

船舶

1959. VOL. 32

昭和五年三月二十日 第三郵便物種認可
毎月一回 十一月十二日 発行
昭和三十四年十一月十二日 発行
昭和二十四年三月二十八日 運輸省特別承認 第四〇六号



森田汽船株式会社御注文
 スーパータンカー「第八雄洋丸」
 (33,965重量トン; 16.9ノット)
 昭和34年9月30日竣工
 日立造船・因島工場建造

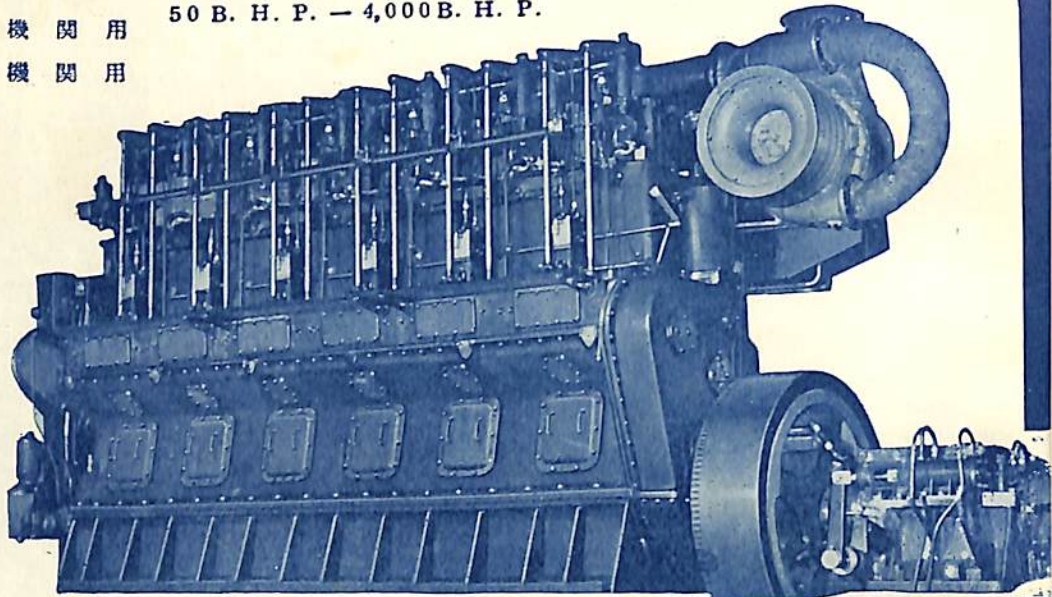
HITACHI ZOSEN

 **日立造船株式会社**

天 然 社

AKASAKA DIESEL

船 船 主 機 関 用 50 B. H. P. - 4,000 B. H. P.
 船 船 補 機 関 用



創 業
60 年



株式 赤阪鉄工所
会社

社 本 東 京 都 中 央 区 銀 座 一 丁 目 3
 北 海 道 出 張 所 大 阪 出 張 工 場 大 阪 大 丸 東 橋 本 市 中 区 北 港 5 9 4

電 話 (56) 4902, 4903
 電 話 (3) 4507
 電 話 (23) 4790
 電 話 2121-5

ながい航海
 はげしい労役に耐える....
クボタ甲板補機



久保田鉄工株式会社

大阪市浪速区船出町2丁目
 東京・福岡・札幌・名古屋・室蘭

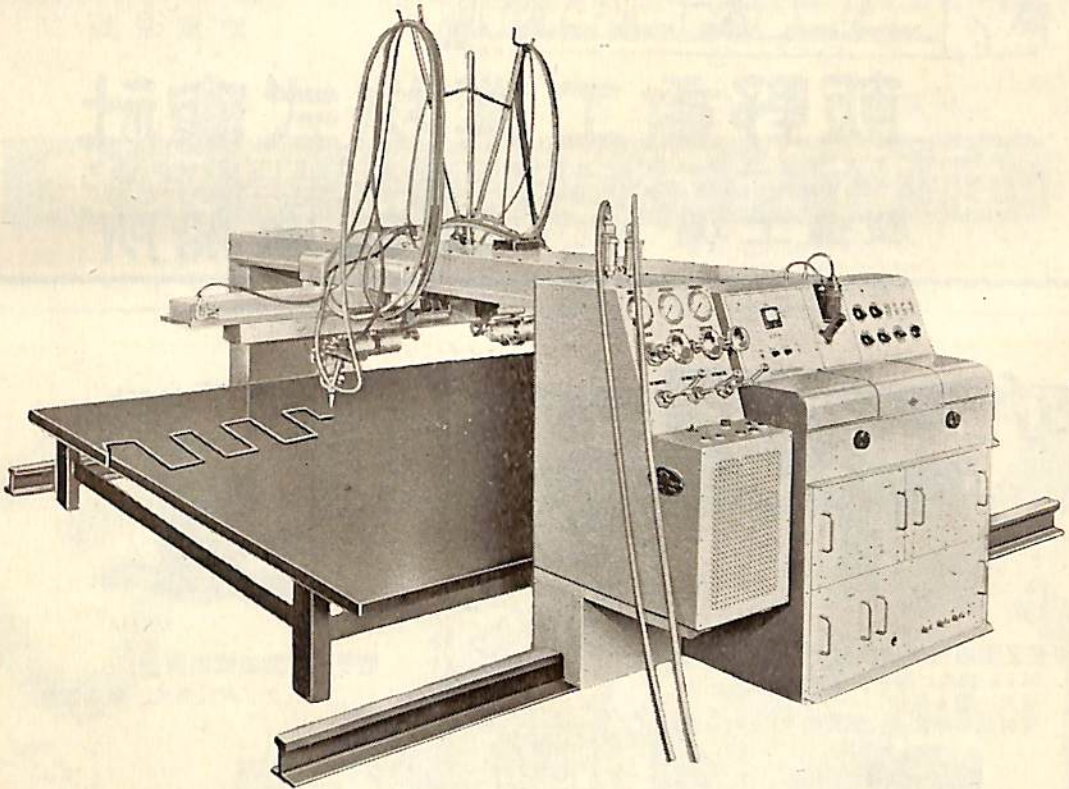


光電管制御による

本邦唯一の10倍拡大自動ガス切断機

サーボグラフ

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



仕 様

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

小池酸素工業株式會社

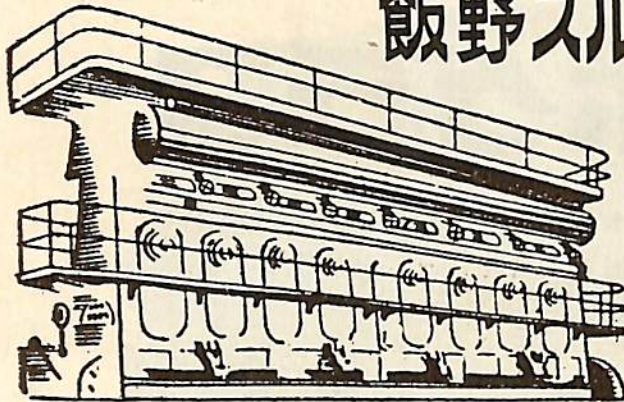
本 社 東京都墨田区太平町3丁目14番地 電話 東京 (622) 4181-6

営業所 大 阪 ・ 小 倉

IINO-SULZER

TWO-STROKE MARINE DIESEL ENGINES

飯野スルザー 船用 ディーゼルエンジン



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

小型として

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

納期最短

飯野重工業株式会社

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

製造工場 京都府 舞鶴造船所



カタログ 御入用の方は御申出下さい



電子EZ型磁気探傷装置

MIL規格に適合、各種類
普及小型も製作
電流調整無接点、無段階



電子紫外線探傷灯

S-125型・SV-125型

探傷灯は固定、手持両用

探傷

鉄鋼等よりなる粗材並びに部品等の……

◎ 主なる営業品目 ◎

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



電子EP型磁気探傷器

ポータブル交流式、価格低廉



電子管磁気探傷装置

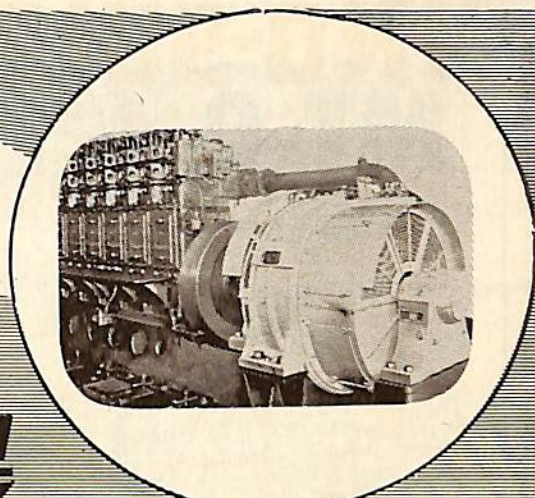
各種TYPE製作

電子磁気工業株式会社

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



中型専門メーカー
100~1,000KW



直流・交流 発電機・電動機

各種補機用電動機
管制器及配電盤

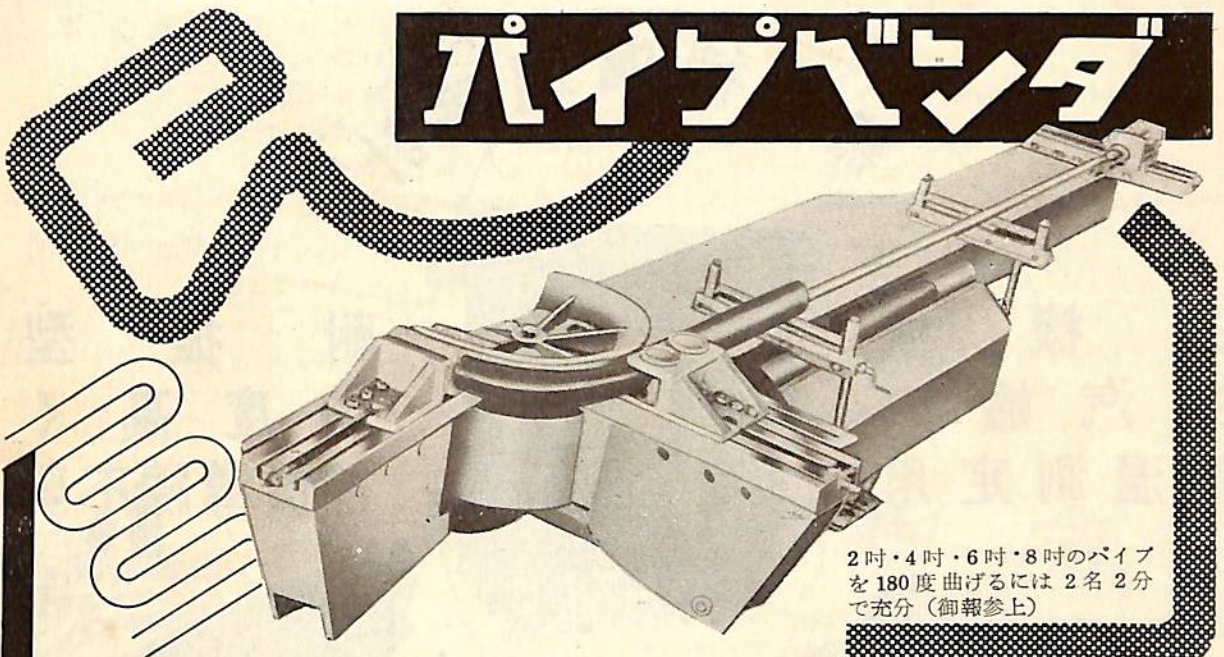
直流電弧熔接機
無線用電源電動発電機

東京電機製造株式会社

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

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

パイプベンダー



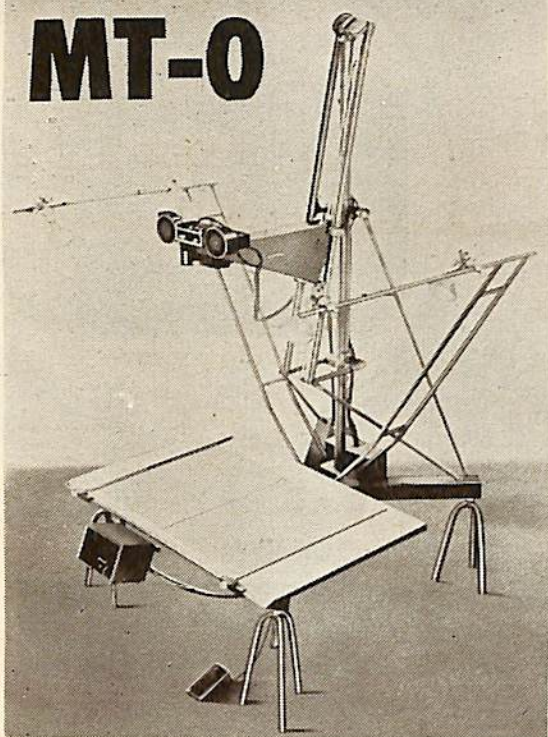
2吋・4吋・6吋・8吋のパイプ
を180度曲げるには2名2分
で充分(御覧参上)



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

MT-0



ルーモプリント

独逸科学の結晶

マイクロフィルム撮影機

マイクロフィルムシステムの御採用には使用撮影機の優秀を第一条件とします。

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



西独ルーモプリント社日本総代理店

日本事務光機株式会社

本社 東京都千代田区神田
淡路町2の11(三和ビル)

TEL(25) 0948, 0988, 3347

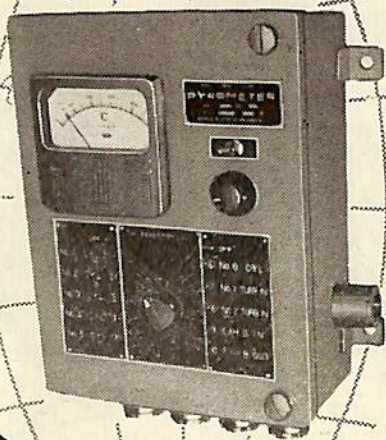
大阪営業所 大阪市北区老松町3の8
(山川ビル)

TEL大阪(36) 8645

カタログ 説明書お申込次第送呈

熱電補償温度計

主 機 械
主 汽 罐 の
高 温 測 定 用



耐 振 型
精 度 高 く
補償導線不要

東京都目黒区唐ヶ崎町625 TEL東京(712)局3171~3174
理化電機工業K.K.

船舶

第 32 卷 第 11 号

昭和 34 年 11 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 次 ◇

可変ピッチプロペラの力学	鬼頭史城…(1101)
舵の性能について—その 2 (1)	岡田 正次郎…(1109)
IEC-TC 18 マドリッド会議報告	梶原 孝…(1119)
フランス造船業—戦後のあゆみ (1)	山口千明…(1131)
日本合成ゴム, 656 DWT LPG TANKER について	播磨造船所…(1138)
船舶用電気界における SK シリーズ (1) 最新型船舶への電気推進方式の利用	柴田 福夫…(1140)
船舶とオートメーション (5)	船舶自動制御研究会…(1145)
〔原子力船・文献〕	
10,000 SHP のタンカー推進用ガス冷却原子炉	(1149)
10,000 SHP 原子力船ガスタービン・プラントのガス循環	(1153)
原子力ガスタービン船プラントの伝熱	(1156)
〔水槽試験資料 106〕二軸車両渡船の模型試験	
鋼船建造状況月報 (昭和34年 9 月)	船舶編集室…(1158)
〔特許解説〕・内燃機関装置	船舶局造船課…(1161)
写真進水—☆ 富浦丸 ☆ 鉄山丸 ☆ 明和丸 ☆ 東和丸 ☆ 邦和丸 ☆ おおたか	
☆ NIKITAS ROUSSOS	
竣工—☆ 才五覚栄丸 ☆ 才二京阪丸 ☆ GEORGE A. DAVIDSON ☆ LAMUT	
☆ DESH DEEP ☆ MANILA ☆ しろがね	
☆ 起工せる超大型油槽船 NAESS SOVEREIGN の完成予想図	

世界の最高水準を行く!! 船舶用資材

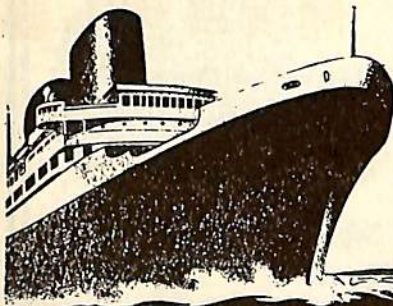
QUIGLEY CO. BIRD-ARCHER CO. CORDO BOND CO. AMERCOAT CORP. MANGANESE BRONZE & BRASS CO. JARO CO. ENGINEERING CO. FÄRBERITTE/CO.

ブリックシール・バスコート・インシュラグ・パネラグ・エキジット助燃剤・コードボンド
バードアーチャー清缶剤・ダイメットコート・シミター・ニカリアム・プロペラ・ハーバタイ

日 本 総 代 理 店

井 上 商 会

井 上 正 一



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



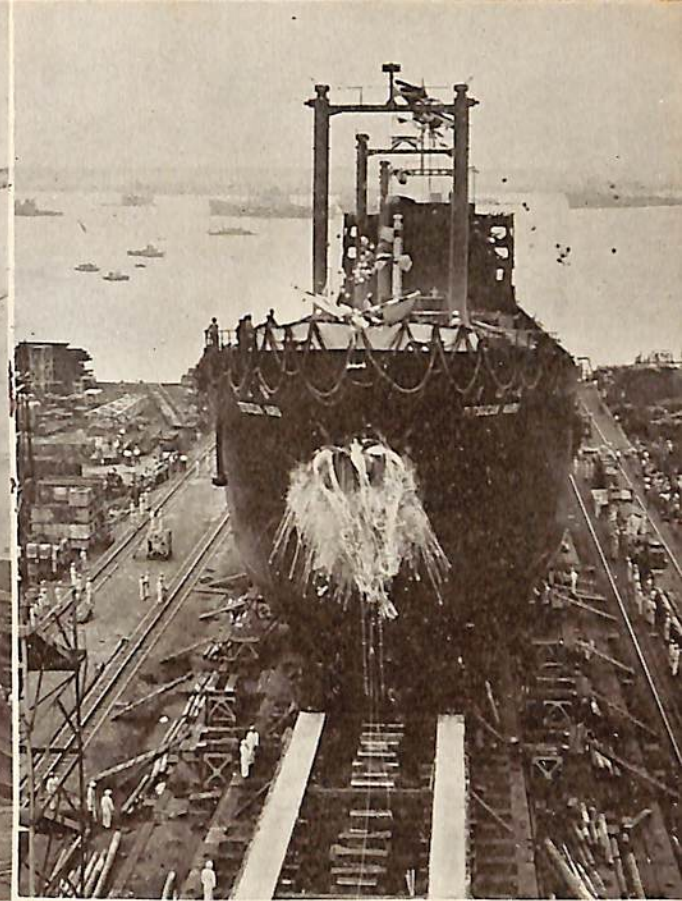
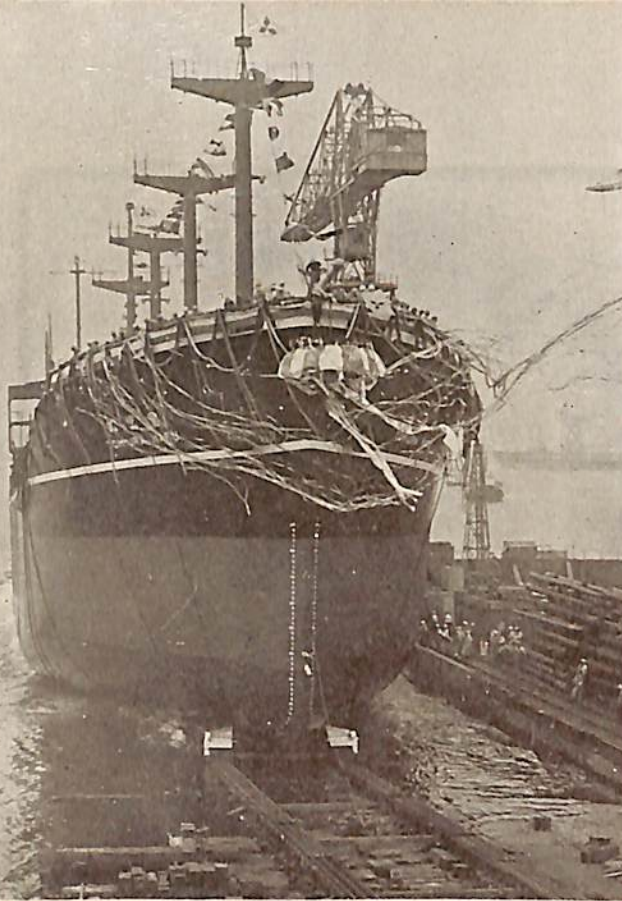
特長

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



富 浦 丸

船 主 三菱海運株式会社
日本鉱石輸送株式会社
造船所 三菱日本重工業・横浜造船所

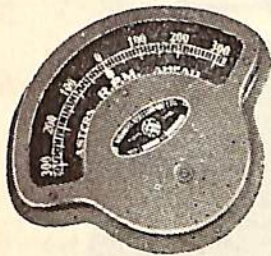
全長約 156.60 m 長(垂) 147.00 m 幅(型) 20.40 m
深(型) 11.30 m 吃水 8.50 m 総噸数 約 9,400 噸
載貨重量 約 15,000 噸 速力 15.2 ノット 主機
横浜 M・A・N 単動二衝程 6 気筒排気ガスタービン過給機
付 K 6 Z⁷⁰/₁₂₀ C 型ディーゼル機関 1 基
出力 5,400 BHP × 120 RPM 船級 NK 起工
34-3-11 進水 34-10-1 竣工 34-11-予定

鉄 山 丸

船 主 東邦海運株式会社
日本鉱石輸送株式会社
造船所 名古屋造船株式会社

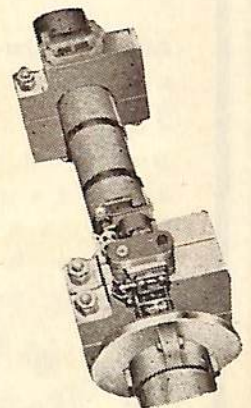
全長約 157.80 m 長(垂) 148.00 m 幅(型) 20.20 m
深(型) 12.00 m 吃水 約 8.534 m 総噸数 約 9,400 噸
載貨重量 約 15,000 噸 速力 約 15.5 ノット 主機
横浜 M・A・N K 6 Z⁷⁰/₁₂₀ C 型ディーゼル機関 1 基
出力 5,600 BHP 船級 NK 起工 34-2-12
進水 34-9-16 竣工 34-11 予定

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
 - ◇振動式回転計
 - ◇時計式回転計
 - ◇ストロボスコープ
 - ◇電気式回転計
 - ◇マグネット回転計
 - ◇超高速電子式回転計
 - ◇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
 - ◇携帯用トーショングラフ
 - ◇直読式光学振計
 - ◇携帯振動計

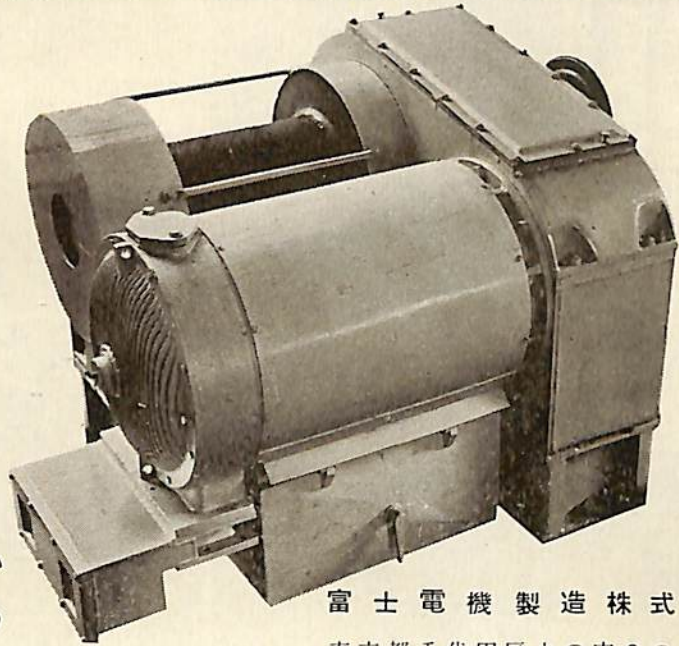


創業32年



株式 倉本計器精工所 研野式光学振計
会社

本社 東京都大田区原町6 電話蒲田 (79) 2039・2629・1640
柏工場 千葉県柏市柏 電話柏2番



堅牢で故障がない
保守が簡単である
消費電力が少ない

富士電機製造株式会社
東京都千代田区丸の内2の6



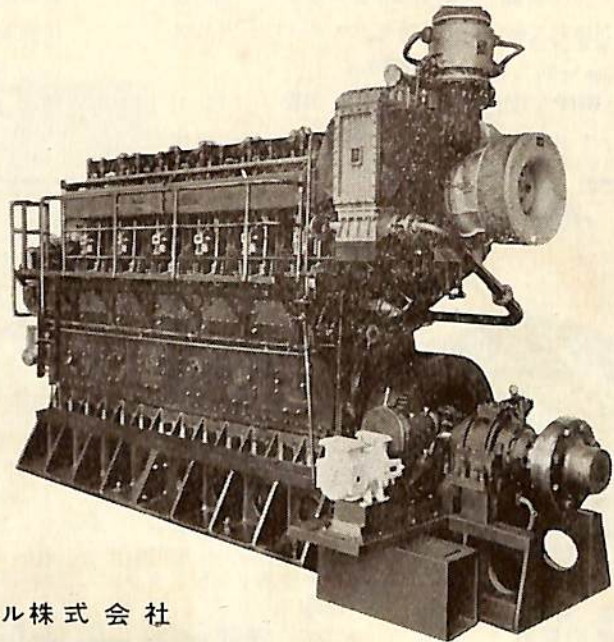
富士

交流揚貨機

ディーゼル機関

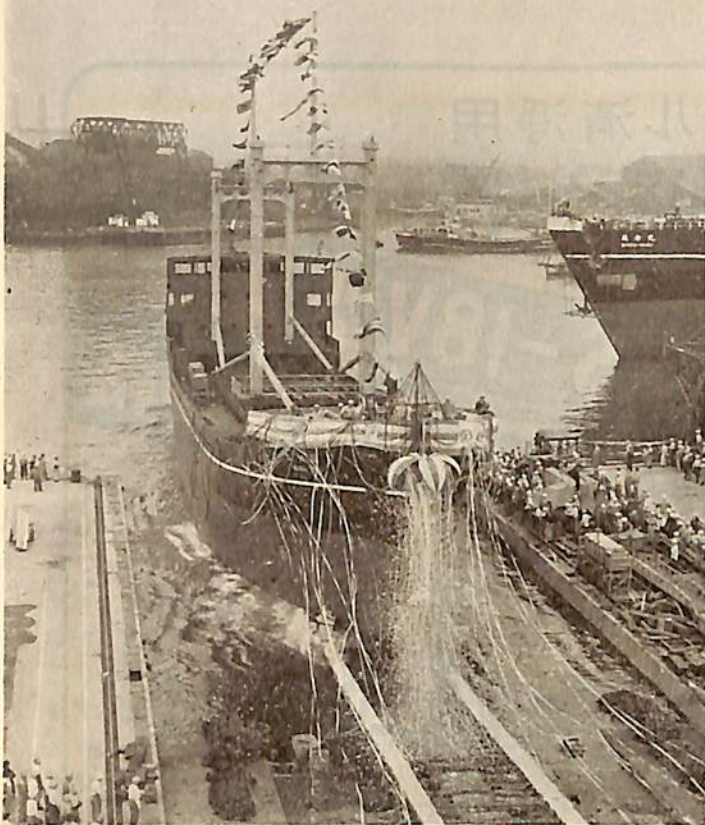
500HP~3000HP

船舶	主機	関用
	補機	関用
陸用	各	種



富士ディーゼル株式会社

東京都千代田区丸の内3の2 TEL (28) 1251~6



明 和 丸

船 主 共和産業海運株式会社
 造船所 佐野安船渠株式会社

全長 82.98 m 長(垂) 77.50 m 幅(型) 12.00 m
 深(型) 6.00 m 吃水 5.16 m 総噸数 約 1,595噸
 載貨重量 2,580噸 速力 約 14ノット 主機 過
 給機付単動4サイクル無気噴油ディーゼル機関(新潟鉄
 工所製)1基 速力 1,500 BHP×275 RPM
 船級 NK 起工 34-7-25 進水 34-10-6
 竣工 34-11-末予定



東 和 丸

船 主 日東商船株式会社
 造船所 株式会社・藤永田造船所

全長 147.476 m 長(垂) 137.600 m 幅(型) 18.90 m
 深(型) 11.735 m 吃水 8.795 m 総噸数 約 8,600噸
 載貨重量 約 13,000噸 速力 約 17.0ノット 主機
 三井 B&Wターボチャージドディーゼル機関 762-VTBF
 -140型1基 出力 6,300 BHP×135 RPM 船級 NK
 起工 34-3-20 進水 34-9-6 竣工 34-11-
 20 予定

8

つの

船舶塗料

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

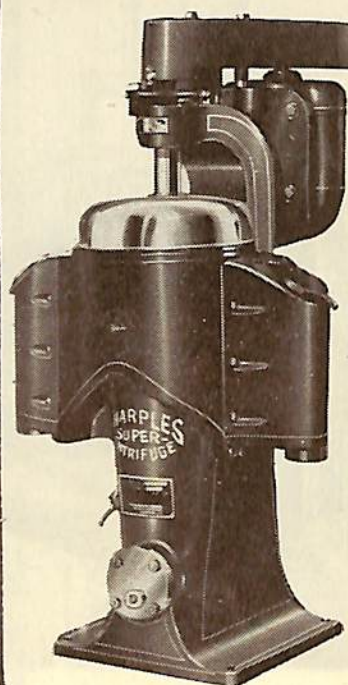
大阪市大淀区浦江北4
 東京都品川区南品川4



日本ペイント

バンカーオイル清浄用

One Pass Purifier 遂に完成!



最新型 AS-18V型

シャープレス油清浄機

米国シャープレス・コーポレーション

日本総代理店

セントリフューガス リミテッド

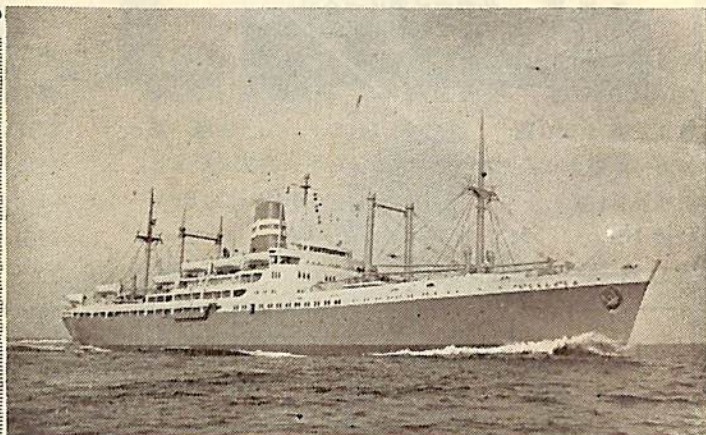
巴工業株式会社

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

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

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

TP



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

帝国ピストンリング株式会社

本 社 東京都中央区八重洲3の7 (電)27-2826

営業所 東京 大阪 名古屋 小倉 島広 札幌

NIKITAS ROUSSOS

船主
MARITIME CARRIERS, LTD.

造船所
新三菱重工業・神戸造船所

全長 177.00 m 長(垂) 164.00 m
幅(型) 22.60 m 深(型) 13.10 m
吃水 9.25 m 総噸数 13,900 噸
載貨重量 20,000 噸 速力 18ノット
主機 三菱神戸ブルザーディーゼル
機関 "8 RSAD 76" 型 1基
出力 10,700 BHP×118 RPM
船級 A B 起工 34-5-21
進水 34-9-23 進工 34-12-予定

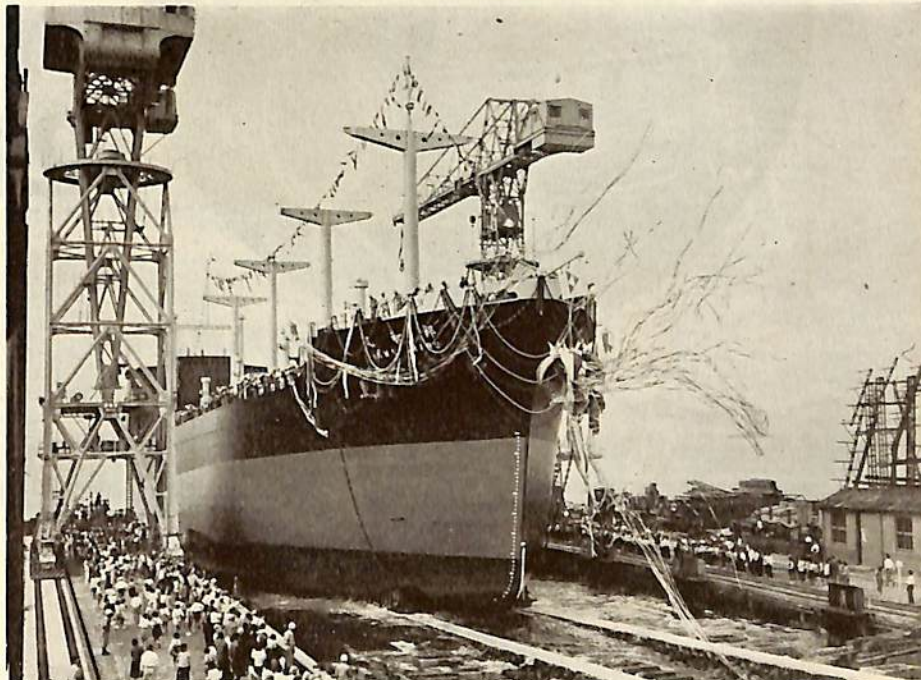


邦 和 丸

船主 日邦汽船株式会社
木下商店

造船所 三菱造船・広島造船所

長(垂) 153.00 m 幅(型) 21.40 m
深(型) 11.90 m 吃水 8.87 m
総噸数 11,650 噸 載貨重量
18,000 噸 速力 13.75 ノット
主機 三菱長崎ディーゼル機関
7 UEC⁶⁵/₁₂₅ 型 1基 出力 6,600 BHP
進水 34-9-30

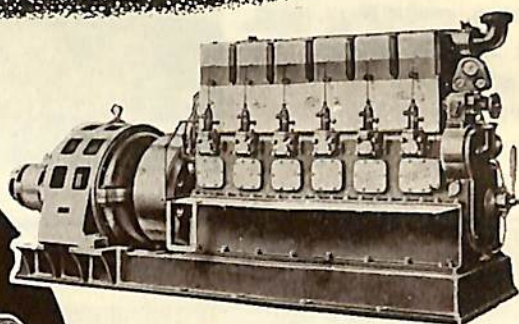
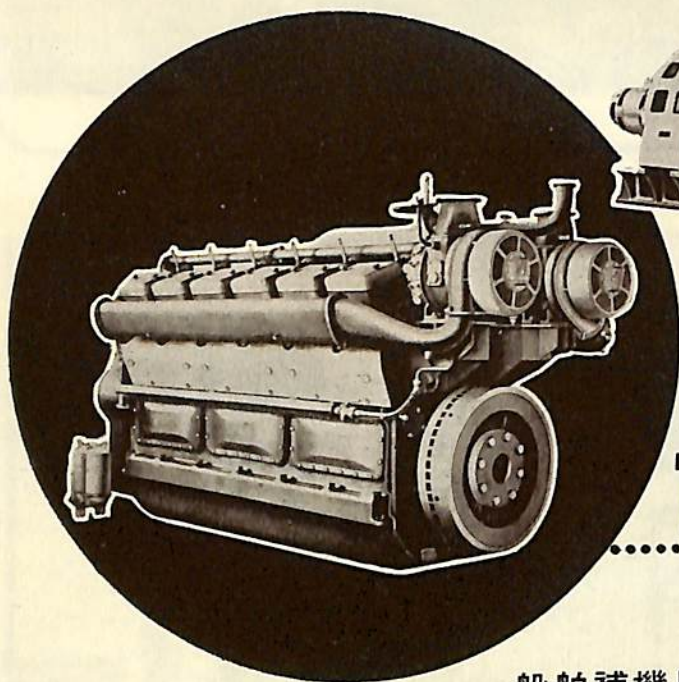


YANMAR DIESEL ENGINES



船舶補機に……

ヤンマーディーゼル



6MSL
X 150 KVA

12ML-T

570馬力～600馬力

船舶補機用 2～600馬力



日本工業規格合格品

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



ヤンマーディーゼル株式会社

本社 大阪市北区茶屋町62番地

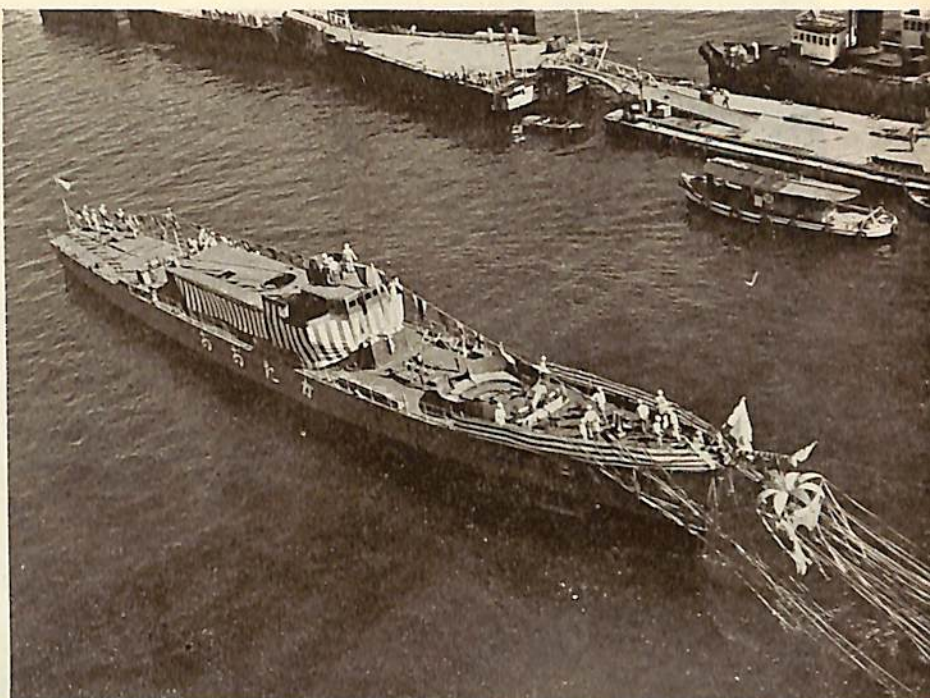
支店 大阪・東京・福岡・札幌・高松
出張所 金沢・岡山・旭川・別府

お お た か

船主防衛庁

造船所 株式会社 呉造船所

長(垂) 60.0 m 幅(型) 7.1 m
 深(型) 4.4 m 吃水 2.3 m
 基準排水量 約 440 噸 速力
 約 20 ノット 主機 三井 B&W
 ディーゼル機関 2 基 出力
 約 4,000 BHP 起工 34-3-18
 進水 34-9-3

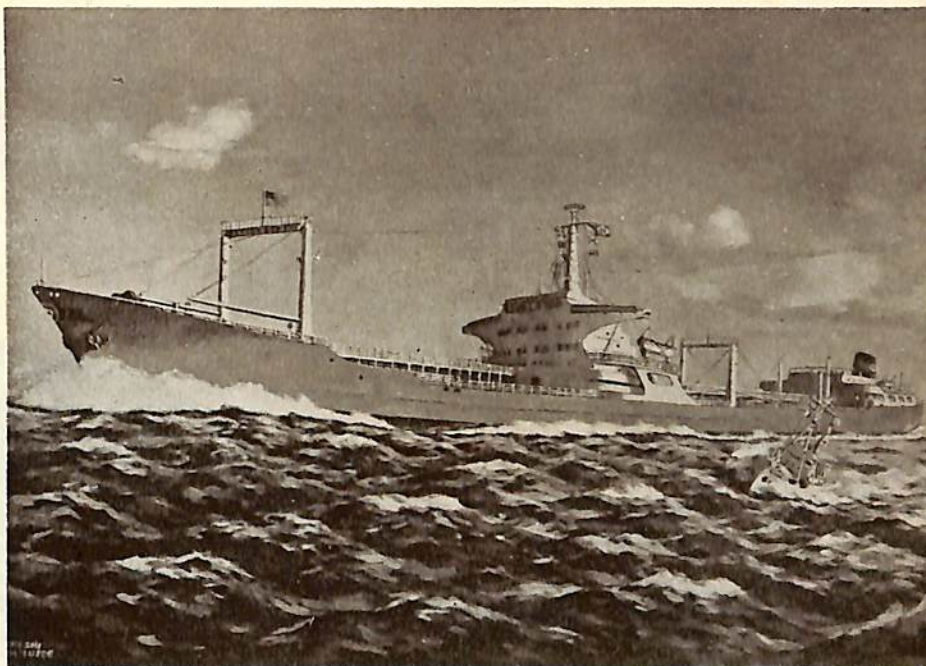


主要武器 40 耗連装機銃 1 基 短魚雷落射装置 1 基 爆雷投下機 1 基 ヘッチホッグ 1 基

超大型 87,500 トン

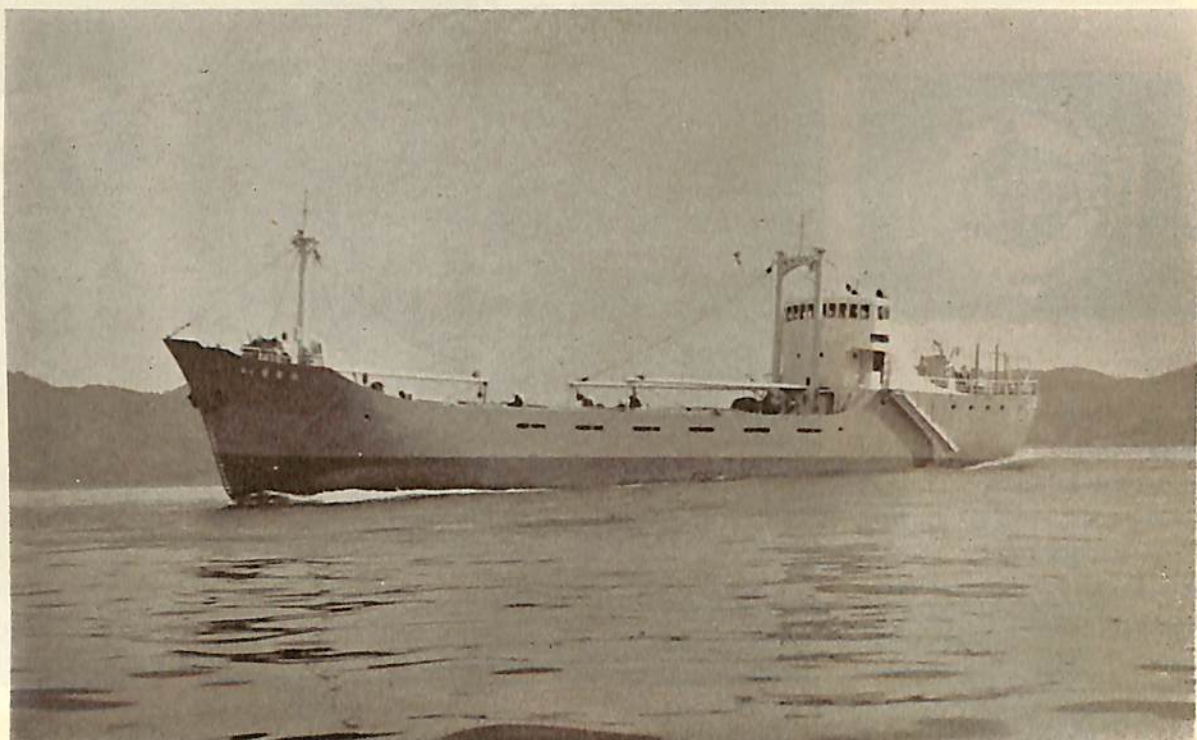
モンスタータンカー起工

三菱造船長崎造船所では 11 月 2 日 87,500 重量トン型 モンスタータンカー 第 1 船「ネス・ソヴリン号」(NAESS SOVEREIIEN) の起工式が挙行された。これはわが国の造船所で建造される最大のもので、昨年 9 月 20 日 英国アングロ・アメリカン・ SHIPPING 社と契約した同型船 2 隻のうちの 1 隻である。



NAESS SOVEREIIEN 完成予想図

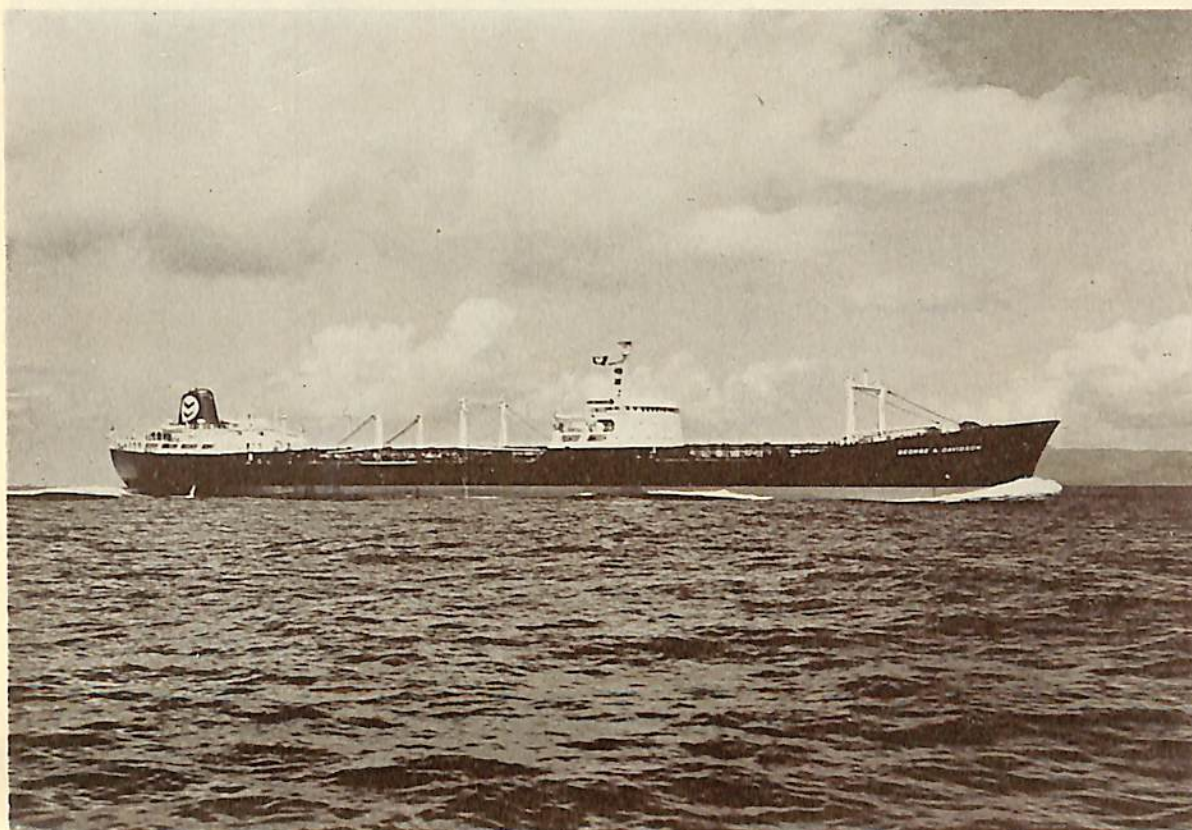
長(垂) 254.00 m 幅(型) 37.20 m 深(型) 19.50 m 吃水 14.33 m
 総噸数 約 57,500 噸 載貨重量 約 87,500 噸 速力 16.0 ノット 主機
 三菱エッシャウイス型タービン 1 基 出力 24,000 SHP 起工 34 11-2



丸 五 才

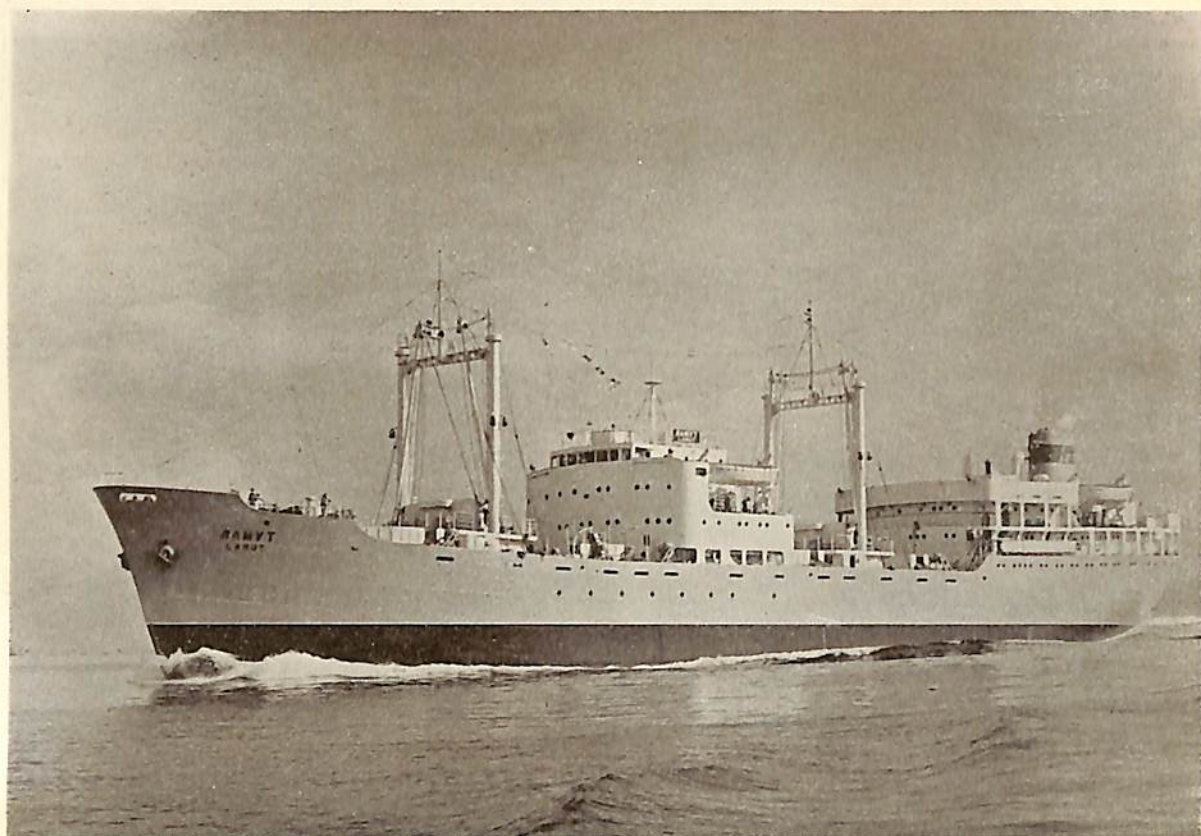


丸 二 京



GEORGE A. DAVIDSON

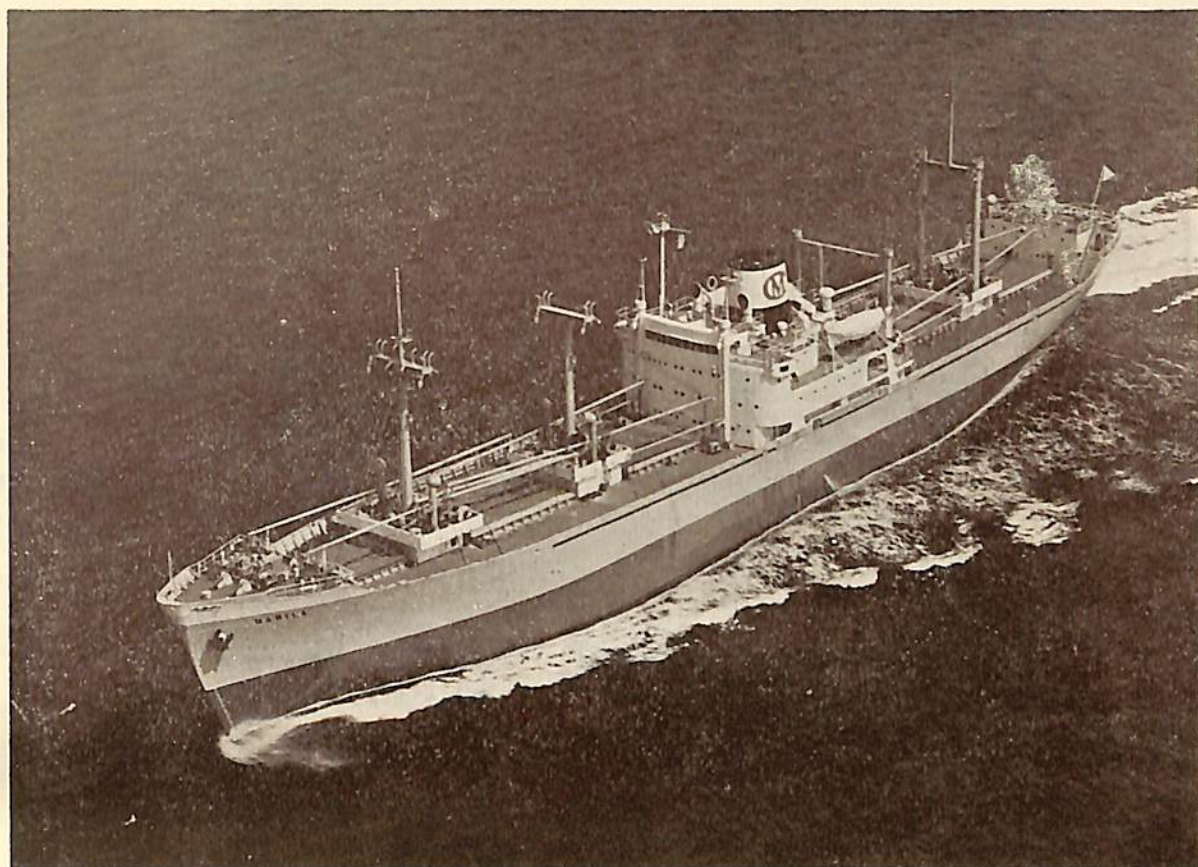
船名	才五覚栄丸	才二京阪丸	GEORGE A. DAVIDSON
要目			
全長	43.01 m		
長(垂)	38.50 m	41.00 m	205.740 m
幅(型)	7.00 m	8.20 m	29.566 m
深(型)	3.40 m	3.75 m	15.354 m
吃水	3.07 m	3.370 m	10.944 m
総噸數	288.82 噸	379.55 噸	26,000 噸
載貨重量	411.22 噸	553.70 噸	41,531 噸
速力	10.8 ノット	11.568 ノット	17 ノット
主機	木下鉄工所 4 サイクルデーゼル機関 6 UBKE × 1 基	過給機付ハリマズルザーデーゼル機関 5 TAD 24 型 1 基	三菱エッシャウイス型タービン
出力	350 BHP × 400 RPM	255 BHP	17,600 SHP
船級			A B
起工	34-5-21	34-6-25	33-12-5
進水	34-9-18	34-8-5	34-5-12
竣工	34-10-4	34-9-8	34-9-30
船主	山道利義	京阪煉炭株式会社	CALIFORNIA SHIP-PING COMPANY
造船所	松浦鉄工造船所	株式会社 播磨造船所	三菱造船・長崎造船所



LAMUT



DESH DEEP



MANILA

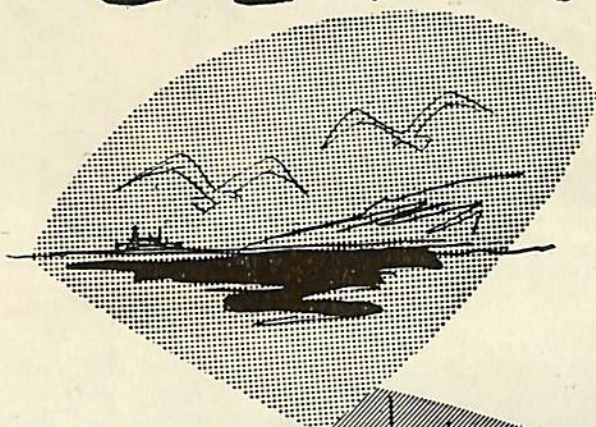
船名		L A M U T	D E S H D E E P	M A N I L A
要目				
全長		110.22 m	145.00 m	146.36 m
長	(垂)	102.00 m	135.00 m	137.00 m
幅	(型)	16.00 m	19.40 m	19.00 m
深	(型)	9.00 m	9.40 m	11.80 m
吃水		5.59 m	7.461 m	8.87 m
総噸數		4,982.29 噸	8,196.63 噸	8,246 噸
載貨重量		4,100.00 噸	11,226.00 噸	11,556.7 噸
速力		14.592 ノット	14.256 ノット	19.5 ノット
主機		日立 B&W デーゼル機 関 1 基 650-VBF 10 型	ハリマズルガーディーゼ ル機関 6 SAD 60 型 1 基	横浜 M・A・N 単動二衝程 7 気筒排気ガスタービン過 給機付 K 7 Z 78'140 C 型 ディーゼル機関 1 基
出力		3,360 BHP × 200 k/m	3,500 BHP	9,300 BHP × 118 RPM
船級		L R	L R	A B
起工		33-12-6	34-4-24	33-11-15
進水		34-4-22	34-6-30	34-5-23
竣工		34-9-21	34-9-30	34-10-13
船主		ソ連	THE WESTERN SHIP- PING CORPORATION LTD.	フィリピン共和国政府
造船所		日立造船・向島工場	株式会社 播磨造船所	三菱日本重工業・横浜造船所



快適な船旅にソフトな床材

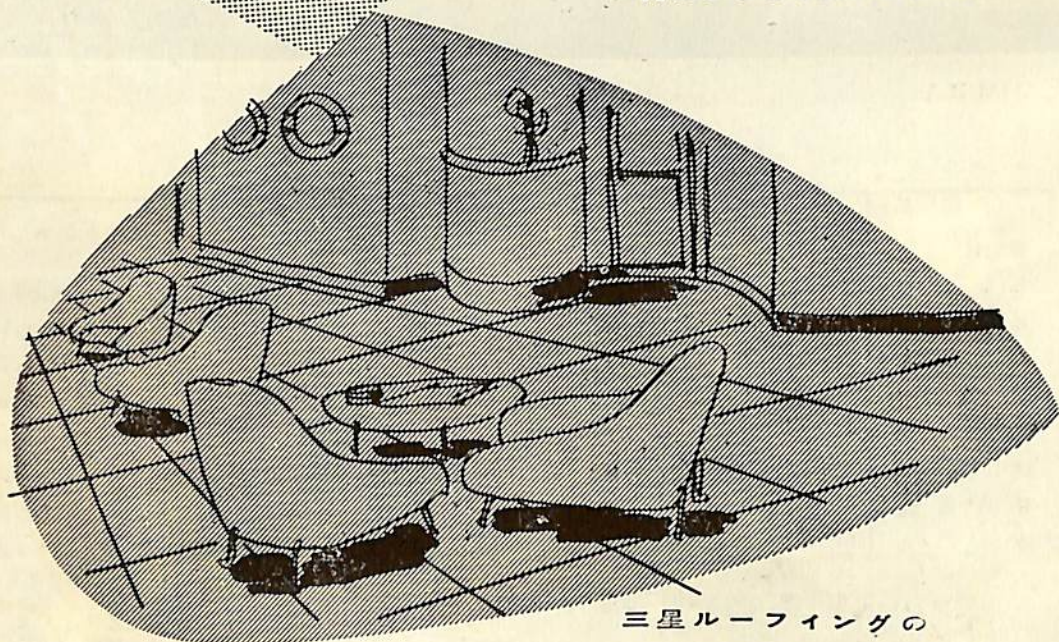
高級弾性床タイル

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

しろがね

船主
瀬戸内海汽船株式会社

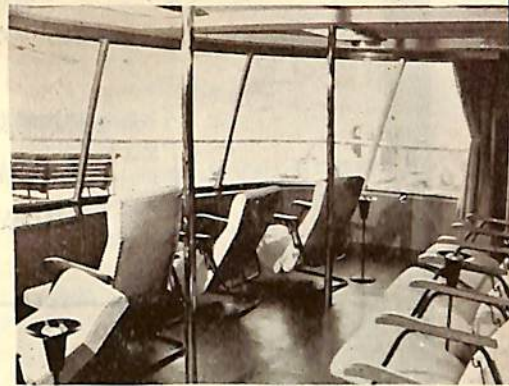
造船所
佐野安船渠株式会社



写真右上より

全長	45.56 m
長(垂)	42.00 m
幅(型)	7.40 m
深(型)	3.20 m
吃水	2.30 m
総噸数	359.32 噸
速力	15.04 ノット
主機	過給機付4サイクル単動無気噴油トランクピストン型ディーゼル機関(日本発動機製S6 NV-38)1基
出力	1,000 BHP×325 RPM
起工	34-4-16
進水	34-7-25
竣工	34-9-30

☆ 喫煙室兼サンルーム
☆
☆ オーナスルーム
左下
☆ サロン





船舶交流化に優秀な
三菱極数変換式ウインチ

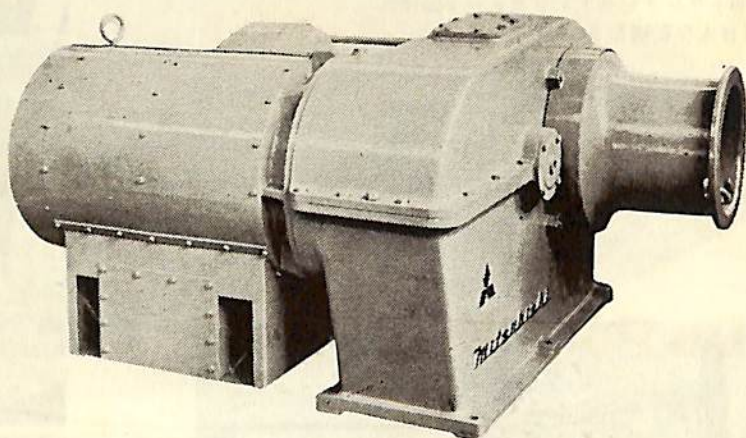
三菱

電動揚貨機

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

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

日
S
K
形
交
流
電
動
揚
貨
機

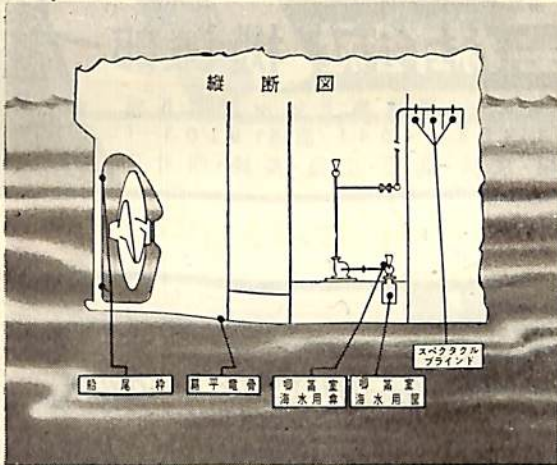
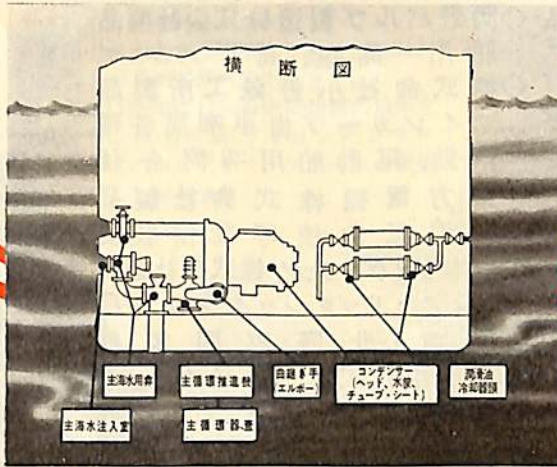


三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内 東京ビル

Du Pont neoprene 製の

保護塗装は
船用機器の
腐蝕を
防ぎます



上図は有名な石油精製会社が、ネオプレン塗装のバルブ、ポンプ、コンデンサーのヘッド、その他海水に曝らされて腐蝕しやすい機器に用いた、船の部分を示しています。

船用機器の弱い部分が、海水によって腐蝕されることは、造船業者や船主によって長い間悩みの種となっておりました。経費のかかる修理や、部品の完全な取換えを僅か六年乃至八年毎に行う必要があります。

或る有名な大石油会社の技師達は、この問題を解決するためにデュポン社のネオプレンをいろいろと応用することを思ひつきました。(左図参照)この化学ゴムを船用機器の最も弱い部分に塗装して、実験してみました。その結果、数年間塩水に曝らされたにも拘らず、それらの部分—コンデンサー、海水用弁、サーキュレーター、スペクタクル、ブライント—等には、全く悪い結果が見られませんでした。すべての部分は完全な状態のままでした。

デュポンのネオプレンは実際の使用面でその真価を發揮しました。適当に混合すれば、海水、油、腐蝕、電蝕作用等に高度の耐抗性を示しました。

腐蝕の問題でお困りなら、ぜひ、デュポン製ネオプレンの利点を御研究下さい。保護被覆の製造者達は、被覆用に使用する場合のこの化学ゴムの利点につき、又、これがどんなに貴方のお役に立つかを喜んで御説明申し上げます。

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。尚、資料に関しましては、クーポンを御利用下さい。

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

Du Pont Neoprene



化学を通じ……よりよき生活のため、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取りの上、上記代理店宛お送り下さい。
資料を差し上げます。(フネ11) 733

ABC

營業品目

- ◇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
サインカーブ歯車唧筒各種
汽動、電動船用唧筒各種
- ◇北辰電機株式会社製品
テンプションウイッチ
- ◇東方電機株式会社製品
船用氣象模写受信装置
- ◇日本ヴィクトリック株式会社製品
C-プレート転輪羅針儀
単、複式オートパイロット
コースレコーダー及ログ
- ◇東京・北辰協同製作
ヴィクトリックジョイント各種
- ◇株式会社御法川工場製品
船用自動石炭燃燒機
船用重油噴燃装置
- ◇東京・北辰協同製作
北辰中村式オートパイロット
テレモーター

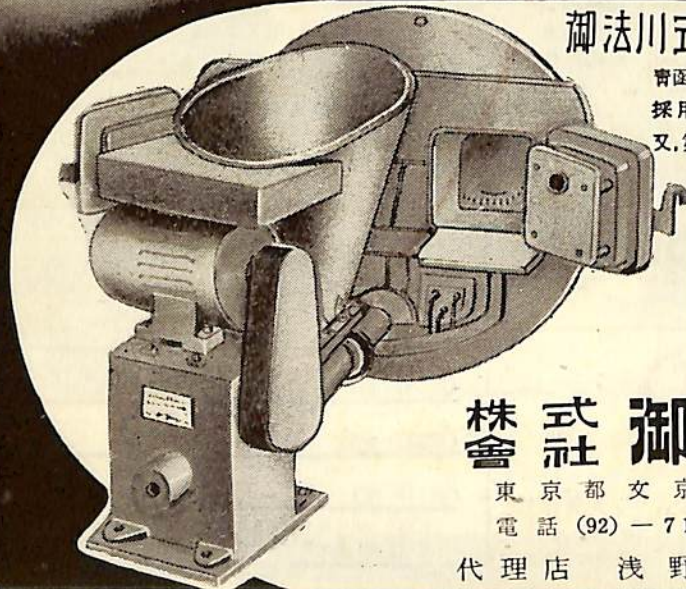
浅野物産株式会社 機械部

東京都丸の内一丁目六番地の一東京海上ビル新館8階
電話 東京28局(代表)4521, 4531, 4541(直通)9103-
大阪・名古屋・門司・仙台・札幌・横浜・高松・広島・長崎・四日市

MINORIKAWA

古い歴史と高性能を誇る

御法川の船用燃燒機



御法川式船用自動給炭機

青函連絡船 渡島丸, 日高丸, 十勝丸, 石狩丸に
採用せられ、幾多の好記録に基き引続き今年
又、第十二青函丸用として註文御下命の光榮に浴す

- 營業品目
特許御法川式マリンストーカ
船用噴射式重油燃燒機
船用ロータリーオイルバーナー
船用油焚自動式温水罐
ホットエアーファーン

株式会社 御法川工場

東京都文京区初音町4番地
電話(92)7158(代表), 7159, 7150

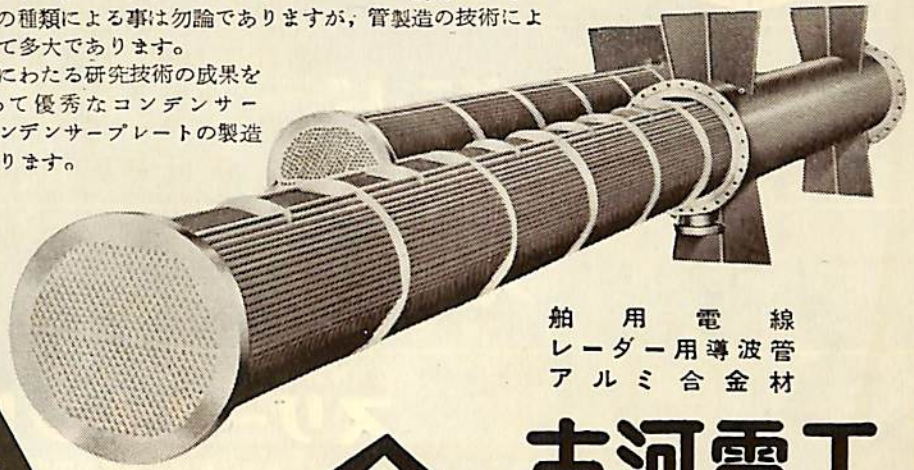
代理店 浅野物産株式会社

古河のエバーグラス (コンデンサーチューブ)(J.I.S 第4種)

船舶用、火力発電用の各種機関、化学工業、石油工業等に広く使用されるコンデンサーチューブ、コンデンサープレートの寿命は、その使用する合金の種類による事は勿論であります；管製造の技術によることが極めて多大であります。

当社は多年にわたる研究技術の成果を基とし、極めて優秀なコンデンサーチューブ、コンデンサープレートの製造をいたしております。

古河の製品はJIS第4種です



船用電線
レーダー用導波管
アルミ合金材



古河電工

本社 東京都千代田区丸の内2の14
電話 東京211局大代表0811

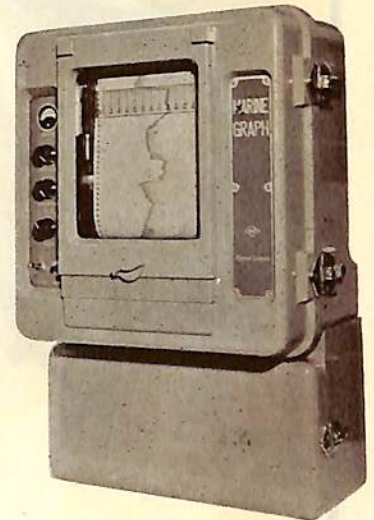
NEC Marine Graph

(音響測深機)



営業品目

- NEC製 { 各種音響測深機
 各種魚群探知機
- 沖電気製 { ロラン、レーダー
 SSB無線機
- 風向風速計
- 其他船舶用電気機器



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、釧路、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



技術革新への最短コース!

パッキング剤

スリーボンド

シートパッキングにかわる
刷毛塗り出来るパッキング

コーティング、ライニング剤

スリーロイ

防蝕、塗装、金属充填

強力接着剤

スリーセメント

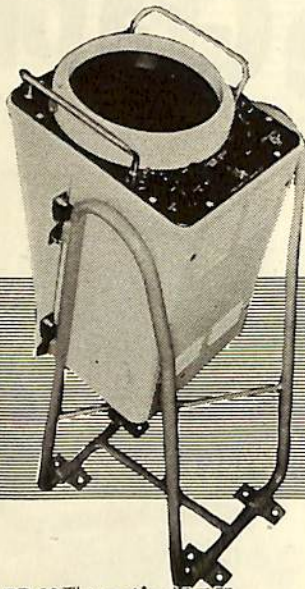
特殊ハイエキス配合の世界的接着剤

製造発売元

株式
会社

東京スリーボンド

本社・営業所 東京都大田区糞谷町四丁目六番地
工場及研究部 電話 羽田 (74) 0251-0454-0888
営業所 横浜・大阪・名古屋・松山・小倉・札幌



BR 20型レーダー指示器

マリンレーダーのことなら

東京計器へ!



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

株式会社 東京計器製造所

東京都大田区東蒲田 4 丁目 31 番地 TEL. (73) 2211-9
神戸・大阪・函館・横浜・名古屋・下関・長崎

—— カ タ ロ グ 贈 呈 ——

1. 緒 言

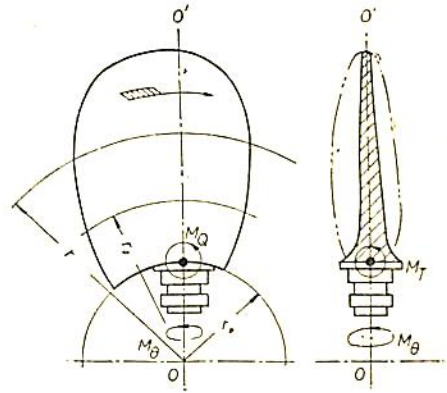
可変ピッチ・プロペラの利点については、今までによく検討せられている。また実船にこれを採用した例も段々に多くなりつつある。可変ピッチ・プロペラを設計し、運転するに当つて、技術上考えねばならないのは、なんと言つても可変ピッチの機構である。つぎはピッチを調節するとき、プロペラの翼に加えられる力の関係である。可変ピッチの機構については、従来発表されたものが少くないが、力の関係については余り記されたものが見当たらない。実は、可変ピッチ・プロペラだからといつて特に変わった点があるわけではなく、普通のプロペラと同じであり、ホス比が大きい点だけが変わつていゝのである。それ故、普通のプロペラと同じ設計でよいわけであるが、翼がその翼軸のまわりに回転するといゝる力関係を生ずる。また可変ピッチの機構を動かすサーボ・ピストンの油圧の決定には、翼に加わる水圧力の大きさが要になる。この報告では、可変ピッチ・プロペラの設計に必要な水力学の計算法をいくつか述べ、かつ数値例についてこれを数値的に例示したものである。使用した数値例は実際におこりそうな例をえらんではあるが、必ずしもその通りのものが実在するという意味ではない。

本文は、筆者の思い付きの域を出ないものであり、もつと調べねばならない問題は他のにもあると思われる。筆者が一言申したいのは、可変ピッチ・プロペラの問題に限らず、日本人の技術力と学力とをもつて解決し得るはずのことを、外国からお金を出して教えてもらつてゐることが、かなりあるのはまことに残念だということである。

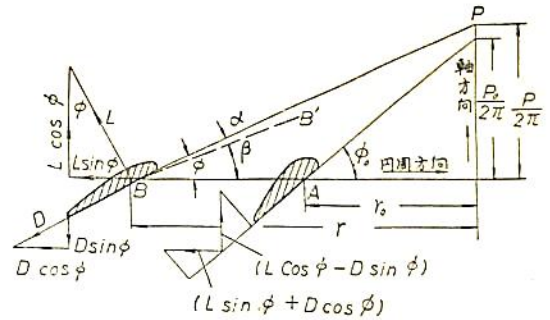
2. 水圧力によつて翼軸に生ずるモーメント

第1図は可変ピッチ・プロペラの翼と翼軸とを示す略図である。この翼が作動するとき、水圧力の作用によつて、推力とトルクとを生ずる。プロペラ翼をある半径 r の円筒面に切つた断面と、半径 r_0 (r_0 は他の半径) で切つた断面とに対して、力の関係を示せば第2図のごとくなる。そして、この第2図によつて、プロペラに作用するところの推力とトルクとを計算し得ることは、後に記す通りである。

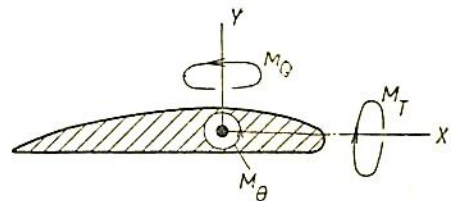
翼に作用するところの力の総合作用として、翼の付け根に力とモーメントとを生ずる。モーメントは(イ)付



第1図 プロペラ翼の略図



第2図 プロペラ翼に作用する力の説明図



第3図 付け根の翼断面に作用する偶力

け根の翼断面(第3図)の軸 X のまわりに廻そうとするモーメント M_T (仮りに横曲げモーメントとよぶ) (ロ) 同じく軸 Y のまわりに廻そうとするモーメント M_Q (仮りに縦曲げモーメントとよぶ) (ハ) 付け根の翼断面の XY 軸に垂直の方向の軸のまわりに廻そうとするモーメント M_θ (仮りにこれをねじりモーメントとよぶ。この M_θ は翼軸 OO' (第1図) のまわりのモーメントになる。)

(イ) のモーメント M_T と (ロ) のモーメント M_Q

とを求める公式は、筆者が既に示しておいたものを使えばよい。(文献(1))その公式は、要約すれば下記のごとくである。この公式は任意の半径 r_0 におけるモーメント M_T, M_Q を与えるものである。付け根の値が必要であれば $r_0=r_b$ ととればよい。

$$M_T = \frac{T_0 \alpha R}{Z} \cos \phi_0 \left[B(x_0) + \frac{\epsilon k}{x_0} A(x_0) \right] \quad (1)$$

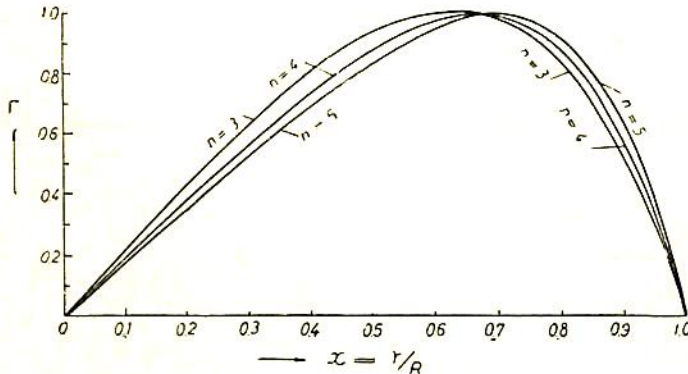
$$M_Q = \frac{T_0 \alpha R}{Z} \sin \phi_0 \left[A(x_0) - \frac{\epsilon x_0}{k} B(x_0) \right] \quad (2)$$

ここに T_0 =プロペラの出す推力 (kg), α =係数, R =プロペラの半径 (m), z =翼数, ϕ_0 =半径 r_0 におけるピッチ角 (厳密には流体力学的ピッチ角であるが、略近的には翼のピッチ角ととる), $\epsilon=D/L$ =抗力/揚力(すべり係数), $x_0=r_0/R$, $k=P/(2\pi R)$, P =プロペラのピッチ (m), $A(x_0)$ と $B(x_0)$ とは x_0 の関数であつて下記のごとき値をもつている。

上記の公式は、プロペラの翼のまわりに生ずるサーキュレーションの分布を、略近的に第4図のごとき代数曲線で表わして求めたものである。これは数式では

$$\frac{\Gamma}{vR} = A_n x(1-x^n) \dots \dots \dots (3)$$

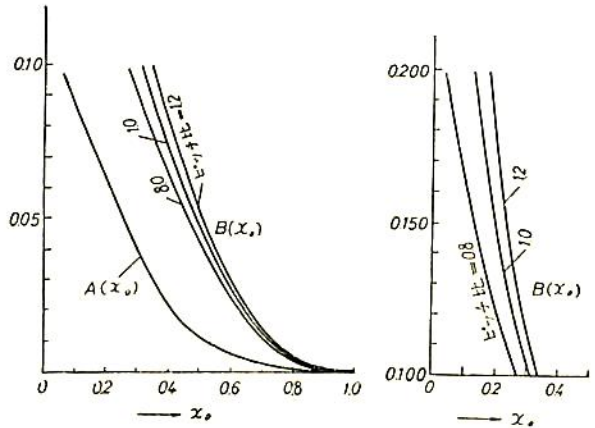
の形で表わされる。 n は整数である。第4図には $n =$



第4図 計算の基礎としたサーキュレーション Γ の分布曲線

3, 4, 5 の場合が示してあるが、実用上 $n=4$ ととればよい。上記の係数 α は、 $n=4$ に対しては $\alpha = 21/(4-7\epsilon k)$ となつている。この(3)で表わされるサーキュレーション分布から出発し、第2図に示すような力の作用を考えることによつて、公式(1),(2)が得られる。関数 $A(x_0), B(x_0)$ は x_0 と n との関数であるが、その数値を求めてグラフにしたものを第5図に示してある。

ϵ は上記のごとく、すべり係数ではあるが、ここにプロペラの損失が見込まれるのであるから、飛行機翼理論というところの翼断面のすべり係数をとるわけにゆかない。プロペラの効率の概数 η_a が

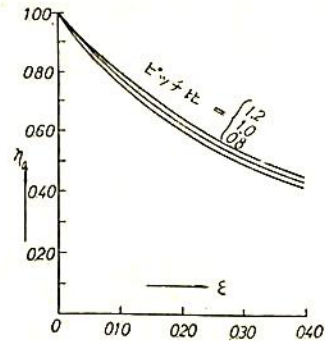


第5図 関数 $A(x_0)$ および $B(x_0)$ のグラフ

$$\eta_a = \frac{1-2\epsilon h}{1+\left(\frac{2\epsilon}{3h}\right)} \quad (h = \tan \phi_1) \dots \dots \dots (4)$$

で表わされるとき、これに合うように ϵ の値をきめた方がよい。実用上は第6図によつて求めればよい。

以下に一つの数値例について説明しよう。ここに直径 $D=1.50$ m, ボスの直径 $D_b=0.44$ m の可変ピッチ・プロペラがあつて、翼数 $Z=3$, ピッチ比=0.56, プロペラ



第6図 すべり係数 ϵ とプロペラ効率 η_a との関係

効率=0.50であるものとする。このプロペラの翼の付け根におこるモーメントを求めるためには $r_0=0.22$ m ととればよい。従つて $x_0=0.44/1.50=0.29$, $k=0.56/\pi=0.178$ となる。またプロペラ効率 $\eta_a=0.50$ を代表させる ϵ の値は、第6図により $\epsilon=0.30$, 従つて $\epsilon k=0.0534$ となる。これにより α の値は

$$\alpha = \frac{21}{4-7 \times 0.0534} = 5.8$$

となる。また、第5図によつて $A(x_0)=0.042$, $B(x_0)=0.0800$ となる。このプロペラに対しては $R=0.75$, $Z=3$ であるから、これらの値を(1),(2)に代入すればよ

い、プロペラ推力 $T_0=3300 \text{ kg}$ であることが、他のデータからすでに与えられているものとしよう。また $\cos \phi_0 = 0.80$, $\sin \phi_0 = 0.60$ である。以上の値によつて

$$M_Q = \frac{3300 \times 5.8}{3} \times 0.60 \left[0.042 - \frac{0.30 \times 0.29}{0.178} \times 0.089 \right]$$

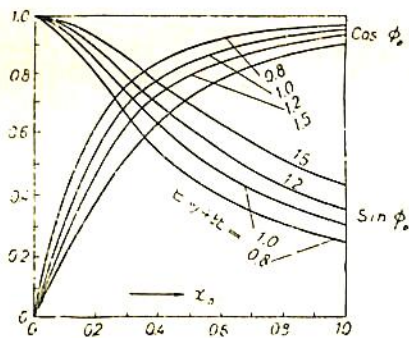
$$= 3840(0.042 - 0.039) = 11.5 \text{ m kg}$$

$$M_T = \frac{3300 \times 5.8}{3} \times 0.80 \left[0.0800 + \frac{0.30 \times 0.178}{0.29} \times 0.042 \right]$$

$$= 5120(0.0800 + 0.0077) = 450 \text{ m kg}$$

この例によつてわかるように M_Q は M_T にくらべてかなり小さい。現在の例では $M_Q \div M_T \approx 1/40$ になっている。これは偶然に、 M_Q の小さい例が出たのであるが、大体において M_Q は M_T の 1/40 位になるようである（プロペラの形状如何による）。

なお、実用上の便利のために、ピッチ比が与えられたとき、 $\cos \phi_0$, $\sin \phi_0$ の値を求める図表を第7図に掲げておいた。



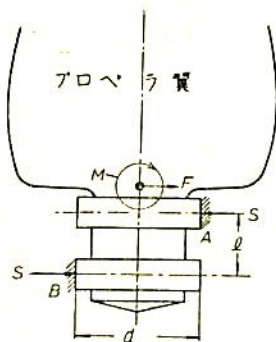
第7図 x_0 と $\cos \phi_0$, $\sin \phi_0$ との関係

3. 水圧力によつて生ずる摩擦抵抗モーメント

油圧サーボ機構によつて、ピッチの調節をしようとするときには第3図のモーメント M_0 に打ち勝てばよいように見える。しかし、実際には、翼に加えられる水圧力の作用によつて、翼軸が横におされ、摩擦抵抗がおこる。

この摩擦抵抗（モーメント）は、通常的设计ではかなりの値になる。

翼に加わる水圧力は、翼面に分布されているのであるが、それを合成すると、付け根に作用する曲げモーメント (M_T , M_Q) と力 F となる。（第1図、第8図参照）第8図は翼軸の



第8図 翼軸の略図

略図である。この翼軸の構造は、ピッチを変える機構の方式如何によつていろいろ変わるものであつて、第8図は単に説明のために画いたにすぎないのである。仮りに図のように A, B 二つの面でモーメントを受け止めているとすれば、 $S=M/l$ で与えられるところの反力 S, S が生ずることになる。そして軸受け面には μS だけの摩擦力を生ずる。 μ は摩擦係数である。

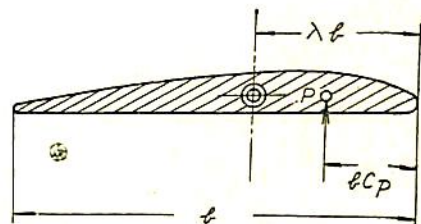
例えば、前記の数値例による $M_T=450 \text{ m kg}$ のモーメントがかかり、 $l=100 \text{ mm}$, $d=160 \text{ mm}$ の寸法をもっているものとするれば $S=450 \div 0.10=4500 \text{ kg}$ という大きな力になり、仮りに摩擦係数を 0.15 とすれば摩擦力は $4500 \times 0.15=675 \text{ kg}$ となる。それ故翼軸を回転させようとするとき、これに反抗するところの摩擦モーメントは

$$M_f = 2 \times 675 \times \left(\frac{1}{2} \times 0.160 \right) = 108 \text{ m kg}$$

となるのである。そして翼軸をまわすためには $M_0 + M_f$ だけのモーメントをこれに与えなければならない。なおこの外に、翼の付け根に生ずる力 F が軸受け面をおすので、これによつても摩擦力（従つて摩擦抵抗モーメント）を生ずる。この力 F は1翼当りの推力 T_0/Z よりいくらか大きい値をもつものである。例えば上の数値例で $T_0/Z=3300 \div 3=1100 \text{ kg}$ であり、これが力 F であるとみなせば A 面をおす力 $=4500+550=5050 \text{ kg}$ B 面をおす力 $=4500-550=3950 \text{ kg}$ と考えてもよいわけである。しかし詳しくいえば、力 F はプロペラの推力とトルクとによつて生じたものであり、力 F と力 S とは必ずしも同一半面上にないのである。

4. 翼軸をまわそうとするモーメント M_0 の値

第9図はある半径 r における翼断面である。この断面における翼幅を b とする。翼軸の中心線は、翼の前縁



第9図 翼断面における圧力中心の位置

から λb だけの位置にあるとし、水圧力中心の位置は同じく前縁から bC_p の位置にあるものとする。この C_p なる無名数の値は、翼の形状と入射角 α とによつて定まるものであつて、翼断面の性能曲線から得られるものである。よく設計室で行われる略算では $C_p = 0.30$ と

し、適当な半径（例えば 0.7R のところ）をとつて、その水圧力中心 P に 1 翼当りの推力 T_0/Z が集中して加えられるものとしている。この筆法でゆくと、上記の数値例において $T_0/Z=1100 \text{ kg}$ であるが、0.7R のところの翼幅が $b=470 \text{ mm}$ であり、また $C_p=0.30$, $\lambda=0.40$ と仮定すれば

$$M_\theta = 1100 \times (0.40 - 0.30) \times 0.47 = 52 \text{ m kg}$$

となる。もしまた $C_p=0.25$, $\lambda=0.40$ であつたなれば

$$M_\theta = 1100 \times (0.40 - 0.25) \times 0.47 = 78 \text{ m kg}$$

となるのである。いずれにしても、前節の M_T の方が値が大きいことに注意せねばならない。

このような略算法がいけないというのではないが、少くともそれがどの程度に合理的な数値を与えるものかは、検討しておく必要があると思われる。

筆者は、前記の論文（文献（1））の考えを延長して M_θ に対する、より合理的な公式を誘導し、下の結果に達した。

$$M_\theta = (\lambda - C_p) \cdot 2 b_m \frac{T_0 \alpha}{Z} \cdot K \dots \dots \dots (5)$$

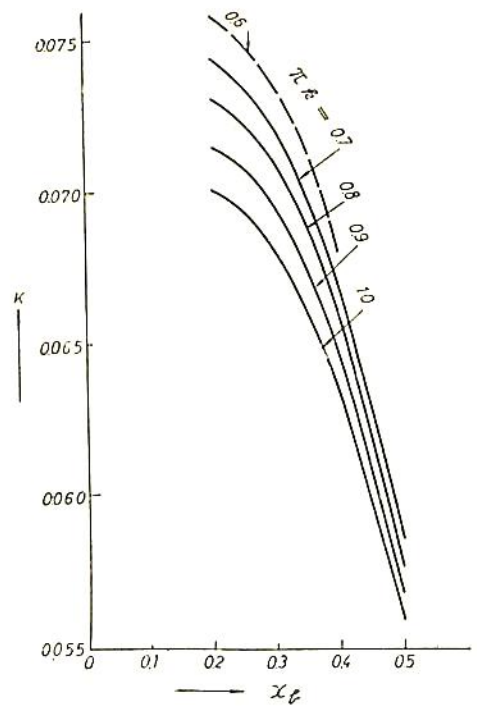
ここに、 λ =翼軸の中心を表わす係数、 C_p =水圧力の中心の位置を表わす係数（いずれも第9図参照） b_m =最大翼幅（m）、 T_0 =プロペラ推力（kg）、 Z =翼数、 α =上記の係数。K は係数であつて、下記の値をもつている。

この公式（5）を作るに当つては、前記の公式（1）、（2）と同じ仮定がしてある。すなわち翼のまわりのサーキュレーション分布は（3）式で与えられ、第2図のような力が翼に作用しているものとする。なおこの外に（イ）翼幅は、最大翼幅が b_m であつて、これが $r=R/2$ のところに生ずるような楕円翼として与えられる。（ロ）翼に作用する力は揚力 L だけをとり、抗力 D は省略してある。（ハ） $\lambda - C_p$ は半径 r に無関係である。これらの仮定のうちで（ロ）の仮定はかなり粗雑なようであるが、前述の M_T に対する数値例でもわかるように抗力 D の影響は少ないから、数式を簡略化するために、そうしたものである。抗力 D をも考えに入れた M_θ の式を、上と同じ要領で作ることは、たやすくできる。

上の公式（5）に現われる係数 K は、筆者の前論文（文献（1））と同じ要領で計算して得られるものであるが、結果だけを記せば下記のごとくなる。

$$K = \int_{x_b}^1 x^3 (1-x^2) \sqrt{\frac{x(1-x)}{x^2+k^2}} dx$$

ここに $x=r/R$, $x_b=r_b/R$ （ボス比）、 k =(ピッチ比/ π)、である。筆者は数値積分によつて、この係数 K の値を求めた。これを第10図に示してある。それ故、実用上はこの第10図による数値を使えばよいのである。上の



第10図 K の値を示す曲線図

公式（5）は、前記のように抗力 D を無視しているから、入射角が小さいとき、すなわち正常運転のときだけに当てはまる。特殊の状態については次節に述べる。

上の数値例の場合には $K=0.0735$ であるとして、公式（5）により

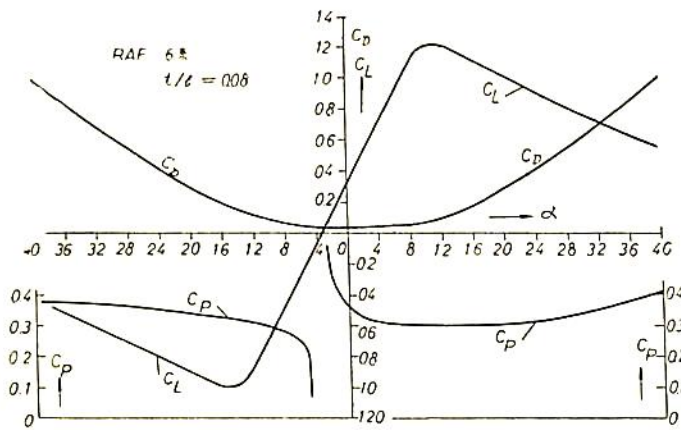
$$M_\theta = (0.40 - 0.25) \times 2 \times 0.470 \times \frac{3300 \times 5.8}{3} \times 0.0735 = 66.2 \text{ m kg}$$

となる。そして前記の略算値 78 m kg よりやや小さくなつている。

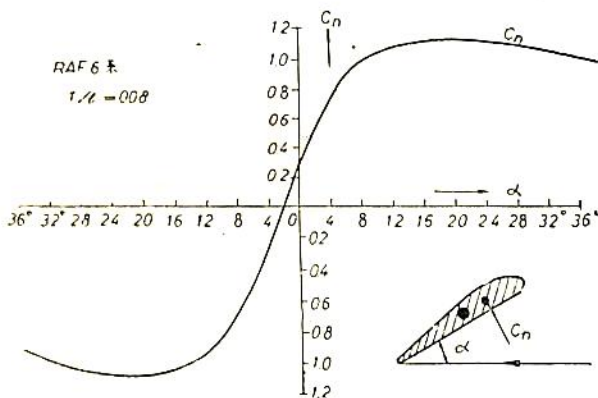
5. 急操作の場合のモーメント M_θ の値

前節では、定常状態でプロペラが作動しているときの M_θ の値を求めた。ピッチの調節を急操作で行うと、ピッチが変つたときの船速の変わり方が（船の惰性のために）かなりおくれるから、スリップ（従つて翼に向う水流の入射角）が大きくなる。このような過渡的な状態に対しては、前節の公式はあてはめられない。この過渡の状態における、モーメント M_θ の変り方を、翼断面に対して説明してみよう。

第11図は入射角を広い範囲に変えた場合に対する翼の性能曲線を、1例として示したものである。図において C_L は揚力係数、 C_D は抗力係数、 C_p は圧力中心の



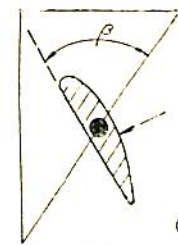
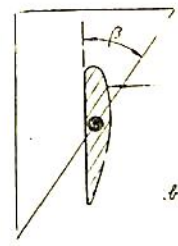
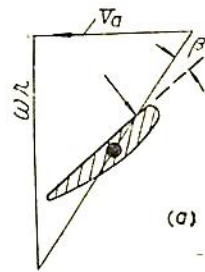
第11図 広い入射角範囲の翼性能曲線



第12図 C_n の値

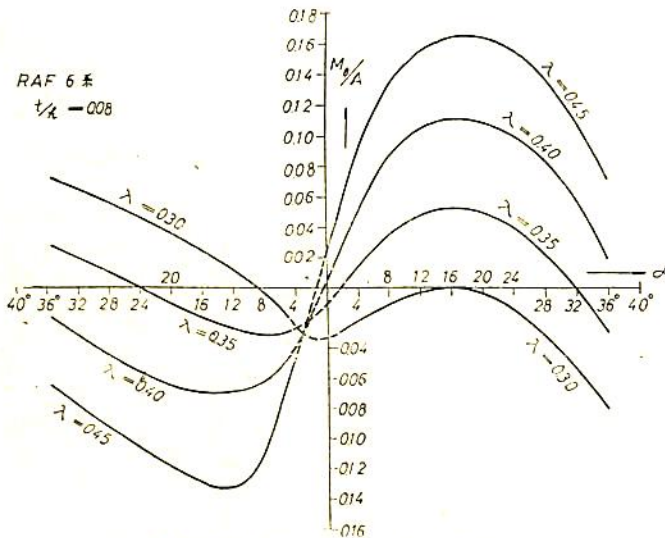
位置を示す係数である。入射角 α が大きいときに、翼をまわす力を計算するためには $C_n = C_L \cos \alpha + C_D \sin \alpha$ で定義されるところの係数 C_n を用いねばならない。この C_n は、翼の基準線に直角方向に作用する力に対する係数(第12図)である。第11図に対応する C_n の値を計算したものを、第12図に示してある。なお第10図をみると、圧力中心の係数 C_p は、入射角が小さいときには0.30位の値をもっているが、入射角が(正または負の)大きな値になるときは、0.40またはそれ以上の値になることがわかる。この第10図は単に例として掲げたのであり、個々の翼断面形状によつて事情がちがう。

第13図は、プロペラ翼をある半径(例えば0.60R)の円筒面で切つたものの展開図である。図(a)の状態では、翼断面は入射角 β だけ水流と傾いている。(厳密には、図の角 β は入射角にはならない。詳しいことはプロペラの専門書を見られたい。)これが船が前進しているときの定常状態であるとしよう。水圧力の作用点

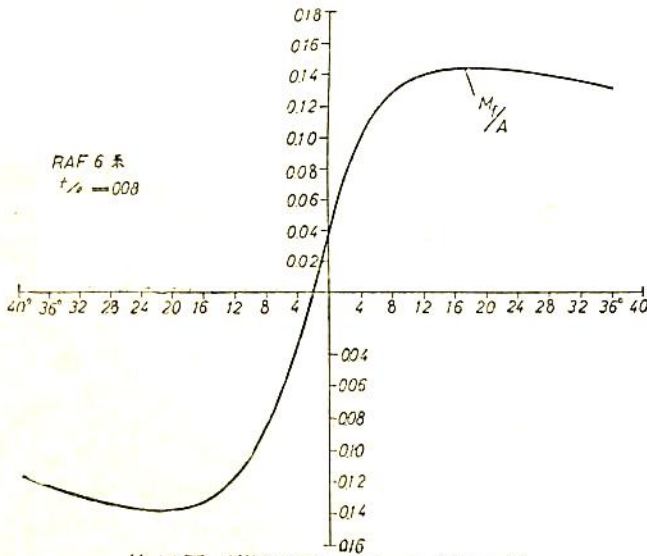


第13図 前進から後進へのピッチ調節の過程

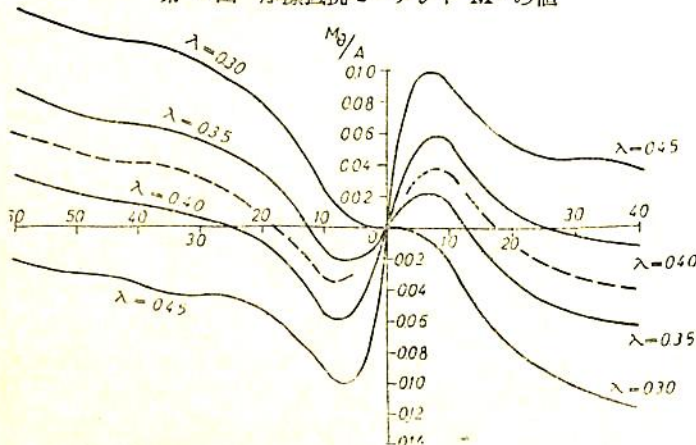
が、図のごとく翼軸の中心よりも前縁に近い位置にあれば水圧力は翼のピッチを更に増そうとする方向に作用する。ピッチを減らそうとするためには、このモーメント M_0 に打ち勝たねばならない。いまピッチを減らして図(b)のごとくにすると、入射角 β は負になるから、もつとピッチを減らそう(負のピッチにしよう)とするモーメントが作用する。さらに同図(c)のごとく、負の最大ピッチまでもつて行つたとする。このとき入射角は負の大きな値(例えば -40°)となる。この状態では、 C_p の値は0.40またはそれ以上になるから図(c)のごとく、再びピッチを正にしようとする方向のモーメントを生ずることもあり得る。同図(a), (b), (c)では、速度線図は同じにしてあるが、これは説明の簡単のために船速(および回転)が変つていない場合を示しているのである。あるいは、ピッチ調節を短時間に行つたため、まだ船速が変化していないもの、と考えてもよい。このようなピッチ調節の操作の間に生ずるモーメントを第11図、第12図の翼断面に対して計算したものを第14図に



第14図 M_{θ} , α , λ の相互関係



第15図 摩擦抵抗モーメント M_r の値

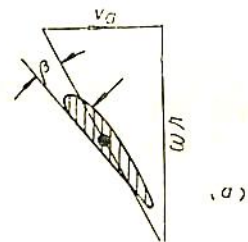


第16図 矩形平板 (アスペクト比=5) に対する M_{θ} の値

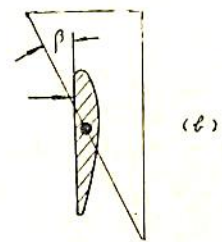
示してある。計算は公式

$$\left. \begin{aligned} M_{\theta} &= (\lambda - C_p) C_n A \\ M_r &= k' C_n A \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

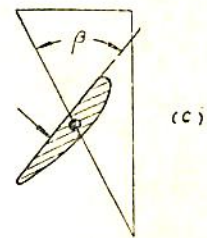
によつて行つた。ここに A はプロペラの寸法や推力などに関係するものであり、(1), (2), (5) から導びけるものである。第14図では翼軸の位置を表わすところの λ の値をいろいろに変えた場合が示してある。例えば入射角が、 $+12^{\circ}$ から -36° まで変化するものとしよう。この範囲内で入射角が変化して、 M_{θ} の値をできるだけ小さくするのは $\lambda = 0.35$ の場合である。なお摩擦抵抗モーメント M_r の値を (6) によりかつ $k' = 0.130$ として計算したものを第15図に示してある。($k' = 0.130$ とつた意味は、 $\lambda = 0.40$, $C_p = 0.30$ のとき $M_r/M_{\theta} = 1.30$ と仮定したものである。) この摩擦抵抗モーメント M_r は、いつでも翼軸を廻そうとする方向に反対の方向におこる。そして M_r と M_{θ} との合成に



(a)



(b)



(c)

第17図 後進から前進へのピッチ調節の過程

打ち勝たねば、翼軸をまわすことができない。

更に、矩形平板の場合に対し、上と同様な計算を行った結果を第16図に示してある。この計算のもとは、アスペクト比が5であるところの矩形平板の性能曲線(文献(3)からとつた)である。この曲線を見ると $\lambda=0.35$ と $\lambda=0.40$ との間、すなわち $\lambda=0.375$ のあたりが最も好都合と思われる。

第17図は、第13図とは逆に、今まで後進した場合に、急に前進にピッチを変えたときの過程を示すものである。そして、上記と同じくこの過程における M_{θ} , M_r のうつり変りを検討することができる。

第13図の場合ではピッチ調節の過程において V_a は変らないとした。第17図の場合でも同様である。ところが、実際の船では、この間に船速がいくらかでも変わるから、 V_a は刻々に変化する。この影響はどうかとの問題が当然おこるのである。筆者はこの問題を、ある簡単な非線型常微分方程式に書き表わし、その数値解を只今検討している。しかし、かなり多量の数値計算を行つてからでないと、実用的なデータは得られないから、この点は後日適当な機会に報告したいと考えている。

6. 遠心力の作用

プロペラ翼が一定の角速度で、その軸のまわりに回転しているとき、遠心力の作用によつて、翼軸を引き抜こうとする力を生ずる。この力を翼軸のツバで受けとめると、ツバの受圧面の摩擦がおこる。これが翼軸を廻らすのを反抗するモーメントになる。

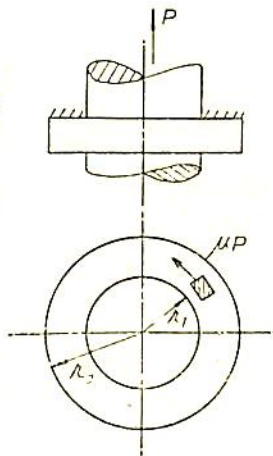
翼を体積 dV の微小部分の集まりとし、この微小体積はプロペラ軸からの半径距離が r であるとすれば、遠心力は

$$P = \sum \frac{w}{g} \omega^2 r dV$$

となる。ここに w はプロペラ材料の比重、 ω はプロペラの回転の角速度とする。実用計算としては、プロペラ1翼の重量を W 、これが半径 r_g の1点に集中していると考えて

$$P = \frac{W}{g} \omega^2 r_g$$

としているようである。例えば第18図のごときツバの受圧面で受け止めているとき、軸を廻らすの



第18図 遠心力を受止める受圧面

に反抗するモーメントは

$$M = \mu P \times \frac{2}{3} \frac{r_2^3 - r_1^3}{r_2^2 - r_1^2}$$

となるわけであるが、 r_1 と r_2 とはあまりちがわないから、実用上は

$$M = \mu P r_1$$

としてもよいであろう。

数値例として $W=55$ kg の重量をもつた翼が、400 rpm で回転しているときには、 $r_g=0.40$ のとき

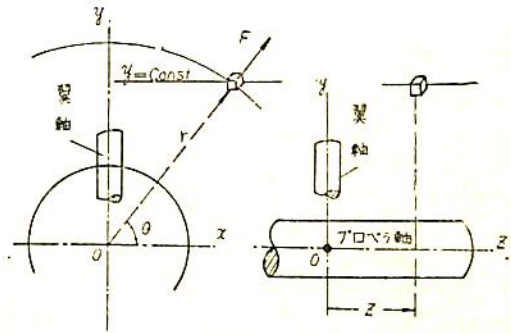
$$P = \frac{55}{9.8} \times 0.40 \times \left(\frac{400}{60} \times 2\pi \right)^2 = 4000 \text{ kg}$$

すなわち4トンの遠心力がおこるのである。そして、もし $r_1=80$ mm、摩擦係数 $\mu=0.15$ であるならば

$$M = 0.15 \times 4000 \times 0.080 = 48 \text{ m kg}$$

となり、かなりな値であることを知るのである。

遠心力の作用としては、上記の外に翼軸をまわそうとするモーメントが現われることを注意せねばならない。これはプロペラ翼がひねられた面できているために、円板の回転などよりも複雑な作用になるからである。この遠心力による翼軸のまわりのモーメントを M_{ϕ} と名付けよう。その値は下のようにして求められる。第19図において、プロペラ軸にそつて z 軸、翼軸にそつて y



第19図 プロペラ翼の遠心力

軸をとつて、直角坐標軸 (x, y, z) が画いてある。半径 r のところの翼の微小体積 dV を考えると、角速度 ω でプロペラが回転しているとき、遠心力

$$F = \rho \omega^2 r dV$$

を生ずる。 ρ はプロペラ材料の密度である。この遠心力 F の方向は z 軸に直角であり、 x 軸と角 θ となっている。この力 F を直角坐標軸の3方向の成分に分けると

$$F_x = F \cos \theta = \rho \omega^2 x dV$$

$$F_y = F \sin \theta = \rho \omega^2 y dV, \quad F_z = 0$$

この力の、翼軸 (y 軸) のまわりのモーメント M_{ϕ} は

$$M_{\phi} = F_x z = \rho \omega^2 x z dV \dots \dots \dots (7)$$

である。そこで y 座標が y と $y + dy$ との間にはさまれた翼の部分の遠心力による M_φ の値は、上記の M_φ を、この翼断面 ($y = \text{const}$ で切られた) の面積上に積分すれば得られる。この断面の重心の位置を x_G, z_G とすれば $x = x_G + \xi, z = z_G + \zeta$ とおくことにより

$$xz = x_G z_G + \xi z_G + \zeta x_G + x \zeta \dots\dots\dots(8)$$

となる。更に (ξ, ζ) 軸に対して角 α だけ傾いているところの坐標軸 (ξ', ζ') を用いれば

$$\xi = \xi' \cos \alpha - \zeta' \sin \alpha, \quad \zeta = \xi' \sin \alpha + \zeta' \cos \alpha$$

となるから

$$\xi \zeta = \xi' \zeta' (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) + \sin \alpha \cos \alpha (\xi'^2 - \zeta'^2)$$

である。さて、もし ξ', ζ' 軸が断面図形の主軸の方向にとつてあれば

$$\sum \xi' \zeta' dA = 0 \quad \sum \xi'^2 dA = I_{\max}$$

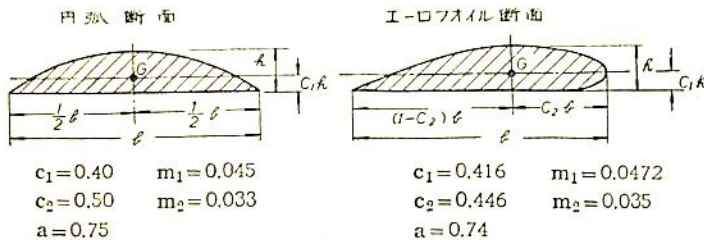
$$\sum \zeta'^2 dA = I_{\min}$$

である。また点 x_G, z_G が断面の重心であったから

$$\sum \xi z_G dA = 0 \quad \sum \zeta x_G dA = 0$$

である。以上をまとめると

$$\sum x z dV = dy \sum x z dA = dy \left[a x_G z_G + \frac{1}{2} \sin 2\alpha (I_{\max} - I_{\min}) \right]$$



第 20 図 翼断面の諸係数

(1144 頁よりつづく)

とと考慮しておられるむきも多いが、実際には速度変動率 3% の交流発電機並列運転にはある場合には難しいという時があるかも知れぬが、速度変動率 6% あるいは場合によっては 8% 位にしてもよいではないか。このようにすればもはや交流発電機並列運転も大したことはなく、ガバナーも古くなつても悪くはならないと気付かれるに違いない。

結 言

以上は筆者のディーゼル交流並列電気推進論を一年ぶりにぶり返し、この一年間に新しく考えたことおよび種々の御批判に対し思考したことを加えて見たのである。しかしながら確かに筆者はこのような 2000~4000 IP 程度のディーゼルユニットの交流発電機並列結合なる

.....(9)

となる。ここに a は今考えている断面の面積である。そしてこの (9) を (7) に代入すればモーメント M_φ の値は得られる。この計算に用いる翼断面は、翼軸 (y 軸) に直角な平面で切るものであるから、普通にいうところの半径 r なる円筒面で切つて得られる翼断面とはちがうのである。しかし、面積比の小さい翼においては、この両者があまりちがわないのである。

最後に、このような計算に必要なところの、翼断面係数 (概数) を示せば第 20 図のごとくである。エーロフオイル形翼断面は RAF 6 系列としてある。翼断面の面積は $A = abh$ 、二次モーメントは $I_1 = m_1 bh^3, I_2 = m_2 b^3 h$ で与えられる。ただし、上記の主軸は、エーロフオイル断面に対しては、図示の軸でなく、これとすこしの角をなしている。実用計算としては第 20 図の値をとつてもよいであろう。

参 考 文 献

- (1) 出淵、鬼頭、推進器翼の強度に関する研究、造船協会会報、昭 15. 12 月。
- (2) L. A. Rupp, Controllable Pitch Propellers, Soc. Nav. Architects and Marine Engineers, 1948.
- (3) 菅四郎訳、基本造船学、下巻、昭 18 (天然社)

合理的な方法が今後の新船舶機関であると益々最近の船舶の趨勢からひしひしと感ずるようになった。

タービンまたはレシプロからディーゼル機関への換装はこの一年間に随分の数にのぼつてしまった。これは全く当然の趨勢であり、筆者が数年前から考えていたことで、昨年にも述べたことであり、このような筆者の考えが筆者の考えている道すじ通りに進んで行っているのを見て、誠に技術の進展や工業経済の歩みというものには合理的に進むものだと感ずる次第である。筆者は結局大きい道すじを考える場合、すべて合理的な進行をするものであり、この点意を強くするものだが、結局上述の如き合理性を有するこの電気推進の進展は必ずやすべての船舶関係者が真剣に取り組まねばならぬ時期がもう足もとに近づいて来ているということを教えているような気がするのである。

まえがき

舵の性能について、既に前回(本誌第31巻第10号および第11号)に、単独に置かれた場合の性能については詳述したので、今回は第2番目としてプロペラの背後に置かれた舵の性能に関する事項について述べることにする。プロペラの背後に置かれた舵の場合にも、前回と同様に、理論計算ならびに模型実験の両面から論じられているが、この第2報に述べられている骨子は、昭和33年秋季造船協会講演会において筆者が発表した2篇の論文¹⁾であり、これを付記しておく。

第2部 プロペラの背後に置かれた舵の性能について

I 理論的考察

1.1 緒言

プロペラの背後に置かれた舵の性能について論ずるには、プロペラと舵の両者による速度ポテンシャルを合成して考え、これによる舵に対する影響を考えるのが理想的であるが、このような相互干渉の問題は定常理論として取り扱うことができないので、ここでは舵はプロペラに対してなんら影響を与えないものと仮定し、もつばらプロペラが舵に与える影響のみについて考察することにする。

また舵がプロペラの背後にある場合には、舵の各部に対する速度および入射角が各部分ごとに異なってくるので、舵を無限深さとした2次元の問題として取り扱うことはできず、深さの方向を考えた3次元の問題となつて、当然のことながら舵の各部から出る自由渦を考えなければならない。

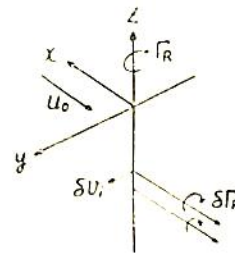
Prandtl は渦に関する Helmholtz の法則、すなわち渦は流体中にその端を持つことなく、また一連の渦はそのどの切口をとつても、その循環は一定であるという法則を満足するように、翼に固定された束縛渦の両端から自由渦が無限後方に流れ去ると考えたいわゆる“揚力線理論”を考案した。

この Prandtl による理論も、翼の縦横比が小さくなると(普通3以下になると)不正確になることが知られており、これに代る理論として“揚力面理論”が発達し、さらに最近になつて、Jones²⁾、Lawrence³⁾ などによつて縦横比の小さい場合に対する理論が発達してい

る。舵のように縦横比が小さい場合には、これらの改良された理論を適用すべきであるが、これらの理論に対して、複雑なプロペラ後流の中を考えた場合には、その条件を厳密に満足させることは非常に困難であるので、舵に働く力の傾向を知るためには、揚力線理論は簡単で有効なものと考え、これによつて計算を進めることにした。

1.2 プロペラ後流中に置かれた舵に働く力

一様な流れの中に置かれた翼の揚力線理論では、自由渦の相互の影響を無視して自由渦は一様な流れの方向に流れ去るものと仮定する。



第1.1図 The free vortex of rudder

いま、第1.1図のように一様な流れの方向 u_0 と反対方向に x 軸をとり、 z 軸を舵の深さ方向に、 y 軸を x 軸および z 軸に直角の方向にとることにする。舵を z 軸に一致する1本の渦で置きかえると、自由渦は x 軸の負の方向に無限後方まで伸びていることになる。

舵の循環を Γ_R とすると、 z' 点から流れ出る自由渦の強さは $\frac{d\Gamma_R}{dz'}$ $\delta z'$ であり、この半無限長の渦糸によつて、 z 点に誘起される y 方向の速度は、Biot-Savart の法則によつて

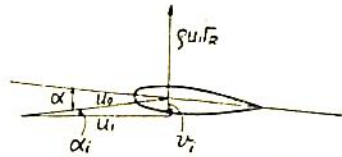
$$\delta v_i = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{d\Gamma_R}{dz'} \cdot \frac{dz'}{z-z'}$$

で与えられる。したがつて、これを舵の深さについて積分すると、 z 点における誘導速度が求められる。

$$v_i = \frac{1}{4\pi} \int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} \frac{d\Gamma_R}{dz'} \cdot \frac{dz'}{z-z'} \dots\dots\dots(1.2.1)$$

ただし、 b は舵の高さである。

一般に、舵に対して速度 u_0 が流入すると、上記の誘導速度 v_i のために z における速度は u_1 となり、また流入角 α は α_i だけ減少することになる。(第1.2図参照) 舵の各位置においては、流れが2次元的であると仮定して、2次元翼の理論における Kutta-Joukowski の定理を応用すると、舵に働く力は $\rho u_1 \Gamma_R$ となり、またその方向は u_1 に垂直になる。また揚力係数 C_L の流入角 α に対する傾斜を $\frac{dC_L}{d\alpha} = k$ とすれば、舵の回り



第1.2図 The induced velocity

の循環 \$\Gamma_R\$ は次式で表わすことができる。

$$\Gamma_R = \frac{1}{2} u_0 c k (\alpha - \alpha_i)$$

ただし、\$c\$ は舵の弦長である。

すなわち、

$$\Gamma_R = \frac{1}{2} u_0 c k \left(\alpha - \frac{v_i}{u_0} \right) \dots\dots\dots(1.2.2)$$

となる。さらに3次元の舵の性能を求めるためには、舵の長さ方向の各点に対する \$\Gamma_R\$、すなわち循環分布を求める必要がある。これには(1.2.1)式と(1.2.2)式とからなる積分方程式を解かなければならない。

この積分方程式を解析的に解くことが困難であるので、一般に Fourier 級数に展開して近似的に解く方法が多く用いられており、Glauert⁶⁾、Lotz⁷⁾、谷教授⁷⁾などの方法がある。これらの諸方法は大同小異であつて、いずれの方法をとつてもよいものと考えられるが、ここでは Glauert の方法によることにする。

まず \$z\$ および \$z'\$ を次のように置く。

$$\left. \begin{aligned} z &= -\frac{b}{2} \cos \theta \quad (0 \leq \theta \leq \pi) \\ z' &= -\frac{b}{2} \cos \theta' \quad (0 \leq \theta' \leq \pi) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1.2.3)$$

\$z\$ は舵の中心から上方に測つた座標であつて、下端から上端まで舵の全高さに沿つて \$\theta\$ が \$0\$ から \$\pi\$ まで変化する。すると \$z\$ の関数である舵の回りの循環 \$\Gamma_R\$ は次式のように Fourier 級数で表わすことができる。

$$\Gamma_R = 2bU \sum A_n \sin n\theta \dots\dots\dots(1.2.4)$$

係数 \$A_n\$ は \$\Gamma_R\$ と \$v_i\$ との間の二つの基礎方程式から決定されるが、この級数は \$\Gamma_R\$ が舵の下端と上端とで \$0\$ になるように選ばなければならない。また(1.2.4)式における \$U\$ は誘導速度の計算を可能ならしめるために考えた一様流速である。すると舵の \$z_1\$ 点、すなわち \$\theta_1\$ 点の舵による誘導速度は次式で表わすことができる。

$$\begin{aligned} v_i(\theta_1) &= \frac{U}{\pi} \int_0^\pi \frac{\sum_n A_n \cos n\theta'}{\cos \theta' - \cos \theta_1} d\theta' \\ &= U \sum_n A_n \frac{\sin n\theta_1}{\sin \theta_1} \dots\dots\dots(1.2.5) \end{aligned}$$

$$\therefore \int_0^\pi \frac{\cos n\theta' d\theta'}{\cos \theta' - \cos \beta} = \pi \frac{\sin n\beta}{\sin \beta}$$

したがつて、舵上の各点 \$z\$ に対して一般に次式が成

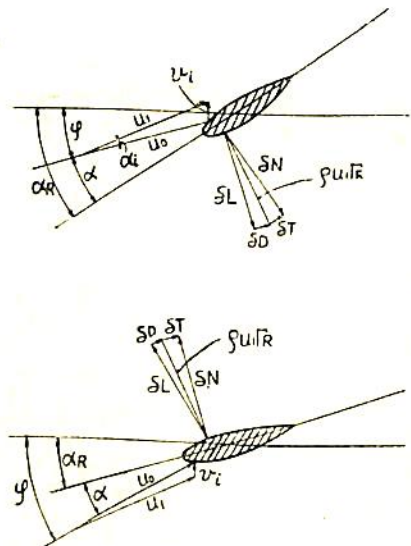
立する。

$$v_i \sin \theta = U \sum_n A_n \sin n\theta \dots\dots\dots(1.2.6)$$

この際に問題となるのは \$v_i\$ の方向であるが、舵から流れ出る渦の方向は流線の方と考えるのが最も妥当と思われる。しかし、このようにすると流れ出る渦の方向が舵の高さ方向の各点において異なるために、前記の積分方程式を解くことが全く困難となつてくる。舵から流れ出した渦はある距離後方では舵全体に対して流入する方向の平均、すなわち船体中心線の方と考へてもたいしてその妥当性を失ふことはないものと考えられるので、ここではこのような条件を仮定することにすると、\$v_i\$ の方向は船体中心線に垂直であつて、かつ水平方向であることになつてくる。

また、この際に流れの \$z\$ 方向の成分は、プロペラの上半分と下半分とでほぼ相殺する値であり、舵の直圧力およびモーメントには影響を与えないと考えられるので、これは無視するものとしている。

したがつて前掲の第1.2図とは異なつて、次の第1.3図のようになつてくる。



第1.3図 The force of rudder and its components

ただし、

- \$\varphi\$: 船体中心線とプロペラ後流とのなす角
- \$\alpha_i\$: \$v_i\$ による流入角の減少量
- \$\alpha_R\$: 船体中心線と舵の零揚力線となす角、すなわち舵取角度

ここで \$\alpha_R\$、\$\varphi\$ などの角は船体中心線から測つて反時計方向を正とし、\$(\alpha_R - \varphi)\$ の正負に応じて \$v_i\$ は正負を示すものとすれば、\$v_i\$ による流入角の減少量 \$\alpha_i\$ は次

式で表わされる。

$$\alpha_1 = \frac{v_1}{u_1} \cos \varphi \dots\dots\dots (1.2.7)$$

いま、 $u_0 = mU$ とすると、(m はプロペラ後流による増速の割合を表わす係数とする)

$$u_1 = u_0 + v_1 \sin \varphi$$

$$\therefore u_1 = mU + U \sin \varphi \sum_n A_n \frac{\sin n\theta}{\sin \theta} \dots\dots (1.2.8)$$

が得られる。この場合に Γ_R は

$$\Gamma_R = \frac{1}{2} u_1 c k (\alpha - \alpha_1)$$

であるから、これに (1.2.7) 式および (1.2.8) 式を代入すると、

$$\Gamma_R = -\frac{ck}{2} U \cos \varphi \sum_n A_n \frac{\sin n\theta}{\sin \theta} + \frac{ckmU}{2} \alpha + \frac{ck}{2} U \alpha \sin \varphi \sum_n A_n \frac{\sin n\theta}{\sin \theta}$$

また一方 (1.2.4) 式によつて

$$\Gamma_R = 2b U \sum A_n \sin n\theta$$

両式の右辺が等しいとおけば次式が得られる。

$$\sum A_n \sin n\theta [n\mu(\cos \varphi - \alpha \sin \varphi) + \sin \theta] = m\alpha \sin \theta \dots\dots\dots (1.2.9)$$

$$\text{ただし } \mu = \frac{ck}{4b}$$

このようにして得られた (1.2.9) 式に、いま舵上の各点たとえば p 個の点の既知量を代入することによつて、p 個の連立方程式が得られ、これを解くことによつて A_n なる係数が $n=1 \sim p$ まで決定することができるわけである。このようにして A_n が決まると、揚力 δL および抗力 δD は次式で表わすことができる。

$$\left. \begin{aligned} \delta L &= \rho b^2 U^2 \{ m \sin \theta \sum A_n \sin n\theta \\ &\quad + \sin \varphi (\sum_n A_n \sin n\theta) (\sum A_n \sin n\theta) \} \delta \theta \\ \delta D &= \rho b^2 U^2 \cos \varphi (\sum A_n \sin n\theta) (\sum A_n \sin n\theta) \delta \theta \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1.2.10)$$

したがつて δN 、 δT は次式によつて求めることができる。

$$\left. \begin{aligned} \delta N &= \delta L \cos \alpha + \delta D \sin \alpha \\ \delta T &= \delta L \sin \alpha - \delta D \cos \alpha \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1.2.11)$$

以上によつてプロペラ後流分布すなわち舵の各点に対する後流の増速率 m と、流入角 φ がわかれば後流中に置かれた舵に加わる力を求めることができるわけである。

1.3 プロペラ後流の算定

プロペラ後流の算定に使用できる理論は、従来多くの人々によつて発表されている。すなわち、国外の多くの人々をはじめ、国内においては河田博士⁹⁾、近藤博士¹⁰⁾

などによつて、あるいは単純翼素理論を用い、あるいは渦理論を用いて計算されているが、これらの理論計算結果が、実際の船舶のプロペラ後流をいかに正確に表わしているかは、後流測定がその一部については山県博士¹⁰⁾や谷口・渡辺両氏¹¹⁾、または J. F. Leathard¹²⁾ らによつて測定されているが、広い範囲にわたつて系統的に行われた実績が見受けられないゆえ、現在のところ推定するのは困難である。

有限翼数のプロペラの後流が舵におよぼす影響を求めるときには、その一回転中の誘導速度の平均は、無限翼数プロペラの誘導速度と同一の式で表わされることを利用し誘導速度を計算するのであるが、プロペラ面における誘導速度を 1 とすれば無限方向においてはその 2 倍の誘導速度になることが一般に知られている。舵はこのプロペラ面と無限後方との中間に位置するわけであるから、舵位置における誘導速度がこれらに比べていかなる値を示すかを求めるために、プロペラの束縛渦および随伴渦によるその後方の速度場の計算を次のように簡単におこなつた。

(1) 束縛渦による誘導速度

単位角における強さが Γ_p である渦系の微少部分 dS による誘導速度 dV は、Biot-Savart の法則によつて

$$dV = \frac{\Gamma_p}{4\pi} \frac{(dS \cdot \mathbf{r})}{R^3}$$

ただし $R' = \sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2 + (z-z')^2}$

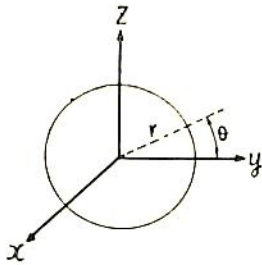
.....(1.3.1)

となる。ただし \mathbf{r} は束縛渦の位置 (x', y', z') から任意点 (x, y, z) に至る位置ベクトルである。したがつて、これを各成分に分けて書くと、

$$\left. \begin{aligned} dv'_x &= \frac{\Gamma_p}{4\pi R'^3} \{ dy'(z-z') - dz'(y-y') \} \\ dv'_y &= \frac{\Gamma_p}{4\pi R'^3} \{ dz'(x-x') - dx'(z-z') \} \\ dv'_z &= \frac{\Gamma_p}{4\pi R'^3} \{ dx'(y-y') - dy'(x-x') \} \end{aligned} \right\} (1.3.2)$$

となる。スクループロペラの翼数を無限とすると、この束縛渦はプロペラの回転軸を中心とする円盤面上に分布し、渦は放射方向に軸をもっている。この渦素片による誘導速度を第 1.4 図に示すような円柱座標の成分に分けて求めてみる。

$$\left. \begin{aligned} dv'_\theta &= -dv'_y \sin \theta + dv'_z \cos \theta \\ dv'_r &= dv'_y \cos \theta + dv'_z \sin \theta \\ dx' &= 0, \quad dy' = dr' \cos \theta', \quad dz' = dr' \sin \theta' \\ y' &= r' \cos \theta', \quad z' = r' \sin \theta' \\ y &= r \cos \theta, \quad z = r \sin \theta \end{aligned} \right\} (1.3.3)$$



第1.4図 The cylindrical co-ordinate

したがって

$$\left. \begin{aligned} dv_{x'} &= \frac{\Gamma_p dr'}{4\pi R'^3} r \sin(\theta - \theta') \\ dv_{\theta'} &= \frac{-\Gamma_p dr'}{4\pi R'^3} (x - x') \cos(\theta - \theta') \\ dv_{z'} &= \frac{-\Gamma_p dr'}{4\pi R'^3} (x - x') \sin(\theta - \theta') \end{aligned} \right\} \dots (1.3.4)$$

これを渦面全体について積分すれば束縛渦の誘導速度が得られる。

$$v_{\theta'} = -\frac{1}{4\pi} \int_0^R \Gamma_p (x - x') \int_0^{2\pi} \frac{\cos \theta'}{R'^3} d\theta' dr' \dots (1.3.5)$$

ここで Γ_p は θ には無関係で r' のみの関数であるから、流場は回転対称である。また

$$\int_0^{2\pi} \frac{\sin \theta'}{R'^3} d\theta' = 0$$

であるから、 $v_{x'}$ および $v_{z'}$ は零となる。また (1.3.5) 式においては、 $x = x'$ においても、 $(x - x') \rightarrow -\infty$ においても、すなわちプロペラ位置および無限後方においては $v_{\theta'}$ も零となる。これを要するに、束縛渦による誘導速度は回転方向のみに生じ、しかも、これもまたプロペラ位置および無限後方では消失することになる。

(1.3.5) 式を計算に便利なように無次元形に直すと次式のようになる。

$$q' = \frac{v_{\theta'}}{U} = -\frac{J'}{8\pi^2} \int_0^1 \gamma_p (\xi - \xi') \int_0^{2\pi} \frac{\cos \theta' d\theta'}{(V^2 (\xi - \xi')^2 + \xi^2 + \xi'^2 - 2\xi\xi' \cos \theta')^{3/2}} d\xi' \dots (1.3.6)$$

ただし $J' = \frac{U}{nR}$ (n : 回転数, R : プロペラの半径, U : 前進速度)

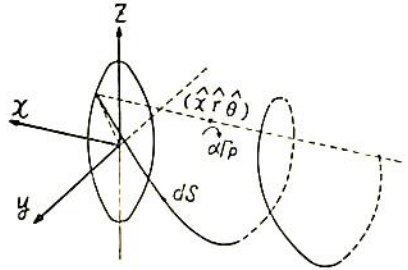
$$\gamma_p = \frac{\Gamma_p}{h_1 U} \left(h_1 = \frac{U}{\Omega}, \Omega: \text{回転速度} \right)$$

$$\xi = \frac{r}{R}, \xi' = \frac{r'}{R}, \zeta = \frac{x}{R}, \zeta' = \frac{x'}{R}$$

(2) 随伴渦による誘導速度

随伴渦はプロペラ翼の通過した軌跡上に分布している渦層であるから、ラセン渦面群を形成している。したが

って、無限翼数の場合は円柱渦面群と考えることができる。いまラセン渦系の微小部分を dS とし、その絶対値を ds とすれば、(第1.5図参照)



第1.5図 The free vortex of propeller

$$dS = \mathbf{i} ds \sin \varepsilon - \mathbf{j} ds \cos \varepsilon \sin \theta' + \mathbf{k} ds \cos \varepsilon \cos \theta' \dots (1.3.7)$$

である。ここで $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ は (x, y, z) 座標の単位ベクトルであり、 $\varepsilon = \tan^{-1} U/\Omega r'$ である。

随伴渦の単位角における循環を $d\Gamma_p$ とすれば、(1.3.7) 式を (1.3.1) 式に代入することによって微小渦系の誘導速度の成分が得られる。ただし $(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$ および $(\bar{\xi}, \bar{\eta})$ は随伴渦の直交および円柱座標を表わすものとする。

$$\left. \begin{aligned} dv_x &= \frac{d\Gamma_p}{4\pi R'^3} \left\{ -\cos \varepsilon \sin \bar{\eta} (z - \bar{z}) - \cos \varepsilon \cos \bar{\eta} (y - \bar{y}) \right\} ds \\ dv_y &= \frac{d\Gamma_p}{4\pi R'^3} \left\{ \cos \varepsilon \cos \bar{\eta} (x - \bar{x}) - \sin \varepsilon (z - \bar{z}) \right\} ds \\ dv_z &= \frac{d\Gamma_p}{4\pi R'^3} \left\{ \sin \varepsilon (y - \bar{y}) + \cos \varepsilon \sin \bar{\eta} (x - \bar{x}) \right\} ds \end{aligned} \right\} \dots (1.3.8)$$

となる。これを円柱座標系の速度成分に書き換えると、

$$\left. \begin{aligned} dv_x &= \frac{d\Gamma_p \cos \varepsilon}{4\pi R'^3} \{ \hat{r} - r \cos(\theta - \bar{\theta}) \} ds \\ dv_r &= \frac{d\Gamma_p}{4\pi R'^3} \left\{ (x - \bar{x}) \cos \varepsilon \cos(\theta - \bar{\theta}) - \bar{\eta} - \hat{r} \sin \varepsilon \sin(\theta - \bar{\theta}) \right\} ds \\ dv_{\theta} &= \frac{d\Gamma_p}{4\pi R'^3} \left\{ -(x - \bar{x}) \cos \varepsilon \sin(\theta - \bar{\theta}) + \sin \varepsilon \{ r - \hat{r} \cos(\theta - \bar{\theta}) \} \right\} ds \end{aligned} \right\} \dots (1.3.9)$$

となる。これを随伴渦全体にわたって積分すれば、随伴渦による誘導速度が得られる。すなわち \hat{r} については、 $\Delta \Gamma_p = \frac{d\Gamma_p}{d\hat{r}} d\hat{r}$ として 0 から R まで、 $\bar{\theta}$ については、 $ds = \frac{\hat{r} d\bar{\theta}}{\cos \varepsilon}$ として 0 から 2π まで、 \bar{x} については $-\infty$ から x' まで積分すればよい。ただし \bar{x} についての積分

に当つては、渦系の分布密度を考慮しなければならぬ。

プロペラは1回転する間に $2\pi h_1$ だけ前進して、その間に発生する随伴渦の循環は $2\pi \frac{d\Gamma_p}{d\hat{r}} d\hat{r}$ であつて、こ

$$\left. \begin{aligned} \hat{v}_x &= \frac{1}{4\pi h_1} \int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{d\Gamma_p}{d\hat{r}} \int_{-\infty}^{x'} \frac{\hat{r} - r \cos \hat{\theta}}{R^3} \hat{r} d\hat{x} d\hat{\theta} d\hat{r} \\ \hat{v}_r &= \frac{\rho_1}{4\pi h_1 \cos \varepsilon} \int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{d\Gamma_p}{d\hat{r}} \int_{-\infty}^{x'} \frac{\{(x - \hat{x}) \cos \hat{\theta} \cos \varepsilon + \hat{r} \sin \hat{\theta} \sin \varepsilon\}}{R^3} \hat{r} d\hat{x} d\hat{\theta} d\hat{r} \\ \hat{v}_\theta &= \frac{1}{4\pi h_1 \cos \varepsilon} \int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{d\Gamma_p}{d\hat{r}} \int_{-\infty}^{x'} \frac{\{(x - \hat{x}) \sin \hat{\theta} \cos \varepsilon + \{r - \hat{r} \cos \hat{\theta}\} \sin \varepsilon\}}{R^3} \hat{r} d\hat{x} d\hat{\theta} d\hat{r} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1.3.10)$$

となる。また

$$\left. \begin{aligned} \int_0^{2\pi} \frac{\sin \hat{\theta}}{R^3} d\hat{\theta} &= 0 \\ \int_0^x \frac{dx}{\sqrt{(x^2 + a^2)^3}} &= \frac{x}{a^2 \sqrt{x^2 + a^2}} \\ \int_0^x \frac{x dx}{\sqrt{(x^2 + a^2)^3}} &= \frac{-1}{\sqrt{x^2 + a^2}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1.3.11)$$

なる公式を用いて (1.3.10) 式を簡単にすると、

$$\left. \begin{aligned} \hat{v}_x &= \frac{1}{4\pi h_1} \int_0^R \frac{d\Gamma_p}{d\hat{r}} \int_0^{2\pi} \frac{\hat{r}(\hat{r} - r \cos \hat{\theta})}{r^2 + \hat{r}^2 - 2r\hat{r} \cos \hat{\theta}} \left[1 - \frac{x - x'}{R'} \right] d\hat{\theta} d\hat{r} \\ \hat{v}_r &= \frac{1}{4\pi h_1} \int_0^R \frac{d\Gamma_p}{d\hat{r}} \int_0^{2\pi} \frac{\hat{r} \cos \hat{\theta}}{R'} d\hat{\theta} d\hat{r} \\ \hat{v}_\theta &= \frac{1}{4\pi} \int_0^R \frac{d\Gamma_p}{d\hat{r}} \int_0^{2\pi} \frac{(r - \hat{r} \cos \hat{\theta})}{r^2 + \hat{r}^2 - 2r\hat{r} \cos \hat{\theta}} \left[1 - \frac{x - x'}{R'} \right] d\hat{\theta} d\hat{r} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1.3.12)$$

となる。さらに

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\hat{r} - r \cos \hat{\theta}}{r^2 + \hat{r}^2 - 2r\hat{r} \cos \hat{\theta}} d\hat{\theta} = \begin{cases} 0 & \hat{r} < r \\ \frac{1}{\hat{r}} & \hat{r} > r \end{cases} \dots\dots\dots(1.3.13)$$

なる公式を用い、翼端で Γ_p が消失することを考慮すれば、

$$\hat{v}_x = -\frac{\Gamma_p \rho}{2U} - \frac{1}{4\pi h_1} \int_0^R \frac{d\Gamma_p}{d\hat{r}} \int_0^{2\pi} \frac{\hat{r}(\hat{r} - r \cos \hat{\theta})}{r^2 + \hat{r}^2 - 2r\hat{r} \cos \hat{\theta}} \cdot \frac{x - x'}{R'} d\hat{\theta} d\hat{r} \dots\dots\dots(1.3.14)$$

$$\hat{v}_\theta = \frac{\Gamma_p}{2r} - \frac{1}{4\pi} \int_0^R \frac{d\Gamma_p}{d\hat{r}} \int_0^{2\pi} \frac{r - \hat{r} \cos \hat{\theta}}{r^2 + \hat{r}^2 - 2r\hat{r} \cos \hat{\theta}} \cdot \frac{x - x'}{R'} d\hat{\theta} d\hat{r} \dots\dots\dots(1.3.15)$$

$$\hat{v}_r = \frac{1}{4\pi h_1} \int_0^R \frac{d\Gamma_p}{d\hat{r}} \int_0^{2\pi} \frac{\hat{r} \cos \hat{\theta}}{R'} d\hat{\theta} d\hat{r} \dots\dots\dots(1.3.16)$$

となる。これらを無次元形に書き改めると、

れが x 軸の方向に直線状に残される。したがつて渦系の x 軸方向の分布密度は単位長さについて $\frac{1}{h_1} \frac{d\Gamma_p}{d\hat{r}}$ $d\hat{r}$ である。ゆえに随伴渦全体による誘導速度は

$$\hat{q}_x = \frac{\hat{v}_x}{U} = -\frac{\gamma_p}{2} - \frac{1}{4\pi} \int_0^1 \frac{d\gamma_p}{d\xi} \int_0^{2\pi} \frac{\xi(\xi - \xi \cos \hat{\theta})}{\xi^2 + \xi'^2 - 2\xi\xi' \cos \hat{\theta}} \times \frac{\xi - \xi'}{\sqrt{(\xi - \xi')^2 + \xi^2 + \xi'^2 - 2\xi\xi' \cos \hat{\theta}}} d\hat{\theta} d\xi \dots\dots\dots(1.3.17)$$

$$\hat{r}_\theta = \frac{\hat{v}_\theta}{U} = \frac{J' \gamma_p}{4\pi\xi} - \frac{J'}{8\pi^2} \int_0^1 \frac{d\gamma_p}{d\xi} \int_0^{2\pi} \frac{\xi - \xi \cos \hat{\theta}}{\xi^2 + \xi'^2 - 2\xi\xi' \cos \hat{\theta}} \times \frac{\xi - \xi'}{\sqrt{(\xi - \xi')^2 + \xi^2 + \xi'^2 - 2\xi\xi' \cos \hat{\theta}}} d\hat{\theta} d\xi \dots\dots\dots(1.3.18)$$

$$\hat{q}_r = \frac{\hat{v}_r}{U} = \frac{1}{4\pi} \int_0^1 \frac{d\gamma_p}{d\xi} \int_0^{2\pi} \frac{\xi \cos \hat{\theta}}{\sqrt{(\xi - \xi')^2 + \xi^2 + \xi'^2 - 2\xi\xi' \cos \hat{\theta}}} d\hat{\theta} d\xi \dots\dots\dots(1.3.19)$$

となる。またプロペラ位置では次式のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \hat{q}_x &= -\frac{\gamma_p}{2} \\ \hat{c}_\theta &= \frac{J' \gamma_p}{4\pi\xi} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1.3.20)$$

(3) 境界条件およびプロペラ特性

プロペラの境界条件については、舵の場合に仮定したと同様に、各翼素については流れは近似的に2次元流とみなして、これに働く揚力は、迎角 α が翼の取付角 α_p から、 $\varepsilon = \arctg \frac{U}{\Omega r'}$ および翼の誘導迎角 α_{ip} を減じた場合に相当する揚力係数 C_L をもっているものとする。

すなわち

$$\alpha = \alpha_p - \varepsilon - \alpha_{ip}$$

$$\alpha_{ip} = \frac{\hat{v}_n}{\sqrt{U^2 + \Omega^2 r'^2}}$$

$$\hat{v}_n = -(\hat{v}_\theta)_{x=x'} \sin \varepsilon + (\hat{v}_x)_{x=x'} \cos \varepsilon$$

で与えられる。(1.3.20) 式を用いて α_{ip} を計算すると

$$\alpha_{ip} = \frac{J' \gamma_p}{4\pi\xi} \dots\dots\dots(1.3.21)$$

が得られる。いま、プロペラの翼素の剛率 $\sigma (= \frac{\text{翼素} \times \text{弦長}}{2\pi r})$ を用いると、半径 r の位置の全翼素による揚力は

$$L = \frac{\rho}{2} (U^2 + \xi^2 r^2) \cdot C_L \cdot \sigma \cdot 2\pi r \cdot dr$$

であつて、一方 Kutta-Joukowski の定理からは

$$L = \rho (U^2 + \xi^2 r^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \Gamma_p \cdot 2\pi \cdot dr$$

が得られるから、これを等しいとおくと次式が得られる。

$$\frac{1}{2} \sqrt{U^2 + \xi^2 r^2} \cdot r \cdot \sigma \cdot C_L = \Gamma_p \quad \dots\dots\dots (1.3.22)$$

いま $dC_L/d\alpha$ を一定とすれば

$$\Gamma_p = \frac{1}{2} \sqrt{U^2 + \xi^2 r^2} \cdot r \cdot \sigma \cdot \frac{dC_L}{d\alpha} (\alpha_p - \varepsilon - \alpha_{ip}) \quad \dots\dots\dots (1.3.23)$$

これを無次元形に直すと次式のようになる。

$$r_p = \frac{1}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{2\pi\xi}{J'}\right)^2} \cdot \frac{2\pi}{J'} \sigma \xi \left(\alpha_p - \arcsin \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi\xi}{J'}\right)^2}}\right) \cdot \frac{dC_L}{d\alpha} \quad \dots\dots\dots (1.3.24)$$

これによつてプロペラの循環分布を計算することができる。

(4) 数値計算

すでに (1.3.6) 式に示したように束縛渦による誘導速度が求められ、また (1.3.17)~(1.3.19) 式から随伴渦による誘導速度が求められ、更に前節に示したようにプロペラによる循環分布の計算式が得られた。これらによつて、プロペラの後方の速度場の任意の各点の誘導速度が計算出来るわけであるが、これら (1.3.6), (1.3.17)~(1.3.19) 式に示されている $\hat{\theta}$ による積分は、そのままの形ではこれを計算することが困難であるので、計算可能な形にするために Legendre-Jacobi のダ円関数によつて表わすことにする。

いま

$$M(\xi, \bar{\xi}) = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\xi - \xi \cos \hat{\theta}}{\xi^2 + \bar{\xi}^2 - 2\xi\bar{\xi} \cos \hat{\theta}} \cdot \frac{\zeta - \zeta'}{\sqrt{(\zeta - \zeta')^2 + \xi^2 + \bar{\xi}^2 - 2\xi\bar{\xi} \cos \hat{\theta}}} d\hat{\theta} \quad \dots\dots\dots (1.3.25)$$

$$N(\xi, \bar{\xi}) = \frac{1}{4\pi} \int_0^\pi \frac{\cos \hat{\xi} d\hat{\theta}}{\sqrt{(\zeta - \zeta')^2 + \xi^2 + \bar{\xi}^2 - 2\xi\bar{\xi} \cos \hat{\theta}}} \quad \dots\dots\dots (1.3.26)$$

$$O(\xi, \bar{\xi}) = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} \frac{\cos \hat{\theta} d\hat{\theta}}{\sqrt{(\zeta - \zeta')^2 + \xi^2 + \bar{\xi}^2 - 2\xi\bar{\xi} \cos \hat{\theta}}} \quad \dots\dots\dots (1.3.27)$$

とおくと、誘導速度を表わす各式は次のように変形することができる。

$$q' = -\frac{J'}{2\pi} \int_0^1 r_p(\zeta - \zeta') O(\xi, \bar{\xi}') d\xi' \quad \dots\dots\dots (1.3.28)$$

$$\hat{q}_x = -\frac{r_p}{2} - \int_0^1 \frac{dr_p}{d\xi} M(\xi, \bar{\xi}) d\xi \quad \dots\dots\dots (1.3.29)$$

$$\hat{c}_0 = \frac{J' r_p}{4\pi \xi} - \frac{J'}{2\pi} \int_0^1 \frac{dr_p}{d\xi} M(\xi, \bar{\xi}) d\xi \quad \dots\dots\dots (1.3.30)$$

$$\hat{q}_r = \int_0^1 \frac{dr_p}{d\xi} \bar{\xi} \cdot N(\xi, \bar{\xi}) d\xi \quad \dots\dots\dots (1.3.31)$$

(1.3.25) 式において $\cos \frac{\hat{\theta}}{2} = u$ とおいて変形すれば、

$$M(\xi, \bar{\xi}) = \frac{\zeta - \zeta'}{2\pi \bar{\xi}} \left[\frac{1}{\sqrt{(\zeta - \zeta')^2 + (\xi + \bar{\xi})^2}} \int_0^1 \frac{du}{\sqrt{(1-u^2)(1-k^2u^2)}} + \frac{(\bar{\xi}^2 - \xi^2)}{(\xi + \bar{\xi})^2 \sqrt{(\zeta - \zeta')^2 + (\xi + \bar{\xi})^2}} \int_0^1 \frac{du}{(1-cu^2) \sqrt{(1-u^2)(1-k^2u^2)}} \right]$$

$$\text{ただし } k^2 = \frac{4\xi\bar{\xi}}{(\zeta - \zeta')^2 + (\xi + \bar{\xi})^2} \quad c = \frac{4\xi\bar{\xi}}{(\xi + \bar{\xi})^2}$$

$$\therefore M(\xi, \bar{\xi}) = \frac{\zeta - \zeta'}{2\pi \bar{\xi} \sqrt{(\zeta - \zeta')^2 + (\xi + \bar{\xi})^2}} \left[H\left(\frac{\pi}{2}, c, k\right) + \frac{\bar{\xi} - \xi}{\xi + \bar{\xi}} K\left(\frac{\pi}{2}, c, k\right) \right] \quad \dots\dots\dots (1.3.32)$$

ただし

K: 第1種完全ダ円積分

H: 第3種ダ円積分

k: 母数

c: パラメーター

(1.3.32) 式のうち、第3種のダ円積分は計算できないから、これを計算できるように変形する。

$$H\left(\frac{\pi}{2}, c, k\right) = \int_0^1 \frac{dz}{(1-cz^2) \sqrt{(1-z^2)(1-k^2z^2)}} \quad \dots\dots\dots (1.3.33)$$

(1.3.33) 式において $z = \operatorname{sn} p$ とおくと、

$$H = \int_0^K \frac{dp}{1 - c \cdot \operatorname{sn}^2 p}$$

また

$$H - K = \int_0^K \frac{c \cdot \operatorname{sn}^2 p \, dp}{1 - c \operatorname{sn}^2 p}$$

ここで $c = k^2 \operatorname{sn}^2 a$ ($a = \operatorname{const}$) とおき、

$$H_0(K, a, k) = \frac{cn \, a \, dn \, a}{\operatorname{sn} a} (H - K) = k^2 \operatorname{sn} a \cdot cn \, a \cdot dn \, a \int_0^K \frac{\operatorname{sn}^2 p \, dp}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \cdot \operatorname{sn}^2 p}$$

と名付けることにすると

$$H_0(K, a, k) - H_0(a, K, k) = K E(a, k) - a \cdot E(K, k)$$

なる関係式があることが知られている。

ただし E は第 2 種楕円積分である。しかるに、

$$H_0(a, K, k) = k^2 \operatorname{sn} K \cdot \operatorname{cn} K \cdot \operatorname{dn} K \int_0^a \frac{\operatorname{sn}^2 p \operatorname{dp}}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 K \operatorname{sn}^2 p} = 0$$

であるから

$$H = \frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{cn} a \cdot \operatorname{dn} a} [K \cdot E(a, k) - a \cdot E] + K \dots (1.3.34)$$

このように (1.3.33) 式は (1.3.34) 式のように変形されたが、(a が虚数になるので、これを考慮して $a = K + iA$ とおく。(ただし A は実数)

$$\frac{1}{k} \geq \operatorname{sn} a \geq 1$$

$$\operatorname{sn} a = \operatorname{sn}(K + iA) = \frac{1}{\operatorname{dn}(A, k')}$$

ただし k' : 補母数

上式によつて A を計算することができ、したがつて a を求めることができる。これから $E(a, k)$ を計算するわけであるが、さきに (1.3.33) 式の H の係数

$\frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{cn} a \cdot \operatorname{dn} a}$ を計算しておく、

$$\operatorname{sn} a = \frac{1}{\operatorname{dn}(A, k')} = d$$

とおいて

$$\frac{\operatorname{sn} a}{\operatorname{cn} a \cdot \operatorname{dn} a} = -\frac{1}{i} \frac{1}{\sqrt{(d^2 - 1)(1 - d^2 k^2)}} \dots (1.3.35)$$

$$\therefore E(a, k) = E(K + iA, k)$$

$$= E(iA) + E - k^2 \frac{\operatorname{sn} iA - \operatorname{cn} iA}{\operatorname{dn} iA}$$

Jacobi の虚数変換を用いて変形すると、

$$E(a, k) = i \left\{ A - E(A, k') + \frac{\sqrt{d^2 - 1}}{d \sqrt{1 - d^2 k^2}} - k^2 \frac{d \sqrt{d^2 - 1}}{\sqrt{1 - d^2 k^2}} \right\} + E \dots (1.3.36)$$

(1.3.34) 式に (1.3.35), (1.3.36) 式を代入すると H が計算出来る。

$$H = \frac{d}{\sqrt{(d^2 - 1)(1 - d^2 k^2)}} \{ K \cdot E(A, k') - A \cdot (K - E) \}$$

ただし $d = \sqrt{1 + \left(\frac{\zeta - \zeta'}{\xi + \bar{\xi}}\right)^2}$,

$$k = \sqrt{\frac{4\xi\bar{\xi}}{(\zeta - \zeta')^2 + (\xi + \bar{\xi})^2}}, \quad k' = \sqrt{1 - k^2} \dots (1.3.37)$$

(1.3.37) 式を (1.3.32) 式に代入すると

$$M(\xi, \bar{\xi}) = \frac{1}{2\pi\bar{\xi}} \left[\frac{\zeta - \zeta'}{\sqrt{(\zeta - \zeta')^2 + (\xi + \bar{\xi})^2}} K(k) \mp \{ K \cdot E(A, k') - A \cdot (K - E) \} \right] \dots (1.3.38)$$

ただし { \mp は $(\zeta - \zeta')$ が負であることを考慮して、 $(\xi - \bar{\xi})$ の正負に応じてのものとする。

次に $N(\xi, \bar{\xi})$ を計算するために (1.3.26) 式において、前と同様に $z = \cos \frac{\theta}{2}$ において変形すると、

$$N(\xi, \bar{\xi}) = \frac{1}{\pi \sqrt{(\zeta - \zeta')^2 + (\xi + \bar{\xi})^2}} \int_0^1 \frac{(2z^2 - 1) dz}{\sqrt{1 - z} \sqrt{1 - k^2 z^2}}$$

$$\text{ただし } k^2 = \frac{4\xi\bar{\xi}}{(\zeta - \zeta')^2 + (\xi + \bar{\xi})^2}$$

$$\therefore N(\xi, \bar{\xi}) = \frac{1}{\pi \sqrt{(\zeta - \zeta')^2 + (\xi + \bar{\xi})^2}} \left[\frac{2(K - E)}{k^2} - K \right] \dots (1.3.39)$$

同様に

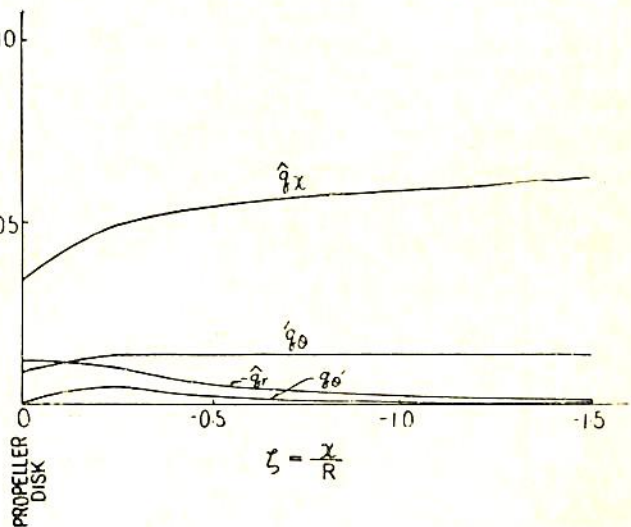
$$O(\xi, \xi') = \frac{1}{\pi \{ (\zeta - \zeta')^2 + (\xi + \xi')^2 \}^{3/2}} \left[\frac{2}{k^2 k^2} \{ E - k'^2 K \} - \frac{1}{k'^2} E \right]$$

$$= \frac{1}{\pi \{ (\zeta - \zeta')^2 + (\xi + \xi')^2 \}^{3/2}} \left\{ \frac{E}{k'^2} - 2D \right\}$$

$$\text{ただし } D = \frac{K - E}{k^2}, \quad k^2 = \frac{4\xi\xi'}{(\zeta - \zeta')^2 + (\xi + \xi')^2} \dots (1.3.40)$$

したがつて (1.3.38)~(1.3.40) の各式を (1.3.28)~(1.3.31) 式に代入することによつて誘導速度が計算できることになった。

以上の計算を 2.3 のプロペラに適用したが、そのうちの一例として、Troost B-4-40 型のピッチ比が 0.800 のプロペラが前進常数 $J = \frac{U}{nD} = 0.60$ で作動している場合の、0.7R の位置におけるプロペラ面から後方各点の後流分布を示すと第 1.6 図のようになる。この第 1.6 図においては、横軸に $\zeta = x/R$, すなわちプロペラ面から



第 1.6 図 The curves of induced velocity

後方 x 方向の距離を示す無次元数をとリ、縦軸に各位置における誘導速度と一樣流速（プロペラに流入前の流速）との比、 \hat{q}_x , \hat{q}_θ , q'_θ , \hat{q}_r をとつて表示されている。

同図によると、随伴渦による x 方向の誘導速度 \hat{q}_x が最も大きく、 θ 方向の \hat{q}_θ がこれに次ぎ、他の二つの成分は小さい。そのうちでも \hat{q}_r のみは負の値を示し、後流が縮流であることがわかる。

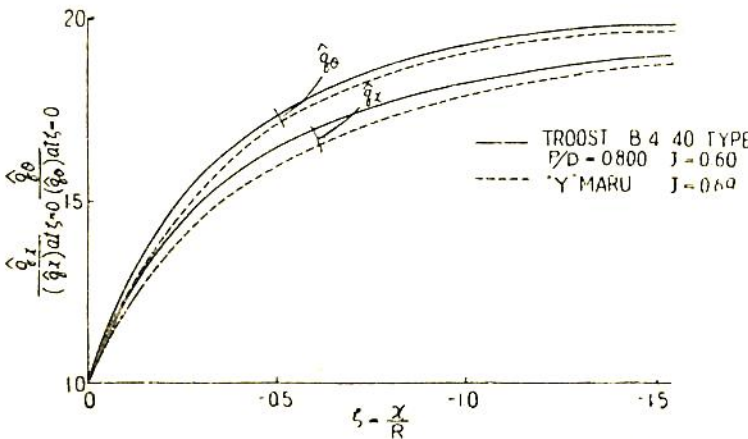
次いで舵性能を考えた場合に直接関係がある \hat{q}_x および \hat{q}_θ のプロペラ面における値を 1 とした場合の、後方各点における \hat{q}_x および \hat{q}_θ の値を知るために、これらの比すなわち

$$\frac{\hat{q}_x}{(\hat{q}_x)_{at \zeta=0}}, \frac{\hat{q}_\theta}{(\hat{q}_\theta)_{at \zeta=0}}$$

を縦軸にとつて表示し直すと第 1.7 図のようになる。すなわち、無限後方における誘導速度は、プロペラ位置の 2 倍であることは一般に良く知られているが、その中間における誘導速度の変化状況は第 1.7 図のようになる。

また同図には Troost 型プロペラ（通増ピッチ型）の他に、実在の船舶“Y”丸の通減ピッチ型のプロペラの実際の航行状態（前進常数 0.69）に対する計算結果もあわせて描いているが、このようにプロペラのピッチ分布が異なつたものであつても、 \hat{q}_x , \hat{q}_θ の変化状況に大きな差異は認められず、したがつて通常の軸船のプロペラの誘導速度は、その舵位置において（通常 $\zeta = -0.5 \sim -0.7$ ）, \hat{q}_θ はプロペラ位置におけるその 1.70~1.85 倍程度、 \hat{q}_x は同じく 1.60~1.75 倍程度と考へても差しつかえないものと思われる。

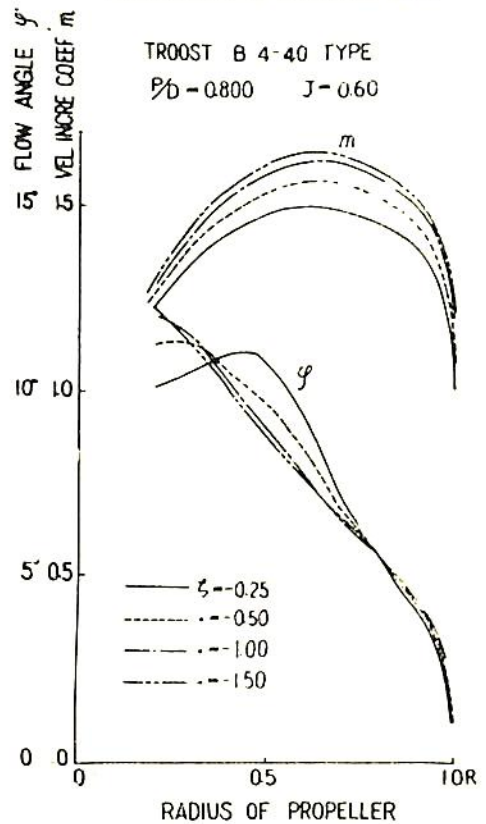
次に、舵に対する流入速度分布を求めるために、船体中心線面内の各位置におけるプロペラ後流をプロペラの半径方向の各点、すなわち舵の深さ方向に対して求めたものが第 1.8 図および第 1.9 図である。第 1.8 図は Troost



第 1.7 図

DISTRIBUTION OF PROPELLER RACE

TROOST B 4-40 TYPE
P/D=0.800 J=0.60



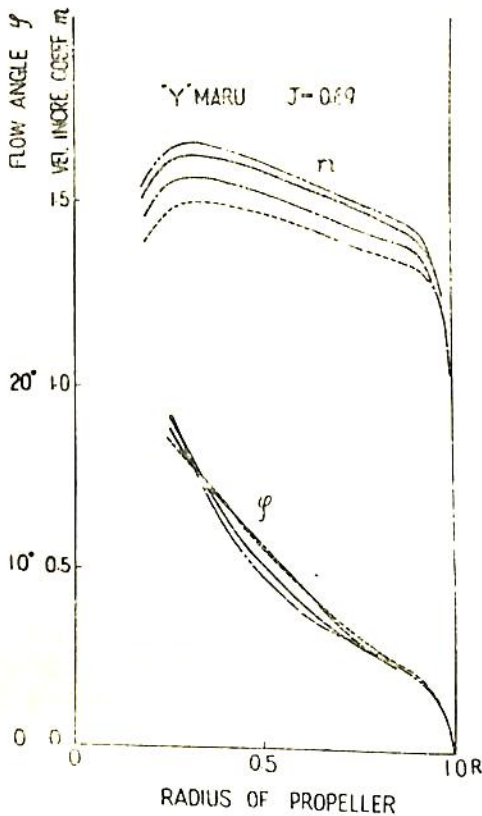
第 1.8 図

型 B 4-40 の前進常数 $J=0.60$ の場合に対するものであり、第 1.9 図は前記“Y”丸のプロペラの前進常数 $J=0.69$ に対するものであるが、両図ともプロペラの後方の 4 断面、すなわち $0.25R$, $0.50R$, $1.00R$, $1.50R$ だけ後方の各断面における流入速度に対する後流の速度増

加率 m と、その船体中心線に対する傾斜角 ϕ の形で示している。これらによると、増加率 m は後方に移るに従つて大きくなつてはいるが、傾斜角 ϕ はあまり大きな変化を示していないことがわかる。

2.3 舵に加わる力の数値計算結果

前節によつて、種々の舵位置における舵上の各点に対するプロペラの後流分布を知ることができたので、(1.2.9) 式にこれらの値を代入して連立方程式を作成するわけであるが、後流中の舵力の傾向を知るために次の五つの場合に対する計算を行つた。すなわち、



第 1.9 図

Toost B-4-40 型の 200 mmφ 直径の P/D=0.800 のプロペラが前進常数 J=0.60 で作動している後方に、この研究の第 1 部の実験の際に使用したものと同様の舵 (N. A. C. A. 0018 翼形の対称舵深さ b=200 mm, c=120 mm) がその中心深さをプロペラ軸と一致して位置している場合であつて、プロペラと舵との間隔が 0.50R のときの舵角がそれぞれ 15, 25, 35° の場合、および間隔が 1.00R, 1.50R の舵角 35° の五つの場合である。

この場合に、舵はこの計算においてはその前縁から弦長の 4/5 位置にある揚力線で置き換えたのであるから、この揚力線位置をもつて舵位置を代表させることにした。連立方程式の作製に當つて選ぶべき舵上の点としては、舵の上端および下端を含めて 9 点も選べば十分であり、また揚力勾配としては、この研究の第 1 部において報告した舵の単独試験結果から求められた k=5.24 を採用することにした。なおこの実験値は K. E. Schoenherr によつて求められた値 5.46 よりは僅かながら小さい。このようにして作製した連立方程式を解いて A₁, A₂, …… A₇ を求めると、第 1.1 表のようになる。

このようにして A_n が求まると、(1.2.10) 式および

第 1.1 表 A_n

A _n	ξ = -0.5		ξ = -1.0		ξ = -1.5	
	α = 15°	α = 25°	α = 35°	α = 35°	α = 35°	α = 35°
A ₁	0.1654	0.2756	0.3893	0.3927	0.3996	
A ₂	0.0673	0.0627	0.0394	0.0549	0.0539	
A ₃	0.0209	0.0348	0.0654	0.0518	0.0534	
A ₄	-0.0143	-0.0142	-0.0279	-0.0147	-0.0129	
A ₅	-0.0023	-0.0036	-0.0059	-0.0060	-0.0063	
A ₆	0.0018	0.0020	0.0053	0.0016	0.0023	
A ₇	0.0013	0.0023	0.0067	0.0027	0.0036	

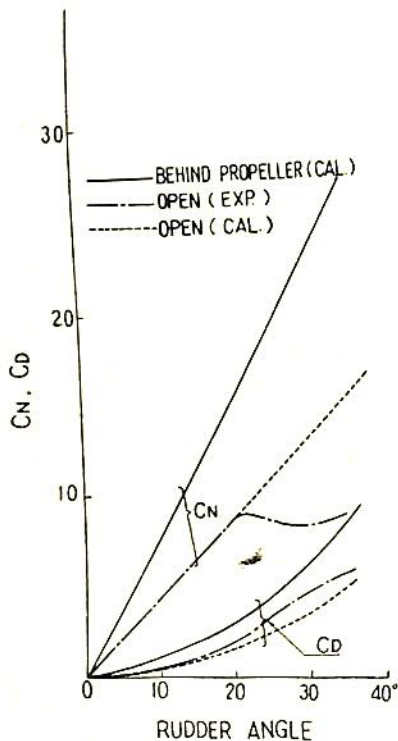
(1.2.11) 式によつてそれぞれ δL および δD, δN, δT が計算できるから、さらにこれらを舵の深さ全体にわたつて加算すると、それぞれの場合に対する L, D, N, T を求めることができる。計算結果をそれぞれの係数 (C_L = L/½ρU²A, ただし A: 舵面積, U: プロペラへ流入する一定流速, 以下 C_D, C_N, C_T も同様) の形にして表示すると第 1.2 表のようになる。

第 1.2 表

ξ	α(度)	C			
		C _L	C _D	C _N	C _T
-0.5	15	1.139	0.199	1.135	0.174
-0.5	25	1.895	0.441	1.890	0.507
-0.5	35	2.675	0.826	2.665	0.891
-1.0	35	2.760	0.869	2.753	0.934
-1.5	35	2.875	0.907	2.870	0.962

ξ = -0.5 の場合の各舵角に対する C_N および C_D を、舵角を横軸にとつて点置すると、第 1.10 図中の実線をもつて表わした曲線のようになる。同図には第 1 部において述べた単独舵の場合の実験結果が併記されているが、これらを比較すると、C_N, C_D がプロペラ後流の影響によつて増加する状況が良くわかる。実験においては約 20° 付近において失速を起すために、それ以上の舵角における C_N が低下しており、一方プロペラ後流中の計算においては失速は考慮されていないので、それ以上の舵角においても C_N が増加しているのが比較の対象とならない。したがつて、舵単独の場合に対しても失速を考慮しないで C_N を同様の計算によつて求めたが、その結果は同図中に点線で描かれている。

このようにして得られた舵単独の場合の直圧力係数勾配 $\frac{dC_N}{d\alpha}$ (縦横比 λ=1.67) はほとんど実験と一致して 2.49 であるが、これに比べてプロペラ後流中 ξ = -0.5 の位置に置かれた舵の直圧力係数勾配 $\frac{dC_N}{d\alpha}$ (λ=1.67) は 4.34 であるので、プロペラ後流の影響によつて直圧



第1.10図 Values of C_N and C_D

力は約74%増加していることになる。これは第1.8図によつて求めたこの舵位置におけるプロペラ後流の平均増速率 \bar{m} (1.42) から計算した力の増加率 $\bar{m}^2=2.01$ に比べると約27%小さい。すなわちこの計算結果によるとプロペラによつて水に与えられたエネルギーのうち、舵位置におけるもの全部は舵に有効に利用できないまでも、その約75%程度が有効に働いていることがわかる。

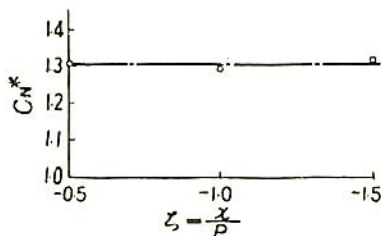
また一方、舵の位置が変化した場合、すなわち ζ が -0.5 , -1.0 , -1.5 と変化した場合の C_N および C_D を第1.2表によつて比較してみると、舵位置がプロペラから遠ざかるに従つて、わずかながら両者とも増加しており、これは後流の増速率 \bar{m} の増加の傾向と良く一致している。いま、

$$\frac{N}{\frac{1}{2}\rho A(\bar{m}V)^2} = \frac{C_N}{\bar{m}^2} = C_N^*$$

を求めて、 ζ がそれぞれ -0.5 , -1.0 , -1.5 の場合に対する値を点置すると第1.11図のようにはほぼ一定の値となり、 C_N が後流の増速率の自乗に比例していることがわかる。

また、第1.10図における後流中の C_N が舵角の増加にほぼ直線的に比例して増加している点などから推定すると、流入角 φ の影響はこのような対称断面を有する舵

に対する計算においては、舵の各部分においてある程度現われるが、舵全体として考えた場合には予想どおり上下の各部でそれらの影響がお互いに相殺されているために、その影響はわずかしか現われないものと考えることができる。



第1.11図 The values of C_N^*

以上の計算結果を総合して考えると、次のことが言える。

(1) プロペラ後流中に置かれた舵に加わる力を支配する最も重要な要素は、この計算の範囲内では、舵の前進速度と舵角に次いで後流中の速度増加率 \bar{m} であつて、舵には増速された水のエネルギーの約7~8割が有効に働いている。

(2) プロペラ後流の舵に対する流入傾斜角の影響は、この計算のような対称断面を有する舵に対してはわずかである。

(3) プロペラの誘導速度のプロペラ後方における軸方向の変化状況は、プロペラのビッチ分布が通減・通増と変化しても大差なく、通常の船のプロペラに対しては第1.7図をもつて代表させることができる。

(4) 舵の装備位置が、プロペラの後方 $0.50 \sim 1.50 R$ (R : プロペラ半径) の程度に変化しても、舵に加わる直圧力・抗力などにはたいして影響を及ぼさない。

(その2 (1) 終り、つづく)

「船舶」のファイル



このたび写真でごらんのような「船舶」用ファイルを作りました。御希望の方には下記の価格でおわかちいたします。
 頒価 120円 (〒30円)

1. ま え が き

去る6月29日より7月4日まで、スペインのマドリッド市において開催された、国際電気標準会議 (I.E.C.) の船舶電気設備委員会 (TC 18) の本会議に、私は川崎重工業株式会社小谷嘉香氏とともに日本代表委員として出席した。

I.E.C.-TC 18 は昨年西独のコンスタンツ市における会議に引続き今回のマドリッド会議が開催され、今回はコンスタンツ会議で結論が得られなかった事項および Publication 92-Recommendations for Electrical Installations in Ships の第8章以降の章に対する各国よりの改正提案等が討議せられた。

TC 18 本会議の討議内容のうちわれわれが留意すべき事項および将来検討を要する事項等を主としてここに報告する。

2. TC 18 本会議々事概要

TC 18 本会議開催に当たり、Comision Permanente Espanola de Electricidad を代表して、Mr. A. Gonzalez-Allery Balseyro より開会の挨拶があった。

次いで本会議の議長 Mr. Watson (元ロイド船級協会勤務) より挨拶があり、各委員に対し、常に8原則 (安全、信頼度、簡易化、保守の容易等) を念頭において討議を行うよう要望された。

Publication 92 の討議に先だち次の報告および討議が行われた。

a. 基本的な耐候性および機械的強度試験に関する報告

議長より次の報告があった。

I.E.C. 会長 Dr. Helitz より低圧の電気装置および回転機械の基本的な耐候性および機械的強度試験について、TC 18 では関心を払っているかとの照会があった。

現在の I.E.C. Publication 68 (ラジオ部品の耐候性および機械的強度に対する基本的試験方法) は航空機等に使用される電子装置に限定せられている。

Publication 68 には次の試験が規定せられている。

Dry cold — -55°C まで変化

Dry heat — 100°C まで変化

Damp heat — 100%

Bumping up to 50g — 1000回

Vibration

Mould growth

Salt mist

Dust

Immersion

現在のわれわれの規定では通常 0.5 m³ の室内で行われる試験に限られており、かつ上記試験が低圧電気装置にのみ適用されるものならば TC 18 には関係がない。

もしこれが大型機器にも適用せられるのであれば、製造所は試験設備に相当の費用がかかる。

TC 18 は、本試験を低圧の電気装置および回転機に適用するか否かにつき後日非公式会合を開いて検討する。

b. 各船級協会代表委員に対する要望

議長は、各船級協会よりの代表委員に対し、TC 18 の主なる仕事は、各船級協会規則の統一を計るにあり、この観点よりケーブルの定格および機械の温度が重要問題であるから、会議中この点に留意して討議を行うよう要望した。

c. 国際海事諮問機構 (Intergovernmental Marine Consultative Organization-IMCO) と I.E.C. について

議長より、次の通り説明があった。

1948年国連経済社会局は、国際貿易に従事する船舶に関係するあらゆる技術的諸問題を処理する機構を設けることを目的として IMCO が設立された。

この任務は、諮問と勧告を行うにある。

1959年1月に会議が開催され、管理問題、すなわち財源、事務総長および海事安全委員会の任命が行われた。

IMCO は、4d 項の条令に基いて、官設でない世界各国の団体に諮問し、協力することができ。現在 TC 18 は既に承認を得てこの条令に従うことになっている。

1月の会議に Mr. Watson は単に傍聴人として出席したが、今後 TC 18 の地位につき何等かの決定があることを期待している。

d. 専門分科委員会.

次の専門分科委員会がコンスタンツ会議に引続き設けられることとなった.

- a. ケーブル
- b. 保護
- c. 絶縁距離

なお今回新たにラジオ障害分科委員会が設けられた.

e. 非吸湿性材料の定義.

Document 18 (Italy) 418 により討議せられ次のように定義された.

非吸湿性材料 (Non-hygroscopic material):

非吸湿性材料は(水に溶解しないものとすれば)規定状態の下で水中に浸した場合, 適当な文献(目下検討中)の規定値以上の水を吸収しない材料

ここに適当な文献と一応記載せられたのは次の英国提案等を考慮したためである.

Document 18 (Madrid-United Kingdom) 2

- (1) イタリー原案の非吸湿材料の定義では, 材料の重量の 0.5% を超える 水分を吸収しないものとなっているが, この値は漠然としている. 材料によつては 0.5% の水分を含んだ状態でも十分に機能を発揮するものもあればそうでないものもある.
- (2) 試験片をその体積で規定するのは不適當であろう. 限られた時間内における試験では吸水量は表面積の函数であり, また場合によつては試験片の切断面の面積に比例する. 例えば試験片の形状は平板では B.S. 771, 薄板物では B.S. 2966 のように規定すべきであろう.
- (3) ある種の材料, 特に薄板の場合には吸湿の割合は, その厚みに関係する. この割合は B.S. 1137 にある III 形のベークライト薄板 (phenolic resin bonded paper sheet) に対する次の制限値を例にとつても明かである.

板の厚み吋	1/8	1/4	1/2	1
吸湿率 %	4.6	2.65	1.5	0.84

この特性は NEMA でも認められている. よつて提案された吸湿率 0.5% という制限はある 1 種類の材料についてみても, 吸湿性を示す規準とはいえない.

- f. 機器およびケーブルにアルミニウム適用の検討. スノーデンより AIEE No. 56-183 を検討し, アルミニウムを母線として使用することは銅母線と比較し安価となるので興味があり, 開閉装置 (switch-gear) にも使用することが有効ならば耐食性等を含んで検討し, 標準寸法については討議すべきでなかろうとの提案があり, 委員会はこれに同意した.

次いで Document 18 (United Kingdom) 413 につき議長より概要が説明され, 討議し次のように決定した.

(1) 一般

導電部にアルミニウムを使用した場合, その接続技術が各国どの程度であるか, 線種, 機器の外被, ケーブルの被覆等を使用する場合の異種金属との接触による電解作用等に対する考慮等に種々の問題があり, アルミニウム使用につき検討すべき点が多々あるので一般事項は未決定となった.

- (2) 電気器具, ケーブル等をアルミニウム構造物に取付ける場合の注意

Publication 92 の第 3 章に次の条文を追加することとなった.

"If electrical fittings, not of alminum are attached to Al, suitable means should be taken to prevent corrosion".

- (3) 配電盤構成材料としてアルミニウムの使用 第 8 章に次の条文を追加することとなった.

"If structural parts are of alminum then suitable precautions should be taken to attach them to the steel structure".

- (4) 導電体, すなわち母線およびケーブルとしてアルミニウムの使用

(i) 母線に Al を使用できることは Clause 8.05 に規定せられている.

(ii) 航空機での経験上, ケーブルには Al の使用は認めない.

- (5) ケーブル保護被覆としてアルミニウムの使用

Al の使用を主張しないことに意見が一致した.

- (6) 金属管, 同附属品および開閉装置, ヒューズ等の外箱としてアルミニウムの使用 使用を認めることになった. ただし腐食に

に対する注意が必要である。

(7) 油槽船および危険区域内でのアルミニウムの使用

Al の使用を主張しないことになった。

g. 一般用プラグおよびソケットアウトレットの標準化に対する覚書。

一般用プラグおよびソケットアウトレットの標準化は国際電気施設管制委員会(C.E.E.)の TC 232 によつて行われている。

1959年2月のブリッセルにおける編集委員会では、CEE 17-Specification for plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes (一般産業用プラグ、ソケットアウトレットおよび接続器具の仕様書)の公式版を準備した。この仕様書は目下印刷中であつて、これには次の形のプラグおよびソケットアウトレットの標準図が含まれている。

16 A, 380 V (2p+接地, 3p+接地, 3p+中性+接地)

32 A, 380 V (3p+接地, 3p+中性+接地)

CEE-TC 232 の標準案にはその他、42 V 用, 380 V 63 A 用, 500 V 用および 750 V 用の器具が含まれている。

I.E.C-TC 23 (電気用品)の次回会議で、真に国際的な I.E.C. の裏付けとするために、CEE 17 を採択するよう希望する。

I.E.C-TC 18 は TC 23 が CEE 規格を採択するまで、TC 18 固有の問題の討議を行わない方が得策であろう。

h. 図式記号

TC 3 の代表として Mr. Benninger より TC 3 では時期的な関係で記号を I, II, III, IV に分類してあるが、船用電気設備のみに必要な記号は 3 頁に記載せられていと説明された。

また TC 3 では数多くの記号を取扱つており、今直ぐその規格の第 2 版を発行は困難であり、TC 3 では TC 18 が船舶用のみに使用する記号を撰択できるよう数多くの記号の変形を示し得ると述べた。

ここで TC 18 の規格に一般用と船舶用の両者の図式記号の採択につき討議された。その結果今後委員会の討議が十分に進行するまで TC 18 での討議は保留することとなった。

i. Publication 92 に対する各国提案の討議

(1) Chapter 3 General requirements and conditions.

3.25—Inclination of ship

ソ連邦より、「非常設備は、船が長時間 22.5 度傾斜した状態でも満足に動作しなければならない」との条文追加提案があり、これを採択することになっていたが、米国代表より、1960 年の海上における人命安全条約会議 (Solas Convention) に、永久傾斜 36 度を提案する旨言明せられたので、本問題はそれまで保留となった。

(2) Chapter 4 Earthing of non-current-carrying parts.

4.05—Constructions to the ships structure

スウェーデンより、次の条文は推奨されないとの意見があり、討議の上これを削除することとなった。

“Where a cable socket is not used, the wires should be formed into a hook and placed under a tinned brass washer”.

Table 4. I—SIZES of earth-continuity conductors and earthing connections

18 (Secretariat) 416 により討議し、次表のように決定した。

(3) Chapter 5 Application of diversity (demand) factors.

5.05—Winch circuits

現在規格では交流、直流の両者に適用されることとなつてはいるが、交流の場合には起動方式により突入電流を十分に考慮することがあり、その他により直流機と同一の diversity factor を適用することに問題がある。

討議の結果直流のみに適用することとし、次の条文に改まつた。

“5.05—D.C. winch circuits

For d.c. winches the diversity factor should not be very different from the values in the following table 5. II.

Note: For other cases, special consideration to be given”.

(4) Chapter 7 A. C. Ship's service system of supply.

Table 7. I—A.C. voltages for ship's service

船舶における安全な電圧について英国より次の意見が述べられた。すなわち船では感電に対し不利

Table 4. I—Sizes of earth-continuity conductors and earthing connections

Type of earthing connection	Cross-sectional area of associated current-carrying conductor	Minimum cross-sectional area of copper earthing connection						
1. Earth-continuity conductor in flexible cable or flexible cord	Any.	Same as current-carrying conductor up to 16 mm ² and half above 16 mm ²						
2. Earth-continuity conductor incorporated in fixed cable.	Any.	<p>A. For cables having an insulated earth conductor</p> <p>(a) a cross-section equal to the main conductors for up to and including 16 mm² but minimum 1.5 mm²</p> <p>(b) a cross-section not less than 50% of the cross-section of the main conductor when the latter is more than 16 mm²</p> <p>B. For cables with a bare earth wire in direct contact with the lead sheath</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Cross-section of main conductor</th> <th>Earthed conductor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1~2.5 mm²</td> <td>1 mm²</td> </tr> <tr> <td>4~6 mm²</td> <td>1.5 mm²</td> </tr> </tbody> </table>	Cross-section of main conductor	Earthed conductor	1~2.5 mm ²	1 mm ²	4~6 mm ²	1.5 mm ²
Cross-section of main conductor	Earthed conductor							
1~2.5 mm ²	1 mm ²							
4~6 mm ²	1.5 mm ²							
3. Separate fixed earthing connection	<p>a. Not exceeding 3 mm²</p> <p>b. Exceeding 3 mm² but not exceeding 125 mm²</p> <p>c. Exceeding 125 mm²</p>	<p>Same as current-carrying conductor subject to minimum of 1.5 mm² for stranded earthing conductor, or 3 mm² for unstranded earthing connection.</p> <p>One half the cross-sectional area of the current carrying conductor, subject to a minimum of 3 mm²</p> <p>64 mm²</p>						

な条件が多い。特に罐室、機械室等では感電事故が発生しやすい。経験上、船で使用せられる電圧で、直流の場合には致命的な感電事故は極めて稀であり、この場合には特別な設備は不必要であろう。しかし交流の場合には 60 V でも致命的な事故を生じた例もある。

機械室、罐室等の危険な場所において、55 V 交流電圧の手提灯および工具等の移動器具を使用した場合、感電の危険は非常に少ないであろう。

居住区の扇風機、掃除機および手提灯等は、露出金属部が接地せられるかまたは二重絶縁が施されておれば 110 V または 240 V でも危険はないで

あろう。

上記の意見等を参考として討議し、次表を採択することになった。

(5) Chapter 8 Switchgear, switchboards, section boards and distribution boards.

8.09—Construction of switchboards.

英国より ac 150 V では致命的な感電事故を生じるとの意見があり、これが採択され極間または大地に対する電圧が ac 55 V, dc 250 V を超える配電盤はすべてデシドフロント形が要求されることとなり、従来 ac 110 V のものがライブフロント形であつたのが、使用できなくなつた。

Table 7. I—Voltages for a.c. systems for ship's service

Application 1.	Recognized standard voltage V 2.	Maximum voltage V 3.	Remarks 4.
1. Power, heating and cooking equipment securely fixed and permanently connected. Socket outlets rated not less than 15 A and intended for apparatus, the connection to which incorporates an earth-continuity conductor not smaller than 2 mm ²	three phase 110 115 220 380 440 single phase 110 115 127 220 250 380 440	three phase 500 single phase 500	
2. Fixed lighting including outlets for purposes not mentioned in Item 3 and 4	single phase 110 115 127 220 250	single phase 250	
3. Socket outlets for use where extra precautions against shock are necessary. a) Where a safety isolating transformer is used supplying one consuming device only. b) Supplied without the use of isolating transformers.	single phase 55 110 115 240 single phase 12 24 48 55	single phase 250 single phase 55	It is recommended to have both wires of such systems isolated from earth
4. a) Internal communications b) Internal communications, provided the apparatus is of equal quality as in Item 2 from the personnel safety viewpoint.	single phase 12 24 48 single phase 55 110 115 127 220 250	single phase 50 single phase 250	

なお 8.22—Moving parts of circuit breakers, etc. の条文が一部修正され本条末尾に追加され Clause 8.22 は削除されることとなった。

8.13—Measuring instruments for a.c. generators.

周波計、電力計および同期検定装置に意見があり検討の上、下記の条文に改まった。

“8.13—Measuring instruments for a.c. generators.

(a) For a.c. generators not operated in parallel each a.c. generator should be provided with at least one voltmeter with a chan-

geover switch for measuring the voltage of each phase, *one frequency meter* and one ammeter with an ammeter switch to enable the current in each phase to be read or an ammeter in each phase and for generators above 50 kVA a *three-phase wattmeter*.

(b) For a.c. generators operated in parallel, each a.c. generator should be provided with a *three-phase wattmeter*, and an ammeter in each phase conductor or an ammeter and a selector switch designed

to permit the reading of the current in each phase; for parallel purposes, two voltmeters, *at least one* frequency meter and a synchronizing device, the last named being controlled by switch or plug and comprising *synchronizing lamps or their equivalent, and if a synchroscope is used, the lamps are still required.*

A plug or linked double-pole multiple way switch should be provided to enable one voltmeter and frequency meter to be connected to one phase of any one generator before the machine is connected to the busbars; and the other voltmeter and frequency meter should be permanently connected to one phase of the busbars. The connections should be made to the corresponding phase of each generator.

Note—The provision of an ammeter in the exciter circuit of each generator is recommended.

Secondary windings of instrument transformers should be earthed.

8.14—*Instrument scales.*

英国提案につき討議し、電流計および電力計の目盛は、回路の定格の150%以上を130%以上に改めた。

8.15—*Earth indication*

英国より次の提案があつたが (b) 項の 50 W 地絡灯は安全の見地より問題があり、なお (b) 項が詳細に規定しすぎるとの意見があり、(a) 項のみを規定することとなつた。

“(a) Every insulated distribution system, whether primary or secondary, should be provided with means to indicate the state of insulation from earth.

(b) Where an earth-indicating system using either two or three lamps, as appropriate, is adapted, earth-indicating lamps should be of the metal-filament type each not exceeding 50 watts. The system employing a single lamp should not be used.

Note—To facilitate comparison of the brilliance of earth-indicating

lamps they should be of clear glass and should be placed not more than 6 inches apart”.

8.19—*Protection of outgoing a.c. or d.c. circuit.*

ソ連邦より、特にヒューズ付スイッチの必要なく、ヒューズはスイッチと別個に装備してもよいではないかとの提案が採択され、条文が次のように改まつた。

“An automatic circuit-breaker so constructed as to open simultaneously all insulated poles or alternatively from current of 320 A or less, fuses and a linked switch”.

8.20—*Protection of meters, pilot-lamps, etc.*

英国より地絡灯および表示灯を含む回路の保護は、電圧計および計器の電圧コイルを含む回路と共用すべきでないとの提案があり、討議の上、次の条文が追加された。

なおソ連邦より可溶器 (fuse cut-out) の使用を希望したが後日検討することとなつた。

“(b) Means of overcurrent protection for circuits containing earth-indicating lamps and pilot-lamps should not be used also for circuits containing voltmeters or voltage coils of instruments.

Exemption

A single means of overcurrent protection may serve an instrument and a lamp which is integral therewith”.

8.24—*Special requirements for section and distribution boards.*

英国提案を討議の上、本条を区電盤および分電盤に対する特殊要求として次の条文を規定することとなつた。

“Protection and control

Every outgoing circuit from a section board or distribution board should be perfected by a fuse or a circuit-breaker in each insulated pole or phase. 2-wire and 3-wire circuits of rating exceeding 60 amperes protected by fuse should, in addition, be controlled in each insulated pole or phase by a linked switch.

Marking of voltage

In a.c. installations the voltage of every section board and distribution board should

be indicated by a level bearing clear and indelible indication”.

8.27—Construction of section and distribution boards.

英国より現行条文では区、分電盤（例えば iron-clad fuse box）の設計上拘束されることが多すぎる。すなわちヒューズ盤およびスイッチの取換に際しケーブルを取外す必要が生じるとの意見があり、討議の上、次の条文に改められた。

“All connections should be readily accessible. The replacement of parts should not necessitate the removal of the case or the disconnection of cables.

If the busbars of a distribution board are in series with a circuit, their cross-section shall be sufficient to withstand the full load of the supply cable”.

8.31—Switches

現行の下記 (a) 項の条文中、試験時における力率について日本より、すべてのスイッチを力率 0.3 とするのは苛酷であり、全電圧起動の電動機用のみ必要と考える。普通のスイッチは力率 0.7 で試験すれば十分使用に耐えるであろうと提案していた。

またスウェーデンよりは、本問題は TC 17 の規定によるべきであろうとの意見があり、TC 17 に連絡の上改めて討議することとなった。

“(a) Every switch should be capable of breaking a load current 50% in excess of its rated current at rated voltage, 100 times for switches of rating not exceeding 60 A, and 10 times for larger switches, and be capable of being put into service subsequently without injurious overheating.

For d.c. the test load should be resistive and for a.c. it should have a power factor 0.3. The stated number of interruptions should be carried out at equal intervals within an hour”.

8.32—Fuses.

英国提案を討議の上、次の (d) 項が追加された。

“(d) Every fuse should be provided with a suitable nonignitable insulating fuse-carrier of such form as to protect a person handling it from shock and burns, except where sui-

table insulated detachable handles are provided or the arrangements are such that, in distribution boards, a switch connected on the live side of the fuse is fitted adjacent thereto and a lid or door is provided to guard the fuse against unauthorized access”.

(6) Chapter 9 Distribution

9.01—Methods of distribution

オランダより次の提案があつたが、今後の検討課題として保留された。

“The output of ship's service generators can be supplied to the current consuming appliances by way of either:

- (a) a branch system
- (b) a mesh network

Current consuming appliances of the ship's service system should be connected to either

- (a) a main switchboard, or
- (b) an emergency switchboard, or
- (c) a section board, or
- (d) a distribution board.

Branch. An electric line intended for connecting a current-consuming installation to the distribution network.

A branched network is an assemblage of interconnected branches.

Mesh of a network. A set of conductors which connects feeding points (nodes) and forms a closed circuit”.

9.06—Final sub-circuits

英国提案により Clause 9.13 を削除し、本条に次の条文を追加することとなった。

“(b) A separate final sub-circuit should be provided for every motor required for an essential service, and for every motor rated at 1.25 kw or more.

(c) Lighting circuits should be supplied by final sub-circuits separate from those for heating and for power requirements.

Exemption. This clause does not preclude the supply of cabin fans or wardrobe heaters from lighting circuits”.

9.10—Cargo-space lighting

ソ連邦より、Cargo hold の照明装置専用の配電盤が必要であろうとの提案があり、討議の上、次

のように条文が改められた。

“In the case of a fixed lighting installation in the cargo-spaces, a small switchboard fitted with switches and voltage pilot-lamps should be provided for each connected lighting line. The switchboard should be installed outside the cargo-spaces and accessible only to qualified personnel”.

9.11—Radio installations, including direction-finder and similar equipment.

ソ連邦より、本設備には特別な回路が必要であろうとの提案があり、討議の上、次のように条文が改められた。

“A special circuit from the main switchboard or the emergency switchboard shall be provided for supplying radio installations”.

9.14—Steering gear

英国より現行条文では不十分であると改正提案があり、これにより討議する予定であつたが、SOLAS（海上における人命安全のための国際条約）で改めて審議せられるので、次回まで討議が保留された。

9.30—Shore connection

現行条文では船内電源より船外への給電も考慮せられていたが、これを削除し、なお給電箱の構造および内蔵すべき器具等を次のように詳細に規定することとなつた。

“(a) Where arrangements are made for the supply of electricity from a source on shore or elsewhere, a suitable connection-box should be installed in a position in the ship suitable for the convenient reception of flexible cables from the external source, and containing a circuit-breaker, an isolating switch and fuses and terminals of ample size and suitable shape to facilitate a satisfactory connection.

Suitable cables permanently fixed should be provided, connecting the terminals to a linked switch and (or a circuit-breaker) at the main switchboard.

(b) For three-phase shore supplied with earthed neutral an earth terminal should be provided for connecting the hull to the shore earth.

(c) The shore connection should be provided with an indicator at the main switchboard in order to show when the cable is energized.

(d) Means should be provided for checking the polarity (for d.c.) or the phase sequence (for three-phase a.c.), of the incoming supply in relation to the ship's system.

(e) At the connection-box a notice should be provided giving full information on the system of supply and the normal voltage (and frequency if a.c.) of the ship's system, and the procedure for carrying out the connection.

(f) Incidentally, a device to transmit mechanical loads on trailing cables directly to the metallic framework and not to the electrical connections should be specified”.

(7) Chapter 12 Transformers for power and lighting

12.01—Scope

フランスよりの提案により討議し、次のように詳細に規定することとなつた。

“This clause specifies that the chapter applies to static balancers.

It would seem that it should also be specified that it applies to saturable chocks and to transducers whose volume corresponds sensibly to a rating of 1 kVA.

There should be a class reference in Chapter 3”.

12.09—Parallel operation

フランスより、変圧器を並列運転する場合、最小変圧器の出力は最大変圧器出力の50%以上と規定すべきであろうとの提案があり、これが採択された。

12.10—Limit of temperature-rise

TC 14 の決定を待ち、改めて討議することとなつた。

12.11—Short-circuit

日本より本条に、Induced potential test を追加すべきであろうと提案しておつたが、大多数の委員は、船用の変圧器のような小型なものにはその必要がなかろうとの意見を述べたが、討議は保留となつた。

12.13—Rating plate

各国提案につき討議し、次のように規定されることとなつた。

“The rating plate of transformers for power and lighting should give information according to the following, the rating being in accordance with I.E.C. Publication 76.

General.

- (i) The specification to which the transformer conforms.
- (ii) The name of the maker.
- (iii) The maker's serial number, year of manufacture and type designation.
- (iv) The class of rating or the necessary information if the transformer is intended to operate under more than one class of rating
- (v) The additional information detailed below, as appropriate,

Transformer

- (vi) Transformer
- (vii) Frequency
- (viii) Number of phases
- (ix) Output in kVA
- (x) Primary and secondary no-load voltages
- (xi) Primary and secondary currents for each winding
- (xii) Designation of transformer connection
- (xiii) Impedance voltage in per cent
- (xiv) Class of insulation

Note 1: If the transformer is liquid-co-

oled, the manufacturer shall state the recommended type of cooling liquid. This may be done on a separate plate.

Note 2: The information given in (ix) to (xiii), shall refer to the principal tap-pings.

Note 3: When necessary, information about extra tapplings should be clarified by a connection diagram”.

(8) Chapter 13 Generators (with associated prime movers) and motors

13.11—Types of rating

英国提案により討議し、ship's service 以外の発電機および電動機も温度試験における温度上昇限度が Clause 13.12 によることになつた。

13.12—Permissible limits of temperature-rise.

各国提案により討議し、絶縁材料の種別の条文を削除し、なお第 13. II 表が次のように改まつた。

13.14—Entry of water

米国より次の条文を追加するよう要求があり、討議の上これを註記とし、なお重要電動機 (essential motor) をも包含することとなつた。

“When the weight of the generator excluding the shaft is over 1000 pounds (455 kilograms) it should be provided with means to prevent moisture condensation in the machine when idle. When steam heating coils are installed for this purpose there are to be no pipe joint inside the casing”.

Table 13. II. Limits of permissible temperature rises for generators and motors

Item No.	Part of Machine	Method of measurement of temperature note 1	Temperature rise deg. c.					
			Ventilated machine		Totally enclosed machine		Water cooled machine	
			Insulation class		Insulation class		Insulation class	
			A	B	A	B	A	B
1.	a) A.C. windings of turbo-alternators having outputs of 5000 kVA or more	E.T.D. or R	50	70				
	b) A.C. windings of salient pole and of induction machines having output of 5000 kVA or more, or having a core length of one metre or more				—	—	70	90

2.	a) A.C. windings of machines smaller than Item 1.	R or T	50	70	50	70	70	90
	b) Field windings of a.c. and d.c. machines, having d.c. excitation other than those in items 3 and 4.		40	60	45	65	60	80
	c) Windings of armatures having commutators							
3.	Field windings of turbo-type machines having d.c. excitation	R	—	80	—	—	—	100
4.	Single layer windings with exposed bare surfaces	T or R	55	80	55	80	75	100
5.	Permanently short-circuited insulated windings	T	50	70	50	70	70	90
6.	Iron cores and other parts in contact with insulated windings	T	50	70	50	70	70	90
7.	Permanently short-circuited winding uninsulated	T	The temperature rise of these parts should in no case reach such a value that there is a risk of injury to any insulating or other material on adjacent parts					
8.	Iron cores and other parts not in contact with windings							
9.	Commutators and sliprings	T	55	65	55	65	70 note 2	80 note 2
10.	Bearings	T	40	45	40	45	60 note 2	65 note 2

Note 1. T = Thermometer method

R = Resistance method

E.T.D. = Embedded temperature detector

Note 2. When the commutators, sliprings or bearings of machines provided with water coolers are not in the enclosed air circuit cooled by the water cooler, but are cooled by the ambient cooling air, the permissible temperature rise above the ambient cooling air should be the same as for ventilated machines.

なおソ連邦より次の note を追加するよう要求されたが次回会議までに各国々内委員会で検討することとなった。

“For enclosed electric motors operating in short duration service and in repetitive short duration service for a relatively small number of hour annually, higher

temperatures in comparison with those given in the table and established according to the national standards and the technical conditions are permitted”.

また討議中 Document 2 (Central office) 417 によれば短時間使用の機械は、第Ⅱ表の温度上昇限度より 10°C 高くても安全であると記載されていることが紹介された。

13.20—Automatic voltage regulation for d.c. generators

現行条文では照明用の分巻発電機に自動電圧調整器を要求していたが、英国提案により討議し、次のように条文が改まった。

“Automatic voltage regulators should be provided for service generators which are of the shunt type. Automatic voltage regulators should also be provided for all service generators driven by engines used for propulsion purposes whether these generators

are of the shunt, stabilised shunt or compound-wound type”.

13.22—Inherent voltage regulation of d.c. generator

現行条文によれば、分巻または安定分巻発電機 (50 kw 以上) は次の固有電圧変動率を要求していた。すなわち

(i) 電圧を全負荷にて合せ、無負荷における整定電圧が全負荷電圧より 12%~15% の範囲内にあること。

(ii) 電圧を無負荷にて合せ、全負荷における整定電圧が 17% を超えて降下しないこと。

上記 (i) および (ii) は重複するので、討議の上 (ii) を削除することとなった。

13.28—Momentary excess current

現行条文によれば、発電機は 50% 過電流 15 秒間の試験 (本試験は常規試験ではなく、製造所の型式試験) に耐えるよう要求されているが、試験時間につき、ソ連邦は 2 分間、フランスは 1 分間が適当であろうとの意見を述べ、討議の上、再検討することとなった。

13.39—Excitation

現行条文によれば、各交流発電機には 150% 過電流 (力率 0.5) を 2 分間通じ定格電圧を保持し得る十分な容量をもつ励磁機を備えるよう要求されていたが、米国より経験上現行条文を改めるべしとの提案があり、討議の上、次のように条文が改められた。

“Each generator should have an exciter of sufficient capacity to provide excitation when the alternator is carrying 150% rated current at 0.6 lagging power factor for two minutes and maintain the voltage within 7.5 percent of rated voltage”.

- (9) Chapter 14. Control gear, motor starters and magnetic brakes and clutches.

14.24—Use of type-test data

スウェーデンより次の現行条文中括弧内は必要なしとの意見があり、討議の上これを削除することとなった。

“It is not intended that tests should be made on individual items of apparatus to prove compliance with these recommendations (or additional requirements which may be specified), where it can be shown that the

apparatus is similar to apparatus for which type-test data can be supplied by the manufacturer, except for such individual test as are specified below”.

- (10) Chapter 25 Trials.

25.08—Insulation resistance of motors and generators

現行条文によれば、回転機の絶縁抵抗値は次式で規定せられていた。すなわち

$$\begin{aligned} \text{Insulation resistance in megohms} \\ = \frac{\text{Rated voltage of machine}}{\frac{\text{Rating in kw}}{100} + 1000} \end{aligned}$$

上式につきフランスより改正提案があり、討議の上次式を採用することとなった。

$$\begin{aligned} \text{Insulation resistance in megohms} \\ = \frac{\text{Rated voltage of machine}}{\text{Rating in kw} \times 2 + 1000} \end{aligned}$$

なお次の条文を明記することとなった。すなわち機械の絶縁抵抗は、その絶縁物の特性とともに試験方法、試験条件に左右される。従つてこれらの条件、特に周囲温度および湿度を明記する必要がある。

- j. 絶縁距離分科委員会よりの報告。

本委員会には TC 15 (絶縁材料) 運営委員会委員 Mr. Poppe および S.C. 17 B (低圧スイッチギヤおよびコントロールギヤ) の絶縁間隙および沿面距離に関する活動グループの委員長 Mr. Thommen が列席の上委員会が開催された。

Documents 18 (United Kingdom) 401 および 423 について討議の上次の条文を Clause 3.08 として採択することとなった。

“The distance between live parts of different potential and between live parts and the case or other earthed metal, whether across surfaces or in air, should be adequate for the working voltage having regard to the nature of the insulating material and the condition of service”.

次いで 17 B に対し TC 18 の見解が述べられたが、絶縁距離の表については討議されなかつた。現在 TC 15 により審議中の絶縁材料の non-tracking に対する試験および定義では、すべての種類の non-tracking 材料について満足な結果が得られ難いことが判明した。

ここで英国代表より、完成した機器または部品に

対して室内の温度および湿度を周期的に変化させる試験方法と、塩水噴霧試験方法とを規定してはとの新提案があり、有意義であるとして Mr. Knowles が2, 3ヶ月中に文書を作製することを約束した。

上記に対する合同調査会を設け、英国、フランス、イタリアおよびスウェーデンから委員が出ることになった。

来年初頭に SC 17 B の活動グループの会合がある予定であり、英国代表が上述の文書を10月頃に完成すると考えられるので、SC 17 B の活動グループが参集する以前に、この文書に対する各国の意見を徴する。

3. む す び

上述のように、今回の I.E.C. マドリッド会議における TC 18 専門委員会では Publication 92 の第 2 版作製の

ため、第 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12 および 14 章の各国提案につき討議せられたが、次回会議では今回会議で討議が保留せられた事項および第 23 章油槽船、第 24 章電気推進設備および第 26 章予備品、工具、計器に関する各国提案につき討議せられる予定である。

次回 I.E.C. 総会および大半の専門委員会は 1960 年 11 月ニューデリで開催されるが、TC 18 では委員の大多数が時期的に遅すぎ、また場所としても不相当であるとの反対意見があり、明年は北欧の適當の国で行われることになろう。

いつの会議においても、他国の委員はそれぞれの I.E.C. 専門委員会と十分な連絡をとり、貴重な意見を開陳しているが、わが国でも今後国内委員会相互の連絡を十分に行つて、価値ある意見書を委員会に提出するよう留意すべきであろう。

なお各分科委員会の討議内容については、各委員会の報告資料を取継め次の機会に発表したいと考えている。

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 鞠谷 宏士 A5 160頁 ¥300
既刊 船舶の構造及び設備属具

商船大学助教授 上坂 太郎 A5 160頁 ¥280
既刊 沿岸航法

商船大学教授 横田 利雄 A5 140頁 ¥230
既刊 航海法規

商船大学教授 田中 岩吉
既刊 海上運送と貨物の船積
(前篇)海上運送概説 A5 140頁 ¥260
(後篇)貨物の船積 A5 160頁 ¥290

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 野原 威男著 A5 110頁 ¥180
既刊 船用プロペラ

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 米田 謹次郎 A5 130頁 230円
既刊 操船と応急

商船大学教授 横田 利雄 A5 155頁 280円
既刊 海事法規

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)
200頁 320円
船用内燃機関(下卷)

商船大学助教授 庄司 和民 A5 140頁 ¥280
既刊 航海計器学入門

商船大学助教授 清宮 貞 90頁 ¥180
既刊 蒸気機関

商船大学助教授 伊丹 潔 A5 180頁 ¥320
既刊 船用電気の基礎

商船大学助教授 宮嶋 時三 A5 200頁 ¥350
既刊 燃料・潤滑

商船大学教授 鮫島 直人 A5 未定
以下
続刊 電波航法

商船大学教授 浅井 栄資 A5 未定
海事気象

商船大学助教授 野原 威男 A5 未定
船の強度と安定性

商船大学助教授 賀田 秀夫 A5 未定
ボイラ用水

海技試験官 西田 寛 A5 未定
指圧図

商船大学教授 賀田 秀夫 A5 未定
船用金属材料

商船大学助教授 小山 正一・真田 茂
機械の運動と力学

商船大学助教授 小川 正一 A5 未定
機械工作・材料力学

商船大学教授 真壁 忠吉 A5 未定
船用汽罐

商船大学助教授 小川 武 A5 未定
船用補機

フランスの造船業

山口千明¹⁾

日立造船・神奈川工場

一戦後の歩み (I)

A) 前書き (戦前)

フランスの造船業が戦後如何に発展して来たかを緋くに先立ち、戦前の状態を一瞥することにする。戦前には造船所の受注の大部分は艦艇であつて、両大戦間に海軍よりの発注は 466,000 D.T. に及んだ。これは 1 年当り 30,000 D.T. の割合で、しかも工事的には艦艇 1 D.T. は商船 2~3 G.T. にも相当するのである。39 年 1 月 1 日には、艦艇 126,000 D.T., 商船 77,000 G.T. の船舶が造船所で建造されつつあつた。また 39 年度の商船の進水量は 44,000 G.T. で、世界第 9 位であつた。海運については、39 年 9 月 1 日現在商船の就役量は、客船 146 隻で 1,166,000 G.T., 貨物船 452 隻で 1,245,000 G.T., 油槽船 72 隻で 323,000 G.T., 計 670 隻で 2,734,000 G.T. を占めていた。

更に 39 年当時のフランスの造船の世界的な記録を若干拾うならば、駆逐艦 le Terrible の 45.7 kts, 駆逐艦 Volta の 1 軸当り 60,000 IP, 客船 Normandie の 83,423 G.T. と就役速度 31 kts, 油送船 Emile-Mignet の 21,340 D.W.T. を挙げられる²⁾。なお Normandie に関しては、Queen Mary (36 年建造) の 31.72 kts (38 年記録) や Queen Elizabeth (40 年建造) と比較し得る³⁾。

大戦中のドイツ軍による占領、なかならず解放闘争時には、造船所はドイツ軍によつて計画的に破壊せられたのである。

38 年には全フランスの主要 15 造船所の年間生産能力は 200,000 G.T., 従業員数は 28,000 (他の主要造機工場も含めると 33,000) であつたが、大戦の結果それぞれ 20~60%, 44% に減少し、施設も 45% が破壊せられた。

戦後のフランスの造船業を、私は便宜上 3 期に分けたのである。終戦より 50 年までを第 1 期とし、この期は戦後の復興並びに第 1 次海運造船合理化計画で導かれ、次つ 51 年より 55 年までを第 2 期とし、この期は造船助成法並びに第 2 次の合理化計画で導かれ、更に 56 年より現在に到る第 3 期は、輸出船の大量受注並びに第 3 次の合理化計画特に鉱石運搬船の計画によつて発展したのである。

B) 第 1 期 (戦後より 50 年まで)

解放闘争以前に政府は年間 300,000 G.T. の造船計画をしていたのであるが、この能力を一応の目標として造船所の戦後の復興が始つた。46 年の末までに復興に要

年度	起工量	進水量	引渡量	実生産量 ⁴⁾
46	44	23	12	26
47	73	77	34	65
48	166	123	61	118
49	182	143	162	158
50	161	176	167	170

(単位: 1,000 G.T.)

した支出は、資材不足の時期なにかかわらずセメント 60,000 T., 鋼材 61,000 T. 等を含む 27 億フランで、当時は戦災復興が各分野に拡がつたため、政府は造船業に対してまでも余裕はなく、この 27 億フランは全額造船所の負担であつた。ただし、この内 13 億フランは、46 年の春に造船所の連合結成した機関である造船資金調達組合⁵⁾ より発行の 4.25% 債券で調達している。すなわち、46 年は戦後復興工事の発足した年と謂えるのである。

更に 47~48 年においては、政府の造船業に対しての戦争損害復興資金としての 20 億フラン、造船所の増資による 18 億フラン、国立銀行⁶⁾ より造船資金調達組合の裏書で 5 億フラン、次いで 48 年の春に造船所の連合で設立された造船戦災復興組合⁷⁾ よりの発行で政府保証付き 4.75% 債券で調達したのである。

かくして 48 年の末には、戦争で破壊せられた設備の 80% は復旧し、全フランス主要造船所の 74 船台で、年間建造能力も 200,000 G.T. とされ戦前の状態に戻つてゐる。38 年には全主要造船所の工作機械の台数は 8,000 を、また主要造機工場も含めて全従業員数は 33,000 を擁していたのであつたが、48 年にはそれぞれ 8%, 25% の増加を示した。その結果、職能工員が不足し始め、造機関係も含んで当時 1,500 人の見習工が養成されつつあり、これは全工員の 5% に相当していた。また、全工員の 4% は外国々籍を有し、特にイタリア政府とは社会的に同一待遇するような交渉⁸⁾ が持たれた。

次に生産技術面に関しては、戦時中アメリカで発達した熔接法を導入すべく夙に 45 年 7 月から 11 月にかけて、アメリカへ技術調査団を派遣したのを嚆矢とする。同時にフランス国内のみならず、イギリス・アメリカ・カナダ更に西ドイツまでにも機械工具の照会を始めた。46 年 10 月 18 日には、従来よりの造船連合委員会⁹⁾ が改組して、新しい造船工業会¹⁰⁾ として発足し、今後フ

ランスの造船界を大きく指導することになった。この機関は戦争中の外国での造船技術の発展を学ぶべく、国外へ調査団を送り、その主なものとしては、47年2月から3月にかけてのアメリカ・イギリス(British Council)、49年12月イタリヤ(2nd Congress)を挙げられる。また国内にあつては、造船工業会統計係¹¹⁾を海事統計局¹²⁾と協力せしめ、48年7月にはイギリスの例に倣つて造船所共同体の形で造船研究所¹³⁾を発足せしめた。この研究所は直ちに、戦災で統計資料がなくなつたため、船用機器・艦装の規格化と併せて、新に造船所側と船主側とに船型のタイプ化を協定せしめた。すなわち、外航貨物船7型、北阿航路貨物船6型、石炭運搬船3型、沿岸船4型、冷凍船2型、油槽船2型、漁船9型を含んでいる。また、木槽試験については、戦前の219の船型より改良した232型に、加えるに725の計画型も抵抗試験に選定された。更に、ルールの単一化への研究や Block System の適用にも貢献している。

海運に関しては、45年には就役商船は990,000 G.T. に減少したのであるが、以後48年の始めまでに外国から買った中古船955,000 G.T. と入籍新造船85,000 G.T. とを加え、若干の解役屯数を除けば、48年の始めには2,000,000 G.T. に立ち直つたとされる。この内、老朽船で20年以上のもの800,000 G.T.、15~20年のもの200,000 G.T.、Liberty Ships 520,000 G.T. を考慮すると、1,500,000 G.T. が新造されるのが妥当であつた。これがためには、年間200,000~250,000 G.T. 建造すべきであり、更に官庁関係¹⁴⁾の工事も入れれば、年間300,000 G.T. 生産が理想的であつた。これは丁度解放闘争以前の計画を裏付けたことともなり、この48年における年産300,000 G.T. の案を第1次海運造船合理化計画と呼ぶことにする。

48年の始めより鋼材入手の困難が、工事期間と建造原価とに悪く影響する程に問題になつて来た。これは戦後造船能力の減少したアメリカを除いて世界的な現象であつた。フランスは終戦以来、鋼材は国外から輸入していたのであるが、商船への割当量は、45年に61,000 T.、46年に163,000 T.、47年に172,000 T. で計398,000 T. であつて、その内訳は新造用303,000 T.、修繕用95,000 T. であつた。他方48年の始めには295,000 G.T. の船が建造中で、これに必要な鋼材の相当量は260,000 T. であつた。今仮りに年間200,000 G.T. 生産とした場合、これに対しては年間170,000 T. の鋼材が必要な訳である。この48年1~3月期のフランスの鋼材生産高は1,350,000 T. であつて、その内商工部門への配給量は750,000 T. で、主な内訳は自動車160,000 T.、鉄道160,000 T.、石

炭業103,000 T.、農業機械98,000 T. であつたが、新造・修繕は31,000 T. に過ぎなかつた。もつとも国内鋼材生産高は増加の傾向にあり、同年の4~6月期には1,750,000 T. となつている。なお、当時の鋼材配分は相當な複雑な手続き¹⁵⁾を経て定められていた。特に鋼材不足故困つたのは、地方毎の修繕業者間の鋼材配分と電気補機類の造船所への納入が遅れたこととであつた。

前述のように48年の末で、造船所の一応の復興は成されたのであるが、49年よりむしろ設備の合理化へ関心が払われて来た。49年の始めには130億フランに見積られる工場内配置転換・prefabrication area 拡大・熔接機・大型クレーン・機械工具購入・煤炭岸壁整備等を含む合理化工事が進捗しつゝあつた。この外更に、20億フラン程度の若干の補修工事も行なわれつつあつた。これ等の工事の内85億フラン分は49年の終りまでに完了している。これと併行して、49年には引渡量は飛躍的に増大し、同年の末には主要造船工場も含めて全従業員は45,000人に達し、生産能力も年間250,000 T. になつたと考えてもよい。

46, 47, 48, 49年の1月1日における建造中商船は、それぞれ78,000 G.T.、196,000 G.T.、235,000 G.T.、354,000 G.T. と増加して来、この49年の354,000 G.T. はイギリス、アメリカに次いで世界第3位であつた。また、49年の進水量は143,000 G.T. で、イギリス、スウェーデン、オランダに次いで世界第4位であつた。戦前におけるフランスの造船生産高は、21~23年には全世界の6%を占め、これが兩大戦間の最高率であつたが、49年も6%に達したのであつた。

しかし、49年に入るや工事の進捗に比して受注量下降の傾向が表われて来た。すなわち、49年1月1日には354,000 G.T. が建造されつつあつたが、同年4月1日には310,000 G.T. となり、この内船台上工事既着のものは165,000 G.T. に過ぎないのであつた。当時発注より船台上着工までの期間が8~10ヶ月であつたことを考え合すと、未だに実績としては200,000~200,000 G.T. の年間生産には近づいていなかった。現に50年の起工量は前年より減少して来た。

従来政府¹⁶⁾が媒介して、中古船を解体して新造船価の足しとするいわゆる scrap and build 方式として、造船所・海軍工廠に新造を発注して来たのであるが、かかる受注減少の結果、49年4月8日法第31条が規定され、フランスの海運業・漁業の再建のための49年度分の政府よりの発注はフランスの造船所・海軍工廠を優先的に行うとした。

年 度	フランスの造船所・海軍工廠への発注量	国外への発注量	計
45~46	412	313	725
47	187	90	277
48	91	—	91
49	129	17	146
計	826	420	1,246

(単位：1,000 G.T.)

この表で示される如く、49年には外国の造船所への発注量は急減している。フランス国内への発注量の計826,000 G.T.の内335,000 G.T.は、49年の末には引渡し済みで、残り491,000 G.T.が海軍工廠も含めての手持ち量となり、準備期間を考えても2年間の工事量しかないことになる。

なお、これ等とは別にフランス船主による自己発注があつたが、全部外国造船所に発注され、49年の末までには120,000 G.T.に昇つており、フランス国内での受注は皆無であつた。

49年の末には依然として、20年以上の老朽船 660,000 G.T., Liberty Ships および T-2 Tankers 770,000 G.T. を有しており、フランスの貿易に関して船貨輸送高の47年は4億ドル、48年は2億7千ドル、49年も2億7千ドルが外国船に依存していた。当時の案としては、52年に中欧経済機構⁴⁾に即して3,000,000 G.T.に拡充することであつたが、仮令これが実現したにせよ、貿易の年間1億7千~1億8千ドルの船貨輸送を外国船に依存する要があることになるのである。なお、戦前においては貿易のフランスの商船による率は43%であつたが、49年には38%に下がっている。また戦前の好景気の時には、就役商船は3,600,000 G.T.であつて、39年には全世界屯数の4.3%を保持していたが、49年の末においては3.7%に過ぎなくなつた。これ等より考えて貿易を平衡させるため、全世界の商船屯数の5%、すなわち4,000,000 G.T.の勢力とすべきである。これは第1次海運造船合理化計画の必要性を更に強く立証しているのである。

最後に、夙にこの第1期に下記の如く有名な客船の改造・新造工事の行われたことも特記に値する。

	年 度	船 名	船 主	造 船 所
改 造	46	de Grasse	Transatlantique	St.-Nazaire
	48	Uille d'Alger	Transatlantique	la Seyne
	49	Jle de France	Transatlantique	St.-Nazaire
	50	Félix Roussel	Messageries Maritimes	Dunkerque
	50	Liberté	Transatlantique	St.-Nazaire
新 造	46	la Marseillaise	Messageries Maritimes	la Ciotat

C) 第2期 (51年より55年まで)

年 度	起工量	進水量	引渡数量	実生産量	換算量
51	110	189	175	166	222
52	220	179	234	203	230
53	228	224	193	217	195
54	336	261	269	282	224
55	307	322	346	324	264

年 度	受 注 量			手持工事量 632 (1/1/51)
	国内船	外国船	計	
51	55	97	152	606 (1/1/52)
52	367	76	443	803 (1/1/53)
53	79	35	114	726 (1/1/54)
54	72	74	145	601 (1/1/55)
55	634	441	1,077	1,332 (1/1/56)

(単位：1,000 G.T.)

51年にはフランス貿易のフランス商船による率は、輸出49%、輸入41%に過ぎず、1,600億フランを働いたのである。38年に比して全世界の海運の増加率は10%であるが、フランスのそれは3.8%に過ぎなかつたのである。

50~51年にかけては受注減少の傾向であつたが、51~52年にかけては朝鮮事変も手伝つて逆に受注激増の状態が表われた。外国の造船所では一般に54~55年に及ぶ工事量を持つており、例えばイギリスにおいては、50年は49年の3倍も受注し、51年に入つてもこの状態は続き51年1~6月期には50年1~10月期と同じ量を受注しているが如きである。独りフランスの造船所のみが、この好景気に恵まれずに、50~51年と続いて起工量は減少したのである。

一方この期の初めには、フランスの年間造船能力は300,000~350,000 G.T.であり、Liberty Ships や T-2 Tankers を考えると、1,700,000 G.T.の新造が要求せ

られていた。

フランスの海運業は、1860年イギリスと提携は結んでいるが、従来は独占企業の形態であつたが、1866年5月19日法に従つて、フランスの貿易に携る外国の商船も課税を受けなくなり、フランスの商船と同じ輸送費で運航し、これに依つてフランスの商船も外国の造船所で建造せられた場合、船舶に対する輸入税は課せられなくなった。1886年フランス海運業の独占企業廃止以来は、政府が海運・造船に対しての立法をして来たのであるが、この際の一歩の問題は1892年の保護貿易政策¹⁸⁾に遡つたのである。これがため幸か不幸かフランスの転換産業は、関税によつて完全に国内市場を保持出来、これがフランスの工業原価高に原因している。造船業*

*は全体の3分の2を下請転換産業に依存する故、例えば49年の企画庁¹⁹⁾の研究に拠れば、フランスにおける船価はイギリスにおけるものの40%高となることが必至とされたのである。この内25~35%が上述の保護貿易制度に、残り5~15%は地理的条件およびSocial Charges等に由来しているのである。地理的条件とは、フランスの造船所が長い海岸線上時としては河川上に分布しているため、労働力・関連産業に対しての弾力性に乏しく、また工業地帯特に製鉄地区から分離し、余分の運送費を要すると謂うことである。Social Chargesに関しては、50年9月1日経済調査局²⁰⁾の発表の50年6月現在における次表を参照すれば、如何にフランスではSocial Chargesの給料に対する比が他国に較べて大であるか

	フランス	西ドイツ (Hamburg)	イタリヤ (48年)	イギリス (49年)	スウェーデン	オランダ (48年)	アメリカ (45年)
給料	99	127	96	157	188	95~107	420
Social Charges	40	43	51	13	0	35~39	0
計	139	170	147	170	188	130~146	420

を知り得る。

この謂わば先天的なフランスの造船業の悪い立地条件を余儀なくされている故、51年6月には170,000 G.T.の商船が外国の造船所で建造されつつあつた。かような状況であるので、国会における海運大臣²¹⁾ Gaston Defferre氏の提案に発するいわゆる造船助成法²²⁾が51年5月24日に生れたのである。

その主な目的とする処は、造船業を除く他のすべての転換産業が上述の25~35%の関税保護を受けて、少くとも国内市場は外国製品によつて脅される心配のないのに反して、造船業は何等の恩恵にも浴していなかつたので、況んや国際価格またはそれ以上の安価を要求せられる造船業に対しては、特別に関税制限に相当する補助額を政府助成金として受取らせしめんとすることであつた。すなわち、船主の国内・国外なるを問わず船主の支払う契約船価は、国際的価格であつて、上廻つた製造原価に対しての不足分は、造船所が政府より直接助成金としてほしいとするのである。国内の船主に対しては、関税の無制限に原因する外国造船所への発注を制御し、外国船主に対しても、安価な輸出新造船を活潑に受注せんとするのである。謂わば、保護関税を置換したものととしての助成金であり、前者は買手の間接的な負担であり、後者は政府によつて国会での通過をみて直接支払われるのである。

この助成金の根拠となるのは、フランス転換産業全般

に関しての、国内市場保護と輸出奨励とに関する2項の和よりなる次式である。

$$T = KD + eE \quad \text{茲に、} K + e = 1$$

T: 全助成率

D: 保護貿易率

E: 輸出奨励率

K: 国内への売り捌き率

e: 国外への売り捌き率

これ等の諸率は、既に49~51年の期間に研究されて来たので²³⁾、D=30~40%、E=10%、K 0.9、e 0.1、T=28~37%位が妥当であるとされた。

各船別の助成金は秘密であるが、造船所が助成金をも含めて利益3~6%、6%以上を計上した場合、それぞれ利益金の50%、75%を政府に返納するべく義務を負わされ、大蔵省の特別の会計監査²⁴⁾が行われることとなつた。

元来大企業の国営化の強いフランスにあつて、造船所は例外的に多数存在し、特定の財閥・銀行・船主との関係も持たないで、完全な民営とは謂うものの、やはり政府によつて直接助成されているのである。

想うに造船業は技術面では、余りにもinternationalになつてはいるものの、財政面では余りにもnationalであり、特に伝統的に立法の重んぜられるフランスにおいては、この造船助成に対しての複雑なinterministerialな操作は、フランス人にしては特定の人を除いて、造船

業を営む人でさえも簡単には理解出来ない程である。

51年の国内船受注高 55,000 G.T. は、未だこの造船助成法の適用を受けたものでなく、その内の 35,000 G.T. は 49年4月8日法第31条の方針により、残りの 20,000 G.T. にしても助成法以前の船主に対しての低率 interest・長期 credit により発注されたものである。

51年の末より52年にかけては朝鮮事変の余波もあつて、国内船の受注は激増し、外国船の受注高も52年の末には200億フランを超えたのであるが、依然として同一規模の外国の造船所と比較してみると、52年の春で彼等の足しか持つていないのである。すなわち、イギリス・オランダ・スウェーデンでは57年にも及ぶ工事量を確保しているにもかかわらず、フランスでは54~55年までしかないのである。加えるに、アメリカ艦隊の Off Shore 修理工事の制限が、アメリカの議会で可決され、これは海軍工廠にも問題を投じたのである。

この52年で注意すべきは、国内船の受注高の伸びに対して、逆に輸出船の受注の低いことである。これは前年の造船助成制度の細目が決定し実施出来るまで、過渡期的な特別の財政法が、52年の国内船には認められたのであるが、同年の外国船に関しては、以前よりの一*

般輸出産業としての枠内での保護のみによるもので、未だ十分に契約船価を下げ得なかつたのである。これは当時外国の造船所は忙しくなつているのに、フランスの造船所にとっては不合理な状況であつた。

52年には、造船戦災復興組は6%債券で5億フランを発行し、また同年には世界的に鋼材が不足したことも附記すべきである。

更に53年は危機の年と謂える。すなわち freight 指数は48年を100とすると、50, 51, 52年にはそれぞれ 84, 174, 111 となり、53年前半期には96にまで落ちたのである。53年1~9月期の受注量は国内船 53,000 G.T., 外国船 24,000 G.T. で、9月1日の手持ち工事量は 750,000 G.T. ではあるが、当時その内の 370,000 G.T. は cancel の可能性を孕んでいたことも考えると、確定的な工事量としては1年6~9ヶ月間分に過ぎなかつたのである。イギリスでも53年の1月と10月とでは、手持ち工事量は 6,750,000 G.T. より 5,770,000 G.T. に減少して、建造中屯数の3倍弱、すなわち2年6ヶ月間分となつたのであつた。

譲つて、53年におけるフランスの商船の就役勢力を、戦前のもものと比較すると次表の通りである。

年 月 日	客 船		貨 物 船		油 送 船		計	
	隻 数	G.T. 数	隻 数	G.T. 数	隻 数	G.T. 数	隻 数	G.T. 数
1/9/39	147	1,166	452	1,245	72	323	670	2,734
1/1/53	85	784	540	1,760	110	849	735	3,393

(G.T. 数単位: 1,000)

更にフランスの海運業者は、52年に常時 1,500,000 G.T. を備船しており、これ等はすべて外貨払いであつて、当時 20,000 D.W.T. の油送船の年間備船費は100万ドルであつたとしても、多量の外貨が備船費として無為に流れていたことになる。また53年10月1日の商船保有量 3,514,000 G.T. で、フランスの貿易についての輸出 46%, 輸入 47.5% しか運んでいながつた。

將に機は熟して53年8月には、造船助成法の適用による第2次海運造船合理化計画²⁹⁾が生れたのであるが、これに到る経緯は前述の助成法の出来上る由來と重複するのであるが、49年から52年にかけても原価高に対する主な審議を3つ挙げる事が出来る²⁹⁾。

この合理化計画は国会財政委員会 Paul Antier 氏の立案によるもので、その目的とする処は5年後の58年の貿易に対して、石油は75%, 他品目の輸出 65%, 輸入 55% をフランス商船に可能にせんとすることである。

すなわち、53~57年の4年間に毎年 335,000 G.T., 計 1,340,000 G.T. を建造せんとし、差当り55年の末までに、客船 12,000 G.T., 貨物船 159,000 G.T., 油送船 460,000 G.T., 計 531,000 G.T. を新造せんとすることであつた。海運造船合理化委員会が企画庁に出来、この機関が国会に助成予算を要求する手順ではあつたが、實際最後に国会で通過するのは必要額の半ばに過ぎず、不足分は船主が調達したのであつた。

54年に入つてから、外国船の受注はやや前年を上廻つたが、これ等は朝鮮事変の余波によるもので、事変末期の安い船価で受注したのである。なお国内船に対しても、翌年を待たなければ合理化計画が軌道に乗つたとは謂えないのである。

この54年の新しい現象として、今までの船の大型化の傾向を破つて、逆に小屯数の船の受注が多くなつて来たことである。前年には外国船 35,000 G.T. を受注し、

これは2隻であつたが、この年の受注量は 74,000 G.T. にして、実に 28 隻にも昇つたのである。これ等は 6,650 G.T. の油送船 1 隻、果物運搬船 3 隻を例外として、小型貨物船や 1,000~2,000 G.T. の沿岸船が圧倒的に多くなつている。なお新造船の大型・小型の大体の割合については、次表の年度別の換算量の引渡数量に対する比を参照し得る。

年 度	換 算 量 / 引 渡 量	
51	1.27	
52	0.98	
53	1.01	
54	0.83	引渡し船の大型化の傾向
55	0.73	
56	0.99	……引渡し船の小型化

この傾向はイギリスでも同様で、54年の1月1日より9月30日まで全英造船所で 282,000 G.T. を受注しているが、これは 188 隻を含んでいるに比して、同期における cancel は 276,000 G.T. で、これは隻数としては 29 を数えるのみであつた。

54年5月1日のフランス海運の所有高 3,500,000 G.T. の内、老朽船で 30 年以上のもの 67 隻で 164,000 G.T., 25~30 年のもの 22 隻で 154,000 G.T., 20~25 年のもの 49 隻で 250,000 G.T., 他に Liberty Ships・T-2 Tankers 736,000 G.T. の非能率船であつた。すなわち、当時 1,200,000 G.T. は 6~7 年以内に解体置換さるべきであつたので、この内の 4 は客船によつて占められていた。20~30 年の老朽客船は 30 隻、302,000 G.T. を数えており、客船の新造は国会でも国家的問題として取上げられたのである。北大西洋航路において、客船は 900,000 の、航空機は 450,000~500,000 の、年間旅客数を有し、United States は毎年 75,000 人を客とすること等より考えると、客船は航空機と十分共存し得る余地があつたのである。

戦前造船所は海軍から多量に発注されたのであつたが、戦後の艦艇建造は激減し殆んど工廠で消化され、小型艦艇のみが特定の民間造船所で造られるようになった。例えば 54 年には、1,200 D.T. の潜水艦 2 隻と掃海艇 1 隻とのみが、造船所へ発注された。また、同年引渡しの対潜護衛艦 Bordelais は計画速度を 2 knts 上廻つたが、これは昔から海軍と造船所との関係の深かつたことを物語っている。

結局 54 年はフランスの造船所も十分に働き、特に起工量では大幅な増加を示し、更に輸出船受注では同年の

終りまでに、15ヶ国にも伸びたのである。当時受注より引渡しまでの期間が長くなりつつあり、これは世界的な傾向とは謂うものの、労働力の点からものはつきりした工事の program が要求せられたのである。いずれにもせよ、外国の造船業者は既に一線に並んでしまつたが、フランスだけが遅れた感があり、スカンジナビア諸国、オランダ、就中、西ドイツ、日本の安い船価に対しては、国内物価高が致命的であり、隣国西ドイツでは 54 年に 1,100,000 G.T. が進水し、これはフランスの 3 倍半に相当するのであつた。

55 年に入つて相当大規模な労働争議が起り、Saint-Nazaire において 8 月 8 日 17.5% の賃金の base up で妥結したのであるが、これは同年 5 月の 4.5% base up に続いて再び up されたことになるのである。この争議は実に 5 ヶ月間も続いていたもので、特に 8 月 1 日の第 2 次実行行使に際しては、会社は火を放たれる程にまで荒され、双方 100 人の負傷者が出ている。上述の計 22% の base up に対して、C.G.T.²⁷⁾ の主張する処は、造船所は政府より助成金を受ける故可能であると謂うことである。再度経営者側はフランスの造船業に対しての助成金は、最高 45% にも及ぶ関税高を補う以上の何物でもないと応答している。時恰も、西ドイツでは生産量が増大し、スウェーデンでは生産性が向上し、オランダ人はフランス人の半分程度の賃金で黙々と働き、日本では鋼材不足にかかわらず低賃金の労働力が大で、全国の 57 造船所で年間生産能力 600,000 G.T. にして 1,300,000 G.T. の輸出船を受注し外貨獲得の立派な産業になつたのである。かかる状況下にあつて、フランスの造船所では 51 年の造船助成法による恩恵は、受注と引渡しとの工期的なずれのため、55 年にも未だ殆んど決算報告に記載されていない。

55 年の起工量は減少したが、これは 54 年に十分の受注がなかつたことによるのであり、55 年には大量受注したとは謂うものの、全国の造船所に平等には配布されてはいないのである。なおこの年の進水・引渡し商船の隻数内訳は次表に示される如くである。

	進 水 隻 数		引 渡 し 隻 数	
	Turbine	Diesel	Turbine	Diesel
客 船	1	1	0	0
貨 物 船	8	16	5	21
油 送 船	9	3	10	5
果物運搬船	0	1	0	1
計	18	21	15	27

更に同年の民間造船所の手持ち艦艇建造工事は、22,000 D.T. 航空母艦1隻、1,250 D.T. 護衛艦1隻、潜水艦2隻を挙げられ、同年の海軍に対する実績は、進水量 13,500 D.T.、引渡数量 18,500 D.T. であった。

最後にこの第2期における主な外国への技術調査団としては、51年4~5月スカンジナビアへ、52年5月海運のオランダ・西ドイツ・スウェーデン・デンマークへ、55年6月西ドイツへのものであった。53~54年には先に始められた造船研究所は造船工業会の initiative に従って、水槽試験の剝離現象、溶接、軽金属、防熱、船の採算等の一連の研究を始め、最も著名なのは Worms 社向け沿岸貨物船 Cantenac に free piston 式 gas turbine を用い、その license はアメリカ・イギリスにも進出したことであつた。

註

- 1) フランス政府給費技術留学生として、58年10月より59年7月まで、Forges et Chantiers de la Méditerranée 造船所等に留学した。
- 2) Penhoët で52年に進水したフランスの油送船 Bérénice と Bethsabée とは、31,600 D.W.T. で当時世界一であつた。
- 3) 52年竣工のアメリカの United-States は 33~35 knts で就役している。
- 4)
$$(\text{実生産量}) = \frac{(\text{起工量}) + 2 \times (\text{進水量}) + (\text{引渡数量})}{4}$$

$$(\text{換算量}) = (\text{G.T. 数}) \times \frac{0.8}{1.5} \dots\dots\dots \text{大型油送船}$$

$$= (\text{G.T. 数}) \times \frac{1.0}{1.5} \dots\dots\dots \text{油送船}$$

$$= (\text{G.T. 数}) \times \frac{1.5}{1.5} \dots\dots\dots \text{貨物船}$$

$$= (\text{G.T. 数}) \times \frac{2.0}{1.5} \dots\dots\dots \text{貨客船, 果物運搬船}$$

$$= (\text{G.T. 数}) \times \frac{2.5}{1.5} \dots\dots\dots \text{客船}$$
- 5) Groupement de la Construction Navale
- 6) Crédit National
- 7) Groupement de Reconstruction des Sinistrés de la Construction Navale
- 8) Union Douanière
- 9) Comité d'Organisation de la Construction Navale

- 10) Chambre Syndicale des Constructeurs de Navires et de Machines Marines (C.S.C.N. M.M.)
- 11) Service Syndical de Documentation
- 12) Centre de Documentation des Industries Navales
- 13) Institut de Recherches de la Construction Navale (I.R.C.N.)
- 14) P.T.T., Colonies, Administrations Portuaires, Marine Militaire 等
- 15) Comptoir des Produits Sidérurgiques, Ministère de l'Economie Nationale の他、製鉄所、関係官庁による。
- 16) Pouvoirs Publics
- 17) Organisation Economique du Centre Européen (O.E.C.E.)
- 18) Loi Méline
- 19) Commissariat Général du Plan
- 20) Service de l'Expertise Economique d'Etat
- 21) par le Ministre de la Marine Marchande à l'Assemblée Nationale
- 22) Loi Defferre
- 23) かかる法の制定前の準備研究期間として、以前にも 1904~1906, 1923~1927 を挙げられる。
- 24) Contrôle Supplémentaire par le Ministère de Finances
- 25) 2ème Plan de Modernisation et d'Equippedement de la Flotte de Commerce Française avec Application de la Loi d'Aide à la Construction Navale
- 26) a) Rapport au Titre de la Division Technique du Commissariat du Plan (7/49)
b) Rapport par les Soins de l'Expertise Economique d'Etat (6/50)
c) Rapport par la Mission Technique "Construction Navale", au Titre de l'Inventaire des Investissements et Fabricants, dans le Cadre du Commissariat Général du Plan (7/52), これは海軍についても取扱い機密である。
- 27) 共産系の横断組合である Confédération Générale du Travail

650 DWT LPG TANKER について

株式会社 播磨造船所

1. 緒 言

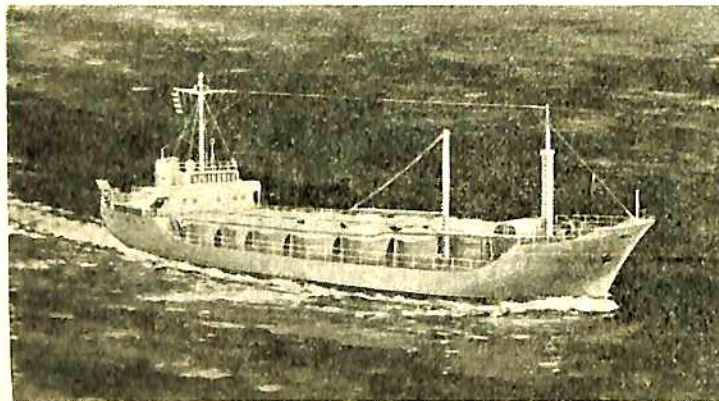
欧米諸国においては戦前から、プロパン、ブタン等を加圧液化して輸送するいわゆる LPG 船があつたが、わが国においてもこれ等のガスの需要が近年急激に増加したため、LPG 船建造について各造船所で具体的に研究されるようになった。現在では METHANE PIONEER 号の如くメタンを超低温で液化輸送する船も出現するに至っているが、わが国においては比較的簡単な加圧液化式 LPG 船すら未だ1隻も建造されていない現状である。

本船は日本合成ゴム株式会社の四日市工場において使用する原料を新居浜および岩国から輸送するために計画建造中のものであり、石油精製廃ガス中のブタジエンを抽出して合成ゴムの原料として使用し、復航にはその廃液を新居浜、岩国に返却輸送することになっている。

本船の詳細については完成後にゆずることとし以下に諸要目を記載する。

2. 主 要 目

船 主	日本液化ガス輸送株式会社
造 船 所	株式会社播磨造船所
船 種 船 型	凹甲板型 LPG CARRIER
船 級	NS* "LPG CARRIER" および MNS*
資 格	第 2 級 船
航 行 区 域	沿 海 区 域
適 用 法 規	船 舶 安 全 法 危 険 物 船 舶 輸 送 お よ び 貯 蔵 規 則 LPG 船 関 関 する 運 輸 省 関 係 規 則
起 工	昭 和 34 年 8 月 8 日
進 水	昭 昭 34 年 10 月 30 日
完 成	昭 和 34 年 12 月 中 旬
主 要 寸 法	
垂 線 間 長	58.00 m



完 成 予 想 図

型 幅	10.80 m
型 深	5.60 m
計画満載型吃水	3.75 m
噸数, 載貨重量等	
総 噸 数	約 1,040 GT
載 貨 重 量	約 650 T
有効貨物重量	540 T
容 積	
LPG タンク	991 m ³
燃料油艙	44 m ³
清 水 艙	70 m ³
脚 荷 水 艙	262 m ³
主 機 械	
過給機付ディーゼル	ハリマズルツアー 6 TAD 24 1 基
連続最大出力	630 BHP × 400 RPM
常用出力	550 BHP × 383 RPM
発 電 機	
ディーゼル駆動	90 KVA × 225 VAC 3 台
速力, 航続距離	
満載航海速力	10 節
航 続 距 離	3,270 浬
乗 組 員	
士 官	9 名
属 員	20 名
計	29 名
甲 板 機 械	
揚 錨 機	電動 6 T × 9 m/min 1 台
キャブスタン	ク 3 T × 15 m/min 1 台
操 舵 機	電動油圧 2HP 1 台
消 火 お よ び 警 報 装 置	
居 住 区	海 水
機 関 室	炭酸ガス トータル フラッディング式
船 艙	炭酸ガス トータル フラッディング式
ポンプ室	炭酸ガスおよびガス濃度自動警報装置
モーター室	〃 〃
通風装置	
居 住 区	機 動 通 風
機 関 室	〃
船艙およびモーター室	機動排気 (20回/時)
ポンプ室	〃 (40回/時)
船首楼内	機動給気 (40回/時)
無線装置	
送 信 機	50 ワット 1 台

受信機 全波 1台

3. LPG 装置

ポンプ 横電動渦巻式 1台
75 T/H×9 kg/cm², 90 HP

圧縮機 電動横ピストン1段圧縮水冷式 2台
230 m³/h (自由ガス)×1.7 kg/cm², 30 HP

貯蔵タンク 縦型 径 4.1 m×高7.0 m 11基
ク 径 3.0 m×高7.0 m 2基

中間タンク 横型 径 2.5 m×長4.5 m 1基
タンク材質 ボイラー用鋼材 KSB 46P-A
溶接製

タンク設計圧力 7 kg/cm²

流量制御装置 中間タンクの液面による自動調節装置 1式

撒水管装置 1式

4. 荷役方法

荷役方法は3種に分類される。すなわち LOADING, UNLOADING および両者同時荷役の場合である。(附図一般配置図参照)

4.1 LOADING

LOADING は全て陸上のポンプにより行い、船内ポンプは使用しない。

すなわち HOSE を接続して陸上ポンプにより液を船内貯蔵タンクに送り込み、貯蔵タンク内のガスは押し

出されて自動的に陸上に返却される。

4.2 UNLOADING

上甲板の中間タンク上部からガスを吸引し圧縮機により貯蔵タンクの上部に圧送すると、タンク内の液は押出されて中間タンク内に入る、これをその直下に配置したポンプで吸引して船外に荷揚げする。

4.3 同時荷役

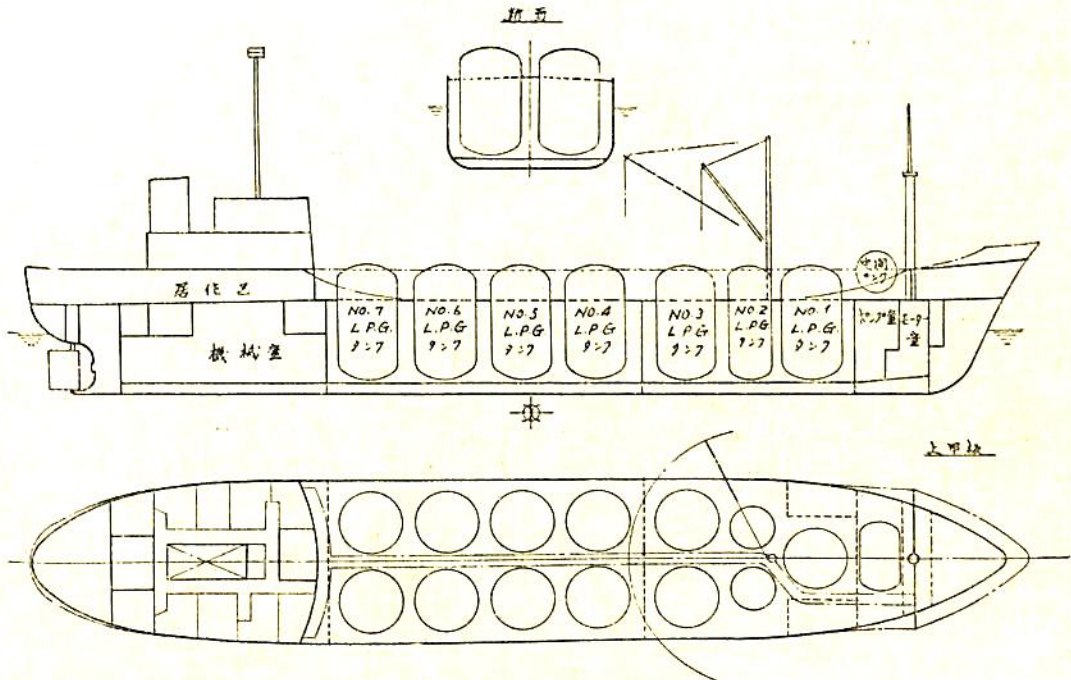
荷役時間を短縮するため一方では LOADING をやり他方で UNLOADING を行う。

すなわち貯蔵タンクを3グループに分割し、先ず1グループを4.2の方法で荷揚げして空にする。このタンクに4.1の方法により陸上ポンプで液を送り込むと、タンク中のガスが押出される。このガスの圧力を圧縮機の圧力に加算して作動させて他の貯蔵タンクの上を押せば4.2の方法と同様にタンク内の液は中間タンクへ押出され、ポンプで船外へ荷揚げされる。これを順次他のグループに移動させる。

5. 結 語

一口に LPG といっても、その組成によつて物理的、化学的性質は皆異なっているので荷役中または輸送中に腐蝕、重合、液化等の諸現象が伴い、これ等の特性に最良効率の船をそれぞれに応じて計画する必要がある。

本船の LPG は市販のプロパン、ブタンとその特性を異にしているので、将来の一般 LPG 船にそのまま適応することは出来ないと思うが、諸賢の御参考になれば幸いである。



一般配置図

最新型船舶への電気推進方式の利用

窓外に夕べの星空を眺め、鈴を鳴らすように聞えて来る虫の音を耳にしながら、この過ぎにし15年間に発展して来た戦後の我が国造船界を静かに懐古してみる。過去の15年は文字通り敗残の焼け土の中から、また混濁の戦後事情の中から作り出されて来た造船工業ではあつたが、その中であつて最近の船舶電気界の発展はめざましいものがある。今ここで過去のわが国船舶電気界をふりかえると同時にその近い将来の発展方向を眺めてみよう。

緒言

船舶の中に占められる電気関係の製品ないし仕事というものは年々歳々増加の傾向にある。このような傾向は過去15年のわが国の造船界を振りかえつてみると、まさごととそれを見せつけられるわけである。つい6~7年前までは発電機の全装備容量が500KW というのはそう多く見受けられなかつたものだが、今では2000KW 程度のものがざらに見られるし、最近に至つて遂にどうやら電気推進というものが本格的に考えられなければならないような実情に立至つたようである。好むと好まざるとにかかわらず電気推進方式は船の推進の最重要の方式となりつつある。ともかくこう云つた勢いは今後益々加速度的な勢いで進展して行くだろう。つまり船舶の電化の勢いは止まる所を知らず為されて行くと考えられる。ところでこの15年間のわが国船舶電気界をふりかえつてみて、その装備される機器で大きい問題となつて来たものを数個あげてみると次のようなものではないかと思う。

(1) 昭和25~6年頃からロイド規格で回路遮断のヒューズが問題にされ、日本海事協会もNK規格合格品のヒューズを認定してこれを使用させねばならぬということで、わが国の船舶ヒューズにメスが入られ、研究された。

(2) 昭和29~30年頃より船舶電気系統の交流直流の是非問題が議論され、次第に交流化されて行つた。

(3) 同じ頃、回路遮断器類もヒューズと同様問題となつた。

(4) 昭和31年暮頃より交流発電機としていわゆる励磁機なし発電機がうんぬんされ出し、昭和33年頃より

一般的にこの発電機が実用化され始めた。そしてその特性の良好さが認められたが、並列運転時の特性および周囲温度の変化に対する特性の点においてなお研究の余地がある。

(5) 昭和33年末期より依然、船舶主機関における電気推進の問題が唱えられ出し始め、わが造船業界はひとしくこの問題に注目し出し、電気推進に対する再考慮、再検討が為され始めた。またそれに関連し、操舵室よりの one man control が注目をあび始めた。

(6) 電気推進についての検討が始められんとする昭和34年の中期、既に電気推進は経済的で、また堅牢な交流方式で進むべきであるとし、かつ交流における広範囲連続速度制御における極めて秀れた方式が提案され、既に曳船において実施化が検討されつつあり、また各種特殊船舶を始め、一般的な最新型超大馬力型艦船への有望な展開が期待されている。

以上の六項目がこの15年間に船舶電気界で問題となつて来た大きい項目と云える。そして妙なことに筆者はこの六項目のいずれにもいささか関係し、そのいずれにも愉快的思い出を持つている。以下これ等各項目につきふり返つて再考してみたいと思うが、まず始めにこれ等の各項に關係する筆者の調査物件とか、発明機器を次に挙げてみる。

(a) 川重“SK”ヒューズ・特許210869, 特許220904, 特許232995, 特許239546, 実新399344, 実新415715

○電気学会連合大会予稿——昭和28年5月

○雑誌“オーム”——昭和28年7月, 船舶用ヒューズ並びにSKヒューズ

(b) 雑誌“船舶”昭和30年2月, 3月, 5月, 昭和31年3月, 4月, 5月, 6月 船舶の配電系統における諸問題

○雑誌“オーム”昭和30年6月, 7月 船舶配電方式における交直流の比較

(c) SKコンタクト, 特許221789, 特許230406

(d) SK発電機, 特許出願昭32—17773 (特許公告済), 特許出願昭34—1489

○雑誌“船舶”昭和33年10月, 船用発電機の並列運転

○造船協会連合大会予稿——昭和34年5月

○関西造船協会誌—95号, 昭和34年9月

(e) 雑誌“船舶”昭和33年11月, 12月, 昭和34年1月, 3月, 船用主機関における電気推進の役割

○雑誌“オーム”昭和34年3月, 船舶の電気推進をめぐつての一考察

(f) 雑誌“船舶”昭和34年10月, SK コントローリング, 連続速度制御 交流電気推進, 特許出願昭34—26743

以上を見ても遠く昭和26年からのSK ヒューズに始まってSK コンタクト, SK 発電機, SK コントローリング, (これ以外に潜水艦のSK リレーやヒール調整用のレジスタインジケータのSK インジケーター等もあるが, これ等については割愛する) など勝手に筆者が名付けて来た発明品, 考案品の数々, SK シリーズはわが国船舶電気界の変遷を物語っている感がある。以下これ等について再び現状に立脚して考えてみたいと思う。そしてその順序を新しいものから古いものへとさかのぼって行きたい。

(I) 最新型船舶への電気推進方式の利用

“船舶の電気推進が今後必ず大々的に行なわれて行くべき運命にある”ということは筆者の絶えず信ずる所であり, 従来筆者が何回か繰り返して述べて来た所である。このような考え方が何処から来ているのか, 勿論筆者の得意とするいわゆる“直観的洞察”によるものだけではないことは確かである。西独において最近続々と造られて来た電気推進方式には, 甚だしく刺激される所があつたことは事実である。しかしわが国独自の経済機構がある。筆者の常に提案している高速中型並列機関による電気推進という考え方の基礎には当然のことながらわが国の経済機構あるいは生産機構というものゝ組み込まれているこというまでもない。さて国内の大型造船会社を見てみると, 造られる船の主機とする大型のタービンとかエンジンを造船所自体の造機工場の一つ一つのオーダーによつて原子的工業である造船々体や機装工事と殆んど同一の仕組みで, 同一のチャージによつて高価に製作されている現状である。しかし考えてみればこれは感心したことではないようである。一品一品のオーダーメイドよりマスプロダクションのレディメイド製品が格段の低価となることは自明の理で, 戦後の15年間に移行して来たわが国産業界を振り返つてみれば判るが, 最も身近な話して, 船用発電機のエンジンを見れば10年前造船所自体で製作していた船用発電機ディーゼルは次第に影をうすめ, 現状ではすべて専門メーカーのマスプロ製品を使うようになった。勿論造船所自体が生産しているものもあるけれども, この場合それも一つの専門と化

し, あくまでも造船所自身の発電機ディーゼルではなく専門ディーゼルのメーカーの一つのメーカーとして存在しているのであるから結局現状では船用の発電機ディーゼルは全く専門メーカーのマスプロ製品を使用するようになったと云つてよい。船用発電機のタービンですらその傾向を示している。これと同様なことはあらゆる所で行なわれている。つまり原始工業形態を採っている造船所自体で近代工業(化学工業や電子工業の如き最新工業ではなくとも)の発電機やその原動機などを同一チャージで造つて行くことはもう無理である。少なくとも国際的な市場に活躍して行こうとするにはこのような原始生産形態でチャージの高い船体組立や機装工業と近代生産形態である機械工業の生産形態の分離が行なわれなければならない。以上の例は船用発電機の原動機の生産が戦後今日まで経過して来た実情をとらえて考察したものであるが, 発電機以外船舶の補機すべてについて実情は同様な形態をとつて経過して来た。しかしながら現在船舶建造という点に立つて以上筆者が述べて来たような原始生産形態と近代生産形態と完全に分離が行なわれていない唯一のしかもまた最も重要なものが最後に残っている。それが主機である。果してこれは筆者の説く生産分化が行なわれ得ないものであろうか。“否”である。必ず行なわれる。行なわれざるを得ない運命にある。上述のようにわが国の船舶あるいは造船は当然わが国自体の船舶であり, 造船であるとともに世界市場の船舶, 造船である。その点に立脚すれば必ず一つの苦しみは経過する必要があるけれども, この分化へと進んで行かざるを得ない。船体組立および機装工業というものと主機製作とが単なる並列的な形状で造船企業の中で行なわれ, 未だこの分化が行なわれていない所は現状では日本だけである。アメリカは勿論, ドイツ, フランス, スウェーデン, ソビエト等いずれの国においても殆んど既に分化体制は終つてしまつていることは周知の如くである。勿論筆者のいう分化は何も造船会社が主機を造らなくなるというのではない。主機製作に限られた数社に限定されてそれが専門化してしまう傾向へ移行することを含んで云つているのである。この分化とともに行なわれるもの, 表現を変えて云えばこの分化と相前後して(相前後と云つてもその期間は確定的ではない)行なわれるものが主機の分裂化すなわち低速度大馬力のディーゼルより高速中型馬力のディーゼルへの並列化とそれによる発電機と推進用電動機の出現である。例えば3000馬力, 900rpm(この馬力と回転数は確定的ではない。ただA重油使用可能ということをおいたもの)という馬力の定格はディーゼル専門メーカーと発電機メーカーにと

つて何と魅力的な数値であろう。後述するように主機形式の一定化、馬力と回転数の一定化と極度の重量低下はその過程においてどうであろうと結局においては材料の非常な節約と工数の非常な低下を来たし、総合的に大幅の価格低下を招来するであろうこというまでもない。このような標準定格のエレメントを大型船舶の大型主機（例えば24000馬力）を形成する一つのエレメントとして馬力・回転数の定格および発電機取付け台盤等が船舶主機エレメントの標準として一定化し、JISとして定められる時が来ないか誰が云い得るだろうか。筆者はこのJISを作成するのに造船所と主機メーカー、発電機および推進用電動機メーカーが目かがやかせながら、ディスカッションをし、古いこの筆者の論文を微笑をもつて眺めつつある光景を想像することが出来るのである。

太平洋航路の船舶がここ10年程の間にぐんぐんとその速度を上げて来、昨今ではわが国の商船も積荷確保のために米国商船の20ノットクラスに対抗し、少なくとも19ノットクラスの超高速船を造つて行かねばならないという時代になつて来た。到着時間の迅速なることは荷主にとってはこの上もなく魅力であり、速度の速い米国商船は遅いわが国の商船の2倍位の積荷を簡単にとつてしまうような現状（昭和34.9.10朝日新聞報）で、現在の实情からすればどうやら20ノットを遙かに突破する超高速船の多数出現は時間の問題ではないかと考えられる。恐らく船舶の技術改革の突破口は船舶の速度の質的増大から始まるのではないかと考える。このような考え方はまた船令を例えば15年から10年へと下げて行く傾向を伴うのではないとも考える。しかしながらとにかく現在単に17ノットを19ノットに上げるだけで13億円の1万噸貨物船が15億円になるということではその機関価格のファーストコストの上昇で採算に合いそうになり、つまり機関の異常な価格上昇を来たすと考えられ、これではその金利、償却と云つた点を考えれば何らかの質的改善を来たす一つの打開策が必要である。また一方このような機関容量の増大は当然機関室の異常な拡大を余儀なくされるし、貨物船本来の目的である積荷区劃の相対的減少を来たしてしまうので誠に不都合である。いわゆる貨物船でもタンカーでも現在の進みつつある方向はとに角僅かでも積荷区劃を増し、機関室容積および重量を減らして行こうとする努力が為されつつあるのであつて、このような方向と上記のような船速の増大という傾向とは明らかに矛盾する事柄である。この点から考えても現在の機関形式の一つの改善が望まれると考えられるのである。第三にはやはり積荷区劃の拡大という上記の目的と同様であるが、プロペラへの主軸が占める軸室

の問題、これは常識的に考えても誠に不都合である。軸そのものの材料はそれ自体相当な重量にはなるし、価格も当然高いものであるが、それ以上あの軸室は積荷区劃を大きく減少せしめるものであつて、不経済この上もないと考えられる。

以上機関馬力の増大と機関重量、容積、価格の減少、従つて積荷区劃の拡大という相矛盾せる目標をめざして最新型商船の進歩合理化の方向を考えて行くと、ここに“船舶の交流電気推進”という一つの解決策が大きくクローズアップされて来るのである。筆者はさきに“船舶主機関における電気推進方式の役割”について雑誌“船舶”昭33—11~12、昭34—1~3に述べ、ディーゼル電気推進方式を中心に今後の一つの新しい船舶機関の進み方というものを論じたが、恐らくこのような考え方は今後世界の海運界あるいは造船界が真剣に具体的な考察調査をもとにして取り組まねばならぬ問題となつて来たように思う。つまり原動機燃料のA重油とC重油の相異およびシリンダーライナー磨耗の4000時間か2000時間かの重要性和、ファーストコストの相異による償却とか金利および積荷区劃の増大および積荷獲得などの船本来の目的の重要性といずれに天びんをおくかは、もう既にいうまでもなく後者の方が大切であるという時代になつてきているのである。

電気推進の方法というのは簡単に考えると発電機と電動機だけが主機械ディーゼルやタービン以外に余計に設備されねばならないと錯覚を起し、そのため重量や価格を増し、能率を減少し、何も良い点はないと考えられそうであるが、具体的にこれを詳細に考えて行くとこのような考え方が全く浅薄な考え方であつて、実際にはある特別な方法を考へて行けば電気推進の方法が重量価格の減少に大いに役立ち、また能率を総合的な見地から考えれば却つて増すようなことにもなる（少なくとも能率の減少を来たさない）結果を発見することが出来るのである。

[a] 交流電気推進方法がどのように重量軽減、価格低下を来たすか。

何故交流電気推進方式が主機直結方式よりも重量軽減を来たすのだろうか。また価格低下を招来するのだろうか。電気推進を行なう時の一番魅力的なのは機関がディーゼルであれ、タービンであれ、機関自体を一定方向、一定速度に回転しておけるということであろう。これは結局機関自体に最もめんどろな逆転機構を必要としないことで、タービンの場合であると逆転タービンは設けなくてよく、ディーゼルの場合でも自己逆転あるいは間接逆転機構を要しない。従つてそのような理由からだけでも

かなり高速ディーゼルを使い得るし、また機関形状を小型と為し得る。また一定速度でよいということは機関に付けるガバナーを最も簡単な一定速度ガバナーと為し得るし、この速度変動率を6%程度に大きく取つておけばまず絶対的にガバナーの故障も起らないと考えられる。一定速度での利点は勿論機関自体の能率を最高点において利用し得ることで、特に最近の高過給方式のディーゼル出現に際しては一定速度運転はこれを最高能率として発揮し得るのである。

次に電気推進機関は高速度であればある程良いことである。主機タービンの際には交流発電機では3600回転の如き高速度で回転して良好な運転を行ない得、ギヤーと発電機の形状を極度に小型となし得る。実際にはこの3600回転ではなく、もつと回転高くタービン直結発電機とすることも可能である。また主機ディーゼルの際にはまず重油使用の限界を考えても900回転または1000回転程度の高速ディーゼルを使用することが望まれその際のディーゼルは重量価格が主機直結ディーゼルと比し極端に小型低価となるのである。その一例がある小さな曳船で最近実際に計画した結果からあげて見ることとする。

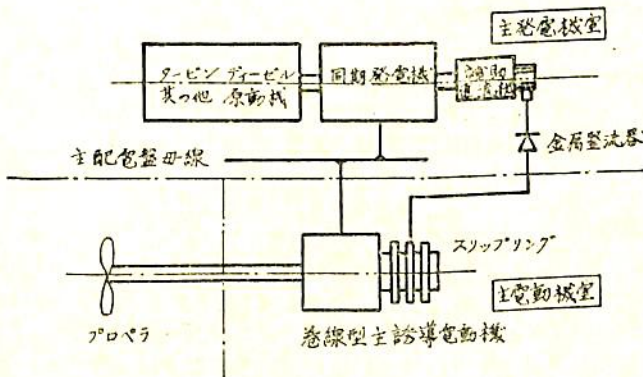
350 HP. 1000 rpm — 3T300

350 HP. 200 rpm. — 22T000

であり、1000 rpm の場合には上記のディーゼル以外に発電機 300 KVA, 900 rpm — 2T500, および電動機 300 HP. 1200 rpm — 2T000, ギヤー 1T200 があるが、主軸の軽減による重量や補助発電機の増加および補機用船内発電機の容量軽減等の詳細を考えれば、結局直結方式の3分の1程度の重量ですむこととなる。実際に計画した電気推進の方法は交流電気推進であつて、その回路は既に雑誌“船舶”昭和34年10月号にも紹介した如き第1図の回路である。従来の交流電気推進方法だと原

動機自体でその速度を変更して行くことをその根本方針としていたけれども、この方法では原動機自体の回転数を一定にしておけるため、原動機としては至極都合良く、主電動機である巻線型誘導電動機を原動機直結の小型補助直流発電機で管制し、同期発電機自体の電圧調整とこの補助直流機の励磁調整とを併合せしめて巧みに巻線型誘導電動機の回転を全広範囲にかつ正転逆転能率良く制御するものである。以上のようなことで判明することは交流機では高回転、例えば原動機タービンの時では3600 rpm, ディーゼル原動機の時でも900~1000 rpm 等となるとかなり重量軽く、かつ低価であるし、主電動機である巻線型誘導電動機などその回転を1800 rpm 程度にしておいてギヤードダウンすればその重量および価格極めて僅かであるという結論が出ている。最も良く行なわれている表現をもつてすれば馬力当りの重量とか価格となるわけであるが、馬力当りの価格は低回転大型ディーゼルで例えば約2万円とすれば一定1000回転の正転のみの高過給ディーゼルでは馬力当り1万円を悠々と切り、同期発電機では馬力当り5000円、巻線型誘導電動機では3000円という調子である。この簡単な小学校一年生の計算によつても明らかに交流電気推進方式の方が総合して安価となつてしまうことが判るのであろう。もつともこの計算は補助直流機とか整流器とか管制盤とかの附属機器は含まれず、また主軸の省略とか、補機用船内発電機の簡略化のことなど包含して考えていないので、極めて雑な計算と云われるが、実際の場合に実際ある原動機と発電機原動機で実地計算すれば一番良く判ること当然である。上記の簡単な計算以外に勿論比較すべきものとして上げた上記のような得失を計算し、なお機械室の縮小による鋼材の軽減などを計算加味すれば明らかに電気推進方式の方が主機直結方式と比して安価となることが断言出来る。御承知のように容量が大きくなるにつれて

交流機方式は直流機方式に比して非常に安価であり、このような結論の出るのは当然のことである。第1図のような方式でやや價格的に問題となつてと思われる主電動機管制用の補助直流機も一定回転数の主機直結故小型で済むし、クレーマー方式のような場合と違つて主電動機の起動または逆転時にも補助直流機自体が定回転で運転されているため、補助直流機の電圧を簡単に高く出来る故、都合が良いということが判るのであろう。この第1図の方式では主電動機管制用補助直流機は明らかに停泊時電気ウインチやウインドラスやまた船外への直流電気の供給に利用し得て都合良く、その点船内用発電機を小



第 1 図

型に為し得るし(もし停泊用の直流電源として船内用発電機が使われるものとする場合、または停泊時に特に大電力が使用される場合)また一定回転一定方向の原動機故、船内用発電機をこのベルトより取り得る。停泊用発電機のみ小型とし、別においておけば良い。

(b) 最新型商船への原動機解決策

前に述べたような最新型商船における矛盾、すなわち超高速化による原動機の超大型化、価格の増大と運賃採算上の船価低減化および船の積荷区劃の拡大化という矛盾、この矛盾を解決する重大な一方法は 2000 HP~4000 HP, 900 rpm~1000 rpm 等の中型高速ディーゼルの多数並列運転方法によることである。これは常に筆者の考えている所であるけれどもこの最も合理的な並列結合方式が交流電気推進方式である。交流電気推進方式は従来の直流電気推進と異なり明らかに安価である。これ等については概略“船舶”昭和33年11~12月号および昭和34年1~3月号に述べた所で再現の要はないと思うが、この合理的な交流電気推進方式こそ誠にわれ等が採るべき最も賢明な方式であると確信する。

(c) この解決策をはばむ諸要因、とそれに対する考え方

以上のような方法、すなわち一定中型高速ディーゼルという 2000~4000 HP, 900~1000 rpm 程度のユニットを交流発電機並列運転で結合するという誠に合理的なこの方式が確かに今後の船舶機関の進み方であることは間違いない。このような進み方は明らかに機関ユニットの一定化、標準化を来し、生産過程を経て次第にその価格の減少を招来するであろうことは確かで、このような機関となれば従来の大型機関の如く船舶のみにしか使用し得ないのと違って、船舶以外にも需要を求めることが出来る強みを持ち、かつ当然電気機械も一種類のみに限定され、船舶機関のみの需要に対しても個数は多くなるという有利なもので、船舶機関全容量の大型化に従って装備すべきこのユニットの個数を増して行けば良いという最も合理的な進め方である。では一体現状として簡単にこの方法にふみ出し得るかどうか勿論筆者はディーゼル機関そのものに勿論未だ研究して行くべき点がないとは云わないけれども、直ちに実施に移し得べきものと信ずる。別にこのように断言して肩をそらしてみた所で何もこれは完全に筆者の専売特許でないことは始めに述べた通りである。勿論第1図の方法などは文字通り筆者の特許方式であるけれども、この数年来ドイツ造船界において続々と建造されて行つた大西洋航路の大型中型貨物船という実績はわれわれのために極めて良い実例を示してくれたということを念のため再言しておかねばなら

い。ドイツ船舶の場合、ディーゼルは 900~1000 回転どころか、軽油使用の 1500 rpm に達する高速を使用しているのである。

しかしながら如何に良い方法と考えられるものであつても、万事これには反対の考え方というものがある。ましてや新方式に対しては仲々ふみ切れぬというのが世の常である。当然この交流並列電気推進方式という合理的な考え方の中には次のような奇妙に思われ、しかもうがつたのがある。つまりそんなことをやれば大型ディーゼルの使い道がなくなり、関係者が当惑するではないかというのであるが、それはやはり一時的な現象で、技術の進展にはそのような影も当然の現象としてやむを得ない。

次に第二の反対案は 900~1000 rpm の高速エンジンでは A 重油しか使い得ない。C 重油は駄目ではないか。石油工業の発達するにつれて益々 C 重油の使用の重要性が出てくる。C 重油の質が悪くなり C 重油の価格が A 重油に比し、相当安くなる。その A と C の差が甚だしくなるのではないかということである。この理由は一応もつともの如く響くが、実際にはそのような悪質の C 重油となれば大型低速ディーゼルでさえ到底相手が出来ず、そのようなものを使用することをのみ始めから目的とするならばボイラーをたきタービンにするべきで、もはや論ずるに足らぬ。勿論 A 重油は C 重油より現在やや高価なること当然であるが、この際これの価格差は船価の金利償却と比し、また積荷確保の容易という船舶本来の目的から考えた利点とくらべれば問題外となつてしまうと考えられるのである。

第三にシリンダーライナー磨耗の激しいこと、従つてその手入れがめんどろという。これは仕方がない。しかし低速ディーゼルが 4000 時間に代えるのに対し、これ等 900~1000 rpm ディーゼルがその半分の 2000 時間に代えなければならないとしても構わないではないか。

第四に寿命の長短をいう。低速エンジンが 20 年とすれば高速は 15 年という。如何にも漠然とした話であるけれどもこれは実際には判らない。使用する油の種類によつても大いに異なるし、使用し方によつても異なる。これは償却のやり方を加減すればよく、他の利点と天秤をかければよい。

第五に交流発電機の並列運転と聞いただけである人は「そんな多くの発電機の並列運転は無茶だ。また始めは良くても古くなるにつれてガバナーが悪くなる」という。しかしこのような話はあくまでも速度変動率が 3% という従来の考え方を基礎にしての考え方で、並列運転と云えば負荷の分配で、簡単に頭から大へん困難なこ

(1108 頁へつづく)

船舶とオートメーション (5)

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

2. 航海のオートメーションについて (その4)

2.3 針路指令とその精度

大洋航海では操舵指令でなく、針路指令でなければならないことは、前に説明した通りだが、この針路指令の精度について考え、次いで針路指令で大圏航路を走る場合のことを検討して見たい。

2.3.1 針路指令の必要にして十分な精度は目的地の精度によつてきまる

目的地の位置がはつきりしなければ細かい指令は不可能だし、また無意味である。コロンブスは、ただ“西へ”と命令しただけであろう。無線方向探知器で目的港を見つけて針路をきめる場合、その方向探知器の精度よりも細かい針路指令を出すことは不可能である。また台風のような暴風圏を避けるのに、台風の直径は普通数百海里もあり、その暴風圏の端といつても別にはつきりした限界があるわけでないから、これを避けるのに細かい針路は無意味である。

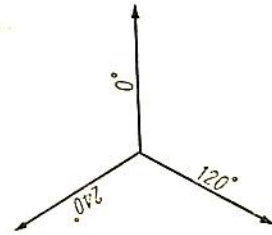
このように針路指令は、目的地と本船との相対関係がどの程度はつきりしているかにつれて、その精度を高くすることが意味を持つて来る。

2.3.2 針路指令の精度と航程の伸び

針路指令を行なうにはその指令の伝達にデジタル方式とアナログ方式との二つがある。デジタル方式ではあらかじめ器械できめられた数だけ指令し得る針路が離散的にあつて、このうちどれか一つの針路を選ぶのである。これに対してアナログ方式では一周360°の間連続的にどの方向でも指令することができる。もちろんこの場合器械の精度が問題であつて、 10^{-2} 程度の精度は丁度デジタル方式の指令数が100個の場合に相当すると考えられる。

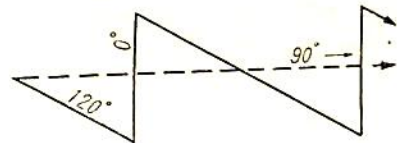
このデジタル方式の針路指令数とは、たとえば針路を1°単位で指令するならば、その数は360個であるし、1点(90°を8等分した単位)単位で指令するならば32個、というようなものである。

デジタル方式の針路指令数は最低3個あれば任意の方向へ航海することができる。第2.3.1図のように全周を120°ずつ3等分した3つの針路だけで、その組み合



第 2.3.1 図

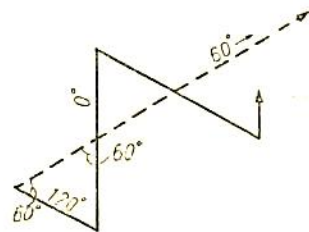
わせによつて任意の方向にジグザグしながら進むことができる。このように指令し得る針路を既存針路と名付けよう。たとえば目的航路が90°の場合には、既存針路120°と0°とを2対1の割合で組み合わせればよい(第2.3.2図)。



第 2.3.2 図

しかしこのように針路指令数が少なければ、航走距離は直距離にくらべて長くなり損である。そして既存針路の数が多ければ多いほどこの航程の伸びは軽減される。

上の例でも目的航路がちやうど既存針路に一致すれば損失はないが、その中間たとえば60°では損失は最大となる。この航程の伸びる割合は(第2.3.3図)



第 2.3.3 図

$$\sec 60^\circ = 2$$

倍である。一般に針路指令数が n 個の場合の航程の伸びは、最悪の場合

$$\sec \left(\frac{360^\circ}{2n} \right)$$

で与えられる。主な n に対してこの値を次表に示す。

* 東京商船大学内

針路指令数 n	単位の大きさ	伸 び る 率
3	120°	2.0000030
4	90°	1.4142136
6	60°	1.1547005
32	11.°25 (1点)	1.0048386
36	10°	1.0038198
360	1°	1.0000381
3600	0.°1	1.0000004

1.0048 とか 1.000038 という数字はどんなものかといえ
ば、10日 (すなわち 240時間) の航程が、前者では1時
間9分の伸び、後者ではたつた33秒の伸びに過ぎない。
これらの内どれが適当かは、航程の伸びによる燃料消費
の増大、あるいは輸送商品の価値等を考慮してきめるべ
きものであろう。0.3%程度の伸びは、地球が真の球で
はないことから、大圏距離の計算にも入つて来る誤差で
ある。

2.3.3 細かい指令はその通り実行されるか

いかに上手な操舵員でも船長の命令通りの針路を常に
保つことは不可能で、風や波にたたかれて船首は必ず右
や左に振れる。このことは機械のオートパイロットを使
つても同じである。またアナログ方式の針路指令伝達で
は、伝達精度よりも細かいふらつきは制御することはで
きない。更に船の浮かんでいる水自体が海流や潮流でた
えず流動しており、たとえ正確に針路を保つても何時間
かたてば船は予定航路上からはずれてしまう。これらは
予定航路を中心としたよつばらい歩きと同じ現象であつ
て、何時間かたつた後の船の位置の確率密度は予定航路
を中心としたガウス分布をすることが知られている。

このガウス分布の標準偏差にくらべて、あまりに細か
い針路指令の単位は意味がないといえよう。鮫島氏によ
れば、推測船位の誤差は、左右方向についてはその中央
誤差が次表のとおりである (注: 中央誤差は標準偏差の
0.6745倍であり、船位のはずれがこれより大きくなる確
率がこれより小さい確率とちようど等しくなるところの
大きさを示している)*

経過時間 (時間)	1	4	24	240
中央誤差 (海里)	0.55	1.17	3.86	29.6
偏 角 (度-分) (20ノットとして)	1°35'	50'	28'	21'

このことから1°単位の針路指令位までは意味を持つ
ているといえよう。

* 鮫島直人: 船位誤差論, 天然社

デジタル方式の既存針路が目的航路にちようど合つ
ていない場合は前記のジグザグをしなければならぬ
が、これによつて起こるはずれと、ここで述べた推測船
位の誤差が加わつて、その合成が目的航路からのはずれ
となる。このはずれを検出して針路を修正するのが航海
の仕事である。針路指令の細かさ、このはずれをどの
程度の大きさにおさえるかにより、船位検出および針
路修正の回数がかきめられる。

2.3.4 ジャイロコンパスをたよりに大圏を走ること

地球上の二点間を結ぶ最短航路は大圏である。しかし
大圏は、特別な場合を除き、子午線と交わる角度が場所
によつて異なるので、ジャイロコンパスをたよりに航海す
るには航走につれて刻々と針路を変えなければならぬ。
このためには針路 C を航走距離 D の函数として
あらわしておけば便利だ。これは出発地の緯度・経度と
目的地の緯度・経度とを与えられれば、球面三角を解い
てあらかじめ計算しておくことができる。

従来のオートパイロットにログから得る航走距離を連
絡して、このプログラムに従つて変針して行けば、自動
的に推測航法により大圏を走ることができる。ここで推
測航法とは“位置検出および針路修正”といったフィ
ードバックのない航法の意味である。

このように刻々と変針するといつてもどの位の割合で
変針するかといえば、単位距離当り針路の変化する割合
を変針率と呼ぶことにすれば、これは

$$\frac{\Delta Co}{\Delta Dist} = \tan (lat) \cdot \sin (Co)$$

であり、1海里当りの変針量を分単位であらわしている。
緯度が高くそして針路が東西向きするときほど変針率は大き
い。横浜—サンフランシスコ航路の大圏の頂点は、ほ
ぼ 48°N で、このとき針路は東または西であるから

$$\frac{\Delta Co}{\Delta Dist} = \tan 48^\circ \cdot \sin 90^\circ = 1.11$$

すなわち1海里当り1.11の変針の割合である。

2.3.5 位置検出と針路修正

前節で述べたプログラム通りに計画航路を進むことが
できれば問題はないが、指令通りに針路が保持されない
ことや海流などのために、計画航路から右か左にはずれ
ることになる。このはずれの量を検出して、それに対応
して針路修正を行わなければならない。航海の場合
は、一般の自動制御とは異なつて、計画航路からのはず
れの積分値を最小にするのではなく、このような外乱を
受けつつも全航程を最短にすることが目的であらう。し
かしまた一面、衝突予防などの見地から往復航路を分け
て指定することも考えられるので、このような場合には

はずれの最大値に制限が加えられるだろう。

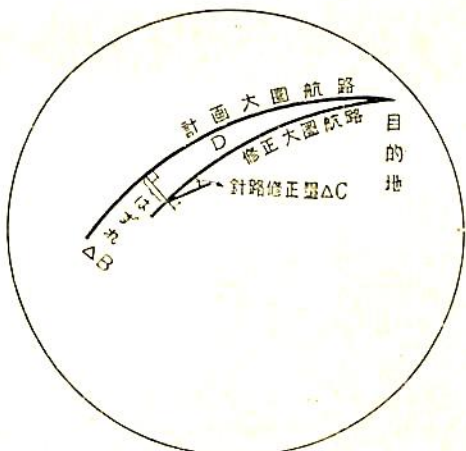
計画航路からはずれていることがわかれば、今後とるべき最短航路は、元の計画航路にのせることではなく、新たにその検出した地点から目的地を結ぶ大圏を走ることである。この新しい大圏を走するためには、前述の航走距離に対してプログラムされている針路を修正しなければいけない。この修正量 ΔC は、計画航路から左右方向へのはずれ ΔB が残存距離 D にくらべて小さいときには、近似的に

$$\Delta C = \Delta B \cdot \cot D$$

で与えられる(第 2.3.4 図)。 ΔB の単位を 1 海里とすれば、 ΔC の単位は 1 分である。たとえば残存距離 3,000 海里 (50°) のとき、計画航路より右へ 20 海里はずれていることを検出したならば、針路修正量は

$$\Delta C = 20 \cdot \cot 50^\circ = 16.8$$

16.8 だけプログラム針路より左にするのである。



第 2.3.4 図

残存距離が 90° のときは針路修正量は 0 であり、残存距離が 90° 以上のときは針路修正は逆にはずれの方向に向つてまげるのである。この公式は、経緯度座標系とは無関係に、つまりどのような座標系を用いる航法においても成立する重要な式である。

計画航路からのはずれが、明らかに海流のように定常的な原因によることがわかつており、今後も予想されるならば、これをベクトル的に加えたものが修正針路となるようにすればよい。

残存距離が 300 海里のとき、針路を 1° の精度で指令するためには、左右方向のはずれ検出の精度は 5 海里程度より小さくなければならない。(この章つづく)

3. 機関部関係のオートメーション (その 4)

3.4 タービン船の遠隔操縦について

タービン船を操縦する場合、タービンの起動停止あるいは負荷の変動に伴い、ボイラ、発電機および給水系統等にも関連があるので、これ等の関連において制御することが必要となり、ボイラ一室に対してタービン一基というユニットシステムを採用することとなる。またボイラ、タービンならびに補機を制御室を設けて集中制御方式とすることとなり、より安全に確実に運転するため、自動化に伴い従来の記録計たとえば、次のごときものは監視計器として用いられ、各作動部を観察しながら運転することとなる。すなわち

(1) 回転数記録計

回転数の増減ならびに運転中異状発見に便利である。

(2) 振動振幅記録計

タービン各部の振動および振幅を記録し、異状のあるときは警報を発する。

(3) 車室膨脹計

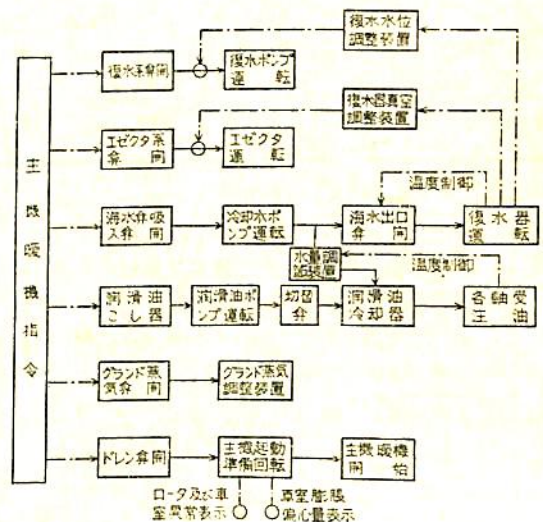
車室の膨脹量を記録し、暖機時間および負荷をかけるときの指針とし、異状のあるときは警報を発する。

(4) スラスト軸受および軸受磨耗計

スラスト軸受の磨耗量を記録し、車室とロータの接触の危険を防止する。

(5) 偏心記録計

タービンは急停止中のごときは、ロータならびに車室内の温度分布が異なっているため、ロータおよび車室の曲りを記録し、異状を生ずれば警報を発し、ターニングを行なつて曲りをなおす。



第 3.4.1 図

(6) 車室, フランジ, および軸受等摩擦部分の温度を記録し, 異状を生ずれば警報を発する装置とす。

また非常遮断装置として第 3.4.1 図のごとき装置を設けることも必要とならう。

こうして事故を未然に防止するとともに, また高い効率を維持して運転を継続するため熱管理計器を備えることも必要とならう。

出入港の際船の速力を微速, 半速, 全速等に変化する必要があるため, これに伴ってタービンの回転速度もまた変化させることが必要となる。また前進運転を停止して後進に切換える等, 蒸気発生の状態を大巾に変更する必要が瞬間に生ずるので, この点に対してボイラにおいて問題点がある。したがってこのような問題点がボイラにおいて解決されれば, 自動制御方式をタービン船に設ける場合, ギャードタービン推進方式をとるか, 然らざる場合は次のような装置を介して, タービンは常に一定回転速度にて回転しつつ前進および後進運転を行なうこととならう。

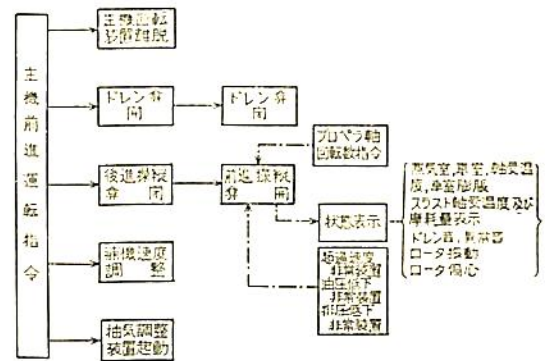
- (1) 電気推進による法
- (2) 液体継手による法
- (3) 可変ピッチプロペラによる法

したがってタービンの遠隔操縦にはギャードタービンによる推進の場合と, タービンは一定速度のもとにおいて運転する上記 (1) ないし (3) の制御に分れよう。

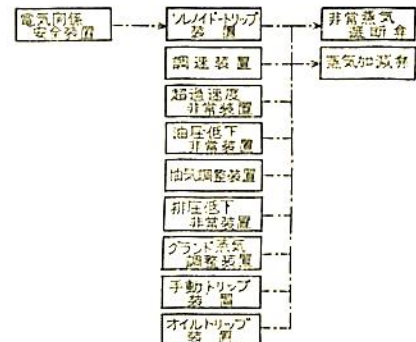
ギャードタービンの制御ならびに電気推進の方式によるタービンの自動制御装置の一部を図示すれば, 3.4.1 図ないし 3.4.3 図のごとき概略図とならう。

図中 3.4.1 図は暖機, 3.4.2 図は前進運転を行なう場合また 3.4.3 図は電気推進の場合を示すものである。

図中調速装置は負荷および蒸気条件の変化に応じて加減弁を開閉して回転を整定する作用を行なうが, この装置には起動ハンドル, 初気圧調整装置, 同期装置, 負荷制限装置等が付属している。



第 3.4.2 図



第 3.4.3 図

タービンの非常装置が作用すれば同時に自動的にボイラの燃焼を制御し, あるいは電気回路の遮断を行なうよう装置することが必要である。

以上概略を述べたのであるが, これが開発を行なうためには信頼出来る制御機器, 指示記録積算計, 電磁弁, 急激な負荷の変動に対応する制御機器等が製作され, かつこれ等が振動および動揺に対して安定性あるものたる必要がある。(この章つづく)

(1157 頁よりつづく)

の低減, 流通媒質間の温度差の増加などが伴なう。

(2) 熱交換器の構造をコンパクトにする。

圧力損失の増加あるいは排熱回収率の減少による場合, 伝熱面の大きさをごく僅かしか変えられない。なぜなら, このとき, プラントの効率, 第 3 図から明かなように, 大きく影響されるからである。いずれの場合にも, 熱交換器はコンパクトに組立てられねばならない。

熱交換を行なうための板状要素は第 4 図の右側に示したのを選んだ。二つの波形ひれは所々銀接され, これら二重板はその間に狭い隙間を生ずるように置かれる。隙

間を低圧ガスが流れ通路を高圧ガスが流れる。

第 4 図に熱交換器の構造を示す。熱交換器は縦式で, 熱計算に関する主なる結果は次の通りである。

伝熱面 HF2300 m²

熱工率 Q28.5 × 10⁷ kcal/h = 44.7 MW

熱伝達率

高圧側 6.0 kcal/m²h

低圧側535 kcal/m²h

圧力損失

高圧側 0.35 at = 1.1%

低圧側0.3 at = 2.7%

10,000 SHP のタンカー推進用 ガス冷却原子炉

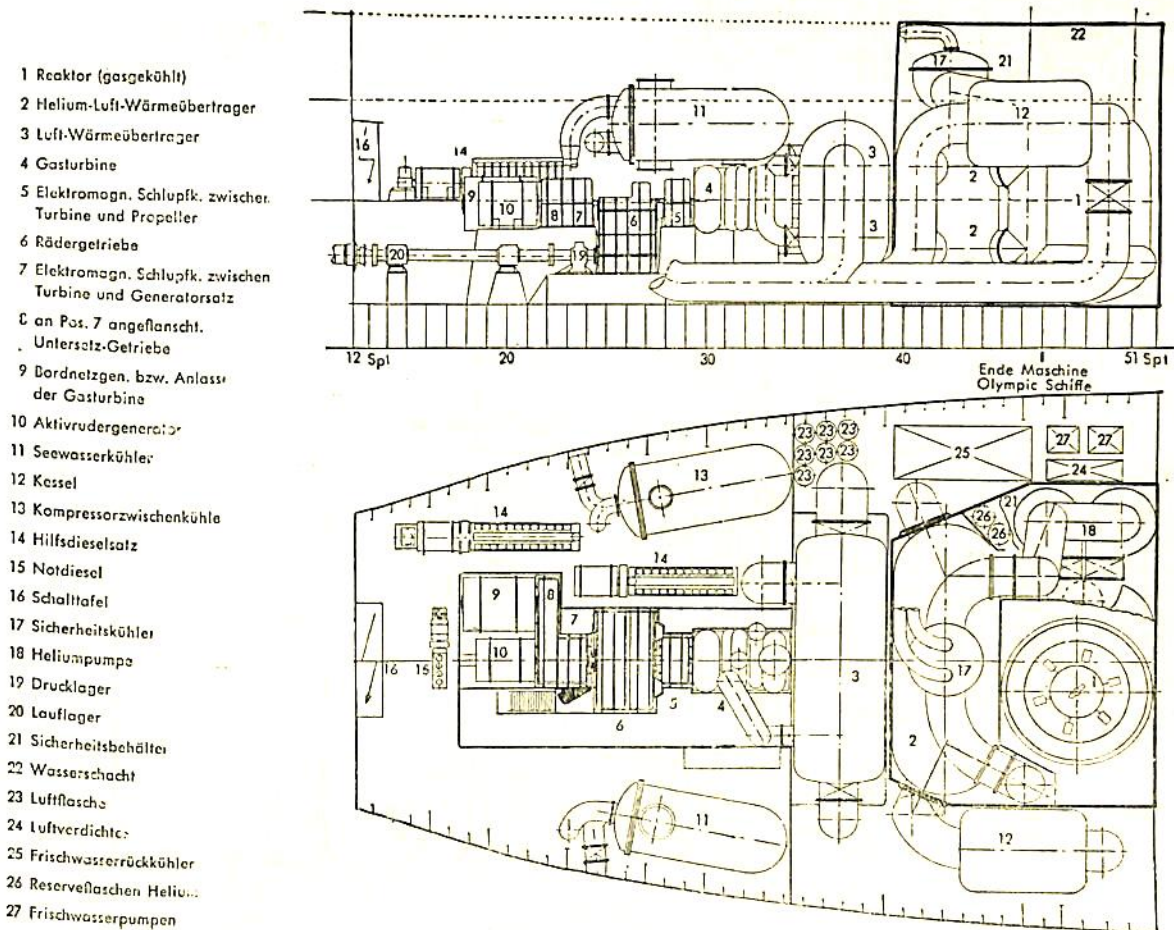
K. Illies, Hannover

1. 古い装置

著者は1957年5月にタンカー用ガス冷却炉について報告した。この装置は二流体サイクルで、一次系は安全のため格納容器に取めヘリウムを使用し、圧力は40 at、温度は440/690°Cである。二次系は空気で圧力6.5/27 at、温度470/670°Cである。黒鉛減速で燃料は酸化ウラン、被覆材はシリチデンを使用する。後進は可変ピッチプロペラによる。

この装置の計画は船用炉としての技術的問題点、重

量、寸法等についての概観を得るために行われたもので、これをそのまま建造するには幾多の難点がある。例えば被覆材温度は800°C以上で非常に高く、濃縮度も10%、ポンプ動力は1000 psで全出力の10%に達し、さらにヘリウムの価格と入手方法にも問題がある。さらに構造上でも装置が大きいため格納容器の壁を平面にせざるを得なかった。次に述べる新しい装置との比較のため装置の船内配置を第1図に示してある。



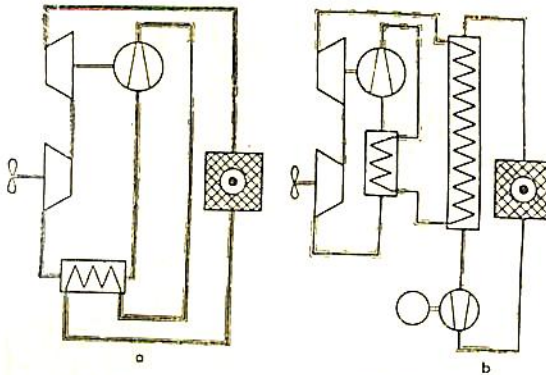
第1図 二流体サイクル装置の船内配置

2. 新しい装置

前述の装置に欠点があるので全く新しい装置を考えた。二流体サイクルではポンプ動力、熱交換器の大きさ、その他いくつかの点に困難があるので新しい装置は一流体サイクルとした。このため例えばポンプ動力は別個には必要でなくなる。個々の部分については別の題目で述べることにし、ここでは全体の概観を与えることにする。

サイクル

第2図にサイクルの概観を図式的に示してある。一流



一流体サイクル

二流体サイクル

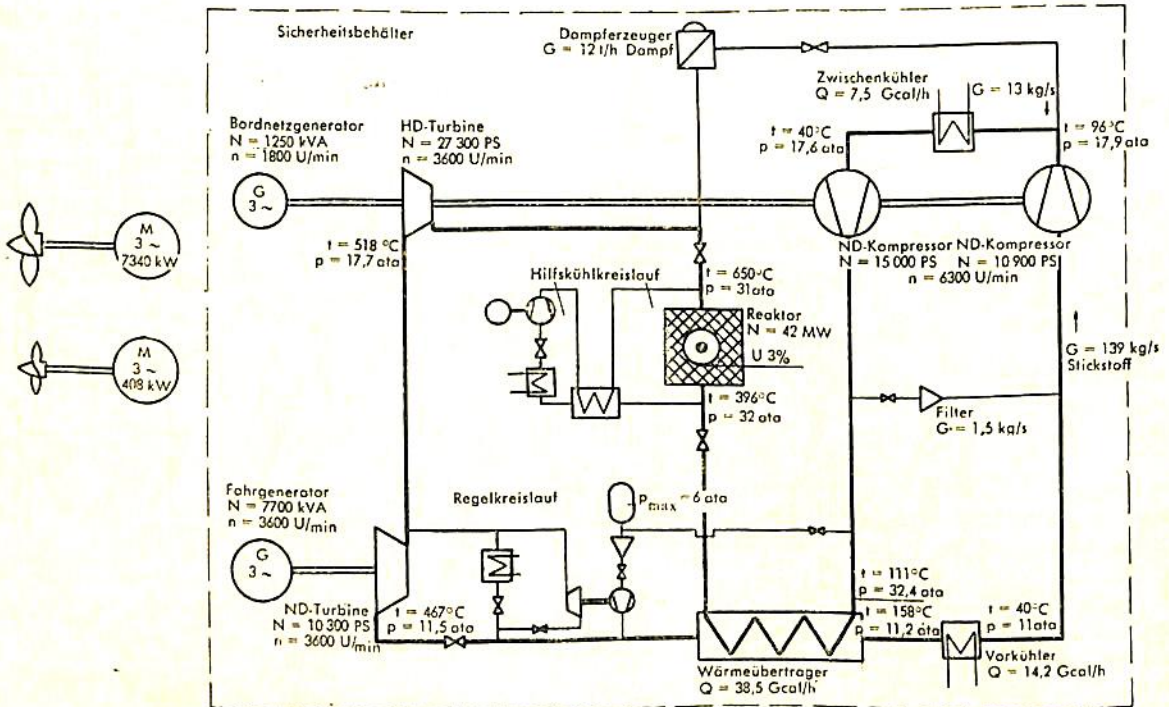
第 2 図

体装置では動作ガスは原子炉から直接圧縮機駆動用の高圧タービンに流れ込み、動力は低圧タービンで発生する。熱交換器は排気ガスの熱を回収し、炉に流入するガスを予熱する。

これに反して二流体サイクルでは一次系と二次系との間に大型の熱交換器を必要とする。一次系のガスは送風機で循環させ、二次系は前述の一流体サイクルと同様な原理で作動する。

新しい装置では一流体サイクルを採用したので、原子炉の熱はタービンを駆動する動作ガスを直接加熱する。従つて核分裂生成物が動作流体中に出るのを防ぐため燃料被覆を完全なものにするように特に注意が必要である。被覆板の温度は二流体サイクルに比し熱交換器中の温度降下がないだけ低くなる。送風機が不要になるのも利点の一つである。

第3図に示す新しい装置の動作流体には窒素を採用した。窒素は核的、化学的要求を満たしかつ安価である。原子炉を通過したガスはまず高圧タービンで、高低圧二段の圧縮機と船内用発電機を駆動し、次に低圧タービンに流れて推進用主発電機を駆動する。低圧タービンの排気は熱交換器、水冷の冷却機、低圧圧縮機、中間冷却器、高圧圧縮機、再び熱交換器を経て原子炉に戻る。各部の圧力、温度は第3図に示す通りである。

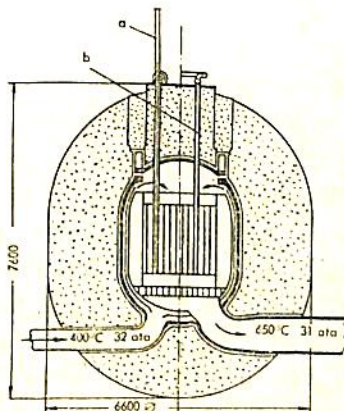


第3図 ガス 流 線 図

全装置は電気推進式で推進電動機以外は安全格納容器に取められている。操船上分力または停止が必要な場合は低圧タービンをバイパスして行う。従つて原子炉は運転を続ける。勿論この方法では分力の時効率が低下するが、タンカーでは全体の経済性に及ぼす影響はごく僅かである。分力で比較的長く運転する時は制御棒の操作と系の圧力調整を同時に行つて出力を低下させることが出来る。タンク加熱、バタワース、碇泊用の蒸気は別個の窒素加熱蒸気ボイラで供給する。碇泊中も炉は停止せず、船内電力と補助蒸気の供給を続ける。船内電源用発電機を電動機として使用し、ディーゼル発電機一基で電力を供給し、高圧タービン軸を駆動出来る。補助ディーゼル発電機が一基あり主装置が作動しない場合、アクティブラダーを駆動する。サイクルの詳細は Buch と meininghaus の報告を参照されたい。

原子炉

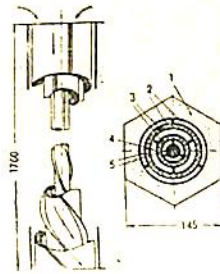
燃料は酸化ウランをベリリウム被覆したものを使用し、減速剤は酸化ベリリウムである。冷却体(窒素)は原子炉の下方から入り压力容器の器壁を冷しながら上昇し、方向を変えて上方から下方に向けて炉心を通り、下側から出て行く。(第4図)



第4図 原子炉(説明図)
a 制御棒 b 吸収ガス配管

原子炉とその制御については W. Hübschmann が詳細に報告する。炉の寸法、燃料と減速体の体積比は概算で出したもので厳密な核計算を行ったものではない。現在の段階では厳密な計算よりは全体の大きさ、構造、重量に興味がある。構造の原理的な点は炉が多少大きくあるいは小さくなくても影響されない。

燃料要素(第5図)は2本の管状の燃料体を同心円上に配置したもので両者の間にリブがあつて螺旋状の冷却体通路を形成する。螺旋のピッチは上方が下方より大で



第5図 燃料要素
1 減速材 2 被覆材
3 核燃料 4 流路 a
5 流路 b

ガス温度が上昇する程流速を増し熱伝達係数を良くするようになっている。管状の燃料要素を選んだ根拠については既に Atomkernenergie 3 (1958) p 474 において述べた。燃料要素は六角形の酸化ベリリウムの減速材ブロック中に取付けられる。このような構造は振動のある船用炉では黒鉛より良い結果を得て

あろう。しかしベリリウム、酸化ベリリウムは加工性に困難な点があり、中性子照射の影響も完全には判っていないので、さらに研究を要する。また現在のところベリリウムは高価である。しかしここでは一応この方式について研究してみる。

熱交換器

熱交換器には板状要素のものを選んだが勿論この形のものには両側の圧力差が比較的高い場合には困難がある。板は波形の鋼板でこれにより形成される流路は水力直径が小さく比較的良好な熱伝達係数が得られる。

タービンおよび電気装置

これらは在来のものと余り変わらない。

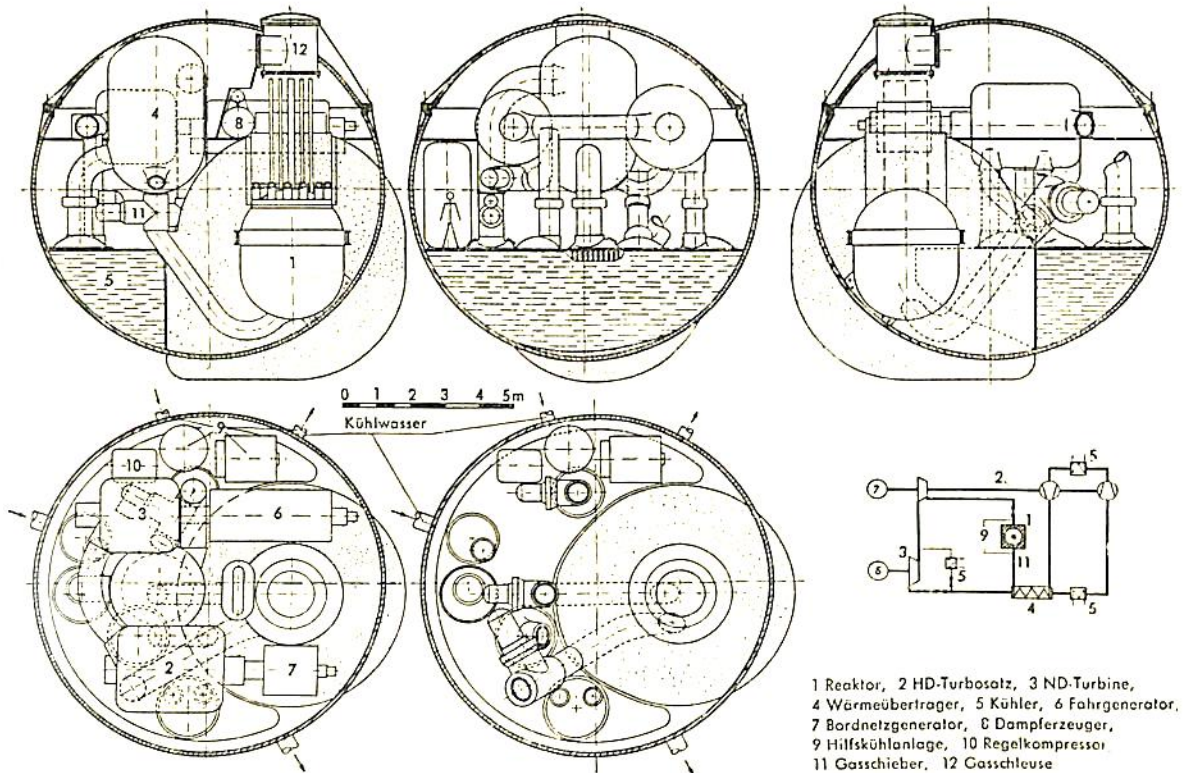
装置の配置

ガスサイクル部は全部安全格納容器に取めた。二流体式の場合には寸法が大きいため平面壁の容器になつたが、今回は球状の容器とした。容器の直径は約 10m である。内部には熱交換器、蒸気ボイラ、発電機まで含む全装置を入れた。従つて運転中は発電機には接近出来ない。タービン機械のバックイン部から漏洩するガスは放射性物質を含むのでフィルタを通した後サイクルにもどす。原子炉自体は厚い遮蔽体を備え、その一部分は球状の格納容器からはみ出している。残りの部分には遮蔽はない。その理由は窒素自身は強い放射性は帯びないことと、もしも遮蔽を全部に着けると重量が非常に大きくなるからである。原子炉に事故があり半減期の長い分裂生成物が球殻中に流れ出るような場合には、格納容器の周囲の空間に水を満たして放射線を防がねばならない。これは明かに欠点である。

空海に沈没した場合の圧力平衡装置が容器に設けられているのは勿論である。

二流体サイクルと一流体サイクルの比較

第1表に両方式の安全格納容器の比較が示してある。



第6図 格納容器

第1表 10,000 SHP ガスタービン装置の要目

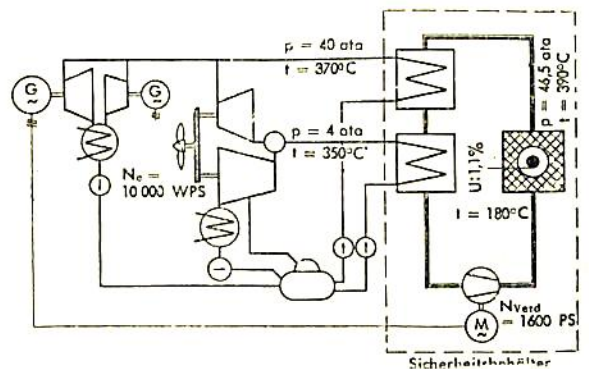
Anlage	Zweikreisanlage			Turbo-elektrische Einkreisanlage		
	I	II	III	I	II	III
Sicherheitsbehälter	Art	Kasten	Zylinder	Kugel		
	Raumbedarf	2000 m ³	1100 m ³	550 m ³		
Wärmeübertrager	Art	Wellbandrippenrohr	Wellbandrippenrohr	Platten		
	Raumbedarf	100 m ³	80 m ³	25 m ³		
Dampf-erzeuger (11,5 t/h)	Art	La Mont Kessel	La Mont Kessel	Drosselkessel		
	Raumbedarf	40 m ³	40 m ³	3 m ³		
Gewicht der Maschinenanlage	2250 t	1950 t	1700 t			
Maschinen-raumlänge ¹	32 m	31 m	26 m			

¹ Olympic-Klasse 30 m

新しい装置についてはまず円筒形の容器を次に球形の容器を調査した。球形のが古い装置の形箱のものに比して良好なことが一目で判る。重量や機関室長さの点でも新しい装置が古いものに比して優れている。

これらの長所があるにもかかわらずこの装置には問題点がある。ベリリウムに関する困難は既に述べた。これ

に加えて窒素を作動流体として使用することに困難がある。窒素中で鋼材がどの程度まで窒化されてその強度が変化するかは十分に明かにされていない。さらに燃料被覆材の壁温が高いこと、燃料要素が破損して放射性物質が動作流体中に出て格納容器中に運転中立入る時間が制限される問題がある。また格納容器中の配置が非常にむずかしい要求がある。新しい装置では前のものより改善され、この両者を比較することにより多くのことを学ぶことが出来たが、この点こそ本報の研究の目的なのであ



第7図 ガス-蒸気サイクル, 動作流体 CO₂-H₂O

る。

3. 今後の研究

ガスタービンの問題点と原子炉の問題点とに同時に直面するのを避けるために、在来の技術の生せる比較的程度の低いガス冷却炉と蒸気タービンとの組合せを考えている。

計画図は第7図に示す。格納容器には原子炉、送風機、蒸気発生器、過熱器が入っている。二次系の過熱蒸気タービンは格納容器の外にある。原子炉のウラン濃縮度は低い(1.1%)。減速体は炭素、冷却体はCO₂である。圧力、温度は第7図に示してある。試算によればこのような装置は前述のものより大馬力の船に適している。この点については後日詳しく報告する。

10,000 SHP 原子力船ガスタービン・プラントのガス循環

Jürgen Busch, Hannover

概 要

この報告は原子力ガスタービンプラントのガスについてのものである。結局、欠点がいくつかあるけれども窒素にきまつた。近い将来にヘリウム値段が大巾に下つたとしてもヘリウムを使うことは依然として経済的に難点がある。

この報告ではさらに、ガスサイクル、タービン機器、電気系についてもふれている。

1. サイクルガス

ガス冷却型原子炉にガスタービンを直接接続する場合、冷却材としていろいろなガスが考えられるが、まず空気は酸素が含まれているために不適當で、その上アルゴンが強度に放射能化してしまう。

ヘリウムは核的、熱的特性からみて最適なものであるが、経済的な面、および調達の可能性から制限される。近い将来、値段が下つてキログラム当り100,-DM以下になつたとしてもまだむずかしい。

炭酸ガスは放射能化の問題もわずかであるが、高温時、および大きな温度差、圧力差を経るような場合のことが明らかになつていないし、解離、沈積の可能性もある。

窒素は中性子に対して吸収断面積が比較的大きいけれども、密度が小さいから制御技術上わずかに影響を及ぼすだけである。窒素はガンマ線に対してはほとんど変化はないが、中性子の照射により放射能化する。天然の状態では¹⁴N(99.63%)および¹⁵N(残り)から成るが、中性子を捕獲すれば次のような反応を起す。

a: 捕獲断面積 1.7 バーンで ¹⁴N(n,p) ¹⁴C.

¹⁴C核は半減期 5568年 で 0.15MeV の β⁻ を放出して ¹⁴N になるが、β線は貫通能力が小さいから大した

問題ではない。勿論、機器の保守、修理の際に吸入するようなことのないようにしなければならない。

b: 捕獲断面積 0.1 バーンで ¹⁴N(n,r) ¹⁵N.

反応の際、γ-フォトンが放出されるが、厚い遮蔽がほとんどこざれている。

c: 捕獲断面積 24 マイクロバーンで ¹⁵N(n,r) ¹⁶N.

¹⁶N核は半減期 7.4秒で崩壊して安定な ¹⁶O になるが、その際、β⁻ および 6.1ないし、7.1 MeV の大きなエネルギーの γ-フォトンが放出される。従つてサイクル全体から γ線が出ることになるが、厚さ 5cm の安全容器の壁があるのでその表面での放射線量は許容量以下になつている。そして、¹⁶Nの半減期は短いから、原子炉をシャットダウンしてから、短時間のうちに安全容器の中へ入つてもよい状態になる。

窒素をサイクルガスとして使うことは、長所(化学的な安定性、値段だけの価値のあること、タービンにおいて過熱空気に似たふるまいを示すこと)もあつて、これを選ぶことは妥當であろうと思われる。

2. サイクル系統

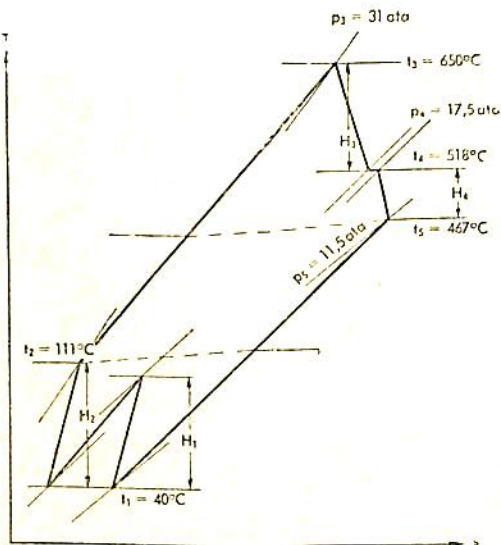
船用プラントでは、まず第一にプロペラの回転数の自由なコントロールおよび逆転が可能であること、第二に船内供給用電力は電圧および周波数が出来るだけ一定であることが要求される。従つて、少なくとも二つガスタービンを持つて、船内供給用と推進用とに分けて使う方がよいことになる。すなわち、高圧タービン圧縮機と船内用発電機を回転数一定で回し、低圧タービンで推進用発電機を駆動して電氣的に動力伝達を行えば、逆転および回転数コントロールの問題は簡単に解決がつく。(1150頁第3図参照)

回転数のコントロールは低圧タービンのバイパス系統

によつて行われ、動力伝達は同期推進モーターにより行われるので、プロペラのコントロールは低圧タービンの回転数コントロールに従うことになる。

定常状態のクローズドサイクルガスタービンでは、普通サイクル内の圧力レベルを変えることで出力のコントロールが行われる。従つてプラントの効率も広範囲にわたつてほぼ一定に保たれるのであるが、高出力時には附加的にガスを供給してやらねばならない。航海中、炉は定出力になつていて、低圧タービンを動かすための圧力差は節気弁を二つと冷却器およびバイパスで作られる。長期間に出力が漸減する場合は窒素の一部が安全容器の中に洩れて出ていることになる。ガスはガスターボ圧縮器により、安全容器からフィルタシステムを通じて低圧循環パイプに送りこまれる。圧力レベルを上げるにもこれと同じやり方でゆつくりと行われ、そんなに高圧の圧縮機（ピストン式などの）を必要としない。

サイクルの主要データは第1図の T-S-ダイアグラムにより明らかである。

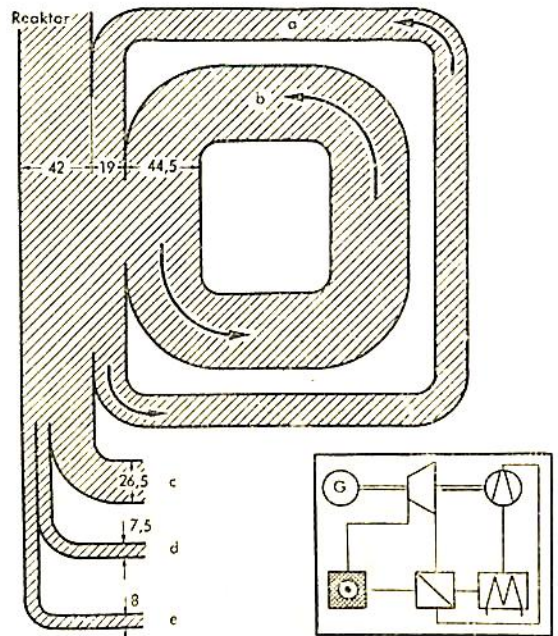


第1図 T-S-ダイアグラムで表わしたサイクルプロセス。一巡の勾配は Kcal/kg.
コンプレッサー $H_1=13.5$ タービン $H_3=35$
 $H_2=17$ $H_4=13$

ガスの最高温度は 650°C 、最低は冷却器の背後で 40°C である。圧力は最高 31 ata から圧力比 2.7 でタービンが仕事をを行う。

第2図はプラントにおける熱エネルギーの推移と熱効率の概要を示したものである。

実際に出力となつた分はかなり少く、タンク加熱およびタンク清浄に必要な蒸気発生のための熱量は出力より



第2図 蒸気発生も含めたヒートフローダイアグラム (数値は MW 値)

a. コンプレッサー, b. ガスの持つている熱, c. 冷却水, d. 蒸気発生, e. プロペラ軸への実出力

相当大きなものになっている。

第1表でサイクルを個々に分けて考えたときの相対的な圧力損失のあらましを示した。

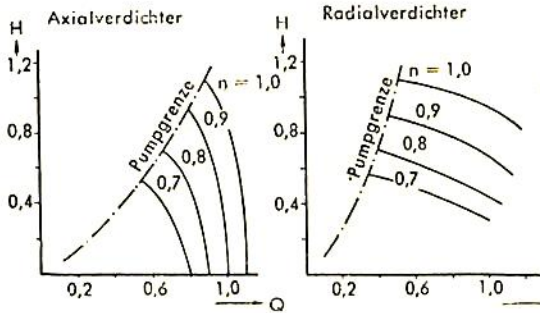
第1表 圧力損失

1. 原子炉	2.8 %
2. 熱伝達 (高圧管系)	1.1 %
ク (低圧管系)	2.7 %
3. 前置冷却器	1.8 %
4. 中間冷却器	1.4 %
5. 動力	1.7 %
全圧力損失	11.5 %

3. タービン機器

圧縮機を考える場合、軸流と輻流のどちらの型を選ぶかという問題が起つてくる。軸流型圧縮機の効率は今日 92% にもなるが、輻流型圧縮機の場合は最大約 83% までである。サイクルプロセスにおけるエネルギー保持率からみると軸流型の方が著しく有利であるし、更に軸流タービンと軸流圧縮機は回転数が非常に良く同期する。しかし、軸流型の大きな欠点として、特性曲線が急なことで、第3図は軸流式と輻流式の特性の大体である。

zustände einwandfrei beherrscht.



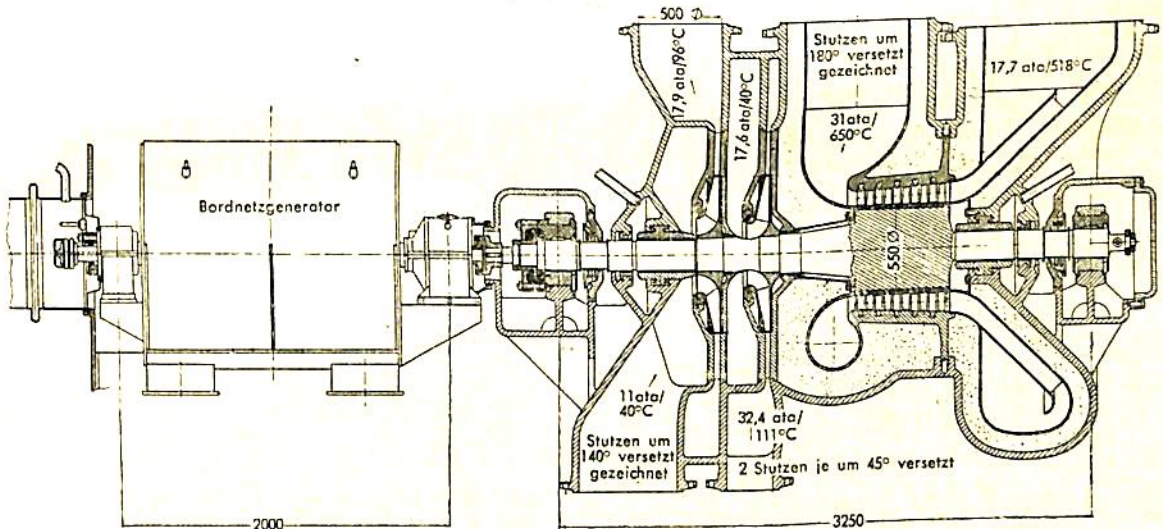
第3図 圧縮機特性

軸流型の送り容積の変化は比較的狭い領域なのでこのため大きな圧力振動が起りうるし、逆に回転数の変動があると当然同じ高さの圧力に対して送り容積が大巾に変

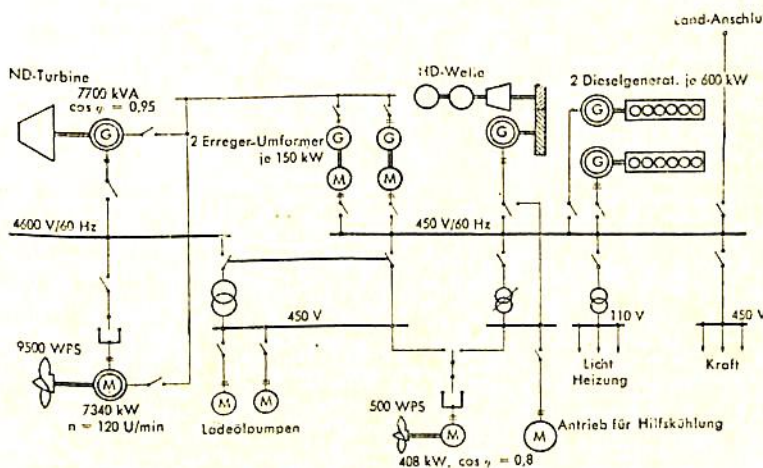
化する。従つて、圧縮機の回転数が一定で通過容積が大巾に変わるような場合、効率が悪くなくとも平な特性曲線をもっている軸流型の方を選ぶべきであろう。

ここでのサイクル(1150頁第3図参照)では圧縮機の高圧段から送られて来るガスの体積が変り易く、その上蒸気発生のようなことが関係して来る場合が起る。蒸気発生のための窒素の量はタービンへの量の約10%程度である。結局効率が良くない——少くとも高圧部で——のに軸流型が選ばれたが、あらゆる必要な運転状態が平な特性曲線域に取まるからである。

最適のものにするために低圧圧縮機は一段、高圧圧縮機では二段式になつている。軸流型圧縮機を選べばタコ方式が使える。すなわち、タービンと圧縮機とが共通の



第4図 高圧タービン



第5図 電気系統

軸で配列され、場所も比較的小さくてすむ。第4図は一段の軸流圧縮機が二つと五段の高圧軸流タービン、および密閉された船内供給用発電機からなる高圧軸を示したものである。

タービンのケーシングは二重になつていて、内側のは耐熱、外側のは耐用用のものである。

低圧タービンも同様に軸流式になつていて、三段で回転数は毎分6300回転である。そのほかのタービンの機構は普通の型になつている。

4. 電気系機器

プロペラを回転させるのに同期モーターが使われるが、プロペラ軸に対して97%以上の効率をもたらす。発電機の効率はモーターよりもわずかに下まわるだけである。

簡単な配電系統は第5図によつて明らかである。

発電機とモーターの始動は二つの起動装置により行われる。一つは予備であるが逆転の際にも使われる。緊急時に船内供給をトランスで推進用にあつてもできる

し、予備ディーゼル発電機で船内に供給することもできる。

船内供給は毎分1800回転の高圧軸で駆動される1250 KVAの三相発電機で行われる。この発電機はかご型になつていて、ディーゼル発電機と同期させることもできる。荷油ポンプの運転には、船内供給から、または推進用発電機からトランスにより自由にとれる。船内供給用発電機と推進用発電機を平行につないで運転することは考えられていない。

原子力ガスタービン船プラントの伝熱

Hans-G Paul

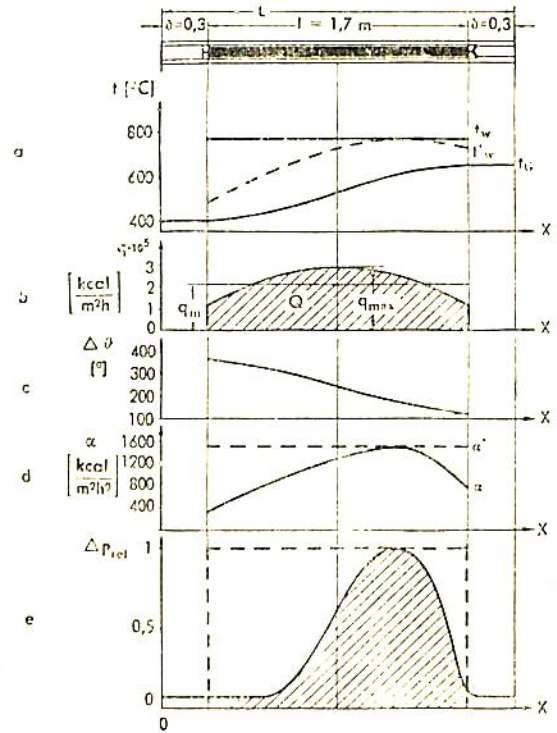
ここでは、ガスタービン原子力推進プラントの熱計算と設計について述べる。この種のプラントにおいては、ガスの伝熱的性質が悪いために大きな伝熱面を要すること、船用として高い効率を得るために圧力損失をできるだけ少くすることが問題となる。

まず、原子炉について述べよう。冷却用の媒質は窒素、燃料要素はベリリウムでカンニングした UO_2 で要素の形状は⑤の第5図に示した同心多層円筒である。この形にすると燃料内の温度上昇が僅かで、しかも力学的強度が大であるほか、次のような長所がある。

- (1) 二重管のため要素全体の数が少なくてすむ。
- (2) 中心に心棒を持つ内部構造であるから、すべての側に一樣な水力直径を得ることもでき、ほとんど一樣な熱移動を実現しうる。
- (3) 両側面に向つて熱移動が行われるから、燃料の単位体積あたりの伝熱面積は大きい。
- (4) 骨組材によつて、ガス流路の形を正しく保持できるうえ、流路は必要に応じて狭めることもできるから、要素長全体にわたつて壁温を最高に維持し、これにより圧力損失を著しく少くすることができる。

炉心の燃料要素に対して次のような仮定の下に熱計算を行なつた。

- (1) 熱発生は軸方向に \cos 状の分布をする。
- (2) 最高許容壁温は 800°C
- (3) 冷却ガスはどの環状流路においても一樣に $t_c = 400^\circ\text{C}$ から $t_A = 650^\circ\text{C}$ まで加熱される。
- (4) 各要素において流量は半径方向に一樣に配分される。
- (5) 燃料とカンニングの隙間に金属流体例えばピスマス



第 1 図

- 壁温 t_w ($^\circ\text{C}$) の分布; ガス温 t_g ($^\circ\text{C}$) の分布
- 熱発生量 $q(x)$ ($\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}$) の分布
- ガス-壁間の温度差 $\Delta\theta$ ($^\circ\text{C}$)
- 熱伝達率 α ($\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) の分布
- 燃料要素軸方向における相対圧力損失の分布

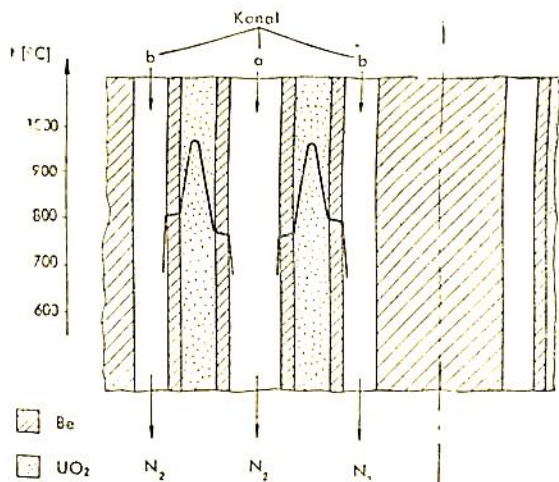
$$\left(\frac{\Delta p}{l}\right) \left(\frac{\Delta p}{l}\right)_{\max} = \Delta p_{\text{rel}}$$

- 壁温一定の場合の分布 ($t_w = \text{const}$)
- 水力直径一定の場合の分布

をつめて両者間の熱伝達をよくする。

この計算の結果を第1図と第2図に示す。要素の長さ
は l (反射体の厚さ 0.3 m) である。曲線は流路 a に適
用されるものであるが、流路 b に対しても似た曲線が
得られるので同一の曲線で表わした。

要素長全体にわたって許容壁温を完全に利用した場
合、圧力損失がどれほど少くなるかは、実線で描いた曲
線と点線のとを比べてみればわかる。曲線 ΔP_{lei} の下
の斜線を施した面積は骨組材によって決められた流路に
おける圧力損失を示し ($t_w = \text{const}$)、他方点線で囲まれ
た長方形の全面積は水力直径一定の場合の圧力損失を示
し (それ故熱伝達率はほぼ一定) ている。 α' と t_w' は後
者に対して適用される。これらの面積を比較すると、第
二の場合の圧力損失は約2倍から3倍になることがわか
る。



第2図 燃料要素内、半径方向の温度分布

第2図に、要素中央部すなわち最高熱負荷領域におけ
る半径方向の要素内温度分布を示した。計算結果の主な
ものは次の通り。

$$q(\text{最大}) = 3 \times 10^5 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

$$q(\text{平均}) = 2.4 \times 10^5 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

これらの値はウラン消費率

$$q^*(\text{最大}) = 10.5 \text{ MW/t Uran}$$

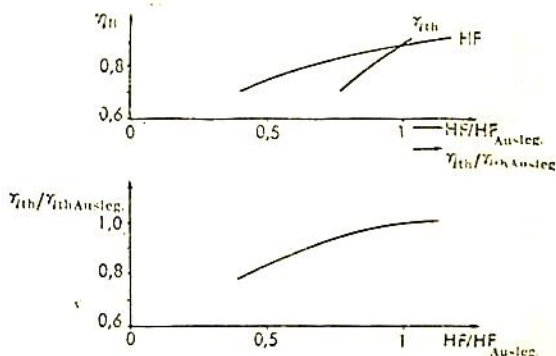
$$q^*(\text{平均}) = 8.4 \text{ MW/t Uran}$$

に相当する。以上の値は要素内の圧力損失 $\Delta p = 0.75 \text{ at}$ 、
炉全体の圧力損失 $\Delta p = 0.9 \text{ at}$ の場合 (相対圧力損失
2.8%) に得たものである。

次に、熱交換器について概略を述べると、ここで、低
圧タービンの排気ガスの熱が高圧ガスに移されて、循環
の効率を高めるのであるが、両面を伝熱的に劣ったガス
が流れるので非常に大きい伝熱面が必要となり、がさば

った熱交換器ができ上り、簡用として好ましくない。こ
の対策として次の二つを考える。

(1) 効率を犠牲にして伝熱面を小さくする。これには、
圧力損失の増加、熱伝達率の増加、あるいは排熱回収率



第3図 排熱回収率 η_R の伝熱面積 HF およ
びプラント効率 η_{th} に及ぼす影響

$$\eta_R = \frac{C_p \text{ III} \cdot G_{HD} (t_{AHD} - t_{EHD})}{C_p \text{ III} \cdot G_{ND} (t_{END} - t_{EIII})}$$

C_p 比熱

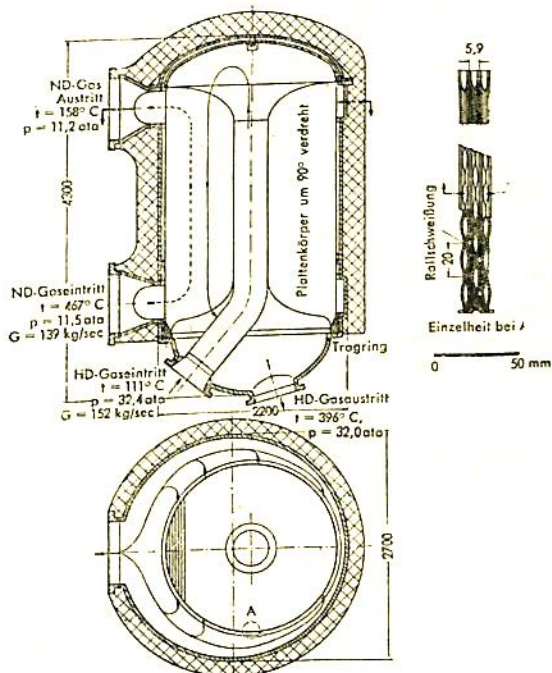
G ガス質量流量

t : 入口温度

t_A 出口温度

インデックス HD は高圧ガスを表わす

インデックス ND は低圧ガスを表わす



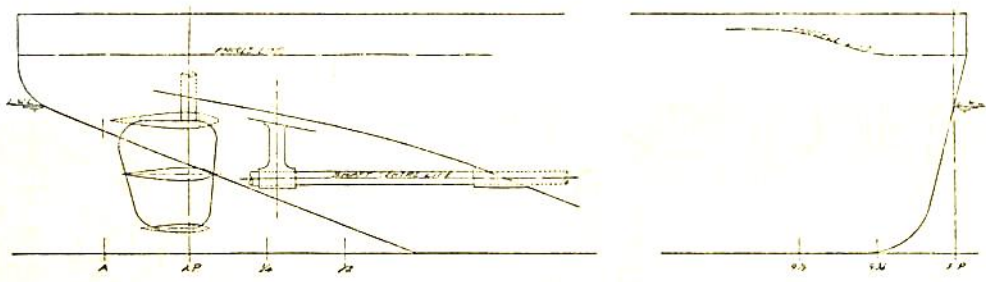
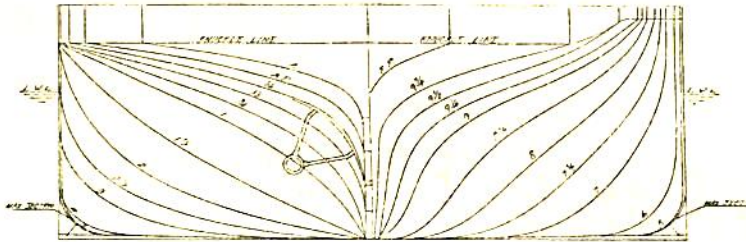
第4図 熱交換器の構造

(1148 頁へつづく)

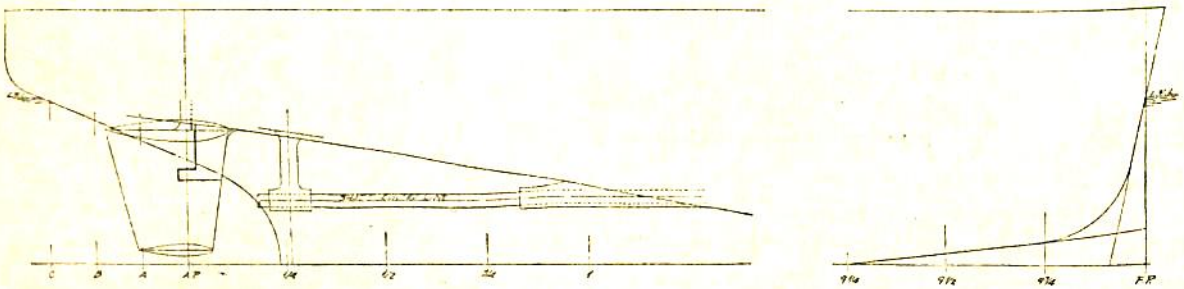
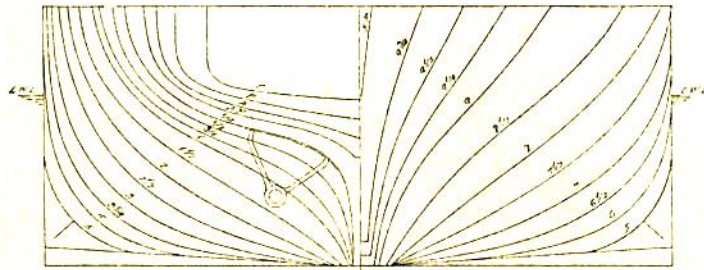
— 二軸車両渡船の模型試験 —

M.S. 183 は車両を船首から搭載する型の渡船であり、M.S. 184 は船尾から搭載する型の渡船である。前者は宇高連絡船を、後者は青函連絡船を対象した試験に使用された模型船で、両船の主要寸法は、模型プロペラの要

目とともに、実船の場合に換算して第1表に示す。正面線図および船首尾形状は第1図および第2図に掲げたが、図に見る如く船型としてはかなり特異な形状を示す。特に M.S. 183 の場合は船体前半部も後半部近い肋



第1図 M.S. 183 正面線図および船首尾形状図



第2図 M.S. 184 正面線図および船首尾形状図

骨線形状をもっている。なお両船ともプロペラ後方に1箇ずつの舵を装備している。

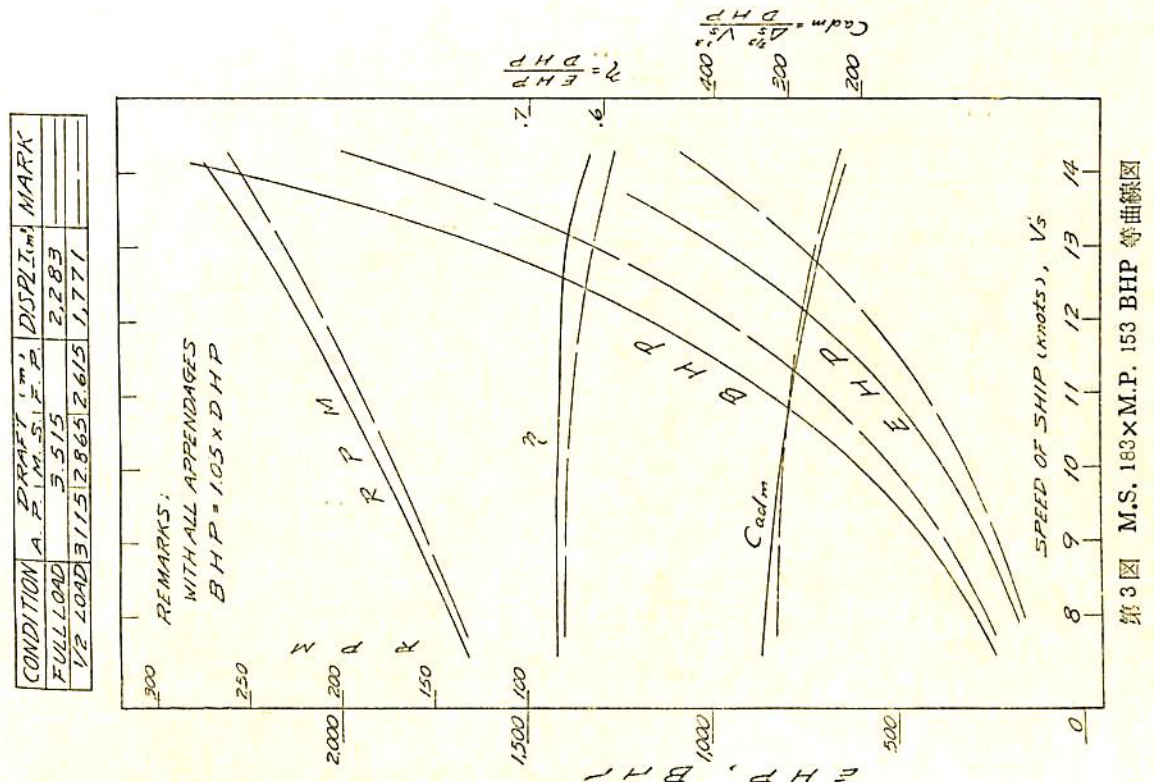
試験は M.S. 183 については満載および½載貨の、M.S. 184 については満載および就航の2状態で実施さ

れた。その結果は第3図および第5図に示す。また M. S. 183 に対しては満載状態での逆進時の試験が実施されているので、これを第4図に示した。

第1表 要 目 表

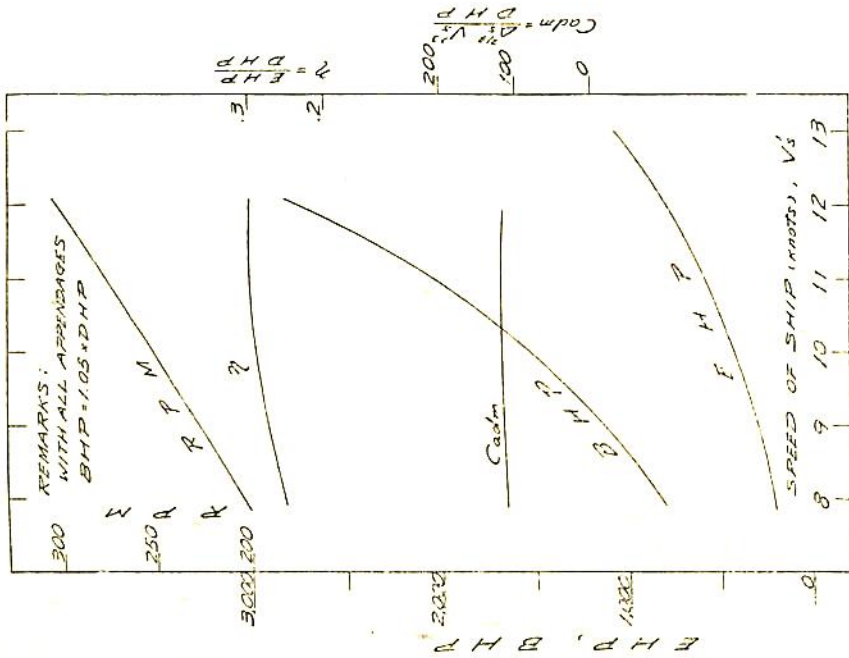
M.S. No	183	184	M.P. No.	153 R & L	154 R & L
長 (L.P.P.)	72.00 米	111.00 米	直 径	2,300 米	2,800 米
幅 (B) 外板を含む (最大幅)	14.530 米	17.428 米	ボ ス 比	.189	.200
満 載 状 態	吃 水 (d)	3.515 米	ピ ッ チ (一定)	1,760 米	2,390 米
	吃水線の長さ (L.W.L.)	75.450 米	ピ ッ チ 比 (ℓ)	.765	.853
	排 水 量 (Δ)	2,340 吨	展 開 面 積 比	.445	.520
	C _b	.620	翼 厚 比	.0474	.0543
	C _p	.638	傾 斜 角	0°	0°
	C _∞	.972	翼 数	4	4
	lcb (L.P.P. の%にて) ∞より	+ .004	回 転 方 向	外 廻 り	外 廻 り
	平均外板の厚さ	15 耗	翼 断 面 形 状	エーロフォイル	エーロフォイル
	λ _s *	.14319			
	λ _b *	.1585			

* 印 L.W.L に基く



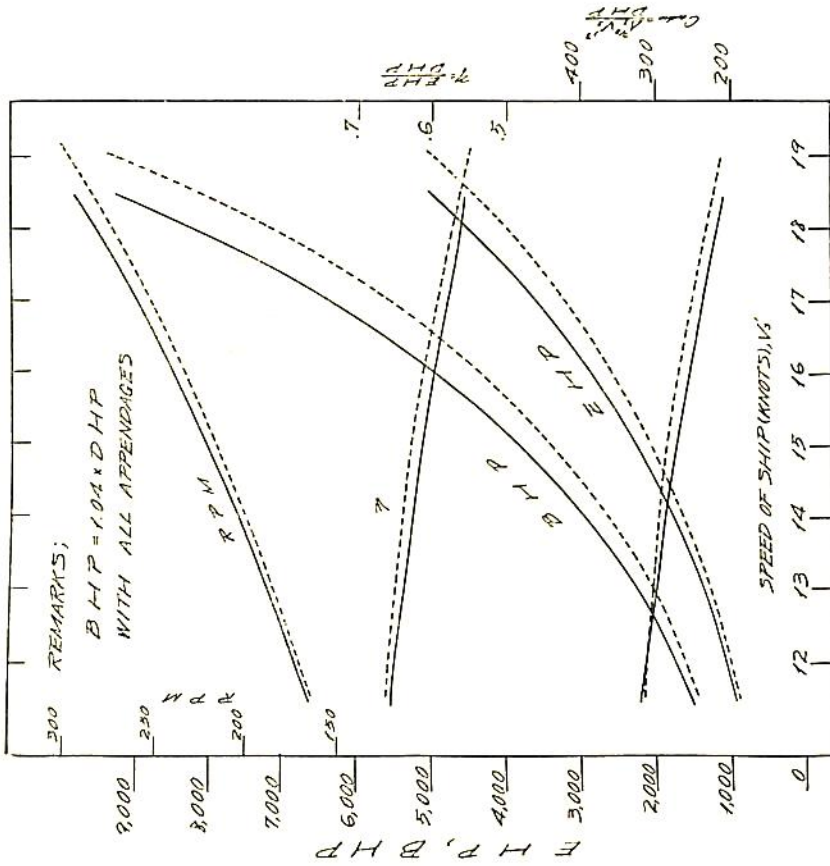
第3図 M.S. 183×M.P. 153 BHP 等曲線図

FULL LOAD
(GO-ASTERN)



第4图 M.S. 153 x M.P. 153 BHP 等曲线图

CONDITION	A.P.	EXHAUST (MM)	F.P.	DISPLT (MT)	MARK
FULL LOAD		4.714		5,109	
SERVICE		4.347	4.312	4.077	1.543



第5图 M.S. 154 x M.P. 154 BHP 等曲线图

鋼船建造状況月報 (34年9月)

船舶局造船課

(イ) 起工船

(昭和34年9月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	主	総屯数	主	機	用途	起工年月日
新潟鉄工	296	旭汽船	旭汽船	1,999	D	1,800	貨物船	34. 9. 12
波止浜造船	84	近藤海運	近藤海運	430	〃	600	〃	34. 9. 18
今治造船	64	黒川勇男	黒川勇男	497	〃	650	〃	34. 9. 12
鋼管清水造船	165	東亜海陸運輸	東亜海陸運輸	699	〃	650	油槽船	〃
大洋造船	190	松藤商事	松藤商事	690	〃	950	〃	34. 9. 21
佐世保船舶	129	大洋漁業	大洋漁業	10,900	〃	9,100	漁船(冷凍運搬)	34. 9. 26
鋼管清水造船	170	昭和漁業	昭和漁業	410	〃	800	〃(鮪)	34. 9. 15
林兼造船	940	日本近海漁業	日本近海漁業	650	不	明	〃(捕鯨)	34. 9. 18
三菱下関	536	日本サルベージ	日本サルベージ	1,070	D	3,200	雑船(曳兼救助)	34. 9. 21
石川島重工	789	フイリビン	フイリビン	7,900	〃	6,300	輸出(貨)	34. 9. 23
大阪造船	155	〃	〃	8,600	〃	6,300	〃(〃)	34. 9. 21
飯野重工	49	〃	〃	8,420	〃	6,300	〃(〃)	34. 9. 9
名古屋造船	150	リベリヤ	リベリヤ	10,700	〃	7,500	〃(〃)	34. 9. 25
三菱重工	908	インド	インド	6,400	〃	8,000	〃(〃)	34. 9. 1
三井造船	651	バナマ	バナマ	13,500	〃	11,250	〃(〃)	34. 9. 22
佐世保船舶	128	〃	〃	27,850	T	18,000	〃(油)	34. 9. 10
太平工業	38	日浦海運	日浦海運	400	D	520	貨物船	34. 8. 28
向島船渠	49	徳山運輸	徳山運輸	470	〃	650	〃	34. 8. 6
鋼管清水	168	宝幸水産	宝幸水産	410	〃	800	漁船(鮪)	34. 8. 20
西井船渠	31	山木正平	山木正平	410	〃	900	〃(〃)	〃
浦賀横浜	763	東海臨港	東海臨港	680	—	—	雑船(浚)	34. 8. 17
〃	771	日本土地開発	日本土地開発	680	—	—	〃(〃)	34. 8. 5
渡辺製鋼	166	水野組	水野組	400	—	—	〃(〃)	34. 7. 23

他 54 隻 (400 噸未満) 7,031 総トン

起工船合計 77 隻 111,276 総トン

(ロ) 進水船

(昭和34年9月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	主	総屯数	主	機	用途	進水月日
名古屋造船	148	鉄山丸	東日本海運	9,400	D	5,600	貨物船	34. 9. 16
金指造船	320	赤岩丸	旭海運	3,360	〃	2,100	〃	34. 9. 24
石川島重工	784	神明丸	栗林商船	3,000	〃	2,250	〃	34. 9. 1
鋼管清水	162	神加丸	〃	2,950	〃	2,250	〃	34. 9. 9
藤永田造船	66	東和丸	日東商船	8,600	〃	6,300	〃	34. 9. 6
名村造船	311	三龍丸	太平洋汽船	5,700	〃	4,300	〃	34. 9. 6
川崎重工	981	ゴウシユウ丸	川崎重工	8,150	〃	5,600	〃	34. 9. 19
三菱広島	148	邦和丸	日本邦下汽船店	11,650	〃	6,600	〃	34. 9. 30
四国フック	512	幌川丸	晴海船船	2,300	〃	2,100	〃	34. 9. 24
白杵鉄工	1015	成海丸	協成汽船	2,400	〃	2,000	〃	34. 9. 6
末島船渠	35	くるしま丸	尾崎之夫	425	〃	520	〃	34. 9. 30
土佐造船	121	2 楽洋丸	丸楽商運	420	〃	550	〃	34. 9. 3
大阪造船	150	扶桑丸	扶桑海運	1,550	〃	1,500	油槽船	34. 9. 21
尾道造船	63	山晴丸	川淵海運	550	〃	650	〃	34. 9. 30

新三井造船	293	5 秋津丸	極洋捕鯨	999	D	1,800	漁船(鮪)	34. 9. 9
三保造船	252	80 海形丸	大沢権右エ門	510	〃	950	〃(〃)	34. 9. 8
三菱重工	899	Nikitas Roussos	リベリヤ	13,900	〃	10,700	輸出(貨)	34. 9. 23
三井造船	634	Arnold Maersk	デンマーク	12,700	〃	7,000	〃(油)	34. 9. 21
金指造船	330	湖湖	タイワシ	700	〃	1,600	〃(貨客)	34. 9. 7
幸陽船渠	118	不	熊野汽船	820	〃	950	貨物船	34. 8. 15
竹原造船	70	大晃丸	樹木産業	450	〃	500	〃	34. 8. 20
常石造船	23	高見山丸	中国船用品	565	〃	700	油槽船	34. 8. 8
鋼管清水	164	35 宝幸丸	宝幸水産	410	〃	800	漁船(鮪)	34. 8. 17
他 53 隻	(400 噸未達)	7,282 総トン						

進水船合計 76 隻 98,791 総トン

警備艦進水

造船所	船番	船名	注文者	排水トン	主機	型式	進水年月日
川崎重工	1006	みづとり	防衛庁	450	D	2,000×2 甲	34. 9. 22
呉造船	41	おおたか	〃	〃	〃	〃	34. 9. 3
合計 2 隻				900 排水トン			

(ハ) 竣工船

(昭和34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	用途	竣工年月日
三井造船	639	松戸山丸	三井船舶	9,550	D	11,250 貨物船	34. 9. 17
大阪造船	148	夕張丸	北星海運	4,250	〃	〃	34. 9. 23
鋼管清水	160	日帝丸	日産汽船 日本鉱石輸送	9,700	〃	5,400 〃	34. 9. 28
尾道造船	65	旭丸	兵庫機帆船	499	〃	800 〃	34. 9. 3
神田造船	24	成山丸	山際海運	〃	〃	650 〃	34. 9. 19
未島船渠	30	2 室戸丸	瀬野虎造	425	〃	520 〃	34. 9. 30
四国ドック	430	高星丸	大星海運	999	〃	1,100 〃	34. 9. 9
三菱, 長崎	1507	麻里布丸	東京タンカー	28,200	T	17,600 油槽船	34. 9. 15
瀬戸田造船	84	鶴嶺丸	鶴見輸送	1,599	D	1,500 〃	34. 9. 11
大洋造船	151	玉島丸	岡田海運	999	〃	1,150 〃	34. 3. 16
三菱, 下関	534	興南丸	鹿児島県三島村	600	〃	1,500 貨客船	34. 9. 8
鋼管, 清水	164	35 宝幸丸	宝幸水産	410	〃	800 漁船(鮪)	34. 9. 30
三保造船	252	80 海形丸	大沢権右エ門	510	〃	950 〃(〃)	34. 9. 28
金指造船	328	28 事代丸	事代漁業	560	〃	1,100 〃(冷運)	34. 9. 21
播磨造船	543	Athena	パナマ	10,250	〃	8,100 輸出(貨)	34. 9. 3
浦賀船渠	749	Patria	リベリヤ	27,500	T	17,600 〃(油)	34. 9. 26
三菱, 長崎	1502	George A Davidson	アメリカ	26,000	〃	〃 〃(〃)	34. 9. 30
播磨造船	542	Desh Deep	インド	7,500	D	4,100 〃(〃)	〃
日立, 向島	3860	Lamut	ソ連	4,950	〃	3,360 〃(鍊工船)	34. 9. 21
N. B. C. 呉	86	MV Danginn	アメリカ	1,433	〃	1,250×2 〃(調査)	34. 9. 14
常石造船	21	2 澄英丸	市川鉄之助	490	〃	520 貨物船	34. 8. 8
金指造船	325	18 全功丸	奥津水産	530	〃	1,100 漁船(冷運)	34. 8. 3
三保造船	250	松友丸	松村友吉	410	〃	800 〃(鮪)	34. 8. 18
東京造船	221	1 那栄丸	大丸建設	500	—	— 雑船(浚)	34. 8. 30
幸陽船渠	117	香洋丸	香洋海運	430	D	550 貨物船	34. 7. 25
他 52 隻	(400 噸未達)	7,973 総トン					

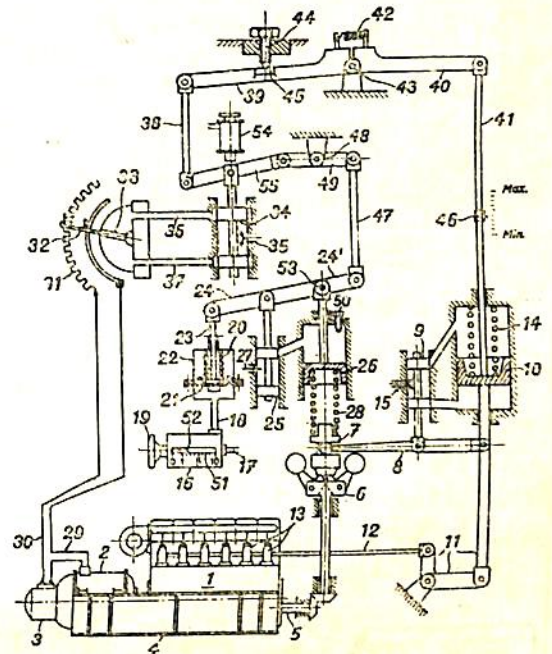
竣工船合計 77 隻 146,856 総トン

特許解説

特許庁 飯沼義彦

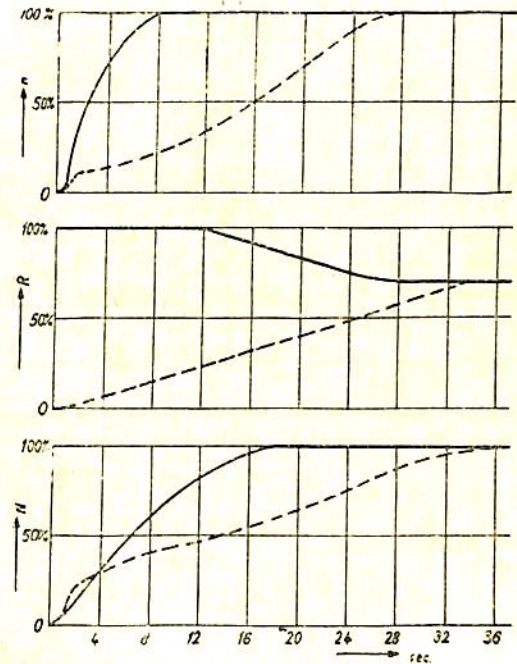
内燃機関装置 (昭和34年特許出願公告第7,452号, 発明者・ハンス, コンラド, ソスダーエッガー, 出願人・ゲブリューダー, スルツァー, アクチエンゲゼルシャフト—スイス)

主機である内燃機関から推進機構へ動力を伝えるためのトルク変換機およびそのトルク調節装置としては従来種々の方法装置があるが, 例えば電氣的トルク変換方式においては内燃機関と連結された発電機の励磁回路の抵抗を変えてトルク調節を行なうようにしたものが知られており, また水力によるトルク変換方式においては羽根の調節によつてトルクを調節することが行なわれている。これらの制御特性は通常内燃機関の回転速度の上昇に際してトルクが増大し, 速度の低下とともにトルクが減少するようになっており, 内燃機関を空転状態にする自動的トルク変換機が最大トルクの調節位置にセットされるため, 次に運転者が加速運転を始める場合に機関の作動は最大トルクをもつて行なわれることになり, この結果機関の回転速度は極めて徐々に上昇することになる。このような特性は作業時間を短縮するために急速な加速運転を必要とする曳船や入替作業用機関車等にとっては不都合であり特に過給式内燃機関を有する場合は著しく不利であるので, 本発明はこの点を改良するため内燃機関の空転状態から加速運転を行なう場合にトルク変換機が最小のトルクをもつて作動を開始し従つて機関の回転速度が急速に上昇し得るように一時的にトルク調整が切換えられる装置を具えたものである。以下図面について述べると, 主機であるピストン内燃機関1はトルク変換機としての主発電機2を駆動するとともに主発電機2を励磁するための補助発電機3をも駆動する。トルク調整は主発電機2の励磁回路29, 30中に挿入された界磁抵抗31の調節によつて行なわれる。回転中の主機1の制御は従来から知られている手段によつて次のように行なわれる。すなわちハンドル19によつて制御されるサーボモーターピストン26と調速機6とがスプリング28を介して行なう相互作用により, レバー8および切換弁9を介してサーボモーターピストン10が制御される。例えばハンドル19の操作により導管18内の圧力を下げて隔膜21を降下せしめ, ロッド23, レバー24, 切換弁25を介してピストン26を下降させるか, あるいは主機1



第 1 図

の回転速度が低下して調速機6が下降すると, ピストン10はレバー8, 切換弁9を介して圧油源15により押し上げられ, リンク11, 12が移動して燃料ポンプ13から主機への燃料供給が増加せしめられる。このときピストン10の上昇は他方においてリンク41, レバー40, 39, リンク38, レバー55, 切換弁34を介して回転ピストン33を



第 2 図

時計方向に回転して界磁抵抗を増大させ、これによつてトルクが減少せしめられる。従つて主機は燃料供給の増加とトルクの減少とによつて回転速度が上昇することになる。次に主発電機から推進用電動機への給電を止め主機を空転状態にするにはハンドル19の操作により主機の回転速度を落してゆくのであるが、この場合は前述の場合と逆の作用によりピストン10が下降して主機への燃料供給を減少させるとともに回転ピストン33を反時計方向に回転して界磁抵抗を減少しつつトルクを増大させ、このため主機1の速度はしだいに低下する。さて、本発明の特色とする点はこのように主機の回転速度が低下して空転範囲の或る負荷点に達すると回転ピストン33が時計方向に逆転して界磁抵抗が増加するようにした点にある。すなわちサーボモーターピストン26の上端位置を制限する可調節の止ねじ50を設けるとともにレバー24の延長部24'とレバー55とをリンク47、レバー49

を介して連絡することにより、制御ハンドル19によつてピストン26を上昇させ主機の回転を落しながら空転範囲における所定の負荷点にまで低下すると、上昇しつつあつたピストン26は止ねじ50に達してレバー24は53を支点として反時計方向に回動し、リンク47を押上げ、レバー49、55を介して切換弁34を逆転し、回転ピストン33は時計方向に回転してトルク調整装置としての界磁抵抗31はトルクの小さな位置にセットされる。従つて次に主機がこの空転状態から加速運転に入つた場合に回転速度が急に上昇できるのである。第2図は主機の空転状態から加速運転する場合の経過(横軸の単位は秒)を回転速度 n 、トルク調整 R (前述の場合の主発電機の界磁抵抗の百分率で100%の抵抗は最小のトルク調節に相当し、0%は最大のトルク調節に相当する。) および出力 N について示したもので、実線は本発明によるトルク調節切換装置を有するもの、点線はこの装置を有しないものの場合である。

— 天然社・新刊 —

東京商船大学教授 鈴木 至著

航海力学

A5判 330頁 定価 650円(〒30円)

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

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

— 海技入門選書・新刊 —

東京商船大学助教授 宮嶋時三著

燃料・潤滑

A5上製 260頁 定価350円(〒30円)

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

第I編 燃料

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

第II編 潤滑

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

船 舶 第32巻 第11号

昭和31年11月12日発行
 定価150円(送12円)

発行所 天然社

東京都新宿区赤城下町50

電話 東京(34)1908

振替 東京79562番

発行人 田 岡 健 一

印刷人 研 修 舎

購読料

1冊 150円(送12円)

半年(前金予約) 800円

1年(") 1,500円

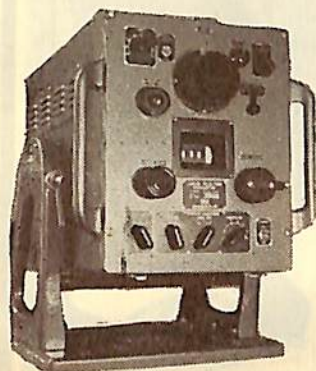
半年および1年の直接前金予約購読の方にかぎり増頁による特別号等特価の場合も差額を頂戴いたしません

自船の位置の確実な把握、直線航海のために！

JRCロラン受信機

航海日数の短縮、燃料節約 JNA-101形

特徴

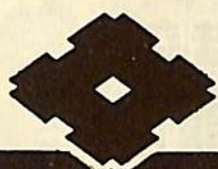


- ◎ 予備調整不必要
従来の外国のものは、真空管特性変化のため計数に狂いを生じているときは回路の調整をやり直す必要があり、この予備調整箇所が十数箇所もあつて、取扱が面倒であります。
JRC JNA-101形は、パルス計数のため、かような不便が少しもありません。
- ◎ 電源電圧が大きく変動しても作動は変わらない
本機は電源電圧が±20%変化しても作動に何等の支障を来しません。
- ◎ 主要真空管は安定で寿命の長いMT (HARD TUBE) 管を使用してある。
- ◎ 補給便利
総て国産部品を使用し、真空管をはじめ総ての部品が一般市場で入手出来ます。

東京都港区芝田村町1-7 3森ビル
(59) 9311 (10)・9321 (5)

大阪市北区堂島中1-22
(43) 0656-9

日本無線



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

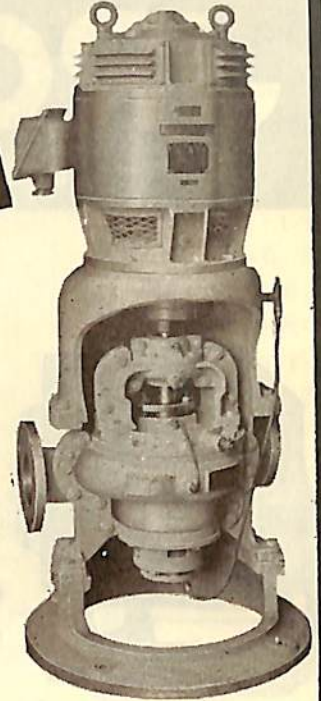
最高水準を行く

キラ式

渦巻・タービン・陸船用

スクロールポンプ

渦巻・タービン
陸船用



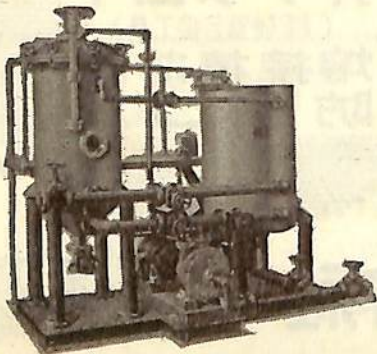
東洋水工株式会社

大阪市西淀川区佃町四丁目二九
電話 大阪 (47) 995・996・997

特許 ウルトラ フィルター

1/2の濾過面積で
2倍の濾過量

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



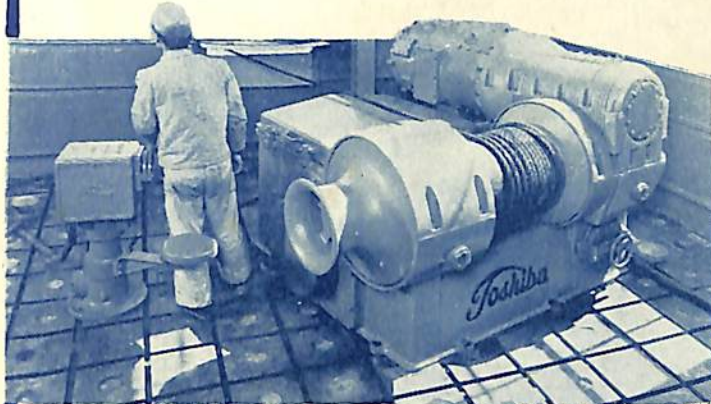
- ▽復水中の油分除去
- ▽飲料水用
- ▽燃料油・機械油・潤滑油の浄化
- ▽浴槽浄化用

「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
カタログを差し
上げます。
船 船
切取線

ミウラ化学装置株式会社

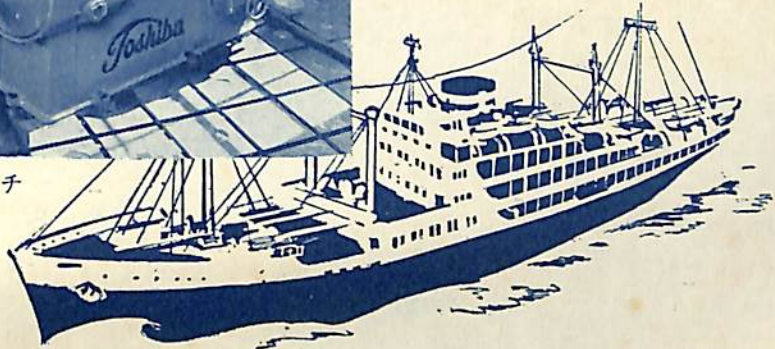
東京都目黒区下目黒3の541 電話 目黒 (712) 2265
大阪市住吉区帝塚山東二丁目13 電話 住吉 (67) 0251・0252
弊社直接成いは……代理店を通じて御照会下さい。
代理店 三菱商事・第一物産・日協産業・穴戸商会

東芝の船舶用電気機器



3 t 交流電動ウインチ

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



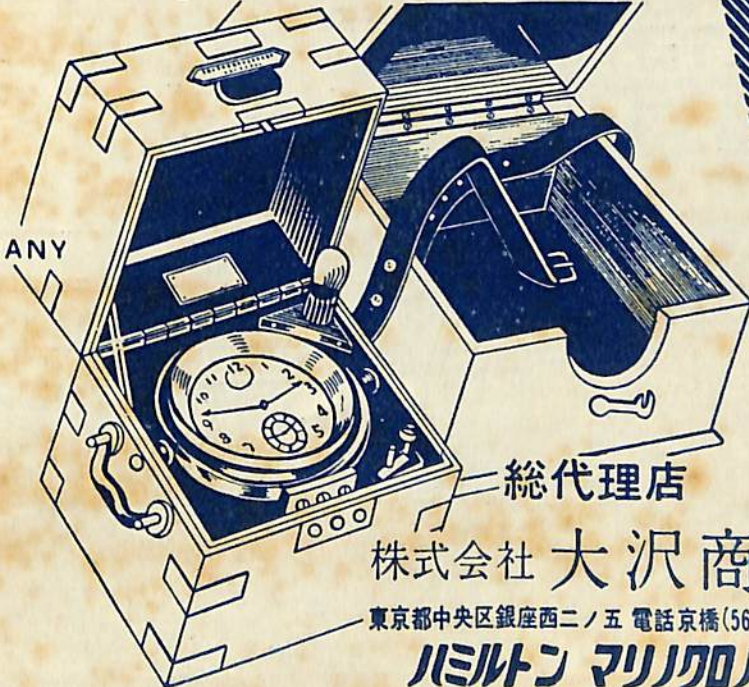
Toshiba

東京都中央区銀座西5-2 電話東京 (57)5711・8261

東京芝浦電気株式会社

HAMILTON MARINE CHRONOMETER

HAMILTON
WATCH
COMPANY



総代理店

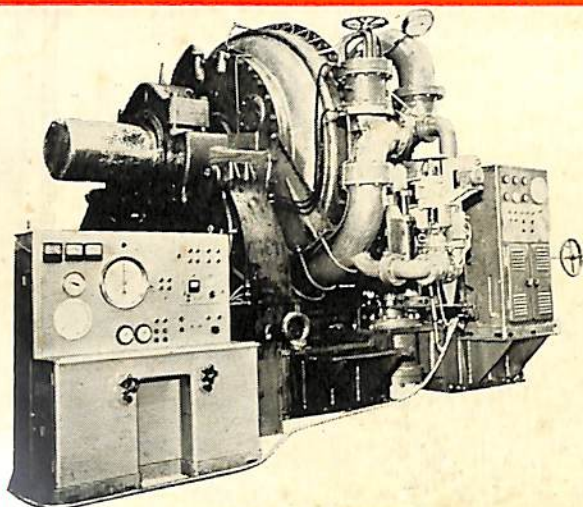
株式会社 大沢商会

東京都中央区銀座西二ノ五 電話京橋(56)8351-5

ハミルトン マリナクロノメーター

川瀬様

Water-Brake Dynamometer



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

容量最大	150 r. p. m	30,000 IP
中心高さ	2,350 mm	± 10 mm
軸 全 長	5,330 mm	全高 3,865mm
床 寸 法	4,200 mm × 3,410 mm	
総 重 量	約 80 ton	



株式会社 東京衡機製造所

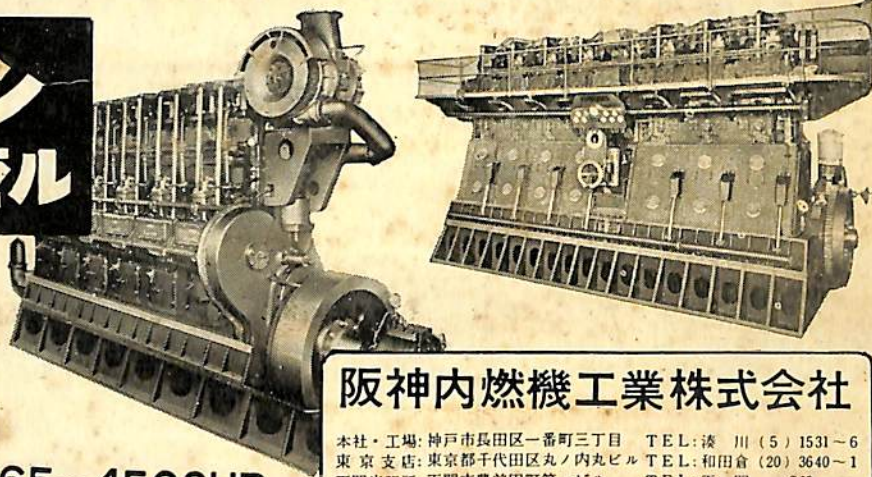
東京都品川区北品川4-516 TEL (44) 1141 (代)

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

福岡出張所 福岡県宗像郡津屋崎町803 TEL 津屋崎 104

ハンシン ディーゼル

船舶用
発電用
動力用



阪神内燃機工業株式会社

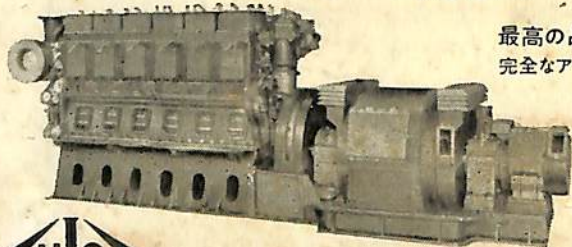
本社・工場: 神戸市長田区一番町三丁目 TEL: 湊川 (5) 1531-6
東京支店: 東京都千代田区丸ノ内丸ビル TEL: 和田倉 (20) 3640-1
下関出張所: 下関市豊前町第一ビル TEL: 下関 768

65~4500HP

最高の品質・性能
完全なアフターサービス

阪神三菱横浜

可変ピッチプロペラ
製造・販売



191014

IBM 5541

船舶 才三十二卷 才十一号

昭和五年三月二〇日 第三種郵便物認可
昭和三十四年十一月七日 印刷 (十二月発行)
昭和三十四年十一月十二日 発行 (毎月一回)

編集発行 東京都新宿区赤城下町五〇番地
兼印刷人 田岡健一
印刷所 新 町 市 東 堀 通 四 舍
研 修 舎

本号定価一五〇円 発行所

天

然

社

東京都新宿区赤城下町五〇番地
振替・東京七九五六二番
電話東京四一九〇八番