

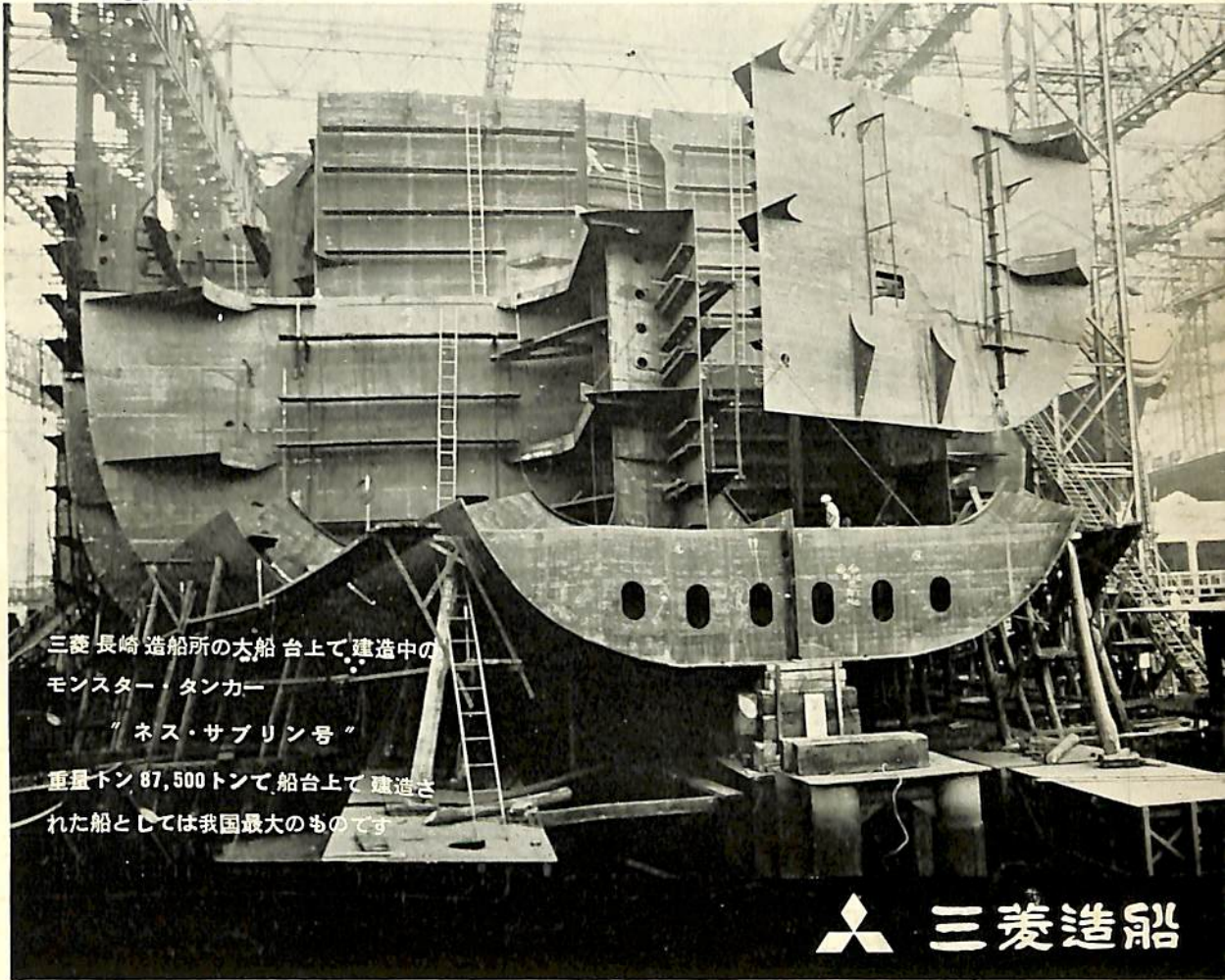
船舶 6

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可
毎月一回 昭和三十五年六月七日 印刷
昭和二十四年三月二十八日運輸省特別承認雑誌第四〇六号 発行



S 35 · 6 · 13

1960. VOL. 33



三菱長崎造船所の大船台上で建造中の
モンスター・タンカー
“ネス・サブリン号”
重量トン87,500トンで船台上で建造さ
れた船としては我国最大のものです

 三菱造船

天 然 社



船用 電線



世界の最高水準を行く

日本電線

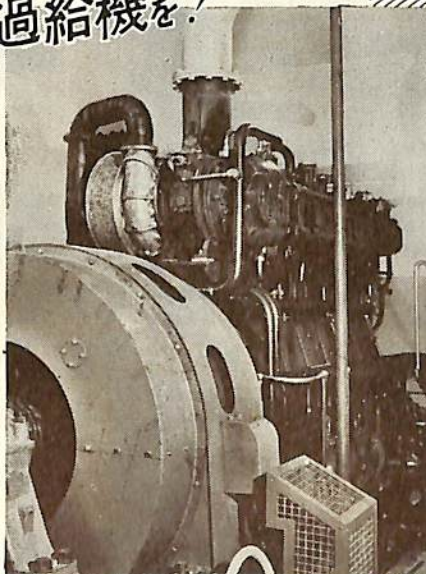
本社 東京都墨田区寺島町二丁目八番地
 営業部 東京都中央区築地三丁目十番地 (懇和会館内)
 営業所 大阪・名古屋・福岡・仙台・札幌
 工場 東京・川崎

すべてのディーゼルエンジンに
 芝浦タービン過給機を!



芝浦タービン過給機の要目表

型式	機関馬力		過給機装備後の機関出力		乾燥重量
	HP		IP		
L 20	180~	230	270~	340	140
L 23	200~	260	300~	390	150
L 24	210~	360	390~	540	210
L 31	360~	550	540~	820	350
L 37	550~	900	820~	1,350	480
L 45	900~	1,400	1,350~	2,100	800
L 55	1,400~	2,000	2,100~	3,000	1,500



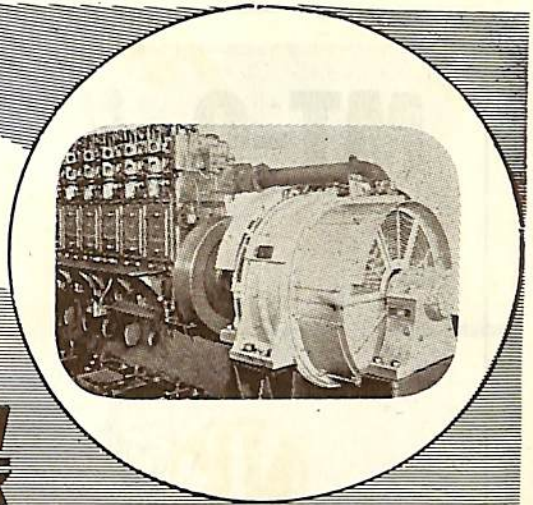
技術資料提供 御照会下さい

石川島芝浦タービン株式会社

本社 東京都中央区宝町1-1 電話 京橋 (561) 8736-9
 鶴見工場 横浜市鶴見区末広町2-4 電話 鶴見 5131-5



中型専門メーカー
100~1,000KW



直流・交流
発電機電動機

各種補機用電動機
管制器及配電盤

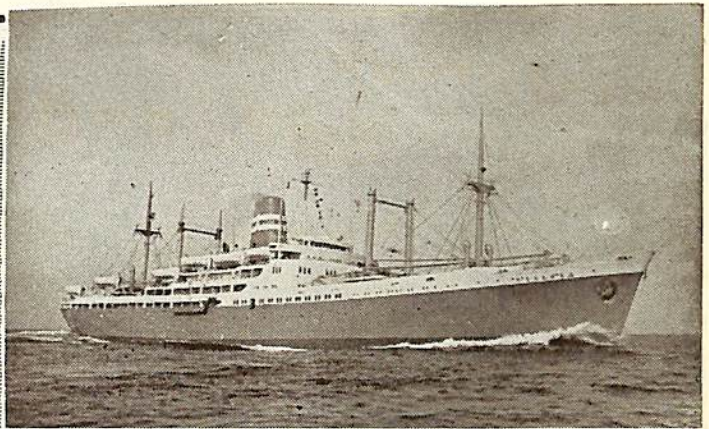
直流・電弧熔接機
無線用電源電動発電機

東京電機製造株式会社

営業所 東京都文京区湯島天神町一ノ一〇五
本社工場 土浦市中高津九五〇
出張所 下関市大和町33

電話東京(866)4261~5
電話(土浦)910~2,1287
電話 5357

TP

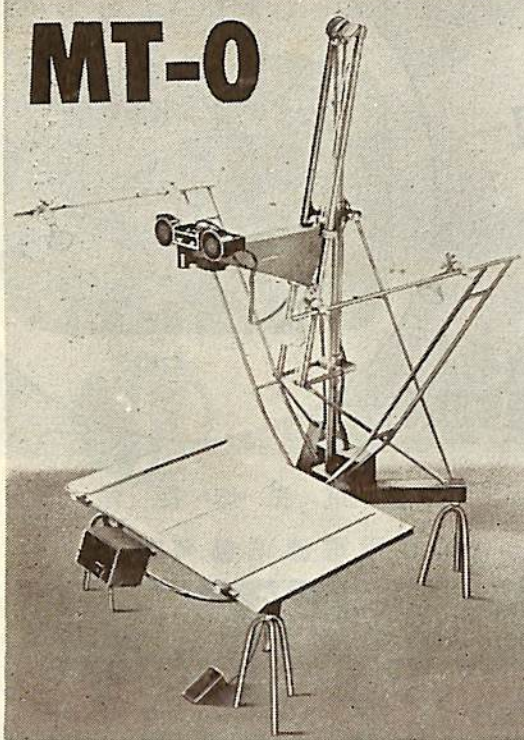


船用 T.P.C. ライナー
(ボラス・クロームメッキ・ライナー)
各種船用ピストンリング

帝国ピストンリング株式会社

本社 東京都中央区八重洲3の7(電)271-2826
営業所 東京 大阪 名古屋 小倉 島広 札幌

MT-0



ルーモプリント

独逸科学の結晶

マイクロフィルム撮影機

マイクロフィルムシステムの御採用には使用撮影機の優秀を第一条件とします。

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

西独ルーモプリント社日本総代理店



日本事務光機株式会社

本社 東京都千代田区神田
淡路町2の11(三和ビル)

TEL(251)0948,0988,3347

大阪営業所 大阪市北区老松町3の8
(山川ビル)

TEL大阪(36)8645

カタログ・説明書お申込次第送呈



アルミニウム

グレーティング

舷梯

岸壁梯子

ハッチカバー

其他軽合金製室内外機装品

及武装品、設計並に製作

日本アルミニウム工業株式会社

本社 大阪府東淀川区西宮原町3丁目7番地

東京支店 東京都千代田区丸の内1丁目2番地(住友ビル6階)

船舶

第 33 卷 第 6 号

昭和 35 年 6 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

特 集・慣性航法装置

慣性航法装置	納 富 次 郎…(601)
ノーチラス号の北極潜航と慣性航法装置	桜 木 幹 夫…(607)
慣性航法による航海	巻 島 勉…(613)
航空と慣性航法——航空に応用した場合の問題点	鈴 木 務…(617)
ソ連内陸水運における はしけと押船	梅 沢 春 雄…(624)
川崎ミゼットヒューズと SKA ヒューズについて	大 田 英 憲…(635)
船用電気機器の展望 (その 3)	徳 永 勇…(646)
船舶とオートメーション (12)	船舶自動制御研究会…(650)
造船業の現状と問題点 (造船白書)	(653)
[水槽試験資料 113] 大型貨物船の模型	船舶編集室…(656)
鋼船建造状況月報 (昭和35年 4 月)	船舶局造船課…(659)
[特許解説]・液化ガス輸送用タンカー・船用ディーゼル機関主軸と補機軸との連動装置	飯 沼 義 彦…(661)

写 真 進 水—☆ PHILIPPINE RIZAL ☆ 水 島 丸 ☆ 天 星 丸 ☆ 第 一 金 生 丸
☆ 第 一 池 畑 丸 ☆ TEXACO HAWAII
竣 工—☆ 関 南 丸 ☆ 第 二 坂 田 丸 ☆ 瀬 田 丸 ☆ 双 栄 丸 ☆ 兩 栄 丸
☆ 第 八 丸 岡 丸 ☆ 国 隆 丸 ☆ 第 二 靜 海 丸
☆ 25,000 馬力を二台收容する大型機関工場完成

ブリックシール

BRICK SEAL XZIT CHEMICAL CO.



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

日本総代理店

有限
会社

井 上 商 会

井 上 正 一

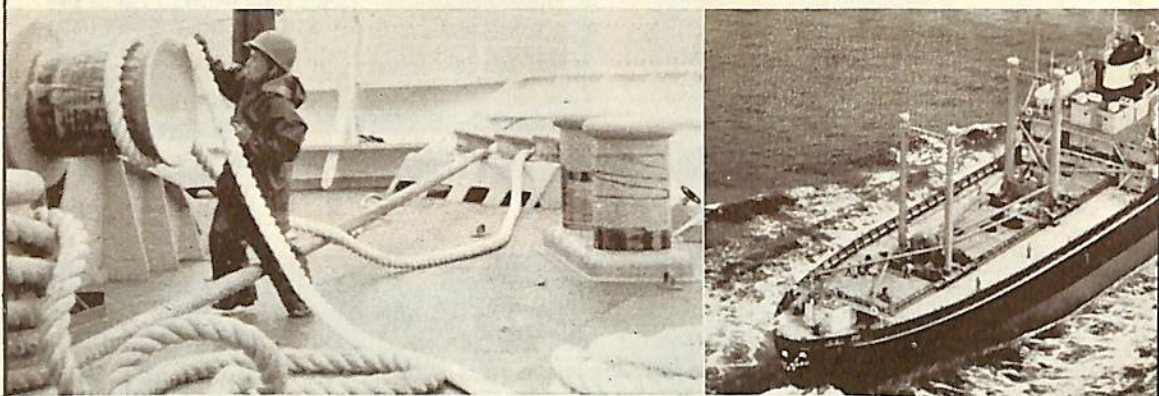
横浜市中区尾上町 5-80 神奈川県中小企業会館 電話 (8) 4022, 4023, 5141

船舶の安全と
作業能率の向上に

クレモナ

ロープ・ハッチカバー

(運輸省・NK認定)



クレモナロープ

クレモナは強くて 寿命が長く 扱い易いホーサーとして高い信頼度をもっています。

昭和32年10月初めて採用された“らぶらた丸”では長い間の酷使に耐えてすでにマニラの2倍以上も使用されており 風波の激しい中南米就航の“ねばた丸”では竣工以来ヘッドラインに採用され2年後の現在も尚信頼出来るホーサーとして常時使用されています。

型くずれが全くなく 軽くて柔かでロープ操作はマニラの半分で済むと大変好評です。

ハッチカバー

- 綿帆布の3倍の耐摩性があり、扱い易い。
- 防水がよくきく。
- 紫外線、油類、バクテリアに侵されない。

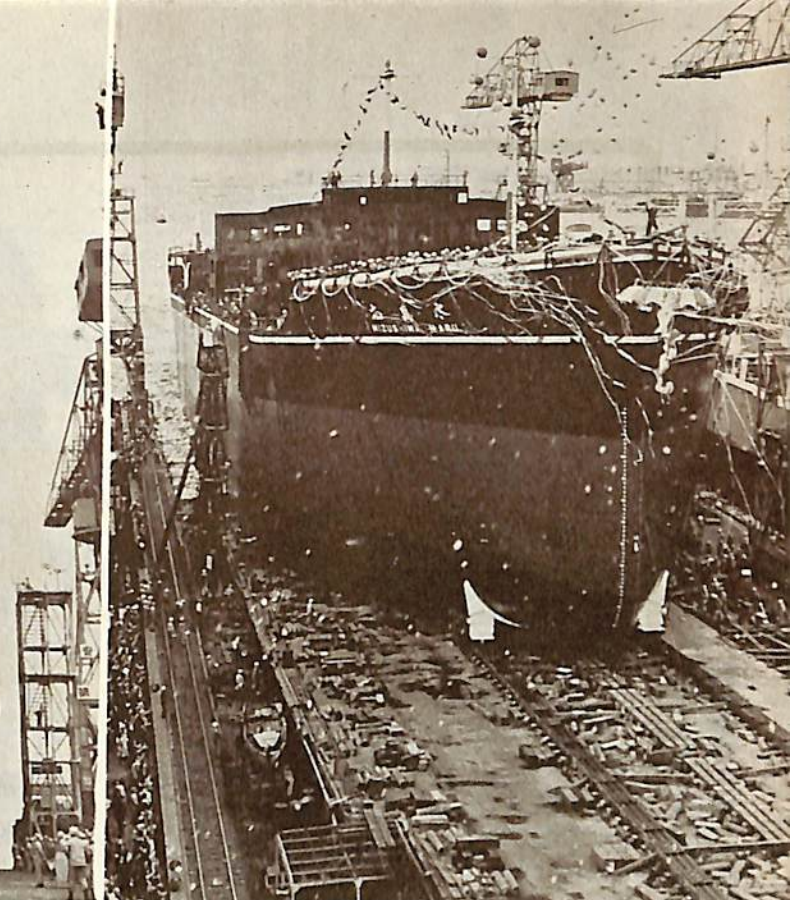
お問合せは下記へ

倉敷レイヨン株式会社

本社 大阪市北区梅田二番地 東京事務所 東京都中央区日本橋室町二丁目四番地



PHILIPPINE RIZAL



水島丸

船主 NATIONAL DEVELOPMENT
COMPANY, PHILIPPINES

造船所 新三菱重工業・神戸造船所

船種 貨物船 全長 約 156.20 m 長(垂) 145.00 m
幅(型) 19.40 m 深(型) 12.50 m 吃水 9.18 m
総噸数 約 9,300 噸 載貨重量 11,600 噸 速力
18.25 ノット 主機 三菱神戸ズルザー 2 サイクル単
動スーパーチャージディーゼル機関 9 RD 76 型 1 基
出力 12,000 PS 船級 AB 起工 35-1-18
進水 35-4-27 竣工 35-7 予定

船主 三菱海運株式会社

造船所 三菱日本重工業・横浜造船所

船種 油槽船 全長 211.80 m 長(垂) 204.40 m
幅(型) 28.80 m 深(型) 14.70 m 吃水 10.78 m
総噸数 約 25,100 噸 載貨重量 約 40,300 噸 速力
16.7 ノット 主機 横浜 M・A・N 単動 2 サイクル 9 気
筒過給機付ディーゼル機関 K 9 Z⁸⁴/160 C 型 1 基 出力
15,500 BHP × 115 RPM 船級 NK 起工 34-11-17
進水 35-4-26 竣工 35-8 予定

8

つの

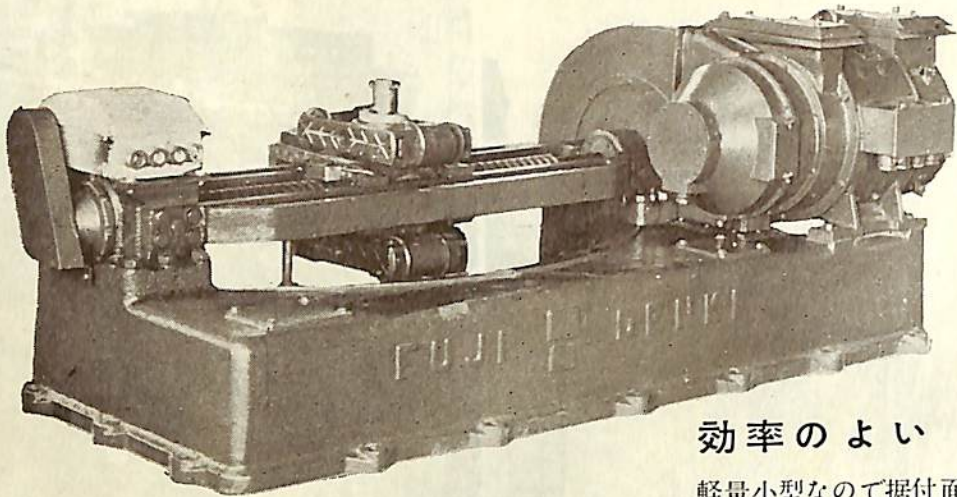
船舶塗料

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

大阪市大淀区浦江北4
東京都品川区南品川4



日本ペイント



効率のよい

軽量小型なので据付面積
も小さく据付が容易です

富士電機製造株式会社

東京都千代田区丸の内2の6



富士

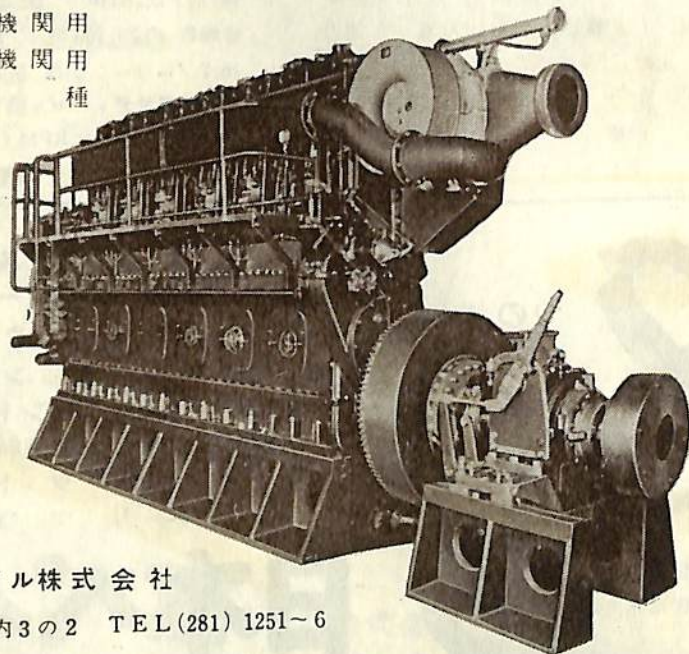
捻子棒式

舵取機

ディーゼル機関

50PS~4000PS

船舶 主機関用
補機関用
陸用 各種

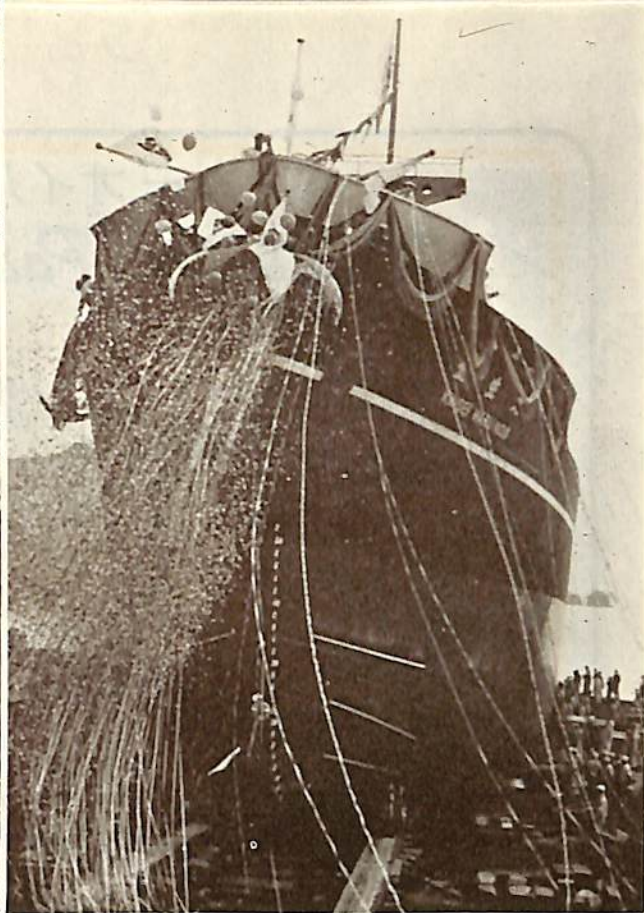


富士ディーゼル株式会社

東京都千代田区丸の内3の2 TEL(281)1251~6



天 丸



才 十 一 金 生 丸

船 主 大星海運株式会社

造 船 所 四国ドック株式会社

船種 貨物船 全長 101.20 m 長(垂) 93.50 m
 幅(型) 14.30 m 深(型) 7.25 m 吃水 6.30 m
 総噸数 約 2,950 噸 載貨重量 約 4,550 噸 速力
 約 14.5 ノット 主機 新潟鐵工製ディーゼル機関 1 基
 出力 2,400 BHP 船級 NK 起工 34-11-11
 進水 35-4-13 竣工 35-6-30 予定

船 主 金尾汽船株式会社

造 船 所 株式会社白杵鐵工所佐伯造船所

船種 貨物船 長(垂) 77.50 m 幅(型) 12.00 m
 深(型) 6.00 m 吃水 5.15 m 総噸数 約 1,600 噸
 載貨重量 約 2,600 噸 速力 約 11.5 ノット 主機
 新潟鐵工所製ディーゼル機関 1 基 出力 1,600 BHP
 船級 NK 起工 35-2-13 進水 35-5-9

大日本塗料

特許防錆塗料

ズボイド

本 社 大阪市此花区西野下之町 38
 支店營業所 東京・札幌・仙台・新潟・静岡・名古屋・
 神戸・岡山・高松・広島・福岡
 工 場 大阪・横浜・茅ヶ崎・平塚

型録進呈



バンカーオイル清浄用

One Pass Purifier 遂に完成!



最新型 AS-18V型

シャープレス油清浄機

米国シャープレス・コーポレーション
セントリフューガス・リミテッド

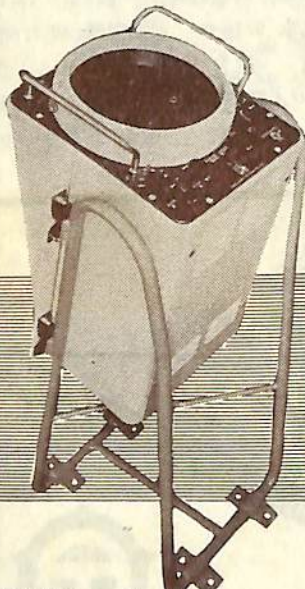
日本総代理店

巴工業株式会社

本社 東京都中央区銀座1の6(皆川ビル内) 電話東京(535)2451(代表)
神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル内) 電話神戸(39)0288(代表)
工場 東京都品川区北品川4の535 電話白金(441)4131(代表)4132, 1321

マリンレーダーのことなら

東京計器へ!



BR 20型レーダー指示器

MK2-DO — オフセンター, パルス 切換型 12 吋 CRT (大型船用)

MK2-DT — トルー・トラッキング, パルス 切換型 12 吋 CRT (大型船用)

MR-30 A — 高性能 普及型, 10 吋 CRT (中型船用)

BR-20 — 装備容易, 高性能型 (中小型船用) 10 吋 CRT

BR-15 — 超小型, 装備容易 (小型船用) 7 吋 CRT

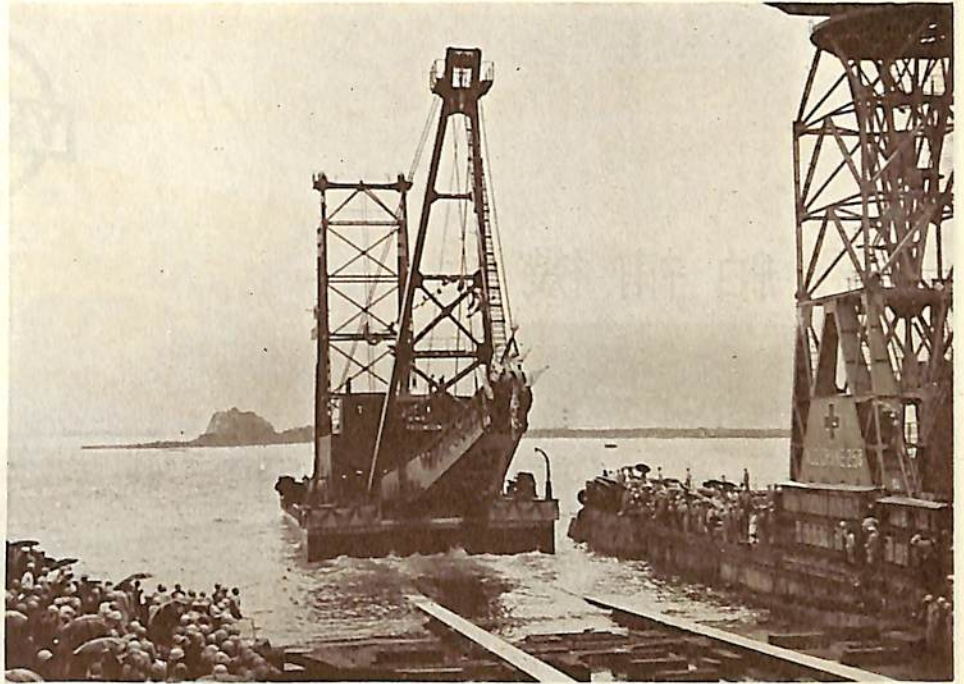
株式会社 東京計器製造所

東京都大田区東蒲田4丁目31番地 TEL.(731)2211-9

神戸・大阪・函館・横浜・名古屋・下関・長崎

—— カタログ 贈呈 ——

丸 烟 池 一 才



船 主 池 烟 組 造 船 所 三 菱 造 船 ・ 下 関 造 船 所

船種 浚渫船 長(垂) 45.00 m 幅(型) 14.00 m 深(型) 3.30 m 吃水 1.80 m
 最大浚渫深度 18 m(ラダ角度 45度) 排送距離 1500~3500 m 揚土量 毎時 600 m³ 主ポンプ
 型式 片側吸込一段渦巻ポンプ 口径 吸入 635 m/m, 吐出 635 m/m 出力 1500 KW 揚水量
 毎時 4100 m³ 起工 34-10-24 進水 35-4-27 竣工 35-5-10

タッカーモーター525 KW ラダーウインチ75 KW 操縦ウインチ75 KW 補助ポンプ37 KW
 サービスポンプ22 KW 空気圧縮機22 KW 非常用発電機 100 KVA

重 油 炭 添 加 剤

PCC

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

營 業 品 目

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

燃 料 油 添 加 剤

PCC NO. 1000 エマルジョンブレーカー
 PCC パウダー スート除去剤
 タンクリン 強力洗滌剤

日 本 添 加 剤 工 業 株 式 会 社


本 社 工 場 東 京 都 板 橋 区 志 付 前 野 町 8 8 4 番 地 電 話 東 京 (961) 1738・7737 番
 營 業 所 東 京 都 千 代 田 区 神 田 鎌 倉 町 17 番 地 電 話 東 京 (291) 8743・5042, (251) 7910
 支 店 大 阪 市 西 区 江 戸 堀 北 通 1 丁 目 10 番 地 (日 々 会 館 ビル) 電 話 大 阪 (44) 5551~5 番
 荷 置 場 横 浜, 名 古 屋, 神 戸, 広 島, 下 関, 若 松

世は完全にディーゼルの時代です



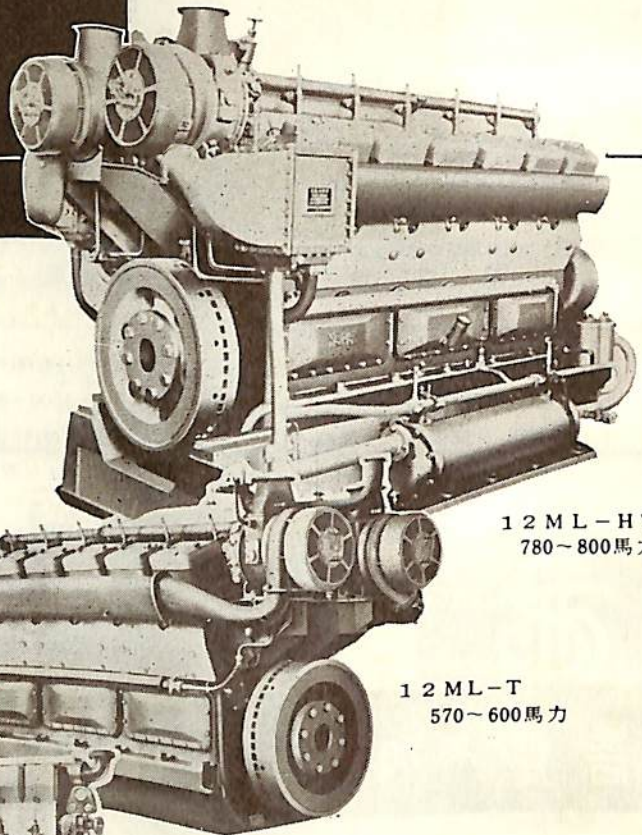
船舶補機に

ヤンマー ディーゼル

 日本工業規格表示

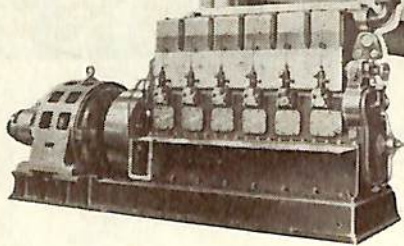
船舶補機用 2~1000馬力

船舶主機用 3~800馬力



12ML-HT
780~800馬力

12ML-T
570~600馬力



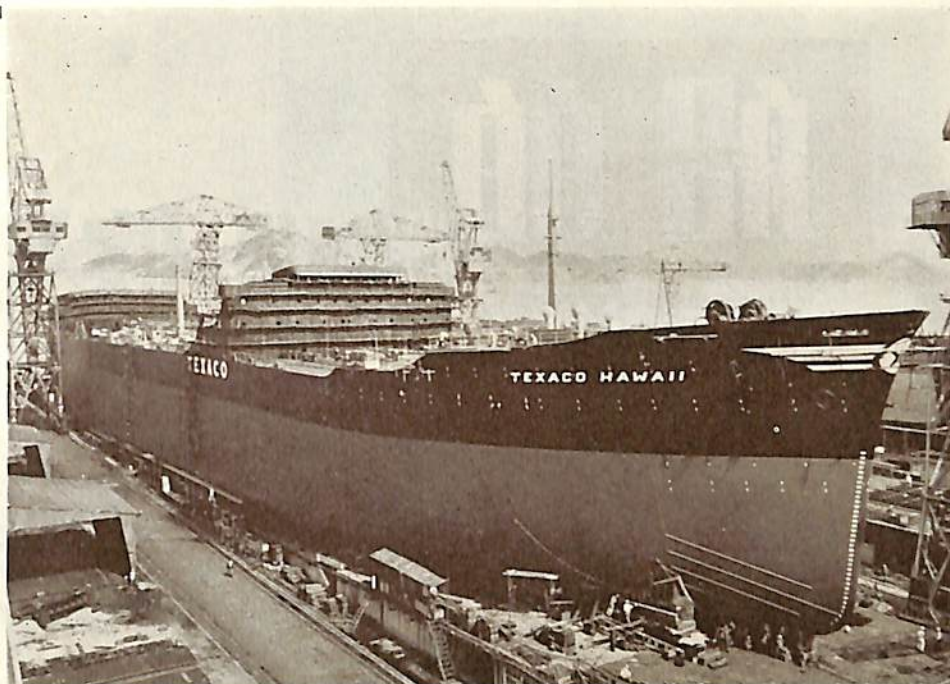
6MSL x 150K.V.A.

本邦唯一のディーゼル専門メーカー
ヤンマーディーゼル(株)では小は2馬
力から、大は1000馬力におよぶあ
らゆる用途に応じた100余機種の
ディーゼルエンジンを生産しています。

ヤンマーディーゼル株式会社

本社 大阪市北区茶屋町62番地
支店 大阪・東京・福岡・札幌・高松
出張所 金沢・岡山・旭川・大分

TEXACO HAWAII



船主 TEXACO PANAMA INC. 造船所 三井造船・玉野造船所

船種 油槽船 長(垂) 214.88 m 幅(型) 30.17 m 深(型) 15.34 m
 総噸数 26,300 噸 載貨重量 46,800 噸 速力 16.5 ノット 主機 石川島
 芝浦タービン製スチームタービン 1 基 出力 19,000 SHP 船級 AB
 起工 35-1-7 進水 35-5-18 竣工 35-11 予定



運輸省運輸技術試験所第
482号船用品型式検定済

理研瓦斯検定器

油槽船爆発防止 ガソリンガス・石油ガス・メタンガス測定

熔接・塗替…………… アセチレンガス
メチルエチルケトンガス 測定
積荷保全…………… 炭酸ガス、フロンガス 測定

本器は光波干渉計の原理を応用せる精密光学
瓦斯測定器でありまして、物理的に各種ガス
の微量測定が素人にも迅速に出来ます。



TYPE 18

営業品目

炭酸ガス測定器 (201型)
(果物品質保持用)

理研瓦斯検定器・ポラリスコープ
光弾性実験装置・教育スライド
理研精密歪計・幻灯器

理研計器株式会社
東京・板橋・小豆沢 2-11
TEL 赤羽(03)1136(代表)-9

船舶 新造・修理



石川島重工業株式會社

本社 東京都千代田区大手町（新大手町ビル） 電話（211）2171・3171
札幌・仙台・横浜・新潟・名古屋・大阪・神戸・広島・福岡

25,000馬力を二台收容する

大型機関工場 完成

三井造船・玉野造船所

三井造船は玉野造船所造機工作部でかねて大型油槽船あるいは大型高速貨物船用高出力ディーゼル機関供給に対応するためその生産態勢を整えてきたが、五月末、新大型機関組立工場が完成した。同工場の要目は次の通り。

面積 2,345.3 m² 張間 29.225 m

桁行 80.25 m 軒高 24.50 m

クレーン

(1) 天井クレーン 20~120 トン 1基

(2) 天井クレーン 15~40 トン 1基

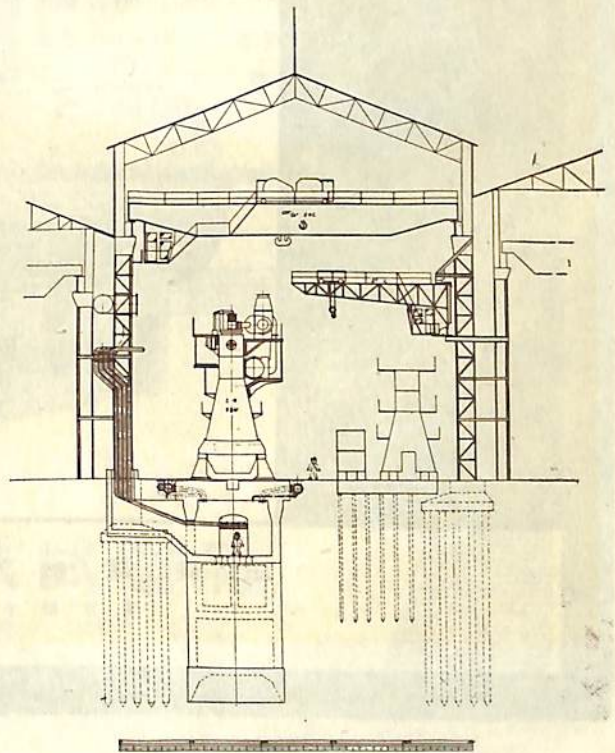
(3) ウォールクレーン 5 トン 1基

主機運転場基礎 (基礎の広さ)

幅 8 m 長さ 66 m

25,200馬力主機2台の据え付けが可能

潜函の内部は基礎全長にわたって地下室を設け地下一階を補機室としてディーゼル機関運転用ポンプ類、クーラー類を設置し、地下二階をタンク室として各種タンクを埋設している。





船舶交流化に優秀な
三菱極数変換式ウインチ

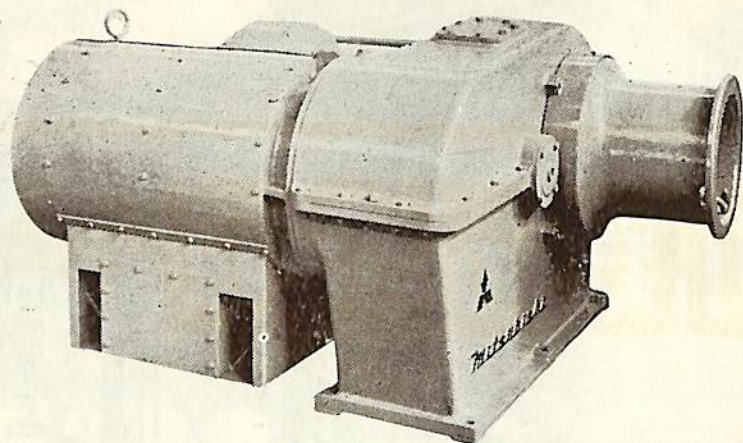
三菱

電動揚貨機

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

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

H
S
K
形
交
流
電
動
揚
貨
機



三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内 東京ビル

丸 田 坂 二 才

船主 藤本大吉

造船所 松浦鉄工造船所

船種 油槽船 長(垂) 22.00 m
 幅(型) 5.00 m 深(型) 2.20 m
 吃水 2.00m 総噸数 85.26 噸
 載貨重量 134 93 噸 速力 8.656
 ノット 主機 ヤンマーディーゼル
 機関 1 基 出力 90 BHP 起工
 34-12-12 進水 35-3-25
 竣工 35-4-1



丸 南 函

船主 琉球政府経済局

造船所 株式会社臼杵鉄工所臼杵工場

船種 漁業調査船 長(垂) 29.50 m 幅(型) 6.20 m
 深(型) 3.00 m 総噸数 約 160 噸 速力 10.5 ノット
 主機 臼杵鉄工所製 6 USD 26 BS 型ディーゼル機関 1 基
 出力 400 BHP 船級 NK 起工 34-12-18
 進水 35-3-16 竣工 35-5-11

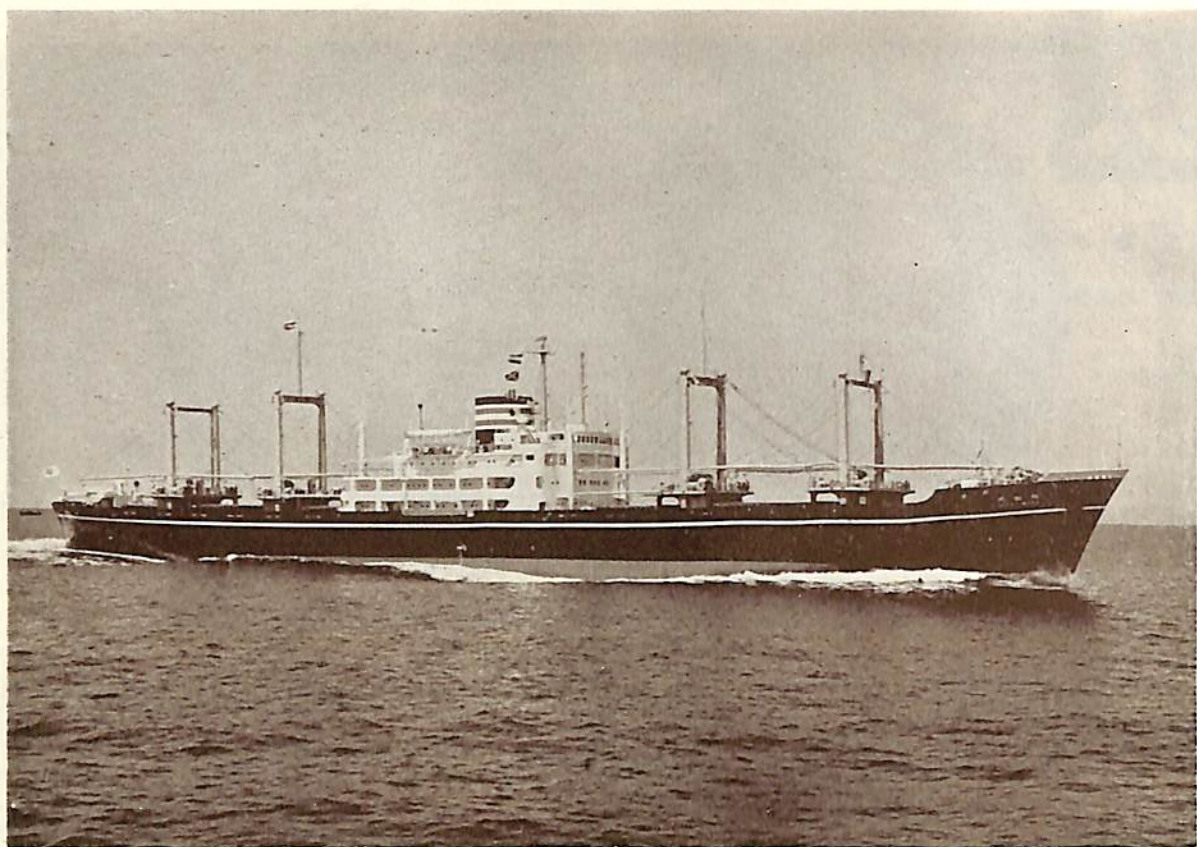


川鉄の鋼板



川崎製鐵株式會社

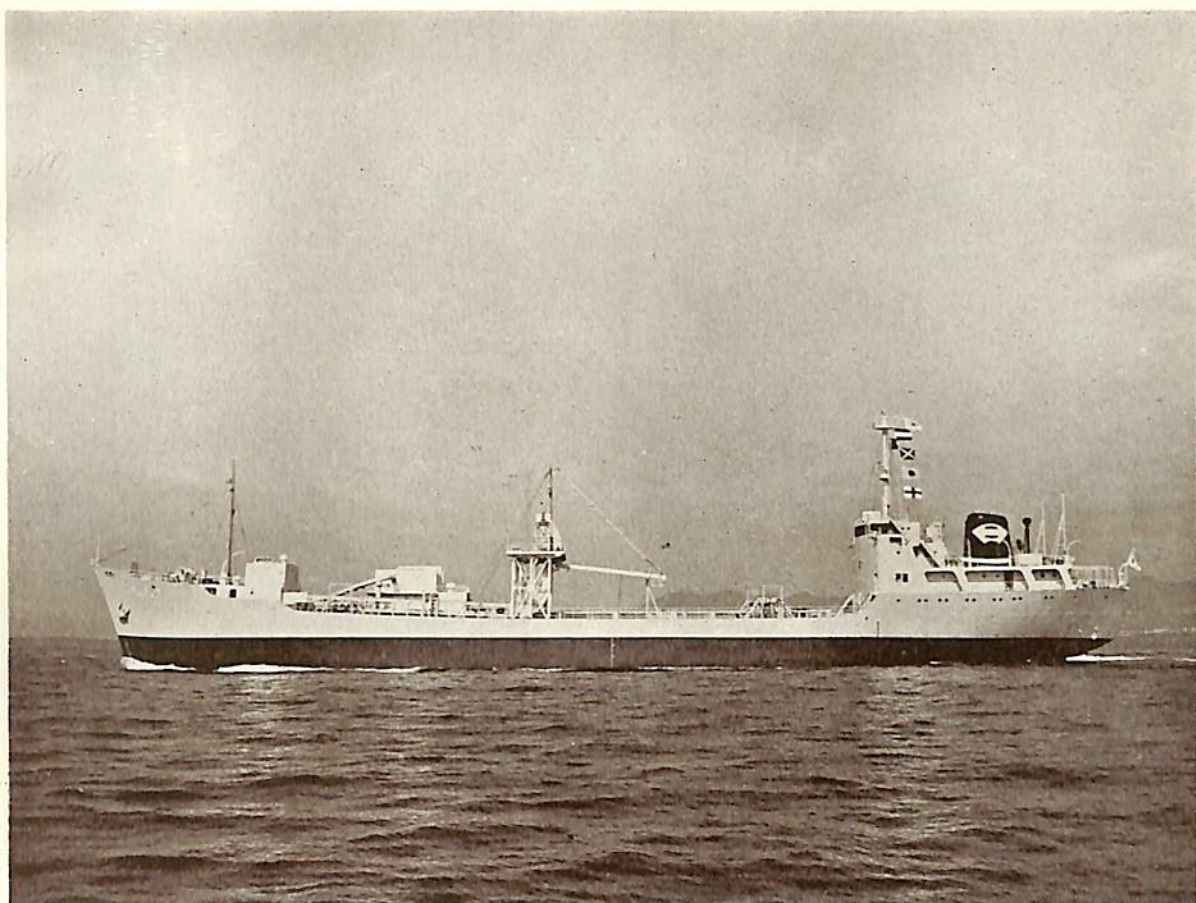
本社 神戸・支店 東京・出張所 名古屋



瀬 田 丸 (貨物船)

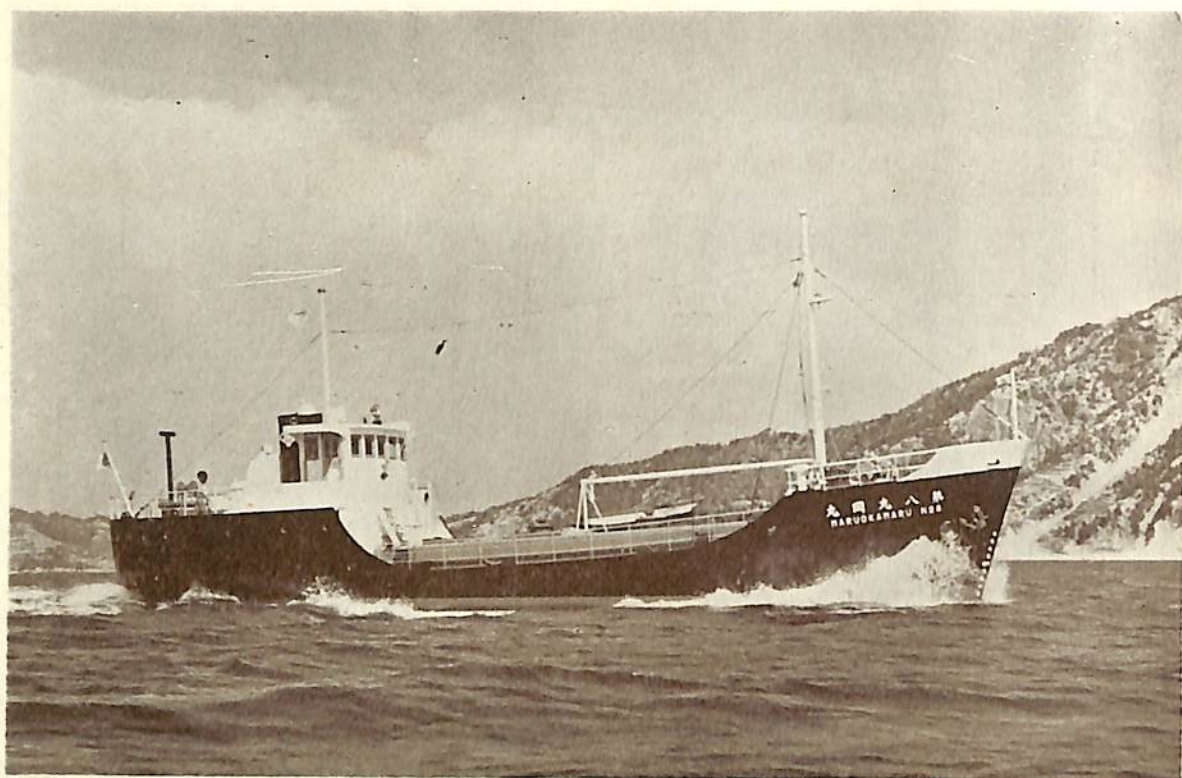


双 栄 丸 (貨物船)

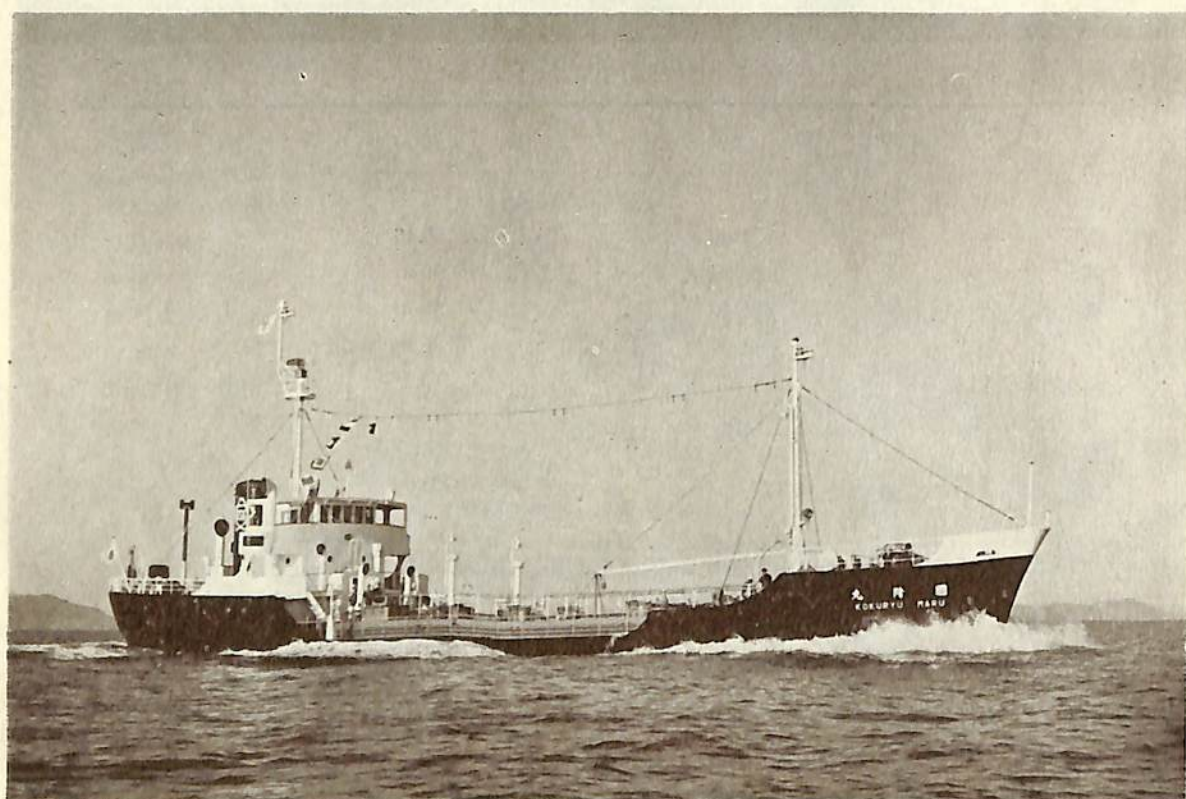


扇 栄 丸 (セメント運搬船)

船名	瀬田丸	双栄丸	扇栄丸
要目			
全長			約 99.70 m
長 (垂)	145.00 m	128.30 m	93.00 m
幅 (型)	19.50 m	18.00 m	14.30 m
深 (型)	12.30 m	11.00 m	7.25 m
吃水	9.00 m	8.37 m	6.00 m
総噸数	9,435 噸	7,310 噸	約 2,900 噸
載貨重量	11,700 噸	10,395 噸	4,200 噸
速力	18 ノット	17.75 ノット	11.1 ノット
主機	三菱長崎9 UEC ディーゼル機関1基	ハリマズルザ-7 SAD 72 型ディーゼル機関1基	三菱神戸ズルザ-ディーゼル機関6 TD 48 型1基
出力	12,000 P.S	6,500 BHP	1,800 P.S
船級	NK, LR	N K	N K
起工	34-10-10	34-11-21	34-11-20
進水	35-1-28	35-2-13	35-3-3
竣工	35-5-2	35-5-4	35-4-30
船主	日本郵船株式会社	共栄タンカー株式会社	日本セメント株式会社
造船所	三菱造船・長崎造船所	株式会社 播磨造船所	新三菱重工業・神戸造船所



丸 岡 八 郎 (曹達運搬船)



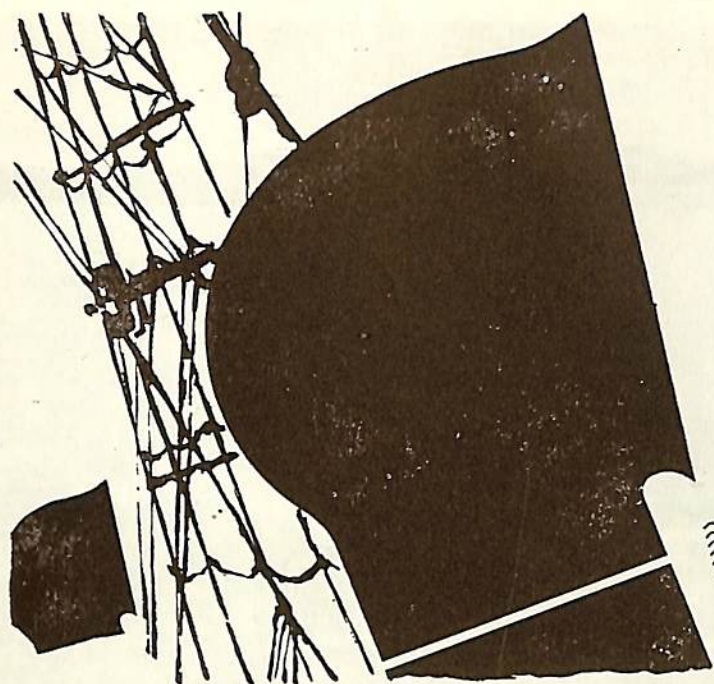
丸 國 隆 (メタノール, 酸醋槽船)



オニ静海丸 (貨物船)

船名		オ八丸岡丸	国 隆 丸	オニ静海丸
要目				
全長		31.22 m	49.47 m	
長(垂)		28.00 m	45.00 m	39.00 m
幅(型)		6.00 m	9.00 m	7.60 m
深(型)		2.80 m	4.00 m	3.60 m
吃水		2.508 m	3.70 m	3.30 m
総噸数		156.17 噸	480.79 噸	340.10 噸
載貨重量		178.83 噸	747.14 噸	520.80 噸
速力		9.739 ノット	12.166 ノット	10.88 ノット
主機		木下鉄工所製 4 サイクル 単動無気噴油ディーゼル (逆転クラッチ付)機関 4 BKE 1 基	新潟鉄工所製 M 6 F 315 4 衝程過給機付 ディーゼル 機関 1 基	ハリマスルザーディーゼル 4 TAD 24 型 1 基
出力		210 BHP × 400 RPM	715 BHP × 377 RPM	420 BHP
船級				
起工		34-12-4	34-12-18	35-2-19
進水		35-2-27	35-2-25	35-3-30
竣工		35-4-8	35-3-25	35-4-20
船主		甲斐船務株式会社	国華産業株式会社	阪神汽船株式会社
造船所		尾道造船株式会社	尾道造船株式会社	株式会社 播磨造船所

「エピコート」はシエルの登録名です。



シエルの
エピコート[®]を基材とした
(エポキシ樹脂)

サモコート

防 蝕 塗 料
海にまでサモコートが…

船の舶槽・甲板・タンク等の塗装にサモコートは絶対です。
「サモコート」はシエルのエピコートを主成分とし瀝青質を配合した防蝕塗料で、耐水・耐薬品・接着性等多くの特長を持っております。

特性 耐水、熱、油、候性・耐薬品、溶剤性
用途 船舶・各種タンク並びにパイプ類
・化学装置・構造物・各種薬品槽



発売元
株式会社

本 岡 商 店

本 社 東京都台東区浅草桂町13番地(タイガービル)
電話 東京 (851) 3690~1・5261~5・4200
大阪営業所 大阪市東区平野町2丁目11番地(道修ビル)
電話 北浜 (23) 代表 7 2 5 7

資料謹呈

25 年 の 歴 史 に 輝 け

業 創

船用

電子機械肉用
造水・復水用

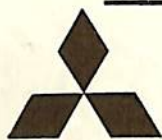
熱電温度計
検塩計

冷蔵庫用抵抗温度計
電子管自動平衡計器
指示, 記録, 警報



理化電機工業株式会社

本社・工場 東京都目黒区唐ヶ崎町 625 電話東京 (712) 3171~4



三菱防蝕亜鉛

CATHODIC PROTECTION ZINC

CPZ

CPZ の用途

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



船尾に取付けた CPZ-8F

三菱金属鉱業株式会社

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

営業所 大阪, 札幌, 仙台, 新潟, 名古屋, 広島, 福岡

総代理店・三菱商事株式会社

設計施工・日本防蝕工業株式会社

日鋼

船用油圧ウインチ

本機は電動機とアキシアルプランジャー型可変吐出量の油圧ポンプおよびモーターとを組合せたウインチで、一般荷役漁業用として在来のウインチに追随を許さない画期的な性能を持っております。

特徴

1. レバー 1 本で昇降、停止および無段変速が自由にできます。
2. 起動トルクが大きく、電動機のオーバーロードがありません。
3. まとまったユニット型で、複雑な装置は一切不要です。
4. 小型強力ですから、場所が少なくすみすみます。

製作品目

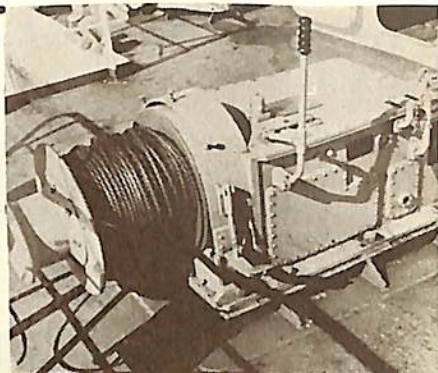
カーゴウインチ
ムーアリングウインチ
キャブスタン
トロールウインチ

能力 500kg-50m/min
2000kg-15m/min
電動機 7.5kw 440v

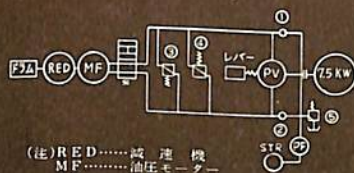


株式会社 日本製鋼所

東京都中央区京橋1-5 電話(561) 3141(代)
支社 大阪市北区中之島2の22
営業所 福岡市天神町・札幌市南一条



油圧ウインチ回路図



(注) RED.....減速機
MF.....油圧モーター
PV.....可変吐出量ポンプ
STR.....ストレーナー
PF.....キャブポンプ
①②.....チェックバルブ
③④.....リリーフバルブ
※.....トランスファバルブ

船内配線には!

日立の

船舶用

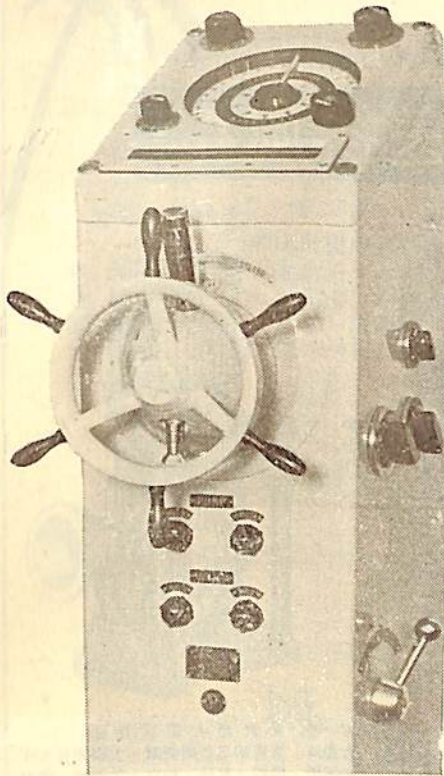
電線

AB規格 NK規格 ロイド規格

本社 東京都千代田区丸之内2の12番地
営業所 大阪, 名古屋, 福岡
販売所 札幌, 仙台, 広島, 富山

日立電線株式会社





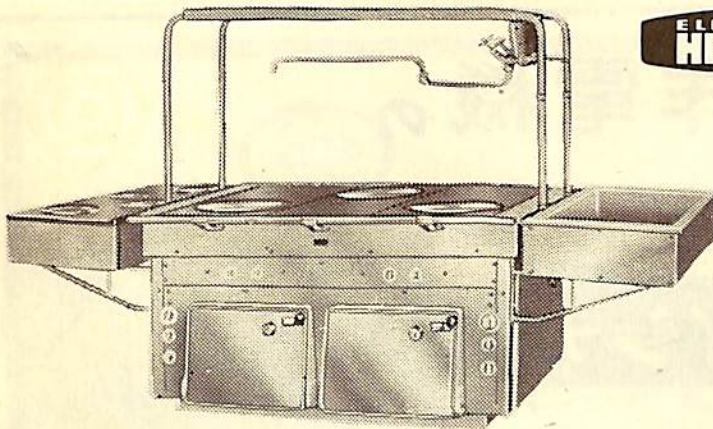
ジャイロコンパス オートパイロット

その他 各種船用計器

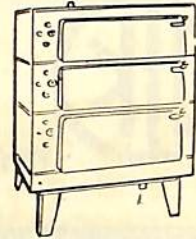


株式会社 北辰電機製作所

本社 東京都大田区下丸子町312 電話(731) 1141, 2241 代表
営業所 小倉 ・ 広島 神戸



**ELEKTRO
HELIOS**



ELECTRO-HELIOS社の
電気レンジ
電気オブン は…………

船舶用として、最も歴史が古く、信頼性のある製品です。最新の設計と、定評あるスエーデン鋼を使用し、最高性能を誇るものです。今や世界各国の船舶に広く装備されております。

その他、種々の船舶用厨房機器を揃えておりますから、どうぞご用命下さい。



日本総代理店
株式会社 **ガデリウス商会**

東京都港区赤坂伝馬町3~19 (408) 2131・2141(代表)
神戸市生田区京町67モーシェビル (39) 0701(代表)
福岡市上辻ノ堂町26ナショナルビル (3) 4134(代表)

いつでも、どこでも、快調な!

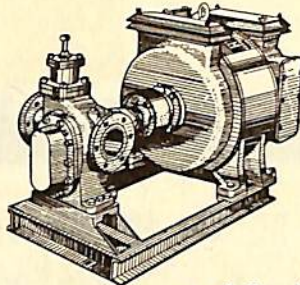
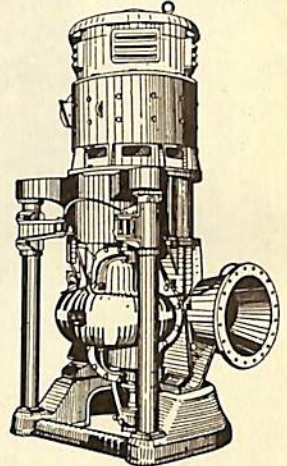
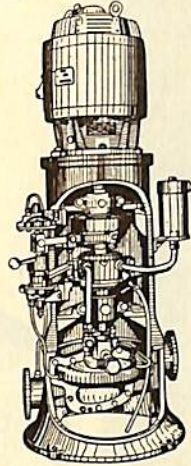
エハラ船用ポンプ・送排風機



軸流送風機

自吸式渦巻ポンプ

冷却水ポンプ



歯車ポンプ

荏原製作所

本社 東京都大田区羽田
 営業所 東京朝日新聞新館・大阪朝日ビル
 出張所 福岡・札幌・仙台・名古屋・新潟



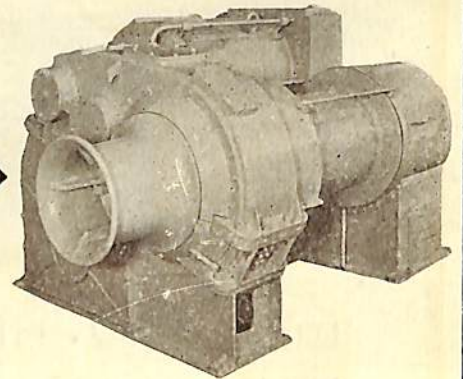
東洋電機の

複合整流子電動機による

交流電動ウインチ

特徴

加速時間が短く荷役性能が極めて高い
 ウインチに最適な直巻特性を有し然も軽負荷低速運転が自由で更に電力回生制御を行い得る
 ワンマンコントロール式なので作業能率がよい



3 ton 交流電動ウインチ

東洋電機製造株式會社

本社 東京都中央区京橋3の4 TEL 東京(281) 3231・3331 (代表)
 営業所 大阪・小倉・名古屋

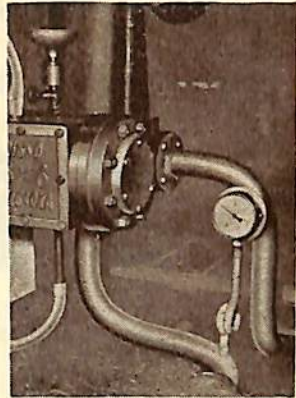
日本で最も権威のある ロープ防腐剤

C.O.T 防腐剤

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

御採用官庁及各漁業会社

防衛庁 艦船用・自動車用ロープ防腐
海上保安庁 船舶用ロープ防腐
林有鉄道 貨車・自動車用ロープ防腐
林野庁 伐採及自動車用ロープ防腐
各漁業会社 大洋漁業・日魯漁業・日本水産・極洋捕鯨
宝幸水産その他の漁業会社で岩糸及ロープ
北洋以西以東底引漁業等
三菱鉱業・日本セメント・日鉄鉱業その他全国各鉱山
石炭石鉱山
諸官庁で御使用の麻ロープにはC.O.T防腐加工と御指定されています。



漁業

水産庁東海区水産研究所にて試験の結果優秀の御推賞を賜る。

御使用法

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

博信工業株式会社

本社 東京都港区西久保櫻川町6番地 TEL (581) 2391~4
工場 埼玉県川口市前川町4丁目116番地



あらゆるもれを止める!

液状のパッキング.....

スリーボンド

今までのシートにかわる液状パッキングです。ペースト状ですから、どんなところでも刷毛塗りするだけで、簡単に密着できます。そのため加工工程を著しく短縮し、コストダウンをはかることができます。耐油耐熱・耐水耐化学性等にすぐれていることも強味です。



ミスタースリーボンド

カタログ連星

姉妹品

スリーロイ スリーセメント

3B製品はもよりのガソリンスタンドでお求め下さい



●株式会社 東京スリーボンド

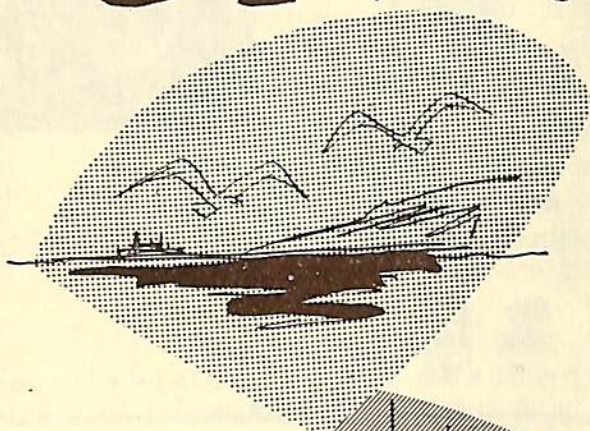
●本社 東京都大田区糞谷町4-6 電話 (741) 0251



快適な船旅にソフトな床材

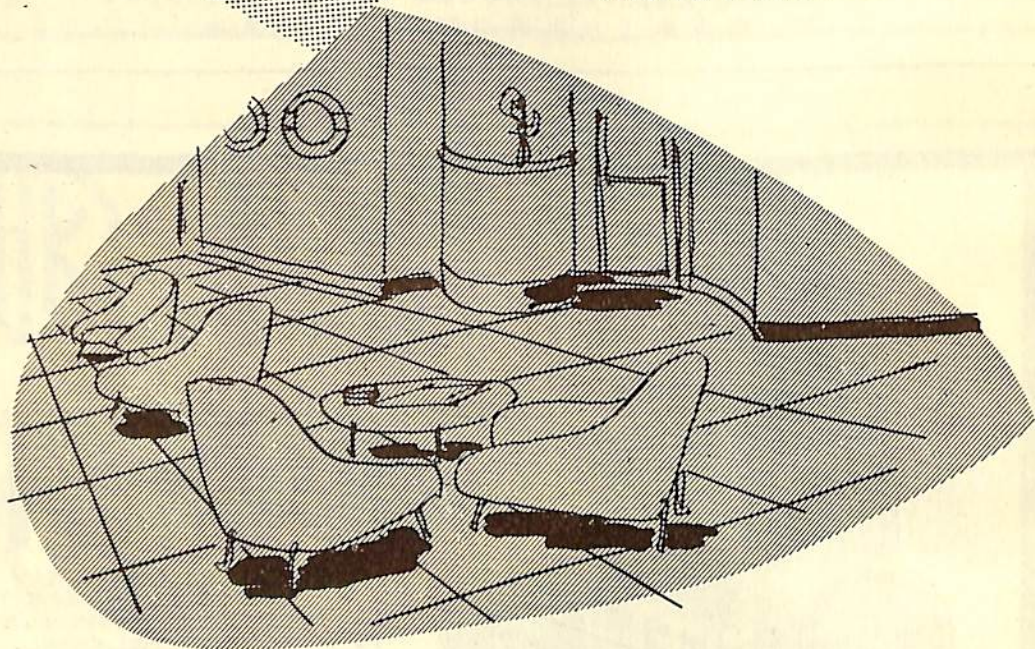
高級弾性床タイル

三星ソフトタイル



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

磨擦に強く褪色せず他の床材の何れよりも永持ちします。



田島応用化工株式会社

東京・東京都足立区小台町633 TEL 王子(911)代1161
大阪・大阪市西区京町堀上通1-14 TEL 大阪(44)代5951

慣性航法装置

納 富 次 郎
東京計器製造所・計器研究所長

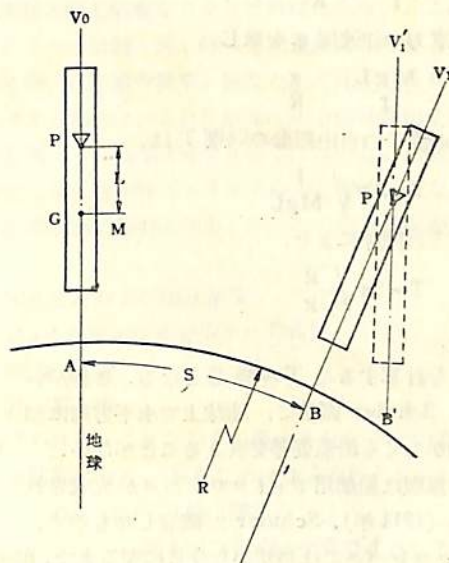
1. ま え が き

慣性航法装置についてはすでに幾度か紹介されており御承知の向も多いことと思われる。この真に画期的な装置がわが国で製造され、商船で実用されるのは、わが国の技術水準並びに経済力からみて相当速いさきのことではないかと筆者は愚考するのであるが、一方航海計器の最後のともいべきこの装置を頭から放棄する訳には行かない。筆者も若干の調査を行つて来たが、勿論微力にして未だほんの表面をなでた程度にしか過ぎないが、少しでもこの方面のお役に立てばと思い、ごく概略を記述させて頂く。

2. この方式の根本 (Schuler 振子)

ある物体が静止の状態から動き出したときは必ず加速度を生ずる。動き出してある速度になつたとすると、その速度はそれまでに生じた各瞬間の加速度が全部累積されたものである。数学的にいえば速度は加速度を時間で一回積分した量である。同様に動いた距離は各瞬間の速度が全部累積された結果であるから従つて加速度を時間で二回積分したものが動いた距離となる。それ故これだけならば加速度計と積分装置の精度さえ十分高ければ宜しい訳であるが、地球は球状であり、かつ重力の作用が大きいので、加速度計は正確に水平姿勢を保持せねばならない。加速度計が傾いていると重力の成分が加速度計の誤差となつて現われるからである。(力学の原理により重力と加速度とは全く同等である。) この運動の如何に関せず地球上で常に加速度計を水平に保つという問題は、振子の支点を水平に如何に動かしても鉛直姿勢が破られないようにするにはどうすればよいかという問題と同等となるのであつて次にこれを説明する。

第1図のような振子を考える。振子の質量 M 、重心 G 、支点 P 、支点と重心間の距離 L とする。また P 点の周りの慣性モーメントを I とする。今この振子の支点 P を A から B まで動かしたとする。もし重心 G が支点 P と一致していたとすると振子には運動に伴う加速力は作用しないから、ニュートンの原理により振子の姿勢は変わらないから、振子は AV_0 に平行に BV_1' の姿勢となり、 B においては鉛直姿勢にならない。しかし上記のように重心が支点と一致していなければ加速度による力が支点の



第 1 図

周りのモーメントとして作用するから振子は支点の周りに角運動を生ずる。この角運動の結果動いた角度が丁度角 $V_1'PV_1$ に等しくなれば、振子は A から B に移動しても鉛直姿勢を保持したことになる。このようにするには、どうしたらよいかを次に簡単に計算してみる。

振子の運動は次式で与えられる。

$$I\theta'' = MLa$$

ただし、 a は $A \rightarrow B$ 中の加速度

θ は振子の運動した角度

これから

$$\theta = -\frac{ML}{I} \iint a \, dt \, dt$$

ただし、最初 A において振子は鉛直姿勢で静止しているとする。(すなわち $t=0$ で $\theta=0$ $\theta'=0$ である。従つて θ は上式となる。)

他方 AB 間の距離 S は加速度が二回積分されたものであるから

$$S = \iint a \, dt \, dt$$

地球の半径を R と書けば、 $\frac{S}{R}$ が A 点と B 点での鉛直線の夾む角度で、これが丁度 θ に等しければ上述の

ように振子の鉛直姿勢が変わらないことになる。

すなわち、

$$\theta = \frac{ML}{I} \int \int a \, dt = \frac{S}{R} = \frac{1}{R} \int \int a \, dt$$

が成立すれば宜しい。この式から

$$\frac{ML}{I} = \frac{1}{R}$$

両辺に重力の加速度 g を乗じ、

$$\frac{MgL}{I} = \frac{g}{R}$$

他方この振子の自由振動の周期 T は、

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{MgL}}$$

従つて上の関係により、

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}$$

となる。

これを計算すると $T \approx 85$ 分となる。これがいわゆる Schuler 振子で、地球上で水平方向に如何に動かしても鉛直姿勢を変えない。

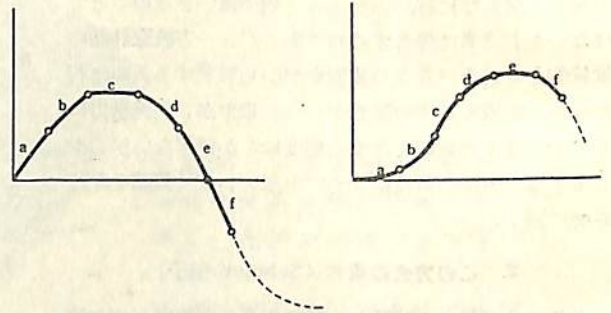
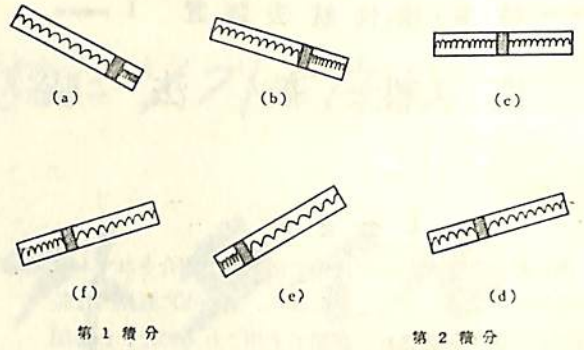
この原理は船舶用 ジャイロコンパスが完成されたとき (1911年), Schuler が確立したもので、ジャイロコンパスでは当初から今日に至るまで、85分か、またはこれに近い週期を持たしており、関係者の熟知する所であるが、これが再び脚光を浴びて登場した訳である。

3. Schuler Tuning された加速度計

さて加速度計の場合にはどうなるか。第2図のように、加速度計は原理的にはある重錘を発条で中央に支えたもので、加速度が作用すると重錘は発条の力と加速度の力とが釣り合うまで中性点から変位する。変位量が加速度に正確に比例するようにしておけば、この変位量を測れば加速度が求められる訳である。そこで例えば変位に比例した電圧を発生するようにし、この電圧を時間で二回積分する。積分された電圧は加速度によつて動いた距離に比例することになるが、ここで図のようにこの出力電圧と適当な比例関係を持った角度で加速度計を傾けさせる。こうすると加速度計は振子と全く同様に動作することを第2図によつて説明する。

今最初に (a) のように加速度計を傾けておいて、ここから作動を開始させる。そうすると一回積分値がまず時間に比例して直線的に増加し始め、これに対して第2積分値は徐々に増す。

(b) 第2積分値に応じて加速度計の傾きは減じ、重錘は中央に近づき、従つて第1積分値の増方は減ずる。第2積分値は増加してゆく。



第 2 図

(c) 加速度計は水平に戻り重錘も中央にくる。第1積分は従つて一定値に止り、第2積分は直線的増加となる。従つて、

(d) 加速度計は反対に傾き、第1積分は減少し始め、第2積分は増方を減ずる。

(e) 加速度計は一層反対に傾き、第1積分は遂に零になる。このときは第2積分は増方が止り一定値に止る。従つて、

(f) 加速度計の傾きは止り、第1積分は直線的減少を続け、第2積分は減少し始める。従つて加速度計の傾きも減少し始める。

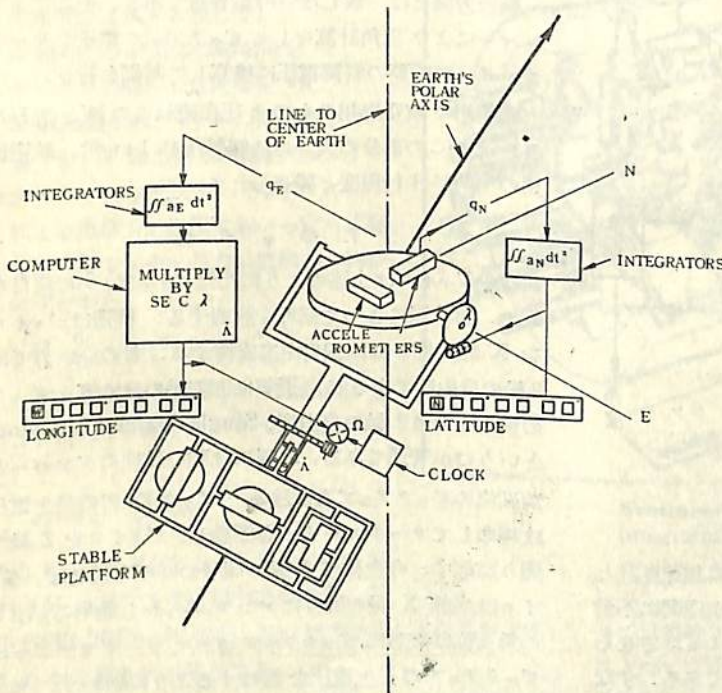
以上の経過を継続して加速度計は左右の傾斜を繰返し続けるのが振子の振動と全く同じとなる。そうしてこの際の周期を 85 分にすることを Schuler Tuning を行つたといひ、こうすれば前述の振子と同様に加速度計は何様に動かされても常に水平の姿勢を変えないことになり、2で述べた目的が達せられたことになる。

以上がこの方式の核心であるが、もう一つ大切な点がある。それはもし加速度計にある一定量の誤差、例えば零点の狂いとか、始動の際若干の傾斜があつたような場合、普通なら時間で2回積分するため誤差は時間とともに著しく増大することになるが、上記の説明で大體判るように、この方式では誤差量も 85 分の周期である大きさを振巾として変動し続け、増大する恐れがない点であ

る。これは船舶のように非常に長時間使わねばならない場合、特に注目すべき点であると思われる。

加速度計に関して最後に明確に理解して置かねばならないことがある。Schuler 振子の説明のように、振子は常に鉛直姿勢を変えないが、このためには実は恒星空間中では説明のように丁度所要の角度だけ角変位をしていることである。加速度計でも同様に水平姿勢を変えないためには矢張り所要角度だけ恒星空間中で動かされねばならない。これはわれわれが普通に基盤としている水平面とか地表面に対して動かすのとは異り、あくまで恒星空間において動かされねばならない点である。このために恒星空間において不動（向きを変えない）であるような基盤を設けねばならない。これは大変なことのようであるが原理的にはジャイロスコープでよい訳である。今さら申すまでもなくジャイロは力が作用しなければ回転軸は恒星空間において、その方向が不動である。このような状態でジャイロを使用すればよいのであるが、1個だけでは回転軸線の周りに対しては無効であるから、上述の目的に対しては少くも2個のジャイロが必要となる。

こうして今まで出されたいくつかの解説書に紹介された代表的なものが第3図である。



第 3 図

4. 全装置の概略

第3図の示す如く、ジャイロ3個を用いた恒星空間で

不動の安定盤 (Stable Platform), この上に加速度計2個 (直角に向けて) を取付ける。前述の如く加速度計を乗せた盤は適当なサーボ装置 (図示せず) によって常に水平に保たれる訳である。なお今まで一言も触れなかつたのが地球の自転である。恒星空間で不動だと、地球上の水平面とは刻々に喰違いを生ずる故、常に水平を保つには地球と同じ廻転をさせなければならない。このため時計によって自転と同じ廻転を加速度計に与える。

次に動いた距離を緯度、経度として指示したり、機体を誘導する場合は、これに必要な指令信号を出すための計算装置、また地球は完全な球ではないし、自転が加速度測定に与える影響 (コリオリの力) 等の補正などのための計算装置が必要となる。かくして主な構成要素として、

加速度計および積分装置

ジャイロおよび安定用サーボ装置

時計装置

計算機

が挙げられる。これらのうち後の2つについては精度はさして問題はなく、重要なのは加速度計とジャイロであるが、これについては後に譲る。

第3図のものは今まで述べたように恒星空間で安定した台を設け、この台上で加速度計を水平に保持するという機能を真正直に具体化した形を呈しており、恐らく初期のものではないかと想像される。

5. 型式の大別

Draper (文献1) によれば使用目的に応じて現在2つの型に大別される。

1. 重力制御型

Gravitational-Direction-Seeking System

2. 加速度積分型

Specific-force-integrating System

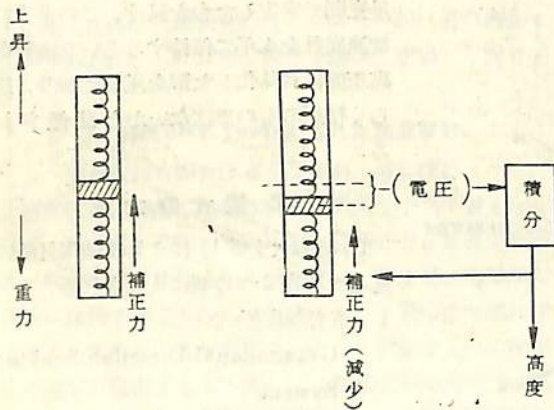
前者は地球表面に近い範囲、換言すれば重力が強く、かつ殆んど変わらない範囲で使うもので今まで説明したものは、これに属する。

後者は加速度や運動による遠心力が重力と同程度位大きい場合、すなわち長距離誘導弾や人工衛星の打上げ中のような場合に適する。

この場合は上下方向にも加速度計が必要となるが全体の

方式として、加速度計は始動の時に与えた姿勢のままとし（恒星空間では不動にしておき）以後地球に対する傾きの変化による重力の影響等は、すべて計算で補正するというのが前者との大きな差異である。（この型を Analytical Type ともいう。）この型については筆者は未だ立入って調べていないので十分な解説は致し難いが、ここで上下方向の加速度計で高度を出すには原理上難点があることに触れておく。

第4図のように加速度計を垂直にし、重力を補正する力を別に適当に与えて重錘を中央に保つておくとする。高度が増せば重力は弱まるから補正力は高度が増すにつれて減少させる必要がある。そこで今加速度計に誤差があつて重錘が少し中央から下方にずれていたとする。そうすると、ずれに比例した電圧が積分され高度が変つたように働くが、重錘が下にずれていることは、上向きに加速されたことであるから、高度が増加する如き出力が出る。従つて補正力は減じ重錘は一層下方にずれることになる。かようにこのシステムでは少しの誤差が増大する性質、つまり不安定なシステムとなつている。ただし計算によれば比較的短時間ならば、この影響は余り大きくならないので実用上は差支えないのであろうか。

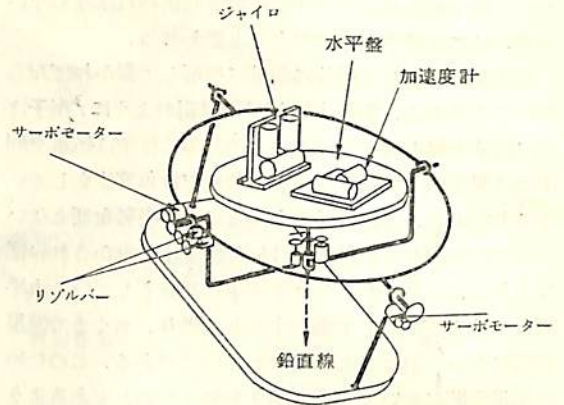


第4図

6. 重力制御型

第5図がこの型の1例である。図のように加速度計とジャイロは共通の台に取付ける。ジャイロは空間に不動とせず、台を常に水平に保つようブレセッションさせられる。この点が前述第4図のものとの差異である。すなわち地球の自転に対しては時計装置からの指令信号によつてブレセッションし、機体の運動に対しては加速度計の出力によつてブレセッションする。

ジャイロについては次に説明するが、今まで述べて来



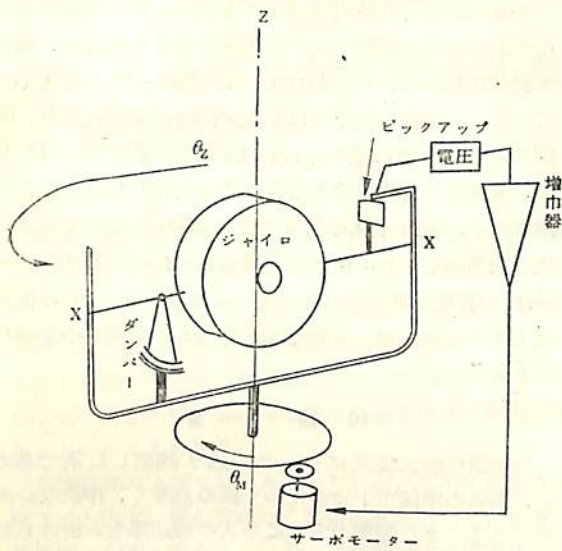
第5図

たものすべてに在来のようにジャイロ自体の力で安定させるのではなく、ただ恒星空間における角運動のピックアップとして使つており、力はサーボ装置が出すのである。それで図のように各ジューバル軸にサーボモーターがあつて盤の安定を行う。勿論船体動揺に対してもジャイロがピックアップし、サーボモーターが安定にする。また機体の進行方向によつて加速度計やジャイロの向きとジューバル軸の方向とは一致しないのが普通である。そこでリゾルバーにより三角計算をしてピックアップ電圧でサーボモーターに所要の制御電圧に換算して制御を行う。

艦船用や航空機用のものは現在概ねこの型と思われ。またこの部分の大きさは艦船用が1m角、航空機用の1例が1f程度と報ぜられている。

7. ジャイロ

このジャイロは上述のようにただピックアップの役目をもつ。第6図によつて原理を説明する。構造はジャイロをX軸の周りに回転自由に支持する。昔のいい方では2軸の自由度であるが、近頃は回転軸の分は算えず、この例のものは1軸の自由度、Single degree of freedomというのが普通である。X軸には強い粘性のダンパーと角変位のピックアップを設ける。ピックアップの発生電圧は増巾してサーボモーターを駆動し、ジャイロをZ軸の周りに廻す。今全体がZ軸の周りに回転を起せば、ジャイロは当然X軸の周りにアレセッションし始めるが、この角変位は直ちにピックアップされてサーボモーターはピックアップの発生電圧を零にするように廻らす。発生電圧零というのはジャイロがX軸の周りに動かないことであるから、これはいい換えれば全体がZ軸の周りに廻つたと同じ角度だけサーボモーターが廻り戻したことになり、Z軸の周りに不動に保たれた訳である。これ



第 6 図

このジャイロは M.I.T で Draper 教授のもとで開発されたもので、実際の構造を第 7 図に示す。ジャイロは円筒状のケースに取め、これを高粘度の液に浮かし重量は浮力で支える。ケースと外筐の間の遊隙は極めて僅少で、図では判り難い程度である。円筒ケースを支える支軸（前述の X 軸）には普通宝石軸承とピボットを使うようである。円筒ケースの両側に一方は電磁型ピックアップ、他方に同じ形状のトルクジェネレーター（前述の力 T を与える部分）が取り付けられる。

このジャイロを上記のように使用した際の動揺に対する安定の精度は、角度で秒の桁という。併し摩擦やバランスの不良等弱い力が作用し続ける場合はやはりこれに応じて徐々にジャイロはプレセッションする。これを Drift* というが、これは特に船舶用など長時間使用する目的にはもつとも精度に関係する点である。現在一般に使っているジャイロでは Drift は大体毎時 $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 程度と見られるが（もつと大きいものもあるが）このジャイ

が作動の概略である。今、

ジャイロの角運動量を H

ダンパーの抵抗係数を D（抵抗力は角速度に比例するとして）

Z 軸の周りの全体の廻転角を θ_z

モーターが廻わした角度を θ_M

X 軸の周りのジャイロの変位角を θ_0

と書くと、Z 軸の周りの廻転でジャイロはプレセッションするが、同時にダンパーによる抵抗力が作用するから定常状態を考えればジャイロの力が抵抗力と釣り合うはずだから

$$H \frac{d}{dt} (\theta_z - \theta_M) = D \frac{d\theta_0}{dt}$$

となる。最初は勿論ジャイロは静止としてよいかから $t=0$ で $\theta_0=0$ である。従つて、

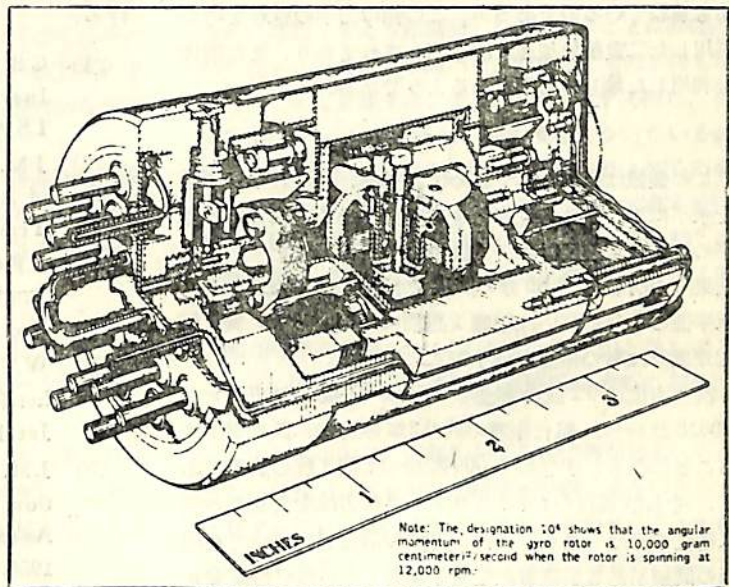
$$\theta_z - \theta_M = \frac{D}{H} \theta_0$$

故に θ_0 を極力小なるように設計しておけば H は通常大きい値であるから、左辺は実際上零とみてよく、従つて $\theta_z = \theta_M$ すなわち全体は Z 軸の周りに不動となる。

また X 軸に外からある力 T を加えれば上と同様

$$H \frac{d\theta_M}{dt} = T$$

となるように作動し、従つて T によつて所望の速さで Z 軸の周りに廻わすことが出来る。



Sectioned view of the M.I.T. 10^4 single-axis integrating gyro unit.

第 7 図

ロでは毎時 $0.01^{\circ} \sim 0.02^{\circ}$ 程度という。それでも未だ目的によつては問題となる程である。Drift の原因には支持液の対流、強い振動による弾性変形、ジャイロ回転軸受の摩擦等が挙げられている。特に軸承は耐久と精度の兼ね合いで、未だ問題があるようである。またこれだけではないが気体軸受の研究も行われている。

上記のようにこのジャイロはただ一軸の安定を行うだ

けだから通例3個を互いに直角に配置して使用する。これを近頃 Gyro Package と呼んでいる。申し落した
が、このジャイロが積分ジャイロ (Integrating Gyro, あるいは HIG Gyro) といわれるものである。

8. 加 速 度 計

ジャイロと異り多くの型が試みられ、また現在もいろいろ考案されているようである。現在のところはトルクバランス型の振子、つまり振子を加速度で振れさせぬよう力を加えて加速力をバランスさせる方式が多いそうで、構造は殆んど積分ジャイロと同じもの、すなわちジャイロローターの代りに振子を用いたと思えばよい。これでトルク発生機として永久磁石とモーヴィングコイル型のものが精度もつともよく0.03%に達するといわれている。

ジャイロに unbalance weight を付けた型は古く V_2 で使われたものであるが、今日でも高速度のものにはもつともよい由である。この型はジャイロの特性上積分作用も兼ねているのであるが、この他に力学の原理を巧く利用した二重積分加速度計も紹介されており、また液体を利用した珍しい考案もあるようである。

9. 誤 差

この装置は原則として始めに零合せ、すなわち安定盤を水平にし、かつ方位を合せる必要がある。安定盤の水平の狂いは加速度計の一定値の誤差と同じことで、この結果は指示誤差が85分の周期で変動することになる。水平面の1分の狂いは距離1海哩に相当する故、安定盤加速度計は秒の精度を要することになる。

次に方位に0.1度の誤差があれば0.1度はラヂアンで0.0018だから、航行距離の約0.2%横方向に誤差を生ずることになる。すなわち500哩走つて約1哩の誤差である。それ故現在のジャイロコンパスに方位を合せたのでは精度不十分である。この、方位の零合せについても相当の問題があるが筆者未だ充分検討していない故割愛させて置くが、方法としては始動時に指北性を持たせているようである。

次にジャイロに誤差、いわゆるプレセッション(或る一定の速さの)、いわゆる Drift がある場合を考える。この装置は要するに加速度計を所要の角度だけ恒星空間中で動かし、この角度を走行距離として指示している訳である。ジャイロに Drift (一定の早さの)があれば、これは加速度計を恒星空間中で動かす速さが所要の値より速(遅)過ぎることで、すなわち指示距離が大(少)過ぎることである。つまり誤差が Drift と同じ速さで増大する、換言すれば時間に比例して増することになる。

船舶用の如く長時間使用するものには従つてジャイロの精度が全体の精度の大半を支配することになる。現在本装置用のジャイロは Drift、毎時0.01~2°と称せられている。この儘の数字では誤差が毎時約1哩となり、問題外である。故に恐らくこれはジャイロ単体の Drift で、装置として作動するときはずつと良くなるものと想像される。現在全体の精度は大体0.5%のようである。他方現在のジャイロコンパス用のジャイロは Drift 1°~2°/時の程度と推定されるので、これ以上ジャイロの精度を上げるのが如何に大変なことであるか想像もつき兼ねる次第である。

10. 結 言

以上慣性航法装置について一通り説明した訳であるが、筆者の準備不十分のため不備の点多く、申訳ない次第である。また編集の方々に多大の御迷惑をお掛けしたことを深くお詫び申し上げる。

なお参考文献のうち比較的よいと思つたものを次に掲げる。

- (1) C.S. Draper; Instrumentation Aspects of Inertial Guidance, I.S.A Journal, Nov. 1958, Vol. 5, No. 11
- (2) J.M. Slater; Measurement and Integration of Acceleration in Inertial Navigation Transaction of the A.S.M.E., Oct. 1957
- (3) C.F.O' Donnell; Inertial Navigation Journal of the Franklin Institute, Nov. 1958, Vol. 266
- (4) W.T. Russell; Inertial Guidance for Rocket-Propelled Missiles Jet Propulsion; Jan. 1958
- (5) J.M. Slater and Duncan; Inertial Navigation Aeronautical Engineering Review, Jan. 1956, Vol. 15, No. 1

「船舶」のファイル



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

頒価 150円(〒不要)

ノーチラス号の北極潜航と慣性航法装置

桜木 幹夫
航海訓練所 助教授

米国の原子力潜水艦ノーチラス号が北極海を潜航横断するという歴史的な事業に成功したのは1958年の8月で、当時、その軍事的、経済的意義などが世界に大きな波紋を投じた。しかし世の航海技術者たちが、このときもつとも関心を寄せ、注目した点は、ノーチラス号が極点附近の行動の際、如何なる航法計器を使用し航海したか、ということである。

天体観測およびコンパスによる航海が不可能な北極氷原下において、何ら支障なく高速潜航を行って、無事に目的地に到達し得たことは新しい航海方式が実用化されたことを意味する。

航海の詳しい内容や装備、その他重要なことは米国の国防上の秘密とされる事項が多かつたがここはその詳細をきわめることはできないが、艦長、航海長の手記、海軍の発表、各種専門誌に報せられる断片的な記事などから、概略の推察を行うことはできる。

以下に、これらの数少ない情報をもとに、氷海下の困難な航海の様子、新しく装備したと云われる慣性航法装置、および他の新しい計器等について、その概要を紹介することとしたい。

ノーチラス号の航海の概要

ノーチラス号は衆知の通り原子エネルギーを船の動力として利用した最初の船である。

原子動力は長期間燃料の補給を要せず、また燃焼に空気を必要としないことから、長期潜水の可能性が生れ、軍事的にいつても潜水艦において、その特性がもつとも有利に発揮できるものである。

ノーチラス号は就役以来、連続潜航時間、潜航による航程、潜航連力等、数々の新記録を打ち立てた。そして1957年夏、アンダーソン艦長が就任してから、北極海潜航の計画が極秘のうちに進められた。同年8月、ノーチラス号は大西洋側、グリーンランドとスビッツベルゲンの間から北極海に進入し、極点近くまで行動(北緯87度)、氷状や海底状況、潜航可能海域、極空航法等の綿密な調査を行った。

本来の航海装備として同艦は磁気コンパス1台と普通の形式のジャイロ・コンパス2台をもっていたが、この

ときの北極海行動の直前、高緯度用の新型ジャイロコンパス Mark 19 が装備された。北緯83度附近で磁気コンパスは殆ど狂い、普通ジャイロも不安定になったときも新型の MK 19 は十分な働きを示した。しかし北緯86度線に達したとき新旧両ジャイロが共に狂い出し艦長をひどくあわてさせた。調査の結果、これは高緯度のためではなく、電源ヒューズがとんだためとわかつた。しかしジャイロの特性から洋上での起動定針には中緯度帯でさえ少くとも4時間を要し、このような高緯度(殆んど極点附近)しかも水中で何ら目標を得られない所では、一度狂つたジャイロを短時間で定針させる望みは殆んどない。この事故のためにノーチラス号の艦長、航海士たちが、顔色を変える程緊張したであろうことは想像にたたくない。それは艦の確かな方向を示すものが何もなくなつたことを意味する。北緯87度附近で反転し、不安定な磁気コンパスを頼りに帰航の途についているが、MK 19 は殆んど7時間の間定針せず、艦は知らぬまにグリーンランド大陸に向かつていた。慎重な測深を続けた結果、艦長は艦が大陸に向首していると考え、90°の左変針を行い、潜航開始以来まる3昼夜にして、漸く僚艦の待つ外洋に達している。

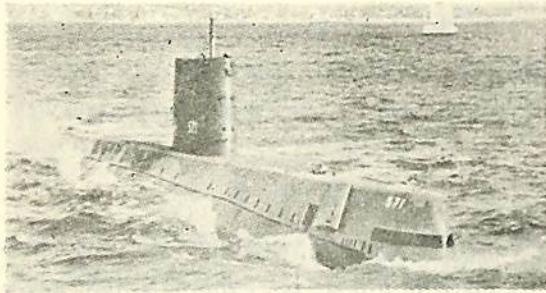
極点附近ではコンパスはどういうことになるだろうか。この疑問に対する理論的な説明は直ちに理解できる。

しかし水の中で、外部から何らの情報を得ることができない状況で、コンパスの精度が信頼できないとき、船は経度ルーレットのぐるぐるまわりを始めることを実際に経験したのは、ノーチラス号の予備調査の航海における大きな収穫であつた。

この航海によつて、ノーチラス号の艦長は故障さえなければ MK 19 極点近くまで十分に精度を保ちながら作動することを確めた。

しかし、このときのように、ヒューズがきれるというだけでなく、高速回転体をもつ高性能ジャイロは故障を起す原因は無数にある。

そして高緯度でひとたび、ごく僅かの時間でも止まつたら、ジャイロは殆んど回復不能であることも事実が示した。



浮上航行中のノーチラス号

翌1958年、いよいよ本格的な両洋ルートを開く北極横断潜航の計画が実施に移されることになった。

航法装置として前航に使用した測深儀、ソナー4台、MK 19を含むコンパスでは、なお不安があることから、この年の4月、ニウロンドンのドックで、さらに新しい装置が船につき込まれた。ここに始めて慣性誘導装置(SINS. Ships Inertial Navigation System) N6Aが登場し、高緯度用のコンパスC-11ジャイロシン、および改良型ソナー6台が装備された。

1958年6月9日、ノーチラス号はシヤトルを出港し北極に向かった。米国海軍はこの原子力潜水艦の画期的な行動を日光作戦(サンシャイン・オペレーション)と呼び艦の行動は極秘とされた。

シヤトル出港後1,700哩を潜航、6月12日夜、アリウジャン列島の間を潜望鏡で航過、ベーリング海峡から北極海にはいつたが予測し得ない程深く沈んでいる大氷塊に前途を阻まれ、難航に難航を重ねた上6月17日遂に前進を断念してパールハーバに引き返した。このときの最悪条件では、氷の底と艦橋との間隙は僅か5フィート、艦底と海底の間は20フィート以内になったと報告されている。かくて第1回目の日光作戦は失敗に終わった。

パールハーバーに停泊中、原因不明の故障を起していたMK-19ジャイロを本国から呼び寄せたスペリーの技師に修理させ、さらに氷状観測用の水中テレビジョンを装備、すべての準備を整えて、7月22日、ノーチラス号は北極への3度目の門出に立った。26日アリウジャンを通過、潜望鏡およびレーダで位置を確かめ、慣性航法装置、コンパス、ソナー等の航法計器は専門要員の手で万全の点検がなされ、いずれも完全な作動状態にあることを確認、29日にはベーリング海峡を航過し、チュクチ海に入った。前航に行手を阻まれた多くの大氷塊は姿を消し氷状はきわめてよい条件となっていた。時折りぶつかる氷塊は潜望鏡見張りて避航しながら北上を続け、時には浮上して迂回し8月1日、遂にバロー海谷に達し、一

路極点に向け全速潜航に移った。

8月3日、北緯84度を越えたときジャイロシンをフリージャイロに切替。この緯度では磁気コンパス、ジャイロコンパスいずれも指北力を失い、不安定となる。北極に急速に近づくにつれ、N6Aの係員は緻密な点検と修正を行い作動を確認していた。

このような場面で慣性航法装置が如何に重要な役割を果たしたか、艦長アンダーソン中佐は次のように述べている。

“すでに氷海62時間を数えていた。通常ならば天測で位置を決めるのだが、そんなことは無論できないので、盲目航法で進んでいた。これは海図の上に針路を定め、半時間おきに速力によつて次々と位置を決めてゆくやり方である。潜水航行の頼りとなる海底測量も、正確な水深図がない未測量のこの地区では全然役に立たなかつた。精密に測つてみると、ところによつて8000フィートも違うのだから水深にたよるわけにはいかなかつた。頼りになるのは慣性誘導装置だけである。北極を通過するその瞬間をこの装置は正確に知らせしてくれるだろう。トム・カーチス(N6A係)は北極に近づくにつれて、いよいよその計器盤にへばりついてしまった。1958年8月3日23時15分、原子力潜水艦ノーチラス号は極点に立った。私は念を押すようにトム・カーチスの顔を見た。彼の顔はほほえんでいた。慣性誘導装置は予想どおり、正確にまさに北極点を通過したことを示していた”。

西経155度線に沿つて北進し、極点を越えたノーチラス号は、進路を変えることなくそのまま南下した。MK 19は正常にもどりC-11のフリージャイロは北を指したままである。ノーチラス号が、極点下の通過を狙つて、経度線に沿い直北に進航したのは、多少違まわりになつても航法としては確かな手段である。極点附近でもし針路を経度線から外すと、真直ぐ走るために一寸きざみにコースを変えてやらねばならない。8月4日、北緯86度の点で主ジャイロも定針、慣性航法装置も確かな位置を示していたので、艦長は始めて針路を経度線から外し、グリーンランドとスピッツベルゲンの間に向針、さらに針路を修正しつゝ8月5日開氷面に到達、浮上した。このとき天測によつて得られた位置と、1830哩96時間の潜航の後、航法計器によつて出されていた推測位置の差は10哩以下であつたと報告されている。

ノーチラス号は8月12日無事英国のポーランドに入港、世紀の航海を終つた。



ノーチラス号の北極横断航海図
同船はこの航海の前に、大西洋側から1回、太平洋側から1回、北極海に行動している

北極潜航に使用された新しい航法計器

米国海軍が発表したノーチラス号の航海に関するステートメントの中に次のことが述べられている。

- 1) 氷を視測するためにカメラを上向きにつけた閉回路テレビジョンを装備した。
- 2) 氷を監視するため、10個のソナーを別々に装備した。また海底測深のため3個の音響測深儀をもっている。
- 3) 新型の異つた4台のコンパスを装備している。
- 4) 針路と深度を自動的に保持する自動操縦装置を有する。
- 5) ノーチラス号は慣性航法装置 (SINS) をもつた最初の船である。これは北極においても、他の地域におけると同様に作動する。すなわち一般艦船のもつジャイロとは違つたものである。

それぞれの装置がどんなものであるかは断片的な情報しか得られていない。これらの情報から推察すれば、この海軍の発表にある装置の名称や概略の内容は次のようである。

1. 水中 Television

第一回目の航海のとき氷原の下を潜航しながら、ノーチラス号は氷探知器で開水面を認め浮上したが、そこはやはり厚い氷に蔽われており、潜望鏡を破損する事故を起こした。ソナーはきわめて精度の高いものであったが、やはり目で氷の状態を見ることができれば安全である。この水中 TV はパールハーバ出港直前急ぎ取りつけられた。この TV によつて北極海の氷底の状況、開水面の確認、危険回避等、極海の航海に大きな役割りを果たした。

2. Sonar. (Sound Navigation And Ranging)

潜水する船には不可欠の装置である。音波を利用した水中レーダであるが音の伝播の性質からレーダ程遠距離を探索することはできない。またレーダのように形を明瞭に画面に表示することも困難である。ノーチラス号には前路警戒、氷状視測に10個のソナーが装備された。報告によれば、このソナーはきわめて感度よく、大きな魚の群は勿論、ウヤあざらしまでその存在を感知している。

この他海底測深のためにおそらく浅海、深海用を別にしたと思われる3個の Echo sounder を装備し極海の水深測定に大きな効果をあげている。

3. MK 19, 23 スペリージャイロコンパス

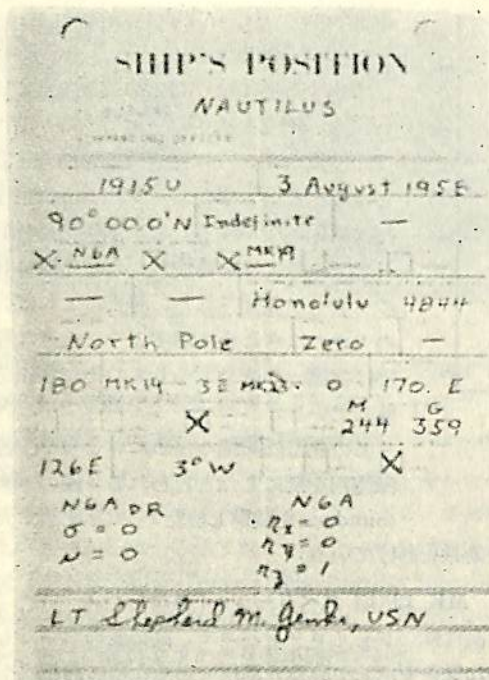
高性能のジャイロコンパスで、高緯度においても十分な働きを示している。軍用であるために詳細は不明であるが、極点近くの小さな地盤傾斜にも感応し、これを電気的にとり出し指北力を与えているのではないと思われる。通常のジャイロでは、その都度修正する緯度、速度誤差も自動的に修正するようになっており、極点附近では MK 19 と MK 23 を組みにして使用しているようである。

なお地盤の傾斜は極点では殆んどなくなるのでこの種のジャイロも使用できなくなる。

ノーチラス号では北緯 89 度まで MK 19 は定針していたと報告されている。極点附近ではフリージャイロ (C-11 ジャイロシン) が使用された。

4. C-11 ジャイロシンコンパス

性能の高い磁気コンパス (磁気感応器, Flux Valve) とフリージャイロを組み合わせ、磁気感応器に地磁気の水平方向を電気的に感応させ、これをジャイロに送つて、軸を磁気子午線の方角に向ける。磁極近くになつて水平方向の地磁気の情報が得られなくなった場合は切替によつてジャイロをフリージャイロとして働かせる。フリージャイロすなわち3軸の自由をもつジャイロは高速度に回転させると、他からの軸方向を変えるような偶力を受けない限り、軸方向は空間の一点の方角を保持する (フーコーの法則)。したがつて回転部分の摩擦が少く、バランスが保たれているときは、比較的短時間、方向指示のコンパスとして使用できる。



航海長の位置報告

極点の位置を N6A および MK 19 でチェックしたこと。コンパスの誤差が MK 19 は 3°E, MK 23 が 0, 磁気コンパスは Var 170E, Dev 126 E, 備考欄に N6A の修正値などが示されている。

もともとジャイロシン・コンパスは北極横断の航空機用に開発されたものであり、ノーチラス号に装備された C-11 は Random drift 0.5 deg/hr 以下で、在来の航空機用よりも遙かに性能がよいものと推察される。高性能ジャイロの製作技術は SINS の製作技術と大きな関連をもっている。

5. SCAR (Submerged Celestial Altitude Recorder)

潜航中に潜望鏡から天体の高度を自動的に測定し、計算器にかけて船位を決定する装置である。ノーチラス号が SCAR に果して電波六分儀を使用しているかどうか確かでないが、太陽観測は電波による高度測定が可能である。水平線は当然ジャイロによる人工水平線が考えられる。

本器について艦長は

“SINS が長時間潜航のため、航路より偏向する傾向がでた場合、これをチェックし修正するのに、潜航のまま天測により位置を確めるためにきわめて有効である”と語っている。

6. 自動操縦装置 (Automatic Depth and Course Keeping Controls)

船のオートパイロットに DKC (Depth Keeping Control) を加えたもので、航空機の自動操縦装置と同じ考え方である。潜航中、自動的に針路、深度の保持が行われる。

7. 慣性航法装置 N6A

慣性誘導装置は大陸間弾道弾、あるいは宇宙ロケットの自蔵誘導装置として近來急速に開発が進められたもので、艦船用として装備されたのはノーチラス号が最初である。N6A は大陸間ミサイル・ナバホのためにノースアメリカン航空会社で設計したものを特に船用にしたものと云われる。この装置は日光作戦の開始直前、ノーチラス号に取りつけられた。航法装置として全く新しいものを持ち込まれた艦長は、このときの感想を次のように述べている。

“ノースアメリカンの技師は装備のとき、極秘裡にしかも厳重に限られた時間内で働かされたのだが、その仕事は立派なものであつた。私が初めてこのエレクトロニクスの眼をあざむくばかり（その金属回線は金色に輝いていた）の装いを見たとき「これはオモチャではないのかな」と思った程だつた。それは全然私の誤りだつた。この慣性誘導装置——N6A と呼ばれる——がひとたび動き出してみると、いつ何時でもわれわれの位置を正確に知らせてくれた。この装置が一般商船に広く用いられるようになったら、旧式な航海術など、たちまち掃きさらされてしまうだろう。そしてまたこれは、われわれボラリス潜水艦にとつても、きわめて重要な装備となる。弾道ミサイルを目標に向け照準するためには、どうしても発射点の正確な経緯度を知らなければならないからだ。”

ともかくノーチラス号の INS-N6A は氷海下の潜航中、驚異的な精確さを示した。INS は理論的には容易に理解されても、製作技術の面で非常な制約を受けることは確かである。誤差を生む条件は無数にあり、しかもその誤差は蓄積される。それは製作技術に大きく依存するが、また運用面からくる誤差も見逃すことはできない。この点ノーチラス号は極海の航行といたしながら潜航の有利性があつた。

水上船に SINS を装備した場合、波浪による動揺、振動、頻繁な針路変針等が誤差の誘因を作るだろう。ノーチラス号は、パロー海谷にはいつてから、一路経度線に沿い、極点に向かって定速で北上し、極点を越えてもそのまま南下した。水面上では猛烈な嵐であつ

でも 400 フィートの水の下は全く静かである。艦長はできるだけ航法上の混乱を起さぬよう

“なるべく速力や深度の変更をせず、きめた針路、きめた航法の正確さを発揮するために、水中テレビジョンで開氷面を認めても浮上することはしなかつた”

というような配慮を行つている。

慣性航法装置は、それだけで、長時間使用していると、かなりの誤差を含むようになる。常に何らかの手段でチェックしながら航海することが望ましい。ノーチラス号の場合、単純な計算をすれば、1800 哩の航海に対しその誤差は 1% 以下であつたことを示している。しかしこれはコンパスが確かな間は——事実は極点でさえ確かであつた——必ずチェックされていたことが、航海長の位置報告に記されている。さらに彼は MK 19. C-11, SINS の三方式の推測位置が正確に一致していたことを述べている。三つの別々の方式で出した答が一致すれば、一応は正しいものと見ていい。にも拘らず極点を越えて暫らく後、水温が急に下がり、水深が深くなつてきたために、艦長は計器が狂つてゐるのではないか、経度ルーレットにまきこまれたのではないかと非常な不安におそわれている。このとき三つの方式が何らかの誤差のために別々の値を示していたら、不安はもつとひどかつたであろうと想像される。

以上、ノーチラス号に装備されたと云われる新しい航法装置について述べたが、前にも云つた通り、殆んどが軍用であり、また航海自体が軍の秘密事項となつてゐるために、各装置の機構や内容は実際のところ、余りくわしくわかつてないのが現状である。

慣性航法装置が果す航法上の意義

北極海を横断するのに何故航法上の困難が伴うのか、という問題をもう一度振り返つてみたい。

第一に、高緯度、極点附近では在来の磁気コンパス、ジャイロコンパス等、方向を知るための計器が殆んど役に立たないこと、水中では陸岸からの航法援助が得られないこと、したがつて確実な位置、および方向が得られないことに起因する。

第二に、極点附近は経度線が集つてきているので、針路の設定にきわめて困難であること、この点ノーチラス号は最短距離を通らず、経度線に沿つて北上し、そのまま南下したのは賢明な策と云える。

第三に、極点附近を中心に 400 万平方哩におよび広大な海面が氷におおわれており、その大部分が、未測海域であるために水深が殆んどわかつていないことである。

北極を横断する航空ルートはすでに数年前より開かれている。航空機の場合は速力が速く、コンパスが不安定な地域はごく短時間で航過することができる。この場合フリージャイロはきわめて有効に利用できるし、また天

測、地上からの無線援助により位置、方向が確認される。また、ドップラーレーダのように他からの援助なしに自力で、速力、航程、偏流などが測定される。もし北極海が水上航行できるものであるなら、その船の船長はノーチラス号の艦長ほど苦勞しなくてもすむであろう。若干の困難は伴うが、天体観測が可能であり、施設さえ整えば無線航行援助が期待できる。あるいは陸岸に近づけばレーダ、測深により船位確認、危険回避も可能である。

北極海はどうしても潜航しなければならぬ。

このためには、自力で船位を確認し、危険を回避し、かつ針路と速力を自力で測る手段をもたなければならぬ。

速力の測定は緯度に関係なく在来方式で可能である。しかしこの場合も測り得るのは対水速力、対水航程であつて海流による偏量は感知できない。もしコンパスが極地でも正しく働くとしても、同じく偏量は誤差として残り、推測位置は実際の位置と相当な開きを生ずるのである。

いかなる海域でも、風や潮で流される量も含んだ実測位置を他からの援助なしに、容易に連続的に知る手段を、長い間航海学は求めて来た。そしてノーチラス号に装備された慣性航法装置 N 6 A のその驚くべき精度は、航海者の夢を実現したと云つても過言ではない。今後の技術開発によつて、価格が十分商船用に対応するほど低減されるならば、やがて一般商船にも普及し、さらに船の運航の自動化に大きな役割を果たすようになるだろう。

航海の概要でふれたように、ノーチラス号の極海潜航に SINS が大きな役割を果たしたことは事実であるが、さてしからば、SINS がなければ極海航行は不可能であろうか？

このことについて同艦の航海長は次のように述べている。

“極点において SINS. MK 19, による DR と C-11 によるものの三方式は正確に一致した。”

“艦で今次航海の計画を立てたのは 4 月に慣性航法装置を装備する以前であつた。この航海はもし慣性航法装置がなくても残る二方式だけで航海可能であつた”

確かにジエンクス大尉がいうように、極点を越えて航海するのに慣性航法装置は必ずしも必要ではない。結果的にはノーチラス号は MK 19, 23 および C-11 で航海可能であることを示した。しかし、商船の場合のためには MK 19 や C-11 に相当する高緯度用コンパス、極点でさえも精度をもつコンパスの装備が不可欠である。

われわれは慣性航法装置があらゆる海域で、緯度の高低、極海にかかわらず、十分な働きをすること、単に位置を示すだけでなく、Course Made Good, Distance Made Good. 正確な子午線方向、恒星時間、および人

工水平線等を表示し作り出すことに注目しなければならない。

特殊要員

新しい航法装置の数々が、極秘のうちに積みこまれたせいもあるが、計器操作のためにノーテラス号には定常の乗員以外の技術者や科学者が乗り組んでいた。

北極海の専門家である海軍電子工学研究所の Waldo K. Lyon 博士もその一人である。彼は最初の計画から艦長と行動を共にし飛行機で極海を調査し、また彼自身がノーテラス号のために製作したソナーを艦に取り付け、氷状の監視、資料の蒐集を行い、氷海下の困難な状況では艦長を援けた。

極秘裡にとりつけた慣性航法装置のために、ノースアメリカン航空会社から二人の技師が乗船している。一人は自動航法装置試験課長 Thomas Curtis。もう一人は自動装置試験飛行関係技師 G. G. Bristow である。

T. Curtis は極点近くでは SINS につきつきりだつた。極点通過を確認し艦長に知らせたのも彼が調整した慣性航法装置によつてである。

このように特殊な技術者が航海に参加しているのは、SINS や氷探知用 Sonar が始めて艦にとりつけられたためであり、乗員がこれらの装置の運転、保守に習熟するには、それ程ながい時間をかけなくても済むと思われる。ノーテラス号には、この他 Lyon 博士の助手および環境調査のための専門士官が乗艦した。

商船航路としての北極海

最後に本題からややはずれるが、北極海が果して商業ルートとして開き得られるかどうかについて触れておきたい。

人工衛星や ICBM でおくれをとつた米国はノーテラス号の北極潜航横断の成功を、歓呼をもつて迎えた。アイゼンハワー大統領はアイスランド沖から艦長をワシントンに呼び寄せ、平和時には珍らしい大統領感状を授与するとともに、次のような声明を行つた。

“1958年7月22日より、同年8月5日の間において、世界最初の原子力艦、合衆国軍艦、ノーテラス号はベーリング海からグリーンランド海へ、北極海を越え地理学上の北極点下を潜航、艦の履歴に、歴史的な業績をかき加えた。将来、原子力貨物潜水船は、このルートを世界貿易の向上に利用することになる。……”

また、艦長アンダーソン中佐自身も

“パールハーバーから8146マイルにわたる19日間の航海を通じ、敵意ある自然に遇つたことは一度もなかつた。そして私はこの航海を通じて何時か将来、より近いより速い商業ルートとして、この航路が利用されることを期待している……”

と語つている。

いずれも公式の席ではノーテラス号の成功を両洋を結ぶ新しい商業航路の可能性として評価している。

果してこの航路は、商業ルートとして利用し得るであろうか。

私は商船が、形は軍艦と同じ船であつても、そこには経済と安全の相反する要素のどちらも捨てきれない、本質的な違いがある故に、航海者の立場から少からず疑問をもつている。

ノーテラス号は明らかに軍事目的のために、そして国家的榮譽のために行動した。おそらく彼らは、極海の開氷面の状況を詳細に調査したに相違ない。

ノーテラス号に引き続きスケート号は横断潜航中、極海の氷を破つて浮上した。かくて北極海は中距離ミサイルの広大な基地として大きな意義をもつようになった。

最初からこれを商業ルートと結びつけて公表しているのはいささか表の下に醜の感を免れない。

この航路を商船として考えると次のような困難にぶつかる。

第一に、船は長時間潜航の必要から原子動力をもつた潜水船であることを要する。経済性の面から云つて原子力潜水船は少くとも2~3万屯以上の高速船となる。

浮上状態でさえ吃水は17米を越える。このような船が、狭くて浅い、かつ群氷が密集するベーリング海峡を常時安全に航行できるであろうか。5回のうち3回失敗しても、2回の成功があれば軍事的に大きな意義がある。

しかし商業ルートというものは10回が10回とも安全に余裕をもつて通り得る信頼性がなければならぬ。

第二に、ノーテラス号の実績から、この航路が利用できるのは、多分夏期のある一時期だけではないか、ということである。

ともかく、ノーテラス号に続きスケート号および数隻の潜水艦は、すでに北極海を横断しており、大きな事故があつたという情報は無い。しかしこれら潜水艦の10倍もの大きさをもつ潜水商船となれば、たとえ高性能のコンパスや SINS を装備したとしても、この海面は一般商業ルートとしてきわめて難しい条件にあることに変わりはない。

問題はベーリング海峡、チエクチ海入口附近にあるように思える。この部分が四季を通じ安全に航海できるよう、航路としての開発が行われぬ限り、北極海を商業ルートと呼ぶわけにはいかないだろう。

参考文献

- 1) ノーテラス号の北極横断。
航海訓練所調査研究雑報、第15号
- 2) 北極横断と使用された航海計器
原子力船研究協会運航技術分科会報告、No. 1.
- 3) NAUTILUS NINETY NORTH
Capt. Anderson and Clay Blair Jr.
(今井幸彦訳)

慣性航法による航海

巻 島 勉

東京商船大学助教授

1. 慣性航法の特長

対地速力を知ること、それは長い間の航海者の夢であった。慣性航法はそれをかなえるのである。慣性航法はさらに、完全な自動化が可能なること、および自己充足性に大きな特長がある。

航空と同様に航海にも自動航法化の動きが生じてきた。もともと自動航法は、航空機の無人化および高速化に応じて要求されたものである。慣性航法を最初に用いたのがロケット V2 であることから明らかなように、これは完全な自動航法が可能である。それは刻々と現在位置を示すばかりでなく、目的地へ向う針路を自動的に命令することができる。

慣性航法は、目視航法のように地物や灯台の光などの視認、天文航法のように天体からの光、ロランやデッカなどのように他の発信局からの電波等を必要としない。またレーダのようにみずから電波を発することもない。このため天体観測や電波の発受信が不便な潜水艦にとっては、特にその価値が大きい。

2. 大洋航海

港湾への出入港や沿岸航海には、狭い水道を通つたり、針路をたびたび曲げることが要求されるので、これを無人で自動航海することは考えられない。これから述べる慣性航法による航海は、大洋横断の場合を想定している。

船舶による大洋航海は、ミサイルや航空機にくらべて速力が遅く、したがって航海時間が長い。普通の貨物船で 20 ノット以下、客船でその 2 倍程度であり、大洋横断に数日かかる。この航海時間の長いことは、慣性航法にとって困難な問題である。

大洋横断の場合、位置の精度はどの位必要かということについては、“安全にかつ経済的に” 運航するということに過ぎる。20 ノットの船の速力計に誤差 1%、針路に誤差 1° あれば、1 日の航海で前後方向に 5 海里、横方向に 8 海里の位置誤差をもたらす。現在の航海の精度は、大体この値よりも良い。これに海流等が加わつて推測位置の誤差となる。今日の航海では、毎日数回天体観測をして、推測位置の誤差が蓄積するのを防いでいる。天体観測による位置の誤差は、普通 1 海里以内である。

船舶はその容積が大きいから用いる航海計器の容積・

重量に対する制限は、航空機の場合にくらべてはるかにゆるやかである。現在発表されている慣性航法装置の最小のものは約 30 kg、最大のものは約 900 kg である。

3. 慣性航法の誤差

慣性航法による航海を考えるについて、その誤差の性質を知っておく必要がある。簡単に説明する。

(1) バイアス 加速度計に $K \text{ m/sec}^2$ のバイアスがあれば、その示す位置誤差は $\frac{K}{\omega} (1 - \cos \omega t)$ で、

$\frac{2K}{\omega}$ と 0 との間を 84 分周期で振動するだけである。ここに ω は 84 分周期に対する角周波数で $1.24 \times 10^{-3} \text{ sec}^{-1}$ 、

このとき台は水平から $\frac{K}{R\omega^2} (1 - \cos \omega t)$ だけ傾斜する。

R は地球半径。また最初静止しているときに、台が ϵ だけ傾いていれば、バイアス $g\epsilon$ と同じことになる。この場合位置誤差は $R\epsilon (1 - \cos \omega t)$ で、 ϵ が角度 1' のとき 0~2 海里となる。

(2) 垂直ジャイロのドリフト ϵ' のドリフトがあるとき、位置誤差は $R\epsilon' \left(t - \frac{1}{\omega} \sin \omega t \right)$ となり、これは平均としては $R\epsilon' t$ で時間に比例して大きくなる。 $\epsilon' = 0.1^\circ/\text{hour}$ なら 1 時間に 6 海里の割合である。しかし、台の傾斜は $\frac{\epsilon'}{\omega} \sin \omega t$ で、84 分周期で変動するだけでふえない。 $\epsilon' = 0.1^\circ/\text{hour}$ の場合、 $\pm 1.4'$ の間にある。

(3) 衝撃 面積が $K \text{ m/sec}$ の衝撃を受けると、位置誤差は $\frac{K}{\omega} \sin \omega t$ で、これも $\pm \frac{K}{\omega}$ の間を変動するだけでふえない。慣性航法系の周期は 84 分であるから、これにくらべて充分短い時間（たとえば 5 分以内）の速度変化に対する、加速度測定誤差は衝撃とみなすことができる。

(4) 衝撃のくり返し 大きさと方向がでたらめな衝撃のくり返しは、振幅と位相がでたらめな \sin 波の重なりとなる。これは酔歩現象と同じであつて、その位置誤差の標準偏差は時間の平方根に比例して大きくなる。

(5) 航海時間の長い場合 垂直ジャイロのドリフトは、大きさおよび方向が常に一定とは限らない。これは質量分布の不均衡に対するトルクや、ジンバル軸の摩擦等で生ずるから、長い間にはでたらめと見た方が自然

だ。この場合はやはり位置誤差の標準偏差は時間の平方根に比例する。

以上のことから何日もの航海にとって一番重要な要素は、垂直ジャイロのドリフトであることがわかる。1時間0.2海里以内の誤差におさえるためには、ドリフトが0.003°/hour以下でなければならぬ。現在発表されているもつとも精度の高いジャイロは、0.02°/hourのドリフトを持っている。

4. 加速度計

$5 \times 10^{-6} g$ まで感ずる加速度計が発表されている。これは台の水平からの傾きを角度1'まで検知できる。角度1'は地表上約300mの長さに対応する微小なものである。潮汐現象を起す月の起潮力は $10^{-7} g$ 以下であるから、これは考慮に入れなくてよい。

船舶の最大加速度は $5 \times 10^{-2} g$ までと見ればよい。20ノットの船が200秒で（この間一定加速度で）停止すれば、そのときの加速度は約 $5 \times 10^{-3} g$ である。この10倍まで用意してある。結局 10^{-6} から 10^{-2} まで 10^4 の広い範囲にわたって正確に測らねばならない。

回転する地球座標系に対する運動は、地球に相対的な加速度の外に、コリオリの加速度をも考慮しなければならない。これは大きさが $2\Omega v \sin \phi$ で、向きは進行方向の右直角方向である。ここに Ω は地球自転の角速度で $7.29 \times 10^{-5} \text{sec}^{-1}$ 、 v は船の速力、 ϕ は緯度である。 $v=20$ ノットとすれば、極で $3.4 \times 10^{-4} g$ となる。東西方向の加速度計出力に対しては南北方向の速力を使って修正し、南北方向の加速度計に対しては東西方向の速力から修正せねばならない。

地球は完全な球でなく、また自転しているため、地表面の重力方向は地球中心の方向と少し違っている。このため重力方向に垂直な水平面におかれた加速度計出力を2重積分することにより、地表上の位置を正確に求めるには、複雑な計算が必要である。

5. ジャイロスコープ

慣性空間内の方向保持にジャイロを用いるが、その支持方法は原理的に大きく分けて二つある。

一つは、ジャイロスコープの軸を地球自転や位置の移動にかかわらず常に一定方向を保たせるもの。従つてこれは、その地の重力方向に対して姿勢を変える。このジャイロケースから、地軸に平行な軸を介して水平台を支える。この軸は地球自軸と同じく回転し、台は位置の移動に応じて傾斜する。この方式の長所は、ジャイロに何等トルクをかけなくてよいことである。短所はその地

の重力方向に対して姿勢が変わるので、質量不平衡によるプレセッションが一定でないこと、および二重ジンバル系が必要なので場所と重さがかさむことである。

第二の方式は、位置の移動と地球自転とに応じたトルクをジャイロにかけて、ジャイロケースを常にその地の水平面に合わせる。従つて加速度計を直接この台にのせられる。短所は水平台の精度が、ジャイロにプレセッションを命ずるトルクの精度によつて定まること。長所は台の構造が簡単で、航走距離や航路変更に対する制限を受けないことである。

慣性航法と天測航法とを組みあわせる場合、第一の方式の方が恒星空間に一定方向をさすジャイロを持っているから便利のように見えるが、その水平台の構造が複雑で望遠鏡が常に天測窓の近くにあるとは限らない。第二の方式では、ジャイロケースが常に水平だから望遠鏡をその上へのせると、いつも天測窓に近い位置にある。

ジャイロの回転を始めてから、その方向が整定するまでに数時間かかることは、船用ジャイロコンパスの場合と同様である。

6. 計算機

出発地と目的地が最初からきまつていて変更のない場合は、それに適した座標系を用いることができ、計算もわりと簡単である。あるいは複雑な計算は陸上でしておいて、船舶にはこの記録をのせ、それを再生して命令することも考えられる。しかしあらゆる海面を自由に航海するには、複雑な計算機構を船内に持つていなければならない。このためには計算機はアナログ型でなくデジタル型でなければならない。またデジタル型は、他の計算（たとえば天測航法と組みあわせた場合の計算）にも利用できる。

7. 他の航法との組みあわせ

何日もの長い航海を、慣性航法だけで高い精度を出すことは、技術的に困難な問題であり、経費と大きさがかさむことになる。これを防ぐため、慣性航法と他の航法とを組みあわせて、互いの欠点を補いあうことが考えられる。

(1) ロラン、デッカあるいはVOR/DMEのような連続位置測定との比較

これら別な方式から得た位置と慣性航法の位置とを比較して、その差に適当な伝達関数をかけてフィードバックすることにより、全体の誤差を減少させる。この伝達関数が kg の場合、位置誤差は $\frac{1}{k+1}$ となり、84分

周期は $\frac{1}{\sqrt{k+1}}$ となる。ロラン、デッカ等に位置誤差

ΔD があれば、 $\Delta D \frac{k}{k+1}$ だけの誤差は残る。

このように別の方式で位置が測れるのに、なぜ慣性航法を用いるのかという質問が起るだろうが、それは次の理由による。

ロラン、デッカ等の位置は、多少とも測定のために独立な誤差を含んでいる。従つてその間の距離は、簡単にいつて位置測定誤差の $\sqrt{2}$ 倍だけの誤差を持つ。これを時間で割つて得る速力もそれだけの誤差をこうむる。これに反して慣性航法は、加速度を連続的に測つて積分しているから、その示す瞬間速力はこのような誤差をこうむらない。

もう一つの理由は、ロラン、デッカにしても全海洋面をおおっているわけではない。それでこれを利用できるところを航海しているあいだに、慣性航法の誤差をしらべて修正しておいて、それからこの範囲外に出て航海することが考えられる。慣性航法の誤差はすべて 84 分周期であるから、少くともこの一周期のあいだ見守つているとその性質を知ることができる。

(2) 天文航法との組みあわせ

慣性航法はもともと正確な人工水平を持っているので、天体観測には都合がよい。二天体の高度を同時に測れば天測位置を決定でき、その位置誤差は人工水平の傾斜に応じたものである。たとえば $0.1^\circ/\text{hour}$ の垂直ジャイロのドリフトは、位置誤差として毎時 6 海里もの値をもたらすが、その示す水平は $\pm 1.4'$ しか傾かない。これは天測位置誤差 ± 1.4 海里以内のことを意味する。

このように天測は時間に無関係に正確な位置をもたらすので、殊に長い航海にとつてはその価値が大きい。時間がたつにつれてだんだんと蓄積される慣性航法の位置誤差が、天測の都度 0 にひきもどせるのである。

可視光線あるいは赤外線による天体観測を自動的に行う方法が考えられ、一部のミサイルに用いられている。天体としては太陽、月および惑星は、大き過ぎたりまた運動が不規則なため不適當で、恒星が用いられる。昼夜を問わずあらゆる海面で恒星を追跡するため、光電効果を用いた天体追跡機が作られている。しかし曇にさえぎられると見えないので、その間に視野外に見失わないためには、やはり精度の高いジャイロが必要である。気候的に何日も曇天の続く海域があるから、このことは困難な問題である。

天体から来る電波を利用すれば、曇天の場合でも天体が見えるから、電波六分儀を使うことが考えられる。こ

れは波長 1 cm 以下を用いるが可視光線よりはるかに長いから、望遠鏡にくらべてアンテナの大きさが大きいわりに、指向特性は良くない。1 mm 以下の波長は空気の吸収がひどくて地表では使えない。

太陽および月からの電波を利用する電波六分儀が作られた。その空中線の大きさは船用レーダと同じ程度である。月のない夜もあり、また太陽を何週間も見ない海域があるので、電波六分儀の外に光電効果による恒星観測を併用することが望ましい。ミサイル・ボラリスを発射できるアメリカの潜水艦は光電および電波の両者の六分儀を持っているといわれている。光電天体追跡機については次節で述べる。

上に述べたように、異なつた航法を組みあわせることにより、互いの性質をあい補い、本来の性能を最高に發揮させることが必要である。個々の基本的要素の一つが技術的に発達すれば、その組みあわせ方も変わつて来る。従つて将来の自動航法のあり方は何遍も変更を受けると予想される。

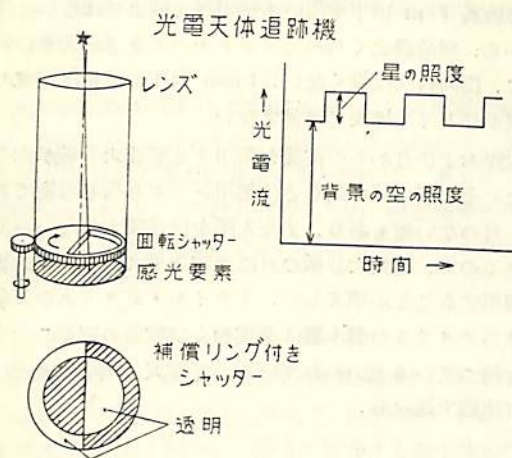
8. 光電天体追跡機

最近 10 年程の間に、光電効果を応用した精度の高い天体追跡機が発達して来たから、この紹介を簡単にしたい。

低い高度の天体まで測ることは、大気中の光の屈折が大きく、また望遠鏡を保護する窓を大きく開かねばならないので、おのずから制限される。高度 45° 以上つまり天頂角 45° 以内の円錐面内だけの天体を観測することにすれば、そのおおう範囲は全天球面の 15% である。これであらゆる海面を行動するには、一、二等星だけでは不十分で三等星の一部も利用しなければならない。これには大体 100 個程度の星がある。

昼間は太陽光線が空気分子に散乱されて、いわゆる空の青色となつている。これが望遠鏡の視野内に入つて、背景の空の照度となる。この内から目的の星の光を見つけ出さなければならない。大体、地表から見る空の輝度は $10^3 \sim 10^4$ 燭光/m² の程度である。その立体角 1 sec² から来る照度は $2 \times 10^{-8} \sim 10^{-9}$ lux であつて、これは航海用天測に用いる星の照度に匹敵する。このことから昼間恒星を追跡することの非常な困難さが理解されるだろう。

感光要素としては光電管（光電増倍管も含めて）、光伝導体およびテレビジョンカメラがある。光電管はショット雑音があつて、これは全照度の平方根に比例するため、信号対雑音比を高めるには、視野をできるだけ狭く



して背景の空からの光を防がねばならない。視野を狭くしても星を見失わないためには、精度の良いジャイロが必要となる。光電管は夜間の恒星追跡に適している。

光伝導体にはショット雑音はないが、光伝導体および増幅回路の抵抗内の熱雑音がある。PbS は赤外線に感じ、昼間の空の青色とは波長が違うから、赤色系の明るい星を昼間追跡するのに適している。

いずれにしても、星の光を背景の空の光から分離して、星の方向に望遠鏡を向けるには特別な工夫をしなければならぬ。一對以上の感光要素を組みあわせることが考えられるが、感光要素の特性は変化しやすいので、この方法は用いられない。

一個の感光要素で追跡する方法が研究されている。円

板の片半分が透明なシャッターを、望遠鏡の軸を中心として、感光要素の前で回転させる。星の方向が望遠鏡の軸から少しはずれていると、その光は回転シャッターによつて、通過と遮断とをくり返させられる。従つてこれから生ずる光電流は、空の照度に対する一定電流の上に矩形波が重ねられる。この矩形波のシャッターに対する位相が望遠鏡のはずれの方向を示す。しかしこの方法では、視野内の光の重心方向を示すので、太陽近辺のように空の輝度に勾配があれば、望遠鏡は明るい方向へ向きを動かし、結局は太陽に向いてしまう。これを防ぐため半円板シャッターの外側に補償リングをつけ、その透明部を中の円板と反対に同面積とする。

車輪のスポークのような隙間のあるシャッター円板を、望遠鏡の中心に関してエピサイクリックに回転させる。星が望遠鏡軸に一致しているときは、一定周期の矩形波を出す。星が中心軸からはずれると、シャッターの中心に対して近いときと遠いときとが交互に起る。シャッターの中心に近いときは、これに対する角速度が遅いので矩形波の周波数は低くなり、シャッター中心に遠いときは、相対角速度が速くなつて周波数が高くなる。このように矩形波の周波数変調が行える。その周波数の変調の程度が中心からのはずれの大きさを示し、変調の位相がはずれの方向を示す。

更に徹底的に背景の空の照度による雑音を防ぐため、星の像と同じ程度の大きさの孔を開けたシャッター板を、感光要素の前で特定の方式で走査する。あるいはテレビジョンやレーダの PPI のようにこの走査を電氣的に行うことが考えられる。

海技入門選書

東京商船大学助教授 伊丹潔 著
船用電気の基礎

A 5判上製 180頁 定価 320円 (〒30円)

電気のごとく理論的なものを理解するためには特に基礎の勉強が必要である。海上の実務について船の電気の基礎を学ぶ人たちのためにかかれた解説書

目次

- 第1章 船用電気の基礎
- 1.1 静電界 1.2 静磁界 1.3 電流 1.4 電磁誘導作用 1.5 交流
- 第2章 発電装置
- 2.1 直流発電機 2.2 交流発電機
- 第3章 電動装置
- 3.1 直流電動機 3.2 誘導電動機
- 演習問題

海技入門選書

東京商船大学助教授 庄司和民 著
航海計器学入門

A 5判上製 140頁 (オフセット色刷 14頁)
定価 280円 (〒30円)

(序文より) 航海者にとっては、不完全な新計器より、古くても完全に常に信頼できる計器が必要である。この意味から本書に説明するような基礎的な航海計器は十分に理解しておく必要がある。(略)

目次

- 第1章 測程儀
- 第2章 測深機
- 第3章 船用光学器械
- 第4章 クロノメーター
- 第5章 磁気コンパス
- 第6章 自差
- 第7章 傾船差

航空と慣性航法

鈴木 務
電気通信大学

— 航空に適用した場合の問題点 —

航空における慣性航法の必要性

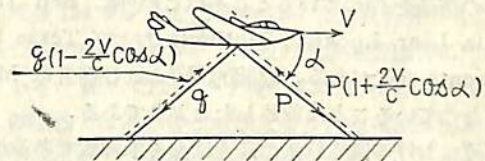
近年、航空界におけるジェットエンジンやロケット機関の発達が目覚しく、飛行距離の増大や、高々度飛行が行なわれるようになり、更にミサイルや宇宙ロケットにまでおよぶと必然的に新しい航法が要望されるようになって来た。従来行なわれて来たスピード、コース、時間から位置の算定を行う Dead-reckoning は、ジャイロコンパスの誤差、気象上の影響、特に高々度におけるジェット気流の影響など、上空あるいは宇宙間における未知の要素が多分に介入するので正確な航法が期待できぬ。地上ではもつとも精度が得られる天測航法も航空機のように機動性が大きく、かつ速度の大なる移動体では、基準垂直軸の保持、目的天体の追従、測定時間の限定性などのため、比較的航続距離の長く、速度の小さな航空機、または他の航法による測定値のチェック程度に止まり、天測航法にすべてを任すことも出来なくなつてきた。

有名なドイツの V2 号ロケットは飛行距離約 150 km で、このうちエンジンの燃焼している時間は約 1 分間であり、この時間内に、コース、スピード、位置などの測定をなし、予定したコースからの偏差を修正した。現在の大陸間弾道弾 (ICBM) アトラスは約 6000 km 以上 (12,000 km 位までとぶといわれている) も飛行するが、ロケットエンジンの燃焼時間は数分間であり、この時間内にコースの修正を行わなくてはならない。ロケットエンジンの燃焼しきる時の初速度が 1 フィート/秒違つていても目的地で 1 哩以上の誤差となるから、ロケット航空には短時間に精度の高い航法が必要となつてくる。

また天測では常時目的天体が観測できる可能性も必要となつてくる。短時間で精度のよい航法といえば電波航法がある。電波航法には発射された誘導電波が航空機上で安全、確実に受信されることが必要である。波長の長い電波は遠くまで伝わるが空電、フェージング、磁気嵐などの電波妨害を受け易い。波長の短い電波は光と似た性質を示すので、直進性があり、長距離の飛行体を連続して追従することは不可能である。宇宙空間ではラジオ星から発する雑音も混入する。またミサイルの場合には、相手方の発生する妨害電波によりロケットの進路が

メチャメチャになる可能性も生ずる。しかし、近距離用として、地对空、空対空のミサイルにはレーダを利用した電波誘導方式が多く使われている。エリコン、ナイク、ブラックハウンドなどがその例である。

慣性航法は物体に作用する加速度を利用した Dead-reckoning 航法ともいえるが、電波航法のなかで慣性航法と類似した航法ともいべきものは、ドプラーレーダによるドプラー航法である (第 1 図参照)。ドプラー航法では地面からの反射電波によりドプラー効果を利用して直接速度が求められる。ドプラー航法は有用な方法の一つであるが、気象上あるいは地面の影響を受け特に高々度飛行や、宇宙ロケットでは利用できない。



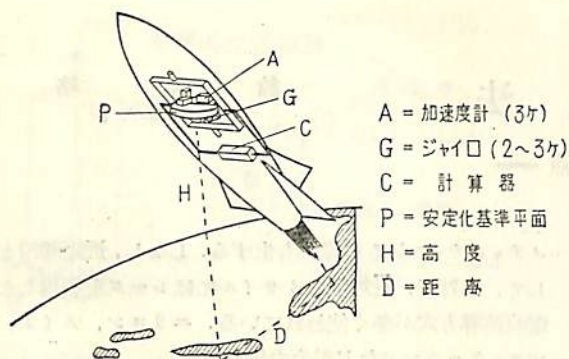
第 1 図 ドプラー航法

慣性航法は、ニュートンの第二法則

$$F = \frac{d}{dt} (MV) = M \frac{dV}{dt} = MA.$$

ただし M: 質量, V: 速度, F: 力, A: 加速度
すなわち、運動量 (MV) の時間的变化がその物体に加えられた力 (F) に等しいことを利用している。加速度の一次積分が速度で、二次積分が移動した距離となる。すなわち、加速度の大きさ、向き、およびその積分値さえ正確に測定できれば、他の要素の介入がないところに大きな特徴がある (第 2 図参照)。

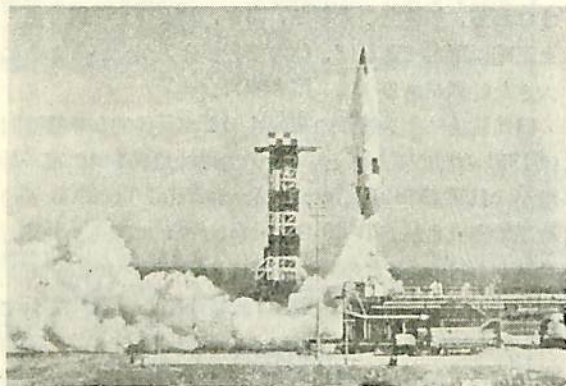
慣性航法による航法の可能性および具体的な理論検討は 1951 の初め頃からといわれており、1953 年に第一号機が MIT (Massachusetts Institute of Technology) の手で完成され、B-29 Superfortress に積込んで飛行テストを行つた。この時の重量は 2,600 ポンドもあつた。現在ではこの 12 分の 1 程度にまで小型、軽量化されたといわれている。この実験により、慣性航法が非常に有用なものであることが知られ、その後軍の秘密の下に研究開発が進められて来た。



第2図 ミサイル内の慣性装置

現在、慣性航法に関係している会社は、米国内では、A.C. Spark plug, American Bosch Arma, Bendix, General Electric, North American (Autonetic Div.), Northrop. (Nortronics Div.), Minneapolis-Honeywell, Republic, Sperry (and its subsidiary Ford Instrument), 英国では English Electric, Fairey, Honeywell-Brown, Plessey の各会社で、慣性航法用の部品を作っているところはこの外に Bell Telephone, Lear, Lockheed, Motorola および Texas Instruments などがある。理論的開発および研究に MIT があたっていることは前述したとおりである。

ソ連における慣性航法の研究は全く未知数であるが、米国内にこの分野に力を入れて開発研究が行なわれていることは間違いなく、ICBM や月ロケットの正確なことは既に衆知のところであり、恐らくこれらのロケットにも慣性航法が行われていると考えられるので、慣性航法(制御機構も併せて)として完全に近いものが出来ているのであろうことが推測される。いずれの国においても、まだ全部が軍用にのみ利用されており民間用には解放されていない状態にあるが、民間航空用にジェット機



第3図 アトラスミサイル発射

が用いられ、ますます航続距離が長くなり、速度が早くなると慣性航法を利用した民間機の出現も近いものと思われる。

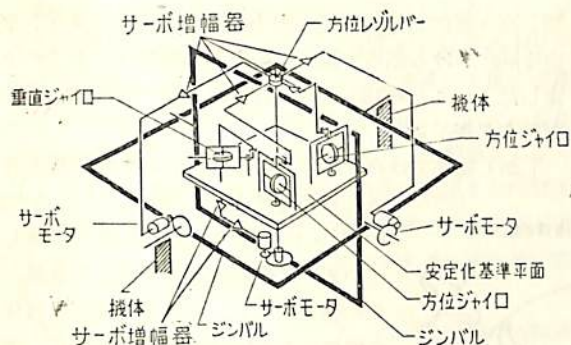
現在米国のミサイルであるアトラス、タイタン、ジュピター、タロス、ポラリス、ジュノーや人工衛星ロケットのバイオニヤ IV や翼のあるロケットであるスナークやナバローなどの無人ロケットの外にベルの X-15 有人ロケットなど非常に多種類に利用されている(第3図はアトラスロケット発射の写真である)。

航空に応用した場合の問題点

次に航空に慣性航法を応用した場合の問題点について考えてみよう。航空航法も、航空機に慣性航法を利用する場合とロケットに利用する場合とで使用法が多少異ってくる。航空機に適用する場合は比較的長い時間(といつても10時間前後)航法装置を使つて、連続的に進路の修正や、他の航法例えば天測やドブラー航法などとの組合せが可能である。すなわち、長時間に亘つて航法の利用が可能なので精度は比較的悪くてすむが、ロケットのようにエンジンが燃焼している期間が非常に短いもの(数分以内)は大砲の弾丸の照準と同様で非常に高精度が要求される。ロケットの初速度またはブースタロケットを切離すときの速度が1呎/秒違つても、6,000哩飛行すると1哩以上の誤差が生じ、少くとも1万分の1以上の精度は必要ということになる。

元来、慣性航法の精度は、第一にセンシング部すなわち加速度計およびジャイロの精度で定まり、第二には計算機および制御機構の精度により、第三は初めの設定条件で定まるといわれている。ここで重要なことは航空では常に三次元の情報を必要とすることで、水平二方向および垂直一方向の加速度成分を測定する必要が生ずる。例えば地球の表面では東-西、南-北および垂直方向の加速度を正確に測定し、そのおのおの方向のベクトル和として実際に航空機のもつ加速度の方向および大きさが求められる。これらの方向成分を測定するための基準平面(stabilized platform)を人工的に作りこの平面を基準として各方向成分の加速度が測定されるのである。

宇宙ロケットでは宇宙のある天体に対してこの基準面が設定できる。第4図には三軸方向にジャイロを使つて安定化した基準平面の見取り図を示してある。この基準平面の水平保持精度は直接加速度計の出力誤差となつて表われるので慣性航法ではもつとも重要な問題の一つとなる。安定化基準面は航空機自体がローリング、ピッチング、ヨーイングなどを生じていなくとも、地球表面の彎曲や地球の回転による位置変化、コリオリの力などの



第4図 三軸方向ジャイロ安定化基準平面

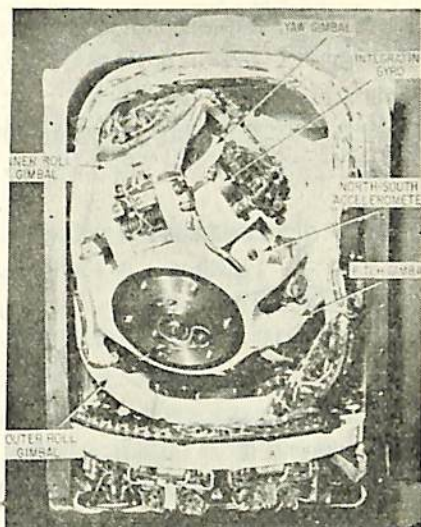
影響を受けるので修正をしたり、平面の固有振動周期をシュラー周期の84分に一致させるなどの考慮が払われている。

航空機、特にロケットに要求されることは大きさおよび重量に制限があること、およびごく短い時間に大きな変化を高感度で検出できることである。初期の慣性航法機器(1953年)では重量が2,600ポンドもある大きなセットであつたが、航空に実用化するためには、小型、軽量、堅牢ということが第一に要求されて来た。ジャイロ3個をそれぞれ3方向の自由度を持つジンバルにとりつけ、サーボシステムを使つて安定化平面を作り、この上に3方向の加速度計を取付けたセンシング部が慣性装置の心臓部であり、全体の重量、大きさのうち大きな部分を占めている。第5図、第6図の写真は有人ロケット機、ノースアメリカンのX-15に取付けられた慣性航法装置の心臓部でスペリー・ジャイロスコープ社で製作されたものである。全体として約150ポンド位で、写真の部分だけでは約55ポンドで、大きさは12×18吋程度の小型軽量化されている。

この部分内にサーボ増幅器(トランジスター化されて



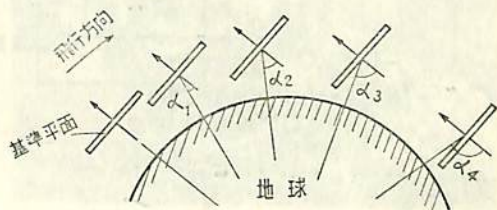
第5図 X-15用慣性装置(その1)



第6図 X-15用慣性装置(その2)

いる)、電源装置および冷却装置までも内蔵されている。この外、Nortronics社で開発した軽量慣性航法装置、Lightweight Inertial Navigation System (LINS)は総重量124ポンドで、体積が2.7立方呎程度のもので、優れた性能を持つており、多数の大陸間弾道弾に用いられている。船舶では、上下逆転するようなことはないが、航空機ではあらゆる姿勢をとり得る可能性があるので全方向に対して基準平面が水平を保持し、しかも三軸方向が互に干渉し合うことなく小型軽量化しなければならぬところに難しさがある。しかもロケットの場合は燃料が燃焼している短時間に非常に大きな加速度が生ずるし、またローリングやピッチングでも大きな加速度を生ずる(速度が大なので)。第6図の基準面は4,000度/秒の角速度のヨーイングおよび2,500度/秒の角速度のピッチングとローリングにも使用できるとのことである。このような急激な運動を行つても、また地球表面や宇宙空間のどの位置においても基準面が所定の水平および方位を保持させなければならず、これが技術的にむずかしい問題となる。

第7図は地球の表面を飛行する場合、初めに垂直軸をセットした基準面が地球と相対的に次第に傾いてくる

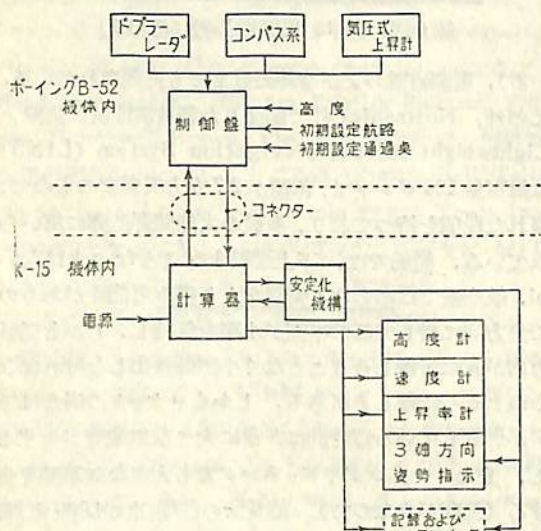
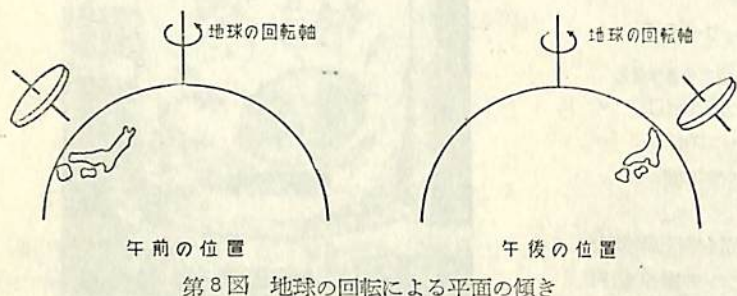


第7図 航空機の移動と平面の関係

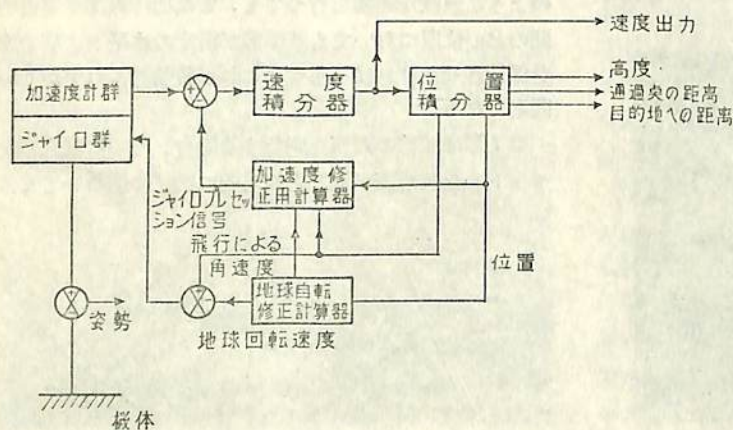
様子を示したもので、基準面は初めの状態を保持するが地球表面が彎曲しているために生ずる誤差である。第8図は基準面の位置が地球の一部に固定されていても地球自体が回転するために生ずる傾きで、地球が180°回転したときの様子を示す。この外、ジャイロドリフトの影響

響、高々度における地球の引力による加速度の変化、宇宙空間における他の天体からの引力の影響などを予め予定したコースと時間によって計算器と制御機構から補正を行う必要がある。

しかし現在では高々度におけるこれらの未知情報の介入しない地球表面を飛行している間（ロケットの燃焼している間に一致している）に慣性航法で予定した進路からの修正をなし、その後は飛行体自体の慣性かあるいは天測による修正、電波観測による修正などが使われているようである。第9図と第10図はX-15有人ロケットの慣性航法装置のブロック図で、このロケット機はボーイング



第9図 X-15 ロケット内の慣性装置（その1）

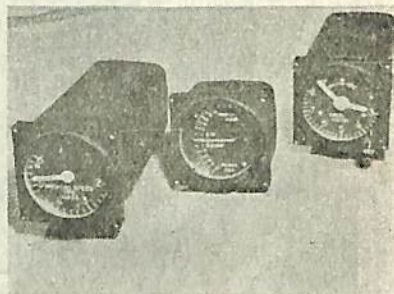


第10図 X-15 ロケット内の慣性装置（その2）

B-52 爆撃機の翼下に取付けられて高々度まで運ばれ、ある程度の初速度を持たせてから発射されるものである。B-52の機体内で初期の位置、高度、目的地などの設定が出来る。スベリー会社で製造されたこの基準面は3個のジャイロ、3個の加速度計、および積分器と補正用の計算器（アナログ型が使われているが他の型にはデジタル型が多いようである）を用いて角度1分以内の精度が保たれている。

指示計器としては高度、速度、上昇率、三軸方向の姿勢、目的地までの距離、などの情報が指示される。第11図はX-15に取付けられた指示計器の写真である。第10図のブロック図は動作機能を示したものである。左側にある加速度計群およびジャイロ群が安定化基準面に取付けられた三軸方向、東一西、南一北および垂直方向の3個からなるジャイロと加速度計の入るところである。重量は55ポンドでこの中には加速計の出力を増巾したり補正によって軸を傾けたりするサーボ増巾などのために

10個の増巾器が内蔵されている。これらはトランジスタ増巾器が使用されている。



第11図 X-15 用慣性装置指示部

飛行体には大きな加速度や振動が加えられるので、ジャイロを取付けてあるジンバルの軸受けには予め150ポンドの加重がかけられており、大きな加速度で重心が移動する効果の軽減も考慮されている。使用されている加速度計は0.0001g以上の感度があり、再較正をしなくても0.001g程度の精度がある。内部は空気または窒素ガスを吹込んで空冷している。計算機はアナログ型が使用されており、抵抗回路網とポテンシオメータを使い重量76ポンドのものである。

積分器にはタコメータ（モーターの一種で軸の回転速度に比例した出力電圧を生ずるので一次積分要素やサーボシステムの安定要素などに広く用いられている）を用いている。精度は0.01%である。基準平面は、初期設定時における傾き誤差（この誤差が84分の周期で振動する）を軽減するため84分のいわゆるシュラー周期に同期してある。加速度計の出力を1回積分すると速度が求まる。速度を再び積分したものが位置情報となる。これらの積分を行うものが速度積分器および位置積分器であり航空用では小型にするためこの部分を基準面の安定化機構内に取付けてしまうことが多い。X-15も内部に組込まれている。ここで速度および位置（距離）の指示値は各方向成分のベクトル和が用いられている。三軸方向の速度成分をそれぞれ V_{E-W} 、 V_{N-S} 、 V_V とすると出力の大きさは $V = \sqrt{V_{E-W}^2 + V_{N-S}^2 + V_V^2}$ となる。そして、その方向は三軸方向を基準にした姿勢指示器で示されるのでtrue speedが直接求められる。

積分器への入力、地球の回転によるコリオリの力やその他補正用計算機からの出力と比較され、修正した値が加えられることは第10図をみれば容易に理解されることと思われる。第9図をみれば上部にドブラーレーダ、コンパスおよび気圧式上昇計との組合せ部分がある。ここで用いているドブラーレーダはAN/APN-81型で、B-52の機体内に組込まれており、X-15ロケットを発射するまでの対地速度を測定し、慣性装置の較正と、モニター用に使われている。また安定化基準面のシュラー周期を抑制させる働きもしている。

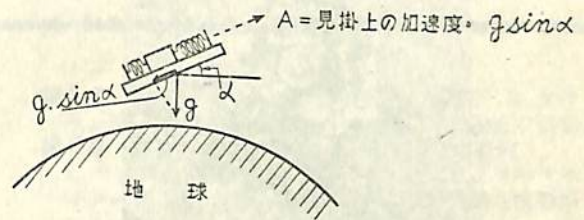
航空機が地表に比較的近い間は、地上からのレーダ反射波を機上でとらえることが可能なので、このようにドブラーレーダを組合すことは有用である。将来民間航空用ジェット機などはこのように慣性航法とドブラー航法の組合せ方式が活用可能である。現在のミサイルや宇宙ロケットにはドブラー航法は使われていないようである（ドバップ方式は利用されている）。

この外、X-15には飛行中における情報の記憶装置（これはテープ録音される）とこれらの情報量を同時に地上

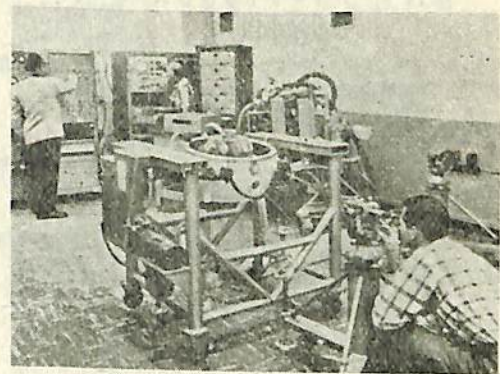
に送信するテレメータの機構も組込まれている。これはX-15が実験用のロケットであり、飛行中の情報を連続的に地上で知る必要があるからである。ロケットの飛行時間は船舶用に比較すると非常に短かいので、短時間のうちのこれらの装置が自動的に動くようにする必要がある。

慣性装置における誤差は前述したように安定化基準平面内に含まれている。加速度計、ジャイロ、制御機構からなるセンシング部分からの誤差が重要であり、航空用ではこの部分に加わる力が短時間に大きく変化し、しかも三次元の安定性が要求され、その上に小型、軽量化の要求があるところに船舶用と比較される難しさがある訳である。加速度計には現在、感度が0.0001g、精度が0.001g程度のものが使われているが、初期に加速度計をセットするとき、すなわち基準平面の傾きがあると、地球の重力の影響を受けて、航空機が静止しているのにもかかわらず水平方向にも加速度成分を持ち出力となつて表われてくる。加速度計の零点が0.003gずれていても10哩程度の大きな積分誤差になるといわれている（第12図参照）。

このため基準平面を正しく設定する必要が生ずる。積分時間が長い程、すなわち航空機が長時間飛行する程この値が大きくなってくるが反面修正もしやすくなる。第13図は光学的に基準平面の水平を確かめている写真で



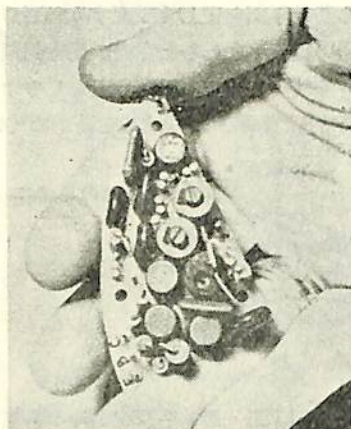
第12図 基準平面設定時の誤差



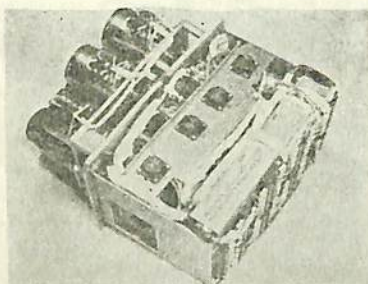
第13図 光学的に基準平面の水平を測定

ある。センシング部内の重要な要素であるジャイロも固有なドリフト（漂動）を持っており、例えば使用するジャイロに0.01度/時程度のドリフトがあつたとすると毎時毎に1km程度の誤差となつて表われてくるといわれている。このため、ジャイロのドリフトを除くための種々な工夫がなされている。スベリー社の Rotorace といわれるジャイロのドリフト安定化装置は軸承に工夫がなされ、特に修正しないで0.25度/時程度、制御機構で修正を行うと0.05度/時程度のものが得られているとのことである。

慣性装置に使われている積分器は、航海用、航空用ともに直線性のよいものすなわち積分歪が生じないことが必要である。これには0.01%程度の精度のものが使われている。小型、軽量化と信頼度を増すためにトランジスタを使った積分増巾器が用いられるようになり、これには利得が約250,000倍程度のシリコントランジスタ増巾器などが用いられている。第14図と第15図の写真は、シリコントランジスタを用いた積分増巾器の写真である。この内部に三軸方向の積分器が組込まれている。小



第14図 シリコントランジスタを用いた積分増巾器



第15図 シリコントランジスタを用いた積分増巾器と制御機構

型にするために内部一杯に部品の配置と配線が行なわれているのも航空に使うための大きさの制限があるからである。

航空に用いられる電子機器としては当然地上におけるよりも酷しい条件に耐えなくてはならず慣性装置の精度は部品に負うところが大きなので部品の吟味も重要な問題となつてくる。これらの部品に要求されることは耐震動性、耐湿性、耐熱性の外、宇宙における放射線に対する安全性、また妨害電波の影響を受けぬことなどにまで考慮を払う必要が生じてくる。このためには地上において十分な試験が必要であり、100%の信頼性が持てるようになるまでは使用することができぬ。このため真空管も使わなくなつてきている。

機械的に一番弱点であるジャイロ、加速度計から構成される安定化装置には特に注意が払われている。第16図の写真は American Bosch Arma Corporation で開発されたジャイロ2個による安定化装置で、液体中に浮かした平面上にジャイロを取付けたもので、ジャイロが2個で三次元の安定化ができる。この装置は、必要な堅牢性と精度を有し、現在でも非常に多数のミサイルに利用されているとのことである。



第16図 American Bosch Arma 社で開発されたフローティングジャイロ

慣性航法で生ずる誤差は、古風な Dead-reckoning 法やドブラー航法、または天測航法のように、周囲の状態（例えば気象上の影響とか電波妨害など）により影響を受けることがないのが大きな特徴であるので、いままで述べて来たように部品や機構上に細心の注意が払われている。しかし材料や技術上の制限のためにある程度は逃れられず、また84分のシューラー周期のように慣性装置固有な振動誤差なども介入してくる。そこでこれらを軽減する目的でハイブリッド航法、すなわち他の航法と慣性航法の組合せが行われている。説明の例にした X-15 有人ロケット機も慣性航法とドブラー航法とのハイブリッド航法が行なわれていることは前述したとおりである。

ハイブリッド航法に用いられるのは、慣性航法と古典的な Dead-reckoning 航法、慣性航法と天測航法、慣性航法と電波航法（ドブラー航法）などがその代表的なものである。いずれの航法においても垂直または水平の基準方位が必要であり、これを作り出す装置に誤差が必ず含まれる。極地や成層圏ではコンパスが使用できなくなる。ジャイロを用いたものでも垂直、水平ともに誤差を生ずる（水平誤差より垂直誤差の方が大きくなる）。

慣性航法と古典的な Dead-reckoning 航法を比較共用すると、ある程度まで風速とその変化が判明するが誤差の振動周期 84 分以上に亘つて解析する必要がある、ロケットのように短時間に測定を行なおうとするものには不向きである。しかし装置は簡単で済むので航空機には利用できる。

慣性航法と天測航法の組合せは、両者ともに観測上の基準方位が必要となつてくる。慣性装置の積分器の誤差が無視できるとすると方位基準に用いる垂直ジャイロのドリフトをある程度推測することができる。しかし、航空機は船と異なり構造や飛行速度から天測には非常に不向きにできている。天測も目的天体を自動追従するようにし、この出力と慣性装置で測定した出力を自動的に比較できる方法がなければ簡単には実用できない。また装置全体が大型、重量化するようではなお一層使用できなくなる。しかし低速、長距離飛行には有用である。

慣性航法と電波航法との組合せは、慣性航法装置の誤差は装置そのものの誤差に起因するところが大きくなるのに比較して電波航法では外部雑音、磁気嵐、電波の伝わり方など外的な要素に起因することが多く、この両者の組

合せは一番有望視されているようである。なかでも、慣性航法とドブラーレーダの組合せが既に使用されていることは前述したとおりである。ドブラーレーダの出力を用いて慣性系の固有振動を抑制することができるといわれている。

以上いずれのハイブリッド方式を利用するかは航空機あるいはロケットの個々の飛行状態から最適な組合せ方法がとられる訳である。そしてこれらの修正や、コース、スピードの算出など可能なかぎり自動化することが航空機としては重要な問題となつてくる。指示器として、メータ式の指示は正確であるが実際上の概念をつかみにくい。特に三次元の場合は理解しにくい。地図上に自動記録または機体模型による表示法は理解は容易であるが、指示が不正確となり易い。いずれにしても人間は単に機械の動きをモニターする程度の動作で済むようにしなければならず慣性装置の出力はこれらの自動航法機器とどのように組合わせられるべきであるか、ということも、次第に人間の介入する余地が少なくなつてきた航空航法には重要な問題である。

以上、慣性航法を航空に利用した場合の問題点を概念的に述べて来たが、これからますます極地航行や宇宙旅行にまで人間の進出が行なわれるようになると、従来の航法では不可能な限界をのりこえられる要素を慣性航法が持つており、現在でも優れた結果を示しているこの航法装置が今後の航空航法界でもますます重要な位置を占めるようになるのではないかと期待している次第である。

〔海抜入門選書〕

東京商船大学教授 鯨島直人 著

電波航法入門

A 5 版 200 頁 ¥ 360

序文において述べられているように、今や世をあげて原子力とエレクトロニクス時代である。レーダをはじめとして最新の電子計器は、従来の計器時代に比して、航海の安全と運航能率の増進に画期的な役割を果たしているのである。

本書は、この新計器時代に即応して、すでに実用に供せられているものについて述べてある（目次参照）が、特に電波計器の基礎であるブラウン管、あるいは電波の伝播について詳しく説明し、全篇の理解の助けとしてあることは特筆すべき点である。

なお本入門選書の特徴である、“取扱いに役だつ”ことを主眼としていることはいうまでもない。

目次

- 第1章 序 説—1. 電波航法の種類、2. ブラウン管 3. 電波の伝播 4. 双曲線 5. 船位の誤差
- 第2章 無線方向探知機—1. 方位測定の原理 2. センズ決定法 3. ベリニトシ式ラジオメーター 4. 自動方向探知機 5. 方向探知機の誤差 6. 航法 7. 無線方位信号所の種類
- 第3章 ロラソン方式—1. ロラソンの原理 2. 時間差の測定 3. ロラソン受信器の操作部 4. 地表波と空間波 5. ロラソン=チャートおよびロラソン=テーブル 6. ロラソンの精度
- 第4章 テッカ=ナビゲータ方式—1. テッカ=ナビゲータの原理 2. デコメータ（指示器） 3. 受信装置 4. レーン検正器 5. 起動および調整 6. テッカ=チャート 7. 誤差
- 第5章 コンソル方式—1. コンソル方式の原理 2. コンソル方位の測定法 3. コンソル=チャートとビーコン局 4. 有効距離と精度
- 第6章 レーダ—1. レーダの原理 2. レーダの作動概要 3. レーダ各部の機構 4. レーダの取扱法 5. レーダの性能 6. 物標の種類によるエコーの強さと探知距離 7. 映像の妨害現象と偽像 8. レーダ航路標識とレーダ=チャート 9. レーダ航法 10. レーダ=プロットィング 11. 今後のレーダ

ソ連内陸水運におけるはしけと押船

梅 沢 春 雄
船舶局登録制度課長

A. はしけ

わが国は小さな島から成立つているので、内陸水路として問題にされ得るものは殆どない。従つてはしけ輸送の実績もごく少い。当然のこと、われわれは従来はしけ輸送についての関心が浅かつた。しかし近頃のように、わが国の造船業も立派な輸出産業になり、顧客を世界的に求める段になると、大陸の川ではしけ輸送についても、研究が必要になつてくる。すでに各種の機関により調査や研究が進んでいるが、筆者も昨年ボルガ川のはしけ輸送を少々見聞する機会があつたので、蛇足を加えさせて頂きたい。

ボルガ川は全長約 3,500 km といわれ、ヨーロッパ大陸第一の川で昔から舟運に利用されたが、殆んど自然のままであつた 40 年程前までは、航路の深さとして 1.4 m が保証されたのに過ぎない。しかし最近では総合開発が進んで、自然状態の部分では 1,200 km だけとなり、一般に航路の水深は最少 3 m が維持されるようになった。



第 1 図

(第 1 図) これに伴い、また他の工学的発達や、経済の発展にもより、舟運の様相も変つて来た。

以前には貨物は木造のはしけに積まれ、蒸気外車引船で引かれたが、その後、はしけは次第に鋼製となり、引船は石炭焚きから油焚きに変り、またディーゼル船に移つて来た。航路が川の状態から湖水の状態に変化し、また輸送の高速化が要望されるに従い、自航貨物船も多数採用されるようになった。しかし引船方式も再検討され、航路の改良に伴い可能となつてきたアメリカのミシシッピ川などで広く行われている押船方式の導入により、復活を期待されているようである。

B. ソ連のはしけと押船

1. 自航貨物船か引船方式か

この問題は、陸上輸送でいえば鉄道輸送とトラック輸送の關係に近いようである。その得失を決めるものは輸送のコスト、距離、速度、あるいは貨物のロットの大きさなど、各種の要素があり、簡単に結論されない。現に今般ソ連でも十分納得出来る説明は得られなかつた。しかし何といつても、このような問題が起るようになったのは、小形で取扱の簡単な機関の発達によるものであることは間違いないだろう。そして、今両者とも用いられている事実は、それぞれ相手と異つた得失を持つてゐることを示す。用いられておれば、改良が続けられて行くことも当然である。

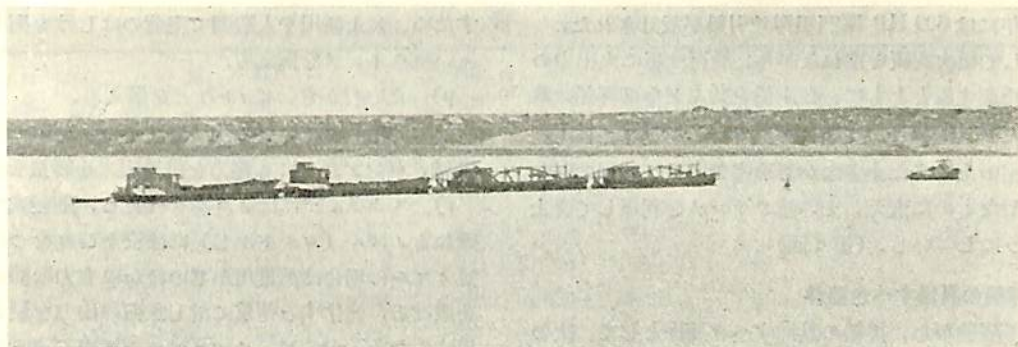
2. 押船方式の発展

およそ、押船方式は引船方式の改良されたものとみられる。但しこれは絶対的ではない。ドナウ川は状況がけわしく、押船方式は殆んど使われていない。

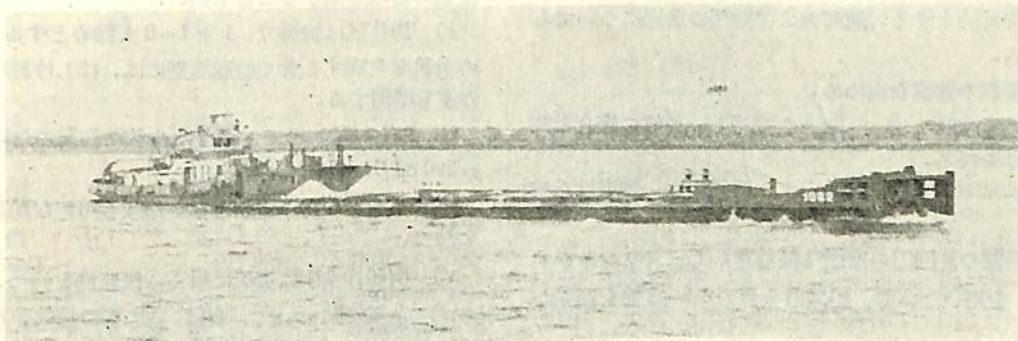
押船方式第一大戦中にアメリカに現われ、その後急速に発展したといわれている。アメリカでは今日、ミシシッピを始めとして殆んどこの方式によつてゐるという。アフリカでは、フランス領アフリカ、ニジェリア、ベルギー領コンゴなどで広く採用されている。イギリスのテムズ川では 1958 年頃から、フランスのセヌ川では 1953 年頃から押船が使われ始めた。

3. 押船方式

押船方式とは、引船方式では、かじがありかじ取人が乗組んだはしけを、1 隻または多数、直列、並列、またその組合せにして、綱で動力船の船尾に引いたのに対



第 2 図



第 3 図

し、はしけを動力船の船首に密接して結びつけて、推進する方法であつて、この場合、船隊はあたかも1隻の船尾機関船の様相を呈する。(第2, 3図)

従つて一般的に押船方式の利点とされているのは次の諸点である。押船用はしけは形が単純で かし関係設備、船員居住設備がいらぬから安価になる。運航が容易である。はしけ操りが早くなる。はしけの乗員がいらぬから人件費が節約出来る。輸送トン当りの抵抗が少いので、増速または燃料節約が出来る。

4. ソ連の押船の発達

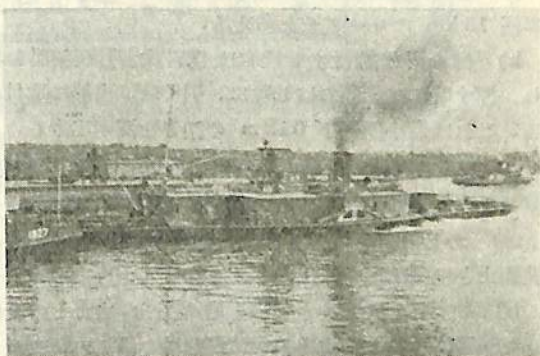
ソ連における押船の設計は1934~5年頃が最初であるという。当時モスクワ運河用として各種の設計案が検討され、240 HP ディーゼル 船尾外車船、400 HP 蒸気スクルー船、800 HP ディーゼルスクリュー船などの設計が1936~7年に出来上つた。これらにはすでに固定ノズルや横効きかじが取入れられていた。しかし実現したのは船尾外車船だけであつた。

戦後の研究は1950年頃から再開されたようである。各種の調査、模型試験、在来船を利用しての試験などから資料を集め、1951~2年にモスクワ造船所で150 HP の川用補助押船を試作した。この船によりかじを兼

ねた回転ノズルが試験され、所期の成績をおさめた。

更に同一出力の一般川用押船が作られた。この際は、はしけ群を押す時の確実な操縦性、確実な連結装置、かじ取室からの良好な視界などを得ることを主眼とした。これは操縦性は良かつたが単独航走の際船首に大きな波を起す、後進速度が不十分である、機関室や居住区が狭いなどの欠点が見出された。従つて次の設計では出力も300 HP とし船首尾の形が改良された。

1953~4年に300 HP 湖用押船2種が計画されたが、高速ディーゼルの採用により良好な成績を得た。



第 4 図

1957年には600 HP 閘門用押兼引船が設計された。

こうして順次実績を重ねながら、最近は更に大出力の押船を新造するとともに、在来船を殆んど全部押船に改装している。改装押船は船首端に押柱を取付け、従来のかじ取室の上にまた小さなかじ取室を載せ、船尾のいかりを大形なものに変え、えい航ウインチを利用して巻上げるようにしている。(第4図)

5. 押船の具備すべき要件

以上の経験から、押船の具備すべき要件として、次のものがあげられるようになった。

a) 川または人造湖で押船方式によりはしけを操縦するのを主目的とする。運河および閘門の通過についても考慮する。

b) 船隊の速度を高める。

c) 遠隔操縦のディーゼルを採用し、運航の安全と高い経済性を得る。

d) 前進および後進について、船隊の高い操縦性を確保する。

e) 船隊の旋回円の直径は横効きかじ(フランキング=ラダ)を用いないで、船隊の全長の1.5~2倍を超えない。

f) 静水上で停止する時の惰走距離は機関に後進をかけて、船隊の長さの2倍以内である。

g) 下航の際、方向転換をしないで、船尾いかりにより停留出来る。このいかりは急に止る時にも使える。

h) かじ取室は船隊の視界を良くするため800~1,200 HPの押兼引船については、水面上6m以上に、更に大出力の船については、7~8mとする。この高さは船隊が木材を積むためには、こたより小出力の船でも9m位必要である。

i) 内陸航路航行規則に指定された各種の信号灯を備える。

j) 暗夜、霧、荒天の時航行するため、少くとも有効半径15kmのレーダーを備える。

k) ある川を航行する場合は携帯式音響測深器を持ち、押す時には先頭のはしけに、引く時は自船に取付ける。これは最小船底下0.15mの深さを測定出来る。

l) 陸上の運航司令所と連絡出来る無線電信、電話装置および船隊の先頭部分との通信装置を備える。

m) かじ取室から主機を遠隔操縦する装置を備え、航海士と機関士が兼任出来るようにする。

n) 航行区域や押されるはしけの型式、またその変化した積荷状態にも適応出来る連絡装置を備える。

o) 何隻かの大きな押兼引船には、座礁した船を引下

すため、および川や人造湖で空荷のはしけを引くためにえい航ウインチを備える。

p) えい行かじ、ビットなどを備える。

q) 発電装置は自船の用に供するほか、はしけの甲板機械、ポンプなどにも電力を供給出来る容量を持つ。

r) スクリューにはノズルを備える。廻転式でかじを兼ねるノズル(コルトかじ)には安定ひれをつける。固定ノズルの場合は前進用かじのほかには有力な横効きかじを設ける。変化する荷重に対し主機の出力を最大限に利用するため、可変ピッチプロペラの採用が望ましい。出力が大きく噴水が制限されている場合は主機関の出力を複数の軸に分割することも良い。

s) 居住区は快適で、1室1~2人詰めとする。はしけの乗員を全廃するまでの過渡期には、はしけ誘導乗員用の室も準備する。

t) はしけのホールドの排水や救助作業のために200~300m³/hのポンプを備える。

u) 波のある時に引船として作業も可能な船首の形状を持つ。

v) 引船作業中に突風に堪える復原性を持つ。

w) 人造湖において、春秋、特に春に補助砕氷船として使える構造である。

6. 押船の実例

押船の実例を第1表に掲げる。大別して川用と湖用になる。前者は小出力であり、前部の高い甲板の下に居住区があり、その上にかじ取室が乗る。居住区の後部に機関室がある。後者は中出力であり、船首部の舷は十分上っている。大きなはしけ群を押す時に十分な視界を得るようにかじ取室は三層目にある。居住区は上甲板に、十分後まで伸ばし、ゆつたりと作られている。

150 HP 川用補助押船は試験的に、特にコルトかじの性能を調べる目的で作られた。試験の結果、単独航走の時もはしけを押す時も良い操縦性能を示した。

150 HP 川用押船は所期のように、押す時の良い操縦性能、はしけとの確実な連結、かじ取室の良好な視界を実証したが、単独航走の時船首を突込む傾向があり、また一般に設備が狭いといわれた。(第5、6図)

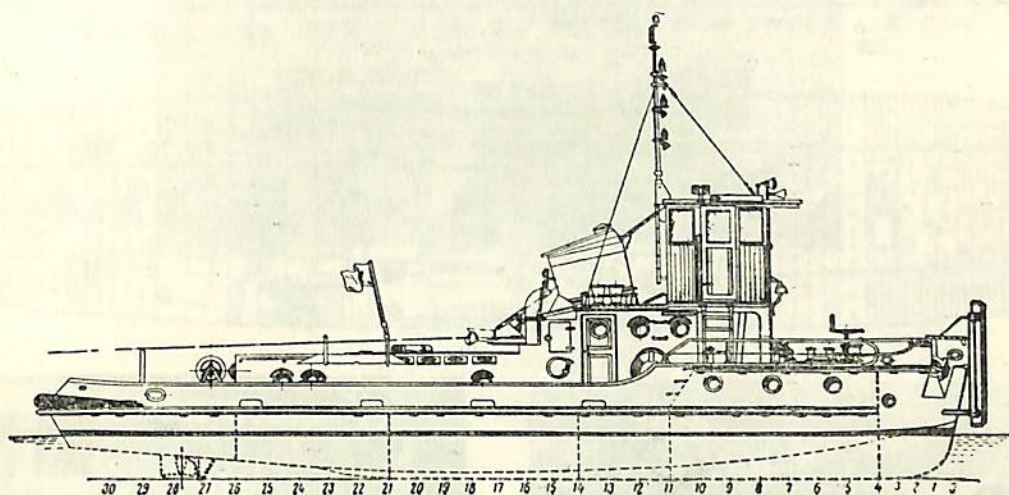
300 HP 川用押船は次に計画されたもので船首水線をとがらすなど、改良が施されている。

300 HP 湖用押船は高速エンジンの採用により古い引船より建造費で約7割、運航費で約5割の節減が可能になったという。

600 HP 閘門用押船は閘門付近で、はしけ群の誘導や編成替えの作業をするのを目的としているので出力の割合に小形になつている。

第1表 押船要目例

出力	HP	150	150	300	300	600	800	1200	2200	
垂線間長さ	m	10.5	16.0	21.0	29.0	21.8	38.5	39.6	41.8	
型巾	m	3.5	3.5	5.2	6.5	7.8	8.2	9.0	10.0	
型深さ	m	1.7	1.3	1.3	2.5	3.0	3.2	3.5	3.8	
満載排水量	m ³	—	—	—	147.0	183.0	417.0	467.0	680.0	
同上平均喫水	m	1.1	0.8	0.8	1.6	2.1	2.1	2.1	2.8	
押す速度	km/h	9.0	9.0	9.0	8.0	—	12.0	12.0	15.0	
スラスト	kg	1385	1400	2830	3400	—	8800	13000	20300	
ロード＝プル	kg	1950	1920	3220	5100	—	14000	16500	31000	
単独航走速度	km/h	—	17.0	16.5	16.0	17.5	18.5	21.0	23.0	
乗員数	人	3	6	9	14	11	19	21	25	
使用区域		川				湖				
		(補助)			(開門)					
スクリーナー	直径	m	0.90	0.80	0.85	1.20	1.65	1.66	1.86	
	チップ数	m	0.98	1.12	1.04	1.36	1.88	1.69	1.49	
ノズル	内径	m	0.92	0.82	0.87	1.22	1.67	1.70	1.90	
	長さ	m	0.90	0.60	0.64	1.10	1.50	1.36	1.52	
	入口面積比		1.35	1.30	1.30	1.33	1.32	1.35	1.35	
	出口面積比		1.10	1.10	1.10	1.00	1.12	1.12	1.12	
	スタビライザ			無			有			



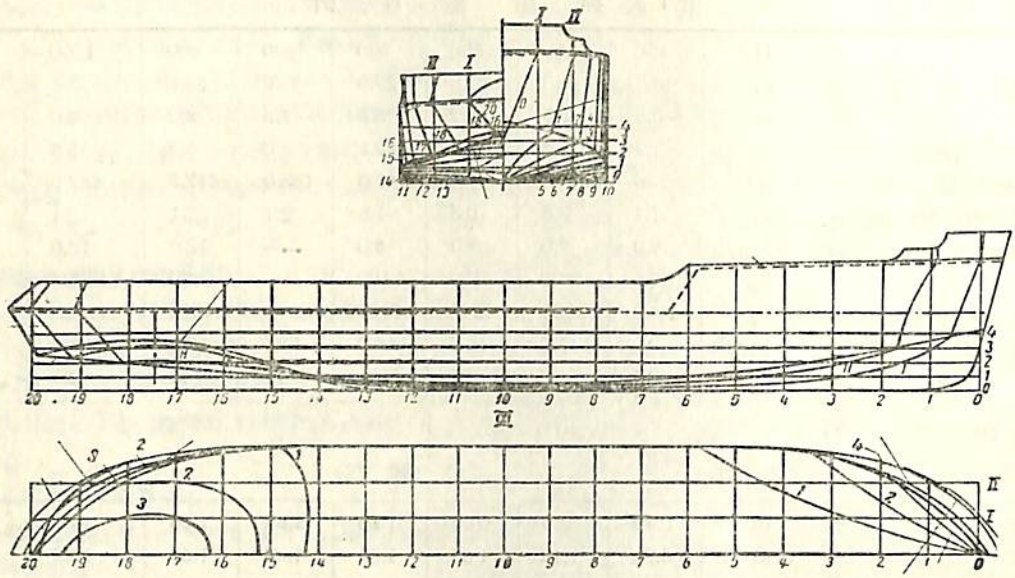
第 5 図

1,200 HP 湖用押船は現役船中の花形のようである。2 箇のスクリーナーが、それぞれ 600 HP, 300 rpm のディーゼル機関により、コルトかじの中で作動する。2 層目から上の甲板室はアルミニウム製である。各種航海計器、通信装置を完備するほか、レーダーも備えられている。約 3,000t 積みのはしけ 3 隻直列のもの 12,000 t 積み

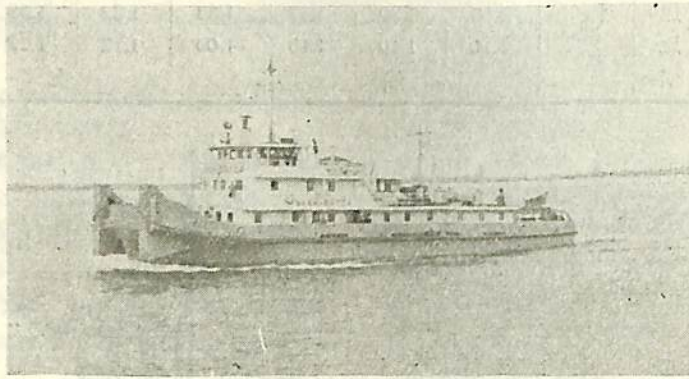
のはしけなどを押している。(第 7,8,9,10,11,12,13 図)

7. 押船設計の要点

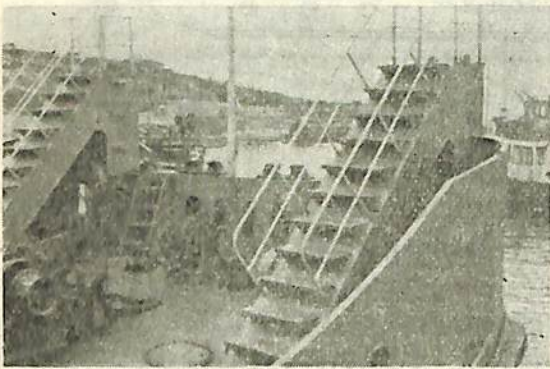
主要寸法の決定に当つては、喫水の制限、船内区画や甲板上の配置、抵抗上必要なファインネス、復原性、予備浮力などを考慮した。引く作業を全くしないならば、かなり巾を狭められる。しかし、実際には引く作業をし



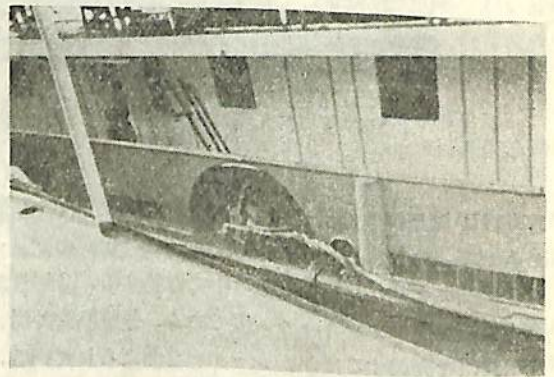
第 6 图



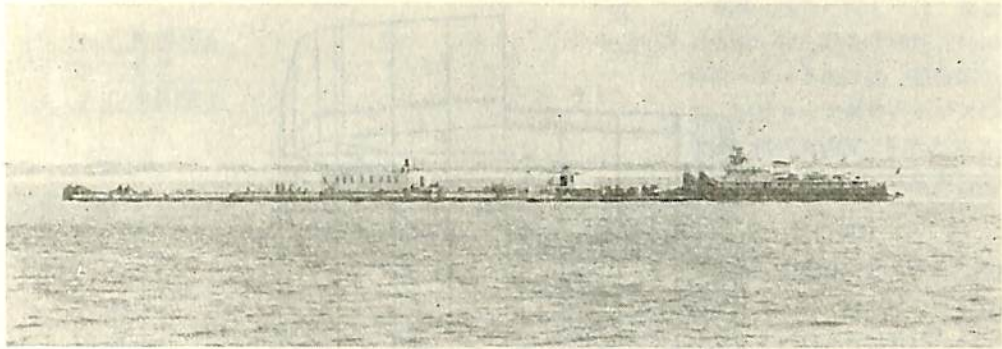
第 7 图



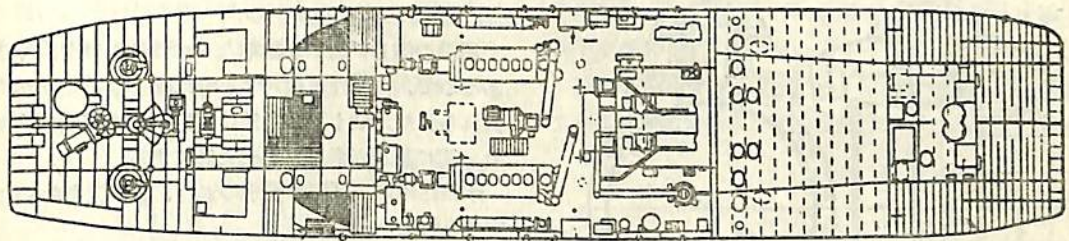
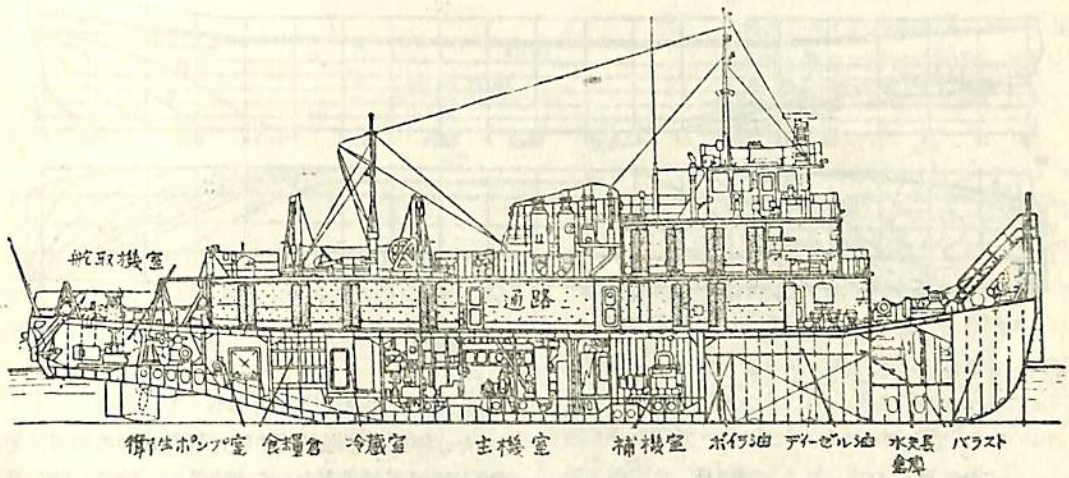
第 8 图



第 9 图



第 10 図



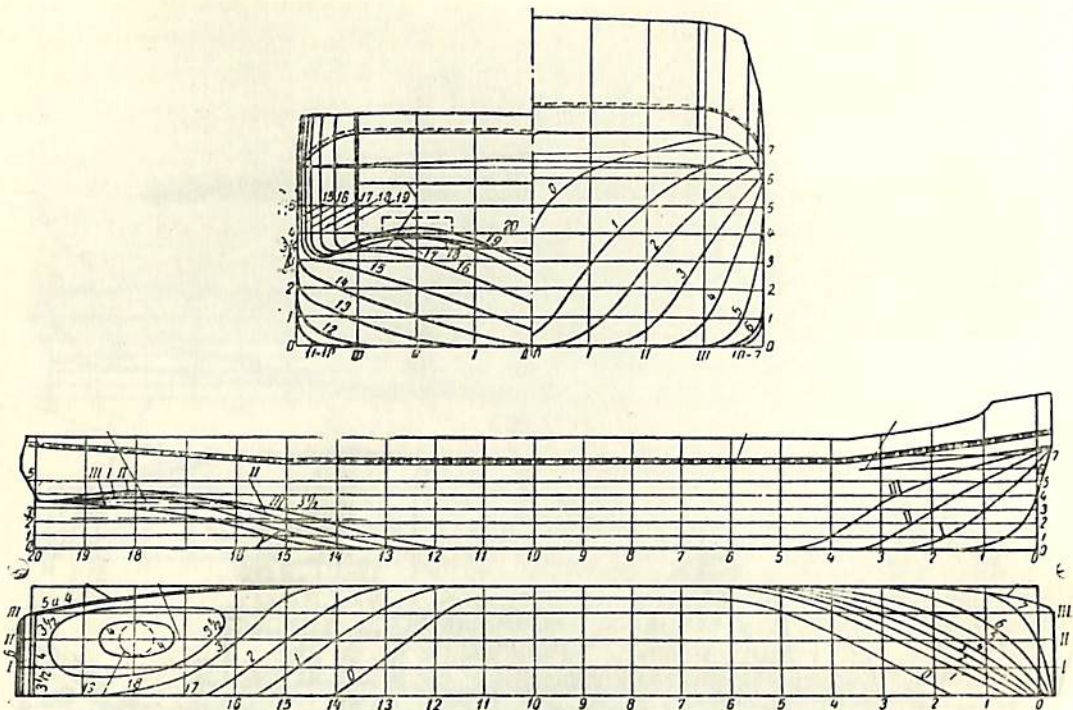
第 11 図

ばしば要求されるし、船室への出入りを暴露されていない中廊下からすると、舷側の通路の巾を作業に必要なだけ十分とするなどの条件を満たすために巾は広がる。

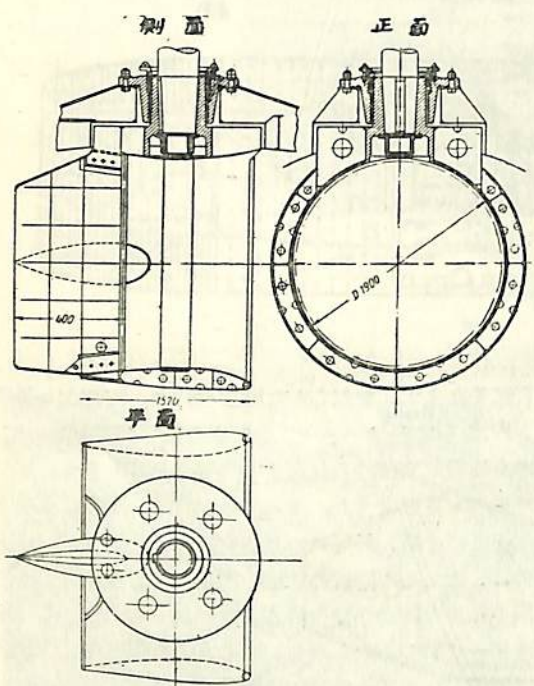
アメリカの押船に比べると、出力の割合に寸法が大きいが、これは機関が頑丈であること、三交替制のため定員が多いこと、えい航作業の出来る設備をしてあたること、湖型であることなどによると説明されている。(第14図)

船型を決定するに当って、なるべく建造費を下げるために直線的なフレームにすることが望ましいのであるがそれは川型についてだけ可能であった。湖型は波浪中の

航行にそなえて、なだらかな線図を持つ。両型とも船首は、押柱(スタック=ニー)をできるだけ間隔をおいて、しかも強固に取付けられるような形を必要とする。湖型では更にシアを高くし、フレヤをつけて、甲板に水が上らぬようにする。船尾はできるだけ大きなスクリューを取付け、またその附近の水流を円滑にし、前後進とも良い推進性能と操縦性能を得るように高く切り、その下側はアーチ状のものとなる。このため縦強度や、振動の面で困難が生ずる。湖型では波浪中でスクリューへの空気吸込みを防ぐため、アーチの両側は十分下げるように



第 12 図



第 13 図

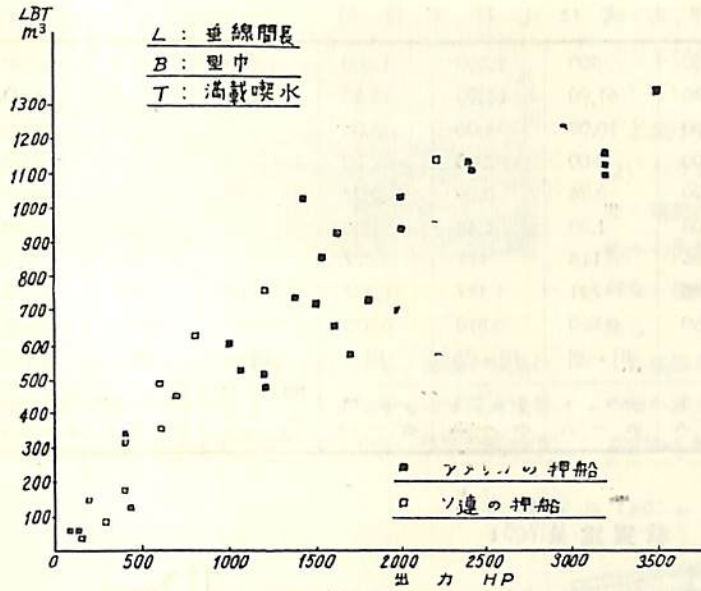
努めた。押柱は単独航行の際、障害になるので、その位置はなるべく高くしたいのであるが、油はしけを押す場合にはそれが不可能である。

風浪の激しい時、氷結期などにははしけを引く必要があるので、復原性を検討する時にはこのことが考慮に入れられた。最も悪い条件は引綱が船の真横方向に張られ、更に風圧が急に加わった時である。

水密区画は一区画の浸水の場合、船が沈まないように定められた。

針路安定性ははしけを押す場合には問題ないが、引く場合には研究を要する。しかし適当なかぎの位置、船首喫水線下の十分な縦截面積、コルトかじなどにより良好な結果が得られている。

推進装置は川用には 8~9 km/h、湖用には 15 km/h を目標に計画された。かじ取装置と組合せて、固定ピッチ=スクリュー、可変ピッチ=スクリュー=シュナイダー=プロペラ（類以のものを含めて）、水噴射推進、普通かじ、反動かじ、横効きかじ、固定ノズル、コルトかじなどについて調査されたが、結局、4枚羽根固定ピッチ=スクリューとコルトかじの組合わせが一般的に採用された。模型および実物についての実験の結果、コルトかじ



第 14 図

の形は、長さは直径の0.8~1倍、中央部横断面積に対し入口面積は1.3倍、出口面積は1.1~1.15倍とした。ごく浅い川用には半分水面下に噴出する水ジェット推進が採用された。

スクリューの要目は、押船が予定隻数のはしけを押す時に機関が最大出力を発揮するように定められた。

1/17の模型を使って試験をして、旋回円の直径は押船単独の場合、その長さの1倍、はしけを2~3隻押す場合、その全長の2倍という結果が得られた。コルトかじの最大ヘルム角は前進については27°~28°、後進については30°が適当とされた。

船体の強度に関しては、普通の考慮のほか、はしけを押す時、特に旋回する時のスラストの伝達、船首端の局部的強度、連結ロープがピッチングの際に甲板に対し異常な角度で引かれること、船尾部の浮力不足などが注意された。

8. はしけの適合

押船方式の効果を上げるためには、押船だけでなく、はしけの方もこれに適合するように作らなければならない。過渡期には古い型のはしけを改造したものも使うが(第15図)新しい標準型もすでに何次かにわたり制定された。大別すれば川用と湖用に分けられ、前者は比較的積載力が小さく、後者は積載力が大きく堪航性も大きい。

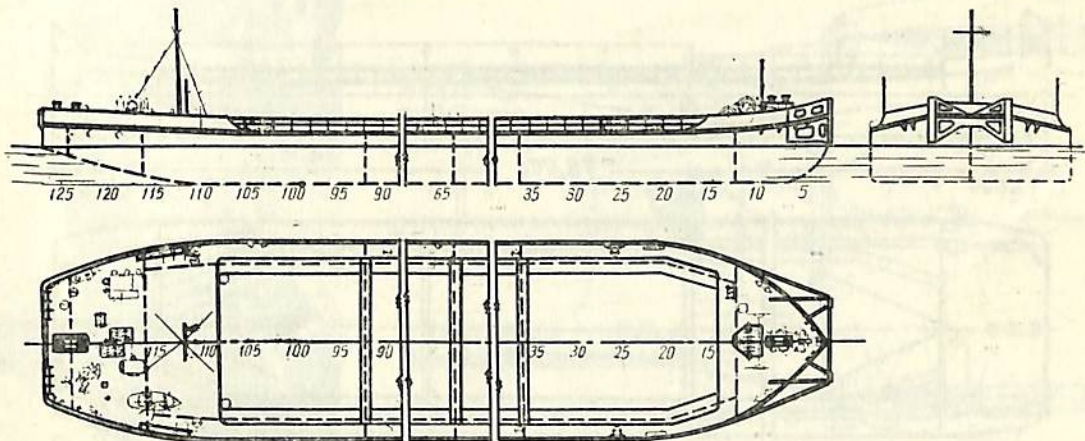
構造的に分類すれば、プラットフォーム型(第16図)、ホールド型(第17図)、タンク型になるだろう。プラットフォーム型

は主として喫水の浅い川に使われる。木材専用にして、船体区画の一部に注水することにより傾斜させ、急速な荷下しをやるように工風したものもある(第18図)。ホールド型の最近のものは、荷役の便のため、ホールド部は全く開放で、ただ2~3本の強力なはしりを持ち、船側と船底を二重構造にして、強度とバラスト=タンクに役立たせ、また座礁などにも備えている。タンク型は石油類の運搬用でごく小さいフリーボードを持つ。

押柱の間隔を広く取るため、甲板の前後端とも角張っている。線図を見ると前後端だけさじ形に上げてあるだ

載貨重量 1,950 t

船首より見る

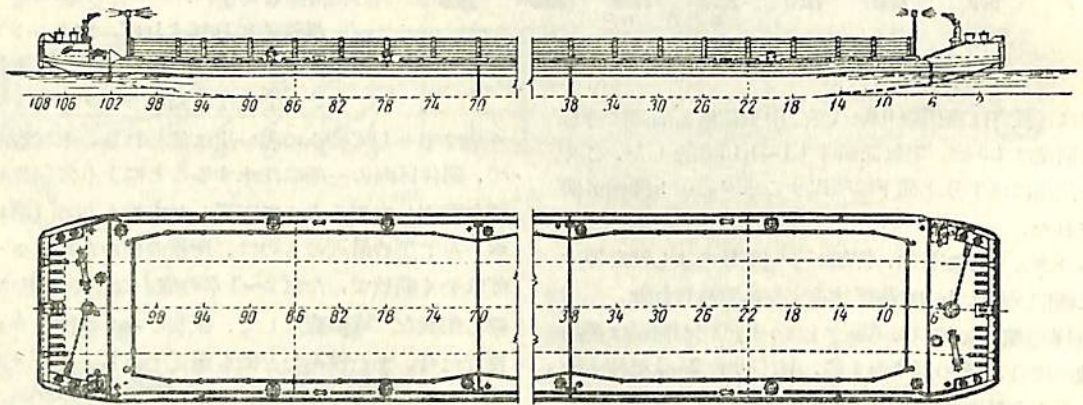


第 15 図

第2表 押方式はしけ要目例

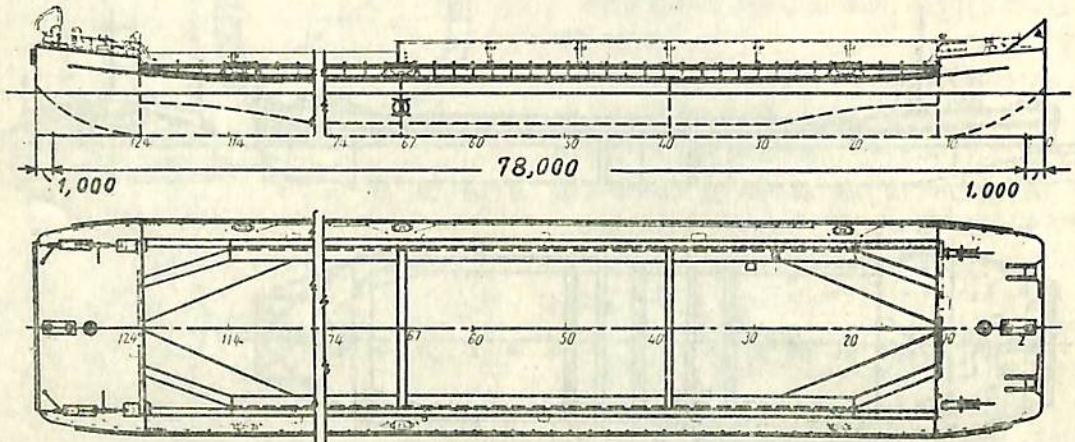
載貨重量	t	150	300	600	1,000	1,500	1,800	1,950	2,760
Lbp	m	29.60	45.20	61.90	65.30	75.60	75.00	58.8	84.60
Bm	m	6.40	10.00	10.00	14.00	15.00	13.0	14.0	14.00
Dm	m	1.35	2.00	2.00	2.00	2.50	3.50	4.8	4.50
軽貨喫水	m	0.24	0.30	0.26	0.29	0.38	0.40	0.56	0.59
満載喫水	m	1.10	1.08	1.30	1.48	1.80	2.49	3.47	3.20
軽貨排水量	t	36	96	118	177	277	311	302	509
満載排水量	t	186	396	721	1,177	1,777	2,111	2,205	3,270
Cb		0.872	0.860	0.860	0.870	0.875	0.865	0.775	0.860
使用区域		川	湖	川・湖	川・湖	川	湖	湖	湖
構造		ホールド	プラットフォーム	プラットフォーム	プラットフォーム	プラットフォーム	開放 ホールド (改装)	開放 ホールド	開放 ホールド

載貨重量 600t

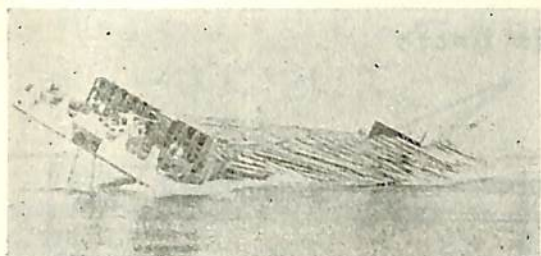


第 16 図

載貨重量 1,800t



第 17 図



第 18 図

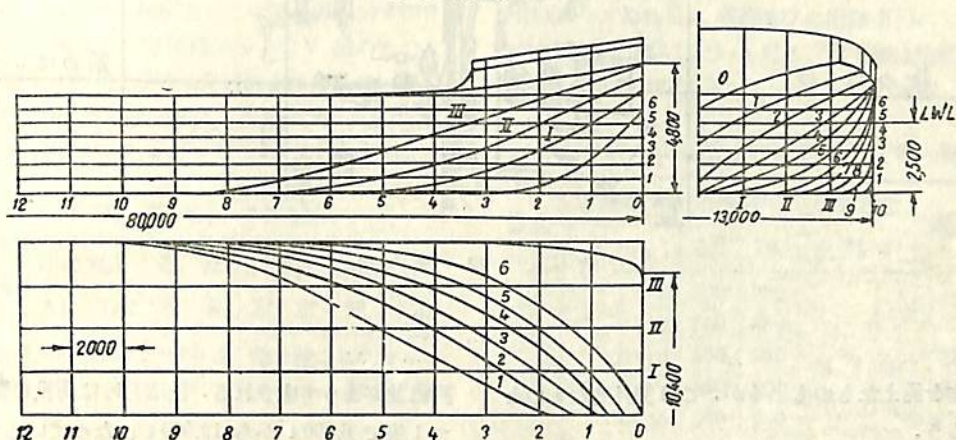
けて、大きなブロック係数を持つている。建造の簡易化のため前後対称のものもある（第 19 図）。近頃載貨重量 3,000 t 弱のもの 3 隻連結専用につくり、抵抗の減少を

ねらうことが試みられた。この場合、中の 2 つの継ぎ目になる船体の端部は全く丸味をつけず、密接させることにしている。

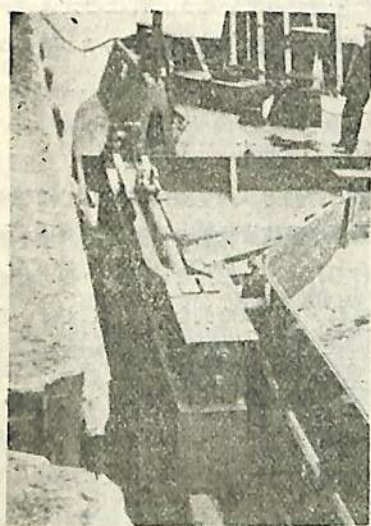
ぎ装は簡単で、荷役装置は全く持たない。前後に小さいかりを持ち、手動または電動のウインドラスを備える。電動のバラストポンプがある。これらの電力は押船から供給される。かじを持たない。前部には 1 対の押柱を、後部には他船の押柱を受ける水平のフェンダーがある。

前後端部に連結網をとめる装置を持つ（第 20 図）。このほか適当にボラード、ビットなどがつけられる。引船方式から押船方式へ転換の過渡期の操業方式に応ずるた

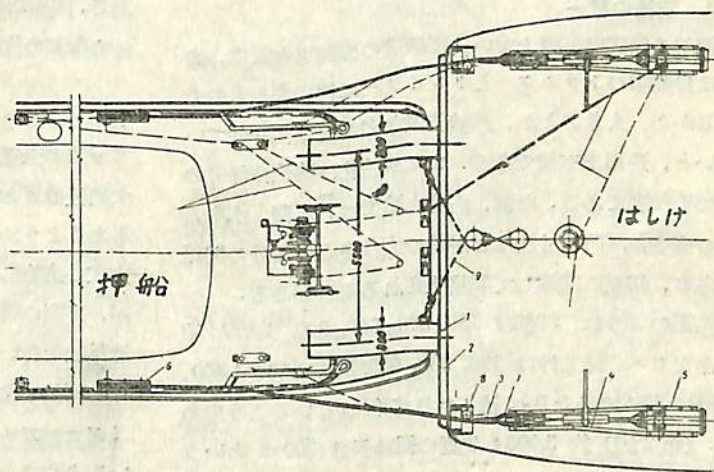
載貨重量 1,800 t



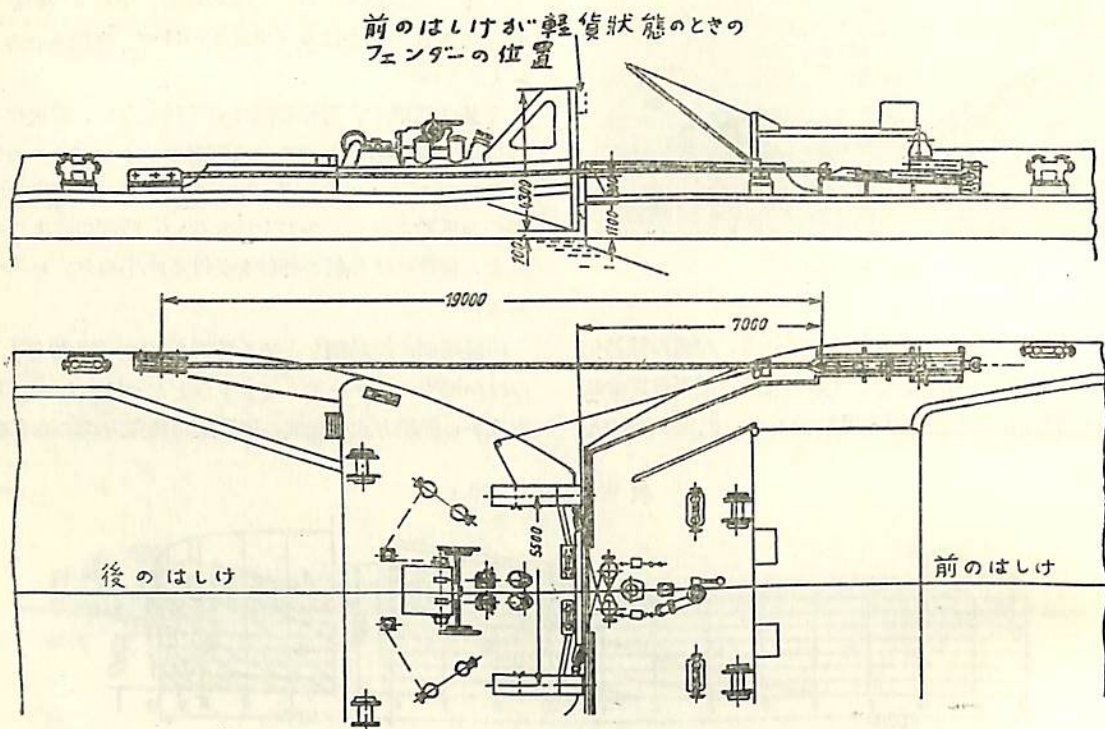
第 19 図



第 20 図



第 21 図



第 22 図

め、船員室を備えたものもあるが、これは例外的なものとして見てよからう。

押船の場合と同様に、在来のはしけは新造のものに準じて改装されつつある。

9. 規格の統一

押船の船隊は、陸上でいえば鉄道の機関車と貨車、または自動車のトラクターとトレーラーに相当するものであるから、大きさとか、連結装置などが規格化されていないと、運用上不便である。また規格化は建造や保守の上でも便利である。なお、内陸水路では、水深、水巾、橋の高さ、閘門の寸法などが船の大きさと不可分の関係にあり、相互に関連して規格化される必要がある。

前掲のように、押船は 150, 300, 600, 800, 1,200 HP のあたりへ、はしけは 150, 300, 600, 800, 1,000, 1,800, 3,000t 積みのあたりへ統一されて行っているようである。(第2表) 約 3,000t 3隻の組は長さ 300m という閘門の長さに関係がある。船の巾は 30m 巾の閘門に2

列に並ぶよう考慮される。油はしけは荷役の都合もあつて1隻で 6,000t から 12,000t になつている。

連結装置はピッチングがある時や、旋回の時と思わぬ力が働くので慎重に研究されているが、押柱の大きさ、高さ、間隔など、連結綱の長さ、急速開放フック、緊張フックなどの位置は一応規定されている。(第21,22図)

C. むすび

ソ連の水運における押船方式の発展は主として第2次大戦後のことで、最近独航貨物船の発展と競合する面もあるように見受けられるが、拡大が続いている。この方式の実施に当つてはアメリカの例を参考にしているが、自国の環境に合わせてかなり広範囲の模型試験や実地試験を行い独自の様式をまとめ上げている。しかし、なお軽量の機関の採用、可変ピッチ=プロペラやシュナイダー=プロペラの応用などについても研究を続行しているようである。(おわり)

川崎ミゼットヒューズと SKA ヒューズについて

大 田 英 憲

川崎電機製造株式会社
設計部 管制室設計課

1. は し が き

戦後、本邦における船舶の建造の際に船舶は勿論これに設備する電機品も、その船級によりロイド協会、AB協会並びに日本海事協会の規格に適合することが殆んど必須条件となつたのは衆知の通りである。その当時のわが国のヒューズの実状からして、当社はいち早く船用電機品の保護装置特にヒューズに着目して開発に着手し、SK ヒューズ 3~200 A を完成し、本邦最初のロイド協会並びに日本海事協会の認定を得た。続いて防衛庁認定も得て船用全般に広く採用され、10年近くを経過した。

当時の SK ヒューズの性能としては第1表に示す如きものであるが、要するに定格電圧が 250 V 級のものと筒の長さが若干 (30 A 形では 2 倍以上になるが) 長い 500 V 級のものと 2 種があり、遮断電流がそれぞれ 5000 A (ロイドではカテゴリー 2 に属する) である。

第1表 旧 SK ヒューズの定格

筒定格電流	定格電圧		遮断容量	NK 認定	ロイド 認定
	AC	DC			
10 A 以下	500	250	5000 A	第2種	カテゴリー 第2種
30 A 以下	250	〃	〃	〃	〃
60 A	〃	〃	〃	〃	〃
100 A	〃	〃	〃	〃	〃
200 A	〃	〃	〃	〃	〃

当時としては主発電機容量が、それ程大きくなくかつまた、主発電機 2 台を切換える間の一時的な並列運転時の短絡電流は遮断容量決定の際考慮しなくてもよい。すなわち、並列運転しうる発電機が幾台あつても常時運転するものを対象としてヒューズや遮断器の遮断容量を定めてもよいという思潮があつたので、この程度でも実用に供せられたわけである。

然るに船舶の大形化、電動範囲の増大、電源の交流化等の最近の傾向にともない、主発電機の単一容量が 800 KVA あるいは 1200 KVA 等と大きくなつて来た。またたとえ短時間の発電機運転切換時といえども万一の母線短絡事故に備えて、並列運転発電機の総容量をもとにして短絡電流を計算し、これに対し十分なる遮断容量を有する保護装置を用いなければならないという傾向が一般に強くなつて来た。

これ等の見地から、当社は SK ヒューズの性能を飛躍的に向上せしめた SKA ヒューズのシリーズを開発した。更に 30 A 以下の回路保護用として、従来のものより小形のミゼットヒューズを初めて開発した。

本ヒューズは現在の JIS 規格には標準寸法の定められていないものであるが、当社以外にも製作しているメーカーもあり、船用の実績から更に一般陸上用にも普及する傾向にあるので、将来 JIS 規格にも織込まれることを期待したい。

以下に日本海事協会の認定試験成績を参考にしながら新形ヒューズの特長、構造並びに附随事項について述べ各位の御参考に供したいと思う。第2表は定格一覧表、第3表は防衛庁規格ミゼットヒューズの定格一覧表である。

第2表 M 型および SKA 型定格一覧表

形式	定格電流		定格電圧		遮断容量の種別	備 考	
	筒	エレメント	AC	DC			
M	30		3	500	250	第4種 (20,000 A)	非再用筒型 認定番号 NK-E-3045
			5	500	250		
			10	500	250		
			15	250	250		
			20	250	250		
			25	250	125		
SKA	30		3	500	250	同上	非再用筒型 認定番号 NK-E-3044
			5	500	250		
			10	500	250		
			15	500	250		
			20	500	250		
SKA	60		40	500	250	同上	非再用筒型 認定番号 NK-E-3046
			50	500	250		
			60	500	250		
SKA	100		75	500	250	同上	非再用筒型 認定番号 NK-E-3047
			100	500	250		
SKA	200		125	500	250	同上	非再用筒型 認定番号 NK-E-3048
			150	500	250		
			175	500	250		
			200	500	250		

第3表 ミゼットヒューズ定格一覧表
「艦船用ヒューズ FCO」 NDS. XXF 8836 による

定格電流	定格電圧	遮断電流	記号
	AC/DC	AC/DC	
2	500	10,000	FCOH 002 D
3			FCOH 003 D
5			FCOH 005 D
10	125	10,000	FCOD 010 D
15			FCOD 015 D
20			FCOD 020 D
25			FCOD 025 D
30			FCOD 030 D

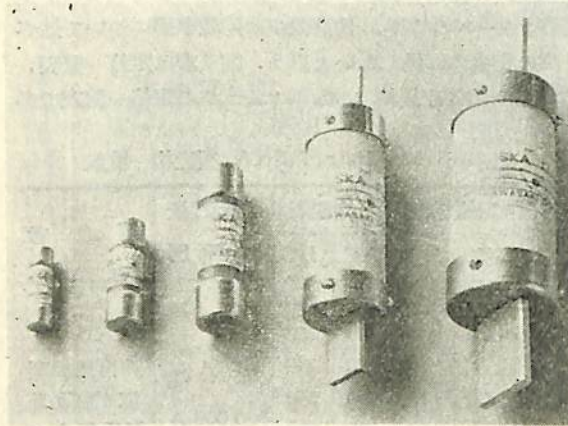
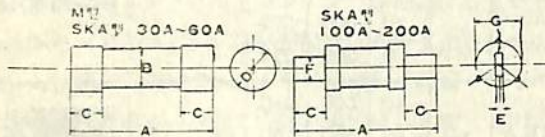


写真1 写真左より M 形 (ミゼットヒューズ) SKA 30 A, 60 A, 100 A および 200 A 形を示す。
全長は左より 38, 50, 75, 150, 180 ミリである。

第1図 M 型および SKA 型外形寸法表



型式	A	B	C	D	E	F G
M	38±0.75	9.5	9.5±0.5	10.5±0.15		
SKA-30 A	50±1.0	14	14±0.5	15±0.2		
SKA-60	75±0.1	18.4	17	20±0.2		
SKA-100	150		26		3.2±0.08	20 35
SKA-200	180		36		4.5±0.08	30 44

(単位 mm)

る。写真1は新ヒューズの外観を、第1図は外形寸法を示す。

2. SKA 形ヒューズの特長

- (1) 従来の AC 250 V 用と同一サイズで AC 500 V まで使用出来る。
JIS 規格の標準寸法においてもそうであるが、元来低圧ヒューズの長さには、定格電圧によつて2つのシリーズがあつた。すなわち 250 V 用と 500 V (または 600 V) 用である。両者の長さの比較は第4表に示す通りで、30 A 形の筒においてはその比が著るしい。最近船舶の交流化とともに母線電圧も 250 V より 500 V も多くなり、従つて、ヒューズも 30 A 形あるいは 60 A 形で殆んど間に合うのであるが、計器、継電器回路保護用ヒューズあるいは給電用ヒューズ等は従来のものでは余りにもスペースをとりすぎる嫌いがあつた。それが短いサイズですむようになったからスペースの節約による装置の小形化、軽量化、コストダウンにあずかる所は案外無視出来ない。たとえば 3 A の補助回路ヒューズであるが 38,500 トン程度のタンカーで主配電盤に約 70 本使っている。例えばピッチを 30~40 ミリで並べたとして、取付板の大きさを比較すれば第5表の通りである。すなわち、M 形ヒューズを使用すれば旧来

第4表 250 V 用と 500 V 用の寸法比較

定格電圧	筒定格電流	30	60	100	200	400	600
250 V 用		50	75	150	180	220	265
500 V 用		127	140	200	245	295	345
比		2.54	1.87	1.33	1.36	1.34	1.35

注 400 A 以上は JIS 8314 によるものを示した

第5表 SKA 形ヒューズおよび M 形ヒューズ
使用におけるスペースの節約

補助回路用 3 A ヒューズ (筒定格電流 30 A)
20 本の取付板を対象とした場合

	500 V 用 (長さ 127 mm)	SKA-3 A (長さ 50 mm)	M-3 A (長さ 38 mm)
取付板の大きさ (縦×横)	170×960	90×860	70×650
ヒューズ間隔	45	40	30
取付板 横長比	100%	90%	68%
縦長比	100%	53%	41%
面積比	100%	47%	31%

注 ヒューズ取付板における沿面距離は制御器並と仮定した

の取付板の約3割程度のスペースに縮小出来る。これに本体やクリップの所要材料比を加え、ヒューズの単価より考慮すると、かなりの節約になる。これ等は大きな配電盤ではそう目立たないが、分電盤や起動器函では相当影響がある。

(2) 遮断電流が 20000 A (第4種) である。

88,000 t 級のタンカーでは主発電機として AC 450 V 800 KVA 交流発電機 2台を使用する場合が多いが、1台単独運転中の短絡電流は過渡リアクタンスを23%とし、更に負荷の誘導電動機からの Back current を3(発電機定格電流)と仮定すれば約7600 A となり、遮断電流 10000 A のヒューズで足るが、たまたま発電機2台を並列運転している時の短絡電流は12000 A となる。従つて遮断電流 20000 A 級のヒューズが必要となるわけである。ロイド規格では発電機容量が AC 440 V 3 ϕ 1000~5000 KW, DC 250 V 2000 KW まではカテゴリー3(推定短絡電流 16500 A)を使用することになっているから余程の大形船でない限り遮断電流に関しては20000 A 級で十分間に合うことが多い。

(3) 非再用密閉筒形で安全である。

密閉筒であることは開放形と異なり、短絡遮断の際にアークがはげしく吹出ることがないのでこの点極めて安全といえよう。

非再用形であるということは長所でもあり、また見方によれば短所でもある。ヒューズのエレメントの寸法は現在の NK 規格や米国アンダーライター規格の溶断特性に合せかつ品質を合わせるためには $\pm 5/1000$ ミリ以下の公差を問題にしなければならぬ程の精密工作を要するものなのである。エレメントとキャップまたはブレードの接触部においても十分な考慮を払わないと短絡電流で事故をおこす。従つて、フルブローのたてまえから云えばメーカーで厳重な管理のもとに作られたままとし、素人が勝手にさわれないものの方がよい。従つて非再用形の方が理想としては良い。しかしながらヒューズがその性能を発揮する時は事故の時であつて、その事故たるや開閉器の開閉回数からすれば頻度は極めて低い。従つて一見あつてもなくても良い等と考えがちである。本邦ではかかる保護装置を軽視する風潮があつたと思う。取締りがゆるいせいもある。それ等の結果ヒューズがきれると銅線をつないだりするのである。非再用形の短所は価格が割に高いことである。それに外観的にそれほど損傷のないものを捨て

るのは惜しい気持が強いのでエレメントだけを交換して何度でも使える式の再用形が好まれることは事実である。しかし、再用形では性能向上の点からも限度があり、またもつとも懸念されるのは、エレメント入換時の電氣的、機械的接触状態の変化の可能性である。米国においても非再用形はかなり高価である。それでも使用されている点からすれば、結局保護装置の重要性に対する認識の度合の差によるものと思われる。いずれにしても安価な非再用筒形ヒューズを製作することがメーカーの課題である。

(4) 日本海事協会認定品である。

SKA 30 A 形は昭和32年に AC 500/DC 250 V 遮断電流 10000 A (第3種)で認定されたが、その後60 A~200 A 形を試作し、33年末、NK 検査員立会による認定試験の際に SKA ヒューズおよび M 形ヒューズを全系列にわたつて20000 A に格上げして現在に至つている。

(5) AB 船級にも使用出来る。

SKA および M 形ヒューズの AB 船級使用の件については34年末に NK 認定試験時の試験成績書および説明書を提出したが、これに対し、写真2の如き返事がよせられたが、これにより使用を許可されたものと解釈している。

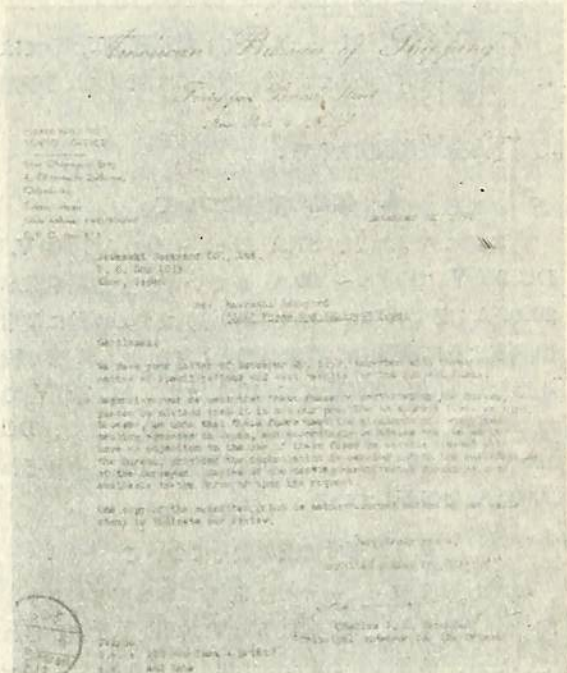


写真 2

(6) 防衛庁規格に適合する。

防衛庁規格には規格艦船用ヒューズがあり目下これの改訂案が作成されつつあるが、いずれにしてもこれに適合する。

3. M 形ヒューズの特長

SKA 形と共通の特長を有するので簡単に述べると次の通りである。

(1) 小形、軽量、安価である。

計器、継電器あるいは補助回路保護用として 3 A 程度のヒューズが多量に用いられるが、この場合特に便利である。

(2) 定格電流が増すにつれて定格電圧は下がるが 10 A 以下では AC 500/DC 250 V に使用出来る。

30 A でも AC 250 V/DC 125 V の定格電圧であるから電灯分電は勿論のこと、今までの SK ヒューズ、SKA ヒューズにとつてかわる用途が多く、新設の場合はすべて M 形にした方が経済的である。

(3) 遮断電流は 20000 A (第 4 種) である。

(4) 日本海事協会の認定品である。

(5) 防衛庁規格に適合する。

ただしこの場合は防衛庁規格によりラベル上には別表の如く定格を下げて表示している。

(6) AB 船級にも使用出来る。

なお SKA 形、M 形ともロイド規格認定については目下受検準備中であるが、近い将来には認定される予定である。

以下部分的な説明を行う。

4. 製品の定格について

第 2 表に示す如く、SKA 形ヒューズは AC 500 V、DC 250 V で 3 A ~ 200 A までいずれも短絡電流が 20000 A (旧 SK ヒューズは 5000 A) までの回路に使用出来るように飛躍的に容量が増大しており、M 形は極小形ながら AC 500 V では 10 A まで、AC 250 V では 30 A まで、また DC 250 V では 20 A まで、DC 125 V では 30 A まで、しかも遮断容量は、それぞれ 20000 A を保証している。

5. 外形寸法上の変化について

従来 SK 形ヒューズには 50 形と 505 形とがあり、50 形は 250 V 用、505 形は 500 V 専用として製作されていたが、後者は第 3 表に示す如く、筒の長さが 1.8 ~ 2.5 倍長く、そのため種々の不便があり経済性も悪いの

で SKA 形では定格電圧の如何にかかわらず互換性を考慮して、旧 SK 50 形と同一寸法に統一した。なお旧 SK 505 形は現在生産を中止しており、旧 SK ヒューズはロイド船級用として製作している。

6. 各部構造について

筒形ヒューズでは、大体 (1) 筒、(2) エレメント、(3) 消弧粒子、(4) キャップ、(5) ブレードの各部から形成されている。

(1) 筒

これには、本来不燃性の絶縁物で丈夫なものが要求されるが、この点磁器は価格も割に安く、外観も美しく、また不燃性の点ではとくに秀れたものの一つであるが、反面安価なものでは仕上り精度が悪い。加工がきかない。弾力性がない。内部にひびがあるものの発見が困難である。従つて、短絡遮断の際、こつばみじんに砕けることもあるので危険である。またキャップやブレードとの間に接着剤を使用しなければならず、工作上も、性能上にもこれに附随した欠点を伴う等の短所がある。

従つて新形ヒューズではガラスクロスを基材としたポリエステルおよびシリコンの積層筒に切換えた。これは前者に比較して不燃性では劣るが、難燃、自己消化性である。短絡時に万一研損しても磁器の如く破片が飛散する危険性がない。成形後の機械加工が容易である。筒とキャップとの間に接着剤を必要とせず、従つてマスプロに適する等多くの利点があり品質管理の上で大きなプラスとなつた。しかし、筒の材質価格の点では米国品に比較すれば見劣りする点があり、今後この方面の開発が課題である。

(2) エレメント

これには導電度が高くかつ融点の低い金属が望ましいのであるが、普通使用されている鉛、亜鉛、銀等それぞれ一長一短があり、いずれが一番よいか云い難い。一例をあげると、亜鉛と銀を比較した場合、前者は温度上昇に対する心配が少く溶断特性が揃え易い。後者は電気抵抗少く、短絡遮断時に金属の溶融する量が少いため、大容量の遮断には好適である。旧 SK ヒューズでは亜鉛板が主であつたが、新形では大電流遮断を考慮して銀を主として用い、形は線および帯状の板に丸い孔をあけたものとした。板型は 30 A 以下と 40 A 以上の 2 種類と M 形用の 3 種類とし、極力抜形の種類を減らし、あとは板の厚さと並列枚数を変化させて各種の電流定格に合せている。銀の場合は融点が高いため、135% 電流

では溶断しにくい。溶断するようにすれば温度上昇規格に入らなくなる。これを解決するために速断効果を用いている。これは銀エレメントの中央部に銀より融点の低い異種金属を取付けたもので過電流が流れると、エレメントの温度上昇により、異種金属と銀とが合金を作り、この合金は純銀よりも電気的には高抵抗でかつ融点が低いために部分的溶断を起して、銀エレメントのみの場合よりも早く溶断するものである。これは合金反応の完了にある時間を必要とするため、短絡事故で瞬時に大電流が流れた場合はその効果はなく、また必要でもない。速断効果はもつばら電圧溶断における特性改善を目的として用いられたものである。

定格電流の大きいヒューズではエレメントが並列に

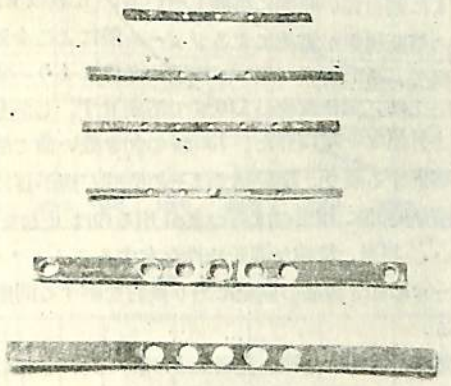


写真3 ヒューズエレメント

上よりM形亜鉛板、M形銀板、SKA型亜鉛板、SKA 30A型銀板、SKA 60~200A型銀板を示す。最下端は速断装置なしの板を打抜いたままの状態を示す。

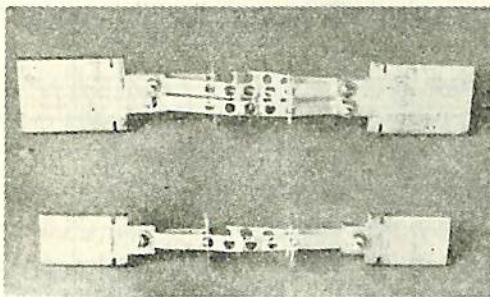


写真4 上側 SKA, 200A形エレメント
下側 SKA, 100A形エレメント

刃は融通がきくからクリップに密着し、かつエレメントと刃は一体となっているから刃が若干動いても通電に差支えない構造となっている。

なっているため、遮断時の過度電圧の抑制も行われる。

写真3はヒューズエレメントの形状、写真4はエレメント組立状況を示す。

(3) 消弧粒子

粒子は常時負荷電流によるエレメント内のジュール熱を適当に逃して、温度上昇を抑え、遮断時には金属蒸気に接触して粒子面に金属を沈着せしめてアークを冷却し、またアーク熱によつて粒子よりガスを発生せず遮断後の絶縁強度が十分必要である。この消弧粒子の材質、大きさは性能に重大な影響がある。当社ではHO.5, SO.5と通称する2種の粒子を用いているが、前者は電圧溶断に良好なる特性を示し、後者は短絡遮断に良好な特性を示している。粒子のサイズを変えると両特性を満足させることが出来るし、またエレメントの材質や定格電圧との組合せで、これ等の関係が変ってくる。これは非常に興味ある研究課題である。

米国製品では1本の筒の中に2種の消弧粒子をつめたものがある。

(4) キャップ

銅または真鍮を使用しているが、従来の磁器筒を使用した場合にはキャップは2重式となり、筒と内キャップとは接着剤により接着されており、これには工作上、清掃や乾燥等の手数を要し、遮断時には熱による接着剤の軟化のため、筒の外れ等難かしい問題が多々あつたが、前記の如く機械加工容易な材質の筒にすることにより、キャップは1重になり60A以下は筒に溝を設けて、ここにキャップをしぼり込み、75A以上は筒に孔をあけて、ネジ止めにするなど簡単な工作法により製作出来るようになった。

(5) ブレード

75A以上のヒューズに使用され、クリップを通じて外部に電氣的に接続される部分であるが(60A以下はキャップがこの部分に当る)前記の如く、ガラスクロス筒にキャップをネジ止めすることにより確実に取付けられるようになった。エレメントはブレードに写真4に示す如くネジ止めロックされているためにブレードはキャップとの間のガタのために若干振らすことが出来る。これは従来のしつかり固定したものと異なり、内部で接触不良を起すのではないかと不安を持たれる向きもあると思うが、前述の如き構造であるため全く心配はなく、むしろクリッ

ブの取付センサーが若干ふれていてもこれになじませることになるから良いと思う。

7. 試験成績

(1) 通電および温度試験

周囲温度 $25^{\circ}\pm 7^{\circ}\text{C}$ の恒温室内において定格電流の110%を通電し、各部の温度が一定となつた後その温度上昇値が規定内にあり、ハンダや接着剤が溶融しないことを確認するもので、同一筒形でその中に入れられるエレメントが最大のものがもつとも悪条件になることはない。

第7表はそのもつとも温度上昇の高いもののみを示すが、いずれも規定内である。

第6表 NK の規格

定格電流 (A)	温度上昇限度 ($^{\circ}\text{C}$)		
	筒	キャップ	又
30	60	50	
60	60	50	
100	60		60
200	60		60

第7表 温度試験 (各型最高温度のものを示す)

型	測定場所	室温			
		又または キャップ	筒	又または キャップ	
M 型	温度上昇値	49	48.5	43	23
SKA 30	〃	37.5	43	42.5	23
SKA 60	〃	48.5	53	49	27
SKA 100	〃	44.5	42.5	38	27.5
SKA 200	〃	57	42	56	27.5

(試験電流はおのおの定格電流の110%とす)

(2) 溶断試験および絶縁抵抗試験

通電および温度試験を終わったヒューズに対して定格電流値の135%および200%の電流を通じて、それぞれ規定時間内に溶断し(第8表参照)、溶断後3分以内にDC 500Vの絶縁抵抗計で端子間の絶縁抵抗を測定した値が0.1メガオーム以上であることを確認する試験である。

従来溶断試験は定格電圧以下の低い電圧で電流-時間特性のみを対象として行われていたが、最近規定電圧の下で行った場合しばしば残留電流が流れてヒューズの過熱焼損等が認められたので、今回の試験は、いずれも規定電圧の下で溶断試験を行ったもの

第8表 NK 規格による溶断時間

ヒューズの電流定格 (A)	最大溶断時間(分)	
	135% 電流	200% 電流
30 A 以下	60	2
30を超え 60以下	60	4
60を超え 100以下	120	6
100を超え 200以下	120	8
200を超え 400以下	120	10

である。

また溶断時間に対する考え方としては、ヒューズの使用上の性質から度々溶断することは好ましいことではなく、規定時間内では出来るだけ長時間保つ方が良い訳であるが、実際には135%および200%ともに割合短い時間に溶断している。これはヒューズの溶断現象が電流によるジュール熱による金属の溶融で、その要素(熱)が周囲の条件により一定し難い上に、定格電流の110%で溶断せず、しかも温度上昇値を一定に抑え、135%の如き低い値で溶断を要求する限り、現段階ではその時間が短か目に成り溶断時間に相当のばらつきが出るのは止むを得ない。将来、精確な溶断特性を有するタイムラグヒューズの如き製品の開発に当り検討を要する問題である。

電流時間特性曲線は従来1本の線で表わされていたが実際的ではない。当社は抜取試験データから上限と下限を示す2本線で囲まれた帯で示すことにした。製品の約90%はこれに入るはずであるが、今後試験数の増加とともに修正してゆくつもりである。慾を云えば周囲温度による補正曲線をつけたい所だが、サーマルリレーと異りヒューズの場合は製品を100%消費するので実施は困難である(第9表~第12表参照)。

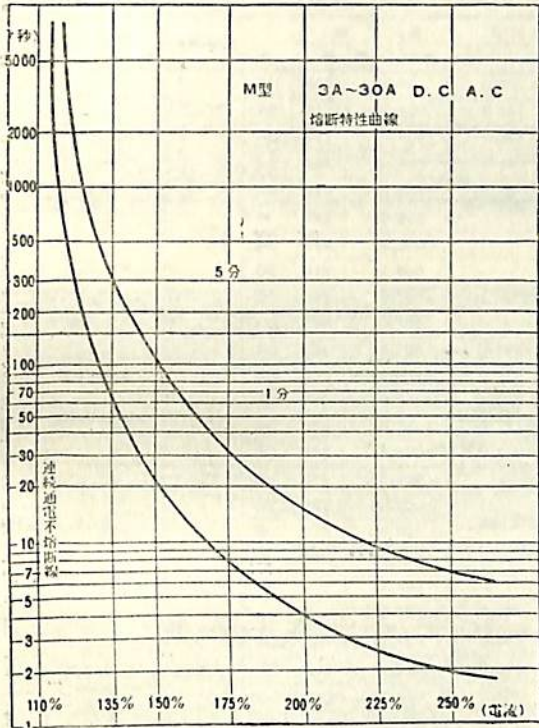
(3) 短絡試験

定格電圧の下で各形の最大エレメントのもの5本につき行い、短絡後絶縁抵抗を測定する。

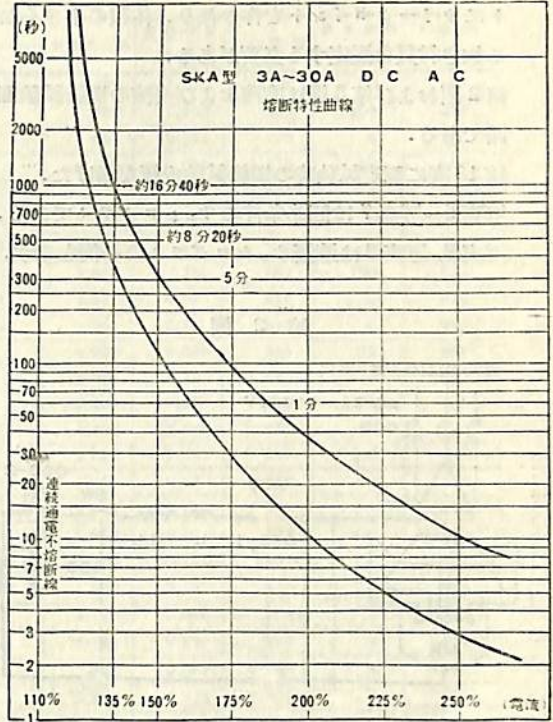
短絡試験における溶断は過電流による溶断と異り、ある大きさの短絡電流の流れる回路にヒューズを挿入して一種の限流遮断をするものである。従つて、遮断容量はヒューズの場合は実際の遮断電流をいうのではなく、回路の短絡電流をいうのであつて、JIS規格では規約短絡電流と称している。推定短絡電流ということもある。

エレメント定格が大きくなる程遮断電流が大きくな

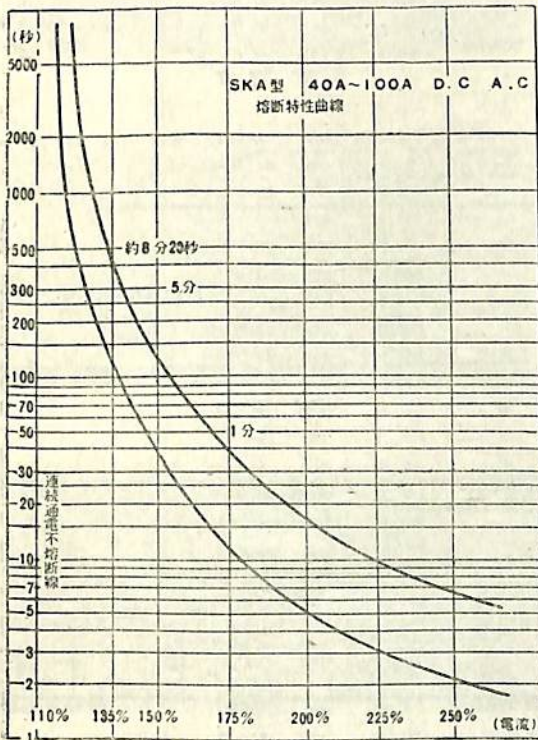
第 9 表



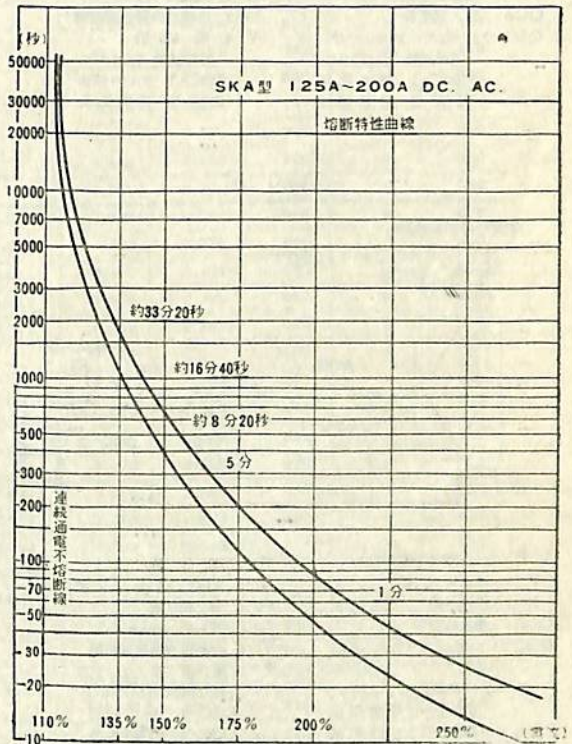
第 10 表



第 11 表



第 12 表

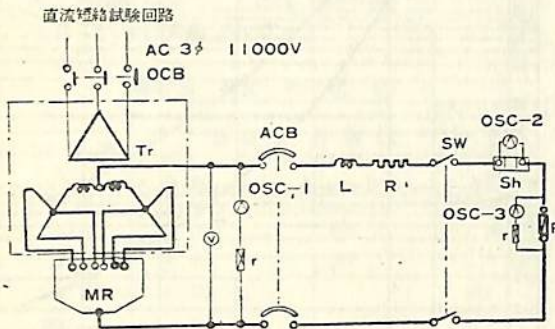


り、遮断能力が低下する傾向にあるが、エレメントにウィークポイントを作ったり、体積の小さくなる如き材質を選定する必要がある。

第2図および第3図は直流および交流の短絡試験回路である。

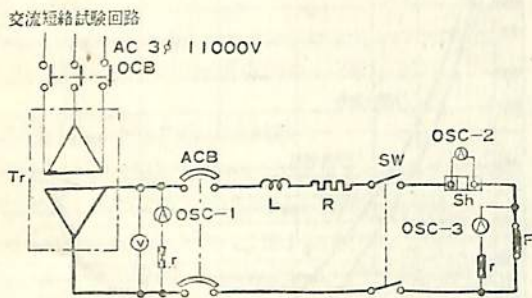
第13表に認定試験時の短絡試験成績を挙げた。写真5~写真7は回路条件のオシログラムである。写真8、写真9は遮断オシログラムの一例を示す。

第 2 図



- | | |
|----------------------|-----------------------|
| ACB : 保護用気中遮断器 | R : 抵抗器 |
| F : 被試験ヒューズ | Srh : オシログラフエレメント直列抵抗 |
| L : 誘導線翰 | Sh : 分流器 |
| MR : 水銀整流器(6000KW1秒) | SW : 投入用スイッチ |
| OCB : 油入遮断器 | Tr : 水銀整流器用変圧器 |
| OSC1-3 : オシログラフエレメント | V : 電圧計 |
| 回路条件 オシログラム | 短絡試験 オシログラム |
| OSC-1 電源電圧 | OSC-3 アーク電圧 |
| OSC-2 短絡電流 | OSC-2 遮断電流 |

第 3 図



- | | |
|----------------------|---------------------|
| ACB : 保護用気中遮断器 | R : 抵抗器 |
| F : 被試験ヒューズ | r : オシログラフエレメント直列抵抗 |
| L : 誘導線翰 | Sh : 分流器 |
| OCB : 油入遮断器 | Sw : 投入用スイッチ |
| OSC1-3 : オシログラフエレメント | V : 電圧計 |
| 回路条件 オシログラム | 遮断試験 オシログラム |
| OSC-1 電源電圧 | OSC-3 アーク電圧 |
| OSC-2 短絡電流 | OSC-2 遮断電流 |

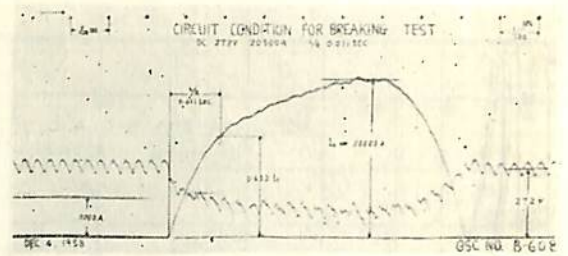


写真 5

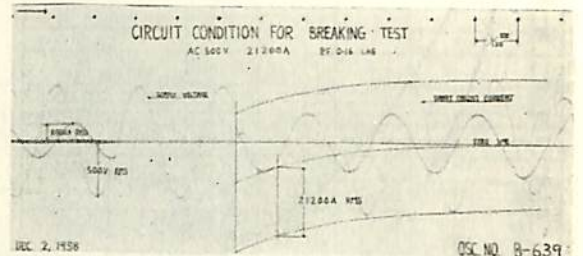


写真 6

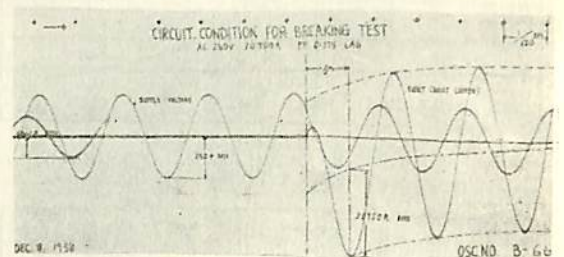


写真 7

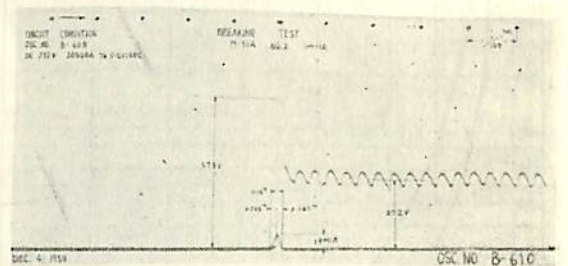


写真 8

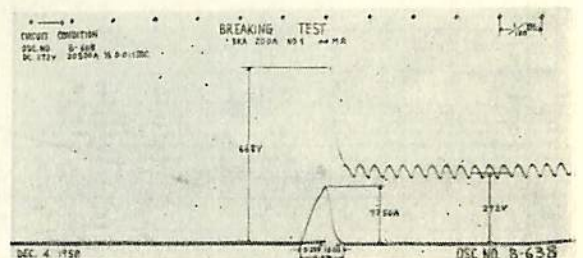


写真 9

第13表 短絡試験成績表

型	定格電流	回 路 条 件				電流最大値	遮断時間 (サイクル)	アーク電圧	絶縁抵抗 MΩ	シロクラ 番号	
		電 圧	短絡電流	力 率	時 定 数						
M	10	AC 515	20,800	0.16		1,920	0.041	730	8	683	
		AC 515	20,800	0.16		660	0.095	730	100	684	
		AC 515	20,800	0.16		660	0.061	730	6	685	
		AC 515	20,800	0.16		1,570	0.057	1,070	22	686	
		AC 515	20,800	0.16		1,400	0.048	1,400	5	687	
	30	DC 272	20,500			0.011	1,800	0.143	614	∞	609
		DC 272	20,500			0.011	1,800	0.13	575	∞	610
		DC 272	20,500			0.011	1,850	0.136	567	100	611
		DC 272	20,500			0.011	1,850	0.12	578	∞	612
		DC 272	20,500			0.011	1,800	0.13	575	∞	613
		AC 250	20,750A	0.175		4,000	0.085	395	10	666	
		AC 250	20,750A	0.175		3,000	0.12	280	30	667	
		AC 250	20,750A	0.175		4,300	0.06	410	6	668	
		AC 250	20,750A	0.175		4,900	0.078	460	100	669	
AC 250	20,750A	0.175		2,800	0.18	270	100	670			
SKA	30	DC 272	20,500			0.011	1,650	0.12	614	∞	614
		DC 272	20,500			0.011	1,850	0.125	680	∞	615
		DC 272	20,500			0.011	1,800	0.12	637	∞	616
		DC 272	20,500			0.011	1,700	0.124	637	∞	617
		DC 272	20,500			0.011	1,750	0.12	680	∞	618
		AC 500	21,200	0.16		2,210	0.066	595	∞	640	
		AC 500	21,200	0.16		1,350	0.15	710	∞	641	
		AC 500	21,200	0.16		2,210	0.0895	945	∞	642	
		AC 500	21,200	0.16		2,210	0.074	555	∞	643	
AC 500	21,200	0.16		2,650	0.066	920	∞	644			
SKA	60	DC 272	20,500			0.011	3,370	0.189	850	∞	624
		DC 272	20,500			0.011	3,100	0.20	820	∞	625
		DC 272	20,500			0.011	3,240	0.207	855	∞	626
		DC 272	20,500			0.011	3,240	0.198	850	∞	627
		DC 272	20,500			0.011	3,110	0.190	795	∞	628
		AC 500	21,200	0.16		5,300	0.368	960	∞	650	
		AC 500	21,200	0.16		3,980	0.426	935	∞	651	
		AC 500	21,200	0.16		4,420	0.12	985	∞	652	
		AC 500	21,200	0.16		4,420	0.41	960	∞	653	
AC 500	21,200	0.16		4,860	0.355	1,000	∞	654			
SKA	100	CC 272	20,500			0.011	3,880	0.24	646	∞	629
		DC 272	20,500			0.011	4,270	0.278	655	∞	630
		DC 272	20,500			0.011	4,400	0.294	660	∞	631
		CC 272	20,500			0.011	4,400	0.295	652	∞	632
		CC 272	20,500			0.011	4,140	0.287	652	∞	633
		AC 500	21,200	0.16		7,100	0.313	1060	∞	655	
		AC 500	21,200	0.16		6,650	0.183	895	∞	656	
		AC 500	21,200	0.16		6,630	0.403	885	3	657	
		AC 500	21,200	0.16		6,200	0.404	892	∞	658	
AC 500	21,200	0.16		7,470	0.362	970	∞	659			
SKA	200	DC 272	20,500			0.011	7,250	0.461	668	∞	634
		DC 272	20,500			0.011	7,120	0.503	637	∞	635
		DC 272	20,500			0.011	7,500	0.505	614	∞	636
		DC 272	20,500			0.011	7,500	0.49	700	∞	637
		DC 272	20,500			0.011	7,250	0.50	668	∞	638
		AC 500	21,200	0.16		15,000	0.333	960	∞	660	
		AC 500	21,200	0.16		13,700	0.338	1,020	∞	661	
		AC 500	21,200	0.16		13,300	0.232	885	∞	162	
		AC 500	21,200	0.16		11,100	0.212	710	∞	663	
AC 500	21,200	0.16		11,500	0.221	735	2	664			

第 14 表 250 V 筒形ヒューズ遮断試験成績 (試験電圧 220 V)

ヒューズ種類	試験電流	定 格 電 流 60 A		定 格 電 流 100 A	
		全遮断時間 (秒)	備 考	全遮断時間 (秒)	備 考
A	500	.158~.198	3000 A で大音響を発生し、 アーク 40 cm 吹出し、 ヒューズ全体を覆う	—	3000 A で大音響を発生し、 アーク 20~30 cm 吹出す
	1000	.054~.062		.280~.334	
	1500	.021~.027		.112~.131	
	3000	.009~.016		.040~.047	
	5000	.008~.011		.012~.023	
	10000	—		.008~.015	
B	500	.048~.105	5000 A まで異常なし	—	1000 A まで異常なし
	1000	.018~.020		.062~.076	
	1500	.008~.015		.022~.028	
	3000	.007~.010		.022~.028	
	5000	.004~.007		.008~.012	
	10000	—		.006~.012	
C	500	.160~.184	1000 A で大音響を発生し、 アーク 50 cm 吹出し、 筒を破壊したもの、筒に 点火したものあり	—	1000 A で大きい音とともにアーク 15 cm 吹出し、ヒューズ全体を覆う、溶融金属散るものあり
	1000	.043~.056		.225~.263	
	1500	.024~.025		.103~.115	
	3000	.012~.017		.038~.042	
	5000	—		.013~.024	
	10000	—		—	
D	500	.185~.221	3000 A で大音響を発生し、 アーク 40 cm 吹出し、 ヒューズ全体を覆う、溶 融金属粒が飛散るものあり	—	1000 A で大きい音とともにアーク約 30 cm 吹出し、ヒューズ全体が薄い金属ガスで覆われる
	1000	.060~.065		.262~.296	
	1500	.028~.035		.105~.127	
	3000	.006~.015		.038~.049	
	5000	.009~.010		.020~.024	
	10000	—		.009~.015	
E	500	—	3000 A で大音響を発生し、 アーク約 1 m 吹出し、 ヒューズ全体を覆う、溶 融金属粒が飛散るものあり	—	1500 A で大音響を発生し、 アーク約 25 cm 吹出す
	1000	.083~.098		.220~.260	
	1500	.037~.039		.085~.103	
	3000	.010~.027		.037~.044	
	5000	.006~.007		.017~.026	
	10000	—		.008~.014	
F	500	.350~.400	5000 A で大音響を発生するが、排気孔より数 cm 吹出す程度で異常なし	—	3000 A で大音響を発生し、 金属ガス約 20 cm 吹出しヒューズ全体を覆う
	1000	.088~.207		.610~.880	
	1500	.043~.046		—	
	3000	.008~.023		.121~.129	
	5000	.005~.008		.042~.051	
	10000	—		.012~.028	

8. む す び

以上にて、当社の新形ヒューズである SKA 形と M 形の説明を終るのであるが、最後に低圧ヒューズのわが国の現状および将来に若干ふれてむすびとしたい。

前にも述べた如く、従来の低圧ヒューズ（爪付ヒューズから栓形、開放筒形ヒューズ、密閉筒形ヒューズ、再用形、非再用形等と種類は多いが）のわが国における製品のレベルは外国製品のレベルに比しかなり低かつたのではないかと思う。これは保護装置に対する認識の不足とむやみに価格の低廉のみを追及した結果ではなからうかと思う。

現在でも、粗悪な製品が多く、使用者側も十分研究しないで安ければ何でも良い式で使用しているのが現状のようである。

一例を上げれば第 14 表の通りである。これは、船用電機特別委員会が神戸商船大学、梅津教授が資料（電力技術研究所々報、7 巻 4 号、大和光一氏、松本晃介氏）として提出されたものの一部で、かつまた陸上用と推察されるが、その中で「短絡遮断容量は一般用筒形ヒューズでは定格電流の 60 A 以下のものが 5000 A、60 A 超過のものが 10000 A（いずれも力率 0.4 以下）を要求されているが、定格電流 15 A のヒューズで 1000 A、30 A のヒューズで 1500 A、60 A のヒューズで 3000 A、100 A のヒューズで 3000~5000 A で大音響を発生し、アークおよび金属ガスを吹出してヒューズ全体が溶融金属ガスにおおわれ、危険な状態にあることが判明した。」と報じられている通りである。粗悪ヒューズを用いる危険さは

ヒューズの試験に関係した者は痛切に感じているが、使用者の方々にも改めて注意を喚起する所である。

船用の場合は厳重なる認定試験があるので若干高価であるが性能は保証されている。各船級の認定試験が低圧ヒューズのレベルアップに大いにあずかつたとも云える。

最近の半導体整流器の普及に伴い、保護用のヒューズが数社で製作されているが、これ等の一般的傾向からして、改めて認識が高まり研究が盛となり、開発が進むものと思う。

ヒューズ利用の傾向の一つとしては、短絡遮断専用ヒューズを用い、これと電磁接触器とを組合せた配電盤（高圧あるいは低圧の起動器キュービクル）とか、あるいはノーヒューズブレーカーにヒューズを組合せたヒューズ付埋込遮断器が欧米で開発されている。

実際、何時起るかもしれない短絡事故のために遮断容量の大きい（従つて大形の）遮断器を設置することは不経済である。従つて、この方は安価なヒューズで置きかえ、平常の電力開閉および過電流遮断等は接触器で行う方が経済的である。用途にもよるが、これで間に合う場合が非常に多い。短絡遮断専用となればヒューズの製作もしやすい。ヒューズ付埋込遮断器の場合は、ノーヒューズブレーカーには最大 25000 A 程度の遮断容量があるが、更に大きな系統に使用する場合、ヒューズで 100,000 A 程度までに遮断容量を格上げし、後備遮断器をなくし、費用とスペースを節約せんとするもので、これ等わが国でもこの傾向をたどるものと思う。

監修 運輸技術研究所船舶機装部

船 用 品 便 覧

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

—昭和 30 年版を徹底的に内容の改訂、増補をほどこして面目を新たにした。

増補、全章書換、新設の章、各章における改訂総頁約 130 頁にわたり、業務資料を入れて 300 頁の龐大なるものとなつた。

B5 判上製 8 冊 2 段組 300 頁
定価 800 円 (〒50)

内 容

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 総 説 | 2. 救命器具 |
| 3. 防火設備および器具 | 4. 船灯および信号灯 |
| 5. 信号器具 | 6. 艙口覆布および艙口蓋板 |
| 7. 舷 窓 | 8. 錨、鎖、索 |
| 9. 艙装金物 | 10. 船用塗料 |
| 11. 船用計器 | 12. 通信機器 |
| 13. 照明配線器具類 | 14. 甲板補機 |
| 15. 附表 8 項目 | 16. 業務資料 |

2.44 船用特形天井灯 (JIS F 8410)

白熱電球を光源とした居室，サロン，ロンジ等の室内照明用として規定されたもので，グローブの最大外径と口径とがほぼ等しい寸法のもの，すなわちトライ形で60W, 100W, 100W 2灯付の3形に区分され，その径は250mm, 300mm, 350mm とがある。またグローブの最大外径が口径より大なる寸法のものすなわちホーズキ形では100W 1灯付きの一形で，その径は300mmである。これらには金属製の取付台を付属したものとしないうものもある。灯台は黄銅鋳物または黄銅板より出来ている。これに使用するガラスグローブも船内のサロン，居室等に適合する種々の形のもので，JIS F 8410で規定されている。

2.45 船用ケイ光放電灯安定器 (JIS F 8431)

電圧115V 周波数60c/sの交流電源で安定器の周囲温度50°C以下の状態で船内に使用するケイ光放電灯安定器について規定し，なお電圧110Vにも使用することが出来る。

これには種類としてチョークコイル形と変圧器形とがあつて，チョークコイル形には適合ケイ光放電管の大きさWによりFBM-4, 6, 8, 10, 15, 20, 30, の7形式にわけ，変圧器形はFBM-40の1形式である。

その大きさもある巾のある取付寸法を規定し現状のいずれのメーカ製品でも適合し得るようにしてある。電圧は115Vと規程したものを110Vに使用しても全光束の減少は僅少であるので問題はない。

船用として特に作動検査を入れてある。すなわち試験用放電管を負荷として入力端子間につきのような周波数および電圧の交流を加えても確実に作動することになつておる。

(1) 定格周波数のとき定格入力電圧 $\pm 10\%$ の範囲に変化しても始動すること。

(2) 定格電圧のとき定格周波数 $\pm 5\%$ の範囲に変化しても始動すること。

(3) 定格周波数で定格入力電圧を20%下げても点灯を持続すること。

また温度検査も次の如くなつておる。

(1) 異状温度上昇検査

試験用放電管を負荷とし，スタータを短絡して入力端子間に定格周波数の定格入力電圧を加え，各部の温度が一定になつたとき温度上昇値を測定する。

(2) 温度検査

試験用放電管を負荷とし，入力端子間に定格周波数の定格電圧を加え，放電管および安定器の周囲温度を $50\pm 2^\circ\text{C}$ に保ち，各部の温度が一定になつたとき温度上昇値を測定する。

測定箇所	異状温度検査における温度上昇 deg	温度検査における温度上昇 deg
巻線ごとに	120 以下	55 以下

2.46 船用ケイ光放電灯力率改善コンデンサー (JIS F 8432)

船用ケイ光放電灯の力率改善用として安定器の外に取付けて用いる周囲温度50°C以下の船内で使用する力率改善コンデンサーについて規定してある。

種類としては油入コンデンサと金属化紙コンデンサとに区分され，ケイ光放電管の大きさワットにより10, 15, 20, 30, 40, 形に分け，定格電圧は115V，定格周波数60c/sとして一灯当りのそれぞれの形に対する定格容量 μF は3.5, 4.5, 5.5, 10.0, 14.0の5形式となる。力率改善の目標は90%程度である。大きさは最大寸法で決め，取付寸法にはある巾をもたしてあるので，現状のいずれのメーカ製品でも適合するはずである。

2.47 船用ケイ光放電灯ソケット (JIS F 8433)

船用ケイ光放電灯に使用する交流250V以下のソケットについて規定してあり，ケイ光放電管ソケットとスタータソケットとの2種類に区分される，ケイ光放電管用としては4~8W用，10~15sW用，20~40W用の非防水形の3形式と10~15s用，20~40W用の防水形の2形式とあり，スタータソケットとしては陸上用JISのP21-11を用いてこれに非防水と防水との2形式がある。現状としては船独特のものでなく，数社のメーカ製品の内船用として適当なものを選び，その内の最大取付寸法を決めてあるから，ソケットの互換性を考慮する必要上灯具の方で箇々の取付寸法に応じて調整しうるようなベースを設ける必要がある，従つて将来船特有のソケットを決めるべきではないかという意見もあるので，目下これが調査研究中である。

2.48 船用電球 (JIS F 8407)

船の一般照明用，信号表示灯などに使用する白熱タングステン電球について規定してある。船用とあるがこれ

は一般商船は勿論艦艇または漁船等にも適用されるよう凡ゆる電圧と形式、形状、種別、大きさ、寸法および口金等を規定してある。

用途からは次の如く区分してある。すなわち一般照明用 10~500 W 33 種、表示用 3~20 W 9 種、特殊照明用 5~20 W 8 種、直列表示用 2 W 6 種、投光器用 100~500 W 6 種、航海灯用 20~40 W 14 種、昼間信号灯用 500~1000 W 6 種である。船用としての特殊性としては振動に耐えることが問題で一応過電圧振動耐久時間を規定しこれは定格電圧の 120% で点灯し、複振巾 3 mm、振動数 16.7 c/s の正弦波に近い上下振動を与え、フィラメントが切れるまでの時間を測定する。振巾および振動数の数値が船の実際と合致しておるかどうかが問題であるが一応このような尺度において電球を試験するということである。このほか船では直流電源にも使用されるのでステムのガラスは特に直流に耐えるようにしてある。また電球は船用灯具内の容積の狭い所に使用されかつ周囲温度も高いので口金とガラス球との接着が問題になることがあるため、接着剤が高温に耐えることが必要条件であるが、これが不可能であればメカニカルベースにするか、またはスカート付口金を使用する等接着面積を広くすることが望ましいのである。

タングステンフィラメントの良否は電球寿命にも影響するので例えばトリヤ入りのタングステン等を使用することも可能ならしむるため特にその材質を指定してなくメーカーの良心に俟つことになつておる。

2.49 船用電気式プロペラ軸回転計 (JIS F 8521)

船のプロペラ軸の回転速度および回転方向を指示する電気式プロペラ軸回転計について規定されておる。発信器には交流式と直流式とがある。これはプロペラ軸系より伝導装置を介して駆動される電圧計式のもので、回転計受信器 4 個を同時に作動させうるしまた積算回転計発信器は積算回転計受信器 2 個を同時に作動させうる容量をもつておる。受信器には 150 mm 径と 200 mm 径とがあつて、表面形、埋込形、半埋込形に分れ更にこれに目盛照明付きと照明なしとに分け、また積算回転計付きと無しとがある。検査としては、普通に施行する構造、絶縁検査のほか、計器の性能検査として、ツリアイ、摩察、指示、制動、電位、回転数積算、温度、磁界、振動衝撃、防水等の検査を行い、それぞれ合格値を定めておる。なお標準予備品目および数を定めてある。

2.50 電気式ラダーアングルインジケータ

(JIS F8522)

JIS C 4906-1959 のシンクロ電機を用いてカジの回転

角度および回転方向を指示するものについて規定してある。発信器はラダーストックにレバーにて連結したものと歯車にて連結したものとある。

受信器は 150 mm 径と 200 mm 径とがあつて、表面形、埋込形、床上形とあり、また目盛照明付きと無しとがある。

電源電圧は 100 V, 110 V, 115 V で定格周波数は 50 c/s, 60 c/s とがある。

検査としては普通施行する構造、絶縁検査のほか、指示、制動、追従、電源変動、振動、防水等の検査を行いそれぞれの合格値を定めておる。なお標準予備品目および数を定めてある。

2.51 船用電気式テレグラフ (JIS F 8523)

発信器と受信器とを電氣的に接続して号令または応答を伝達する電気式テレグラフについて規定してある。

これにはエンジンテレグラフ、ドッキングテレグラフ、ステアリングテレグラフ、アンカーアンドロックアウトテレグラフ等があつて、いずれも JIS C 4906-1959 のシンクロ電気を応用したものとランプ式とがある。定格電圧および定格周波数は次の通りである。

交 直 の 別	定 格 電 圧 V	定 格 周 波 数 c/s
単 相 交 流	100, 110, 115	50, 60
直 流	100, 110, 220	—

文字板の可視部の最大寸法によつて 200 mm, 300 mm, 400 mm とに分け、また装備位置によつて床上形、表面形、埋込形また形状によつて丸形は 200 mm, 300 mm, 扇形は 300 mm とに分けてある。なお要求により 2 種以上の用途に使用するテレグラフを 1 組で兼用することができるし、また次のような機構および装置を付属することができる。

- 1) エンジンテレグラフと主機関操縦装置とのインターロック用連結軸
- 2) 主機関の誤操作または誤動作警報装置
- 3) 音響信号停止装置
- 4) 不足電圧警報装置
- 5) 接続箱または転換装置

文字板は英語を用い、その用語および配列の順序はつぎ(次頁)によるのを原則としておる。

指針は見やすい形状を立前としてその色は文字板の地色が白の場合は黒、黒の場合は白とし、照明灯時のものは発光塗料を塗布し、暗中および薄明時においても指示がよく見えるということになつておる。

性能として指示検査において発信指示と受信指示との

1) エンジンテレグラフ

FULL	HALF	SLOW	DEAD SLOW	STAND BY	STOP	FINISHED WITH ENGINES	DEAD SLOW	SLOW	HALF	FULL	
AHEAD				BY				ASTERN			

2) ステアリングテレグラフ

船首側	HARD ASTARBD		STARBD		EASE THE HELM		COURSE		STEADY		PORT		HARD APORT		船尾側	
40	35	30	25	20	15	10	5	0	5	10	15	20	25	30	35	40

3) ドッキングテレグラフ

船首側	UP	LET	STACK	NOT CLEAR	MAKE FAST	ALL CLEAR	HEAVE	STAND BY	HOLD	LET GO	船尾側
	ANCHOR	GO	AWAY	SIARBD	AHEAD	PORT	IN	BY ANCHOR	ON	ANCHOR	

4) アンカーアンドルックアウトテレグラフ

LET GO	MAKE	HEAVE	ALL CLEAR	STOP	NOT CLEAR	SLACK	LET	UP
ANCHOR	FAST	IN	PORT	AHEAD	STARBD	AWAY	GO	ANCHDR

差角は定格電圧および定格周波数において文字板1分カク秒以下でなければならないし、また制動検査としては上記差角を約90度として発信ハンドルを固定し、定格電圧および定格周波数の電流を急に加えたとき指針は5秒以内に静止しなければならない。また電源変動に関しては定格周波数において電源電圧と定格値の±10%変動した場合および定格電圧において電源周波数を定格値の±5%変動した場合に上記2つの検査に合格するとともに異常なツナリを生じてはならないことになっておる。

防水検査としてはエンジンテレグラフの受信器のみは防滴構造で第1種散水検査により、その他の受信器および発信器の内暴露甲板に装備するものは第2種浸水検査により、またその他は第1種注水検査によつておる。

なお標準の予備品目および数を定めてある。

2.52 船用電線 (案) (JIS —)

元来船用電線には英国ロイド船級協会規則、アメリカンピューロ船級協会規則 (ABS 規則)、日本海事協会船級協会規則等があつて船に与えられる船級によつてそれぞれの規則の電線を使用しなければならない。このことは造船所にとっては少くとも3種類の規則の電線を準

備し保有することであり、その数量も馬鹿にならない程である。もしこれが共通化しすなわち1本化すれば保有材も従来の与で済みその経済性からみて造船所としては多年これを希望する所であつた。一方 IEC における船用電線規格化もこの二三年になつて急速に進行されてきたのを機会に、運輸省並びに工技院の推進と日本電線工業会や電線業者並びに関係造船所の努力により一応船用電線の JIS 案が完成したのである。(異専門委員会長のもとに専門委が構成され審議済となつたのでいづれ発表される見込み) この案は陸上用 JIS 電線と IEC の船用電線規格案を根幹とし、これに英国ロイド規則、ABS 規則、日本海事協会規則等を勘案して作成されたものであるから、この船用電線を英国ロイド並びに ABS 協会の承認を得ることに努力するとともにこれが成功した暁は名実ともに一本化することになり、誠に国家のため喜ばしい次第である。

この概要をみれば次の如くである。

(1) 線心数および用途別

単心、2心、3心、4心 電灯および動力用
多心 制御および通信用
電話用、移動用または可トウ線、配電盤用

(2) 導体 軟銅線にスズメッキを施したもの

項	目	規格適用項目	特	性	該	当	電	線																																																
1	構	造	6.1	4	構造および付表に適合すること	全	線	種																																																
2	導	体	抵	抗	6.2	付	表	の	値	以下	〃																																													
3	耐	電	圧	6.3	付	表	に	規	定	さ	れ	た	試	験	電	圧	に	耐	え	る	こ	と	〃																																	
4	絶	縁	抵	抗	6.4	付	表	の	値	以	上	〃																																												
5	表	面	漏	洩	抵	抗	6.5	1	MΩ	以	上	配	電	盤	用	絶	縁	電	線																																					
6(1)	屈	曲	性	(一	般)	6.6.1	耐	圧	圧	試	験	の	電	圧	に	耐	え	る	こ	と	同	上	以	外																																
6(2)	屈	曲	性	(特	殊)	6.6.2	被	フ	ク	に	キ	裂	を	生	せ	ず	5000	V	以	下	で	破	壊	し	な	い	こ	と	配	電	盤	用	絶	縁	電	線																				
7	低	温	屈	曲	性	6.7	耐	圧	圧	試	験	の	電	圧	に	耐	え	る	こ	と	ビ	ニ	ル	絶	縁	ま	た	は	ビ	ニ	ル	シ	ー	ス	の	あ	る	も	の																	
8	耐	炎	性	6.8	延	焼	し	た	り	1	分	間	以	上	燃	え	続	け	た	り	し	な	い	こ	と	ビ	ニ	ル	シ	ー	ス	ま	た	は	ク	ロ	ロ	プ	レ	ン	シ	ー	ス	の	あ	る	も	の	配	電	盤	用	絶	縁	電	線
9	材	料	6.9	3	材料に適合すること	全	線	種																																																

(素線数/素線径)

単 線 1/1.6 mm, 1/1.2 mm, 1/1.0 mm,

(素線数/素線径)

撚 線 127/2.6 mm, 91/2.6 mm, 91/2.3 mm,
61/2.6 mm, 61/2.3 mm, 37/2.6 mm,
37/2.3 mm, 37/2.0 mm, 37/1.8 mm,
37/1.6 mm, 19/2.0 mm, 19/1.8 mm,
19/1.6 mm, 19/1.4 mm, 19/1.2 mm,
7/1.6 mm, 7/1.2 mm, 7/1.0 mm,
7/0.8 mm 7/0.6 mm, 7/0.45 mm,

(3) 電 圧

A. C. 660 V (D.C. 1000 V以下),
A. C. 250 V (D.C. 450 V 以下)

(4) 絶 縁

ゴム, ブチルゴム, ビニル, アスベスト

(5) 外 被

鉛被, ビニルシース, クロロブレンシース, 編組

(6) ガイ装

網代ガイ装 (鉄線と銅合金線とがある)
鉄線ガイ装

以上を組合せてできた電線が84種類構成表として付表にできておる。

(7) 導体の許容温度は絶縁種別によって次の如く分けてある。

ブチルゴム絶縁線 80°C
ゴム絶縁線 75°C
ビニル絶縁線 60°C

可トウビニルアスベスト絶縁線 75°C

(8) 許容電流値は4条並列布設の状態にて定め、その電流が連続、30分、1時間等通電時間によつて分けまた周囲温度40°C、45°C、50°C、直流と交流との別によつても分けてある。

(9) 電線特性は上の表により、項目については規格にそれぞれ規定されてある。

以上により試験検査されて船用電線は完成する。(続)

天然社・新刊

監修 運輸省
東京商船大学教官 屋代 勉 著

国際信号法解説

A 5 105頁 信号旗色刷折込 定価180円 (送30円)

第1章 総 説 第2章 手旗信号
第3章 発光信号 第4章 音響信号
第5章 旗旋信号 第6章 符字の編成
・索出および印刷様式
補 説 附 録

重 版

監修 運輸省
東京商船大学教官 屋代 勉 著

日本船舶信号法解説

A 5 70頁 定価 100円 (送20円)

第3章 機関部関係のオートメーション(その8)をもつて“船舶とオートメーション”を完結する。

3.8 自動化船の構想

3.8.1 自動制御の必要性とその問題点

原子力商船の推進機関には、自動制御あるいは遠隔操作装置を大幅に採用しなければならないことは3.5において記述し、その運転、操作について検討を加えた。原子力商船の建造は我が国においても予想せられるところで、1968年ごろ実現可能とも伝えられている。したがって船舶の自動操縦の研究は必ず行わなければならないものである。

現在の船舶殊に油槽船はますます大型化し、また高速化しているので、大型機関の要求は一層強くなってきた。したがった機関室全装置が複雑高度化するので、機関室全装置の安全運転、効率確保のため必然的に自動制御および遠隔操作によらざるを得なくなってきた。

自動制御および遠隔操作を採用することにより、従来の手動方法によつては到達し得ない正確な、また急速な調整も、あるいは近寄りにくい箇所の調節も容易となる。さらに多数の制御装置を1箇所に集中させるとき、はじめてワンマン・コントロールが実現するのである。

機関室諸装置がすべて自動制御および遠隔操作により、指令に基いてプログラム制御することは既述の通りであるが、自動操縦化船の実現には幾多の困難が伴うものであつて、われわれはこれまでに解決しなければならない問題点を多数挙げてきた。そのうちでディーゼルあるいはタービンの機関装置の自動制御化において、困難なもの一つは燃料油処理の問題である。殊にディーゼル機関におけるその清浄方法である。現在の粗悪油使用を現在のまま採用するとすれば、長い期間有効に作動し、しかも自動掃除を行う燃料油清浄機の出現は自動化の必須条件と考えられる。そのため3.2において主機および発電機用ディーゼル機関に対しては、既に清浄してあるA重油を使用することにして検討したのである。船舶は陸地から遠く離れて航行するのであるから、小規模ながら燃料油を精製するような設備を持たなければならないのだということは、大変不便なことであつて、陸上の工場におけるように、送られた燃料油をそのまま機関に送って燃焼させることはできないものかと考える。

* 東京高等商船大学内

3.8.2 機関室の自動化への道

これまで機関室諸装置の自動制御および遠隔操作に関し、個々の機械についてその技術的な点を検討してきたが、ここでこれらの諸装置が有機的関連を保ち、船を推進せしめる、機関室の構成を想像してみることにする。

一般に機関の運転、操縦は5.1において述べたと同様に、出入港航行時の操縦と大洋航行時の運転とに分類することができる。

出港時において冷体の機関室諸装置を始動準備して、その完子を確認し、つづいて主機開始動に要する補機の始動運転に移ることはいずれの型式の主機関においても同様である。その後主機関の試運転を行い、つづいて船橋より、逆転を交え急激な負荷変動を行いながら出港し大洋航行に移るわけである。

自動操縦化の目標はあくまで上述の如き諸動作を、すべて自動的に行わせんとするものであつて、これら諸動作の指令は船内の一カ所から行うワンマン・コントロール方式、あるいは同航船、または陸地からの(無線方式による)無線操縦方式にある。

近年自動操縦の技術は急速なる発達をとげ、諸機関の運転に必要な情報の検出、遠隔制御、監視も可能となり、船舶の自動操縦を実現し得るのも近いと考えられる。しかしながら出港時における諸動作の確実なる遂行を期するには、制御箇所があまりに多く、しかも逆転を交えた急激なる負荷変動に対しては、装置の複雑さを加えることは当然である。狭い港内、もしくは船舶の交通激しい水路を航行中、誤動作を生じた際引き起される事態を想像すると、制御装置の絶対確実なる作動を強く要求しなければならない。装置の簡単なることは故障の機会も少いわけであるから、自動化に進む最初の段階としては、気酸時あるいは、負荷変動の大きい場合に、手動にて調整を助ける必要がある。この場合に機関部においても甲板部と同様、出港(入港時も同様である)航行時には現在と同程度の人員が必要である。ただ自動制御装置あるいは遠隔操作装置の採用によつて人手を要する仕事は減少するはずである。

つぎに大洋航行に移れば、航行中の外部的な負荷の変動は僅少であるから、自動制御方式により一定出力で運転を継続することができる。したがつて出港航行時に必要とした人員は全く必要なくなるわけである。

このように考えてくると、自動制御化された船の運航

に対しては第5章で述べたように、出港前に必要数の人員（これをポート・サービス・マンと呼ぶことにする）が乗組んで、機関室の諸機械を始動し、また主機関の試運転を行い、主機のブリッジ・コントロールができるように整備する。そして出港後大洋航行に移る地点に達した時、機械各部の動作状態を確かめてから退船するのである。その後ワンマン・コントロールによる自動航行に移る。入港航行に際しては、港外の適当なる地点に船が到着した時、ポート・サービス・マンが再び乗船して入港作業に従事することが考えられる。また入港後これらの人々は機関室の整備作業を行うことにする。

3.8.3 自動制御および遠隔操作化した機関室の形態

機関室 諸機械が自動制御あるいは遠隔操作されるとき、機関室の形態は現在のものより大きく変化することが予想される。機関室には常時人が配置されて当直するのでないから、補機の配置、配管その他諸器具の取付艙装は、現在の機関室の形態にとらわれることなく自由に設計できるであろう。したがって機関室に与えられた空積はもつと有効に利用せられて、機関室の長さは減少し、それだけ船の載貨容積の増大を図れるものと考えられる。

次に自動制御あるいは遠隔操作された機関室の形態を想像してみる。これには機関の始動準備から大洋航行した後入港して、諸装置の停止作業までをすべて自動化したものとするか、あるいは前述のように出入港航行時に機関員を入室せしめて、操縦作業を助けさせるか否かによつて、装置にもおのずから差異を生ずるのであるが、両者を含めてタービン船においては、おおよそつぎのような装置となるであろう。

ボイラの燃料油燃焼に関連した装置としては、現在採用されている自動燃焼装置（ACC）や、自動給水加減装置、スート・ブロウは引き続き採用されるであろう。バーナはチップの閉塞しない、しかも広い範囲の負荷にも使用できる広範囲バーナを用い、燃料油こし器は自動的に切替えられて自動的に掃除される。重油は水分を含まず、その加熱温度は重油の燃焼を容易にするため粘度を基準に制御される。また燃料油タンクへの移送は油面の低下にしたがつて自動的に行われる。

罐水は連続フローされ、清罐剤は自動的に注入されて罐水に適度の濃度を保たしめる。また過熱蒸気温度は自動制御されて一定温度を保つ。

蒸気管系のドレン弁、燃料管系の切替え、送風機操作、点火および消火作業などはすべて自動的にあるいは適時に遠隔操作されるであろう。

汽酸をプログラムに従つて自動的に行う方法が小型罐に行われているから、全自動化においても採用される。

タービンの安全確保については、現在採用されているもののほか、操縦用蒸気弁、ノズル弁、前後進用操縦弁、抽気弁の閉開を自動制御あるいは遠隔操作する。また発電機、復水ポンプ、潤滑油ポンプは自動切替えが行えるものとする等タービンの運転に必要な関係装置はすべて自動制御あるいは遠隔操作することになる。

ディーゼル機関に対する自動制御および遠隔操作の装置はタービンに対するものより制御個所が少い。機関の操縦装置は遠隔操作され、発電機は遠隔操作および自動切替えとなるであろう。燃料油および潤滑油のこし器は自動切替、または連続自動清浄法となり、冷却水系統の調節はバイパスによるか、またはポンプ速度を変ずるかの方法によつて自動制御あるいは遠隔操作することになるであろう。

燃料油の温度は自動制御され、移送ポンプの自動発停、各タンクの連絡弁の自動切替えはタービンの場合と同様である。

機関室の補機は独立駆動のものは少く、推進補機は主機直結にするか、あるいはオイル・モーター方式として適当な制御方式を用いる。その他の補機も主機直結にするか、あるいは数個のものを組合せて1個のモーターにて駆動せしめる等装置の簡便化と制御装置の減少が図られるであろう。

3.8.4 自動操縦船における制御板の構成

機関全装置は集中制御によつて自動制御および遠隔操作するものとし、機関室と別個に制御室を設け制御板を備える。船が自動化されれば運航の管理は人よりもむしろ制御機器にゆだねられるものである。したがって船の頭脳に相当する計測、監視、制御装置は極めて大切であるから、機器の正確度、信頼度が高く、寿命の長いことが必要である。いまディーゼル船においてワンマン・コントロール方式を採用した機関室制御板に、最小限装備する必要があると考えられる監視および警報器の検出点を次に列挙することにする。また制御盤には遠隔操作のハンドル、あるいはボタンが適当な位置に配列されねばならない、主機関操縦用のハンドルはブリッジと並列になるように取付け、インターロック装置により他の動作を妨げないようにして誤動作を防ぐ。

また監視用にテレビジョンの利用は大変有効であるから制御板に接近して受像器が設置されるであろう。

a. 監視のための検出点

機関の運転中に監視すべき点は非常に多い、しかしながら、自動制御化された機関の動作部に、設定値と異なる

状態が生ずれば、制御装置の作用により関連部分に指令を与えて、設定値に復帰せしめるのであるから、制御板に設ける監視用計器は全部でなくてもよい。

(1) 主機関関係

圧力：潤滑油、冷却液（清水、海水、油）
掃除空気

温度：潤滑油入口・出口、排気、冷却液入口・出口、（清水、海水、油）

量：燃料油流量計、ハンドルノッチ

回転数：主機関、過給機、プロペラ

(2) 発電機関係

圧力：潤滑油

温度：潤滑油、冷却液出口、排気
電圧、電流、出力

(3) その他

蒸気罐の圧力、水面

冷却液ポンプ、潤滑油ポンプの出口圧力。

潤滑油、冷却液、燃料油タンクの油面。

等の表示が必要であらう。

b. 警報装置の設置点

機関諸装置に異常事態が発生した時は、制御板の警報装置によつて表示され、故障を発見すると共に遠隔操作によつて応急処置を行うのである。警報装置を設置する所は、

(1) 主機関関係

圧力：潤滑油、冷却液（清水、海水、油）、燃料油噴射圧力

温度：冷却液出口、各軸受

量：潤滑油タンク油面

(2) 発電機関係

潤滑油圧力、冷却液出口温度、潤滑油タンク油面、電流

(3) その他

主補機関の冷却水ポンプおよび潤滑油ポンプの停止、冷却水タンク油面、圧縮空気タンク内圧力

3.8.5 む す び

以上11回にわたつて機関部関係のオートメーション化に関し、いささか検討を加えた次第である。以上の技術面ばかりでなく、径済性、法規、船体構造等の面からも検討を加える必要があると考えられるが、前回第5章において検討されているのでここでは省略する。

船舶の自動化は時代の要求である。これが実現を推進するためには、海運界はもとより全産業界の力強い協力が必要であると思う。われわれは今後更に船舶のオートメーション化について研究を続けたいと考えている。ここに読者諸賢の御批判を仰ぎ御教示御お願いして擱筆する。(完)

海技入門選書

東京商船大学助教授 宮嶋時三著

燃 料 ・ 潤 滑

A5上製 200頁 定価350円(〒30円)

燃料・潤滑は従来化学者の立場からのみ主として研究されて来た。この学問を実際扱うものの立場から平易にわかりやすくまとめた入門書である。

第 I 編 燃 料

第1章 燃料 第2章 固体燃料 第3章 液体燃料
第4章 気体燃料 第5章 燃焼工学
第6章 燃焼管理 第7章 燃料の分析
第8章 燃料油の添加剤 第9章 燃料の輸送と貯蔵
第10章 各種燃料の得失

第 II 編 潤 滑

第1章 潤滑の概念 第2章 液体潤滑理論
第3章 潤滑剤の種類 第4章 潤滑剤の一般性質
第5章 潤滑剤試験法 第6章 潤滑法
第7章 すべり軸受の潤滑 第8章 各種機関の潤滑
第9章 潤滑油の酸化 第10章 潤滑油の添加剤
第11章 合成潤滑剤 第12章 ころがり軸受

最新刊好評発売中

葛西松四郎著

船舶機関の自動制御

B5 上製 函入 312頁 定価 1000円

最近の新造船にどんどん採用されている各種自動制御装置の原理、理論、構造、取扱、保守、操縦方法等を沢山の写真・図面を挿入して解説した類書なき実務参考書。

橋本徳寿著 ￥480

船舶の速力と概算法

中野正著 ￥450

船舶機関の振動と破壊

升田政和編 ￥300

英和 船舶機関用語集

総合図書目録無料進呈

東京都渋谷区代々木富ヶ谷町1564
電話渋谷(461)3967・振替東京78174

成山堂

造船業の現状と問題点

運輸省においては、5月4日表題に関する白書を発表した。戦後の混乱より再建、そして世界第一の造船高とのほりつめた業界も、世界海運業の不況により深刻なる打撃が予想されるにいたつた。この白書は現在おかれた造船業の立場と、この不況を打開すべき今後の問題を解析している。以下要旨を掲載する。

造船業が歩んできた道

戦争中に能力が飛躍的に増加したわが国造船業は、戦後輸出産業として直接西欧造船所との競争にさらされることとなり、これに打ち勝つだけの国際競争力をもつことが急務であつた。造船業は“手から口へ”式の低操業に苦しみながら、戦時中の造船施設の酷使と技術の停滞をとりもどすとともに、日進月歩の国際水準にまで造船施設と技術を引き上げ、建造コストを西欧並に引き下げるといふいわゆる“近代化努力”を傾注し、ほぼこれを完成した。

この近代化努力が実りはじめた頃、世界的造船ブームに際会し、新造船建造量において昭和31年以来引きつづき首位を占めるとともに、その造船技術の優秀性によつて世界の造船界で指導的役割を果たすにいたつた。また国内的にみても、造船業は他産業に先がけて合理化し、輸出産業として確固たる地位を築いた。最近わが国でも貿易・為替の自由化政策が推進されようとしているが、この際輸出産業としての造船業の立場はますます重要になつている。

国民経済のなかの造船業

今日造船業の営みを国民経済との関連においてみると、わが国基幹産業の一つとして日本経済の自立発展に多大の貢献をなしつつある。

近年におけるわが国船舶輸出実績は毎年3億ドル前後の水準にあり、綿紡績と一二を争っている。これに日本海運のために建造された大量の新造船が外航活動により国際収支面に果たす大きな役割を加えると、造船業はわが国外貨獲得産業の筆頭をゆくものである。

また造船業と約200種におよぶ造船関連工業とはきわめて密接な関係にあり、造船業の消長はこれら関連工業に大きな影響を及ぼす。同時に関連工業製品の品質および価格水準が新造船の国際競争力に直結する。さらに造船業の繁栄は造船業および造船関連工業の従業員とその

家族を含めて100万人の生活問題に連がる。その上造船業とその関連工業は所在する地方都市の経済と財政の支柱となつており、その役割はきわめて大きい。

世界の造船界の現勢

世界の造船界は昭和30年から32年にかけての造船ブーム時に受注した4,000万総トン以上の新造船工事のお蔭で現在なお、ほぼ満足しうる操業を続けているが、33年以降深刻な海運不況を反映して新規受注量は激減し、その有する造船能力に対して著しく不十分である。

したがつて最近における新造船の国際受注競争ははげしさをきわめている。今日の新造船市場では低船価はもはや底をつき、代金の長期延払いで国際間に争われている。また持船引き取りを条件とする注文主が現われたり、鉱石や原油とのバーター取引を申しでるなど、商談はいよいよ複雑で深刻な様相をみせはじめている。

今日のように船腹需給関係のアンバランスな時期に成約される新造船は

1. 輸送技術の変貌にともなう新旧の交替
2. 国際海運競争の激化にともなう高連船投入競争
3. 造船側からの働きかけによる新造意欲のかん起
4. 新興国海運の台頭

などの特色を持つており、わが国造船業としても少ない新造船需要を引きつけるため、このような新造船建造をめぐる情勢をよく見きわめてあらゆる努力を尽さなければならぬ。今日の輸出船受注競争は大きな造船能力をもつ日本、イギリス、西ドイツ、スウェーデンなどの造船所にしぼられつつあるが、ますますきびしい受注競争のなかにあつて、わが国の造船所事情は一步の後退も許されない。

日本造船業の現状

わが国造船業は戦後十数年にわたる近代化努力によつて、その造船施設と技術水準をどの国の造船業に比べても遜色のないところまで引き上げた。最近10年間にわが国造船業の近代化投資は700億円を越えたが、この投資によつて溶接船の合理的建造、船用ディーゼル機関の製造能力の増強さらに超大型船受注体制の整備を完成し、造船所は新しい時代に生きるにふさわしい近代的工場に脱皮した。

このような輝かしい成果はわが国の優秀な造船技術陣と熟練造船工から生まれたものである。34年12月末現在大型船を建造する24造船所の工員数は10万8,500人である。このうち常用造船工は約7万人であるが、この規模は最近10年間を通じてほとんど変つていない。すなわちこの7万人の常用造船工こそわが国造船技術の根

幹をなすものであり、将来とも是非残しておかなければならない雇用数である。わが国の造船業では、最近10年間に造船施設の合理化が著しく進み、労働生産性も大いに向上しているため7万人の常用造船工を今後とも維持するためには、少なくとも年間120万総トンの新造船工事量を必要とする。

このように大きな造船能力を有するわが国造船業は、いまや深刻な新造船受注難時代にある。30～32年の世界的な造船ブーム時にはわが国造船業も内外船主から驚異的な新造船受注実績をあげ、フル操業を続けるとともに、かなりの手持工事量を累積することができた。ところが33年以降の新造船市場の様子は一変し、造船業は減少していく新造船需要を争って求める立場になった。33年度の新造船受注量はそれでも120万総トンであったが、34年度は内外船を合せて89万総トンに落ち、35年度以降も現状のまま推移すればせいぜい年間80万総トン程度と踏まざるを得ない。これはわが国造船業が生きるための上記の最低新造船工事量を大幅に割るものである。

造船業は現在総体的にみてほぼ適正操業を維持しているけれども新造船の受注時と工事期の時間的ずれを考慮すれば、安閑としてはおられない。このまま推移すれば今後の新造船受注を見込んで、36年度以降に操業面で深刻な不況事態が現実化する形勢にある。造船業はその安定操業を期待するならば、少なくとも2年間の仕事を手持することが望ましく、また新造船の成約までに長い交渉期間を要するので、36～37年度の新造船工事は35年度に手当てすべきであつて、操業面での不況事態が現実化する36年度ではおそすぎる。現在造船業の経営安定方策が真剣に討議されているのもこのような事情に基づく。

当 面 の 課 題

国内船の建造問題

造船業の経営安定策としてまずなすべきことは新造船の受注を促進することである。国内船の建造はわが国造船業発展の基盤であり、戦後も一貫して国内船主からの発注にささえられてきたことは評価されなければならない。

国内船の建造については、最近主として海運企業基盤強化の観点からその融資と建造が規制されており、今後さらにきびしくなる動きがある。しかしながら、わが国貿易規模の順調な拡大に伴い、その輸送のための船腹需要はますます増加することが予想され、またわが国海運界のかかえている低性能船は代替期にきており、その上

今日の低船価は船主経済にとってはきわめて有利である。すなわち現在は新造船建造に好条件であるから、少なくとも34年度並の国内船建造が今後も続けられるよう適切な措置がとられるべきである。特に最近の自己資金船では建造代金の延払い方式による建造が増加しているが、造船業にとっては、これが漸次累増して限度に近づきつつあるところに問題があり、その資金手当につき抜本的な対策の必要が痛感されている。

輸出船の延払い条件緩和

今日の輸出船市場では船価の値下げ競争はほとんど底をつき、造船所側から船主側に対する信用供与競争に移りつつある。西欧の各造船国では延払い条件について特に意を用い、漸次大幅な緩和にふみ切りつつあるのに対し、わが国が従来通り70%・6年の原則にしばられていては商機を逃がしてしまう。したがってわが国造船業としても輸出振興上輸出入銀行融資や輸出代金保険をも考慮に入れた延払い条件の緩和にふみきり、代金の延払い条件を西欧並にして外国造船所に対抗する必要がある。特に東南アジア諸国など新興国に対しては経済協力という大乗的な立場から船舶輸出問題を取りあげ、信用供与の方法に関し特段の措置がとられるべきである。

鋼材価格の国際水準へのさや寄せ

鉄鋼業は造船業を含めた機械工業の母体であり、機械工業の国際競争力の源泉である。わが国の国内鉄鋼価格の問題点は戦後多くの時期に国際的に割高であり、かつきわめて不安定なことである。これを是正するためには、当面鉄鋼の輸入自由化を図るとともに、抜本的に鉄鋼側において、生産コスト自体の問題を解決すべきであり、輸入原料の輸送費の低廉化と安定化を図ることもその一つである。

技術の開発

技術の開発は新しい市場で優位を占めるばかりでなく、しばしば有効需要をよび起す。20世紀後半は技術革新の時代と呼ばれているが、新造船受注競争のきびしい昨今、いよいよ造船界でも技術を売る時代になったという感を深くする。今日わが国造船界において研究開発を迫られているテーマは起高速船建造に関する研究、液化ガス輸送船やコンテナ船のような特殊専用船の開発、船用主機関の高度化、遠隔操縦・自動制御の船舶への導入さらに原子力船の開発などきわめて広範囲に及び、わが国が世界に誇る造船技術陣の総力を結集してこれに当らなければならない。これがためには研究体制を整備し、研究資金も十分投入する必要がある。

造船関連工業の育成強化

造船関連工業は200種に及び、その業態および生産規模により問題点の所在も異なる。特に中小規模の造船関連工業では従来特定の造船所と結びついて多種類の船舶用品を少量ずつ注文生産しており、このため品質の確保がむずかしく、生産コストも割高になりがちであった。これを打開するために造船業の技術指導と設備面の援助によつて合理化された専門工場を育成し、造船業はこれに集中発注するという体制を整えるべきである。これには造船業界の協調が前提になる。さらに輸出船用製品については、海外製品と一層きびしい競争にさらされており、品質の向上と価格の低廉化さらにアフター・サービス・ルートの確立について関係業界の奮起が切望される。

船舶用品の標準化

今日までに多数の船舶用品が規格化され、その成果も一応見るべきものがあつたが、今後とも真に実効のある規格を制定し、規格の周知徹底を図るとともに、船主、造船所が協力してその使用に努めるべきである。また製品の種類を少なくするといういわゆる単純化のための規格の整備にも心がけなければならない。

積極的経営とその多角化への努力

今日の新造船市場の情勢から判断すれば、上記のような新造船受注の促進にも限度があるので、少なくとも造船業における基幹的雇傭の維持と企業内容の悪化を防ぐ

ことを目標に確固たる経営安定策をたてる必要がある。新造船部門において専用船建造など新市場を開発すべきであり、また陸上工事部門における拡充強化も重要である。陸上工事部門の拡充強化については、各造船所が施設と技術を生かしてそれぞれ特色のある分野を切り開くべきである。われわれは造船所の陸上工事部門の拡充強化の目的が、余剰造船工を吸収するとともに、造船業の体質を強化し、外国造船所に対する競争力を強めることであると理解し、新造船部門に対すると同様深い関心を寄せている。

協調体制の確立と合理化努力の継続

最後に造船業自体が自主的に努力すべき点は、過当競争の排除を目的として企業間協調体制を強化することである。この問題は造船業だけの問題でなく、各産業を通じわが国商業活動の道義確立が先決であるが、特に輸出船引合の際には、わが国造船業の信用問題であり、国内造船業間のみにくい過当競争は是非とも避けなければならない。造船市況が極度に悪化した今日では特にこの問題は重要な意味を持つものである。次の問題は造船業が深刻な不況事態のもとで生き抜かれるよう設備の合理化、工程管理の強化など合理化努力を今後も一層強力に実施することである。

ともあれこれらの問題はひつくるめて造船業界自らが迫りくる深刻な現実を直視しながら、自らを守るために一刻も早く取り組まねばならぬ重大問題であるといえよう。

海技入門選書

東京商船大学助教授 清宮定著

船用蒸気機関

A5判 上製 100頁 定価 180円 (〒30円)

目次

往復動機関

- | | |
|-----------|--------------|
| 1 往復機関の型式 | 2 往復機関の理論 |
| 3 主要部分の構造 | 4 弁装置と逆転装置 |
| 5 特殊往復機関 | 6 船用往復機関の取扱法 |

蒸気タービン

- | | |
|-------------|----------------|
| 1 蒸気タービンの型式 | 2 蒸気タービンの理論 |
| 3 蒸気タービンの構造 | 4 船用蒸気タービンの取扱法 |

復水装置

- | | |
|-----------|----------|
| 1 復水装置の概要 | 2 復水器の種類 |
| 3 表面復水器 | 4 空気ポンプ |
| 5 循環水ポンプ | 6 復水器の操作 |

天然社

東京商船大学教授 鈴木至著

航海力学

A5判 330頁 定価 650円 (〒30円)

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

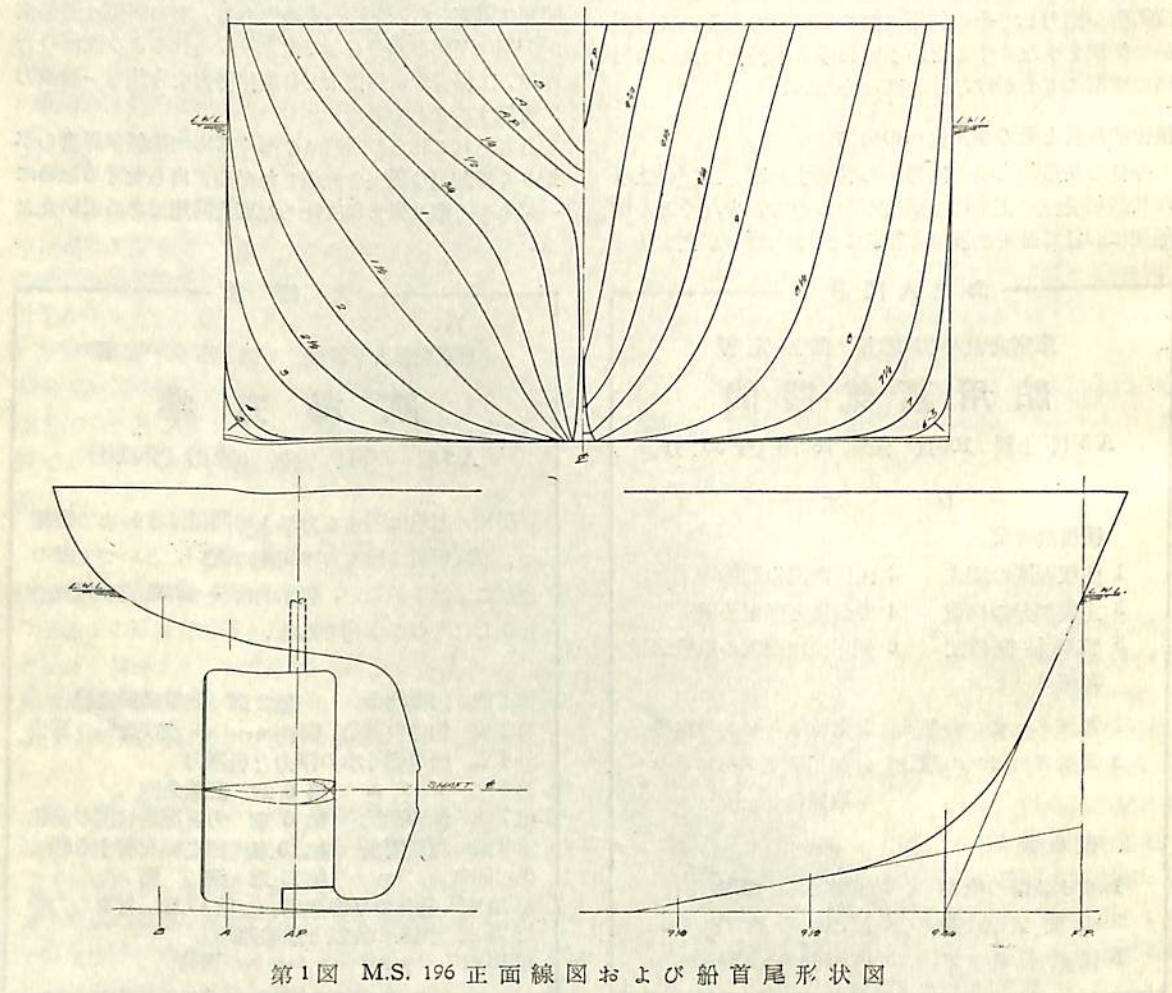
- | | |
|--------------------------|-------------------|
| 第1章 力の均合 | 第2章 商船揚貨装置 |
| 第3章 物体の重心、慣性モーメント及び近似計算法 | |
| 第4章 船に働く水の浮力と復原力 | |
| 第5章 トリム | 第6章 懸垂曲線 |
| 第7章 流体抵抗 | 第8章 力と運動状況の変化 |
| 第9章 相対運動 | 第10章 固定軸を有する物体の回転 |
| | 第11章 波動 |
| 第12章 物体の平面運動 | 第13章 材料の力学 |
| 第14章 独楽の回転と歳差運動 | |
| 第15章 ジャイロ・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

— 大型貨物船の模型試験 —

今回は長さ 140 m 級の高速貨物船の試験例 2 種を掲げる。ただし最近の傾向は方形係数 0.64 以下の楕型な高速船型すら出現する情勢にあるから本例の如きは既に中速船と言うべきかもしれない。M.S. 196 は垂線間長さ 140 m の、M.S. 197 は 142 m の実船に対応する 6 m 模型船で、その主要寸法等を、試験に使用した模型プロペラの要目とともに実船の場合に換算して、第 1 表

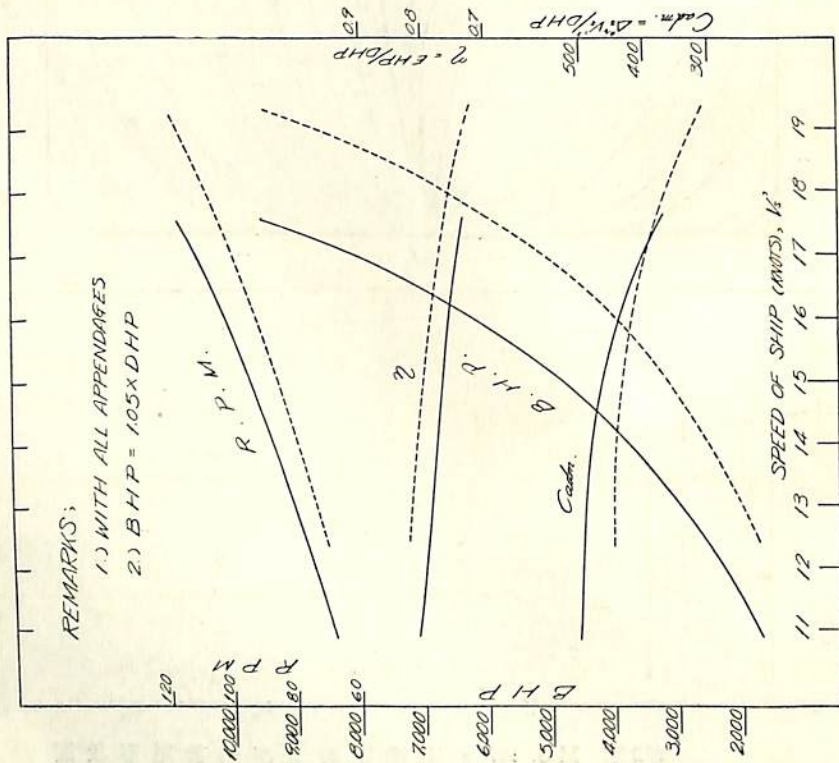
に、正面線図および船首尾形状を第 1 図および第 2 図に示す。両船ともに反動舵を装備し、かつ何れも 9,000 馬力級のディーゼル機関の搭載が予定された。

試験は M.S. 196 については満載および試運転の 2 状態で、M.S. 197 については満載、半載貨および軽貨の 3 状態で実施された。その結果を第 3 図および第 4 図に示す。



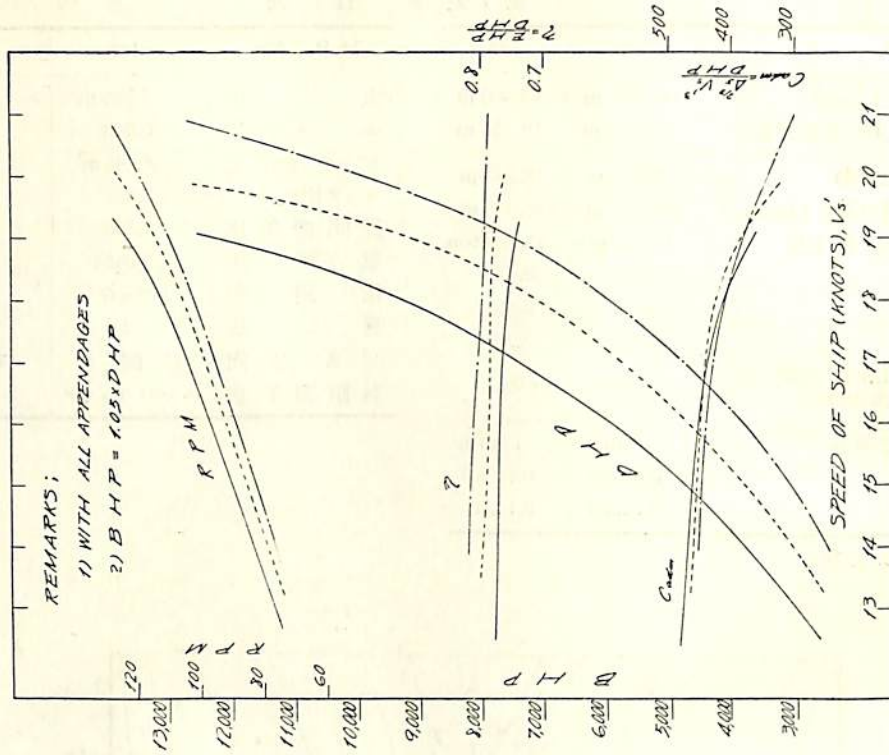
第 1 図 M.S. 196 正面線図および船首尾形状図

CONDITION	A.P.	DRAFT (m)	DISPLACEMENT (m ³)	MARK
FULL LOAD	8.325	15.612	15,612	-----
TRIAL	50.57	44.57	30.57	7.609



第3图 M.S. 196 x M.P. 165 BHP 等曲线图

CONDITION	A.P.	DRAFT (m)	DISPLACEMENT (m ³)	MARK
FULL LOAD	8.290	15.297	15,297	-----
1/2 LOAD	6.830	14.410	10,732	-----
TRIAL	6.057	13.212	7,205	-----



第4图 M.S. 197 x M.P. 166 BHP 等曲线图

鋼船建造状況月報(35年4月)

船舶局造船課

(イ) 起工船

(昭和35年4月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船主	総屯数	主機	用途	起工年月日	
函館ドック	261	富国海運	5,400	D	4,500	貨物船	35. 4. 30
石川島重工	790	三井船舶	4,100	〃	3,450	〃	35. 4. 4
鋼管、清水	179	日産汽船	4,250	〃	2,700	〃	35. 4. 8
三井造船	654	乾汽船	3,500	〃	3,000	〃	35. 4. 19
日立、向島	3901	太平汽船	3,400	〃	2,850	〃	35. 4. 28
〃 楼島	3900	共和産業海運	675	〃	720	〃	35. 4. 30
佐野安船渠	179	下崎汽船	1,595	〃	1,800	〃	35. 4. 27
大阪造船	165	大黒汽船	995	〃	1,300	〃	35. 4. 30
大尾道造船	77	嶋谷汽船	1,990	〃	1,800	〃	35. 4. 25
芸備造船	132	兼重汽船	790	〃	1,000	〃	35. 4. 18
大洋造船	223	興運汽船	1,270	〃	1,800	〃	35. 4. 22
三菱、長崎	1516	日東商船	29,300	T	17,600	油槽船	〃
名古屋造船	158	上野運輸	1,990	D	1,750	〃	35. 4. 5
波止浜造船	92	山下運輸	550	〃	700	〃	35. 4. 18
山本造船	100	山陽汽船	995	〃	1,200	〃	35. 4. 27
佐野安船渠	180	国内旅客船公司共有 加藤汽船	650	〃	1,400	貨客船	35. 4. 16
新潟鉄工	307	住吉漁業	600	〃	〃	漁船(鮪)	〃
播磨造船	572	大本組	800	—	—	雑船(浚)	35. 4. 1
石川島重工	781	バナマ	14,000	T	12,000	輸出(貨)	35. 4. 26
浦賀船渠	762	〃	8,550	D	5,400	〃(〃)	35. 4. 11
〃	766	フリピン	9,500	〃	12,000	〃(〃)	35. 4. 15
日立、因島	3890	〃	〃	〃	〃	〃(〃)	35. 4. 16
川崎重工	1002	リベリヤ	30,500	T	20,250	〃(油兼鉱石)	35. 4. 1
N. B. C. 呉	84	〃	20,000	〃	12,500	〃(ボーキサイト)	35. 4. 18
塩山船渠	247	ホンコン	1,598	D	1,500	〃(貨)	35. 4. 19
宇品造船	352	ビルマ	760	〃	840	〃(貨客)	35. 4. 25
東北造船	13	関光海運	1,050	〃	1,500	貨物船	35. 3. 22
金指造船	368	為州海運	500	〃	650	〃	35. 3. 1
東北造船	15	森田臨海	500	—	—	雑船(浚)	35. 3. 25
金指造船	285	フリピン	500	D	450	輸出(浚)	35. 2. 26

他 100 隻 (500 トン未満) 18,931 総トン

起工船合計 130隻 178,739 総トン

防衛庁艦艇起工

造船所	船番	注文者	排水トン	主機	型式	起工月日
三井造船	653	防衛庁	1,450	D	4,000×4	乙 警
佐世保船舶	130	〃	450	〃	2,000×2	駆 潜

計 2 隻 1,900 排水トン

(口) 進 水 船

(昭和35年4月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	船主	総吨数	主機	用途	進年月日
鋼管鶴見	761	白鶴丸	日産汽船	13,000	D 7,500	貨物船	35. 4. 23
日立因島	3894	大久丸	大洋海運	8,750	〃 7,600	〃	35. 4. 27
三菱長崎	1532	ふるつくり丸	大同海運	9,850	〃 13,000	〃	35. 4. 15
日本海重工	88	日隆丸	小隆汽船	1,780	〃 1,650	〃	35. 4. 27
日立, 向島	3877	双葉丸	双葉海運	1,900	〃 1,500	〃	35. 4. 28
塩山船渠	245	北昌丸	富士海運	1,999	〃 2,340	〃	35. 4. 13
瀬戸田造船	88	新川丸	日新海運	3,850	〃 2,700	〃	35. 4. 27
福島造船	152	有江丸	丸二商会	700	〃 800	〃	35. 4. 4
常石造船	36	宝庫山丸	光洋汽船	〃	〃	〃	35. 4. 10
来島船渠	46	若神丸	福神汽船	800	〃 950	〃	35. 4. 13
四国ドック	523	天星丸	大星海運	2,990	〃 2,400	〃	35. 4. 13
三菱日本	831	水島丸	三菱海運	25,100	〃 15,500	油槽船	35. 4. 26
三菱長崎	1515	もんぶらん丸	大同海運	28,900	T 17,600	〃	35. 4. 12
大阪造船	153	大雪山丸	三井船船/三井物産	4,150	〃 3,450	貨客船	35. 4. 1
三保造船	266	18薩州丸	伊藤漁業	500	〃 1,000	漁船(鮪)	35. 4. 10
浦賀船渠	764	Philippine President Quezon	フィリピン	9,500	D 12,000	輸出(貨)	35. 4. 11
新三菱重工	906	Philippine Rizal	〃	9,300	〃	〃(〃)	35. 4. 27
N. B. C. 呉	82	Ore Satan	リベリヤ	16,700	T 12,500	〃(鉱石)	35. 4. 14
宇品造船	351	Aung-I	ビルマ	760	D 840	〃(貨客)	35. 4. 25
横浜造船	400	11松利丸	松尾汽船	769	〃 1,150	貨物船	35. 3. 1
東北造船	12	柏山丸	日本土地開発	1,000	—	雑船(浚)	35. 3. 10

他 95 隻 (500 トン未満) 17,279 総トン

進水船合計 116 隻 160,277 総トン

防衛庁艦艇進水

造船所	船番	船名	注文者	排水トン	主機	型式	進水月日
飯野重工	55	まきなみ	防衛庁	2,100	T 17,500×2	甲 警	35. 4. 25

1 隻 2,100 排水トン

(ハ) 竣 工 船

(昭和35年4月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	船主	総吨数	主機	用途	竣工年月日
川崎重工	984	ころらど丸	川崎汽船	10,100	D 11,500	貨物船	35. 4. 7
佐野安船渠	176	1金丸	佐野安商事	3,300	〃 3,150	〃	35. 4. 30
新三菱重工	907	扇栄丸	日本セメント	2,900	〃 1,800	〃	〃
横浜造船	400	11松利丸	松尾汽船	769	〃 1,150	〃	35. 4. 5
市川造船	—	1和光丸	木戸楠男	500	〃 750	〃	35. 4. 25
尾道造船	72	日宏丸	丸菱海運	500	〃 700	〃	35. 4. 28
中村造船	166	35浪速丸	浪速運油	850	〃 1,000	油槽船	35. 4. 22
鋼管清水	169	大津丸	宝幸水産	8,000	〃 5,600	漁船(冷運)	35. 4. 20
〃	173	永旺丸	報国水産	1,280	〃 1,800	〃(〃)	35. 4. 30
林兼造船	942	62大洋丸	大洋漁業	1,300	〃 2,000	〃(トロール)	35. 4. 5
鋼管鶴見	750	Presidente Peodoro	ブラジル	21,800	T 15,000	輸出(油)	35. 4. 19
金指造船	348	7明星丸	清水遠洋漁業	500	D 1,100	漁船(鮪)	35. 3. 25

他 72 隻 (500 トン未満) 13,779 総トン

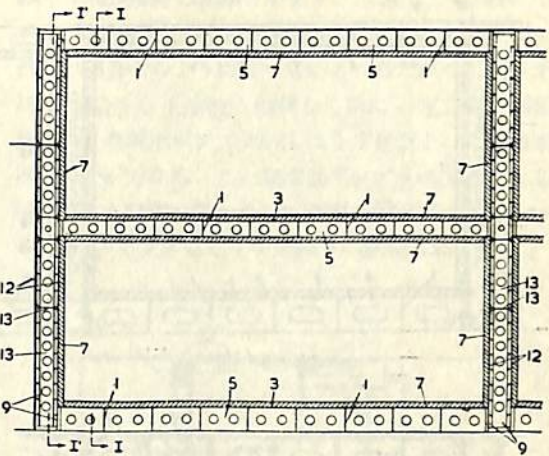
竣工船合計 84 隻 65,571 総トン

特許解説

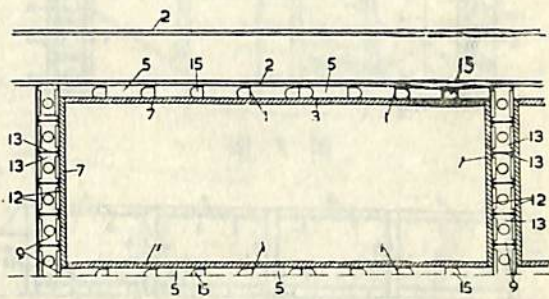
特許庁 飯沼義彦

液化ガス輸送用タンカー（昭和35年特許出願公告第1924号，発明者・コーネリス，アドリアーン，ボウマン，出願人・エヌ，ワイ，デ，バターフシエ，ペトロリウム，マーチャッピー，—オランダ）

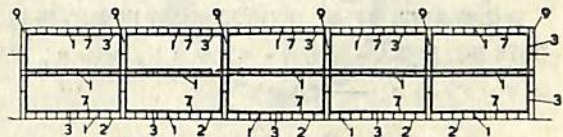
この発明は筒形タンクを船体縦方向に並べた液化ガス輸送用タンカーにおけるタンクの支持構造に係るもので、船殻内に縦横に張りめぐらされたウェブフレームにより筒形タンクを支え、またタンクの平端面にはコファダムを設けることによつてタンクの全外表面を自由に点検できるように構成したものである。タンク内壁の熱絶縁材が損傷した場合はタンク外表面に冷斑点が生ずるので、タンク外面を自由に検査できれば絶縁材故障の早期発見を行なうことができる。第1図ないし第4図は4群のタンクを具えたタンカーの場合で、第1図の船体横断面図の右舷はタンクの断面（第2図I-I線に沿う断面）を示し、左舷はコファダムの断面（第2図I'-I'線に沿う断面）を示す。第2図は第1図II-II線に沿う縦断面図、第3図はタンクの水平断面図（第1図III-III線に沿う断面）、第4図は略図で示したタンク群の垂直断面図である。また第5～8図は1列のタンク群を具えたタンカーの場合のそれぞれ横断面図、垂直縦断面図、水平断面図およびタンク群全体の垂直縦断面略図を示している。



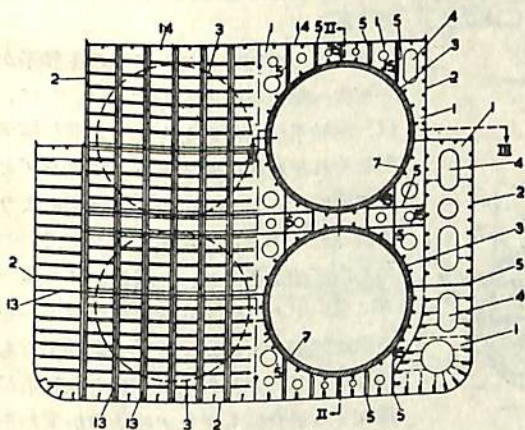
第2図



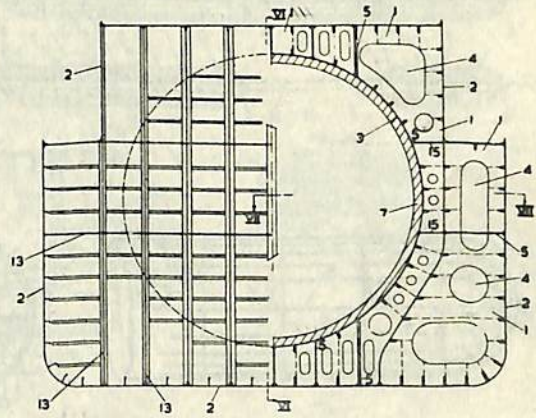
第3図



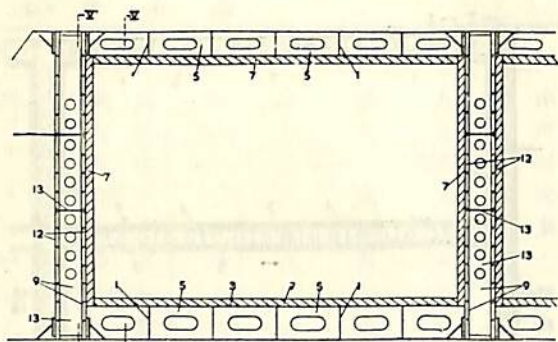
第4図



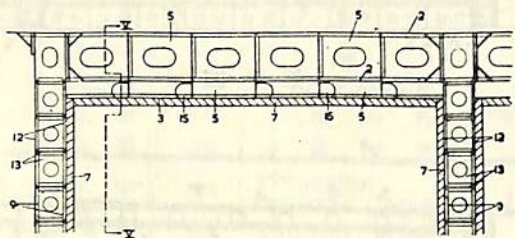
第1図



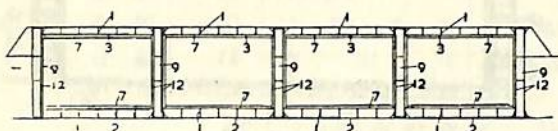
第5図



第 6 図

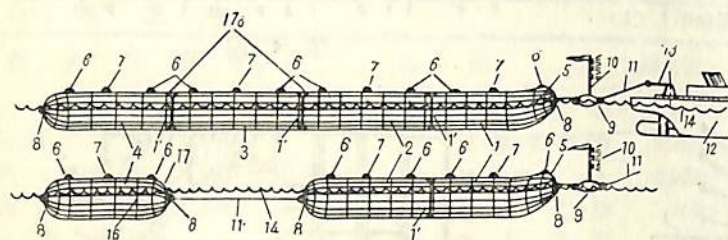


第 7 図

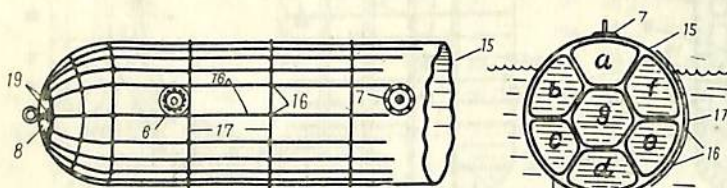


第 8 図

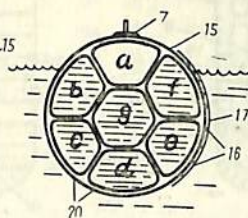
液体輸送用被曳行船 (昭和 35 年特許出願公告第 2,578 号, 出願人・発明者・エアnst, ハンス, デルビンゲハウス, —ドイツ)



第 1 図 (上) および 第 2 図 (下)



第 3 図



第 4 図

ゴム等の弾性材質により断面円形の液体貨物船を構成し、これらを多数連結して曳行する考えは古くから知られているが、その船体連結部が傷みやすく、また波の衝撃に耐えるためには船殻を厚くする必要があった。本発明はこれらの改良をはかつたもので、船体連結部に過大な力が集中するのを防ぐためケーブルを編んで製した網状物によつて船体を蔽い、網状物の前後端にそれぞれ連結装置を設けて牽引力が網を介して船体に伝えられるようにするとともに、弾性材質から成る船体を同じ材質の隔壁によつて多数の隔室に分ち、その一室を過圧弁を具えた空気室とすることによつて船体に対する波の衝撃を吸収するにしたものである。図面第 1 図および第 2 図は曳航船に連結した液体貨物船の側面図、第 3 図は液体貨物船の一部拡大側面図で、その船殻 15 は縦のケーブル 16 と輪状のケーブル 17 とで構成された網状物によつて蔽われ、縦のケーブル 16 は船体の前後端においてそれぞれ連結板 8 に結合されている。曳航船の牽引力は連結板 8 および縦のケーブル 16 を介して船体に伝えられるから、船体に直接連結部を設けた場合に比較して船体の損傷が少なくなる。また船内は第 4 図の横断面図に示すように多数の隔壁 a~g に区画され、その一室^aを空気室として船外に通じる過圧弁 7 を設けてあるので、隔室 b~g に液体貨物を満載した場合でも波から受ける衝撃は空気室 a によつて緩和される。

船用ディーゼル機関主軸と補機軸との連動装置

(昭和 35 年特許出願公告第 2,579 号, 発明者・神谷重雄, 同・加藤繁, 出願人・名古屋造船株式会社)

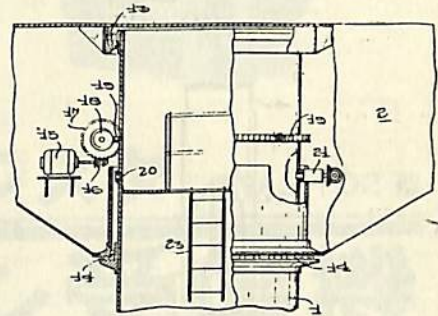
この発明は、ディーゼル船における主要推進補機すなわち潤滑油ポンプ、冷却用海水ポンプおよび冷却用清水ポンプの動力を主軸系から求める場合の動力伝達機構に関するものである。

従来、大型ディーゼル機関の主軸系から補機へ動力を伝える方式としては、(1) 主軸系から歯車を介して、前記補機類をそれぞれ往復動ピストン型ポンプとして駆動するものと、(2) 主軸系により駆動されるスクジュー型油ポンプでいつたん高圧油をつくり、これをオイルモータに導いてこれにより補機類を常に一定方向に回転するポンプとして駆動するものがあり、これらはいずれも主軸系が逆転する場合にもポンプの効力が変わらないように考慮されているのであるが、

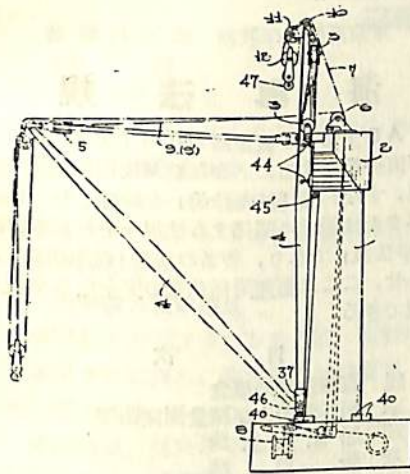
第1の方式は機関室内に大きなスペースをとるとともに、往復動部分をもつため荒天時にプロペラが空転した場合故障の恐れがあり、また第2の方式では高圧油を扱うため構造が複雑で効率も悪くなる欠点があつた。この発明は、主軸の正逆転に応じて切り換えられる一対の電磁クラッチを介して、冷却水用ろ過ポンプを常に一定方向に駆動回転させることにより、前記2方式に比べて安全性が良く効率の高い補機連動装置を得ようとするもので、クラッチの切換は主機の正逆転切換ハンドルに連動して行なわれる。

図面第1図はこの発明による装置の平面図、第2図はそのA-A線における断面図で、スプロケット2, 4を介して主軸系1に連動する中間軸3からろ過型の冷却用海水ポンプ20および清水ポンプ21のポンプ軸16にいたる動力伝達経路として、電磁クラッチ7, スプロケット8, チェーン19, スプロケット18を経る主軸正転時の経路と、スプロケット5, チェーン12, スプロケット11, 電磁クラッチ13, 軸15, 逆転用歯車14, 17(第2図参照)を

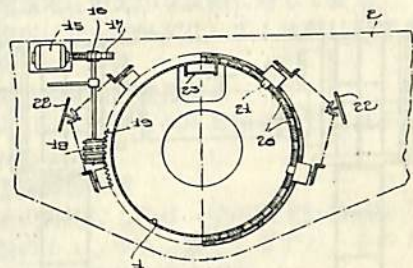
経る主軸逆転時の経路とがあり、上記2つの電磁クラッチ7, 13は主機の正逆転切換に応じて、いずれか一方のみが係合するようになっている。したがってポンプ軸16は主軸系の正逆転に関係なく常に一定方向に回転駆動され、冷却水ポンプ20, 21はろ過型としての効率を保つことができる。また潤滑油ポンプ6は主軸とともに逆転しても効率がかわらない低速の歯車ポンプあるいはスクルーポンプとして中間軸3に直結されている。



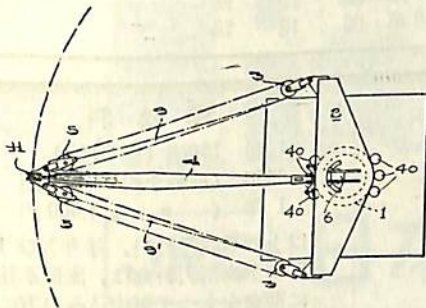
第3図



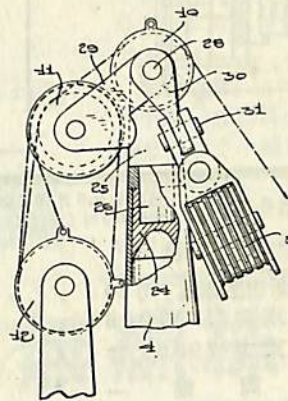
第1図



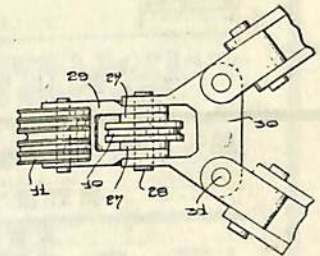
第4図



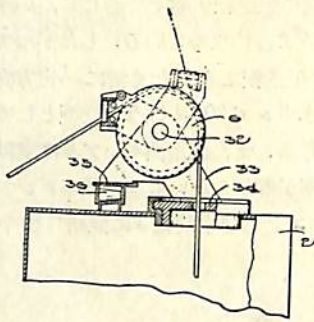
第2図



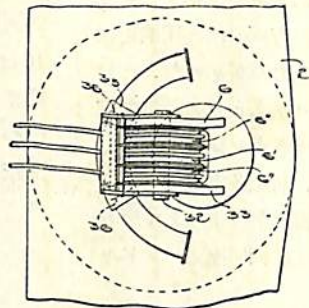
第5図



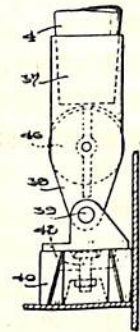
第6図



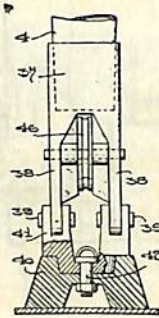
第 7 図



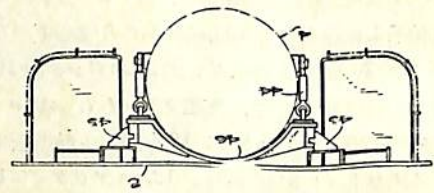
第 8 図



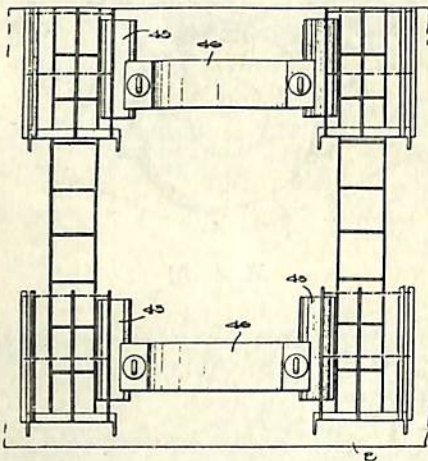
第 9 図



第 10 図



第 12 図



第 11 図

海技入門選書

東京商船大学教授 横田利雄 著

海 事 法 規

A 5 上製 155 頁定価 280 円 (送 30 円)

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

目 次

- 総 説 海事法規の概念
- 第 1 章 船舶法および積量測度法等
- 第 2 章 船舶安全法
- 第 3 章 船 員 法
- 第 4 章 船 舶 職 員 法
- 第 5 章 海 難 審 判 法
- 第 6 章 海 商 法
- 第 7 章 検 疫 法
- 第 8 章 関 税 法

船 舶 第 33 卷 第 6 号

昭和 35 年 6 月 12 日 発行
定価 150 円 (送 12 円)

発行所 天然社

東京都新宿区赤城下町 50

電話 東京 (341) 1908

振替 東京 79562 番

発行人 田 岡 健 一

印刷人 研 修 舎

購 読 料

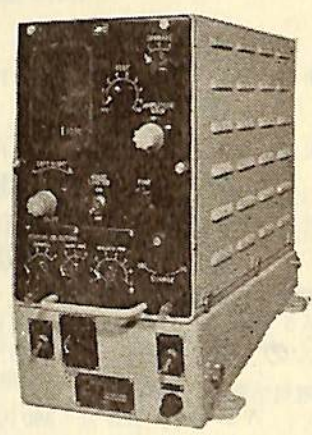
1 冊 150 円 (送 12 円)

半年 (前金予約) 800 円

1 年 (") 1,500 円

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

3つの革命
 小型化
 軽量化
 低消費電力化

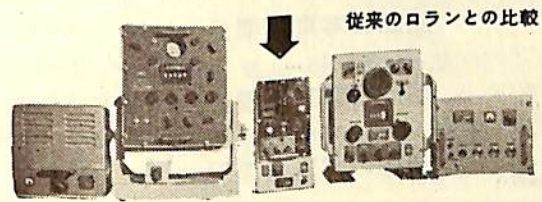


世界最初の

トランジスタ JNA-102 型
ロラン受信機

特長

1. トランジスタ化
トランジスタ、ダイオード使用のため小型
軽量、消費電力極少
2. プラグインユニット方式
プラグインユニット方式の画期的設計、保守点検が便利
3. 測定値の読取簡単
時間差表示がブラウン管と同一視野内の数字ドラムに表れ、測定値の読取簡単
4. 電源内蔵
装備簡単、従来の 300W に比し (40W 以下) の極少消費電力
5. 電源電圧の大巾な変動に対して安定
電源電圧が ±30% 変化しても作動に影響ありません
6. 高性能高安定度長寿命
多年の研究実験と使用実績により立証されております
7. 予備調整不要
在来の外国のものは、使用前全計数回路の作動のチェックを必要としますが、そのような不便は全然ありません
8. 耐蝕軽合金使用
機器の筐体は海水に対して耐蝕性の軽合金を使用しております。空中線同調器は特に防水型になっておりますから船室外装備もできます
9. 装備簡単
空中線同調器は小型軽量 (2.3kg) で 8~30m のどんな空中線にも接続できます
10. 補給便利
総て国産部品を使用しておりますので、補給は迅速且つ容易にできます



JRC 日本無線株式会社

東京都港区芝田村町1の7第3森ビル 電話東京(591)(代)9311(代)9321 ●大阪市北区堂島中1の22 電話大阪(36)4631~6
 福岡市新開町3の53立石ビル 電話西局② 0277 ●札幌市北一条西4の2札商ビル 電話②局 6161~3

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50円)

原子力船

山縣昌夫著 B5 上製 350頁 850円 (送50円)

船型学「推進篇」

山縣昌夫著 B5 上製 図版別冊 700円 (送50円)

船型学「抵抗篇」

造船協会網船工作研究委員会編

A5 220頁 (折込11葉) 450円 (送50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 360円 (送50円)

船の熔接設計要覧

高木淳著 上製 230頁 300円 (送50円)

初等船舶算法

—主機・補機—

米国造船造機学会編 米原令敏訳 各 B5 上製

船用機関工学 (第1分冊) 650円 (送50円)

〃 (第2分冊) 520円 (送50円)

〃 (第3分冊) 700円 (送50円)

〃 (第4分冊) 800円 (送50円)

〃 (第5分冊) 900円 (送50円)

石田千代治・真壁忠吉 A5 上製 340頁 680円 (送50円)

蒸気ボイラ

中谷勝紀著 B5 上製 230頁 500円 (送50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50円)

船用予一ゼル機関

中谷勝紀著 A5 上製 210頁 250円 (送40円)

船用焼玉機関

小野暢三著 A5 上製 160頁 250円 (送40円)

船用聯動汽機

小谷・南・飯田著 A5 上製 320頁 450円 (送50円)

機関士必携

小谷信市著 A5 上製 300頁 350円 (送50円)

船用補機

—船用計器・電気・資材 船用品—

波多野浩著 A5 上製 340頁 700円 (送50円)

航海計器 (才1巻)

茂在寅男著 B6 上製 210頁 280円 (送40円)

解説「レ—ダ—」

—船舶運航関係—

鈴木至著 A5 上製 320頁 650円 (送50円)

航海力学

福永彦又著 A5 上製 240頁 400円 (送50円)

海図の見方

浅井・豊田共著 A5 上製 260頁 450円 (送50円)

天文航法

浅井・上坂共著 A5 上製 300頁 480円 (送50円)

地文航法

鮫島直人著 A5 上製 260頁 450円 (送50円)

船位誤差論

宇田道隆著 A5 上製 310頁 500円 (送50円)

海洋気象学

依田啓二著 A5 上製 340頁 450円 (送50円)

船舶運用法

渡辺加藤一著 A5 上製 200頁 280円 (送40円)

荒天航泊法

小野寺道敏著 A5 上製 350頁 500円 (送50円)

気象と海難

橋本・森共著 A5 上製 190頁 300円 (送40円)

船舶積荷

—船舶一般—

依田啓二著 A5 上製 220頁 380円 (送50円)

新海上衝突予防法概要

上野喜一郎著 A5 上製 630頁 850円 (送50円)

船舶安全法規

屋代 勉著 A5 上製 70頁 100円 (送20円)

日本船舶信号法解説

屋代 勉著 A5 上製 110頁 180円 (送50円)

国際信号法解説

上野喜一郎著 A5 上製 310頁 420円 (送50円)

船の歴史 近代篇・船体

上野喜一郎著 A5 上製 330頁 500円 (送50円)

船の歴史 推進篇

天然社編 B5 上製 230頁 650円 (送50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50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50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50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50円)

船舶の写真と要目 才七集 1959年版

—辞典・便覧—

運輸技術研究所船舶機装部監修

B5 上製 300頁 800円 (送50円)

増補改訂版 船用品便覧

和達・笹井・畠山監修 A5 上製 430頁 1200円 (送50円)

気象辞典

増補改訂版 船 用 品 便 覧

B5判 上製 8ボ 2段組 300頁 定価 800円 (〒50)

法定備品、JIS 制定品をはじめ、重要な船用品を広範囲に網羅して、各部門別に懇切なる解説と技術的データを収録し、あわせて主要なる製品の特徴を個別に掲げる。すべて厳格なる監修による本書は、わが国唯一の船用品の便覧であり、ひろくメーカー、需用者および関連業界の必携の書である。

昭和30年版を徹底的に内容の改訂、増補をほどこして面目を一新した。たとえば、全章書き換えは 第9章、第12章、第13章、第15章、新設の章は 第14章、増補は 第1章、第2章、第3章、第4章、第5章、改訂は 全章に亘り、更に新たな業務資料60頁を加えて、総頁300頁に及ぶ完璧なものとした。

内 容

1. 総 説 1 船用品の定義、2 船用品関係法規、3 船用品の検査試験、4 船用品 JIS と船用品試験規程、5 船用品の変遷、〔増補〕船用品検査試験規則、〔増補〕船用品型式承認規則
2. 救命器具 1 種類、2 浮力材料、3 救命艇、4 救命艇用備品、5 救命筏、救命浮器、簡易浮器、6 膨脹型救命筏、7 救命浮環、救命胴衣、8 救命焰、9 救命索発射器、10 救命艇の日本工業規格 (JIS) 抜萃、11 救命器具の実例
3. 消防設備および器具 1 概説、2 消火器、3 消火設備、4 火災警報装置、5 消防属具、6 防熱材、耐火剤、7 漁船の消防設備、8 消防器具の実例
4. 船燈および信号燈 1 概説、2 海上衝突予防法、3 船燈の設備、4 船燈の性能及び構造、5 燈窓ガラスおよび着色挿入ガラス、6 燈筒 (ホヤ) および燈芯 7 船燈用電球、8 隔板、9 船燈台 (檣燈台および船尾燈台)、10 航海燈標示盤、11 モールス信号燈、12 晝間信号燈、13 探照燈、14 救命艇用探照燈、15 スエズ運河用探照燈、16 船燈用電球の日本工業規格 (JIS) 17 船燈、信号燈の実例
5. 信号器具 1 概説 2 信号器に対する設備要求、3 遭難信号の種類、4 号鐘およびどら、5 気笛および気角、6 霧中号角 (フォグホーン)、7 国際信号旗、8 黒球、黒色円錐形象物およびその他の形象物、9 信号青焰及び信号紅焰、10 榴弾及び火箭、11 落下傘付信号、12 発焰浮信号、13 日光信号鏡、14 モールス信号電氣燈、15 常用危険物の包装と積載方法、16 信号器具の実例
6. 艙口覆布、艙口蓋板、艙口覆蓋 1 概説、2 艙口覆布、3 艙口蓋板 (ハッチポート)、4 艙口用金具、5 鋼製艙口覆蓋
7. 舷 窓 類 1 舷窓、2 角窓、3 旋回窓、4 防風窓
8. 錨、鎖、索 1 錨、2 鎖、3 索
9. 機装金物 1 索具類に関する機装金物、2 繫留設備に関する機装金物、3 荷役設備に関する機装金物、4 居住設備に関する機装金物
10. 船用塗料 1 一般塗料、2 船底塗料、3 特殊塗料、4 色の表示方法
11. 船用計器 1 総説、2 羅針儀、3 自動操舵装置、4 測程儀、5 測深儀、6 六分儀、7 時辰儀、8 船用時計 (航海時計)、9 双眼鏡、10 風向風速計、11 気圧計、12 湿度計、13 舵角指示器、14 プロペラ軸回転計、15 その他の機関用計器
12. 通信機器 1 船内通信及び信号設備、2 船内電話、3 無電池式電話、4 船内放送設備、5 船用テレグラフ、6 船舶と電波、7 無線電信 (電話) 装置、8 救命艇用無線電信装置、9 無線方位測定機、10 レーダー、11 ロラン受信機
13. 照明配線器具類 1 総説、2 耐震電球、3 電球用ソケット、4 燈具、5 蛍光燈とその燈具、6 防塵燈、7 ベル、ブザー、8 船用電線貫通金物、9 端子板及び電路接続箱、10 プラグ・レセプタル及びスイッチ、11 区電箱、分電箱及び船外給電箱、12 船用電線、電纜 13 船用蓄電池
14. 甲板補機 1 揚貨装置、2 揚錨装置
15. 附 表 1 一般船舶 (漁船以外) の属具表、2 漁船の属具表、3 運輸省型式承認船用品一覽表、4 船舶部門 JIS 規格目録、5 関係官庁名簿 (船舶、船用品検査試験及び型式承認、JIS 等)、6 船級協会名簿、7 船用品関係団体名簿、8 関連業界名簿
16. 業務資料

東京都新宿区赤城下町50

発 行 所 天 然 社

電話 東京 (341) 1908番 振替 東京 79562番

天然社・海技入門選書

船の保存整備	東京商船大助教授	鞠谷宏士	A5	130頁	¥220
船舶の構造及び設備属具	東京商船大助教授	鞠谷宏士	"	160頁	¥300
沿岸航法	東京商船大助教授	上坂太郎	"	160頁	¥280
推測および天文航法	東京商船大教授	豊田清治	"	160頁	¥280
航海法規	東京商船大学教授	横田利雄	"	140頁	¥230
海事法規	東京商船大学教授	横田利雄	"	160頁	¥280
海上運送と貨物の船積説 (前篇)海上運送概説	東京商船大学教授	田中岩吉	"	140頁	¥260
海上運送と貨物の船積説 (後篇)貨物の船積	東京商船大学教授	田中岩吉	"	170頁	¥290
船用プロペラ	東京商船大助教授	野原威男	"	104頁	¥180
船舶運航要務	東京商船大助教授	中島保司	"	170頁	¥300
航海計器学入門	東京商船大助教授	庄司和民	"	160頁	¥280
操船と応急	東京商船大学教授	米田謹次郎	"	130頁	¥230
船用内燃機関(上巻)	前東京高等商船教授	小方愛朔	"	170頁	¥300
船用内燃機関(下巻)	"	小方愛朔	"	190頁	¥320
蒸気機関	東京商船大学教授	清宮貞	"	90頁	¥180
船用電気の基礎	東京商船大助教授	伊丹潔	"	180頁	¥320
燃料・潤滑	東京商船大助教授	宮島時三	"	200頁	¥350
電波航法入門	東京商船大学教授	鮫島直人	"	200頁	¥360

以下続刊

海洋氣象	東京商船大学教授	浅井栄資	A5	未定	
船の強度と安定性	東京商船大助教授	野原威男	"	"	
指圧図	運輸省海管 接続試験官	西田寛	"	"	
船用材料	東京商船大学教授	賀田秀夫	"	"	
ボイラ用水	東京商船大学教授	賀田秀夫	"	"	
機械の運動と力学	東京商船大助教授	小山正一	"	"	
機械工作・材料力学	東京商船大助教授 " "	小山正一 真田茂	"	"	
船用汽罐	東京商船大学教授	真壁忠吉	"	"	
船用補機	東京商船大助教授	小川武	"	"	



古き在史と
新しい技術を誇る

三ツ目印 清 罐 剤

登 録 実用新案 **罐水試験器**

一般用・高圧用・特殊用・各種

最新の技術、35年の経験による
特許三ツ目印清罐剤で汽罐の保護と
燃料節約を計って下さい。
罐水処理は何んでも御相談下さい。

営 業 品 目

三ツ目印清罐剤 三ツ目印罐水試験器
罐水試験試薬各種 燐酸根試験器
BR式PH測定器 試験器用硝子部品
PTCタンク防蝕剤

内外化学製品株式会社

本 社 東京都品川区大井寺下町1421
電話 大森 (76) 2464 ~ 6
大阪出張所 大阪市西区本町1の3 電(53)9250



製 鉄 ・ 造 船



日本鋼管

船舶用計測器は

トキコ

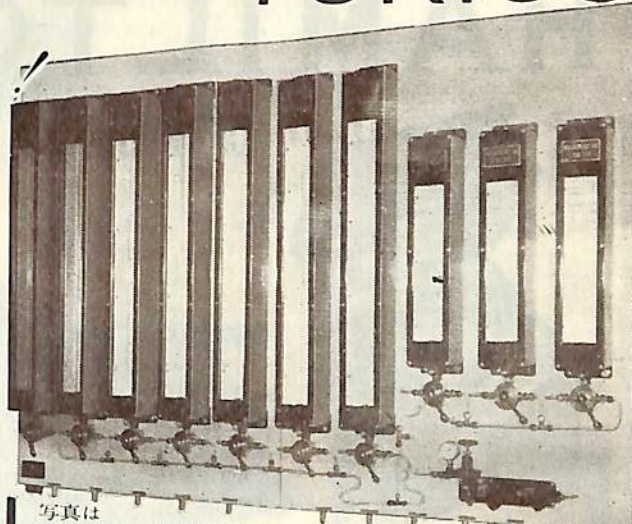
タンクゲージ
ドラフトゲージ
船舶用圧力計
ルーツ流量計



東京機器工業株式会社

本社工場 川崎市中島1の2 電話川崎(2)代表3591番
東京営業所 東京都千代田区神田鎌倉町2の3 電話東京(23)大代表8111番
(日立鎌倉橋別館)
大阪営業所 大阪市北区梅ヶ枝町164 電話 大阪(36)大代表1241番
(宇治電ビル)
出張所名 古 屋 ・ 福 岡

TOKICO



写真は
タンクゲージ及びパネル
タンクゲージはタンク内の水、油の深さ又は容量を、
空気圧を利用して簡単かつ正確に遠隔測定できますの
で各業界から御好評を得ております。

船舶関係使用例

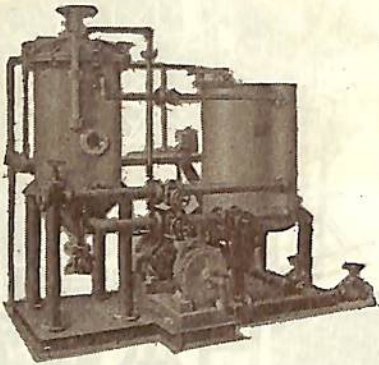
水、燃料油、潤滑油等の各種タンク、油槽船の原油タンク、船のバランスをとるため海水を注水する船底、船腹のバランスタンク等

特許

ウルトラ フィルター

1/2の濾過面積で
2倍の濾過量

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



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



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

ミウラ化学装置株式会社

東京都目黒区下目黒3の541 電話 目黒 (712) 2265
 大阪市住吉区帝塚山東二丁目13 電話 住吉 (67) 0251・0252
 弊社直接或いは……代理店を通じて御照会下さい。
 代理店 三菱商事・第一物産・日協産業・大戸商会

HAMILTON

CHRONOMETER WATCHES



2 日 巻
2 1 石
特殊エリンパヒゲゼンマイ付
高級仕上げムーヴメント



ハミルトン マリナーウォッチ

総代理店

株式会社 大澤 商會

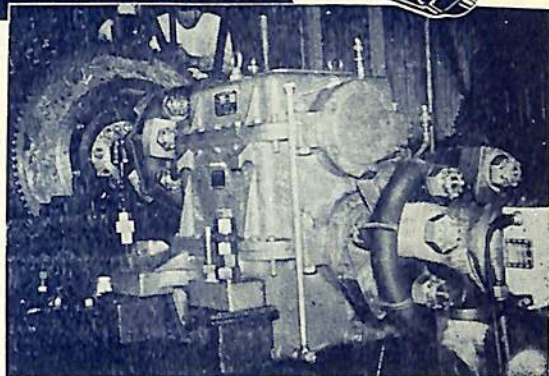
輸入部 東京都中央区銀座西3-1並木ビル3階 TEL. (561) 7981-5

住友の防振ゴム CG型ゴムカップリング



第一港湾局の向黒部丸（65 吨 タグボート）
主機 軸継手に住友の CG 型ゴムカップリングが採用
されました。

既に CG カップリングは鉄道車輛、自動車、産業機械
を初め多数採用され好評を得ておりますが、船舶主機の
継手としての採用は本邦で最初のものであり、伏木港に
於て曳き船として運航中であり、船体の振動は少なく従
って乗員の居住性についても良好であります。之等から
CG カップリングは船用エンジンのねじれ振動の防止と
云う問題について今後大きな意義を持つものであると思
われます。

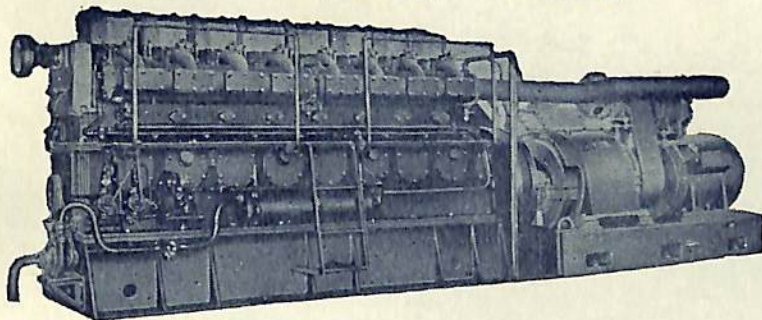


住友電気工業株式会社

本 社 大阪市此花区恩貴島南之町 60 電話大阪 (46) 1031 (大代表)
支 社 東京都港区芝罘平町 1 電話東京 (501) 3421 (代表) 3461 (代表)

船舶補機.....

発電・動力・ポンプ用に



補機用 9 ~ 1000 馬力
主機用 5 ~ 90 馬力

クボタ

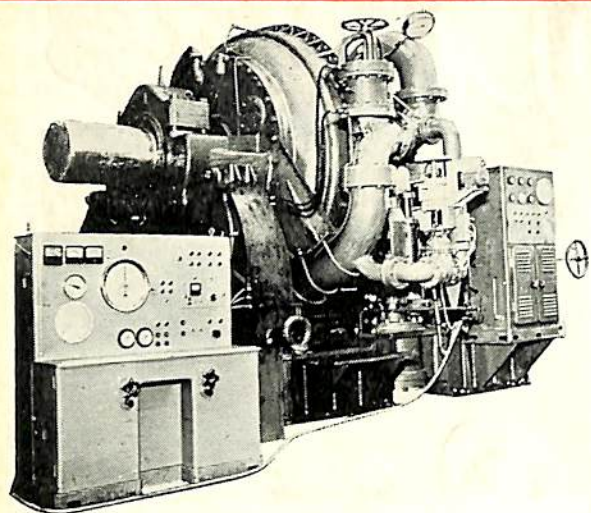
ディーゼル



久保田鉄工株式会社

大阪市浪速区船出町 2 丁目 東京・福岡・札幌・名古屋・室蘭

Water-Brake Dynamometer



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

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



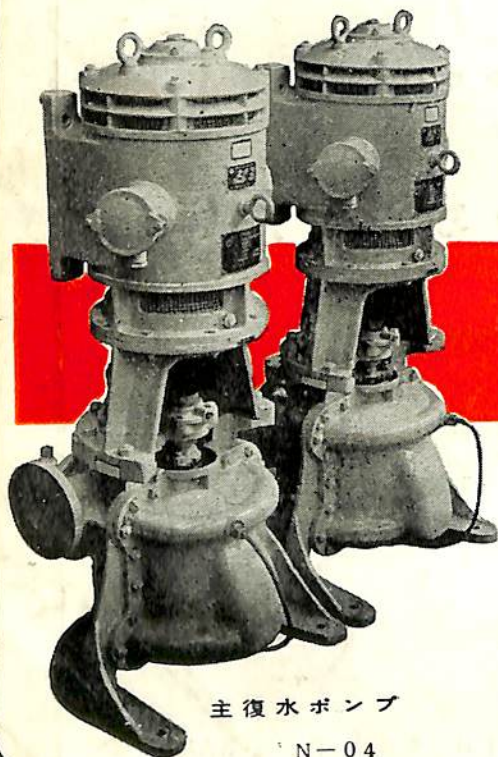
株式会社 東京衡機製造所

東京都品川区北品川4-516 TEL (441) 1141 (代)
大阪出張所 大阪市南区八幡町6 TEL (75) 6139, 6140, 8150, 8160

船舶 才三十三卷 才六号

昭和五年三月二日 第三種郵便物認可
昭和十五年六月十二日 発行(毎月一回)

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 新島市東堀通 舍四



主復水ポンプ

N-04

船内の給水、給油を
円滑に推進する!

日立船用ポンプ

主復水ポンプ・ビルチ兼バラストポンプ
潤滑油ポンプ・主給水ポンプ
主循環ポンプ・ハイドロフアー装置及給水ポンプ



創業50周年 日立製作所
資本金300億

本号 定価 一五〇円 発行所 天

東京都新宿区赤城下町五〇番地
然社
振替・東京七九五二番
電話東京〇一九〇八番

保存委番号:

052093

IBM 5541