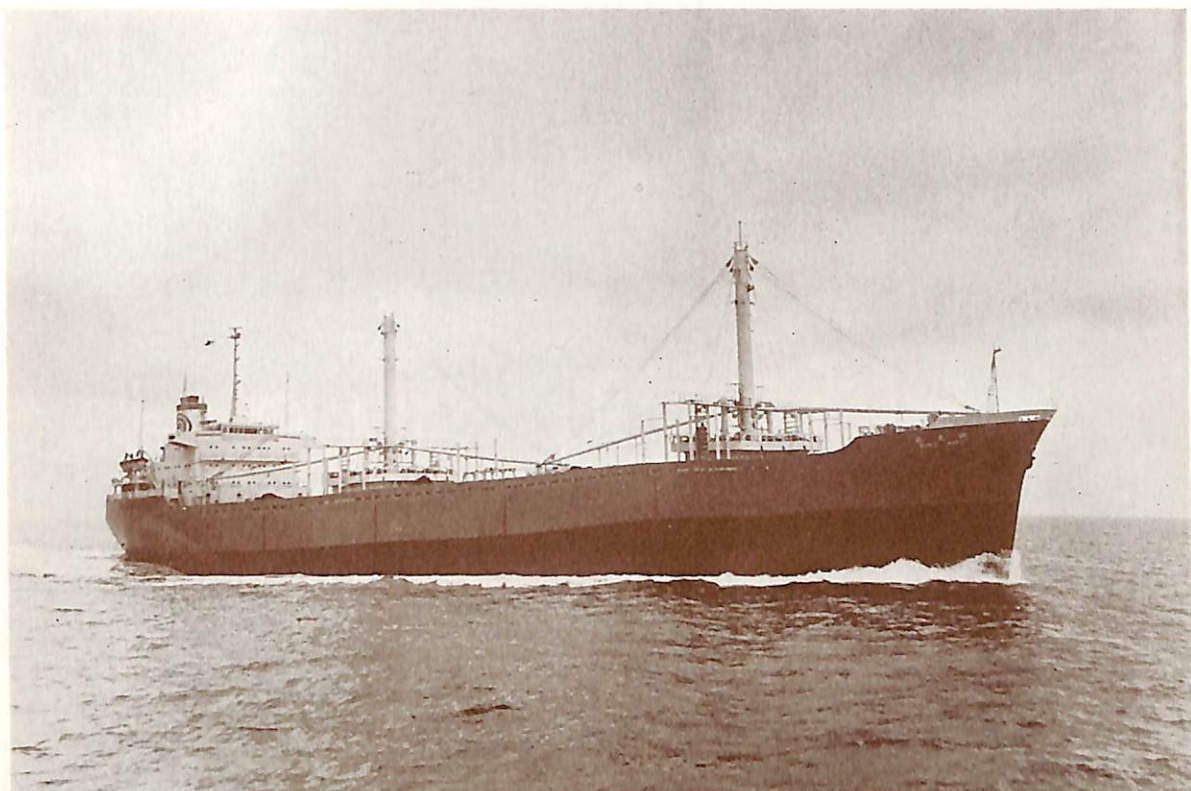


STRAAT FUTAMI (貨物船)



新 産 業 丸 (貨船物)

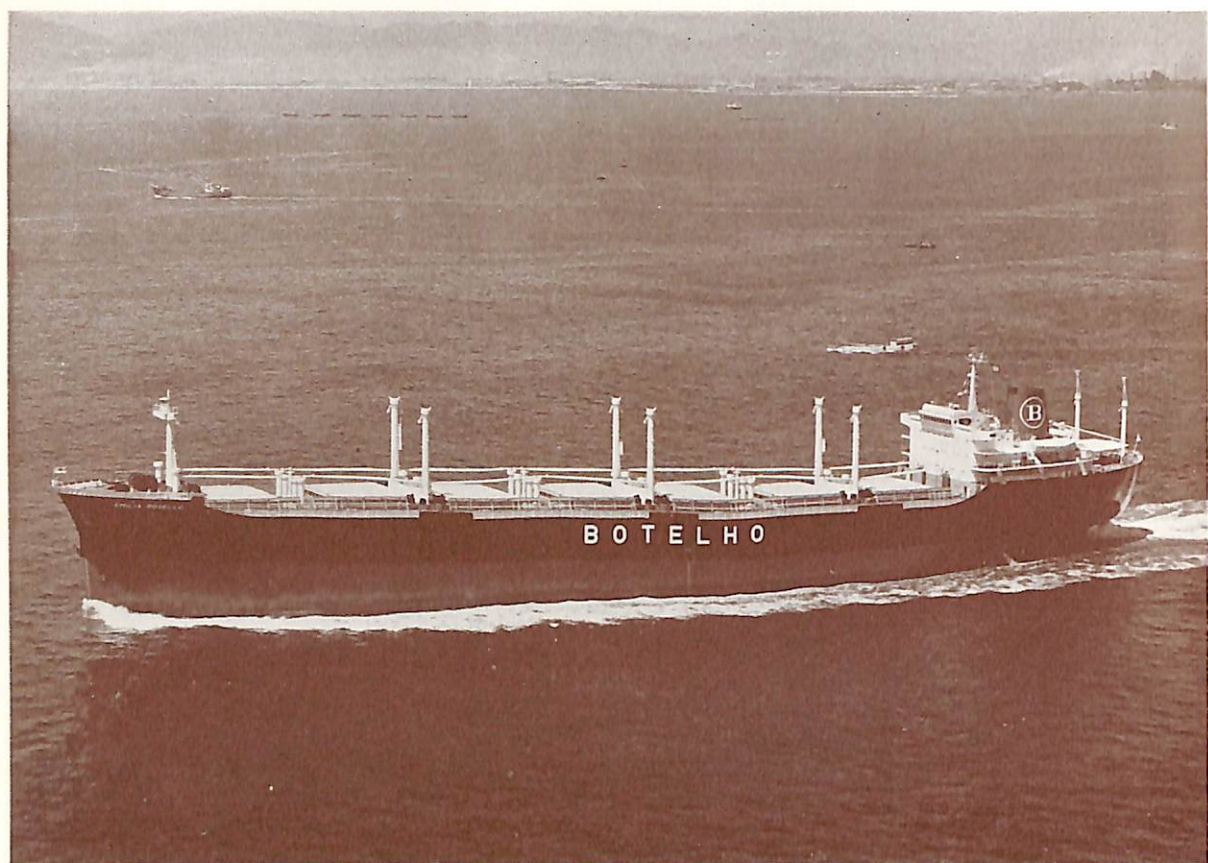




瑞 光 丸 (貨物船)

船名	STRAAT FUTAMI	新 産 業 丸	瑞 光 丸
要 目			
全 長	156.730 m	71.00 m	144.32 m
長 (垂)	142.555 m	65.00 m	136.00 m
幅 (型)	20.420 m	10.8 m	22.30 m
深 (型)	12.192 m	5.5 m	12.10 m
吃 水	9.440 m	4.85 m	8.765 m
総 噸 数	約 9,400.00 噸	1,200.00 噸	10,577.84 噸
載 貨 重 量	11,878.00 噸	1,700.00 噸	16,684.00 噸
速 力	20.2 ノット	14 ノット	(試) 16.8 ノット
主 機	日立 B&W 684 VT 2BF-180 型ディーゼル機関 1 基	日本発動機製ディーゼル機関 1 基	川崎 MAN K 6 Z 70/120 C 型ディーゼル機関 1 基
出 力	13,500 PS	2,100 PS	7,200 PS × 135 RPM
船 級	LR	NK	NK
起 工	39-12-15	39-12-2	40-2-20
進 水	40-3-25	40-3-18	40-5-20
竣 工	40-7-24	40-4-3	40-7-28
船 主	ROYAL INTEROCEAN LINES (オランダ)	沖縄有村産業株式会社	三光汽船株式会社
造 船 所	日立造船・桜島工場	高知重工業株式会社	佐野安船渠株式会社



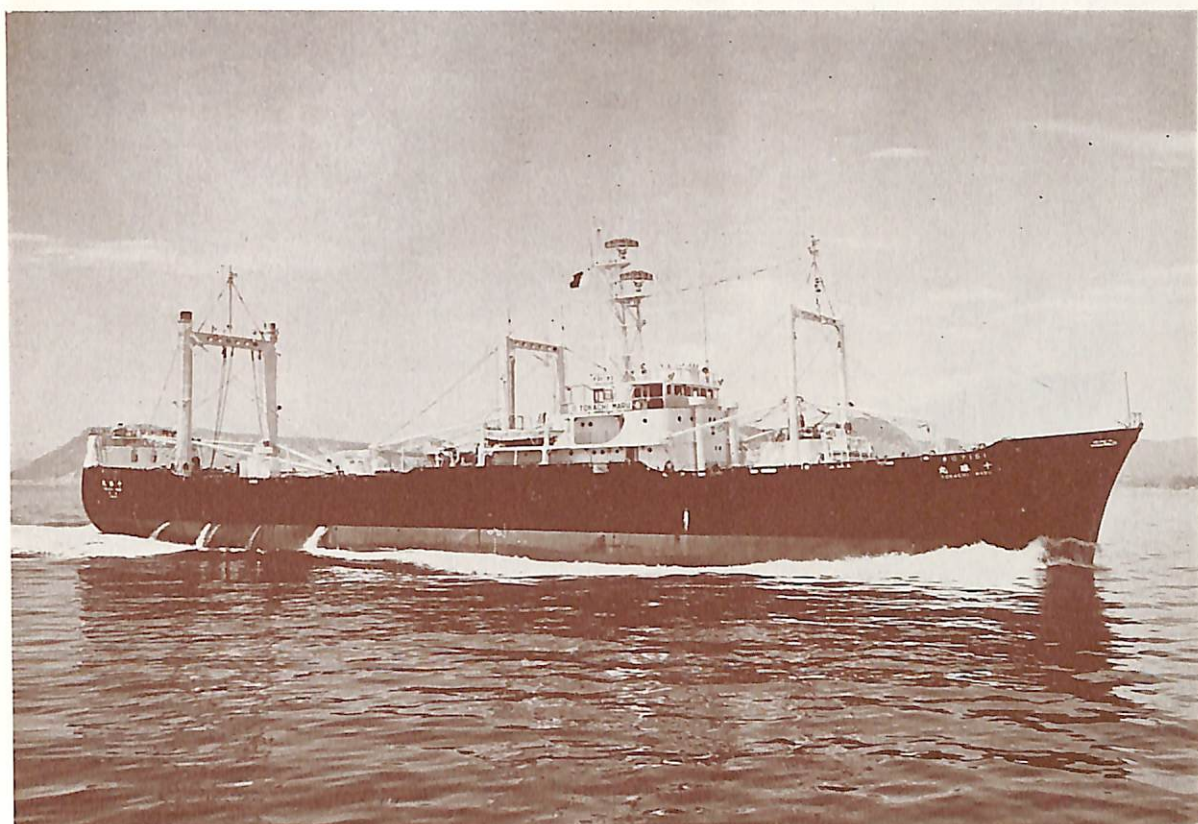


EMILIA ROSELLO (撒積貨物船)



KAITY (撒積貨物船)





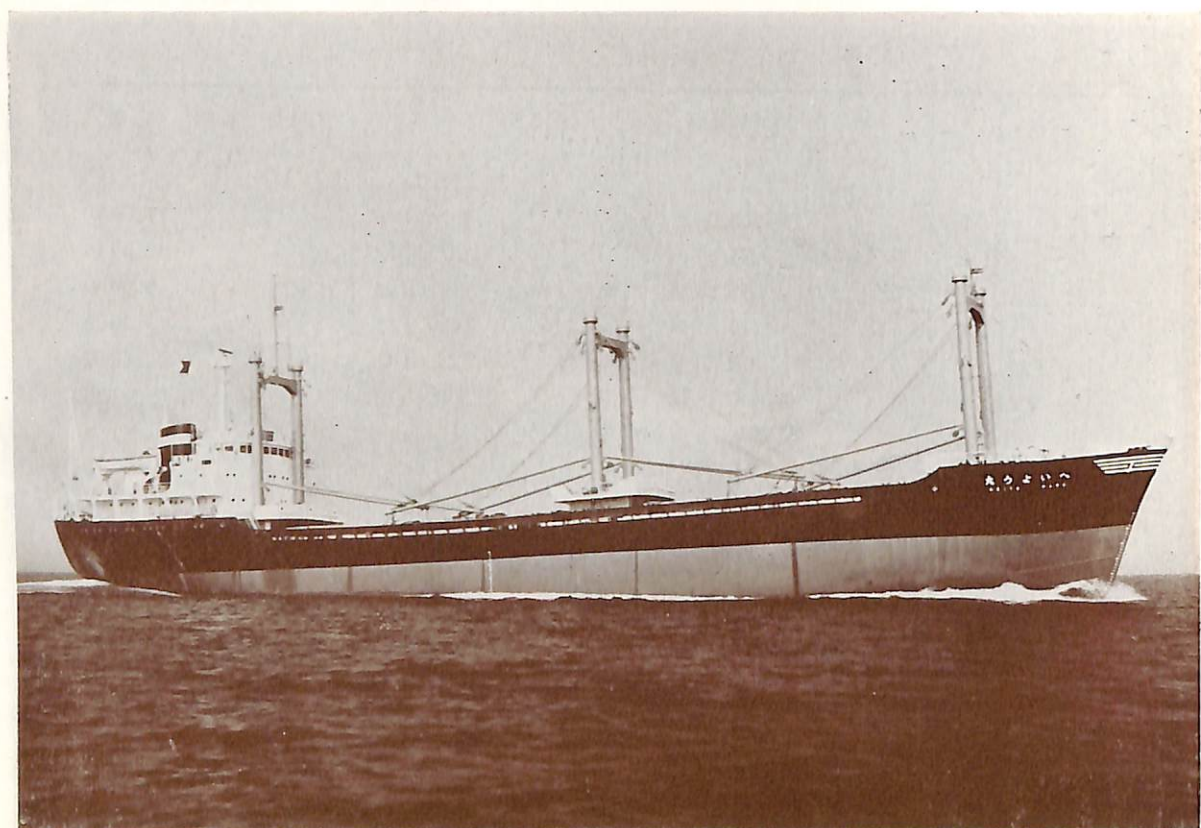
十 勝 丸 (トロール船)

船名	EMILIA ROSELLO	KAITY	十 勝 丸
要目			
全長		191.00 m	
長 (垂)	168.00 m	180.00 m	77.00 m
幅 (型)	24.80 m	27.60 m	13.50 m
深 (型)	14.25 m	16.00 m	9.00 m
吃水	10.05 m	10.977 m	5.30 m
総噸数	17,374.30 噸	23,523.64 噸	2,260.00 噸
載貨重量	27,046.00 噸	35,906.00 噸	2,501.31 噸
速力	(試) 17.205 ノット	16.27 ノット	14.76 ノット
主機	三井 B&W 674 VT 2 BF-160 型ディーゼル機関 1 基	IHI-スルザーディーゼル機関 1 基	三井 B&W 742-VBF-75 型ディーゼル機関 1 基
出力	9,900 PS × 119 RPM	12,000 PS	2,750 PS × 240 RPM
船級	AB	AB	NK
起工	39-7-14	40-2-14	39-6-29
進水	40-5-26	40-5-28	40-5-11
竣工	40-7-30	40-8-10	40-7-22
船主	フィリッピン共和国政府	ISLA PEDREGAL COMPANIA. (パナマ)	日本水産株式会社
造船所	株式会社 大阪造船所	株式会社 吳造船所	三井造船・玉野造船所



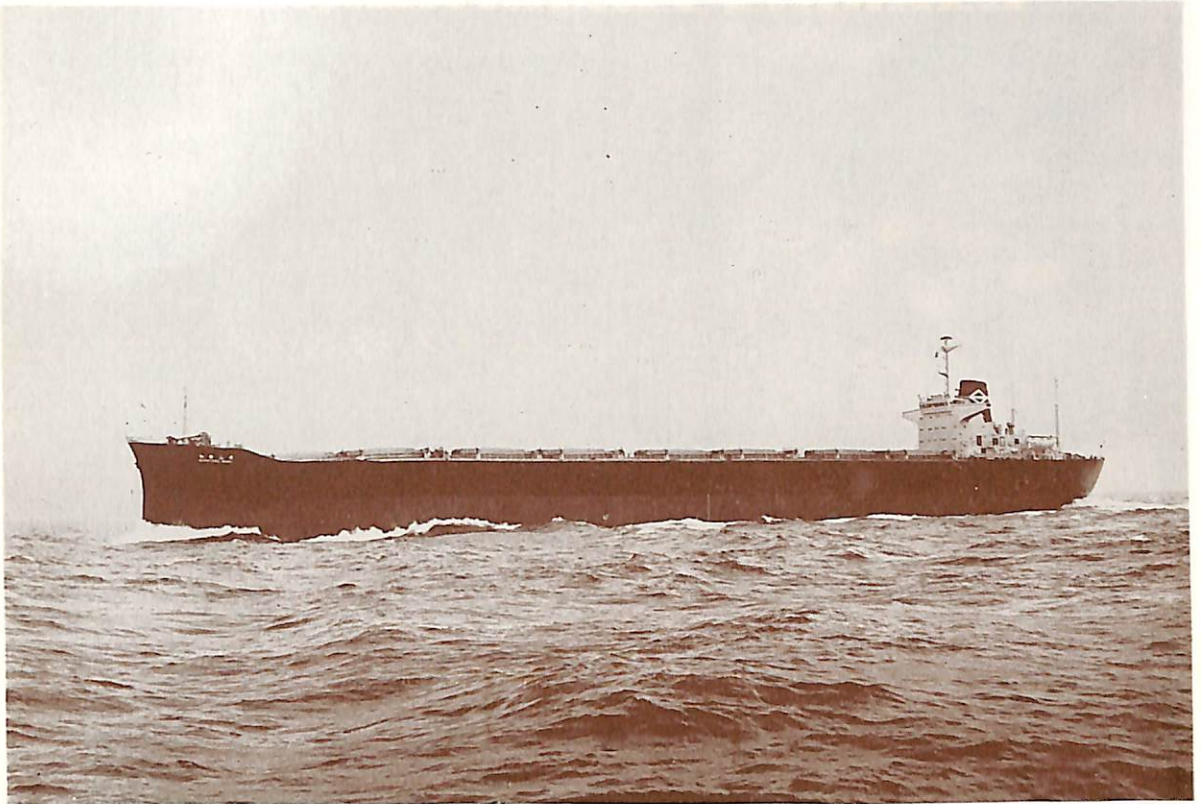


泰 山 丸 (木材運搬船)



へいよう丸 (木材運搬船)



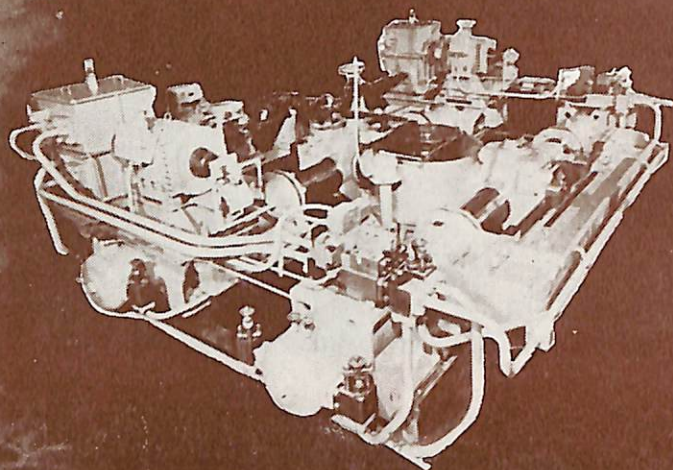


和歌山丸 (石炭専用船)

船名	泰山丸	へいよう丸	和歌山丸
要目			
全長	約 145.39 m	97.49 m	
長 (垂)	136.00 m	90.00 m	189.00 m
幅 (型)	21.60 m	14.90 m	29.50 m
深 (型)	11.50 m	7.65 m	16.20 m
吃水	8.599 m	6.01 m	10.97 m
総噸数	9,461.96 噸	2,972.68 噸	24,654.00 噸
載貨重量	14,483.30 噸	4,840.56 噸	41,951.00 噸
速力	14.44 ノット	11.8 ノット	17.34 ノット
主機	川崎 MAN K 6 Z <sup>70</sup> / <sub>120</sub> C 型ディーゼル機関 1 基	新潟鉄工製堅型単動 2 サ イクルディーゼル機関 1 基	浦賀スルザー 9 RD 90 型 ディーゼル機関 1 基
出力	1,200 PS	2,125 PS × 237 RPM	14,400 PS × 119 RPM
船級	NK	NK	NK
起工	40-1-20	40-4-27	40-1-14
進水	40-5-20	40-5-25	40-6-14
竣工	40-7	40-6-17	40-7-24
船主	新和海運株式会社	近藤海運株式会社	オー中央汽船株式会社
造船所	日本海重工業株式会社	臼杵鉄工・佐伯造船所	浦賀重工・浦賀工場



正確でスムーズな操舵……………



# 川崎式 電動油圧舵取機

40 数年にわたる油圧機器製造の経験に加え、西ドイツ Brünighaus 社の技術を取り入れたブルーニングハウス油圧ポンプを使用して、ご信頼いただける電動油圧舵取機を製作しております。本舵取機は主要部として舵柄、油圧シリンダ、ラム、ブルーニングハウス・ポンプ、電動機から成り、操縦、追求、管制装置および附属弁類を備えております。また装置により予備操舵装置として、入力油圧ポンプ、切換弁などをもっております。

## 特長

- 高圧で使用できる  
(最高使用圧力 150kg/m<sup>2</sup>)
- 電動機のコストダウンができる
- 構造が簡単で信頼度が高い
- 正確な操舵と滑かな作動が得られる
- 各部の点検手入が容易に行なわれる

 **川崎重工**

精機事業部 明石市林字北窪り 1 4 8 電 (91) 7731  
明石工場  
本社 神戸市生田区東川崎町 2-14 電 (67) 5001  
東京支店 東京都港区新橋 1-1-1 電 (503) 1311  
名古屋営業所 名古屋市中区広小路通 4-8 電 (23) 7381  
大阪営業所 大阪市北区堂島浜通 2-4 電 (363) 1271  
福岡営業所 福岡市上呉服町 1 電 (28) 2028



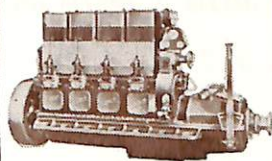
**YANMAR DIESEL ENGINES**

# ヤンマー ディーゼル

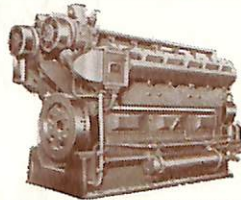
- 船舶主機用 3 ~ 800馬力
- 船舶補機用 2 ~ 1000馬力



**日本の誇り 世界の商品**



● 4MS <120馬力>



● 12MAL-HT <1000馬力>



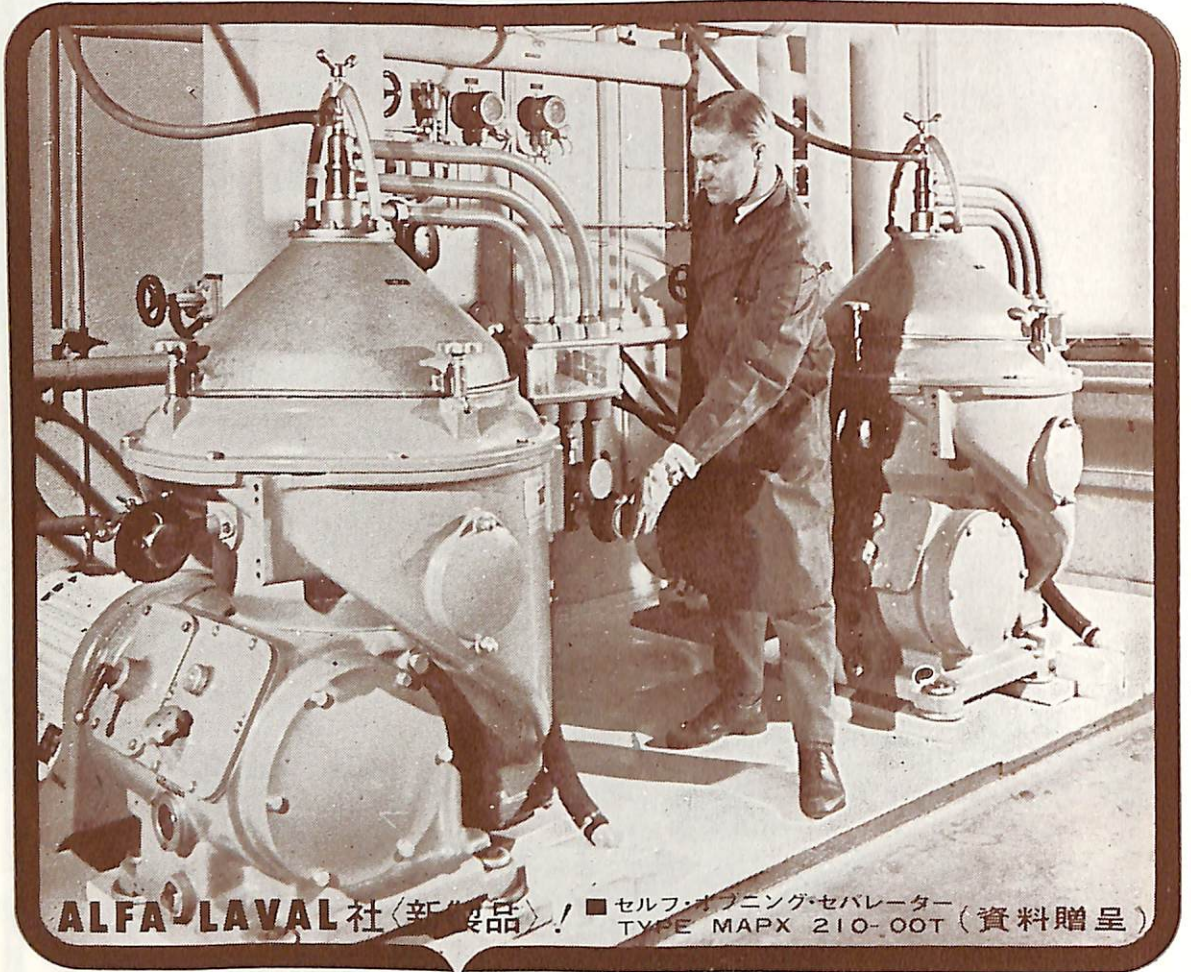
**ヤンマーディーゼル株式会社**

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



# 油清浄機

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



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

□ 燃料油清浄機 (ディーゼル油用/バ  
ンカー油用) / 潤滑油清浄機 (ディー  
ゼル及タービン用) / 各種 遠心分離機



瑞典アルファラバル会社日本総代理店

**長瀬産業株式会社** / 機械部

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

■ 製作及整備工場  
京都機械株式会社 分離機工場  
京都市南区吉祥院船戸町50  
電話 (68) 6 1 7 1 代表





## 計装費の大幅節減 広い測定対象

温 圧 流 水 濃 回 厚 電 電 その  
 度 力 量 位 度 数 さ 圧 流 他

# 三菱多点監視調節装置

- 1台で24箇所または48箇所までの測定点の監視や自動調節が行えますから計装費を大幅に節約できます
- 温度に限らず圧力 流量 水位 回転数 電圧 電流などあらゆる測定量の監視にも適しております
- 電気炉 ガス炉 重油炉や恒温槽の温度調節さらに建築物の空調や監視にも使うことができます
- 在来の同種装置にくらべて小形で安価であります
- 各機能部分がユニット化されているため使用目的に応じて任意に組み合わせができました測定点数を簡単に増減できます

- この機能ユニットには多数の測定点を自動的に走査して切換える〈走査器〉測定値を所定の値と比べて警報を出したり調節動作を行う〈調節ユニット〉任意の点を押ボタンスイッチで呼出し指示計で読みとる〈指示ユニット〉調節動作を実行する〈リレーラック〉などがあります
- このような装置には信頼性が大切です この装置には機械自身にその動作が正しく行われているかどうかを監視する〈自己チェックユニット〉が含まれていますから常に安心して使用できます

走 査 速 度	毎秒1点
入 力	フルスケール 10mA 熱電対または抵抗測温体を接続可能
測 定 点 数	24点または48点 これ以下の場合にはご要求に応じて変更可能
警 報 設 定 点	ネオン灯およびブザーによる表示 ピンボードによる設定
設 定 幅	上限および下限設定可能
測 定 値 表 示	全点手動による呼出し可能 自動平衡形指示計で指示
指 示 計	フルスケール 10mVまたは5mV 精度 フルスケールの±0.5%
調 節	オンオフ制御

今日もあなたと共に



お問い合わせは 三菱電機(株)電機部 東京都千代田区丸ノ内2の12<212> 61111 (大代表)  
またはもよりの各営業所 大阪・名古屋・福岡・札幌・仙台・富山・広島・高松





# 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

## 三菱金属鋳業株式会社

東京都千代田区大手町1丁目6番地 (大手ビル) 電話 (270) 8451

営業所 / 大阪, 札幌, 仙台, 新潟, 名古屋, 広島, 福岡

総代理店・三菱商事株式会社

設計施工・日本防蝕工業株式会社

## 船舶の自動化・集中制御に *Murayama*

### 排気・冷却水 電気温度計 軸受・冷蔵倉

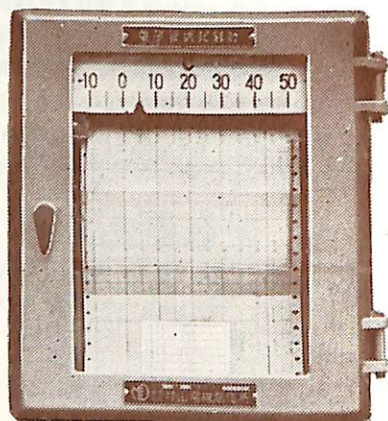


E C 形 (調節)



E Q C 形 (警報)

指 示  
 記 録  
 警 報  
 調 節



M K 形 (記録)



### 株式会社 村山電機製作所

本社 東京都目黒区中目黒3-1163

電話 (711) 5201 (代表) - 5

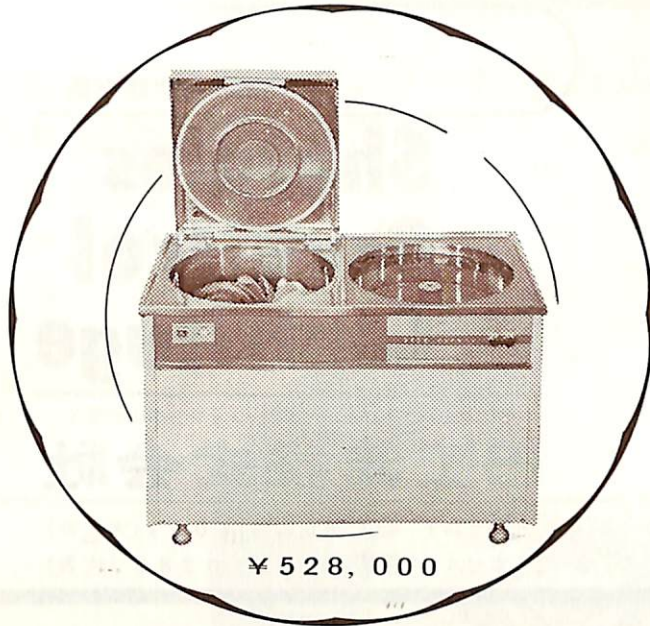
出張所 小倉・名古屋



# VITY Washer DW-25

## ビティー超音波食器洗浄機

—船舶の食堂に欠かせない画期的な洗浄機—



¥528,000

- 従来の機械式洗浄機にご不満の方に—
- 人手不足で、食器洗浄にお困りの方に—
- 洗浄機を置きたくても場所がない方に—
- 下洗い不要。汚れた食器をそのまま入れるだけで、完全に洗浄します。
- 超音波の強力な分解洗浄力によって、落ちにくい油や卵等も、きれいに落ちます。
- 超音波の研磨作用で完全に磨かれ、その上乾燥して仕上げられますので、仕上げ拭きは不要です。
- カゴの出し入れ以外は、すべて自動操作。一人で大量(中皿 1,400枚/時)の洗浄ができます。
- 使用湯量、電気代、洗剤等、いずれも一般の機械式洗浄機と遜りません。
- 超音波の強力殺菌で、仕上りは全く衛生的です。
- スペースをとらない小型コンパクトスタイルで、どこにでも簡単に据付けられます。

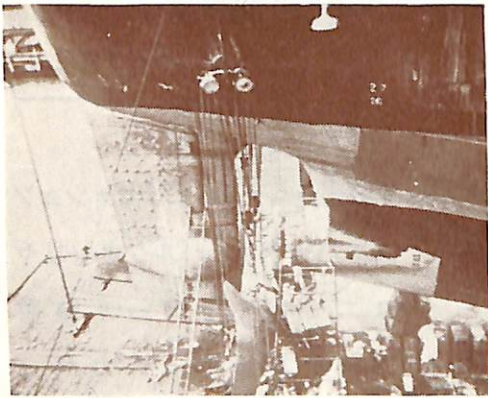
カタログ等資料は、御一報下されば直ちにお送りします。

マイクロ・エレクトロニクスのトップメーカー

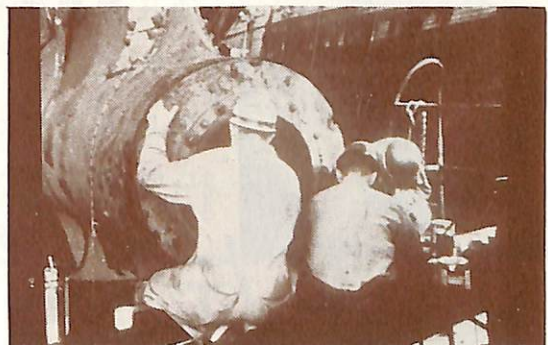
**日本電子機器株式会社**

東京都港区芝西久保桜川町26(映教会館ビル)  
TEL (501) 3181(代)

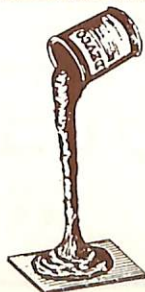
# DEVCON® を船舶修理に!!



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



硬化が速い!  
強い!  
使い易い!



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

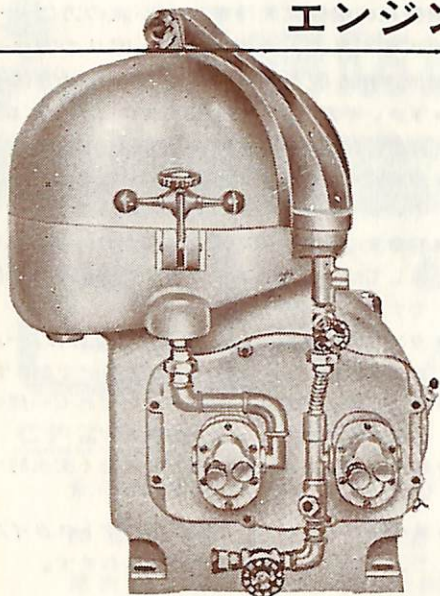
**日本デブコン株式会社**

東京都品川区五反田5丁目108岩田ビル  
TEL (447) 4771(代表) ~3  
大阪出張所 大阪市北区船場9番地(大和ビル)  
TEL 大阪 (312) 0666 (361) 8498  
工場 東京都大田区南六郷2の4 TEL (738) 4038



エンジン・ルーム自動化への一紀元!

完全自動式油清浄機の出現



■特許申請中■

# Sharples Gravitrol Centrifuge

米国シャープレス・コーポレーション日本総代理店

## 巴工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋江戸橋3ノ2(第二丸善ビル) 電話 東京(271)4051(大代表)  
神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル) 電話 神戸(39)0288(代表)



### 卓越せる性能を誇る

### スチール・ハッチカバー

油圧開閉式カバー	フリューム・スタビリゼーション
フラッシュ・カバー	ユニバーサル・バルクキャリア
クレーン付カバー	ユニガン・トロール装置
ハイボッドマスト	コーワル・ハッチカバー
アルゴンクイン荷役装置	



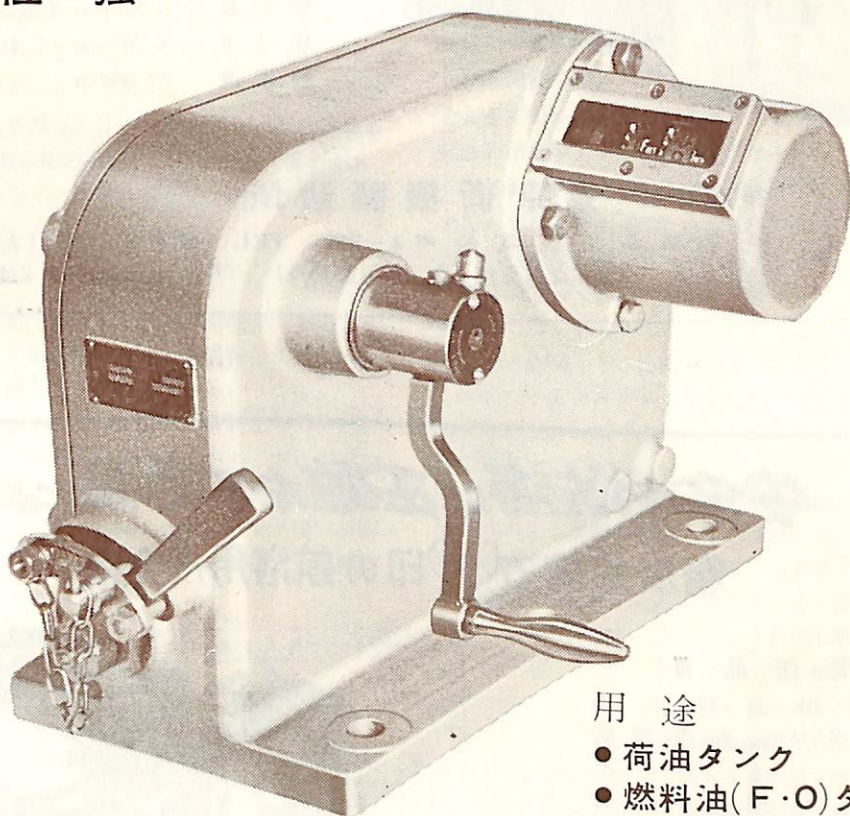
## 極東マック・グレゴリー株式会社

本社 東京都千代田区神田司町2の13 電話 丸の内(292)1811(代表)  
久里浜工場 横須賀市内川新田1150番地 電話 浦賀 1275番  
神戸出張所 神戸市生田区海岸通2の33(朝日ビル) 電話 三宮(33)7532番



# 船舶にはサクラの液面計!!

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



## 用途

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

あらゆる分野の液面計のトップメーカー



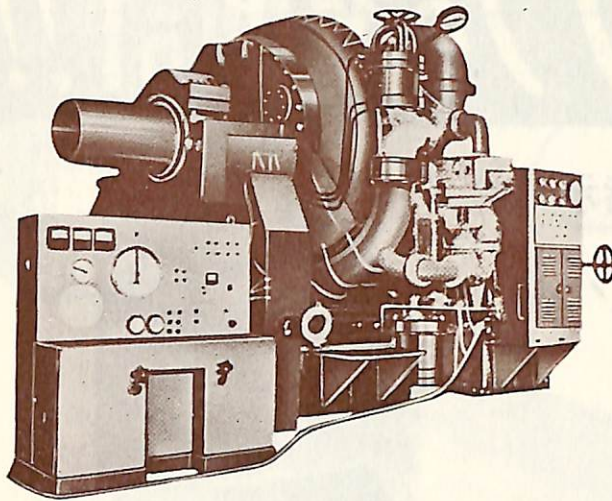
# 櫻測器株式會社

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

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



# Water-Brake Dynamometer



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

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



株式会社 東京衡機製造所

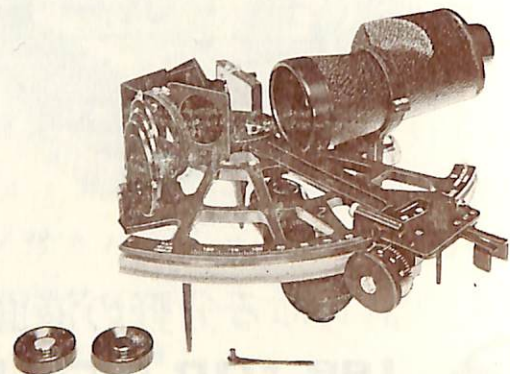
東京都品川区北品川4-516 TEL (442) 8251 (大代表)  
大阪支店 大阪市北区堂島上3-17 (都ビル) TEL (362) 7821 (代)

## 安全な航海は正確なる器械による

精度を誇る 印の航海用六分儀

### 営業品目

海図用並行定規  
マイクロ三杆分度儀  
潮流流速計  
トリム計  
バロメータ  
インテグレート  
インテグラフ  
プラニメータ



登録商標 株式会社 玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4-4 電・(561) 8 7 1 1 (代表)  
(和光裏通り) 2805, 5560, 8270  
支店 大阪市南区順慶町4-2 電・(251) 9 8 2 1 ~ 4  
工場 東京都大田区池上本町2-26 電・(752) 3 4 8 1 ~ 3



# 船用電子計算機概説

庄 司 和 民  
東京商船大学助教授

## 1. ま え が き

最近船舶の自動化についての研究が各方面で進められているが、その結果船舶の中のいろいろな部門で高性能の単能電子計算機が要求されるようになり、それぞれ信頼性のあるコンパクトなものが開発されつつある。しかし、一方航海衛星のような複雑な計算を必要とする部門では、単能の計算機では満足すべき性能が得られないばかりでなく、経済的にも汎用の既製電子計算機を On-line で使用する方がよいとされた。ところがこのような場合、その電子計算機にある一つの仕事だけをやらせることは、電子計算機の能力からいつて不経済であるから、船内で必要とされるすべての計算をまとめてさせることが提案されている。

## 2. 航海のシステム

それでは一体、船ではどんな計算が必要か、ということを考えるにはまず航海のシステムを解析して見なければならぬ。第1図はその系統図である。

航海計画が定まると、どこまでどの針路を行つて、どこで変針する、どの地点で船位をたしかめ、どこで速力を変えようというように航行のプログラムが定められる。このプログラムに従つて、針路と速力の指令が操舵装置と機関装置に与えられる。勿論これらの装置はその機能

を果すためのあらゆる補助装置、例えば電源装置や油圧装置等が完全に作動しているということも前提条件である。

操舵装置で制御するのは舵の角度で、これは船に前進力がある時、船に旋回運動を与え船首方向をコントロールする。その結果はコンパス（磁気コンパスまたはジャイロコンパス）でチェックして、常に定められた針路を保つのである。

機関装置ではプロペラの回転数を制御し、船に推進力を与えて船に速力を生じさせる。この時の外乱（一）は船底の汚れや、トリム吃水等である。

船体に速力とその方向（針路）を与えれば、船位が定まる。しかし外乱（二）として風や波や潮流を受けて、本当の船位は計算したものと違つているので、時々真の位置を測定しては、推測船位を修正し、予め計画された航路にのつているかたしかめながら航行する。

他船と衝突しそうな関係になるならば、これをさけるように、一時プログラムを変更して安全な針路速力で航過する。安全になつたならば再びもとのプログラムに従つて航海をつづける。

また風や波が激しくなつたならば、船の動揺による影響や波による衝撃を測定して、これがある程度以上になれば軽減するような針路速力に一時変更する。この場合は1時間とか2時間とかの周期で、もとの針路にして見

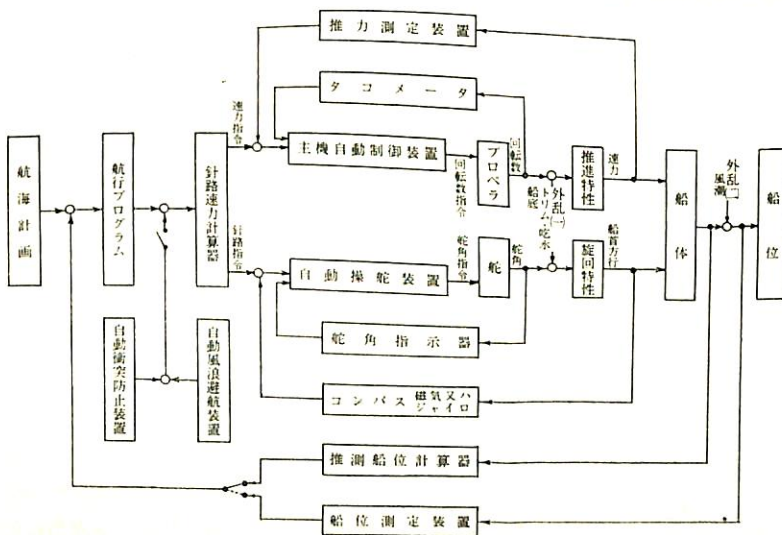
ても、もしまだ船に対して悪いようならば、変更を続け、もう大丈夫ならばもとのプログラムに従つて目的地に向けて航海をつづける。

以上のようなシステムが人間の機能を織り込んで続けられて行くのが航海の実態であるといえる。

自動化した船では上記のうちのあらゆる箇所 で 計算機を使用して、人間にとつて代り、人間の能力をもつと高度の判断にのみ発揮させようとするもである。

## 3. 船用電子計算機

船の航海システムでもつとも早く用いられた計算装置としては、





ジャイロパイロットがあげられよう。勿論これは自動化装置の最初ともいえるが、パイロットの内部にはアナログ計算機が内蔵されている。これは第1図の操舵装置のもとになるもので、フィードバック装置のコンパスにジャイロコンパスを用いるので、ジャイロパイロットと呼ばれるが、最近磁気コンパスをフィードバック装置に利用するものが考えられているが、自動化船では最終的に、非常手段としては磁気コンパスが利用出来るようになってきているジャイロパイロットが用いられるであろう。

また小規模なものならば、ジャイロコンパスの緯度速度誤差修正機構、流圧式測程儀の測定機構や積算機構に用いられている。

しかし本格的な計算機の使用としては、新しい青函連絡船に用いられた「自動船位測定装置」や、各部の要素の測定記録に用いられた「コンピューティングロガー」を挙げることが出来る。

外国では、慣性航法装置に組込まれる計算機や、航海衛星の計算に利用される「デジタル計算機」が見られ、最近は大風浪の避航に、波浪予報計算を行って船を有効に導く、「ウェザールーティング」に基地で複雑な計算機を使用している。

今後開発が計画されているものに衝突予防計算機の最初として、レーダ警報装置や、「見合計算機」がある。

また推測位置計算機は第1図から分るように、自動化には欠かせない要素であるが、機械的アナログ装置は既にいろいろ考案され、航跡自画器として利用されているが、もつと複雑な計算を行う電子計算機も考えられており、ある意味から言えば慣性航法装置は正確な推測位置

計算機の一つということも出来る。

船では航海プロパーの仕事の他に、積荷計算や、トリム、復原力計算、また各部の作動監視・警報、記録、および消火等の処置も行わせることが必要で、これ等を兼ねて行う計算機が要望されている。

ただし高性能の電子計算機を船にのせて、あるゆることを船で解決して行く方式と、高性能の電子計算機を陸上に置いて、船からデータを陸上に送り、陸上で計算して船にその行動を指令する方式とに分れることが考えられる。

#### 4. あとがき

このような船用電子計算機について、概略のことが理解出来るように、これからの数回に亘つて次のことをそれぞれ解説してもらうこととした。

- 1 計算機による球面三角の解法  
東京商船大学助教授 巻島 勉氏
- 2 船用コンピューティングロガー  
東京計器製造所 高杉 将氏
- 3 ウェザールーティング  
東京商船大学助手 杉崎昭生氏
- 4 船用デジタル計算機  
運輸省船舶技術研究所 木村小一氏
- 5 レーダシミュレータ  
東京商船大学助教授 田辺 穰氏
- 6 見合計算機 東京商船大学助教授 楠 順三氏
- 7 自動船位測定装置  
東京計器製造所 菅 一志氏

## 計算機による球面三角の解法

巻 島 勉  
東京商船大学助教授

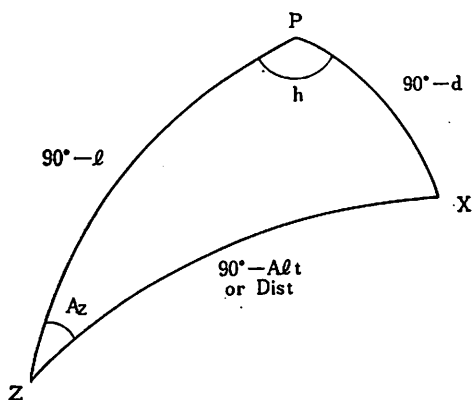
航海者は、天測計算あるいは大圏航法の計算で球面三角を解くことにぶつかる。天測計算では、赤緯・赤経の知れた天体を推測位置から見る高度 Altitude (Alt) および方位 Azimuth (Az) を計算することが一番多い。これは測者の緯度  $l$ 、天体の赤緯  $d$ 、および両者の子午線間隔 (時角という)  $h$  の三つを既知として球面三角を解くことになる。大圏航法では出発地の緯度・経度と目的地の緯度・経度が与えられて、この間の大圏距離 (Dist) および起程針路 (Co) を求める。これは出発地の緯度を  $l$ 、目的地の緯度を  $d$ 、両地の経差を  $h$  として、天測計算の場合と全く同じ形に帰着される。つまり第1図において、 $P$  を極、 $Z$  を測者 (または出発地)、 $X$  を天体 (または目的地) として、弧長  $PZ=90^\circ-l$ 、弧長

$PX=90^\circ-d$ 、および  $\angle P=h$  の二辺およびその夾角が既知として、球面三角を解き、弧長  $ZX$  (これは  $90^\circ$ -高度、あるいは大圏距離)、および  $\angle Z$  (天体の方位、あるいは起程針路)、を求めるということである。

天測の場合は、計算高度と比較する実測高度が角  $0.1'$  まで大体可能だから、計算もこの桁まで、つまり有効数字5桁が必要とされる。大圏距離では、これは0.1海里に相当する。方位は現在の所、そんなに精密に測れるコンパスを持たないから、 $0.1^\circ$  程度までで充分とされている。

二辺夾角を与えられて球面三角を解くには、① 計算によつて解く方法、② 機械的に球面三角を実際に作つてその目盛を読む器械、および ③  $h, d, l$  の3変数の組





第 1 図

に対して高度および方位の値をあらかじめ計算して表に表わしたものを用意しておく、この三種類がある。

米・英では H. O. 214 という表が出されていて、 $h$ ,  $d$ ,  $l$  3 変数の関数として Alt および Az の値が示されている。しかしこの表は、 $h$ ,  $d$ ,  $l$  を  $1^\circ$  毎にしか与えていないから、その途中に対しては内挿しなければならない。それでも  $l$  について赤道から  $90^\circ$  まで、 $d$  についても赤道から  $\pm 90^\circ$  まですべて入れるとぼう大な表となる。米・英の船はこのぼう大な表をおのおの一そろえ持っている。また天測では水平線下の天体は見えないから HO 214 表には用意していないが、距離 5400 海里 ( $90^\circ$ ) 以上の目的地に対する大圏距離および方位を知りたい場合もある。

球面三角を機構的にその通り作つて解く方法は、丁度平面三角の作図解法に対応し、解法は簡単だが、その性質上たとえ直径十数 cm 程度の球では  $0.1^\circ$  程度までしか得られないから、航海の実用とならない。

日本の航海者は、ここ数十年来天測計算表中の主表である高度方位角計算表によつて、計算で球面三角を解くことをして来た。従つて日本船は百頁足らずの計算表が一冊あれば、あとは紙と鉛筆の計算で足りる。基礎教育を受けた士官は、馴れれば数分で、( $h$ ,  $d$ ,  $l$ ) から (Alt, Az) を求める計算ができる。高度方位角計算表は有効数字 5 桁で構成されており、角  $0.1'$  まで得ることができる。

もともと球面三角は、忘れたときの備えとして公式を掲示し、これに三角関数表さえあれば解けるものだ、計算しやすくするため、掛算が多いから三角関数の対数表および普通の数の対数表を併用する。更に計算しやすくなるよう、表の構成に工夫をこらしたのが高度方位角計算表である。日本で用いられているのは、その考案者の名をとつて米村表と呼ばれている。このほかにも構成は

いろいろ考えられているが、この場合問題となるのは、計算者が間違いを起さないよう計算手順を様式化することである。その手順さえのみこめば、極言すれば、球面三角の公式を理解しない人でも高度・方位角の解を得ることができる。反対に一種類の解法に馴れた人は、別の解法にはなかなか入りたがらない。

この計算の部分を一モグラムで解こうとする試みもなされているが、周知のように三角関数は線型でないから、そのどの部分でも  $0.1'$  の精度を要求されると、長大なものにならざるを得ない。

手元に 5 桁の掛算が簡単にできる計算器があれば、三角関数の真数表だけあれば良い。この場合には、使用者に球面三角の公式を理解することを要求している。各船にユニバーサルな目的を持った計算器が配置される場合には、このような事態も考えられる。しかしあい変わらず紙と鉛筆の計算から解放されない。

いずれにしても、人間が表を引き紙と鉛筆で計算する限りは、計算間違いということがつきまとう。また所要時間ものんびりした航海は別として、音速を越そうとする航空機の場合は時間がかかり過ぎる。三角関数の計算を電気的に行うことができれば、 $h$ ,  $d$ ,  $l$  を入力としてセットすれば即刻に解 Alt および Az を得ることができる。

この解 Alt あるいは Az がそのまま終るなら、計算するのは数分の差だから、それだけでは大した意義はないだろう。この解を天測ならば自動天体追跡機と組み合わせ位置を出し、あるいは目的地の方位をオートパイロットの命令針路として入れることにして、始めてその価値が高まるであろう。

最近発表された電気的球面三角計算器を二種ここに紹介する。三角関数を発生するために、一つはレゾルバを用い、他はポテンシオメータを用いている。

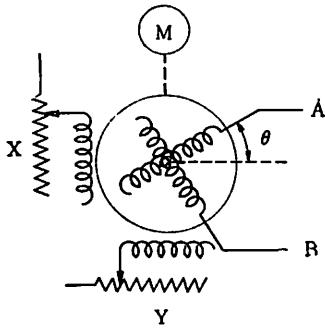
#### ASN-19\*

これは米国で戦闘機用として開発されたもので、速力計とコンパスよりなる推測航法装置と組み合わせられ、刻々の推測位置を出発点として、セットされた目的地までの起程針路および大圏距離を示している。従つて操縦士は示される針路の通り操縦すれば、大圏に沿つて目的地まで飛ぶことができる。また刻々の残存航程が常に示されている。

ASN-19 の計算を理解するためには、レゾルバの機能を知らねばならぬ。レゾルバでは、固定子の二つの巻線に  $x$ ,  $y$  に比例した電圧を加え、回転子と固定子との

\* 東京計器製造所の御好意により見る機会を得た。





第 2 図

間の相対角を  $\theta$  とすれば、固定子の二つの巻線 A, B には

$$A = x \sin \theta + y \cos \theta$$

$$B = x \cos \theta - y \sin \theta$$

の電圧を発生する。

ASN-19 は、このレゾルバを 5 箇用いて、 $h, d, l$  をつまみでセットすれば、 $C_0$  および Dist が指示されるようになってい。推測航法装置と組合わされたときは、目的地の緯度  $d$  と経度  $\lambda_2$  をつまみでセットし、刻々の航空機の推測位置の緯度  $l$  と経度  $\lambda_1$  から、( $\lambda_2 - \lambda_1 = h$ ) で結局  $d$  と  $l$  と  $h$  の三つがセットされるのだ。

角  $d$  にセットされた I レゾルバに基準電圧を入れると、 $\cos d$  と  $\sin d$  とができ、 $\cos d$  が II レゾルバに入る。II レゾルバからは  $\cos d \cos h$  と  $\cos d \sin h$  とが出る。II レゾルバから出る  $\cos d \cos h$  と I レゾルバの一方から出る  $\sin d$  とが III レゾルバに入る。従つて III レゾルバの一方の出力は、有名な余弦則で

$$\cos d \cos h \cos l + \sin d \sin l = \cos \text{Dist} \quad (1)$$

であり、もう一方の出力は

$$\ominus = -\cos d \cos h \sin l + \sin d \cos l \quad (2)$$

となつている。

これと II レゾルバの一方から出る  $\cos d \sin h$  とが IV レゾルバに入るから、その出力は一つが \* で他が  $\Delta$  となつている。今  $\Delta = 0$  となるようにサーボモータを働かせて回転子の位置をきめれば、そのときの回転子の位置が  $C_0$  を与える。それは次のようにして証明される。今レゾルバの角を  $\theta$  とすれば

$$\Delta = (\cos d \cos h \sin l - \sin d \cos l) \sin \theta + \cos d \sin h \cos \theta \quad (3)$$

となる、一方、球面三角の公式

$$\cot C_0 \sin h = \tan d \cos h - \cos h \sin l \quad (4)$$

から

$$\cos h \sin l - \tan d \cos h + \cot C_0 \sin h = 0 \quad (4')$$

を得、この両辺に  $\cos d \sin C_0$  を掛ける

$$(\cos h \sin l \cos d - \sin d \cos l) \sin C_0 + \sin \cos d \cos C_0 = 0 \quad (5)$$

(3) 式と比較して、 $\theta = C_0$  のときに  $\Delta = 0$  となることがわかる。

そのとき IV レゾルバの一方の出力 \* は

$$* = (-\cos d \cos h \sin l + \sin d \cos l) \cos C_0 + \cos d \sin h \sin C_0 \quad (6)$$

であるが、これが実は  $\sin \text{Dist}$  であることが次のようにして示される。球面三角の公式

$$\sin \text{Dist} \cos C_0 = \sin d \cos l - \cos d \sin l \cos h \quad (7)$$

から

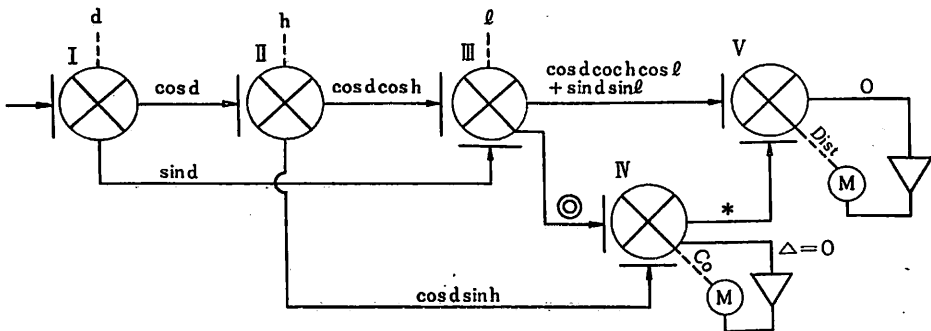
$$\sin \text{Dist} \cos^2 C_0 = (\sin d \cos l - \cos d \sin l \cos h) \cos C_0 \quad (7')$$

また公式

$$\sin \text{Dist} \sin C_0 = \cos d \sin h \quad (8)$$

から

$$\sin \text{Dist} \sin^2 C_0 = \cos d \sin h \sin C_0 \quad (8')$$



第 3 図



(7')+(8')

$$\begin{aligned} \sin \text{Dist} = & (\sin d \cos l \\ & - \cos d \sin l \cos h) \cos C_0 \\ & + \cos d \sin h \sin C_0 = * \end{aligned} \quad (9)$$

従つて V レゾルバの入力は、一方が、 $\cos \text{Dist}$  であり、他方が  $\sin \text{Dist}$  だから、この出力の一つを 0 とするようサーボモータを働かせて回転子の位置をきめれば、その位置は  $\text{Dist}$  を示す。

このようにして、レゾルバ I, II, III のつまみを回わして  $d, h, l$  の値をセットすれば、レゾルバ IV の角度は  $C_0$  を示し、レゾルバ V の角度が  $\text{Dist}$  を示す。

ASN-19 では  $\text{Dist}$  999 海里までしか計算できない。従つて天測としては高度  $73^\circ$  以上しか使えない。この計算機の精度は  $C_0$  が  $\pm 1^\circ 5'$ ,  $\text{Dist}$  が  $\pm 1\%$  と言われている。

### ポテンシオメータを用いた球面三角計算機<sup>1)</sup>

ポテンシオメータは、前のレゾルバと同様に、セットされた角度の  $\sin$  あるいは  $\cos$  に比例した電圧を作る。ここで紹介するのは 6 箇のポテンシオメータを用い、

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A \quad (10)$$

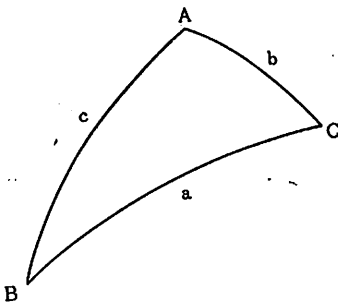
という余弦則を使つて球面三角を解いている。

まず、天体の高度を求めるのは、第 4 図において、A を極、B を測者、C を天体として、 $A=h, b=90^\circ-d, c=90^\circ-l$  の三つが既知で、 $a=90^\circ-\text{Alt}$  を求めることになる。従つて前の式は

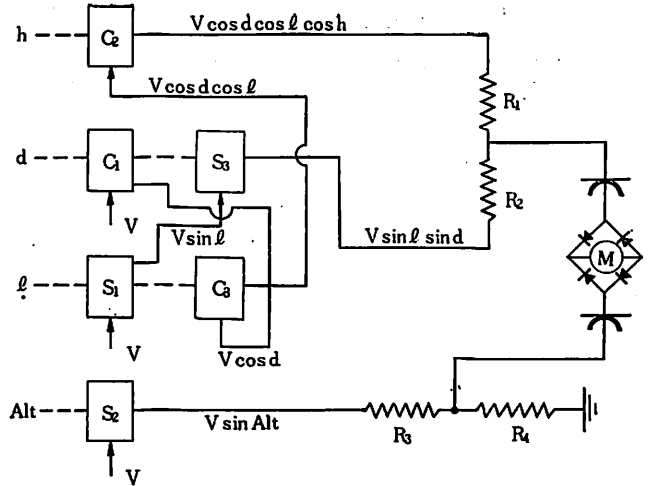
$$\sin \text{Alt} = \sin d \sin l + \cos d \cos l \cos h \quad (11)$$

となる。

第 5 図で  $C_1, C_2, C_3$  は  $\cos$  を発生するポテンシオであり、 $S_1, S_2, S_3$  は  $\sin$  を発生するポテンシオである。 $S_1$  と  $C_3$  とは機械的につながつていて、その角度を  $l$  に合わせる。同様  $C_1$  と  $S_3$  とは機械的につながつていて、その角度を  $d$  に合わせる。 $C_2$  の角度を  $h$  に合わせる。



第 4 図



第 5 図

せる。こうして  $S_1$  と  $C_1$  とに基準電圧  $V$  を入れる。 $S_1$  の出力  $V \sin l$  を  $S_3$  に入れると、その出力は  $V \sin l \sin d$  である。 $C_1$  の出力  $V \cos d$  を  $C_3$  に入れ、その出力  $V \cos d \cos l$  を更に  $C_2$  に入れるとその出力は  $V \cos d \cos l \cos h$  となる。 $S_3$  の出力と  $C_2$  の出力とを、抵抗  $R_1$  と  $R_2$  とを直列にしてつなぐ。一方  $S_2$  に基準電圧  $V$  を入れその出力を、抵抗  $R_3$  と  $R_4$  とを直列に通して接地する。 $R_1$  と  $R_2$  との midpoint と、 $R_3$  と  $R_4$  との midpoint とを交流ブリッジでつなぐ、その平衡を見る。ただし  $R_1=R_2=R_3=R_4$  である。ブリッジのマイクロアンメータが 0 になるよう  $S_2$  のつまみを回わせば、その角度が求める  $\text{Alt}$  である。

次に方位を得るには、前の方法で高度を得たから、 $S_2$  ダイアルに  $d$ ,  $S_1$  ダイアルは  $l$  そのまま、 $C_1$  ダイアルに  $\text{Alt}$  をセットし、 $C_2$  ダイアルを回わしてメータの読みが 0 となるようにすれば、そのときの角度が方位を示す。この関係は、第 4 図で A を測者、B を極、C を天体とすれば、 $a=90^\circ-d, b=90^\circ-\text{Alt}, c=90^\circ-l$  となることからすぐ了解されるだろう。

各ポテンシオメータとしては、 $\pm 5 \times 10^{-4}$  の精度のものを使用しており、特別に条件の悪い所を除いて角  $\pm 10'$  の精度を保っている。直流ドリフトを防ぐため、使用電源としては交流を用い、各ポテンシオメータ間を孤立させるため単位電圧増幅器を入れている。赤緯  $d$  の符号が負のとき、あるいは方位の  $\cos$  の符号が負になるときは、第 5 図には示さなかつたが、スイッチを切りかえて、バランスさせている。

### 文 献

- 1) David M. Markow: A Spherical Triangle Computer for Marine and Air Navigation, IEEE Transactions on Aerospace and Navigational Electronics, Dec. 1963.



# 中小型巡視船の冷暖房装置について

岩 平 滋  
海上保安庁船舶技術部

## 1. ま え が き

海上保安庁所属 130 屯型巡視船、350 屯型巡視船の冷暖房装置は、下記のような中小型船特有の艦装上の問題点があるため、理想的な空気調和が出来なかつた。

最近乗組員の居住性改善が叫ばれ、今までのような狭い船室に石油ストーブを持込んで使用するような換気をしないう危険な暖房方法や、蒸し暑い時に扇風機で部屋を掻き混ぜて風にあたる非衛生的な防暑方法にかえて、新鮮な空気を充分取り入れ人間工学的に配慮した冷暖房装置を検討する必要に迫られた。

従来小型船の艦装にあつて冷暖房設備をする場合支障となるのは、

- (1) 甲板間高さが低く、トランクなどを導設するのに十分なスペースが取り難い。
- (2) 居住室が狭く、冷暖房器具を設備する場所がない。
- (3) 冷暖房装置を運転するために必要な電源が得難い。
- (4) 小型船の建造船価から見て、理想的な冷暖房装置をすると、船価にしめる割合が大きくなり贅沢なように考えられる。

などが挙げられ、大型船に比較して実施が困難であつた。

ここ数年間に新造された 130 屯型、350 屯型巡視船について装備された冷暖房の新しい方法について概要を紹介すると、

- (1) 130 屯型巡視船「ひだか」(昭和 36 年度建造)に取付けた電気暖房装置

- (2) 130 屯型巡視船「くにみ」(昭和 39 年度建造)に取付けた温水暖房装置

- (3) 350 屯型巡視船「せんだい」(昭和 36 年度建造)に取付けた温気暖房装置

- (4) 350 屯型巡視船「せんだい」に取付けた冷房装置

- (5) 130 屯型巡視船「ろつこう」(昭和 38 年度建造)に取付けた冷風装置

何れも完全な空気調和装置とは云い難いが、配属地の立地条件や建造費の制約を勘案して計画したものである。

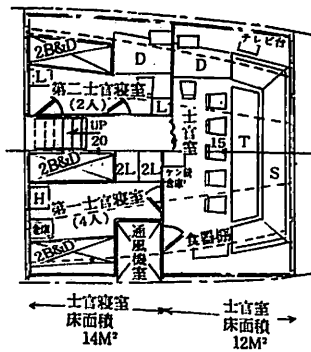
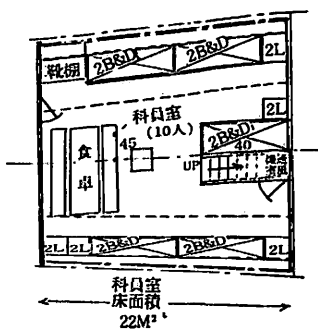
## 2. 130 屯型巡視船「ひだか」の電気暖房

北海道配属の巡視船については、蒸気罐を設けサーモタンクやラジエーターによる暖房が普通であつたが、本船は機関室の配置などから蒸気罐の装備が困難となつた。そこで場所を取らない方法として、発電機の容量を増して電気による暖房をすることにした。電気暖房は一般に効率が悪いので余り使われぬが、取扱が容易であり、かつ清潔な利点がある。特に寒冷地配属の船は、在室者の呼気の影響や、冷たい壁面が露点に達し易い欠点があるので、室内の湿度が増加すると結露し易い。今回採用した電気式サーモタンクによる暖房方法は、空気の乾燥性が大きく、容易に適温が供給出来るので、防滴の見地からも有効である。

「ひだか」の主要目(「くにみ」「ろつこう」は同型船)

LoA	33.800 米
LWL	32.000 米
B	6.300 米

船倉甲板



上甲板

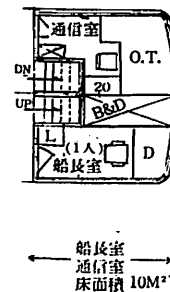


図 I



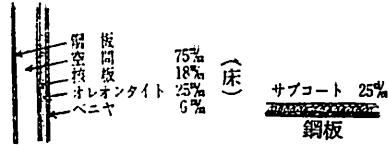
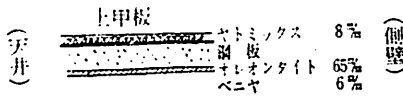


図 II

D	3,000 米
d	1,700 米
常備排水量	160 吨
主機関	700 ps×1 基
速力	13 節
乗組員	17 名
連続行動日数	4 日

(A) 計画条件

外気 -15°C 室温 +18°C

通風能力 前部居住区用通風機 1 ps (30 m<sup>3</sup>/min)  
後部居住区用通風機 3/4 ps (20 m<sup>3</sup>/min)

(B) 配置 (図 I)

(C) 防熱 (図 II)

(D) 電気暖房機

電気式サーモタンク (越田商工) 9 kW  
スイッチ箱 3 段切換 (2.25 kW, 6.75 kW, 9 kW)

電気式サーモタンクとは、シーズヒーター (800 W) をフィン付パイプに内蔵した熱交換器で、使用方法は蒸気式サーモタンクの弁開閉操作にかえてスイッチを切換えればよいものである。蒸気に比較すると、パイプ表面の温度が高いので熱交換器が小型となる。また安全なために過熱防止装置が取付けてある。

計算上必要な熱容量は

前部居住区の壁面などからの放熱量 2,700 kcal/h

後部居住区の壁面などからの放熱量 2,000 kcal/h

新鮮空気の供給量を 0.7 m<sup>3</sup>/min/p として、通風機吸込口にてダンパー調整を行い、前部居住区で外気量を 3/4 に絞り、後部居住区で 3/4 に絞って残りを室内空気の循環とすれば、それぞれのサーモタンクの所要熱量は

前部居住区用 7,400 kcal/h

後部居住区用 7,000 kcal/h となる。

9 kW の電熱器の効率を 85% とすると約 7,250 kcal/h であるから満足出来る。また暖房初期に早く室内を暖めるときは、床上 500 耗に開口された暖気用通風口の外に、通風トランクに取付けられたパンカールーパーを全開して、暖気量を増して行うことも出来る。

### 3. 130 屯型巡視船「くみに」の温水暖房

建造船価の制約や機関室の配置上から、大容量発電機の装備が困難になったので、電気暖房にかえて取扱容易

で狭い場所にも装備出来、かつ安全性の高い温水機を採用することにした。これは蒸気式サーモタンクと同じ要領で蒸気の代りに温水を供給する方法であり、従来の通風装置などを変更することなく実施出来る。本船は瀬戸内海において警備救難業務を行うのを立前とするので、居住区画の囲壁は防熱を施してない。自動車や車輛用に市販されている温水機を船用に一部改造して、30,000 kcal/h のものを採用した。機関室に温水機を装備して、循環水ポンプにより同時に前部および後部居住区画に温水を供給し、温水式サーモタンクにより暖房する装置とした。同型船の「ひだか」よりも熱容量に余裕が出来たので新鮮空気量を増して暖房している。

(A) 計画条件

外気 0°C, 室温 +18°C

通風能力 「ひだか」と同じ

(B) 温水器機

温水機 DHW 35 M (五光製作所)

最大発熱量 36,000 kcal/h

燃料消費量 5.5 l/h

使用電力 1 次電圧 AC 100 V

2 次電圧 DC 24 V

運転中電流 7.4 A

循環水ポンプ 1,800 l/h 0.4 kW

温水式サーモタンク 15,000 kcal/h×2 台

運転方法は、温水機のスイッチを入れると予熱装置が働き燃焼を開始する。温水は 65°C~80°C の温度範囲で自動発停し、85°C になると過熱防止の安全装置が働くようになっている。

(D) 配管 (図 III)

前部居住区の必要熱量は 17,000 kcal/h であるのに対し、後部居住区は 10,000 kcal/h なので、上記のように前後部のサーモタンクを直列に配管してバランスを取った。また停泊中は後部居住区に当直者が残るので、温水機を陸電で運転し、ベースボードヒーターにより暖房するようにした。温水中の気泡を取除き、温水を圧送するため高い所にサージタンクを設けた。また循環水が冬期凍結するのを防ぐためにエチレングリコール 10% を混入してある。

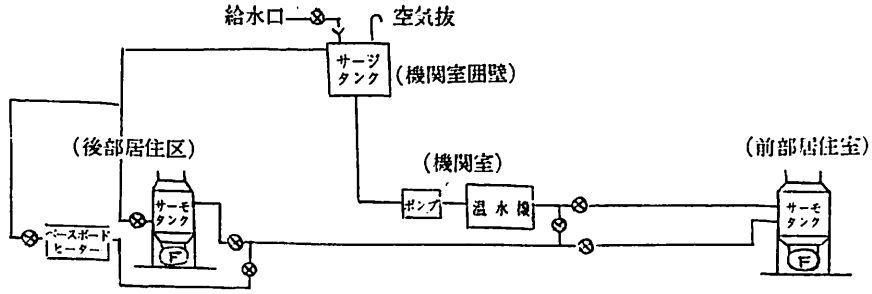


図 III

#### 4. 350 吨型巡視船「せんだい」の温気暖房

350 吨型巡視船の多くは北方に配属されていたので、蒸気罐を装備して暖房を行つて来たが、本船は山川（鹿児島県）に配属されるので、蒸気罐を装備しても暖房以外に使用目的がなく得策でないので、場所を取らない温気暖房機を採用した。これは通風機の吹出側に温気暖房機を取付け、通風トランクを利用して各室に暖気を送り込む方法である。室気通過による抵抗損は従来の同容量サーモタンクより少く、ほぼトランクの径と同じ大きさなので狭い場所にも取付けられる。これに伴い、居住区画に隣接して設けてあつた通風機を機関室に装備するようになったので、居住区画の騒音防止の一助ともなつた。

「せんだい」の主要目

LoA

55.330 米

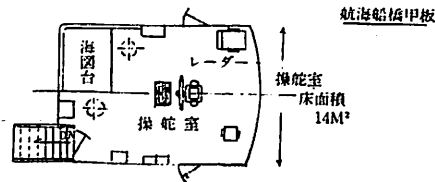
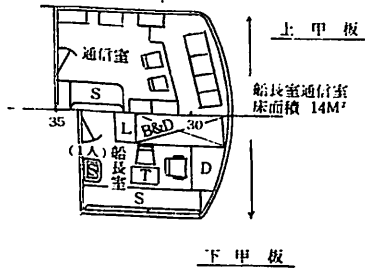
LwL	53.000 米
B	7.000 米
D	4.100 米
d	2.280 米
常備排水量	420 吨
主機関	700 ps × 2 基
速力	16.45 節
乗組員	37 名
連続行動日数	15 日

(A) 計画条件

外気 0°C 室温 +18°C

通風能力 前部居住区用通風機 3 ps (70 m<sup>3</sup>/min)  
後部居住区用通風機 2 ps (45 m<sup>3</sup>/min)

(B) 配置 (図IV)



下甲板

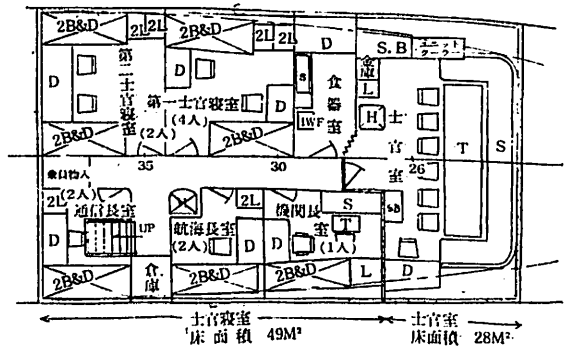
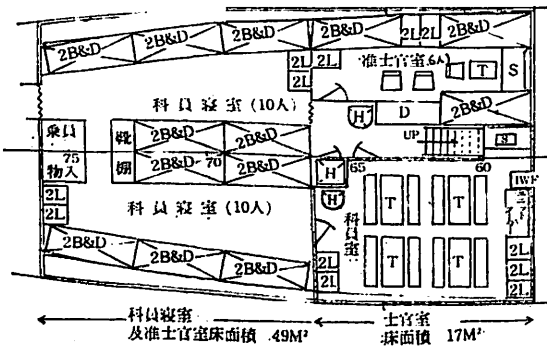


図 IV



本船は防熱が施してないから、居住区画の壁などからの放熱量は前部が 18,700 kcal/h、後部が 18,200 kcal/h である。市販の温水暖房機を一部船用に改造した 30,000 kcal/h のものを採用した。新鮮空気の供給量は取入口にてダンパー調節し、前部を全風量の 1/2、後部を 1/2 とし残りを室内側より取り入れる循環式とした。

(C) 温水暖房機

DH-26C 型 (五光製作所)

発熱量 30,000 kcal/h

燃料消費量 4.5 l/h

温水暖房機とは、二重筒型の煙路の中で軽油を燃焼させ、その間を流れる空気を暖める構造であり、スイッチを入れるだけで運転状態に入り、過熱した場合には安全装置が働くようになっている。

5. 350 屯型巡視船「せんだい」の冷房装置

本船は鹿児島に配属されるので、計画にあたり全船冷房を検討してみたが、建造船価の制約があり実施出来なくなつた。そこで乗組員が食事をしたり、休憩したりする時に使用する公室 (士官室、科員室) だけを冷房することにした。公室の配置上コンパクトであることが要求されるので、市販品の冷房機を一部船用に改造して使用した。冷房区画は天井を 50%、周壁を 25% のポリスチレン樹脂発泡体で防熱した。前部および後部居住区の浸入熱量はそれぞれ 2,700kcal/h、および 2,300kcal/h となつた。乗組員の 80% が在室するものとし、新鮮空気必要量を 0.4 m<sup>3</sup>/min/p として計画した。公室は下甲板下であり水密性が良いので換気が悪く、室内空気が汚染され易いから、特に通風トランクの吹出口を冷房機の吸入空気口に直結させて、室内空気の循環と合せて常時新鮮空気を取入れて冷房するように考慮した。

(A) 計画条件

外気 +35°C 55%  
 室温 +30°C 成り行き  
 海水温度 +32°C

(B) 冷房器機

冷房機 RU-25 型ユニテヤ台  
 2.2 kW × 2 台 (三菱電機)

熱容量 6,000 kcal/h

送風量 18 m<sup>3</sup>/min

吹出温度 約 20°C

冷却水ポンプ 0.4 ps 1600 l/h × 2 台

RU-25 型を船用に改造した点

- (1) 鏡板、冷却管、給水フタを耐蝕材とした。
- (2) 凝縮機に安全弁を取付けた。
- (3) 圧縮機に防震ゴムを取付けた。

(4) 露受けを機外排出型とした。

(5) 冷媒の液溜を設けた。

6. 130 屯型巡視船「ろつこう」の冷風装置

西日本に配属される巡視船は、夏期船内温度が外気より 3~5°C も高く苛酷な状態にある。冷房を行う場合、防熱を施して浸入熱を防いだり、暑い外気を換気して冷やすためには、かなりの熱容量を持つ冷房装置が必要となり、かつ高価である。室温の日変化をグラフに取つて見ると、午前中は余り温度が上らず割合凌ぎ易く、午後 1 時~3 時がもつとも暑く、夜分遅くまで熱気が室内に残る。そこで予め午前中に室温をさげておき、小容量の冷房機により酷暑や残暑を防ぐことを目的として冷風装置を採用した。冷凍機と冷却水ポンプを機関室に装備し、前部および後部の士官室、科員室に冷媒を導き、ルームクーラーにより冷気を吹出すようにした。

(A) 計画条件

外気 +33°C 55%  
 室温 約 +30°C 成り行き  
 海水温度 +30°C

(B) 冷風器機

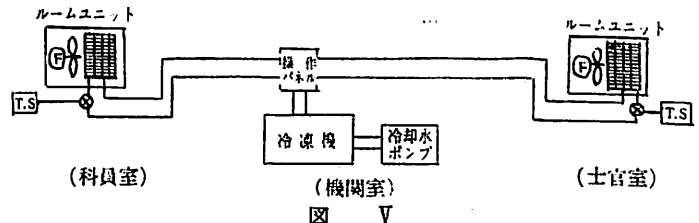
冷凍機 SW 6300 2.2 kW (三菱電機)

冷却水ポンプ 0.4 kW 1,800 l/h

ルームクーラー 3,000 kcal/h × 2 台 (越田商工)  
 30 A 扇風機内蔵

(C) 配管 (図 V)

室内空気の循環式であるから、特に機動通風を時々使用して新鮮空気を充分取入れるよう注意している。これにより酷暑時には直接ルームクーラーの冷風を受けることが出来るばかりでなく、室温もかなりさがるので快適であつた。



7. むすび

ここ数年米建造された 130 屯型、350 屯型の巡視船はこれら冷暖房装置の採用により居住性能の改善に効果をあげている。大型船の空気調和と比較すると未だ充分ではないが、狭い船内を有効に活用し、中小型船に見合う程度の経費により要領よく纏め、その目的を達して乗組員に喜ばれている。今後は自動制御方式を採用して手の掛らない冷暖房装置の開発を推進したいと思つている。

# 昭和40年版鋼船規則解説(1) (含 同第1回改正解説)

日本海事協会

昭和40年版鋼船規則における改正事項は、各専門委員会および技術委員会でそれぞれ審議可決された後、本年3月6日付をもって運輸大臣の認可を得、5月21日以降入級申込み船から適用されている。

また、1960年 SOLAS 条約の発効に伴い、昭和40年版鋼船規則の第1回改正が行われ、5月26日以降実施されている。

以下に、これらの主要改正事項について説明する。なお、説明文中「旧」とあるのは、昭和39年版鋼船規則のことである。

## 第1部 船体関係

### 第1編 総則および船級検査

**第2章、第2条** 旧規則では操舵装置図に操舵機が含まれることが明確でなかつたので、これを書き改めた。

**第2章、第5条** 旧規則では液体を積む二重底タンク内の中心線桁板は水密構造とする必要はないが、准水密構造とすることを規定していた。しかるに改正規則の第7編において准水密構造の表現をとり止めとしたため、従来の取扱いと同一にするように、本文を挿入した。

### 第2編 定義

**第5条3** 各規定に引用される船首船底補強部の定義を設けた。

### 第3編 船体構造および塗装に関する総則

**第14条** 旧規則では第14編において有効な防食措置を講じた場合に規定の寸法の軽減についての条文があつたが、これは縦強度部材に限られていたため、本編で一般的に横強度部材および局部強度部材を含め、承認された防食措置を講じた場合の規定の寸法の軽減に関する根拠条文を与えた。

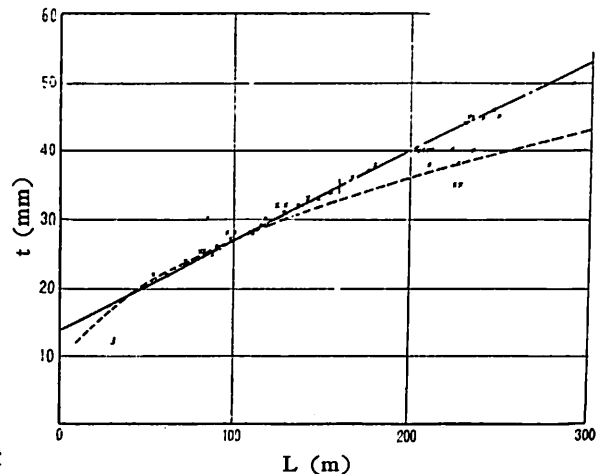
### 第4編 船首材および船尾材

旧規則では平板竜骨の規定は本編に設けられていたが、これを第15編に移した。第4条鋼板船尾材プロペラ柱の寸法を、従来の実績に合うよう大型船にまで延長した(第1図参照)。大型船で算式による板厚が45mm以上となる場合は、材質や工作等の面から、防撓材を適当に配置するなどの構造上の配慮により、使用板厚をなるべく45mm程度どまりとすることが望ましい。

### 第5編 舵および操舵装置

**第2章** の全部を改めた。旧規則では古い形式の操舵装置を対象とした規則が多く、これらの条文は現状に適さないばかりでなく、解釈上間違いを生じやすいところ

——— 旧規則  $t = 0.13L + 14$  (mm)  
 $L \geq 160$  (m)  
----- 改正規則  $t = 2.2\sqrt{L} + 5.0$  (mm)  
△印は実船例



第1図 鋼板船尾材のプロペラ柱の寸法

もあつたので、全条にわたつて検討を加え、さらに1960年の海上人命安全条約の改正規則との関連を考慮して、全面的に改正した。改正点のあらましを述べると次のとおりである。

(1) 主操舵場所における舵角指示および主操舵装置から補助操舵装置への切りかえを海上人命安全条約の貨物船に対する規定に合わせて規定した。

(2) 2組の動力装置が備えられている場合の補助操舵装置の省略の要件を1960年の海上人命安全条約の貨物船に対する規定に合わせて。

(3) 旧規則で、予備操舵鎖の設置要件が不明確(旧第1条第3項および旧第3条第1項の一部)であつたものを、主操舵装置に対して予備操舵鎖を備えるよう第2条第3項の規定で明らかにした。



(4) 油圧式操舵装置の場合に、第4条第1項および第3項のただし書きの規定で停止装置が省略出来るように、また第5条第1項の規定で緩衝装置を設けなくてもよいようにした。

(5) チラー等の材料について、旧条文では鋳鋼を使うときには、委員会の承認を必要とすることになっていたが、実情は鋳鋼でも鍛鋼でも使用されており、むしろ鋳鋼の方が多い傾向もあるので、今後は鋳鋼と鍛鋼を同様に使用できるようにした。

(6) チラーの寸法算定式については、旧規則ではコドラン形式のものを対象として書かれており、現在ほとんどすべての中大型船で使用されている電動油圧式の操舵装置の場合に適用が難しいのでこれを改めた。第7条において、第1項にチラーの寸法を規定し、これをすべてのチラーに適用することとし、コドラント形式のものについては、第2項に旧規則の算式を残した。

チラーの寸法を決める際に用いた操舵トルクは、第1章の上部舵頭材の寸法を決める時に用いた平均最大剪断応力値  $5.8 \text{ kg/mm}^2$  を使って、次のとおりとした。

$$\text{トルク } T = 1.14 \left( \frac{du}{100} \right)^3 \text{ ton-m}$$

du は舵頭材の径 (mm)

すなわち、第1章の規定で要求される上部舵頭材の径が du である場合は、上記の式によるトルクが加わっているものと考えられるわけである。

ボス部の寸法としては、旧規則の標準寸法のものと断面積が同一となるように規定した。このようなボス部に、前記のトルクが加えられた場合の最大曲げ応力は  $2.85 \text{ kg/mm}^2$  以下となる。

次にチラーの腕の寸法は、前記のトルクがチラーに対して、曲げモーメントとして作用する場合に、許容曲げ応力を  $7 \text{ kg/mm}^2$  として各断面の断面係数を規定した。旧規則では、舵頭材中心線からの距離を定めず、単に標準の厚さと幅だけを規定していたので、考える断面の位置によつて、応力値が異なっている。したがつて、今回は、この距離をパラメータとして取り入れて合理的なものとした。また旧規則第1条第7項および第9項で、主操舵装置と補助操舵装置の両者を連結するチラーは、寸法を増す必要があり、一方、現在ほとんどの場合、主操舵装置の両方を一本のチラーに連結している。したがつて、この増加分も含めて考え、実積の寸法をも参考にして、許容曲げ応力を上記のとおり  $7 \text{ kg/mm}^2$  とした。

なお、旧規則の算式を残した第7条第2項のコドラントの寸法については、旧規則が腕2個の場合のものを標準としていたが、今回は、腕3個の場合を標準とするこ

とに改め、算式の係数を換算したものに書き改めた。

(7) 2つ割りボスのボルトの径の算定式を新しく設けたが、ボルト寸法の決定に際しては、許容応力としてボス部の断面積を決めたときの、考えられる最大曲げ応力  $2.85 \text{ kg/mm}^2$  をとつた。この新算式によるボルトの径は、NV 協会規則によるものとほとんど等しく、LR 協会規則によるものより若干小さくなる。

(8) 以上のほか、操舵鎖、円材、滑車などについては、旧規則をほぼそのまま残してある。また第9条では、第3項に「圧力管」とあつたのを「管装置」と改めて、弁類まで適用できるようにしたほか、ほぼ旧規則どおりである。第10条は旧規則に同じである。

## 第7編 二重底構造

二重底構造に関する旧規則は、リベット接合の横式構造を主体としたもので、実情から遅れており、また、最近しばしば建造されるようになった特殊な構造の船などでは、規則の適用に困難を感じる場合があるので、全般的な検討を行ない、溶接の縦式構造を主体とした規則に全面的に改正することとした。

### 第1節 総則

二重底構造を設ける範囲、二重底の各部材に設けられる人孔および軽目穴等についての一般規則、排水法、コファダムの設置基準、そのほか、二重底構造部材の一般的な強度規則を取り纏めて総則とした。

第5条 冷却水専用の消水タンクで溶接構造の場合には従来の規定よりも緩和しうるようにした。

第8条 では、最小板厚の規定を新たに設けた。これは二重底構造関係規則を全般的に改正するに当たり、構造力学的な検討に基づいて寸法の算式を与えたため、例えば二重底の高さ、防撓材の心距等のパラメータの数値いかんによつては、算定される厚さがかなり小さい場合もありうると予想されるので、このような場合を考慮して最小厚さを規定したものである。

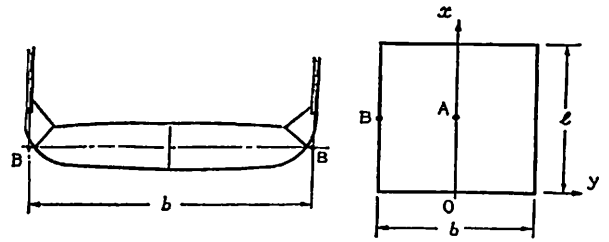
### 第2節 中心線桁板

第9条 旧規則とほぼ同様であるが、准水密構造の表現を削除した。

第10条 旧規則とほぼ同様であるが、L の限界を  $91 \text{ m}$  から  $100 \text{ m}$  に改めた。

第11条 中心線桁板の高さを定めるには、(1) 燃料、バラスト等の必要量を確保する。(2) 座礁等の損傷時に船底を保護する。(3) 二重底内の工事が満足に施工できる。(4) 船底構造として必要な強度および剛性を確保する。等の点について考慮する必要があると考えられる。今回の改正においては、前記の(1)および(2)の点か

らは規定として一定の線を明確に定め難い面があるので、これらについては他の観点から定まる高さが従来のものに比べ、特に低くならない限り、問題はないとし、主として(3)および(4)の剛性の面から二重底の高さを定めた。すなわち、(3)の見地からできる限り800mm以上とすることが望ましいが、規則としては最小高さを従来どおり660mmとした。次に(4)の剛性の見地から中心線桁板の高さを $B/16$ と定めた。これは第2図に示すように一般貨物船の二重底を四辺支持の等方性板と考えて、その曲げ強度を検討した結果に基くもので、従来一般貨物船の貨物倉の標準の縦横比が概ね0.9~1.0程度と考えられるので、このような貨物倉の二重



第2図 一般貨物船の二重底

第1表

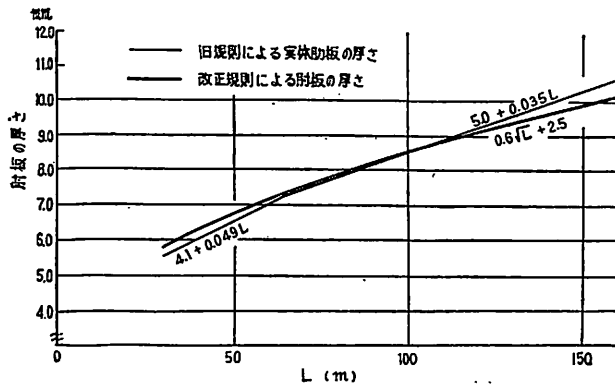
B/l	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
$w_a/B$	1/400	1/439	1/559	1/855	1/1,264	1/1,860

第2表 改正規則と旧規則の比較

船名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
L	148.0	140.0	136.0	132.0	128.0	115.0	109.0	108.0	93.0	79.0	77.5	63.0	62.0
B	20.5	19.0	18.9	18.0	18.6	16.3	17.2	16.0	13.7	12.4	12.0	10.5	10.4
d	9.25	8.4	8.85	8.02	8.6	7.35	6.66	6.98	6.39	5.43	5.16	4.76	4.85
中板中心の線桁高さ(mm)	実船 1,350	1,170	1,280	1,150	1,240	1,070	970	1,050	1,000	875	800	800	800
	旧規則 1,405	1,209	1,266	1,149	1,237	1,043	962	980	893	798	786	726	722
	改正規則 1,281	1,180	1,181	1,125	1,162	1,019	1,075	1,000	856	775	750	660	660
中板中心の厚さ(mm)	実船 14.0	13.5	13.5	13.0	13.0	12.0	12.0	12.0	11.0	10.5	10.5	9.5	9.0
	旧規則 14.0	13.5	13.3	13.1	12.9	12.1	11.8	11.8	10.7	10.1	10.1	9.2	9.2
	改規第1項 13.7	11.2	13.1	11.4	13.3	10.9	11.8	10.8	10.4	10.5	9.0	8.7	8.8
	正規則第2項 12.8	7.4	13.5	13.9	12.0	11.8	12.1	12.1	8.6	7.5	8.3	5.9	5.8
側桁板の厚さ(mm)	実船 10.0	10.0	10.1	10.0	9.5	9.0	W.T. 12.0	9.0	9.0	8.0	8.0	7.0	7.0
	旧規則 10.2	9.9	9.8	9.6	9.5	9.0	8.8	8.8	8.3	7.8	7.7	7.2	7.1
	改規第1項 (s') 端部 (0.8) 9.3	(0.8) 9.2	(0.78) 9.1	(0.85) 9.5	(0.9) 9.9	(0.8) 9.1	(0.69) 8.2	(0.75) 8.7	(0.76) 8.7	(0.65) 7.8	(0.65) 7.7	(0.6) 7.3	(0.6) 7.4
	規則第2項 (s') 中央 (1.6) 10.2	(0.8) 7.3	(1.56) 9.8	(0.85) 7.5	(1.8) 9.8	(0.8) 7.2	(1.38) 8.2	(0.75) 7.0	(0.76) 6.9	(1.3) 7.7	(0.65) 6.2	(1.2) 7.2	(0.6) 6.0
	10.2	7.3	9.3	11.2	9.2	9.7	8.5	9.1	6.9	5.2	6.2	4.4	4.9
実体肋板の厚さ(mm)	実船 11.5	11.0	11.5	10.0	11.0	9.0	10.5	9.0	9.0	9.5	8.0	9.0	7.0
	旧規則 11.7	9.9	11.3	9.6	11.0	9.0	10.5	8.8	8.3	9.3	7.7	8.7	7.1
	改規第1項 (s') 端部 (0.875) 9.9	(0.7) 8.5	(0.8) 9.3	(0.7) 8.4	(0.875) 9.7	(0.6) 7.6	(0.65) 7.9	(0.6) 7.5	(0.725) 8.5	(0.775) 8.6	(0.775) 8.4	(0.65) 7.7	(0.6) 7.4
	規則第2項 (s') 中央 (0.875) 7.8	(1.4) 9.2	(0.8) 7.4	(1.4) 9.1	(0.875) 7.7	(1.2) 8.3	(0.65) 6.4	(1.2) 8.3	(1.45) 8.4	(0.775) 6.8	(1.55) 7.3	(0.65) 6.2	(1.075) 7.2
	8.6	4.8	12.1	8.9	11.0	8.9	9.2	4.2	6.8	6.5	3.9	5.3	3.4
内の底厚板さ(mm)	実船 13.0	12.0	12.0	13.0	12.5	11.0	12.0	11.0	10.0	9.5	11.0	8.0	8.0
	旧規則 12.9	12.1	11.3	12.5	11.7	11.3	10.2	10.5	10.0	8.5	8.5	7.5	7.4
	改規第1項 12.6	11.3	11.6	11.7	11.4	10.7	9.3	10.0	9.8	8.3	8.1	7.5	7.5
	正規則第2項 13.2	12.1	11.6	10.9	11.4	10.8	10.0	8.8	6.9	7.3	7.1	5.4	5.0
構造様式	縦式	横式	縦式	横式	縦式	横式	縦式	横式	横式	縦式	横式	縦式	横式







第4図 肘板の厚さ

$$\frac{h}{d_o} = 0.067 \sim 0.095$$

となる。以上から防撓材の深さが中心線桁板の高さに応じて求まるが、第28編の防撓材の規定との関連を考慮して  $0.08 d_o$  と規定することとした。

### 第3節 側桁板

第14条 側桁板の配置については旧規則とほぼ同様である。

第15条 側桁板の厚さは、中心線桁板の場合と同様に、剪断強度と局部的な挫屈強度とから検討した。本条第1項の規定は、横置隔壁から船倉の長さの1/4の間では剪断挫屈限界応力を  $15.5 \text{ kg/mm}^2$ 、それ以外の船倉の中央部では剪断応力自体が横置隔壁近傍に比べて低くなることを考慮して剪断挫屈限界応力を  $8 \text{ kg/mm}^2$  として得られたものである。側桁板には、中心線桁板の場合と同様に、上記のほか、船体の縦曲げによる圧縮挫屈をも考慮する必要があると思われるが、実船について側桁板の圧縮挫屈限界応力を求めると、縦式構造の場合、 $7 \sim 11.5 \text{ kg/mm}^2$ 、横式構造の場合  $9 \sim 13 \text{ kg/mm}^2$  程度で、腐食予備厚を控除した後の板厚について考えると、この限界応力はさらに低下する。この結果は縦曲げにより側桁板に加わると考えられる軸圧縮力を考慮するとかなり低目であり、従つて中心線桁板の場合と同様に、腐食予備厚控除後の板厚に対して圧縮挫屈限界応力を  $14.5 \text{ kg/mm}^2$  と要求するとすれば、側桁板の板厚は従来のものに比べかなり厚い板が要求されることになる。このような理論的な説明と現状との相違から側桁板が果す強度上の役割について、NK 船体構造専門委員会において討議されたが、当分次のような見解で処理することとなつた。すなわち、側桁板は、① 肋板の横倒れ防止、② 二重底の剪断剛性の保持を主目的とするものであるとし、軸圧縮による圧縮挫屈については、開口を有する板で

は、その限界応力は増加の傾向があるとの意見もあり、側桁板の厚さの規定としては圧縮挫屈は考慮しないこととした。しかし、この点については現状では未だ説明されていないので今後さらに研究する必要があるものと考えられる。本条第2項の規定は、二重底パネルの剪断強度部材として必要な板厚の規定で、その criterion として採用した剪断許容応力は中心線桁板の場合と同様に  $13.5 \text{ kg/mm}^2$  である。また、新旧規則による値と実船例について比較したものが第2表に示してある。

第16条 半桁板の厚さは、旧規則では実体肋板と同厚と規定していたが、この実績と合うように定めることとし、結局第13条2項の規定の算式を用いることとした。

第17条 堅形鋼の寸法は、中心線桁板に設けられるものと同様に規定した。半桁板に設けられる形鋼支柱の寸法は縦肋骨に設けられる形鋼支柱の規定を準用することとした。

第18条 軽目孔に関する規定は、造船協会のガードウェブ等の開孔基準に従つた。

### 第4節 実体肋板

第19条 実体肋板の配置は、旧規定では、その心距は横式構造の場合は  $3.65 \text{ m}$ 、縦式構造では  $3.2 \text{ m}$  をそれぞれ maximum と規定していたが、改正規則ではいずれも  $3.65 \text{ m}$  をこえない心距に統一した。そのほか実体肋板の配置に関しては旧規則とほぼ同様である。

第20条 実体肋板の厚さは、中心線桁板および側桁板の場合と同様に、剪断強度と局部的な挫屈強度とから検討した。本条の規定の第1の算式は、船側から  $B/4$  の間では剪断挫屈限界応力を  $15.5 \text{ kg/mm}^2$ 、それ以外の船倉中央部では  $8 \text{ kg/mm}^2$  として得られたものである。本条の規定の第2の算式は、二重底パネルの剪断強度部材として必要な板厚の規定で、その criterion として採用した剪断許容応力は中心線桁板、側桁板の場合と同様に  $13.5 \text{ kg/mm}^2$  である。算式中の係数  $C_s'$  の値を、縦式構造および横式構造の every frame に実体肋板を設けた場合と、横式構造の 2 frame 以上の心距で実体肋板を設けた場合とで差を設けたのは、正副肋材の剪断に対する有効率を考慮したことによるものである。新旧規則による値と実船の値を実船例について比較したものを第2表に示してある。

第21条 実体肋板に取付けられる堅形鋼については、中心線桁板または側桁板に取付けられるものと同様に規



定した。

第22条 実体肋板の軽目穴については、造船協会船体構造委員会のガードウェーブ等の開孔基準に従って規定した。

### 第5節 縦肋骨

第24条 第1項は旧規則どおりであるが、第2項で縦肋骨心距の上限をなるべく1m以下と改め、実情に沿うようにした。

第25条 縦肋骨の断面係数については、主として塑性設計的な解析法により考察し、併せて弾性計算法により強度および挫屈について検討した。その結果、崩壊状態に対し安全率を no strut の場合 2.7, with strut の場合で通常の貨物倉下では 3.0, 同じ場合で深水槽下では 3.5 として得られたものである。この規定による断面係数を有する船底縦肋骨の横荷重による曲げ応力は弾性計算上概ね 15 kg/mm<sup>2</sup> 程度である。また実体肋板の心距を 3.65 m 以下とするときは規定の寸法を有する縦肋骨は縦曲げによる圧縮挫屈に対しても十分と考えられる。

第26条 形鋼支柱の寸法は倉内荷重と船底水圧とによる圧縮を考慮して定めた。その所要断面積は許容圧縮応力を 4.7 kg/mm<sup>2</sup> として得られたものである。規定による断面積の形鋼支柱は、その形鋼が平鋼または球平鋼以外のものであれば、圧縮挫屈に対しては十分なものと考えられる。

### 第6節 内底板および縁板

第27条 内底板の厚さは、二重底パネルに倉内荷重または船底水圧が横荷重として作用したときの曲げ強度と、さらに倉内荷重または二重底タンク内水圧による内底板の局所的な強度とから検討した。本条の規定の第1の算式は、これらのうち局部強度上必要な板厚の算式である。肋板および縦肋骨等により囲まれた内底板の小

ネルを周辺固定の矩形板と考え、これに様な垂直分布荷重および縦曲げまたは二重底パネル全体の曲げによる軸方向応力が作用するとき、最初に塑性関節ができる状態に対し、ある安全率を有するという条件から板厚を求めると、外板、甲板等の場合と同様に縦式構造および横式構造の場合を通じて一般に次式で表わすことができる(昭和38年版鋼船規則解説参照)。

$$t = \alpha \beta \sqrt{r h} s + c \text{ (mm)} \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 $\alpha$  は安全率に関する係数で、安全率を  $C_1$  とすると、 $3.81\sqrt{C_1}$  で与えられる、 $\beta$  は軸力の大きさにより定まる係数で、その関係は昭和38年版鋼船規則解説に図示してある。二重底のタンク内水圧を考慮する必要があるときは軸力は一般に 7~8 kg/mm<sup>2</sup> 程度以内、倉内荷重を考慮する必要があるときは 14~15 kg/mm<sup>2</sup> 程度以内と考えられる。この程度の軸力のときは上記の図から前者では  $\beta=1.0$ 、後者では 1.2 程度と考えられる。 $r$  は荷重密度 (t/m<sup>2</sup>)、 $h$  は荷重高さ (m)、 $s$  は縦肋骨または肋材心距 (m)、 $c$  は予備厚さ (mm) である。いま  $C_1=1.0$  を採ると、上記の関係から (2) 式は上記いずれの場合に対しても次のように与えられる。

$$t = 3.81s \sqrt{h} + C \dots\dots\dots (3)$$

ただし、 $h$  はタンク内水圧を考慮する必要があるときは、はその水頭 (m) を倉内荷重を考慮する必要があるときは、その hold depth (m) をとる。実船例について満載吃水  $d$  (m) とこれらの  $h$  を比較すると第3表のとおりである。(3) 式の  $h$  の代りに取扱い上の簡便さを考慮して  $d$  をとると、第3表から倉内荷重に対しては一般に cover されるが、タンク内水圧を溢出管上端までとるときはある程度 severe となる。しかし、溢出管上端までの水圧が加わるのは頻度的に極めて少ないと考えられるので、従来のとおり方を用いてタンク頂板と溢出管の上端までの距離の  $h$  をとるときは一般に cover されるから、規定としては (3) 式の  $h$  の代りに  $d$  を用いる

第 3 表

船名	1	2	3	4	5	6	7	
L	148.0	140.0	136.0	132.0	128.0	115.0	109.0	
d	9.25	8.4	8.85	8.02	8.6	7.35	6.66	
h (m) {	hold depth	5.4	6.46	7.70	6.25	7.36	5.225	7.63
	タンク頂板上溢出管の上端までの距離の $\frac{1}{2}$	6.038	5.123	5.743	4.883	5.538	4.423	4.773
	タンク頂板上溢出管の上端まで	12.065	10.245	11.485	9.765	11.075	8.845	8.545
船名	8	9	10	11	12	13		
L	108.0	93.0	79.0	77.5	63.0	62.0		
d	6.98	6.39	5.43	5.16	4.76	4.85		
h (m) {	hold depth	7.95	4.2	5.425	5.2	4.6	4.7	
	タンク頂板上溢出管の上端までの距離の $\frac{1}{2}$	4.433	3.758	3.17	3.058	2.758	2.808	
	タンク頂板上溢出管の上端まで	8.865	7.515	6.34	6.115	5.515	5.615	

こととした。

本条の規定の第2の算式は、二重底パネルの曲げ強度上必要な板厚の算式である。その criterion として採用した許容曲げ応力は、内底板の船長方向に対して  $11.0\text{kg/mm}^2$ 、横方向に対して  $18.0\text{kg/mm}^2$  である。

実船例についての計算結果を第2表に示した。

第28条 グラブその他の機械的装置により常時荷役をする船の内底板の増厚については、鉱石船の場合との比較やグラブ自体の重量、使用頻度等を考慮した結果、旧規則より緩和した。

第30条 緑板の規定の厚さは、旧規則では内底板の規定の厚さに2mm増となつていたのを1.5mm増と緩和した。

#### 第7節 外側肘板

第33条 内容的にはほぼ旧規則どりである。

第34条 控板の厚さは数値的には旧規則どりである。

#### 第8節 組立肋板

第36条 正副肋材の断面係数の規定は、考え方としては縦肋骨の場合と同様にして得られた。崩壊状態に対する安全率は、形鋼支柱が設けられる場合も、設けられない場合も一様に2.3とした。

第37条 組立肋板の形鋼支柱は、縦肋骨の場合と同様に規定した。

#### 第9節 船首船底補強部の構造

船首船底補強部の構造では、旧規則は縦通外板防撓材を要求していたのに対し、改正規則ではこれを外板縦防撓材と改め、肋板の箇所でも必ずしも貫通しなくてもよいこととした。これは船首船底の狭い箇所における工作上的の便を考慮したものであるが、強度上はできる限り貫通とすることが好ましい。止むを得ず肋板の箇所でも断切する場合は防撓材の端部は肋板にまわし溶接をしなければならない。

以上のほか旧規則と同様であるが、実体肋板および側桁板の厚さの規定が改正されたのに伴ない、船首船底補強部のこれらの板厚も改正規則によることとなる。改正規則では実体肋板および側桁板の厚さは船倉中央部付近では横置隔壁および船側近傍に比べ厚さが薄く許容される場合がある。しかし、スランピング等により局部的に船底水圧が大となる部分では実体肋板や側桁板が外板に溶接される近傍で腰折れ挫屈することが懸念される。従つて船首船底補強部の実体肋板および側桁板の厚さは、船倉中央部付近でも横置隔壁または船側近傍と同程度以上のものとするのが望ましい。

#### 第8編 肋骨および船首尾防撓構造

第2章第3条および第4条 旧規則の第3条および第4条を纏めて新たに改正第3条とし、改正第4条として、船体前後部の肋骨心距について構造または寸法に適当な

考慮が払われている場合は、現行規定の値を適当に参照できるように根拠条文を設けた。

同第16条2 二重底の高さが第7編に示す値より著しく低いときは、倉内肋骨の寸法増加の根拠条文を設けた。

#### 第13編 深水タンク

第5条 特に大きい深水タンクについては、現在は内規で特別に考慮しているが、その取扱いが、旧規則の条文と一致しなかつたため改正した。

#### 第15編 平板竜骨および外板

第2節第3条 平板竜骨の規定を旧第4編から移した。

第6節第20条 外板防撓材の規定を旧第7編から移した。

#### 第29編 鉱石運搬船

第3条 肋板の厚さを、いずれの断面においても許容剪断応力が  $8.0\text{kg/mm}^2$  を満足するよう改めた。

第6条 第36編9章4条1.の改正に伴つて改めた。長さを66mとしたのは、第29編の規定制定のときの趣旨により、鉱石船では一般に鉱石倉が狭くなつているので、長さの限度を一般貨物船の2倍とした。

#### 第30編 船体構造および機装品材料

第1章第1条5 製造法が本編に規定されたものと異なる材料については、本会の承認を得れば、これを使用することができるよう改めた。

第9章第4条、第5条、第6条、第7条、第11条、第13条、第15条および第16条 JIS G 3525の改正(昭和29年10月1日施行)に伴ない、これに合わせたものである。ただし、第30・21表の切断荷重、重量、径などは改正せずに旧規則のまま残すこととした。これは、第30・21表のローブ径を変えることは、機装品に対する第24編の規定と関連があり、本表だけを改正できないこと、また、第24・1表の改正は、船舶設備規定との関連および現在国際船級協会間で進められている錨、錨鎖、索等の統一規格化の問題との関連などがあることを考慮して、当分の間これを見合わせることにした。

第12章第30・29表 JISでは、4号試験片は可鍛鋳鉄に対して仕上げないことになつているので、これに合わせた。

#### 第36編 ポンプ補機および管装置

第9章第4条1 旧規定では長さ33mをこえる船倉すべてに対する要求となつてしたが、2 hold以上の船では、1 holdの船より船首トリムの可能性は少なく、ビルジ吸引口も後端だけでよいと考えられるので、これを他船級協会規則なども参考にして、昭和33年版以前の規則と同様1 holdの船に対してのみ適用することとした。



# ポリプロピレン繊維索について

小池 正 衛  
(運輸省船舶技術研究所)

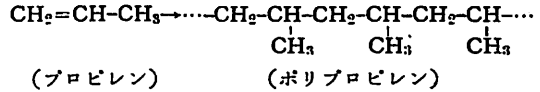
## ま え が き

第二次大戦後の合成化学の発展は、衣料をはじめとする生活必需品や文化生活の凡ゆる面で、われわれの生活に大きな変革をもたらしたが、まずその代表としてナイロンをあげることに反対する人はあるまい。ナイロンにひきつづき多くのプラスチックがわれわれの前に現われたが、特に繊維の面に限定してもポリエステル(テロン)、ヴィニロン、ポリエチレン、アセテート、ビニリデン等と多くの新しいものをあげられよう。これ等合成繊維は在来の天然繊維(麻、綿、毛その他)とくらべ種々の長所を有し、生活面のみならず産業方面にも広く用いられているものが多く、特に船舶用の曳索や係船索として在来のマニラ麻索に替りうるものとして、ナイロン、ビニロン、ポリエチレン、テロン索が、法定船用品として認定を受け、実績をあげているのは周知の事実である。ポリプロピレン索はこれらにひきつづいて現われた新しい合成繊維製品である。

ポリプロピレンの製法がイタリア、ミラノ大学のナッタ教授(Prof. G. Natta)一先年ノーベル化学賞受賞とモンテカチーニ社(Montecatini)との協同研究の結果発表されたのは、今から約10年前の1955年のことであるが、その後これから他の合成繊維にみられない長所を有する繊維が製造できるようになり、この技術の導入をめぐつては、当時「夢の繊維」「革命的繊維」あるいは「最後の繊維」などという派手な表現でジャーナリズムの話題となつたことがある。この繊維は後に述べるような種々の長所もありまた短所もあるが、これを研究してゆくうちに衣料などの一般用途よりも、産業用資材の方により適性が多いらしいということが分つてきた。特にわれわれの関心の深いものとして船舶用の係船索や曳索、漁網等については研究が重ねられ、また実船でも試験的に使用された後、先般法定船用索として認定を受けることになり、当船舶技術研究所でも種々のポリプロピレン索(商品名パイレン索)について船舶用としての適性を試験する機会を得たので、その概要を報告しあわせて若干の考察を加えて参考に供する次第である。

まずポリプロピレン繊維はどのような特性を有する繊維であるか、原料は何かまたどのような製法で作られるのか、について詳しくはあとがきの参考文献によつてもらうこととし、ごく簡単にふれると、ポリプロピレン(Polypropylene)はプロピレンの重合体(Polymer, 同

種の炭水化物の分子が構造上連結して高分子の炭水化物を構成しているものを重合体と云い、そのような作用を重合 Polymerization, 重合している数を重合度という)で、プロピレンはオレフィン系、炭化水素に属し(オレフィン系炭化水素の一般式  $C_nH_{2n}$  の  $n=3$  に該当する)、エチレンに近いもので石油製精の際の排ガスやエチレン製造装置からの副生ガスから得られ、また最近では工業的に原油からも製造されるようになった。



ポリプロピレンの種類はその重合度によつて種々の型があり、その性質は分子構造や結晶性により大分かわつてくるが、他のプラスチックにくらべ比重、機械的強度、耐熱性、電気的特性、薬品性など著しい相違を示す。これについては、繊維として他のプラスチックを原料とする合成繊維と比較して述べるが、ポリプロピレンがどのようなものに使われるかその用途の例を別表(1)に示す。

別表(1) ポリプロピレンの用途

用途別区分	一般家庭用	産業資材
フィルム	一般包装用、袋テープ類	食品、薬品、機械類の包装、絶縁シートパッキング等、紙等
パイプ	家庭用パイプ類	ガス管、水道管、蒸気・薬品用配管、電気絶縁管、
電気器具	屋内絶縁線、テレビ、ラジオ電気器具一般	工場配線、ケーブル、電気器具ケースおよび部品、バッテリーケース、テープレコーダーテープ、プラグ、絶縁材料等
ビン類	補乳ビン、水筒、食料、化粧品、医薬品容器	化粧ビン、薬品および食品容器
その他の成形品	バケツ、洗面器、桶、食器等	コック、フランジ、容器、歯車、接手、ビンのキャップ、建築用品、
その他		タンクライニング、容器のコーティングさび止め等
織 維	一般用衣服地、毛布、敷布類、敷物、毛、綿等との混紡品、靴下、学生服、ふとん綿、蚊帳、カーテン、肌着、セーター等、歯ブラシ	索、漁網、絶縁材料、作業衣、作業手袋、濾布、テント、シート、帆布、工業用フェルト、工業用ブラン、防風、防虫網
ゴ ム	防水具、家庭用ゴム製品、靴、フォームラバー、靴等	タイヤ類、コンベアベルト、パッキングシート等

## ポリプロピレン繊維の特性

ポリプロピレン繊維はある種の触媒（例えばチタン化合物とアルミニウムアルキル）を用い、純度の高いプロピレンを加熱加圧下で重合させ、その重合体から触媒および溶剤を分離させ精製された結晶性ポリプロピレンのうち、繊維用のものを紡糸機にかけて紡績糸、マルチフィラメント、モノフィラメント等の原糸がつくられる。ポリプロピレンの一つの特徴は、いろいろの繊維の形で糸がつくられる点である。今度試験を行なったものはこの3種の原糸をもとにして作った糸であつて、原糸の種類は680デニール/120フィラメント1種、170デニール/24フィラメント2種（以上マルチフィラメント糸）、紡績糸（5番手）3、種モノフィラメント（400デニール）1種である。

原糸の太さを表わすのに普通フィラメント糸の場合はデニール、紡績糸（スパン糸）の場合は英綿紡式番手を呼称する。木綿糸を例にとれば、1本の木綿糸は短い多くの繊維からできているが、このような糸を紡績糸（スパン糸）といい、また生糸のように1本の糸を構成している繊維が非常に長いものをフィラメント糸といっている。また1本の原糸が複数の長繊維でできているものをマルチフィラメント糸原糸そのものが1本の長繊維であるようなものをモノフィラメント糸という。1デニールというのは9,000メートルの重さが1グラムである太さを云い、合成繊維の場合比重が0.9~1.7（ポリプロピレンは0.91）なので直径が大略10 $\mu$ （0.01ミリ）である。英綿紡式番手は次のように表わす。

$$\text{英綿紡式番手} = 0.59 \times \frac{\text{糸の長さ (m)}}{\text{糸の重さ (g)}}$$

$$\text{デニール} = 9,000 \times \frac{\text{糸の重さ (g)}}{\text{糸の長さ (m)}}$$

であるから、

$$\text{デニール} = 5.310 / \text{英綿紡式番手}$$

また前例による680デニール/120フィラメントというのは、1本の原糸の太さが680デニールであつて、120本のフィラメントで構成されていることを示す。

この3種類の原糸について種々の試験を行なった結果次のような特性のあることが確認された。

### 1) 強力、伸びについて。

ビロンやポリエステル（テトロン）にくらべられる強力をもつ。また湿潤状態において強力を増す傾向

を有する。

### 2) 吸湿性について。

ナイロン、テトロンより吸湿性が少なく、全く水を吸わないと考えてよい。

### 3) 伸長回復性について。

繊維が引張られた後に外力を除くともとの長さにもどろうとする能力を伸長回復性という。この伸長回復性はナイロン、テトロンと同様にすぐれた性能をもっている。

### 4) 耐薬品性について。

希塩酸と苛性ソーダの10%溶液、飽和食塩水、石油中に48時間浸漬した後に行つた引張試験では殆んど変化なく耐薬品性のすぐれていることが認められた。（別表（2））

別表（2）ポリプロピレン繊維の耐薬品性試験結果

原糸	浸漬時間 項目 薬	24 時間		48 時間	
		引張強さ	伸 び	引張強さ	伸 び
マルチ フィラ メント	10% 希 塩 酸	98~100	102~104	99~100	107~113
	10% 苛性ソーダ	95~106	96~104	95~101	111~104
	飽 和 食 塩 水	103	100~113	100~102	96~101
	ガ ソ リ ン	96~100	96~104	97~99	100~111
ス パ ン	10% 希 塩 酸	96	106~109	96~101	100~104
	10% 苛性ソーダ	106~107	104~109	104~106	105~109
	飽 和 食 塩 水	99~104	104	100~104	101~104
	ガ ソ リ ン	96~98	96~102	98~103	102~104
モ ノ フ ィ ラ メ ン ト	10% 希 塩 酸	91	82	91	97
	10% 苛性ソーダ	95	90	95	83
	飽 和 食 塩 水	91	88	88	79
	ガ ソ リ ン	94	94	91	98

注：各数値は無浸漬の場合の引張強さおよび伸びを100とした割合を示す。

### 5) 温度特性について。

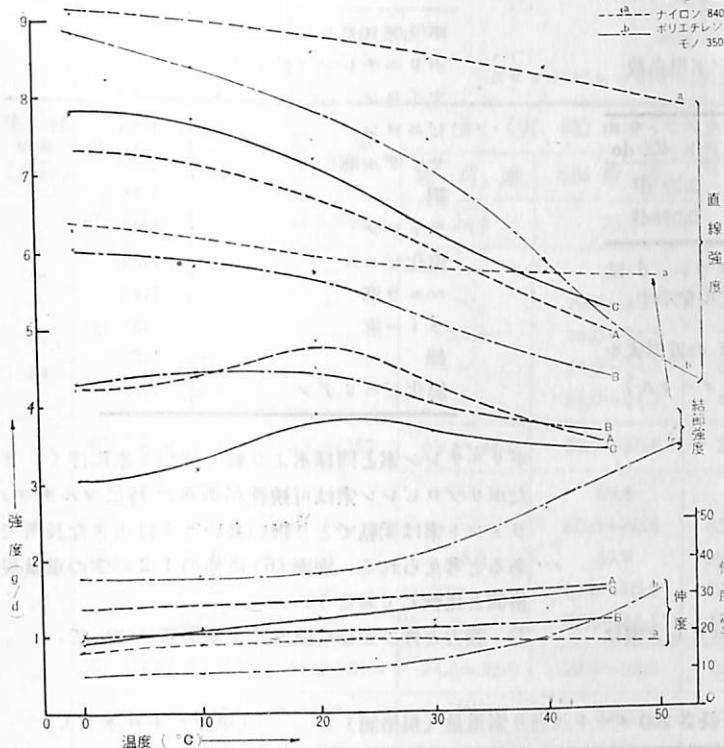
温度条件をかえて引張試験を行つた結果を別図（1）によつて示す。これによれば3種のポリプロピレン糸の間に若干の強力の差はあるが傾向として著しい相違は認められず、いずれも温度が上るに従つて強力の下下を示している。これを他の合成繊維と比べた場合、ポリエチレン程の影響は認められなかつた。

### 6) 耐候性について。

自然現象に対する抵抗性を耐候性というが、そのうちでもつとも著しい影響を及ぼすものが紫外線である。試験方法としては、自然暴露とウェザーメーター



A --- P.P.マルチ, 170d  
 B --- P.P.スパン, 5番手  
 C --- P.P.モノ, 400d  
 D --- ナイロン 840d  
 E --- ポリエチレン  
       モノ 350d



別図1 単糸の強伸度および結節強さの温度特性



写真1 単糸の強伸度引張試験, 単糸の引張試験は恒温恒湿室において写真のような高性能引張試験装置を使用する

別表(3) ポリプロピレン繊維の耐候性

試験項目	強度 (%)		伸度 (%)	
	安定剤配合	安定剤配合しない	安定剤配合	安定剤配合しない
紫外線照射時間				
0	100	100	100	100
100	90	75	91	54
160	85	45	82	32

による人工紫外線照射等の方法があるが、別表(3)はウェザーメーターで試験した1例を示す。

ポリプロピレン繊維自体としては耐候性がすぐれているとはいえないが、製造時に耐候安定剤を加えることにより耐候性の向上は可能と考えられる。なお索に構成する場合は後に述べるように紫外線の影響は単糸にくらべ著しく減少する。

### 索としての特性

船舶用の法定索としての条件は、船舶設備規程、および船舶検査心得によつて定められている材料、より方、形状、寸法、単糸数、重量、強度などの規格に達しているほかに、索として扱い易いこと(重量が軽い、水分を余り吸収しない、余り固くない、索の一部が切れてもすぐばらばらになつてしまわない、キックし難いこと、スプライスし易いこと等)、強力が強いこと、伸びが適当であること、摩耗しにくいこと、ワーピングドラム、※ラード等に対し適当な摩擦係数を持つこと、耐候性および耐蝕性があること等が必要であると考えられる。

新らしい材料を使用して作られた索については、これ等の諸項目について行つた試験結果を在来のマニラ麻索や既に船舶用の法定索として認定を受けている他の合成繊維索と比較検討した上で認められることになる。マルチフィラメント、紡績糸、モノフィラメントの3種類の原糸でつくられているポリプロピレン索について以上の各項目について試験し、比較検討を行つた結果、次に述べるような特性が確認された。

#### 1) 外見について。

3種の索はそれぞれ外見上やや相違する。すなわち色調は3種とも若干乳白色を呈するが、光沢はモノフィラメント索がもつとも強く、冷い透明感をもちポリエチレン索と似ており、マルチフィラメント索はやや光沢を呈する暖か味のある感じの索であるが、スパン索は無光沢で多少木綿糸状のけばのある、スパンヴィニロン索に似たロープである。いずれも柔かい感じであるが、マルチフィラメント索がもつとも柔かく、重量も軽い。

2) 重量およびストランドの単糸数について。

重量およびストランドの単糸数は概ね次の諸式に近い値となる。(別表(4))

別表 (4) ポリプロピレン索のストランド単糸数および重量の近似値

項目	種 類			
	マルチ 680 de	マルチ 120 de	スパン 糸5番手	モノフィラ メント 400 de
ストランド単糸数	1.35 d <sup>2</sup>	5.4 d <sup>2</sup>	0.84 d <sup>2</sup>	2.27 d <sup>2</sup>
重 量	0.097d <sup>2</sup>	0.097d <sup>2</sup>	0.088d <sup>2</sup>	0.098d <sup>2</sup>

注：重量は200メートルに付き、キログラム、d は索径(ミリメートル)、de はデニールを示す。

参考までに他の繊維索の重量(規格値)の近似式をあげると次の通りである。(d は索径ミリメートル)

ビニロン(紡績糸)	0.119 d <sup>2</sup>
ク (マルチ)	0.133 d <sup>2</sup>
ナイロン(マルチ)	0.120 d <sup>2</sup>
ポリエチレン(モノ)	0.104 d <sup>2</sup>
テトロン(マルチ)	0.154 d <sup>2</sup>
マニラ	0.148 d <sup>2</sup>

これと別表(5)で分るようにポリプロピレン索は

別表 (5) 各種繊維の比重

織 維 名	比 重
ポリプロピレン	0.91
ポリエチレン(低圧法)	0.95
ナイロン	1.14
ビニロン	1.30
サイザル麻	1.30
絹	1.36
テトロン	1.38
塩化ビニル	1.39
マニラ麻	1.45
ラミー麻	1.51
綿	1.55
塩化ビニリデン	1.77

ポリエチレン索と同様水より軽く従つて水に浮く。またポリプロピレン索は可撓性があり、特にマルチフィラメント索は柔軟でとり扱い易いことは大きな長所であると考えられる。別表(6)に他の1.2の索の重量規格値と比較しておこう。

3) 強力と伸び並びに温度による影響について。

別表 (6)

長さ200メートル当り索重量(規格値)

(単位: キログラム)

径 ミリ	ビニロン (紡績糸)	ナイロン	ポリエチレン	テトロン	マニラ麻 (第一類)	ポリプロピレン		
						マルチフィラメント	紡績糸	モノフィラメント
12		17.69	15.2	22.2	21.14	14.3	13.0	14
16		30.84	26.4	39.5	37.58	25.0	23.2	25
20	49	48.08	41.6	61.7	58.72	39.0	37.0	40
24	71	69.54	59.8	88.9	84.56	56.5	53.0	57
28	95	95.39	81.4	121	115.10	77.0	71.0	78
30	109	108.41	93.2	139	132.12	87.5	82.0	89
35	149	145.15		188	172.65	119	117	121
40	192	191.74	166	247	225.49	156	144	158
45	240	244.80	209	313	285.39	196	180	200
50	295	302.55	258	386	352.33	248	221	248
55	353	367.28	314	467	426.33	293	272	299
60	427	438.50	373	555	507.36	349	320	356
65	511	513.48	440	652	595.44	410	376	418
70	585	596.80	509	756	690.58	476	439	485
75	674	686.61	583	868	792.75	546	506	557
80	767	779.28	663	988	901.98	621	575	634
85	860		750	1,115	1,018.24	701	645	715
90	967		842	1,251	1,141.56	786	725	802
95	1,079		936	1,393	1,271.92	875	809	893
100	1,190		1,048	1,544	1,405.34	970	893	990



ホリプロピレン索の強力は次の式に近い値で与えられる (d は索径ミリメートル)  
 マルチフィラメント索  $0.0180d^{1.85}$

スパン索  $0.0155d^{1.85}$   
 モノフィラメント索  $0.0140d^{1.85}$   
 参考までに他の繊維索の場合を示すと、概ね次次に

別表 (7)

ホリプロピレン索の引張試験結果

索径 mm (公称)	試験条件	重量 kg/200m	径 (実測) mm		破断 荷重 ton	破断時の 伸び %	常温乾を100 とした強力比	
			無荷重	5%荷重				
マルチ 索 24	乾 (常温 20°C)	54.8~55.2	24.5	23.8	7.1~7.4	30~31	100	
	湿	-10°C	-	-	23.5	7.6~8.0	32~35	108~116
		0°C	-	-	23.8~24.5	7.5~7.6	31~36	106~110
		20°C	-	24.6	24.0~24.5	7.2~7.6	30~37	102~106
		35°C	-	-	24.0~24.5	6.5~7.5	28~35	92~102
		50°C	-	-	24.0~24.9	6.3~6.9	28~37	89~94
マルチ 索 60	乾 (常温 20°C)	350~352	62.4~65.0	59.7~60.5	38.0~41.0	30~35	100	
	湿	-10°C	-	-	59.8	46.7	29	100
		0°C	-	-	60.0~60.5	42.4~43.9	30~33	101~112
		20°C	-	63.0	59.9	39.2~41.5	31~33	100~103
		35°C	-	-	59.0~60.9	37.7~40.1	30~34	98~99
		50°C	-	-	59.0~61.1	35.4~38.5	31~35	93~99
スパン 索 24	乾 (常温 20°C)	51.2~51.4	24.8~25.0	23.3~23.8	6.67~7.13	31~36	100	
	湿	-10°C	-	-	23.7	7.9~8.0	34~36	112~118
		0°C	-	-	24.0	7.63~7.73	34~36	107~116
		20°C	-	25.1	24.1~23.5	7.16~7.20	32~35	101~107
		35°C	-	-	23.6~23.8	7.10~7.13	34~35	100~107
		50°C	-	-	23.4~23.8	6.90	33	97~103
スパン 索 60	乾 (常温 20°C)	331~334	64.8~65.0	59.6~60.3	36.8~37.0	35~38	100	
	湿	-10°C	-	-	60.3	41.8~42.3	36	113~115
		0°C	-	-	60.3~60.4	40.6~40.8	34~35	110~111
		20°C	-	65.3~65.5	59.8~60.2	38.9~40.8	36	106~110
		35°C	-	-	59.4~59.9	59.4~59.9	35~36	98~109
		50°C	-	-	58.8~59.9	58.8~59.9	34.6~38.7	94~104
モノ フィラ メント 索 24	乾 (常温 20°C)	59.3	25.7	24.8	6.3	28	100	
	湿	-10°C	-	-	-	6.7	27	106
		0°C	-	-	-	6.6	29	105
		20°C	-	25.7	-	6.6	30	105
		35°C	-	-	-	6.5	31	103
		50°C	-	-	-	6.4	33	102
モノ フィラ メント 索 60	乾 (常温 20°C)	375	25.1	63.4	42.2	37	100	
	湿	-10°C	-	-	-	45.6	33	108
		0°C	-	-	63.6	43.5	33	103
		20°C	-	25.2	63.2	41.0	34	97
		35°C	-	-	63.4	39.7	37	94
		50°C	-	-	63.1	38.7	40	92

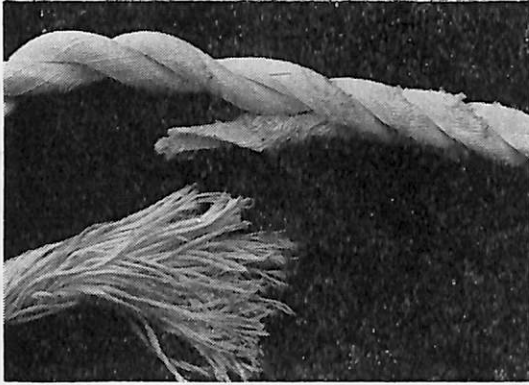
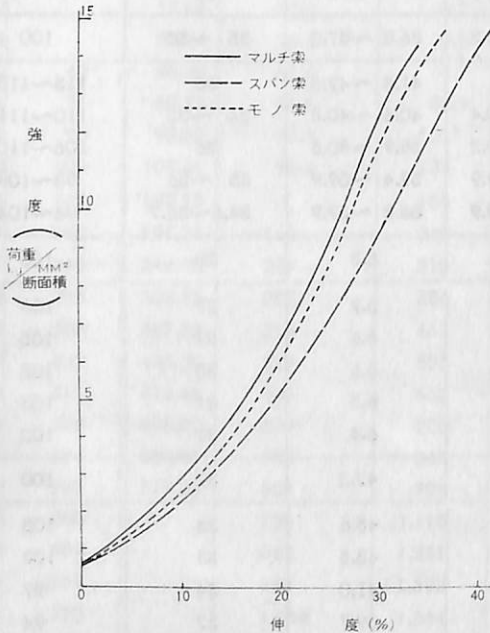


写真2 ポリプロピレン索の破断部分には破断時の発熱で写真のように溶解している状態が見られる

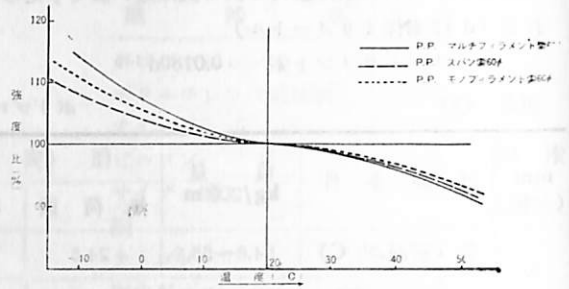
近い値となる。

マニラ麻索 (第1類第1種)	0.0106 d <sup>1.85</sup>
ビニロン (スパン)	0.0135 d <sup>1.85</sup>
ク (フィラメント)	0.0147 d <sup>1.85</sup>
ナイロン	0.0230 d <sup>1.85</sup>
ポリエチレン (モノ)	0.0135 d <sup>1.85</sup>
ポリエステル (テトロン)	0.0200 d <sup>1.85</sup>

実際の試験に際してはポリプロピレンは温度条件にデリケートな傾向を示すと考えられるので、常温(20°C)乾燥および湿潤状態における強力のほか、-10°Cより50°Cまでの水中または温水中に1時間以上浸漬



別図2 索の強伸度



別図3 索強伸度の温度変化

したものを、すばやくとりだして引張試験を行い、索の強伸度の温度による影響と含水時と乾燥時の強力の比較を行なった。その結果を別表(7)に示した。別図(2)では荷重と伸度の関係の1例を、別図(3)では含水時20°Cの強力を100とし各温度における強力との割合を縦軸に、温度を横軸としたものを示した。これ等によれば、強度においてはモノフィラメント、スパン糸に比べ、マルチフィラメントの方がやや大きな変化を示しているが、測定値のバラツキを考え、10°Cにつき約10%程度の強力の変動を見込むのが妥当であろう。

4) 含水の影響について。

ポリプロピレンは疎水性で水は吸わないため、本質的には強伸度に影響をおよぼさないと見做すべきであるが、付着水として繊維間に介在し強度を多少向上させる傾向を有し、マルチフィラメントおよびモノフィラメントで数%、紡績糸で10%近くの強度上昇を示した。これは吸水率の低いポリエステル、ポリエチレン等の傾向と一致する。

別表(8) 含水による索重量変化

項目 浸漬時間	含水による増重(%)			50時間後の増重量 g	自然乾燥による減重(%)	
	1	25	50		1	16
マニラ	25	48	55	186	49	27
ビニロン	26	30	33	91	28	6
ナイロン	14	17	17	49	13	2
ポリエチレン	6	15	16	38	11	1
ポリエステル	13	15	16	56	13	1
ポリプロ(マルチ)	23	24	25	56	2	0
ク(スパン)	38	45	45	100	35	2
ク(モノ)	23	24	24	52	17	1

注: %の値は初期重量(無浸漬時)に対する百分率である。



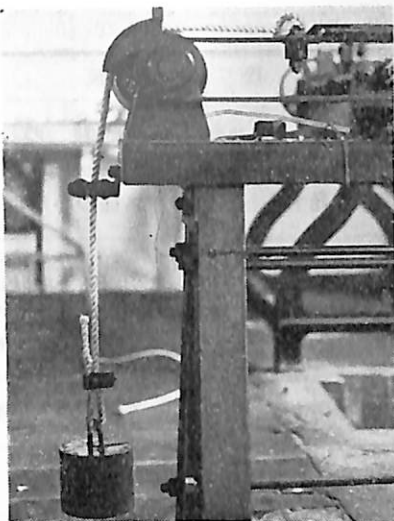


写真3 摩耗試験装置の一種

次に含水による重量変化を調べるため、引張試験とは別途に12ミリ索を水頭30米の淡水中に所定の時間浸漬した後の重量増加の測定と、それを自然乾燥させた後の重量減少を測定して、含水前の重量に対する比を算出作表したものを別表(8)に示す。これによればマルチフィラメントとモノフィラメントは1時間でほぼ飽和し、紡績糸がその後も多少含水増加を継続する。飽和状態における含水率はマルチフィラメントとモノフィラメントが25%、紡績糸で45%程度である。この値は他の合成繊維に比べ大きい、これはポリプロピレンの索重量が繊維中もつとも軽いのが原因で、表中50時間後の含水絶対量においては糸のタイプが類似しているもの(例えばポリプロピレン紡績糸とビニロン紡績糸)はほぼ等量の含水量である。従つて索の含水は、多分に索の構成による付着水空間の多少による影響があるものと推定される。

#### 5) 摩耗試験について。

試験は径12ミリの各種索を別表(9)および写真(3)に示すような装置により、一端に10キログラムの錘を下げ、索に前後往復運動と回転運動を同時に与えながら外径150ミリ粒度120のグラインダーによつて回転摩擦を与えて行い、別表(7)に示すような結果を得た。試験結果は、索の往復運動をもつて1回とし、500回摩耗試験後の残存強度比を求めたものである。

これによれば、モノフィラメントは他の合成繊維にくらべすぐれ、マルチおよびスパン索は概ね同等程度の結果を示した。ただ、摩耗試験の方法については実

別表(9) 索の摩耗試験結果

ロープの種類	残存強度%	試験方法
マニラ	75	
ビニロン	60	
ナイロン	72	
ポリエチレン	77	
ポリエステル	72	
ポリプロピレン(マルチ)	69	
ク (スパン)	64	
ク (モノ)	80	

注: 各数値は500回摩耗試験後の強力の残存率を示す

別表(10) 認定されている繊維索の索径の比較表  
(船舶設備規程第130条より)

第4号または第5号表に定めるマニラ麻索の径(ミリ)	代用するナイロン索の径(ミリ)	代用するビニロン索の径(ミリ)	代用するポリプロピレン索の径(ミリ)	
			マルチフィラメント索	スパンまたはモノフィラメント索
20	14	17	15	16
22	15	19	17	18
24	17	20	18	19
28	20	24	21	22
30	21	25	23	24
32	22	27	24	26
35	25	30	26	28
40	28	34	30	32
45	32	38	34	36
50	35	42	38	40
55	39	46	41	44
60	42	50	45	48
65	46	55	49	52
70	49	60	53	56
75	53	65	56	60
	55		60	63
	60		65	69
	65		70	75

際の摩耗現象に近い試験方法に関する基準のない現状であり、また問題点の一つでもある。

#### 6) 耐候性について

径12ミリの試料をウェザーメータにより100時間および200時間人工紫外線照射後における強力変化を調べた結果を別図(4)に示す。

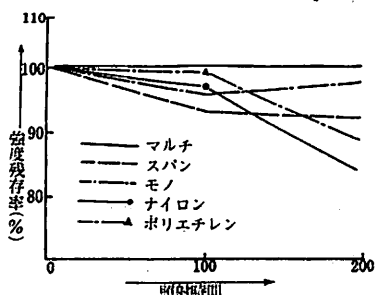
(試験条件は温度  $40 \pm 5^\circ\text{C}$ 、湿度 65~70%RH、2時間に18分の割合で噴霧。)

別表 (11)

## 原糸の種類判別法

繊維の種類	比重	燃 焼 試 験		
		燃 え 方	臭	試 験 後 の 状 態
ポリエステル (テトロン)	1.38	溶融してわずかに炎をあげるが燃え続けない	芳香族の臭を発する	ガラス様のかたい灰を残す
ナイロン	1.14	同上	特有のアミド臭を発する	ガラス様となり、柔かいうちに引張ると糸状になる
ビニロン	1.26~1.30	収縮しながら徐々に煙をあげて燃える	ポパールの燃える時の臭気を発する	不整形塊状の灰を残す
ポリエチレン	0.95	縮みながら溶融して燃える	蠟を焼く臭を発する	冷えるとかつ色の塊となる
マニラ麻	1.45	溶融せず容易に燃えつづける	紙を燃やすときの臭がする	少量の灰を残す
麻 棉	1.3 ~ 1.55	同上	同上	同上
レーヨン	1.50~1.52	同上	同上	同上
絹	1.33~1.45	ジリジリと燃える	毛または爪などを燃す臭を発する	少しかたい灰を残す
ビニリデン	1.70	収縮して溶融し燃えない	特有の塩素臭を発する	不規則なもろい黒色の塊となる
塩化ビニル	1.39	収縮して溶融して燃えないが、収縮速度がビニリデンより早い	同上	同上
ポリプロピレン	0.91	縮みながら溶融して燃える	蠟を焼く臭を発する	ガラス状に塊る

- 注. (1) ヨリ糸をほぐし、その先端にマッチの炎を近づける。  
(2) ヨードカリの飽和水溶液 100 cc にヨード 20 g を溶解した溶液に試料を1分間浸漬してから、十分に水洗して風乾する。  
(3) 四塩化炭素 ( $d_4^{20}=1.594$ ) およびキシレン ( $d_4^{20}=0.863$ ) を用いて調整した右表の比重液に試料を入れる。



別図 4 索の耐候性試験結果

これによればポリプロピレン繊維は本質的には耐候性の劣るものとされているが、耐候安定剤の配合によつて実用上支障のない程度に改善されていることが認められる。200時間試験後の強度は1種のスパン索を除いて初期強度に比べ90%以上の強度を保持している。3種の索のうちでは紡績糸が若干劣る傾向を示

したが、概ね従来のナイロンおよびポリエチレン索よりも優れていることが確認された。

## 結 言

以上船舶用の法定索としてポリプロピレン索の性能について、詳細に亘る試験結果の概略を述べたが、これ等の資料から判断し、ポリプロピレン索はマニラ麻索およびその他の法定索として認定された合成繊維索と同様の扱いで使用できることが確認された。

ポリプロピレン索が、従来の合成繊維索とくらべてもつとも大きな長所とするところは、軽くて水に浮ぶということ、水分を余り吸収しないこと、また特にマルチフィラメント索とスパン索は柔らかくてとり扱い易いという点、そのほか強力の場合に伸びがナイロン索ほど大きくなく適当であることなどがあげられ、また問題点と考えられていた温度に対する特性、摩耗性および耐候性についても概ね他の合成繊維索に劣らない性能があり、強



溶 解 試 験						着 色 試 験	比 重 法 (3)		
水 煮	醋 酸 沸 室	蟻 酸 (80%) 温 室	塩 酸 (38%) 温 室	硫 酸 (80%) 温 室	銅 安 液 (100%) 温 室	マイクロヘキサノン 温 室		ヨード, ヨードカリ 液 (2)	
不	不	不	不	不	不	不	不 染	C 液に浮上	
溶	溶	溶	溶	不	不	不	か つ 色	A 液に浮上	
不	溶	溶	溶	不	不	不	青味がかつた灰色	B 液に浮上	
不	不	不	不	不	不	不	不 染	水に浮上 E 液に沈降	
不	不	不	溶	溶	不	不	殆んど無色		
不	不	不	溶	溶	不	不	同 上		
不	不	溶	溶	溶	不	不	深 青 色		
不	不	溶	溶	溶	不	不	黄色ないし無色		
不	不	不	不	不	不	難 溶	不 染	D 液に沈降	
不	不	不	不	不	不	溶	不 染	C 液に浮上	
不	不	不	不	不	不	不	不 染	E 液に浮上	
			比 重	四塩化炭素	キンレン				
			A 液	1.199	46%	54%			
			B 液	1.345	66%	34%			
			C 液	1.548	80%	20%			
			D 液	1.594	100%	0%			
			E 液	.930	7%	93%			

力についてはナイロン, テトロンには現在及ばないが, 今後原糸製造工程や製網技術の改善等によつて改良しその差を縮めることは期待できる。

如何に優秀な製品であつてもその扱い方如何によつては性能を 100% 発揮することはできないであろう。従つて索を扱うにあつてはその製品の長所短所を充分に理解し, もつている性能を有効に用いることが肝要と考えられる。

なおポリプロピレン索が船用法定索として認められ, マニラ麻索の代りに用いる場合に若干の径の軽減が認められているので, 他の合成繊維索とも対照して別表(10)で示し, また今までに製品としてでている多くの似通つた合成繊維索を實際にどのようにして見分けるかの一助ともなろうかと, 原糸識別法を別表(11)に示したので, 多少の参考ともなれば幸である。

### 参 考 文 献

- 1) 第 20 回運研発表会, 第 1 回船研発表会 および第 2 回船研発表会概要
- 2) 運輸省船員局発行 "合成繊維ロープ"
- 3) 井上辰雄, 川上茂著 "ポリプロピレン" (日刊工業新聞社)
- 4) 井本稔著 "化学繊維" (岩波新書)
- 5) 角替利策編 "化学繊維の實際知識" (東洋経済新報社)
- 6) 井本稔著 "プラスチック"
- 7) 梶原信男, 篠田軍治 "ザイルー強さと正しい使い方" (日刊工業新聞社)
- 8) "機械工業のための, 繊維, 高分子材料" (荒井溪吉, 白樺侃, 渡辺茂綱, 共立出版)
- 9) 小林昭著 "プラスチック工学" (オーム社)

船用機関学会の設立に際  
して

(仙)

## 船用機関学会の設立

船用機関学会設立の準備が進められていて、近く正式に発足する予定とのことである。船用機関関係の技術者や研究者が、力を合せて新学会を設立し、そこを中心の場として互いに専門とする学術技術を研鑽し合い、船用機関の発達を図ろうとされるのは、真に有意義であり、所期の目的を達せられるよう、心から新学会の発展をお祈りする。

ところで、仙人が一寸ばかりおどろいたのは、この造船国日本にこれまでにそのような場がなかつたのかということである。そこで、何故にそうであつたのであろうか、これまでに何かうまい手段が講ぜられなかつたのだろうか、白髪頭をひねつてみた。もちろん仙人の気軽さ、思いつくままのあちこちである。

## 日本機械学会や造船協会等との関係

古い歴史を持つ日本機械学会や造船協会等が一応立派に活躍し発展して来ていて、それらには船用機関関係者が相当に入会し、それぞれ船用機関関係の研究委員会のようなものが設けられていたのではないかと思うのであるが、それらは効果的に運営されていなかつたのであろうか。今回の新学会設立の発起人の方々、前記2学会の主脳部、その他造船機関関係者は、既設の場を活用しようとする十分な努力を尽されたのであろうか。それとも、既設の場には本質的になじめない何かがあつたのであろうか。

## 造船協会の立場

船の剛殻を造るだけが造船ではないだろう。心臓に相当する主機械をはじめ、もろもろの臓器としての補機類、頭脳や手足としての諸機装……これらが筋骨としての船体と調和して建造されてこそ、合理的な立派な船が出来上る。しかし、とかく「造船」というと一般には船体屋の仕事だけのようにとられがちである。

造船協会は、いうまでもなく広い意味での造船に関する学術技術の発展を目的として設立されているのであつて、現在でもその考えを変えているわけで

はないだろう。昭38.12の会員名簿（現在のところ最新刊の名簿）をみると、同協会には試験水槽委員会をはじめ合計8研究委員会があるが、その中に造船関係の2委員会と機装関係の1委員会があり、その他の委員会でも機関関係者が加つて然るべきものがある。

なお、その2年前の昭36.12の名簿によると、当時は造船関係の4研究委員会があつた。造船関係者の一層の協力を得て造船協会を発展させるため、相当の努力をして、その何年か前に設置されたものであつたと記憶する。しかし、努力が続かなかつたものか、閉店休業の形のいくつかの委員会は活力がづく前に枯れてしまつたのである。

名簿を出したついでに、それに記載されている協会創立以来の論文目次を調べ、機関関係のものに赤丸をつけてみた。古い話でおそれ入るが、明治30年の創立以降、赤丸は適当にならんでいて、それは第2次大戦前まではかなりにぎやかである。しかし、終戦後、特に最近には真に寥寥たるもので、ひどいのは赤丸皆無の期も少くない。

これでは造船協会が近年船用機関関係者にとつて魅力がなかつたことが明らかであり、このままでは今後とも関係者を引きつけることは望めないはずで、新学会設立が考えられるに至つたのも尤も千万というべきである。むしろ選きに失した感があるのではないか。

以上のように、造船協会は造船関係者の一層の協力を得なければならぬと考えて種々努力して来たのであるが、思い切つた十分な対策がとれなかつたのだろうか……仙人もかつては造船協会に関与したことがあり、十数年前だつたらうか、「造船協会という名称では業者団体と誤解される場合が多いし、造船関係者にとつても適切とは考えられないであろうから、まず造船造機学会と看板を塗りかえるべし」と発議してそのようなことに努力したのであつたが、「創立以来の長い歴史の会名を変更するほど提案理由に重要性を認められない」とぶちのめされた苦い思い出がある……ついに新学会設立を見るに至つたわけである。

古い愚痴をこぼしてもはじまらない。それでは一体どうしたらよいのだろうか。造船協会としても既に十分検討されているのであろうから、迷案を出しても一笑に附される位が落ちであろうが、そこは仙



人、それでよいのである、

さて、今の段階では新学会の発足は有意義と考えられるが、正直にいつて造船協会には痛いのではないか。今でさえ少い造船関係会員をさらに失つて行く可能性があり、ますます刷殻屋の集まりらしく片寄つてしまい、本来の造船学会としての使命を果し得なくなりほしくないか。多少は財布にもひびいて来て、会の活動が鈍るようなことはないか。

一方、会員側としても、両学会の会員にならざるを得ない場合が少なく、僅かな会費ですむとはいえず、ありがたいことではあるまい。造船造船に関する学術技術の発展に自らも寄与しようとするのであれば、年に1~2回の満貫をふりこむ程度のことは問題にならないはずであるが、そうばかりは考えて貰えるものでない。少くとも若手の会員の増勢にはブレーキとならう。なお、何かと援助を要請される業界にとっては迷惑が重なる形もあろうし、これはひいては、両学会ともに業界からの援助強化を望むことが困難になりほしくないか。

#### 造船協会との密接な協力運営を望む

造船協会も船用機関学会もともに発展し活発な活動をなし得るようであれば、わが国の造船工業発展の基礎は不安定であると云わなければならない。

そこで仙人は、これらがすべて上手に解決されて行くことを望み、両学会主脳がよく話し合いをされて、面子などにこだわることなく、密接な協力をして頂きたいと考えるのである。

恥のかきすてに、思い浮んだ具体的迷案の1,2を述べてみると、まず両学会は兄弟協会となつて同居できないかを検討してほしい。次に述べる協力事業や連絡がらくになるだけでなく、みみづちい話であるが、運営上の附帯経費が大幅にらくになることが確実であり、それだけ事業活動に経費を割くことができる。

次に、事業もできるだけ連絡協調してやつて行く。例えば、講演会のようなものは合同講演会にするとか、情報活動などは1本にするとか、その他にもいろいろ考えられるであろう。

会員の会費については、一方の会員として会費を納めたらある程度は他の学会にも権利が持てるよう

にするなどの措置がとれないかどうか。

話が少しおかしくなつて来た。つきつめれば一つの学会と同じような形になつてしまう。しかし、前にも述べたように、初めから一体の学会としてスタートしたのでは、所期の目的を達成するのが困難であることは、経験によつて既に明らかである。

従つて、要するに、看板は新しく掲げざるを得まいが、一体に近い形で互いの目的が達成されるようにうまく運営ができないであろうかと考えるのである。そして何年かたつて、それぞれが纏りよく活動し発展した後で、自然に合体の機運が生れて来るようであればしめたものである。ここに仙人の若い頃の夢であつた強力な日本造船造船学会が誕生するといつたわけで、さすが厚顔の仙人も我田引水にすぎたかと苦笑する次第である。

#### 船用機関学会に望む

造船国日本として船用機関工学の発展は真に重要であり、従つて、そのための基礎となる船用機関学会を発足させようと努力されている発起人の方々の御熱意に対し深く敬意を表し、新学会の発展を心からお祈りするものである。

ついでには、新学会の発足に当つては、多くの非常な困難を伴なうものと考えられるが、なお一層御努力御検討の上、新学会を真に合理的な組織とされ、能率的に運営して行かれることを希望する。

特に事業推進については、基礎的研究の強化をはじめ、緊急に解決されなければならない重要問題の多いだけに、格段の御努力が切望される。

なお、俗っぽい仙人の考えることかもしれないけれど、新学会は一時の造船協会のようにあまりに学術的というか理論的というか高踏的学会に過ぎて一般の関係技術者の魅力を失なうことのないよう、実際の技術発展に密着するような活動をも重視されるようお願いしたい。

繩ばりや面子にこだわることなく、関係当局、大学、研究所、既設の学会、協会および関係工業界と密接な連絡と協力をして行つて頂きたい。かくてこそ、広くそれらからの援助も得られ、全日本の船用機関関係者を総結集できる強力な学会に発展されるものと信ずるものである。

(昭40.8.1.記)

## 青函連絡船津軽丸型エンジンロガ

相 沢 哲 也  
岡 本 隆 雄  
富士通信機製造株式会社

## 1. ま え が き

船舶の建造に際し、その経済性の向上を図るために、各種の自動化を採入れることが最近の傾向である。その中でも主機関をはじめとする船内の各機器および装置の運転状況を船橋あるいは機関室周辺の総括制御室にて集中監視することが、船の安全運転、人員削減などの点において特に重要な役割を果たすものである。

このような状況下において、陸上プラントで多くの実績を有する当社のトランジスタ式データ・ロガの技術を礎とし、これに船舶用としての機能を加えて設計開発したものを、このたび日本国有鉄道所属の青函連絡船津軽丸に納入した。同船はすでに青函連絡に就航し、データ・ロガも稼働している。データ・ロガは工業プロセス制御用として発達したもので、発達の過程においては、簡単なスキャンニングモニタから複雑な計算機能を有する各種のロガが採用されてきた。現在では記録および監視を主としたデータ・ロガおよび複雑な制御用計算機の2種類に、ほぼ分類できる。船舶用のデータ・ロガにおいても、この2つの段階が考えられるが、現状では制御用計算機の使用に先立ち、データ・ロガが適用されている。

船舶用のデータ・ロガとして、本装置の設計にあたり必要性能として特に考慮したことは次の通りである。

- (1) 船舶の特殊環境条件すなわち、振動、衝撃、傾斜、温度、湿度、および、塩気に関する対策
- (2) 全トランジスタ化による高信頼性
- (3) 単純化された回路方式の採用

以下、津軽丸の機関部用データ・ロガの概要をここに紹介する。

## 2. 装置の概要

津軽丸は主機関として高速マルチプルエンジンを採用しているために総括制御室（第2甲板の第1主機械室と主発電機室との間にある）から機関部の安全な運転をするための掌握すべき測定点が、従来の船舶に比して非常に多くなっており、本装置はこれらの測定点をその重要性、必要性から各装置にわけ、総括制御室において掌握するためのものである。船舶ロガとしての信頼度の点から、また非常に多くの測定点の処理について次の如き考

慮がなされた。

- (1) 入力点数が非常に多いために、ロガとモニタに分けて、記録を行うものをロガに、監視のみのものをモニタに収容し、入力を100点ずつの2架に分類した。ロガおよびモニタはおのおの独立した装置であり、これにより障害時の点検率を $\frac{1}{2}$ にした。
- (2) 監視走査速度が1点1秒であり、100点では1分40秒を必要とし、状態変化の速い圧力監視については、連続監視装置、および単独監視装置を設けた。
- (3) 排気温度については、入力点数が152点という多数であり、しかも、温度検出器出力が低電圧であるため測定信頼度の低下を考慮し、データ・ロガとは別の排気温度記録装置を採用した。

以上の装置および計測処理点数を以下に示す。

ロガ本体 (FIDAP-300 SL)	81 点
モニタ本体 (FIDAP-300 SM)	90 点
連続監視装置	15 点
単独監視装置	50 点
排気温度記録装置	152 点

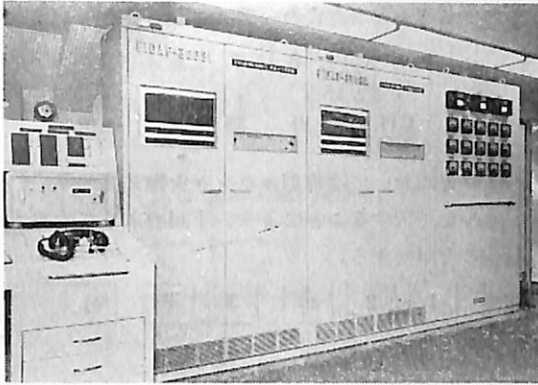
## 3. データ・ロガ

## 3.1 概 要

モニタ、ロガは主機関、主発電機、潤滑油、燃料油、冷却水などの各種計測項目の自動計測監視および、自動記録を目的とした装置である。モニタは、船内の各種工業計器出力を総括制御室に集めて、これを自動的に常時監視する監視機能、および操作員が自由に計測点を選択ボタンで、選択表示させるデジタル表示機能をもち、ロガにおいては、更に航海日誌を自動作表する記録機能を持っていて、いずれも機関部の総合的なデータ掌握と、業務の簡易化、能率化、高速化を図るものである。

装置の主体をなす電子回路部分は、トランジスタ、ダイオードの半導体を、エステライト基板に実装したプリント板上で構成されている。このプリント板は、マルチ・ジャックにプラグインされる形式であり、着脱簡単で、保守点検に便利である。





第1図 FIDAP-300 SL, 300 SM 外形

特に船舶用として、振動対策、防錆対策、防滴対策等の面から、機構上改良された点を以下に掲記する。

(1) 振動対策

- a) ビッチング，ローリングによる動揺の対策として、ロッカー底面は勿論，上部も天中に固定した。
- b) 特に架台を強固にし，更に機関からの振動防止のために架台の下にゴム・パッキンを敷いている。
- c) 扉，プリント板用グート枠等の上下振動を起さない構造とした。
- d) プリント板に抜け止めを付けた。
- e) ゲホイゼ（プリント板着装箱）の固定個所を多くした。

f) すべてのネジ部にロック剤を塗布した。

(2) 防錆対策

- a) ネジ類は全てステンレス製とした。
- b) メッキ品は全て  $Zn-Cr$  処理を行う。
- c) 電気接点は全て，二号合金を使用した。
- d) 外用カバーは耐蝕アルミニウムを使用した。
- e) 塗装はフタル酸系塗料を使用した。

(3) その他

ロッカーは防滴構造にし，水滴が直接内部に入らないようにした。

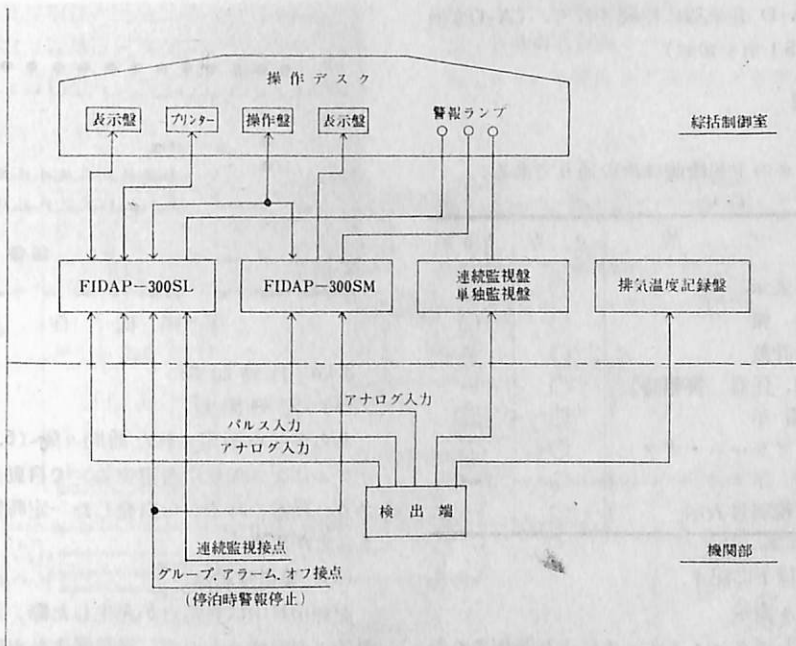
3.2 機器構成

(1) FIDAP-300 SL	
データ処理装置（ロガ）	1架
(2) FIDAP-300 SM	
データ処理装置（モニタ）	1架
(3) 電動プリンタ	1台
(4) 操作盤	1台
(5) 表示盤	2台
(6) 自動電圧調整器	1台

本装置の構成図は第2図の通である。

3.3 入力信号

本装置の入力信号は各種工業計器からの接続が可能である。これらの入力には電圧，電流，抵抗の変化を最終的に電圧として受けるアナログ（瞬時値形）入力，および



第2図 装置構成図

流量等の発信パルスを積算するパルス（積算値）入力に大別される。本装置により処理される被測定量および検出端の種類は次の通りである。

(1) アナログ入力

1) 抵抗変化入力

- 温度：白金測温抵抗体
- 圧力：ブルドン管式圧力発信器  
(形式：BPⅡ/T)
- 液面：超音波式液面計

2) 電圧，電流入力

- 圧力：テレバーム圧力計  
(形式：ADF-H)
- 回転数：パルス発信式回転計
- 馬力：軸馬力計
- 電力：H.G. コンバータ

(2) パルス入力

流量：容積式積算流量計

アナログ入力の標準は、最終的に本装置の入力端子において、0~250 mV とし、パルス入力の標準は0~999 パルスとしている。ただし、パルス入力の測定時間は、1時間毎あるいは任意押釦による記録までの間である。

アナログ入力の切換は、トランジスタにより駆動されるドライ・リードリレーにより行われる。この接点は窒素ガスを封入した特殊な並列金接点を用いられて信頼度のきわめて高いものである。信号は共通増幅器で5Vに増幅された後A-D変換器に接続される。(A-D変換器については第3.5.1項を参照)

3.4 機能

3.4.1 概要

ログおよびモニタの主要機能は次の通りである。

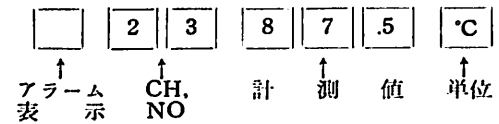
No.	機能	ログ	モニタ
1	デジタル表示	○	○
2	監視・警報	○	○
3	積パルスの計数	○	—
4	記録（定刻，任意，警報時）	○	—
5	警報時表示	○	○
6	グループ・アラーム・オフ	○	○
7	時刻表示	○	—
8	外部連続監視項目表示	○	—

各機能の詳細は以下に記す。

3.4.2 デジタル表示

操作盤の選択押しボタン・スイッチにより選択されたチャンネルの計測値を投影式表示器にデジタル表示す

るものである。表示方式の一例は下記の通りである。



またログにおいては時刻カウンタを備えており○○チャンネルを選択することにより、下記のように時刻表示を行うことができる。

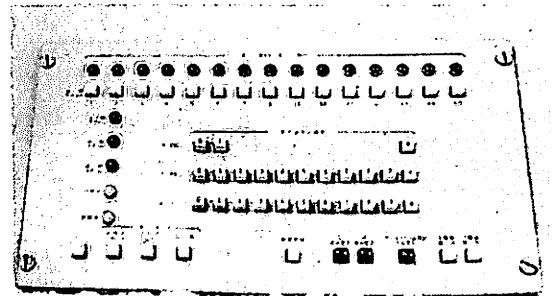


3.4.3 走査監視，警報

入力信号がスキャンによつて選択され、計測値が設定値とデジタル比較されて、その限界からはずれていると直ちに操作デスクの警報表示赤ランプを点灯し、同時にベルを鳴動する。これは準定値が限界内に戻るまで表示を行い監視動作を継続する。設定は入力項目に対応して、上限値あるいは下限値をピンボードに設定する。この上下限値は操作盤の押しボタン操作によりデジタル表示させて確認することが出来る。

3.4.4 警報時デジタル表示

警報発生と同時に自動的に、その計測値のデジタル表示を行う。同時に表示されたデータの頭に異常値指示の赤ランプが点灯する。表示された異常値は別のチャンネルの表示指令をするか、表示オフの釦を押すまで表示を続ける。



第3図 操作盤

3.4.5 自動記録

(1) 定刻記録

あらかじめ設定された時間々隔（5, 10, 30, 60分をダイヤルにより任意に設定する）で自動記録を行うものであり、任意の時刻から出発した一定時間々隔で記録を行うことが出来る。

(2) 警報時記録

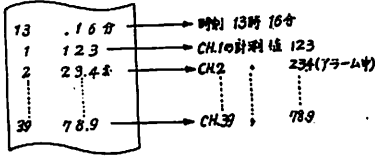
記録項目中に異常点が発生した際、異常発生項目を自動的に記録するもので、異常発生した時刻とその異常値を記録し、末尾に“※”印を付ける。



(3) 任意記録

任意印字指令押ボタンを押すことにより、任意の時刻に全項目の記録を行わせることができる。

(4) 記録例



第4図 記録例

3.4.6 グループ・アラーム・オフ

全入力項目を関連機器別に13グループにわけて、機器が休止している時はそのグループに属する項目のみ、その監視を解除し、記録する時は末尾に“休”の文字を付し、表示においては、単位欄が赤マークになって休止中の計測値であることを指示する。この機能は航海日誌を整理する上で便利であり、また圧力関係の入力項目のような下限警報のものに関しては、監視が解除されるので、操作上まぎらわしさがなくなる。機器別のグループを次に示す。

- 左舷 No. 1~4 主機関..... 4グループ
- 右舷 No. 1~4 主機関..... 4グループ
- 主発電機関 No. 1~3 ..... 3グループ
- 左右舷推進軸系 ..... 2グループ

3.4.7 外部連続監視項目の表示記録

外部連続監視項目（詳細は第5項を参照）についても表示、記録を行い、警報時には外部からのメイク接点を

受け、直ちに12.5msの高速スキャンにより割込み表示を行う。記録は定刻、任意記録中でない場合は警報時記録と同様に、また定刻、任意記録中に異常点が発生した場合は、これに割込んで、時刻、異常値、チャンネル番号の記録を行う。その場合、連続監視項目は他の入力と同じくログに接続されて、データ記録を行わせることができる。

3.4.8 積算値の記録

積算値は、パルスを計数記憶して記録する。積算値のリセットは定刻印字後およびリセット・ボタン（操作盤）を押した場合に行われる。リセット・ボタンを押した場合も自動記録を行う。

3.4.9 点検

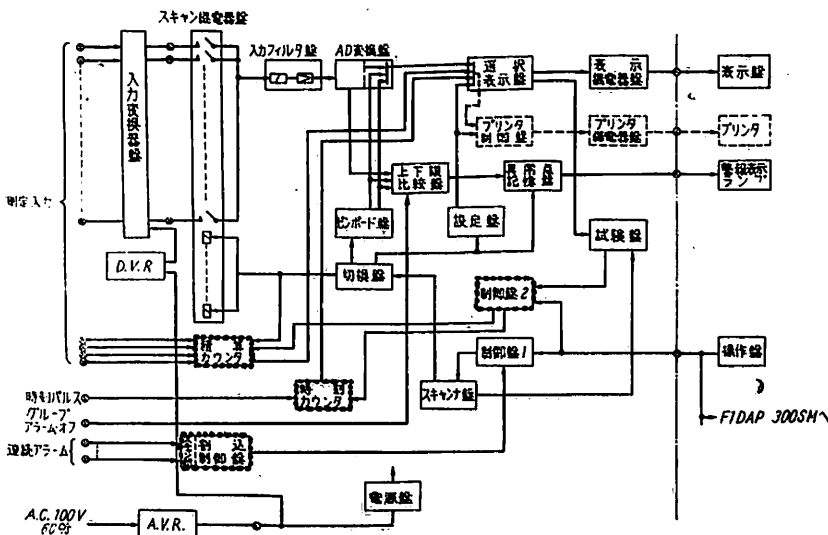
(1) セルフ・チェック

装置の状態を自動的に監視するもので、一定電圧の基準入力を常時入れておき、測定値の監視と同様に設定された上下限值内にあることを監視し、異常時には、外部に指示する。またこの入力をデジタル表示、あるいは記録させることができ、点検の便をはかっている。

(2) テスト盤

テスト盤においては次の機能を備えて、障害が発生した時に障害の原因を細かくみつけることができる。

- 1) 走査状態の表示
- 2) 比較器の動作表示
- 3) A-D変換器動作表示
- 4) 各種異常表示
- 5) スイッチ類によるスキャンニングの制御



第5図 FIDAP 300 SL のブロック・ダイアグラム

- 6) 定刻印字間隔の設定 (ログのみ)
- 7) 時刻校正 (ログのみ)

### 3.5 主要回路動作説明

#### 3.5.1 ブロック・ダイアグラム

ログのブロック・ダイアグラムを第5図に示す。

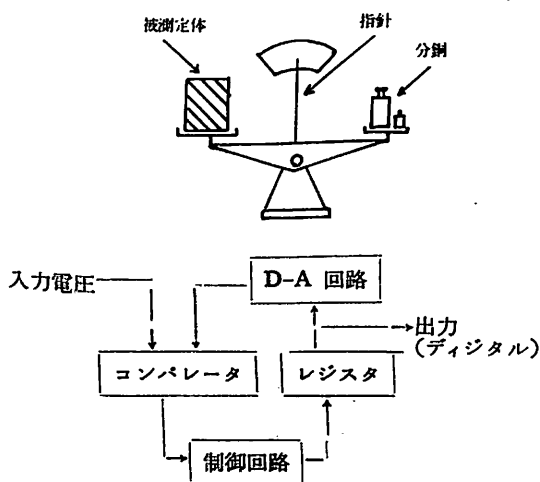
モニタは、記録、パルス入力処理、時刻表示、連続監視の機能がないため、関連の回路(第5図において破線で示す)は削除されている。

本装置の主要部をなすアナログ、デジタル変換器および上下限比較盤の動作原理を以下に示す。

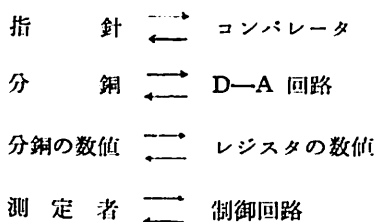
#### 3.5.2 アナログ、デジタル変換器 (A-D 変換器)

アナログ、デジタル変換器とは、入力のアナログ量(この場合は 0~5V の直流電圧)をデジタル量(000~999 の 3桁数字)に変換する回路である。種々の方式が既に実用されているが、本装置の A-D 変換器は、全トランジスタ化された帰還比較型である。なお、出力情報形式は 2 進化 10 進 3 桁、変換速度は 0.5 ms/bit (1 点 6 ms)、精度はフルスケールで誤差 0.3% 以下である。

帰還比較型の変換方式は、天秤ハカリを使用して計量するのと、全く同じ動作で変換を行う。天秤ハカリでは計量する物体と、同じ質量を持つ分銅のグループを選び、分銅の数値を読取ることで計量する。A-D 変換器では、レジスタに置かれた数値に比例した電圧が D-A 回路で作られ、その電圧と、入力電圧を比較し、両者が一致するよう、レジスタの値を制御する、両者は次のように対応づけることが出来る。



被測定体の質量 → 入力電圧



天秤ハカリの分銅は、1g, 1g, 2g, 5g の 4 種類の組合せで、1g~9g の任意の値を得ようになっているが、本 A-D 変換器では 1, 2, 4, 8 を基数とする 2 進化 10 進コードを使用している。従つて、10 進 3 桁を表現するためには、800, 400, 200, 100; 80, 40, 20, 10; 8, 4, 2, 1 の 12 種の組合せでよい。

レジスタは回路図(第6図)に見るように、F<sub>1</sub>~F<sub>12</sub> の 12 個のフリップ・フロップにより構成されている。D-A回路は、各フリップ・フロップに結合したトランジスタ・スイッチと前記 800, 400, …… 2, 1 のウエイトを持つた抵抗より成り、表のような出力電圧を発生する。

スタート信号があると、全レジスタをリセットし、まずフリップ・フロップ F<sub>1</sub> をセットするか、リセットするかを決定し、次に F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, とウエイトの大きいものから順次決定してゆく。12 ステップで変換を完了する。

#### (動作例)

今、入力電圧が、-3.456V のときは次のような順序で進行する。まずフリップ・フロップ F<sub>1</sub> をセット。D-A 回路出力は -4V。従つて入力電圧の方が小さく、フリップ・フロップ F<sub>1</sub> はリセットする。次に F<sub>2</sub> をセットする。D-A 出力は -2V である。これは入力より小であるから、そのままセットしておく。次に F<sub>3</sub> をセット、このフリップ・フロップによる D-A 出力は -1V であるから、合計 -3V である。まだ入力が大きいため F<sub>3</sub> もリセットしない。次の F<sub>4</sub> はウエイト -0.5V であるから D-A 出力合計は -3.5V。これは入力より大きくなったから、リセットする。以下同様に繰返して、その結果は表のようになる。

この変換器は入力電圧 -5V のとき、出力 1000 と定めているので入力 -3.456V のとき、出力は

$$1000 \times \frac{3.456 \text{ (v)}}{5 \text{ (v)}} = 693$$

となるはずである。レジスタの内容を調べると、(セットしたフリップ・フロップのみ集計)

$$400 + 200 + 80 + 10 + 2 + 1 = 693$$

となつていて、前計算値と一致している。



フリップ・フロップ	ウェイト	D/A 出力電圧	入力 = -3.456V の場合
F1	800	-4V	- (Reset)
F2	400	-2V	○ (Set)
F3	200	-1V	○
F4	100	-0.5V	-
F5	80	-0.4V	○
F6	40	-0.2V	-
F7	20	-0.1V	-
F8	10	-0.05V	○
F9	8	-0.04V	-
F10	4	-0.02V	-
F11	2	-0.01V	○
F12	1	-0.005V	○

80, 40, 20, 10  
 10<sup>1</sup>桁  
 8, 4, 2, 1  
 10<sup>0</sup>桁

No.	A	B	A:B の関係
1	0	0	A=B
2	1	0	A>B
3	0	1	A<B
4	1	1	A=B

2つの数値 X, Y がこの形式で表わされているとき、その大小判別は上の桁の上のビットから順次前述したビット毎の比較を行えば、最初に出た結果が、X, Y の大小を表わすことになる。

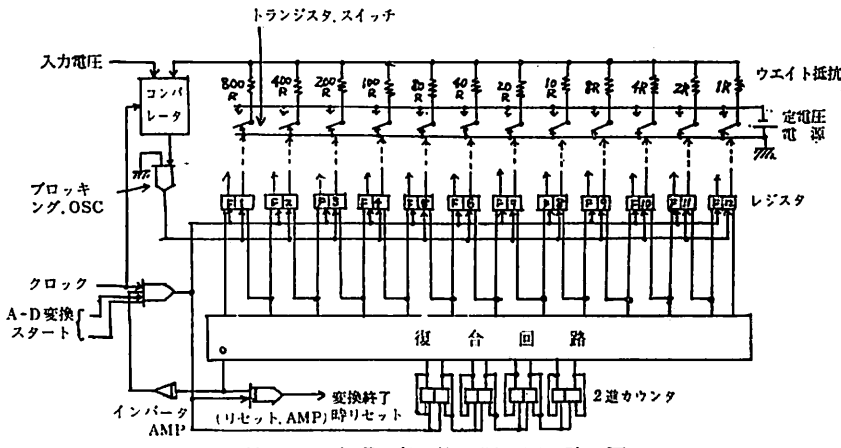
本回路では、A-D 変換器と組合わせて、上記の判別を行っている。A-D 変換器では順次上の桁の上のビットから変換結果が出て来るので、それに合わせて上限、下限の比較を行う。従つて、A-D 変換が終ると同時に上下限比較も完了する。

### 3.6 仕様

本装置の仕様をまとめると、以下の通りである。

#### (1) 振動条件

周波数 300~1200 cpm



第6図 A-D 変換器回路図

### 3.5.3 上下限比較盤

本回路は、入力測定値が、ピンボードに設定した上下限値内にあることを比較判別し、限界値より外れている場合は警報を出す回路である。一般に A, B 2つのビットの大小を論理回路で判別することを考える。A, B の取り得る組合せは、表に示した4つの状態で A>B となるのは A=1/B=0

すなわち  $A\bar{B}$

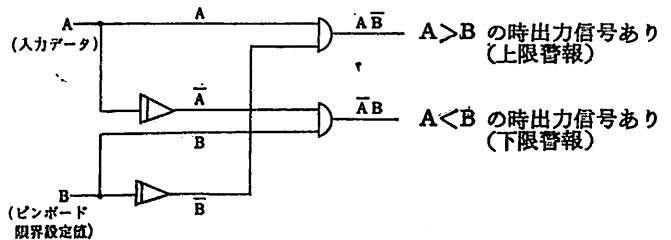
A<B となるのは A=0/B=1

すなわち  $\bar{A}B$

で表わされる。この操作を実行する回路は第7図に示す。

一般に本装置で扱う数値は2進10進コードで、1桁4ビットの3桁で表わされる。

800, 400, 200, 100  
 10<sup>3</sup>桁



1. : インバータ、アンプ。符号を反転する。
2. : アンド、ゲード。2入力線ともに信号があつた場合のみ出力信号を出す。

第7図 比較回路

振 幅 1 mm  
 あるいは  
 周波数 1200~2000 cpm  
 振 幅 0.5 mm

(2) 傾 斜  
 前後方向 10°/横方向: 15°  
 (3) 入力点数 最大 99 点/架

(4) 入力信号条件  
 アナログ入力: 0~250 mV DC  
 パルス入力: 0~999 パルス/リセット周期

(5) 計測表示  
 表示方式: 10進3桁の数値を投形式表示器に表示  
 する。

指示速度: 指令後 2 秒以内  
 指示精度: ± 0.3 以内 (ただし, 検出端の精度は含  
 まず)

(6) 監視警報  
 a) 上下限値の設定: 各項目別にピンボードにて  
 10進3桁設定を最大 60 種まで可能

b) 走査速度: 1 秒/点  
 c) 警報表示: 各測定点ご  
 とに上下限警報発生時  
 に, 操作デスクの警報  
 ランプを点灯しベルを  
 鳴らす。

(7) データ記録  
 a) 印刷形式: ロール, ペー  
 パープリンタに時刻,  
 項目番号および計測値  
 を記録する。

b) 記録方式: 印字速度は  
 1 項目/秒, データの記  
 録は 10 進 3 桁で行う。  
 以下の 4 種類の記録を  
 行う。

定 刻 記 録  
 警 報 時 記 録  
 任 意 時 記 録  
 カウンタ, リセット  
 時 記 録

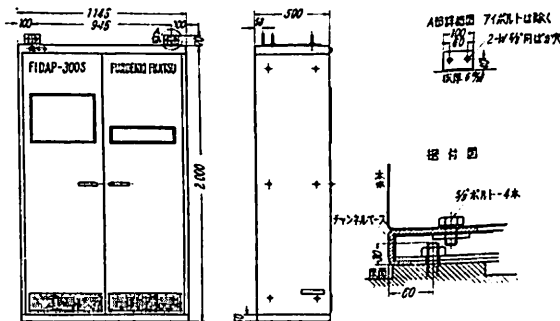
(8) 周囲温度: 5~35°C  
 湿度: 最高 95%  
 R. H.

(9) 外形寸法: 第 8 図に示  
 す。ログ, モニタ共通

(10) 重 量  
 ログ: 約 760 kg  
 モニタ: 約 700 kg

(11) 消費電力

ログ: 600 VA (最大)  
 モニタ: 450 VA (最大)  
 (12) 電 源: AC 100 V, 110 V ±5%, 50 c/s,  
 60 c/s, 単相, あるいは AVR を付加  
 した場合  
 定格電圧+10%~-15%



第 8 図 FIDAP 300 SL, 300 SM 外形図

4. 入力項目一覧表

ログ入力項目一覧表: 第 1 表による。

第 1 表 ログ入力項目一覧表

CH. NO	入 力 項 目	測定範囲	記 録	表 示	警 報 上 限 下 限	検 出 端
0	時 刻		○	○		
1~8	主機間 L.O 入口圧力	0~10 kg/cm <sup>2</sup>	○	○	○	差 接 ADF-H
9~16	主機間 L.O 入口温度	0~100°C	○	○	○	白金温度抵抗体
17~24	主機間冷却水出口温度	0~100°C	○	○	○	白金温度抵抗体
25~26	第 1 主機間冷却水ターボ出口温度	0~100°C	○	○	○	白金温度抵抗体
27~28	第 2 主機間冷却水ターボ出口温度	0~100°C	○	○	○	白金温度抵抗体
29~36	主機間平均温度	0~100°C	○	○	○	白金温度抵抗体
37~44	主機間負荷指示	0~18	○	○	○	C-A 熱電対
45~46	液体循環機 L.O 入口圧力	0~5 kg/cm <sup>2</sup>	○	○	○	差 接 ADF-H
47~48	あ り					
49~50	液体循環機 L.O 入口温度	0~100°C	○	○	○	白金温度抵抗体
51~52	主 軸 軸 力	0~8,000 B.P.S	○	○	○	軸 力 計
53	主軸軸力合計	0~16,000 B.P.S	○	○	○	軸 力 計
54~55	主 軸 回 転 数	0~500 R/M	○	○	○	パルス式回転計
56	主軸回転数平均	0~500 R/M	○	○	○	パルス式回転計
57~59	主機間 L.O 入口圧力	0~10 kg/cm <sup>2</sup>	○	○	○	差 接 ADF-H
60~62	主機間 L.O 入口温度	0~100°C	○	○	○	白金温度抵抗体
63~65	主機間冷却水入口温度	0~100°C	○	○	○	白金温度抵抗体
66~68	主機間冷却水平均温度	0~60°C	○	○	○	C-A 熱電対
69	電 圧	0~500V	○	○	○	
70~72	電 流	0~1,000A	○	○	○	
73~75	集 電 電 力	0~1,000 kW	○	○	○	
76~77	第 3 F.O タンク (左右検)	0~100m <sup>3</sup>	○	○	○	H・G コンピュータ
78~79	第 5 F.O タンク (左右検)	0~100m <sup>3</sup>	○	○	○	超音波式液面計
80	F.O タンク合計	0~400m <sup>3</sup>	○	○	○	超音波式液面計
81	第 6 主機間用 L.O 相タンク	0~100m <sup>3</sup>	○	○	○	超音波式液面計
82	第 7 アーセル相・新油タンク	0~100m <sup>3</sup>	○	○	○	超音波式液面計
83	第 8 液体循環機用 L.O 相タンク	0~100m <sup>3</sup>	○	○	○	超音波式液面計
84	第 8 タービン相・新油タンク	0~10m <sup>3</sup>	○	○	○	超音波式液面計
85	第 9 アーセル相・新油タンク	0~100m <sup>3</sup>	○	○	○	超音波式液面計
86	第 10 主機間用 L.O 相タンク	0~100m <sup>3</sup>	○	○	○	超音波式液面計
87	第 11 錐台タンク	0~100m <sup>3</sup>	○	○	○	超音波式液面計
88	第 12 フロベラ塔抽出タンク	0~1m <sup>3</sup>	○	○	○	超音波式液面計
89	あ り					
90	主機間 F.O 液位計	0~9990#	○	○	○	容積式液位計
91	主機間 F.O 液位計	0~9990#	○	○	○	容積式液位計
92	蒸気発生機 F.O 液位計	0~9990#	○	○	○	容積式液位計
93	F.O 液位計合計	0~9990#	○	○	○	容積式液位計
94	蒸気発生機冷却水液位計	0~9990#	○	○	○	容積式液位計
95	蒸 水 温 度	-50~0~+50°C	○	○	○	白金温度抵抗体
96	外 気 温 度	-50~0~+50°C	○	○	○	白金温度抵抗体

モニタ入力項目一覧表: 第 2 表による。

第 2 表 モニタ入力項目

CH. NO	入 力 項 目	測定範囲	記 録	表 示	警 報 上 限 下 限	検 出 端
101~108	主機間冷却水入口圧力	0~5 kg/cm <sup>2</sup>	○	○	○	BP II/T
109~116	主機間 F.O 入口圧力	0~5 kg/cm <sup>2</sup>	○	○	○	BP II/T
117~118	蒸 気 温 度	0~80 kg/cm <sup>2</sup>	○	○	○	BP II/T
119~181	液体循環機および主軸冷却器温度	0~100°C	○	○	○	白金温度抵抗体
182~183	液体循環機温度	0~100°C	○	○	○	白金温度抵抗体
184~189	主機間冷却水入口圧力	0~5 kg/cm <sup>2</sup>	○	○	○	BP II/T
190	制御用空気圧力	0~10 kg/cm <sup>2</sup>	○	○	○	BP II/T
191	アエーション用空気圧力	0~10 kg/cm <sup>2</sup>	○	○	○	BP II/T
192	蒸気発生機蒸気圧力	0~10 kg/cm <sup>2</sup>	○	○	○	BP II/T



## 5. 検 出 端

### 5.1 概 要

ロガ入力項目のプロセス量の変化を電気信号（電圧、電流、抵抗）として検出するもので、大部分の検出端は機関に取付けられる関係上、衝撃、動揺、温度はもとより、機関から発生する振動、熱気を直接受けることになり、使用条件としては非常なきびしさが要求される。従つて、使用可能な検出端は制限され、今回使用したほとんどのものは、船用としての良い実績を持ち、更に充分なテストの結果、良好と認められるもののみ採用した。

### 5.2 各種検出端

#### 5.2.1 白金測温抵抗体

白金素線（ $100 \Omega/0^\circ\text{C}$ ）の温度変化による電気抵抗の変化で温度を検出するものである。この素線は内部保護管で保護され、その内部保護管は更に、外部保護管で充分高圧、高温、腐蝕に耐えるように二重に保護されている。また、内部保護管と外部保護管との間には、スプリング板が挿入されており、内部保護管は外部保護管に圧着されるので、迅速な応答が得られると同時に振動に対しても非常に強い構造になつている。

主な測定対象は、主機械、減速装置、主軸系、主発電機、推進機の清水冷却水、潤滑油、軸受等である。

#### 5.2.2 C-A 熱電対

2種の金属（クロメル—アルメル）の一端を熔接し、温度差を与えると、他端にはその温度差にほぼ比例した熱起電力が誘起される。この起電力を測定することにより、温接点と冷接点の温度差を検出するものである。

測定対象は、主機械の排ガス温度である。

#### 5.2.3 テレバーム圧力発信器（形式：ADF-H）

ブルドン管で圧力を変位として検出し、その変位をテレバーム変位/電流変換器により電流に変換する。

仕 様

測定範囲： 0~5, 0~10, 0~50  $\text{kg/cm}^2$

増幅部形式： 磁気増幅式

出力信号： DC 0~50 mA

許容負荷抵抗： 200  $\Omega$

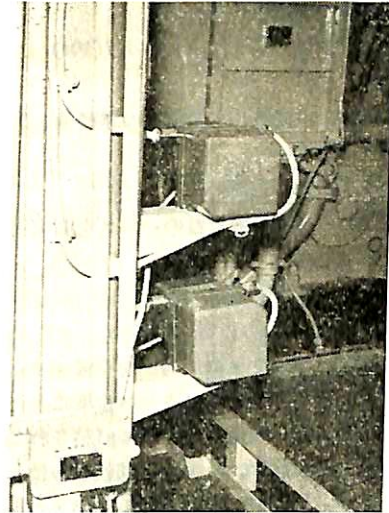
精 度：  $\pm 0.5\%$

電 源： AC 100 V 60 c/s

測定対象は、主機械、減速装置、推進機、主発電機の潤滑油である。

#### 5.2.4 ブルドン管形圧力発信器（形式：BP-II/T）

ブルドン管により圧力を変位として検出し、リンク、歯車機構を経て、指針を駆動させると同時に、ポテンシオメータのブラシ位置をも変え、抵抗にて発信する。



第9図 テレバーム圧力発信器

仕 様

出 力： 0~100  $\Omega$

精 度： 最小目盛の $\frac{1}{2}$

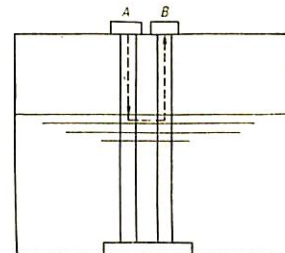
目盛板直径： 175 mm $\phi$

測定対象は、主に、主機械の清水冷却水、燃料および空気関係である。

#### 5.2.5 超音波式液面計

送受波器と液面との間を音波が伝播する時間は距離に比例することを利用するもので、第10図に示すようにタンクの中に2本の金属製の導波パイプを設け、上部 A から発信された超音波パルスが点線の径路で B に到達するまでの時間により液面を検出しようとするものである。2本のパイプの間隔、すなわち超音波が通過する測定液の長さは充分短くすることが出来るので、液体の種類による誤差は無視でき、また超音波の伝導体は金属パイプのみとなり、パイプを構成する金属中の超音波伝播速度の温度係数は、気体、液体に比べ、はるかに小さく、従つて温度の影響は受けにくくなっている。

測定対象は、各種タンクである。



第10図 超音波式液面計説明図

### 5.2.6 容積式流量計

ルーツ式積算流量計にて1パルス/(10*l*)の発信をする。

測定対象は、主機械、主発電機の燃料油、蒸気発生機の給水流量である。

### 5.2.7 パルス発信式回転計

回転速度にみあつた周波数のパルス直流電流として発信するものである。

測定対象は主軸である。

### 5.2.8 主軸馬力計

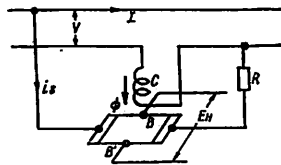
主軸のねじり(トルクに比例)を交流ブリッジの一边である検出コイルのインダクタンスの変化として検出して、そのブリッジの電源を主軸に直結された永久磁石発電機の出力とすれば、トルクと回転数の積、すなわち軸馬力をブリッジにて検出することが出来る。

測定対象は主軸である。

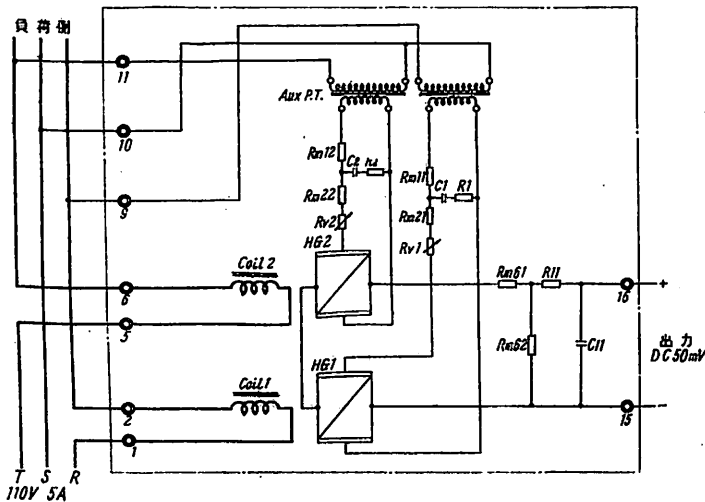
### 5.2.9 電力変換器(ホール・ジェネレータ式)

ホール素子を用いて電力の測定を行う。原理図を第11図に示す。

コイルCにはIに比例した磁束φが発生し、またホール素子には抵抗Rを通して、電圧Vに比例した電流*i<sub>s</sub>*を流すとホール素子のB-B'端子には*i<sub>s</sub>*×φに比例



第11図 ホールジェネレータ原理図



第12図 三相電力測定の結線図

したホール起電力すなわち  $V \cdot I = W$  に比例した電圧  $E_H$  が発生する。第12図に三相有効電力測定の場合の結線図を示す。

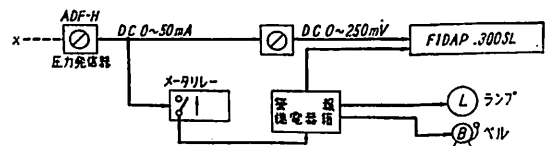
## 6. 連続監視装置

ログ、モニタの走査速度は1秒/点であるので、例えば圧力のように変動の速い項目の監視は、多数入力の場合には不適当である。そのため、この種の入力、ログ、モニタとは独立に、本装置で常時連続的に監視している。特に、

主機関潤滑油入口圧力	8点
主発電機潤滑油入口圧力	3点
流体減速機潤滑油入口圧力	2点
プロペラ変節油圧力	2点

以上、15点は、ログにも接続されていて、本装置で異常を検出すると、その警報信号により、ログ表示盤に自動でデータ表示し、また自動記録を行う。

本装置の1チャンネル分の系統図を第13図に示す。



第13図 連続監視の系統図

あらかじめメータ・リレーで設定された圧力以下に低下した場合、ログ、モニタと同じく、警報ランプとベルにより警報を発する。

## 7. む す び

以上津軽丸の機関部データ・ログについて述べたが、青函連絡第3新造船松前丸にも、本稿で記したものとほぼ同仕様のログおよびモニタと機関排気温度監視モニタ(FIDAP-300 SC)を納入し、いずれも現在順調に稼動中である。これらは、造船所の方々の適切な御指示、更にはたび重なる陸上および実船試験を経て完成したものである。この貴重な経験を基にして、船舶ログを一層使いやすくまた信頼性のあるものにしてゆきたいと考えている。

おわりに、本装置の設計に当つて御指導頂いた浦賀ドックの担当の方々、日本国有鉄道船舶局船務課の方々、特に柴田課長補佐に感謝申し上げます。

# 世界の原子力艦 (上)

長 本 良 男  
日本原子力船開発事業団  
前 波 雅  
水 産 庁

このレポートは、1964年4月“Atomic Energy in Australia”に掲載された D. J. Higson による“Nuclear Propulsion for Naval Vessels”と題する論文を中心に現在までに判明した事項を追録し書いたものである。

## 1. ま え が き

軍艦は、しばしば燃料積込みの必要から、その戦術、効用上大きな制限を受ける。たとえば小型高速艦が全速で運転するときは、2日ないし3日の割で燃料の積込みを行わなければならない。その燃料積込み方法としては、陸上に整備したもの、あるいは特別の油送船からの積込みが行なわれている。しかしながら大型艦の場合は、自分自身燃料積込みのため基地に帰つてこなければならないし、作戦中の機動艦隊が、もし高速の油補給船を伴っていない時は、燃料補給のため一定の間隔で順次指定基地に帰港することになる。この不便さを解消し、艦隊行動の自由を確保するためには、広く分散した多くの燃料補給施設を持つことになるが、戦時にはこの施設は、敵の攻撃を非常に受けやすい。また軍艦としては、この燃料積込み中に敵から攻撃を受ければ、大変損傷をうけやすいことになる。

このような制限から完全に解放されるには、原子力推進装置の採用以外にない。原子力推進装置を採用すると、軍艦の燃料積込みの必要性は、日のオーダーから、年のオーダーに延びる。したがって、原子力艦は、在来型式のボイラおよび燃料タンクをもつた軍艦にくらべ、より多くの場所を貯蔵等の目的に使用できる。

潜水艦の場合は、その利益はもつと大きい。在来型式の潜水艦では、潜水中在来機関の運転に必要な空気が得られないため、水上を航走して蓄電池に充電し、これによつて潜水中推進した。したがって潜水持続時間がいちじるしく制限を受けたのに反し、原子力潜水艦の場合は、乗員関係のことをのぞけば、無限に潜水することも可能である。

## 2. 原子力潜水艦

### 2.1 米国原子力潜水艦

米国における原子力推進の利用は、海軍が米国原子力委員会に、潜水艦用原子炉の開発を要請した1947年にはじまる。翌1948年に潜水艦用原子炉の開発について海軍は、ウエスチングハウス社と契約を締結した。同社は、陸上プロトタイプ(S1W)を設計、建設、運転し

た後(アイダホの国立原子炉試験所に建設、1953年5月から運転)、その経験をもつて、最初の原子力潜水艦ノーチラス号用の原子炉(S2W)を設計、製作した。

ノーチラス号の起工は、1952年6月にエレクトリックボート造船所で行なわれ、1954年9月に就役した。その後25万マイルを航海し1963年2月、3回目の燃料取替えを行なつたが、同号は、あらゆる面で予期以上の成果をおさめたので米国海軍は、これに力を得て種々の型の原子力潜水艦の建造計画を強力にすすめた。1964年12月31日現在、米国議会は93隻の原子力潜水艦建造の予算(攻撃型52隻、ボラリス型41隻)を承認しており、そのうち51隻(攻撃型22隻、ボラリス型29隻)が就役中である。これらの大部分は、ウエスチングハウス社によつて設計されたS5W型原子炉によつて駆動されている。S5W型原子炉が始めてとりつけられたのは、1959年4月就役したスキップジャック号である。しかし現在潜水艦用原子炉の建造契約は、ウエスチングハウス社のほかに、ゼネラルエレクトリック社とも行なわれている。

これら潜水艦の艦体は、次の7つの建造所で製作されている。

- (1) エレクトリックボート造船所(ゼネラルダイナミック社)
- (2) ボーツマス海軍工廠
- (3) メアアイランド海軍工廠
- (4) インゴールズ海軍工廠
- (5) ニューポートニューズ造船所
- (6) ニューヨーク造船所
- (7) ベスレヘムクインシイ造船所

1963年12月、ベスレヘムクインシイ造船所は、ゼネラルダイナミック社に吸収されたので、現在では6つの建造所になる。このうちエレクトリックボート造船所の建造量が一番大きい。1964年11月、米国国防省はボーツマス海軍工廠を1975年までに閉鎖すると発表した。本工廠はエレクトリックボート造船所について原子力潜水艦の建造経験は古かつたので、本工廠が整理されれば、原子力潜水艦を建造、解放検査および燃料交換でき



第1表 米 国 攻 撃 型 原 子 力 潜 水 艦 一 覧 表

艦の番号 <sup>1)</sup>	艦名	級	会計年度	排水量(トン)	長さ(フィート)	幅(フィート)	喫水(フィート)	起工(年月日)	進水(年月日)	就役(年月日)	原子炉 <sup>2)</sup>	建造費(百万ドル)	建造所
1	SSN 571		1952	3,500	320	28	22	1952. 6. 14	1954. 1. 21	1954. 9. 30	S2W	65	エレクトリックポート
2	SSN 575		1953	3,700	338	28	22	1953. 9. 15	1955. 7. 21	1957. 3. 30	S2Wa	54.5	〃
3	SSN 578	(スケート)	1955	2,555	268	25	20	1955. 7. 21	1957. 5. 16	1957. 12. 23	S3W	44.5	〃
4	SSN 579	スウェードフィッシュ	〃	2,552	スケート号と同じ			1956. 1. 25	1957. 8. 27	1958. 9. 15	S4W	〃	ポーツマス
5	SSN 588	サゴ	1956	2,555	6,600SHP, 19ノット			1956. 2. 21	1957. 10. 10	1958. 10. 1	S3W	〃	メアアイルランド
6	SSN 584	ソードラゴン	〃	2,552	兵器; 21インチ魚雷6門 乗員; 95名(うち8名士官)			1956. 6. 20	1958. 8. 16	1959. 12. 5	S4W	〃	ポーツマス
7	SSN 585	スキップジャック	〃	3,070	252	32	25	1956. 5. 29	1958. 5. 26	1959. 4. 15	S5W	46	エレクトリックポート
8	SSN 586 <sup>3)</sup>	トライトン	〃	5,948	447.5	37	25	1956. 5. 29	1958. 8. 19	1959. 11. 10	S4G	104.5	〃
9	SSGN 587 <sup>3)</sup>	ハリバット	〃	3,845	350	29	20	1957. 4. 11	1959. 1. 9	1960. 1. 4	S3W	54	メアアイルランド
10	SSN 588	スキアンブ	1957					1959. 1. 23	1960. 10. 8	1961. 6. 5	S5W	46	〃
11	SSN 589	スコビーオン	〃					1958. 8. 20	1959. 12. 19	1960. 7. 29	〃	〃	エレクトリックポート
12	SSN 590	スカルピン	〃					1958. 2. 3	1960. 3. 31	1961. 6. 1	〃	〃	インゴールズ
13	SSN 591	シャーク	〃					1958. 2. 24	1960. 3. 16	1961. 2. 9	〃	〃	ニューポートニューズ
14	SSN 592	スヌーク	〃					1958. 4. 7	1960. 10. 31	1961. 10. 24	〃	〃	インゴールズ
15	(SSN 593)	(スレッジジャー) <sup>4)</sup>	〃	3,750	278.3	31.5	26	1958. 5. 28	1960. 7. 9	1961. 8. 3	〃	45	ポーツマス
16	SSN 594	パーミット	1958					1959. 7. 16	1961. 7. 1	1962. 5. 30	〃	〃	メアアイルランド
17	SSN 595	プランジャー	〃					1960. 3. 2	1961. 12. 9	1962. 11. 21	〃	〃	〃
18	SSN 596	バーブ	〃					1959. 11. 9	1962. 2. 12	1963. 8. 24	〃	〃	インゴールズ
19	SSN 597	タリビー	〃	2,317	272.9 <sup>4)</sup>	24	19	1958. 5. 28	1960. 4. 27	1960. 11. 9	S2C	43	エレクトリックポート
20	SSN 603	ボラック	1959					1960. 3. 14	1962. 3. 17	1964. 5. 26	S5W	45	ニューヨーク
21	SSN 604	ハッパ	〃					1960. 9. 9	1962. 8. 18		〃	〃	〃
22	SSN 605	ジャック	〃					1960. 9. 19	1963. 4. 24		〃	〃	ポーツマス
23	SSN 606	テイノザ	〃					1959. 11. 24	1961. 12. 9	1964. 10. 17	〃	〃	〃
24	SSN 607	デイス	〃					1960. 6. 6	1963. 8. 18	1964. 4. 14	〃	〃	インゴールズ
25	SSN 612	ガードフィッシュ	1960					1961. 1. 13	1963. 12. 14		〃	49	ニューヨーク
26	SSN 613	フロッジャー	〃	4,630	292.3 <sup>4)</sup>	31.5	26	1961. 4. 4	1963. 6. 22		〃	〃	エレクトリックポート
27	SSN 614	グリーンリンゴ	〃	〃	〃	〃	〃	1961. 8. 15	1964. 4. 4		〃	〃	〃

28	SSN 615	ガトー	1960	4,630	292'3"	31.5	26	1961. 12. 15	1964. 5. 14	S5W	49	エレクトリックポート インゴールズ	
29	SSN 621	ハドック	1961	スレッジャー号と同じ							〃	57.2	
30	SSN 637	スタージョン	1962	4,630	292'3"	31.5	26	1963. 8. 10		S5W	〃	エレクトリックポート	
31	SSN 638	ホエール	〃	(スタージョン号と同じ)					1964. 5. 27		〃	ベスレヘムスチール	
32	SSN 639	トートグ	〃	スタージョン号と同じ					1964. 1. 27		〃	インゴールズ	
33	SSN 646	クレイリング	1963	15,000 SHP 35ノット (兵器; サブロッグ魚雷・ミサイル) 乗員; 95名(うち10名士官)					1964. 5. 12		〃	ポーツマス	
34	SSN 647	ボギー	〃						1964. 5. 5		〃	ニューヨーク	
35	SSN 648	アスプロ	〃						1964. 6. 29		〃	インゴールズ	
36	SSN 649	サンファイシュ	〃						1964. 11. 12		〃	ベスレヘムスチール	
37	SSN 650	パーゴ	〃						1964. 6. 3		〃	エレクトリックポート	
38	SSN 651	クイーンフィッシュ	〃						1964. 5. 11		〃	ニューポートニューズ	
39	SSN 652		〃								〃	インゴールズ	
40	SSN 653	レイ	〃						1965. 1. 4		〃	ニューポートニューズ	
41	SSN 660		1964								〃	ポーツマス	
42	SSN 661		〃								〃	ニューポートニューズ	
43	SSN 662		〃								〃	メアアイランド	
44	SSN 663		〃								〃	ニューポートニューズ	
45	SSN 664		〃								〃	〃	
46			1964	1964年8月エレクトリックポ ト造船所と新型攻撃型原子力潜 水艦の設計							47.82		エレクトリックポート
47			1965								1965		
48			〃								年度		
49			〃								6隻分		
50			〃								441.0		
51			〃								(1隻あ たり		
52			〃								73.5)		
53			1966								7)		
54			〃								1963年度		
55			〃								441.0		
56			〃								(1隻あた り73.5)		

注 1) SSN (Submarine nuclear-attack type) 攻撃型原子力潜水艦 SSRN (Submarine radar-picket nuclear) レーダー哨戒型原子力潜水艦  
 2) SSGN (Submarine guided-missile nuclear) ガイドミサイル型原子力潜水艦  
 3) レギュラス(ミサイル)を装備した唯一の潜水艦 4) 1963年7月10日沈没  
 5) 原子炉型式末尾の W はウエスティング社製, G はゼネラルエレクトリック社製, C はコンパッシュンエンジニアリング社製を示し, SSN 586 のトライ  
 トン号のみ原子炉2基もち, 他はすべて原子炉1基である. S5W が現在の潜水艦用標準型原子炉である.  
 6) スレッジャー号沈没にともない姉妹艦の SSN 613, 614 および 615 の長さを延長することを 1964年12月24日発表した. 3隻とも中央を切断し, 特別な  
 構造部分を追加し, 13フィート9インチ長くなった. 本表は延長後の長さを示す. スレッジャー号級の他の10隻は長さの延長は行なわなかった.  
 7) 米国議会軍需委員会は1966年度予算にこの4隻のほか新たに2隻の攻撃型原子力潜水艦の予算133.6百万ドル(1隻あたり66.8百万ドル)を計上し  
 ているが決定していない。

第2表 米國ボラリス型原子力潜水艦一覽表

艦の番号	艦名	級	會計年度	排水量(トン)	長さ(フィート)	幅(フィート)	喫水(フィート)	起工(年月日)	進水(年月日)	就役(年月日)	原子炉	搭載ミサイル	建造所
1 SSBN 598	ジョージ・ワシントン	(シーブロン級)	1958	5,600	382	33	29	1957. 11. 1	1959. 6. 9	1959. 11. 15	S5W A-1	A-1	エレクトリックポート
2 SSBN 599	パトリック・ヘンリー		〃	ジョージワシントン号と同じ				1958. 5. 27	1959. 9. 22	1960. 3. 7	〃	〃	〃
3 SSBN 600	セオドル・ルーズベルト		〃	ジョージワシントン号と同じ				1958. 5. 20	1959. 10. 3	1960. 9. 31	〃	〃	メアアイルランド
4 SSBN 601	ロバート・イー・リー		1959	15,000 SHP, 35ノット 魚雷 21インチ 6門				1958. 8. 25	1959. 12. 18	1960. 9. 31	〃	〃	ニューポートニューズ
5 SSBN 602	アブラハム・リンカン		〃	乗員 112名(うち12名士官)				1958. 11. 1	1960. 5. 14	1961. 1. 31	〃	〃	ポーツマス
6 SSBN 608	イーサン・アレン	(インディペンデンス級)	〃	6,900	410	34	30 $\frac{1}{2}$	1959. 9. 14	1960. 11. 22	1961. 8. 8	〃	A-2	エレクトリックポート
7 SSBN 609	サム・ヒューズ		〃	イーサン・アレン号と同じ				1959. 12. 28	1961. 2. 2	1962. 3. 6	〃	〃	ニューポートニューズ
8 SSBN 610	トーマス・イー・エジソン		〃	15,000 SHP, 35ノット 魚雷 21インチ 4門				1960. 3. 15	1961. 6. 15	1962. 3. 10	〃	〃	エレクトリックポート
9 SSBN 611	ジョン・マザー		〃	乗員 112名(うち12名士官)				1960. 4. 4	1961. 7. 15	1962. 5. 21	〃	〃	ニューポートニューズ
10 SSBN 616	ラファエット	(ラファエット級)	1960	7,250	425	33	33	1961. 1. 17	1962. 5. 8	1963. 4. 23	〃	A-3	エレクトリックポート
11 SSBN 617	アレキサンダー・ハミルトン		〃	ラファエット号と同じ				1961. 6. 26	1962. 8. 18	1963. 6. 27	〃	〃	〃
12 SSBN 618	トーマス・ジェフターソン	(インディペンデンス級)	〃	イーサン・アレン号と同じ				1961. 2. 3	1962. 2. 24	1963. 1. 4	〃	A-2	ニューポートニューズ
13 SSBN 619	アンドリュー・ジャクソン	(ラファエット級)	〃	ラファエット号と同じ				1961. 4. 26	1962. 9. 15	1963. 7. 3	〃	A-3	メアアイルランド
14 SSBN 620	ジョン・アダムス		〃	ラファエット号と同じ				1961. 5. 19	1963. 1. 12	1964. 3. 12	〃	〃	ポーツマス
15 SSBN 622	ジェイムス・モンロー		1961	15,000 SHP, 35ノット 魚雷 21インチ 4門				1961. 7. 31	1962. 8. 4	1963. 12. 7	〃	〃	ニューポートニューズ
16 SSBN 623	ネイサン・ヘイル		〃	乗員 140名(うち14名士官)				1961. 10. 2	1963. 1. 12	1963. 11. 23	〃	〃	エレクトリックポート
17 SSBN 624	ウッドロウ・ワイルソン		〃	乗員 140名(うち14名士官)				1961. 9. 13	1963. 2. 22	1963. 12. 27	〃	〃	メアアイルランド
18 SSBN 625	ヘンリー・クレイ		〃	乗員 140名(うち14名士官)				1961. 10. 23	1962. 11. 30	1964. 2. 20	〃	〃	ニューポートニューズ
19 SSBN 626	ダニエル・ウエブスター		〃	乗員 140名(うち14名士官)				1961. 12. 28	1963. 4. 27	1964. 4. 9	〃	〃	エレクトリックポート
20 SSBN 627	ジェイムス・マジソン		1962	乗員 140名(うち14名士官)				1962. 3. 5	1963. 3. 15	1964. 7. 28	〃	〃	ニューポートニューズ



21  SSBN 628	テカムセ	1962	6. 1	1963. 6. 22	1964. 5. 29	S5 W A-3'	エレクトリックポート
22 SSBN 629	ダニエル・ブーン	〃	2. 6	1962. 6. 22	1964. 4. 23	〃	メアアイランド
23 SSBN 630	ジョン・シー・カルマン	〃	6. 4	1963. 6. 22	1964. 9. 15	〃	ニューポートニューズ
24 SSBN 631	エリソンズ・エス・グランド	〃	8. 18	1963. 11. 2	1964. 7. 17	〃	エレクトリックポート
25 SSBN 632	フアン・スチュアービン	〃	9. 4	1963. 10. 18	1964. 9. 30	〃	ニューポートニューズ
26 SSBN 633	カシミール・ブラスキー	〃	1. 12	1964. 2. 1	1964. 8. 14	〃	エレクトリックポート
27 SSBN 534	ストンウァール・ジャクソン	〃	7. 4	1963. 11. 30	1964. 8. 26	〃	メア・アイランド
28 SSBN 535	サム・レイバーン	〃	12. 3	1963. 12. 30	1964. 12. 2	〃	ニューポートニューズ
29 SSBN 536	ナタナエル・グリーン	〃	5. 21	1964. 5. 12	1964. 11. 23	〃	ポーツマス
30 SSBN 640	ベンジアミン・フランクリン	1963	3. 25	1964. 12. 5		〃	エレクトリックポート
31 SSBN 641	シモンポリバア	〃	4. 17	1964. 8. 22		〃	ニューポートニューズ
32 SSBN 642	カメハメア	〃	5. 2	1964. 11. 11		〃	メアアイランド
33 SSBN 643	ジョージ・パンクロフト	〃	8. 24	1965. 3. 20		〃	エレクトリックポート
34 SSBN 644	ルイス・アランド・クラーク	〃	7. 29			〃	ニューポートニューズ
35 SSBN 645	ジェイム・ケイ・ポールク	〃	11. 23			〃	エレクトリックポート
36 SSBN 654	ジョージ・シー・マージャール	1964	3. 2			〃	ニューポートニューズ
37 SSBN 655	ヘンリー・エル・スティアムソン	〃	4. 4			〃	エレクトリックポート
38 SSBN 656	ジョージ・ワシントン・カーバー	〃	8. 24			〃	ニューポートニューズ
39 SSBN 657	フランシス・スコット・キー	〃	12. 5			〃	エレクトリックポート
40 SSBN 658	マリノ・ジョー・バルジョー	〃	7. 7			〃	メアアイランド
41 SSBN 659	—	〃				〃	エレクトリックポート

注 1) SSBN (Submarine ballistic-missile nuclear) ポラリス型原子力潜水艦

- 2) 米国のポラリス型原子力潜水艦は、装備している16隻のポラリスミサイルを除いて、1隻あたり平均105~110万ドル(約378~396億円である)
- 3) 最初のポラリス型潜水艦ジョージ・ワシントン号は1959年11月15日就役し、ヨーロッパ海域に配置された。
- 初期炉心で4年半の航海をした後1964年6月11日燃料交換のため米国内に帰ってきた。同号は約1年の予定で燃料交換とオーバーホールを実施中である。

る施設が1つなくなることになる。

米国においても、原子力潜水艦開発計画の初期においては、その高価なために、かなり原子力潜水艦建造に反対する者もあつた。しかしながら、1958年8月ノーチラス号の北極潜航、横断、トライトン号の完成直後の全潜航世界一周等、つぎつぎと原子力潜水艦は偉業をたて、建造費が高くて、その有用性で、十分これを補なえることを、一般に示したので、現在では、潜水艦は、原子力というのが常識となり、米国海軍では、在来型式のものは建造されていない。

米国における攻撃型原子力潜水艦およびポラリス型潜水艦の一覧表は、第1表、第2表に示す。次は年度別攻撃型およびポラリス型原子力潜水艦建造承認隻数である。

1952年	攻撃型	1	
1953年	攻撃型	1	
1954年		0	
1955年	攻撃型	2	
1956年	攻撃型	5	
1957年	攻撃型	6	
1958年	攻撃型	4	ポラリス型 3
1959年	攻撃型	5	ポラリス型 6
1960年	攻撃型	4	ポラリス型 5
1961年	攻撃型	1	ポラリス型 5
1962年	攻撃型	3	ポラリス型 10
1963年	攻撃型	8	ポラリス型 6
1964年	攻撃型	6	ポラリス型 6
1965年	攻撃型	6	
1966年	攻撃型	4~6	

1966年度の原子力潜水艦建造予算として、国防省は攻撃型4隻の総建造費294百万ドル(約1058億円)を計上したが、議会はさらに2隻の建造費136.6百万ドル(約481億円)を追加した。これに対してマクナマ国防長官は、現在の敵国からの脅威を分析すれば、1年間に攻撃型原子力潜水艦を4隻建造するだけで十分であると反論している。1966年度の原子力潜水艦建造を4隻にするか6隻にするかは、現在きまつていない。ポラリス型原子力潜水艦の建造計画は、1965、1966年度とも計上されていないところからみて、米国はさきに決定している、41隻のポラリス型原子力潜水艦で当面抑制兵力としては十分であると考えていると思われる。

#### (攻撃型原子力潜水艦とポラリス型原子力潜水艦)

攻撃型原子力潜水艦 (Submarine nuclear-attack

type-SSN-) は、当初は水上艦艇攻撃用に計画されたが、軍艦の中で潜水艦が重要な地位を占めるようになってから、現在では潜水艦を攻撃することを主目的にする戦術的潜水艦となつた。攻撃型原子力潜水艦には、約3,000トン級のものから、4,500トン級のものまで種々の大きさがあるが、新型のものは水中で30~40ノットの速力もち、サブロック(核爆雷、核弾頭威力20キロトン)を20発もつている。近年潜水艦の水中速度が増加し、従来の魚雷ではこれを捕捉攻撃できなくなつたので、これに代る兵器としてサブロック(サブマリン・ロケット)が開発された。サブロックは核弾頭をもつロケットで潜水艦の魚雷発射管から打ち出され、いつたん水上にでて飛んだ後、目標点の近くで再び水中に入り対潜爆雷となる。その最大射程距離は、50マイル(80km)といわれている。したがつて、目標を非常に正確に探知できる音波探知器ソナーの装備がこの種潜水艦には必須のものとなる。

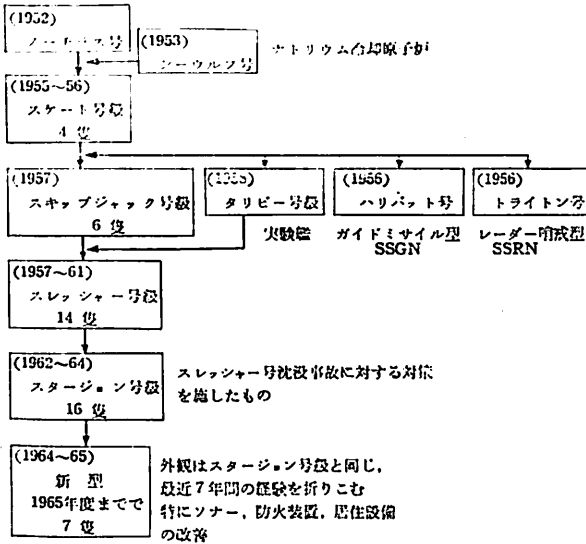
ポラリス型原子力潜水艦(Submarine ballistic-missile nuclear-SSBN-) は、ポラリスという名称のミサイル(中距離弾道弾、IRBM)を16発搭載している戦略的潜水艦であり、約7,000トンである。ポラリスミサイルは、射程によりA<sub>1</sub>(2,600km)からA<sub>3</sub>(5,200km)に分けられ、長さは全部31フィート、直径は一番大きいA<sub>3</sub>で54インチで固体燃料を用いている。水中から発射することができ、弾頭部には0.5~1メガトンがついている。1隻分16発の爆発力は、第2次世界大戦中に投下された全爆弾より大きいという。しかしA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>に次いで米国は、A<sub>3</sub>の8倍の威力をもつ新型ミサイル「ボセイドン」(B-3)を開発することを1965年1月公表した。それによるとボセイドンは、ポラリスの2倍の弾頭を付け、2倍の精度をもつものである。

米国は各種ミサイル開発のため毎年60億ドル(2兆1,600億円)以上使用しているが、ボセイドンの開発費に8億ドル(約2,880億円)、生産費に12億ドル(約4,320億円)を予定している。今後は、ポラリス潜水艦はボセイドン潜水艦になるかもしれない。

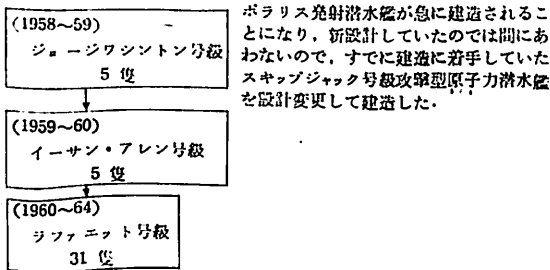
このほか、米国には、ガイドミサイルを装備した原子力潜水艦が1隻(ハリバット号)があるが、このミサイルは旧式のものであるから、この種の艦はもう建造されない。

攻撃型原子力潜水艦およびポラリス型原子力潜水艦の開発系列は、次図のとおりである。カッコ内の数字は認可された会計年度を示す。

## 攻撃型原子力潜水艦



## ポラリス型原子力潜水艦



### (スレッシュャー号事故)

1963年4月米国原子力潜水艦スレッシュャー号が、ポストン沖 350 km の地点で、129名の乗員をのせたまま沈没するという、潜水艦はじめて以来最大の事故が起きた。同艦の事故は、1962年から行なってきた9カ月にわたるオーバーホールを終り、最初の試験航海中であつた。4月9日に、浅深度、中深度の潜水試験を行つた後、4月10日に約 300 m と推定される試験深度を潜航中に事故が起きた。

沈没した箇所の水深は、2,500 m もあるため、潜水艦の引きあげはできない模様である。この原因を調査していた海軍は、この事故の原因が、推進室のパイプの破損であることを示唆し、次のような処置を実行または準備している。

(1) 同型艦 フラッシュャ、グリーンリング、ガトー号は、パイプ取付部品を強化し、これによる重量増加は、艦の中央部を13'9"だけ下げたことによる排水量の増加でまかなつた。これら改造の総経費は49百万ドル(約

176億円)である。

スレッシュャー号級の他の10隻(6隻は就航中4隻は建造中)の原子力潜水艦には、長さを延長するという工事は行なわなかつた。しかしこれらの艦もパイプの取付部品を強化し、この重量増加は、いくつかの設備を撤去して補ない、一方潜航深度を制限した。

(2) 1965年1月海軍審査委員会は、スレッシュャー号のような事故の再発を防ぐため「原子力潜水艦の安全に関する20の勧告」を公表した。これに基づいて、既に完成している原子力潜水艦も、また目下建造中のものも再検討されている。しかしこれら20の勧告は、海水系統、空気系統等すべて原子力系統でない部分に対するものである。原子力系統は、慎重に設計、製作、検査されている現状に対して、むしろ在来系統の方がそれ程注意が払われていなかつたことを示している。

(3) 米国海軍の現在所有する潜水艇は、250 m までは、潜水して救助する能力をもっているが、スレッシュャー号の沈没した海底 2,500 m まで潜水することはできなかつた。したがつて8,400 フィートまで潜水可能な潜水艇の保有を計画している。現在検討されている1案は、総経費200百万ドル(約720億円)で、排水量1,100トンの原子力潜水艇(LEERS)がある。

## 2.2 ソ連原子力潜水艦

1964~65年版 ジェーン・ファイテング・シップによれば、ソ連海軍は30隻の原子力潜水艦をもち、大体1カ月に1隻の割合で増加している。30隻の内訳は、ポラリス型18隻、攻撃型12隻である。

1965年2月ソ連のソコロフスキー元師は、記者会見でソ連の原子力潜水艦の数について質問を受けた際、「われわれは米国と同じ位の隻数を保有しており、その差は1~2隻であろう」と語っている。詳細はわからない。

## 2.3 英国原子力潜水艦

英国は、現在3隻の攻撃型原子力潜水艦と4隻のポラリス型原子力潜水艦を建造し、または計画中である。(第3表および第4表参照)

ポラリス型潜水艦として5隻建造する計画をすすめていたが、1965年3月5番目のポラリス型潜水艦は建造しないと発表した。今後は攻撃型潜水艦中心に建造をすすめる模様である。従来英国保守党は、フランスと同様英国自身核装備をすべきとの主張をしていたのに対し、

1964年秋の総選挙で勝利をしいた労働党は、核装備は米国に依存すべきだとの主張をしているので、これが政策に反映されたものと思われる。これにより節約されることになつた第5番艦の建造費は126百万ドル(約454



第3表 英国攻撃型原子力潜水艦

艦名	ドレッドノート号	ヴァリアント号	ウォースパイト号
番号	S 101	S 102	S 103
長さ(フィート)	265 $\frac{1}{2}$	282	282
幅(フィート)	32 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$	33 $\frac{1}{2}$
深さ(フィート)	26	27	27
排水量(トン)	3,000 (基準) 4,000 (潜航)	4,500 (潜航)	4,500 (潜航)
魚雷発射管	21インチ 6門 (艦首)	21インチ 6門	21インチ 6門
原子炉型式	加圧水型 (米国製 S5W 2基)	加圧水型 (英国製 S5W 改良)	加圧水型 (英国製 S5W 改良)
機関	減速ギヤード タービン	減速ギヤード タービン	減速ギヤード タービン
軸数	1	1	1
速力(ノット)	30		
乗組員	88名(うち士 官11名)	90名(うち士 官11名)	90名(うち士 官11名)
建造所	ヴィッカーズ アームストロ ング社	ヴィッカーズ アームストロ ング社	ヴィッカーズ アームストロ ング社
原子炉製作所	米国ウエスチ ングハウス社	ロールロイ ス社	ロールロイ ス社
起工	1959年 6月12日	1962年 1月22日	1963年 12月10日
進水	1962年 10月21日	1963年 12月3日	
就役	1963年 4月17日	(1965年 予定)	(1966年 予定)
価格	18.4百万ポ ンド(約185億 円)		

- 注 1) ドレッドノート号の原子炉 S5W は、1958年7月調印の協定に基づき、米国から購入した。1962年11月臨界に達した。就役後現在まで無事故で航海している。
- 2) 在来潜水艦(たとえば、1964年に完成したオタス号)の建造費2.9百万ポンド(約29億円)にくらべてドレッドノート号は約4倍の価格である。

億円)である。

当初これら原子力潜水艦に搭載する原子炉は、すべて英国自身で製作する考えであったが、1958年英国最初の攻撃型潜水艦ドレッドノート号の原子炉は米国ウエスチング社の S5W 型を購入することをきめ、同艦の完成をいそぎ 1963年4月から就役させている。第2番艦以後

第4表 英国ポラリス型原子力潜水艦

艦名	レゾリューション号	レナウン号	レパルス号	レヴェンジ号
番号	SSBN 1	SSBN 2	SSBN 3	SSBN 4
長さ(フィート)	410			
幅(フィート)	33			
喫水(フィート)	30			
排水量(トン)	7,000			
兵装	16 箇ポラリスミサイル; 21 インチ 6 門 魚雷発射管(艦首)			
原子炉	加圧水型×1 基			
機関	減速ギヤードタービン			
軸数	1			
速力(ノット)	20 (水上), 35 (潜航)			
乗組員	112名(うち士官12名)			
建造所	ヴィッカーズ アームスト ロング社	カメル レアード社	ヴィッカーズ アームスト ロング社	カメル レアード 社
原子炉製作所	ロールロイス社			
起工	1964年 2月27日	1964年 6月25日		
進水				
就役	(1968年 7月予定)	(1968年 7月予定)	(1969年 7月予定)	(1969年 7月予定)
価格	各 196 百万ドル(約 705 億円)(ミサイルをのぞけば約 150 億円)			

の原子力潜水艦は、攻撃型、ポラリス型をふくめ英国国産の原子炉を搭載するため、ロールロイス社がこの製造にあたっている。この原子炉を試験するため、ドンレイに建設した陸上プロトタイプは、臨界前のテストで欠陥が発見され、その臨界が約1年のび1965年1月にやっと臨界に達したので、この試験結果によつて製作にかかる第2番艦ヴァリアント号の完成はかなり遅れることとなつた。

英国は1962年に米国と締結したナッソー協定により、核弾頭をのぞくポラリスミサイルを米国から供与されることになつている。英国4隻のポラリス型潜水艦のうち、2隻は A-3 ミサイルを積むといわれているが、後の2隻は B-3 ポセイドンを積むことになるかもしれない。このためには A-3 ミサイル搭載艦にくらべ、大型になる必要があるので、設計は大幅に変更されることと

なる。核弾頭およびポセイドンを米国から供給を受けるか否かの問題は今後労働党政府の米国との交渉にかかっている。

## 2.4 フランス原子力潜水艦

フランスは、1972年までに3隻の原子力潜水艦を就役させる計画をもち、第1艦は、1969年に完成する予定である。この3隻の原子力潜水艦建造計画の全経費は、武装および艦装を含めて約40億フラン（約2,900億円）に達する。フランスは、自力で原子力潜水艦を開発するため、1960年3月からカラダッシュ原子力研究所に原子力潜水艦用原子炉プロトタイプの建設にとりかかるとともに、原子力潜水艦就役予定にあわせ、1967年に完成予定でウラン濃縮工場（建設費8億ドル、約2,880億円）をビニールラットに建設している。また米国は、英国と同条件で核弾頭を除く、ポラリスを提供する用意のあることを申し入れたが、1963年1月ドゴール大統領はこれを拒否し、自力で核戦力を持つ決意をしている。

フランスの原子力潜水艦は、次の性能をもつといわれている。

排水量（基準）	7,900 トン
（潜航）	9,000 トン
長さ×幅×喫水（フィート）	420×34½×32½
潜航深度	300~500 m
最高速力（水中）	25 ノット
炉心寿命	2年
兵器	16 箇のミサイル、魚雷発射管4
乗組員	135名

このほかフランスは原子力潜水艦の艦体構造のプロトタイプ船ジムノート号を建造し、1964年3月進水させた。完成後は原子力潜水艦建造のための基礎資料をうることに使われると言われていたが、一説には搭載予定の原子炉が大きくなり、搭載不可能になったための転用ともいわれている。

## 2.5 イタリア原子力潜水艦

イタリアは、排水量2,830トン、長さ252フィート、幅31フィートの原子力潜水艦の建造計画をもち、マルコニ一号と名づけているが、その他の詳細は不明である。

## 2.6 カナダ原子力潜水艦

カナダは、米国の設計になる攻撃型原子力潜水艦を2

隻建造する計画をもっており、このため1億2,000万ドル（約432億円）の予算をたてている。1964年2月カナダからの非公式な報道によれば、英国と同様第1号原子炉は、米国のウエスティングハウス社から買入れ、第2号原子炉を国産する方針である。この原子力潜水艦は、米国のスタージョン級と同じで、スキップジャック級を改良したものである。

## 2.7 オランダ原子力潜水艦

1964年6月、オランダの国防大臣は下院で攻撃型原子力潜水艦建造計画を発表した。この潜水艦は、ポラリスのような弾道ミサイルの装備はしないが、敵の潜水艦を探知し、破壊するための特別な設計のものである。第1号艦は、1972年に就役の予定である。（未完）

株式会社 **成山堂**

**安全のための必備書！**

このたび船舶安全法の関係法令が全面的に改正されました。左記の4書はその改正の全容を収録し、船舶の安全と設備の法体系を読者に完全に知らしめるものです。

改正  
船舶安全法  
及び関係法令

運輸省船舶局編

A5・¥六五〇

船舶設備関係法令

運輸省船舶局監修

A5・¥三〇〇

船舶機関関係法規集

運輸省船舶局監修

A5・予¥三〇〇

船舶機関規則

運輸省船舶局監修

A5・予¥二〇〇

東京渋谷宮ヶ谷1-13・(467)7476・振替東京78174

(船舶事情)

造船業の設備投資の現状

運輸省の調査によれば造船業（主要16企業）の39年度における造船設備投資額は351億円に達し、38年度の実績234億円の1.5倍という巨額を示した。これは38年度頃よりの超大型船用の建造ドックの整備、これに伴う運搬設備および船体加工組立設備の整備等が集中した結果とみられているが、一方40年度の投資見込は315億円で、39年度実績の約10%減となつていて、造船設備投資は超大型船建造設備整備の一つの山を越えた感じがする。

輸出船の大量受注と計画造船大量建造によつて造船業は700万総トンを超える工事量を抱え、長期安定操業へ歩みを進めつつあるが、需要の動向に沿うためとシェアの確保、拡大を図つて造船各社の設備投資はここ数年来活潑であり、特に生産能力の拡大に直結する船台（建造ドックを含む）の建設投資は30～35年の年間平均6～7億円に比べ、36年度15億円、37年度12億円と増え、大型建造ドックの建設が各社で行われはじめた38年度には、30億円、39年度には40億円に達した。

このような設備投資は企業の成長には勿論不可欠のものであるが、次のような問題点もはらんでいる。すなわち(1)設備競争と適正生産規模との調和(2)設備投資急増による借入金の増加および企業の資金繰りの悩み(3)設備近代化に立ち遅れた中級造船所の競争力の弱化等は逐次問題化する形勢にある。以下造船業の設備投資の現状と課題を眺めてみよう。

造船業の設備投資の推移

戦後造船設備投資が本格化したのは、勿論生産がある程度軌道に乗りはじめた昭和25年以降であるが、この頃から現在までのこれらの設備投資実績をみると、それぞれの時代を背景として、次のように重点がうかがわれる。すなわち

(25年度～29年度)

溶接技術の進歩と生産体系の近代化のための設備投資、造機設備（前半はディーゼル、後半はタービン主機生産力の拡張のためのもの）が中心であつた。これは溶接機、ガス切断機の整備、運搬設備および船体加工組立設備の強化を重点としたが、その技術革新は比較的巨額な投資を必要とせず年間の投資総額は30～40億円であつた。

(30年度～35年度)

30年度からの造船業の設備投資は新しい時代に入る。すなわち輸出の好調から生産量は急激に膨張し、溶接建造方式は全工場の近代的装備を必要としてきた。また受注船の大型化は船台・ドック・クレーンの大型化をもたらし、溶接工場の建設、生産の流れの能率化のための工場の配置、高性能工作機械の輸入等設備投資は活潑化し、30年度63億円、31年度90億円、32年度139億円と年々増加を示した。

(36年度～39年度)

この期間における年間投資額は200億円から300億円代へと増加し、その内容は前半の造機設備中心から38～39年度の大形船台・ドックおよび運搬設備、船体部加工設備中心へと移行している。特に最近既に稼働を開始した15～20万D/Wの大形建造ドックは近

主要造船所 造船設備投資実績

(金額単位：百万円)

設備	年度	33年度		34年度		35年度		36年度		37年度		38年度		39年度	
		金額	%	金額	%	金額	%	金額	%	金額	%	金額	%	金額	%
1	船台	776.5	5.9	960.8	9.1	371	2.3	1,488	7.5	1,218	6.4	3,003	12.8	4,037	11.5
2	船渠	312.9	2.4	355.4	3.4	390	2.4	411	2.1	481	2.5	1,582	6.8	3,019	8.6
3	岸壁	64.6	0.5	346.0	3.3	487	3.0	412	2.1	434	2.3	375	1.6	1,380	3.9
4	運搬設備	2,144.9	16.2	1,035.8	9.8	763	4.7	955	4.8	1,404	7.3	1,897	8.1	4,489	12.8
5	船体部加工組立設備	1,190.5	9.0	1,039.8	9.9	903	5.6	1,672	8.5	1,213	6.3	2,675	11.4	5,636	16.1
6	電源	498.7	3.8	260.2	2.5	124	0.8	259	1.2	549	2.9	511	2.2	1,155	3.3
	造機設備	4,456.8	33.7	3,194.7	30.3	6,732	41.8	7,533	38.1	6,745	35.2	5,054	21.6	5,143	14.7
	ディーゼル設備	(1,520.9)	(11.5)	(1,679.7)	(15.9)	(1,107)	(6.9)	(1,258)	(6.4)	(1,654)	(8.6)	(1,101)	4.7	(1,511)	(4.3)
7	タービンボイラー設備	(2,052.9)	(15.5)	(674.2)	(6.4)	(2,706)	(16.8)	(3,589)	(18.2)	(2,669)	(13.9)	(1,531)	6.5	(1,020)	(2.9)
	その他	(883.0)	(6.7)	(840.8)	(8.0)	(2,918)	(18.1)	(2,687)	(13.2)	(2,422)	(12.6)	(2,423)	10.4	(2,612)	(7.5)
8	間接設備	2,226.5	16.8	2,280.4	21.6	2,773	17.2	3,051	15.4	3,156	16.5	4,711	20.1	6,524	18.6
9	その他	1,542.4	11.7	1,070.3	10.1	3,545	22.0	3,988	20.2	3,949	20.6	3,595	15.4	3,691	10.5
	合計	13,213.8	100.0	10,543.4	100.0	16,089	100.0	19,751	100.0	19,152	100.0	23,405	100.0	35,074	100.0

(注)「船台」は建造ドックを含む。



## 造船設備投資の調達区分

(金額単位: 百万円)

年度 調達区分	33年度		34年度		35年度		36年度		37年度		38年度		39年度	
	金額	%	金額	%	金額	%	金額	%	金額	%	金額	%	金額	%
1 社内留保償却	5,874.8	44.4	4,361.6	41.5	3,962	24.6	6,848	34.7	8,136	42.5	6,011	25.7	12,139	34.6
2 増資	3,169.8	24.0	799.6	7.6	4,203	26.1	3,633	18.4	1,800	9.4	1,176	5.0	2,304	6.6
3 社債	868.9	6.6	1,428.4	13.5	3,955	24.6	2,836	14.4	1,546	8.1	2,179	9.3	1,902	5.4
4 市銀借入	2,060.3	15.6	3,884.3	36.8	3,700	23.0	5,565	28.2	5,784	30.2	10,743	45.9	9,340	26.6
5 開銀借入	174.0	1.3	6.4	—	100	0.6	241	1.2	331	1.7	1,564	6.7	1,914	5.5
6 その他	1,066.5	8.1	63.1	0.6	168	1.0	631	3.2	1,555	8.1	1,741	7.4	7,475	21.3
合計	13,213.8	100.0	10,543.4	100.0	16,089	100.0	19,753	100.0	19,153	100.0	23,405	100.0	35,074	100.0

代的レイアウトのものでその設備費は巨額にのぼり、造船業の設備投資の歴史は金額的にも内容的にも大きなピークとなつて表われている。

## 造船設備資金の調達

33年度頃までの造船設備投資について特記されることは、その調達について外部借入金が少ないことである。すなわちこの期間における設備投資額の40%は社内留保、20%前後が増資で行われ、市銀等外部からの借入は30%前後に過ぎなかつた。しかしながら投資額の増大とともにこの調達方法の構成比率は漸次変化をもたらし38年度においては、社内留保25.7%、増資5%、社債9.3%、市銀借入45.9%、その他14.1%となり、外部借入の率の大幅な増勢が目立っている。39年度の市銀分は27%で前年よりかなり減退しているが、それでも外部借入率はこれを含め50%を超えており、7~8年前と比べると金利負担は企業に大きく影響を与える結果となつている。

40年度の投資計画では、開銀資金、外資等低利資金の借入計画がかなり見られるようであるが、これも金利負担軽減の努力とみられる。

## 今後の課題

## (1) 設備新設・拡張と適正生産規模

政府の造船所の生産設備(船台・建造ドック)の新設・拡張に対する方針は、適正生産規模の維持の線で行われ、新設に対しては既存の船台の廃止、縮少を条件として認められてきている。15~20万D/Wの大型建造ドックは既に現在までに、三菱(長崎)、三井(千葉)、日立(堺)、石川島播磨(根岸)、川崎(坂出)が建設し(一部は建設中)、この外にも1~2計画が伝えられているが、高能率のこれ等新工場の本格的稼働は生産規模を大幅に拡大することが当然考えられる。

40~41年度の工事量は500万総トンを超える起工量が確保される見込であるが、この活況が永続すると考えるのは余りにもあいまいといわざるを得ない。設備投資

の内容、規模は何時かは訪れる不況をも考慮したものでなければならぬし、特に大型建造ドックに立遅れた企業にとっては、新設計画は慎重な検討が必要であろう。

## (2) 資本構成と資金繰り悪化

前述したように、造船設備投資額は著増するにつれ、その資金調達は外部資本への依存が高まり、造船企業の資本構成は漸次悪化してきている。日銀資料によつて造船主要企業の資本構成をみると、自己資本比率は昭和37年上期23.38%であつたが、39年上期には19.28%となつており、これは長期借入金増加が主因である。そしてこの現象も利益率が高い時はそう問題にはならないであろうが、最近のように低船価受注船の多い段階では、支払金利と企業の資金繰りが悩みの種となることも十分考えられる。

## (3) 中級造船所の企業力の強化

主要造船所27工場のうち、20,000G/T未満の建造設備のみを有する10工場も、最近の大量受注により、かなりの工事量を確保し、工事の配分においては従来より大手と格差が小さくなつた。これ等の造船所は主として5,000G/T~20,000G/Tの船舶建造で独自の分野をうけもつ工場として今後の道が開かれているが、設備の近代化については大手工場にかなり立遅れており、例えば1万トン級不定期貨物船の建造工数は大手と比べ30%は多いといわれている。従来このカバーは工費・間接費と一般管理費の低廉によつて行われてきたともいわれているが、今後は、設備の合理化、すなわち加工機械、溶接設備、運搬設備の近代化、更に工場、設備の再配置等、合理的なコスト・ダウンを図る必要がある、このための設備資金としては企業力からみて、低利長期のものを政府があつせんすることが望まれている。

設備投資の適否は、多くの企業の前例にみるように、市況の動きによつて長く企業経営のガンとなる場合もある。利益なき繁忙とはいわれながらも工事量の一応確保されている現在の造船業は、効果的な重点的な設備投資によつて明日の繁栄をも図りたいものである。(Q)

# スロ・モー・シャン物語

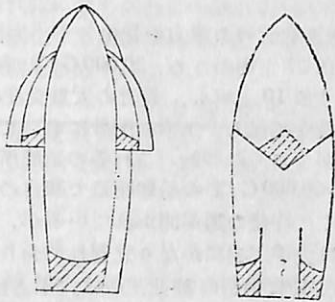
(3)

## — 水上スピードの記録 —

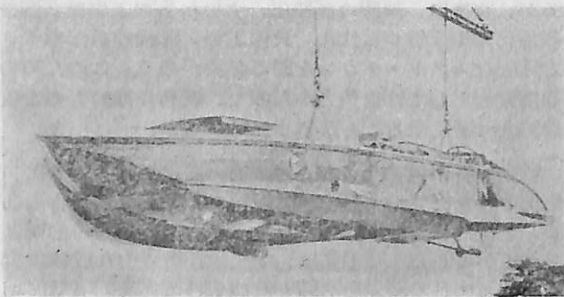
北村 悌 男

### (3) 1639~1949 (スリーポイントの時代)

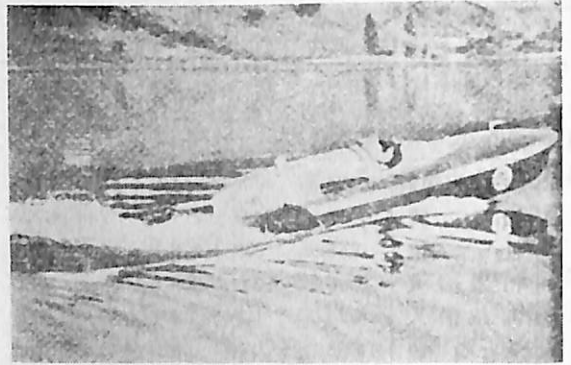
Arno A. Apel は北米アトランティック市の小造船所 Ventnor 社長 Rudolf Apel の息子として生れた。彼は Three Point Suspension Hydroplane という一種の hidroplano を創始し、その艇は Ventnor 型として一世をふうびした。彼は 1936 年始めてこの 3 ポイントの小艇 Emancipator IV を建造しているが、1939 年の Gold Cup レースには My Sim で優勝、また同年イギリスの記録ブレイカー Bluebird (II) は彼の 3 ポイント理論から生れた。3 点支持型というのは、ステッパーの船首ステップを左右に分け、これを船首部艇体の 傍につけた スポンソン という部分に設けたもの



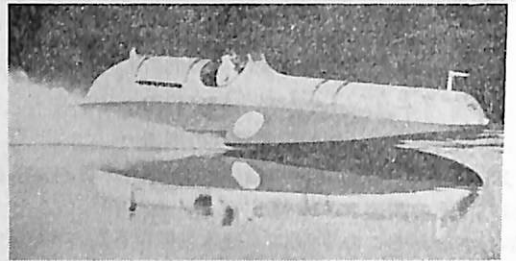
第 5 図 中央滑走面比較図



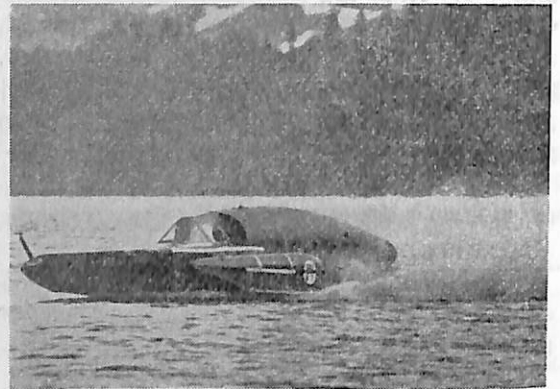
My Sim



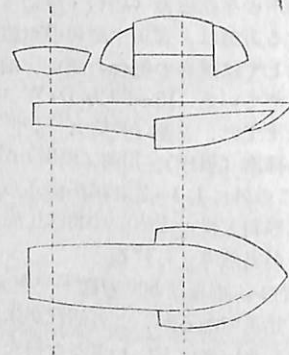
Bluebird (I)



Bluebird (II)



Bluebird (III)



第 6 図 3 点支持型断面図

で、上からみると丁度イカの頭部に似た恰好をしている。速力が増して、この滑走面が極度に小さくなつても大きな横安定が保てる点と、前部ステップによつて乱されない水面を後部ステップ面に走らせて滑走効率を上げる点とが優れた特徴となつている。Apelはこの他に、当時流行の Hickman のシーレッドの船型(断面がVの字を中央で縦に切りこれを左右逆に合わせた形)を同時にこの3ポイントの船尾部に採用しているの、艇尾の水面の形が普通のステップの場合の形と逆になつている。この滑走面を3点に分けるといふ思想は新しいものではなく、既に25年も前に George Crouch が試みているが、成功しなかつた。当時の重いエンジンもその原因の一つであろうが、主として前段で生じる横波が後段に悪影響を与えたためであろう。

スリーポイントはかくしてステップの速力を更に約2割増加させることに成功したが、その欠点は旋回性能にあつた。

一般にハードチャイン型やステップは、旋回するとき大型船と異り内側にバンクし、これが艇の横すべりをとめてきれいな旋回を可能にしている。しかるに3ポイント型は傾斜に対して強い抵抗が働き、バンクはしない。そのため艇が外側に横すべりし、舵利きが悪くなつてなかなか旋回出来ない。これを防ぐためにスポンソンの底部にフィンをつけて、スリップを防いでいる。しかしやはりあまり大きく舵をとると艇を大きく外側に傾け危険である。そのためレースでは3点支持型は直線コースでは勿論強いが、旋回半径が大きくなるためレーサーとしては在来型のものに対して圧倒的に優れているわけではなく、ゴールドカップレースなどではその後約10年間両者互角に戦つている。

自動車のスピード世界記録を樹立したイギリスの Sir Malcolm Campbell はその後モーターボートに目をつけ、先程の Fred Cooper の設計でまず1937年初代 Bluebird を建造し130哩の世界記録を得たが、クーパーの設計はやはり操縦性および安定性が悪く、Bluebird (II) を建造することになつた時、アメリカでの3点支持の噂を聞きキャンベルの友人はアメリカに渡つて Apel より小型艇の設計図を買ひ求めた。これをもとにして Vosper 社の Peter Du. Cane の設計で1939年レコードブレイカー Bluebird (II) を建造し141哩の大記録を打樹てた。この記録は、1950年 Slo-Mo-Shun. IV によつて破られるまで、第2次大戦を挟んで約11年の間生命を保つたのである。

1939年より1945年まで続いた第2次大戦には、また各国の魚雷艇が大量生産され活躍をした。中でもイギリ

スのハードチャイン型対ドイツの丸型は、エンジンでもガソリンエンジン Packard 対ディーゼルエンジン Benz の戦いでもあつた。南太平洋でもアメリカはイギリスの設計をもとにして優れた魚雷艇を量産し、日本軍を苦しめたが、中でもケネディ前大統領の PT 109 と、日本駆逐艦 "天霧" の戦いはあまりにも有名である。この第2次大戦が終ると、多量の戦闘機用航空エンジンが民間に放出された。その主なものは、Allison, Packard 社製の Rolls Royce Merline や英国の Rolls Royce Griffon などであつた。その大体の要目は第3表の通りである。

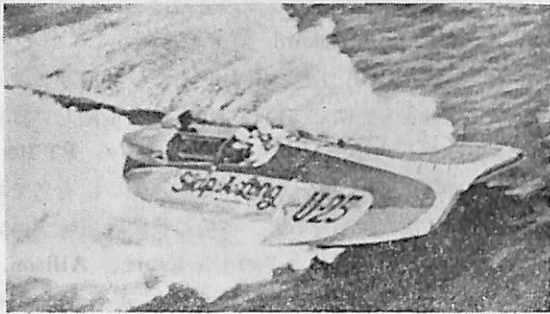
第3表

エンジン名	Allison	Packard Rolls Royce	Rolls Royce Griffon
特徴	4 cycle, V型 12 cyl. 液冷, 過給2段	または (Rolls Royce Merline) 同 左	同 左
設計	米国 General Motors 社	英国 Rolls Royce 社	同 左
製造	同上	米国 Packard 社	英国 Rolls Royce 社
直径×行程	3½"×6"	5.4"×6"	6"×6.6"
排気量	1,710 in <sup>3</sup>	1,649 in <sup>3</sup>	2,250 in <sup>3</sup>
重量(ドライウエイト)	1,200 lbs	1,600 lbs	2,140 lbs
馬力	定格	航空機用として 3000 rpm (1,500 HP)	同左 2800 rpm (2,500 HP)
	実際	レースでは 4000 rpm まで使用 2,000 HP 以内	同 左 2,500 HP 程度
B. I. T. 出場資格	米国艇のみ	B. I. T. に は出られない	英国, カナダ等 連合王国艇のみ

Gold Cup レースのエンジンシリンダ容積制限は1945年廃止されたため、ここに無制限時代を迎え、アメリカのレーサーは争つてこれ等軽量大馬力エンジンを積んだ。その多くはアリソンエンジンであり、一部はより大馬力のパックカードロールスロイスを積んだが、これ等は戦前の一連の Miss America の主機、戦時中英米魚雷艇で活躍したパックカードエンジンに取つて代つた。

第2次大戦後数年間のゴールドカップ界はスリーポイント対ステップの戦いが依然として続いていた。これ等の両派に対しアメリカの西部には、カリフォルニアスタイルというスリーポイントの一派が現れた。エアボーン思想が主体で、小型艇が多かつたが、彼等は水面にしば





Skip-A-Long

られて滑走する艇にあきたらず、航空機の考えをとり入れ、水面滑走中艇の底に働く空気の揚力を活用して、水面を飛び跳ねて行く艇を造つた。

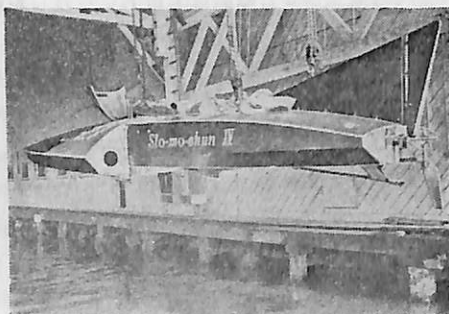
1949年久し振りに開かれた B. I. T. レースに優勝した Skip-A-long もその一つで、Ernest Fetske 設計、L/B は 2.5 という幅広い艇であつた。名前の通り水面をスキップしながら走るのであるが、そのため抵抗が大幅に減るらしく、アルミ艇のため同型艇に比べて倍近い重さにもかかわらずレースに優勝している。

#### (4) 1950~1955 (プロップライダーの時代)

1950年6月26日約11年間無敵を誇つた英国の Sir Malcolm Campbell の Bluebird (II) のスピード世界記録は、米国カリフォルニアの無名の新人 Stanley Sayres により 18 哩余の大差で破られた。その艇こそ、Slo-Mo-Shun IV 世である。このスロ・モー・ジャン IV 出現に及んで、長い間続いたゴールドカップレースでのステッパー対3ポイントの争いは、遂に3ポイント型の勝利を確定したのである。Owner の Stanley Sayres



Slo-Mo-Shun IV



Slo-Mo-Shun IV



Slo-Mo-Shun IV

は当時既に 53 才、シヤトルの自動車会社の社長で、1920 年代からモーターボートレースに出場していたが、初代から 3 代までのスロ・モー・ジャンは全部機関シリンダ容積 225 立方吋級の小艇であつた。設計者の Ted Jones は今でこそ、レーサー設計の第 1 人者であるが、当時はまだ中央では無名の 30 台の青年であつた。しかし、既に当時西部のボート界では設計者兼操縦者として有名であつた。持主の Sayres が機関無制限級に進出を思い立つたのは 1948 年のことで、Jones と協力して徹底的に在来のレーサーの調査を行い、その欠点を調べた。結論として、戦後のレーサーの大部分は高速時にポーポイジングの現象を起し、それを十分直すひまもなくレースに出場しているが、これが高速をはばんだ理由であることが分つた。

ポーポイジングとは、飛行機翼の場合の失速という現象に似ていて、艇がある速力に達すると、物凄く早いシーソー運動のような激しい縦揺を始める現象である。これは滑走面の水圧中心が不安定となつて前後に変動するため惹起される急激な振動であると説明されている。このような不安定現象は全く水力学的なものであつて、水面における波浪の有無には関係しない。そして一度何等かの刺戟があつてこれが始まると、止めどがなくなり、終には船体構造が破壊されるので、これを止めるには速力を変化させる他はない。ポーポイジングを始める限界速力は、ハードチェーン型では静止時のトリム角が  $0^\circ$  のときは、どれ程速力を上げて起さず、静止時トリム角  $2^\circ$  のときは  $V/\sqrt{L} = 5.3$  位で起し、 $4^\circ$  のときは  $V/\sqrt{L} = 2.3 \sim 3.3$  位ですでに危険であるといわれている。

また平板が滑走する場合抵抗最小となるもつとも有利な迎角は  $4^\circ$  位であるが、実際の船型では  $5^\circ \sim 6^\circ$  が良いとされている。しかしこのような角度で走ると上に述べたポーポイジングの起る可能性が増すため、実用ハードチェーン艇では Level-riding (水平姿勢で走る) が望ましいとされている。ハイドロブレン艇では、滑走時の艇姿勢が速力によつて変化しないから、低速ではポーポイジングの危険は少いのであるが、やはり設計がうま

く行かないと高速でこの現象が起るのである。現在ではポーボイズの現象は模型実験が不可能である。これは模型の環動半径を実艇に合わせられないことと、模型の推力方向を常に正しく保てないことによるが、理論的にも未解決な問題で、しかも実際非常に微妙である。例えば Bluebird (II) はその後一時ジェット艇に改造されたが速力が出ず、また再改造されてプロペラ艇に戻った。いずれの場合も船底部は殆んど改造されていなかったが、どちらも 130 哩位で激しいポーボイズを起し自己の最初の記録 141 哩に遂に及ばなかった。



Crusader

ジェット艇 Crusader は、200 哩を越すところでこれが生じた。艇がポーボイズで上にとび上ると、プロペラ艇ではプロペラが空転して速力が落ちるが、ジェット艇では抵抗が減つて逆に速力が増すため、その勢で水面に頭から突つこんで艇は爆発してしまつた。

さて、Ted Jones は高速時のこの恐ろしいポーボイズをどう防いだのであろうか。Ted Jones の天才は、機関、燃料タンクその他の重量物を船首方向に動かし、軽くなつた艇尾重量をプロペラで支えることにより艇尾を水面上に上げることに成功し、在来とかく安定で問題のあつた艇尾滑走面を無くしたことで、艇首に第 4 の滑走面 Spoiler をつけることでこれを解決したのである。まず初めにスポイラーとは何かというと、これは Jones 自らが名付けた名前で、艇首船底につけた短い滑走面をいい、低速時や波のある時はこれも一つの滑走面になるが、主な作用は、艇が 140 m. p. h. 以上の速力で走るとき艇体に生じる空気の揚力で艇体が後に傾き過ぎるのを防ぐ役目をする。この底面も断面も V 型をしており、艇首を持ち上げようとする空気の流れをだます (スポイラー) のである。これはスロ・モー・シャン IV で始めて考案されたもので、左右スポンソン間に吹込む空気の揚力を用いるが、艇首部にはなるべく生じさせず、全体に平均して艇を持ち上げるように工夫されたものである。この点が在来型のスリーポイントと異つている。このス

ポイラーを一つの滑走面とみて、Slo-Mo-Shun IV を 4 ポイントという人もいるし、また航走姿勢からいつて艇尾滑走面が無くなつているから 2 ポイントという人もいる。

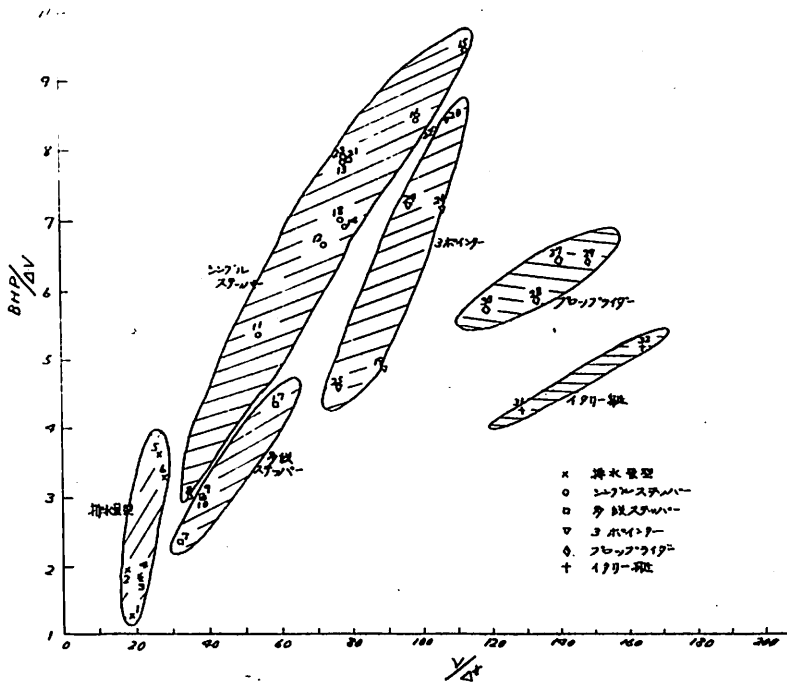
滑走面を主滑走面、副滑走面、安定面に分類したとき、艇尾を副滑走面としたステッパーは、高速時副滑走面が水面から離れる傾向を生じ、縦安定性を失つてポーボイズを起し易い。スリーポイント型でもスポンソンに殆んど重量をかけ、艇尾を安定面とした艇は、成功すると Bluebird (II) のように高速を出せるが、失敗すると割合低速でポーボイズ現象を起し、それ以上速力を上げられない。さしも経験豊富な Ventnor 社も 2 隻続いてこの型に失敗してから、社運も次第に傾いて行つたという。これに反してスポンソンと艇尾に平均に揚力を分けた艇はその恐れが殆んどなく、記録的にはやや劣るが、多くが成功している。この点は第 2 次大戦時ドイツで研究された 2 種類のハイドロファイル艇の場合とよく似ている。Vertens 造船所が Tietjens 教授の指導の下に開発した艇は飛行機型と同じく、船首部の翼に殆んど揚力をかけ、船尾部の翼はただ姿勢の安定を保つためのものであつた。速力は早かつたが、安定性と操縦性がなく、遂に実用に至らなかつた。一方の Schertel のザクセンベルグ造船所建造の艇は、前後の翼にはほぼ均等な荷重を受持たせていたため、速力はあまり早くはなかつたが、操縦性も安定性も良く、充分実用性があつた。Schertel は周知のごとく戦後スイスのシュブラマー社に入り、PT 20 とか PT 50 とかの一連の PT シリーズを作り出し商業ベースに乗せることに成功している。なぜ飛行機型の荷重配分が海上では成功しないのか。理由は、船は水と空気の境目を走る。そのため波の存在とか発生とかの問題を生じ、飛行機翼のような均一な流体中での運動のような簡単な訳にはいかないためである。水中翼で既にこういうことがあるのだから、まして水面を走る高速滑走艇ではこの影響は大きい。しかしスロ・モー・シャン IV がなぜこれほど傑出した記録を出したかという、その原因の一つは、このスポンソンにかかる荷重が実は飛行機型で成功した点にある。そのため、スポンソンが他の同型艇より長く、艇体の 1/2 位になつているが、安定面としてはプロペラがフレキシブルなダンパーとして上下し、ポーボイズを防いでいるとみることが出来る。しかし空気の揚力が大きく働く高速時には、後に述べる如くプロペラが実は滑走面で、スポンソンは安定面にしか過ぎなくなるのである。

在来、プロペラシャフトが傾斜しているため、水平方向の推力の他、垂直方向の上向きの力を出すことは理窟

第4表 各艇一覽表

	建造年	L (m)	B (m)	△ (t)	BHP	V (kt)	V/V <sup>1/3</sup>	V/△ <sup>1/6</sup>	BHP/△V	L/B	△(L/100) <sup>3</sup>	BHP/△	船型
1	1894	31.49	2.74	45	2,000	35	6.24	18.56	1.27	11.5	1.437	44.5	D=0.45 dispt. type
2	1903	12.19	1.52	1.8	66	18.9	5.41	17.1	1.94	8.0	1.000	35.7	D=0.76
3	1905	12.19	1.52	3.19	150	25.84	7.41	21.3	1.82	8.0	1.757	47.0	D=0.88
4	1905	12.00	1.52	1.75	75	23.05	6.66	21.0	1.858	7.88	1.012	42.8	D=1.24
5	1908	14.93	2.10	5.84	750	35.3	9.13	26.32	3.63	7.11	1.755	128.3	5 step hydroplane
6	1908	12.19	1.40	2.13	220	31.35	8.98	27.64	3.295	8.74	1.168	103.3	single
7	1910	12.19	2.01	3.81	360	40	11.46	32.00	2.360	6.07	2.105	94.5	5 step hydroplane
8	1910	7.92	1.83	1.12	120	35.53	12.63	34.92	3.015	4.325	2.255	107.1	single
9	1911	12.19	2.74	5.31	800	50.2	14.33	38.00	3.003	4.45	2.935	150.7	5 step
10	1912	12.19	2.40	5.25	800	50	14.33	37.94	3.050	5.08	2.9	152.4	single
11	1921	10.21	2.74	4.81	1,800	69.50	21.73	53.5	5.38	3.73	4.52	374	5 step
12	1930	11.02	2.90	5.49	3,500	95.83	28.87	72.1	6.65	3.80	4.11	638	5 step
13	1931	11.81	3.05	7.53	6,400	108.55	31.59	77.6	7.825	3.87	4.57	850	5 step
14	1932	10.67	2.90	5.44	3,900	103.54	31.72	78.1	6.92	3.68	4.48	717	5 step
15	1933	7.47	2.44	1.52	1,375	95.68	35.01	112.1	9.455	3.06	3.64	904	5 step
16	1937	7.01	2.90	2.27	2,150	112.54	42.52	98.2	8.42	2.42	6.59	946	5 step
17	(1935)			1.68	460	63.2		57.99	4.34			274	singles
18	1937			1.22	680	79.6		77.10	7.00			558	single step
19	1938	8.53	3.35	1.40	640	93.8	32.12	88.70	4.87	2.55	2.26	457	3 point
20	1939	8.53	3.20	2.27	2,350	123.0	42.10	107.30	8.42	2.67	3.65	1,035	Stepper
21	1948	9.14	2.44	2.48	1,800	92.5	30.6	79.5	7.85	3.74	3.25	726	Stepper
22	1949	10.30	2.97	2.50	2,500	120.8	37.5	103.7	8.27	3.47	2.29	1,000	Stepper
23	1950	10.98	2.90	4.23	3,900	99.0	30.2	77.9	7.88	3.79	3.19	780	Stepper
24	1948	9.14	3.51	2.27	1,800	110.0	36.4	95.7	7.21	2.60	2.97	793	Stepper
25	1948	9.00	3.66	4.08	1,800	96.0	32.0	75.9	4.60	2.46	5.59	441	Stepper
26	1952	10.37	4.17	3.80	3,600	132.0	41.0	105.6	7.18	2.49	3.41	947	Stepper
27	1949	8.69	3.45	2.00	2,000	155.7	52.9	138.7	6.44	2.52	3.05	1,000	Prop-rider
28	1955	9.45	3.66	3.20	3,000	160.4	52.2	132.2	5.88	2.58	3.79	938	Prop-rider
29	1956	9.15	3.66	2.40	2,400	169.3	56.0	147.2	6.43	2.50	3.13	1,000	Prop-rider
30	1949	4.88		0.50	300	104.5	47.3	118.1	5.74		4.31	600	Prop-rider
31	1954			0.80	420	123.2		127.9	4.26			525	イタリ一艇
32	1954	9.10	2.60	0.95	800	162.2	53.8	163.7	5.20	3.50	1.26	842	イタリ一艇
33	1952	9.45	3.96	3.00	(3,180)	210	68.4	175	(5.05)	2.39	3.55	(1,050)	ジェット艇, 馬力は推定
34	1955	8.05	3.20	2.50	(2,820)	226.3	79.8	194.3	(4.98)	2.52	4.79	(1,128)	ジェット艇, 馬力は推定





第 7 図

では考えられていたが、実際その力を用いて艇尾を持ち上げ、艇尾滑走面を無くするとともに、推進軸やシャフトブラケットも空中に出してアベンデージの水中抵抗を無くしたのは、この Ted Jones が始めてである。そのプロペラはサーフェシング・プロペラといて、始めは通常のプロペラと同じく水中にあるが、速力が上るに従って水よりの反力のため次第に上方に昇って行き、高速時にはプロペラの半分は水面より出る。これに対して似たような言葉にサーフェス・プロペラがある。サーフェス・プロペラはプロペラ直径が一般より約40%大きく、最初からプロペラの60%位は水面から出ている。Albert Hickman の発明になるもので、ソースレッド艇に用いられる。サーフェシング・プロペラは、高速時にはこのサーフェス・プロペラと差が無くなり、水面を切るプロペラのためにそのしぶきは在来のレーサーのつぶれた形の曳き波と異つて、高く杉並木のように後ろに続く。これがレコード・ブレイカーとして始めて Slo-Mo-Shun IV に現れた有名なルースター・テール（牡鶏の尾）で、このルースター・テールを長く艇尾に引いて走るレーサーはプロップ・ライダーの特徴で、これより新しい時代のレーサーの目印となつた。プロップ・ライダーとは、その名の如く艇尾がプロペラで支えられ水面上に出ている艇をいうが、前にも述べた如く高速艇の

アベンデージ抵抗は全抵抗の50%以上を占めるものであるが、Ted Jones はプロップ・ライダーをつくりしてこのアベンデージ抵抗を殆んど無くし、速力を画期的に増加させることに成功したのである。プロップ・ライダーがいかによれているかは、第7図を見れば明らかである。

それでは以下に、Slo-Mo-Shun IV の要目その他について若干述べてみることにする。要目については、雑誌「艇」168号および170号のスロ・モー・シャンIV世設計苦心談（中山和世（訳）より転載させて頂き一部をこれに追加することにする。

#### スロ・モー・シャンIV世概要

所有者 Stanley S. Sayres  
 設計者 Ted O. Jones  
 製作者 Anchor Jensen  
 スピード記録（直線コース世界

記録、シアトルにて）

1950年6月26日 160.324哩/時

1952年7月7日 178.497哩/時

- エンジン  
Allison 航空エンジン、出力1,800馬力、重量1,450ポンド（ギヤーボックスとも）
- 艇体  
長さ28呎、スポンソンにおける幅11呎4吋、フレーム—Oak、底板、側板、甲板—マホガニー合板、滑走面は100/1000ジュラルミン板張り接着法、艤装品は航空機型
- 回転上昇装置  
Western Gear Works 設計製作  
本装置はプロペラ回転数をエンジン回転数の3倍に上げる。スピード世界新記録を出した時は、エンジンは3,700 r. p. m. プロペラは11,100 r. p. m. の回転数を出していた。
- 重量  
艇全重量は、ガソリン、潤滑油を除き、4,387ポンド、1馬力当りにすると2.4ポンド、同時代艇に比べ約3倍軽い。参考のため、当時の自動車は1馬力当り31~36ポンドである。
- プロペラ

カリフォルニア州 H.I. Johnson の特別設計になる Surfacing propeller である。

スピード世界新記録は直径 14 吋、ピッチ 25 吋のプロペラで出した。Gold Cup および Harmsworth レースは直径 13 ½ 吋、ピッチ 23 吋のプロペラにて優勝した。プロペラの小さい方が、円形コースでは加速度が早くつく。

#### ○ 滑走面角度

本艇は、高速では各スポンソンの内側ランナーの 4 平方吋だけで滑走する。各部底面および尾部は 8 吋水面上に出る。プロペラは半分しか水に浸らない。本艇は水面すれすれに滑走するので、水につかづいて滑走するのではない。

#### ○ 舵

舵断面は水を切り易いように前端を鋭く尖らし、後端は平に切りとつた楔型としている。プロペラ噴流から逃げるため、7 吋右舷に寄せてある。中央にあつたら、プロペラ噴流の力で舵は曲つてしまう。

#### ○ 尾部方向舵

速力 135 m. p. h. 以上のとき、艇を直線コースに保たせる役目をする。大きなトルクのため、この方向舵がないと左舷に回るのを防ぐことは困難である。

#### ○ 操舵装置

操舵輪から軸で直接連動、舵からはチューブを通り、船体トランサムに取付けたワームギヤー装置に至る。このギヤーボックスは減速比の変更自由である。

#### ○ 加速度

26 秒間に 45 m. p. h. より 125 m. p. h. まで出る。約 1 マイル走つた後、160 m. p. h. に達す。巡航速力 45 m. p. h. クラッチ無し。エンジンがかかれば走り出す。

#### ○ ガソリンと油

航空用ガソリン、潤滑油を使用す。ガソリンタンクは容量 68 ガロンのもの 1 個で、半硬アルミ合金溶接製、Gold Cup レースには、ガソリン 76 ガロン、油 1 ガロンを消費した。本レースの 2,3 等艇は 140 ~ 160 ガロンのガソリンと、油もずつと多く消費した。両艇とも本艇と全く同じエンジンである。この大きな差異は全く本艇の効率と小抵抗とによるものである。

#### ○ スポンソン

プロペラのトルクに対応するため、左のスポンソンは右のスポンソンより ½ 吋だけ深くしている。

要目については以上の通りであるが、次に興味のある本艇のエンジン配置および船体部について述べてみよう。

#### (イ) エンジン配置

あらゆる推力、回転モーメントの下で艇の復原性を最大に保つためには、エンジンは出来るだけ低く置かねばならぬが、在来の V 型あるいはアングル型ギヤーボックス式ではエンジンが高い位置におかれるので、エンジンをより低くおく方法が考えられた。すなわち、増速用 3:1 スーパーギヤーボックスを直接エンジン胴体 (Bell-housing) に取付ける方法である。在来、高速艇が重心を出来るだけ後方に持つて行くために、増速ギヤに V ドライブを採用しているが、これが多くのトラブルの原因となつていた。これを取止めたため、もつともシンプルな故障のない軸系装置となつた。重量は軽くなり、エンジンも前方に移動したため、プロップ・ライダースとしてもつとも適当な配置となつた。第 8 図は参考として Slo-Mo-Shun IV と同時代の代表的ステッパー、スリーポイントの船型および機関配置を示す。

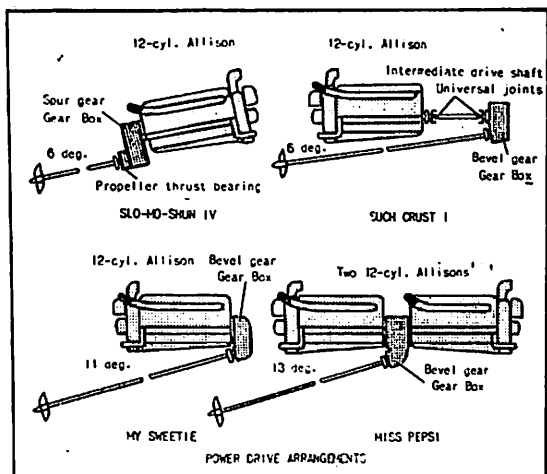
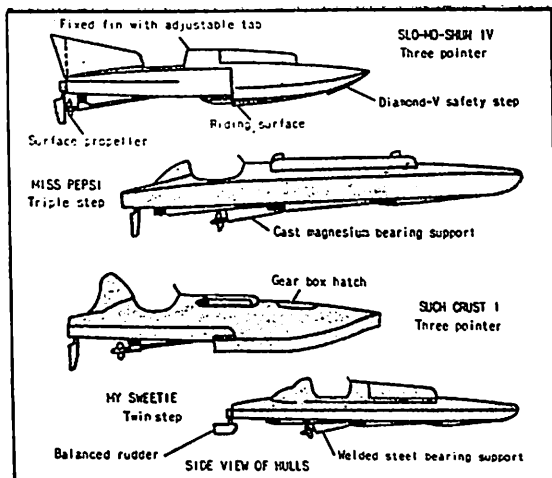
#### (ロ) 船体

頑丈で軽量かつ信頼性の高い艇を造る要決は簡単で、必要なものだけをつけることであり、構造を複雑巧妙にしたり、不必要な重量物を積んで高速で走るとは、余分の馬力を要するのみならず、一層丈夫な、従つて重い艇体を要することとなる。本艇では部品は一々その用途に応じて慎重に重要度を判定し、ついで強度をもたせ重量軽減をするように設計されている。

#### (a) 構造

サイドパネル:	厚さ ½ 吋×高さ 27 吋
フレーム	: ⅞ 吋× 3 吋
パッテン	: ⅞ 吋× 1 ¼ 吋
エンジンベッド:	1 ¼ 吋× 14 吋

以上構造材はすべて深い寸法のものを使用し柔軟な船殻を主体としている。パッテンは一般にフレームを切欠いて通しているものが多いが、これはクラックの原因になり易いので、フレームの外側を通し、合せ目に接着剤をつけた上にボルト締めとし、接手はスカフして糊付けしてある。エンジンは最大の集中荷重であるが、前後方向はエンジンベッドにより、横方向は深いジラルミンおよび合板の強力材 (Former) で直接スポンソンに荷重を配分してある。Oak (樺) は強度、固着度、柔軟性を要する個所 (フレーム、パッテン、チェーン等) に専らこれを使い、Spruce (えぞまつ) は軽量強靱なためエンジンベッドやビームに使われた。Tanguil Maho-



第 8 図

gany (フィリピンマホガニー) は軽い長繊維材であるが、中心線に対して交互に  $45^\circ$  5 板合せにして  $\frac{1}{8}$  吋厚合板として底外板および側外板に使用し、また甲板には  $\frac{1}{8}$  吋厚のものが使われた。甲板は  $\frac{1}{8}$  吋角の前後方向パテンを付し、6 吋の中心線ガーダーに乗せてある。デッキビームはスティーラーを糊付けしてパテンの厚さを補い小パネルをなしている。甲板は糊付けして、Anchor fast モネル釘で釘付けしてある。マホガニー合板はすべて熱プレスで樹脂固着している。滑走面はジュラルミンで張りゴムとネジで接合し、滑らかな堅い割がれない表面としている。

(b) 材 料

方向安定用フィン (Skid fin)、機関付属品表面、タンクその他大きな挽みあるいは振動を受けない金属部はすべてジュラルミンおよびアルミを使い、軽量としている。シャフトブラケット、舵、舵心材等にはモリブデン

鋼の熱処理材を用い強靱性と疲労限度をもたせてある。推進軸は K モネルメタル製でこれは摩擦および疲労に対する抵抗が高い。軸パッキンは合成ゴム水潤滑式、シャフトブラケットのベヤリングは Micarta で水潤滑式である。船体ボルトおよびネジは疲労度の高い Everdur で、大きな応力のかかるボルトは全部熱処理をした航空機用鋼を使い、耐ショック製の Fiber 製ロックナットを全体にわたり使用している。

(c) 浮 力

スポンソン、緩衝ステップ等は浮力がないから、これが無くなつても艇は沈まない。万全の策として事故に備えてスチロフォームを艇体に取付けてある。

(d) 艇体に働く揚力

航走中の Slo-Mo-Shun IV は、プロペラより生ずる揚力が約  $\frac{1}{2}$ 、残りの艇体重量の大部分が空気の揚力で支えられ、時々着水するスポンソン後端でバランスをとつて走る。艇体そのものも、横からみると Aerofoil 型で、胴体のない翼だけの飛行機に似せてある。イギリスのジェット艇が逆に翼のない胴体だけの飛行機に似ている点と好い対照をしている。

1949 年 8 月シアトルの Jensen Boat Works で進水した同艇は、重量は在来艇の約  $\frac{1}{2}$  の軽量であつたが、恐ろしい程丈夫で、数ヶ月の高速運転で艇体に何等異常は認められなかつた。

1950 年 6 月 26 日、シアトルのワシントン湖サンドポイント海軍航空隊の前の 1 哩コースで、Sayres 操縦、Jones 同乗して、往航 163,785 m. p. h. 復航 156,862 m. p. h. 平均 160,324 m. p. h. と遂に 13 年振りに水上におけるスピード世界記録が更新された。その年のゴールドカップに 2000 点の完勝、B. I. T. レースで再び優勝した。1951 年のゴールドカップは IV と殆んど同型の V が優勝、1952 年 Allison エンジンのオーバーホールを終つた IV は、7 月 7 日再びワシントン湖上で Sayres 操縦、Elmer Linenschmidt 機関士同乗して、往航 185,567 m. p. h. 復航 171,428 m. p. h. 平均 178,497 m. p. h. 毎分 3 哩に近い大記録が打ち樹てられたのである。

1952 年 IV、53 年 IV、54 年 V と Gold Cup レースは Slo-Mo の 2 隻によつて完全に首位を占められた。1955 年 8 月 7 日 Gold Cup レースは、Slo-Mo 2 隻最後の日であつた。まず V がレース前の試走で安定を失い沈没、IV は試合には出場したが、第 3 ヒートで Rolls Royce Merlin エンジンに換装されたこの艇は、マニフォルド破損で炎上、落伍し、遂に光輝ある一生

(103 頁へつづく)



# 船舶技術研究所の概要

船舶技術研究所調査室

## 1. 沿革および設立の趣旨

運輸省船舶技術研究所は、世界の技術革新とわが国が開放経済体制に移行する情勢を背景とし船舶技術の画期的改善を図るため、昭和38年4月1日設立されたものである。

本研究所は、発足後ようやく2年を過ぎたばかりであるが、実質的には、大正5年に設立された通信省船用品検査所を源とし、約50年のわが国造船技術研究の古い歴史と伝統を継承しているものである。船用品検査所は、その後昭和2年船舶試験所と改称し、昭和25年運輸技術研究所の発足により発展的にこれに台流してその船舶部門を形成し、昭和38年運輸技術研究所の分化再編成の結果、船舶部門が主体となつて船舶技術研究所として再発足したものである。

わが国の造船は、この数年間、その建造量において引続き世界の首位を占め、造船日本の名を世界に誇示しており、しかも造船量の大半を輸出船として輸出し重工業輸出の重要品目となつているとともに、わが国の海運業の建設整備にも大きな役割を果たして、わが国経済の発展に寄与してきた。従つてその興廃の如何がわが国経済に大きな影響を与えるものであることはいふまでもない。しかも造船工業における国際経済競争は極めて熾烈である。この故にこれらの事態に対応して造船工業の繁栄を保つてゆくためには経営上の合理化のみならず、技術革新の果たす役割は甚だ重要であるといわねばならない。現に、海外の造船国においても多額の経費を投じて、船舶の技術革新に対する試験研究の強化を図りつつあるという。

このような情勢のもとに、わが国が造船国として引続き世界の主導的地位を確保するため民間企業においても試験研究の重要性を認識して研究体制および研究設備を充実しつつあるが、国立研究機関においてもその刷新充実を行ない、官民協力して強力にかつ総合的に船舶技術の研究を推進する必要がある。

ここに運輸省においても従来、船舶・鉄道・自動車および航空機に関する国立総合研究機関として長年わが国運輸関係の研究の中心的役割を果たしてきた運輸技術研究所を船舶技術の研究強化に重点をおいて改組、再編成し、面目を一新して船舶技術研究所が設立されたのである。

## 2. 任務および組織

船舶技術研究所の任務は、その設立の趣旨にみられるごとく、船舶技術の試験、研究を重点的に行なうことであるが、なお鉄道・自動車・航空等の部門に関しては行政上必要な試験、電子航法部門に関してはその評価試験についても引続き併せ行なうことになつている。本研究所は研究のセンターとして、また技術サービスのセンターとしての性格を兼ね備え、さらに運輸省の附属機関としての能力をも十分に発揮させる必要があり、当面の主要業務は第1表に掲げる如きものである。本研究所はとくに民間企業が設置し得ない大規模な設備を必要とする技術研究、並びに民間企業が担当し得ない長期にわたる基礎的な技術研究、または中小企業の必要とする技術研究などについて重点的かつ計画的に研究を行なうこと、国際条約および国内法における安全基準の技術的裏付けとなる研究その他運輸行政遂行上不可分の技術研究を行なうこと、さらには法令に基づく試験、受託による調査、設計、分析、測定、技術指導等の試験的業務を行なうこととしている。

これらの業務を行なうための人員は、昭和40年度には所長以下380名でこのうち研究者、技術者300名前後に上る陣容である。また施設は現在目白本所（東京、敷地約12,100m<sup>2</sup>）、三鷹分室（東京、敷地約187,800m<sup>2</sup>）、月島分室（東京、敷地約6,000m<sup>2</sup>）および大阪支所（大阪、敷地約3,200m<sup>2</sup>）、北九州支所、茨城県東海支所の3支所に配置されていてこれを運営するための組織は所長、次長のもとに14部、1室、3支所からなつている。参考のために組織別の業務分掌の概略を第2表に示した。

第1表 船舶技術研究所の主要業務

1. 高経済性船舶の建造に関する研究
2. 新形式船舶の開発に関する研究
3. 海難防止に関する研究
4. 原子力船の開発および実用化に関する研究
5. 推進・安定および操縦性能の研究
6. 船体構造の研究
7. 溶接工作法の研究
8. 機関の研究
9. 補機および艀装品の研究
10. 船舶関連施設の研究
11. 計測・低温等共通の基礎研究

12. 電子航法評価試験  
 13. 船舶・鉄道・自動車・航空等に関する各種試験

第2表 船舶技術研究所の組織および分掌

所長

次長

管理部

総務課 庶務、文書、人事、給与、福祉および試験の成績証明に関する事務

会計課 歳入、歳出、予算、決算、出納、国有財産、用品、管繕工事および契約に関する事務

調査室 調査、企画、調整、図書に関する事務

推進性能部 (4研究室, 1課)

船舶の推進性能およびプロペラに関する試験研究

運動性能部 (4研究室)

船舶の安定性能、耐航性能および操縦性能に関する試験研究

船体構造部 (4研究室)

船体の構造、強度および船体用材料に関する試験研究

溶接工作部 (4研究室)

溶接および探傷に関する試験研究

機関開発部

第1部 (5研究室)

船舶用機関およびその附属機器の性能、構造並びに強度に関する試験研究

第2部 (3研究室)

船舶用機関の動力方式、制御および機関材料に関する試験研究

機関性能部 (5研究室)

船舶用内燃機関、蒸気機関、機関補機、動力伝達、燃料および潤滑油に関する試験研究

艤装部 (4研究室)

艤装、環境、設備および航海用機器に関する試験研究、船用品の試験研究

関連施設部 (3研究室)

船舶の建造施設、荷役接岸および係留に関する試験研究

原子力船部 (3研究室)

原子力船の遮蔽構造、遮蔽材料および安全対策に関する試験研究

共通工学部 (4研究室)

特殊計測、低温特性、数理解析、流体力学および体系工学等の共通事項に関する試験研究

船型試験部 (3課)

水槽試験および実地試験、船体並び推進器の設計および調査

電子航法部 (3研究室)

船舶および航空機の管制方式、搭載用電子航法機器および航行援助用電子施設に関する試験並びに航行試験

交通技術部 (4技術室)

鉄道、軌道、索道および無軌条電車の施設、車両、信号および保安装置に関する試験

自動車の性能構造および装備並びに検査用機器に関する試験

航空機、航空原動機、航空機装備品、飛行場および保安施設に関する試験

大阪支所 (1研究室)

船用品および船舶用材料の試験研究

北九州支所

船舶用材料調査および試験研究

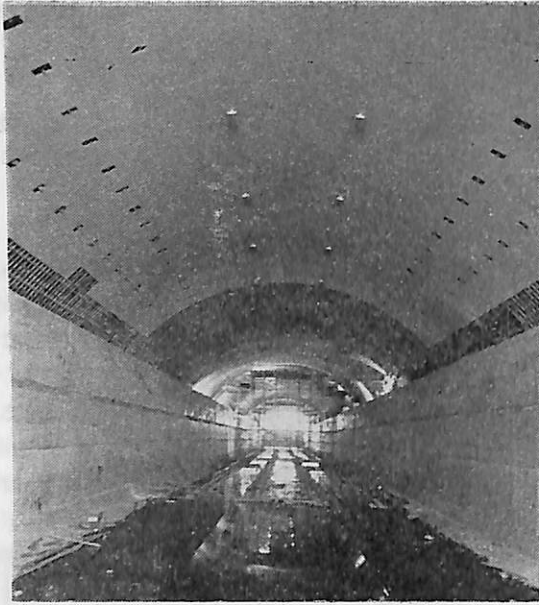
東海支所 (2研究室)

原子力船の遮蔽構造、遮蔽材料、原子炉および動力装置に関する試験研究

### 3. 主要設備および施設整備計画

別表は本研究所が前述の如き性格の国立研究機関として、船型試験水槽のごとく独特に設置していると思われる主要試験研究設備あるいは本研究所として主要と考えている試験研究施設を掲げたものである。別表にみられるとおり本研究所にはかなり多数の大規模な試験研究設備を設置しているが、しかしながら、これらの大部分は船舶技術研究所の前身であった船舶試験所もしくは運輸技術研究所から順次に継承した設備であつて、老朽化、陳腐化したものも少なくなくこれらを代替更新する必要がある、あるいは新式の試験研究設備を設置すべき必要に直面している。

このため船舶技術研究所設立当時から既に施設整備計画が構想されており、その後も引続き本研究所の施設整備計画の検討が行なわれてきている。現在案画されている船舶技術研究所施設整備計画は、本研究所が国立研究機関として、民間企業には負担過大となるような大規模な施設、設備による研究、長期的観点に立つた研究等を推進すべく、これらに要する施設、設備の整備、充実に重点をおいた計画で、第一期計画のみで試験研究設備、庁舎、附帯設備等を合計して所要経費70億円に達するものである。これらの計画のうち最初のものとして幸にも、昭和38年度から約4ヶ年計画にて本研究所三階



第1図 三鷹第二船舶試験水槽(400 m 水槽)長さ400 m, 幅18 m 深8 m 水槽本体 研究棟は昭和40年3月完成 曳引車, 造波機, 消波機, 動力装置等 昭和40年11月完成予定, 計測設備, 解析設備, 工場設備等 昭和41年8月完成予定

地区に長さ400 mの大型高性能試験水槽を建設することとなり, 建設工事も順調に進捗して, 最近水槽本体, 船型模型作製工場建屋および研究棟の完成をみるに至り, 引続いて水槽用曳引車, 計測設備, 船型模型作製用工作機械類を製作中である。この大型高性能試験水槽設備の完成までに要する経費は第1次計画分で約11億円である。

現在, 本研究所の研究部門は目白, 三鷹, 月島の三地区に分散しており, かつ管理部門も目白地区にあつて, 研究能率および業務能率の向上に著しい障害を与えているので, 1日も早く広い敷地を有する三鷹地区に集結したいと希望していたが, 昭和40年度に所要施設を三鷹地区に建設して移転集結を図ることについての予算が認められた。この結果, 昭和41年度までには三鷹地区に本所および月島地区施設を移転し, 目白地区には既設の船型試験水槽および船型試験部のみ残すことになる。

このようにして, 施設整備計画も次第に進捗しつつあるが, なお船研施設整備計画(第一期計画案)で計画しているのはほかの主要なものとして, 例えば大型キャビテーション水槽, 回流水槽, 低サイクル疲労試験機, 大型構造物試験機, 大型材料試験装置, 溶接加工試験機, 探傷検査装置, 減速歯車試験装置, 機関材料強度試験設備, 高圧蒸気源設備, 高圧空気源設備, 万能水砂槽, 極低温

試験設備, 遮蔽実験装置, 伝熱試験装置, 高速計算設備, 電子航法試験設備等がある。

なお本研究所は規則を定めて, 当所の試験研究設備を公益の増進のために適切であると認められる試験, 研究について当所の事務に支障をきたさない範囲で民間企業等の研究にも使用できることにしているため利用された。

#### 4. 研究および試験

船舶技術は広範多岐にわたる。従つて船舶技術研究所の試験研究の分野もまた広範多様である。第2表に掲げた当所の組織表によつて当所の研究分野を概ね推察願いたい。また当所の研究規模については別表に掲げた主要施設一覧表から想像願いたい。

従来, 研究は, 大学およびその附属研究所における自由な学術的, 基礎的研究, 国立試験研究機関における試験および応用化研究, 企業における実用化研究の3段階に類別されるべしという議論が多かつた。しかし近時は, 大学およびその附属研究所においても, 学術的, 基礎的段階の研究のみならず応用的段階の研究にも進展し, 企業においてもまた, 実用化研究のみならず基礎的段階の研究に波及して深く研究を進める傾向が強まってきた。国立試験研究機関においても, 従来の行政目的遂行上必要とされた試験業務に比して本来的研究業務実施の必要性が著しく増大している。このような情勢にかんがみ, 国立試験研究機関は如何なる研究を行なうべきかというかつて唱えられた課題は, 今また新しい意味において重要な課題となつている。

船舶技術研究所の試験研究は前述の如く, 大規模な設備を必要とする試験研究, 長期にわたる基礎的な試験研究, 中小企業の必要とする試験研究, 運輸行政遂行上必要とする試験研究等を重点的に行なう方針としている。このような方針のなかで, 現実に試験研究のテーマを選定することはなかなか困難なことである。将来を先見し, 広く, 深く知識を求めて調和のとれた研究計画を立てなければならない。

当所における試験研究は, 所要経費の財源または試験研究実施の動機によつて, 経常経費による経常研究, 特別経費による特別研究, 民間その他の外部機関と共同して行なう共同研究並びに民間その他の外部機関からの依頼または委託にもとづいて行なう依頼試験または受託試験(あるいは受託研究)等に大別される。経常経費による試験研究は当所が独特に計画的に行なつており, 特別経費による試験研究は特別の課題について特別の予算を得て行なつており, 内容的には, 当所が



直接特別予算を計上しているもの、他省庁から移管される特別予算によるもの等数形式がとられている。民間その他の外部機関との共同研究またはそれからの依頼、委託にもとづく試験研究については規則を定めて実施しているので関係の向きは利用されたい。

さて、本研究所における船舶関係の試験研究はこれを専門別に大別してみると、船型の試験研究にかかわる流体力学関係、船体構造の研究にかかわる材料、構造法、強度、溶接、切断、工作法等の構造・溶接関係、船舶用機関の開発、性能改善にかかわる機関関係、船内設備、環境、航海計器等の試験研究にかかわる艦装関係、原子力船の開発にかかわる原子力船関係、係船、荷役、造船施設等にかかわる関連施設関係、特殊計測、低温、数理解析、体系工学等の基本的、共通的事項の試験研究にかかわる共通工学関係、電子技術による航法の試験にかかわる電子航法関係の如くに分類できる。これらの部門において最近行なっている試験研究の主要な研究テーマを羅列する程度に説明することによつて、当所の試験研究の概略を述べれば次の如くである。

### (1) 流体力学関係

流体力学関係の試験研究は、主として目白試験水槽および三鷹船舶試験水槽で実施されている。このうちいわゆる水槽試験は、当所が本来的に行なう船舶の推進・抵抗等に関する船型学的研究（当所では研究試験という）、民間からの委託にもとづいて行なう船型研究（受託試験）および民間造船所からの依頼によつて行なう実船建造のための船型試験（依頼試験）の3種類を目白試験水槽を使用して行なっている。研究試験および受託試験は推進性能部が、依頼試験は船型試験部がそれぞれ分担している。

また船舶の安定性能、耐航性能、操縦性能等の研究は三鷹第一船舶試験水槽（80米角水槽）等によつて実施されている。

目白試験水槽における水槽試験は、研究試験、受託試験および依頼試験を合計して試験実施模型船が年間約110隻に上り、殆んど処理能力の限界に及ぼうとしている。昭和41年度には三鷹第二船舶試験水槽（400米水槽）が稼働を開始するので、研究業務は原則として三鷹地区に移り、試験業務は主として目白地区において実施されることとなろう。またこの結果、水槽試験の処理能力は必然的に向上されることになろう。

推進性能に関する最近の主な研究としては、超肥大船に関する研究で、普通船首船型、球状船首船型、その他の特殊船首船型等の船首船型に対する研究および船尾流れ

の問題に関する船尾形状の研究を実施している。また船の馬力を推定する問題について模型と実船との比較試験を引続いて行なっているほか、半没水船の推進性能や潜水船の経済性に関する調査および模型試験も行なっている。プロペラに関しては可変ピッチプロペラの系統的単独試験および模型船による自航試験、プロペラ船後試験による可変ピッチプロペラ船の推進性能の研究、最近重要性が高まってきた不均一流中におけるプロペラのキャビテーション性能の確認および模型試験を行なっている。

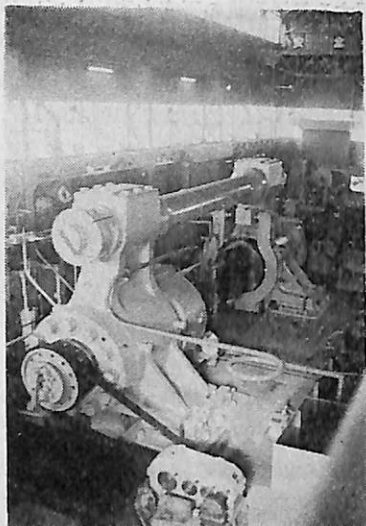
耐航性の研究については、斜め波中を航行する船体のうける振りモーメント、水平垂直等各種モーメント、各種動揺等による船の運動を計測することによつて、この分野の研究を急速に展開しつつある。また耐航性に関連して、気象庁、気象研究所の協力を得て、わが国にもつとも関係深い北太平洋等の風および波に関する解析を行ない耐航性検討の基礎資料を作成してこの方面の研究の端緒を開いた。操縦性の研究については、肥大船型、球状船首船型、系統的に船型要素を変化させた船型等について自航模型試験を行なっている。また操縦性に関する浅水影響、低速時、惰力航行時あるいは後進時の操縦性に関する実験が行なわれた。その他船の横揺制御についての減揺水槽方式の制御の研究、区割復原性基準、満載吃水線条約改訂、水中翼船、GEMの安全基準の確立等に関する研究、波浪計の試作等も進めている。

### (2) 構造溶接関係

船体構造関係の最近の主な研究としては、船体構造の合理化のための各構造要素の弾性、塑性力学応答の解明について、塑性設計法の応用に関する研究、船体構造法に関する研究、船体にかかる外力の究明について波浪中の船体強度の研究、脆性および低サイクル疲労の両面から追求した船体用材料の破壊防止の研究、高張力鋼の低サイクル疲労の研究、プラスチック材料の疲労強度に関する研究等がある。

構造物の設計に塑性設計法の概念を取り入れることについては、骨つき板の塑性力学的挙動が非常に複雑なため、船体へ応用するためには更に多くの基礎的な研究が必要で、この防撓板の塑性力学的挙動を主として、理論的、実験的に追究している。

船体構造については、大型船で各部応力が大きくなる場合に高張力鋼を用いたときの構造および強度、船体に広く用いられている補強板の強度、船底構造の剪断強さ等の基礎的研究を、また斜め波中の船体にかかる振りモーメントおよび縦横の曲げモーメントについて模型船による研究および北太平洋航路の実船実験を行なっている。



第2図 3,000 t 繰返し変動荷重装置  
 変動荷重 +3,000t~-1,000 t  
 繰返し速度 1~60 c/min  
 試験片寸法 最大厚 200 mm 最大幅 1,500 mm

造船用鋼材の脆性強度問題は多年研究を重ね、わが国は世界をリードするレベルに達しているが、さらに高張力鋼、低温用鋼等についても研究を拡大発展させつつある。また最近重要視されてきた材料の低サイクル疲労については究明を急がれている高張力鋼から研究に取りかかっている。

溶接工作については、過去に造船用軟鋼について数多くの研究を行なってきたが、最近が高張力鋼に関する問題、原子炉圧力容器等に用いられる超厚板に関する問題に重点を指向している。

前者に関しては、溶接割れ、水素脆化割れ、硫化水素割れ、ガスシールド自動溶接における割れ等の発生、割れ防止、非破壊検査等について実験的研究を、また後者については、最近設置した大型試験機類を使用して、脆性破壊、疲労破壊の防止、非破壊検査法の研究や大型圧力容器用材料の安全性確認試験を行なっている。

ガス切断については燃焼速度の遅いプロパンガス等を切断に有効に利用するための内燃加速型火口の試作研究を行なった。

### (3) 機関関係

機関関係の試験研究は機関開発部第1部、同第2部および機関性能部の3部で実施しているが、前二者は概ね未だ広く実用化されていない種類の機関の開発研究を、後者はすでに実用に供されている種類の機関の改善、性能向上を主務とした研究を行なっている。

開発的研究の主要なものとして、ガスタービンは未だ経済性においてディーゼル機関に劣るため、その熱効率の向上を目的として、タービン翼の内部冷却による高温タービンおよび熱交換器、部分負荷熱効率の向上、加速性など負荷応答特性の向上を目的とする可動翼の効果並びにガス軸受、機関材料等についての実験研究、再生式内燃機関の研究、GEM に関して周辺噴流型 GEM の推進性能についてのデータの発表、経済性向上を目的とする循環式 GEM の研究、蒸気プラントの完全自動化を目指す計算制御方式の研究、ボイラ性能の飛躍的向上を目的とする過給再熱蒸気プラントの研究、独創的構想の新型エンジン基礎研究等を推し進めている。

機関の改善、性能向上に関する主な研究としては、ディーゼル機関の高出力化に関連して、掃気、過給ディーゼル機関シュミレータ、燃焼室壁の熱伝達、過熱防止等の研究を実施しており、またディーゼル機関における低質重油使用の研究については安全使用可能であるとして一応の成果を得ている。このほか軸材の疲労強度に関する系統的、継続的研究や潤滑油添加剤による腐食摩耗の防止、超臨界圧領域の流体の熱伝達の研究等がある。

### (4) 艦装関係

艦体艦装は要素が多岐にわたっているので細分化された多数の項目に対する手配を必要とする。

最近の主な試験研究としては、船内居住性に関連して通風と防熱、船内騒音の防止、安全性に関連して防火構造、電気的艦装品の防爆性試験、爆発性ガスのある場所で使用できる安全工具の実用性、アンカーの把駐力の理論的、模型実験的研究、救命設備に関連して煙信号、音響信号、膨脹型救命いかだの性能向上、タンカー用救命艇の試作および耐火試験、船内荷役の合理的効率化に関連して荷役作業の実態調査および分析的研究等の諸試験、諸研究を実施している。テーマの選定に当たっては業界からの要望や、船舶安全法、JIS 等に関係するものが、なるべく優先的に考えられている。

### (5) 原子力船関係

原子力船の開発に関する研究は約 10 年前、船研の前身である運輸技術研究所時代から開始されたものである。初期の時代には原子力商船の可能性について調査、試設計等を行なった。最近行なっている主な研究は、原子力船の遮蔽構造および遮蔽材料、原子力船の通常時および事故時の船内並びに周辺環境の安全性、船用原子力機関の振動動揺対策、船用原子炉の伝熱等の試験研究である。

遮蔽に関しては当所の電子計算機 (NEAC 2206) に

別表 主要試験研究施設一覽

名 称	諸 元
船型試験設備	
空 洞 試 験 水 槽	鋼鉄製緊型回流式, 最高速度 8.5 m/s, 測定部断面 500 mm×500 mm
強 制 動 揺 試 験 機	使用模型船長さ: 水上船 3.5 m 以下, 潜水船 5.0 m 以下, 動揺周波数 0.1~2.5 c/s, 動揺振幅: 縦揺れ max±4°, 上下揺れ max 0.1 m, 最大強制力: 抵抗±20 kg, 揚力±20 kg, 縦揺れモーメント ±50 kgm
三 鷹 第 一 船 舶 試 験 水 槽	長さ 80 m, 幅 80 m, 水深 4.5 m, 加速・動揺兼用水路 8 m×50 m, 造波装置: 波長は 0.7~23 m, 波高は 7.5 m, 波長のときの最大 0.5 m
三 鷹 第 二 船 舶 試 験 水 槽	長さ 400 m, 幅 18 m, 水深 8 m, 最高試験速度 15 m/s
性 能 試 験 水 槽	長さ 35 m, 幅 8 m, 水深 3.25 m, 最高試験速度 3 m/s
旋 回 水 槽	直径 12 m, 最大速度 3 m/s
目 白 第 一 試 験 水 槽	長さ 200 m, 幅 10 m, 水深 6.3 m, 最高試験速度 8 m/s
目 白 第 二 試 験 水 槽	長さ 207 m, 幅 8 m, 水深 4.3 m, 最高試験速度 8 m/s
模 型 船 削 成 機	削成し得る船の最大長 7.5 m 幅 1.15 m
模 型 推 進 器 削 成 機	直径 400 mm, ピッチ 750 mm, レーク角 0~15° の推進器の削成が可能, 仕上精度 2/100 mm, 以下
材料および構造試験設備	
構 造 物 試 験 機	アムスラー型, 最大荷重 300 t, ストローク 800 mm
多 荷 重 構 造 物 試 験 機	水平荷重 1,000 t (引張および圧縮), 垂直荷重 20 t×6 (分布荷重ラム 6 基, 分布曲げ), 試験架構内部 長さ 10 m, 高さ 5 m, 幅 4 m
共 振 式 大 型 疲 勞 試 験 機	回転数 1,200~4,000 c/min, 試験片の大きさ 2,000 mm×500 mm×10 mm (引張りおよび圧縮)・4,300 mm×600 mm×300 mm (曲げ試験)
静 荷 重 試 験 機	最大秤量 300 t, 負荷間隔 5 t, 材料試験機検定標準器検定用
大 型 ね じ り 疲 勞 試 験 機	最大試験トルク 3,000 m·kg, 最大繰返しトルク 1,500~3,000 c/min
シ ェ ン ク 型 疲 勞 試 験 機 (13 台)	電動式プログラム制御 4 m·kg, 3,000 c/min 平向応力負荷部: 電動式最大偏位角 ±5° (可変) 5 c/min 多段プログラム可能
爆 破 試 験 場	長さ 6 m, 幅 4 m, 深さ 5 m, 火薬爆発による高压ガスのエネルギーを利用
大 型 衝 撃 試 験 機	容量 1,500 kg·m
15 MeV ベータトロン	エネルギー最高 15 MeV, 撮影能力: 鉄材 200 mm 厚を 1 分以下にて撮影可能, 欠陥判別能力: 厚さの 1% 以下, 焦点 0.2 mm×0.2 mm
4,000 トン テ ス ト リ グ	最大引張力 4,000 t 試験片寸法: 最大厚 200 mm×幅 1,600 mm×最大長 2,500 mm, 荷重発生装置: 500 t 油圧ジャッキ 8 本, 加圧ストローク 200 mm
3,000 トン繰返変動荷重装置	繰返変動荷重範囲 1,000 t~3,000 t, 最大振幅荷重 3,000 t, 荷重繰返速度 1~60 c/min, 最大ストローク: 静的 200 mm, 動的 30 mm, 試験片寸法: 最大厚 200 mm, 取付最大平板 長さ 3,000×幅 1,500 mm
機 関 試 験 設 備	
試 験 用 ガ ス タ ー ビ ン	ガス温度 650°C, 圧力比 3.0, 空気量 22 kg/s, 回転数 5,500 r. p. m. 出力 2,200 PS
船 用 ガ ス タ ー ビ ン	タービン入口ガス温度 650°C, 圧力比 3.5, 圧縮機回転数 10,000 r. p. m. 出力タービン回転数 5,000 r. p. m, 軸馬力 500 PS
圧 縮 空 気 源 装 置	1,000 PS 軸流圧縮機
軸 流 タ ー ビ ン 実 験 装 置	650 PS×5,800 r. p. m.
高 速 翼 列 実 験 装 置	210 mm×50 mm, 250 m/s
燃 焼 実 験 装 置	10 cm×20 cm, 75 m/s, 75 PS
可 逆 転 タ ー ビ ン 試 験 装 置	250 PS 動力計付
ボ イ ラ 実 験 装 置	蒸気圧 16 kg/cm <sup>2</sup> ×飽和, 蒸発量 1.5 t/h, 給炭量 300 kg
高 温 高 圧 ボ イ ラ 実 験 装 置	蒸気圧, 温度 100 kg/cm <sup>2</sup> ×500°C, 蒸発量 0.8 t/h, 噴油量 100 kg/h
超 臨 界 圧 ボ イ ラ 実 験 装 置	蒸気圧, 温度 300 kg/cm <sup>2</sup> ×580°C, 蒸発量 2 t/h, 過給比 1.43
船 用 デ ィ ー ゼ ル 機 関 実 験 装 置	70 PS (無過給時), 145 PS (過給時), 275 mm×400 mm×500 r. p. m.
高 温 高 圧 弁 実 験 装 置	最高使用蒸気 100 kg/cm <sup>2</sup> ×500°C



荷役作業解析試験設備

メモ・モーションカメラ	ボレックス (16ミリ) 撮影機および緩速度駆動装置 2 台, バッテリー, コンバータ 1 式
解析記録機	デリックブーム仰角 (0~90°) 回転角 (-90°~+90°) 装置付
解析計算機	NBM (31 桁)
環境試験設備	
調温調湿通風装置	送风量 50 m <sup>3</sup> /mm, 有効圧 105 mm H. O, 加熱容量 30 kW (15 kW×2) 電熱, 冷凍機 3.75 kW, 冷却能力約 10,000 kcal/h
船舶防火試験設備	
船舶防火実験室	加熱可能最高温度 900°C, 船体の一部を構成する隔壁 (1,300 mm×2,200 mm) および甲板 (1,485 mm×2,000 mm) より成る模型を加熱可能
船用品試験設備	
救命器具落下試験設備	鉄塔高さ 22 m, 水槽直径 12 m, 水深 2.5 m
全自動万能耐候試験機	温度調節範囲 室温+10°~+80°C, 湿度 35° において 45~75% R. H. 55° において 30~85% R. H
防爆型電気機器試験設備	大型試験槽 内法 600 mmφ×1,075 mm, 小型試験 内法 400 mmφ×500 mm, 爆発ガス混合槽 最高使用圧力 10 kg/cm <sup>2</sup> , 内容積 62 l
自記分光光度計	測定波長範囲 400~760 mμ, 測光器: ダブルモノクロメーター, セクター方式, 広波長域電管, 単色波長域約 3 mμ, 測光精度 ±0.5%, 記録方式: 光学的露位法, 20% カムおよび -logt カム付属, 記録時間 2.5 分 CIE 表色系による色度計算器付属
関連施設試験設備	
人工地震発生装置	30 PS, 最高 5.9 csp, 遠心力約 33 t 重量 7 t, 基礎重量 99 t, 裏込材料 208 t
壁体滑動抵抗試験装置	鉛直荷重 0~12 t, 水平荷重 0~60 t
鋼索引張試験機	最大容量 150 t, トルク測定最大容量 500 kg・m, 解燃数 20 回
鋼索繰返曲げ疲労試験機	最大供試索径 45 mm, 曲げ半径 1,500 mm, 最大引張荷重 10 t, 毎分回転数 500 回
低温低圧試験設備	
低温低圧実験室	8 m×5 m×2.5 m, 最低温度 -60°C, 最低圧力 0.2 気圧
風洞試験設備	
普通風洞	吹口 1 m×1.5 m 楕円形, 風速最大 40 m/s, 動力 60 PS
翼列風洞	測定断面 0.24 m×0.75 m, 風速最大 100 m/s, 動力 400 PS
小型亜音速風洞	吹口 50 cm 円形, 風速最大 280 m/s, 動力 400 PS
レーダ試験設備	
船舶用レーダおよび鉄塔	レーダ: 周波数帯 9,410 Mc, 最大探知距離 50 哩 鉄塔: 塔本体 10 m, 地上よりの高さ 20 m
レーダ試験装置	レーダテストセット: 9 Gc 帯信号発生器, 電界強度測定器および立体回路, クライストロン電源, シンクロスコープ, 空中線実験用回転架台等
電波遮蔽室	4.1 m×3.0 m×3.9 m, 遮蔽効果 100 kc~50 Mc で 90 db 以上
計算設備	
低速度型アナログコンピュータ	任意函数記録装置 (相関計算およびディレイラインシンセサイザー用) サンプルリングシュミレーター 0.1~5 sec, 3 出力 1 台 演算増幅器 12 台, 加算器 6 台, 特殊非線型要素 3 台, 掛算器 3 台, 光電型任意函数発生器 1 台, 原子炉シュミレーター 1 台
高速度型アナログコンピュータ	積分器 12 台, 加算器・係数器 20 台, ポテンシオメータ 56 個, サーボ式掛算器 3 台, 電子管掛算器 4 台, 特殊非線型要素 3 台, サーボ式函数発生器 1 台, 電子管式函数発生器 1 台, 原子炉シュミレーター 1 台, プリパッチ方式, 遠隔制御付, 遅延時間発生装置 0.05~2 sec, 5 台
原子炉スペースシュミレーター	原子炉内中性子束密度の分布を 2 組拡散理論に基づいて計算する (専用計算器)
デジタル計算機	構成 計算機本体 (NEAC-2206) 1 台, 内部記憶装置 1 台, 操作卓 1 台, さん孔タイプライター 3 台, 光電式テープ読取機 2 台, 高速テープさん孔機 1 台, 外部記憶装置 1 台, 電源調整装置 1 式, 空気調整装置 1 式
相関係数計算装置	継電式, 入力 6 単位印刷電信穿孔テープによる
相関計算機	磁気テープ式
防音試験設備	
無響室	有効容積 5 m×3 m×4 m, 吸音材 19 ミクロン長せんいガラス綿

軌道試験設備

実験線路

総延長 474 m, 標高差 20 m, 軌間 1,067 mm, 試験区間 343 m, 最高速度 180 km/h

架空鉄道実験設備

延長 196 m, 最急勾配 200/1,000, 遠心力コンクリート・ポール外径 500 mm, 厚さ 80 mm

模型軌道診断装置

長さ 16 m, 1/10 模型軌道および台車

弾性車輪試験装置

15 PS, 軸重最大 10 t, 速度 0~150 km/h, 軌間 1,067 mm・1,435 mm 両用, 試験車輪実物大

グリップ滑り強度試験機

ロープ径 24 mmφ, ロープ張力可変式最大 3 t, グリップ荷重標準 120 kg

受索輪試験装置

ロープ径 24 mmφ, 受索輪用ロープ周速度秒速 3 m, ロープ張力最大 5 t, 受索輪負荷荷重 100 kg

無軌条電車試験用電車線路

全長 200 m, 線路方式 架空複線式単線, 路線間隔 0.62 m, 架設方式 直接懸架ブラケット式

交流トロリーバス実験車

車体全長 8.3 m, 全幅 2.4 m, 全高 3.1 m, 自重 6.5 t, 電動機 50 kW, 600 V, シリコン整流器入力 AC 66 V, 出力 DC 600V 190 A

自動車試験設備

自動式ブレーキテスト

最大制動力(和) 900 kg, (差) 450 kg, 対象輪距 0~2,000 mm, 制動能力計算装置 差動セルシン+歯車  
重量設定装置 記憶装置 付セルシンによる自動設定  
乗出防止装置 第3ローラ

実車灯器実験場

暗室 20 m×10 m×5 m, 配光測定用スクリーン幅 8 m, 高さ 2 m, 測定範囲 左右 24° 上下 4°

動輪馬力試験装置

速度範囲 8.6 km/h~98 km/h 50 PS, 車両幅 1 m~1.9 m, 軸間距離 2.2 m~6 m

航空機強度試験設備

着陸装置試験機その他

150 PS 可変速電動機付, 試験脚荷重 500~5,000 kg, 試験タイヤ直径最大 1.2 m

動的平衡試験装置

試験体重量 15 kg~3,000 kg, 試験体直径最大 2,000 mm, 軸受間隔 400 mm~3,100 mm, 軸受直径 40 mm~180 mm, 回転数 208/360/520/820/1,230/1,950 r.p.m., 感度記鏡し得る最小軸受振幅 0.001 mm

電子顕微鏡

50 kV, 高周波電流倍率 500~1,500 (直接), 500~100,000 (引伸)

船用原子炉プラント振動動揺試験装置

振動台 大きさ: 4 m×4 m 振動方向: 上下および水平 搭載重量: 7 t 振動数 150~1,500 r.p.m. 振動加速度 7 t にて 1 g

ガンマー線エネルギー分析直記装置

シングルチャンネル型, NaI シンチレーションカウンタ分解時間 1 マイクロ秒, ガンマー線エネルギー分布を分析記録する。

電子管式応力頻度計

スライサー 13 段, スライズラベル可変 1/1,000 等分誤差 0.2%, 頻度表示: 1. 経過頻度 2. 振幅頻度 3. 極地頻度

トレーサー実験室

構成: オークリッジ型フード 1 台, ドラクトチンバー 1 台, グロブドボックス 1 台, 測定器: シンチレーションエネルギー分布直記装置 1 台, ガイガー・ジェラーカウンタ 1 台

赤外分析計

非分散型, 一酸化炭素および炭化水素総量の連続測定, 測定範囲: 一酸化炭素 0~10%, 炭化水素 0~10,000 ppm, 応答速度 0.5 sec

実験艇

鋼製 V 型, L=12 m, 総噸数 12, B=3.3 m, D=1.5 m, 主機 4 サイクルディーゼル機関 1 基, 出力: 連続最大 130 PS/1,800 r.p.m., 試運転速度(連続最大) 12 節 定員: 乗員を含み 20 名

タンカー用救命艇

全密閉, 散水冷却式, L=8 m, ディーゼル機関 1 基 32 PS

電子航法評価試験用航空機

ビーチのクラフト型 1 機

よつて理論的研究を行ない, 原子力船の内外の任意の点における線量を求める計算コードを完成し, 事故時の船内直接被曝線量, 原子力第 1 船の遮蔽計算に使用している。また放射線の透過散乱過程を解明する理論的新技法の研究を行ない成果を得た。なお遮蔽についてはアイソトープを使用して実船実験も実施しており, 原子力研究所の JRR-4 原子炉による実験研究も実施する計画であ

る。そのほか事故時の周辺環境の安全性に関する理論的研究を行なっている。

原子炉に及ぼす船舶の振動, 動揺による影響に関する研究については, 加速度 1.1 g までの上下運動を行なえる実験装置によつて, ループの焼損熱負荷の加速度変化に対する現象を実験的に研究し成果を得つつある。この問題は, 原子炉工学における船舶特有の問題であるの

で、さらに設備を改善して引続き研究を行なう計画である。

(7) その他

LPG タンカー用等の合成樹脂系の断熱材に関する低温性能の試験研究の如き低温実験、フェライトを用いた高感度の磁歪式力量計および鋼材の死荷重測定用ストレッチスタターの試作等の磁気応用計器の基礎的、応用的研究等の基礎的共通的事項の研究や船舶の係船に関連する平常時、波浪時における船舶の接岸力、衝撃強度、疲労による劣化等のロープの使用限度および安全性、乾ドックの地震時の安定等造船関連施設に関する試験研究等手広い研究に取り組んでいる。

また以上のほかさきにも述べた如く電子航法に関する評価試験や、鉄道・自動車・航空に関する試験業務も実施している。

当所では、試験研究の成果を概ね春秋2回、各2~3日間の子定で公開する研究発表会を行なっており、また研究成果を随時発表する機会も必要であると考えられている。

試験研究成果の論文形式の発表としては、「船舶技術研究所報告」を隔月刊で、「Papers of Ship Research Institute」を不定期刊で発行している。当所の試験研究の内容について詳細に調査されたい方はこれらの機会を利用されたい。

5 む す び

以上に船舶技術研究所の概要を述べた。内容的には、試験研究の状況等主要テーマを羅列した程度にとどまり十分に尽していない憾みがあるが、本研究所の全般について御紹介した次第である。

天然社・海技入門選書

東京商船大学助教授 鞠谷宏士 A5 180頁 卒350	東京商船大学助教授 清宮貞 A5 90頁 卒280
船の保存整備	蒸気機関
東京商船大学助教授 鞠谷宏士 A5 160頁 卒390	東京商船大学助教授 伊丹潔 A5 180頁 卒360
船舶の構造及び設備風具	船用電気の基礎
東京商船大学助教授 上坂太郎 A5 160頁 卒280	東京商船大学助教授 宮嶋時三 A5 200頁 卒460
沿岸航法	燃料・潤滑
東京商船大学助教授 横田利雄 A5 140頁 卒280	東京商船大学助教授 鮫島直人 A5 200頁 卒480
航海法規	電波航法入門
東京商船大学名誉教授 田中岩吉	東京商船大学助教授 野原威男 A5 155頁 卒380
海上運送と貨物の船積	船の強度と安定
(前篇)海上運送概説 A5 140頁 卒320	東京商船大学助教授 浅井栄資 A5 170頁 卒480
(後篇)貨物の船積 A5 160頁 卒390	東京商船大学助教授 巻島勉
東京商船大学助教授 豊田清治 A5 160頁 卒280	気象と海象
推測および天文航法	<以下続刊>
東京商船大学助教授 野原威男 A5 110頁 卒280	東京商船大学助教授 賀田秀夫
船用プロペラ	ボイラ用水
東京商船大学助教授 中島保司 A5 170頁 卒300	東京海技試験官 西田寛
運航要務	指圧図
東京商船大学助教授 米田謹次郎 A5 130頁 卒350円	東京商船大学助教授 賀田秀夫
操船と応急	船用金属材料
東京商船大学助教授 横田利雄 A5 155頁 卒320円	東京商船大学助教授 小川正一・真田茂
海事法規	機械の運動と力学
前東京高等商船助教授 小方愛朗 A5 170頁 卒300	東京商船大学助教授 小川正一
船用内燃機関(上巻) A5 200頁 卒320	機械工作・材料力学
船用内燃機関(下巻)	東京商船大学助教授 真壁忠吉
東京商船大学助教授 庄司和民 A5 140頁 卒420	船用汽罐
航海計器学入門	東京商船大学助教授 小川武補
	船用補機



# 英国造船研究協会年報 (1964年版) の概要 (2)

船舶編集室

## 研究報告

### 原子力

旧協会は 1955 年以來 Atomic Energy Authority とともに、商船推進用に原子力を利用することに関連した種々の研究を行なってきたが、新協会もこれを引きついだ。1961 年 11 月政府は、広範囲の船を対象とする経済的な原子炉の開発計画に認可を与えた。計画の主たる責任は Atomic Energy Authority に与えられ、ここで、一次回路、制御系および容器の単純化によつて建設費の安い加圧水型原子炉の内装型を研究してきた。協会はこの原子炉を船に使用する問題を研究するため Risley の Authority の研究所に人を送り、また原子炉設計を助けるための補佐のスタッフを送り、この計画に協力した。同時に Winfrith Heath のチームと協力して、産業界の代りに、原子力推進の可能性についての独自の評価を行ない、かつ外国における発展を追求した。

協会の Atomic Energy Committee は Atomic Energy Authority より開発上の情報を受け、開発と見通しについての議論を行なうことができた。協会の同委員会の一団は Risley を訪問し、特別な点についてより詳細に討論した。協会は船用原子炉に関する運輸省の作業グループ、その技術諮問パネル、船舶経済性作業パーティに代表として参加している。現在までの原子力利用に関して到達された水準の評価は、船用原子炉研究に関する作業グループのレポート Cmd 2358, 1964 年 5 月発行、に示されている。

政府が将来の開発に関しての決定を発表するとき、協会がこの分野でいかなる役割を果たすべきかは Research Council が決定しなくてはならない。原子力部門は現在も存続しているが次第に規模は縮小されつつあり、船用としての経済性の評価のため必要とされた知識は、他の船の進歩のためのプロジェクトに應用されている。

### 船用機関

船用機関に関する新しい B. S. R. A. の研究計画は、最初は古い B. S. R. A. PAMETRADA の計画の中の連続的な研究条項を引きついで作られた。この分野の研究の中心は Wallsend Research Station であるが、数々の問題がロンドン大学、工場との特別研究契約に基づいて研究されている。

### 蒸気タービン

タービンを主機とする商船の注文は減少し、これらの注文をめぐる国際競争は激化しており、一層効率のよい技術的に進歩したタービンを作ることが重要である。改良すべき点は、

- 翼列、ノズルの設計を進歩させ効率を向上させる。
- 蒸気速度を亜音速から超音速に上げる。これにより、同じエネルギー落差に対するタービン段数が減じられ、寸法、費用の低下を導く。
- 全体の熱効率を上げるため、蒸気の入口条件を高くする。

研究条項の一つの重要なグループはこれらの問題に関するものである。第 2 のグループは、推力軸受、ジャーナル軸受、信頼性の高く寿命の長い減速歯車に至るまで、タービンの機械的な面からの改良をめざしている。作動範囲内で振動が生じないかどうかはちようど低圧タービンの最終段のような形の翼付円板による特別な原寸大試験装置で検査される。最後に完全に開発された機関は原型機関として原寸大で試験され、全体効率、クリアランス、応力、最高温度が測定され、再び設計が検討される。

Wallsend におけるタービン流れ問題研究のための施設は、単段空気タービン、密度可変の高速風洞、大気圧超音速風洞、3 基の大気圧低速風洞および較正用風洞である。さらに自動データ取出装置をもち、すべてのデータはデジタル計算機に直接送られるようテープにパンチされる。Pametrada 標準衝動翼を用い種々の転向角に対する二次流れと損失が風洞で研究された。後縁厚さ、前縁のエロージョンシールド等、設計上の詳細な寸法の効果が測定された。亜音速および超音速用の新しい動翼型型の数学的設計法が考案され、これらの数々の設計は風洞で試験され、設計法を修正するためにその結果が用いられた。単段空気タービンは翼とディスクの風損測定に用いられた。その後このタービンで部分挿入段の挿入円弧の数と間隔に対する損失を知るため広い範囲の試験が行なわれた。タービン段が次段へ及ぼす影響を調べるため、種々の特色をもつ四段タービンが設計され建設中である。

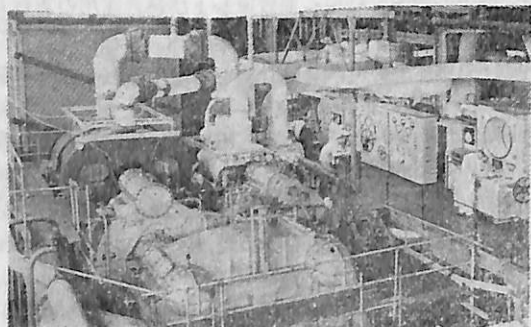
カーチス段は、船用タービンのような大出力タービンの重要な部分である。カーチス段の効率が十分高くなれば、高効率タービンの長さも減じられるであろう。この

ため、単列の衝動段と、種々の翼配置をもつカーチス段の性能試験を蒸気を用いて行なつた。試験は相対的な基盤に立つて行ない、ノズル、翼列形状、固定翼列の弧の位置と寸法、軸方向、ラジアル方向のクリアランス、カーチス段のラップ等、種々のパラメータが効率に及ぼす影響を、蒸気条件の広い範囲にわたり研究した。低压蒸気タービンの最後の数段では蒸気中の水滴が、蒸気より低速となり動翼の背を打ち、エロージョンをおこし効率低下をひきおこす。段の途中における種々の設計の水取り装置の効果が、従来の Pametrada 型のものも含めて、反動タービンの低压端で計測された。取去器形状、排水装置等の研究を広い条件範囲にわたつて行なつた。翼をとびすぎる水滴の軸方向分布、水抽出によるタービン全体効率への影響が評価された。

歯車装置はタービン機関の重要な部分であり、5,000~10,000 rpm のタービンと 100~110 rpm の低速プロペラ軸との間に 40,000 shp までの(特別な場合にはこれ以上もの馬力を)伝達する。歯車用合金鋼の試験に大きな力がかそがれ、種々原寸歯車による破壊試験が行なわれ、その延時間は 18 年にも達する。これにより設計上有用な知識が得られ、特に材料選択に役立った。3 組の表面硬化処理をした船用歯車の試験を Admiralty-Vickers Gearing Research Association の委託により行なつた。

就航中の船の fine-tooth coupling に疲れによる事故が起きたので、B. S. R. A. は表面硬化など種々の歯面の処理を行なつた接手を試験した。Wallsend Research Station において開発した装置は in line および out of line の接手を試験できるのみならず、shuttling しながら周期的な前後の動きを与える特別な装置も付属している。

タービンの軸受の破損が最近いくつかの商船に生じ、B.S.R.A. はその原因を調べることを求められた。Wall-



Wallsend Research Station において  
テスト中の 22,000 shp タービン

send で原寸の推力軸受装置により広い試験を行なつたが、後、推力軸受の内部をシミュレートするため小さな円板型の装置を工夫した。これにより、配置ミス、公差の変化、潤滑油、スラストカラー材料の性質、ほこりや金属の小片の介在による影響などに、説明を与えた。協会はまた B. P. Tanker Co. Ltd. と協力し、47,000トンタンカー S. S. British Prestige による実船研究を行ない、種々の操縦状態および定常航走状態における高压タービンと主推力軸受が受ける前進、後進力、高压タービン、一次歯車、主軸等の軸方向の動きを同時記録した。この試験によりタービン推力軸受の受ける実際の条件が非常によくわかつた。これらの研究にもとづき、協会は実際の勧告をなし、事故の減少に寄与した。

協会は後進タービンあるいは可変ピッチプロペラに代るものとして、流体伝達機構の開発を行なつている。この伝達機構は、船を急速確実に操作できるだけの十分な後進力を与えると同時に、大きな損失なしに前進全力を伝達できるものでなくてはならない。この B.S.R.A. システムははじめ船用ガスタービンのために開発された。

最近 self-energising clutch の改良および高効率の astern converter の開発も行なつている。すでに開発された前進接手は歪計をつけ、油をぬいた状態と満した状態で回転し、回転による応力を調べた。後進中前進接手に生じる風損加熱および冷却法を研究するための特別な風損装置を建設使用した。

Wallsend の実物大タービン試験装置は非常によく使用されている。S. S. British Bombardier 用の推進機関の完全セット、Pametrada Prototype I の機関について広範囲の試運転が行なわれた。その上、Pametrada 標準高压タービン (PSF/D 型) と Prototype I 低压タービン、復水器、歯車装置からなる完全なセットについて試験が行なわれた。最近のものは、S. S. Methane Princess の高压タービン Pametrada 標準 PSF/C 型タービンの試験であり、2 台の高速動力計で出力を吸収した。これら試験は蒸気消費量、変形や膨張の逃げ、信頼性などを調べるため、注意深く計画され実行された。Prototype I の試験は 6 ヶ月にわたり、温度 1035°F までの 35 の異つた条件での蒸気消費量が調べられた。

4 商船と 4 艦艇で航行中の騒音測定を行ない、工場、造船所を訪問して、運転中の機械の騒音測定を行なつた。騒音源の要素、これを減らす方法についての研究を続ける委託契約が国防省(海軍)と結ばれた。

#### ガスタービン

船用ガスタービンの開発は停止中である。しかし開発

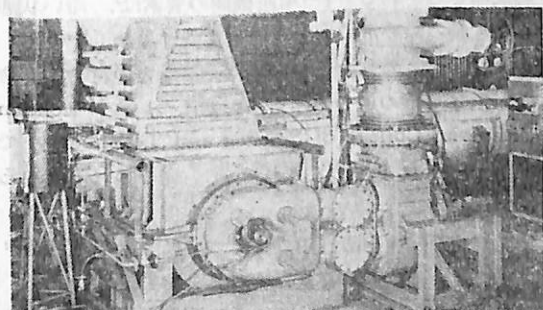
の方向についての討議を National Gas Turbine Establishment と行なつた。主な問題は残渣油燃焼によるコロージョンと灰付着である。

### 内 燃 機 関

低速直結の過給2サイクルディーゼル機関は今や商船の原動機として圧倒的である。この10年間の進歩は極めて急速で、より一層の進歩のために、多くの解決すべき問題が生じてきた。過給システムの効率、高出力におけるシリンダ要素の熱負荷の増大、低質重油は今ほとんど一般に用いられているが、これによるシリンダの腐蝕の増大等である。

これら機関の大多数はより効率のよい脈動流型のターボ過給器を駆動するために排気を利用する。この方式は機関とタービンの間の管の注意深い設計が必要で、協会の依頼により Liverpool および Manchester 大学でこの設計のための理論的実験的研究が行なわれ、計算プログラムを開発した。現在の過給器はガスタービンに関しては一定圧力流入の条件の下に設計されており、これを脈動流用に特に設計するならば大きな利益が得られるであろう。英国の大きな過給器会社と協力し、一連の研究を行なつたが、その第1部は最近完了し、既成のタービンを脈動流および定常流の条件の下に試験し、一般に行なわれている準静的な流体理論によるタービン性能の解析法が正しいか検討した。第2部では、今後10年間に要求されるような設計条件範囲をカバーする数々のモデルタービンの設計を行ない、今は Napier Research Station で、特に設計された試験装置により試験中である。第3部では、Wallsend の実物大試験装置で、入口、出口形状がターボ過給器性能に及ぼす影響が調べられている。

協会の依頼により Ricardo & Co. Ltd. でシリンダ要素の熱負荷の2, 3の問題が研究されている。Doxford の協力も受けて、Doxford 単シリンダ実験機関で広範



過給用パルスフロー排気タービンの試験

圍の温度測定がなされ、これらの資料は、熱応力計算式を導くのに用いられた。特に負荷、回転数、設計上のパラメータ例えば金属厚さ、冷却剤条件、機関寸法によりどのように影響されるかが明らかにされた。各種の液体冷却ピストンの熱交換の過程をカクテルシューカー型の装置で調べ、また種々の冷却水中の耐コロージョン添加物の熱伝達に及ぼす影響も実験室の装置により調べられた。

シリンダの摩耗を減らすのに、ライナー温度を上昇させることが有益であると、しばしば述べられている。Licardo & Co. Ltd. は、ライナーのもつとも冷い部分の温度を上げ大きな利益の得られることを示した。燃料組成、燃料の清浄処理が摩耗に及ぼす影響も調べられた。船用の大部分の燃料は遠心分離処理を受けても摩耗率に変化なく、特に汚れた燃料も単段の遠心分離処理でよいことがわかつた。重い燃料油を用いるときのライナーおよび装置材料が摩耗率におよぼす影響について、現在もさらに研究が進められている。

動的な負荷を受ける軸受の長さ/直径が軸受性能に及ぼす影響、軸受高圧潤滑の利用、組立クランク軸強度に対するはめ合い部の長さ/直径の影響等について、Glasgo の Royal College of Science and Technology で研究中である。

### 施 設

ボイラー、蒸気管、油タンクヒーター、軸系の振動、機械の騒音およびその他がこの項目に含まれる。ボイラに関しては、上昇管が1本である原寸の基本ボイラ回路での広範囲にわたる実験プログラムの結果を無次元解析した。実験は垂直、および垂直線と40, 60°傾いて配置された3種の寸法の管を用い、熱負荷は 120,000 B. t. u./ft<sup>2</sup>/hr まで、圧力は 1,500 lb/in<sup>2</sup> までの範囲での自然循環の効果を調べた。自然循環の基礎理論を發展させ、これらはボイラ設計および既存ボイラの限界作動条件を評価するに利用することができる。

ボイラ管群の製造に使われる拡管について、この過程の基本的なパラメータを発見し、これらが拡管中に生ずる歪にどのように影響するかを調べるため、できうる限り多くの変数について試験をした。この試験は、はじめ大きな板に1本の管を拡管する問題に限定した。これは多数の穴のある板を使うと、問題にしているパラメータの影響がかくれてしまうため、基本的な要素についてある程度理解されたとき、ぎつしりとつめられた管群の拡管の研究が行なわれ、1本の拡管がとなりの穴の管に及ぼす歪、変形、おし出し圧力への効果が測定された。



expander の設計の影響も調べられた。拡張の研究はボイラ組立工場へのガイダンス用報告発行により実際に利用される。

蒸気管に関する研究では、通常の下での典型的な蒸気配管の柔軟性、力、応力等を計算する既存の方法を試験する研究が行なわれてきたが、その最終段階としてさらに2系列の実験が完了したところである。熱膨張と冷い停止状態に対応するコントロールドアンカーの動きによつて生ずる単純三次元系の端面 reaction の研究を以前行なつたが、ベンドの一つについてその中央断面における外表面の全歪を測定し、これを補充した。以前の研究はすべて、450 lb/in<sup>2</sup> 位の圧力を対象とした比較的薄肉管に関するものであつたので、もつと進んだ蒸気条件を対象とする厚肉ベンドに in-plane および out of plane 曲げをかけ応力と変形の測定を行ない、この研究を完成した。

オイルタンクヒータに関する研究では、18,000 トンタンカーの模型 ウィングタンクを用い、試験液として 6,000 sec の重い燃料油を使用して、船荷としての油の自然循環を研究した。このとき格子型の加熱コイルを用いたが、特別粘性の大きな液体は bulk heating の理論の基となつている通常の液体と異なることがわかつた。重油に関する改訂された熱伝達の資料を最近発行した報告の中に発表した。資料の温度範囲をひろげ、瀝青のような粘度の高い液体の資料を得るための実験を続行中である。

軸系の振動に関する研究の一部として、Prototype I の推力軸受の静的な剛性と変形の試験を行なつた。この推力軸受は特殊な設計のもので、水平の接合部の直下で支持され、非常に重い台に固定され、水圧ポンプでフルロードまでの負荷をかけて試験された。ミッチェルベアリング AR および B 型で現在製造されている全範囲にわたるものが試験され、軸振動数の計算のために貴重な資料が得られた。大きな機械装置の軸系の縦方向の共振振動数計算にあつたの大きな困難は、推力軸受の台とこれに接続している構造の剛性の資料がないことである。このため、実際に動いている船上で振動試験を行ない、これから台の剛性を計算した。そして、台の基本寸法から剛性を推定する経験式を求めめるために、これらの資料と設計要目との関連を求めた。

船上実験により他の振動問題も調査することができ、推力振動の実際的水準、推力軸受、タービン船の主歯車に存在する振動の振幅等について一層の知識が得られた。さらに、軸系のダンピングの資料、プロペラ・スラストの変動について重要な知識が得られたが、この二つ

の要素は軸系の振動特性をきめる上にまず明らかにされなければならないものである。

軸の横振動に関する知識をうるためだけでなく、プロペラの固着に関する研究の発展としても、プロペラ軸の応力測定を行ないたいと考えてきたが、海洋調査船により測定する機会が得られた。これにより、コンセントリック・バルブ、オープン・スターンフレーム形式の小さな船におけるプロペラ軸応力の資料が得られ、4 翼および 5 翼プロペラによる選移状態のトルク、スラスト、曲げモーメントの比較をすることができた。装置、解析についての経験はより大きな船の同様な試験に役立つであろう。

その他の研究として、通気との著しい干渉を防ぐために設計された音響スクリーンを取付けることによつて高速ディーゼル発電機の騒音を減少しようとする研究がなされた。煙突からのガスが船の甲板にかからないようにするための B. S. R. A. の設計基準は、実際に利用されて成功をおさめているが、資料は十分でなく、1~2 の新しい煙突設計が使用されるようになった。それで、このギャップを埋めるための補足実験を行ない、大体十分な範囲の資料が得られることとなつた。

## 材 料

協会の初期の研究によつて、船用ディーゼル機関に用いられるような動的な負荷を受ける大きなボルトの強度は、ねじの根部のローリングにより 2 倍以上に増加できることが明らかにされ、この方法は多くの船用機関メーカーに用いられている。この研究は、ネジ山ピッチに対する最適なローリング過程を決定するために続行されている。前の試験では変動する軸方向の力を受けるスタッドについて、5 種の設計の相対疲れ強さを定めた。これに更に曲げモーメントが加わる場合の試験を補足的に行なつた。これは実際に近い条件であるが、スタッド形式の相対的な長所はこれによつても変らなかつた。

燃焼にさらされるディーゼル機関の要素は、冷い状態からの起動の際非常に大きな応力を受け破壊しやすい。ピストン、ライナー、シリンダカバーなどの材料の寿命に対し、この形の応力が与える影響について、London の Imperial College of Science and Technology で研究が行なわれており、これは近く完了されるであろう。

プロペラの陰極的防食の効果について、ある大きなタンカー会社との協力により、実船研究を行なつた。

斜へ広い範囲の耐コロージョン、耐摩耗金属、セラミック等を吹きつけるプラズマアーク技術の可能性が調べ

られている。造船所で利用するのに適したトランスフェードアーク D. C. プラズマ銃を建設中であり、一方きわめて高い温度の得られる Induction-coupled high-frequency プラズマの開発研究が進められている。

溶接金属のストレス・ラプチャー特性について長期にわたる研究が続けられており、種々の電極による溶接物の 10,000 時間の試験が多数 950°~1050°F において行なわれている。現在は Lloyd も本研究に協力している。

0.2% 炭素鋼の溶接歯車リムのフルスケールの試験が成功し、その後 En. 8 鋼の大きな鍛造ブロックへ溶接試験が行なわれた。よい性質の溶接が得られ、溶接部からの試片について機械特性、ひつかり特性、点食特性等を

きめられた方法で試験した。

磁歪効果に基づいたキャビテーション・エロージョン試験装置を用い、種々の表面硬化を受けた材料の試験を行なった。これは水滴エロージョンに耐えるタービン翼シールドの開発を目的としている。

軟鋼、砲金、鋳鉄の外殻に対するホワイトメタルの結合強さに影響を与える要素を明らかにするための研究を始めた。改良 Chalmer 結合つよさ試験機、改良 Izod 衝撃試験機を、研究所の条件下で製作された試片の強度を評価するために製作した。

多くの形式のコロージョンの問題は、それらが起きる度に研究された。ホワイトメタルのコロージョンでかたい錫の酸化膜を形成するものに、特に注意が払われた。(続)

(89頁よりつづく)

を終えた。このレース、IV の出したヒートレコード 103.159 m. p. h. の新記録が最後の残りとなつたのである。

Slo-Mo-Shun なぎあと、遂に B. I. トロフィーはカナダに奪われた。1959年カナダの J. G. Thompson の Miss Supertest III は Rolls Royce Griffon エンジン 3,000 HP をもつて米国籍艇 Maverick を破り、英国籍長年の宿願を果たしたのである。1960, 61年と再び三度、米国の挑戦を斥け、B. I. トロフィーは今やカナダに標として輝いている。1台の Allison エンジンをもつては Griffon エンジン搭載艇を破ることはまず絶望的であろうといわれている。

アメリカでは、現在 Such Crust IV (2台のアリソン搭載) を始めとして多くの優勝艇がカナダの B. I. トロフィーをねらつて日夜練磨に励んでいる。今後の推移が楽しみである。

#### 後 記

本稿の相当部分は、丹羽誠一氏の御好意により、雑誌「舵」No. 198~210 に発表された同氏の「世界史高速艇」(1~11) によつている。各レースの個々の詳細についてはそれによつて頂きたい。ただし、私見によつた部分には色々と誤りの点もあると思うので、お気付の点はお教え頂きたい。なお、船型の発達については「船舶」1962—Vol. 3 を参照されたい。(終)

#### 海 技 入 門 選 書

東京商船大学教授 野原威男 著

### 船 用 プ ロ ペ ラ

A5 上装 110頁 ¥ 230円 (〒70)

#### 目 次

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

#### 海 技 入 門 選 書

商船大学教授 横田利雄 著

### 航 海 法 規

A5 上装 130頁 ¥ 230円 (〒70)

#### 目 次

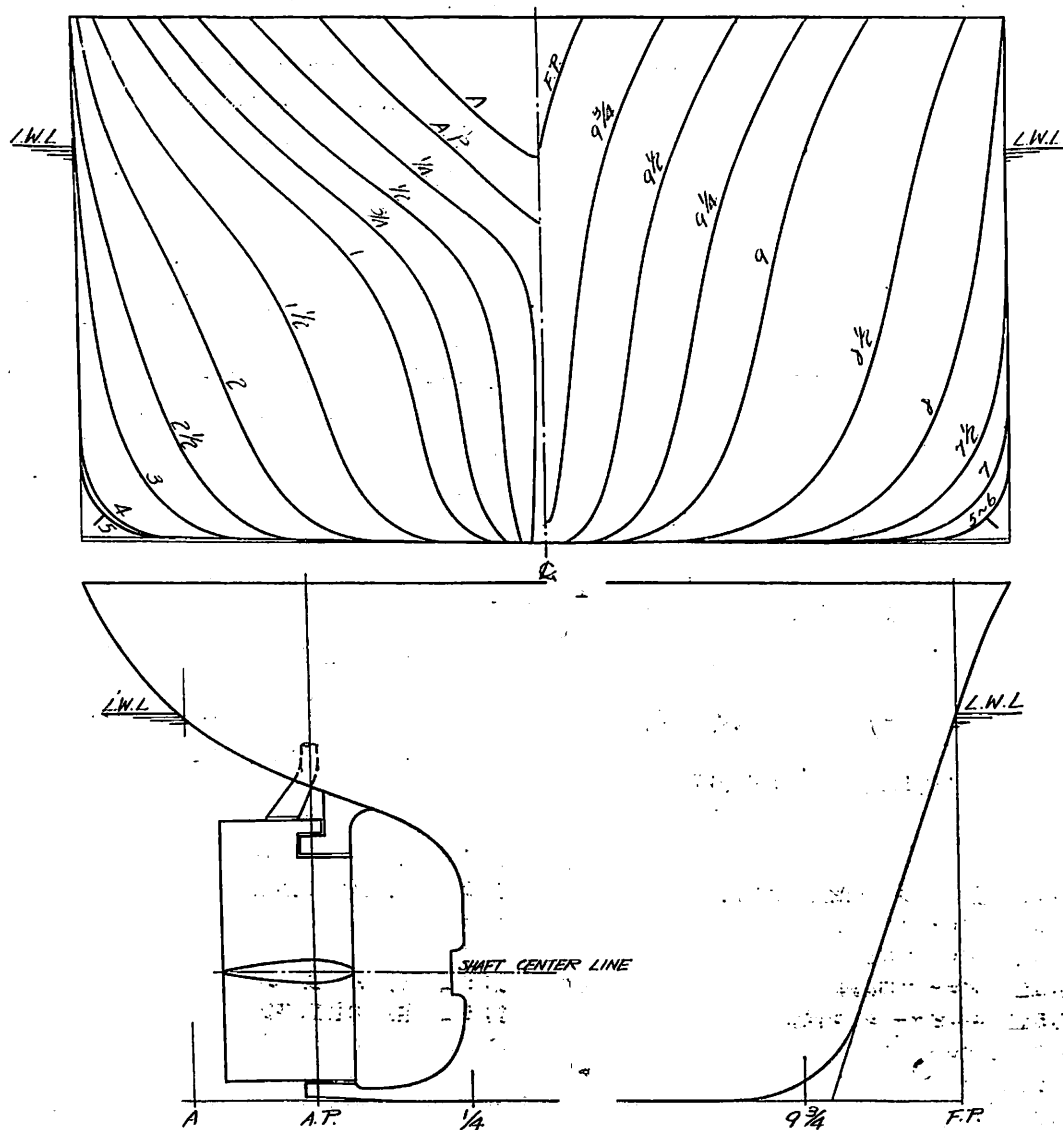
- 第1章 総 説
- 第2章 灯火および形象物
- 第3章 音 響 信 号
- 第4章 航 法
- 第5章 特 別 規 則
- 第6章 海員の注意事項
- 第7章 遭 難 信 号
- 第8章 操 舵 号 令
- 附 録 海上衝突予防法 港則法抜萃、特定水域航行令

D. W. 約 15,000 トンの木材運搬船と鉱石運搬船の模型試験

船舶編集室

M. S. 313 は垂線間長さ 143.25 m・方形係数 0.736 の木材運搬船, M. S. 314 はおなじく 147 m・0.777 の鉱石運搬船の模型船で, 対応する実船の載貨重量はいずれも約 15,000 トンである。

両船の主要寸法等は試験に使用した模型プロペラの要目とともに, 実船寸法に換算して第 1 表に示し, 正面線図および船首尾形状をそれぞれ第 1 図, 第 2 図に示す。M. S. 313 は流線型舵を, M. S. 314 は反動舵を採用して



第 1 図 M. S. 313 正面線図および船首尾形状図



いる。また、M. S. 313 の長さ一幅比の値は6.75で、M. S. 314 の7.19にくらべ比較的小さい。

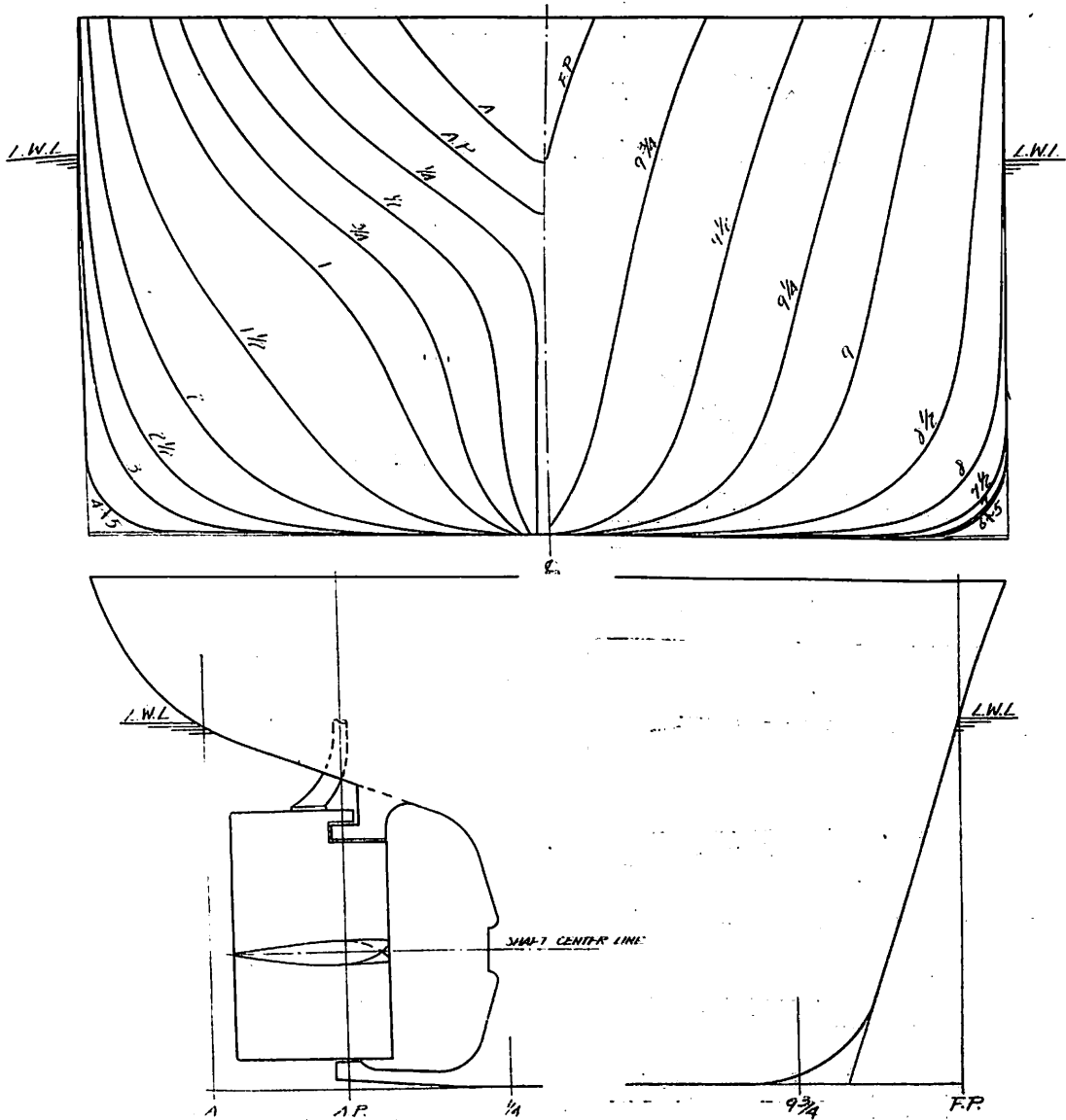
なお、前者は連続最大出力 6,600BHP×135 RPM、後者は、おなじく 5,400 BHP×120 RPM のディーゼル機関の搭載が予定された。

試験は、両船とも満載・半載・空載貨の3状態について実施された。

試験より得られた 剰余抵抗係数および自航要素を第3図および第4図に示す。

これらの結果より実船の伝達馬力等を求めたものを第

5図および第6図に示す。これらの解析計算に使用した摩擦係数は、M. S. 313 についてはシェーンヘルのも(実船に対する  $\Delta C_F=0.0002$ )を用い、また M. S. 314 についてはフルードの算式が使用された。なお、第6図中には、M. S. 313 のものと比較する便を考へて、M. S. 314 の満載状態の伝達馬力およびプロペラ回転数を、シェーンヘル摩擦係数(実船に対する  $\Delta C_F=0.0002$ )を使つて計算した値を併せ示してある。また、実船の伝達馬力等には実船・模型船間の伴流係数の尺度影響は考慮されていない。

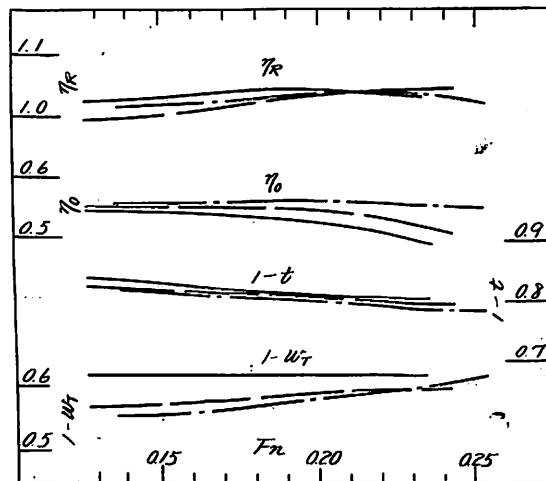
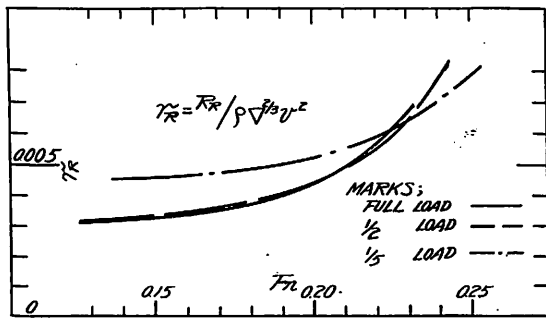


第2図 M. S. 314 正面線図および船首尾形状図

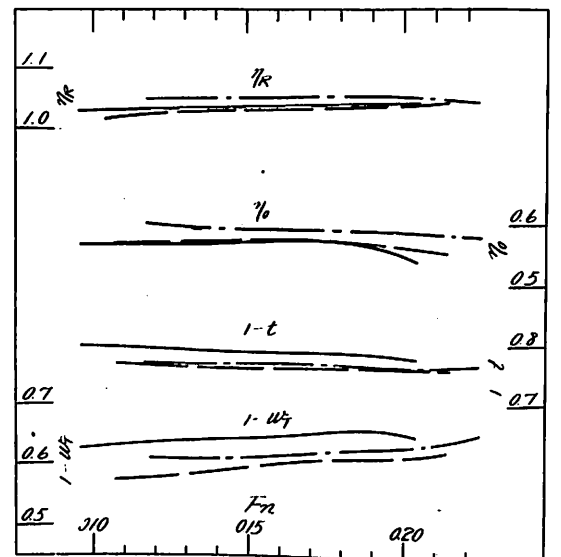
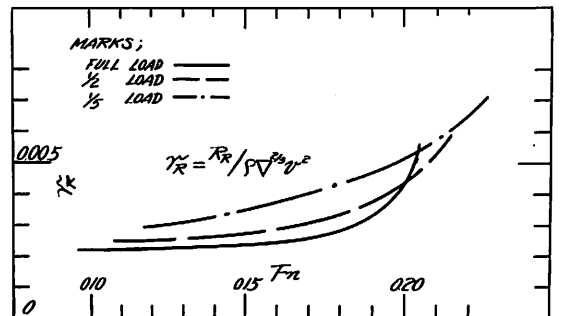
第 1 表 要 目 表

M. S. No.	313	314	
長さ (LFP) (m)	143.250	147.00	
幅 (B) 外板を含む (m)	21.240	20.042	
満 載 状 態	喫水 (d) (m)	9.020	8.521
	喫水線の長さ (L.w.L.) (m)	146.240	150.190
	排水量 (P) (m <sup>3</sup> )	20,186	19,888
	C <sub>B</sub>	0.736	0.777
	C <sub>F</sub>	0.744	0.786
	C <sub>M</sub>	0.988	0.988
l <sub>CB</sub> (LFPの%にて図より)	-1.20	-2.05	
平均外板厚 (mm)	20	21	
摩擦係数	シエーンヘル ΔC <sub>F</sub> = +0.2 × 10 <sup>-3</sup>	フルード λ <sub>s</sub> = 0.14044 λ <sub>s</sub> ' = 0.1420	

M. P. No.	266	267
直 径 (m)	5.066	5.309
ポ ス 比	0.203	0.190
ピッチ (0.7Rにて) (m)	3.724 (通減)	3.743 (通増)
ピッチ比 (0.7Rにて)	0.735 (通減)	0.705 (通増)
展開面積比	0.465	0.474
翼 厚 比	0.055	0.055
傾 斜 角	9°~59'	12°~4'
翼 数	4	4
回 転 方 向	右	右
翼 断 面 形 状	エーロフォイル	エーロフォイル

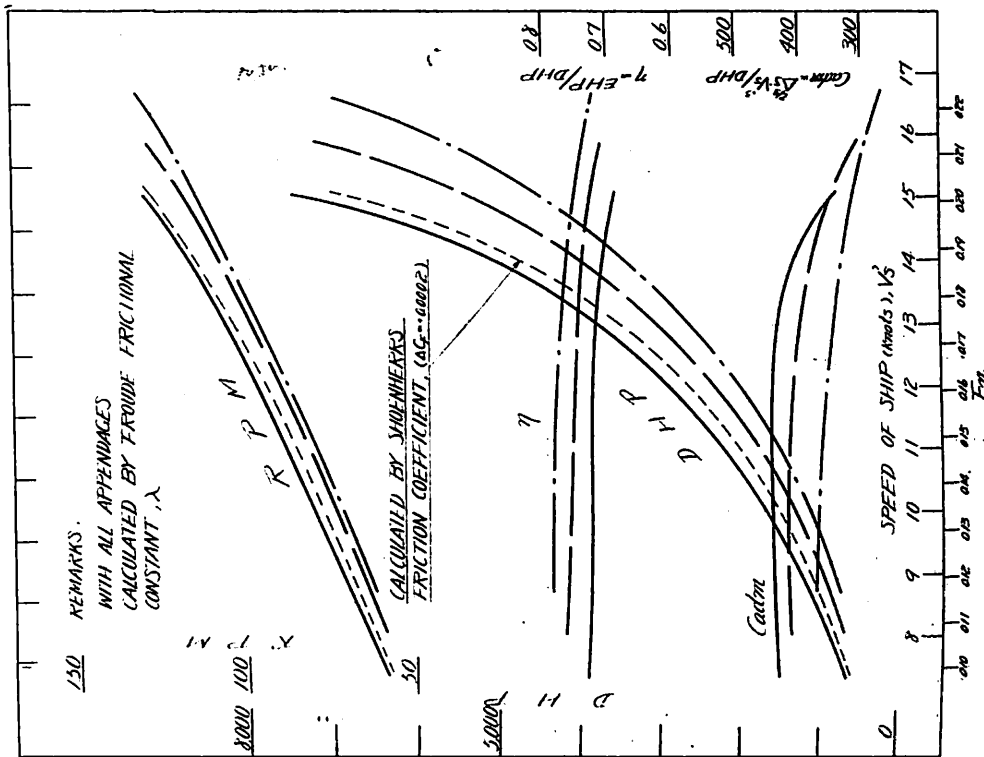


第 3 図 M. S. 313 剰余抵抗係数および自航要素



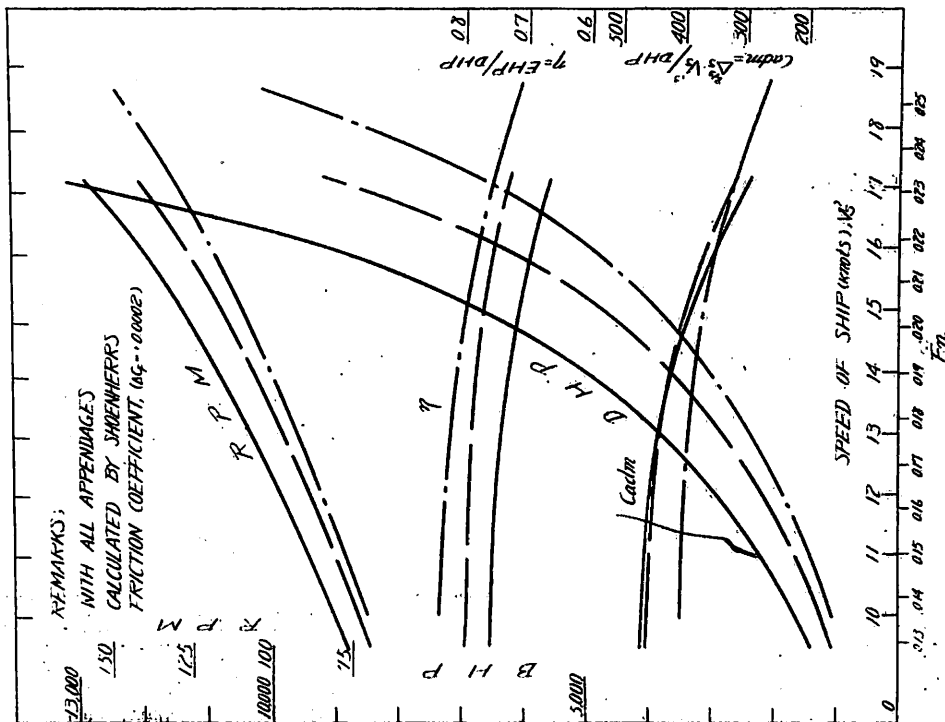
第 4 図 M. S. 314 剰余抵抗係数および自航要素

CONDITION	DRAFT (m)		DISPLACEMENT	4 MARKS
	A.P.	M.S.		
FULL LOAD	3.21		$\Delta_3$ (ton)	
	6.150	3.630	19,833	20,386
1/2 LOAD		1.000	12,551	12,865
1/4 LOAD	3.450	2.050	3,441	3,945



第6图 M.S. 314 x M.P. 267 DHP 等曲线图

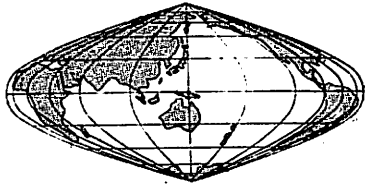
CONDITION	DRAFT (m)		DISPLACEMENT	MARKS
	A.P.	M.S.		
FULL LOAD	3.20		$\Delta_3$ (ton)	
	6.120	1.500	20,786	20,691
1/2 LOAD		1.500	12,712	13,030
1/4 LOAD	3.825	3.500	3,322	3,530



第5图 M.S. 313 x M.P. 266 DHP 等曲线图



# NKコーナー



## 丸型ガネルを有する船舶の満載喫水線標識の甲板線標示位置について

丸型ガネルを有する船舶の甲板線標示位置は、従来、円弧部の下端またはこれに近接する適当な位置、としていたが、今後は、船の深さの上端より下方1mの位置に標示することになった。

なお、この位置に甲板線標識を標示することが困難な場合には、100mm単位で、甲板線標識の位置を上下することが認められるが、その位置は、できるだけ標準の位置に近くなければならない。(65技264号, 40.7.24)

## 改造木材運搬船の損傷について

最近、2隻の木材運搬船で、多数の倉内肋骨の下端に亀裂が発生しているのが発見された。これら2隻の船は、2層甲板貨物船を木材運搬専用船に改造したものであつて、第2甲板を撤去し、第2甲板と上甲板の間をトップサイドタンクとした点が共通しており、この改造が今回の損傷に関係していると考えられている。

これらの2隻と同様の改造を行なつた木材運搬船は、およそ40隻ある。今後、これらの船の検査では、肋骨下端の状況について、特に注意する必要がある。

(65技250号, 40.7.24)

## 東京製鎖の150mm電気溶接鎖の承認

東京製鎖鉄工KKでは、最近新設した溶接機による、150mm径の第2種電気溶接鎖について、本会の溶接法承認試験を受験中であつたが、7月下旬に承認された。この鎖鎖の切断試験は、試験機の容量の関係で、東大の2,000トン構造物試験機が使用された。

現在、浜中製鎖KKにおいても、160mm径までの電気溶接鎖の製造を予定しており、近く承認試験が行なわれる模様である。

## 甲板被覆材料「ヤトミックス」の承認

今般、弥富商会の製品ヤトミックスについて、鋼船規則第3編第6条第1項(3)号の甲板被覆としての使用承認の申込みがあり、調査の結果、下記の3つの銘柄が承認された。

1. ヤトミックス エックスデッキ
2. ヤトミックス インサイドフロアー
3. ヤトミックス インシュラデッキパーライト層

なお、前記鋼船規則の規定は、居住区域内の甲板で、機関区域あるいは貨物区域の頂部を構成する甲板に使用する甲板被覆について、容易に点火しないものであることを要求した規定である。

## 認定裏波溶接棒の定期検査について

首題の件については、船体溶接内規および認定溶接用材料受験手続きに規定されているが、この継手試験は、定期検査の場合に限り、下向き姿勢の継手試験1組のみでよいことになった。

## 特殊防爆形抵抗式多点温度監視装置の承認について

北辰電機製作所の多点温度監視装置(マリン・スキナ)が最近NKから承認された。この温度監視装置は、LPGタンクおよびその船倉の温度監視に用いられるもので、この装置の測定回路は、電圧、電流、消費電気エネルギーが極めて小さいので、本質安全回路の要件を備えているが、船内の100V電源に接続するので、一部分が本質安全構造となつていない。このために、この部分を含めた監視部は、安全な場所に装備し、測温部とその信号回路のみを危険な場所に設置する。

本質安全防爆構造の基本的条件として、イギリスのBritish Standard 1259では、回路と機器について、つぎのように定義している。

本質安全な回路とは、試験実施当局により規定された条件に合致し、かつ、明細書に列挙した回路要素をもつ回路で、通常の動作中に発生するいかなる電気火花も対象ガスに点火しない回路をいう。

本質安全な機器とは、試験実施当局により規定された要件の下に設置、使用した場合、その機器または回路のいずれにおいても通常の動作中発生する電気火花が対象ガスに点火しない機器をいう。ここで、通常の動作中発生する電気火花とは、通常の状態で使用中に本質安全防爆を必要とする回路をしゃ断または短絡した場合に生ずる電気火花をいい、試験実施当局が実際に生じうると考えるいかなる故障時の発生火花をも含むものである。

## CIMACと船級協会との懇談

CIMAC (Congress International des Machines a Combustion-Paris)が、船級協会に対し、検査規則と検査法の統一を要望するための懇談会の第1回の会合が、6月29日スイスのチューリッヒで開かれ、各国から17名の技術者が参集した。

この懇談会で、今後CIMACが船級協会に申し入れたい事項として次のものが一応とりあげられた。

- (1) 予備品の統一
- (2) 大量生産方式の機関の取扱い
- (3) 他の船級協会の試験に合格した部品の受け入れ
- (4) 材料試験規格の統一と溶接補修の考え方の一致
- (5) 材料試験を行なうべき部品の統一
- (6) 定期検査の間隔、程度の統一

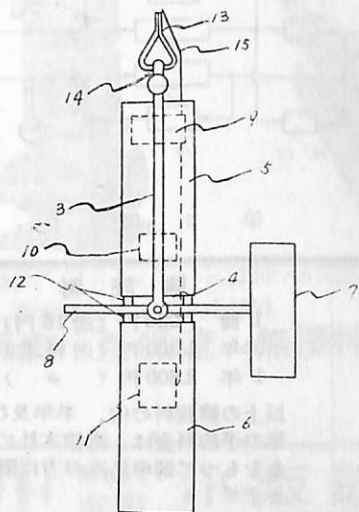
## 特 許 解 説

ソナー用曳航送受波器支持装置（実用新案出願  
公告昭40~15378号，考案者，高橋一博，出願人，  
株式会社日立製作所）

この考案は，海上船舶の底部より鋼索を吊下げてその先端部に送受波器をとりつけ海中を曳航するソナー用曳航送受波器支持装置に関するものである。

図面について説明すると，ほぼ中央に位置する支持部4より索引された送受波器において，支持部4の上部に比較し下部の重力が大きく，流れの抗力による力を上部および下部にほぼ等しく掛るように上部音響板5および下部音響板6にて外周より包み，中央後部に垂直翼7を設けたことを特長とするソナー用曳航送受波器支持装置である。しかも支持部4に自由に回転できる吊下フレーム3の上端に吊金具14を固定し，これに送受波用吊下ワイヤ13をとりつけてこれを船底に接続する。支持部4の上部にはフレーム12にて受波器10を納め，下部には同様に送波器11をとりつけ，受波器10および送波器11より各接続電線を取りだしケーブル接続箱9につなぎこれより一本にまとめて送受波器用接続ケーブル15をとりだすのである。

したがって，上下部音響板5,6をとりつけたことにより複雑な形状のフレーム12の後部に生ずる海流の乱れを防止するとともに垂直翼7によつて装置の進行を安定させ曳航の際に生ずるフラツキを防止する。また，海水の静止，あるいは流速にかかわらず傾きもなく曳航方向

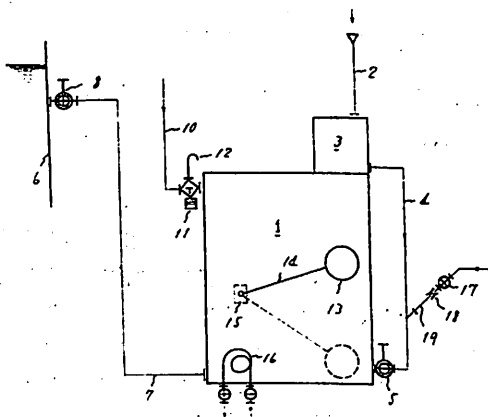


に対して一定方向に保たれるので超音波の指向性が乱れることなく感度の低下することもない。

排液装置（特許出願公告昭40~9572号，発明者，  
設楽敬治外1名，出願人，三菱重工株式会社）

従来艦船におけるスラッジ処理法として船底に装備されたスラッジ貯溜タンクに油清浄機より出るスラッジを貯溜し，前記スラッジ貯溜タンクが満油になると人為的にポンプを駆動してスラッジ貯溜タンク内に注水し内容物の流動性をよくしてスラッジセクターにより艦船外に放出する方法が採用されていたが，操作が複雑で労力を要する欠点があつた。また，前記の操作を圧力タンクによる排出装置を利用して自動的に行うことも提案されたが，装置が複雑化し，かつ，スラッジ放出中は一時スラッジの流入が中断される欠点があつた。

この発明は前記のような欠点を除去したものである。図面について説明すると，この排液装置は圧力タンク1，圧力タンク1に附設された流入タンク3，前記両タンク1,3を連絡し逆止弁5をもつた配管4，圧力タンク1の下部に連絡され圧力タンク1内の液を排出するための排出管7，圧力タンク1の上部に連絡され圧力タンク1内に圧縮空気を導くガス管10，圧力タンク1内に設けられ圧力タンク1内の液位を検出する液位検出装置13,14,15および同装置13,14,15において検出された液位が予め定められた値になつたときベント管12に連通されていた圧力タンク1を前記ガス管10に連絡するように切換える切換弁11をもつことを特長とするものである。したがって，圧力タンク1内の液位が予め定められた値を超えた場合，液位検出装置のフロート13の浮上に伴つてレバー14が上方に回動し，マイクロスイッチ15を作動させ切換弁11により圧力タンク1をガス管10に連通させ圧力タンク1内に圧縮空気が導入するようになっていく。このため圧力タンク1内の液位が予め定められた値より下位にあるときは，艦船の油清浄機より出たスラッジは圧力タンク1内の空気をベント管12より排出しつつ流入タンク3，配管4を経て圧力タンク1に貯溜され，圧力タンク1内のスラッジが予め定められた値以上の液位になると切換弁11により圧縮空気が圧力タンク1内に導入されスラッジを排出管7より艦船外に排出させる。この際，油清浄機より出るスラッジは流入タンク3に継続して流入し，スラッジ放出中においても一時スラッジの流入を中断する必要がない。なお符号2はスラッジ流入管，6は船体外板，8は船外吐出弁をそれぞれ示す。



**自動水平保持装置**（特許出願 公告昭40~10903号，発明者，小山卓治外1名，出願人，三菱重工業株式会社）

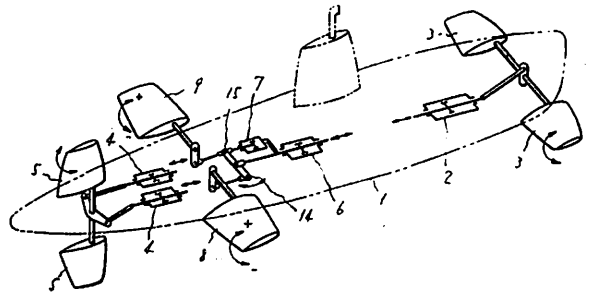
この発明は、前後方向の傾斜を検出する第一の検出装置、横方向の傾斜を検出する第二の検出装置、前記両検出装置の信号をそれぞれ増幅する第一および第二のサーボ装置、および第一のサーボ装置によつて作動する二つの作動部材をもち、第二のサーボ装置の出力信号を互いに符号を異ならせて前記二つの作動部材に加え、前記二つの作動部材によつて前後および横方向の傾斜を復元させるようにしたことを特長とした自動水平保持装置に係るものである。

図面について説明すると、符号1は水平航走体の船体を示し、同船体1にはその潜航、浮上および深度保持を安定迅速に行うためのサーボモータ2によつて駆動される潜舵3と、船体1の直進または方向転換を行うためのサーボモータ4,4によつて駆動される縦舵5と船体1の前後傾斜および左右の傾斜を管制するため、第一のサーボモータ6および第二のサーボモータ7によつて駆動される横舵8,9とが備えられ、同横舵8,9はそれぞれ各別の回転軸にとりつけられ、第一のサーボモータ6によつて同回転軸のまわりに同一方向に、第二のサーボモータ7によつて反対方向に回転されるようになっている。

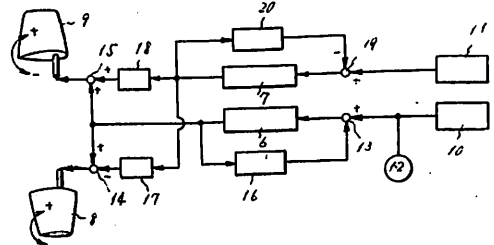
第2図は前記横舵安定装置のブロック線図を示すもので、10および11は船体1の前後傾斜および左右の傾斜を検知する第一および第二の検出装置で、第一の検出装

置10によつて船体1の前後傾斜を検知するとその出力信号は潜舵装置12に伝達されるとともに加算点13を経て第一のサーボモータ6に入り、その出力は加算点14,15に入ると同時に変換器16を介して前記加算点13にフィードバックされる。加算点14,15に入つた信号は変換器17,18からの信号がないときにはそのまま出力として横舵8,9をとともにもしくは-の同一方向に駆動するようになっている。

また、第二の検出装置11によつて船体1の左右の傾斜を検知すると、その出力信号は加算点19を経て第二のサーボモータ7に入り、その出力は変換器17,18に入ると同時に変換器20を経て加算点19にフィードバックされる。しかも前記変換器17,18は入力信号に対して逆方向の動作を生じさせる信号を発するよう構成され、一方の加算点14に-信号が入ると他方の加算点15には+の信号が伝達され、前記各加算点14,15に第一のサーボモータ6からの出力信号がないときにはそのまま一方の横舵8は+方向に、横舵9は-の方向に、または一方の横舵8は-方向に駆動されるよう構成されている。  
(特許庁 増田 博)



第 1 図



第 2 図

船 舶 第38巻 第9号

昭和40年9月12日発行  
特価240円(送18円)

発行所 天 然 社

東京都 新宿区赤城下町50

電 話 東京(269)1908

振 替 東京79562 番

発行人 田 岡 健 一

印刷人 研 修 舎

購 読 料

1 冊 220円(送18円)

半年 1,300円(送料共)

1 年 2,600円( )

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

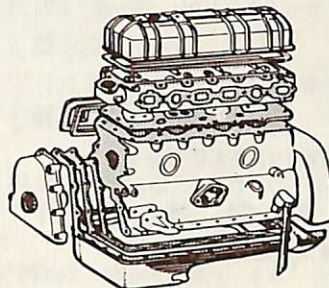


㊟日本工業規格認定品 許可NO. 365056

# ヘルメシール

NO. 101 (JIS-K-6820) 第1種合格品

NO. 201 (JIS-K-6820) 第2種合格品



類似粗悪品あり、㊟印及び商品「ヘルメシール」  
と御指定のうえ御買求め下さい。



## 日本ヘルメチックス株式会社

本社	東京都品川区東大崎1-8-81	TEL. (491) 5027
営業部	東京都品川区東大崎1-8-81	TEL. (491) 3677, 6267
大阪営業所	大阪市西区江戸堀1-1-44	TEL. (441) 1114, 2904
名古屋営業所	名古屋市熱田区市場町1-0-5	TEL. (67) 9370, 3219
札幌営業所	札幌市南1-2-条西1-8-丁目	TEL. (4) 2737
静岡営業所	静岡市中田5-0-4	TEL. (85) 7022

## 最高の性能を誇る

### スクリウポンプと圧力調整弁



潤滑油装置用  
燃料油噴燃装置用  
燃料油移送装置用

425M<sup>3</sup>/H×4kg/cm<sup>2</sup>×1200v/m×95kw

潤滑油兼ピストン冷却用

静粛・無脈流・無攪拌・高速度

スクリウポンプ……………

原油・灯油・軽油・重油・タール・潤滑油・及び化学繊維・合成繊維の原液・その他化学薬品等の移送用・噴燃用・圧送用・油圧駆動用に……………

一次圧力調整弁……………

原油・灯油・軽油・重油・タール・潤滑油等の噴燃用油圧駆動用に……………



株式会社

### 小坂研究所

東京都葛飾区水元小合町  
電話 東京 (607) 1186 (代)



## 天然社・船舶海事工学図書

### —造 船—

田中兵衛著 B5 上製 200頁 500円(送100円)  
**原 子 力 船**

山縣昌夫著 B5 上製 350頁 850円(送100円)  
**船 型 学 「推進篇」** (品切)

山縣昌夫著 B5 上製 図版別冊 700円(送100円)  
**船 型 学 「抵抗篇」** (品切)

造船協会鋼船工作研究委員会編  
A5 220頁 (折込11葉) 450円(送100円)  
**船 の 熔 接 工 作 法**

造船協会電気熔接委員会編  
A5 上製 200頁 500円(送100円)  
**船 の 熔 接 設 計 要 覧**

高 木 淳著 上製 230頁 300円(送100円)  
**初 等 船 舶 算 法** (品切)

### —主 機・補 機—

米田造船造機学会編 米原令敏 訳 各 B5 上製  
**船 用 機 関 工 学**(第1分冊)650円(送150円)(品切)

◇ (第2分冊) 520円(送150円)(品切)

◇ (第3分冊) 700円(送150円)

◇ (第4分冊) 800円(送150円)(品切)

◇ (第5分冊) 900円(送150円)

石田千代治・真壁忠吉 A5 上製 340頁 850円(送100円)

### 蒸 気 ボ イ ラ

中谷勝紀著 B5 上製 230頁 500円(送100円)

### 船 用 予 一 ゼ ル 機 関 の 解 説

中谷勝紀著 A5 上製 320頁 350円(送100円)

### 船 用 予 一 ゼ ル 機 関 (品切)

小野暢三著 A5 上製 160頁 250円(送100円)

### 船 用 聯 動 汽 機

小谷・南・飯田著 A5 上製 320頁 450円(送100円)

### 機 関 士 必 携

小谷信市著 A5 上製 300頁 350円(送100円)

### 船 用 補 機

### —船 用 計 器・電 氣・資 材・船 用 品—

渡多野浩著 A5 上製 340頁 700円(送100円)  
**航 海 計 器** (才1巻)

茂在寅男著 B6 上製 210頁 280円(送100円)  
**解 説 「レ ー ダ ー」**

### —船 舶 運 航 関 係—

鈴木 至著 A5 上製 320頁 650円(送100円)

### 航 海 力 学

福永彦又著 A5 上製 240頁 400円(送100円)

### 海 図 の 見 方

浅井・豊田共著 A5 上製 260頁 450円(送100円)

### 天 文 航 法

浅井・上坂共著 A5 上製 300頁 480円(送100円)

### 地 文 航 法

鮫島直人著 A5 上製 260頁 550円(送100円)

### 船 位 誤 差 論

宇田道隆著 A5 上製 310頁 600円(送100円)

### 海 洋 気 象 学 (増補改訂版)

依田啓二著 A5 上製 340頁 450円(送100円)

### 船 舶 運 用 学

渡辺加藤一著 A5 上製 200頁 280円(送100円)

### 荒 天 航 泊 法 (品切)

小野寺道敏著 A5 上製 350頁 500円(送100円)

### 気 象 と 海 難 (品切)

橋本・森共著 A5 上製 190頁 300円(送100円)

### 船 舶 積 荷

### —船 舶 一 般—

上野喜一郎監修 A5 上製 290頁 600円(送100円)

### 解 説 安 全 法 規 総 説 篇

依田啓二著 A5 上製 220頁 380円(送100円)

### 新 海 上 衝 突 予 防 法 概 要 (品切)

上野喜一郎著 A5 上製 630頁 850円(送100円)

### 船 舶 安 全 法 規

屋代 勉著 A5 上製 70頁 130円(送30円)

### 日 本 船 舶 信 号 法 解 説

屋代 勉著 A5 上製 110頁 180円(送40円)

### 国 際 信 号 法 解 説

上野喜一郎著 A5 上製 310頁 420円(送100円)

### 船 の 歴 史 近 代 篇・船 体 (品切)

上野喜一郎著 A5 上製 330頁 500円(送100円)

### 船 の 歴 史 推 進 篇

天然社編 B5 上製 230頁 650円(送150円)

### 船 舶 の 写 真 と 要 目 第 三 集 1955 年 版

天然社編 B5 上製 230頁 650円(送150円)

### 船 舶 の 写 真 と 要 目 才 四 集 1956 年 版

天然社編 B5 上製 260頁 900円(送150円)

### 船 舶 の 写 真 と 要 目 才 五 集 1957 年 版

天然社編 B5 上製 260頁 900円(送150円)

### 船 舶 の 写 真 と 要 目 才 六 集 1958 年 版

天然社編 B5 上製 180頁 700円(送150円)

### 船 舶 の 写 真 と 要 目 才 七 集 1959 年 版

天然社編 B5 上製 210頁 800円(送150円)

### 船 舶 の 写 真 と 要 目 才 八 集 1960 年 版

天然社編 B5 上製 240頁 1200円(送150円)

### 船 舶 の 写 真 と 要 目 才 九 集 1961 年 版

### —辞 典・便 覧—

運輸技術研究所船舶機装部監修

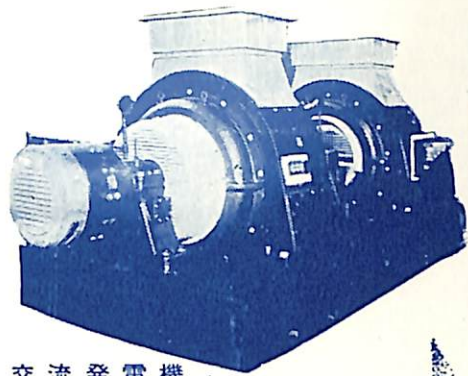
B5 上製 350頁 1500円(送150円)

### 1962 年 版 船 用 品 便 覧

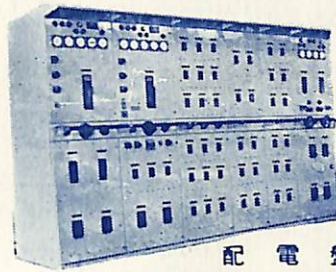
和達・福井・畠山監修 A5 上製 430頁 1200円(送150円)

### 気 象 辞 典

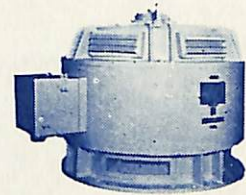




交流発電機



配電盤



モートル

主要電気機器

発電機・シリコン変圧器  
アンプリグイン式増幅発電機  
磁気増幅器・電動ウインチ機  
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

輸送の原動力



Toshiba

東芝  
船舶用機器

東京芝浦電気株式会社

船舶の自動化には  
新製品 船用データロガー

AL-50型 AL-100型

オートメーション計器

スキャニングコントロール温度計  
デジタル温度計  
その他自動制御装置



理化電機工業株式会社

本社・工場・東京都目黒区唐ヶ崎625番地  
出張所・小倉・札幌  
電話 東京(712) 3171 (代表)



船齡を延ばす……塗る亜鉛メッキ

Dimetcote

# ダイメットコート®

ダイメットコート・サーフェス・トリートメント

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

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

米国アマコート会社 日本総代理店  
**株式会社 井上商会**  
井 上 正

工場：横浜市保土ヶ谷区今宿町  
電話 横浜 (92) 1661

保存委番号：

193015

BMI 5541

船舶 第三十八卷 第九号  
昭和四十年九月七日印刷  
昭和四十年九月十二日発行  
（十二月発行）  
（毎月一回）  
第三種郵便物認可

編集発行 東京都新宿区赤城下町五〇番地  
兼印刷人 田岡健一  
印刷所 研修舎

本号 特価二四〇円 発行所 天

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