

水増し

船舶

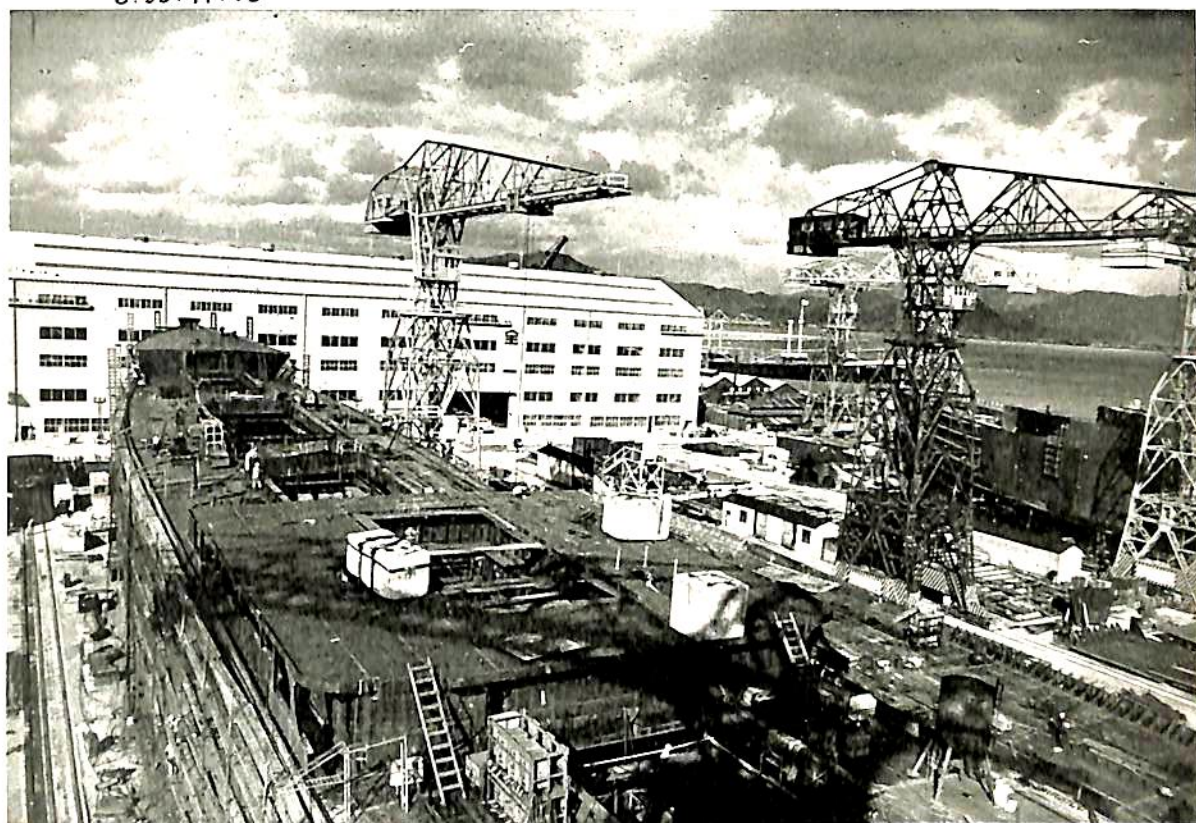


VOL. 31



S. 33. 11. 13

昭和三十三年十一月七日 発行
昭和三十三年十一月十二日 印刷
第四〇六号



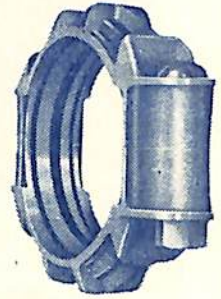
船台設備及熔接工場の大拡張を完成した当社広島造船所



三菱造船株式会社

天 然 社

ヴィクトリックジョイント



可撓性 不漏性 伸縮性

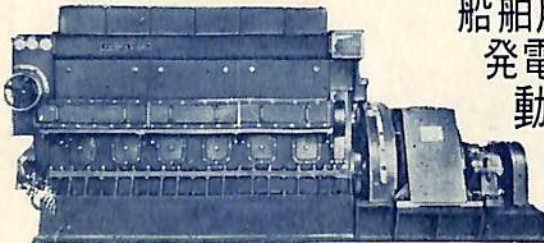
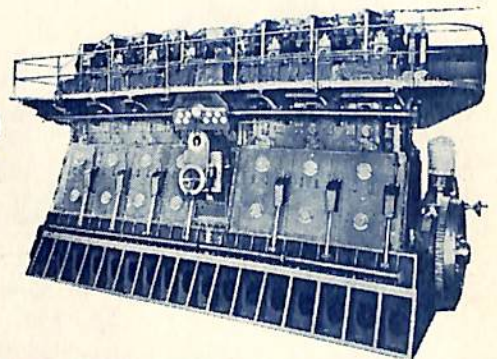
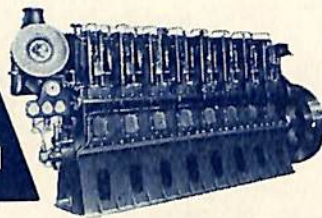
1. いかなるパイプにも簡単に取付けられるヴィクトリックジョイント
2. 労力と時間を節約し能率を増加するヴィクトリックジョイント



日本ヴィクトリック株式会社

本社 東京都千代田区丸の内1丁目6番地1
 東京海上ビルヂング新館内 TEL.(28) 8974-5
 大阪工場 大阪市城東区新喜多町1丁目107番地
 TEL.(33) 2025・0491

ハンシン ディーゼル

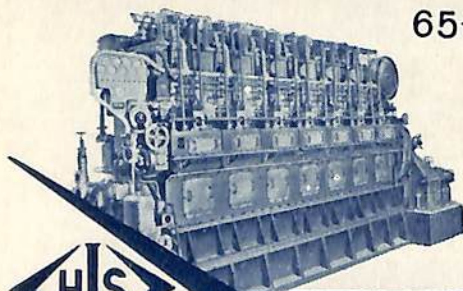


船舶用
発電用
動力用

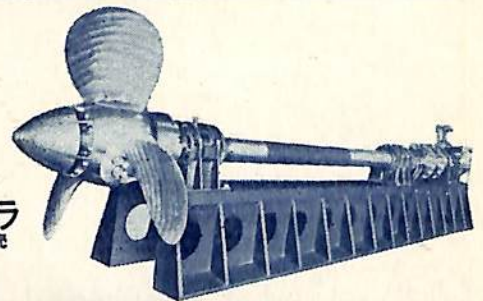
阪神内燃機工業株式会社

本社・工場: 神戸市長田区一番町三丁目 TEL: 湊川(5) 1531-6
 東京支店: 東京都千代田区丸の内九ビル TEL: 和田倉(20) 3640-1
 下関出張所: 下関市豊前町第一ビル TEL: 下関 768

65~3500HP



阪神三菱横浜
可変ピッチプロペラ
製造・販売

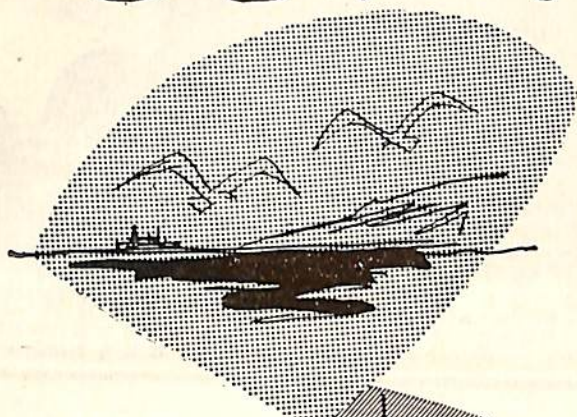




快適な船旅にソフトな床材

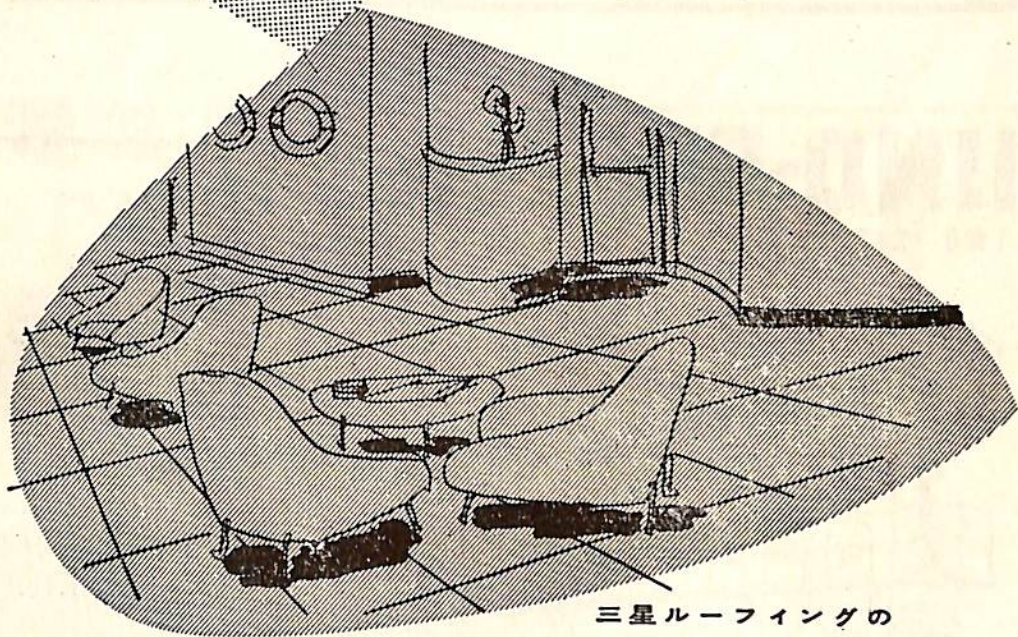
高級弾性床タイル

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。



三星ルーフィングの

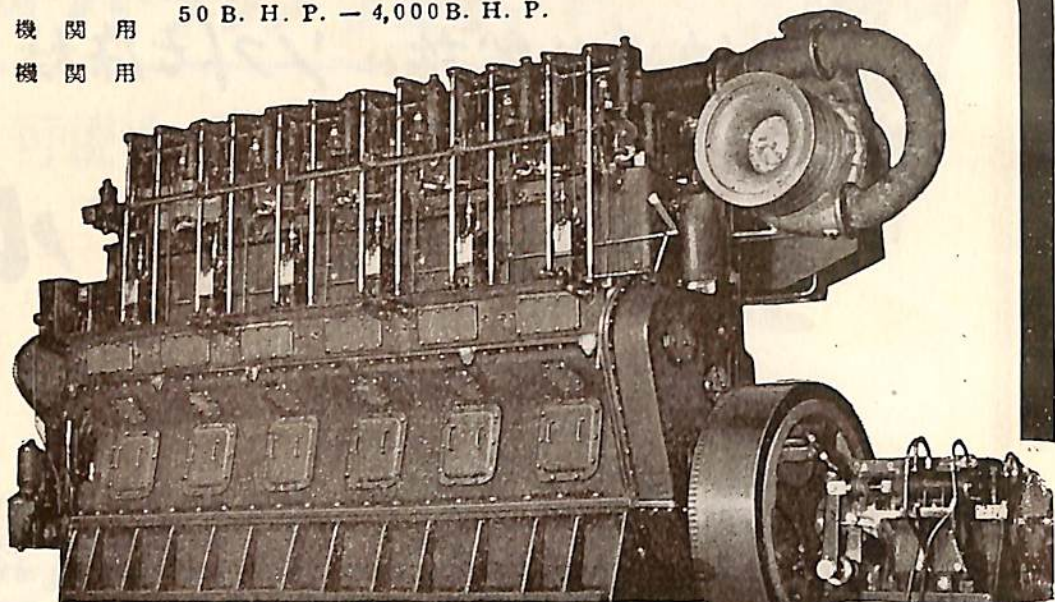
田島応用化工株式会社

東京・東京都足立区小台町633 TEL 王子(91)代1181
大阪・大阪市西区京町堀上通1-14 TEL 土佐堀(44)代809

AKASAKA DIESEL

50 B. H. P. - 4,000 B. H. P.

船舶主機関用
船舶補機関用



創業
60年



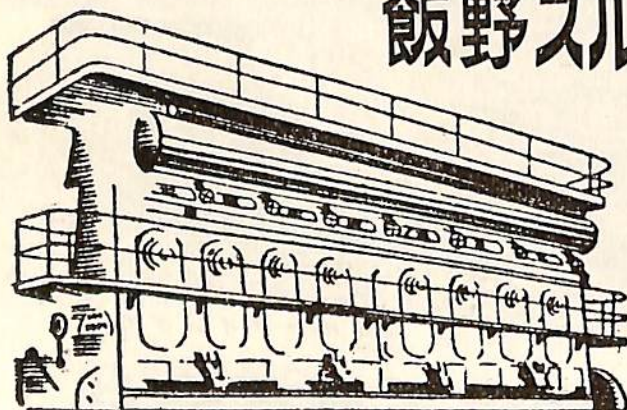
株式会社 赤阪鉄工所

本社 大阪 工
北海道出張所
東北出張所
東京 札幌 焼
京 札幌 焼
都 札幌 焼
中 札幌 焼
央 札幌 焼
区 札幌 焼
北 札幌 焼
区 札幌 焼
多 札幌 焼
条 札幌 焼
区 札幌 焼
港 札幌 焼
銀 札幌 焼
西 札幌 焼
浜 札幌 焼
座 札幌 焼
六 札幌 焼
丁 札幌 焼
目 札幌 焼
1-3
3-8
電話 (56) 4902, 4903
札幌 (3) 4507
電話 (23) 4790
電話 2121-5

IINO-SULZER

TWO-STROKE MARINE DIESEL ENGINES

飯野スルザー 船用
ディーゼルエンジン



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

小型として

TD, TAD, MD, MDP 型各種
1,200 ~ 6,000 B.H.P.

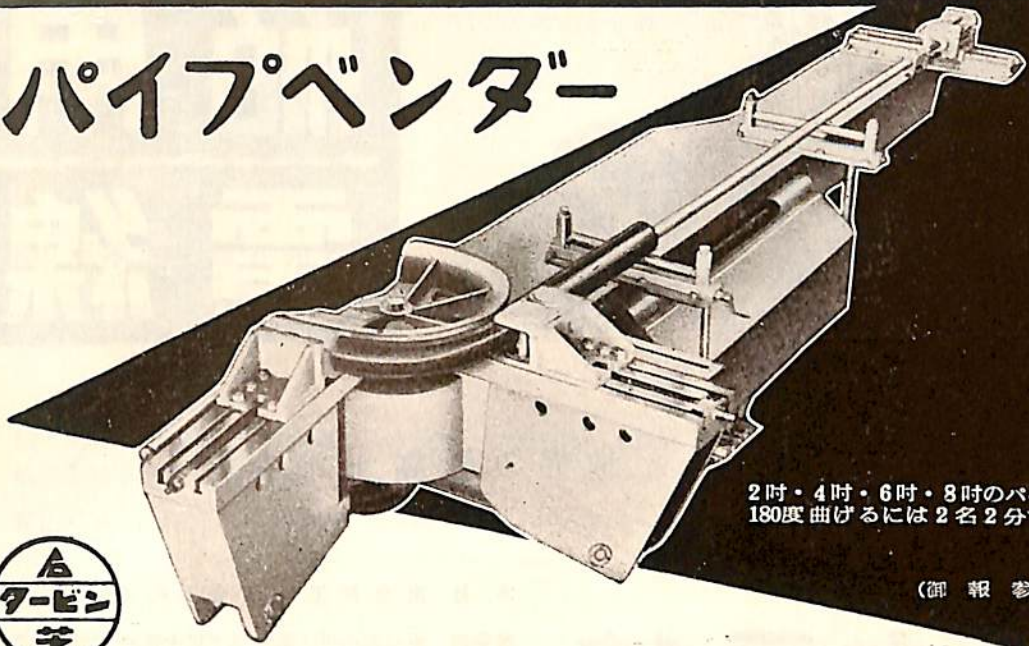
納期最短

飯野重工業株式会社

東京都千代田区丸の内3-6 TEL 270 43,1-9,1431-9
大阪事務所 大阪市南区三津寺町20 三信ビル TEL (75) 9524,9525

製造工場 京都府 舞鶴造船所

パイプベンダー



2吋・4吋・6吋・8吋のパイプを
180度曲げるには2名2分で充分

(御 報 参 上)

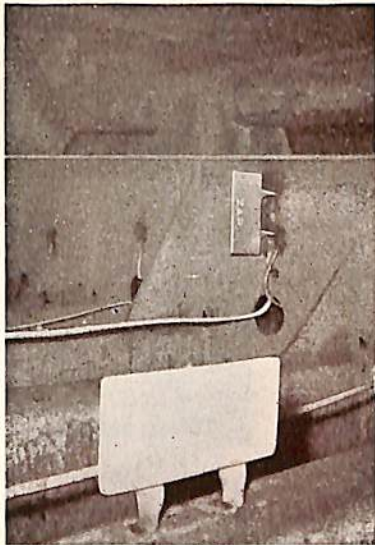


石川島芝浦タービン株式会社

本 社 東京都中央区宝町1-1 電話 京橋(56)8736~9
鶴見工場 横浜市鶴見区末広町2-4 電話 鶴見 5131~5

電気防蝕

CATHODIC PROTECTION



バラスタタンク内面に取付け
たZAP (防蝕用亜鉛陽極)

船舶の防蝕

外板, バラスタタンク
推進器, シリンダージャケット
オイルタンク, 艦装中の船体

港湾施設の防蝕

ドックゲート, 各種浮標
鋼矢板岸壁, 港湾施設各種

営業品目

ZAP—A (亜鉛アルミ合金陽極)

—B (マグネシウム陽極)

外部電源法

防蝕塗料, ラスタイト, ライジン

防蝕用材料販売および設計施工

中川防蝕工業株式会社

東京都千代田区丸の内 (丸ビル650区)

電話 和田倉 (20) 0759. 2842. 4438



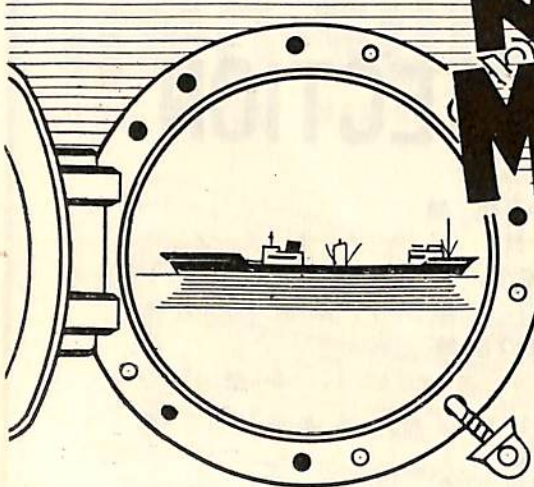
船用電線



世界の最高水準を行く

日本電線

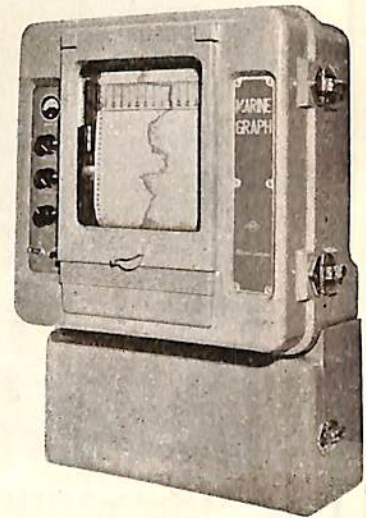
本社 東京都墨田区寺島町二丁目八番地
 営業部 東京都中央区築地三丁目十番地 (懇和会館内)
 営業所 大阪・名古屋・福岡・仙台
 工場 東京・川崎



NEC Marine Graph

(音響測深機)

営業品目
 各種音響測深機
 各種魚群探知機
 風向風速計
 船用無線電信電話
 方向探知機
 其他船用電氣機器



海上電機株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町1-19
 電話東京29局2611(代表)~3,8181~3
 営業所 小樽,根室,塩釜,八戸,東京,新潟,清水,
 神戸,宇和島,境港,下関,福岡,長崎,鹿児島

船舶

第 31 卷 第 11 号

昭和 33 年 11 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

船用主機関における電気推進方式の役割についての一考察 (1)..... 柴田 福 夫...(1101)

戦後の船用機関事故の変遷について 日本海事協会・技術部機関課...(1111)

霧化理論と試作バーナーについて 馬 杉 尚 次...(1118)

"DM" 型レイジスト装置について (1)..... 三村守英・植松美郎...(1127)

船体における挫屈の問題について 藤 田 譲...(1137)

舵の性能について——その 1 (2) 岡田 正次郎...(1142)

欧米馳けある記 緒 明 亮 乍...(1151)

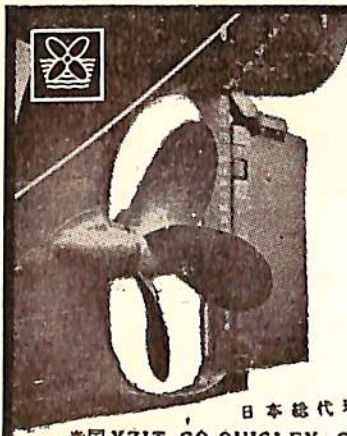
〔水槽試験資料 94〕 中型貨物船の模型試験 船舶編集室...(1157)

鋼船建造状況月報 (昭和33年 9 月) 船舶局造船課...(1160)

〔特許解説〕・ユニバーサルショック・扉パッキング緩衝装置・荷役兼用揚艇装置を具えた
多数の搭載艇を有する船舶・油圧式動舵機構におけるピストンロッドと舵肘
との直結装置 飯 沼 義 彦...(1162)

写 真 進 水——☆久 榮 丸 ☆千 榮 丸 ☆日 悠 丸 ☆長 浦 丸 ☆帝 光 丸
 ☆剛 邦 丸 ☆WABASHA

竣 工——☆神 昌 丸 ☆も ん た な 丸 ☆山 君 丸 ☆寿 山 丸 ☆島 根 丸
 ☆ SANTIAGO ☆ MARY LOU ☆ EPIC



**SCIMITAR
NICKELIUM
PROPELLERS**

英国 MANGANES BRONZE & BRASS CO. LTD
日本総代理店

ニカリウムは船のプロペラー用合金の改良品で、腐蝕、侵蝕に強く、その優れた機械的性質、腐蝕疲労に対する抵抗、密度の小さなことはブレードが薄くなり高効率で、慣性モーメントを小さくする利点あり

最高水準を行く船舶用熱管理資材

ブリックシール*バンゴ・モルタル*サービロン*バスコート S
インシュラグ*バネラグ*エキジット助燃剤*コードボンド
バード・アーチャー・ボイラー・ウォーター・トリートメント
ジャロコ・レモート・コントロール油槽 船身遠隔開閉装置

DIMETCOTE NO. 3 (米国 AMERCOAT CORP. 日本総代理店)

ダイヤモンドコート 3は100%の無機性亜鉛塗料で、施工はなんの危険もなく、1回塗をキュアリング液で焼き付け、どんな鋼鉄表面にも化学的、物理的に結合して、丁度現場で厚い亜鉛鍍金をしたと同じ金属表面を作って、各種タンクの永久的保護をする新しいライニングです。

日本総代理店

米国 XZIT CO. QUIGLEY CO. BIRD-ARCHER CO. CORDOBOND CO. JAROCO ENGINEERING CO.

横浜市中区尾上町 5 80
神奈川県中小企業会館39号室

井上商會

電話 (8) 4022, 4023
5141 (交換)

新時代の先端を行く

純国産合成繊維

倉敷ビニロン

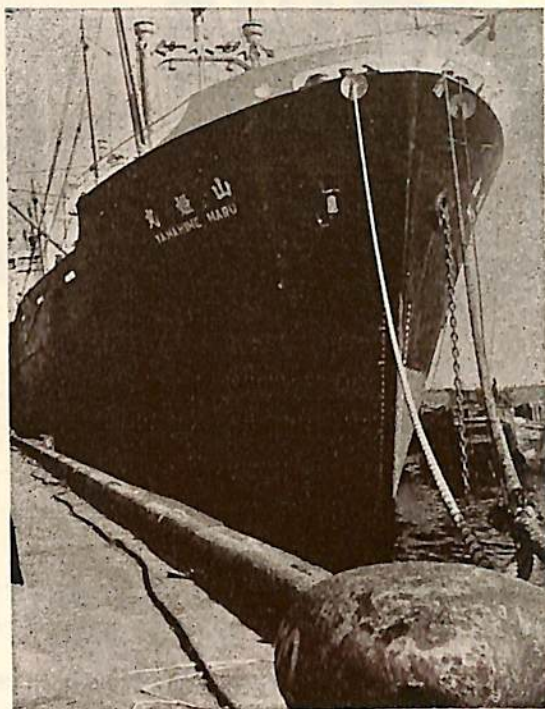
クレモナ

ロープ

運輸省・NK認定

クレモナ・ロープ1号

クレモナ・ロープ5号



ハッチカバー

倉敷ビニロンクレモナ帆布

運輸省型式承認番号

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



特長

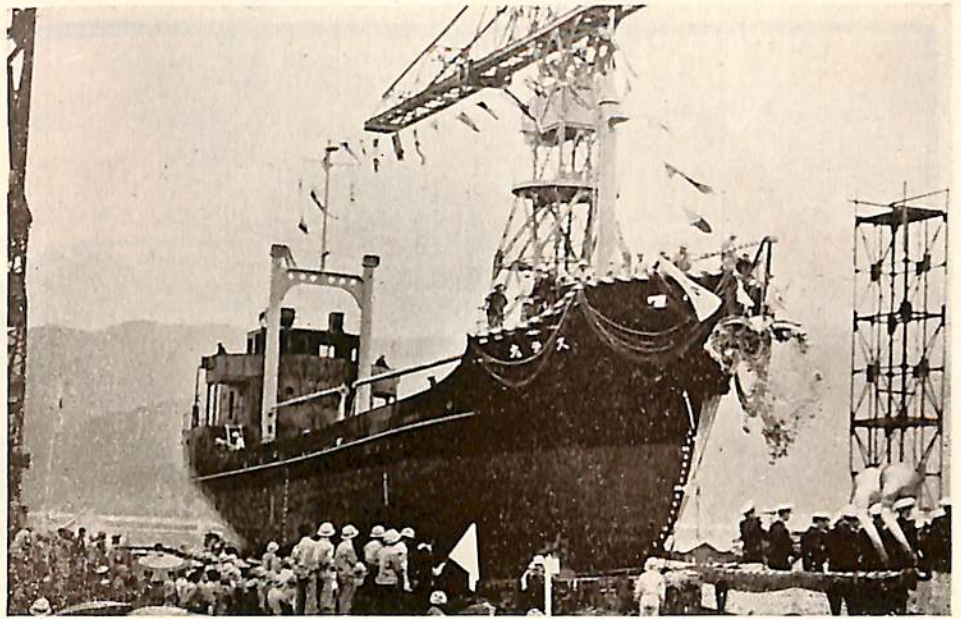
1. 破断強力、摩耗強力が極めて強い。
2. 海水、油、バクテリア等に侵されず、強力が持続する。
3. 軽くて運搬に便利。乾きが早く、水排けがよい。
4. 耐酸、耐アルカリ性が強く、腐らない。
5. 紫外線に強く耐候性がよい。

倉敷レイヨン株式会社

本社 大阪市北区梅田二番地

東京事務所 東京都中央区日本橋室町二丁目四番地

久 栄 丸



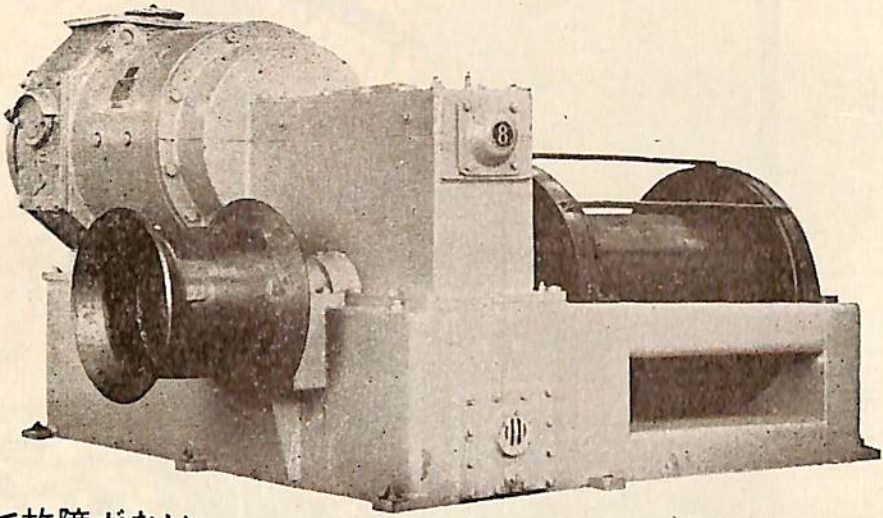
千 栄 丸

船 主 渋沢倉庫株式会社

造 船 所 株式会社・播磨造船所

全 長	44.03 m
長 (垂)	41.00 m
幅 (型)	8.20 m
深 (型)	3.75 m
吃 水	3.36 m
総 噸 数	360 噸
載 貨 重 量	570 噸
速 力	9 ノット
主 機	ハリマズルツアーディーゼル 「5 TD 24 型」 1 基
出 力	375 BHP
起 工	33-9-13
進 水	33-10-15
竣 工	33-11-中旬予定





堅牢で故障がない
保守が簡単である
消費電力が少ない

富士電機製造株式会社
東京都千代田区丸の内2の6



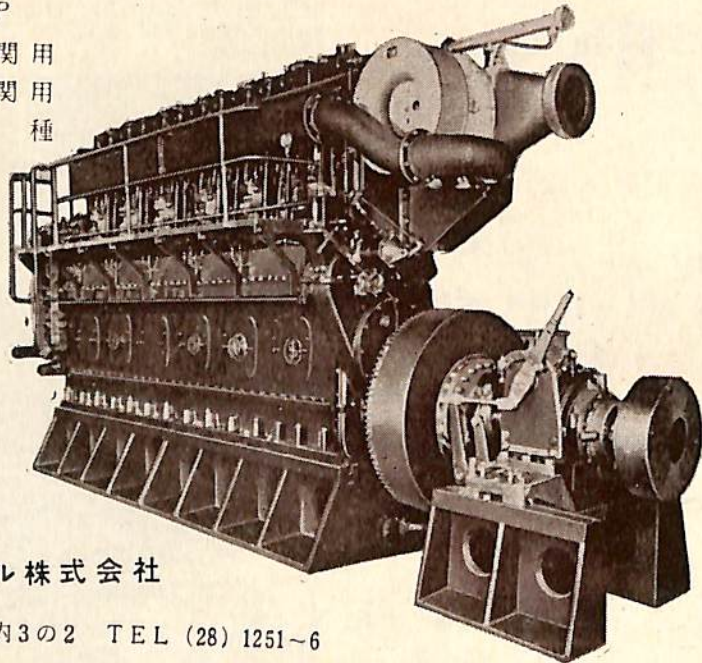
富士

交流揚貨機

ディーゼル機関

50HP~2500HP

船舶	主機関用
	補機関用
陸用	各種



富士ディーゼル株式会社

東京都千代田区丸の内3の2 TEL (28) 1251~6

日 悠 丸

船 主 日正汽船株式会社

造船所 石川島重工業株式会社

全長 180.30 m 長(垂) 170.00 m
 幅(型) 22.40 m 深(型) 12.75 m
 吃水 9.70 m 総噸数 約 14,200 噸
 載貨重量 約 22,000 噸 速力 14.75 ノット
 主機 横浜 MANディーゼル
 機関 1 基 出力 9,300 BHP
 船級 NK 進水 33-10-4
 竣工 34-1 未予定

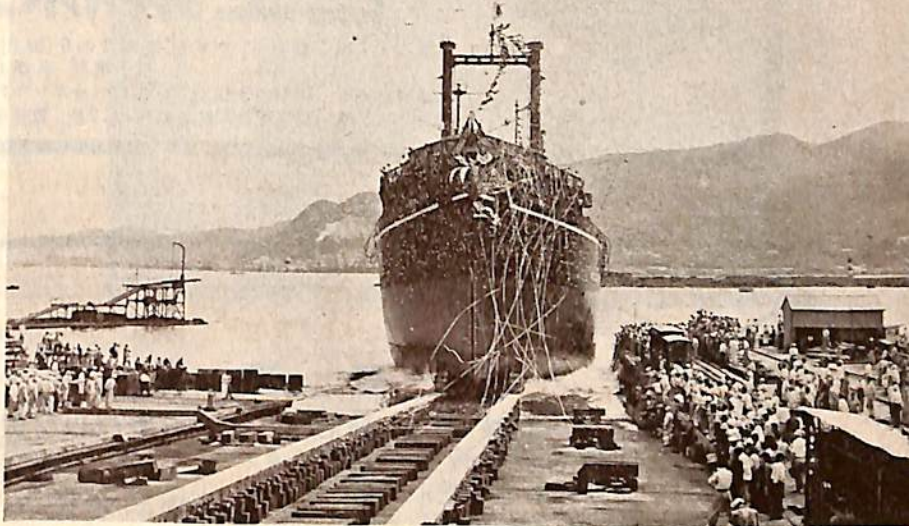


長 浦 丸

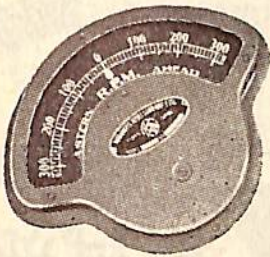
船 主 三菱海運株式会社

造船所 三菱造船・下関造船所

長(垂) 110.00 m 幅(型) 16.60 m
 深(型) 9.30 m 吃水 7.50 m
 総噸数 約 4,950 噸 載貨重量 約 7,500 噸
 速力 12 ノット
 主機 三菱重工業製ディーゼル機関 1 基
 出力 3,000 BHP 起工 33 4-10
 進水 33-9-30



船舶用の計器は 信頼性ある倉本計器で!!



主機、補機用
電気回転計

回 轉 計 類

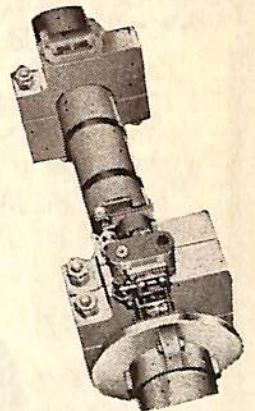
- ◇遠心力式回転計
- ◇電気式回転計
- ◇振動式回転計
- ◇マグネット回転計
- ◇時計式回転計
- ◇超高速電子式回転計
- ◇ストロボスコープ
- ◇特殊回転計

積 算 計 類

- ◇回転動
- ◇往復動
- ◇隔測電気式

トーション メーター類

- ◇記録式光学振計
- ◇直読式光学振計
- ◇携帯用トーショングラフ
- ◇携帯振動計



創業32年



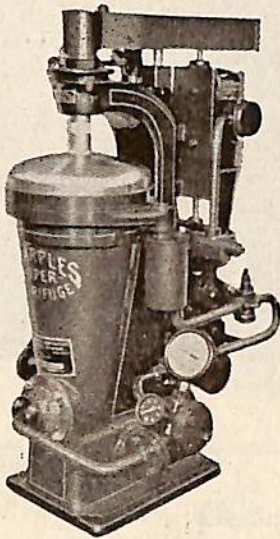
株式 倉本計器精工所
会 社

研野式光学振計

本 社 東京都大田区原町6 電話蒲田 (73) 2093・2623・1640
 柏工場 千葉県柏市柏 電話柏2番

バンカーオイルを常用するディーゼル船に.....

新型 シャープレス油清浄機



処理能力 (L/H)

機械 型式 油種	タービン及 ディーゼル 潤滑油	ディーゼル 油	バンカー「C」重油	
			Light Fuel oil	Heavy Fuel oil
No. 16-V	2000~2500	2500~3000	2000~2500	1500~2000

米国シャープレス・コーポレーション日本総代理店

セントリフューガス・リミテッド日本総代理店

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 京橋(56) 8681(代表) 8682-5

神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル内) 電話三宮(3) 0288-9

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

ABC

営業品目

- ◇東京機械株式会社製品 中村式浦賀操舵テレモーター
浦賀電動油圧舵取装置(型各種)
- ◇岡野バルブ製造株式会社製品 船用一高温、高圧バルブ
- ◇株式会社小野鉄工所製品 全密閉型汽動揚貨機
揚錨機、揚貨機、繫船機、
サインカーブ歯車唧筒各種
- ◇北辰電機株式会社製品 C-プレート轉輪羅針儀
單、複式オートパイロット
汽動、電動船用唧筒各種
- ◇東方電機株式会社製品 コースレコーダー及ログ
船用氣象模寫受信裝置
- ◇株式会社御法川工場製品 船用自動石炭燃燒機
船用重油噴燃裝置
- ◇日本ヴィクトリック株式会社製品 ヴィクトリックジョイント各種

洋野物産株式会社 機械部

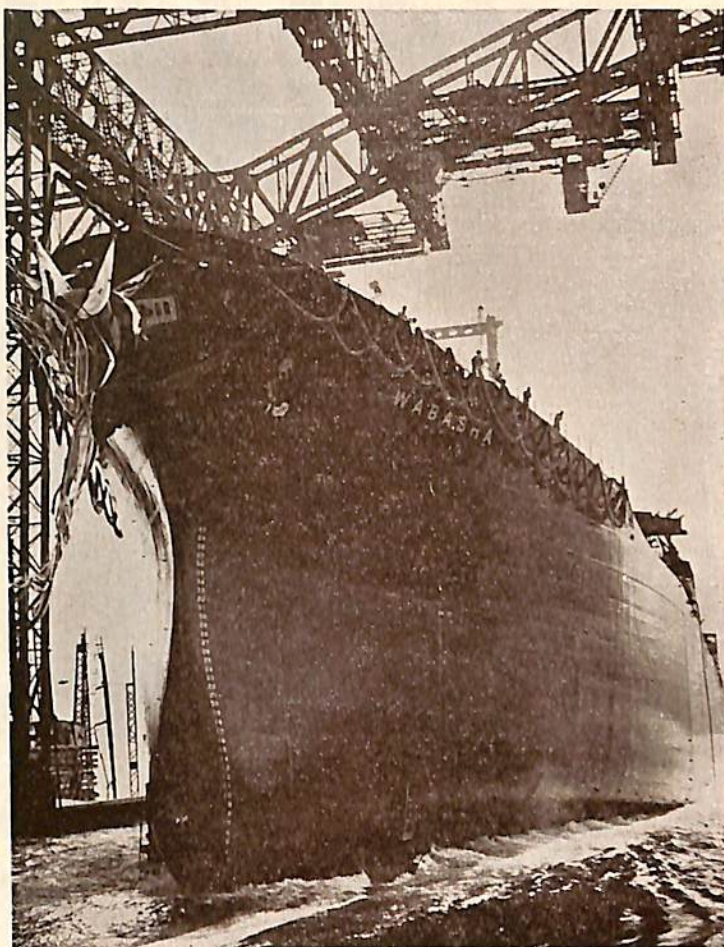
東京都丸の内一丁目六番地の一 東京海上ビル新館8階
電話 東京28局(代表) 4521, 4531, 4541(直通) 9103-5
大阪・名古屋・門司・仙台・札幌・横浜・神戸・高松・広島・熊本・長崎・釧路

WABASHA

船主 COMPANIA DE NAVGACION ACLA, S.A.

造船所 三菱造船 長崎造船所

長	(垂)	675 呎
幅	(型)	97 呎
深	(型)	48呎3吋
吃	水	36 呎
総	噸数	26,000 噸
載	貨重量	41,500 噸
速	力	17ノット
主	機	三菱エッシャウィス型タービン 1基
出	力	17,600 SHP
船	級	A B
起	工	33-4-15
進	水	33-9-30
竣	工	34-1 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



炭酸ガス測定器 (201型)
(果物品質保持用)

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

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 (90) 1136 (代表) - 9

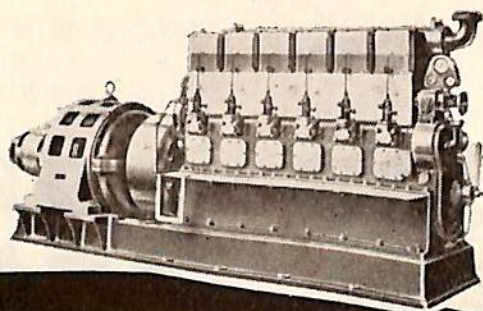
船舶補機に



船舶補機用
一般動力用 2.5~600馬力

本邦唯一のディーゼル専門メーカー
 ヤンマーディーゼルでは、小
 は 2.5馬力から大は 600馬力に至
 る60余機種のディーゼルエンジ
 ンを製作しております

6MSL-T
270~300馬力



6MSL
×150K·V·A



日本工業規格合格品

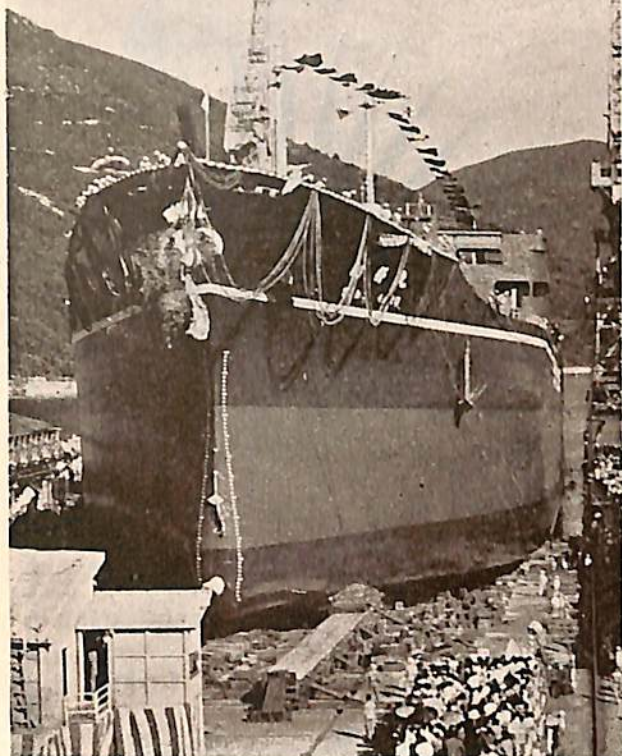
ヤンマーディーゼル



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

ヤンマー製品専売 日本船舶機器株式会社

本社 大阪市東区南本町 4 丁目 営業所 東京・福岡



剛 邦 丸

船 主 飯野海運株式会社
造 船 所 株式会社 播磨造船所

全長 223.772 m 長(垂) 213.000 m 幅(型) 30.500 m
深(型) 15.200 m 吃水 11.200 m 総噸数 約 28,200噸
載貨重量 約 46,736 噸 速力 17.00 ノット 主機
二段減速装置付ギヤードタービン 1基 出力 17,600
SHP 船級 AB 起工 33-3-19 進水 33-9-19
竣工 33-11 予定

帝 光 丸

船 主 三光汽船株式会社
造 船 所 株式会社・播磨造船所

全長 136.55 m 長(垂) 128.00 m 幅(型) 18.00 m
深(型) 11.00 m 吃水 8.35 m 総噸数 約 7,200 噸
載貨重量 約 10,600 噸 速力 13.8 ノット 主機
ハリマズルザー"7SD 72" ディーゼル機関 1基
出力 4,900 BHP 船級 NK 起工 33-3-17
進水 33-9-12 竣工 33-10 予定

8

つの

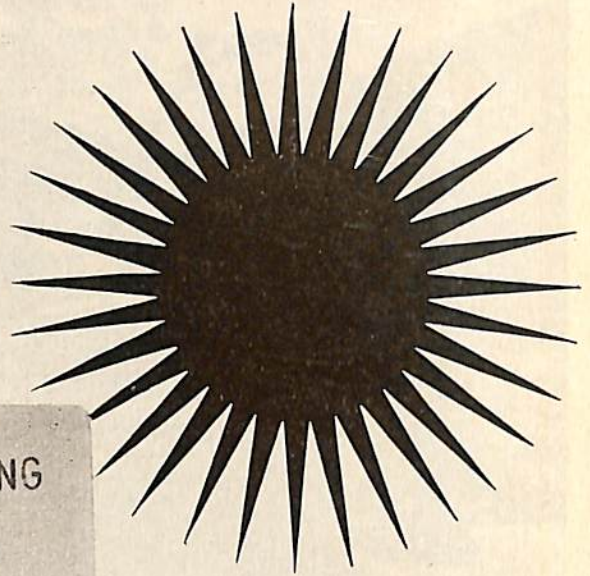
船舶塗料

- ・ビニレツクス (増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)
- ・槓印船舶用調合ペイント (船舶用特殊塗料)
- ・槓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)
- ・ノンスリツブ (滑止塗料)

大阪市大淀区浦江北4
東京都品川区南品川4



日本ペイント



AIR CONDITIONING



船用空気 調和装置

AB SVENSKA F
STOCKHOLM

FLAKTFABRIKEN 社 (スウェーデン)
の MINIDUCT は数々の利点を有しており
我が国でも既に二隻の 19,500 DWT 油槽船
に装備しました。

尚手持工事として 47,000DWT 2 隻、
40,000DWT 一隻があります。

カタログを御請求下さい。



株式会社 **ガデーリウス商会**

東京都港区赤坂伝馬町3-19 (48) 代表5361
神戸市生田区京町67モーションビル (3) 代表6241
福岡市上辻ノ堂町26ナショナルビル (3) 代表4134



わが国で
初めて
運輸省
型式承認
された……

もつとも重要な船舶用法定備品として国家検査の対象となる救命器具は種類も多種多様であります。当社は近代化学の粋を集めた合成ゴム布製、三菱救命具を製造し、その動作の確実・簡単・軽量・格納容積の僅少・大浮力・長期連続使用可能など、すぐれた特性は各方面に絶大な好評と信頼を得ています。



MT-10型 (運輸省型式承認第909号)・MT-15型 (" 第910号)
MX-9型 (" 第911号)・MT-20型 (" 第947号)



MT-20型 膨脹救命筏

膨脹型三菱救命具

型 式	MT-20型	MT-15型	MT-10型	MX-9型
定 員 (運輸省令救命具 試験規程に準ず る定員※)	20人	15人	10人	9人
充 気 時	外部直径 約3.8m (正14角形) 内部直径 約3.1m (外接円) 空気室直径 0.36m×2重	外部直径 約3.4m (正13角形) 内部直径 約2.7m (外接円) 空気室直径 0.36m×2重	外部直径 約2.9m (正10角形) 内部直径 約2.3m (外接円) 空気室直径 0.3m×2重	外部直径 約2.6m (正11角形) 内部直径 約2.0m (外接円) 空気室直径 0.3m×2重
折 疊 収 納 容 積	0.6φ×0.9m	0.5φ×0.95m	0.5φ×0.9m	0.45φ×0.8m
甲 板 面 積	7.55m ²	5.6m ²	4.1m ²	3.7m ²
全 重 量 (含備品)	72kg	51kg	40kg	35kg
全 浮 力	2,500kg以上	2,500kg以上	2,000kg以上	2,000kg以上

三菱電機株式会社

※【救命試験規程第3章より抜粋】
第33条 救命筏の定員は該救命筏の甲板面積平方メートル数を0.372にて除したる数、および浮体の全容積立方デシメートル数を85にて除したる数のいずれか小なるものを超えることをせず。

ネオプレン製のホースは
過激な作業に20年間使用されても
なお、耐海水性があり
ます。



NEOPRENE

ハワイの大精糖工場から糖蜜タンカーに糖蜜を積み込む時、年に四、五回はこのような光景がくり返されます。積み込みを迅速にするためタンカーは沖に停泊し、ネオプレンホースで糖蜜を船艙の区割室に直積取りします。この直積取りは経済的で迅速であり、また有利です。しかしこの方法は、デュボンのネオプレンで造られたホースが、それに適する特別な性質を持っているからこそ可能なのです。ネオプレンを混合して造ったホースは、海岸で受ける乱暴な取扱いにも耐え、高度の耐傷性を持つようになります。ネオプレンはまた、気候、酸化、老化に高度の耐抗性を有していますので、この種の用途に実用価値が高いのです。

尚、詳細につきましては下記弊社にお問合せ下さい。喜んで御回答申し上げます。資料に関しましては下記クーポンを御利用下さい。

製造元 DU PONT COMPANY, Wilmington, Delaware, U.S.A.



NEOPRENE

化学を通じ……より良き生活のため、よりよき製品を

DU PONT 日本総代理店

アメリカン・トレーディング・カンパニー
(ジャパン) リミテッド

東京都港区芝公園7号地の1 SKFビル 電話(43)5140-9
大阪市南区安堂寺橋通り2の47 電話(26)6593-8

(御芳名)

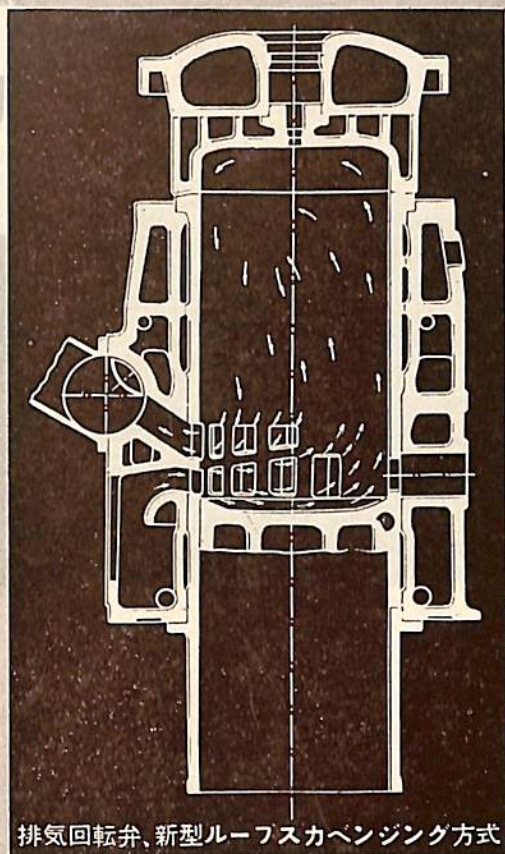
(御社名)

(所属部署)

(御住所)

このクーポンをお切りの上、上記代理店宛お送り下さい。
資料を差し上げます。(フネ11)

シェル アレクシア オイル A



排気回転弁、新型ルーフスカベンジング方式

シェル アレクシア オイル A
SHELL ALEXIA OIL A

シェル「アレクシアオイルA」は乳化シリンダー油で燃焼ガス中の酸を中和する強力な中和剤を含んでおり、シリンダー、ピストンリング、ポート等を他の潤滑油のどれよりも清浄にし、シリンダー摩耗の減少に驚異的な偉力を発揮しています。850万屯のシェル所属船だけでなく1000隻もの世界各国の船舶に常用されております。

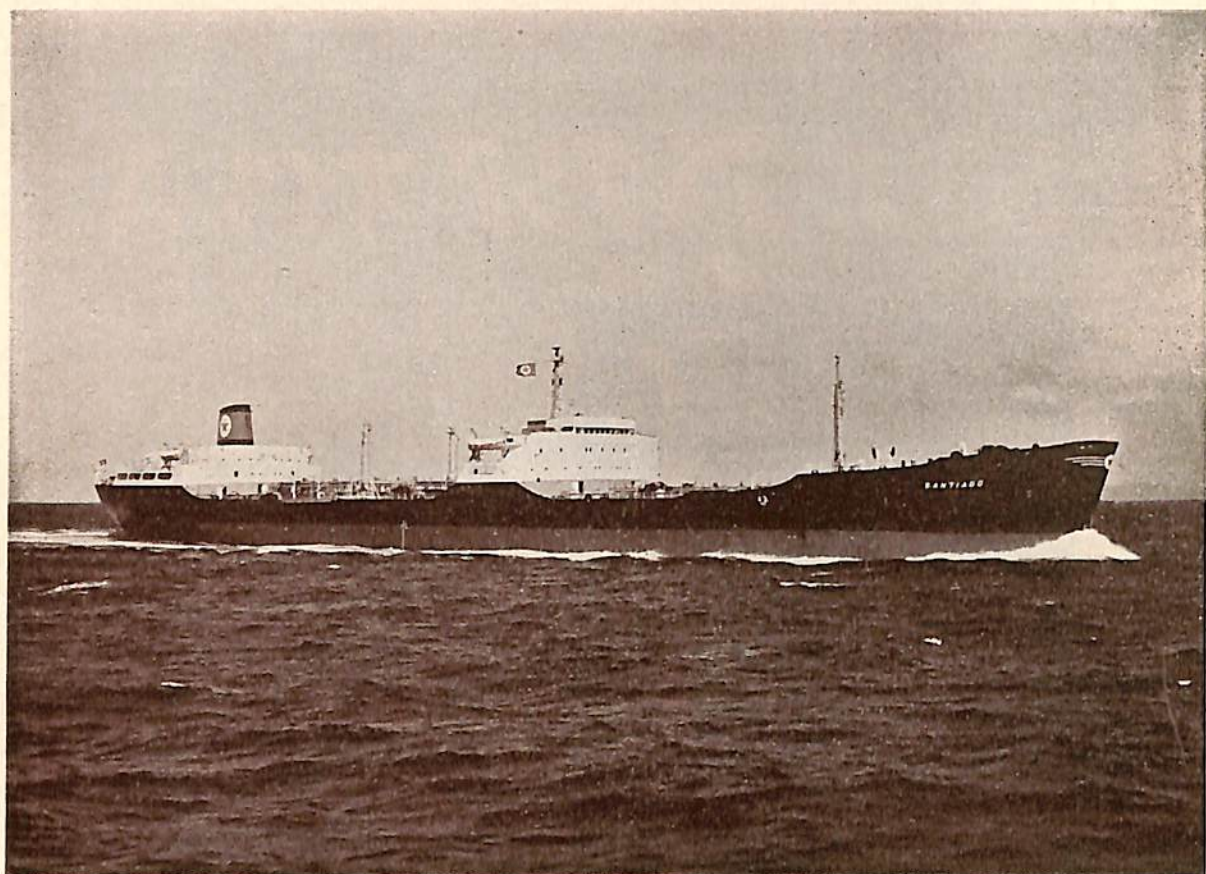


潤滑油界の先駆者

シェル石油株式会社

本社 東京都千代田区丸の内2の3東京ビル内
電話代表 (23) 4371・4471



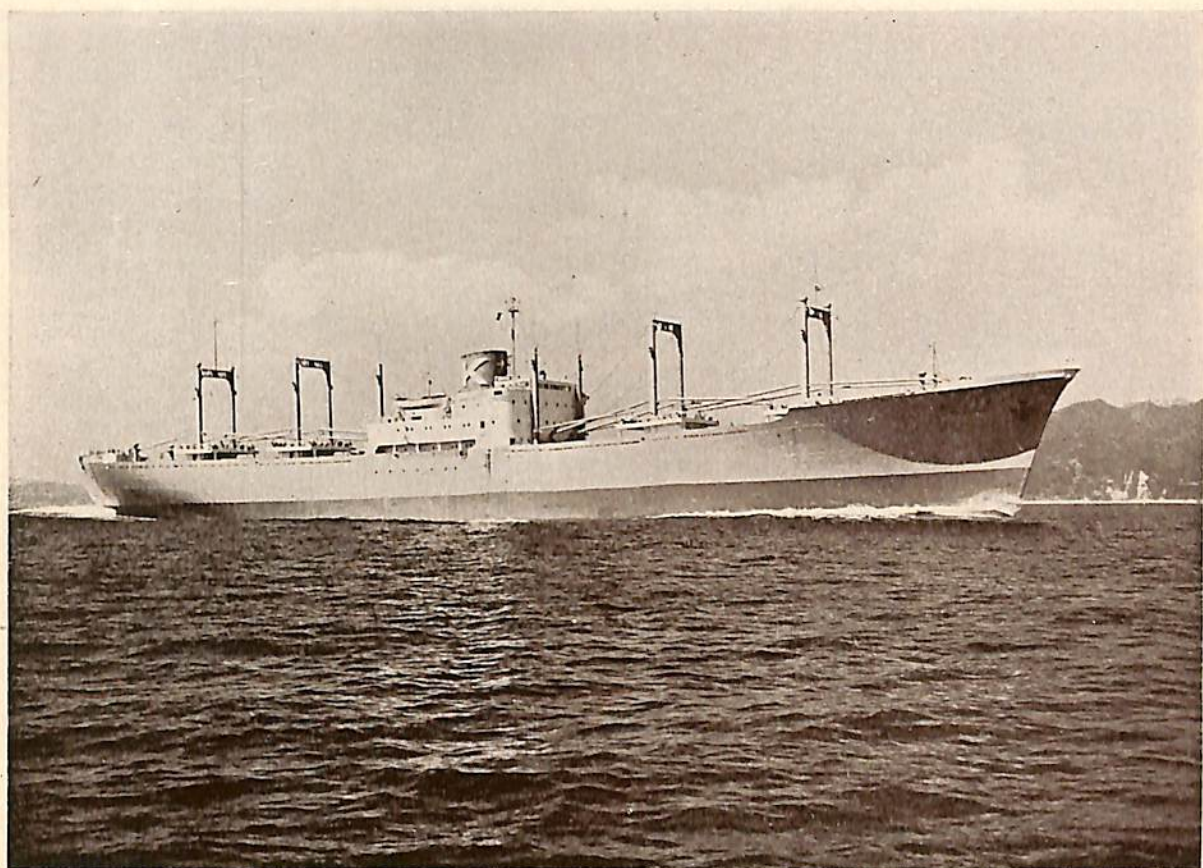


神 昌 丸

船 主 神港商船株式会社

造 船 所 尾道造船株式会社

全	長	108.47 m
長	(垂)	100.00 m
幅	(型)	15.20 m
深	(型)	8.00 m
吃	水	6.59 m
総	噸 数	3,668.54 噸
載	貨 重 量	5,675.17 噸
速	力	15.43 ノット
主	機	新潟鉄工所 M 8 T 48 型 ディ ーゼル機関
出	力	2,400 BHP × 180 RPM
船	級	N K
起	工	32—12—14
進	水	33—7—2
竣	工	33—10—8

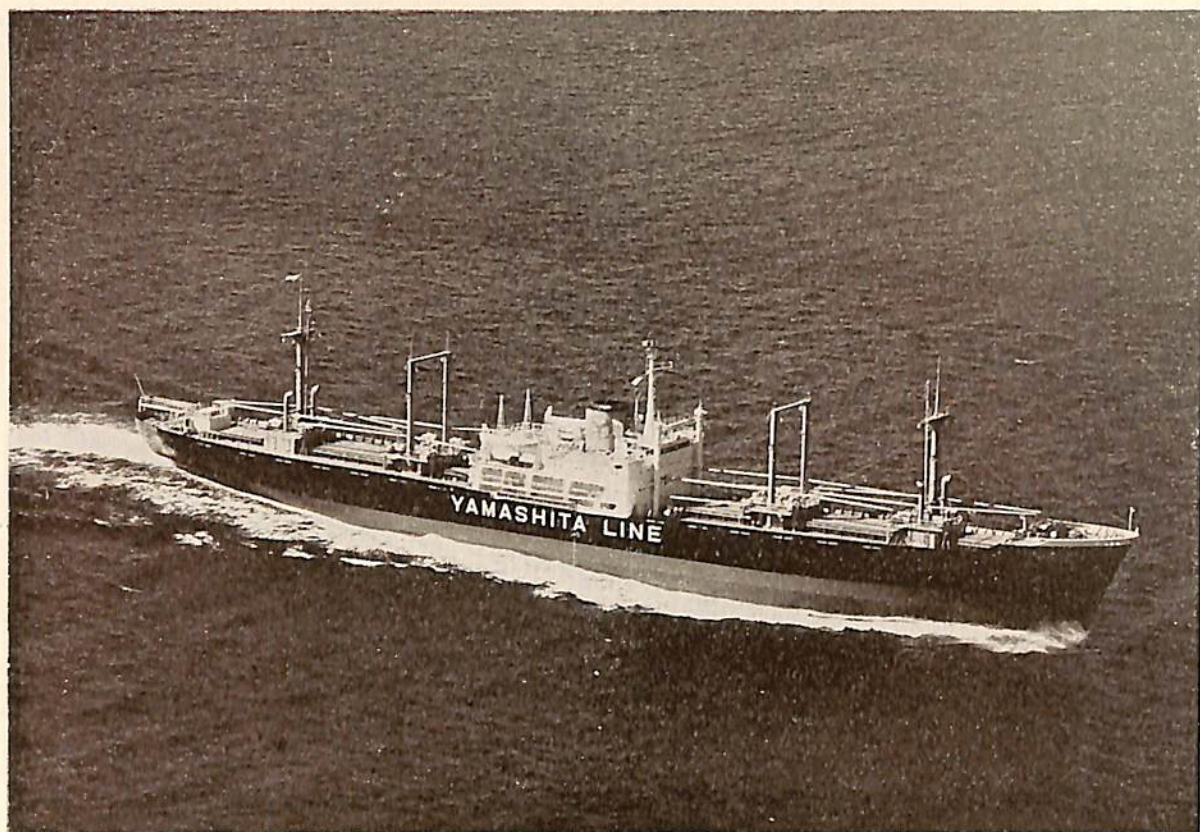


もんだな丸

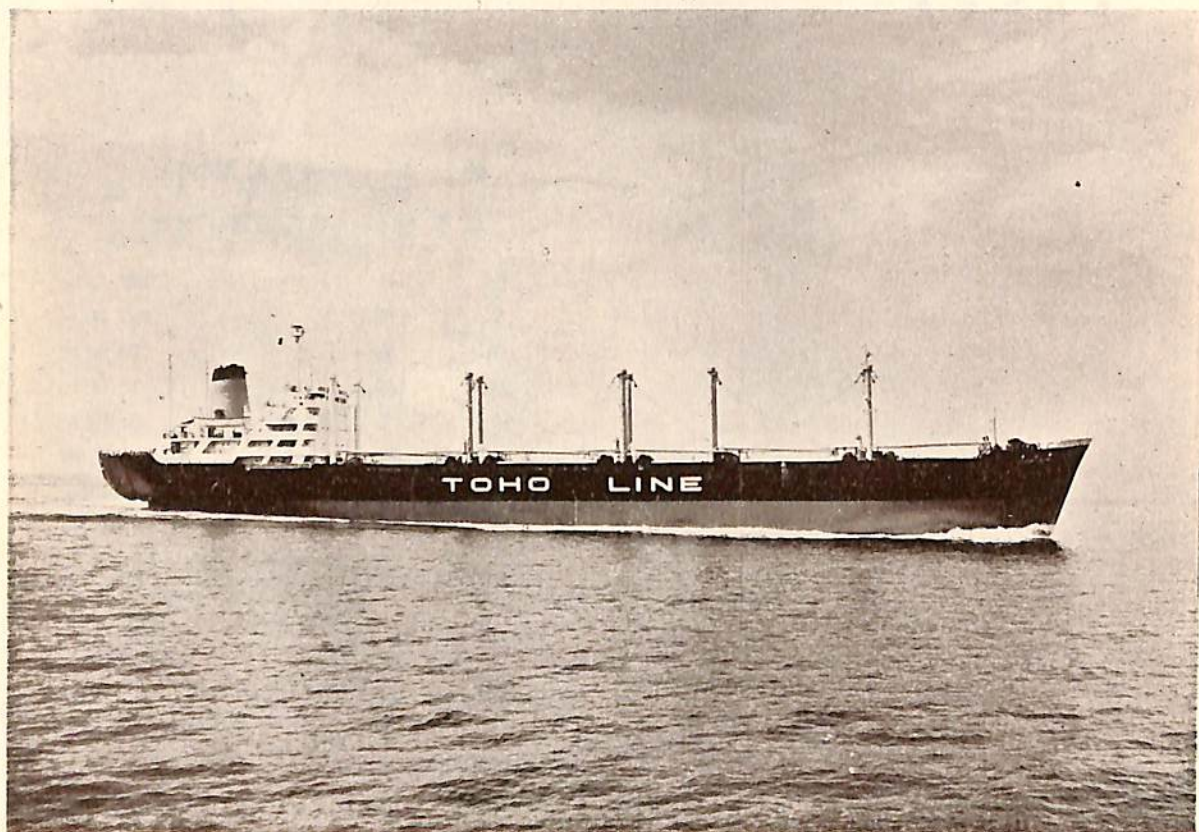
船主 川崎汽船株式会社

造船所 川崎重工業株式会社

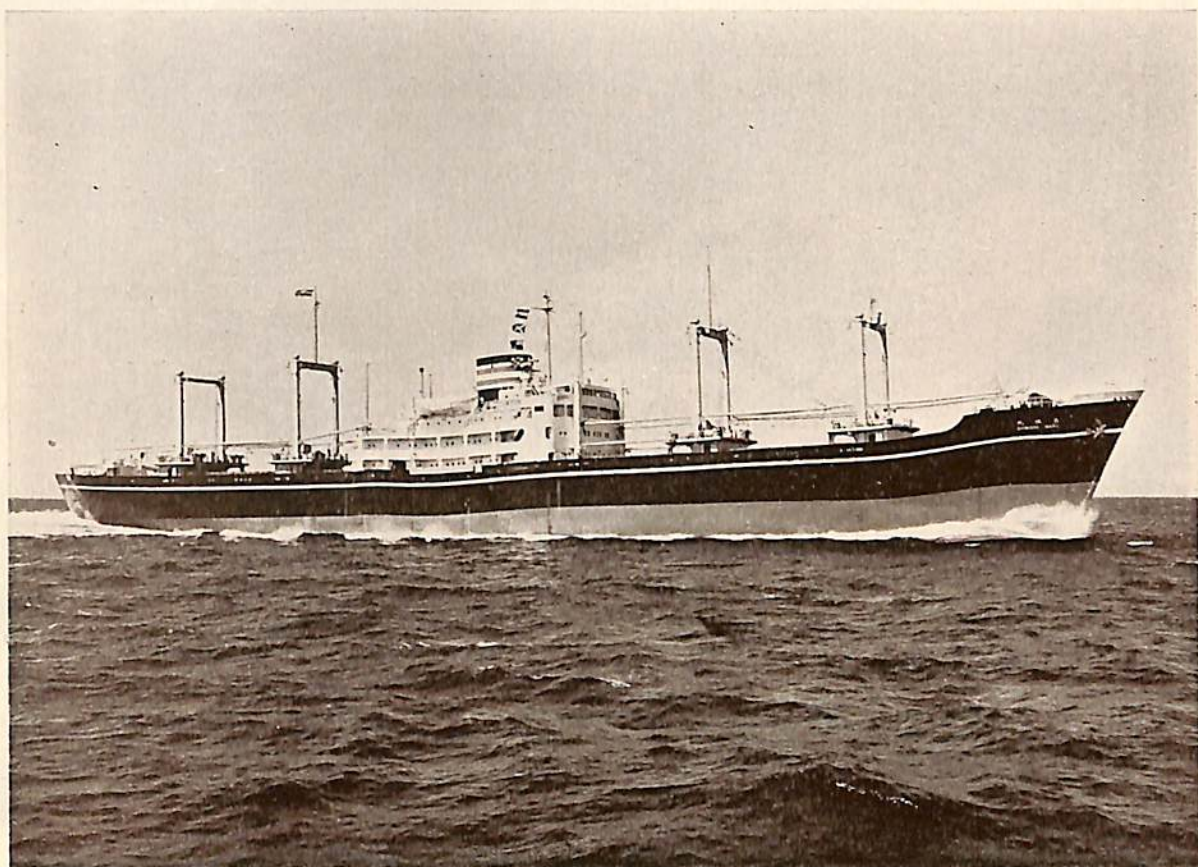
全長	長	162.38 m
長	(垂)	150.30 m
幅	(型)	20.50 m
深	(型)	12.90 m
吃水		9.404 m
総噸数		約 10.180 噸
載貨重量		約 13,300 噸
速力		21.13 ノット
主機	川崎 MAN " K 9 Z " ⁷⁸ / ₁₄₀ C 単 動 2 サイクルクロスヘッド型 過給機付ディーゼル機関 1 基	
出力		11,500 BHP
船級		N K
起工		33-3-25
進水		33-7-18
竣工		33-9-30



山 君 丸



壽 山 丸

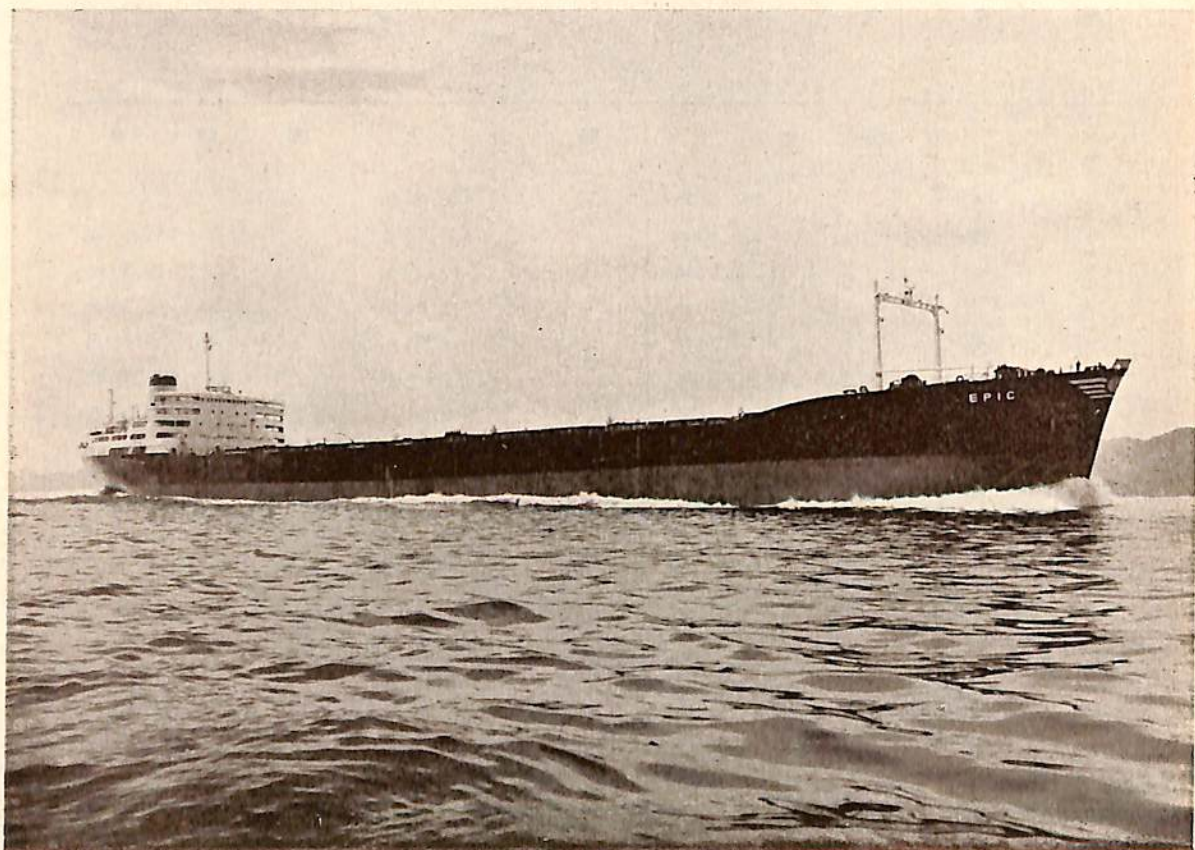


島 根 丸

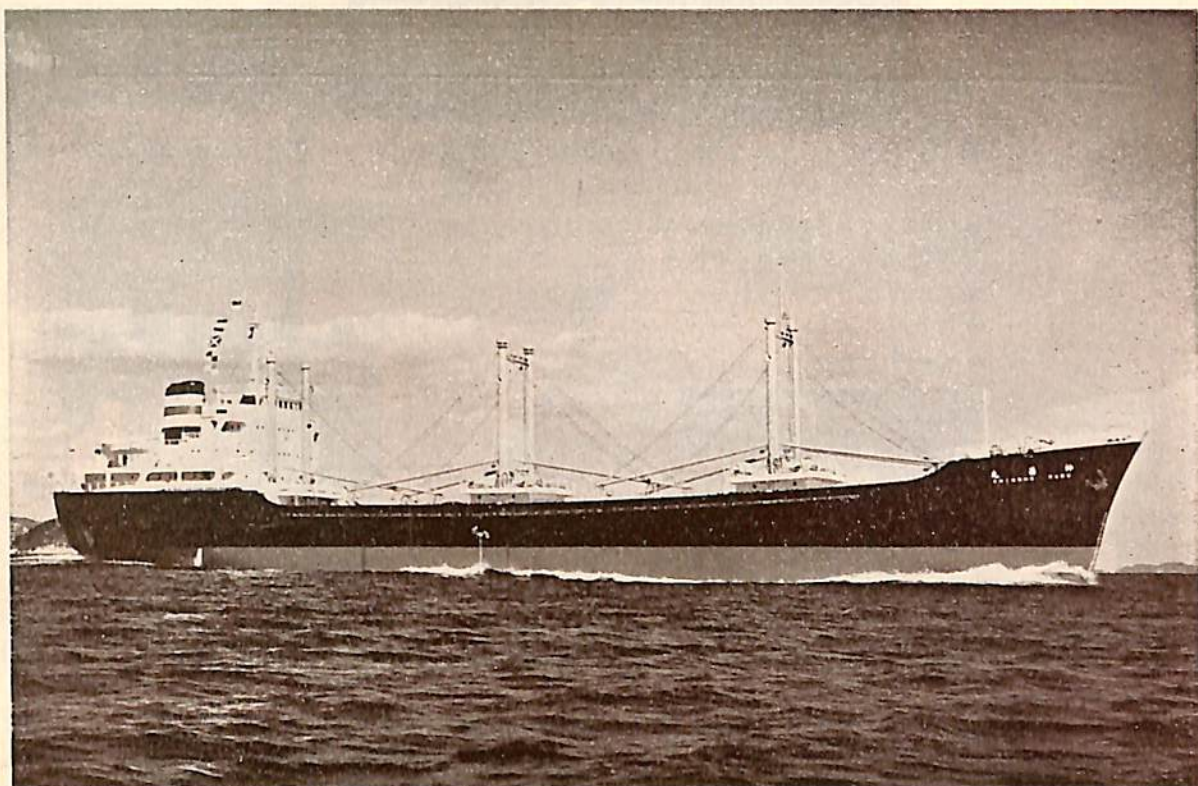
船 名		山 君 丸	高 山 丸	島 根 丸
要 目				
全 長		156.55 m	148.00 m	
長 (垂)		145.00 m	139.76 m	145.10 m
幅 (型)		19.60 m	19.20 m	19.50 m
深 (型)		12.40 m	12.00 m	12.30 m
吃 水		9.28 m	8.70 m	9.00 m
総 噸 數		約 9,500 噸	8,952.32 噸	9,425.97 噸
載 貨 重 量		12,350 噸	13,294.59 噸	11,500.00 噸
速 力		20.5 ノット	16.823 ノット	20.25 ノット
主 機		日立 B&W 排気ターボ給 気式ディーゼル機関 (1074 -VTBF 160 型) 1 基	三菱長崎軸流掃気排気タ ーボチャージ付 2 サイ クル単動クロスヘッド型 ディーゼル機関 1 基	三 菱 9 UEC デーゼル 機関
出 力		12,500 BHP	6,000 BHP	12,000 BHP
船 級		N K	N K	N K
起 工		33-1-25	33-2-18	33-3-26
進 水		33-8-3	33-7-5	33-7-5
竣 工		33-10-15	33-9-30	33-10-16
船 主		山下汽船株式会社	東邦海運株式会社	日本郵船株式会社
造 船 所		日立造船・桜島工場	三菱造船・広島造船所	三菱造船・長崎造船所



MARY LOU



EPIC



SANTIAGO

船名		MARY LOU	E P I C	SANTIAGO
要目				
全長	長	208.52 m	227.05 m	
長	(垂)	200.00 m	216.00 m	202.00 m
幅	(型)	28.20 m	30.60 m	28.00 m
深	(型)	14.50 m	15.40 m	14.50 m
吃水		10.687 m	11.125 m	10.67 m
総噸數		24,065.04 噸	約 30,300 噸	26,000 噸
載貨重量		38,950.00 噸	46,230 噸	42,000 噸
速力		16.85 ノット	17.5 ノット	16 ノット
主機		タービン 1 基	川崎式二段減速装置付衝動タービン 1 基	三菱エッシュァウイス型タービン
出力		19,250 SHP	20,250 SHP × 109 RPM	15,000 SHP
船級		A B	A B	A B
起工		32-12-20	33-2-28	33-2-23
進水		33-6-24	33-8-2	33-7-2
竣工		33-10-4	33-9-30	33-10-15
船主		TRANSOCEANIC PETROLEUM CARRIERS CORP. (LIBERIA)	HERCULES SHIPPING CO., S. A.	TEXACO (PANAMA) INC.
造船所		株式会社 播磨造船所	川崎重工業株式会社	三菱造船・長崎造船所

高性能 磁気探傷装置

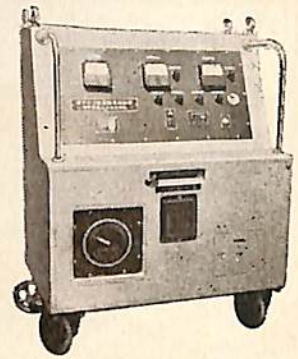
には.....

電子E Z型磁気探傷器は主に溶接箇処に適し其の他一般接触器を使用する事によりあらゆる材料 部品の検査が出来ます。

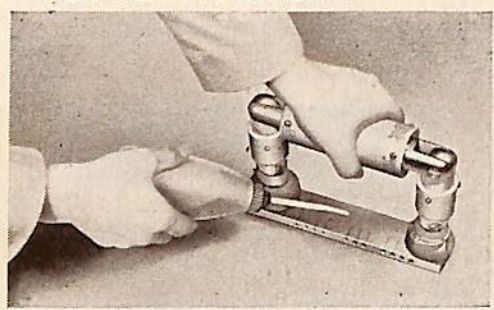
磁化電流 直流最大 0 ~ 6000 A 8000 A 脱磁電流 3000 A ~ 0
交流最大 0 ~ 3000 A 5000 A

整流方法 单相半波 通電時間 0 ~ 1 秒
各相各波 1 分 ~ 2 分

電流調整 接点無接点方法



電子E Z磁気探傷装置



操作中 電子極間磁気探傷器

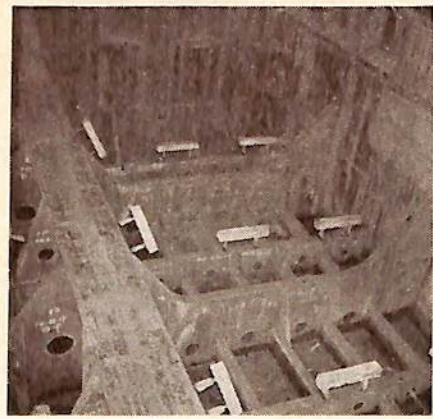


- 営業種目
 電子E R型磁気探傷装置
 電子交流式磁気探傷装置
 蛍光探傷装置
 電子管着磁装置
 各種セレン式着磁装置
 各種脱磁装置 磁束計 磁束比較計

電子磁気工業株式会社

東京都港区芝新地 2 8 番地 TEL (45) 6 2 8 5 9 4 5 9

電気防蝕法 CATHODIC PROTECTION



簡単な施工で水中、地中の金属施設を防蝕し、寿命を数倍に延長させる画期的防蝕法!!

油槽船船槽 }
 船 殻 } に電気防蝕法
 プロペラ }

— 調査 — 設計 — 施工 — 材料 —

日本防蝕工業株式会社

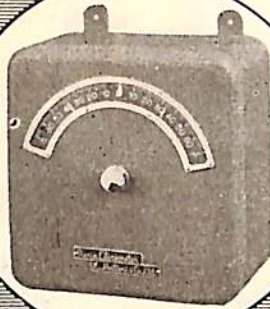
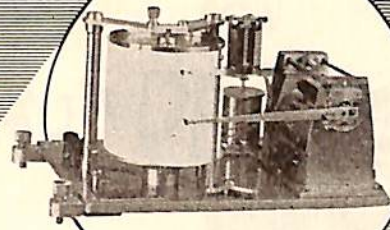
東京都千代田区丸の内三ノ二 (三菱東7号館)
 電話東京 28局 (28) 6 8 0 7, 6 8 0 8
 大阪事務所 大阪市東区今橋四ノ一 (三菱信託ビル内)
 電話 (23) 4 7 8 3



総代理店 三菱商事株式会社

船用精密傾斜計

磁力制振器付
一元式 ローリング一成分
二元式 ローリング、ピッチング二成分



RM-1型 水銀 U 字 管 式
RM-3型 振子式、空気制振器付

船用動搖記録計

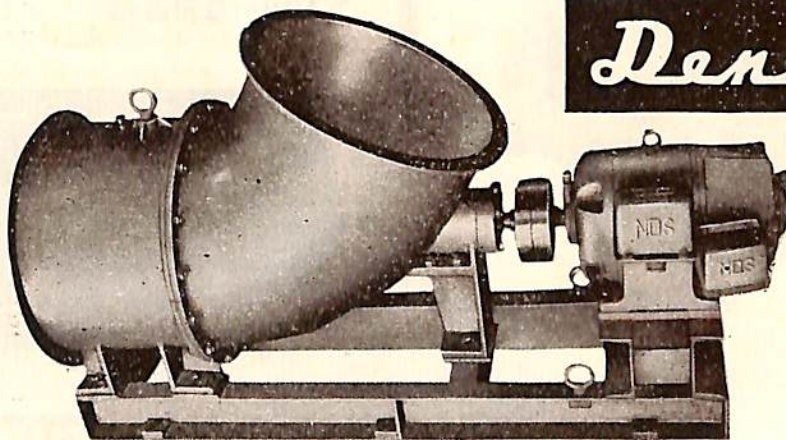
型録贈呈

東京営業所 東京都中央区銀座四丁目 TEL (56)2111(10)
支店 大阪市東区博労町四丁目 TEL (25)1251(5)
出張所 福岡市下名島町四七 TEL (4)2966(3)

服 部 時 計 店
機 械 部

船用電動送風機は

Densei



(軸流型電動送風機)

本社 東京都墨田区寺島町3丁目39番地
TEL 墨田 (611) 4111~9
工場 墨田区・台東区
営業所 大 阪・名古屋・札幌・岡山



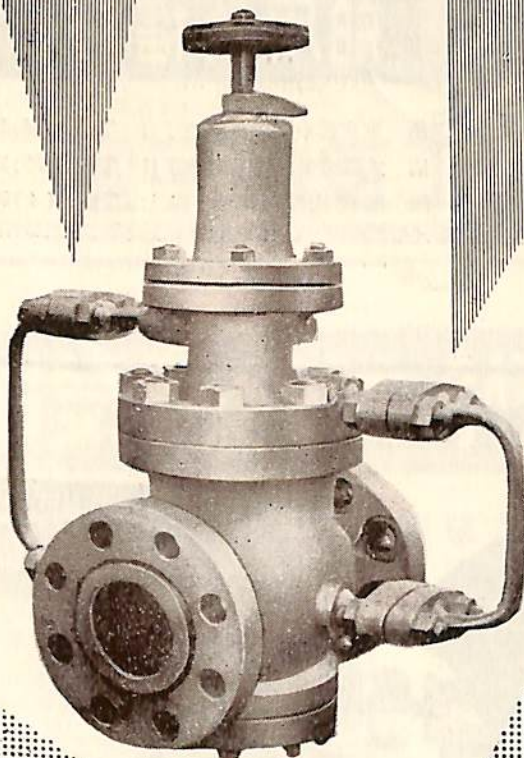
日本電氣精器 株式会社

TRADE  MARK

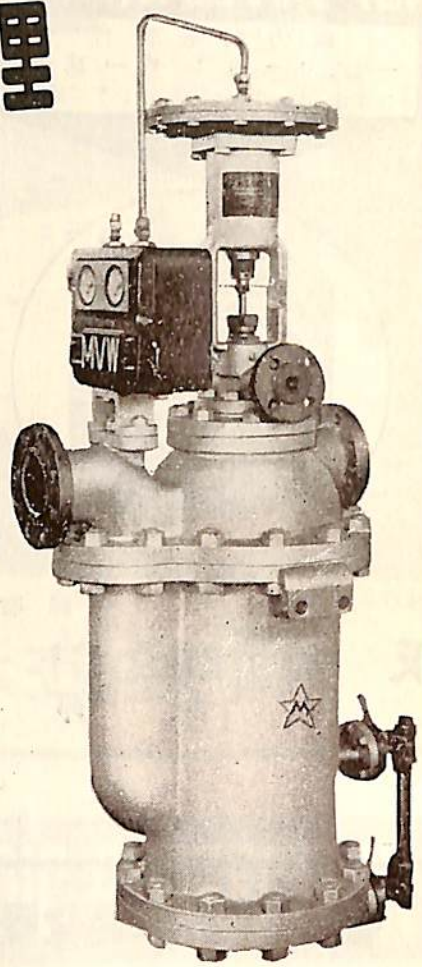
合理的な熱管理

前中の

減圧減温装置



MRB-3型減圧弁



MAD-1型減温器

— 営業品目 —

高 庄 弁
安 全 弁
減 圧 弁
減 温 装 置
船 舶 用 弁 類

株式 前 中 製 作 所

本社及工場 東京都大田区蒲田東六郷二ノ一 電話蒲田(73)7151(代表)~5番
 大阪営業所 大阪市北区曾根崎新地三ノ一(深川ビル) 電話大阪北(34)1683番

船用主機関における電気推進方式の役割についての一考察 (1)

柴田 福夫

川崎重工業株式会社
造船設計部電装設計課

緒 言

隣国中国の聖者孔子は論語に“思イテ学バザレバ暗ク、学ビテ思ハザレバアウシ”と述べた。まこと“其の言や良し”であり、われわれ技術者の研究態度として片時も忘るべからざる名言である。技術の進展は誠に微妙であり、昨日既に廃却された方式は明日また新たな形を変えて秀れた新方式としてわれわれの眼前に浮び出るかも知れない。このような現状に対処するためには技術者は常に学ばねばならない。そしてまた常によく考察をしなければならない。既に見捨てられた方式も他の新しい現象の出現によつて新方式としてクローズアップされ得るとすれば、この古い方式に対し再び脚光を浴びせ新しい角度から考察して行くというのが技術者の役目ではなからうか。

かように“見捨てられた旧方式”とは船舶における電機推進方式であり“新しい現象”とはディーゼル機関における最近の目覚ましい技術の進展のことをいうのである。そしてまた単に“電機推進方式”というも筆者のそれは古くしばしば使われたディーゼル直流電機推進のそれをいうのではなく、新しい試みとしてディーゼルに交流推進を採用し、かつ種々の新方式を加えて行こうとするのであり、その結果は既に従来考えられたいわゆる常識的な結論ではなく、充分実際ので実用性のある結論に到達するのである。以下順を追つて述べて行くが、本論文は全く個人的見解に属するものであり、かつ筆者が一電気技術者としての立場から論ずるのであつて従来機関技術者の論と異なり専門的な分野においてはたまた非専門的な分野において、あるいは言葉足らず、あるいは冗舌に過ぎる部分なしとせざるを恐れるが、かような立場から船用主機関の一部について論ずることもまた重要であると考えるので、幸い賢明なる読者により補正されつつ読まれ充分なる御批判を頂くようお願いしたいのである。

もし読者諸兄にして御反論、御忠告等頂くことあらば筆者の喜びこれに過ぐるはない。

“ディーゼル”と一口にいえばわれわれの感覚からすれば、かなり新しい機関のように考えている。しかし実際技術の進展経過の過程における空想時代理論時代ともいふべき時代を終えて、独逸ミュンヘン一技師ドルフ・ディーゼルが特許を取つたのが既に1893年、MANと

Sulzerの両社が実験機を作つたのが1897年、無気噴射の成功が英国ウィッカーズ社による1910年であるから、それから数えたとしても既に約半世紀を経過しているわけである。

1912年貨物船 Selandia 号に始めてその主機関として採用された当時の新機関、ディーゼルは蒸気タービンに較べてその格段の熱効率の良さのために、その後次第に蒸気機関の領域に喰い入り過給機の最近の安定した技術の発達および形状の小形化への技術の進展によつてその勢は益々拍車をかけられて来た。由来大型船舶に使用される主機関についての「タービンか、ディーゼルか」なる議論は時を変え人を変え幾度か論ぜられ、恰も同じ船舶の「補機は汽動か、電動か」の如く、あるいはまた「電力系統は交流か、直流か」の議論の如く長年月にわたり論ぜられ来り、その間においても、タービン、ディーゼルの技術はそれぞれ各分野において独自の進展をとげて来た。

しかしながら最近のディーゼルの発達には既にこの議論に一つの画期的な段階を与えているという句いが極めて濃い。その何よりの証拠は貨物船に対してのディーゼル機関ということは勿論いまでもないが Cargo heating や Cargo handling 等に多量の Steam を要し、かつかなりの大型機関を要求されるという理由の下に、タービンがその最後の拠点とした大型タンカーについても近時ディーゼル機関が要望されるに到り、製造上幾多の不利のある大型ディーゼルの製作が考慮されようとする現状にあるからである。欧州特に独逸においても現に D. W 32,000 t 級ディーゼルタンカーが既にかかなり出現しており、その荷油ポンプは電動としこれが電源は船内のみならず港内動力により得る利点を強調している例などもある。結局この議論は既に一段落をした感が深い。

ところで次の問題は「タービンか、ディーゼルか」の議論ではなく時代は既に新しい議題を要求しているかのように思える。新しい議題とは？ それはここ当分は「Single Diesel か、Multiple Diesel か」という現実の問題であろう。換言すれば「Two cycle 式の大型 Slow speed Diesel か Four cycle 式の中型 Medium speed または High speed Diesel か」を決定すべき時ともいえる。燃料消費という点においては既に“ディーゼル”は圧倒的勝利を博した。しかしながら機関の大

型化につれてその船全体に影響をおよぼす価格（技術の将来性を含めて考慮したもの）、重量、容積、信頼性、その他、修理、償却等において必ずしも1台の大型ディーゼル方式は香しい成績ではない。“ディーゼルの良さ”というものは単独容量においてその容量制限があるのである。最近タンカーおよび貨物船の大型化に伴い、上述のようなディーゼルの超大型馬力機製作への方向はこのような意味で決して将来性ある進展方向とは考えられない。

ディーゼル機関の分割化、すなわち単独のディーゼルから数台の小型ディーゼル使用へと最近の方向は進んでいる。貨物船におけるマグネチックスリップカップリングの採用や西独逸における造船所で続々と造られて行くディーゼル直流電機推進貨物船等の最近の出現に見られるように、減速方式を採用せる数台のディーゼル使用は大型単独ディーゼルの使用による上記のような数多くの欠点をなくすることが出来た。そして現在の状況が如何にあろうとも将来の船舶機関の進展方向は、この方向であるのだと決定づけた感がある。

一方ディーゼル機関そのものの最近の発達方向は前述のように高過給による高効率であると同時に速度の中速度化または高速度化による小型（小容積）軽量化に進んでおり4サイクル系のこの方向への進展は将来もまた益々拍車が増えらるであろうことは間違いはない。

船舶本来の運搬という目的からいつて、当然重量形状の軽減は重要問題でありそのためにこそ同重量で大馬力を出し得る2サイクルに従来は力が置かれた訳であるが高過給という問題の出現により4サイクルが生きて来たわけである。それと同時に大馬力型によらず中馬力型ディーゼルによる利点はそのマスプロ化による現在並びに将来性ある“競争的価格の減少”化を来し、この点において極めて重要な課題となるであろう。このような事情の下で、船用主機として一般的に注目すべきは、某社V型4サイクル250r/m（c重油使用可能）であり、今後の研究結果では第3表に示した900r/m, 1,200r/m, 1,500r/m等の機関も充分注目に値する主機関群となり得るであろう。

そしてこれ等を船舶用主機として用いるにはどのように進むべきであろうか。ここに提案される論題の主要点が存在するわけであるがディーゼル減速方式を如何にして行うかという問に対して筆者は「完全な電機推進方式」特にディーゼルの“交流”電機推進方式であると答える。勿論この電機推進方式を行うについては、種々考慮すべき点があり、その詳細の方法を筆者の方法として後述するものである。

従来電機推進方式は常識的には電機分だけの価格と重量を増したそれだけ分能率を下げこれ等の価格、重量と能率低下分がかなりあると考えられていたわけであるが推進用発電機および電動機ともにディーゼルそのものと比較すれば格段の低価でありそのオーダーが違い、大型単独ディーゼルに比し中型ディーゼルの価格がその馬力当りで相当安くなるしその分によつて追加される電気機器の価格は相当キャンセルされ、また重量についても同様のことがいわれ、かつ能率低下は筆者の説く方式によれば殆んど問題がないという結果となり、本方式は将来性の極めて大なる方法となり得ると考えられる。かくの如き方法に従えば従来のタービン方式に比し、そのディーゼルとしての高“熱効率”という特長を落さず、かつ信頼性、操縦性の特長を確保し得るのである。そしてその特長は貨物船におけるスリップカップリング方式と比較しても(1)2台を超過し、数多く並列的に運転せしめる場合ギヤの機械的結合と完全な電気的並列運転とを比較する場合、電気的な並列運転の方が配置的に考えても機械的に考えても容易で数が多くなる程電機推進方式の方がよく、従つて電機推進方式の方が総合馬力を大とする場合は容易である。(2)機械室における機関の配置が自由に出来る。(3)long shaftによる種々の欠点を除去出来る。(4)irregular torqueの伝達の点、(5)操縦性、(6)信頼性(Dieselの数の増加による信頼性の増加とスリップカップリングそのものの構造上Endに重いものがつくという不安定、それに基づく寿命、magnet centreの問題等の除去による信頼性の増加)などの点で明らかに秀れていると考えられる。

かくて前に例を上げたV型4サイクル250r/m機関などは既に数隻試験済みの機関であり燃料消費率極めて小、かつ重量小、形状小なる極めて優秀なる機関であり今後電機推進方式によるこの種機関の大型貨物船（主機10,000IP級など）や大型タンカー（主機20,000IP級など）への全面的利用が期待されるのである。

以下概念的ではあるが、その詳細なる説明を逐次進めて行きたいと思う。

論述の方法

本小論を進める順序として、その概略的な説明の要旨あるいは論述の次第といったものをまず述べて置くことが概念を把握するのに便利だと考えられる。そこで下記にその各小区分的な論題とその概説を示すこととする。

(1) 主機関決定のための判断材料

本節においては主機関の種類を決定する際どのようなことを基礎にして考え、決定するか、ということを経験

的に説明する。

(2) ディーゼルとタービンの主機関としての概略比較

これは極めて総合的な比較である。その重量、価格および燃効率等について概説するが、貨物船の場合とタンカーの場合とではやや異なると考えられ Cargo heating 等のファクターも考えねばならずその場合についても少しふれることとする。

(3) ディーゼルにおける燃料消費および重量と最近のディーゼル進展方向

本節は注目すべき二三のディーゼルにおける燃料消費量および馬力当りの重量について述べる。そして最近のディーゼルの進展方向についてサイクル過給等の問題について言及する。

(4) 単一ディーゼルと高速ディーゼル数台の減速方式との比較

これの利害得失を一通り述べる。

(5) 中速または高速ディーゼル数台の減速並びにカップル方式

これにはマグネチックスリップカップリング方式、流体カップリング方式、直流電機推進方式、交流電機推進方式等があるが、これ等の比較をする。そして特にマグネチックスリップカップリング方式と電機推進方式の比較について詳細の説明を加えたい。

(6) 最近の交流電機推進方式

(7) 最近の直流電機推進方式

この両章においては電機推進方式の例として最近の方式を2例について説明する。交流電機推進方式については、幸いにして筆者が6,7年前親しく乗船しその運転に立会することが出来た15,000噸級スティームタンカーの日精丸を例にとり、また直流電機推進方式についてはドイツ Tinnum 号なるディーゼル貨物船を例にとりて説明する。ただし本方式の両者とも直ちに筆者の推奨し得るものという意味ではない。

(8) ディーゼル主機関の際補機に対する燃料消費の問題

これは主機関そのものの燃料消費から考えればその占めるパーセンテージは成程少い。しかし全体の燃料消費という問題を考へてみる時これは無視し得ないものを含んでいる。

(9) 直流電機推進と交流電機推進の比較

第5章で概略比較をしたがここではこの電機推進方式の中 AC か DC かを比較し、この中で特に交流発電機および交流電動機の機関能率におよぼすファクターを考へてみる。これは燃料消費という重要な問題と関連するこれ等機械の能率がどのようなファクターで左右されるかの詳細説明、すなわちその銅損や鉄損その他力率等

について述べ機器発注および製作時注意すべきことを記述する。

(10) ディーゼル交流電機推進方式

船舶補機用発電機配電系では、その電気 KW 容量が比較的小さい。従つてその場合の交流と直流の比較は必ずしも交流がよいとはいへぬ。これは筆者の既述(雑誌“船舶”掲載昭30-31“船舶の配電系統における諸問題”)の所であるが大容量に従つてその電圧を容易に高め得られる交流方式がその重量価格の上で直流方式に比し秀れているといえる。筆者の推奨したい方法それがこのディーゼル交流電機推進方式であるが、その際最も困難なディーゼル交流発電機の並列運転はどのようにして行ふか、これはノンエキサイター方式を使い筆者の方式(特許出願中)によることを推奨し、電動機も同期機を使うのがよい。このノンエキサイターはセレンの信頼性により全体の信頼性をも増し、かつ価格は安く、特に A. V. R を省略すれば更に価格の減少に役立つ。この Non A. V. R Non exciter system はディーゼルの交流電機推進方式の実施可能性を大きくするに貢献した。配電盤上の気中遮断器系は如何なる方法がよいか、これもまた筆者の特許方式が極めて良好な結果をもたらすであろう。電線、配電盤、管制器等の問題その他補機系の電機系統との連絡(変圧器タップ方式)を自動切換開閉方式により行うこと等について述べる。また推進系の Remote control についても言及する。

(11) 電機推進方式に対する種々の規格

Lloyd, AB, AIEE について若干関係事項について言及する。

(12) まとめ

1. 主機関決定のための判断材料

極めて常識的なことになるけれども船舶発注者が主機関を決定する場合その判断材料の根拠をどこにおくかということをもすままとめておきたい。

その主要な項目は大体次のようなものであらうと考えられる。そしてこれ等はすべて主機関のみならず補助機械全体をも含めてのことである。

(a) 建造時費用の比較

(b) 重量の比較

(c) 信頼性の問題

(d) 維持(修理部品の費用および入手の容易さ等も)

(e) 燃料消費量の比較(部分出力時の燃料消費も考える)

(f) 取扱者(機関運転に必要な人員数)

(g) 配置

(h) 減価償却および金利

(e) 建造時費用の比較

これが一つの判断材料の項目であることは常識的に判る問題であり船価に直接的に影響するファクターであるからまず第一に考えられるであろう。しかしこれを比較する場合、実際具体的な資料に基いてその周囲の事情、各商業企業の浮沈、技術の進展、マスのプロ、時代等により如何に建造時費用というものが変つて来るかをよく考えて個々に当らねば相当な相異を生ずることを知っていなければならぬ。

(b) 重量の比較

機関部重量の比較も一重要資料である。船の主目的が“重量荷物運搬”である限り、目的運搬物を1Tでも多く積載し得るとともに、目的運搬物以外のものは1Tでも少い方がよいという極めて判り易い基本理論による。この重量の比較が船の重量に影響をおよぼすファクターを持つていることは次章ディーゼルとタービンの比較の一例でも判る通りかなりのものである。しかも“重量”は個々の主機でかなりの相異がある。機関の粗製なもので10%程度も重量増加となるであろうし従つてまたその逆に秀れた機関のものではその程度の重量軽減が行われるとのことである。

また一例をディーゼルのとれば、その種類によつて、50%程度までも変化するのであるから重量の比較も主機個々に考えねばならぬ。

一般機関部重量という言葉はどのようなものを含むかといへば、大体下記のようなものがそれである。

主機推進装置、軸系、軸承、推進機、ボイラー、煙突、復水器、発電機、配電盤、各種目的のポンプ類、電動機、起動器、その他電線等、機械室関係の電機器具、機関室の全管装置、床、梯子および格子、装置中の水および運転に必要な管装置、通常の船に対する冷凍機および蒸気加熱装置などである。

(c) 信頼性の問題

信頼性の問題は機関にとつて重要な項目であることは当然であり如何に他の性能が良好であつてもすぐ故障事故を起すようなものであつては駄目である。そしてそのためには機関系統の中に脆弱な部分を含むものであつてはならない。また機関系統のなるべく簡単なことが望ましい。例えば主機関に対する補機関などは、その中の一つが故障を起しても全体系統の運転を停止するに至るのであるから、系統を形成するエレメントがなるべく少いことが望ましい。

近時船舶も自働制御が各部門で運転に取入れられているけれどもその自動化に対する信頼性そのものを上げる

と同時にたまたもし自働制御系の中に脆弱なものがあると考えられる場合または重要な系統は自働制御が故障を起した場合直ちに、手働制御に転換出来るような形態系統にしておかねばならない。また、1台の完全な予備系統を設ける等二重、三重の考慮もして置かねばならない。

発電機の自働電圧調整や主機関のガバナー等を一例にとつて考えても判る如く、自働制御系自体の信頼性を上げるためにはこれもまたこの系統自体を形成するエレメントのなるべく少い簡単なことが望ましく、またこれ等エレメント一つ一つが頑丈なプリミチブなものであることが望ましい。

(d) 維持

修理とか維持ということを経量的に比較し考えることは甚だ困難である。しかしこれはどの位の年月使えばどの程度消耗し、その取替の費用はどれ位要るかということは概略的に判ることであり、その程度において減価償却をも考慮しなければならぬ。

またこれは技術の進展にも関連することであるが、簡単に消耗部品が入手でき故障部分が簡単に修理できるものでなければならぬ。

(e) 燃料消費量の比較

本論文の始めに述べた如く最近のディーゼルの使用範囲拡大は主としてこの燃料消費量の成績が秀れているからであつて、主機関の決定のためにはこのファクターは極めて重要なポイントである。船舶における燃料消費量が無視出来ないという事実は例えば D.W 30,000T 級タービタンカーがその1航海を終えるために持ち運ばねばならない燃料油は約 3,000T すなわちその船の D.W の1割にも達するものであるという事実を知れば、船の主目的たる“重量物運搬”という点から考えまたその大なる容積確保のための鋼材による建造費におよぼす点を考えれば燃料消費というものが、如何に重要なファクターかは察するに余りあるものであろう。

次に燃料消費を考える際には大抵の場合、その経済運力としての IP 当り、時間当りの最小燃料消費を考えるのが普通であるけれども特別な場合にはその部分出力すなわちかなり小出力で機関を使用した場合の燃料消費、あるいはまた場合によっては過負荷出力時の消費も考慮しなければならぬ場合もなきにしもあらずである。

(f) 取扱者

機関運転に必要な人員は考察の対象になり得る。勿論これは機関系自体の信頼性にも関係あり、また運転の自働制御化にも関連し今後益々考慮されねばならぬファクターとなる。

(g) 配置

主機関係全体の容積の小さいこと、これは船舶に重要な要求事項である。それと同時に機関室内に比較的自由に配置が出来るというようなことも極めて重要な考慮事項であろう。本論文で考慮される電気推進の一重要利点である。

(h) 減価償却および金利

これは (a) 項 (d) 項とともに考えられる事項で当然考慮されねばならぬ一つのファクターである。

以上の外に機関決定のために考慮すべきファクターではそれぞれの場合の周囲の事情により、あるいはまた、船舶の特殊事情等考慮すべき点は二、三あるであろうが大体基準とすべき点は以上のようなものである。

2. ディーゼルとタービンの主機関としての概略比較

前節で述べられたような種々の比較を具体的にディーゼルとタービンについて簡単にまとめておく。

ディーゼル機関の重量および熱効率と蒸気タービンとのそれを比較した最近の一例を第1表にあげる。

また一例として16.5ノットの最小航海速力を有する冬期吃水 8,500 D.W. Ton の船を仮想的に同条件で比較した一例は次のようである。

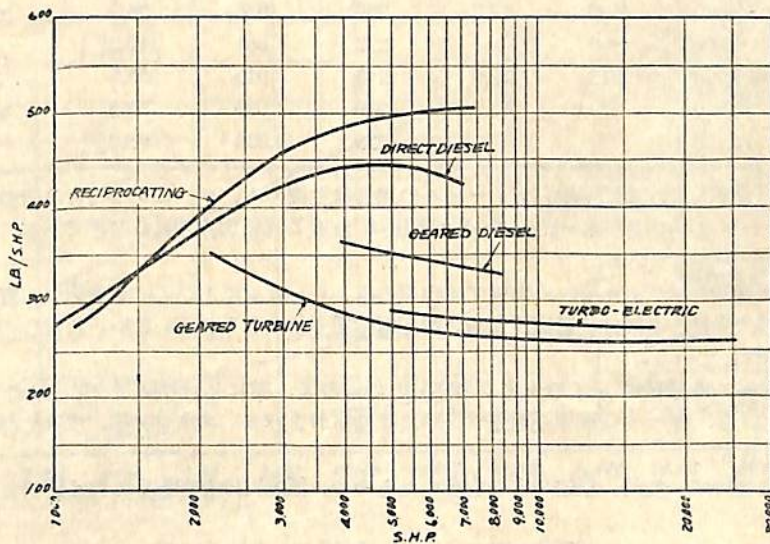
	タービン	ディーゼル
船殻重量	5,855	5,905
機関重量	960	1,510
重量噸	10,285	9,685
夏期排水量	17,100	17,100

以上における機関の重量および燃料消費率の比較というものが、同一船において計画して比較したもののよう

に正確に定量的に両者の差を指示するというものではないが、大体の程度というものは判ると思われる。

この表をみてタービンの重量は大体ディーゼルのそれと比較し馬力当りに考えて機関部全重量を考慮2/3のorderあるいは5/7 orderと見当つけられ船のG.T., D.W.T.等に対する機関重量がどの程度の割合であるかが判る。第1図はMarine Engineeringに示された各機関の重量を示すものである。

第1図(a)および第1図(b)はそれぞれディーゼル単独機関方式およびタービン歯車方式の重量を示す。(International Shipbuilding Progress Vol. 2; No.8による Helge Johansen 氏のデータ) 全燃料消費率ではディーゼルはタービンの約7割程度であり特に4サイクルK6V型は驚異的に少ないことが判るであろう。次にディーゼルとタービンの建造時費用の比はどうか。これは全機関部費用を包含して考えねばならない。そして正確にはやはり同一船舶の同一条件下で比較せねばならぬけれどもその一例をMarine Engineeringに記されている例から示すと第2図のようになりタービンの方がやや安い。この第2図の例はアメリカにおける例を示したものであつて、ヨーロッパの例は実はこの逆となつている。例えばInternational Shipbuilding Progress Vol. 2, No.8による Helge Johansen の論文では第2図(a)のようになる。すなわちこれはヨーロッパのある機関製作者より得た値を基礎としたもので、殆んど製作者はヨーロッパにおいては蒸気タービン装置が単独ディーゼル装置よりも5ないし10%高価であることを示している。



第 1 図

第1表 ディーゼルとタービン

ディーゼル機関の1例 (本表は過去15年間に製作されたものを国外、国内の各メーカーから採つたもの)

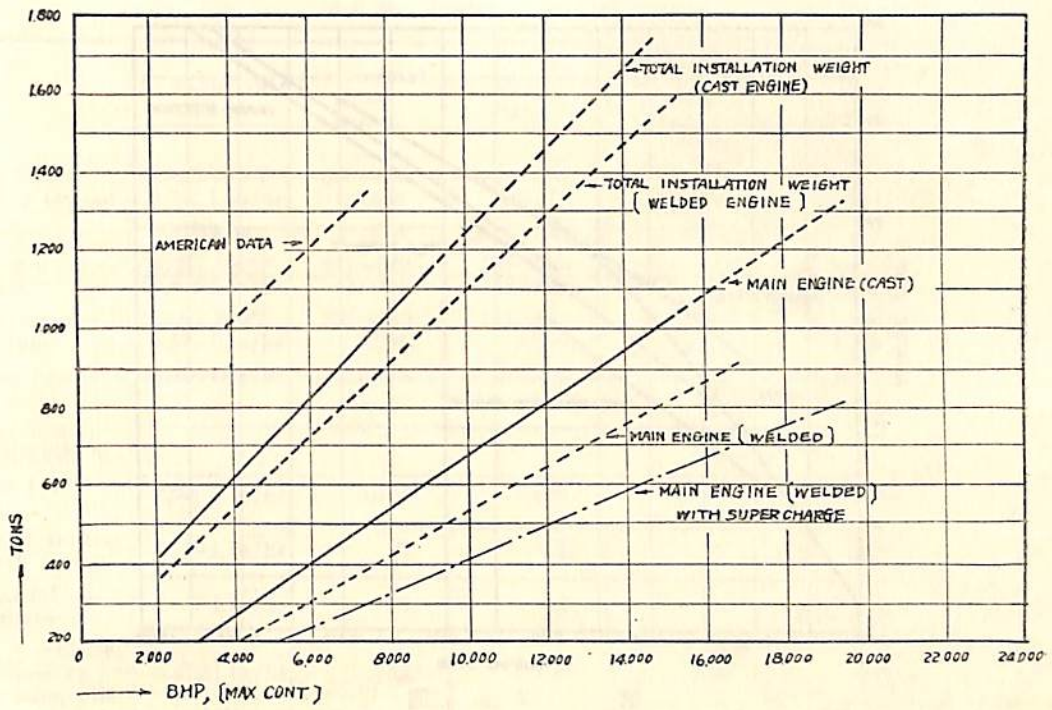
種類	連続最大出力	主機関重量 Ton	馬力当り機 関重量 kg/BHP	機関系全重量 Ton	馬力当り機 関系全重量 kg/BHP	発電機重量 Ton	燃料消費率 g/BHP	熱効 率 %
	BHP							
複 2	8,000			1,274	159.2 □	△	179.5 ※	35.2 ※
"	6,800			1,120	164.7 □	△	179.5 ※	35.2 ※
"	7,800	470	60.3	944	121	61	170	37.2
"	5,200	336	64.6	741	142.5	64	172	36.8
"	5,500	423	77.0	800	145.5	62	168	37.6
"	6,800			1,143	168 □	△	179.5 ※	35.2 ※
単 2	5,400	418	77.4	744	138	57	155	40.8
"	7,000			1,394	199 □	△	177 ※	35.7 ※
単2過	5,490	321	58.5	671	122	50	153	41.3
"	8,000			1,165	145.5 □	△	175 ※	36.1 ※
単4過	1,100	48	43.6	151	137	5.5	165	38.3
単 2	2,400	126	52.5	325	135.5	51	166	38.1
単2過	5,200	255	49	605	116	23.3	152	41.6
"	11,500	550	47.8	1,017	83.5	33.5	152	41.6
単4過	5,490SHP	165	30.0 kg/SHP	555	101 kg/SHP	34	142	44.5

タービン機関の1例 (本表は過去10年間に製作されたものを国外、国内の各メーカーから採つたもの)

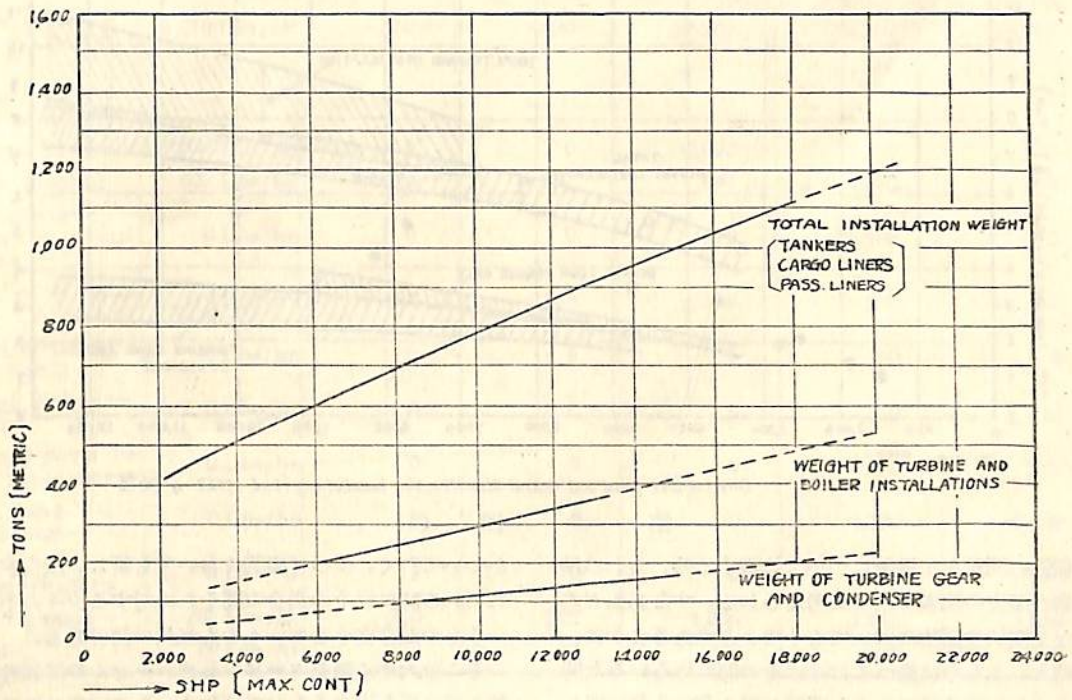
蒸気条件	連続最大出力	主機関重量 Ton	馬力当り機 関重量 kg/SHP	全燃料消 費率 g/SHP/hr	機関系全 重量 Ton	馬力当り機 関系全重量 kg/SHP	発電機重量 Ton	熱効 率 %
	SHP							
29 atg × 390°C	8,000	143	17.9	269	733	92	42	22.9
31.5 × 400	6,800			274~292	772	113.4 □		22.5~21.1
30 × 390	12,000	188.5	15.7	264	930	77.5	44	23.3
37 × 455	15,000			251~274	1,420	94.8 □		24.5~22.5
40 × 450	15,000	190	12.7	250	838	56	35	24.6
44 × 510	8,000			238	881	110.2 □		25.9
40 × 450	16,500	213	12.9	245	913	55.5	37.6	25.1
41.2 × 449	20,250	272.6	13.5	239	1,079	53.3	46	25.8
44 × 510	11,500			233	1,080	93.9 □		26.4

注意 (1) 燃料消費率および熱効率中、ディーゼルの場合は主機のみ、タービンの場合は補機を含めたものであり、ディーゼルの場合は一般に 8~9 g/BHP/h 程度これに加算されるべきである。ただし※印のものは補機をも含んでいる。

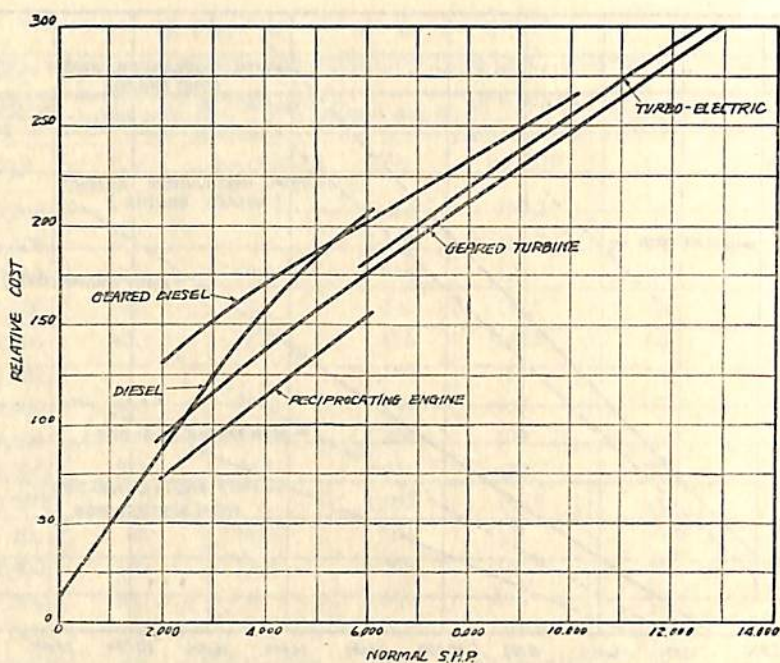
- (2) 主機関重量とはディーゼルにおいては主機のみ、タービンにおいては減速歯車、複水器等を含む。
- (3) 機関系全重量の中には発電機重量および配電盤重量は入れられていない。ただし□印のものはこれ等をも包含している。
- (4) ディーゼル中最後に示す単4過 5,490 SHP のものは、特に2台の機関分を合せて主機関重量として出している。従つて機関系全重量 555 中には歯車およびカップリング等、すべてを包含した2台分のものである。
- (5) 本表は極めて一般的、概略のものを示したもので、概念だけを把握して頂く資料としたい。



第1図 (a) 直接ディーゼル駆動装置の重量データ

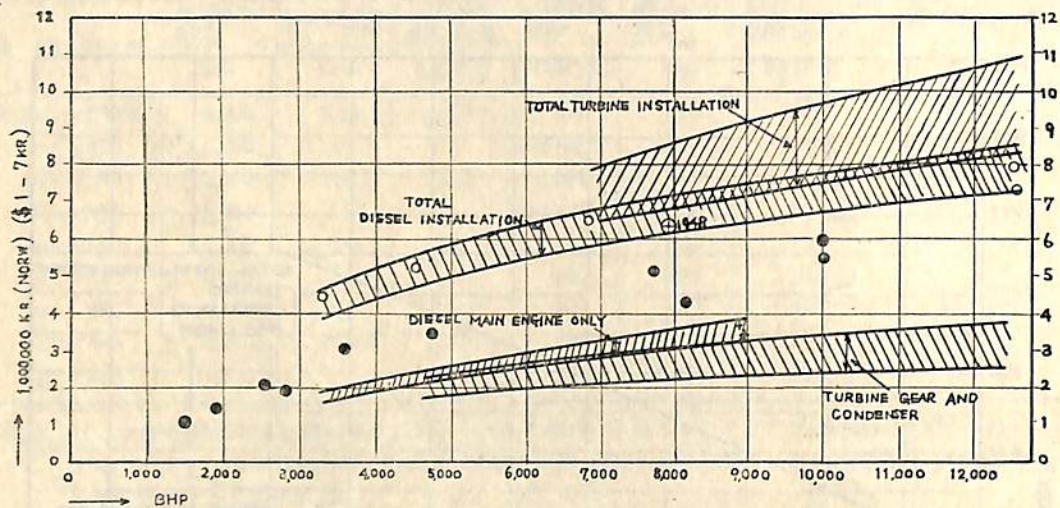


第1図 (b) 歯車伝導タービン装置の重量データ



第 2 図

DIESEL INSTALLATIONS { + MAIN ENGINE
 ● MAIN ENGINE WITH AUXILIARIES NECESSARY FOR ITS OPERATION
 ○ TOTAL MACHINERY INSTALLATION (TANKERS)
 ⊕ TOTAL MACHINERY INSTALLATION (CARGOLINERS)



Direct-driven Diesel and Geared Steam-Turbine Installations (End 1952) の価格

第 2 図 (a)

信頼性の問題を主機関について比較する時、これは結局技術の歴史の比較となると考えられる。すなわちどのような工業的生産物においてもそのようであるように、信頼性というものは使つて行けばその間にいろいろな問題にぶつかつて改良されまた問題が起る毎にそれに慣れて行つてそうしている間にそのものに信頼度というもの

がついて行く。従つて機関においても新しい改良がなされている時にはその当分の間それに対する少々不安というものが存在するというのも当然の話である。

そこで大きく話をタービンとディーゼルの信頼性の比較と云つても出来るものではなく、その両者の改良とか発展の個々の点、時期を比べて云い得るものと思われ

第2表 Steam flow diagram

	(1) 16,500 SIP の時	(2) Normal rated power	(3) 20,250SIP の時	(4) Normal rated power Cargo heating	(5) Normal rated po- wer: But- terworth cleaning	(6) Port con- dition cargo handling & cargo pumping
1 Boiler Super he- ater より Output	600#G 850°F 121,322 Lbs/hr	600~850 135,608	600~850 148,653	600~858 172,021	600~858 175,757	600~850 66,956
2 Lost	602 Lbs	673	738	844	870	42
3 H. P. タービンへ の input	585#G 840°F 108,560 Lbs/hr	585~840 121,954	585~840 133,841	585~848 121,331	585~848 118,955	0
4 Generator タービ ンへの input	585#G 840°F 5,556 Lbs/hr	585~840 5,556	585~840 6,334	585~848 6,420	585~849 6,420	585~840 4,257
5 Desuper heater へ	6,604 Lbs/hr	7,425	7,740	43,426	49,532	62,657
Desuper heater からの主な供給先						
a) Main feed pump	4,900 Lbs/hr	5,650	5,900	6,280	6,300	4,650
b) Fire of Butter- worth pump	0 Lbs/hr	0	0	0	4,960	0
c) Cargo oil pu- mp turbine	0 Lbs/hr	0	0	0	0	41,720
d) Lost to whistle, soot blowers, aux. pump etc.	602 Lbs/hr	763	738	844	870	611
e) Main air ejec- tor	784 Lbs/hr	784	784	784	784	0
f) Aux. air ejec- tor	208 Lbs/hr	208	208	208	208	208
g) A.E. cond.	110 Lbs/hr	110	110	110	110	0
h) Low pressure steam generator	1,270 Lbs/hr	1,576	1,490	35,200	36,300	14,540
Low pressure st- eam によるもの						
イ Cargo heating	120#G 0 Lbs/hr	0	0	30,000	0	0
ロ F. O. heating	622 Lbs/hr	736	787	895	770	364
ハ Butterworth heater & drain cooler	0 Lbs/hr	0	0	0	26,900	0
ニ Galley services etc.	379 Lbs/hr	380	380	379	380	380
ホ Fuel oil trans- fer pump	0 Lbs/hr	0	0	0	0	0
ヘ Bilge & ballast pump	0 Lbs/hr	0	0	0	0	0
ト Cargo pump ro- om Bilge pump	0 Lbs/hr	0	0	0	0	719
チ Stripping pumps	0 Lbs/hr	0	0	0	4,230	9,149
リ Deck machinery	0 Lbs/hr	0	0	0	0	2,500
ヌ Feed pumps	265 Lbs/hr	280	302	1,836	1,860	1,096
ル Lost	70 Lbs/hr	70	77	330	335	159

る。従つて新しい機関の既述 4 サイクル 250 r/m 型等において信頼性を確保するためにはその使用年度を1年、2年と待つてよく見ておくことも大切なことと考えられその程度の年月を経た今日、この機関についてもかなりの信頼性があると断言してよいのではなからうか。

その他維持、取扱者の減価償却の問題についても一々比較すべき点があるがここでは省略しよう。

タービン、ディーゼルの配置の比較ではタービンはかなり大きい容量のものに対して主機自体は小さいから、それだけを考えたと配置としては、ディーゼル方式に比しタービン方式は都合が好いといえる。しかし、タービンにはボイラーが装備され、ボイラー装備の配置にはやはり、それ相応容積的に考えねばならぬ問題がある。今日タービンを使用するのはタンカーに多いがこれは大抵 After engine room であり、ディーゼル貨物船におけるような Long shaft & tunnel のような都合の悪い問題がないがこれは勿論タービンとディーゼルの比較ではない。

以上タービンとディーゼルの比較するに重量や最初の価格容積そのものにおいてタービンの方が秀れているが結局燃料消費の点においてディーゼルは遙かにタービンを引離しており航海するための所持燃料重量や燃料容積を比較すれば、機関部重量や容積でタービンがディーゼルよりも秀れて軽小であつた差以上にディーゼルの方が総合的に秀れている結果となり、また年日の経過とともに、すぐ最初の価格差をもディーゼルのタービンに秀れた燃料効率がキャンセルしてしまう結果となる。このような結果今日貨物船では殆んどディーゼルが占めてしまつたわけである。しかしタンカーにおいて今なおタービンが存在するのはディーゼルが大型 20,000HP 程度のものを単一機で作ることが重量、価格、配置等の点でタービンに比し異常に大となること、それにタンカーにおけるステーム使用の問題も一つの理由になつていたのであろう。このタンカーにおける蒸気消費の問題も少々説明すれば次のようである。

まず始めに例をあげてこれを説明すれば G. T. 23,700 DWT 38,000 なるタービンタンカー Normal 18,500HP 106.4 r/m Max continuous 20,250 HP 109.7 r/m の Boiler evaporation は1罐 Normal 68,400 lb/hr Max continuous 90,000 lb/hr でこれが2罐装備されその Steam flow condition は次のような場合がそれぞれ考えられる。

すなわち

- (1) 16,500 SHP
- (2) Normal rated power
- (3) 20,250 SHP
- (4) Normal rated power cargo heating
- (5) Normal rated power Butterworth cleaning port condition
- (6) Cargo handling & cargo pumping

これ等のそれぞれの場合における Steam flow を簡単に示すと第2表のようである。

この Steam flow diagram によつても明らかなように Cargo heating, Butterworth cleaning および Cargo handling, 時、これ等に使用する Steam がかなりの量に昇るけれども、Butterworth cleaning 時に total steam capacity の殆程度であり、Cargo handling をもし電動とすれば Diesel tanker にしたとしても補助ボイラー1基を用意すれば事足りることが判るのであろう。この点ディーゼル電機推進方式とすれば、この Cargo pump は motor とし、その motor は電機推進用発電機から直接電源を供給できるように高圧 motor とし、補助ボイラーの容量も少なくでき得るし、船内低圧発電機の容量も特別に Cargo pump motor の大きさを考慮する必要がなく、好都合といひ得る。これはディーゼル電機推進方式の一つの利点といえよう。

海技入門選書・近刊

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 |

戦後の船用機関事故の変遷について

は し が き

本文は、戦後日本の船用機関に発生した重要な部分のしかも重要事故について取りまとめたものである。日本海事協会の船級船に発生した事故を中心として調査されており、相当広範囲に亘っているが、必ずしもわが国で発生した事故のすべてをつくしているとはいえない。また、船が船主に引き渡される前に起つた事故にも技術的にいろいろ面白いものがあるが、正確な資料がえられないので、言及していない。

調査の対象となつた機関

船は新造、換装などが常に行われているので、機関の種類、数などを調査の時折に正確に知ることはできない。よつて単に概要を知るために、昭和28年1月および昭和32年末現在における統計を第1表に掲げるに止どめる。

第1表の増減率から注目されることは、まず戦標型レシプロ機関が著しく減少して4サイクルディーゼル機関が増したことである。戦争直後相当の数を占めていた戦標型レシプロ機関は、その後一部のものは船体とともに解撤され、また多くのものが4サイクルディーゼル機

関に換装されて減少し、一方、最近の中小型新造船はすべてディーゼル船であるのでこのような数字になつたものである。改E型レシプロ機関は、昭和32年末現在僅か12台が使用されているに過ぎない。

タービン船は、昭和25年前後にいわゆる“AB”改装と称して多数のものが戦標型から新型に入れ換えられ、戦標型は急激に減少した。これに反して、大型2サイクルディーゼル機関の増加は顕著で、最近の大型新造船がほとんどディーゼル船であることを物語っている。

ボイラにおいては、丸ボイラが若干増加しているが、これは圧力の低いディーゼル船の補助ボイラとしてであつて、最近丸ボイラが主ボイラとして採用されることは全くなくなつた。

なお、昭和28年頃約60台残つていた銃球機関は、今では僅か14台が残つているだけである。

調査の期間と事故の変遷の概要

本調査は昭和23年1月より昭和31年末までの間に起つた事故について行つたもので、その間を第2表のように4期間に分けて考えよう。

これら各時期に起つた事故の特徴を見るに、第1期間

第1表 昭和28年1月および昭和32年末現在における調査機関の統計

機 関 の 種 類				昭和28年1月 現	昭和32年 末現在	増減率%
蒸 気 レ シ プ ロ 機 関				318	167	- 48
蒸 気 タ ー ビ ン	戦 標 型	乙 100 型	7	7	0	
		甲 50 型	9	9	0	
		甲 25 型	25*	15	- 40	
		甲 12 型	15	5	- 67	
	平 時 型		128	157	+ 23	
ボ イ ラ	丸 ボ イ ラ	759	942	+ 22		
	立 ボ イ ラ	91	156	+ 42		
	水 管 ボ イ ラ	292	355	+ 21		
デ ィ ー ゼ ル 機 関	大型2サイクル (D>480mm)		92	408	+ 343	
	中型2サイクル (D<480mm)		23	37	+ 61	
	戦標型4サイクル (含海軍型)		257	193	- 25	
	平時型4サイクル		51	240	+ 371	
銃 球 機 関				61	14	- 77
タ ー ボ ・ エ レ ク ト リ ッ ク 推 進				1	2	+ 100

(註) * 甲25型タービンは、昭和23年初頭には40台あつたが、昭和25年前後に数多く新型に改装された。

第2表 調査の期間と調査機関の数

調査回数	調査期間	調査の対象となつた船数	同プロペラ軸
第1回	昭和 23.1~28.2	5,129	1,660
第2回	〃 28.3~29.8	1,850	630
第3回	〃 29.9~30.6	1,140	490
第4回	〃 30.7~31.12	2,117	560

においては、新造船はまだ少く、就航後日も浅かつたので余り問題はなく、主として戦標型機関に雑多の事故が起きた。船も随分粗製乱造であつたが、取扱者の側にも不なれの点が多かつたようである。第2期間に至ると、戦標型機関は相当使い古された一方、海運界がようやく活気を見せて稼働率が增加したため、大きな事故の頻度が絶頂に達した。同時にこの時分から、大型2サイクル機関に粗悪油が焚かれるようになったため、シリンダ廻りに過熱による事故が頻発するようになった。第3期間においては、適当な対策が講ぜられたため、戦標型機関の事故は安定したが、大型2サイクル機関のピストン、シリンダの焼損事故が、過給方式の採用によつて更に促進される結果になつた。プロペラ軸スリーブの浸蝕事故が急に目につき始めたこと、小型の改造ディーゼル船の軸系にクロスマークによる事故が頻発して、連続使用禁止範囲の取扱が厳重になつたのもこの時分からである。第4期間は海運界が甚だ活況を呈したため、雑多な事故が増加したように見受けられる。4サイクルディーゼル機関の過給率が一段と高まつたため、2サイクルだけでなく、4サイクル機関にもピストン焼き付き事故の頻発も報告されている。また、新型機関が多く造られたがこれらに思わぬ事故が起つている。なお、戦標型機関には老衰のきざしがうかがえる。

以上のように、約10年の間に種々の事故が起きたが、このうちには、調査期間中一貫連続して起つていのあるかと思うと、ある時期に重点的に起つて、その後対策が考えられて終息したものもあり、これらを述べることは、船用機関の構造の問題点をクローズアップするものとして、きわめて興味あると同時に有益であると思う。

第1回調査期間

(昭和23年1月より昭和28年2月まで)

この調査の末期においては、既に相当数の戦後建造の新造船が就航していたが、まだ日が浅いので問題は少なく、主として雑多な事故が戦標機関および戦争直後に作られた準戦標機関に発生した。材料、工作の不良、取扱の不なれなどが重なり合つて惹起したものが多く、設

計の根本的欠陥に起因するものもある。

戦時標準型タービンは、当時すべての大型戦標船に装備されていたので、その事故は大きくクローズアップされた。材質、工作などの不良による個々の事故は別として、甲25型の第6段羽根の折損、ロックドトレーン型減速歯車の小歯車および啮合接手の事故、潤滑油系統の故障による軸受の焼損などが主なもので、それらは戦時中から既に注目を引いていたものである。

このうち、羽根の折損は振動によるものと判定せられ、根元の断面積を増加することによつて終息したが、その他は簡単に解決せず、その後相当長期間に亘つて問題が続いた。いわゆるロックドトレーン型減速歯車の歯の折損事故は、戦時の粗製乱造による極端な歯切精度の不良に起因するのはもちろんであるが、構造にも疑問があり、この型式の歯車に起り易い小歯車の「踊り」も歯折損の原因であつたと指摘されている。また、潤滑油系統の故障は、主機駆動の油ポンプの構造、工作等に欠陥があり、特に低回転時における油圧、油量の不足が問題であつたようである。しかし、取扱者側の配慮も十分でなかつたように思える。

ロータの屈曲事故も頻々と起つたが、必ずしも取扱不良だけではなく、材料の粗製乱造による熱処理の不十分にも原因があつたと思われる。

ボイラでは、戦標水管ボイラの水管の過熱による屈曲垂下事故と丸ボイラの火炉の事故が目立つて多かつた。前者は、取扱不なれと、縮水処理の不良が原因にあげられ、船体各部より漏入した海水が縮水に混入した事実も見逃せない。火炉の事故の原因は、鋼板のラミネーションと溶接不良が主としてあげられる。

レシプロ機関の事故は、工作不良が原因で起つたものが多く、高度の工作を必要とするクランク軸焼きばめに弛緩が40件も起つたことは、戦標型機関の工作不良のよい例にあげられるであろう。また、改E型の主機駆動ポンプの破壊事故はピストン速度が高かつたことと、材質不良が原因していたようである。

改E型船に装備されたF型4サイクルディーゼル機関は旧式で、かつ低性能のものであつたが、若干のクランク軸に亀裂折損が起つた以外には、細かい点は別として機関自体に注目すべき根本問題はなかつた。クランク軸折損の原因は、主として材質不良によるものと思われる。しかし、軸系のねじり振動に対する考え方が十分でなかつたため、プロペラ軸(第2種軸)にクロスマークを発生するもの、キー溝端に亀裂を発生するものなどが相つぎ、簡単に改造できないために、その禍は今日にまで及んでいる。調査した所によると、F型ディーゼル

機関を搭載した戦艦改 E 型船、またはこれに類似する船 89 隻（昭和 24 年以前建造のもの）中、プロペラ軸を事故のため新換した船は 51 隻あり、比較的記録の明らかな 16 隻のプロペラ軸の平均寿命は 2.5 年という極端な数字がでている。これらの損傷に関連してクロスマークの発生機構が研究され⁹⁾、許容応力限度が定められ、できうる限りの改造が施されているので、事故は漸減の傾向にある。

改 E 型船に焼球機関を採用したことは全くの失敗で、ほとんど満身に運転されていたものはなかつた。380bhp という大型の焼球機関そのものに設計上の無理があり、取扱者の不なれも手伝って、始動時に過回転を起し、クランクピンボルトを折損して機関を大破したものが 27 件も報告されている。また、ねじり振動による推力軸の亀裂折損事故も少なからずあつた。

元海軍が艦艇用として設計した 22 号 10 型機関および中速 400 型ディーゼル機関の高船への流用もかなりの数に及んだが、これらも完全に失敗で、事故が続出し、海軍艦艇と高船との設計上の根本的理念の差を遺憾なく露呈した結果に終わった。

戦時中に作られた補機類にも、材質、工作、設計などにいろいろな欠陥があつて雑多な事故が起つたが、これらについて一々説明することは省略する。

一方、戦後に作られた新型の機関にも若干の事故が起つた。その第一は、2 サイクルディーゼル機関の鋳鋼製掃除空気ポンプレバーに折損事故が相ついで発生したことで、鋳造方法、形状を改善することによつて間もなく解決した。また、2 サイクル大型ディーゼル機関のピストンと冷却室金物の取り付けスタッドに折損を発生するものが起り、その原因探究に種々の苦心が払われたが、結局、冷却油中に発生する衝撃的圧力によるものであることがわかり、これを回避することによつて終息せしめることができた。新造後間もない大型ディーゼル船の二三の電動揚錨機の鋳鉄製フレームが使用中に突如

大破した事件も大きな話題となつた。この事件も、問題の部分に鋳鋼に改めることによつて容易に解決した。また新造船のマンガン青銅製プロペラ羽根に折損事故が数件相つぎ、各方面で慎重に検討されたが、折損したものの金属組織がすべて all-β 組織であつたことがわかり、その後各製造所とも、亜鉛当量の比較的低い α+β 組織のものに移行したため、現在ではほとんど折損事故はなくなつた¹⁰⁾。

第 2 回 調査 期間

（昭和 28 年 3 月より 29 年 8 月まで）

この期間の前半において、戦艦型蒸気タービンの嚙合接手および第 1 段歯車の事故は益々頻繁となり、破壊事故のために、外国の港で立往生する船が続出し、問題になつた。よつて本会では、各方面と連絡を取つて、昭和 28 年 9 月に「戦艦標準タービン減速装置の改造および検査の強化に関する勧告」¹¹⁾を行つた。この勧告は、いわゆるロックドトレーン型減速歯車の第 1 段小歯車の「踊り」を極力防止し、嚙合接手を改造して「踊り」によつて生ずる無理を減少しようとするものである。幸い多くの賛同をえて、従来問題の多かつた多数の機関に採用され、一方検査の強化も推進されたので、以後事故は激減するに至つた。第 3 表は、現存する甲 25 型および甲 50-1 型（ともにロックドトレーン型減速歯車のもの）タービンの嚙合接手および第 1 段小歯車の事故の昭和 23 年以降の統計で、昭和 28 年を境にして、事故が急激に減少していることがわかる。

戦艦型蒸気タービンの潤滑油系統の事故による軸受焼損が前期 12 件に対し、今期僅かに 2 件に減少したことは、多くのタービンが、主機駆動ポンプによる直接給油方式をやめて、ヘッドタンクによる間接給油方式に改めたことにもよるが、取扱者の技術の向上に負う所も大きかつたようである。しかし、この 2 件とも危急装置の作動が円滑でなかつたことが原因にあげられており、同様

第 3 表 現存する甲 50-1 型および甲 25 型タービンの嚙合接手および第 1 段歯車の事故の年次統計

事故発生年次（昭和）		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
甲 50-1 型 (現存 8 台)	小 歯 車 事 故	1	3	3	2	1	3	0	0	0	0
	大 歯 車 事 故	0	0	0	0	1	1	0	0	1*	0
甲 25 型 (現存 15 台)	小 歯 車 事 故	1	2	1	1	1	2	0	3*	0	0
	嚙 合 接 手 事 故	1	0	2	3	3	7	1*	0	0	0
事 故 合 計		3	5	6	6	6	13	1*	3*	1*	0

（註） * 印は本会推奨の改装を行つていない船に発生した事故である。

な事故が、今に至つても完全に根絶しないから、その構造、保守、取扱等にまだ研究の要があるのではないかと思われる。

減速歯車の歯面に発生するピッチングは戦標タービンには普通の事柄とされ、余り問題にされていなかったが、戦後作られた新設計のものにも同様なピッチングを生ずるものが多く現われ、そのうちに特に甚しいものが出るに及んで、その原因および対策が真剣に考えられるようになったり⁸⁾の¹⁰⁾。ピッチングの防止は特に大型の歯車ではむずかしい問題で、現在までにいろいろ研究が続けられているが、まだ完全な対策はえられていない。

ボイラにおいては、相変らず丸ボイラの火焔に各種の事故が発生したが、別に目新しいものはなかった。しかし、水管ボイラの水管の過熱垂下事故は減少し、給水処理が比較的うまく行われるようになったことを示した。また丸ボイラの給水孔の亀裂⁹⁾が注目されるようになったのもこの時期のことで、その後よく調べてみると、ほとんどすべての戦標型丸ボイラにこのような亀裂が発生していることがわかった。幸いまだ余り延びているものはないが、孔がガス切りのままであること、内管の構造が不良で、冷い給水が間歇的に触れることなどが原因と考えられるので、孔の内面を平滑に仕上げること、内管の構造を改めることなどが対策として取りあげられ、多くのボイラに実施されている。

この期間中に丸ボイラに発生したもう一つの大きな事故は、水管が破裂開口して罐前に多量の汽水を噴出し、死傷者を発生したという事件である⁹⁾。同様な事故が門司港に入港中の韓国船(戦標2D型)にも発生した。調査結果によると、原因は必ずしも材質不良のみに帰しえないようで、相当のスケールが堆積していたという事実も見逃せない。また、破口個所が最も熱負荷の高い部分であったことも注目すべきである。

ディーゼル機関については、戦標F型機関には、前期に引きつづき特別の事故発生報告はなかった。しかし、大型2サイクルディーゼル機関には、粗悪油が用いられるようになったため、ピストンの甚しい焼損が新しい問題として登場した。その原因は、専ら重油中に含まれるV₂O₅の高温における腐蝕作用(いわゆるVanadium attack)に帰せられた。また、亀裂を発生したのもあつたが、これは、鑄造方法が不適当であつたため、最も熱応力の高い部分と、ゴーストゾーンが一致していたためと判り、以後鑄造方法が改められた。当時初めて採用された鋼板溶接型の台板、架構に二三の亀裂事故が起り注目されたが、その経験にもとづいて、以後の溶接方法、構造が改められたので、その後は発生しない。

2,500 shp級の蒸気タービンを装備した改装2A型船およびこれに類似した船のプロペラ軸の勾配大端に大亀裂を発生するという事故が二三続発したことは、当時各方面から問題にされた。丁度同じような船に事故が相ついたので、この程度の大いさの船に発生する特殊な事故ではないかと思われたが、その後、大型油槽船やディーゼル船にも起り、この懸念は解消した。結局この部分のゴムパッキンの締めつけが不十分であつたため海水が浸入し、疲労強度が低下したのが第一の原因であつたようである¹¹⁾。これらの事故が契機となつて、今では、グランド式防水法が大部分の船に採用されている¹²⁾。

丁度時を同じうして外国船(特にアメリカの大型油槽船)にもこのような事故が続発し、軸系の横振動の共振が話題をにぎわせたが¹³⁾、その後、このような振動は理論的にはありうるが、軸受条件が複雑に変わる実際の軸系には起らないと考えられるようになり、今では、プロペラに発生する伴流の不均一に起因する強制振動が問題として取りあげられ¹⁴⁾、プロペラはめ込み部に発生するフレッチングコロージョンも軸の亀裂折損に一役買つていて考えられるようになった¹⁵⁾。

戦後よい材質のものがえられなかつたので、止むを得ず行つたプロペラ軸スリーブの溶接部に亀裂を発生する率が極めて高いことが、この期間に初めて抽出された多くの軸によつて続々実証された。よつて本会では、昭和30年版鋼船規則から、溶接、鑄掛け等でつぎ合わせたスリーブを持つプロペラ軸を第1種プロペラ軸として認めることを中止した。また、現在非常に問題になつているプロペラ軸スリーブの浸蝕事故は、この期間の後半によりやく現われ、かなりの程度のもので4件報告されている。しかし、一般にはまだ深い関心が払われなかつたようであり余り話題にならなかつた、プロペラについては、折損事故は一応終息し、新に亀裂発生、腐蝕、先端曲りなどが注目された。

第3回調査期間

(昭和29年9月より30年6月まで)

この期間には、

- (1) 戦標型タービンの啮合接手と第1段小歯車の破損事故が激減したこと
- (2) 戦標F型ディーゼル機関のクランク軸の亀裂折損事故が減少したこと

等の好ましい現象が見られたが、他方、

- (3) 大型2サイクルディーゼル機関のピストン頂部の焼損事故が激増したこと
- (4) プロペラ軸スリーブの浸蝕事故が激増したこと

等の好ましくない事実も認められた。

戦標型タービンの嚙合接手と第1段小歯車の破損事故が前期の前半を頂点として激減したことは、前掲の第3表に明瞭に示されており、その経緯については前述した。

戦標型F型ディーゼル機関のクランク軸の亀裂折損事故も第4表のように前期最高に達したが、それ以来著しく減少した。事故減少の原因は、主としてクランク*

*腕閉閉量の測定実施(軸受保守の強化)¹⁷⁾がようやく各方面に徹底するようになったためと思われる。しかし、相変わらず少数ながら散発しているため、戦時中の材質不良に疑問が持たれる。事実、折損したものを二三調査した所によると、材質は必ずしもすべて良好であるとはいえない。このことは、同じように保守されている類似の新造機関のクランク軸にまだ1本も事故が起つていないことによつても証立されてる。

第4表 戦標F型ディーゼルクランク軸の損傷統計

現在台数		損傷発生年次 (昭和)							合計
昭和28年1月	昭和32年6月	26	27	28	29	30	31	32	
93	101	2	4	5	1	1	2	1	16

大型2サイクルディーゼル機関のシリンダカバの亀裂事故は従来余り人目を引かないものであったが、この期間に若干の増加のきざしを見せた。おそらく、過熱に関係があるものと思える。また、ピストン頂部の焼損は、益々程度がはげしくなつて焼耗量が部分的に30~40mmにもおよぶものが出るに至つた。粗悪油使用による不完全燃焼のための過熱がすべてに優先する原因と考えられ、対策は専ら燃焼と冷却効果の改善に向けられているが、完全な解決は今以つて得られていない。しかし、一方損傷部の溶接補修法が真剣に研究され、多くのものに実施されている。

大型2サイクルディーゼル機関の軸受ホワイトメタルの亀裂もこの期間に初めてクロスヘッド軸受にその徴候が現われた。過給によるシリンダ内爆発圧力の上昇の結果と思われる。対策は見掛けの軸受圧力の減少よりむしろ圧力分布の改善に向けられており、軸受の剛性増加が企図されている。また、ホワイトメタルの厚さも次第に薄くなつて行く傾向がある。

改E型船および戦争直後造られた類似船で、レシプロ機関からディーゼル機関に換装されたものに、プロペラ軸折損事故が相ついで起つたことは、ねじり振動に対する関心を更に深める契機となつた。折損を起した船においては、いずれも主危険回転数が定格回転の75~85%にあつたもので、海上試運転で精密な振動測定を行つて、連続使用禁止範囲を船側に通告してあつたにもかかわらず折損を起したものである。思うに、連続使用禁止範囲を定格回転数に接近して設定することは実際問題として無意味であつて、どうしても、禁止区域内で使用するようになるのでこのような結果になるものと思われる。このような苦い経験から、現在では、主危険回転数が定格回転数の70~110%のうちに絶対に入らないよ

うに設計されるようになり、その効果は極めて良好で、このようにしたものは、若干の例外を除いて、ほとんどクロスマークによる折損から免れている¹⁸⁾。

第5表は戦標F型およびこれに類似のディーゼル機関のプロペラ軸でクロスマークのため廃却になつたものの統計を示す。

第5表 戦標F型およびこれに類似のディーゼル機関のプロペラ軸廃却の統計

シリンダの径D (mm)	昭和24年以前に製造または換装されたもの			昭和25年以後に製造または換装されたもの		
	隻数	事故数	%	隻数	事故数	%
250<D<350	22	9	41	27	0	0
350 (F型)	89	51	57	18	3	17
350<D<400	18	4	22	52	9	17

この統計によると、昭和24年以前に製造または換装されたものに事故数が甚だ多いが、これは、第1回調査期間の所で述べたように、当時ねじり振動に関する考え方がまだ十分でなく、特に戦標改E型船の設計の根本に欠陥があつたためである。これに反して、ねじり振動に対する関心が高まつて来た昭和25年以後のものには、損傷は激減している。このうち*印のものは、いずれもレシプロ機関からディーゼル機関に換装された船の例で、更に深く研究される契機を作つた事故である。

プロペラ軸スリーブの浸蝕事故は極めて顕著に各種の船に発生した。第6表ないし第8表に総屯数別、船種別、主機別の損傷率を示す。

プロペラには、従来と同様、腐蝕、フォローイングエッジの自然曲りが絶えないが、溶接補修跡の亀裂発生も数多く報告され、溶接補修は慎重に行われなければならないという示唆を各方面に与えた。

第6表 総屯数別損傷率

総屯数区分	全隻数	損傷隻数	損傷率%
100 t 未 満	71	7	9.9
100 t 以上 500 t 未満	121	15	12.4
500 t " 1,000 t "	212	15	7.1
1,000 t " 5,000 t "	249	11	4.4
5,000 t " 10,000 t "	262	38	14.5
10,000 t 以上	42	17	40.5
計	957	103	平均 10.8

第7表 船種別損傷率

船種区分	全隻数	損傷隻数	損傷率%
貨物船	632	62	9.8
油槽船	116	26	22.4
漁船その他	209	15	7.2

第8表 主機別損傷率

主機区分	全隻数	損傷隻数	損傷率%
ディーゼル機関 (焼球を含む)	554	71	13.1
蒸気タービン	200	25	12.5
蒸気レシプロ	203	7	3.4

第4回調査期間

(昭和30年7月より31年12月まで)

戦後随分なやまされた戦艦船の種々雑多な事故も、船の数が減少したのと、適当に改善されたため余り目立たなくなつた。しかし、既に老衰の徴が見え始め、特に蒸気タービンでは、噴口、ダイヤフラム、羽根などに腐蝕、欠損が多く見られるようになった。事実、噴口、ダイヤフラムの腐蝕欠損は、第1期に3件、第2期に5件、第3期に7件、今期に19件と急激に増加している。

使用中にタービンロータが屈曲して振動を発生するという事故はスタビライジング・トリートメントが普及した今日においては既に過去の問題となり、僅か1件しか報告がなかつた。このことは船の取扱いが周到になつたことをも意味している。

最近の減速歯車の改善にはみるべきものがあり、特に歯切り工作の精度は向上した。しかし、高出力化に伴つて、親歯車の径は益々大きくなるので楽観は許されない。また、啮合接手も近時歯数の多いインターナルギヤ式のものが用いられるようになったので破壊事故は減少したが焼きつきは相変わらず相当にある。

戦艦型丸ボイラの胴の接合部にアルカリ脆化に起因すると思われる亀裂事故が数件相ついで起つたことは注

目すべきで、このような現象は、相当の艦令のものに発生するといわれ、また、清浄剤の使用法にも関係があるといわれているので、今後も他船に続発するかどうかをよく見守る必要があろう。

この期間中に、過給を行うようになったこと、粗悪油が使用されるようになったことに加えて、海運界が極めて活況にあつて船の稼働率が大きかつたので、ディーゼル機関のピストン、シリンダカバなどに従来見られないほどの数多くの焼損や亀裂事故が発生した。また軸受ホワイトメタルの亀裂事故、シリンダジャケットやシリンダライナの水側の腐蝕事故などの頻発も、機関の使用条件の変化に起因するものようで、少くともこれらの部品については、従来の考えの設計は、既に限界に達しており、何らかの新しい設計観念が必要のように見える。

新しい設計の機関に計らざる事故が起きることはどうしても避けられないが、その典型的の事例が二三発生した。第1は、ある大型2サイクルディーゼル機関のピストンとピストン棒の締めつけスタッドの折損事故で、研究の結果、該部のフランジの剛性を増し、スタッドのピッチを均一にすることによつて解決した。また高過給4サイクルディーゼル機関に数多く起つたピストンおよびピストンリングの焼き付き事故も、ピストン冷却方法の改善、中間冷却器の設置によつて減少しつつある。中型2サイクルディーゼル機関のルーツ送風機駆動歯車のピッチングおよび破壊事故も、新設計の機関に発生しつつある深刻な問題で、クランク軸の変動トルクと歯車の慣性力の干渉によつて発生するものである。適当な個所に緩衝装置を設置することが必要であることがわかつた。しかし、ねじり振動にも関連があつて簡単には解決し難い問題のようである。

排ガスターボ過給機の実績もようやくはつきりして、振動による羽根の折損、ノズルリングの亀裂、ケーシングの腐蝕開口など、蒸気タービンとほぼ同じ性質の事故がでており、今後研究を要する新しい問題と思う。

大型ディーゼル機関の組立型ないしは半組立型クランク軸の折損は従来ほとんど見られないものであつたが、今期間に2件発生した。これらのクランク軸は、いずれも昭和25年前後に作られた比較的古いもので、調査の結果によれば、その材質は、現在作られているものに比べて若干劣るようで、顕著なゴーストが見られ、この附近から亀裂が発生していた。この例から考えても、今更ながら合理的な鑄造または鍛造方法の研究の必要が痛感される。また、焼きばめクランク軸に発生した二三のスリップ事故はいずれも過回転によつて低次のねじり振動にひつかかつたものと想定され、焼きばめクランク軸に

は過回転がきわめて好ましくないものであることを実証した。

船令4年の姉妹船の30 kg/cm², 400°C 水管ボイラの水ドラムの内面の附着金物(緩熱器支持金物)溶接とりつけ部に多くの亀裂を発生した事件は、このような簡単な軽い溶接も十分注意して行わないと極めて危険であることを示唆した。銅板は正規の規格品であつたから、材料不良とは考えられず、肉盛が大きすぎたため、熱影響を受けて材質が部分的に変質し、(応力除去加熱は行っていない)且つ、この部に大きな集中応力が発生したため、縮水に腐蝕されて疲労亀裂を発生したものとしか考えられない。

プロペラ軸スリーブの部分的浸蝕事故は相変わらず減少する気配は見えない。浸蝕の原因についてはいろいろいわれているが、プロペラに発生する伴流の不均一によつて軸が強制的に横振動し、軸管内で空洞現象を生じて発生するという考えが最も正しいようである^{10) 20) 21)}。従つて対策として振動量を小さくすること、空洞現象が生じにくいようにすることなどが工夫されているが、決定的な具体策はまだ得られていない。

接合部を溶接、鋳掛け、半田づけしたプロペラ軸スリーブの脆弱性は益々明瞭となり、抽出されたこの種の軸29本のうち、19本に亀裂事故が発生し、ほとんど全滅の形である。

プロペラ羽根の事故は相変わらず多く、第9表の通り、腐蝕、潰蝕が特に目立ち、亀裂発生も少くない。亀裂事故30件中27件が溶接修理跡に発生していることは注目すべきである。

第9表 プロペラの事故統計

事故の種類	件数
羽根の折損	4
亀裂の発生	30
フォローイングエッジの自然曲り	35
腐蝕または潰蝕	128

結 言

以上戦後の船用機関の事故の変遷について述べたが、事故の重点が時とともに変わるということは、ある事故の原因が明かになつて適当な対策がとられる一方、新しい思わぬ事故が次々と発生することを意味し、われわれが技術的に貴重な経験をしつつあるということに外ならない。新しい機関を設計した場合、思わぬ所に問題を起すのは甚だ遺憾なことであるが、経済の底が浅く、試作品について十分の試験を行えないわが国の場合においては止むを得ないことではないかと思う。

本会は直接機関を設計したり製造したりするものではないが、最も広く各種の機関に接する立場にあるものであるから、常に広い見地から機関を観察し、もし事故に

遭遇したならば注意深くそれを検討し、できるだけ早く適当な対策を立ててその解決に貢献する所がなければならないと思つている。

参 考 文 献

- 1) 星野次郎: 戦時標準型蒸気タービンおよび減速装置の事故について(造船協会論文集第96号)
- 2) 日本海事協会技術部機関課: 戦時丸ボイラの実績について(船舶 Vol. 31 No. 5)
- 3) 原三郎: プロペラ軸の腐蝕疲労について、一その1(造船協会論文集第97号)
- 4) ねじり振動附加応力の許容限度に対する内規一第1回改正(日本海事協会)
- 5) 推進器の空洞現象及び潰蝕防止に関する研究(日本造船研究協会第7研究部会報告)
- 6) 戦時標準(甲25型, 甲50-1型)タービン減速装置の改造及び検査方法強化に関する勧告(昭和28年9月21日, 日本海事協会)
- 7) 星野次郎: 船用歯車における歯面荷重の限界について(日本海事協会技報第1号)
- 8) 星野次郎: 同上第2報(造船協会論文集第98号)
- 9) 船用減速歯車の設計等に関する調査研究事業報告(日本造船関連工業会)
- 10) 同上第2報(同上)
- 11) 原三郎: プロペラ軸の腐蝕疲労について一その2(造船協会論文集第98号)
- 12) 原三郎: 船の軸系の事故とその対策について(日本海事協会技報第4号)
- 13) Panagopulos: Designed stage calculation of torsional, axial and lateral vibration of marine shafting (S. N. A. M. E., New York, 1950)
- 14) Jasper and Rupp: On experimental and theoretical investigation of propeller shaft (S. N. A. M. E., New York, 1952)
- 15) Panagopulos: Shaft stress under service condition—The S. S. Chryssi Investigation (S. N. A. M. E., New York, 1954)
- 16) Neifert and Robinson: Further results from the Society's investigation of tail-shaft failures (S. N. A. M. E., New York, 1954)
- 17) 内燃機関のクランク軸腕開閉量の限度についての内規(日本海事協会)
- 18) 山田正一郎: ねじり振動を考へに入れた安全な軸系の設計について(船舶 Vol. 30, No. 9)
- 19) 星野次郎: プロペラ軸スリーブの浸蝕について(造船協会論文集第100号)
- 20) 細村嘉直: プロペラ軸スリーブの浸蝕を解剖する。(昭和32年2月, 西部, 関西造船協会連合講演会資料)
- 21) 平田稔: 推進軸被金の腐蝕を対象としたキャビテーションの研究(造船協会論文集第102号)

霧化理論と試作バーナーについて

馬 杉 尚 次

運輸技術研究所

第1章 ま え が き

液体を何らかの方法で小さな粒に分散させる液体霧化 (Atomization) は一般の機械工学, 化学工学, 農業, 気象学等に広く応用されているが, とくに船用機関ではボイラのオイルバーナー, ディーゼルエンジンの燃料噴射等を通じて重要な問題の一つとなつている。

しかし霧化の現象は一見簡単なようであるが流体の表面張力や粘注をはじめ複雑な因子が関係しているため, 問題を有気霧化だけに絞つてみても, 従来から多くの個々のケースの実験結果があつても全体を統一する理論に欠けているため技術的にどうすれば霧化が良好になるかについては全く try and error の方法しか取られていなかった感がある。

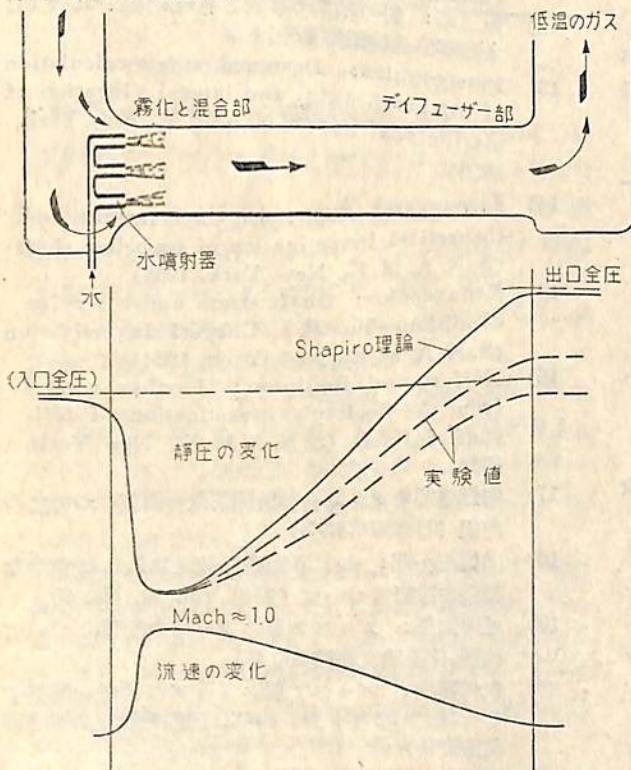
米国においても最近では液体ロケットの燃焼器に関する要求から Atomization の問題が脚光を浴びているが, 船用機関についても Atomization の重要性を再認識させた一つの事柄があつた。それはマサチューセッツ工科大学 (MIT) の Shapiro 教授の創案によるガスタービン排気等の高温のガス

「Aerothermopressor」の登場とその失敗である。

「Aerothermopressor」の原理は第1図に示すように高温のガスが存在するときそれを一度ノズルを通してマッハ数1.0程度の高速度にしてそこに水を吹き込んで霧化するもので, 運動量を保存したままでガスを急激に冷却するとガスの全圧が上昇することを利用してディフューザーにて圧力を回復させ, もつてノズル前の全圧よりも高い出口側全圧までガスを圧縮しようとするものである。

理論によると例えば入口温度が 800°C のガスに重量比約20%の水を噴射してやれば前後の全圧比1.4程度以上となるのもしガスタービンの排気管に应用すると可動部分を増さないで全体の熱効率を増しかつ出力を増加することができる。そして水を使用する点から用途としては小型船舶や高速艇等のガスタービンへの利用が最も有望と思われた。

そのため「Aerothermopressor」の発表当時は G. E. 社を始め多くの船用機関メーカーや米海軍等が注



第1図 Aerothermopressor の原理

目し多数の人員と多額の研究費が注ぎ込まれ1954年以降大がかりな実験が行なわれた。しかし大きな期待にもかかわらず, その結果は第1図下方の点線に示すように静圧はあまり上昇せず多くてもせいぜい7%内外であるばかりでなく部分負荷では出口圧力が却つて降下するという悪い成績に止り1957年には遂に研究中止となつてしまつた。さてその研究途上で, 圧力上昇の低い原因を解析してみると問題は Atomization にあることがわかつたのである。すなわち水を噴射しても生ずる霧の粒径が数ミクロン程度で大きいのでどうしても完全蒸発するのに時間がかかつて霧化混合部分に約1.5~2m程度の長さを必要とし, その間の内部および壁摩擦による損失が冷却による全圧利得より大きくて遂に理論通りの全圧上昇が起らなかつたことによる。

もし霧化が更に良好で1ミクロン以下程度の微粒になつていならば「Aerothermopressor」の性能は利用価値が出る程度に大きくなると思われたので MIT では1955年秋頃から Atomization を良好にするための基礎的問題の解決に力を入れ出したのである。

筆者は丁度その頃から Shapiro 教授の実験室に留学することができたのであるが, 上のような雰

気であつたので同所の諸実験装置を自由に使つて独自の立場で Atomization の理論研究を行なう機会を得たのである。

第2章以降に述べようとする霧化理論の前半は筆者がそのとき提案し米国にて発表した¹⁾ものであるが、後半は運研に帰還後改良発展させたもので、更に飛躍してバーナーへの応用を試みた結果も述べる。

この霧化理論は Atomization 開始時の液体をその時の相当粒径(表面積と容積が実際のものと等しい球状の仮想液滴の径)に等しい球滴であると見做し、無定形ではあるが一定の法則で霧化が行われた後ある定つた最終条件で霧化が止むと考へて最終平均粒径を開始時の条件だけからきめようとする試みである。

この理論は筆者の知つている限りでは無次元数で最も多くの因子を含んでいるばかりでなく、この種の試みとしては世界で始めてのものであると思う。しかし実験的には抜山・棚沢氏の実験および Lane の実験を含むだけで不完全であつて直ちに結論が正しいとはいえない。しかし少くとも考慮に入つた各初期因子の最終径にたいする定性的な影響については何等かの真理を示していると信ずるのでここにあえて提出するわけである。

本理論による最も重要な定性的な法則は今までの考へでは有気霧化では液体とガスの相対速度が一番重要な因子で、液体の初期相当径はあまり関係がないとされていたのにたいし、これでは高速霧化では前者の影響よりも後者の影響の方が強いということである。

第3章にのべる試作バーナーは上の法則をボイラ用バーナーに直接応用して性能を改善しようとした試みで、空気噴霧と空気タービンによるロータリーバーナーを複合小型にし、ロータリーチップで液体の初期相当径を小さくしてから空気流により Atomization させて今までのものよりも良好な霧化を得ようとして企図したものである。

本研究は未完成であつて多くの反論もあると信ずるが、わが国の船用ボイラや船用機関のオリジナリティのある改善へのいささかの刺戟剤となれば最も幸いとす所である。

第2章 霧 化 理 論

2.1 主な記号

- C_D 球の抵抗係数 $\equiv C_{D_0}(Re_0/Re)^\alpha$
- D_n 電気が球外面に及ぼす n 次外力成分
- E_σ 表面張力ポテンシャルエネルギー
- n ルジャンドル函数の次数
- P_n n 次のルジャンドル函数(第一種)

- r 等価平均半径 $\equiv 3V_0/S$
- V_0 球滴の初期体積 $\equiv 4\pi r_0^3/3$
- S 任意瞬間の全表面積
- U 空気と液滴の相対速度
- We Weber 数 $\equiv \rho_a U^2 r / \sigma$
- Re Reynold 数 $\equiv U r \rho_a / \mu_a$
- Γ 安定数 $\equiv \mu_0 / \sqrt{\rho_0 r \sigma}$
- d_0 バーナーの液孔の直径
- M_0 液体流量(重量)
- M_a 空気流量(%)
- m = 流量比 $= M_0 / M_a$
- μ 粘性係数
- ρ 密度
- σ 表面張力
- τ 無次元時間 $\equiv t \sqrt{\sigma / \rho_0 r^3}$
- u' 無次元速度 $\equiv U / U_0$
- r' 無次元等価半径 $\equiv r / r_0$
- α C_D の Re に関する指数
- β (15)式の指数

- サフィックス
- o 初期状態 f 終局状態
- c 臨界状態
- a 空気またはガス e 水または液体

2.2 霧化モデルについて

燃焼器等に使用されている空気もしくは蒸気噴霧器における有気霧化の研究には抜山・棚沢教授の実験式²⁾を始めとして多くの実験研究がなされている。

特に抜山・棚沢氏の実験式は(数値的に) r_f は d_0 や r_0 には無関係で U_0 に反比例することを特徴とする。

$$2 r_{f \text{ クロン}} = 585 \frac{\sqrt{\sigma_0}}{U_0 \sqrt{\rho_0}} + 597 \left(\frac{\mu_0}{\sqrt{\sigma_0 \rho_0}} \right)^{0.45} \left(10^3 \frac{\rho_a M_0}{\rho_0 M_1} \right)^{1.5} \dots (0)$$

(通常微量)

の形であつて従来より最も信頼性のあるものであるが残念ながら無次元表示ではなく、また実験範囲が狭い欠点がある。

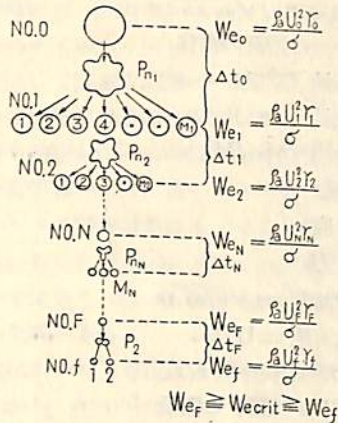
最近において Lane²⁾ が衝撃波 (air-blast) による単一液滴の霧化の実験を行なつたが、それによると超高速においては上式が与える値より大きな平均径が得られ、 U_0 をいくら上昇しても r_f は小さくならないことが指適されている。

両者間の矛盾を解明しかつ将来への指針を与えるためには霧化の機構と過程を洞察した理論を確立し平均径の

無次元数表示をうることが極めて重要であると思われる。

(1) 逐次分裂モデル

その目的にたいする一つの試みとして筆者は第2図に示すような初期球状液滴が逐次各段階に応じた次数のレジヤンドル函数表面波を発生



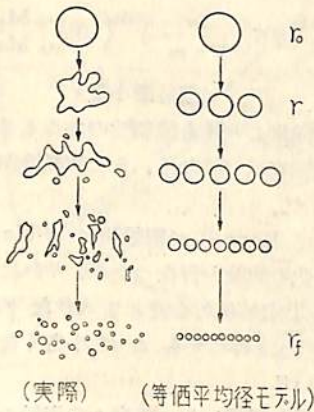
第2図 逐次分裂モデル

して分裂し遂に安定した最終径にいたる「逐次分裂モデル」を提示して全過程を計算し、液体側の粘性の影響を無視しかつ $\alpha = 0.5$ としたとき

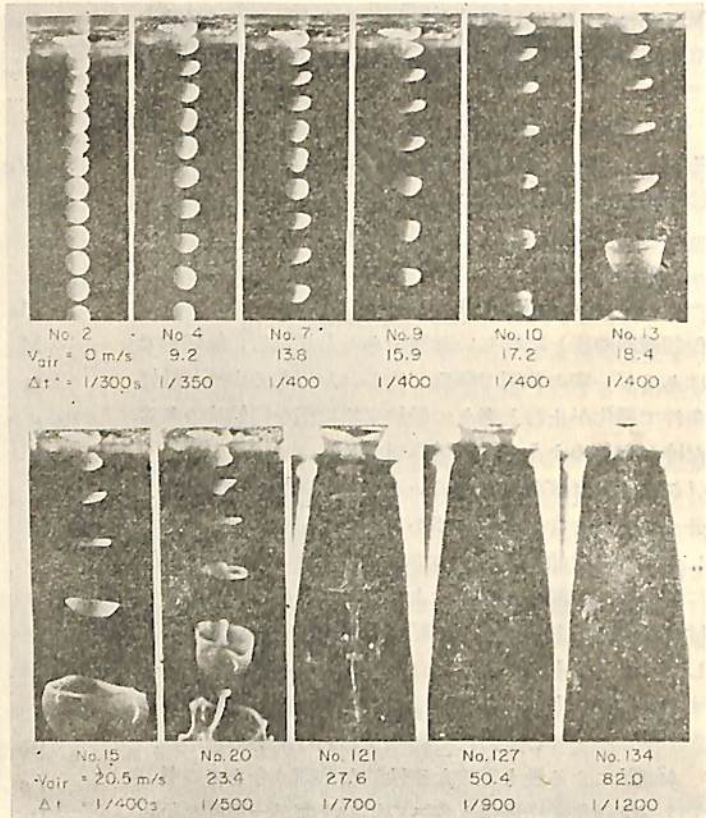
$$\left(\frac{r_f}{r_0}\right)^{1/4} = \left(\frac{We_{ef}}{We_{e0}}\right)^{1/4} + K_0 \log_{10}\left(\frac{r_0}{r_f}\right)^{1/4} \dots(1)$$

$$K_0 = 16.3(\rho_a/\rho_0)^{1/2}(We_{ef})^{1/4}C_{D_0} \dots\dots\dots(2)$$

なる理論式を得た¹⁾。この理論式は初期速度をある程度以上あげても r_f はある有限の値に収斂するのみで決して無限に小さくならないことを示し Lane の実験に近接した最初の理論である。



第3図 連続霧化モデル



第4図 液滴の気流による変形と霧化のストロボ写真

(2) 分裂写真

第4図(写真)に示すのは上方の薄くて丸いノズルを通してガスの噴流が下方に吹いている中へ上方から球状の液滴を落下させたときの液滴の変形状況のストロボ写真であつて、筆者が MIT にて Edgerton のストロボ撮影機を用いてとつたものである。

V_{air} は空気速度ではほぼ相対速度に等しくまた Δt はストロボのフラッシュ間隔である。

図のように V_{air} が小さいときは液滴は振動するだけであるが V_{air} が上昇すると、ある速度で液滴は急に袋状の分裂を起し、更に V_{air} を増すと瞬間的霧化をする。

しかし(1)のような「逐次分裂」は観察されず無定形の連続霧化が起つているようである。

(3) 連続霧化モデル

上のように(1)の「逐次分裂モデル」は(2)にみられるような実験の過程とへたたりが大きい無理な仮定が多い上に理論最終半径が大きすぎる諸欠点があつた。それらの欠点を除くため第2の段階として第3図に示すように霧化過程を同図右に示すような同一体積と同一の表

面積とを持つ等価平均半径 r をもつ等価球滴群と考え、 r は階段的ではなく連続的に変化して行くものとした「連続霧化モデル」を使用した。そして無次元の表面積増加率 $(1/S \cdot dS/d\tau)$ を適当に仮定することにより (1) 式も一つの場合として含む更に一般的かつ合理的な平均最終半径の無次元表示を得たものである。

2.3 連続霧化モデル方式の概要

(1) 霧化の最初は半径 r_0 の単一球滴から開始されるものとし、その球滴は $t=0$ で相対速度 U なる気流中に急激に投入される。

(2) 各瞬間に液滴群は相対速度 U なる気流により加速されるがその加速度は等価平均半径 r なる球滴の加速度に等しいと仮定する。この仮定を無次元式で表すと

$$-\frac{du'}{d\tau} = \frac{3}{8} \left(\frac{\rho_a}{\rho_l}\right)^{1/2} We_0^{1/2} C_{D_0} u'^2 - \alpha r'^{2-\alpha} \quad \dots\dots\dots (3)$$

(3) 各瞬間に無定形液滴群は空気力によつて変形されて表面積を増加し r' を減小させる。表面積増加率は変形の機構、 We_0 , We_r , Γ_r , (ρ_a/ρ_l) 等の関数である。無次元化して

$$\begin{aligned} \text{無次元表面積増加率} &= \frac{1}{S} \frac{dS}{d\tau} = \frac{-1}{r'} \frac{\alpha r'}{\alpha \tau} \\ &= \text{function}(We_0, We_r, \Gamma_r, \rho_a/\rho_l, \text{etc}) \dots\dots (4) \end{aligned}$$

(4) r が小さくなるにつれて相対速度 U は減小する。そのため We_r は時間とともに減小し最後に We_r がその半径や Re_r , Γ_r に対応する臨界 Weber 数 We_{cr} 以下になればもはや霧化は止むと仮定する。その条件は

$$(We_r)_f = \eta We_{cr} \dots\dots\dots (5)$$

η は臨界以下の領域に入ってしまうものの影響の平均をなす常数である。

(5) 上記の諸仮定により (4) 式が We_0 , We_r 等の関数として与えられればそれと (3) とから $d\tau$ が消去され (5) によつて直ちに最終平均半径 r_f がわかる。ゆえに (4) 式の関数形がすべての解の基礎となる。

(6) 無次元表面積増加率関数の推定

a) ルジャンドル関数表面波による新表面の発生によるときの $\frac{1}{S} \frac{dS}{d\tau}$

新表面の発生の一つの代表的な例として二次以上の高次成分空気圧による表面波の発生機構を考察する。いま a_n を $P_n(\cos \theta)$ なるルジャンドル関数表面波の振幅とすると n 次成分が D_n なる外力によつて a_n はつぎの変化をする。

$$\frac{1}{r} \left(\frac{d^2 a_n}{dt^2} + 2 R_n \frac{da_n}{dt} + \omega_{n0}^2 a_n \right) = -D_n \dots\dots (n > 2) \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\begin{aligned} \text{ここで } \omega_{n0}^2 &= n(n-1)(n+2)\sigma/\rho_l r^3 \\ \dots\dots\dots n \text{ 次波の自然振動数} &\dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \mu_l (n-1)(2n+1)/\rho_l r^2 \\ \dots\dots\dots n \text{ 次の内部粘性抵抗} &\dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_n &= (\rho_a/\rho_l)(u^2/r^2)n P_n \\ \dots\dots\dots n \text{ 次の外部空気力成分} &\dots\dots\dots (9) \end{aligned}$$

いま P_n は球のまわりの外部圧力分布の n 次ルジャンドル函数解析成分である。この式をもととして、いま $(a_n/r_n) = 2/n$ に最も早く到達した n 次の波をもつて液滴が不安定となつて次の変化に移行するものとし、 R_n は一般に小さいからその影響を無視すると、途中は省略して結局近似的に剝離角度 120° なる流れの圧力分布にたいし求める無次元表面積増加率は

$$\frac{1}{S} \frac{dS}{d\tau} = \left(-\frac{1}{r'} \frac{dr'}{d\tau} \right) = 0.4 We_r^{0.125} \dots\dots (10)$$

で表すことができる。流れの剝離角度が前進しても後進しても (10) の値はそれほど大きく変化しない。 We_r にたいする指数が小さく、かつ液滴の分裂がただ一度の分裂できまってしまうならば We_r の平均値は We_0 に近接すると考えられるので (13) 式は

$$\left(\frac{1}{S} \frac{dS}{d\tau} \right)_{\text{平均}} \approx 0.4 We_0^{0.125} \dots\dots\dots (11)$$

と書けるはずである。

(b) 逐次分裂による新表面の発生によるときの

$$\frac{1}{S} \frac{dS}{d\tau}$$

さきの「逐次分裂モデル」では各段階における分裂表面波以上の高次の波のエネルギーは無視していることになつて上と同じような考察でその過程は省略するが無次元の $\frac{1}{S} \frac{dS}{d\tau}$ に直すと一つの連続過程上ではどの径でも

$$\frac{1}{S} \frac{dS}{d\tau} = \text{const } We_r^{0.25} \dots\dots\dots (12)$$

という表示になる。

(c) 袋状変形による表面の発生によるときの

$$\frac{1}{S} \frac{dS}{d\tau}$$

空気力の一次成分による質量の加速仕事が直接新表面積成形にあずかる場合の代表例として写真の一部にみられるような袋状の変形がある。いま最初の半径 r_0 なる球滴が半径 R , 等価半径 r なる半球状の袋に変形し内外の圧力差 $(\rho_a U^2/2)$ によつて生長して行く過程を考えたとつて「無次元表面積増加率」を計算すると液の粘性を無視するとき近似的に

$$\frac{1}{S} \frac{dS}{d\tau} = \left(-\frac{1}{r'} \frac{dr'}{d\tau} \right) = 2\sqrt{We_R - 6}$$

$$\approx 2We_{Rc}^{0.5} \dots \dots \dots (13)$$

となる。

観察によると Critical Weber number に近い低速霧化では R は極めて大きくなるが高速になるにつれ R は減少し遂には判然としなくなる。いま仮に一つの分裂過程における平均の R を R_{mean} とし R_{mean} は We_o の r 乗に反比例すると仮想すると (14) はその過程の平均としてごく大まかに

$$\left(\frac{1}{S} \frac{dS}{d\tau} \right)_{平均} \approx Const We_o^{0.5(1-r)} \dots \dots \dots (14)$$

と書けるはずである r の数値は不明であるが 2 以下であれば We_o の指数は 0.25 より小さくやはり We_o の影響が少ないことが考えられる。

(d) 上記の機構以外に空気流の乱れによるじょうらん、液滴の廻転による分裂、円柱状の液体の径の不均一による加速の不均一のための切斷等多数の無定形の面積増加率が存在するはずである。しかしそれらの大部分は空気力の一次加速成分の全部もしくは一部が新表面の発生にあずかっていると考えられ、本質的には(14)に近い性質のものであろうと推定される。

(e) 実際の霧化では上の多くが混合していて厳密な解は不可能である。しかし以上の (11) (12) (14) よりわかることは $\frac{1}{S} \frac{dS}{d\tau}$ 函数の表示として簡単化して一般に

$$\frac{1}{S} \frac{dS}{d\tau} = K_1 We_o^\beta \dots \dots \dots (15)$$

とおけるのではないかと考えられることである。

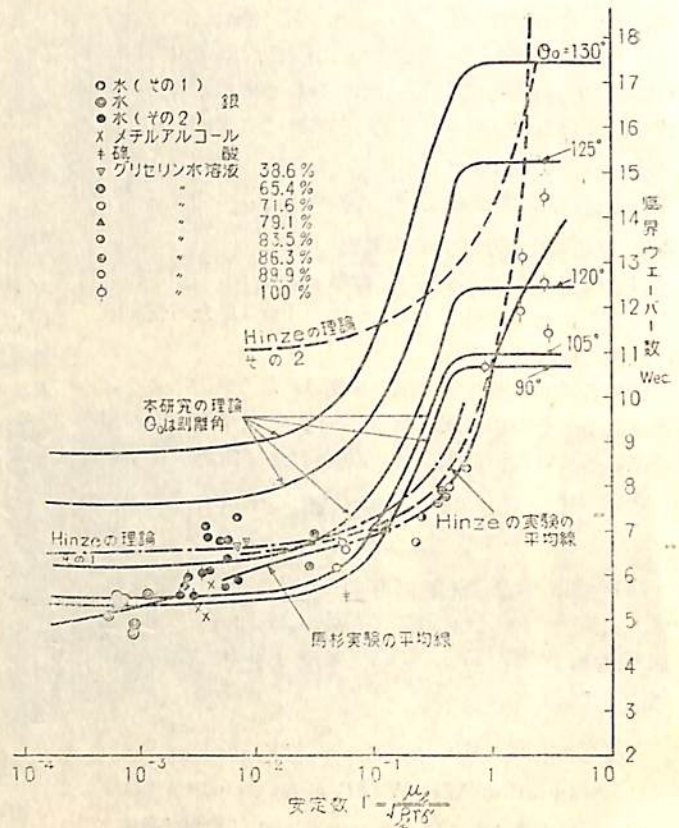
K_1, β の値はむしろ実験から求めて行くのがよいと思われる。

2.4 最終平均半径 r_f の表示

(15) と (3) 式より $d\tau$ が消去され du' と dr' の関係がわかり積分できる。それと (5) 式において $(We_r)_f = We_o r_f' u_f'^2 = \eta We_{cr} = \eta \times$ (臨界ウェーバー数) の関係とから簡単に最終平均半径 r_f および無次元半径 r_f' は

$$r_f' = \eta \left(\frac{We_{cr}}{We_o} \right) (1 - K_2 We_o^{\frac{1}{4} - \beta} \log_{10} r_f'^{1/4})^4 \dots \dots \dots (16)$$

もしくは



第5図 臨界ウェーバー数

$$\left(\frac{r_f}{r_o} \right)^{1/4} = \left(\frac{\eta We_{cr}}{We_o} \right)^{1/4} + K_2 We_o^{1/4 - \beta} \log_{10} \left(\frac{r_o}{r_f} \right)^{1/4} \dots \dots \dots (17)$$

$$K_2 = 2.3026 \frac{3}{4 K_1} \left(\frac{\rho_1}{\rho_0} \right)^{1/2} (We_r)^{1/4} C_o \dots \dots \dots (18)$$

で表せる。

We_{cr} は臨界ウェーバー数で第5図の筆者の実験結果のように $\Gamma < 0.3$ で

$$We_{cr} = 6.55 / (1 - 4.4\Gamma) \dots \dots \dots (19)$$

で表せる。

2.5 抜山・棚沢氏および Lane の実験による常数の選定

(17) 式によれば $0 \leq \beta \leq 0.25$ の範囲で r_f' は有限の最小収斂値をもっている。

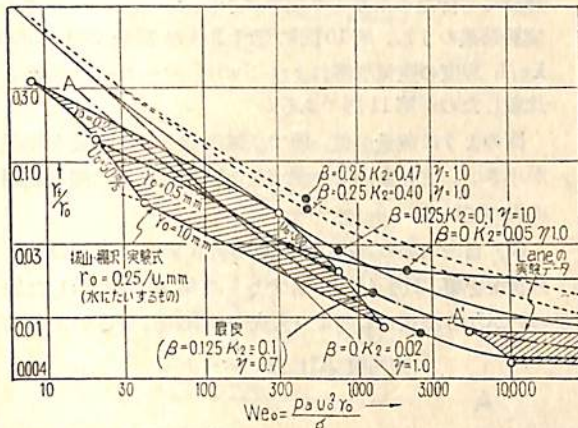
Lane²⁾ によれば $r_o \approx 3$ mm なる Dibutyl Pthalate 液滴を $10 \sim 80$ kg/cm² の超高速衝撃波で霧化したとき $r_f = 16 \times 10^{-3}$ mm なる有限収斂値を得ているのでこの条件を使用して K_1 および K_2 の値を逆算すると ($We_o = \infty$ として計算) $\eta = 1.0$ のときほぼ

$$\left. \begin{aligned} \beta=0 & \text{ のとき } K_2=0.02 \quad K_1=26 \\ \beta=0.125 & \text{ のとき } K_2=0.10 \quad K_1=3.8 \\ \beta=0.25 & \text{ のとき } K_2=0.47 \quad K_1=1.05 \end{aligned} \right\} \dots(20)$$

となる。K₁ の値は (12) 式によるものより大きい。このことは表面形成機構は表面波発生より大きな効果のある機構が存在することを意味している。

第6図に (20) の三つの場合および若干の他の K₂ の値を用いたときの (17) 式の与える r_r' と We₀ の関係を図示する。ただし We_{cr} = 6.55 とした。

さらに同図に r₀ = 0.2, 0.5, 1.0 mm とつたとき、m = ∞ にたいする抜山・棚沢の実験式 (r_r = 0.265 / V₀ mm) (初期条件は球滴ではなく液柱より開始するもの) とさきの Lane の実験値とを入れてある。



第6図 We₀ に対する r_r/r₀ の理論値と実験データ範囲

実際には η は必ず 1.0 より小さい値であり、単にそれらの実験領域をうまく通過するものとしては A-A' 曲線、すなわち

$$We_{cr} = 6.55, \quad \beta = 0.125, \quad K_1 = 3.8, \quad \eta = 0.7 \dots (21)$$

とするときが最もよいとできるもののである。しかし勿論確定した結論を下すにはこれだけではデータ不足であつて更に詳細な実験は目下推進中である。

しかし重要なことは、η, K₂, β の値がどの値であろうとも本理論の組み立て方式に基きかぎり r_r/r₀ ~ We₀ 曲線は右方に進むにつれてある値に漸近する下に凸の曲線をなし、とくに通常の高速霧化 (U₀ = 100~300 m/s で We₀ が 100~1,000 位) の範囲では r_r は U₀⁻¹ に比例し巻頭の抜山・棚沢式の主要項の傾向と一致することである。

2.6 理論による定性的考察

上の理論式は粘性の小さい予熱された重油や軽油や水

の霧化の理論については充分である。しかし更に一般化して液体の粘性の影響を入れ、かつ高速空気が有限量である影響を入れ r_r を U₀ r₀ と液体および空気の性質で表示すると途中を省いて (17) (18) (19) より結局次の形になる。

$$\left(\frac{r_r}{r_0}\right)^{1/4} = \left[\frac{\sigma_n}{\rho_n U_0 r_0} \frac{6.55 \eta}{1 - 4.4 \mu_c / \sqrt{\rho_e r_r \sigma_e}} \right]^{1/4} + 4.5 \left(\frac{\rho_n U_0^2 r_0}{\sigma_e} \right)^{1/8} \left\{ \log_{10} \left(\frac{r}{r_0} \right)^{1/4} \right\} (1 + C_1) \left(1 + \frac{C_2 \mu_c^2}{\sigma_e \rho_e \sqrt{r_r}} \right) \left(\frac{\rho_n}{\rho_e} \right)^{1/2} \times \left(\frac{6.55 \eta}{1 - 4.4 \mu_c / \sqrt{\rho_e \sigma_e (r, r_r)}} \right)^{1/4} C_{D_0} \left(\frac{\rho_n U_0 r_0}{\mu_n} \right)^{-3/2} \dots (22)$$

ここで C₁, C₂ は常数で通常無視してもよい。

各物性値および U₀, r₀, 等の r_r にたいする影響は (22) 式を解析することによって定性的につきのようになる。

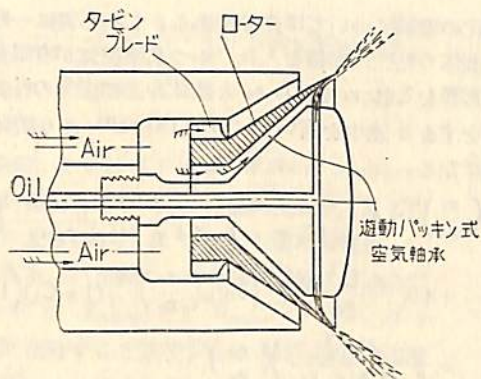
低速霧化の最終粒径	高速霧化の最終粒径
U ^{1.2~1.8} に反比例する (棚沢式では U ₀ に反比例)	U ₀ によらず一定に近づく
r ₀ にはあまり関係しない	r ₀ が小さいほど小となる
棚沢式によれば r _r は r ₀ に無関係である)	r ₀ が小さいほど小となる
ρ _n が大きいほど小さい	ρ _e が大きいほど小さい
ρ _e が大きいほど小さい	ρ _e が大きいほど小さい
μ _n には殆んど無関係	μ _n が小さいほど小さい
μ _e が小さいほど小さい	μ _e が小さいほど小さい
σ が小さいほど小さい	σ には無関係に近づく
m が小さいほど小さくなるがやがて飽和する	m が小さいほど小さくなるがやがて飽和する。

高压空気を使用する有気バーナーや Aerothermopressor は高速霧化に属し、ディーゼルの噴射弁や旋回室圧力噴霧バーナーなどは定性的には低速霧化に属すると考えられる。

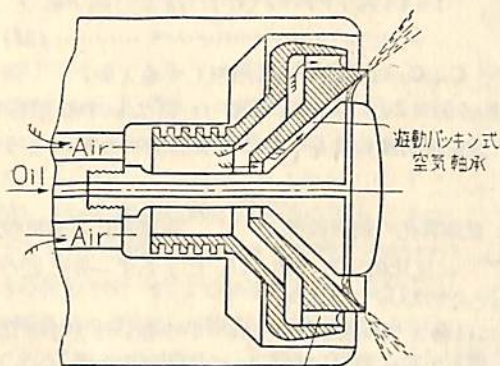
第3章 試作バーナーについて

以上の理論の考察によつて、たとえば空気噴霧バーナー等の性能向上の点で重要と思われるのは、高速霧化で U₀ をある程度以上増大することよりも、初期相当半径 r₀ を小さくする方が効果的であるということである。この考え方は (0) 式の抜山・棚沢式の実験式からは生れてこない。

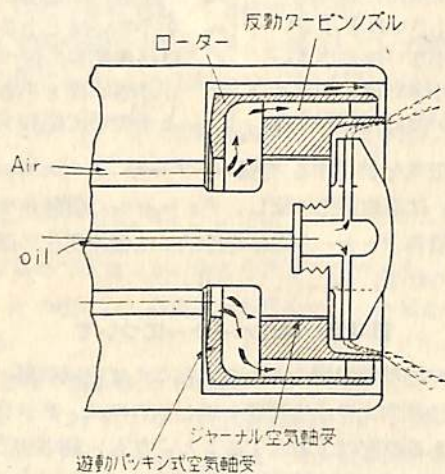
筆者は上の考え方に基いて第7図から第9図に示すようなバーナーを試作した。それらは空気 (または蒸気) を使用するバーナーの先端を空気タービンにし、その内側に液体を導いて通常のロータリーバーナーと同じ原理



第 7 図



タービノズル
第 8 図



第 9 図

で液体の薄膜を形成させたものであるが、チップから飛び出す瞬間の相当半径 r_0 を普通の小孔からの吹き出しよりも遙かに小さくしておいて、そのチップに同時に空気タービンの排気と空気軸承からの排気（いずれも高速流）をぶつけてチップを離れた液滴を空気との衝突に

より霧化させようとするものである。

またこのバーナーの他の特色であるタービンローターの空気軸承は運研にて開発した遊動パッキンの原理⁹⁾を使用したもので自動的に 0.1 mm 程度の微小間隙を形成しかつ流体バネの作用でローターを空間に浮遊させる。このためバーナーは極めて小型ですむ。

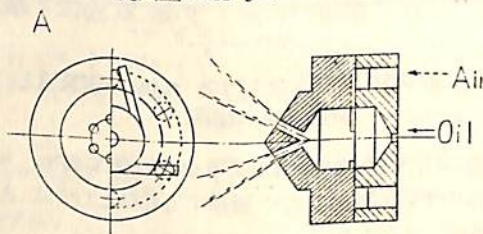
以上のバーナーを屋外での水噴射、および重油燃焼の実験および運研 1 号ボイラにおける実際燃焼試験を行なったが三つの案のうち第 8 図と第 9 図のものは液体がうまくローター内側に乗らずに飛び出すものがあつて所期の効果は上がらなかつたが、第 7 図のものの変形である第 10 図の R 型の霧化は極めて良好であつた。試験結果の一部を述べると

(1) 水による最終平均粒直径 \bar{d} の測定結果を今まで運研にて行なつた多くの船用ボイラバーナーについての試験結果のうち、第 10 図に示すような容量 200~300 kg/h 程度の空気噴霧および Swirl バーナーの結果と比較したのが第 11 図である。

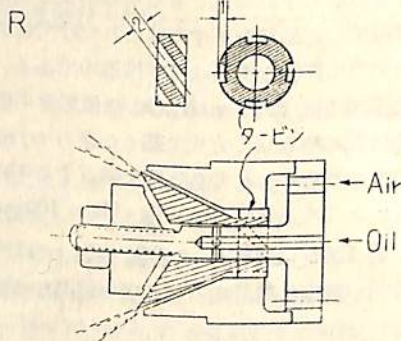
図のように流量が低い所では試作バーナーは最も粒径が小さい。また重油にて測定した結果も水と同様な範囲に入っている。

(2) 自由火焰の状況は約 100 kg/h 程度の流量のときの状況を第 12 図 (a) に示すように第 10 図に示した他のいかなる型式のものよりも火焰の直径と長さがともに

旋回室 Air Jet バーナー

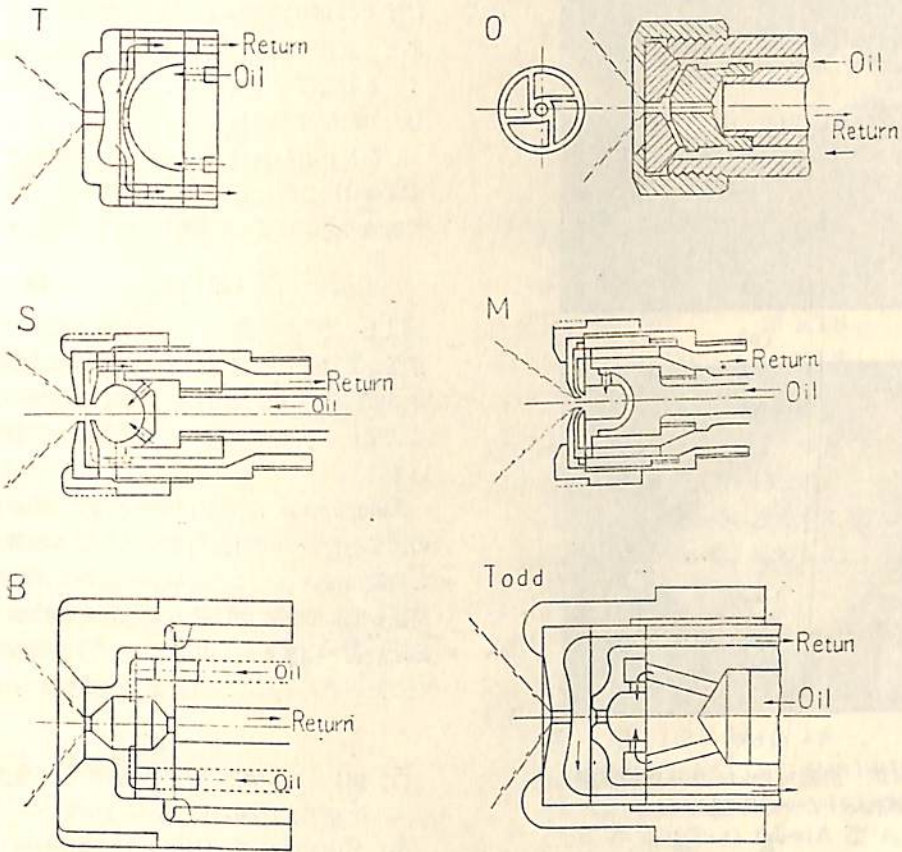


試作バーナー

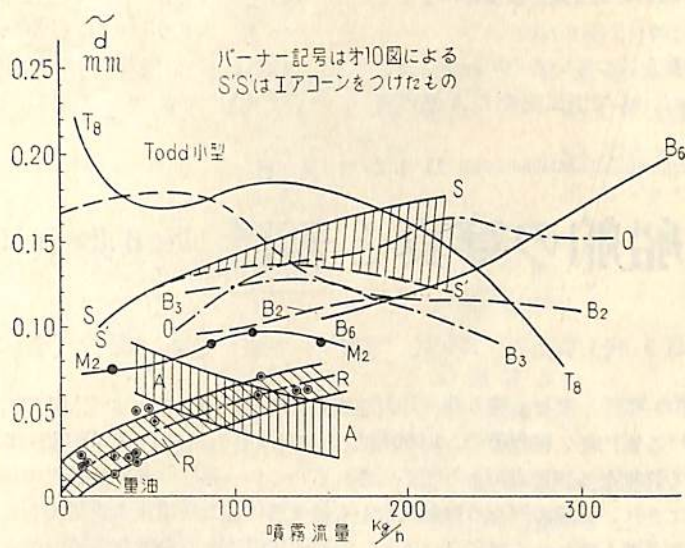


第 10 図 (1) 平均粒径を測定した各種バーナーチップの断面図

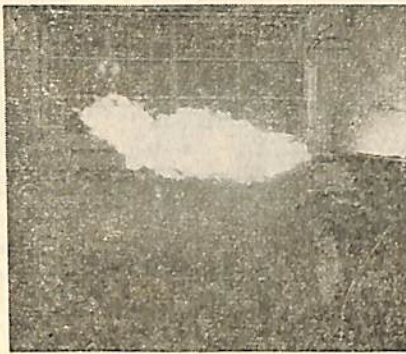
Swirl 型 圧力 噴油 バナー



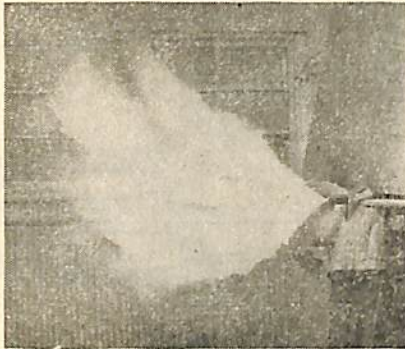
第 10 図 (2) 平均粒徑を測定した各種バナーチップの断面図



第 11 図 各種バナーの噴霧平均粒徑 \bar{d} mm (水による)



(a)



(b)

第12図 外屋でのバーナー燃焼試験
(a)は試作バーナー R型
(b)は A型 Air-Jet (いずれも A重油)

短かい。比較のため比較的性能のよい第10図 A に示したバーナーの火焔を第12図に示しておく。

(3) 負荷比が100%から0%まで良好な噴霧のまままで変化できる。

等の諸点ですぐれた特長を持っているのがわかった。なお空気圧力は2~3 kg/cm²で空気流量はA型の約

2倍程度であつて多いのが欠点である。また同バーナーはすでに300時間以上の延べ運転を行つているが性能にあまり変化はなく負荷変動のひんばんな運研の実験用ボイラとしては今まで使用したどのバーナーより広範囲にわたり燃焼状況は良い。

しかしわれわれはこのバーナーに固執するわけではなく Swirl 型のバーナーもまた別の多くの特長があるので理論の考察に従つて改良を施す予定である。

第4章 結 論

以上のように無定形分裂の仮定と臨界ウェーバー数の存在を基礎として初期条件から最終平均粒径の予測ができる仮説的理論を提出し、かつその理論の示す方向にある試作ロータリーバーナーを試作して良好な噴霧を得ている。

Atomization は元来非常に複雑な現象であつて多くの因子を含むので有気噴霧に関して本理論が完全に事実と合致しているとは思えない。しかし本理論は噴霧と最終径の間に強引にかけ渡した最初のかげ橋として更に正確な理論と実験を誘い出しひいては船用機関の改善に役立つための刺戟剤となれば筆者の本望とする所である。

註

- (1) 馬杉 ASME および ARS 共催講演会において発表, 1956-11. New York
- (2) "Shatter of Drops in Stream of Air" Lane, W.R. Industrial of Engg. Chem. Vol. 43. June 1951 P 1312-17
- (3) 抜山・橋沢 日本機械学会論文集4巻14号, 15号, 5巻15号等 (1937~41)
- (4) Shapiro 他 Trans. ASME (1957~5月)
- (5) 馬杉 運研報告 2巻11, 12号

11月25日発行

天然社編 船舶の写真と要目 第6集 (1958年版)

B5判上製函入 270頁 写真アート紙 定価 900円 (〒60)

昭和32年発行「船舶の写真と要目」第5集(1957年版)に収録以後の1ヶ年(大略昨年9月より本年8月までの竣工船)における国内船、輸出船の、1,000噸以上の新造船を掲載する。190隻におよぶ全貌が写真および百余項目にわたる詳細なる要目表により明かにされる。この一年間の日本造船界の活況はこの号により余すところなく明かにされ、世界に冠たる造船技術をも併せ窮い知る貴重なる資料である。なお要目表は相当の改訂を加え、より重要と思われる新項目により、内容的にはるかに豊富な資料を加え得たと信ずる。

“DM”型 レイジスト装置 について (上)

三 枝 守 英
石川島重工業電気設計部部長
植 松 美 郎
石川島重工業電気設計2系

1. 概 説

従来船舶の速度、位置、航路等を測定するには、方位測定機、ローラン、ショーラン、デッカナビゲーター等々、種々の機器がそれぞれの目的に従って用いられて来た。レイジスト装置は、これらの機器のいずれよりも精度、時間的節約、および操作の容易さ等の点で、はるかに優秀であり、持続電波の位相の変化を用いて、船舶はもちろん、航空機、車輛その他多くのものの速度、位置、進路、および距離等を測定するものである。この装置は1948年米海軍標準局において、その性能の優秀さを保証されて以来“E型”“N型”“ER型”と種々改良されて、1957年6月に最新型の“DM型”が完成された。石川島重工業においては、ブラジル海軍よりの注文により建造した測量船、S No. 754 SIRIUS、およびS No. 755 CANOPUS にこの“DM型”を装備し、極めて満足すべき結果をえたので、以下にその詳細を紹介する。

2. 本装置装備船の要目

本船の要目は次の通りである。

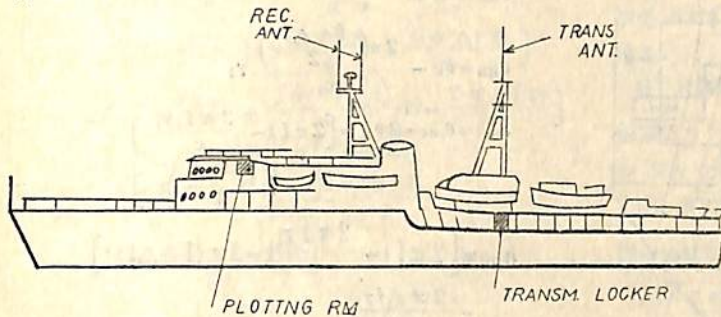


Fig. 1 測量船の外観

OWNER	BRAZILIAN NAVY
TYPE OF SHIP	FLUSH DECKER WITH LONG FORECASTLE
CLASSIFICATION	A. B. S.
LENGTH	77.9 m
BREADTH	12 m
DEPTH	5.75 m
G. T.	1,600 T
MAIN ENGINE	URAGA SULZER 7 TG 36 DIESEL ENG. 2 SETS

MAIN GENERATOR	DIESEL DRIVEN A. C. 200 KVA 450 V 3 SETS
PROPELLER	S. MORGAN SMITH TYPE, CONTROLLABLE PITCH PROPELLER 2 SETS
TRIAL SPEED	15 KTS
SERVICE SPEED	11 KTS

3. 本装置の概要

3-1 性 能

- i) 周波数 2~6 MC の4周波数
これは機器発注の時に決定するもので、数百 KC ~ 数百 MC までの間、変えることが出来る。
- ii) 出 力 50 W 以上
- iii) 電波型式 振巾変調波 (A. M. MOD.) および持続波 C. W.)
- iv) 測定可能距離 100 哩以上
- v) 電 源 110 V 60 c/s 1 φ
- vi) 製造会社 HASTING INSTRUMENT CO., INC. HAMPTON VIRGINIA

3-2 構 成

本装置は船舶局 (MASTER STATION)、および2つの陸上局 (RED STATION & GREEN STATION) の計3局より構成される。

i) 船 舶 局

- a) CW 送信機 1 台
- b) AM 受信機 1 式
- c) モニター 1 台

- d) 記録器 1 台
- e) 指示器 1 式
- f) 電源装置 1 式
- g) アンテナ 1 式
- h) 附属品 1 式
- i) 所要電力 約 1.3 KW

ii) 陸 上 局

(A) RED STATION

- a) CW 送信機 1 台
- b) リンク送信機 1 台
- c) AM 受信機 1 台

- d) 変調器 1台
- e) 電源装置 1式
- f) アンテナ 1式
- g) ガソリン駆動発電機 1台
- h) 附属品 1式
- i) 所要電力 約 1.2 KW

(B) GREEN STATION

- a) リンク送信機 1台
- b) AM 受信機 1台
- c) 変調器 1式
- d) 電源装置 1式
- e) アンテナ 1式
- f) ガソリン駆動発電機 1台
- g) 附属品 1式
- h) 所要電力 約 1 KW

4. 本装置の作動

4-1 概要

本装置は持続電波の位相を利用するもので、各送信機は任意の時間に、相互にある関係を有する周波数の電波を放射し、それらの電波の到達する時間すなわち位相は、その距離によつて変り、この位相の違い（位相差）

を MASTER STATION の指示器でよみ、各陸上局までの直距離を知り地図上にその位置をプロットし、船舶の位置を出す。この相互の関係を Fig. 2 に示す。また数学的にこれを解析すると

- θ = Phase of r-f carrier
- α = Phase of a-f heterodyne
- ϕ = Relative phase between a-f heterodyne as detected at two different points
- B = Base length — distance between RED STATION and GREEN STATION
- r_1 = Distance between MASTER STATION and RED STATION
- r_2 = Distance between MASTER STATION and GREEN STATION
- c = Velocity of propagation of radio waves = 2.99996×10^8 m/sec
- λ = Wave length at frequency "f"
- Δf = Frequency of radio heterodyne

$$\theta_B = 2\pi f t \quad \theta_R = 2\pi \left(\frac{f + \Delta f}{2} \right) t$$

$$\theta_{RH} = \theta_R - \frac{2\pi \left(\frac{f + \Delta f}{2} \right) B}{c}$$

$$\theta_{BH} = \theta_B - \frac{2\pi f r_2}{c}$$

$$\theta_{BR} = \theta_B - \frac{2\pi f r_1}{c}$$

$$\theta_{RB} = \theta_R - \frac{2\pi \left(\frac{f + \Delta f}{2} \right) r_1}{c}$$

$$\alpha_R = \theta_{BR} - 2\theta_R = \left[2\pi f t - \frac{2\pi f r_1}{c} \right] - 2 \left[2\pi \left(\frac{f + \Delta f}{2} \right) t \right]$$

$$\alpha_{RB} = \left[2\pi f t - \frac{2\pi f r_1}{c} - 2\pi (f + \Delta f) t \right] - \frac{2\pi \Delta f r_1}{c}$$

$$\alpha_B = \theta_B - \theta_{RH} = \left[2\pi f t \right] - \left[2\pi \left(\frac{f + \Delta f}{2} \right) t - \frac{2\pi \left(\frac{f + \Delta f}{2} \right) r_1}{c} \right]$$

$$\phi_R = \alpha_B - \alpha_{RB} = (2\pi f t) - 2 \left[2\pi \left(\frac{f + \Delta f}{2} \right) t - \frac{2\pi \left(\frac{f + \Delta f}{2} \right) r_1}{c} \right] - \left[2\pi f t - \frac{2\pi f r_1}{c} - 2\pi (f + \Delta f) t - \frac{2\pi \Delta f r_1}{c} \right] = \left[2\pi f t - 2\pi (f + \Delta f) t + \frac{2\pi (f + \Delta f) r_1}{c} \right] - \left[2\pi f t - \frac{2\pi f r_1}{c} \right]$$

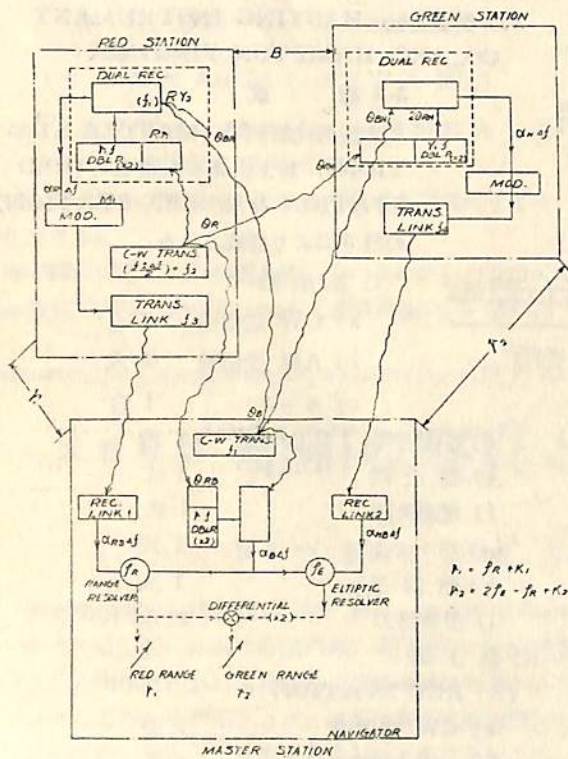


Fig. 2 相互系統図

$$-2\pi(f+\Delta f)t - \frac{2\pi\Delta f r_1}{c} \Big] = \left[\frac{2\pi f r_1}{c} + \frac{2\pi\Delta f r_1}{c} \right] - \left[\frac{-2\pi f r_1}{c} - \frac{2\pi\Delta f r_1}{c} \right]$$

$$= \frac{4\pi f r_1}{c} + \frac{4\pi\Delta f r_1}{c}$$

or, (Neglecting "Δf" terms)

$$\varphi_R = \frac{4\pi f r_1}{c}$$

$$\alpha_{IH} = \theta_{BH} - 2\theta_{RH} = \left[2\pi f t - \frac{2\pi f r_2}{c} \right]$$

$$- 2 \left[2\pi \left(\frac{f+\Delta f}{2} \right) t - \frac{2\pi \left(\frac{f+\Delta f}{2} \right) B}{c} \right]$$

$$\alpha_{IH} = \alpha_{IH} - \frac{2\pi\Delta f r_2}{c} = \left[2\pi f t - \frac{2\pi f r_2}{c} \right]$$

$$- \left[2\pi(f+\Delta f)t - \frac{2\pi(f+\Delta f)B}{c} \right]$$

$$- \left[\frac{2\pi\Delta f r_2}{c} \right]$$

$$\varphi_E = 2\alpha_B - \alpha_{IH} = 2 \left[2\pi \left(\frac{f}{2} \right) t \right] - 2 \left[2\pi \left(\frac{f+\Delta f}{2} \right) t \right]$$

$$- \frac{2\pi \left(\frac{f+\Delta f}{2} \right) r_1}{c} \Big] - \left[2\pi f t - \frac{2\pi f r_2}{c} \right]$$

$$+ \left[2\pi(f+\Delta f)t - \frac{2\pi(f+\Delta f)B}{c} \right]$$

$$+ \left[\frac{2\pi\Delta f r_2}{c} \right] = \left[2\pi f t - 2\pi(f+\Delta f)t \right]$$

$$+ \frac{2\pi(f+\Delta f)r_1}{c} \Big] - \left[2\pi f t - \frac{2\pi f r_2}{c} \right]$$

$$- 2\pi(f+\Delta f)t + \frac{2\pi(f+\Delta f)B}{c}$$

$$- \frac{2\pi(\Delta f)r_2}{c} \Big] = \left[\frac{2\pi f r_1}{c} + \frac{2\pi\Delta f r_1}{c} \right]$$

$$- \left[\frac{-2\pi f r_2}{c} + \frac{2\pi(f+\Delta f)B}{c} - \frac{2\pi\Delta f r_2}{c} \right]$$

or, (Neglecting "Δf" terms)

$$\varphi_E = \frac{2\pi f r_1}{c} + \frac{2\pi f r_2}{c} - \frac{2\pi f B}{c}$$

$$= \frac{2\pi f(r_1+r_2-B)}{c}$$

$$\varphi_H = \alpha_{HB} - \alpha_{RB} = \left[2\pi f t - \frac{2\pi f r_2}{c} \right]$$

$$- 2\pi(f+\Delta f)t + \frac{2\pi(f+\Delta f)B}{c} - \frac{2\pi\Delta f r_2}{c} \Big]$$

$$- \left[2\pi f t - \frac{2\pi f r_1}{c} - 2\pi(f+\Delta f)t \right]$$

$$- \frac{2\pi(\Delta f)r_1}{c} \Big]$$

or, (Neglecting "Δf" terms)

$$\varphi_H = \frac{2\pi f r_1}{c} - \frac{2\pi f r_2}{c} + \frac{2\pi f B}{c}$$

$$= \frac{2\pi f(r_1-r_2+B)}{c}$$

Dividing φ_R , φ_E , and φ_H by (2π) and substituting for "c" the value " λ ":—

$$\text{Range Phase Meter Reading } \left[R = \frac{2r_1}{\lambda} \right] \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{or, } r_1 = R \left(\frac{\lambda}{2} \right)$$

Hyperbolic Phase Meter Reading

$$\left[H = \frac{r_1-r_2+B}{\lambda} \right] \dots\dots\dots (2)$$

Elliptical Phase Meter Reading

$$\left[E = \frac{r_1+r_2-B}{\lambda} \right] \dots\dots\dots (3)$$

From (2)

$$2H \left(\frac{\lambda}{2} \right) = r_1 - r_2 + B \quad \text{or, } 2H \left(\frac{\lambda}{2} \right)$$

$$= R \left(\frac{\lambda}{2} \right) - r_2 + B \dots\dots\dots (4)$$

$$r_2 = R \left(\frac{\lambda}{2} \right) + B - 2H \left(\frac{\lambda}{2} \right)$$

From (3)

$$2E \left(\frac{\lambda}{2} \right) = r_1 + r_2 - B \quad \text{or, } 2E \left(\frac{\lambda}{2} \right)$$

$$= R \left(\frac{\lambda}{2} \right) + r_2 - B \dots\dots\dots (5)$$

$$r_2 = B + 2E \left(\frac{\lambda}{2} \right) - R \left(\frac{\lambda}{2} \right)$$

4-2 動作系統

Fig. 2 に従つてこの装置の動作を簡単に説明すると次の通りである。

i) MASTER STATION の C-W 送信機より f_1 なる周波数の電波を放射すると、自 STATION および各 STATION は、各自の受信機によつて、これをうける。

ii) RED STATION は自 STATION の C-W 送信機より $\frac{f+\Delta f}{2} = f_2$ の周波数の電波を放射し、これを Rr_1 の受信回路で受信して2倍にし、これと MASTER STATION より f_1 とを Rr_2 の受信回路にて混合検波して、 $\pm\Delta f$ なる周波数をつくる。

iii) この Δf なる周波数により、変調器 M_1 を通してリンク送信機 (送信周波数 f_3) を変調して、MASTER STATION にかえてやる。

iv) GREEN STATION は RED STATION と同様な動作で MASTER STATION より f_1 と、RED STATION より f_2 にて Δf をつくり、リンク送信機 (送信周波数 f_4) を変調して、MASTER STATION にかえてやる。

v) MASTER STATION でも同様にして、 Mr_1 なる受信回路にて f_2 をうけ自 STATION の f_1 を Mr_2 でうけて、これと Mr_1 の出力とを混合して Δf をつくり、また RED STATION, GREEN STATION より f_3 および f_4 をそれぞれリンク1および

リンク2の受信機にて受信検波して Δf をとり出し、それぞれ位相の異なつた3箇の Δf を RESOLVER にかけて位相差を比較し、この出力によつて指示器のダイヤルを自動的に回転させ、各陸上局よりの直距離を知るのである。

4-3 各局の送信周波数

i) 送信周波数の相互関係

各周波数の相互関係は次式の通りであるが、これは当社において装備した機器についてのものである。

$$f_1 = 2f_2 \pm \Delta f$$

$$f_2 = \frac{f_1 \pm \Delta f}{2}$$

$$f_3 > f_1 + (556 \sim 800 \text{ kc})$$

$$f_4 > f_3 + 8 \text{ kc}$$

ii) 発射電波の精度

位相の比較をする装置なので、この精度は

a) 送信機の水晶体

恒温槽付の R-2 カット, HC-6/L 型で 75°C 一定で、 $\pm 20 \text{ c/s}$ 以内

b) 受信機の水晶体

恒温槽なしで 0~40°C 範囲内にて、 $\pm 40 \text{ c/s}$ 以内

当社で用いたものは一部はメーカーからきたもので、残りは日本製のものを使用し、その精度は $\pm 3 \text{ c/s}$ であつた。

4-4 電 源

本装置は、110V 60 c/s 1φ にて動作するが、この許容範囲は

電 圧 110V ± 15 V

周波数 60 c/s ± 5 c/s

ただし、送信機、変調器等の冷却用に用いているブローアの回路を外しておくと、50 c/s 90 V にても、満足に機器は動作する。

陸上電源が容易にえられない場所でこの機器を動作させる場合もあるので、このために各 STATION には、

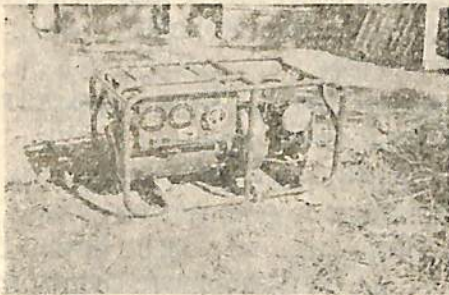


Fig. 3 陸上局用ガソリン駆動発電機

2 KW のガソリン駆動の発電機を必要とする。これは機器に電源を供給する外に、夜間の照明、炊事用にも供することが出来る。Fig. 3 はその外観を示す。

5. 各装置の詳細

5-1 MASTER STATION

5-1-1 系 統 図

系統図は Fig. 4 に示す。

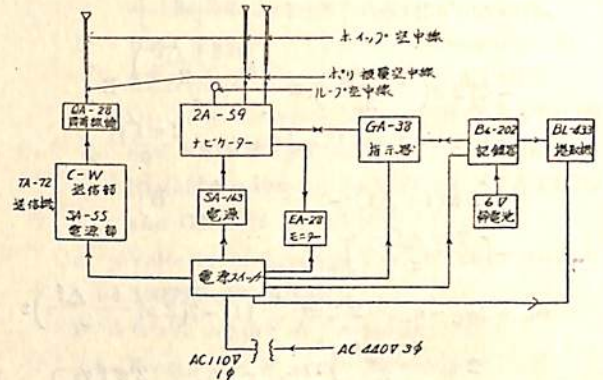


Fig. 4 系 統 図

5-1-2 受 信 系 統

i) NAVIGATOR ZA-59

a) NAVIGATOR に含まれている機器は

- ① RA-50 RED 用受信機
- ② " GREEN 用 "
- ③ RA-58 DUAL 受信機
- ④ LA-33 一定出力増巾器 (C. O. A.)
- ⑤ PA-26 Phase Meter 増巾器
- ⑥ WB-38 Resolver 増巾器

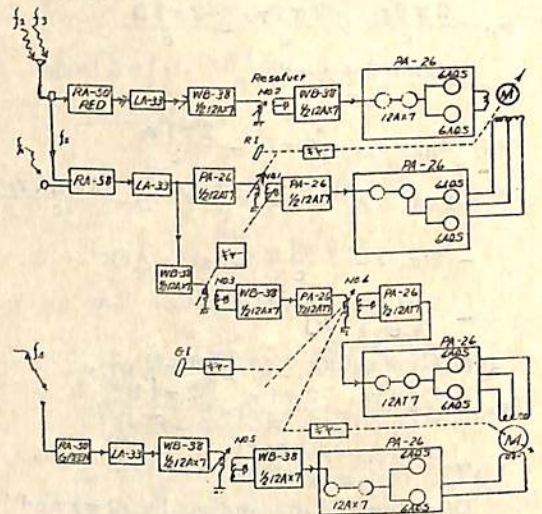


Fig. 5

各機器を動作系統にわけて、Fig. 5 のブロックダイアグラムに示す。

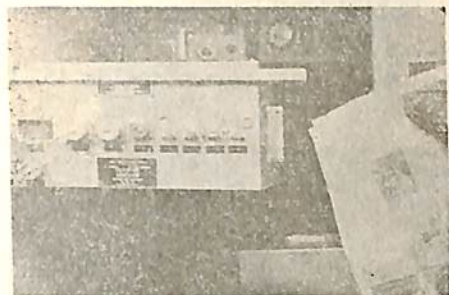


Fig. 6 Navigator の外観図。
巾 440 mm, 高 210 mm, 長 900 mm, 重量 73 lb

b) 次に各機器を簡単に説明する。

① RA-50 (Fig. 7)

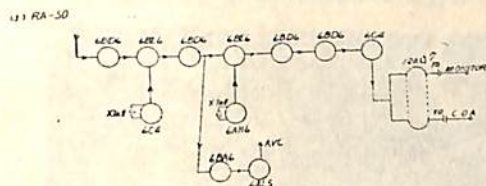


Fig. 7

高周波増巾器付水晶制御のダブルスーパーヘテロダイソ受信機で、狭帯域濾波器を有し、12 AU 7 の出力は 400 c/s である。

② RA-58 (Fig. 8)

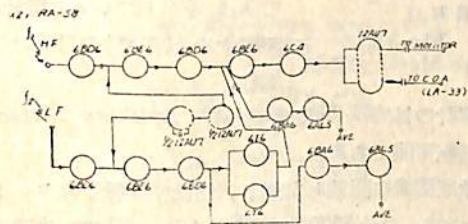


Fig. 8

2つの受信系統を有するもので、1系統は高い周波数、他系統は低い周波数を受信し、同じ局発を利用してヘテロダイソし、12 AU 7 より 400 c/s の出力をとり出している。

③ LA-33 (Fig. 9)

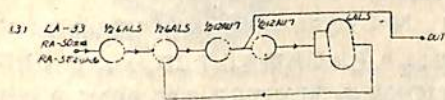


Fig. 9

400 c/s で良好に位相を比較するために、出力を常に一定にするための回路である。

入力レベルが 0.3 V ~ 30 V に変化してもその出力は、 0.7 ± 0.1 V 以内で一定である。

④ PA-26 (Fig. 10)

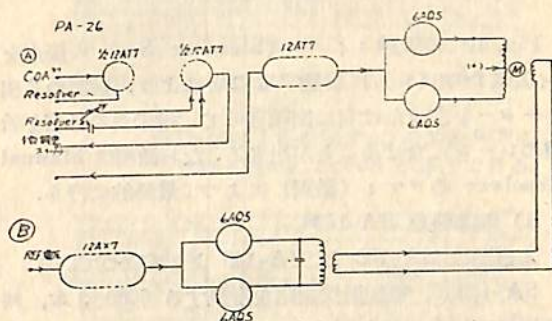


Fig. 10

本増巾器は指示器内にあるサーボモーターを駆動するための電力をつくる増巾器である。④回路は入力信号すなわち陸上局と MASTER STATION の C-W 電波によってつくられた 400 c/s を増巾し、2相モーターの1相に加えるものである。

また⑤回路は入力 Ref 電圧(陸上局よりのリンク送信機の変調波 400 c/s を C. O. A. および Resolver 増巾器を通したものを)を増巾し、モーターの他の1相に加えるものである。

この両位相の違いによってモーターは右または左に回転する。

上記のブロックは RED STATION の側を示したが GREEN STATION 側もほぼ同様な回路を形成しており、本装置は二重チャンネルを有している。

⑤ WB-38 (Fig. 11)

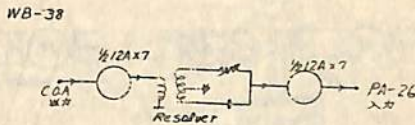


Fig. 11

定出力増巾器 (C. O. A.) の出力が入ると、カソードフロアーでとり出すインピーダンスマッチング用の増巾器と、Resolver 回転による出力が一定の状況で、Phase Meter 増巾器に入るようにするための増巾器から出来ている。

この増巾器は3チャンネルから出来ており、更に基点を手動で合せるための 400 c/s の発振器 Fig. 12 を有

している。

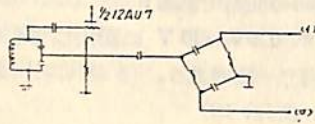


Fig. 12

Fig. 10 の手動スイッチ (Slewing Sw) の接点を (イ) または (ロ) に接続することにより、前記の 2 相モーターを左または右に回転させて、指示器の目盛を希望のレーンに合せることができる。なお微調は Manual Resolver のつまみ (微調) によつて最終的に行う。

ii) 電源装置 SA-163

本電源は SA-153 と SA-145 より成立っている。

SA-153 は、可変抵抗回路を形成する 6080 3 本、格子接地型増巾回路を形成する 12A×7 1 本、定電圧放電管 5651 1 本、および整流管 5U4 2 本を使用した定電圧電源装置である。また SA-145 は 5U4 を用いた普通の整流電源装置である。

寸法	巾	440 mm
	高	255 "
	長	355 "
重量		89 lb

iii) 指示器 GA-38

a) 指示部 (Fig. 13, Fig. 14)

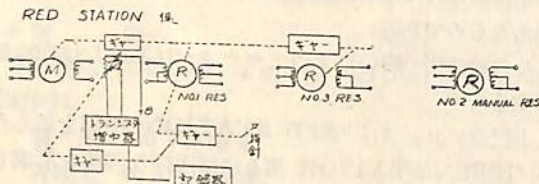


Fig. 13

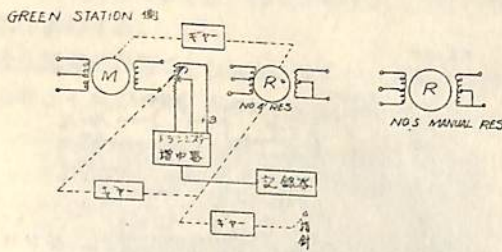


Fig. 14

各回路からの入力によつて、モーター M は回転し、それにギヤ機構で連結された Resolver が回転して、バランスのとれた所で止まる。この Resolver 軸に指針および記録器用可変抵抗器が、ギヤを通じて連結されている。レイジスト装置は測定開始に先だつて必ず基

点を合せてから行わなければならないので、WB-38 の説明の時に述べた方法により基点を決める。もし測定中途にて機器がストップした時には、既知の地点に引返して合せ直す必要がある。

本器の外観および表面パネルの図を Fig. 15, 16 に示す。

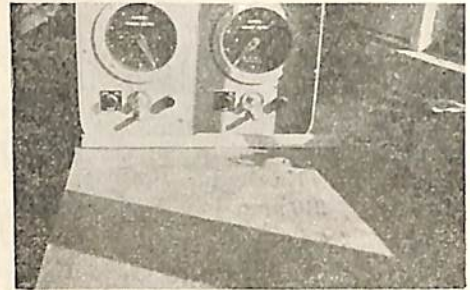


Fig. 15 GA-38 の外観

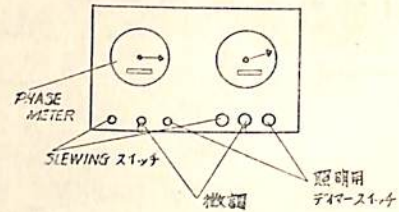


Fig. 16 GA-38 の表面パネル

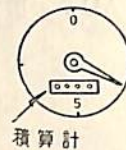


Fig. 17 Phase Meter の詳細

Phase Meter は円周を 100 等分してあり、この 1 回転を 1 レーンとよんでこれは距離として $\lambda/2$ を示している。指針が 1 回転すると積算計の目盛は 1 目進む。

積算計の目盛は 9999 までである。本 Phase Meter は可逆回転可能である。

試験成績表に記載した通り、当社で試験したセットの 1 レーンは、37.455004 m であるから、37 cm までの距離をよみとることが可能である。

b) 電源部 SA-158

本器はセレン整流器にて整流した直流を、トランジスター回路を用いて安定化し、入力が 90~130 V AC 変化しても出力は一定である。ただし可変抵抗により、15~22 V まで出力を可変することができる。

iv) 記録器 BL-202 (Fig. 20)

M-1, M-2 はペンモーターで指示器のトランジスター出力によりそれぞれ動き、RED および GREEN STATION から MASTER STATION までの距離的变化を、時間をパラメーターとして自動的に記録す



Fig. 18 GA-38 の内部
 上部は電源部 SA-158、
 下部は指示部である。
 半卵型にみえるのが Resolver である。

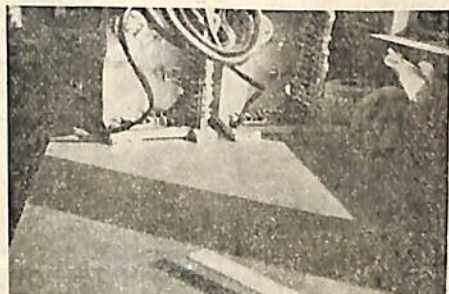


Fig. 19 GA-38 の底部
 下部に見えるのがトランジスタ増巾器である。

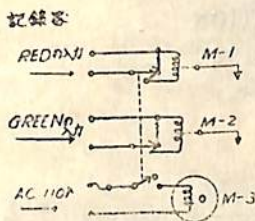
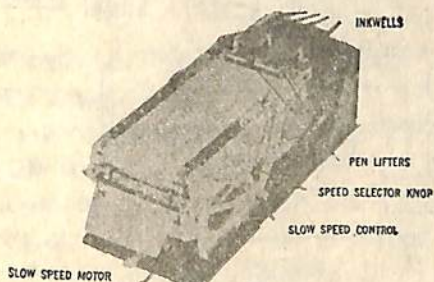


Fig. 20



寸法 巾 153 mm 高 168 mm 奥行 342 mm 重量 18 lb

Fig. 21 BL-202 記録器
 左に出て来た記録紙は、捲取機により
 自動的にまきとられる。

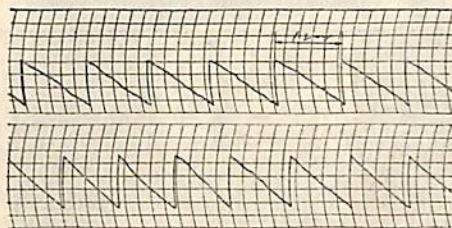


Fig. 22 正器に機器が作動している場合1山が
 1レーンを示す。
 縦1目盛は1秒を示す。この傾斜角度に
 より時々刻々の Speed が算出できる。

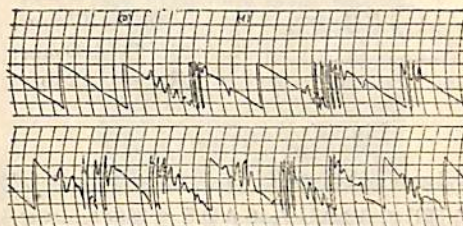


Fig. 23 外部の強烈な妨害電波によりレーンが
 くずされた模様。正確な Speed を出す時には、
 Fig. 4 に示されている6pの乾電池にて記録器
 内のリレーを時報と同期させて働かせると上図
 の如きV印のマークが付き、これより算出す
 ることができる。

る。M-3 は 110 V にて動くモーターでこれにより記録紙が移動する。

この速度は 5 mm/sec, 25 mm/sec, 125 mm/sec と可変することが出来る。当社で試験したものは 5 mm/sec である。Fig. 21 に外観, Fig. 22, 23 に海上公試の際記録したものを示す。

v) 捲取機 BL-433 (Fig. 24)

本器は記録紙を自動的に捲取るモーター付の機器である。

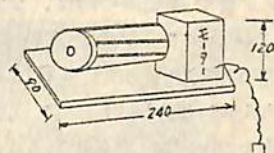


Fig. 24

vi) モーター EA-28 (Fig. 25, 26, 27)

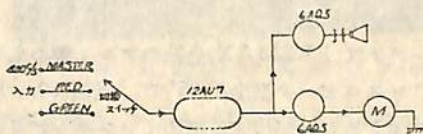


Fig. 25

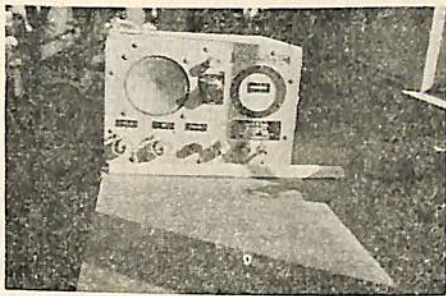


Fig. 26

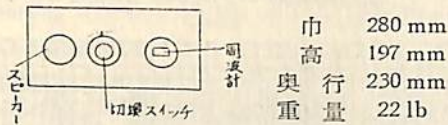


Fig. 27

Navigator よりの M R G の 400 c/s を切替スイッチを通じて 12 AU 7, 6 AQ 5 で増巾し、スピーカーおよび 400 c/s の周波計 (M) を動作させて、この 400 c/s の変調具合およびその周波数を検出するものである。

5-1-3 送信系統

ブロックダイアグラムを Fig. 28 に示す。

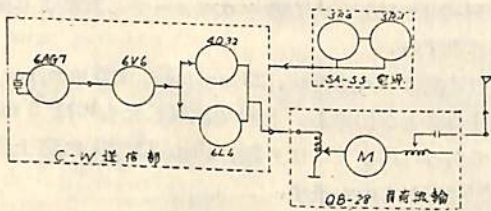


Fig. 28

6 AG 7 は主発振器でこの水晶は恒温槽付である。6 L 6 はクランプ管で無発振の時は、大電流を流して 4 D 32 のスクリーングリッドの電圧を下げるよう動作している。正規の発振状況では、4 D 32 のスクリーンには正規の電圧がかかり、L₁, L₂ にて同調をとつた上、アンテナより最大の電力を放射出来るようになってい

る。電源装置は 5 R 4 の全波整流回路である。

Fig. 29 にこの外観を示す。

5-1-4 アンテナ

本アンテナは PREMAX 会社のアルミ製のもので、6 段のテレスコピック型全長 35' で、風速 60m 以上まで充分に耐えることが出来る極めてフレキシビリティに富んだものである。最大の太さ部は 1.5' である。

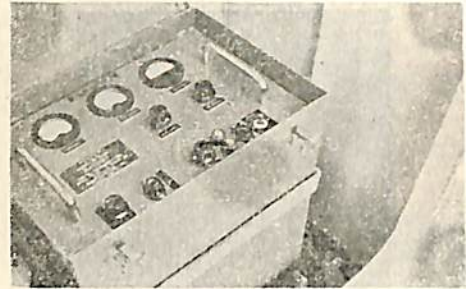


Fig. 29

巾 423 mm, 高 653 mm
長 285 mm, 重量 83 lb

アンテナの装備状況を Fig. 30 に示す。

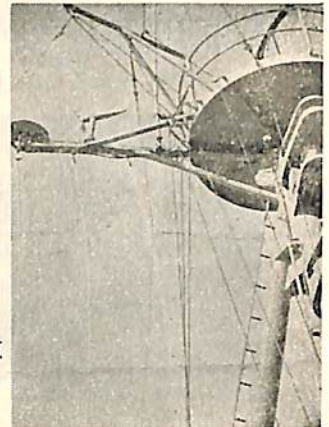
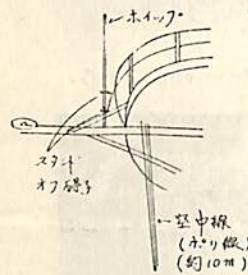


Fig. 30

アンテナは海面上より約 25m, ほとんど垂直である。(フェージング現象を除くため)

5-2 RED STATION

5-2-1 系統図

Fig. 31 に示す。

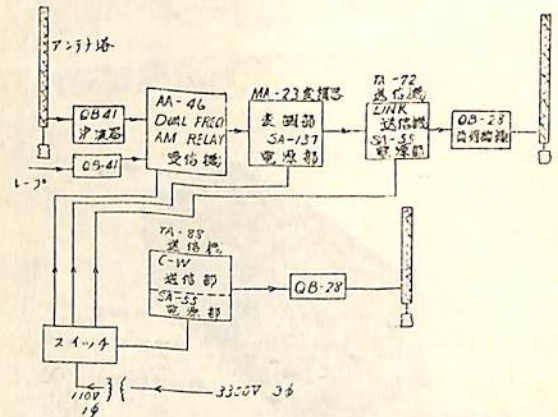


Fig. 31

5-2-2 受信系統

i) Dual Freq AM Relay 受信機

本機は下記のものから構成される。

- ① WB-31A Telephone Line 増巾器
- ② RA-58 Dual 受信機
- ③ SA-48 電源装置

a) 各 Unit の動作系統にわたったブロックダイアグラムを Fig. 32 に示す。

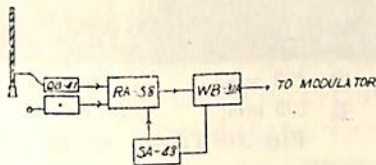


Fig. 32

b) 次に各機器を簡単に説明する。

- ① WB-31 A (Fig. 33)

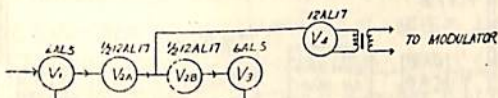


Fig. 33

V₁ には Dual 受信機より 400 c/s が入ってくると V₁ は入力信号の強弱により、そのインピーダンスが変化するような回路になっている。V₃ は V₂ で増巾されたものを整流してフィードバックし V₄ への入力レベルを制限している。V₄ の出力は変調器に入るが、このレベルを一定に保つよう本機器は動作している。

- ② SA-48

5U4 を用いた普通の整流装置で、出力は 390 VDC (120 mA), 235 VDC, 6.3 V (4A) AC である。

- ii) QB-41 濾波器 (Fig. 34)

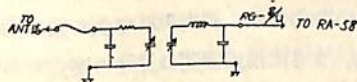


Fig. 34

本器は極めて高い Q を有する高周波濾波器で、アンテナ塔と受信機の間に入挿されている。Fig. 35 の箱から出ているのが AA-46 である。手前の細長い 2 箇の箱は QB-41 である。写真中にみえるイヤホンは、RA-58 より 400 c/s の出力の状況をチェックするためのものである。

AA-46 寸法	巾	423 mm	
		高	653 mm
		長	285 mm
重量	55 lb		

QB-41 寸法	巾	76 mm	
		高	80 mm
		長	206 mm
重量	4 lb		

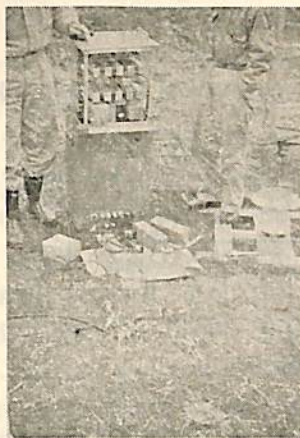


Fig. 35 AA-46 の調整状況

5-2-3 MA-23 変調器

- ② 変調部 (Fig. 36)

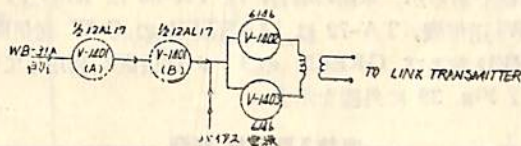


Fig. 36

WB-31A より 400 c/s の一定レベルの入力が入ってくると、V-1401 で増巾して V-1402, V-1403 で形成するプッシュプル回路で電力増巾して、送信機に変調周波数を送りこんでいる。

Fig. 37 に変調度を調べている状況を示す。



Fig. 37 変調具合調整の状況

右隅が変調器、アンテナ塔直下のものが負荷線輪である。

寸法 巾 423 mm 高 653 mm 長 285 mm
重量 85 lb

④ 電源部 SA-157

本器は 5R4 2本を用いた全波整流で、635 V 200 mA、および VR-105 を2本用いた 210 V の定電圧回路を有している。

5-2-4 IA-83 送信器

ブロックダイアグラムを Fig. 38 に示す。

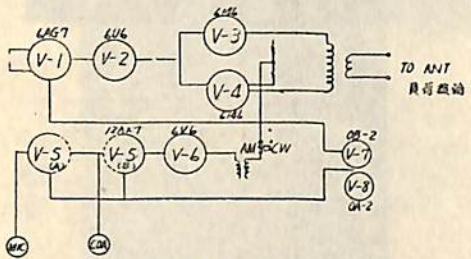
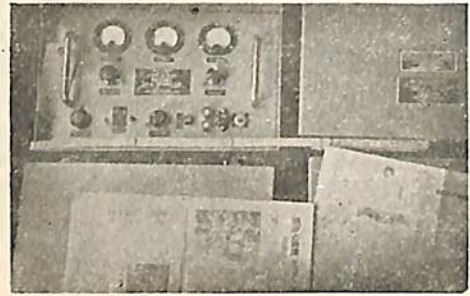


Fig. 38

主発振は 6AG7、電力増巾は 6146 プッシュプルで行っている。V-5~V₆ はマイクおよびトーン変調を行う時に用いる回路で、これを用いる時は電力増巾管は、スクリーン変調をされる。

原則として TA-88、TA-72 は殆んど同様な形の送信機であるが、本船の場合には TA-88 は RED の C-W 送信機、TA-72 は MASTER の C-W 送信機、RED および GREEN のリンク送信機に利用している。Fig. 39 に外観を示す。



巾 423 mm, 高 653 mm,
長 295 mm, 重量 84 lb
Fig. 39 TA-88 外観

5-3 GREEN STATION

RED STATION とほぼ同様であるので、詳細の説明は省略して系統図のみ Fig. 40 に示す。(未完)

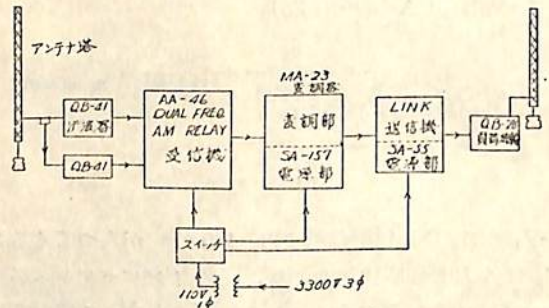


Fig. 40

海技入門選書 新刊

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充分に理解しておく必要がある。(略)

目次

- 第1章 測程機
- 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

天然社新刊

上野喜一郎著

船の歴史 (第3巻) (推進篇)

A 5 上製 函入 330頁 定価 500円 (〒50円)

今日、8万トン以上、30節以上の高速巨船が出現するにいたつたが、過去100年余の船の発達の歴史は、まさに推進機関の発達の歴史であるといつても過言ではない。本書は主として19世紀の初め汽船が出現して以来今日までの船の推進方法の発達を、豊富なる挿図(200)とともに詳述してある。

目次

- 1 船の推進の初まり
 - 2 風力の利用
 - 3 機械力の利用
 - 4 推進機関の発達
 - 5 推進方法の変遷
 - 6 汽船の発達と速力の増加
- 附録

船体における挫屈の問題について

藤 田 讓
東京大学助教授

挫屈の現象は、われわれが日常よく見かけるもの一つであり、古くからいわゆるオイラー (Euler) の公式として知られている。戦争中、銃跡などで、われわれが学校で習った通りの形に鉄骨が変形しているのをよく見かけたものである。船体のように板や殻の構造ではそれを構成するパネルの挫屈が最も重要なのは当然であり、船が波の中で揺られると薄い鋼甲板などベベベするのが観察されたり、また聞く所によると飛行機の翼などで振れのために翼の表面に皺が出来たりするそうであるがこれなどは典型的なものといえよう。薄板を溶接する際に溶接後の取縮歪のため板が大きく挫屈変形することもよく知られている。このように挫屈の現象は数多く発生するもので強度上からも重要であるが、現在のように longitudinal system の船が次第に多くなってくると船体の強度は大きな longitudinal member によつて受け持たれ、板の挫屈強度はあまり問題ではなくなる。一方外観を重んずる上部構造物の薄板の部分では、溶接による変形とともに挫屈あるいは挫屈による変形が重要となってくる。船が大型化するにつれて、外板その他の板厚が増し、その点からも挫屈の問題は減少すると思われる。従つて将来の挫屈の問題は上部構造が主体となるであろう。

以下に、船体に関係ある挫屈の問題につきいろいろ考えてみたいと思う。

§1. Engesser から Engesser へ

まず完全弾性的な挫屈の問題は暫くおき、比例限以上の領域の柱の挫屈を考えてみよう。この点に関して、Engesser (1889) は柱のオイラーの公式の E の代りに E_t (tangent modulus) すなわち材料試験から得られる応力-歪曲線の切線係数を置き換えて得られる公式、

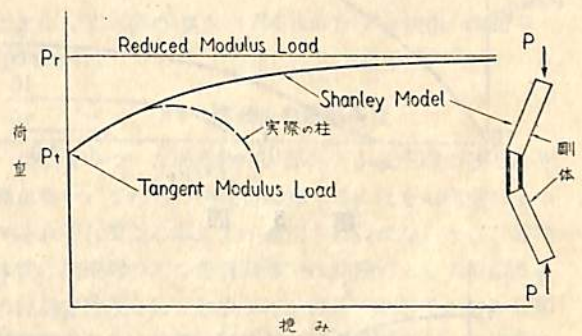
$$P_t = \frac{\pi^2 E_t I}{l^2}$$

を提案した。現在から考えればこれは卓見であつたが、1908年に Kármán がいわゆる Reduced Modulus Theory を提案し、挫屈する際凹側では材料試験の応力-歪曲線に沿つて進み凸側では unloading なので弾性的に戻るとし、引続いて矩形断面の短柱につき詳細な実験を行い彼の公式の正当性を裏付けた。すなわち

$$P_r = \frac{\pi^2 E_r I}{l^2}, \text{ここに } E_r = \frac{4 E E_t}{(\sqrt{E} + \sqrt{E_t})^2}$$

それ以後この理論は塑性域の柱の公式として広く受け

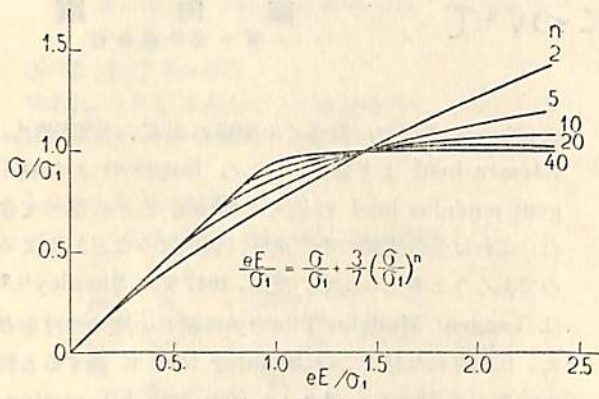
入れられてきたが、数多くの実験の結果、実験値は Kármán load より低く、むしろ Engesser の tangent modulus load の近くに集まること解つてきた。これは多分実験の不完全性 (初期撓みなど) によるのであらうと考えられていたが、1947年に Shanley^{1), 2)} は Tangent Modulus Theory に新しい意味づけを与え、圧縮された柱がこの Shanley load に達すると初めて曲がり始める、すなわちこの点が bifurcation point (分岐点) であることを第1図に示すような flange に材料が集中した Shanley 模型を使つて巧みに説明した。これにより Kármán load は挫屈値の上限を与え、Shanley load は挫屈値の下限を与えること



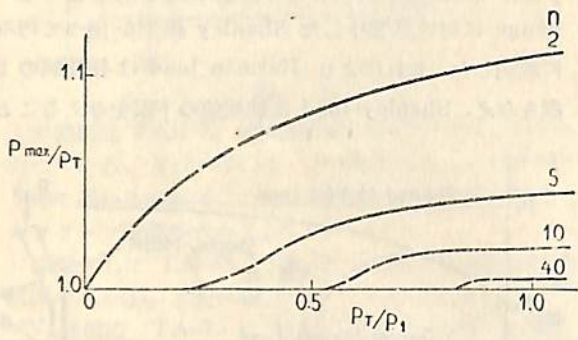
第 1 図

が明瞭となつた。一般には柱の塑性域の挫屈値はこの2者の中間に来るわけだが、その最高荷重がどの程度 P_t を超えるかはその応力-歪線図の形により決定され^{3), 4)}、軟鋼のように割合 flat な応力-歪関係を持つ材料では P_t を僅かに超える程度であるから、安全側にもなる事故、 P_t を挫屈荷重と考えて差支えない。第2図および第3図⁵⁾ は上述の関係を Duberg と Wilder が計算したものであり、軟鋼等に対しては、 P_{max}/P_t は殆んど 1.0 に近いことがよく解ると思う。(图中 σ_1 および P_1 はそれぞれ降伏応力および降伏荷重にはほぼ相当するものである。) 実験例として第4図⁶⁾ に直径約 3 inch の T-1 鋼丸棒の挫屈試験結果を示す。この例から見ても P_t は実験値と満足すべき一致を示していることが解る。

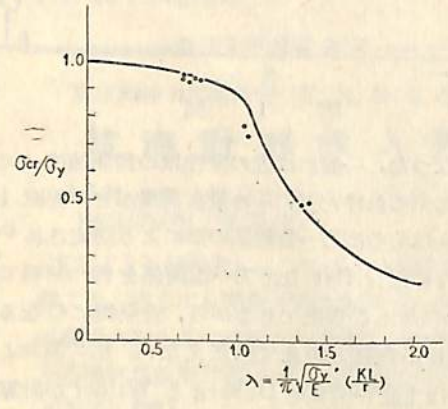
かくして、Engesser によつて初めて指摘された tangent modulus load に数十年後に再び立ち戻つたのは興味あることである。



第 2 図



第 3 図



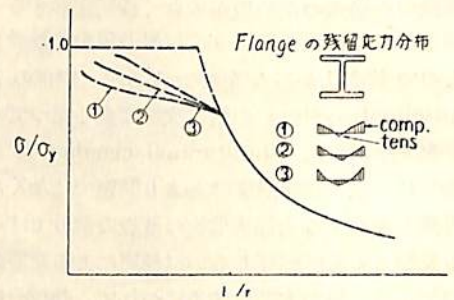
第 4 図

§2 残留応力の問題

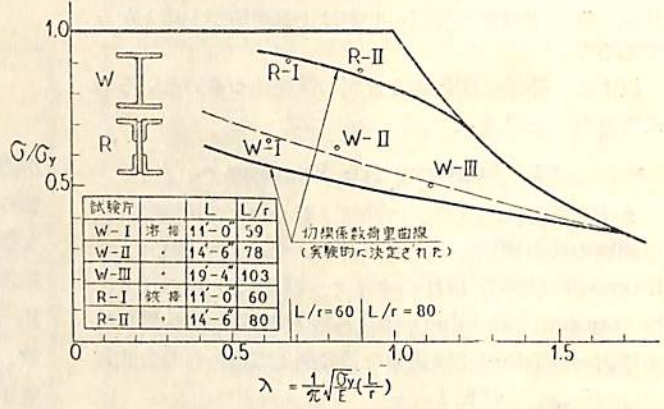
残留応力は溶接構造とは切つても切れない関係があり、溶接のある処残留応力ありといえる。殊に近年のように船体の大部分が溶接により建造されるときには尙更のことである。また溶接でなくても、熱間ロールした形材には必ず残留応力が見られ大きな I 型梁等では flange 端に降伏応力 σ_y の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ に達する圧縮応力が残っている。その他いわゆる built in stresses も勿論存在す

る。このように残留応力の存在する構造物の強度の問題は極めて興味深い。(最近残留応力と脆性破壊の関係が話題を賑わしているのは御承知の通りである)

さて、挫屈への残留応力の影響についての研究は割合に新しく、1951年⁹⁾および1952年⁷⁾に初めて Osgood および Beedle 等により取扱われた。前者は一般的取扱いを後者は H 断面柱の場合を解いた。また著者⁴⁾は修正した Shanley model を使つて残留応力を有する柱の挙動を調べ、初期撓みの影響をも計算した。残留応力の形により column 曲線の変化する有様を第 5 図に示す。塑性域においては残留応力の分布が柱の強度に影響する様子がこの図から理解出来よう。溶接により板から H 断面柱を製作することはしばし



第 5 図



第 6 図

ば造船所でも行われているが、この場合には残留応力の効きは極めて著しく殆んどその強度が半分程度に低下することもあるので注意を要する。同じ性能の断面を持つ柱の鋸接試験片と溶接試験片の挫屈試験結果の比較が第 6 図りに掲げてある。その著しい差に注目されたい。

また残留応力は梁の横挫屈(横倒れ)の問題にも関係する。梁の中央部が降伏すると梁の曲げの面内の剛性のみならずそれと直角方向の曲げ剛性も減少するので横倒

れし易くなることはよく知られている。例えば I 型梁で溶接または熱間ロールのため flange 端に圧縮残留応力の存在する場合には、当然それだけ横撓屈の危険性が増加するはずである。

§3 板の撓屈

板そのものの弾性撓屈については、問題になる点はないと思われる。ただ重要な点は、板の場合撓屈即破壊ではないことで、柱の場合とその趣きを異にしている。周辺固定の板が、撓屈変形によつて板の中央部が効かなくなつても、その端の部分は未だ負荷に耐えるからである。薄板の場合には板を単に引張りのみに有効であると考へた、いわゆる tension field の考へ方もある。板の塑性撓屈に関してはアルミニウム板の塑性撓屈実験⁹⁾とともに山本による理論的研究¹⁰⁾があり、板の場合の Shanley load および Kármán load につき詳細に論じ、実験結果をよく説明している。

しかし造船では板のみの撓屈も重要ではあるが、板と防撓材からなる補強板の強度が問題となる場合が多いと考へられる。本質的に船体が板と骨からなる以上当然のことである。前にも一寸触れたが、板は弾性撓屈しても周辺の防撓材が有効である限りまだまだ大きな荷重に耐えられるので、その最高荷重決定法が問題で、これについては数多くの研究がなされており、次節でこの問題を取り上げよう。

溶接による取縮撓屈は薄板の場合しばしば遭遇することでありその特性は注目に値する。渡辺等¹⁰⁾は板厚

1.6 mm、板巾 230~700 mm、長さ 700 mm の薄板を周辺自由で中央にビードを置き、長さの中央、ビードと板の側面との中間で溶接中の撓みを測定して、撓屈に対する限界溶接長および溶接後の撓み等を実験的に求めた。撓みは溶接の進むにつれて第 7 図のように初め最終撓みと反対の方向に撓むが溶接終了後冷却中に突然変形が増大して撓屈する。板巾が増大するにつれて不安定現象の様相が明らかになるのは当然である。この研究から 1.6 mm の軟鋼板では通常の溶接条件の場合撓屈に対する限界溶接長は 200~400 mm の範囲にあることが示された。

また撓屈による撓みは、

$$y = \phi \cdot \frac{L^2}{\pi^2}$$

で表わされる、ここで ϕ は板の最大曲率であり次の実験式で近似出来る。(著者がグラフを次式で近似した)、

$$\phi = (9.62 - 0.277 \sqrt{B}) 10^{-4} 1/\text{mm},$$

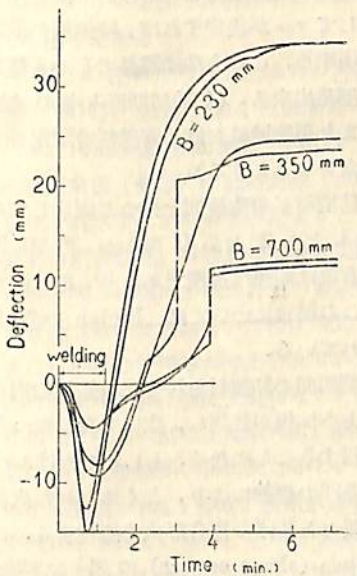
ここに、L=板の長さ (700 mm)、B=板巾 (230~700 mm)。

§4 補強板の最高荷重

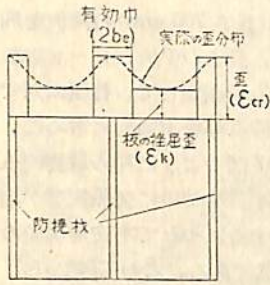
板に骨のついた構造物は、船体とか航空機の殻とか非常に多い。これらの強度を計算するにはその構造によつてそれぞれ異なる考へ方が適用されねばならない。非常に密に防撓材の入つた構造等では防撓材として取扱うよりは異方性板として取扱う方が容易であろう。しかし船体構造のように比較的防撓材の間隔の離れている場合には、補強された板としての取扱いが適しているといえよう。

さて、このような補強板の撓屈強度には 2 つの異なる型がある。1 つは防撓材の剛性がいわゆる r_{\min} より小さい場合で補強板が一体となつて撓屈する場合であり、他の 1 つは防撓材の剛性が大きいのでまず板が弾性的に撓屈し、その後は板の一部いわゆる有効幅と防撓材とが一体の柱として荷重を受け持つ場合である。後者の場合には最高荷重に達するとこの柱の部が不安定となつて圧壊する。ここではこの場合を考へてみよう。

まず板の撓屈した後の有効幅が問題である。板の撓屈後の歪分布を第 8 図のように簡易化して有効幅を導入する。この有効幅については、Kármán, Marguerre, Wagner, Sechler, Cox 等種々の式¹¹⁾が提出されているが(第 9 図)、最高荷重が板の撓屈荷重を余り大きく超えない補強板の場合には、そのいずれを採つても結果は余り変らない。ただ有効幅の考へ方として撓屈した板の部分の荷重を零とすることが多いが、撓屈荷重を保持



第 7 図

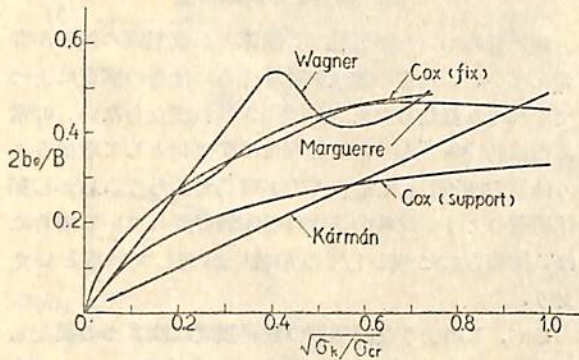


第 8 図

するとする考え方もある。今考えている補強板に対しては後の方が実験的¹²⁾にも妥当と思われる。

代表的なこの種補強板の研究としては、吉識¹³⁾の研究があり、この著者は板巾の半分を有効幅と仮定し、挫屈した板は挫屈応力を保持するとしている。

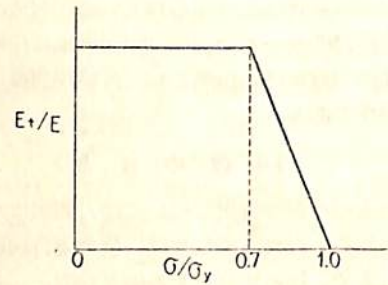
上述のように、補強板は板ではあるが、板の挫屈後は有効幅付きの防撓材を柱として取扱うので実質上は柱の理論で済み、その点からも実用上非常に便利である。計算式も従って柱の場合と同様に大体初めは reduced modulus theory が適用されていたが、次いで secant formula¹⁴⁾ が用いられた。secant formula の場合には、柱の断面の一部で、曲げによる応力と軸力による応力との和が降伏応力に達したときに柱は最高荷重に達すると考え、最終状態の歪量 $\hat{\epsilon}$ を実験的に決定して最高荷重を求めている。



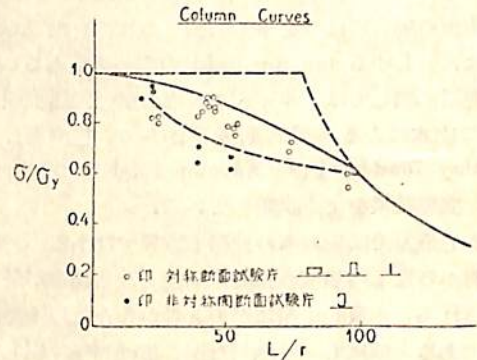
第 9 図

著者はこの有効幅付き防撓材の部分に Shanley load すなわち切線係数荷重を採用し、補強板の最高荷重を全体の荷重から板の挫屈部の荷重を引き去って、有効幅を含む柱の部分のみの荷重に換算し、柱の挫屈曲線 (column curve) の上に plot してみた。この結果実験値と計算された切線係数荷重とは満足すべき一致を示した (第 11 図中実線と○印)。

切線係数荷重を計算するには、勿論材料の圧縮試験 (または引張試験) 結果から $E_t-\sigma$ の関係を求めなければならないが、一般に軟鋼で板に溶接で防撓材が付けられる場合には、第 10 図のような直線式を使用して大過ない¹⁵⁾と考えられる。従って構造物の寸法が決まれば、例えば Kármán の式に σ_{cr} の推定値を代入して、



第 10 図



第 11 図

$$2b_e = 1.70 t \sqrt{E/\sigma_{cr}}$$

(ここに、 $2b_e$ = 有効幅、 t = 板厚、 σ_{cr} = 柱の挫屈応力) 有効幅 $2b_e$ を計算して L/r を求め、第 10 図を使って画いた column curve (第 11 図) から σ_{cr} を出し、再び有効幅の式に入れ修正して新しい σ_{cr} を出す。この操作を繰返して σ_{cr} が決定すれば、補強板の最高荷重は容易に計算出来る。この方法は容易でしかも精度ある解を与えると期待出来る。(勿論初期撓み等の考慮は別問題であり、また塑性域における有効幅の問題等もここでは一応考えないこととする)。

以上は防撓材が対称断面を持つと仮定しての話であるが、逆 L とか Z とか C 型とか、非対称開断面の防撓材の場合には問題は複雑である¹²⁾。それは振れるからである。この場合については、Bleich の教科書¹⁴⁾等にも述べられている。

非対称開断面の防撓材を持った補強板の場合には、まず上述のように板が挫屈し、次いで有効幅付きの柱が振り曲げ挫屈することになる。もし板がなければこれは普通の振り曲げの理論により、よく知られた次の二次式を満足する振り曲げと曲げの複合形式で挫屈する。この際断面は、剪断中心 (shear center) の周りに回転すると考える。

$$\tau_0^2(\sigma - \sigma_T)(\sigma - \sigma_B) - \sigma^2 y_0^2 = 0,$$

ここに、 σ_B = 曲げ挫屈応力、 σ_T = 捩り挫屈応力、 τ_0 は剪断中心の周りの断面の環動半径、 y_0 は剪断中心と図心との距りである。

しかし実際には、周囲の板の拘束のため剪断中心の周りに断面が回転することは難しく、普通防撓材と板との取り合い点を回転中心として、断面が回転すると仮定する。

この時の挫屈値を計算するためには、回転中心の周りの断面の warping constant Γ を計算しなければならない。この値は特定の形に対しては計算式があるが¹⁴⁾、一般の形に対してはおおの計算する必要がある。そのため断面の warping constant を直接計算してもよいが、むしろ防撓材のみのその点の周りの warping constant Γ_S に次の補正項 $\Delta\Gamma_T$ を附加するのが容易である¹²⁾、

$$\Delta\Gamma_T = \frac{B^3 t^3}{144}$$

かくして、 Γ が求めれば捩り挫屈値は、

$$c_T = \frac{\pi^2 E}{l^2} \left(\frac{\Gamma}{I_p} + \frac{l^2 Gk}{\pi^2 EI_p} \right),$$

と決定される。柱の場合に対応する複合形式の式は次の如く与えられる。

$$\left(\frac{\sigma_B}{\sigma} - 1 \right) \left(\frac{\sigma_T}{\sigma} - 1 \right) - \frac{A}{I_p} \left\{ b \frac{\sigma_B}{\sigma} + (x_0 - b) \right\}^2 = 0,$$

ここに、 A = 断面積、 I_p = 回転中心の周りの断面の極慣性能率、 x_0 および b = それぞれ剪断中心と図心および回転中心までの距りである。

第11図に平板にC型材を附加した場合の実験結果¹²⁾を示す(点線と●印)。前述の如く対称断面の試験値(○印)はよく柱の切線係数荷重曲線(実線)と一致し、捩りの場合には実験値(●印)は理論曲線(点線)の下に出ているがほぼ満足すべき結果といえよう。

船体上部構造の重量軽減、材料費の低減、工数の節約等のために、最近種々の試みがなされている。例えば、防撓材として軽量型鋼の使用あるいは特に冷間ロールまたはプレスされた型板の使用等が考えられている。防撓板の代りに波板を使用すれば強度上有利なことは当然考えられるところで、現在の滑らかな室外壁に馴れたわれわれの目にそのような型板がいかにか映るかという外観上の問題と工作上の問題が残る。現在、表面が flat になるような型板の試作もされているが、そのような従来の慣習にこだわらず波の見える室外壁が徐々に実用されつつある段階である。このことは船体上部構造の歪取りの困

難さをも救うものである。例えば、American Mail Line の Oregon Mail 号などはその一例である。この種型板の強度も面白い問題である。

以上、取りとめもなく、船体に関係のある挫屈の問題につき書き綴ってきたが、この他にも数多くの問題があるのは言を俟たない。これらの問題の多くは、まだまだ今後の研究に俟つ所が多いことを附記して筆を擱くこととする。

参考文献

- 1) F. R. Shanley, "The Column Paradox", J. Aero. Sci., vol. 13, No. 12, (1946)
- 2) F. R. Shanley, "Inelastic Column Theory", J. Aero. Sci., vol. 14, No. 5, (1947)
- 3) J. E. Duberg and T. W. Wilder, "Inelastic Column Behavior", J. Aero. Sci., vol. 17, No. 6, (1950)
- 4) 藤田譲, "残留応力を有する柱の塑性域における挫屈について", 造船協会論文集, 第102号, (1957)
- 5) Y. Fujita and G. C. Driscoll, Jr., "Investigation of the Column Strength of T-I Steel Round Bars", Fritz Lab. Rep., Lehigh Univ., (1956)
- 6) W. R. Osgood, "The Effect of Residual Stress on Column Strength", Proc. First National Congress Applied Mechanics, (1951)
- 7) C. H. Yang, L. S. Beedle and B. G. Johnston, "Residual Stress and the Yield Strength of Steel Beams", Weld. J., (1952)
- 8) 播磨哲夫, "板の塑性挫屈", 東大大学院数物系修士論文, (1955)
- 9) Y. Yamamoto, "A General Theory of Plastic Buckling of Plates", 造船協会論文集, 第96号, (1955)
- 10) 渡辺正紀, 佐藤邦彦, "ビード溶接による薄板の挫屈変形に関する研究", 溶接学会誌, 第27巻第6号, (1958)
- 11) 長柱委員会, "弾性安定要覧", コロナ社, (1951)
- 12) 吉識雅夫, 藤田譲, "圧縮を受ける補強板の最高荷重について", 造船協会論文集, 第104号, (1958)
- 13) 吉識雅夫, "圧縮を受ける船体構造部分の挫屈並に圧壊強度の研究", 造船協会会報, 第75号, (1953)
- 14) F. Bleich, "Buckling Strength of Metal Structure", McGraw-Hill, (1952)

2 模型実験

2.1 実験装置および方法

前章において、舵軸モーメントに及ぼす操舵速度の影響について理論計算の結果から、種々の結論が導き出されたが、これと実験結果とを比較することを主な目的とした模型実験が行われた。

この模型舵を使用した水槽実験は、日立造船(株)技術研究所内に設置された回流水槽を利用して行われた。この回流水槽は、船舶、推進器をはじめ、その他の流体力学的実験のために、昭和31年春に完成されたものであつて、全長 11,500 m、全幅 3,400 m、水路幅 1,200 m 程度の大いさを有し、その概要を図示すると、第 2.1 図の如きものである。水槽内の水は、15 HP 三相交流整流子型電動機によつて駆動される直径約 1 m の 4 翼送流器によつて動かされ、0.6~1.8 m/s の速度で、水平方向に回流することが出来る。

測定部にのみ自由表面が存在し、その他の部分は閉鎖水路になつている。測定部には、水流観察用の窓が、前側面と底面とに設けられているが、この測定部において計測された流速分布は、側壁および底面のごく近傍を除いては、その乱れの割合は 5% 程度であつて、自由表面における波立ちも、特に低速時には少なく、この種の流体力学的実験には、十分使用し得ることが確かめられている。

舵に加わる力およびモーメントを計測するためには、第 2.2 図に示すような、舵動力計を設計製作した。この動力計においては、舵軸の廻りのモーメント (M_H) と、舵の舷に直角方向の力、すなわち直圧力 (N) と、舷と同一方向の力 (T) の 3 つの要素が、定常舵角がとられている時は勿論、操舵中の非定常状態においても、連続的に計測することが出来るように計画されている。

上記の 3 要素の計測に際しては、これらに比例した電氣量に変換するために、電氣抵抗線歪計を貼布した薄肉の中空鋼管を舵軸の一部に挿入して使用した。これらの詳細は第 2.2 図に示す通りである。舵軸はこの中空管よりも上部の位置で 2 個の軸受で鉛直に保持されており、その下方は舵に直結している。また、上部はウォーム、舵角指示用指針および舵角記録用可変抵抗器につながれている。操舵するための駆動用電動機としては、1/32 HP 整流子型電動機が使用されていて、ウォームおよびウォーム歯車による 2 段減速によつて、舵軸を適当な角速度で回転出来るように計画されている。この動力計が回流水槽の測定部に置かれている状況の写真が次の第 2.3 図に示されている。舵角の指示は、指針が角度目盛板の上を動いて指示するほか、舵軸に直結された可変抵抗器で電橋を形成し、舵角変化を電氣抵抗の変化にかえ、オシログラフによつて連続測定が行えるようにされている。

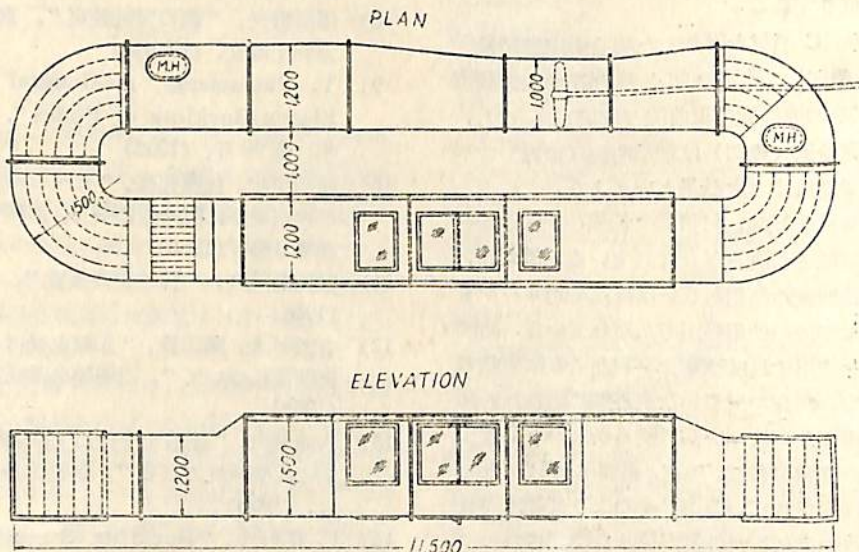


Fig. 2.1 回流水槽全体図

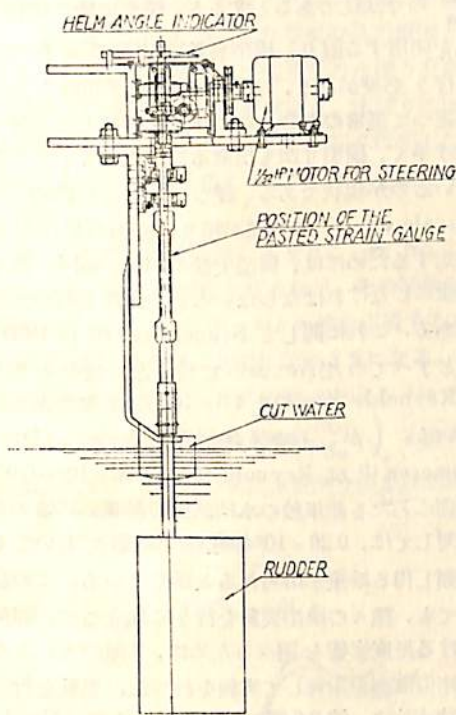


Fig. 2.2 舵動力計

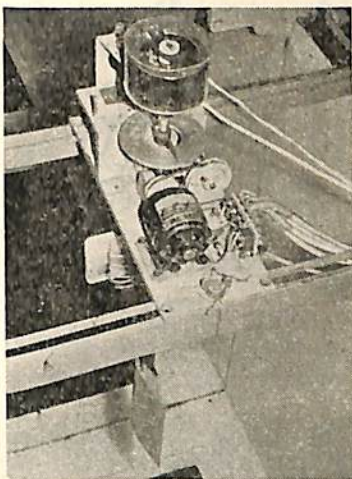


Fig. 2.3 舵動力計の概観

また、電気抵抗線歪計によつてとり出された変化量も、それぞれ増幅および整流され、オッシログラフに導かれている。回流水槽のすぐ近傍に配置された歪計用の増幅器、発振器、電橋箱および電磁オッシログラフなどの状況を第 2.4 図の写真に掲げておいた。また計測の前後には、プレーを介して吊り下げられた重錘によつて、舵軸にモーメントおよび力を与え、重錘の量を加減することによつて検定を行い、その精度を確認しつつ、実験

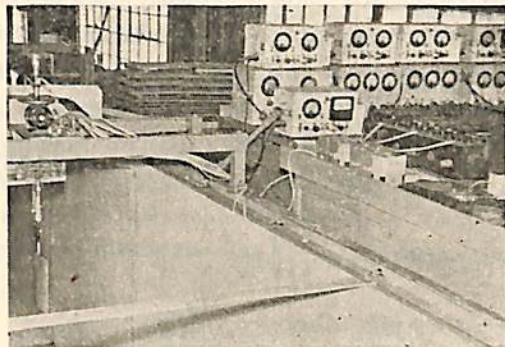


Fig. 2.4 実験装置の配置状況

を遂行した。

2.2 舵に加わる力の無次元表示

舵に加わる力は通常第 2.5 図に示すようなものであつて、舵角 α で水中に置かれた場合の舵に加わる合成力を P とし、その作用点までの前縁からの距離を l とする。合成力 P の舵弦に直角方向の分力が直圧力 N であり、弦に沿つた分力が平行力 T である。また、この合成力 P は、流れに直角方向の分力と、流れに沿つた方向の分力とも分けて考えることが出来る。この場合の前者が

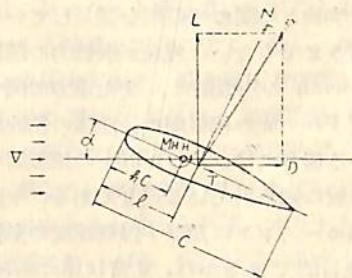


Fig. 2.5

揚力 L であり、後者が抗力 D で表わされる。前述の如く、この実験においては直圧力 N と、平行力 T と、舵軸中心の廻りのモーメント M_H を計測しているのであるから、他のものはこれら計測されたものから計算によつて求める必要がある。そのための関係式を次に掲げると

$$P = \sqrt{N^2 + T^2} = \sqrt{L^2 + D^2} \quad (2.2.1)$$

$$L = N \cos \alpha - T \sin \alpha \quad (2.2.2)$$

$$D = N \sin \alpha + T \cos \alpha \quad (2.2.3)$$

$$l = hc + \frac{M_H}{N} \quad (2.2.4)$$

また、これらの力の無次元表示は通常の方法に従つて、次のように行つた。

$$\begin{aligned}
 \text{合成力係数 } C_P &= \frac{P}{\frac{1}{2} \rho V^2 A}, \\
 \text{揚力係数 } C_L &= \frac{L}{\frac{1}{2} \rho V^2 A}, \\
 \text{直圧力係数 } C_N &= \frac{N}{\frac{1}{2} \rho V^2 A}, \\
 \text{抗力係数 } C_D &= \frac{D}{\frac{1}{2} \rho V^2 A}, \\
 \text{平行力係数 } C_T &= \frac{T}{\frac{1}{2} \rho V^2 A}, \\
 \text{モーメント係数 } C_{MH} &= \frac{M_N}{\frac{1}{2} \rho V^2 A C}
 \end{aligned}
 \tag{2.2.5}$$

ただし V : 流速 (m/s), ρ : 密度 ($\frac{\text{kg} \cdot \text{S}^2}{\text{m}^4}$),
 A : 舵面積 (m^2), C : 弦長 (m)

各係数間の関係式は同様にして

$$\begin{aligned}
 C_P &= \sqrt{C_N^2 + C_T^2} = \sqrt{C_L^2 + C_D^2} \\
 C_L &= C_N \cos \alpha - C_T \sin \alpha \\
 C_D &= C_N \sin \alpha + C_T \cos \alpha \\
 l &= c \left(h + \frac{C_{MH}}{C_N} \right)
 \end{aligned}
 \tag{2.2.6}$$

となる。

2.3 舵の相似則および尺度影響について

模型による実験結果から実物の性能を推定するためには、模型と実物との間の相似則を満足している必要があることは言うまでもない。現象が慣性力に関係しているときは Newton の相似則に、また重力に関するものであるならば Froude の相似則に、流体の粘性摩擦に支配されている場合には、Reynolds の相似則に従えばよいことは一般に知られている通りである。今回の模型実験は、舵軸モーメントに及ぼす操舵速度の影響を調べるのがその主目的であるから、定常状態における計測値と、非定常状態の動的影響が入った計測値との比較が行えればよい訳であるので、厳密な意味の相似則は、あるいは必要でないかも知れないが、今後行われる予定の種々の実験にも、今回の実験結果が比較参照されたり、またこの実験結果から実船状態を推定する必要も生ずるものと予想されたので、まず最初に相似則について調べてみることにした。

今、舵が単独に置かれている場合を考えると、これが水中に深く没して、水面には波が起らないものと仮定すると、重力に関するものは含まないことになるから、慣性力を流体の粘性摩擦力の両方について考えればよいことになる。この両者が作用している場合にも、Reynolds の相似則に従えば十分であることが、動力学的相似の原則から既に導き出されている¹³⁾。この Reynolds の相似則を完全に満足するためには、模型が実物

の $\frac{1}{\alpha}$ の寸法比であるとする、模型実験に実物と同一流体を使用する限り、模型実験は実物の α 倍の速度の下で行う必要がある、これは実際上不可能となってくる。従つて通常の場合、この法則を無視して速度は出来るだけ早く、模型寸法も出来るだけ大きくして実験を行っているのが現状である。従つて、ここに始めて尺度影響 (scale effect) の問題が起り、実物の性能を精度よく推定するためには、模型実験の Reynolds 数をいくら以上にしなければならないという条件が起つて来るわけである。これに関して Schoenherr¹⁸⁾ は 1939 年に、殆んどすべての場合において良好な一致をみるためには、Reynolds 数が最小 1.5×10^6 は必要であると発表している。しかしその後 1948 年になつて、Dr van Lammeren¹⁴⁾ は Reynolds 数が $1.66 \times 10^6 \sim 0.05 \times 10^6$ の範囲にわたる舵単独の水槽試験の結果、通常の形状の舵に対しては、 0.20×10^6 程度の Re 数においても十分に信頼し得る結果が得られると論じている。この研究においても、種々の模型実験を行うに先立つて、回流水槽における尺度影響を調べるために、2 種の大きさの幾何学的相似模型を用意して実験を行つた。実験を行つた舵の形状寸法は、第 2.6 図に示されている舵 (No. 1 と称する) と、この他に形状はこれと相似で寸法がこれの 2 倍のもの (No. 2 と称する) の 2 種である。これらの 2

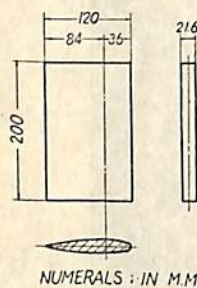


Fig. 2.6 舵 No. 1 の形状

種の舵の写真は第 2.7 図に掲げておいた。舵の断面形状としては、翼厚比が通常の船舶の舵と同様の値を有し、しかも対称断面であつて、かつその特性が明確にわかつていものという意味で N.A.C.A. の翼型 0018 を選んだ。

実験は No. 1, No 2 の両方の舵に対して、その舵の上端面が舵の深さ方向の寸法の半分だけ水面

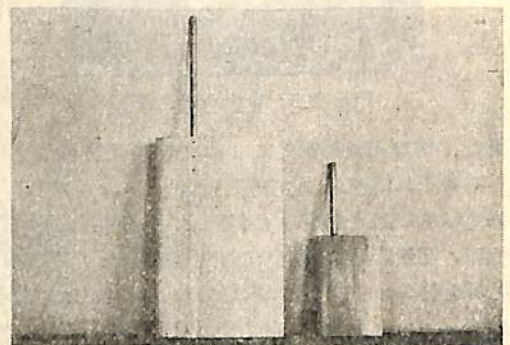


Fig. 2.7 舵の相似模型 (注: 右側から順に舵 No. 1 および No. 2)

から没している状態について行われた。また、舵軸が水面を乱して、波を起したり、また空気吸込の原因となつたりすることを防ぐために、円弧断面の水切りを用意して、舵軸はこの水切りの内部を貫通し、水切りに加わつた力は舵軸に伝わらぬようにして、最初に仮定した水面には波は起らないものと考えろという条件を満足するように心掛けた。

舵 No. 1 に対しては流速を3通りに、舵 No. 2 に対しては2通りに変えて実験を行つたが、その結果を舵角 α を横軸にとつて、 C_N , C_D , l/c の値を点置すると、それぞれ第2.8図および第2.9図に示すようになる。

この両図を比較すると、 15° 附近における l/c の値を除いて、その他の直圧力係数勾配 $(\frac{dC_N}{d\alpha})$, 失速角などよく一致していて、両者の間に本質的な差異は認められ

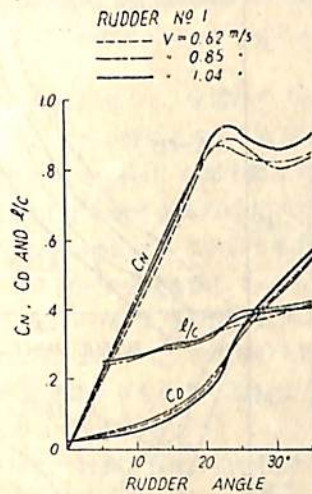


Fig. 2.8 舵模型 No. 1 (縦横比 1.67, $h=0.30$)

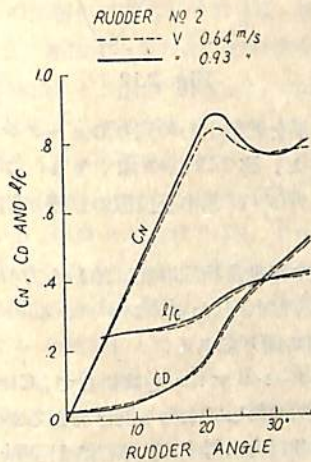


Fig. 2.9 舵模型 No. 2 (縦横比 1.67, $h=0.30$)

ない。最大直圧力係数などに僅かながら差異が見られるのは、表面粗度の影響であつて、これは Re 数がたとえ 5.5×10^6 程度にまで大きくなつても現われる現象であり、 Re 数の差に基くものではない。また stall を起す臨界角を越えた以後は、現象が不安定となつて、 C_N に差を生ずるのは当然のことであり、やむを得ない。これらの実験時の Reynolds 数を示すと、第2.1表の通りであつて、 $0.085 \times 10^6 \sim 0.22 \times 10^6$ の範囲にわたるものである。

第2.1表 実験時の Reynolds 数 $(\frac{V_c}{\nu})$

舵	舵寸法(深×弦長×厚) mm	流速 m/s	Reynolds 数
No. 1	200×120×21.6	0.62	0.085×10^6
		0.85	0.117×10^6
		1.04	0.143×10^6
No. 2	400×240×43.2	0.64	0.153×10^6
		0.93	0.221×10^6

以上のように、実験時の最大 Reynolds 数は van Lammeren の提唱する 0.2×10^6 以上のものであり、最小のものはこれよりも1桁小さいものであるにもかかわらず、これらの結果が割合によく一致し、かつこれらの実験結果の直圧力係数や、最大直圧力係数およびそれが起る舵角などの重要な点が他の実験結果(後で詳述する)に比べて妥当な値を示している理由は、この実験が他の実験と異なり、回流水槽で行われていることがその内の主なものであると考えられる。すなわち、回流水槽における実験においては、静止している水中を模型が進行する通常の曳行水槽試験と異なり、水の方が送流器によつて攪拌されて回流するために、水流には固有の乱れが含まれている。そのために、いわゆる“有効レイノルズ数”があたかも乱流促進格子を入れた場合に大きくなるように、この場合にも通常の曳行水槽における実験に比べて大きくなり、その結果舵先端附近における層流の部分の数が少なくなつて、見掛の Re 数がたとえ 0.2×10^6 以下であつても、実験結果がそれ以上の Re 数で行われたものと良好な一致を示すのではないかと推察される。

このように、回流水槽を使用したこの研究においては、見掛の Re 数が 0.1×10^6 程度であつても妥当な計測値が得られることが確かめられたので、以後の実験においては計測の便宜上も併せて、特別の場合を除いては、舵としては深さ 200 mm、弦長 120 mm 程度のもの、流速としては自由表面に波立ちが少ない約 1 m/s

以下を用いることにした。

2.4 実験結果およびこれと数値計算結果との比較検討

計測は前章において行われた数値計算結果との比較の際に便利のように、舵軸中心が舵の前縁から弦長の25%、30%および50%にある場合について、それぞれ定常舵角をとっている場合と、操舵中の非定常状態の両方について行われた。定常舵角の場合については、左・右両舷0°~35°をおのおの5°おきに計測し、操舵中の場合については、3種の操舵速度について、最大舵角を種々に変えて、両舷について計測を行った。

定常舵角についての実験結果を(2.2.5)式に示したような係数の形で、 $h=0.25, 0.30$ および 0.50 の場合について、舵角を横軸にとつて表わすと、それぞれ第2.10図、第2.8図(前掲)および第2.11図の如くなる。ただしこ

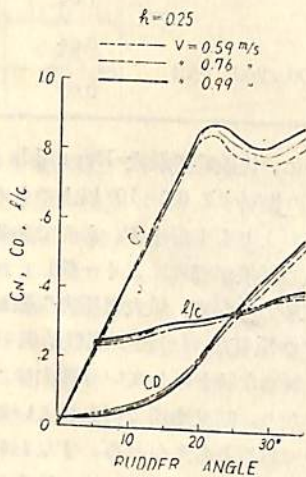


Fig. 2.10

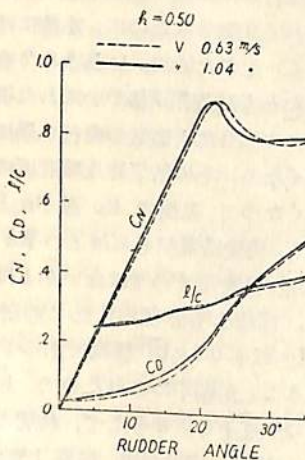


Fig. 2.11

れらの実験時の舵寸法は、深さ×弦長×厚さが $200 \text{ mm} \times 120 \text{ mm} \times 21.6 \text{ mm}$ である。

これらの図には $C_N, C_D, l/c$ の形で表わされているから、 h の値の如何にかかわらず同一の値を示すべきであるが、模型表面の仕上状態特に前縁に近い部分の表面の粗さの影響が、stall を起す臨界角や、その際の最大直圧力係数に敏感に現われるために、これらの点については、3箇の模型の不齊一さが影響して、僅かながら差異が認められるが、直圧力係数勾配 $\frac{dC_N}{d\alpha}$ や、抗力係数 C_D などは良く一致しているものと言える。また失速を起す臨界角以上の舵角においては、前述の如く現象が不安定であるので、計測値に多少のバラツキがみられるのは現状ではやむを得ないと考えられる。

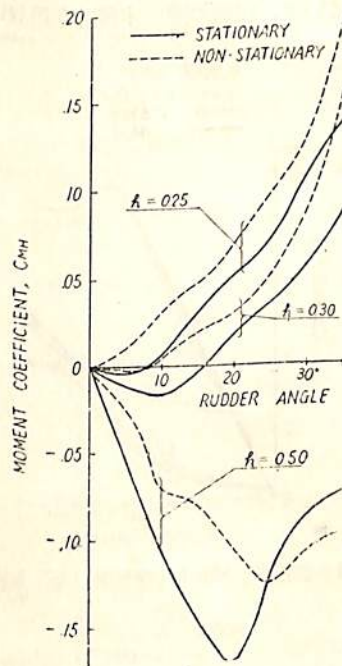


Fig. 2.12

これらの結果を舵軸中心の廻りのモーメント係数 C_{MH} の形で表わすと、第2.12図の如くなる。この場合には当然のことながら、舵軸中心位置の影響が明瞭に現われている。

次に操舵中の非定常状態の舵に加わる力の計測結果であるが、まず計測されたオシログラムの1例を示すと、第2.13図の通りである。

このようなオシログラムを解析して、 C_{MH} を定常状態と同様に舵角に対して求めるわけであるが、 $h=0.25, 0.30, 0.50$ の各場合に対する代表的な計測結果を例示すれば、第2.12図に示した如きものとなる。これらの曲線

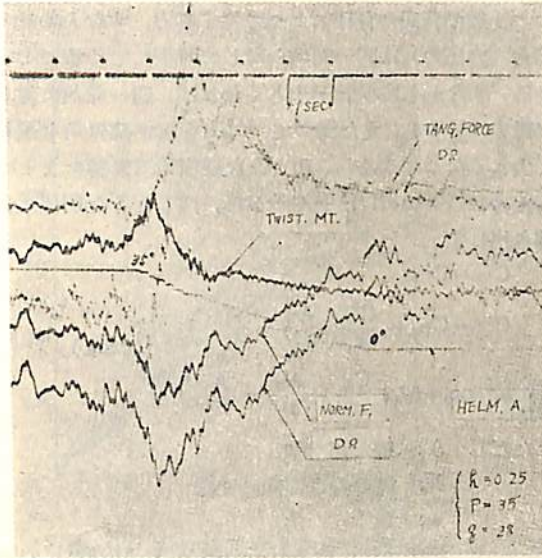


Fig. 2.13 操舵中のオシログラフの一例

は操舵速度の影響を受けて、定常時の C_{MH} よりも大きくなっている。また一般にこのような非定常の場合には定常の場合に比べて、stall を起す臨界角は遅れて定常時の臨界角が約 21.5° であるのに比べて、この実験程度の操舵速度の場合には、これよりも $5\sim 8^\circ$ 程度大きく、約 $27\sim 30^\circ$ 付近で失速を起している。この影響が第 2.12 図における $h=0.50$ の場合の舵角 25° 以上のモーメント係数に現われていて、他の場合とは逆に非定常の C_{MH} の方が定常時よりも小さく現われている理由はこれに基くものと考えられる。

このようにして計測された非定常状態の C_{MH} と、定常舵角のもとに測定された C_{MH} との差 ΔC_{MH} を求めて、計算結果と対比するわけであるが、理論計算においては stall の影響が考慮されておらず、揚力は最大舵角 35° に至るまで増加するものとして計算を行っているから、模型実験結果と対比する際には、stall 角以下の舵角において比較する必要があることになる。従つて舵角が 15° の際の C_{MH} の差を比較することにして、第 2.12 図における ΔC_{MH} を求めるとそれぞれ $h=0.25$ の場合は 0.016 、 $h=0.30$ の場合は 0.034 、 $h=0.50$ の場合は 0.062 となる。このようにして求められる ΔC_{MH} を他の多くの計測結果からも導き出して、操舵速度に比例した無次元数 Ω を横軸にとつて点置すると、各 h の値の場合についてそれぞれ第 2.14 図～第 2.16 図の如くなる。これらの図には計算結果との比較の便宜上、第 1.9 図～第 1.12 図に示した理論計算による数値計算結果の曲線を併記しておいた。

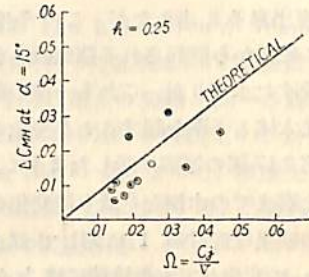


Fig. 2.14 C_{MH} 増加の実験結果 ($h=0.25$ の場合)

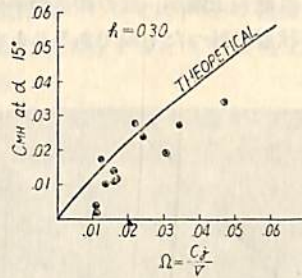


Fig. 2.15 C_{MH} 増加の実験結果 ($h=0.30$ の場合)

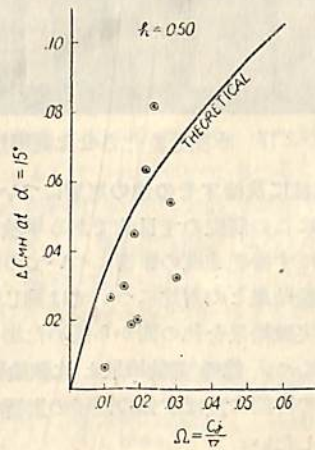


Fig. 2.16 C_{MH} 増加の実験結果 ($h=0.50$ の場合)

実験の際の条件が数値計算の際に仮定した条件、すなわち操舵速度が一定という条件などを完全には満足していない点や、また計算が 2 次元であるにもかかわらず実験が 3 次元的事実であること、また厚さが有限であること、その他の計測誤差などによつて、実験結果が非常にばらついているために、定量的に一致しているとは言えないまでも、傾向としては数値計算結果に近いものと考えることが出来る。

なお、これらの実験を行うに先立つて、2.3 節の相似則の際に述べておいた仮定、すなわち舵が水中に深く没して、水面には波が起らないものと仮定して、重力

の影響が無視出来ると考えたが、この条件を満たすためと、その他に舵軸から誘起される空気吸込を防止するために水面に設けた水切りが、これも一種の翼型と考えられるので、舵本体と干渉を起すことが懸念されたので、念のために第 2.17 図の写真に示したように、舵軸の長さを変え、舵上端までの水深を 5 通りに変化させて実験を行った。その結果は舵 No. 1 に対して舵上端の水深が 6 cm~15 cm に変化しても舵性能にはなんらの影響も及ぼさないことが確認されたので、これらの系統的实验は前述のように舵の上端が、舵の深さの半分だけ水面から没している状態で行ったものであることを付記しておく。

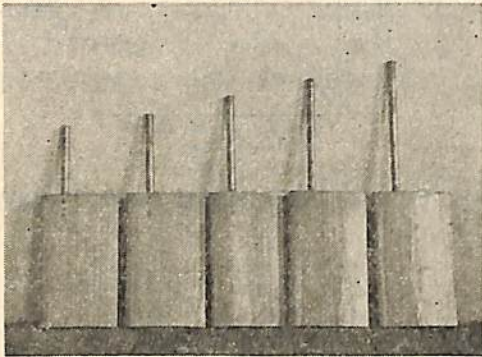


Fig. 2.17 水深を変化させた舵模型 5 種

2.5 舵性能に及ぼすその他の影響について

以上で既にこの研究の主目的である単独に置かれた舵の性能に及ぼす操舵速度の影響についての理論計算ならびに模型実験結果との対比については論じ終つたのであるが、この実験結果を他の面から眺めた場合の妥当性を検討するために、他の実験結果と比較検討を行いながら、単独舵の性能に及ぼす他の因子の影響について言及することにした。

舵が単独に置かれている場合のその性能に及ぼす多くの条件のうち、その主なものを掲げると大略次の 4 項目に要約される。

- (1) 縦横比 (aspect ratio) の影響
- (2) 断面形状の影響 (翼厚比の影響)
- (3) 舵の輪廓形状の影響
- (4) Reynolds の影響

この内の (4) Reynolds 数の影響については、既に相似則について論じた際に述べてあるので、ここでは他の 3 条件について順次に述べてゆくことにする。

(1) 縦横比の影響について

舵の深さ方向の寸法が小さくなると、舵の上端面および下端から舵の背面に流入する流れが段々と大きくな

つて、舵の背面の負圧によつて生ずる力、すなわち舵の揚力 (直圧力) は同一舵角に対して減少してくることになる。すなわち縦横比が小さくなれば、同一舵角に対して揚力は減少し、また従つて stall を起す臨界角も遅れて大きくなって来る。このような縦横比の影響をまとめるために Prandtl は翼理論から、次のような関係式を導き出した。

$$\left. \begin{aligned} C_{Lb} &= C_{La} \\ C_{Db} &= C_{Da} + \frac{C_L^2}{\pi} \left(\frac{A_b}{h_b^2} - \frac{A_a}{h_a^2} \right) \\ \alpha_b &= \alpha_a + 57.3 \frac{C_L}{\pi} \left(\frac{A_b}{h_b^2} - \frac{A_a}{h_a^2} \right) \end{aligned} \right\} (2.5.1)$$

ただし A: 舵面積

h: 舵の深さ方向の寸法

α : 舵角

添字 a, b はそれぞれ舵 a および舵 b の値を意味する。

この関係式は、翼上の循環が楕円分布をしている場合には実験結果と割合良く合うことが確かめられている¹⁹⁾。またこの式をもとにして、Betz その他の人々はこれに補正係数 τ, δ を加え、これらが縦横比 λ の函数であるとして、無限長の翼に対する補正項として、誘導迎角 α_i , 誘導抗力係数 C_{Di} を次のように与えている。

$$\left. \begin{aligned} \alpha_i &= \frac{1+\tau}{\pi\lambda} C_L \\ C_{Di} &= \frac{1+\delta}{\pi\lambda} C_L^2 \end{aligned} \right\} (2.5.2)$$

勿論これらの式は Wieselsberger¹⁹⁾ の言うように縦横比の広い範囲に対して適用することは出来ず、また最大揚力係数が縦横比の如何によらず不変である点など完全とは言えないまでも、その影響を良く表わしているものと言える。Göttingen における実験結果²⁰⁾ に (2.5.1) 式を適用した結果を Fischer²¹⁾ が Werft Reedrei Hafen 誌上に発表しているが、これは Jaeger²²⁾ にも最近引用されており、ここにおいても参考のために転載すると、第 2.18 図の如くなり、縦横比が小さくなるにつれて、同一舵角に対する C_L が小さくなり、また stall 角が大きくなる状況がよく窺われる。筆者の実験に使用した舵は、その縦横比が 1.67 であるから、比較のために同図中に点線で画いてみると、最大揚力係数は前述のような種々の原因のために一致しないが、揚力勾配は丁度、縦横比が 2 と 1.33 の中間になり妥当な結果を示している。

次に、直圧力係数 C_N および圧力中心位置 l/c が報告されていて、しかも縦横比がこの実験と同程度の値を有するものを選び出して、対比のために同一図中に画く

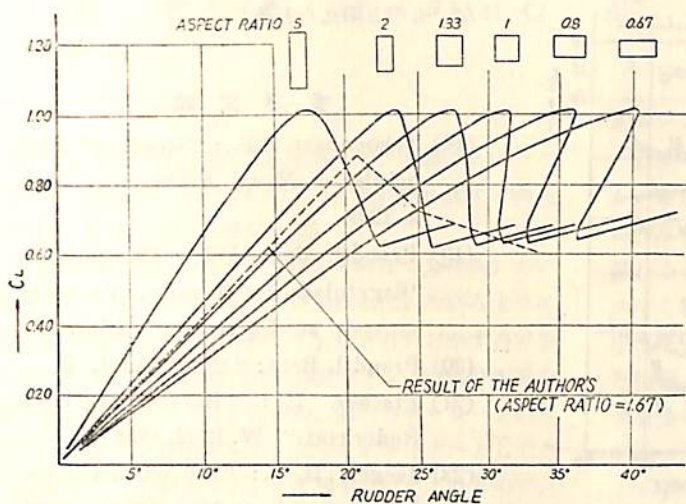


Fig. 2.18 Fischer による舵の縦横比が C_L に及ぼす影響

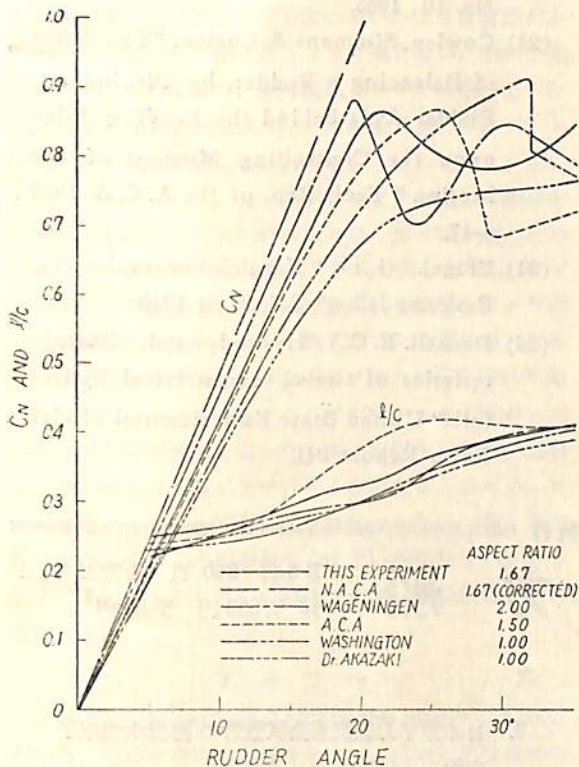


Fig. 2.19

と第 2.19 図の如くなる。同図中には、今回の実験結果の他に、Washington 水槽で行われた縦横比 1.0 の対称翼型について的水槽試験結果¹⁸⁾と、同じく縦横比 1.0 の赤崎博士の実験結果¹⁹⁾、更に Cowley, Simmons & Coales の 3 人が Advisory Committee for Aeronautics において行つた平板による実験結果²⁰⁾、および

Dr van Lammeren が Wageningen の水槽で行つた縦横比 2.0 の実験結果¹¹⁾、並びに今回の筆者の実験と同一の翼型すなわち NACA 0018 の縦横比 6 に対する試験結果を (2.5.2) 式によつて、縦横比 1.67 に補正した結果が示されている。これらによると、今回の実験結果は N. A. C. A. の結果を補正したものとは少し異なるが、他の実験結果と比較すると、最大揚力係数並びに stall を起す臨界角については、その縦横比が 1.67 である点を考慮するとまず妥当な所と考えられる。

(2) 断面形状 (翼厚比) の影響について
翼型の断面形状を種々に変化させて、その性能を比較する実験としては、主として航空機の翼研究の分野で非常に発達し、Göttingen

および N. A. C. A. をはじめ多くの風洞で試みられている。しかしこれらの内の大部分は非対称形であつて、普通の舵に用いられている対称断面に対する実験結果は、これらの内の一部分に過ぎない。

一般に舵に用いられる断面形状は、特殊な目的に使用される場合を除いては、最近では舵全体として考えると、対称形の断面を有するエロフォルム形が多いのであるから、主としてこれについて述べることにする。N. A. C. A. の対称翼型の系統実験 (翼型 0006~00257 種) の結果によると、翼厚比 (厚さ/弦長) が 0.06~0.25 に変化しても、揚力勾配には大して変化はないが、最大揚力係数と stall 角は次の第 2.2 表のように変化する。

第 2.2 表 N. A. C. A. の対称翼型の実験値 ($\lambda = 6$)

翼厚比 ($\frac{t}{c}$)	最大揚力係数 ($C_L \text{ max}$)	stall 角(度)
0.06	0.88	16.0
0.09	1.28	18.0
0.12	1.54	22.5
0.15	1.52	22.5
0.18	1.50	22.5
0.21	1.38	22.5
0.25	1.20	22.0

この結果によると翼厚比としては 12~18% の間が最も望ましいことになる。この場合に C_D は翼厚比が 0.12~0.25 程度に変化しても舵角 30° 位までは殆んど変化しない。また G. Flügel²⁴⁾ が、舵の断面形状を種々に変化させて行つた多くの実験結果のうちから、船舶の舵として一般に使用の可能性があるもののみを選び出して掲

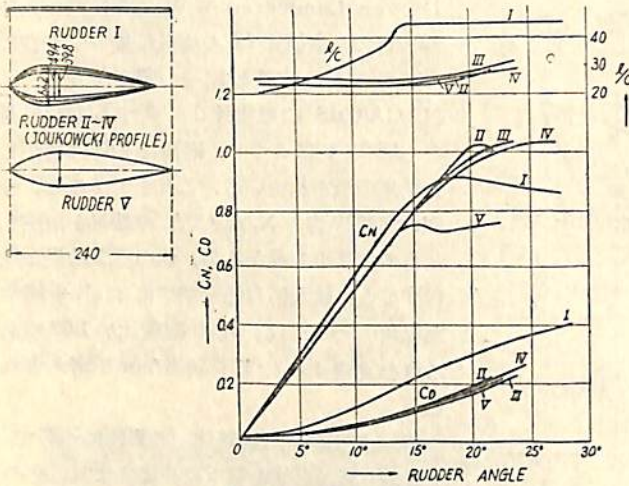


Fig. 2.20 Flügelによる舵試験結果

げると、次の第2.20図の如くなる。

同図のⅡ、Ⅲ、Ⅳの結果が示すように Joukowski の対称翼型を用いると、翼厚比が0.16~0.25に変化しても性能には大差ないが、これに比べて古くに使用された平板舵Ⅰや、翼形状に対してあまり考慮が払われなかつた実在の船舶の舵Ⅴなどはこれらに比べて少しく劣ることがわかる。

(3) 舵輪廓形状の影響

舵輪廓形状の影響は一般に少ないものと言える。すなわち R. W. L. Gawn¹⁹⁾ によつて行われた軍艦を対象とした特殊な形状を有する舵の実験結果は別として、普通の船舶の舵に適用可能な範囲に輪廓形状を変化させて行われた R. C. Darnell²⁰⁾ の実験結果によると、この影響は殆んど見受けられない。従つて、一般商船に対しては通常の形状を用いる限り、この影響は考慮する必要

はないものと考えられる。

(その1—終り)

参考文献

- (18) Schoenherr, K.E.,: "Steering" Principles of Naval Architecture Vol. 2. 1939
- (19) Prandtl, Betz, Wieselsberger: "Ergefnisse der Aerody. Versuchsanstalt zu Göttingen" Lief. I
- (20) Prandtl, Betz: "同上" Lief. III
- (21) Fischer, H.,: "Berechnung der Ruderkraft" W. R. H. 1938
- (22) Jaeger, H. E.,: "Aproximate calculation of rudder torque and rudder pressure" I. S. P. Vol. 2, No. 10, 1955.
- (23) Cowley, Simmons & Coales: "The Effect of Balancing a Rudder, by Placing the Rudder Axis behind the Leading Edge upon the Controlling Moment of the Motion" Tech. Rep. of the A. C. A. 1916 ~17.
- (24) Flügel, G.,: "Vergleichversuche an Rudermodellen" Schiffbau 1940
- (25) Darnell, R. C.,: "Hydrodynamic Characteristics of twelve symmetrical hydrofoils" United State Experimental Model Basin Report 341.

11月末発行

工学博士 山県昌夫序
日産汽船工務部 田中兵衛著

原子力船

B5判 200頁 上製函入
定価500円 ㊦50円

目次

1. ま え が き
2. 原子炉のあらまし
3. 原子力船の出現
4. 原子力潜水艦
5. 原子力貨客船サバンナ号
6. 原子力砕氷船
7. 日本原子力船調査会試設計の加圧水型原子力船
8. アメリカで設計された沸騰水型原子力船
9. 日本原子力船調査会試設計の沸騰水型原子力船
10. イギリスで設計されたガス冷却黒鉛減速型原子力船
11. 日本原子力船調査会試設計のガス冷却型原子力船
12. 原子力商船の基本設計並びに配置についての著者の設計

欧米馳けある記

緒 明 亮 作

出 発

昨年秋、海上自衛隊へ入れて貰つて二等海佐というのになり、約50日の予定で主として潜水艦に関する調査のため、欧米出張を命ぜられた。

旧海軍の先輩からは「ケチなものになつたなあ」といわれるし、友人の医者連中が「お前みたいな病み上りには官費の貧乏旅行は無理だろう」などとおどかすので少々消気したが、恩師牧野茂氏に激励され、また20年来の畏友福井静夫君が「例えばだね、君、=ニューヨークの埠頭で一日ぼんやり船をみていたつてデザイナーとしてきつと得るところがあるよ」と元気をつけてくれるので、老骨に鞭打つて「デルデスデムデン」の勉強から準備に着手した。何といつても時間が不足で、出発の前日にドイツ海軍宛の質問書の原稿を書いていたような有様だから気ばかり焦つても仲々思うように進まない。羽田を発つたのが正月の2日で、飛行機はガラガラに空いていたが、ロビーで旅行社の人が、「此処まできてパスポートを忘れてきたのに気がついた人がおりましたねえ」というのに「ハッハッハ、慌て者がおりますなあ」と相手を打つたはよいが、東京の灯がみえなくなる頃、念のためにポケットをさぐつたら勸銀で替えて貰つた現金50ドルがない。家を出るとき、旅券を入れる腹巻を、どう考えても醜態だからやめようと脱ぎ棄てた時置き忘れたと気がついたら冷汗が出てきた。アメリカの滞在費は米海軍持ちだといつても残るところは100ドルと136ポンドの小切手だけである。遙かなる前途を思うと胃袋が咽喉につかえたような気がして、6人の客に3人のステューワーズのサービスも正月料理も身につかない。全く飛行機の切符と旅券と小切手を失くすまい拘られまいと思っただけで50%エネルギーを消耗するという経験者の言、宜なるかな。

ア メ リ カ

ツーリスト航空機旅客の携帯荷物の重量制限は20斤だから、書類を含めると仲々きつい。出来るだけ身につけて行けと教えられて、毛の下着2枚にセーター、冬服の上に雨衣を着て七つのポケットに詰め込めるだけ物を詰めギャジットバッグを掛け、手に本を4冊持つてホノルル空港に降り立つたら鼻の頭から汗が滴り落ちた。先輩の紹介状のおかげで造船官のホルツワース大佐が迎えに出てくれ、自宅へ連れて行かれて歓待を受けたが、生れてはじめて米国婦人と話さねばならなくて、身体中の

水分が2リットルは減つたと思われた。

翌朝 サンフランシスコに着、明るく土曜夕方の飛行機が、東部天候悪化のため出ない。土曜日曜は役所が完全に休みなので連絡が取れず大いに心細かつた。一番安く泊れるホテルはYMCAで軍人なら信者でなくても泊めてくれるというので行つてみたら、土、日、は食事が出来ない。ネオン眩い街に出て、2時間くらいさまよつた揚句、勇を鼓してドラッグストアに飛込み、サンドイッチを食べた。払つた札を電灯にすかしてみられたのは悲しかったが、大分度胸がつく。

ワシントンには6日間、CNOとBushipsに日参して、侃々諤々といいたいが藹々訥々の議論をする。大世界だけに設計の分担は細かく分れていて、一つの質問にも入れ替り立ち代り専門家が出て来る。YesかNoかだけでも要領を得るくらいに完備した質問書を予め送付しておく必要があると痛感した。

ホテルへ帰つて背広に着替え、ドラッグストアに出掛けて飯を食う（ホテルで食事すると高いから）。帰つて風呂に入つて下着と靴下とワイシャツとハンカチを洗濯して、その日の取纏をメモすると12時過ぎる。平均睡眠時間は6時間、薬は2疋も持つて行つたから毎日総合ビタミンと風邪薬を常用したが、睡眠剤と目覚時計は不可欠である。朝食はホテルで摂ることにすれば大分楽であつたと思う。

街を歩くと、話に聞く通り小児麻痺で身体の不自由になつたと思われる人が多い、郵便局で杖にすがつたお婆さんを見掛け、制服の手前黙過し得ずと階段の下で「お助けしましょう」と手を出したら喜んでもつと近くに来いという。腕を貸したら遠慮会釈なく全身の重みをかけるのでこつちの身体が傾いてひつくりかえりそうになつた。よくよくみれば背は低いが肥つた婦人である。これからは相手の体重を推算してから近寄ることとする。

次の予定地はニューハンプシャーのポーツマス軍港である。ボストンで乗換の汽車を待つ間に駅の床屋に入つたら「お前は朝鮮の大尉だろう」という。どうも日本人は若くみられるらしい。教わつた通りチップを渡して出ようとしたら若僧が追かけてきて服を払ってくれる。仕方がないからこれにも25セント遣つたら最敬礼をした。この店では当分日本海軍はもてるだろう。

ポーツマスは特に親日的な気分の濃厚な処らしい、宿屋で夕飯を食べていたら給仕の娘さんがかがみこんで

「私日本人が大好きよ」というなりバツと馳け出して行つてしまったので吃驚仰天した。

ニューロンドンで潜水学校やエレクトリックボートの工場をみて飛行機でフロリダ半島の先端キーウエストに行く。米海軍の士官なみだから今度は1等である。ステューデスが何か飲むかと聞くから一つ覚えのマンハッタンを買つてすましていたら1ドル下さいという。国内線では1等でも酒は無料でないらしい。Would you mind という謂い方を覚えた。

フロリダは避寒地であるが丁度寒波襲来で皆震え上つていた。流石アメリカでもキーウエストの家屋には暖房の設備はない。東北地域で連日吹雪なのに部屋の内て素ツ裸で汗をかいていたのとくらべて当地では毛布の内ちちこまつて、これで日本並みだと妙なところで溜飲を下げた。

キーウエストでは、此処が最後だというので米海軍では大いに歓待してくれて殆ど毎晩士官の自宅に招かれた。大分心臓が強くなって夫人連と教育問題や婦人の社会的地位等について議論をする。自分達は亭主をコキ使っているものだから日本の「関白」の話を面白がつて根掘り葉掘り聞く。来客があつても女房は大抵台所にいるんだといつたら抱腹絶倒した。図に乗つて家内を殴つたこともあるぞと偉張つたら一同こわい顔をして、その時彼女は皿を投げたかと聞く。黙つて泣いていたと云つたらお前は恥ずべきだと散々怒られて、到頭女房にみやげを買つて帰ることを誓約させられた。

キーウエストからマイアミまでの飛行機が豪雨のため出なくなつたのでバスに乗つた。一番後部の座席しか空いていながつたので其処に座つたら途中から黒人が沢山乗つてきた。運転手が Hey! you! come up here とか何とかいうが自分のことじやあるまいと涼しい顔をしていたら「コラ コッチキナサーイ」とやられて驚いた。おずおず起つて前方へ進むと途中に恐ろしい顔つきの婆さんが立ち上つて眉をしかめてチョッチョと舌打ちをしながら早く通れと身振りをする。益々劣等感にとりつかれて運転手の傍へ行くと一番前の空席に座らされた。最後部はどうやら黒人専用の席らしい。後の奴が肩をつついて「お前はキューバ海軍か」と聞く。「どうせそうでしょうよ」とむくれながら日本人だといつたが「ふーん」と云うだけである。日本人だつて朝鮮やマレーの人に偉張りちらしたことがあつたつな。吾身をつねつて人の痛さを知れた等と考えているうちにマイアミに着く。

物価の高いこと国内随一と聞いていたからモーテルに泊ろうと思ひ、念のためにタクシーの運転手にホテルと

モーテルとどちらが安いかと聞いたら勿論モーテルだという。飛行場至近のモーテルに乗り込んだら一晩中飛行機の発着で喧しくて寝られない。おまけに2人室で一晩21ドルとられて眼をむいた。あとで聞いたらモーテルでもホテルより高いのがある由である。

名にし負うマイアミも深夜着いて朝発つのでは美人の海水着姿もみられない。ニューヨークに着いて第三海軍区司令部に出頭したら此処が貧乏海軍軍人の終着駅らしくて、計理の兵隊が飛行場から街までのタクシー代を払つてやるという。友人の車で送つて貰つたからいいというとそれでも荷物のチップを出したろうという。ニューヨークでは一般の倍やれと聞いたから50セント遣つたと答えるとそれは多過ぎた。規則でこれだけしか出せないと言つてくれた。今までの日当を貰いに別の窓口へ行くと女の士官が、「街を見物するんでしよう。地下鉄が一番経済的よ、これ持つてらつしやい」と地図をくれた。有難いことである。

場末のホテルに泊つていると運研の山内保文氏がわざわざ訪ねてきてくれて案内してやるというのでそぼ降る雨の中を2日ばかりで市街見物をした。日本の若い学究がアメリカの研究所で頭角をあらわし、殊に重宝がられている話を聞いて大いに愉快である。日曜日の夕方、美術館を訪れ、大陸開拓当時の遺物の前に老若男女の市民達が、寧ろ敬虔な面持ちで、立ちつくしているのをみた時は、あわれにも懐しい祖国を思い出して胸のうずくような郷愁を覚えた。

バ　　リ

ニューヨークからドイツへ渡る途中、出来たらパリに数時間でも下りて、見聞をひろめようと、エールフランスの便を選んだが、乗つた途端に後悔しはじめた。仏語のアナウンスのあと英語があるがフランス人の英語を日本人の耳で聞くのでは未知の外国語と変りない。おまけに後の席のお婆さんがしきりと話しかけてくるがこちらはウイとノンとムッシュくらいしか判らない。また話しかけて来るかとおちおち眠つた気もせぬうちに嬉しやヨーロッパ大陸がみえてきた。飛行場で手真似身振りでルフトハンザの事務所にとどりつき、真紅の制服の美しい女事務員にメヒテゲルネ…としやべりかけたら I dont speak German と断られたが、それでもテキパキと夜の航空便座席の確認から荷物のチェックまでやつてリムジンに乗せてくれた。

市中のターミナルに着いてみると午後2時をまわつており、6時半までには飛行場へ戻らぬとルフトハンザの最終便に間に合わぬ、10ドルだけ両替えてフランの汚い

札をわしづかみに、街頭へ飛び出すと巡査がいる。英語が話せるかと聞いたらツイというので、まず停車場は何処ですかと訊ねるのだが、相手の英語は当方の伝話と同程度らしい。そのうち1人2人と通行人が集つて皆がガヤガヤ教えてくれるが一つも解らない。がっかりしてターミナルの待合室へ取つて返した。平素ならこれで諦めるところだが、もう一生来られまいと思うと臆病も不精も吹飛んで、タクシーの溜りへ出かけてゆき、誰か英語を喋れぬかと聞いてまわるうち片言話すのにぶつかった。手真似身振りで名所一まわりでチップ500フランと契約して、してやつたりと車を乗り出したが3時半。運転手が何彼と説明するがこつちがアーとかオーとかしか答えないから、しまいには「シャンゼリゼエ」とか「ノートルダム」とか名詞だけしかいわなくなつた。人相の良くない運転手だから、もしかして荷物ごと持ち逃げされたらかなわんと、如何にも東洋君子らしい考えを出して、まず最初に運転手と車の写真を撮つたまではよいが、エッフェル塔に登つた途端、写真機も車内に置き忘れてきたことに気がついた。展望台から見降すと下車した位置に車がない。青くなつて戻りのエレベーターで下りてみたら、見覚えのある小さな車に大男の運ちやんが寄りかかつて煙草を吸っている。乳色の霧に包まれて、ボツンボツンと灯を点しながらそがれて行くバリの全景は、残念ながら一瞥したのみであつた。

2時間余を費して、ターミナルに戻るとメーター料金約2000フラン、チップ込みで2500円でバリ見物したのは、要領の悪い自分としては大出来だとホクホクして夜7時バ리를発つ。公用旅券の有難さは何処の国でも役人は貧乏と相場がきまつているとみえて、税関の手続が簡単なことである。公式入国には制服を着る方がよいと教えられたが、アメリカ人は少尉でも1等に乗るのに、中佐の服を着て大きな荷物を下げ兵隊さんと一緒にツーリストの扉口に並ぶのは肩身が狭い。制服なんぞは出来るだけ着ない方がよい。デュッセルドルフに着いたら係員がこつちへ来いというままだに何時の間にか出口へ出た。「まだツオルコントロールを受けていない」と力みかえつたら、「いいんだ、いいんだ」と押し出されてしまった。

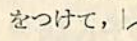
ド イ ツ

ボンの国防省では、先方の技術者と設計の議論をしようと思つていたが期待を裏切られた。海軍の再建は日本よりも2年遅れて着手したので、完成しているのは魚雷艇と掃海艇だけで駆逐艦も潜水艦も基本要目検討中の段階である。技術者の数も少く造船屋は去年までは1人で25種の初期概案を検討せねばならなかつたのだから忙しさは察してくれという。国防省では図面のチエ

ックをやるだけで設計は民間の工場に任せている。

DE以上の艦艇にも水測兵装としての聴音機を重視しているらしいことが印象に残つた。ボンは小さいが落ち着いた感じの景色のよい街で、ベートーヴェンの生家がある。休日ではなかつたが訪ねた時は見物人は1人もいなくて、楽聖の後裔かと思われるような上品な、身形の質素な老婦人が、静かな口調で説明してくれるのを聞きながら、ひっそりした屋根裏部屋の粗末な雑作や遺品や肖像等を見て歩くうちに、曾て音楽や美術に親しんだ幸多かりし若き日の想い出が湧き上つてきて、不覚にも涙がこぼれた。

ブレーメンでは戦争中潜水艦の建造所として有名だつたデシマーク ヴェザー造船所を訪ねたが当時を知る人は1人も残つておらず、資料を手に入れる術もない。

リュルゼン工場で建造中の150トン型魚雷艇をみせて貰う。丸型船型採用の理由は、速力が吃水の変化に余り影響されぬからだという。アルミ骨木皮、フレアの大きな船首には波返し二段ついている。船尾は丸型とナックル型の合の子である。上架していた旧海軍の艇は丸船尾に、船尾端で最大厚50ミリくらいの木「いやし」をつけて、型とし、滑走効果で速力が1½節増して保針が改良されたと称する。新艇は4軸2枚舵で舵頭に操舵用油圧ポンプがあり、艦橋からこのポンプを電気制御する。150トン型の前身たる100トン型は3軸3枚舵で側舵は各推進器の軸心より若干内側に置かれ、低速では3枚とも平行に動くが、高速時は側舵は後方に向けて開くように固定すると、船尾トリムが押えられて速力が2節余計出るといふ。4軸の推進器の前後位置は、イタリーの艇とちがつて一平面に並べる。前後にシフトさせると翼端渦のために推進効率を下る由。わが国の魚雷「隼」も同じような考えで一列に並べることにしたのであつたが実績を聞いて安心する。リュルゼンではその他インドネシア向けの巡視船や7000トンの貨物船等を造つていた。

河口近くに戦前中潜水艦を建造したブッカーが巨大な姿をみせている。長450米幅100米高35米、側壁の厚さは4米、天井厚は7米もあるという。進駐してきた米軍が毀すことを諦めたという怪物である。天井に2,3箇所孔があいたまま放置されているが、三棟に分れており1200トン潜水艦が逐次移動しながら組立てられ、最終棟は深さ15米の堀割になつていて、沈降試験まで済ませて河に出る。コンクリートを混ぜる水のため附近の地下水が濁れて住民が難儀したそうである。

ブレーメンも水が多くて美しい都市である。土曜日に着いて翌日食事に出たら何処もかしこも休業で面喰つ

た。ドイツでは日曜日買物は駅の売店まで出かけないと用が足せないものとみえる。天気が悪くて恐ろしく寒い日に、歩き疲れて駅前の屋台店で恐る恐るビスケットとチョコレートとオレンジを2個買つたら、どうやら話を通じ、「でもまあ独逸語がお上手ですこと」と店の小母さんに御世辞をいわれてたまげた。自慢ではないが高等学校時代ドイツ語の一学年一学期の成績は丁である。窮すれば通ずというものであろう。もつとも買物一つするにも横目で品物を睨んで2、3度素通りし、口の内で文句を5、6度唱唱してから思い詰めたように全身の表情をもつて訴えるのだからいい加減勘の悪い店員だつて通じるだろうと思う。

欧州への官費旅行者は旅費をポンドの旅行小切手で買うがポンドが弱いので気をつけぬと損をする。トラベラーズチェックは通貨の時価に不拘公定レートで取替える筈で、旅行案内なんかにもそう書いてあるが、一般のホテル帳場では、内部に銀行のあるような大きなところは別として、時価でしか取つてくれない。飛行場か駅の通貨交換所で一時に所要見込額をマルクに替えてしまう方がよい。ただしマルクは強いといつてもイタリーくらいまで離れると貨幣は受取らないから、替え過ぎぬように要心しなくてはならない。短時日に数ヶ国を駆けめぐる旅行者には、通貨も最も頭を悩ます問題の一つである。況んや懐の淋しい場合においておや。

ウィルヘルムスハーフェンの海軍基地では補給事務の機械化に電動計算機とテレタイプとの組合せを用いているのと、射場で射手が射撃してボタンを押すと得点が即座に標的に現われる仕掛が面白かつた。

ブレーマハーフェンには海軍艦艇の修理施設がある。300人くらいの小規模な工場だが、工廠でなく、民営ではあるものの、年度契約で艦艇の修理のみを行う特殊施設である。此処で掃海艇のフォイトシュナイダー推進器の分解をやつていたが、最近のものは7枚翼から5枚翼になり翼の輪廓もアスペクト比の小さい根元の太い梯形となつた由である。

夜、市の公会堂にオペレッタを観に行つたら陸軍機甲部隊の士官連中が多勢軍服のままきていた。日本だつたら石でもぶつつけられることであろうに。休憩時間になると話に聞いた通り廊下に出た連中が縦隊になつてU字型に一定速度で、男女腕を組んだりしてゾロゾロ歩く。立止つて話をしたい人はU字の突端付近で列から抜けるが大部分は歩きながら低声で会話している。開幕のベルが鳴つても列は崩れず、各扉から次第に姿を消して行くのには驚いた。内へ入つても座席のならびの中央の人が来るまで端の人は立つて待つている。劇場は芸術を鑑賞

するところであるから煙草は吸わない。従つて売店には売つていない。我慢出来ねば正面扉から外へ出て吹き曝しの場所で吸う。几帳面なものである。

この辺り北海に面した田舎であるが道路は流石に立派である。自動車の運転手にこれがアウトバーンかと聞いて屢々まだ県道ですよと笑われた。軍の運転手は兵隊でないから心付など考えねばいかぬらしい。チップの問題は何時でも頭が痛い。

吹雪の中を汽車でキールに行く。翌日 ホーワルツヴェルケの陸岸に繋留してある引揚げたばかりの旧 U 2540 (21型) をみる。

30米の水深のところに自沈したのだが12年ぶりに引揚げられたのに殆ど腐蝕していない。バルト海は塩分が少くて海水比重が1.005くらいしかないのと、戦時急造で銅系材料を殆ど使つていないのが原因であろう。前管室の予備魚雷は電動で次発装填位置に持つて来られるようになってゐる。耐圧横壁は5気圧までの計画だが、救難法は脱出のみを考えているからこれより強くしても意味がないし、近海は一般に浅く、遠洋は戦時には敵の制海権下で救難船が近寄れぬからこれで十分だという。本艦型の1艦は誤つて260米まで潜航して無事浮上したことがあると、旧海軍の潜水艦担当造船技術者が確言した。ホーワルツの工場では27,000トンおよび35,000トンのタンカーを建造中であつたが舷側は300くらいのもので丸め、ストリンガープレートとの銲着は丸みにさうて上つたシャストレーキが上板になるといつていた。

水測機器メーカーたるエラック社を見学したが此処でも、また、プレーメンのアトラスヴェルケでも大して感心するものはないようである。

キールの旧工廠設備復旧の責任者はロードウィッヒという68才の技術者である。温厚篤学の真摯な人で、住宅難のため家族と別居しながら毎日13時間働いている。櫛型ビルギキールが駆逐艦用として有望なこと、兵器の国産が出来ず、諸外国から購入するので整備補給が困ること、旧海軍の赤外線射撃装置は1万米まで使えたこと等親切に話してくれた。やはり終戦当時バルト海で自沈した23型の潜水艦2隻を引揚げ、整備して対潜訓練目標艦として用いているのを見学した。艦内の諸金物は高圧空気管の鋼を銅に取替えただけで大部分はもとのものを手入してそのまま用いたさうである。戦況が不利となつてから、急速に計画された沿海用水中高速小型潜であるが簡潔で仲々よく出来ており、旧潜水艦乗りの間では現在でも好評のようである。

ワルタータービンの発明者たるワルター博士と2時間程話す機会を得たが、戦後建造された過酸化水素タービ

ン装備の潜水艦は英国のエクスポローラー型2隻だけらしい。

キールには有名な、第一次大戦の海軍戦死将兵の記念碑がある。現在でも海軍艦艇はその前を航過すると旗を下して敬礼し、月間の参詣者は平均2万5千人という。その附属の海洋博物館の片隅に、降伏当時ポーランド地区からの撤退作戦を記念する模型や銅牌が飾つてある。ソ聯軍の進出によって包囲された150万の陸兵および市民を、海軍艦艇が、自沈命令を取消して、海軍の名誉も栄光も棄て、執拗な敵の妨害を排除しながら救出した作戦を記念するものである。

旧海軍の潜水艦乗りの話を総合すると、戦時中7型および9型は150米まで試験潜航をして実施部隊に渡したが実戦場裡では普通160ないし170米に潜入し、7型で220米まで落ちて無事だった艦もあるという。潜入時の俯角は常用15度、20度は稀で25度は余程危急の場合にのみ用いた由である。

フレンスブルグの街では水中兵器学校を見学、夕方から市の公会堂で新聞社主催のスターリングラード敗戦記念講演会をききに行く。日本だつたらさしづめ「ミッドウェーの敗戦を偲び現下時局に想う」といつたものであろう。一般市民が、新聞社主催の講演のあと、交々起つて討論をはじめ、ヒットラーの功罪にまで話がおよんだのは面白かつた。

フレンスブルグから再びキールに帰るのに、独海軍唯一の駆潜艇UW 12に乗せて貰つた。米国のPCと同一設計で仏国で建造されたもので御国ぶりらしく艦装品等万事が華奢である。4台のディーゼル各2基をフルカンで減速歯車につないで軸をまわすが最低速力は9節までしか落ちないという。凌波性はかなり良好だが横動揺は30度くらい揺れることは稀でない。艦橋装飾は極めて簡単で、操舵室の直後に1米くらい段下げたCICがあり境の壁に650角くらいの窓をあけてこれから首を出して連絡するようになっている。

キールで宿屋の番頭に、散髪に際していうべき文句を教わつて床屋に出掛けた。Ich möchte gerne meine Haare schneiden lassen というのである。

当日は恰も2月11日に当り、当地の日独協会のメンバーが祝賀記念講演会をやるから出るという。パーティは苦手ですと八方断つたが他にも日本人が3人来るから久し振りに日本語が喋れてよからうとなだめすかされて出てみたら日本人は吾1人である。皆さんそんな会に出たら後日の聞えが悪いと敬遠したらしい。文学博士みたいな白髪の先生が日本の神道について講演した揚句、こつちに向き直つてただ1人の日本人の所感が聞きたいと

いつた時には胆を潰して地震でも起きてくれんかなと思つた。

リュベックでは潜水艦設計の第一人者といわれるガブラー氏と設計上の問題で議論した。大抵の技術者は英語が話せるから何とか意思は通じる。

ハンブルグでは駆逐艦の設計を担当しているシュツルケンヴェルフトで技術屋と討論するのを楽しみにしていたが此処の設計者は余り英語が得意でない。まず縦強力の許容応力が長128米のDDで18珎/珎²であるというのでそりや過大ではないかと3時間余り話し合つたが、計算法も基礎条件にも構造法にも大差はなく両方とも俺の方がいいんだと譲らない。大体配置図をみせて貰うと風圧比がいかに大きい。何だ彼だといつているうちに日本の近海の方が波が高いんだということになつてしまつた。同社は戦時中駆逐艦建造の経験を持たぬらしいし、旧海軍の技術者も少いので、私のようなへつぼこでも「お前は仲々詳しいね。あと2年経つたらまたきなさい。こつちもデータが揃うから更めて議論しよう」というような具合で、夜遅くまで会議室に閉じこもつてついに現場を見る機会を逸して残念千万であつた。

ドイッチェヴェルフトにも潜水艦建造に関する記録も設備も人も残っていない。

Kabel Kahn (索道操重機)を珍らしく見ながら現場を見学したが、大型船を前後に2分して別個に建造し進水後浮ドックで結合して船台の回転率を高めるやり方の他は珍しいものはない。大型船のシャストレーキ、ストリンガープレート、およびキールプレートには重量軽減のためにSt 52を用いることがあるがこの場合でも予熱はやらない。また板厚32珎まで用いたが別に何の文句もない。ただし気温が-2°C以下となれば溶接を禁止しているといつていた。

隣りのホーワルツヴェルケでは、鋼材は、20珎以上はロイドの規格材を用いるから鉄道規格のSt 52など使つたことがない。溶接禁止温度は-4°Cであるという。

同社とも船尾材、船首材等大型鍛鑄物を鋼板溶接で代用させているのが目立つが、この方が金は余計かかるが安心だという。

各造船所とも守衛や事務関係者に不具者が極めて多い。身体傷害者の雇用は法律で義務づけられ、かつ不具者を採用すると税金が安くなるので事業主は好んで戦傷者等を雇うのださうである。

折角ハンブルグへ来たのだからと、ケンプレンメルス事務所と水槽を訪ね、レンメルス氏とレルプス所長から

説明をして貰った。艦政本部にいた時も目黒水槽には2度しか行ったことがないという不勉強であるからだ。同うばかりである。水槽に置いてあつた高速艦艇の模様の、船尾のバトックラインおよびフレームラインに、僅かに上へ向けて凸出する曲率がつけてある理由を問うたら、前者は高速時の過大なトリムを防ぎ後者は推進器への流れをよくするためのとの答であつた。

同じくハンブルグでドクターデルピングハウスという発明者を訪ね、プラスチックの曳航油槽の話を書く。クリーンタンカーは恐ろしく不経済だし大船主でない持てないが私の発明を使えば曳船しか持たない小船主がガソリンを易々と運べるんだ、昨秋日本にも特許申請を出したという。ネオプレンのようなごく薄いプラスチック膜でソーセージのような形に作り、鋼索の網で包んで縦横の強力は後着で保たせる案で、僅かな内圧と予備浮力を持たせて曳航すれば追従性も申分なく、また波の間に間にくねくねと曲つて疲労強度その他何にも問題はないという。この人はうつつほか鰻の泳ぐのを見ながらこれを考

えたのに違いない等と想像しつつ、燃料費は損になる理屈ですわねという、それが素人のあさましさ、船尾に固い整流部をつけ、水中を曳航すれば高速ではうんと得になるとやつつけられた。近距離の輸送や腐蝕性の化学薬品の運搬等には面白いかもしれない。

帰 路

ドイツでは3週間に延べ14箇所を歩いて少々くたびれた。帰途スイスのチューリッヒに1日、ローマに2日滞在したが造船屋として勉強したことは別でない。南まわりのSASで帰着してからは減法忙しかつたばかりでなくて、緊張がにわか弛んでボケた故もあつて、旅行中や前後にお世話になつた方々への御礼の手紙も未だ出してない。時々夢にみる程気にかかりながら日が経つとますます書けぬ。

帰つたらすかさず1週間休暇をとつて、この間に皆始末してしまうべきだという経験者の言葉をしみじみ想い出す。これから旅をなさる若い方は御気をつけになることです。

天 然 社 ・ 海 技 入 門 選 書

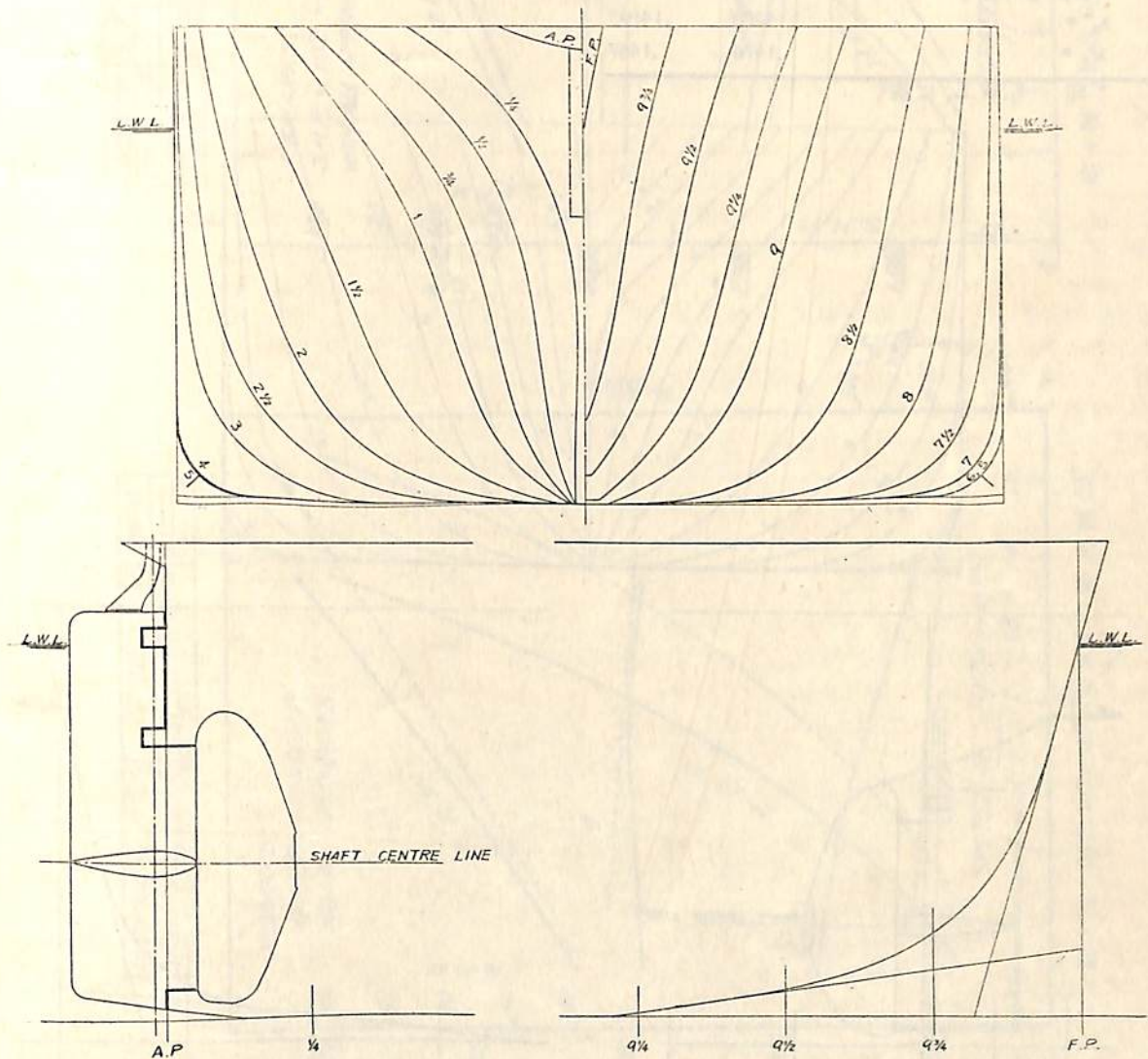
商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 130頁 ¥220 既刊 船 の 保 存 整 備	商船大学助教授 清 宮 貞 100頁 180円 既刊 蒸 気 機 関
商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 160頁 ¥300 既刊 船 舶 の 構 造 及 び 設 備 属 具	商船大学教授 浅井 栄 資 A5 以下 海 事 気 象 統刊
商船大学助教授 上坂 太 郎 A5 160頁 ¥280 既刊 沿 岸 航 法	商船大学教授 鮫島 直 人 A5 未定 電 波 航 法
商船大学教授 横田 利 雄 A5 140頁 ¥230 既刊 航 海 法 規	商船大学助教授 野原 威 男 A5 未定 船 の 強 度 と 安 定 性
商船大学教授 田中 岩 吉 既刊 海 上 運 送 と 貨 物 の 船 積	商船大学助教授 賀田 秀 夫 A5 未定 ボ イ ラ 用 水
(前篇)海上運送概説 A5 140頁 ¥260 (後篇)貨物の船積 A5 160頁 ¥290	海 技 試 験 官 西田 寛 A5 指 圧 図
商船大学助教授 豊田 清 治 A5 160頁 ¥280 既刊 推 測 お よ び 天 文 航 法	商船大学助教授 伊丹 潔 A5 未定 船 用 電 気 工 学
商船大学助教授 野原 威 男 著 A5 110頁 ¥180 既刊 船 用 プ ロ ペ ラ	商船大学助教授 宮嶋 時 三 A5 未定 燃 料 ・ 潤 滑
商船大学助教授 中島 保 司 A5 170頁 ¥300 既刊 運 航 要 務	商船大学教授 賀田 秀 夫 A5 未定 船 用 材 料
商船大学教授 米田 謙 次 郎 A5 130頁 230円 既刊 操 船 と 応 急	商船大学助教授 小山 正 一 ・ 真 田 茂 機 械 の 運 動 と 力 学
商船大学教授 横田 利 雄 A5 155頁 280円 既刊 海 事 法 規	商船大学助教授 小川 正 一 A5 未定 機 械 工 作 ・ 材 料 力 学
前東京高等商船教授 小方 愛 朔 著 A5 170頁 ¥300 既刊 船 用 内 燃 機 関 (上 卷)	商船大学教授 真壁 忠 吉 A5 未定 船 用 汽 罐
200頁 320円 船 用 内 燃 機 関 (下 卷)	商船大学助教授 小川 武 A5 未定 船 用 補 機
商船大学助教授 庄 司 和 民 A5 140頁 ¥280 既刊 航 海 計 器 学 入 門	

— 中型貨物船の模型試験 —

M.S. 163 は垂線間長さ 104 米の、M.S. 164 は 106 米の中型貨物船に対応するそれぞれ 6 米および 5.5 米模型船で、両船の主要寸法は、試験に使用した模型推進器の要目とともに、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は第 1 図および第 2 図に示す。図にみる如く、M.S. 163 はカウンター・スターンで流線型舵を装備しており、M.S. 164 はクルーザー・スターン、

反動舵装備である。前者には定格 2,300 IHP×95 RPM のレシプロ汽関の、後者には 2,700 SHP×121 RPM のタービン汽機を搭載が予定されたものである。

試験は M.S. 163 については満載および $\frac{1}{2}$ 載貨の 2 状態で、M.S. 164 については満載、半載および試運転の 3 状態で実施された。その結果は第 3 図および第 4 図に示す。

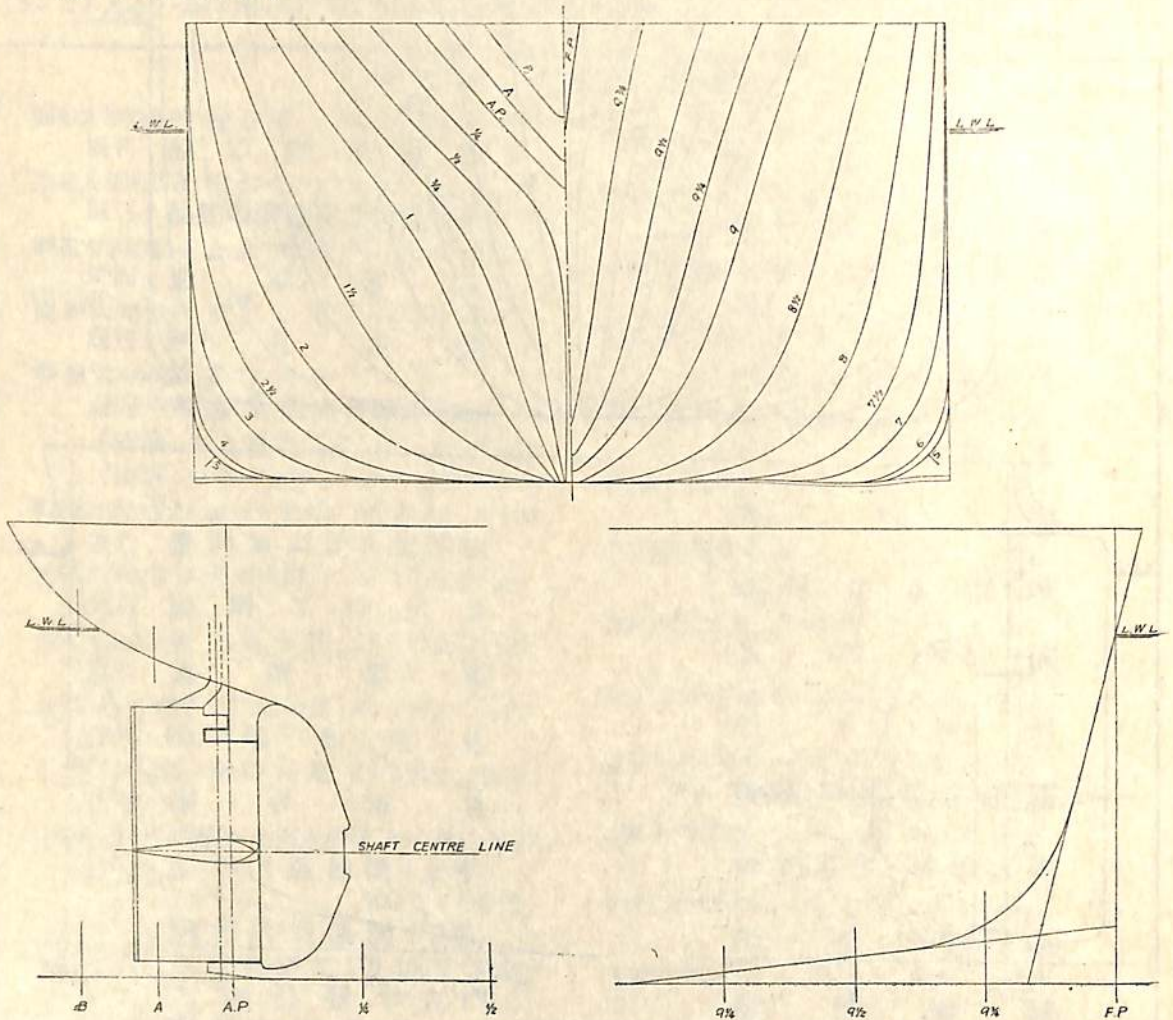


第 1 図 M.S. 163 正面線図および船首尾形状図

第1表 要 目 表

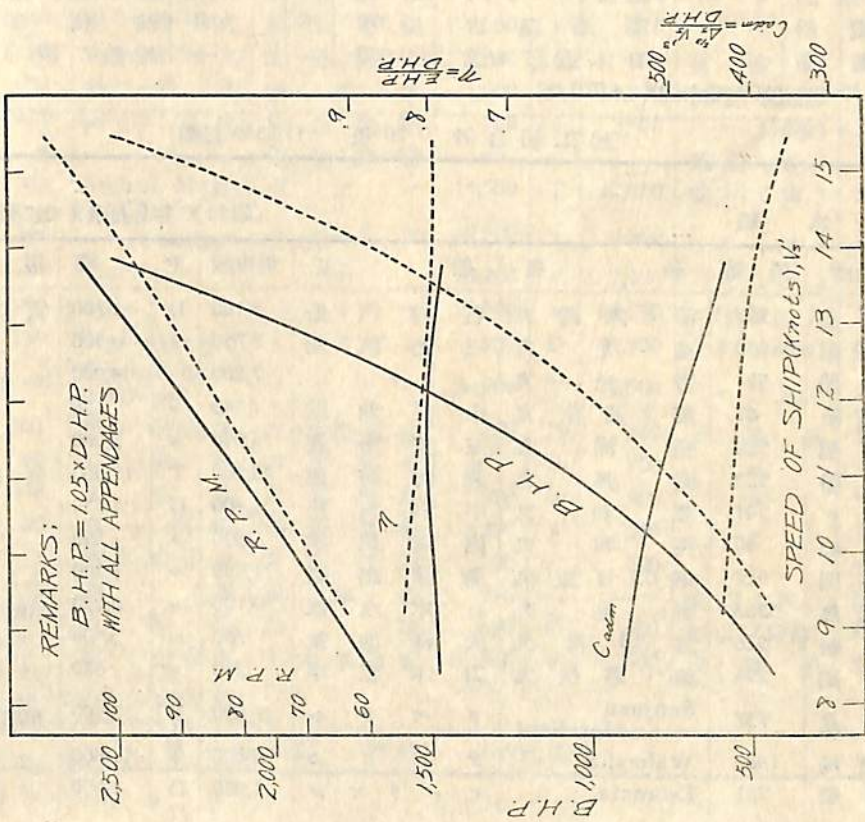
M.S. No.	163	164	M.P. No.	138	139	
長 (L.B.P.)	104.00 米	106.00 米	直 径	4.715 米	4.406 米	
幅 (B) 外板を含む	14.746 米	15.534 米	ボ ス 比	.209	.210	
満 載 状 態	吃 水 (d)	6.809 米	7.158 米	ピ ッ チ (J.R.にて)	逡増 3.725 米	一 定 3.586 米
	吃水線の長さ (L.W.L.)	104.000 米	108.617 米	ピ ッ チ 比 (K)	逡増 .790	一 定 .814
	排 水 量 (d)	7,625 噸	8,491 噸	展 開 面 積 比	.387	.404
	C _b	.713	.702	翼 厚 比	.050	.049
	C _p	.726	.713	傾 斜 角	10°~0'	12°~0'
	C _∞	.982	.985	翼 数	4	4
	lcb (L.B.P. の%にて)	-1.08	-.36	回 転 方 向	右	右
平均外板の厚さ	23 耗	17 耗	翼 断 面 形 状	エーロフォイル	エーロフォイル	
λ _s *	.14208	.14193				
λ' _s *	.1476	.1467				

* 印 L.W.L. に基く



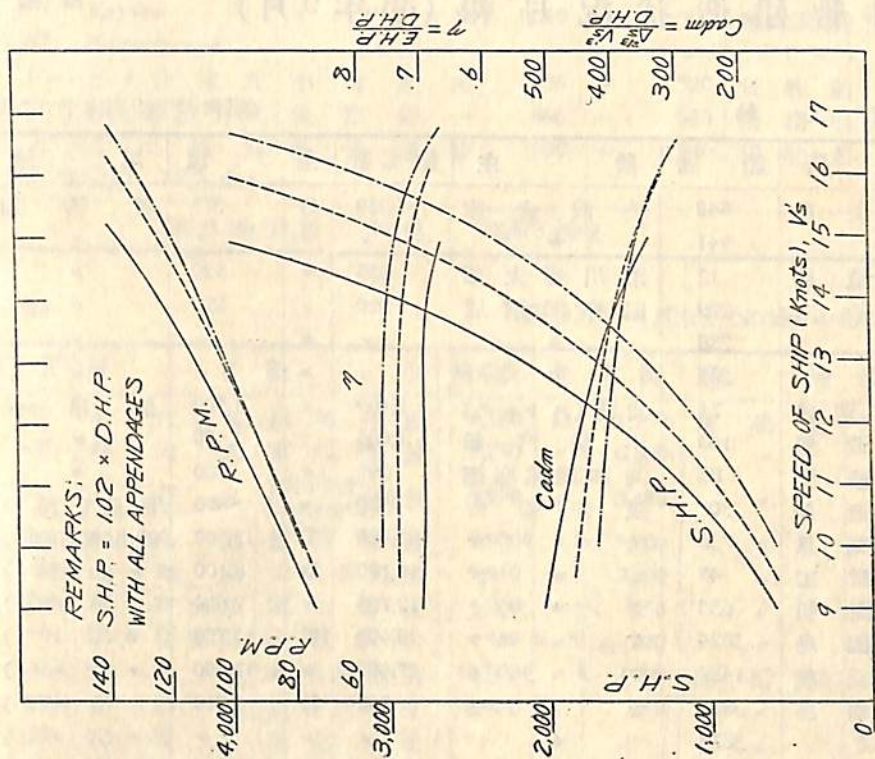
第2図 M.S. 164 正面線図および船首尾形状図

CONDITION	DRAFT A.P. M.S. F.P.	DISPL. (MT)	MARK
FULL LOAD	6.809	7439	
1/2 LOAD	4.380 3.340 2.300	3338	



第3图 M.S. 163 x MP. 138 B.H.P. 等曲线图

CONDITION	DRAFT A.P. M.S. F.P.	DISPL. (MT)	MARK
FULL LOAD	7.158	8284	
1/2 "	5.102	5610	
TRIAL	3.682 3.712 3.962	3894	



第4图 M.S. 164 x M.P. 139 S.H.P. 等曲线图

鋼船建造状況月報 (33年9月)

船舶局造船課

(イ) 起工船

(昭和33年9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	
播磨造船	540	洪沢倉庫	360	D	375	貨物船	33. 9. 13
"	541	"	"	"	"	"	"
常石造船	12	市川寿太郎	435	"	520	"	33. 9. 16
白杵鉄工	279	白杵回漕店	320	"	250	"	33. 9. 25
"	280	"	"	"	"	"	"
"	281	"	"	"	"	"	"
波止浜造船	71	自社(ストック)	1,499	"	1,500	油槽船	33. 9. 4
福島造船	148	小隆汽船	1,000	"	1,400	"	33. 9. 18
幸陽船渠	88	共和産業海運	695	"	900	"	33. 9. 6
金指造船	301	泉井安吉	320	"	650	漁船(鮪)	33. 9. 15
銅管鶴見	738	リベリヤ	31,000	T	17,500	輸出(鉱石兼油)	"
飯野重工	45	バナマ	10,100	D	8,100	"(貨)	33. 9. 20
三井造船	633	デンマーク	12,700	"	7,000	"(油)	33. 9. 6
日立, 因島	3824	ジェネズニラ	20,400	T	13,750	"()	33. 9. 27
三菱, 長崎	1487	アメリカ	27,400	"	17,600	"()	33. 9. 4
日立, 向島	3872	ソ連	500	D	1,210	"(鮪)	33. 9. 30
"	3873	"	"	"	"	"()	"
檜垣繁造船	63	自社(ストック)	300	"	350	貨物船	33. 8. 6
竹原造船	一	摩島亀吉	350	不	明	油槽船	33. 8. 21
東北造船	5	日本近海々運	600	一	一	雑船(浚)	33. 8. 27

外 30 隻 (300 噸未滿) 4,070 噸

起工船合計 50 隻 113,549 總噸

(ロ) 進水船

(昭和33年9月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	船主	総屯数	主機	用途	進水年月日	
名村造船	307	第8大源丸	名村汽船	3,100	D	1,700	貨物船	33. 9. 16
佐野安船渠	150	菊光丸	三光汽船	8,750	"	6,500	"	"
播磨造船	521	帝光丸	"	7,200	"	4,900	"	33. 9. 12
波止浜造船	67	第3通生丸	中村兼助	340	"	420	"	33. 9. 13
三菱, 下関	522	長浦丸	三菱海運	4,950	"	3,000	"	33. 9. 30
播磨造船	523	剛邦丸	飯野海運	28,200	T	17,600	油槽船	33. 9. 19
函館ドック	241	輝和丸	平和汽船	1,400	D	1,550	"	33. 9. 12
向島船渠	40	英和丸	西進興業	320	"	350	"	"
三菱, 下関	527	第63日宝丸	島津海運	1,550	"	1,500	"	33. 9. 2
日立, 因島	3863	野島丸	日本水産	9,100	"	6,250	漁船(冷凍工船)	33. 9. 18
林兼造船	926	第18利丸	大洋漁業	780	"	3,500	"(捕鯨)	33. 9. 16
金指造船	295	第1盛秋丸	山本正平	310	"	650	"(鮪)	33. 9. 18
銅管鶴見	737	Sanjuan Merchant	リベリヤ	17,000	T	17,500	輸出(鉱石)	33. 9. 12
三菱, 長崎	1482	Wabasha	アメリカ	26,000	"	17,600	"(油)	33. 9. 30
三保造船	231	Estancia	ヒェリピン	1,950	D	1,500	"(冷凍工船兼運船)	33. 9. 15

大洋造船	150	Karata	インドネシヤ	1,650	D	1,400	輸出(貨客)	33. 9. 19
白杵鉄工	1010	Karangraya	"	"	"	"	" (")	33. 9. 28
常石造船	10	第8佳宝丸	小林武夫	435	"	520	貨物船	33. 8. 19
来島船渠	17	第1鶴富士丸	魚海資一	498	"	580	油槽船	33. 8. 31
三津浜造船	25	富士福丸	藤原運輸	300	"	240	貨物船	33. 7. 31
他 28 隻 (300 噸未満) 3,195 総トン								

進水船合計 48 隻 118,678 総噸

(ハ) 竣 工 船

(昭和 33 年 9 月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	船主	総噸数	主機関	用途	竣工年月日	
川崎重工	975	もんだな丸	川崎汽船	10,180	D	11,500	貨物船	33. 9. 30
三菱, 広島	138	寿山丸	東邦海運	8,750	"	6,000	"	"
佐野安船渠	147	山花丸	(山下汽船) 共有 山下汽船	4,990	"	3,480	"	"
飯野重工	41	崎島丸	飯野海運	7,900	"	5,000	"	33. 9. 16
佐世保船舶	126	金龍丸	太平洋汽船	5,910	"	3,200	"	33. 9. 15
宇品造船	326	第2富士丸	富士海送	200	"	250	"	33. 9. 21
常石造船	10	第8住宝丸	小林武夫	435	"	520	"	33. 9. 14
名古屋造船	141	栄和丸	太平洋海運	12,500	"	9,100	油槽船	33. 9. 8
竹原造船	23	長興丸	長谷川海運	350	"	350	"	33. 9. 26
"	25	若潮丸	長鋪汽船	"	"	"	"	33. 9. 13
芸備造船	108	第8明宝丸	和泉清治	300	"	380	"	33. 9. 3
波止浜造船	69	第11秀栄丸	村上秀松	260	"	370	"	33. 9. 22
大洋造船	127	あけぼの丸	大島運輸	450	"	850	貨客船	33. 9. 6
三菱, 下関	528	耕洋丸	水産庁	1,200	"	1,800	漁船(漁練)	33. 9. 10
林兼造船	923	第16利丸	大洋漁業	780	"	3,500	"(捕鯨)	33. 9. 2
東北造船	4	—	佐伯建設	600	—	—	雑船(浚)	33. 9. 24
石川島重工	763	Andros Magic	パナマ	14,300	T	12,000	輸出(貨)	33. 9. 10
佐野安船渠	135	Atlantic Sunlight	リベリヤ	10,500	"	6,600	" (")	33. 9. 2
三菱, 広島	141	Dorset	"	10,200	"	7,150	" (")	33. 9. 12
川崎重工	953	Epic	パナマ	29,500	"	20,250	"(油兼鉱石)	33. 9. 30
三保造船	230	Magsaysay	ヒリピン	1,950	D	1,500	"(冷凍兼罐詰)	33. 9. 10
N. B. C. 呉	A-96	Edward L. Steiniger	リベリヤ	26,000	T	12,500	" (油)	33. 9. 16
内田造船	521	第6幸重丸	大畑綾太郎	260	D	300	貨物船	33. 8. 10
波止浜造船	68	日東丸	日東海運	"	"	200	"	33. 8. 29
今井造船	118	玉島丸	三和汽船	270	"	320	"	33. 8. 20
三津浜造船	25	富士福丸	藤原運輸	300	"	240	"	33. 8. 4
湊鉄工	1	第2弘栄丸	若山海運	200	"	300	"	33. 8. 5
渡辺製鋼	150	双龍丸	農林省	216	—	—	雑船(浚)	33. 8. 20
中村造船	151	八汐丸	琉球	670	D	1,400	輸出(貨客)	33. 8. 29
光造船	—	第5光龍丸	宮本与志尾	260	"	300	貨物船	33. 6. 10

外 19 隻 (200 噸未満) 1,906 噸

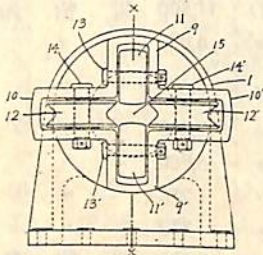
竣工船合計 49 隻 151,947 総噸

特許解説

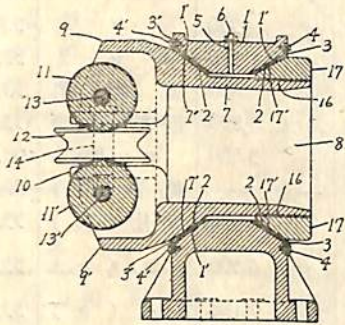
特許庁 飯沼義彦

ユニバーサルチョック (昭和33年実用新案出願公告第9,742号, 考案者・津村幸男, 出願人・日立造船株式会社)

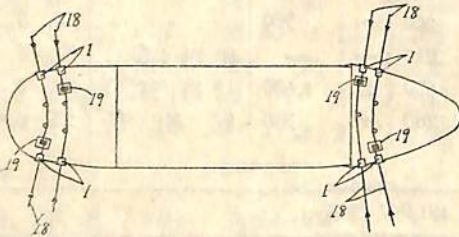
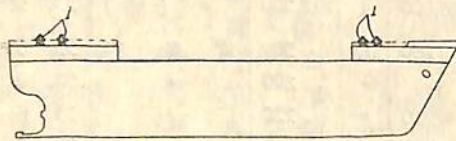
本考案は船側甲板上に設ける繫船索案内装置に関するもので、一対のローラおよび綱車を十字形に具えた索導



第1図



第2図

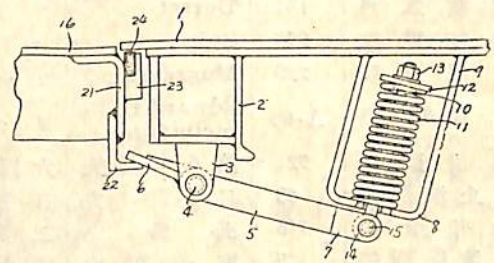


第3図

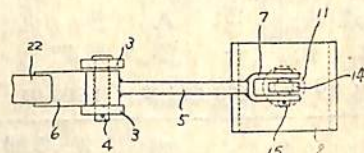
筒を、円筒形の架合内に嵌装し、繫船索の引張方向の変化に応じて索導筒が架合内で自由に撓動回転できるように構成することにより、繫船索を円滑に誘導するとともにその摩擦損失の減少を図つたものである。図面について説明すると第1図は本装置の正面図、第2図は第1図のX-X線における縦断側面図で、円筒形架合1内に遊嵌された索導筒7の一端は十字形の枠9を形成し、この枠内にローラ11, 11'と綱車12, 12'がそれぞれ対称形に枢支されている。第3図は本装置の使用の態様を示す略図で、ウインチ19により本装置1を介して繫船索18を操作する。なお第2図において5は油溝、3, 3'はブラシを示す。

扉パッキング緩衝装置 (昭和33年実用新案出願公告第9,744号, 考案者・東条桂二, 松井順三, 今井新八, 出願人・日立造船株式会社)

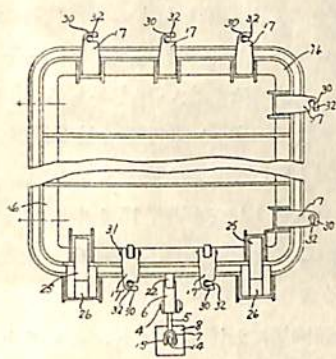
船体に蝶着された水密扉のパッキングは扉を閉鎖するたびに蝶着側周辺の部分が剪断力を受けて損傷しやすい。本考案はこのようなパッキングの損傷を防止するため扉と船体との間に介設する緩衝装置に係るものである。第1図は本考案による緩衝装置の正面図、第2図はその平面図、第3図は艙口にかぶせた扉に本装置を設けた状態を示す図、第4図はナットにより扉を締付けた状態を示す側面図、第5図は扉閉鎖時における蝶着部の側面図で、第1図に示すように船体1に固定した枠8と座金12との間に圧縮間在するバネ11により、緩衝腕5の



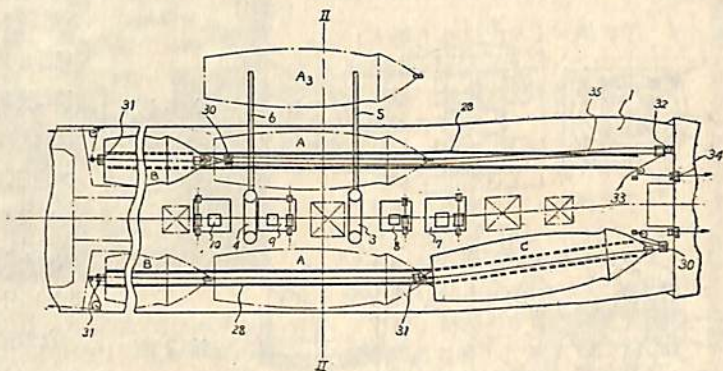
第1図



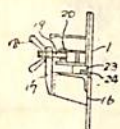
第2図



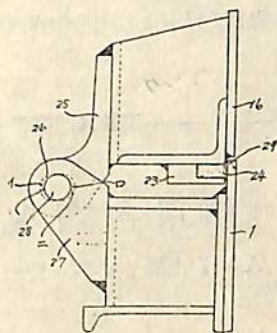
第 3 図



第 1 図

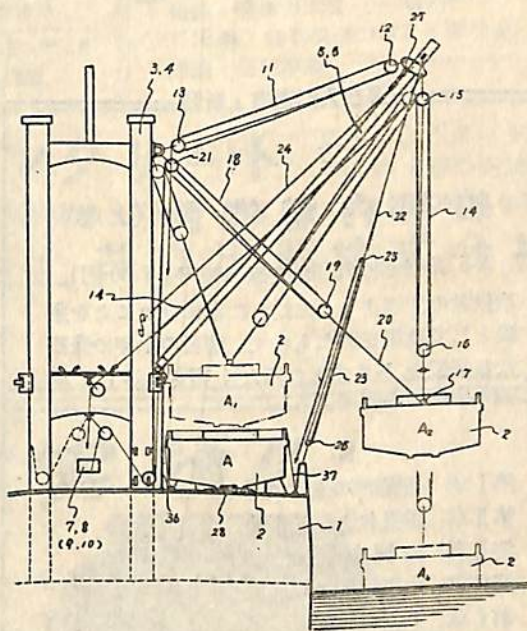


第 4 図



第 5 図

当り面 6 は ストッパ 22 を介して 絶えず 扉 16 を バック
 キング 24 が 船体 1 から 遠ざかる 方向に 押圧 している。こ
 の 緩衝 装置 は 第 3 図 に 示す ように 扉 16 の 蝶着 側に 設け
 られ、かつ、蝶番 25、26 の 軸 28 は 第 5 図 の ように 長円
 孔 26 内 で 間隙 部 ϵ 、 ρ を 形成 している ので、第 1 図 の
 ご とく 扉 16 を 船体 1 の 面 と 平行 の 位置 に 回転 しても 蝶
 番 軸 受 に おける 間隙 の 量 だけ 扉 16 が 船体 1 から 浮きあ
 が っ て おり、バック キング 24 は 損傷 を 受ける ことが ない。
 この 状態 から ナット 18 により 扉 を 船体 に 締付け 水密 閉
 鎖 する。



第 2 図

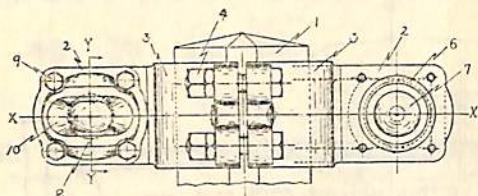
のあるものである。図面について述べると第 1 図は本考
 案による船舶の要部を示す平面図、第 2 図は第 1 図の
 II-II 線に沿う横断側面図で、滑車装置 30~34 および牽
 引索 35 を介して搭載艇を軌条 28 に沿い移動させながら
 一対のデリック 3~6 により揚卸する。

荷役兼用揚艇装置を具えた多数の搭載艇を有する船
 舶 (昭和 33 年実用新案出願公告第 14,822 号、考案
 者・松本武一、野口良平、安光将信、出願人・
 三菱造船株式会社)

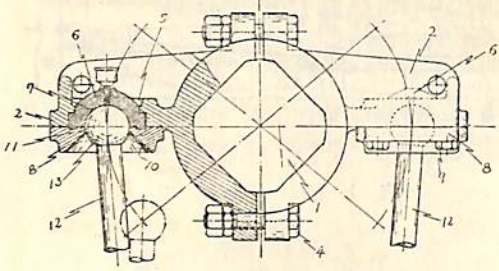
本実用新案は甲板上に多数の搭載艇を有する船舶にお
 いて、一対の荷役兼用デリックにより洗れ作業的に搭載
 艇を揚卸しできるようにしたもので、多数のキャッチャー
 ボートを搭載して操業する漁撈用船舶等に適用して効果

油圧式動舵機構におけるピストンロッドと舵肘との
 連続装置 (昭和 33 年実用新案出願公告第 15,948 号、
 考案者・梅村六之助、出願人・安房久米内燃機
 工業株式会社)

本実用新案は油圧式操舵装置においてピストンロッド



第 1 図



第 2 図

と舵肘とを玉継手により連結したもので、舵肘の回転面とピストンロッドとを必ずしも厳密に同一平面内に設定することを必要としない利点がある。図面第 1 図は本考案による 舵肘の側面図、第 2 図はその平面図で、舵軸 1 に固定された舵肘 2 の両端にそれぞれピストンロッド 12 の球状端 13 を收容するソケットが設けられこのソケットは球受皿 6 と押え蓋 8 とに分解できるように構成されている。

なお油圧式動舵機構におけるピストンとピストンロッドとの連結装置について同じ出願人による実用新案登録出願があり、昭和 33 年実用新案出願公告第 15,947 号として公告されている。

海技入門選書・新刊

小方愛朔著

船用内燃機関 (上巻)

A 5 版 上製 170 頁 定価 300 円 (〒 30 円)

取扱者の立場より、ただちに役に立つことを主眼として執筆されたもので、著者の永年の豊富な経験をあますところなく書きしるした最適の手引きの書である。

目 次

- 第 I 章 基礎的知識
- 第 II 章 燃料および潤滑油
- 第 III 章 金属材料
- 第 IV 章 内燃機関の概要
- 第 V 章 要目と性能
- 第 VI 章 機関の主要部
- 第 VII 章 弁および弁装置
- 第 VIII 章 燃料装置
- 第 IX 章 点火装置

海技入門選書・近刊

小方愛朔著

船用内燃機関 (下巻)

A 5 判 上製 200 頁 定価 320 円 (〒 30 円)

目 次

- 第 X 章 諸附属装置
 - 第 1 節 消音装置
 - 第 2 節 冷却装置
 - 第 3 節 潤滑装置
 - 第 4 節 始動装置
 - 第 5 節 推進装置
 - 第 6 節 伝達および逆転装置
- 第 XI 章 電気点火機関
 - 第 1 節 構造
 - 第 2 節 運転
 - 第 3 節 故障
- 第 XII 章 無水焼玉機関
 - 第 1 節 構造
 - 第 2 節 取扱
 - 第 3 節 故障
- 第 XIII 章 ディーゼル機関
 - 第 1 節 ディーゼル機関の概要
 - 第 2 節 ディーゼル機関の構造
 - 第 3 節 計器、材料試験等
 - 第 4 節 ディーゼル機関運転法
 - 第 5 節 故障
- 第 XIV 章 発動機取扱上の注意事項

船 舶 第 31 卷 第 11 号

昭和 33 年 11 月 12 日発行
定価 190 円 (送 12 円)

発行所 天 然 社

東京都 新宿区 赤城下町 50

電 話 東京 (34) 1908

振 替 東京 79562 番

発行人 田 岡 健 一

印刷人 研 修 舎

購 読 料

1 冊 150 円 (送 12 円)

半年 (前金予約) 800 円

1 年 (") 1,500 円

半年および 1 年の直接前金予約購読の方にかぎり増頁による特別号等特価の場合も差額を頂戴いたしません

全10巻 完結発売中

応用力学 講座 全10巻

〔編集委員〕

東京大学教授 工学 博士	鶴戸口 英 善
東京大学教授 工学 博士	谷 一 郎
東京大学教授 工学 博士	最 上 武 雄
東京大学教授 理学 博士	山 内 恭 彦
東京大学教授 工学 博士	吉 識 雅 夫

本講座は全工学部門におけるそれぞれの応用力学を第一線の研究者によつてまとめられたもので、最新データにより豊富な図を用いて詳述するとともに演習問題も豊富に収めた集大成。

〔各巻〕A5・300~430頁・〒40
各巻定価 500 円

- 〔1巻〕材料力学Ⅰ・熱力学・熱伝導論……………
- 〔2巻〕機械力学Ⅰ・振動論・船体運動力学……………
- 〔3巻〕材料力学Ⅱ・水力学Ⅰ…
- 〔4巻〕塑性力学 水力学Ⅱ…
- 〔5巻〕橋梁力学・機械力学Ⅱ・土質力学……………
- 〔6巻〕剛体力学・流体力学Ⅰ・弾性学……………
- 〔7巻〕材料力学Ⅲ・空力弾性学 建築構造力学Ⅰ……………
- 〔8巻〕流体力学Ⅱ・弾性学Ⅱ・レオロジー……………
- 〔9巻〕一般構造力学・非線型振動論・流体力学Ⅲ……………
- 〔10巻〕建築構造力学Ⅱ・弾性安定論・熱伝導論……………

新プレストレスト・コンクリート

P.S. コンクリートの世界的名著の完訳版

刊 Y. ギヨン著 藤田亀太郎監修 大島久次・中野清司共訳 〔B5判・638頁・函入・定価2500円・〒50〕

東京都神田局区内駿河台3 振替東京57035

共立出版株式会社



伝統と実績!!

スペリー式

★ MK14・MOD2

ジャイロ・コンパス

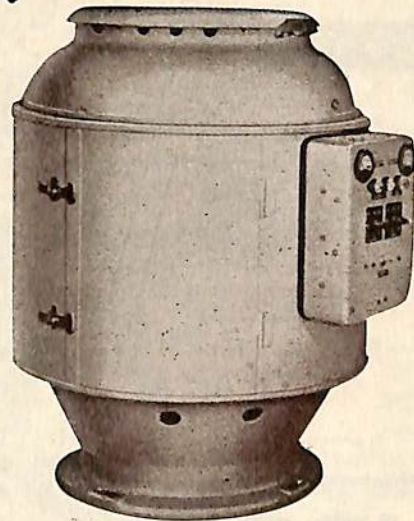
★ レート・ジャイロ・パイロット

★ MK2・マリン・レーダー

★ マリン・ローラン

★ その他各種航海計器

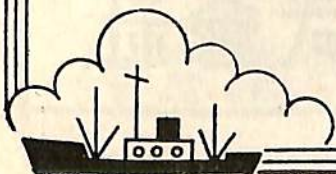
サービス・ステーションの充実



株式会社 東京計器製造所

東京都大田区東蒲田4-31 電話 (73) 2211 (代), 7181 (代)

長崎・下関・神戸・大阪・名古屋・横浜・東京・函館



工業技術院長賞に輝く!!

JRC レーダー管

愈々量産軌道にのる

当社はレーダー並にレーダー用真空管の開発商品化には特に力を注ぎ、その製品には多大な自信を持っております。

現在、各種レーダー用真空管は整備された専門工場で厳重なる品質管理の下に量産が行われており、その高性能、信頼度につき各方面より好評を得ております。

当社の各管種は、米国製同名管と外形寸法、特性共に完全な互換性を有します。

マグネトロン

	725A	2J24
発振周波数	9345~9405MC	9345~9405MC
尖頭出力	50 KW	10 KW
尖頭陽極電圧	12.0 KV	5.5 KV
尖頭陽極電流	12.0 A	4.5 A
磁界強度	5,400ガウス	
パルス巾	1 μ S	1 μ S
パルス繰返周波数	1,000 PPS	1,000 PPS
ヒーター電圧	6.3 V	6.3 V
ヒーター電流	1.0 A	0.5 A



725A



2K25



1B24

T R 管

	1B24	1B63A
周波数範囲	8490~9600MC	8564~9487MC
挿入損失	0.85-1db	0.7db
漏洩電力	30 mW最大	40 mW最大
回復時間	4 μ S(-3dbにて)	10 μ S(-3dbにて)
負荷時 Q	350 最大	
イグナイター電圧降下	325-400V(100 μ Aにて)200-375V	
イグナイター電流	100~200 μ A	100 μ A

クライストロン

	2K25
発振周波数	8500~9660 MC
発振出力	25 mW
空洞電圧	300 V
反射電極電圧	-85~2000 V
ヒーター電圧	6.3 V
ヒーター電流	0.44 A

変調管

	3C45	4C35
ヒーター電圧	6.3 V	6.3 V
ヒーター電流	2.25 A	6.0 A
格子入力電圧	175 V最少	175 V最少
尖頭陽極電圧	3,000 V最大	8,000 V
尖頭陽極電流	35 A	90 A
平均陽極電流	45 mA最大	100 mA



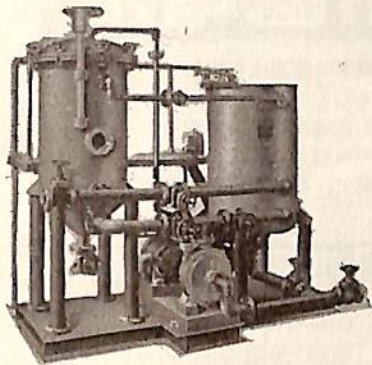
東京営業所 東京都渋谷区千駄ヶ谷4の693 電話東京(34)0111(8).0431(2)
大阪支社 大阪市北区堂島中1の22 電話(34)0656~9

日本無線株式会社

特許 ウльтра フィルター

1/2の濾過面積で
2倍の濾過量

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



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



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

ミウラ化学装置株式会社

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



信頼を持って使用される

住友の船舶用電線

井ゲタロイ
(超硬質合金工具)
熔接棒芯線
防振ゴム

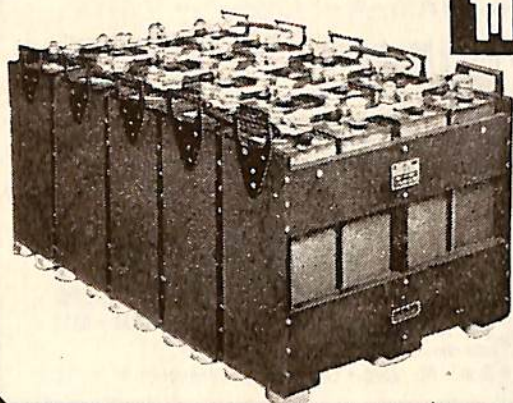
住友電気工業株式会社

大阪・東京
名古屋・福岡

鋼鉄製の蓄電池!!
 落しても、破壊しない。
 鉄鋼材を全く侵さぬ。
 長日月放置しても劣化しない。



これが…………… **GSアルカリ式**
船舶用蓄電池



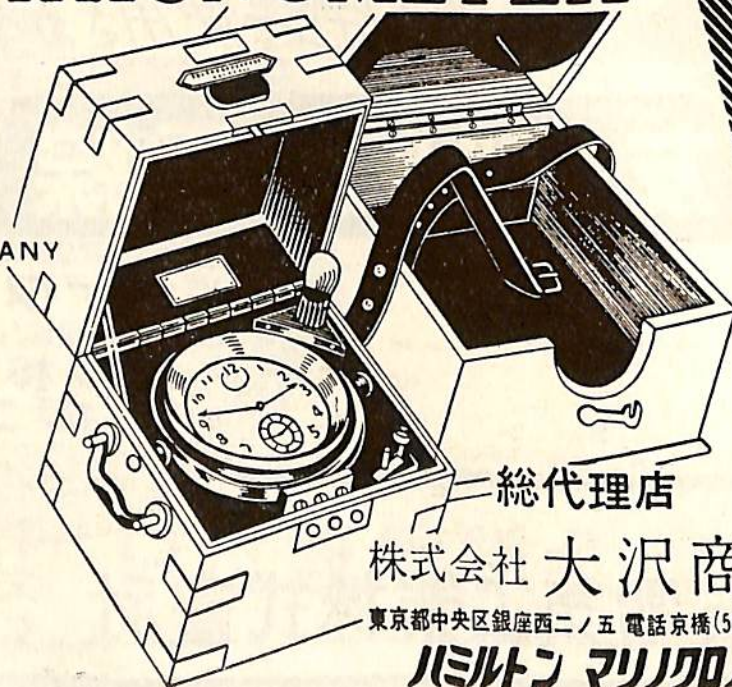
而も壽命は従来の蓄電池をはるかに超越した長大なものです。
 又電氣的にも乱暴な取扱いに充分に耐え、亦比重の測定記録の必要は全くなく、従つて保守容易で、船舶用として理想的の蓄電池です。

日本電池株式會社

本社 京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町
 支店營業所 東京・福岡・大阪・名古屋・札幌・仙台

HAMILTON MARINE CHRONOMETER

HAMILTON
 WATCH
 COMPANY



総代理店

株式会社 大沢商会

東京都中央区銀座西二ノ五 電話京橋(56)8351-5

ハミルトン マリナクロノメーター

東芝の船舶用電気機器

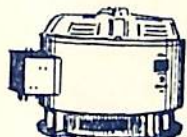


主要電気機器

発電機・シリコン変圧器
アンブリダイン式増幅発電機
磁気増幅機器・電動ウインチ
各種電動機・電動揚錨機
電動繫船機・配電盤
制御装置・その他一式



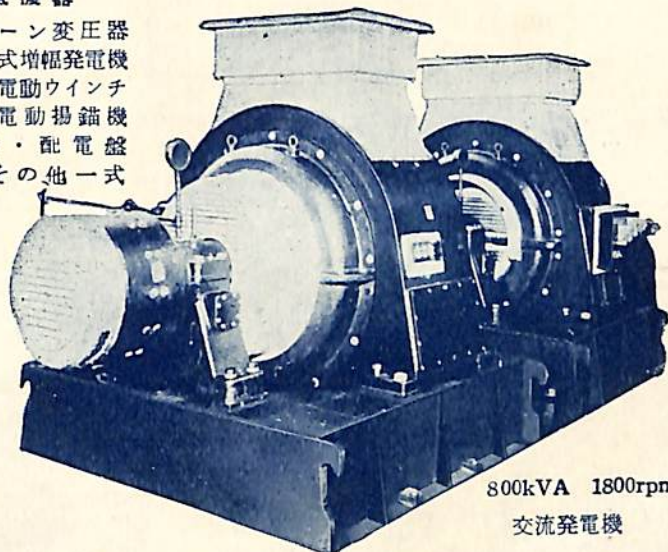
電動ウインチ



大型電動機



主配電盤



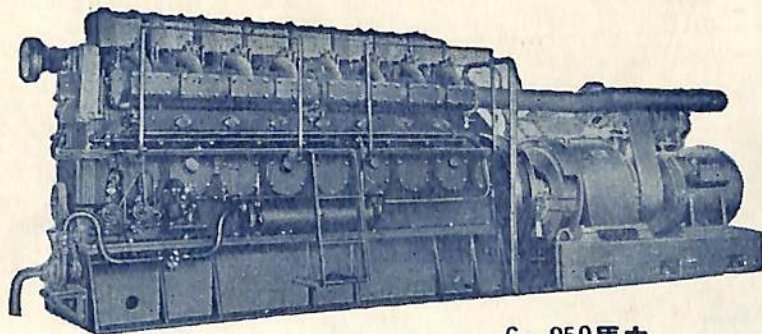
800kVA 1800rpm
交流発電機

東京、大阪、福岡、名古屋、広島、富山、**東京芝浦電気株式会社**
仙台、札幌、高松、小倉、大牟田、金沢、新潟

Toshiba

船舶補機.....

発電・動力・ポンプ用に



6~850馬力

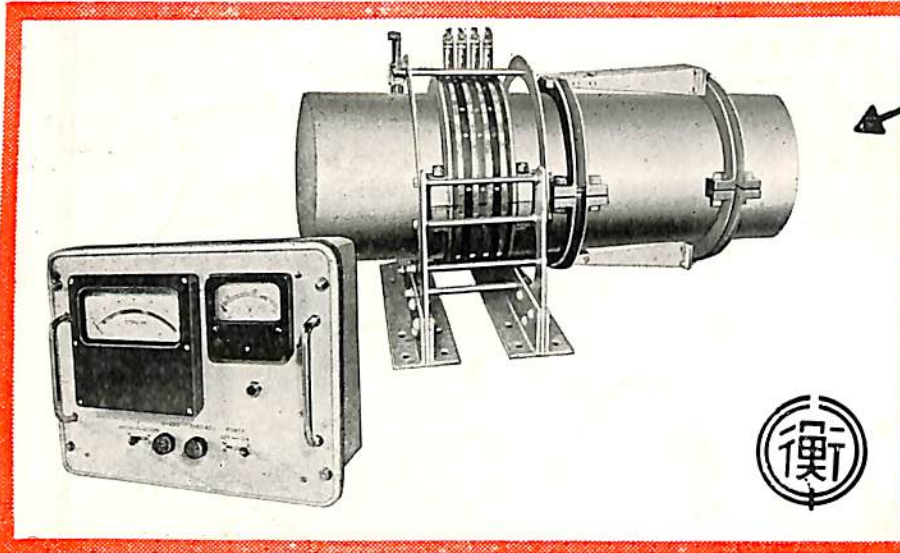
クボタ
ディーゼル



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

電気式船用トルクメーター



本機は我国最初の測定機にして航行中の船用プロペラ軸のトルクを常時、測定、監視する遠隔指示電気式トルクメーターであります。

該写真は三菱造船株式会社長崎造船所御建造のマリエッタ号に装備致したものであります。



東京都品川区北品川4の516・TEL 白金(44) 1141(代表)
 大阪市南区八幡町6 ・TEL 南(75) 6140
 福岡県宗像郡津屋崎町・TEL 津屋崎104

株式会社 東京衡機製造所

船舶 才三十一卷 才十一号
 昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可
 昭和三十三年十一月十七日 発行(毎月一回)

編集発行 東京新宿区赤城下町五〇番地
 兼印刷人 田岡健一
 印刷所 新田岡通四
 研究所 東堀通四
 修舎

WORTHINGTON



世界に誇る有名品の商標
 Worthington Corporation
 Advertising Dept.
 Harrison, N.J., U.S.A.

船舶用 カーゴオイルポンプ



詳細は下記へお問合せ下さい。

技術提携

新潟ウォシントン株式会社

東京都千代田区神田須田町2丁目 電話(25) 8351-4
 営業所 大阪市北区梅田町47(新阪神ビル) 電話(34) 4685

本号定価 一五〇円 発行所 天

東京新宿区赤城下町五〇番地
 然社
 振替・東京七九六二番
 電話東京四一九〇八番

IBM 5541