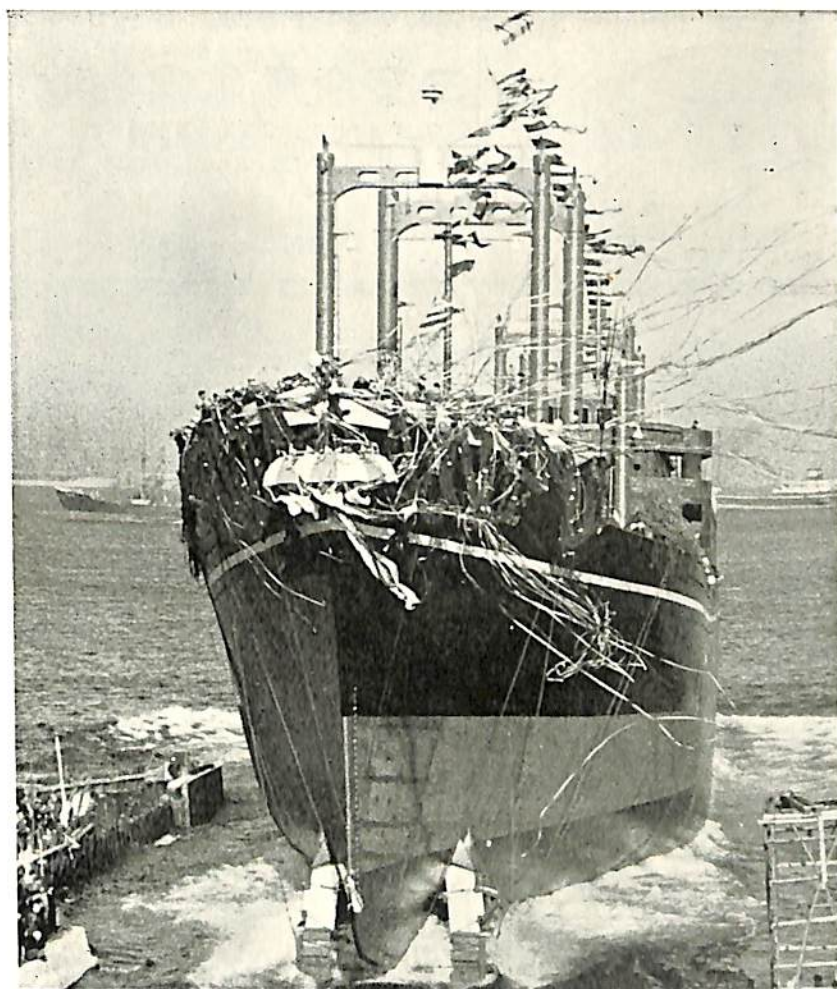


船舶

3

VOL.29



三菱日本重工業株式会社

天然社

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可
昭和三十一年三月十七日 発行
昭和二十四年三月二十八日 通算特別郵政掛號第四〇六号

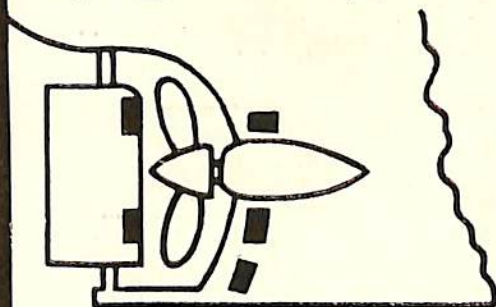
三菱防蝕亜鉛

CATHODIC PROTECTION ZINC



CPZ

船尾に取付けたCPZ-8F
(8F型 30×150×300m/m)



設計施工 日本防蝕工業株式会社
電話(25)5279・4970・3239

当社の精煉した世界最高純度 (Zn99.99%以上) の亜鉛で作られた流電陽極式防蝕亜鉛 CPZ を船体等の水中鉄構造物に正しい施工法で取付ければ優れた防蝕効果が得られます。(説明書進呈)

三菱金属鉱業株式会社

東京都千代田区大手町1丁目6番地(大手ビル)

電話(23)2431・3321・4311

総代理店 三菱商事株式会社

電話(28)1021・1031・2021

船舶用 主機関 補機関

JISメーカー



阪神内燃機工業株式会社

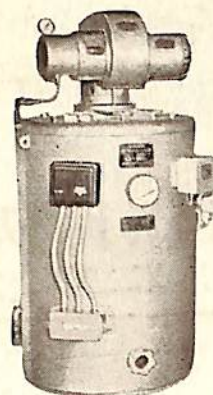
本社 神戸市長田区一番町3丁目1番地 電話 湊川(5)1531~6
 東京支店 東京都千代田区丸ビル601 電話和田倉(20)3640~1
 下関出張所 下関市豊前田町第一ビル 電話 下関 768

古い歴史と高性能を誇る

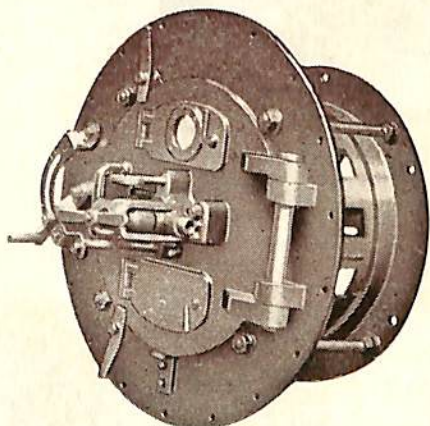
御法川の船用燃焼装置

AUTOMATIC OIL BURNING WATER HEATER

御法川オートマチック、オイルバーニングウォーターヒーターは船用補助罐並に小型温水罐として誠に好適であります。既に米軍上陸舟艇用として10数隻の御採用を賜り好評を博し、又今度防衛庁、甲及乙巡視艇用として多数の御指名を受けて居ります。本式は總てが、自動装置に働く堅型二回流焰管式オイルバーナー焚の温水罐で人手を省き据付場所を廣く採らず取扱も簡單であります。



MINORIKAWA PRESSURE JET OIL BURNER



御法川圧力噴霧式重油燃焼装置は弊社が燃焼機メーカーとして海外一流品の長を採り短を捨て多年に渉り研究の結果独特に考案された優秀なプレッシャージェット、オイルバーナーでありまして船用及陸用として各種汽罐に使用せられ好評を博して居ります。

株式 御法川工場

東京都文京区初音町四番地

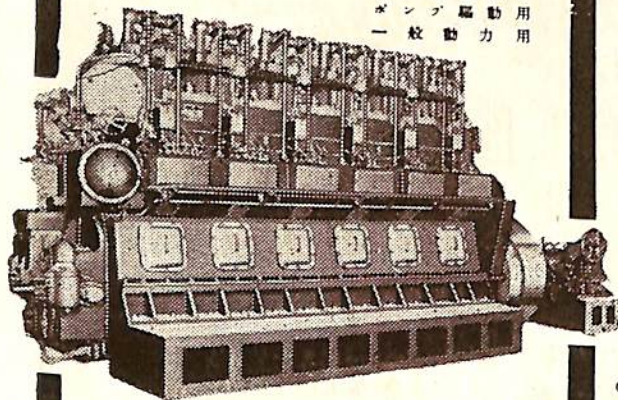
電話(92) - 0241, 2206, 5121

總代理店 淺野物産株式会社

AKASAKA DIESEL

創業 50年
50 B.H.P — 3,000 B.H.P

船舶主機 船用
船舶主機 船用
船舶主機 船用
船舶主機 船用
船舶主機 船用
船舶主機 船用
船舶主機 船用
船舶主機 船用
船舶主機 船用
船舶主機 船用



 株式会社 赤阪鉄工所

本社 東京都中央区銀座6の3 TEL 銀座 (57) 1114 6409
工場 群馬県渋川市392の1 TEL 渋川 2121-2125



船用計器の総合メーカー

株式会社

東京計器製造所

米国スベリー社・キディ社・ベンディクス社提携

スベリー ジャイロコンパス
マリンレーダー、ローラン
キディ 火災探知並消火装置
ベンディクス デブスレコーダー
其の他各種

本社 東京都大田区東蒲田 4-31
TEL 蒲田 (73) 2211-9

神戸営業所 神戸市生田区明石町19同和ビル
TEL 元町 (5) 1891

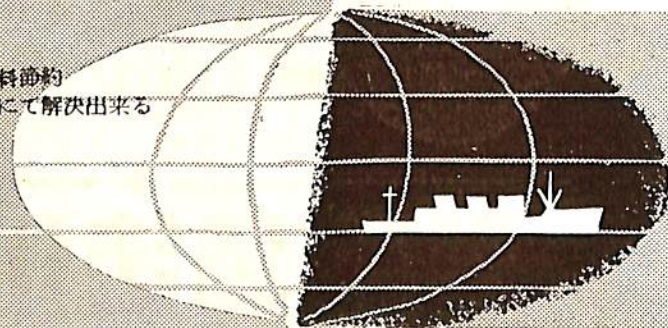
出張所 大阪・門司・長崎・函館

新製品

イビット

ボイラー熱交換器、化学装置等の酸洗に必須の
画期的理想腐蝕抑制剤

- (1) 腐蝕抑制性能優秀
- (2) 短日時に洗滌完了稼働率向上
- (3) 各部位一完全に除去熱効率向上、燃料節約
- (4) 曲管部或は煙管式のものも此の方法にて解決出来る

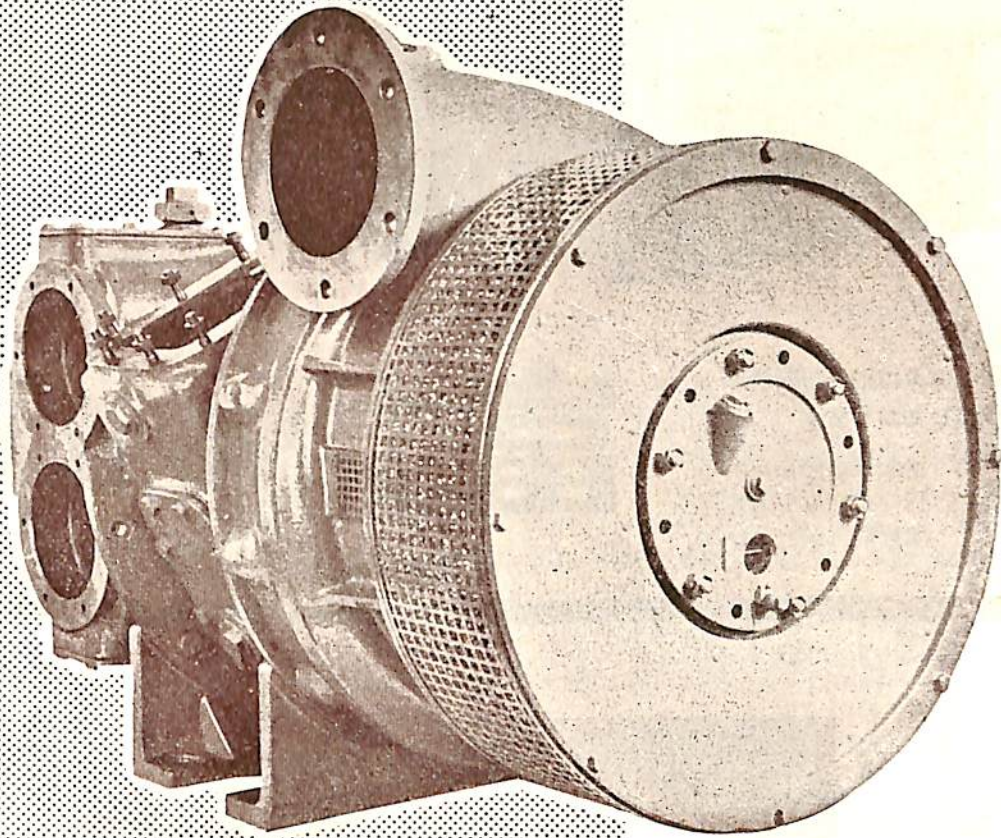


住友化学

本社 大阪市東区北浜 5-22 (住友ビル)
東京支社 東京都中央区京橋 1-1 (B.S.ビル)

**BROWN
BOVERI**

TURBO-CHARGERS



69913-VI

- Power increases of 50-120% with Brown Boveri low- and high-pressure exhaust-gas turbo-chargers.
- Eight standard low- and high-pressure models for Diesel engines of 150-15000 B. H. P.
- Our new factory, with its modern manufacturing facilities, permits rapid delivery at competitive prices.
- Turbo-compressors constructed for over 40 years, turbo-chargers for more than 25 years. Take advantage of our long experience in these fields.

GET INTO TOUCH WITH US NOW

BROWN, BOVERI & CO., LTD., BADEN

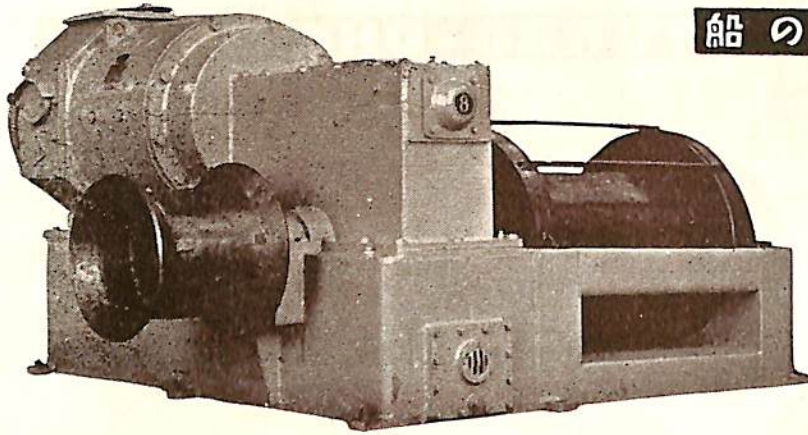
UHAG

日本総代理店 **SWITZERLAND**

海外通商株式会社

(旧ユーバーゼーハンデル株式会社)

東京都千代田区大手町 1-3 産業会館ビル 8階 電話丸の内 (23) 0411-5
大阪市 北区梅田町 27 産業会館ビル内 電話福島 (45) 3021-5, 4101-5
名古屋市 中区広小路通 2-4 グリーンビル内 電話本局 2552



船の手



荷役日数短縮の新記録が
競出しております

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 交流 揚貨機



富士電機製造株式会社

パロット
エンジンオイル
特売
3月末迄
昭和石油
東京・丸の内・東京ビル

船舶

第 29 卷 第 3 号

昭和 31 年 3 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

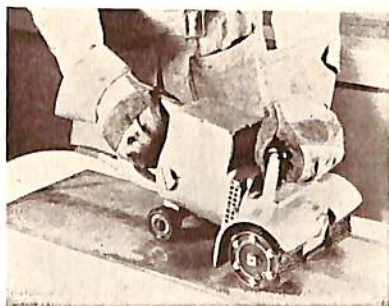
〔特集・原子力と船舶〕

原子力船談義	中田 金市	(185)
我が国の原子開発の体制	五弊 淳次	(192)
各国原子力の現況	福永 博	(194)
原子炉の工学的な二・三の問題について	藤永 一	(198)

三菱長崎ディーゼル機関 9 UET 45/55 型について	三菱造船株式会社	(202)
潜水艦耐圧船殻の圧壊強度に対する非破壊試験法について	鬼頭 史城	(209)
船舶の配電系統における諸問題〔続〕(1)	柴田 福夫	(216)
王室ヨット BRITANNIA 号 (1)	川崎重工業株式会社 艦艇基本計画部 船体課課	(221)
艦船の救難 (1)	永村 清	(229)
アドミラルティ係数について	加納 正義	(232)
〔海外文献の紹介〕——荷役装置について (2)——	H.G. Ebel, 中山和世訳	(234)
——ディーゼル機関シリンダの温度と摩耗——		(240)
水槽試験資料 62. ——中型貨物船の模型試験——	船舶編集室	(242)
鋼船建造状況月報 (31年1月)	船舶局造船課	(245)
特許解説	大谷 幸太郎	(247)

〔写真〕 ☆ 日本ではじめて アクチブラダー装備 ☆ VEEDOL 号 船内写真 ☆ 12,000 軸馬力
過給大型機関 ☆ 薩摩丸 ☆ 沖縄丸 ☆ 鹿島丸 ☆ 照川丸

貴方の御仕事に必要な工具装備に対する近代化!



チッピング、スクレーピングを迅速化するには、わが社の“ポーターケーブル・ロータリーチッパー”を御使用下さい。
これはアメリカ海軍のために設計され、廣く船舶界に宣伝するため最近発売された最も嶄新なチッピング・ツールです。

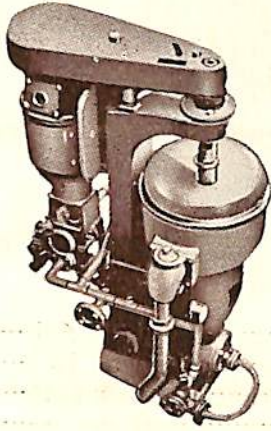
尚、詳細について知りたい方、実験を御希望の方は下記へ御電話または御一報下さい。

バルコム貿易株式会社 機械部

千代田区内幸町2-2 富国ビル504号室
TEL (23) 5268-9

バンカーオイルを常用するディーゼル船に.....

新型 シャープス油清浄機



処理能力 (L/H)

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

米国シャーププレス・コーポレーション日本総代理店

セントリフューガス・リミテッド日本総代理店

巴工業株式会社

本社 東京都中央区銀座1の6(皆川ビル内)

電話 京橋(56)8631(代表)、8632~5

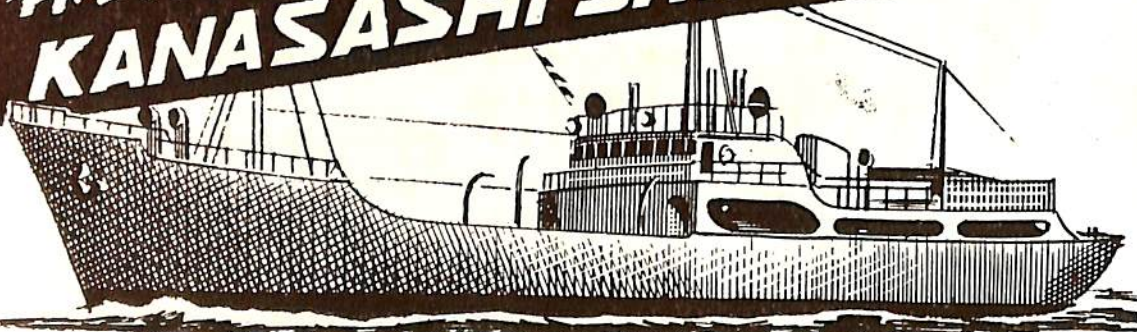
神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル内) 電話 昇合(2) 0288

工場 東京都品川区北品川4の535 電話 大崎(49) 4679・1372

各種鋼製漁船の建造並に修理
金指式 電動油圧舵取機械
金指式 電動油圧ラインローラー

株式会社 金指造船所

KANASASHI SHIP YARD



本社 清水市三保4010番地
電話 清水2380(代表) ~ 23796(代表) ~ 7
東京事務所 東京都港區芝田村町3丁目4番地(清壽ビル)
電話 芝(43) 7 2 9 6(代表) ~ 8

日本ではじめて
アクチブラダー 装備

金指造船所で



相模丸に取付けたアクチブラダー

アクチブラダーとはドイツハンブルグのプロイゲル会社が考案した新しい型式の舵で普通の舵の後に更に小さなプロペラをつけ、之を舵の中に収めたモーターで駆動させる装置である。このアクチブラダーは日本でこんどが初めて神奈川県漁業指導調査船相模丸に装備され去る2月7日無事進水し、諸般の艤装が進められ3月上旬公試運転を施行する予定になっている。

このプロペラは船が舵を取つた場合舵と一緒に動いて舵面の方向に推力を生じ船およびプロペラの後の水流により舵面に働く直圧力のみに基づく普通の舵の旋回力に比べ遙かに大きな旋回力を与え船は非常に小さな半径で旋回する事が出来る。特に船が低速或は停止している場合でも極めて容易に旋回出来るのが特徴である。

プロペラを駆動するモーターは舵板につけられた流線型の覆の中に収められ之はプロイゲル社が多年の研究の結果水中ポンプの駆動用として発達させたウエットモーターと呼ばれる三相交流の籠型誘導発動機で非常に小さな直径で大きな馬力が得られる。又モーターを水密にする困難さを避け、中に水が入つても差支えないように捲線は合成樹脂で完全に防水されており、軸受は水潤滑、冷却は水冷却を行つている。汚れた水や砂の混つた水が入つてきてもいためられぬよう又腐蝕を防ぐためにモーター内部の水に接する部分はすべて特殊な合成樹脂のラッカーを塗つてある。プロペラの軸はモーターの回転子の中空軸の中を通つており、この両方の軸はフレキシブルカップリングで結合されているので、プロペラに何等かの衝撃が加わつても回転子には伝わらぬようになっており、耐久性、信頼性の点に格別の考慮が払われている。

相模丸に取付けたアクチブラダー

つぎの本船および本船に装備したアクチブラダーの要目を示す。

本船の要目

長さ×幅×深さ	54.00m×9.00×4.60m
総噸数(計画)	680トン
主機	1,200HP(過給機付) 阪神内燃機
補機	200HP×2 伊藤鉄工所
速力(最大)	13節

本船に装備したアクチブラダーの要目

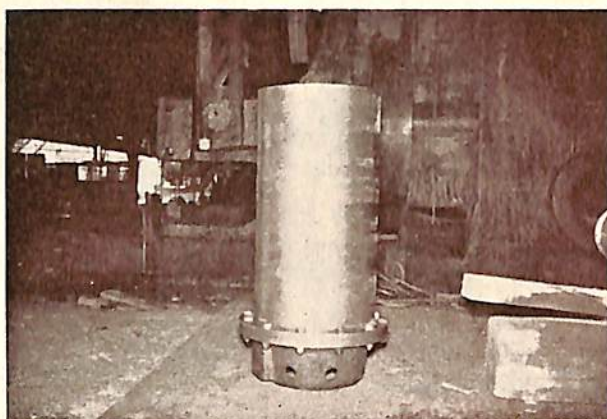
形式	ドイツプロイゲル会社製	AM2375
馬力		75HP
回転数		960 r/m
モーター直径		540 m/m
" 長さ		1,700m/m
プロペラ直径		600m/m



舵板内部構造

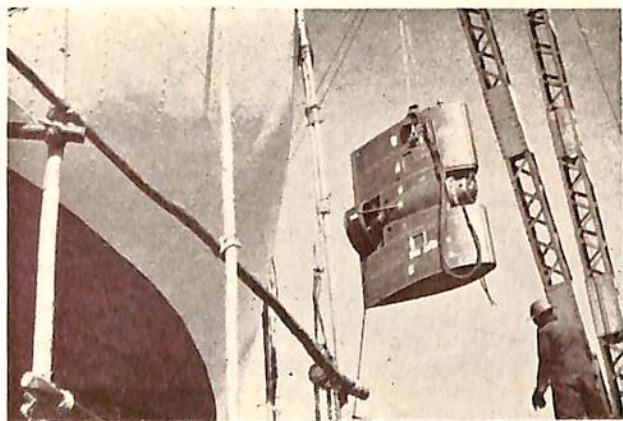


プロペラモーター本体



プロペラモーター固著筒

この固著筒が舵板内部に熔接され、更にラダーカバー（舵板のフクラミの部分）が熔接される。



ラダーモーターの取付を終了し本船に舵板を取付中のところ

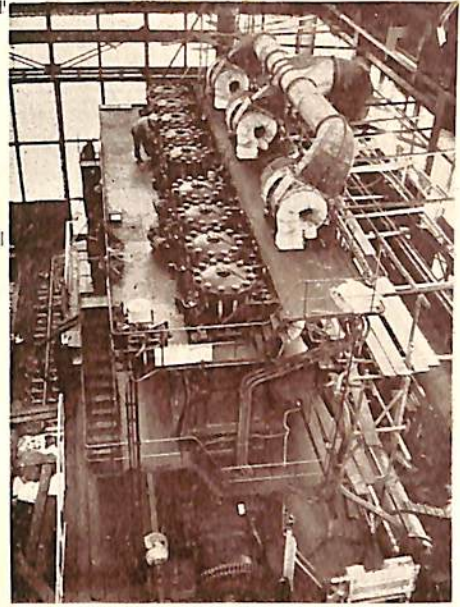


アクチブラダー取付完了

12,000軸馬力

過給大型ディーゼル機関

横浜 M.A.N. K9Z 78/1400型



本機関は日本郵船株式会社の11次船、載貨重量 11,100噸 貨物船“佐渡丸”の主機械として三菱日本重工業株式会社において製作したもので過給機関として総出力ならびにシリンダあたりの出力は世界最大のものである。

この機関に先行して幾多の試験研究が行われ、特に3シリンダの試験機関により十分に試験研究を重ねた上実機に移されたものである。

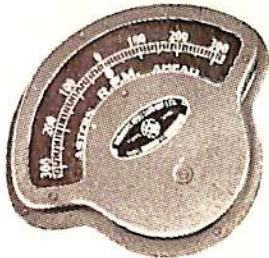
主 要 目

型式	単動2サイクル過給ディーゼル機関		
名称	K 9 Z 78/1400		
シリンダ数	9		
直径×行程	780mm×1400mm		
出力			
定 格	12,000 軸馬力 118	毎分回転において	
最大出力	13,200 軸馬力 121.8	毎分回転において	
重 量	510噸		
寸 法	全長 15,700mm		
過 給	3台の排気タービン過給機と各シリンダ下側を利用した掃気ポンプにより排気と過給を行う。		

特 長

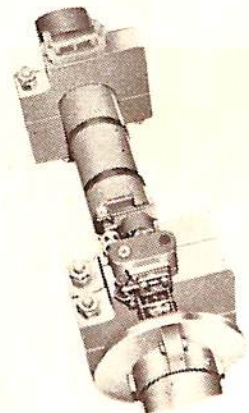
1. 低出力運転は無過給エンジン同様確実容易である。
2. 燃焼室、運動部分等無過給機関と同様の安全性を有している。
3. 低質燃料使用に適する。
4. 燃焼効率良好で出力あたりの燃料消費量は極めて低い。
5. 機関構造は従来の MAN 機関の簡潔性をそのまま保存している。

船舶用の計器は 信頼性ある倉本計器で!!



主機、補機用
電気回転計

- 回 轉 計 類
- ◇遠心力式回転計 ◇電気式回転計
 - ◇振動式回転計 ◇マグネット回転計
 - ◇時計式回転計 ◇超高速電子式回転計
 - ◇ストロボスコープ ◇特殊回転計
- 積 算 計 類
- ◇回転動 トーション メーター類
 - ◇往復動
 - ◇隔測電気式
 - ◇記録式光学振計 ◇直読式光学振計
 - ◇携帯用トーショングラフ ◇携帯振動計



創業30年



株式会社 倉本計器精工所

研野式光学振計

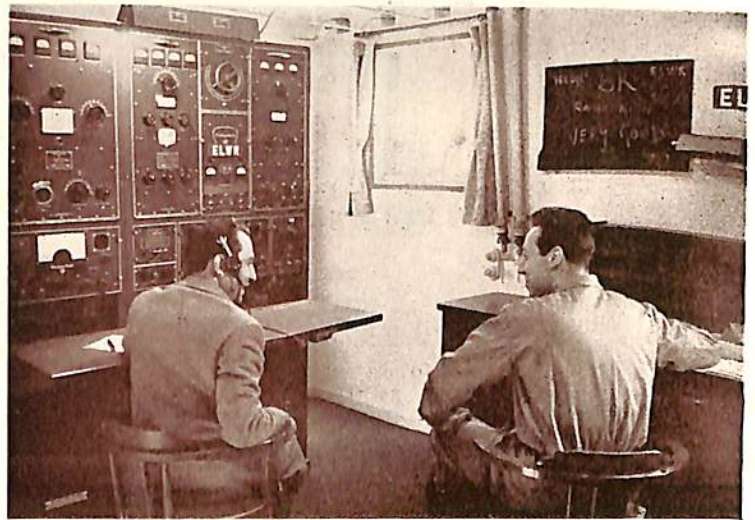
本社 東京都大田区原町6 電話 蒲田 (73) 2033・2623
柏工場 千葉県柏市柏 電話 柏 2 番



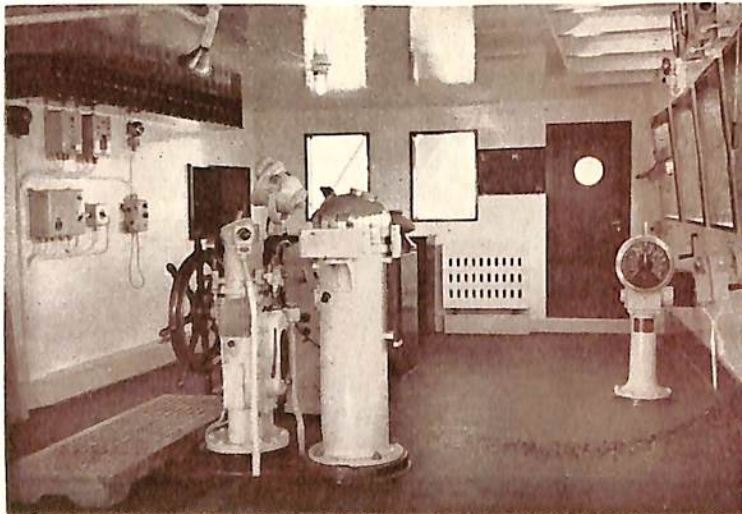
45,000

V E

← 航走中の
VEEDOL号



VEEDOL号
無線室 →



VEEDOL号
← 操舵室

ト ン タ ン カ ー

E D O L 号

— 船 内 写 真 —

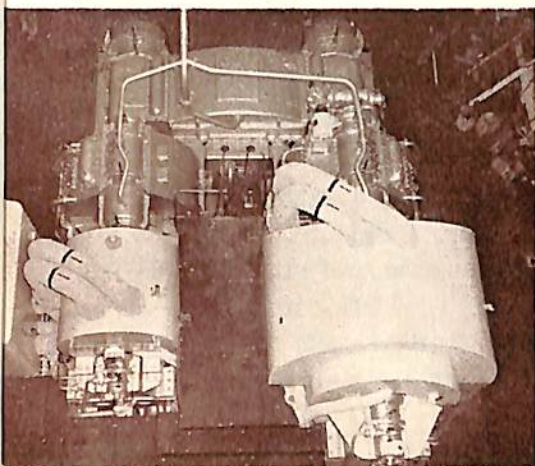
船 主 Tide Water Tankers Ltd.

造船所 三菱造船・長崎造船所



写真上 サ ロ ン
" 下 船 主 室

← 17,600馬力のスチームタービン



重 油 炭 添 加 剤

P.C.C.

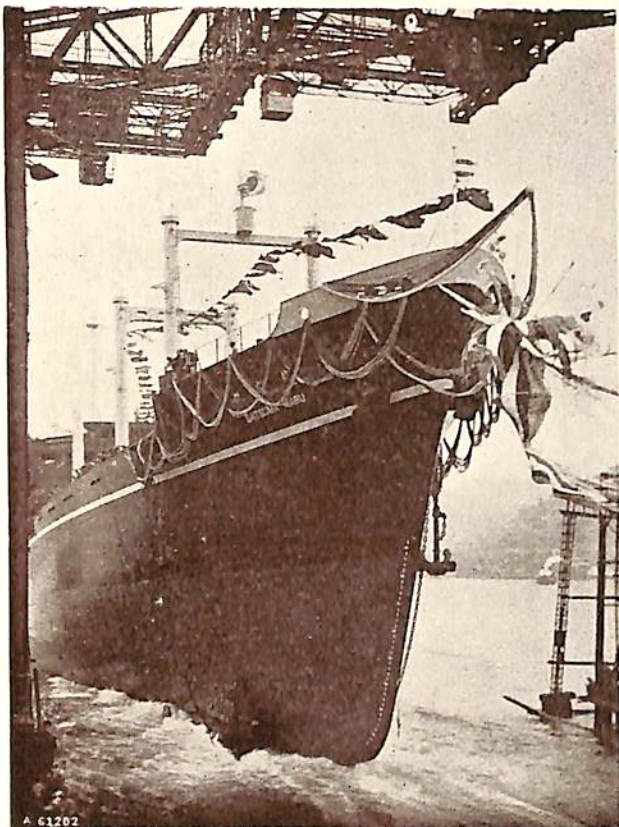
Pat. NO. 178013
Pat. NO. 192561
Pat. NO. 193509

製 造 品 目

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| P.C.C. NO. 101. 重軽油用添加剤 | P.C.C. NO. 1. 石炭クリンカー生成防止剤 |
| P.C.C. NO. 210. 低質重油用添加剤 | P.C.C. NO. 2. 石炭燃焼促進及クリンカー防止剤 |
| P.C.C. NO. 1000. 重油スラツチ分解剤 | P.C.C. NO. 3. 石炭燃焼促進剤 |

日 本 添 加 剤 工 業 株 式 会 社

本 社	東京都板橋区志村前野町884番地	電話 板橋 (96) 1738番
支 店	大阪市西区江戸堀北通1丁目10番地 日々会館ビル	電話 土佐堀 (44) 5551~5番
荷 置 場	芝浦, 横浜, 神戸, 広島, 下関, 若松	



A 61202

薩摩丸 (貨物船)



沖繩丸 (貨客船)

船主 日本郵船 造船所 三菱造船・長崎
 長(垂) 145m 幅(型) 19.50m 深(型) 12.30m 総噸数
 9,250噸 載貨重量 11,000噸 主機 三菱長崎ディーゼル
 (9UEC型) 船級 NK, LR 出力 12,000B.H.P. 速力
 (公試定格) 20.25節 起工 30-10-17 進水 31-2-15
 竣工 31-5-中旬予定

船主 琉球海運 造船所 尾道造船
 長(垂) 75m 幅(型) 11.60m 深(型) 5.80m 吃水
 (型) 5m 総噸数 約1,600噸 載貨重量 1,270噸 旅客定員
 203名 速力(公試) 17節 主機 浦賀玉島ブルザーディーゼル
 機関×1 出力 2,400B.H.P. 船級 NK 起工 30-9-3
 進水 31-1-15 竣工 31-4-10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 (ノンチョ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)
- ・植印船舶用調合ペイント (船舶用特殊塗料)
- ・植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)
- ・ノンスリッブ (滑止塗料)

大阪市大淀区浦江北4
 東京都品川区南品川4

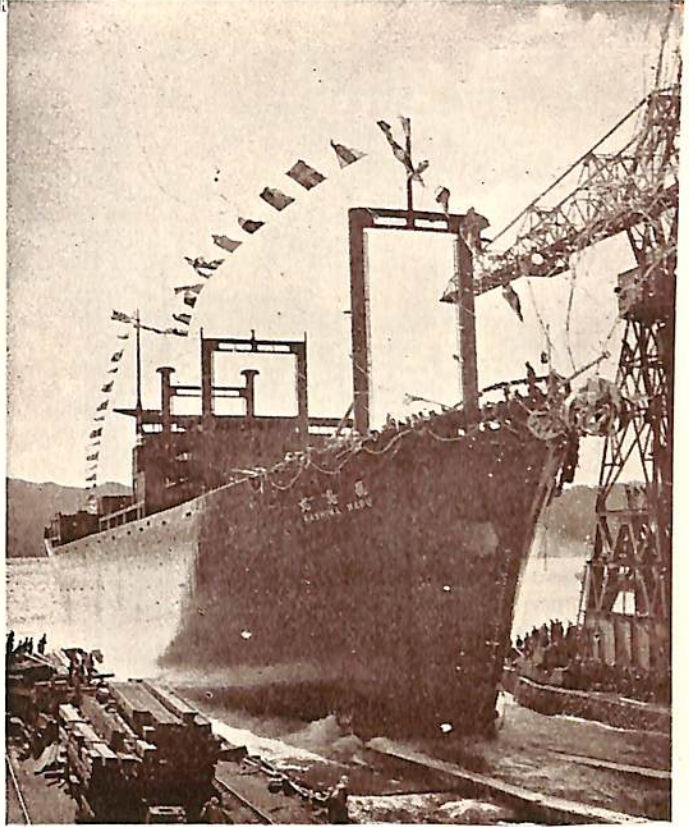


日本ペイント

“鹿 島 丸”

(冷凍工船)

船 主 日本水産株式会社
造 船 所 日立造船・因島工場



長	(垂)	120.00m
幅	(型)	17.60m
深	(型)	11.80m
吃	水 (計画満載)	7.80m
總 噸 數		約 7,200噸
載 貨 重 量		約 7,370噸
速 力 (公試最大)		15節
主 機	日立B&Wディーゼル機関×1	
出 力		4,600 B.H.P.
船 級		NK, LR
起 工		30-8-18
進 水		31-1-30
竣 工		31-4-15予定

マリンペイント

タイコ-TM

船舶用塗料

名実共に世界の水準を抜く

大日本塗料

本 社 大阪市此花区西野下之町38
支 店 東京都中央区八重洲3ノ5



“ 照 川 丸 ”

船 主 川崎汽船株式会社
造 船 所 川崎重工業株式会社

全 長	142.90m
長 (垂)	132.40m
幅 (型)	18.20m
深 (型)	11.70m
吃 水 (型)	約 8.10m
総 噸 數	約 8,150噸
載 貨 重 量	約 10,950噸
速 力 (定格)	15.1節
主 機	川崎 MAN型 K6V 過給機付 ディーゼル機関×2
出 力 (定格)	5,490 B.H.P.
船 級	N K
起 工	30—10—5
進 水	31—2—13
竣 工	31—4—30予定



最高水準を行く
船用電線



取締役社長
崎 山 義 一

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

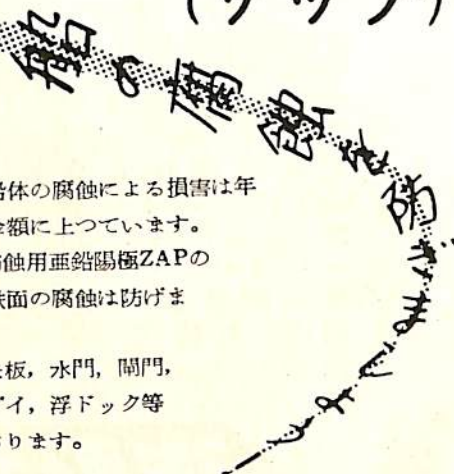
日本電線

ZAP

Zinc Anode for Protection

防蝕用亜鉛陽極

(ザップ)



大切な船体の腐蝕による損害は年々莫大な金額に上つていきます。

高純度亜鉛防蝕用亜鉛陽極ZAPの取付で水中部鉄面の腐蝕は防げます。

其他港灣施設（鋼矢板、水門、閘門、棧橋）浮標、繫留ブイ、浮ドック等に拡く使用されております。

(説明書進呈)



三井金属鉱業株式会社

東京都中央区日本橋室町二ノ一 電話・日本橋4101-9

DE LAVAL

Aktiebolaget Separator
Stockholm, Sweden

燃料油清浄機

ディーゼル油用

パンカー油用

潤滑油清浄機

ディーゼル

タービン油用

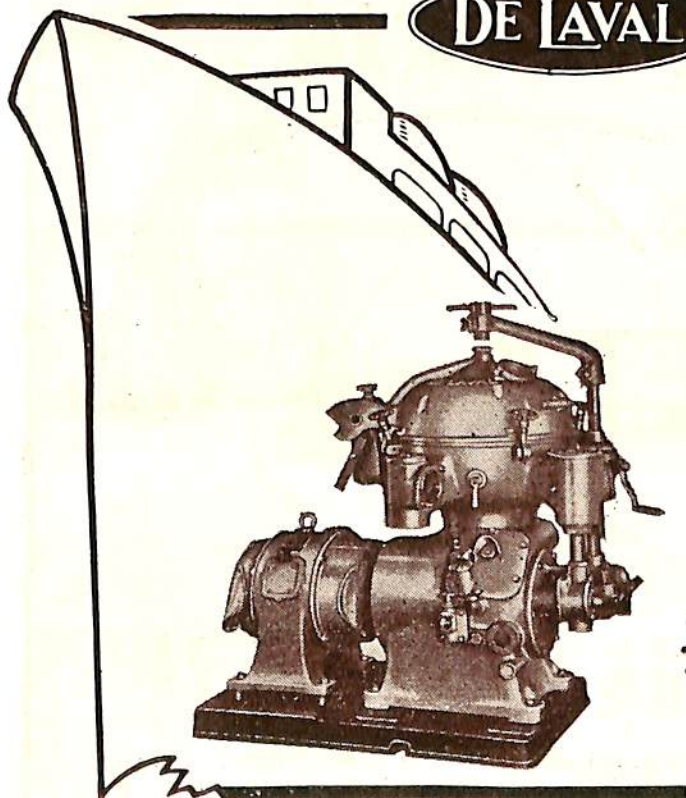
其他 各種遠心分離機

瑞典セパレーター会社日本總代理店
長瀬産業株式会社機械部

大阪市西区立賣堀南通1丁目1番地
電話 新町(53)40~1.95)~6.3101~5

東京支店 東京都中央区日本橋小舟町2の3の12
電話茅場町 970

整備工場 京都機械株式会社分離機工場
京都市下京区吉隣院船戸町50



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)
全密閉型汽動揚貨機
揚錨機、揚貨機、繫船機、
各汽動及電動機
- ◇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
サインカーブ齒車唧筒各種
汽動、電動船用唧筒各種
- ◇北辰電機株式会社製品
C-プラー特轉輪羅針儀
單、複式オートパイロット
コースレコーダー及ログ
- ◇東方電機株式会社製品
船用氣象模寫受信裝置
- ◇株式会社御法川工場製品
船用自動石炭燃燒機
船用重油噴燃裝置
- ◇日本ヴィクトリック株式会社製品
ヴィクトリックジョイント各種
- ◇日本温濕科学研究所製品
デシケーター (艙内乾燥裝置)

洋野物産株式会社 機械部

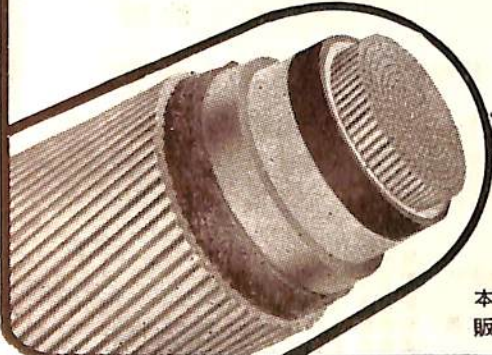
東京都中央区日本橋小舟町二丁目一番地
電話 茅場町 (66) 0181 (代) 7531 (代)
大阪・名古屋・門司・仙台・札幌・広島・長崎・福岡

FIWCC

伸びゆく業績

定評ある!

藤倉の船用電線



藤倉電線

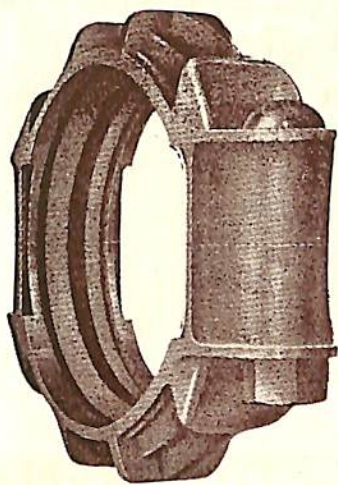
本社 東京都江東区深川平久町1の4 工場 東京深川・沼津・小坂
販売店 大阪・福岡 出張所 名古屋・仙台 駐在員 札幌



日本ヴィクトリック株式会社

VICTAULIC

LEAKTIGHT
PIPE



FLEXIBLE
JOINTS

販賣總代理

淺野物産株式会社
東京都中央区日本橋小舟町
二丁目 (小倉ビル)
電話茅場町(66)代表0181~9
代表7531~5

大阪支店
門司支店
札幌支店
支店
出張所

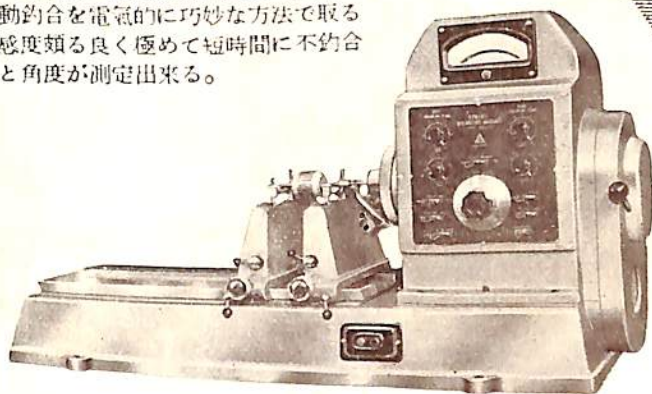
大阪市東区瓦町二丁目瓦町三和ビル
門司市棧橋通一 郵船ビル
札幌市南一条西二丁目一八番地
横濱・名古屋・神戸
廣島・高松・福岡・八幡
長崎・熊本・仙台・釧路

ABC



明石動釣合試験機

タービン・発電機・電動機等高速度で回転する物体の動釣合を電氣的に巧妙な方法で取るもので、感度頗る良く極めて短時間に不釣合量(瓦)と角度が測定出来る。

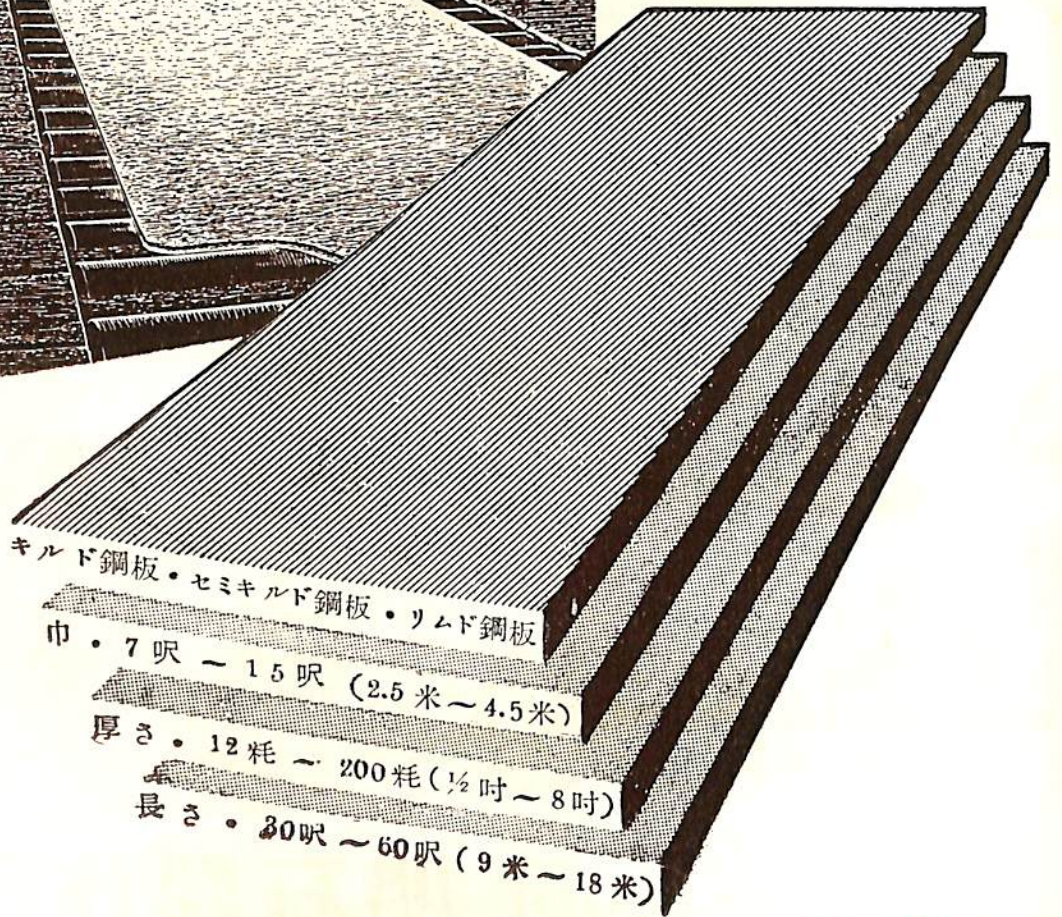
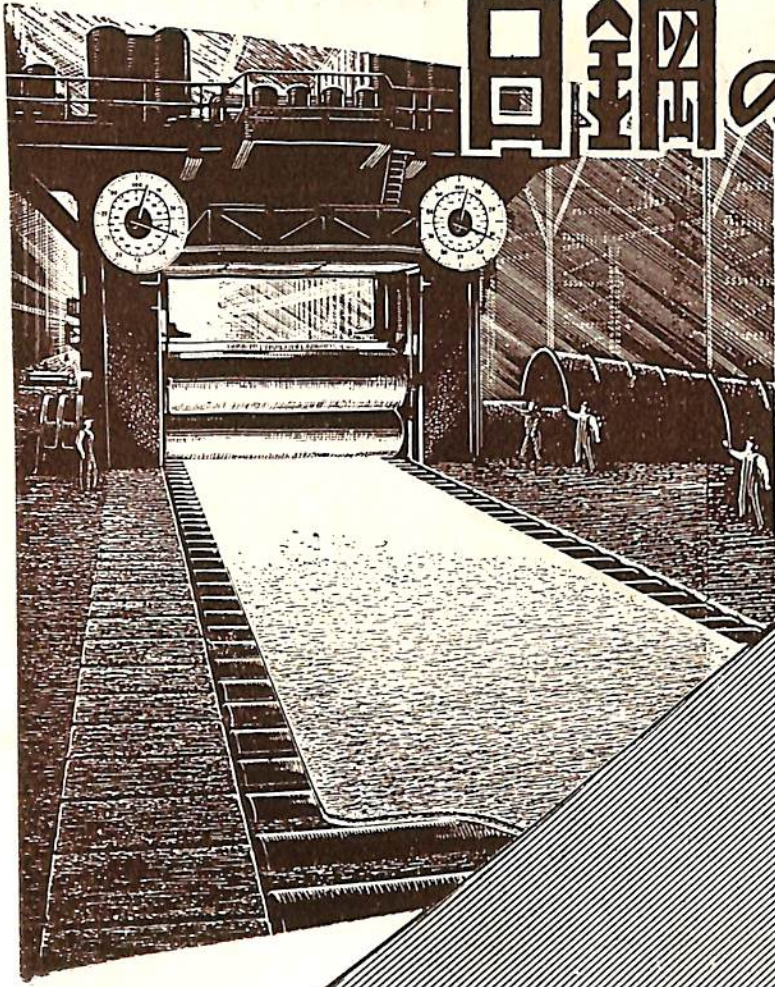


材料試験機
動釣合試験機
振動計
電子顕微鏡
ねじ造盤

株式会社 明石製作所

本社・工場 東京都品川区東品川五丁目一
電話 大崎(49) 8146(代表) 8147・8148・8149
大阪出張所 大阪市北区絹笠町五〇堂ビル六一一
電話(36) 3815(直通)・1141(堂ビル代表)

日鋼の厚鋼板



キルド鋼板・セミキルド鋼板・リムド鋼板
 巾・7呎～15呎 (2.5米～4.5米)
 厚さ・12耗～200耗 (1/2吋～8吋)
 長さ・30呎～60呎 (9米～18米)

厚み12耗以下6耗まで如何ような寸法にても御求めに応じます。



日本製鋼所

東京都中央区京橋1の5・大正海上ビル
 支社 大阪市北区堂島中1の18
 営業所 福岡市天神町・札幌市南一条

原子力船談義

中田金市

原子力船調査会副会長
運送技術研究会 次長

1. 緒言

極微の世界の出来事、顕微鏡でも見えない1兆分の1ミリの世界で起つた現象が世界の産業構造を変えようとしている。これが原子力である。

1958年にハーンとストラスマンがウラン原子核に中性子を衝突させると核は殆んど真二つに分裂し、破片が猛烈な速度で飛び散ることを見出した。原子力という大きな河の源はこのような一滴の水であつたのだ。それから僅か7年で、原子爆弾が完成し、地球上最大の悲劇が演ぜられた。しかも二回も。金に糸目をつけぬ戦時中の研究は平時の數倍の速さで進展する。そのおかげで、原子力平和利用も どうか世界中の關心事となりつつある。しかしこの方は原爆以後11年もかかつてまだ確信のある製品がでていない。その理由の最大のもは經濟的に成り立たないという點にあるようだ。ナポレオン時代に金よりも高價であつたアルミニウムも現在ではニコソンの弁當箱になつている如く、すべてのものは生産費が驚くほど下るのが常であるから、原子力も同じ道をたどるに相違ない。そして二十世紀の後半は花々しい原子力の世の中になるであろう。空には原子力飛行機が飛び、地上には巨大な原子力発電所が建ち並び、海には原子力船が浮ぶ。動力はすべて原子力発電の電力に頼るので、東京の空も煤煙のない美しい青空となるであろう。新聞には、今朝どこそこに原子力飛行機が墜落したからその周辺5哩の間は立入り禁止などという記事なども出るかも知れない。石炭と石灰石からできる繊維の着物を着、クロレラその他のものによる光合成の食べ物を食べ、原子力暖房の家に住む人々は、蠶という蟲が口から出す細い糸や綿というものは植物の種子の毛であつて、それ等を紡いで布を作つたものだという話を今のわいわいが老人から「ランプというものがあつてのう」というような話を聞かされた時と同じ氣持で聞くことであろう。

原子動力は採算上大馬力のものが有利だから、10萬KW、20萬KWといつた大馬力の発電所が差當り研究の對象となつているが、船や飛行機の動力としても有望なので、各國ともこの方面の開発にも力を注いでいる。世界の造船所であり、海運界の一方の雄であるわが國でも原子力船をなおざりにすべきでない。そこで拙文を草して、原子動力の解説を試みようと思う。讀者の大方はす

でに新聞雑誌等によつてある程度知識をお持ちであるところへ原子力入門的なお話をするのは恐縮であるが、順序として聞いていただきたい。原子力の解説者として私が適當であるかどうか疑問である。が、二三回、盲蛇におじぎる原子力講義をしたあたりで本稿を引き受けざるを得ない羽目になつてしまつた。

2. 原子力の簡単な説明

文明の度合を測るのに紙の消費量ともつてしたことがあつたが、エネルギーの消費量をもつてする方が合理的のようである。タクシーよりもタクシーの方がエネルギーを多量に使用することは確實であり、タクシー族よりタクシー族の方が文明人であることも明かであろう。寒い室で火鉢をかかえて鉈豆キセルで煙草を吹かしているオッサンより、暖房でムンムンする室内で上衣を脱いでペンを走らせているサラリーマンの方が文化人であるに相違ない。

文化の象徴であるエネルギーは殆んど石炭、石油、水力等から得られる。人類が火の使用法を知つたのは有史以前であるが、何千年という長い間エネルギーといえば燃焼という化學變化に伴う熱を利用して來たのである。燃焼という化學變化は炭化水素なる分子の構成要素である炭素、水素をその結合から切り離し、その斷片に酸素と結び付ける操作をするものであつて、その際いくばくかのエネルギーが餘るのでそれが熱の形となつて現われるのであるが、これらの現象はすべて原子の最外側を廻つている電子の問題なのである。

原子を模型的に説明すると、中心に原子核がありその形を球形とするとその直徑は 10^{-13} cm程度であり、その周囲を電子が、あたかも太陽の周りを遊星が廻つているように廻つている。その圓形軌道の直徑は 10^{-8} cmである。すなわち、原子核を野球のボール位の大きさとすると、電子はその周りを直徑1萬メートルの圓を描きながら廻つていることになる。化學變化とは核からそんなに遠く離れた電子が、他の原子のこれもその核から遠く離れたところにある電子と手を取り合つたり、手を切つたりしている現象なのであつて、原子の主要部分、すなわち、質量の大部分を受け持つている核には何の影響もない現象である。ところが原子力の根元となる核反應というのはこの核自體の變化なので、化學變化などではとても出て來ない大量のエネルギーが核の中から解放され

て出て来るのである。

この核はまたそれ自身構造を持つており、陽子という+の電氣を持ち電子の重さの1840倍の重さを持つた粒子と中性子という電氣を全然持つていないが重さは陽子と殆んど同じ粒子との寄り合い世帯であることが1932年以來分つて来た。物質の中で一番軽い水素原子は、核が1個の陽子でその周りを1個の電子が廻つており、重水素は1個の陽子と1個の中性子が核を構成し、その周りを1個の電子が廻つておる。ヘリウムは核が2個の陽子と2個の中性子でできておりその周囲を2個の電子が廻つておる。リシウムは3個の陽子と3個の中性子で核ができており、その周囲を3個の電子が廻つておる、物質の化學的性質をきめているのは電子の數であつて、核の重さではない。今後問題となるウランは陽子數92、中性子數146のもの。陽子數は92だが中性子數が143の同位元素がある。その記號はそれぞれ ^{233}U 、 ^{235}U である。

ハーンとストラスマンが見付けた、中性子をぶつけると分裂する核は ^{235}U のものであつて、 ^{238}U ではない。 ^{235}U の核が分裂した際に生成するエネルギーの量は200 MeV (メガエレクトロンボルト)と測定されている。これは仕事の單位でいえば 320×10^{-3} エルグ、熱量に直すと 77×10^{-13} カロリーで大變少いようであるが、 ^{235}U 1グラムが全部核分裂したとすると、 $\frac{6.023}{235} \times 10^{23} \times 77 \times 10^{-13} = 2 \times 10^{10}$ カロリーで、石炭なら4トン、石油なら2トンが燃焼した時の發生熱量と同じである。これは大變なエネルギー資源であるが、天然ウラン中に ^{235}U 同位體は僅か0.7%含まれているに過ぎない。大部分は ^{238}U であつてこれは中性子を吸収しても核分裂を起さない。

次に起る問題はこのような核分裂反應を連鎖反應的に連続的に生起させることはできないかということである。幸にして ^{235}U の核分裂の際2ないし3個の中性子が飛び出して来るのでこれをうまく利用して、次々と ^{235}U の核分裂を起させれば、ちょうど石炭の燃焼のように連続的に發熱させることができる。しかし前に述べたように原子は小さな野球の球の廻りを1萬メートルの直徑で電子が廻つており、最も接近しているお隣の原子核も1萬メートルの直徑の圓を描いている電子をお伴にしているので、核と核との間は平均して1萬メートル離れている。このがら空きの空間を野球の球位の中性子が飛んで来て核に衝突しようというのだからその衝突の確率は大變小さい。しかも隣近所にあるのは殆んどが ^{238}U であるから、折角の中性子も ^{238}U の核で捕えられる機會が多い。この場合には捕えられるだけで新な中性子の生産は行われぬから、この反應の鎖はここで断ち切られて

しまふ。幸に ^{235}U にうまくぶつかれば、この核は分裂して新に平均2.5個の中性子を生産するからこの中性子の内の少くとも1個が ^{235}U 核に衝突すれば、このような核分裂反應は際限もなく續き、ここに待望の連鎖反應が生ずる。實驗によると、飛び出した直後の速い中性子より、非常に速度の遅い中性子いわゆる熱中性子(そのエネルギーが常温におけるガス體分子の分子運動のエネルギー程度の(運動)エネルギーになつてしまつた中性子)の方が衝突の確率が大きいことが確められたので、中性子の速度と落す方法が講ぜられた。これにはモデレーターというものが使われる。グラファイトとか重水とかが中性子の速度を急速に落して熱中性子にするのに有効であることが分り、後で逃べるように原子爐には主としてこれらの物質が使用されている。

ウラン金屬中の ^{235}U の濃度を大にすれば、中性子が ^{235}U に衝突する機會が多くなる。このためには金屬ウラン中から ^{235}U を抽出してそれを天然ウランに加えるのであるが、 ^{235}U は ^{238}U と化學的性質が全然同じなので分離が大變六ヶしい。兩元素の重さが僅かに違ふところを利用して物理的方法によつて分けるより外に現在でも方法はない。これには質量分析の方法と擴散の方法とがあつて、いずれも大變な仕事である。大量生産には後者の方法が適しているので、最近では専ら擴散法が使われているようであるが、設備に大變金がかかりまた作業に莫大な電力を食うので、 ^{235}U で發電する量より、 ^{235}U を分離するために使う電力の方が大きいなどといわれている。こんな次第で ^{235}U の分離の出来るのは米・ソ・英の三國位のものである。従つて濃縮ウランは現在のところこの三國から供給して貰う以外に手はないのである。

中性子は生成の數が少いのでできるだけこれを無駄にしないようにせぬと連鎖反應が止つてしまふ。中性子が無駄になる原因の一つは不純物である。モデレーターたるグラファイトにしる、重水にしる、または燃料たるウラン棒にしる、その中に少しでも硼素とかカドミウムだとかハフニウムだとかという不純物があつてはならない。原子力工業は使用材料の精製度が高くならないと成り立たないものである。

もう一つの原因は中性子が反應の領域から逸脱してしまふことである。このために原子爐では限界量というある大いさ以上が必要で、中性子の生成を多くして逸脱量をカバーする必要があるし、反應領域の四方を中性子の反應體で取り圍んで脱出しようとする中性子を内部へ追いつ返す工夫も必要である。

3. 世界最初の原子爐

以上の説明で核分裂反應を連続的に起させる方法がなんとなく分りかけたように思われる。これを具體化したのが原子爐であつて、世界で一番初めにアメリカのシカゴ大學の校庭に作られた。CP-1 と呼ばれていたもので現在は次のものと進歩したものを作るために取り拂われている。

CP-1 はモデレーターとして石墨を使い、燃料として天然ウランを使つたもので、石墨を煉瓦状に作つて積み重ね、そのところどころに穴をあけてウラン棒を挿入するのである。この積み重ねを段々増して行つてある量に達したところで爐が温まつて来た。最初は様子が分らないので用心しいしいやつたので $\frac{1}{2}W$ の發熱を確め得たが、後には 200W 位まで出したという。それ以上はこの爐には冷却装置がないので無理であつた。

限界量としては、天然ウラン 50 トン、天然ウランの酸化物 6 トン、グラファイト 385 トン、寸法は 7.5m × 7.5m × 5.8m という大きなものであつた。

出力は僅か 200W であつたが、とにかく、理論の示す通り爐は發熱を始め、原子力をエネルギー源として使用し得るだろうという見通しが得られ、今後の發展への第一歩を踏み出したというのは劃期的な出来事であつた。時は 1942 年 12 月 2 日で、いわゆる“第 2 の火”が青白く燃え出した記念日である。

4. 原子爐のいろいろの種類

原子力船が成り立つかどうかは後で論ずることにして、船用としてはできるだけ小型で重量が軽く、耐久性があつて、取扱が簡便なものがよい。

原子爐としては燃料やモデレーターに何をを使うか、それらの組合せによつて多種多様なものが作り得る譯であるが、そのうちどれが船用として最も有望であるかを現在の段階で結論するのは六ヶしい。世界各國で今や多くの原子爐が實驗されているが、それはあらゆる可能性を確めているのかしらと思われる程いろいろな形式のものが作られ運轉されている。しかしわれわれが知り度い船用のものは少しも手がかりが得られない。アメリカの潜水艦もいろいろな形式のものを入れて、性能の優劣、取り扱いの難易等をこれから試験しようとしていると推察される。

船用としては小型で大馬力を出さねばならないからどうしても部分過熱による爐の熱歪が起るだろう。その他動搖に對する處置 頻繁な發停が可能かどうか、故障修理等々の諸問題について不安のないまでに解決し、現在安心して使用している各種のエンジンと同様に安易に

使用出来るものにならなければならない。現在世界各國で作られている原子爐の中のどれを選んで船用として育てて行つたらよいかきめねばならないが、それは中々むづかしいので、いくつかの原子爐の構造を示し、その特徴を述べることにする。

(イ) 天然ウラン—石墨不均一爐

これについては前節で述べた。

(ロ) 天然ウラン—重水不均一爐

モデレーターとして重水を使用するもので、この爐の例としてアルゴンヌの CP-3 型爐について述べる。爐の主要部分は直徑 6 フィート、高さ 8 フィート 10 インチのアルミ製タンクで、その中に重水が 6.5 トン入っており、それに 120 本のウラン棒が吊してある。ウラン棒は直徑 1.1 インチ、長さ 6 フィートでアルミ被覆がしてあり、棒の間隔が 5.4 インチになるように配列してある。ウランの總重量は 3 トンでグラファイト爐の 56 トンに比し著しく少なくてすむ。

タンクの底面と周囲は厚さ 2 フィートのグラファイトの壁でかこみ、爐から逃げ出そうとする中性子を反射させる役目をさせる。なおその外部を厚さ 4 インチの鉛とカドミウムの合金で囲み、その外側は厚いコンクリートの壁で包んであるので、人體に有害な放射線は殆んど吸収されてしまう。

重水はモデレーターの役目をするとともに爐の冷却劑でもあるので、爐内で熱せられた重水はポンプで熱交換器に送り、そこで冷却水との間に熱の授受を行つて温度が下り、またタンク内に送り返されて来る。この爐は實驗用であるから、重水の温度も 35°C に押えてあるために出力は得られないが、タンクを耐壓的に作り、重水の温度をずつと高くすれば、熱交換器で水蒸氣を發生させることもできて出力爐にすることもできる。だが、重水の放射線による分解、高壓系統の漏洩などの諸問題を解決しておかないと實用がむづかしいと思われる。

(ハ) 濃縮ウラン不均一爐

この爐は燃料として濃縮ウラン、モデレーターとして輕水（普通の水）を使つたものでアメリカのオークリッジ國立研究所に作られたものである。通稱スイミングプールと呼ばれている 12m × 6m × 6m のコンクリート製のプールに輕水を入れておき、その中に入れる燃料は 90% 以上に濃縮したウラン (^{235}U の含有量が 90% 以上) とアルミニウムの合金板をアルミ板に挟み、これを 13 個組合せたものである。1 組の燃料板中の ^{235}U の量は 140 グラムで、限界量は 3 キログラムである。構造が簡單なので製作費は安く、燃料を水面下 16 フィート以下に沈めておけば放射線遮蔽を特にする必要もない程水が

吸収してくれる。従つて上部は全然開放されているので
実験には好都合である。

ただこの型の原子炉は高出力を得ようとすると種々好
ましくない點がでてくると言われている。

(ニ) 濃縮ウラン軽水均一爐

いままで述べた原子炉では、モデレーター中に燃料ウ
ランが棒状または板状で格子状に配列されて入つてい
る。すなわち、ウランとモデレーターとが均質に混つて
いないものであつたが、これから述べる原子炉は燃料た
るウランが、モデレーター中に化合物の水溶液として一
様に溶け込んでいるので均一爐と呼ばれている。ウラン
の核反応はウランが金属の状態であることは必要でな
く、化合物でもよい。

この型の原子炉の一例としてアメリカのロス・アラモ
スのロボについて説明する。

この本爐は直径1フートのステンレス鋼製の球で、燃
料として硝酸ウラニルがモデレーターたる軽水中に溶か
してこの球の中に入れてあるもので、ウランの濃縮率は
14.7%である。 ^{235}U の量は580グラム、 ^{238}U は3578グ
ラムである。

中性子の反射體としては酸化ベリリウム製の煉瓦を使
用してある。

出力を取ろうとする場合には、球の中に管を入れ、そ
の中に水を通して熱交換を行わせればよい。

この型の原子炉は小型にできるし、燃料棒が吊してな
いので、動搖の多い船用原子炉として適當なものと考
えられる。

(ホ) 増殖爐

前に ^{238}U は中性子を吸収するがその核は分裂しない
ことを述べておいたが、中性子を吸収した ^{238}U はど
うなるかという、1個の電子を放出してネプチウム
(^{239}Np) というものになり、更に電子を1個放出してプ
ルトニウム(^{239}Pu)になる。この ^{239}Pu はその核に中
性子が衝突すると ^{235}U と同様に核分裂を起して熱を
出す。

ウランを將來のエネルギー資源として活用するため
には、 ^{235}U だけを利用するのでは資源の1/140を活用す
るに止まるから、どうしても ^{238}U を有効に利用する工夫
が大切である。 ^{238}U の核分裂の際に出る中性子2.5個
の内、少くとも2個が有効に利用されるならば、すなわ
ち1個は次の ^{235}U の分裂に使用され、1個は ^{238}U を
 ^{239}Pu に轉換するのに使用されるならば、 ^{238}U という燃
料が1個消耗されると必ず ^{239}Pu という燃料が1個生
産されることになる。この轉換効率が100%ならば ^{238}U
のある限りそれは燃料として利用出来ることになる。こ

のような原子炉は増殖爐(ブリーダー)と呼ばれてい
る。

アメリカのアーコ原子炉試験所の EBR-1 はこの例
で、中心部に ^{235}U をかためて入れてあり、その周囲を
 ^{238}U が取りかこんでいる。モデレーターは全然使用し
ていない。中心部で出来た中性子が周囲の ^{238}U の中に
飛び込んでこれを ^{239}Pu に轉換するという仕掛けであ
る。この燃料部分に通路があいており、ナトリウムカリ
ウムの合金が冷却劑として爐の内部を循環している。こ
の合金は熱傳導がよい上に中性子とあまり吸収しないの
で、冷却劑として適當なものであるが、空気にふれると
爆発的に燃焼するので、循環ポンプ、管等からの漏洩が
ないように注意しなければならない。この爐は熱出力
1400KW、電氣出力200KWで ^{239}Pu の生産と出力と
を兼ねて操作されている。

5. 原子力船についての考察

最近、原子力の平和利用が強く叫ばれているのは、近
い将来石炭・石油等の資源が涸渇し、好むと好まざる
にかかわらず原子力資源に頼らざるを得ないからであ
る。

世界主要國の石炭埋藏量の推定値は32.5Q、(Qは熱
量の單位で 2.52×10^{21} カロリーに相當)、石油のそれは
5.6Q、合計38.2Q、水力、木材等を加えてこの20%増
し位と考えられている。世界全量のエネルギー消費量は
1947年に0.1Q/年であつたが5年後の1952年には0.22
Q/年と倍になつている。この割合で消費はどんどん増
して行くかどうかは分らないが、0.2Q/年で消費される
としても、あと200年足らずしかもたないことになる。
今後新しい資源が見出される可能性はなくてもないが、次
第に採掘条件が悪くなるので、燃料費は次第に高くなる
だろう。

これに對し、原子力燃料資源はどうであろうか。ウラ
ン礦は地球上に最も廣く分布されている礦物だといわれ
ているが、その大部分は貧礦で、やはり、採算の合う豊
礦はカナダ、ベルギー領コンゴ、アメリカ、ソ連など
に偏在している。ウラン資源はその精製にどれだけの費用
をかけてもよいかによつてその量がきまる。今、ウラン
1キログラムを4萬圓で購入するとすれば約370萬トン
のウランが開發可能であり、1キロ40萬圓で購入すると
すれば約2500萬トンの資源が開發可能であるといわれ
ている。このウランを増殖爐によつてことごとく ^{239}Pu
に轉換して、全部を燃料として使用し得るとすると、
370萬トンのウランのエネルギーは250Q、2500萬トン
の場合には1700Qとなる。後者の場合は石炭の埋藏量

の50倍以上である。

ウラン1グラムが全部発熱したとすると石炭の約4トンが燃焼した場合に相当することは前に述べた。日本の石炭はトン当り4000圓とするとウラン1グラムは16000圓の価値があることになる。1キロ16000萬圓でもよい譯であるから2500萬トンより遙かに大量が開発可能である。またトリウムも原子燃料として役立ち、これはウランの約3倍あるとされているので、原子燃料資源は無盡蔵と考えてもよい。

原子力エンジンの大きさや重さが現用エンジンとほぼ同じに作り得たと仮定し、7000馬力のエンジンを持つた1萬トンの貨物船で、往復とも荷物を満載して北米航路に就航する場合を考えてみよう。簡単のために航海日数を片道10日とし、その間全力運転するとすれば、燃料消費量はディーゼルエンジンの場合は250トン、蒸気タービンの場合は420トン位であろう。原子力エンジンの熱効率は今のところ悪いので、蒸気タービンの1/3であるとして、原子燃料の所要量は620グラムに過ぎない。従つて、普通の船に比し2.5-4%積荷を増すことが原子力船では可能である。これは原子力船にすればいかに燃料が少なくて済むかを一寸當つてみたのであつて、結局原子力船がなり立つかどうかは次の點できまると思ふ。

1. 原子力エンジンの大きさや重量が現用エンジンに比較して同等以下におさまるかどうか。
2. 原子力エンジンの価格がどの程度におさまるか。
3. 故障の場合、直ぐに修理に取りかかれるかどうか。
4. 衝突その他の海難の場合、爐が破壊され、乗組員が危険に曝されるとか、海水が放射能で汚染されることのないようにできるかどうか。

2に對してはある假定の下に計算した例があるからここに引用してみよう。

例に取つたのは軸馬力2萬馬力のタンカーで、その要目は第1表の通りである。

第 1 表

軸馬力	20,000HP
速力	18節
蒸氣壓力	600 psig.
蒸氣溫度	875° F
燃料消費量	10,460 lb./hr
燃料の熱量	18,500 BTU/lb.
ボイラ入力	194×10 ⁶ BTU/hr
ボイラ効率	88%
ボイラ出力	171×10 ⁶ BTU/hr.

第2表にはタンカーの諸經濟要素を示す。

第 2 表

積載量	35,000トン
航海距離	17,000マイル
航海回数	8回/年
年間積載量	280,000トン
航海時間	7,560時間
年間燃料使用量	252,000lb
年間トン當り經費	ドル/トン(積荷)
燃料	\$2/バーレルとして 1.65ドル
其他諸經費	(含投下資本償却費) 5.5ドル
合計	7.15ドル

ボイラとその附屬品の価格は570,000ドルである。タービン、コンデンサ、プロペラ軸、プロペラ等は原子力エンジンの場合も同じものを使用するとする。ただボイラだけが原子爐におき代つたと考えて考察をすすめる。經濟比較の場合には次の4項目が含まれねばならない。

1. 運航費
2. 維持費および修理費
3. 投下資本
 - (a) 利子
 - (b) 償却費
 - (c) 保険料
4. 燃料費

普通の船用機關の運航費は分るが、それに対応する原子力船用機關のものは不明である。そこで両者は等しいものと假定する。船齡を20年とした時の諸掛りは第3表の通りである。これはいずれも投下資本に對する100分率で示す。

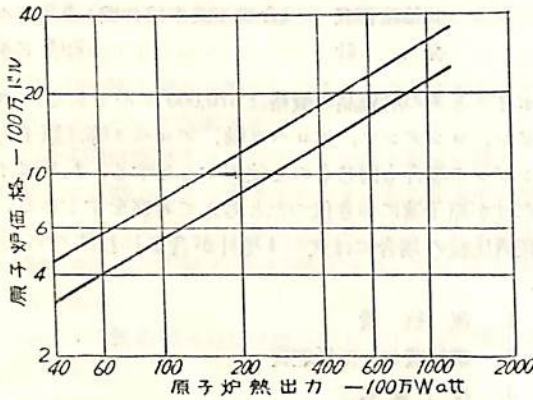
第 3 表

利子	2.6%
償却費	4.9%
保険料	2.0%
維持および修理費	1.5%
合計	11.0%

燃料の価格は1バーレル當り2.00ドルから3.00ドルの間にある。

これに對しボイラの代りとなる原子爐の価格はどれ位かという点、船用の原子爐は米國の潜水艦などに使用されている實例はあるが、その価格は發表されていないので、陸上用のものを參考として示せば、コンモンウエルス・エディソン會社のもので、熱出力1234000 KWで

3910 萬ドルである。これは僅かに濃縮したウランを燃料とし、軽水をモデレーター並びに冷却劑とした爐であつて、蒸氣の温度は比較的低い。船用は陸用に比して建物その他の費用が不要であるから、ほぼ30%は安く出来るし、また熱出力に對して0.6 乗でその價格が變るといのが化學裝置の一般法則であり、原子爐は化學裝置に似たようなものであるから、この法則を適用して、熱出力對プラントの價格をプロットしてみると第1圖のようになる。



第 1 圖

原子燃料の價格については確かな資料はないが、Zinn 博士の發表によると、天然ウランはポンド當り 35 ドル、 ^{235}U は 1 グラム 20 ドルということになつてゐるので、それを採用する。

ボイラの所要經費は年間 62,700 ドル、燃料費は年間 484,000 ドル (\$2/バレルとして) 合計 526,700 ドルである。もし、原子力プラントがこれと太刀打できるためには次に示す P が 526,700 ドルと同等以下でなければならない。

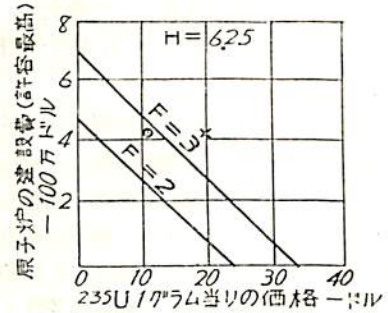
$$P = 0.11 \times (\text{原子力プラントの價格}) + n \cdot g$$

ここに $n = ^{235}\text{U}$ の價格 (ドル)

$g = ^{235}\text{U}$ の年間所要量 (グラム)

原子爐で作る蒸氣の温度はボイラの場合より低いから、熱出力はボイラより 25% 増し位に取る必要がある。ボイラで 5 萬 KW の熱出力ならば原子爐では 6.25 KW でなければならない。 ^{235}U 1 グラムが消費される時の發熱はほぼ 2 萬 KW であるから 6.25 KW を出すには 3.125 グラムの ^{235}U が消費されなければならない。年間の稼働時間が 7560 時間であるから、 ^{235}U の消費量は 23625 グラム、その價格は 472,500 ドルである。これでは動力裝置が全然ボイラ使用の場合と同じであつても原子燃料

を使用する方が不利である。今は全部が ^{235}U とした場合の計算であるが、天然ウランに ^{235}U を加えた濃縮ウランを使用するとすれば、濃縮度によつてその價格はグラム當り 20 ドルから 10.8 ドルの間に變動するので、その經濟比較は第 2 圖のようになる。第 1 圖から熱出力



第 2 圖

○……天然ウラン \$35/lb の場合
 ×…… ^{235}U \$20/gr の場合
 いずれも原子爐の價格は 410 萬ドル
 F……燃料價格 ドル/バレル

6.25 萬 KW の原子力プラントの價格が 410 萬ドルであるから、天然ウランを使用した場合は第 2 圖中の ○印、全部 ^{235}U を使用した場合は ×印の點に來る。すなわちボイラ用燃料がバレル當り 2 ドルの場合には原子力エンジンは採算上不利であるが、3 ドルになれば、天然ウランか、または (僅かに濃縮したものでどうにかなり立つということを示している。しかし、われわれはこの經濟比較で悲觀することはない。原子動力裝置の價格も原子核燃料の價格も將來必ず低下して充分採算がとれるようになるにきまつてゐるからである。現状においてもわが國では石油系燃料が高價であるから、全部 ^{235}U を使用してもかまわないという計算になりそうである。

6. 潜水貨物船

以上は水上船についての議論であるが、潜水艦については話が別になるであろう。昨年 12 月の發表によると英國では毎時 150 ノットの潜水貨物船を原子力で動かし、大西洋を 1 日で航行する計畫だそうである。この計畫の實現性があるかないかは計畫の詳細が分らない今日判定のしようもないが、原子力エンジンには全然酸素が不要であるという點で潜水艦用として最も適したものであり、これが可能ならば、潜水艦についてあらゆる角度から検討してみる必要がある。

潜航するとなると造波抵抗は減ずるが、摩擦抵抗は増加する。そこで、潜水艦として有利な速度の限界があるはずで、これは現在の船の速度より可成高いところにあると思われる。貨物船がそんなに速く走る必要があるかどうかは純技術以外の観点から検討されねばならないであろう。しかし、ここで強調しなければならぬのは荒天時の問題である。日皇丸の試験によると、荒天時にはみかけの抵抗が著しく大となり、規定の速度を出すためには約10倍の出力を必要とする由である。海中深く潜れば、海面上はいかに荒れていても平静であるから、潜水貨物船は有望であると考えらる。

原子力エンジンは前節のように商船に対しては現在まだやや不経済であるが、あまり経済にこだわる必要のない潜水艦には最適で、ノーチラス號が約1カ年の航海実験をやり、水中速力20ノット以上を出し、最近世界一周の航海を終えて米國に歸還したようであり、その姉妹艦のシーウルフ號はノーチラスとは違つたタイプの原子力エンジン、すなわち、ナトリウム冷却式のもの積んで近く完成しようとしている。その外に更に6隻の原子

力潜水艦や、重巡、空母などに原子力エンジンを搭載するということである。

英國のものは前に述べた通りであり、ソ連は原子力エンジンを持つた砕氷船を作り、北極洋の航路に就かせるといふし、ノールウェーもオランダと協同で原子力船の開発に力を入れているようである。

日本でも最近原子力船調査會が発足し、遅ればせながら原子力の勉強をして、更に進んで原子力船の設計に進もうとしているし、三菱關係の諸社も一丸となつて原子力船の開発に乗り出したようである。

原子力についてはわが國は殆んどつんぼ状態に置かれた状態にあつたが、昨年のジュネーブの會議以來、ある程度各國の研究内容が明かになつたことなどがわが國の研究に拍車をかける結果になつたようで、有能な若い學者達が原子力の根元の究明に努力するとともに、その應用方面にも力を入れ始めたので、わが國の原子力船も近い將來必ず實現し、海運國の面目にかけて五大洋に雄飛するであらう。

新 刊

航海計器 第1卷

波多野 浩 著

A5判上製 350頁 定價 700圓 (〒50圓)

この第1卷は航海計器の分野の概観と、推測航海計器の一部について述べたもので、第2卷 第3卷とをあわせ廣く航海計器を體系づけ、系統的な取扱いへ前進せしめんとするものである。航海者、學生、關係者に好適の書。

主 な 内 容

第1編 航海計器概説

- 第1章 航海計器の分野とその分類
- 第2章 航海計器の發達
- 第3章 沿岸航海計器概説
- 第4章 推測航海計器概説
- 第5章 電波航海計器概説
- 第6章 天文航海計器概説
- 第7章 氣象、海象用計器および推測機能指示計器

第2編 推測航海計器 前編

- 第1章 磁氣コンパスの概説
- 第2章 磁氣コンパスの種類と構造
- 第3章 地球磁氣と磁氣コンパス
- 第4章 船體磁氣と磁氣コンパス
- 第5章 自差の性質
- 第6章 自差の測定と方位測定具
- 第7章 自差修正法
- 第8章 自差の詳細な理論
- 第9章 磁氣コンパスの總括
- 第10章 磁氣コンパスパイロット

東京都文京區向岡彌生町 3

天

然

社

TEL 小石川(92)2284
振替 東京 79562

わが國の原子力開發の體制

五 幣 淳 次

運輸省船舶局技術課長

1. 原子力開發の轉機

世界の動亂は漸く終熄して均衡平和が訪れるとともに、米國、歐州諸國、ソ連邦においては、一方において原子力の軍事的利用研究が進められ、また他方においてその非軍事的利用研究が活發に進められた。

しかしながら原子爆彈の慘禍を身をもつて體驗したわが國においては原子力の平和的利用價值もまた極めて大であらうことが想像されていたところであるけれども、原子力を解放することがもし甚一恐るべき破壊力として悪用されはしまいかと危惧されたので、國民感情として原子力の開發利用に關しては消極的というよりはむしろ排斥的でさえあつたことは否定できない。この間、諸外國においては軍事機密として嚴秘に附されていた研究も次第に解禁せられ、更に轉じてその平和的利用について先進諸國が積極的に後進國の研究の援助に乗出すに及び、エネルギーの開發資源に乏しいわが國においてもまた改めてこの巨大なエネルギーに眼を向けるべき境界條件におかれていた。

たまたま米、英諸國における研究の目覺しい進展狀況を視察して歸朝した國會議員團が極めて積極的に原子力の開發について推進し第19國會において昭和29年度一般會計豫算に議員修正の形で原子力平和利用費2億5千萬圓を計上、成立した。このため當時いまだこの問題に關して具體的政策を確立するに至つていなかった政府はいささか狼狽の感なきにしもあらずと見られた。

しかしながらこれがわが國における原子力の平和利用開發研究への一大轉機となるとともに推進源となつたことは明らかであつて特筆するべきところであらう。

2. 準備段階

わが國の原子力開發の體制が昭和30年12月、第20臨時國會において原子力基本法の制定並びに原子力委員會の設置によつて基礎づけられたとするならば、ここに至るまでの昭和29年、30年は準備段階と見做すことができる。しかしながらこの準備期間中には前記の國民感情を反映して各界から種々の論議が提起されたが、次第に原子力の開發へと決論づけられ、開發の方策として最も合理的な條件が考究され、實質的に開發の地歩が固められた。

昭和29年5月11日閣議決定により内閣に原子力利用準備調査會が設けられ、昭和30年12月解散に至るまで、

わが國の原子力行政はこの調査會において實施された。調査會の委員は、副總理、經濟企画廳長官、大藏大臣、文部大臣、通商産業大臣、石川一郎氏、茅誠司氏、藤岡由夫氏の8名で構成されていた。調査會には下部組織として専門的に施策の細目を調査審議するために総合部會が設けられ、活發な活動がなされた。

調査會乃至は総合部會の行つた施策は後に原子力基本法の制定によつて法制化された重要事項を含む諸問題について調査審議されたがその活動の中の特に重要なものは次の諸點である。

- 1) 第一に原子力の平和的利用はわが國將來のエネルギー供給源としての開發を行うことを目的として、小型實驗用原子爐の築造を目標とし、併せて放射能の危害防止についても調査研究することを出発點としている。
- 2) 原子力の研究開發に當つては平和的利用、研究開發の公開、自主性の保持を根本原則とした。
- 3) 原子力の研究開發に關する海外の事情を調査するため4班計15名の海外調査團を派遣して調査に當つた。
- 4) 原子科學技術者の訓練を積極化した。
- 5) 米國の援助による濃縮ウランの受入対策、ジュネーブにおける原子力の平和利用に關する國際會議への参加等の原子力に關する對外關係の基本方針が議せられ、昭和30年11月14日原子力平和利用日米協定が調印されたにいたつた。
- 6) 原子力研究所の設立をはかつた。
- 7) 原子力開發に關する統轄機構、實施機構について調査審議を重ね、原子力基本法の制定、原子力委員會設置法の制定、原子力局の設置の基本となした。
- 8) 當面の原子力開發計畫の大纲を策定した。

原子力平和利用準備調査會の活動の主要點は上の如くであるが、この間日本學術會議から原子力の研究、開發、利用に關して平和的、公開的、自主的なる7項目にわたる要望書が提出され、あるいは日米協定にかかわる世論などまことに活發な議論が行われ、一般の認識も高まり、民間機關における調査研究もまた歩を進め、次第に體系を整えてきた。

3. 開發體制の確立へ

昭和29年度豫算に原子力平和利用費が計上されたのを轉機としてスタートした原子力の開發は日米協定、ジュネーブ會議等の國際事情に刺激され、原子力基本法の制

定を見るに至つてここに開發體制の確立へと進展した。

原子力基本法は原子力の研究、開發、利用に關するわが國の基本的態度を明確にするもので、それらに關する諸法律のピラミッドの頂點に立つものとしてこれらを律するものである。

その目的は「將來におけるエネルギー資源を確保し、學術の進歩と産業の振興とを圖り、人類社會の福祉と國民生活の水準向上とに寄與すること」にあり、その基本方針は「平和の目的に限り、民主的な運営の下に、自主的にこれを行うものとし、その成果を公開し、進んで國際協力に資する」にある。

この法律に基き他の法律で規制されることが豫定されているものに、原子力委員會の設置、原子力研究所、原子燃料公社に關する規定、鑛業法の持例の規定、核燃料物質の管理、原子爐の管理、放射線の障害防止等がある。これらの中、原子力委員會設置法及びそれに關連して原子力局設置のための法律改正が基本法と同時に制定されている。

原子力委員會は原子力の研究、開發利用に關するわが國最高の統轄機關と見るべきもので、原子力利用に關する政策、豫算、管理、研究功成、障害防止その他基本的事項のすべてについて企畫、審議、決定し、内閣總理大臣を通じて關系行政機關の長に勸告し得る權限を有する強力な性格のもので、國務大臣をもつて充てる委員長および4名の委員から成つている。原子力局は原子力委員會の事務局的役割を果している。

このようにして制度上の開發體制は確立へと進みつつあるが、實際の開發計畫もまた實施に移されつつある。

4. 開發計畫の實施へ

原子力利用の研究開發は學識者の理論的研究から、米國その他先進國よりの技術の導入など廣範圍の角度から實施されているが、その中、中核的役割を果すものとして財團法人原子力研究所がある。原子力研究所はその設立を關議了解事項として出發したもので、政府も出資しており、目下のところは日米協定にもとづく貸與濃縮ウランの受入機關ともなる豫定のもので、將來は公的性質のものとなるよう法律案が準備されている。原子力の開發には巨額の資金を必要とすることが予想されるので研究機關をなるべく集中化して投資効率を高めることが要求される。原子力研究所はすでに米國より實驗原子爐を輸入する計畫を強力に推進しており、原子力の急速な開發にとつて期待されているところは大きい。

原子力工業は非常に多數の工業に關連する。このため開發計畫も複雑多岐となり、細分化されるので、すでに多數の民間企業がそれぞれの關連分野で多かれ少かれ研究を開始し、その中には相當高度の技術水準まで進んでいるものもあるであろう。しかし原子力を有効な形で利用する最大の焦點はエネルギー資源とするにあり、アイソトープの利用は勿論重要であるが、動力の發生こそその中心であろう。この意味において原子力發電、原子力による船舶の推進等が重點となるであろう。従つて民間企業においても個々の研究と併行して協同の組織を設けて調査研究を行つている。それらの主なるものとして

原子力發電資料調査會
原子力平和利用調査會
原子力平和利用懇談會
原子力船調査會

などがあり國民協力して事に當つている。

このようにして各方面の開發體制も整いつつあるところ、昭和31年度政府豫算として原子力平和利用費總額20億圓、この外に予算外契約として認められているもの16億圓、合計36億圓の巨費を投ずることに内定されており、ここに開發計畫は大幅に實施の設備を迎えるに至つた。

5. 原子力船調査會について

原子力發電の研究は世界各國で極めて活発に行われている模様であるが、原子力による船舶の推進については米國の潜水艦で實現されたのみで、商船に至つては未だ初期的研究の設備にあるものの如くである。しかし海を制するものは世界を制するの譬、將來高性能の原子力商船が外國において實現された場合に後塵を拜せぬようこの方面の調査研究を行うために昭和30年12月設立されたもので、造船所、船主、團體、官廳を會員としており、この面で中心的役割を果されることが期待される。

これを要するにわが國の原子力の開發は、原子爆彈の慘禍への豫想のために制動された感はあるが、このためかえつて十分な論議の後民主的に進めることになつたように感ぜられる。いまや漸く制度上の體制は確立され、開發計畫も軌道に乗り始めている。禍としてわが國に訪れた原子の偉大な力を轉じて人類社會の福祉たらしめんことを祈つて止まない次第である。

はじめに

原子核エネルギーの解放が原子爆弾となつて現れたときは、人類最大の不幸の到來を豫想した人さえあつた。しかし、この悪魔かと思われた巨大なエネルギーを意の如く制御し平和的に利用することを發見した今日、原子核エネルギーの開發は第三の火として急速な發達を續けている。現在なんらかの形で原子力法規を有している國は既に 20 數カ國あると思われるが、その中先進國アメリカにおいては原子力潜水艦、更に最近の新聞は原子力飛行機の出現さえ傳えているし、またソ連の實用原子力發電の完成、あるいは英國における 5 萬 KW 原子力發電所の建設など、海外の原子力開發は動力源として最早實用の域に達したものと云えよう。一方わが國においても、日米原子力協定、ジュネーブ會議に續いて原子力委員會の設置、原子力研究所の發足など、原子力開發への態勢が着々と整い國民の關心と理解も高まつて來た。船舶關係においては、造船所、船主、關係官廳を一體とした原子力船調査會が作られ、海外事情研究の外、独自の原子力商船設計まで行うとしている。

將來わが國においてエネルギー資源が決して樂觀を許さないことを思うとき、原子力發電もさることながら、船舶推進その他、あらゆる面に石油、石炭に代るものとして原子核エネルギーの利用を圖らねばならないことはいうまでもないことであろう。ここに海外各國の原子力開發の現況を船舶關係に注意を拂いながら簡単に解説し、各位の御参考に供したい。しかし、船舶關係とはいつても御承知の通り船舶推進用として完成された原子動力は米國の潜水艦（ノーチラス號、シーウルフ號）のみであり、しかもその詳細は知るべくもないが、米英兩國始め西獨、ノールウェイなど原子力商船の建造の研究をしている國は決して少なくない。ここではこれらの國における原子力商船に對する考え方、將來の見通しなどについて述べてみたい。

世界の趨勢

現在世界中の原子爐の總數は稼働中のもの 40 基、建設中 23 基、計畫中のもので 27 基、計 90 基といわれている。(いろいろの數字が發表されていて正確には分らない) このうち米國に 53、英國に 10、ソ連 5 でありこの三國で大半を占める譯であるが、燃料として使用する濃縮

ウランの製造能力を有するものもこれら三國のみである。現在この三國が文字通り一流國としてそれぞれの道を選びヒマラヤの頂上を極めんとして鎬を削つているのであるが、これまでの経路を一寸覗いてみよう。

米國における原子力研究がすべて軍事目的を對象として發達して來たのに比べて、英國はじめ歐州の各國はジュネーブ會議における代表の發言にもみられる通り、將來のエネルギー源として産業利用がその目的であつた。そして英國フランスともに最初はいわゆる零出力原子爐 (Zero Power Reactor) から出發している。英國は 1974 年 GLEFP と呼ばれている天然ウラン黒鉛型を、フランスは 1948 年 ZOE という天然ウラン—重水型の實驗爐を作つた。そして更に大型の實驗爐、英國では BEPO、フランスでは P-2 へと進んで來た。ここで面白いのは英國の天然ウラン—黒鉛型氣體冷却に對し、フランスの天然ウラン—重水型氣體冷却という選び方である。これは英國が天然ウランが大量に入手できるのに反しフランスはこれが出來ず従つてウラン量が少なくて済む重水型を選んだのであろう。また、氣體冷却は英國が狭い國土における萬一の事故の場合水冷却より安全であろうと考えて採用したものを、フランスはこれに倣つたのであろう。かくて英國は有名なコールドーホルの 5 萬 KW の發電用原子爐となりフランスでは G-1、G-2 と呼稱される 40~100MW のものを建設する運びに至つている。

また原子力開發が相當進んでいる國としてカナダがある。ここは既に大戰中より着手しており天然ウラン—重水型で終始研究を進めているようだ。NRX (40MW) を 1947 年完成し、更に大出力の NRU を目下建設中である。そしてこれらの國々は、Pu の増産により、Pu 増殖爐へと進むのであろう。この他アメリカ以外で原子力研究に積極的な努力をしているのはノールウェー、オランダ、西獨、イタリー、スイス、などであろう。特にノールウェーおよび西獨は後で述べるように船舶推進用の原子爐完成に非常な興味を示しているようだ。

アメリカの場合は以上の國々とは全く異り、ウラニウム濃縮技術から入つて、動力爐の建造へと進んだのであるが、實驗的段階を大戰中に終りすでに實用の域に達している。しかも、天然ウラン、濃縮ウラン、プルトニウム、黒鉛、重水、と燃料、材料とも豊富に保有し、また生産されている。更に多數のすぐれた技術者と研究機關を

持つている。しかし一方石油石炭という従来の燃料資源にも恵れた同国では、これらによるエネルギーが安値に得られるので、原子核動力による発電を経済的に成立させるためには、コストの面で他國に比べ非常な困難がある。この条件を克服し、また最も優れた方式を完成するため、同國原子力委員会は、目下5つの型の動力試験原子爐計畫を發表し、5カ年計畫で遂行しようとしている。

これには民間會社も協力しており、これが完成した後は原子力発電は充分その威力を發揮し、また小型発電用原子爐が後進國の発電プラントとして輸出されるようになるであろう。ここで注目されるのは、前にも述べたようにアメリカの原子力開發がすべて軍事目的を出発當時の目標としたので、これらの5つの計畫が燃料として濃縮ウランを使用する點である。これは原子爆弾用の燃料保有がすでに充分な量となつたため、これを一般産業面へと轉換させるためでもあろうが、また濃縮ウランを使用する型式の方がいろいろの點で有利だからであろう。例えば、爐の容積に比して大出力が得られる、軽水をモデレーターおよび熱傳達物質として、またモデレーターとして黒鉛を、熱傳達物質として液體金屬を使用することが出来る、などである。

以上の外、ソ連はジュネーブ會議で5,000KWの発電用原子爐の完成(1954年)を發表して世界の注目をひいた。更に今年中に10萬KWの発電プラントを完成するといわれており、原子力発電という面ではあるいはアメリカより一步進んでいるのではないかとも思われるが詳細については殆んど分つていない。

各國の概況

—イギリス—

英國は1954年原子力公社(Atomic Energy Authority)を作り年間數百億圓の豫算をもつて原子力発電の研究を續けている。GLEEP(出力100KW)、BEPO(出力6MW)の實驗用、アイソトープ生産用の原子爐を持つハーヴェルの原子力研究所(所長J. コッククロフト卿)は有名である。實用の原子爐としては1956年の完成を目指してコールドーホールに電力で5萬KWの原子力発電所を建設中である。この計畫の原子爐はGLEEP、BEPOと同じく天然ウラン—黒鉛型で炭酸ガス冷却方式を持つている。

昨年2月發表した同國の原子力発電10カ年計畫によると、今後10カ年に亘つて12基の原子爐150~200萬KWの発電所を建設しようとし、これに對する豫算として3,000億圓を計上している。これらの発電用原子爐も當初のものは黒鉛型の氣體冷却であるが、あとから作

るものは液體ナトリウムを使用するといわれている。そして発電コストを負荷率80%とした場合KWあたり0.76ペンス(3圓20錢)としており10カ年計畫完成により豫想コストを0.6ペンス(同國の火力発電と同額)と見込んでいる。0.76ペンスが妥當でないとは思えないが、これには副産物として生産されたプルトニウムは政府が買上げることにしており、また負荷率80%も適切であるか否かも不明であり、このあたりいくらか問題が残るところではなからうか。しかし、最近の英國新聞の報ずるところでは使用燃料の再處理、ジルコニウムに代る新しいアルミニウム合金の使用など、新しい技術を取入れた新型の原子爐を建設中であり、同國の最近の原子力關係の技術は非常に早い速度で進んでいる。またJ. コッククロフト卿は、原子力発電所の運轉壽命は當初見積つた15年より永くなるといつており、これらを併せ考えると同國の原子力発電コスト0.6ペンスという數字はむしろ大きいかもしれない。

以上のように発電面では相當に努力を續けている同國は最近原子力潜水艦の建造計畫(ノーチラス號とはほぼ同じようなものといわれる)を明かにしたが、原子力商船の建造に對してどう考えているか、これについて最近ある外國雜誌に書かれた記事を引用してみよう。すなわち「英國造船研究組合(British Shipbuilding Research Association)が、ハーヴェルの技術者達は最近船用原子爐の研究を開始したと發表して以來英國の原子力商船熱は高まつて來た。造船研究組合のスポークスマンは、原子力商船が建造され經濟性の點で検討されるのは最早年月の問題であらうといつている。しかし建造價格が一體いくらになるかこれが大問題である。このためB. S. R. A. およびリバプール船主協會は調査委員會を作つて研究しているものの、建造費が高いのみならず燃料も非常に高いので原子力商船も冷めてしまふであらう。」ロイドのS. F. ドーレー氏も昨年9月、出力對重量の比率の有利な原子力機關が近い將來大型船に採用されるであらうと講演しており、海運造船國として研究はしているものの莫大な經費の前に壁易しているとみられる。

—フランス—

ここでは1945年法律により首相直屬の原子力委員會(Commissariat à l'Energie Atomique)が設けられた。現在保有している原子爐はZOE、P-2のみでいずれも天然ウラン—重水型である。ZOEはフランスの第1號爐で當つては零出力用として酸化ウラン3トン使用のものを、現在はu金屬におきかえて出力100~150KWとしている。P-2は出力2,000KW、壓縮炭酸ガスで冷

却しこれを水で冷却する。将来ガスの利用としてタービンを廻すことを計畫している。この他今後(1952年)の5カ年計畫として2基のPu生産大型原子爐黒鉛型(G-1, G-2), EL-3 (CP-5型)等の建設を計畫し、370億フランの支出を豫定している。このうち1956年完成豫定の天然ウラン-黒鉛-壓縮空氣冷却爐は100トンのウランを用い、Pu生産爐で出力約4萬KW熱空氣により6,000KWの發電を行う。

—オランダ、ノルウェー—

戦後原子力研究が始つた頃オランダは若干量のウランを持つていた。またノルウェーも原子力に興味を持っていたがこの國は豊富な水力發電により重水を保有していたので、兩國はそれぞれを持寄り天然ウラン-重水型の實驗爐を作ることになつた。かくてノルウェーのシェーラーに出來たのが出力100KW(最近は350KW)のJEEPと呼ばれるものである。このシェーラー研究所は全く解放的で外國人にも自由に見學研究させている。今後ともこの兩國は共同研究を續けて行くと思われるが、われわれの興味をひくのはノルウェーが船舶推進への應用を第一目的として考えていることである。すべての電力を火力によつて賄つているオランダは地上動力として期待をかけているがノルウェーの船舶用原子爐完成への意氣は相當なものでありこれには同國議會も積極的な協力を示している。シェーラー研究所長 G. Randers 氏の言によれば、「現在この原子爐でアイソトープを作りスウェーデン、デンマーク、ドイツなどに輸出しているが、将来これを低出力の船舶推進用爐の原型としてタービンに利用するようにしたい。このための豫算として2500萬クローネあればよいであろう。」なおこの外國は1~2萬KWの出力を有する原子爐建造案を出している。

—アメリカ—

最後にソ連とともに原子力開發の先陣争いを續けているアメリカの現状をみよう。アメリカの原子力研究はすべて原子力委員會(AEC)の管理の下におかれ、前にも述べたように當初はすべて軍事目的によつて動いていた。しかしAECは1954年2月經濟的な原子力發電を早急に完成するため5つの異つた型式の産業用原子力發電プラントを建設する5カ年計畫を發表し現在進行中である。更にこれを促進しようとする委員會の政策に應じて多數の民間會社がそれぞれにチームを組んで協力参加しており、アメリカ産業界は愈々原子力開發へ本腰を入れ始めた。この計畫を下表で示しておく。

これに對する關係者の見通しを綜合してみよう。この5つの計畫のうち始めの3つはかなり近い将来(3~5年)本格化できる程度に技術的に進むものと考えられている。PWRは現段階では技術的に確實性があるし、經濟的にも成立つものとされている。この方式の1萬KW級のもの海外の未開發地や電力コストの高い地域へ輸出するに適している。またPWRに代つてEBWRが發展することも考えられる。この方式はPWRに比べて加熱する部分が少く熱交換器がないので建設費が安くなる。ただ放射性的の蒸氣が影響がなければ相當に有望といえよう。ナトリウム冷却方式はこのような金屬に關する基礎研究が充分でないが一般に考えられている程危険なものではなく、また經費の高いことも熱効率の高いことによつて補いがつくであろう。これらに比べて増殖爐はかなり長期の目標と考えられている。

一方、船舶關係についてみると、ノーチラス號シーウルフ號に續いて更に6隻の原子力潜水艦あるいは空母の建造計畫を明かにした同國は、原子力商船建造計畫も近く決定するものとみられる。昨年ア大統領が原子力船建

爐の型式	名稱	完成豫定	燃料	冷却物質 (モデルーター)	熱出力 (發電能力)	經費 (百萬ドル)
加壓水型	PWR	1957	低濃縮ウラン	輕水 (輕水)	300MW (60,000KW)	85
沸騰水型	EBWR	1956	天然ウランおよび高濃縮ウラン	輕水 (輕水)	20MW (5,000KW)	17
ナトリウム・黒鉛型	SRE	1955	低濃縮ウラン	ナトリウム (黒鉛)	20MW	10
均質型	HRE No.2 HTR	1955 1959	高濃縮ウラン "	重水 (重水) "	5MW (1,000KW) 65MW (16,000KW)	}
増殖型	EBR No.2	1958	プルトニウム	ナトリウム	63MW (15,000KW)	

(註)

PWR: Pressurized Water Reactor
EBWR: Experimental Boiling Water Reactor

SRE: Sodium Reactor Experiment
HRE: Homogeneous Reactor Experiment
EBR: Experimental Breeder Reactor

造法案を提出したことは記憶に新しいところである。大統領案はノーチラス號に使用した原子爐をもつて商船を動かすというところに否決の理由があつた模様であるが、その後下院の一議員がこれに代る新法案を出したと報道された。同案によれば大統領案と異り商業用原子爐を用いる貨客船になるようで、完成には5~10年を要するとみられる。同國の原子爐(計畫も含む)のうち特に推進用としているものを列挙してみよう。

STR (Submarine Thermal Reactor)

- # 1.: 原型、アーク国立原子爐試験所
- # 2.: ノーチラス號、加東輕水

SIR (Rubmarine Intermediate Reactor)

- SIR-A: 原型、ウエストミルトン、原型の原子爐は直徑6.8mの鋼製球に入れてある。
- SIR-B: シーウルフ號 液體ナトリウム

SAR (Submarine Advance Reactor)

LSR (Large Ship Reactor)

SFR (Submarine Fleet Reactor)

—その他—

以上述べた各國の他カナダ、スウェーデンなど相當に進んだ原子力研究を行つている國々があるが、船舶に特に関係がないので敢えて省略した。原子力研究で特に進んでいる譯ではないが、船舶への應用に特に興味をもつている國として西獨の事情を少し紹介しておこう。西獨は原子爐としては米獨双務協定に基きスイミングプール型をミュンヘンに設置豫定である。ハンブルグでは技術者のみならず財界人も一體となつてグループを作り西獨原子力商船の建造に全力をあげているし、またここに西獨第四番目の原子爐を設置しこれは特に船舶推進用の研究に専用される豫定である。このような計畫はあるが同國の原子力豫算は約40億圓程度であり、資金面からみても早急な成功は期待できない。

おわりに

昨年のジュネーブ會議において世界のエネルギー問題に関する國連の論文の中に次のようなことが述べてある。すなわち、「原子力が各國において關心の對象となつてゐるのは次の二つの原因からである。その一は電力需要量は各國とも10年間に2倍となり、しかもある國々では10~15年間に水力や石炭がなくなるということ。第二には多くの國々では在來方式による電力コストは原子力發電コストに等しくなるかむしろ高くなるであろうということである。各國の提出論文を總括すると原子力發電が1KWあたり6ミル(2圓20銭)になることを期待している。」日本の場合必ずしもこの論文の通りではないかもしれないが、石油など殆んどを外國からの輸入に頼つてゐることを思えば、この新しいエネルギー源の獲得をあらゆる部門で眞剣に考える秋であろう。戦後あらゆる原子核研究を禁止されて今日やつと研究の緒についたところであるが、將來の進んで行く道は産業構造などと關連して必要とする巨額の資金を有効に利用するよう充分検討しなければならぬ。J. コッククロフト卿は今後の日本の原子力開發の道として次のように教えている。「日本としては原子力利用についての基礎的な問題の研究を急速に擴大し、知識と技術者を十分に養成しながら常に動力爐の進展に關心を拂つてゐる方が有利ではないかと思う。」

(註)

- GLEEP : Graphite Low-Energy Experimental Pile
- ZOE : Zero Oxyde d'urane Eau lourde
- BEPO : British Experimental Pile O
- P-2 : Pile-2
- NRX : National Research Experimental P.le
- NRU : National Research Universal
- JEEP : Joint Establishment Experimental P

「船舶」の購讀

「船舶」は買切制ですから前もつて書店に豫約購讀を御申込みおき下さい。なお、直接弊社へ前金

1年 1,500圓(送料共)
半年 800圓(//)

お拂込みによる月極購讀の場合は、増頁その他の特價の場合にも差額は頂戴いたしません。

船舶合本

- 第26巻 昭和28年分(12册)
價1,800圓(送80圓)
- 第27巻 昭和29年分(12册)
價2,000圓(送80圓)
クロス装 上製
- 第28巻 昭和30年分(12册)
價2,000圓(送80圓)
クロス装 上製

原子爐の工學的な二、三の問題について

藤 永 一
三菱造船・技術部

原子爐の理論、各種型式の爐の説明、各國の現況等はいろいろ解説されたものが澤山あるので、ここでは工學的な観点で問題となる點の幾つかを採り上げてみたいと思う。

燃料の取替の問題

原子燃料は一寸考えると燃料の補給ということはあまり問題でないようにも考えられる。

しかし實際はとにかく簡単な問題ではない、現在この問題が等閑に附されているのは今までの原子爐は多くは實驗爐であり設計も多くは物理學者の手によつて行われたので原子爐を長期に亘つて使用する場合の腐蝕は輕視されたことが一つの原因と思われる。

均質爐の場合は若干事情が異なるが潤滑燃料エレメントの場合に燃料エレメントの壽命は放射線による損傷(ラジエーションダメージ)、爐の反應度の低下、熱應力、腐蝕、等々で通常數百時間から高々數千時間で取替えるか爐心中における位置の變換を必要とする。

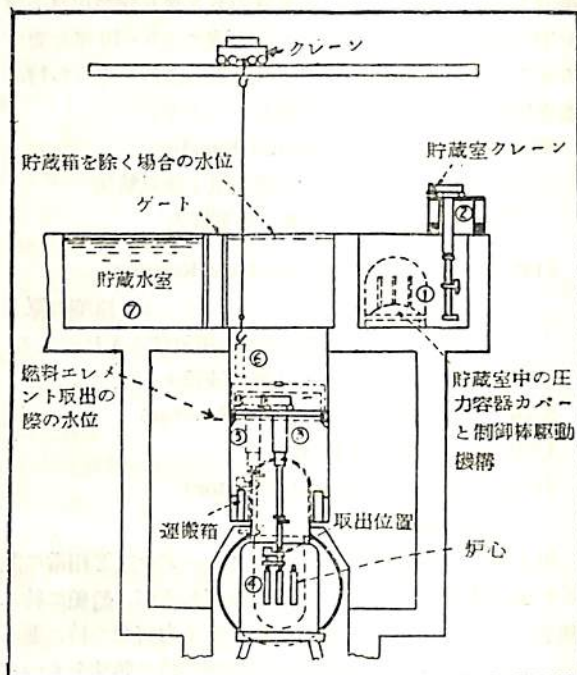
船用原子爐の場合もこの問題は在來の燃料の船舶とは異なる問題を提起することとなり等閑に附しえないものである。

船用原子爐の實例によつて之を考察出来ればよいが今の所具體的なものは發表されていないので遮蔽の構成等が相當異なるが、一例として現在アメリカで建設中のPWRのような場合について燃料取替の際の操作を考えてみる。

爐はコンクリートの室中に入っている、このコンクリートの室中で爐は壓力容器(これは安全のためのものである)に包まれている。

故に燃料を取替えるには運轉を停止してから

- 1) コンクリートの遮蔽殻(相當の重量物)を取り外してどこかに置く
- 2) 爐を包んでいる大きな壓力容器の蓋をゆるめて外しどこかに置く
- 3) 爐心容器の蓋の締付装置を外す
- 4) 爐の收容されている室に水を満す
この水は燃料取替操作中の遮蔽物の役目をする
- 5) 爐心容器の蓋を脱する
- 6) 爐心保持装置を取外すかまたは除去する
- 7) 燃料エレメントを外して水を満した貯藏所に入れる



第1圖 水冷却原子爐の燃料エレメントの取替装置の一例

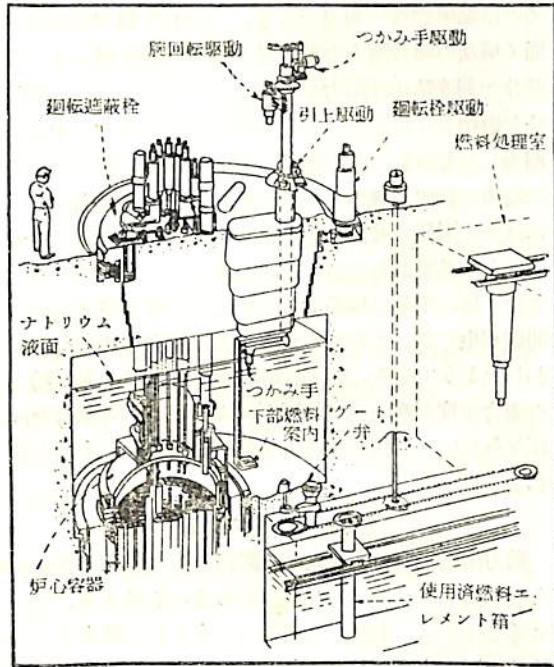
- 8) 必要があれば制御棒の装置を外し水中の貯藏所に入れる
- 9) 水の遮蔽を通じて新しい制御棒を爐心に入れる
- 10) 水の遮蔽を通じて新しい燃料エレメントを爐心に入れる
- 11) 爐心の保持装置を再び取付ける
- 12) 爐心容器の蓋をかぶせる
- 13) 遮蔽用とした水を排出する
- 14) 爐心容器の蓋の締付装置を再び取付けて締付ける
- 15) 爐を包んでいる大きな壓力容器の蓋を取付けて締める

- 16) コンクリートの遮蔽殻を取付ける

以上の手續に要する設備および時間を詳細検討すれば容易ならざることであつて殊に洩漏防止に溶接を使つた場合切断機で溶接部を取り除き後にまた復舊しなければならないこと等を考えると燃料取替操作の問題は重要なものの一つである。

次にナトリウム冷却の爐(シーウォルフ號はこの方式だといわれている)を考えると壓力が低いという點でPWR型(ノーチャス號はこの方式といわれている)よ

りも容器や蓋が頑丈でないの問題は比較的やさしいようであるが燃料エレメントを直接にナトリウムから大気中に取り出せないという厄介なことがある。このことを考慮してナトリウム爐の燃料を取替える一つの方法は第2圖に示すように爐の上にナトリウムの液層を作つてま



第2圖 ナトリウム冷却原子爐の燃料エレメント取替装置の一例

ずここまで燃料エレメントを取出しこの液層につながるナトリウム蒸氣を満した溝に移すわけである。

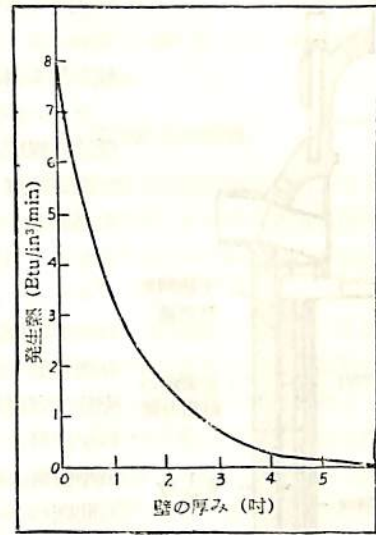
特定の燃料エレメントを抜き出すためには爐の上部の蓋が偏心になつている。この操作のための装置等も決して楽なものではないことは明白である。

容器について

再びノーチラス號と同型式の前記 PWR を引合に出して容器について考えてみる。

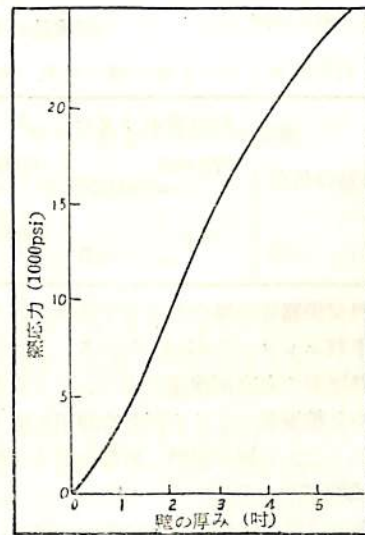
この容器は設計壓力 175kg/cm^2 温度 315°C で容器の内徑約3米壁の厚さは約20cmであつてこの出力は60,000KWであるが、このように厚い良質の板と製作することは屢延設備の點から米國においても限度であるといわれている。この容器の内部の取付または取替には蓋が必要であるがこの場合蓋の受ける壓力は11,300トンで徑6吋のボルト45本を必要とする故に他の方法例えば棧等の使用を考慮しなければならない。また容器はワジェンションダメージを受けることは一應別としてもクーラントの温度による加熱のみでなく放射線による容器壁内の熱發生がこれに加わるという特殊な条件が入つて

来る。この熱發生の一例を第3圖に示す。



第3圖 6フィート内徑の炭素鋼圧力容器が熱中性子は $3 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2/\text{sec}$ 、ガンマー線は $1-6\text{Mev}$ において $5 \times 10^{12} \text{ photons/cm}^2/\text{sec}$ を受ける際に發生する熱量

このために生じる容器壁における熱應力の軽減のために第5圖のように熱遮蔽を置くのが普通である。MSAE



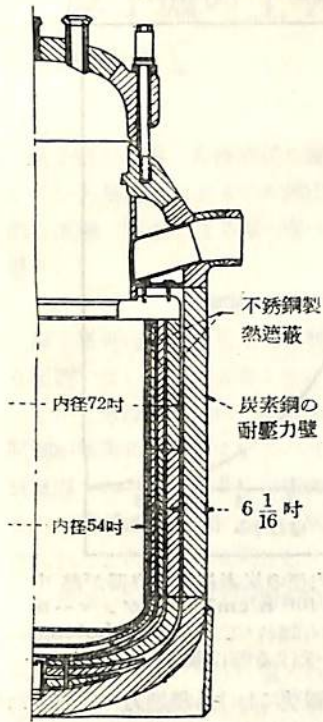
第4圖 最高切線方向熱應力の一例

の壓力容器のコードでは直圓度の偏差として1%を認めている。これを第5圖にあてはめると $3/4$ の偏差が出来て熱遮蔽と容器前の冷却劑通路がなくなることになつて在來の壓力容器の製作とはまた一寸異なる問題が生ずることがわかる。

燃料エレメントについて

現在の所は燃料のコストおよび燃料再處理コストは決

して安くはないのでプラントの経済性の點から爐中の熱束



第5圖 加壓水型壓力容器の一例

は大きくとらねばならない。ボイラーとの比較を第1表に示す。

ウランが水の腐蝕を受ける程度は米の單位で測定出来る程で被覆を必要とする。動力用としては不銹鋼およびジルコニウムが用いられており後者の方がより理想的であるが未だ充分な実績を持つておらず燃料エレメントの成型技術は非常に大きな問題の一つである。

ウラニウムの場合は600°C 附近の變態點、加熱冷却による驚異的延伸等によつて燃料の最高温度が制限されることおよび内部熱發生で温度差による熱應力

第1表 石炭焚ボイラーと原子爐の熱束 (kcal/m²hr)

	石炭焚ボイラー	原子爐
バーナ附近の最高	270,000, ~540,000.	400,000, ~800,000.
平均	95,000, ~135,000.	135,000, ~270,000.

は通常の熱交換器等の場合とは若干事情が異なるので最近では板狀の燃料エレメントが用いられる。また平板を並べたのでは熱變形の方向が豫測出来ないので京都名産入ツ橋狀のものを敷板並べてその間を冷却劑を流す。この間隔がくずれるとある板が過熱し被覆を破ると放射性の強い分裂生成物が冷却系統に入り装置の一部に沈着したりすると問題は非常に困難なことになつて来る。

制御棒の駆動機構の問題

制御棒の駆動機構は次の機能が要求される。

- 1) 往復または回転運動をすること
- 2) 微細調整が出来る 操作する人間が運動中の棒を止める際慣性による動きが出来るだけ小さくなければならない
- 3) 常に棒の位置が運轉するものにかかつていなければならない

4) 危急の場合大體において約1g 程度の加速度で制御棒を爐中に突き込まねばならない

以上の機能を満すものは必ずしも設計に困難は感じないかもしれない。しかしこれと動力爐とを結びつけることを考えると容易でないことがわかる。第一に問題になるのは爐中物質の漏洩である。すなわち制御棒が爐中を通る構造の場合壓力容器の外で駆動機構を働かすと貫通部分の漏洩防止は壓力を考えると大問題である。漏洩部分を廻轉シールにししかも多少の漏洩を許す(すなわち漏洩したものを一定の箇所へ集結し得る)場合には割合に簡単な装置で済む。しかし摺動シールは壓力が高い時には全く困難で機構全體を溶接容器で壓力容器に溶接するような必要があるかもしれない。このシールの問題をさけて爐の内部で駆動することにした場合腐蝕と潤滑の問題が生じる。このために水による潤滑の研究も相當行われたようである。いずれの場合も實驗爐と異り動力爐の場合温度が高いので熱變形による狂いも考慮しなければならぬ。燃料溶液による均質爐は問題が少いと思われる。

クーラントの問題

動力用原子爐で最も大きな問題の一つは原子爐より熱を取り出すクーラントの問題である。イギリス、フランス等ではガス、米國、ソ連等では水または重水あるいは液體金屬が使われており各々利害得失があるがその一般論としては他の參考文献を御参照願いたい。

ここでは度々引合に出しているノーチラス號およびシーウォルフ號のクーラントについて問題點を述べる。

ノーチラス號は前記 PWR と同様加壓水型と稱せられるもので LSR (Large Ship Reactor) と稱せられるものも現在この方式が検討されているといわれている。

何故加壓水型を用いるかという原子爐の發達の初期においては内部で局部的でも沸騰が起ると爐の作動が不安定になつて危険だと考えられていたので原動機の効率をよくするために作動液體の原動機入口温度を高くとるためには水の臨界温度が限界をきめるからである。しかし現在では爐内で沸騰を許す沸騰水型というものも種々の基礎的な實驗が行われ出力18萬キロワットのプラントも計畫されているがこの方は本稿では一應觸れないことにする。次にシーウォルフ號の型式は液體金屬主としてナトリウムあるいはナトリウムカリウム合金が用いられる。これは水のように境界層の熱抵抗が大きいというような缺點はなく沸騰も高いので臨界温度の制約も受けないが水との反應が非常に激烈であるという危険性もある。この反應の激烈性と放射性ナトリウムのために原動

機に蒸気タービンを採用する場合この系統とクーラントと完全に隔離しなければならない。故に一般に次の二つの方法によつてこの隔離を行う。

その一つはナトリウムから水への熱伝達の際中間に不活性ガスをはさむ（これはナトリウムの漏洩検出にも役に立つ）のであるがこの熱交換器の構造の複雑さは想像に難くない。第二の方法は熱交換器を一つ増加してナトリウムより割合放射線の少ない流體例えばナトリウムカリウム合金へ一度傳熱し更に水に傳熱する譯で煩雜であることに變りはない。

クーラントの純度の問題

クーラントの純度を高く保持することは燃料棒に異物が附着しないことと大多数の異物は高度の放射性を帯びるので絶対に必要なことである。

水の場合系統中の不純物は 2ppm 以下に保持する必要があるといわれ完全な淨化装置を必要とする。

高純度の水を得ることは種々の手段によつて左程困難なく可能であるが高純度の水は烈しい腐蝕性があることが問題である。

次にナトリウムの場合ナトリウム自身放射性を持つので不純物の放射性はあまり問題ではないが酸化ナトリウムの發生でこれが燃料エレメントやその他の装置に附着することは好ましくないので除去しなければならない。

腐蝕の問題

高純度の水に對しジルコニウム、18—8 不銹鋼、ステライトが一應耐蝕性があるが高温水に對する良好な腐蝕防止劑は今のところ判明していない。

原子爐では前記の制御機構のように潤滑油の使えない所で摩擦のある機械部品を使用する必要がある時がある。米國アルゴンヌ研究所の研究では 450°C の過剩酸素のある高水中で 13Cr 系統の不銹鋼のラックピニオンを動かした所 15 時間で作働不能となつたが、過剩酸素のかわりに過剰水素を入れただけで 500 萬回動かして歯面は僅かに光つているのが目立つ程度であつたということで過剰水素は一つの腐蝕防止であるようである。最近普通天然には發見されていないが原子爐の分裂生成物にあるテクニシウムが 200°C 程度の水では非常に有効であるといわれこの新元素は市販されるとも傳えられている。

數 ppm のアンモニアを添加することも高水温の場合の腐蝕防止に有効であるといわれている。

前記の酸化ナトリウムも高い腐蝕性がありこの面からも除去を必要とするがナトリウムよりその酸化物は凝固

點が高いことによつて系中で凝固させて除去出来る。540°C 以上になるとナトリウム自身も腐蝕性を持つ。

故にナトリウム冷却は 430°C から 480°C の間に保持されるのが通常である。

漏洩防止の問題

前記のように加壓水型では水の臨界温度よりやや低い温度しか得られないのでタービン入口蒸気温度を一應合理的な點に上るには通常 100—140kg/cm² の壓力を必要とする。

このような壓力において漏洩防止ということは容易ならぬ問題であつて陸上の場合においてさえ初期の原子爐では爐内を通るクーラントの漏洩は零を目標としたが漏洩零では原子爐プラントは非常に高價なものになるので現在では僅かな漏洩を許すことによつてコストの低下を計つている。しかし船用の場合にはまた異つた問題を生ずることになり陸上プラントを參考として船用を律する際は充分な考慮を必要とするのではないと思われる。

ナトリウムの場合は 10—20kg/cm² 程度の低壓力であるので水の場合と事情は異なるのであるが漏洩防止はやはり嚴重にする必要がある。また漏洩の外に爐の構成部分へのナトリウムの蒸透、強い放射線の Na²⁴ 等の問題がありナトリウムの場合もやはり漏洩は零を期さねばならない。

ポンプおよびバルブの問題

前述のように極端に洩れを少なくすることが要求されるので爐内を通るクーラントポンプおよびバルブの設計は非常に大きな問題であつて漏洩なくて迅速に開閉するポンプを作ることは容易でない。

以上一般にあまり關心を持たれていないことの二、三を採り上げて簡単に記述したがこのようなことが今後は本當の原子爐の問題點となるのではないと思われる。従つて原子爐工業に従事する人員構成もそのような様相を示している。一例として米國における原子爐メーカーの一方の雄であるバブコック社の原子爐部門の人員構成は次の如くの由である。

機械技術者	93 名
電氣技術者	16 名
原子爐工學技術者	55 名
物理學出身者	8 名
冶金技術者	11 名

以上

三菱長崎ディーゼル機関

9 UET 44/55 型について

三菱造船株式会社

1. ま え が き

三菱長崎ディーゼル機関の排気ターボチャージャ付過給2サイクル機関UE型はまずそのクロスヘッド型UEC型が既に昭和28年5月に完成を見てより、昭和30年5月以来12,000および8,500馬力のものが優秀貨物船に装備され目下就航行中であり、いずれも極めて優秀な性能と高度の信頼性とにその真價を挙げ斯界注目の的となっている。このUEC型を多数生産する一方、当社は引き続き更にUE型としての性能を格段に上昇せしめ小型、軽量、大出力機関開発へと歩を進め、遂に昨年末そのトランクピストン型9UET 44/55型2基を完成した。本機関は世界の最高水準を遙かに凌いだ高性能のものであつて、これが目的達成には数多くの技術的困難が横たわつていたが、当社の技術陣はよくこれ等を完全に克服して完成を見た。

本機関は防衛艦警備艦に装備される主機関で、2臺とも厳重な陸上公試運転の上、30年12月20日引渡しを完了した。

茲に本機関の概略を紹介しよう。

2. 三菱長崎ディーゼル機関 UET44/55 型とは

1) 生 立 ち

本機関の開発は戦前昭和15年に排気ターボチャージャ付2サイクル過給機関の研究に志した當時から多年に亘る宿望の一つであつた。昭和27年初めより當長崎造船所において古賀副所長主催の下に屢々開催された艦艇計畫に関する研究会（K作業研究会と呼稱）において、1,000噸級の警備艦に適當な主機関としてのディーゼル・エンジンを計畫しはじめたことにより急速に具體化された。

小型、軽量、大出力でありしかも巡航時は非常な低出力に使用されるという条件のため、幾度か仕様並に構造上の計畫變更を経てその基礎計畫の確立をみたのが昭和28年4月であつた。その後機関各部の計畫を進め昭和28年11月計畫を終え、同年末より詳細設計に着手した。これがたまたま防衛艦より昭和28年度乙型警備艦主機関として6,000馬力機関の要望に一致し、昭和29年11月2臺の注文を受けた次第である。製作は昭和29年初頭より開始し昭和30年2月組立を完了陸上運転に入り、種々性能改善を行いつつ調整運転を行い、昭和

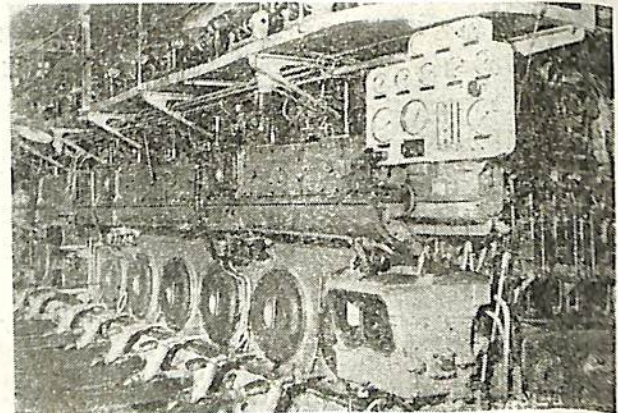
30年11月14日より公試運転を開始し、110%1時間の過負荷運転を含め100%以上時間の連続耐久力運転を施行し公試運転の全項目をいずれも優秀な成績を以つて完了した。引續き解放検査の後確認運転も無事終了し12月20日神戸川崎重工 岸壁において防衛艦に引渡し納入を完了した。

2) 要目並びに外型寸法

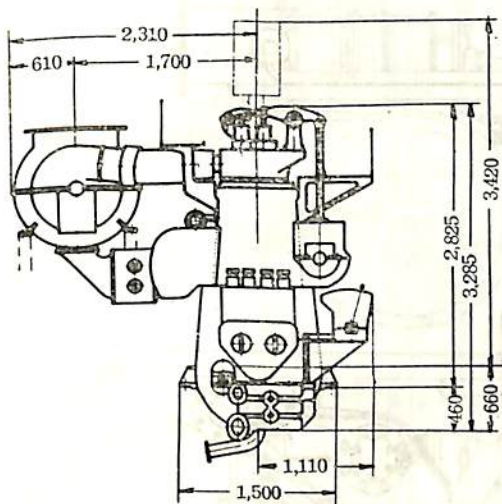
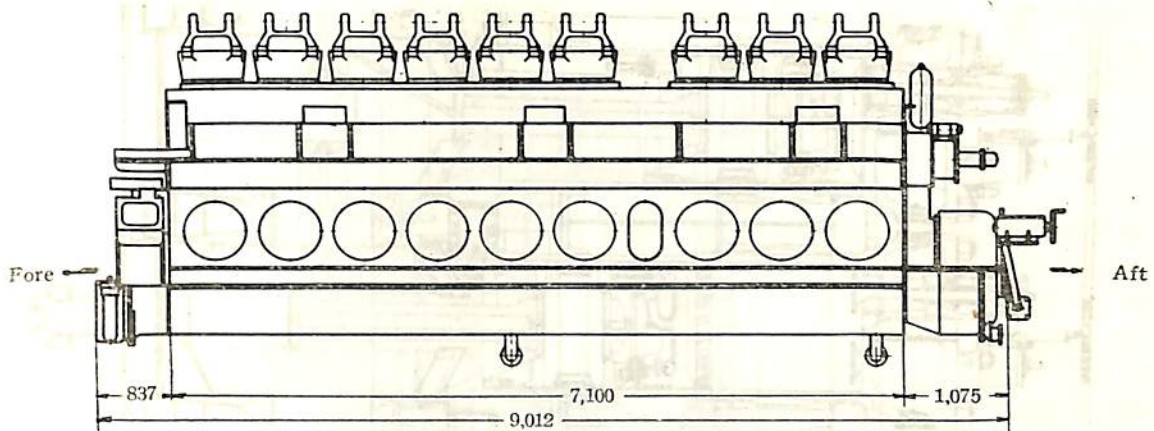
本機の要目を第1表に、外型寸法を第1圖に示す。

第 1 表

呼 稱	三菱長崎ディーゼル機関 9 UET 44/55 型		
型 式	軸流掃氣式排気ターボチャージャ付 2サイクル単働 トランクピストン型	小型實 験機関	同 左
氣 筒 數	9		3
氣 筒 徑	m/m 440		220
行 程	m/m 550		350
正 味 馬 力	6,000		404
毎 分 回 轉 數	380		480
1 氣 筒 當 り 馬 力	666.7		134.7
平均ピストン速度	m/e 6.97		5.6
正味平均有効壓力	kg/cm ² 9.44		9.49
氣筒内最高壓力	” 75		81.2
全長(クラッチを含む)	m/m 9,437		3,733
クランク軸心上高さ	m/m 2,590		1,820
全 高	m/m 3,285		2,390
ピストン引拔高さ	m/m 3,420		2,115
臺 板 幅	m/m 1,500		1,075
重量 ton (クラッチを含む)	約 66		約 8



100%ロードで100時間連続運転中の9UET機関



第1圖 9 UET 44/55型機關外形寸法

3. 本機の特徴

1) 構造

本機の架構臺板は分割せず一體型でかつ9氣筒分一體の鋼板熔接構造を採用しているので、本機は正味馬力當り11kg、という非常に輕量であるにもかかわらず機關の剛性が極めて大となつてゐる。すなわち陸上運轉における機關の振動は極めて微少で、その強度と剛さの點で充分であることを立証した。

2) 掃排氣型式

掃氣の型式は掃氣効率がよく、かつ排氣ターボチャージャー付過給を有効に行い得る排氣弁付軸流掃氣型式を採用し、掃氣孔の形狀並びに排氣弁に特別な考慮を拂つてゐる。

(ア) 掃氣効率が良好であるのでシリンダ内の空氣純

度が高くなり、かつ適當な旋回を興えているので、正味平均有効壓力 9.44kg/cm^2 においても、燃焼良好で無煙の状態である。

(イ) 特別な配置をした3個の排氣弁を裝備しているのでその開口面積が大きく、排氣エネルギーを高度に利用し得るとともに掃除作用にも有利である。

3) 燃料噴射系統

燃料噴射系統は當所、M.S型およびUEC型機關で優秀な成績を収めた特殊の蓄壓式すなわち燃料ポンプと燃料弁との間に蓄壓器と管制弁を備えたものを採用している。この型式の特徴は

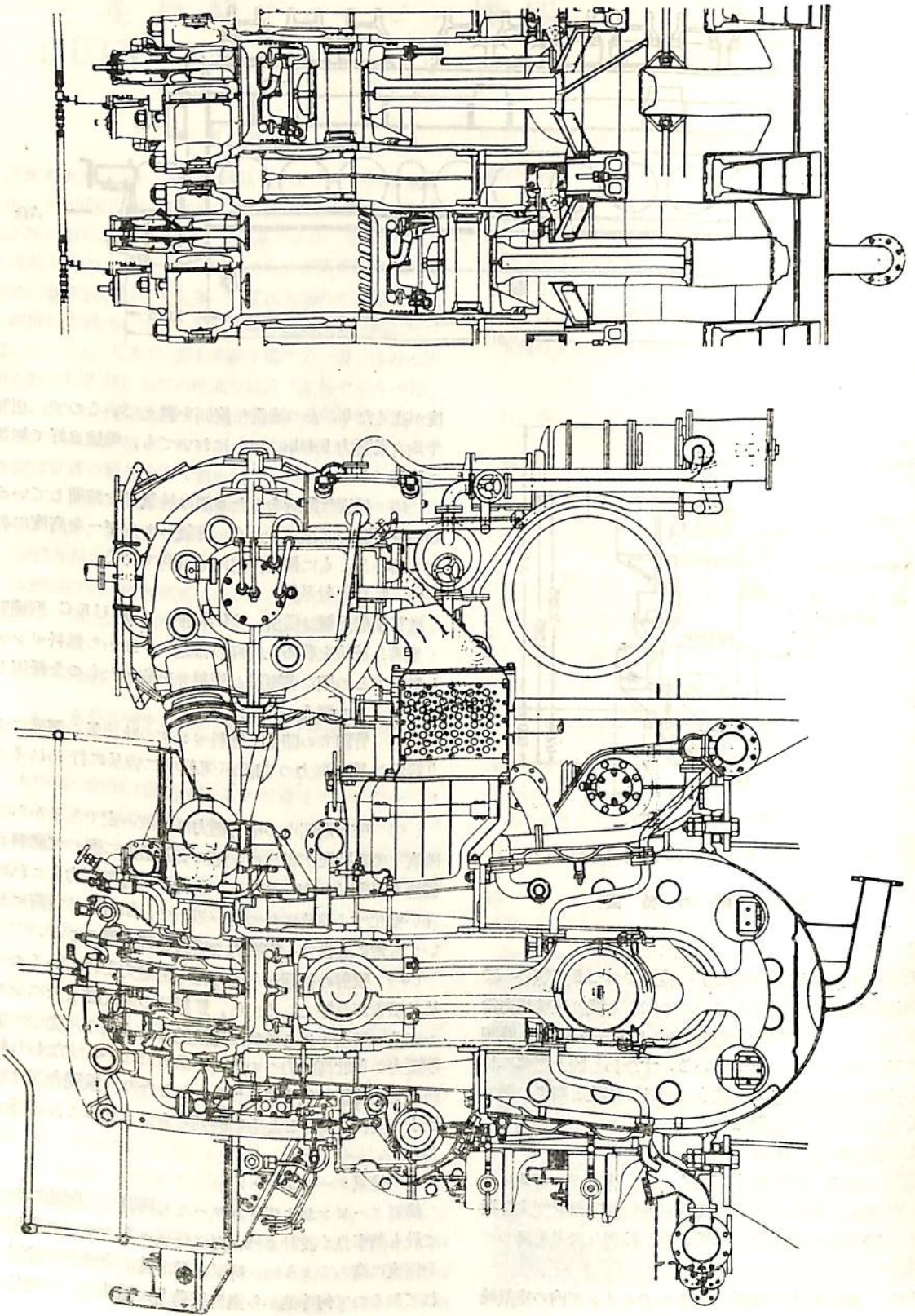
(ア) 管制弁の開度と燃料ポンプの吐出量の調節により適當な噴射壓力の調節が運轉中に容易に行われること。

(イ) 噴射期間中の噴射壓力はほぼ一定であるから、確實な噴霧狀況が得られ、更に噴射壓力に應じて燃料弁發條も自動的に調節せられ、燃料弁の啓開壓力もこれに伴い變化する構造になつてゐるので、如何なる負荷においても常に適當な一定壓力で噴射を行い得ること。

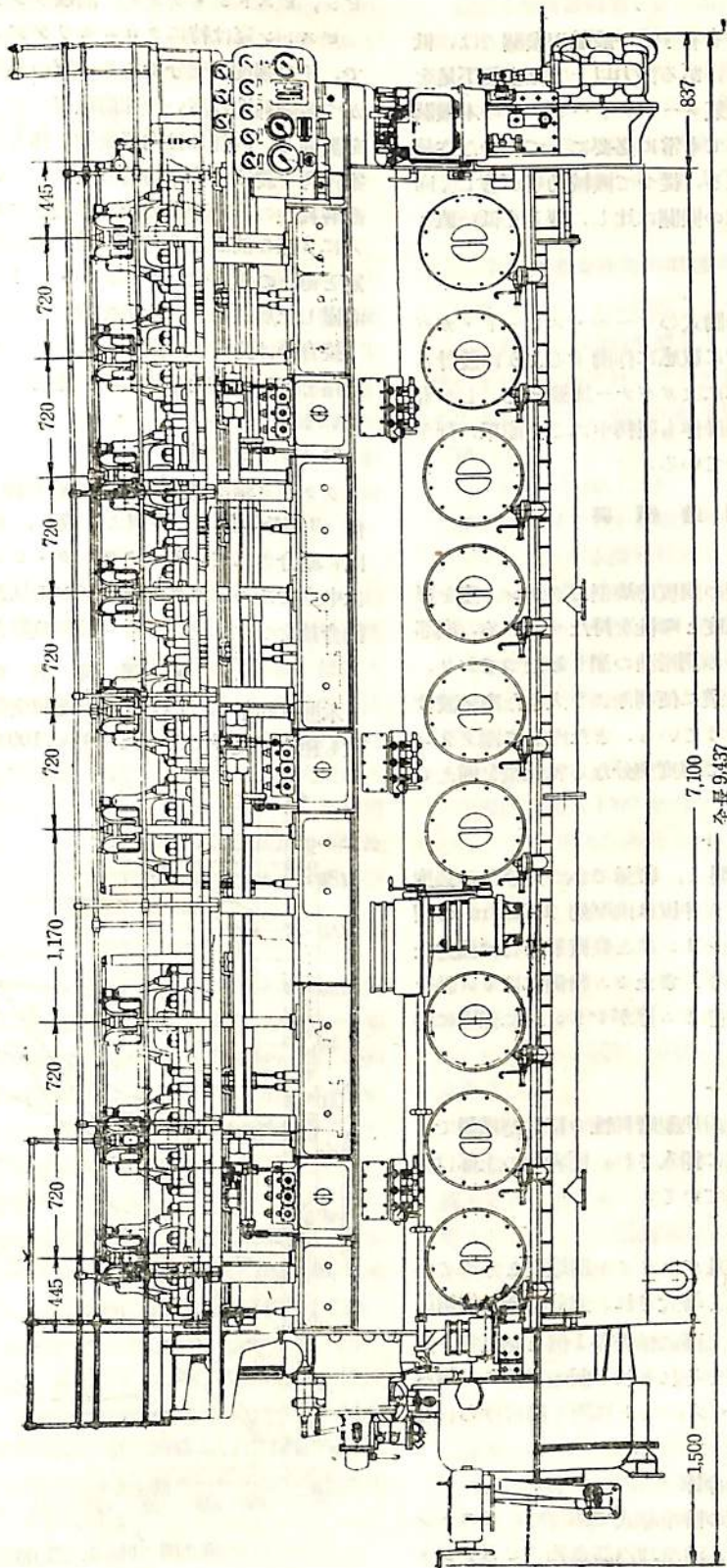
(ウ) 噴射の初期から充分な噴射壓力を得ているので終始噴霧が良好であるから、燃料油の着火點までにシリンダ内に噴射される燃料が比較的少なくなり、従つて壓縮壓力から最高壓力への上昇が急激でない。すなわち最高壓力を比較的安く得られることとなり、機關各部は強度上安全性を増すと同時に磨耗も少なくなること、等である。

4) 排氣ターボチャージャー

排氣タービンおよびブロワーとも機關との關連において最も効率よく設計され、更に排氣エネルギーの利用率を極度に高めるように、排氣系統が特に合理的に設計されておるので何等他から過給用動力の補助なしに充分な



第 2 圖 9 U E T 44/55 型 機 膠 斷 面 圖



第 3 圖 9 U E T 44/55 型 機 關 外 觀 圖

過給が行われる。

機関直結の掃除ポンプを有する一般船用機関では、低出力では空気過剰を生じ、ある出力以上では空気不足を來たすものであるが、排氣ターボチャージャー付の本機関では如何なる負荷においても常に必要にして充分な空気量を供給することが出来る。従つて機械効率が著しく向上し、燃料消費量も在來の機関に比し、著しく低い値となる。

5) 調速機

本機の調速機は油壓作動式のオール・スピード・ガバナーで、その作動は非常に敏感に作動するように設計されているので、通常運轉にはガバナー操縦とし、しかも手操縦とする場合の切換操作も運轉中にごく簡単に行うことが出来るようになってゐる。

4. 構造概要

1) 臺板架構

臺板架構は9筒一體型の鋼板溶接型でクランク室を形成しており、充分なる強度と剛性を持たせている。底部は油受けとなり運動部分の潤滑油の溜りとなつており、クランク室の両側には作業に便利なよう大きな窓を設けて、軽合金製の覆を取付けている。また内部にはクランクを支えるために各筒間に強度充分なる軸受臺を備えている。

2) シリンダ・ジャケット

9筒分一體の鋼板溶接製で、軽量でかつ充分なる強度と剛性を持たせ特に上部天井板は肉厚約100mmの鋼板削り出しにしている。シリンダと臺板架構とは強力なタイボルトで締付けてあり、またカム軸側にはカム軸を支えるために鋼板製の下部カム管がシリンダに強固に溶接されている。

3) シリンダ・ライナー

シリンダ・ライナーは耐熱耐磨耗性の特殊鑄鐵製で、シリンダ・ジャケット内に挿入され、兩者間の上部は清水で冷却するようになってゐる。

4) シリンダ蓋

シリンダ蓋は特に、特殊ダクタイル鑄鐵製となつてゐるので、その強度は著しく増大され、充分安全に使用出来る。シリンダ蓋はその上面に燃料弁1個と排氣弁3個並びに安全弁、指壓器弁をそれぞれ1個宛を持ち、銅パッキンを挟んでシリンダ・ジャケットに固く締付けられている。

5) ピストンおよび接合棒

ピストンはトランク型の油冷却式であつて、ピストン冠、ピストン袴より成り、油冷却内部金物、ピストン・

ビン、ピストン・リング、油掻きリング等を備えている。

ピストン冠は特にクロムモリブデン鋼製としてゐるので、その強度は充分である。冠の外周には強度大にしてかつ耐磨耗性の高い特殊鑄鐵製のピストン・リング5個を装備し、内部には内部金物を挿入し、その上面は油の案内溝を設けて冷却効果を大にしている。ピストン袴は耐磨耗性の特殊鑄鐵製で、中央部にピストン・ビン、下方に2條の油掻きリングを備えている。一方、ピストン冠と袴との外周は、シリンダ・ライナーとの磨付防止を考慮した形状並びに仕上を施している。

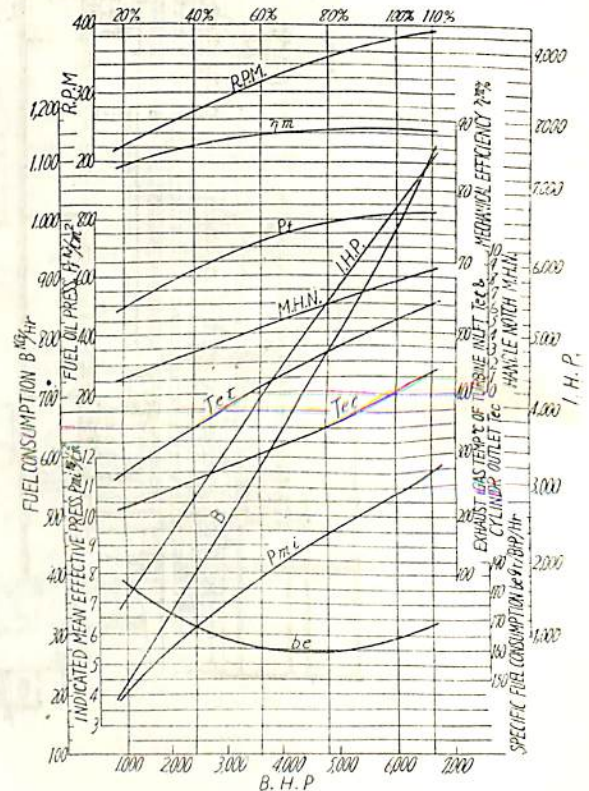
接合棒は良質鍛鋼製で、ピストン・ビン部への潤滑油通路を持ち、軸受部は上部下部ともに白色合金を使用している。

6) クランク軸

クランク軸は良質鍛鋼製で船首側(6筒分一體)船尾側(3筒分一體)の2個より成り、兩者はボルトにて強固に結合されている。クランク・ビンおよびジャーナルは中空である。クランク・ビンの反對側には削り出しの釣合錘をつけ、機関平衡を特に良好ならしめている。

5. 運轉成績

本機は昨年12月11日陸上運轉全部を終了し、その成績も極めて良好であつた。特に100%負荷に引続き110



第4圖 陸上運轉成績

過負荷1時間計100時間の連続運転も何等不安なく終えたことは、本機が耐久性においても極めて優秀であることを立証した。第4圖に陸上運転成績を示す。

6. 本機誕生までの基礎研究

本機開発に資した基礎研究並びにそれ等を総合して試作研究した小型、大型過給実験機関について述べる。

1) U T 機関の製作によりその基が築かれた。

戦前より2サイクル過給機関としては軸流掃気式の方が有利であるのでその製作に努力しつつあつたが終戦後は先ず漁船用機関として軸流掃気式2サイクル機関UT 22/35型を開発し、引續き關西汽船の別府航路旅客船主機関としてUT 35/55型を製作し、更に大型貨物船用ダイナモ・エンジンとして22/40型を多量に生産したがこれらUT型機関製作とともにその基礎の上に新しい研究を重ねて行かれた。

2) 基礎研究

シリンダ内各部の最良の空気分布並びに最良の掃気効率を興える掃気法の研究、シリンダ・カバー内排気通路の最適のものを見出すための排気通路模型試験、排気タービン設計資料を求めべく3UT 22/35型機関(後述)による排気エネルギー測定試験、遠心送風機性能向上を目指す基礎性能試験、排気タービンの効率向上のため、羽根の風脈翼列試験、實物ターボチャージャを使用してのプロアー並びにタービンの單獨性能試験等を実施して基礎理論と對比しつつ高性能達成のための検討が続けられた。

3) 小型実験機関による研究(その一)

前述の3UT 22/35型機関に新しく設計された排気ターボチャージャを装備して、機関と排気タービンの総合運転を行い両者の関連を追求し、出力においては55%増大し、正味平均有効圧力は 5.01kg/cm^2 から 7.84kg/cm^2 に上昇し得たことはUE型機関の可能性を確認した第一歩といえる。

4) 大型試作機関による研究

小型過給実験機の成果に更に一步進めて筒徑720mm、行程1250mm、3氣筒の大型過給試作機関3UEC 72 125型を製作し、120rpm、正味平均有効圧力 7.58kg/cm^2 で5700制動馬力を出した。これによりUEC 75、150型標準機関の誕生を見、本試作機関により出力上昇の試験を行い、正味平均有効圧力 9.1kg/cm^2 4455制動馬力までの運転を行い、更に機関としては餘力あることを確めたことは高出力過給機関9UE T型の開発の可能性を示したものである。

5) 小型実験機関による研究(その二)

前記小型実験機関を更に改造して、9UE T機関の基礎研究として、燃料系統並びに掃排氣系統に対する性能確認試験を行い、9UE T機関に先立ち正味平均有効圧力 9.44kg/cm^2 を充分出し得ることを確認するとともに、この高過給、高出力を達成するために必要な調整事項を見出しつつこれを本9UE T機関に一つ一つ適用して成功に導いた。

7 重要な技術的問題はかくして解決された

本機は2サイクル機関としては特に高過給、高出力でしかも軽量、小容積を要求されるため、性能、強度、機構いずれの分野においても容易な設計が許されず全般的に苦しかつたが、特に困難を感じた技術的諸問題について述べよう。

1) Pmeが高いこと

狭い燃焼室でしかも短い時間に多量の燃料を完全に燃焼させることが本機関最大の問題で主機関とターボチャージャとを組合せた場合、兩者の最良条件を見出すため掃排氣系統、燃料系統、燃焼室の形状等系統的に變化し、比較試験を行いつつ最終条件を決定した。これらの改善により、當初高かつた排氣温度も逐次低下し燃焼も完全無煙となつた。

2) 巡航と全力の出力が著しくかけ離れていること

本機は通常は1000馬力以下の巡航速力で航海し特別の時は6000馬力を必要とし、いずれの場合も良好な燃焼が得られねばならない。すなわち出力の著しく異なる範圍内に充分な性能を実現することは相當困難を伴うことで高出力時の性能を良くすれば、低力時がある程度犠牲とならざるを得ない。特に掃排氣系統および燃料系統においては低力時の所期の性能を保ちつつ高力時の改善を行うべく次々に設計、改造の上調整運転によつてこれを克服された。

3) 掃排氣系統の改善

排氣タービンの出力を増し、プロアーの所要動力を軽減するにはまずガスおよび空気を流れ易くすることが肝要である。そこで掃氣並びに排氣管等全通路に亘りこれを逐次擴大することにより、空氣量を増大して燃焼を改善し排氣温度を下げて行つた。すなわち

- ア) 掃氣溜容量の擴大。
- イ) 掃氣溜よりシリンダ空氣室への空氣入口孔の擴大。
- ウ) シリンダ・ライナー掃氣ポートの高さ増大。
- エ) 排氣カムの開き角度の擴大。これは數回に亘つて行われ最良のものを選定した。
- オ) タービン・ノズルの入口角度の増大。

か) 排気管の拡大、等

これらの改造はその効果を確認しながら漸進的に進めて行きいずれも著しい効果を見た。

4) シリンダ・ライナーとピストンの焼付き

高出力トランク・ピストン型として、シリンダ・ライナーとピストンの焼付きは最高圧力も筒内温度も高いので当然この問題につき豫期していたので、まず工作加工上の改善により萬全を期していたが、高負荷においてピストン側面のガスの吹抜け現象に遭遇して運転は屢々中断されることが起つたが、これに對してはシリンダ・ライナーとピストン・スカートの内外面の完全な仕上とともに特殊型のピストン・リングを採用することにより完全に解決され、耐久力公試も好成績に完了した。

5) 排気弁の異常運動

排気カムは性能に對する必要上から充分な排気時間面積を取る關係上排気弁發條力に不足を生じ弁の閉鎖時に飛び上り現象が起り、性能も亂れを來し易いので豫め計算上の慣性力より遙かに強い發條力を與えていたが運転の結果更にこれを強める必要を知り改造の結果この問題も解消し、圓滑な運動とともに満足な機關性能を得られるに到つた。

8. 調整運転中のことども

機關の掃排気系統については計畫時は低力に對する性能の安定を目指し、絞りの大きい状態から出發したので調整運転の初期は空氣量が不足して排気温度も高く燃焼も不良であつた。

これを逐次その通路を擴げる方向に調整を行い逐次運転で確めつつ改善して行つた。このため前述のように、掃氣溜、空氣冷却器、シリンダ・ライナー掃氣ポート、排気管、排気カム等次々と製作、取替、運転を繰返したので、全期間を通じてこの作業者の敢斗は文字通り晝夜兼行の連続であつた。昭和30年2月に起動して以來公試終了まで約9ヶ月間この間の主要なることがらを日程順に回顧して見よう。8月に入つて補助プロアーで豫壓して正味平均有効壓力を全力時の 9.44kg/cm^2 を出し、引續き同じく補助プロアーを使用して6筒運転にて100%負荷相當運転を行つた。8月下旬にはまず補助プロアーを使用して全筒にて100%負荷運転、次に補助プロアーなしで同じく100%負荷運転を行つた。

この時期の運転は未だ燃焼も不充分で排気温度も高かつたが、とにかく全力運転が實現され、早期完成への士氣を鼓舞する原動力となつた。

9月中旬には最終のカム第4案等が完成したので、これの取替工事を中心とした改造工事を實施して、いよいよ

最終の調整運転に入つた。

9月10月の運転は高負荷運転であつたのでピストン・ライナー間のガスの吹抜けに基づくシリンダ・ライナーの焼損問題に執拗になやまされたが、これに對しても種々對策の結果極めて満足な解決が得られ同時に燃焼も改善されて無量となつた。

11月初め全力6時間連続および110%過負荷の確認運転を好成績に終り長期に亘る調整運転は完全に終止符を打たれた。

この調整運転が好成績に完了し得たのはわが社の總力を最も調和せる結果によつてなされたことは言を俟たないが、防衛廳關係者各位の深い理解と指導、協力の賜であつて、ここに深甚の感謝を奉げる次第である。

9. 外國雜誌はかく批判した

モーター・シップは昨年その9月號で本機關について次のような批判を行つた。すなわち "A New Turbo-charged Engine" の標題のもとに、まず本機關の性能を掲げ、次に "To develop 6,000b.h.p. the m.e.p. is 9.44kg. per sq. cm. and the m.i.p. 10.70kg. per sq. cm. Which seems to indicate that the rating is very high. In view of the fact that the engine is of a new type this represents a surprising degree of optimism on the part of builders." すなわちかかる高性能の機關は實現不可能に近いと論じている。

10. む す び

大型クロス・ヘッド型としては調期的UEC型機關を生み引續き中型トランク・ピストン型として高出力の本UET型機關を誕生させて斯界の要望に答え得たことは誠に悦びに堪えない。

これが世界ディーゼル機關の水準を高めわが國の技術的地歩を諸外國に知らしめる端緒とならば幸である。

前述のモーター・シップの論はこれを裏書きしているともいえよう。われわれはこれを基に更に一段の進展を目指して努力する覚悟である。

× × × ×

× × × ×

潜水艦耐圧船殻の壓壊強度に對する非破壊試験法について

鬼頭史城
慶應義塾大學教授

1. 緒言

著者は昭和13年頃以來潜水艦の耐壓船殻に對する壓壊強度に關し、多少の理論的研究を行つてきたり、戦後はこの種の問題には出合なかつたが、水力發電所の水壓鐵管の振動に關する研究¹⁾、その他水壓容器の強度に對する調査などを行つてきた。その場合には圓筒殻の弾性學的研究もさることながら、圓筒殻の内部または外部に流體が満たされている場合に對する研究を痛感し、逐次その理論的研究を行つてその成果を發表したのである²⁾。

さてこのような圓筒殻の水中振動という問題に最も關連の深いのは何といつても造船學、しかも潜水艦の耐壓船殻に對する問題である。もつとも航空學上にはこういつたこと柄は全然縁のないものと考えていたところ、最近の外國雜誌をみると航空機胴體を水中に没し、水壓下における強度試験を行うということも報告されている³⁾。それ故薄肉圓筒殻の水中振動および耐壓壊強度ということは、その目的は別にあるにもせよ、航空機の分野にも關係のある問題なのである。

さて著者は最近に、薄肉圓筒殻が外(または内)壓力を受けつつあると同時に軸方向に壓縮(または引張り)力をも受けつつあるとき、その外(または内)部が流體で満たされていればどんな振動をするかと言う問題を研究する必要を感じ、その理論的研究の結果を發表した。これに關連して考えられるのが潜水艦の耐壓船殻に對する壓壊強度の問題である。普通にはその模型試験は、模型の圓筒殻を水槽中に取り付け、水槽の水壓を上昇させて遂に壓壊するところまで見とどけることによつて行われる。しかしそれがためには數多くの模型圓筒殻を潰してしまわねばならない。もちろんある數量だけのものは潰してみれば結論が出ないが、少くとも潰す模型の個數を出來だけ減らせないかとの問題がおこる。

弾性安定論の教えるところによれば、圓筒殻に外壓を加えるとその固有振動數は低下する。外壓の直を段々に増して、ついに固有振動數が0になつたとすれば、そのときの外壓の値は壓壊に對する限界壓力 p_r を與える筈である。それ故、今外壓を加えつつ圓筒殻の固有振動數を計測していつたとする。そして壓壊のやや手前で實驗を打ち切る。このとき外壓値對固有振動數のグラフを畫き、このグラフを延長して横軸と交わらせれば固有振

動數を0たらしめる外壓、すなわち限界壓力 p_{cr} は圖上から求められるはずである。しかも圓筒殻は潰さなくてもすむ。

同じことが實艦に對しても言える。實際の潜水艦が果してどんな限界壓力をもつているかは、實驗しようとするれば巨大な實驗裝置を要する。比較的實現可能なのは壓壊深度以上の深さの海中に沈没させてみることである。しかしこれでは1隻の實艦に對してデータは1點しか得られない。しかしながらたとえば限界壓力が深度にして120m であるところの潜水艦を、かなりの深度たとえば80m まで潜入させることは可能なはずである。そして各潜入深度毎に耐壓船殻の固有振動數を計測し、深変對固有振動數のグラフを畫いてみれば、それにより實際の限界壓力(深変)というものは出せるはずである。誇張した言い方をすれば潜水艦が潜つているときに、その耐壓船殻をトントンとたたいてみれば安全航行深度が求められるはずである。この場合に潜水艦にはエンジンその他の登載物が積んであるが、それは途中の固有振動數には影響するけれども、限界壓力には殆んど影響しないと思われる。あるいは實動状態における限界壓力が求められると言ふべきであらう。

しかし單に當て推量で議論したのでは何もならない。ところが幸い著者の上記論文⁴⁾の結果を應用すれば理論上もつと具體的なことが言える。以下のこれについて報告する。ただし應用力學としての理論はすべてこの論文⁴⁾にゆずり、本文では實際的數直とその説明だけを行うものとする。

2. 長柱の場合

先ず一番簡單な例として1本の眞直柱の安定と振動との問題を考えてみよう。第1圖は眞直柱(彈性率)を示すものであり、その長さを l とし、兩端に軸方向に P なる壓縮荷重が加えられているものとする。今は單に説明のためにするのであるから、この眞直柱の兩端は單純支持されているものとする。柱の断面は一樣であり、その断面の曲げ剛さを EI 、單位長さ當りの質量を ρ とする。柱の下端から測つた距離を x 、時間を t とすれば、この柱が振動をしていると



第1圖 眞直柱の振動

きの變位 η に対して

$$EI \frac{\partial^4 \eta}{\partial x^4} + P \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} + \rho \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} = 0$$

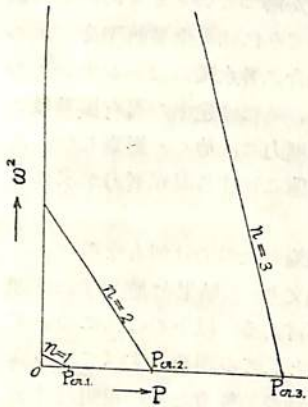
なる偏微分方程式が成立たなくてはならない¹¹⁾。そして両端支持の場合に対する自由振動の角周波数を ω とすれば、 ω は

$$\omega^2 = \frac{1}{\rho} \left(\frac{n\pi}{l} \right)^2 \left[EI \left(\frac{n\pi}{l} \right)^2 - P \right] \dots\dots(1)$$

によつて與えられる。周波数は $f = \omega / (2\pi)$ によつて得られる。公式 (1) において n は振動の節數に關係する定數であり、整數値 $n=1, 2, 3, \dots$ をとるべきものである。第1圖の點線は $n=4$ の場合を表わしている。さて公式 (1) を見ると振動數は曲げ剛さ EI 、柱の長さ l 、質量 ρ ならびに振動の節數 n によつて定まるのであるが、なお荷重 P によつても左右されることが知られる。もし

$$P = EI \left(\frac{n\pi}{l} \right)^2$$

なれば $\omega = 0$ となる。この振動數を0にするような荷重 P が Euler の挫屈荷重とよばれているものである。

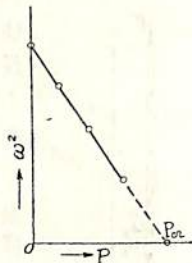


第2圖 眞直柱に対する ω^2 對 P の線圖

普通に Euler の挫屈荷重を求めるのに $n=1$ の場合だけについて計算すればよいのは周知の通りである。この柱の場合においても、もし各荷重に対する角振動數 ω を計測して求めてあつたならば、必ずしも挫屈荷重までもつて行かなくても、直線を延長することによつて (第3圖) P_{cr} は求められる。

すなわち長柱の挫屈荷重に対する非破壊試験ということも少くとも弾性限度内では理論的に成立することが認められるのである。

(1) 式によつて與えられる荷重 P と ω^2 との關係をグラフに示せば第2圖のごとくであり、直線的關係になつている。圖はほぼ寸法に合せて畫いてあるが、これによつても分かるように $n=1$ の場合だけが、かけ離れて小さい値をもつている。

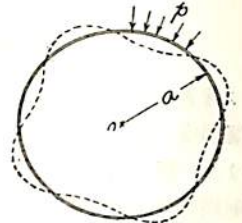


第3圖 P 對 ω^2 曲線から P_{cr} を求めること

3. 圓環の場合

まわりに均等法線的荷重を受けているところの圓環の場合に對しても、柱の場合と同じようなことが言える。

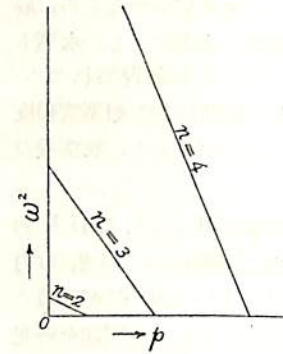
この場合に荷重が法線方向に作用するから、それだけ耐壓船殻の場合に近くなるわけである。第4圖に示すごとく中性線の半徑が a で、曲げ剛性が EI であるところの圓環があるとし、その中性線の法線方向に單位長さ當り p なる大いさの分布荷重が加えられているものとする。この圓環の單位長さ當りの質量を m とすれば、自由振動の角周波數 ω は公式



第4圖 圓環の振動

$$\omega^2 = \frac{n^2(n^2-1)}{m(n^2+1)} \left[\frac{EI}{a^4} (n^2-1) - \frac{p}{a} \right] \dots(2)$$

によつて與えられる。この場合にも前と全く同じであ

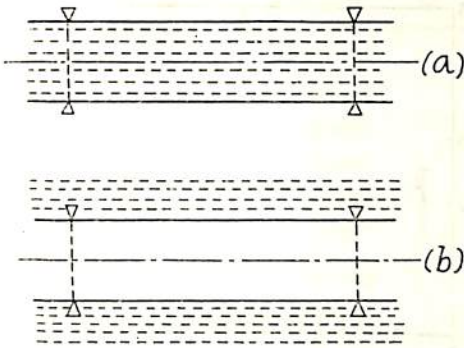


第5圖 圓環に對する ω^2 對 p の線圖

り、 ω^2 と荷重度 p との關係は第5圖に示すごとく直線的關係になる。 n は振動の節數によつて定まるところの整數であり、第4圖の點線は $n=4$ の場合の振動模様を表わしている。第5圖はほぼ寸法に合せて畫いてあり、普通に挫屈の問題を考へるときには、 $n=2$ の場合だけを計算すればよい。

4. 圓筒殼の水中振動の場合

實際の潜水艦の耐壓船殻は、略近的に薄肉弾性圓筒殼と見なされる。圓筒殼の振動や壓壊については今までにかなりよく研究されているから、それによればよいわけである。ところが通常圓筒殼の壓壊實驗は水中で、水壓をかけて行われる。また實際の潜水艦はもちろん水中で振動をする。それ故水中振動を考へなければならぬ。水中振動の場合は空氣中の振動の場合と振動數が全然ちがつたものになる。また閉じた圓筒殼に水壓を加えると圓周方向の壓縮應力を生ずると共に軸方向にも壓縮應力を生ずる。それ故圓周方向および軸方向に壓縮 (または引張) 應力を受けつつある圓筒殼が水中において振動をする場合についての理論を必要とする。著者は最近においてこの問題の理論的究研を行い、これを發表した¹⁰⁾。



第6図 圓筒殻の水中振動

その理論は別とし、結果だけを示せば次のごとくである。いま

- a = 圓筒殻の中性面の半徑
 - 2h = // // 壁の厚さ
 - r = // // 壁材料の比重
 - ε = 水の假性質量を表す係數
 - E = 壁材料の弾性係數 (ヤング率)
 - σ = 壁材料のポアソン比
 - n = 圓周のまわりに生ずるシワの數 (整数)
 - k = 軸方向に生ずるシワの數 (整数)
 - (實用上 k=1 の場合だけを考えることが多い)
 - g = 重力による加速度
 - ω = 振動の角周波數
 - p = 圓筒壁面に加わる法線的壓力
 - P' = 軸方向に加わる單位長さ當りの軸壓縮力
 - μ = 荷重比係數 = P / (pa)
 - α = kπa/l
 - l = 圓筒殻の長さ (徑間)
 - ξ = h² / (3a²)
 - η = 外壓力 p による圓周收縮率
- $$= (1 - \sigma^2) \frac{pa}{2Eh}$$

以上の記號を用いば

$$\omega^2 = \left(\frac{1 - \sigma}{2} \right) (n^2 + \alpha^2)^2 \frac{gE}{(1 - \sigma^2)ra^2} \times \frac{f(n, \alpha) - \eta(n^2 - 1 + \mu\alpha^2)}{(L + M\xi + N\eta) + \varepsilon(R + S\xi + T\eta)} \quad \dots\dots(3)$$

となる。ただし

$$f(n, \alpha) = \frac{(1 - \sigma^2)\alpha^4}{(n^2 + \alpha^2)^2} + \xi \left\{ (n^2 + \alpha^2)^2 - \frac{n^4(2n^2 - 1)}{(n^2 + \alpha^2)^2} \right\}$$

とおいてある。なお係數 L, M, ……T は次のごとき値をもっている。

$$L = \left(\frac{1 - \sigma}{2} \right) n^4 L_1$$

$$= (1 - \sigma) \left[\frac{1}{2} n^2, n^2 + 1 \right] + \alpha^2 n^2$$

$$+ \frac{1}{2} \alpha^4 + \frac{3 + 2\sigma}{2} \alpha^2$$

$$M = \left(\frac{3 - \sigma}{2} \right) n^4 L_1$$

$$= \frac{3 - \sigma}{2} (\alpha^2 + n^2)^3 + n^2 + \frac{3(1 - \sigma)}{2} \alpha^2$$

$$+ \frac{3(1 - \sigma)}{2} \alpha^4 + \frac{1 - \sigma}{2} n^4 + \frac{3 - 4\sigma + 3\sigma^2}{2} \alpha^2 n^2$$

$$- N = \left(\frac{1 - \sigma}{2} \right) n^4 (N_1 + \mu N_2)$$

$$= - \left\{ \frac{3(1 - \sigma)}{2} - \mu \right\} \alpha^2 + \mu \frac{5 - \sigma}{2} \alpha^4$$

$$+ \{ 2 + (1 - \sigma)\mu \} \alpha^2 n^2$$

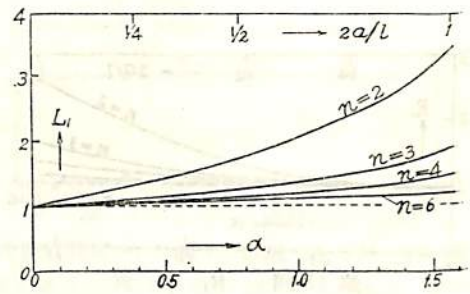
$$+ \frac{1 - \sigma}{2} n^2 (n^2 - 1) + n^2$$

$$R = \frac{1 - \sigma}{2} (n^2 + \alpha^2)^2 = \left(\frac{1 - \sigma}{2} \right) n^4 R_1$$

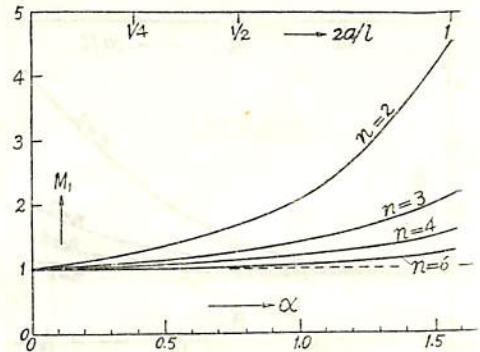
$$S = \left(\frac{1 - \sigma}{2} \right) n^4 S_1 = \frac{3(1 - \sigma)}{2} \alpha^4 + \frac{1 - \sigma}{2} n^4$$

$$+ \left\{ \frac{3}{4} (1 - \sigma)^2 + 1 - \frac{1 - \sigma^2}{4} \right\} \alpha^2 n^2$$

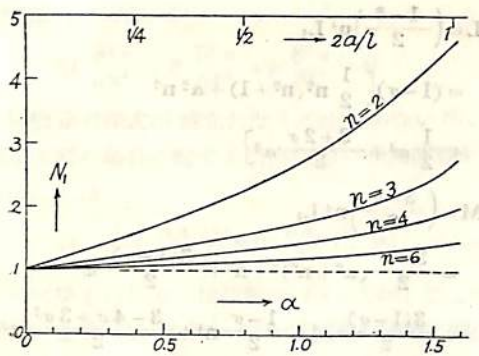
$$- T = \left(\frac{1 - \sigma}{2} \right) n^4 T_2 \mu = \mu \alpha^4 + \frac{3 + \sigma}{2} \mu \alpha^2 n^2$$



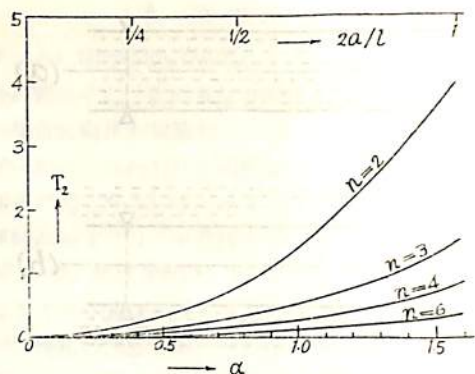
第7図 L₁ の値



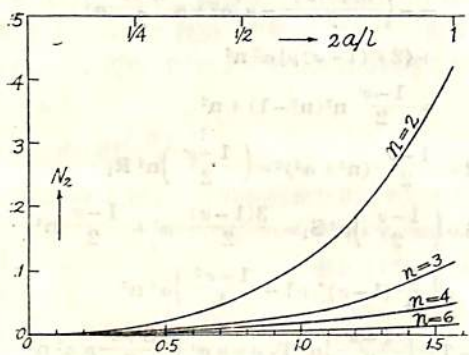
第8図 M₁ の値



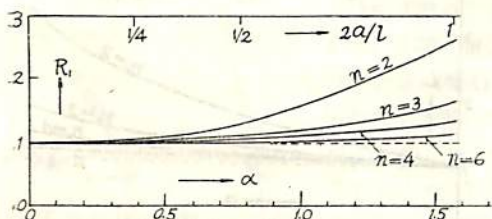
第9圖 N_1 の値



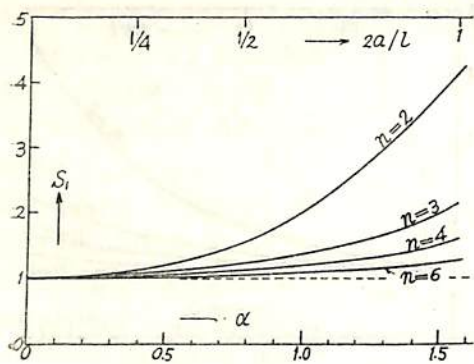
第13圖 T_2 の値



第10圖 N_2 の値



第11圖 R_1 の値



第12圖 S_1 の値

このように非常に複雑な公式となるのであるが、係数 L_1, M_1, \dots を計算してグラフにしたものを第7圖ないし第13圖に示しておいたから、大した計算を行う必要はない。潜水艦のごとく水中に全没している圓筒殻の場合に對しては $\mu=1/2$ である。

なお ε は水の假性質量を表わす係数であるが、著者の理論式²⁾から誘導すれば

$$\varepsilon = \frac{\text{水の比重}}{\text{壁材料の比重}} \times \frac{2a}{2h} \times \frac{1}{n} \times (\beta \text{ または } \beta')$$

となる。ここに β, β' はそれぞれ圓筒殻の内部または外部に水のある場合に對する係数であつて、1に近い値をもっている。略近算としては β または β' を1とつてもよい。 β, β' は Bessel 關數によつて表わされるものであるが、その値を計算すれば第1表のごとくなる。

表中において α は $\alpha = \pi a/l$ を意味する。

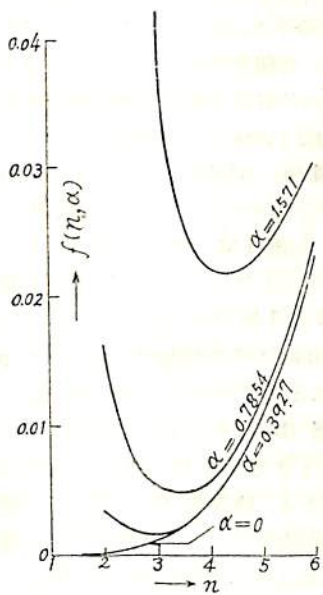
5. 圓筒殻の水中振動に對する數直例

上の公式 (3) を見ると非常に複雑なようであるが、これから求めたところの角周波數 ω の自乗 ω^2 と水壓 p との関係は實用上殆んど直線になる。ただし公式 (3) において水壓 p は圓周收縮率 η を通じて現われており、分母における N, T が比較的影響が少いのでそのようなことが言えるのである。この點を具體的な數直例について説明しよう。

今ここに數直例として $E=2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2, \sigma=0.30$ なる材質 (軟鋼) でできた板をもつて圓筒殻が作られてあるものとし、その壁の厚さは $2h=1.5 \text{ cm}$ としよう。圓筒殻の平均直徑を 2m , 即ち $a=1\text{m}$, としよう。この場合には $\xi=0.0025$ となつてゐる。そして圓筒殻の長さは $l_1=2\text{m}, l_2=4\text{m}, l_3=8\text{m}$ の3種について検討してみよう。これらの場合に對して α の値は $\alpha_1=1.5703, \alpha_2=0.7854, \alpha_3=0.3927$ となつてゐる。

第1表 係数 β および β' の値

	n	α の値					
		$\alpha=0$	$\alpha=0.4$	$\alpha=0.8$	$\alpha=1.2$	$\alpha=1.6$	$\alpha=2.0$
内部に水のある場合 β	2	1.0000	0.9967	0.9870	0.9732	0.9500	0.9245
	3	1.0000	0.9984	0.9933	0.9852	0.9742	0.9605
	4	1.0000	0.9992	0.9960	0.9912	0.9843	0.9758
	5	1.0000	0.9993	0.9973	0.9940	0.9895	0.9837
	6	1.0000	0.9995	0.9981	0.9957	0.9925	0.9883
	7	1.000	0.9996	0.9986	0.9968	0.9944	0.9912
	8	1.0000	0.9997	0.9989	0.9975	0.9956	0.9931
	9	1.0000	0.9998	0.9991	0.9980	0.9965	0.9945
	10	1.0000	0.9998	0.9993	0.9984	0.9971	0.9955
	外部に水のある場合 β'	2	1.0000	0.9904	0.9730	0.9290	0.8875
3		1.0000	0.9966	0.9858	0.9726	0.9524	0.9292
4		1.0000	0.9984	0.9932	0.9856	0.9746	0.9614
5		1.0000	0.9990	0.9960	0.9912	0.9844	0.9761
6		1.0000	0.9993	0.9974	0.9941	0.9895	0.9838
7		1.0000	0.9995	0.9981	0.9958	0.9925	0.9883
8		1.0000	0.9996	0.9986	0.9967	0.9944	0.9912
9		1.0000	0.9997	0.9989	0.9975	0.9956	0.9932



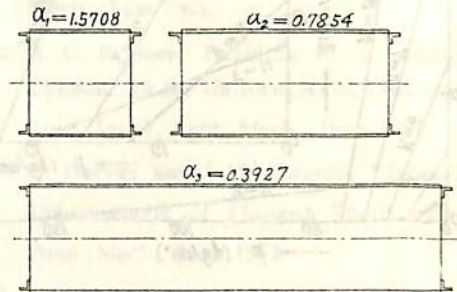
第14図 関数 $f(n, \alpha)$ のグラフ
ただし便宜上横軸は $\lambda \omega^2 \times 10^8$ をとつてあるが、ここに

$$\lambda = (1 - \sigma^2) \frac{r}{gE}$$

であり、現在の問題に対しては $\lambda = 3.714 \times 10^{-12}$ となっているのである。

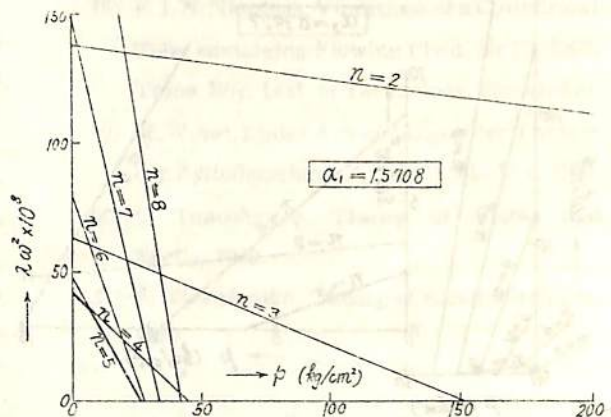
先ずこれらの3つの場合に對して関數値 $f(n, \alpha)$ を計算し、これをグラフに示せば第14圖のごとくである。またこの3種の圓筒殼の寸法割合は第15圖のごとくになっている。

この3種の圓筒殼に對して ω^2 と p (kg/cm²) との關係を計算し、これを圖示すれば第16圖ないし第19圖のごとくなる。

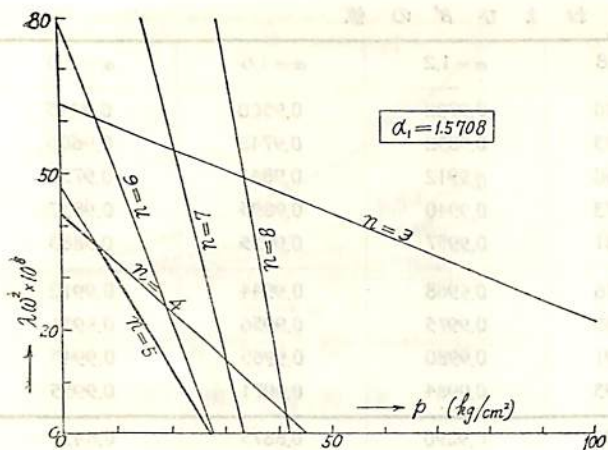


第15圖 計算に用いた圓筒殼の寸法圖

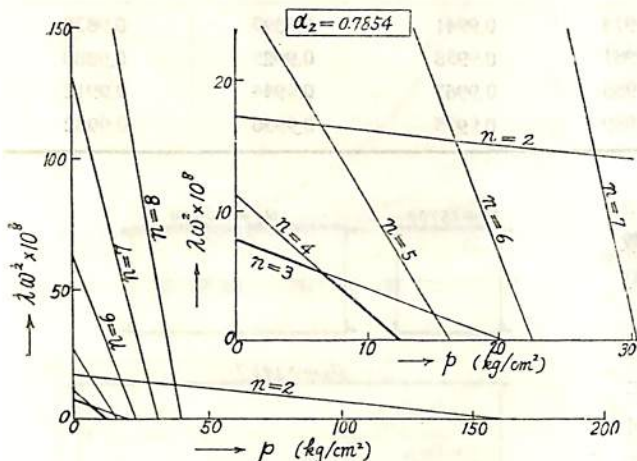
第16圖は圓筒 α_1 に対する線圖であるが、特に原點の附近を擴大したものを第17圖に示してある。第18圖



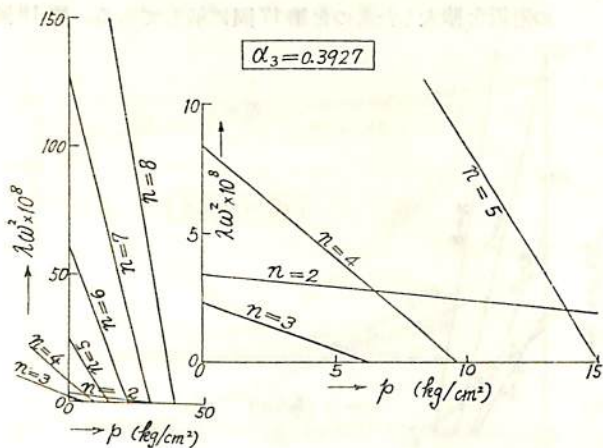
第16圖 圓筒殼 α_1 に対する線圖



第17圖 圓筒殻 α_1 に対する詳細線圖



第18圖 圓筒殻 α_2 に対する線圖



第19圖 圓筒殻 α_3 に対する線圖

は α_3 第19圖は α_3 のそれぞれ圓筒殻に對する線圖である。

これらの線圖をみると次のことが分る。

(イ) シツ數 n をおさえれば $\lambda\omega^2$ と水壓 p との関係は殆んど直線になる。

(ロ) しかし眞直柱や圓環の場合のごとく n の最低値 ($n=2$) がものをいうのではない。 α_3 の場合には $n=3$ が問題になる。 α_1, α_2 の場合には直線がお互いにクロスし合っているから、一直線ではなく折線がきいてくることになる。

實際の潜水艦の場合には α_2 位いのところが問題になるのである。しかしこのような特性を十分に承知していれば、これを應用して耐壓船殼の非破壊試験を行うことは、やはり可能である。

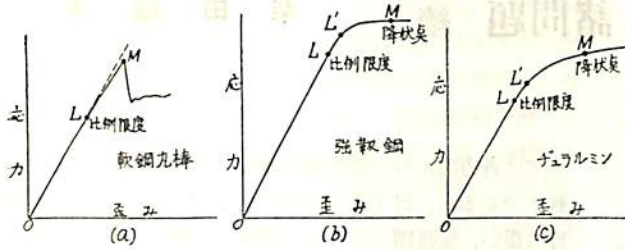
なお上では簡單のために單純な圓筒殻の場合に對し、しかも比例限以内の應力の作用下にある場合だけについて説明したが、實際の潜水艦はそんな簡單なものでない。これに對して次のことが言える。

(a) 比例限度をこえた應力の作用下にある場合軟鋼材等が比例限度をこえたときの應力—歪み曲線はどんなものか、材料力學書にひと通りの説明はしてあつても、本當に分りよい應力—歪み曲線を示してある書物は少ない。皆觀念的に言っているだけのものである。ここでは佐野益太郎氏の測定値⁹⁾を引用したい。第20圖はこれを示すものである。

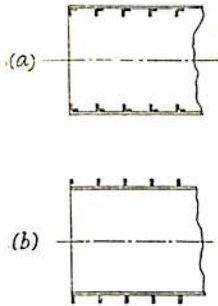
もし材料が第20圖(a)の傾向を示すものであり、應力が LM の部分にはいつていれば弾性係數 E は勾配 OL' でなくて、勾配 LM に対する値 E' をとれば(實用上)さしつかえない。さて公式(3)を見るに式中弾性係數 E は1個はいつているだけである。それ故 ω^2 の代りに $\lambda\omega^2$ を縦軸にとり、また P の代りに η を横軸にとればそれでよいのである。

もし材料が第20圖(b)または(c)の傾向をもつているとする。このときでも點 L' のあたりまでは上と同様のことが言える。降伏點 M の近くでは應力—歪み曲線の彎曲が大きいから、事態はもつと複雑である。しかしこのような材料の場合に ML' の高さは OL' の高さにくらべて少いと、點 M に近い應力値を實際の潜水艦設計に餘り使わない點から、降伏點 M の近くまでを今考える必要はない。

(b) スティフナー(補強材)のある場合 實際の潜水艦の耐壓船殼には、何等かの方法でスティフナー(補強材、肋骨材)がつけられることになるであらう。(第21圖)この場合には公式(3)は修正されなければならない。理論的にはこれは“異方性を



第20圖 各材料に對する應力—歪み曲線



第21圖 肋骨材のある場合

もつた弾性板”でできた圓筒殼の水中振動ということになる。著者の手元でいくらかこの研究を行つてゐるのであるが、數式は別とし、傾向としては上にのべたことと殆んど變りないであろうことは、推察に難くないのである。

(c) 附加荷重の影響 實際の潜水艦にはいろいろ重量物が積んである。その取付け方法の如何によつて耐壓船殼の固有振動數や壓壊壓力に餘り影響のないものもあろうしまた影響のあるものもあるであらう。しかし根本理念は上記のごとくでよいと思われる。それ以上詳しいことは個々の實例についてのべるべきである、ただし普通のいわゆる薄肉圓筒殼の壓壊強度に對する模型試験の場合に對してはこの問題はおこらない。

參 考 文 獻

(A) 直接本文に關係のあるもの

- 1) 徳川, 鬼頭, 彈性的安定原論, 昭15.
- 2) 鬼頭, 水壓鐵管の振動について (日本機械學會論文集, 18卷69號)
- 3) 同上, 同上 第Ⅱ報 (同上, 19卷79號)
- 4) F. Kito, On the Vibration of a Cylindrical Shell, which is filled with Water, (Proc. Fac. Engg., Keio University, Vol. 4, No. 5, 1951, 航空學會誌2卷5號)
- 5) F. Kito, On Vibration of a Cylindrical Shell immersed in Water (Proc. Fac. Engg., Keio University, Vol. 5 No. 17, 1952)
- 6) 鬼頭, 急に均等外壓を加えられる薄肉圓筒殼の變形について, (日本機械學會論文集, 18卷36號)
- 7) 鬼頭, 水壓鐵管の振動に關する實地調査報告 (日本機械學會誌, 昭27, 8月, 55卷403號)
- 8) Water-Pressure Tests on a Britannia Airli-

ner at Farnborough, Engineering, Sept 2, 1955.

- 9) 佐野益太郎, ストレンメータ, 昭15.
- 10) 鬼頭, 組合せ應力を受けつつある圓筒殼の水中振動について, 昭30, 10月日本機械學會講演會で發表, 近日中に同會論文集に掲載の豫定.
- 11) 鬼頭, 靜的並に衝擊荷重を受ける柱圓環等の強度計算に就て, 造船協會雜纂, 昭23年, 270號.

(B) 直接本文に關係はないが參考となるもの

- 12) P. M. Naghdi and J. G. Berry, On the Equation of Motion of Cylindrical Shells. Journ. Appl. Mech., June 1954.
- 13) J. Hoff, Boundary Value Problems of the Thin-walled Circular Cylinder, Journ. Appl. Mech., Dec. 1954.
- 14) H. L. Langhaar, An Invariant Membrane Stress Function for Shells, Journ. Appl. Mech., June 1953.
- 15) A. C. Eringen, Buckling of a Sandwich Cylinder Under Uniform Axial Compressive Load, Journ. Appl. Mech., June 1951.
- 16) G. Horvay and I. M. Clausen, Stress and Deformations of Flanged Shells, Journ. Appl. Mech., June 1954.
- 17) J. C. New, A non Destructive Differential Pressure Test for thin Shells, A. S. M. E., March, 1953.
- 18) F. I. N. Niordson, Vibrations of a Cylindrical Tube containing Flowing Fluid, Nr 73, 1953, Trans. Roy. Inst. of Technology, Stockholm.
- 19) W. Wuest, Einige Anwendungen der Theorie der Zylinderschale, Z. f. A. M. M., Dec. 1954.
- 20) S. Timoshenko, Theory of Plates and Shells, 1940.
- 21) S. Timoshenko, Theory of Elastic Stability, 1936.

× × × ×

(1)

序 文

「物いえば唇さむし、秋の風」

まことこの世の中、一つの發言を爲すにしても、その關連するところ、その影響する所を考慮すれば滅多なことでは物申し得ない。深慮すればする程、黙せざるを得ないわけである。ましてや記録され、後々までも残る書物に表現せんとすれば益々臆せざるを得ない。われ等の經驗する所、餘程慎重な態度で望んでなおかつ多くの場合、ある一面から考えれば結局「沈黙は金」に對し、「雄辯」はせいぜい「銀」位の値打しかないことを知らされるのが落である。一體それでは、われわれは何故かくの如きを知りつつなお書こうとするか。それは「辯證法」などという哲學用語が一般によく使われた時代があつた。對立する矛盾物の統一によつて新しく發展して行くという觀念を表現するこの言葉はそれ自身、論争の如何に大切であるかを示したようなものであつて、實際われわれは屢々反對意見によつてその考えを前進させ得ることを經驗するのである。もとより反對意見や己れの所論に對する批判に對して直ちにこれを受入れることは簡単に出来るものではない。逆説的にいつてもしそのようなことが出来るとすれば、それは最初からその論が明らかでない誤りであるか、全然定まつておらぬからであつて、實際には反對論や批判を受ければなんらかの意味で打撃を受ける。しかし、次の瞬間には既に前進が爲されつつあることを意味する。かような操作は實際には非常な努力を要することであつて、深い掘り下げ、研究の裏づけがあつてのみ行われるので、大切なのはこれなのである。筆者は思う。基礎科學の大きい部分（人文科學部門や自然科學部門）においても同様、工業技術部門においても、そしてどのような小さい範圍の事柄に對しても、もつと表面的な DISCUSSION が活發に、そして FREE になされても良いのではないか。それによつて刺戟され、わが國の工業が廣い範圍にわたつて、大きく前進して行く所があるのではないだろうか？ かように考えればそのような重要な價值のある論争にともなう小さいトラブルは當然われわれお互い、大乘の見地に立つて黙視すべきである、という結論に達するのである。ここに到れば、始めに述べた表現は相對的に變化し、沈黙は鉛にして「雄辯」は轉じて金となるだろう。

とまれ前回の「船舶の配電系統における諸問題」に對

しては各方面からの御批判や御忠告を頂き、誠に感謝の到りであるが、以下論ずる所に對しても何とぞ上述の趣旨に従い、廣範圍の方々から數多くの忌憚なき御意見や御批判をお願いするものである。

そこで筆者は前回（船舶2~3~5月號）に引き續き、船舶の配電系統における諸問題〔續〕として

- (1) 船舶配電の交直流比較に關する餘考
- (2) 電動機單相運轉の問題
- (3) 遮斷器の消弧裝置（吹消裝置）および接點形式と遮斷容量の關係
- (4) 船舶ヒューズの新形式
- (5) 遮斷器およびヒューズの遮斷試驗方式に對する檢討

の5項にわたつて述べることにしたいが、それに先立ちここにこれらはすべて勿論筆者自身の見解であることを述べておく。

(I) 船舶配電の交直流比較に關する餘考

その始め筆者は交直流の比較を論ずるに當り、純經濟的な問題、使用上の問題、および技術的な問題の三つから論ぜねばならぬことを述べたにもかかわらず、筆者の論じた所はやや Initial Cost 的經濟問題に重點を置いて述べ過ぎた感があつた。それは最近の交流化の意味が殆んど技術的な問題よりも純經濟的な理由を強調しつつ流行したが故に、その純理論として經濟的な問題を述べすぎたのであるが、ここではこの缺陷を補足する意味で、主として技術的に未だ述べていなかつた點を追加しつつ説明を進めることにしたいと思う。

(A) 電磁スイッチ

凡そ電動力應用において電磁石程基本的にしてしかも適用範圍の多い重要なものはあるまい。素人考えで廣い意味の電球（真空管なども含めて）以外に電氣を使うものは電磁石であるといつても餘り大きい誤りではなさそうである。そして今述べんとする電磁スイッチの重要部分もまたこの電磁石なのである。

a) われわれは今この交直流電磁石の比較が電氣的に如何に重要な影響を有するものであるかを詳述せねばならない。繼鐵を有する電磁石にあつてその牽引力 P はほぼ磁束密度の二乗に比例すると考えられるが、交流の場合鐵損のため、磁束密度は直流のものより著しく低く取るようにせねばならないので、同一寸法のものにあつ

てもその力は大へん小さくならざるを得ないわけである。しかも単相電磁石にあつて限取線輪なしのものの牽引力は電源周波数の2倍で零と最大との間に變化し、可片動は振動し、噪音を發する。そこで限取線輪を施すと相互磁束間に位相差を生じ、合成力は最小値 P_{min} と最大値 P_{max} となり、この P_{min} が外力より大ならば噪音は消滅するのであるが、この方式は若干面倒な工作を要し電磁石自身の型を大型にするばかりで、上記の鐵損の問題は完全に解決されるものではない。

b) 今上述のように重大な缺陷を有する単相電磁石を用いた交流電磁スイッチにおいてその牽引力の弱さから來る電氣的缺陷を上げると次のようである。すなわち

イ. 牽引力が弱いから、従つて電磁スイッチを開放しようとするように働かしてあるスプリングも直流の電磁スイッチに比較して弱いものを使わねばならず、接點を開放する際の力が弱く、開放速度が極めて鈍いのである。回路遮断器(開閉器)においてその遮断能力に最も影響をおよぼすのは接點の開放速度であつて、その點交流電磁石は遮断容量が劣ると考えられるのである。交流、直流の遮断現象の比較については後述するが、交流の場合それと同電壓の直流と比較して、その回路遮断が著しく容易であるような考えがあるが、これは誤りで、交流にあつてはその開放點によつて相違があり、相當に大きな電弧エネルギーを有し、時によつては直流の場合よりもそのエネルギーが大きい場合も出て來るのである。特に現在用いている船舶の交流方式の特長はその電壓を高めた450V方式において意味があるのであつて、そのように考えればかような弱い開放力の交流電磁石では難しい高電壓回路遮断は具合が悪いのであつて、少し大きい容量のものでは接點の劣化が甚だしくなるのであるが、また籠型電動機起動等に開放などを起した場、大きい電弧のため電弧相互間に短絡現象を起すようなことも起り得るのである。

ロ. 上記のことは電磁スイッチの開放の際におけるトラブルについて述べたのであるが、これは接點閉鎖の際にも問題があるのである。すなわち接點を閉鎖する時、接點にかかる壓力によつてその接點の温度上昇が制限されるのであつて、この壓力が大きい程良いのであるが、この接點にかかる壓力の原動力は上記の電磁石の力であつて、交流の場合弱いから小型の接點では駄目で、相當大型の接點でしかも摺り合せがよく爲された場合にのみ良く、これも少し期間を使つているとその消耗が著しい。特に起動電流の大きい籠型電動機において、起動時間が少し長い場合など(Forced Draft Fanのような起動はその開口の開放狀況に従つて非常に起動時間が大

きい)接點の接觸抵抗によつて熔着を起す場合が生ずるのである。

ハ. 接點の接着力が小さいため、比較的小さい衝擊や振動あるいは接點閉鎖の際に、接點のパタッキを起す。これはその接點の劣化を促進せしめるのに非常に大きいファクターとなり得る。

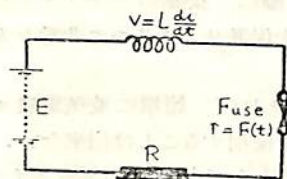
c) 以上のような缺點を考えれば、簡単に交流電磁スイッチにおいて交流電磁石を使用することは出來ない。たとえもし船舶を交流化するとしても、その電磁スイッチの電磁石だけは動作確實な直流電磁石として使用したいものである。しからばその直流電源を如何にして供給するか、問題はそこにある。この場合、電磁スイッチの電磁石のみに對し別の直流電源(電動直流發電機等)から供給することは別箇の電線を要し、非常に不經濟となつて、交流化が標榜する經濟化とは凡そ逆の現象を生じ、問題とならないので結局一つ一つ電磁スイッチに對し、セレン整流器をつけることが要望されるわけであるが、電磁石に對し線間電壓440Vそのままを印加する場合、電磁石のためには變壓器を要しないが、セレン整流器の逆耐電壓を考慮して相當數を直列に使わねばならず、空間の問題やセレンの耐温、耐衝擊、耐振動などの問題を考慮して保守の問題が生じ、厄介である。電磁石に對し110Vに落す場合、一つ變壓器を要し、かつ電流が大となるからセレンは逆耐電壓の考慮は小であつても、若干電流容量を考慮せねばならず、またその他の問題は440Vの場合と同様にある。わが國におけるセレン整流器の製作技術の戦後10年間における進歩は誠に目ざましいものがあり、その逆耐電壓も相當大となつており、特性も向上している點認められるけれども、上記の温度や振動の問題で船舶内に使用する場合、相當に注意を要することで、特に機械室でのこの使用は慎重を期すべきであるように思う。

d) かように順次に考へて來れば、起動器、電磁スイッチは技術的にみてやはり直流方式が良好であるように考えられる。既に前に簡説したように同電壓の交直流の遮断は左程その難易に差があるように考えられない。従つて閉鎖動作の確實な直流起動器に遮断能力の優秀さが考えられ、また(b)(c)に述べたことを綜合して、直流起動器はその電壓を440Vにしても、交流440V起動器よりも都合が良いように考えるのである。

(B) 交流と直流の遮断の難易の問題

“常識”ということが案外實際の事實と離れている場合がある。この交直流の遮断の難易の問題もその一つで、「直流遮断は難しく、交流遮断は容易」などと一元的に考えられる常識傾向があり、電氣技術者の潜在意識

となつている、しかし筆者は必ずしもそうは考えないので、ここに簡単に解説をさせて頂くことにしたい。この問題は船舶配電の交流流を論ずる際、極めて重要な技術的の基本問題となるので、筆者は誠に不本意ながら数式をもつて説明することにする。



第 1 圖

$$E = ir + iR + L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

この回路の平衡式に i を乗ずると

$$i^2 r = Ei - i^2 R - Li \frac{di}{dt} \quad (2)$$

回路抵抗分は遮断装置の非直線抵抗分比し neglect されるから

$$W = \int_{t=0}^{t=t} i^2 r dt = \int_{t=0}^{t=t} Ei dt + \frac{1}{2} Li_s^2 \quad (3)$$

$\int_{t=0}^{t=t} i^2 r dt$ は遮断現象中、遮断装置内の電弧エネルギーと考えられるものであり、それはすなわち回路のインダクタンス中に蓄積されたエネルギーと電弧時間中電源によつて供給されたエネルギーとの Total になる。これによつて直流遮断の場合を考えると、電弧エネルギーはそのインダクタンス L によつて大きくなり、また遮断し始めた時の電流 i_s によつてもそのエネルギーが大となり、ともに遮断を困難とならしめる原因となる。

(3) 式をみると、その右辺第一項は電弧時間中電源によつて供給されるエネルギーであるから、生ずる電弧エネルギーを小さくしよとするためには電減を速かに消滅せしめるようにせねばならない。つまり電弧時間の減少をはからねばならないが、そのためには速かに電弧の冷却作用を起し、(1) 式から考えられるように速かに ir を大とすれば $L \frac{di}{dt}$ の絶対値が大となり、 i の減少が促進されるわけである。 ir すなわち電弧電圧を大としめる方法は遮断器における電弧吹消装置やその他種々あるが、 $L \frac{di}{dt}$ からもみられるように、 L が大きい回路ではそれに相懸して、電弧電圧を大としなければ回路遮断がなれないのであり、また E の大きい回路においてもまた然りなることはいうまでもない。しかし一體、それではこの電弧電圧の上昇はいくら高くなつても良いのか、というにこの点はその回路につらなる電気機器の絶縁と相懸して、むやみにそう高くしてはならないのである。AB や NK にはそのような規格はないけれども、

ロイド規格においてはその制限値をヒューズにおいては 2000V と規定している。これは當然規定されねばならぬものであつて、幾ら遮断装置部分で電弧を遮断し得ても、他の所で絶縁破壊等を起してはなんにもならないのである。そしてこの電弧電圧の問題に關連して、現實の遮断装置(遮断器やヒューズの遮断現象)をみるに、電弧時間の始めから終りまで、ほぼ一樣な電弧電圧を保つのではなく、極小區間において突飛な電圧を出し、他の部分においては若干低くなつている。實際にはこれはその効果から考えれば損であつて、電弧の最大電圧とその遮断効果から相懸的に考えられた有効電弧電圧なる概念が生ずる。これは東大の福田節雄氏が昭和 24 年 8 月 1 日の電氣學會雜誌で述べられているから省略する。

實際問題としての遮断器における電弧吹消装置やヒューズの遮断においても問題となる點が多々あるが、それらは後にゆずり、直流遮断のごく基本的な點について述べたから、次に交流の遮断について若干述べる。

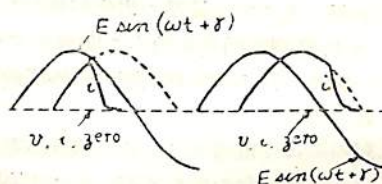
交流の場合 (3) 式は

$$W = \int_{t=0}^{t=t} i E \sin(\omega t + r) dt + \frac{1}{2} Li_s^2 \quad (4)$$

となる。

この (3) 式と (4) 式とを比べると、直流の場合は $\frac{1}{2} Li_s^2$ よりも $\int_{t=0}^{t=t} Ei dt$ だけ必ず大きくなるが、交流の場合は

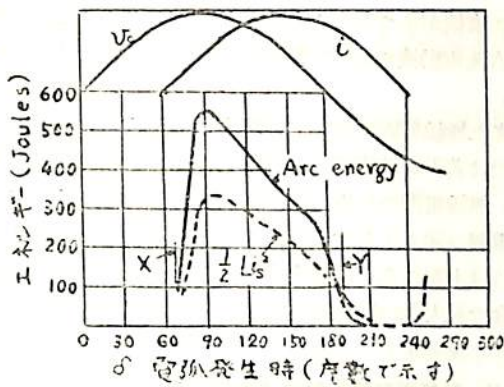
$\int_{t=0}^{t=t} i E \sin(\omega t + r) dt$ が正または負となることによつて $\frac{1}{2} Li_s^2$ よりも大または小となるのである。この二つの現象は第 2 圖によつて説明される。電弧時間中における



第 2 圖

る v と i との符號の同異により $\int_{t=0}^{t=t} i E \sin(\omega t + r) dt$ は正または負となる。

發弧時と電弧エネルギーの關係は例えば第 3 圖のようになり、交流回路にあつてはその發弧時によつて同一回路の回路遮断に非常な難易の差が出て來るのである。 $\frac{1}{2} Li_s^2$ は發弧時の電流 i_s に大いに關係するのであるが、交流回路においてもやはり直流回路と同様、その回路のインダクタンス L はエネルギーの原動力となつて



第 3 圖

いる。従つて、交流回路における力率はその回路遮断の難易に大いに関係するが、交流回路では電流とインダクタンスの大きさがある一定回路電圧の下では相反関係を爲すから、回路長が非常に長い電車線のような直流回路のようにインダクタンスを無制限に難しくするようにはならない、しかしながら、このことは決して低電の船舶配電回路において直流回路の遮断が交流回路よりも難しいという結論には導かれぬ。

交流回路においては上述のようにその發火時の状況によつてその遮断の状況が直流回路のように一定ではないので、数少ない実験によつて遮断の状況を判断してはならない。ともすれば二三回の試験によつて良好な結果を得て直ちに全段を判定し勝ちであつて、それによつて交流は直流よりも容易という結論を出し勝ちであるが、同電圧の交直流の遮断の難易はやはりその回路条件によつてあるいは直流の方が、またあるいは交流の方が困難となるのである。

遮断器とヒューズにおける實際の遮断問題は後に詳述するが、ただ次のようなことが上記の交直の遮断比較からいえるのではないだろうか。それは遮断器やヒューズの遮断試験を行う場合、われわれはなにも遮断試験そのものを楽しんで、運をためしているのではなく、遮断装置の性能を試験するのがその目的で、試験回数も多くするのは回路の条件を異にしてやつてみるためにするのではなく、製作の出来不出来を確率的に検討しようとするのがその目的であるから、一定の状況で一定の結果を生ずる直流電源によつて試験すべきであつて、現在のわが國の種々の遮断装置に関する遮断規格で表面もつもらしく感じられ、實は最も奇妙なのは、直流回路に使用する装置は直流電源で、また交流回路に使用するものは交流電源で遮断試験をするというそのことである。これは實際には上記の論では三相回路のものは仕方ない

が、単相のものは交流も直流も出来るだけ一定条件を規定した直流の電源で行つてその性能を試験すべきだと思ふ。もし交流回路によつて試験をしようとするならばその回数を10回、20回等と非常に多く取らねば判明しないのである。

以上要するに交流回路と直流回路の遮断の難易は決して前者の方が容易であるという結論は出ず、これによつて交流は440Vを使用しても良いが、直流は230Vでなければならぬという理由の一つとはなし得ないのである。

(C) 電動機の起動電流を考慮した電源の大きさの問題

既にこれは前述のことではあるが、交流發電機の容量は電動機の起動電流を考慮して、直流の場合に比し、相当大型を必要とする。現在この大型化を防ぐため大型電動機起動時には發電機2臺を並列運転せしめ、起動後一方を停止せしめる方法をとつたものがある。かよにすれば、確かに發電機容量は小型化されるけれども種々の操作上の不便を來す外、航海中1臺が準備であるという考え方に反し、もし1臺故障した場合、1臺ではStart出来ぬという破目におち入り、これでは航海の安全とも関連する重要な問題となつて來ると思ふ。これは3臺の發電機で航海中2臺で運行する場合でも同様なことがいえる。もつとも發電機3臺方式の是非は機械室の場所とも関連した問題で、これは別に交直流比較とは無関係の問題ある。

最近非常用發電機として航海中に主發電機が故障で電圧降下した場合、自動的に切り換える方法が多く行われているが、これは特に航海に必要な操舵回路等への非常供給には必要なことだと思ふが、この發電機の容量は交流の場合、起動電流の關係で電動機が同時に起動し始めるから、その自動切換の負荷として必要な電機機はごく僅かに限定するか、あるいは逆にかよような非常用發電機の容量を相當に大きくしなければならぬわけである。

(D) 電動機保護装置としてのその動作範囲の問題

電動機回路の保護装置については既に“船舶”28卷3月號において述べたが、その中ABやNK規格におけるヒューズや埋込遮断器の最大定格は交流機に對しては直流機に對してよりも相當大きい所まで認めている。これはその起動電流による必要にせまられての結果であるが、これに對して既に筆者は交流機回路の保護の方が直流機の回路保護よりも相當 Rough であつて、保護にならない盲範圍が相當あることを述べたが、この考えに對して「いや、そうではなく、むしろ軸承やあるいはその他の故障で起る過電流状況は定格電流の1ないし2割程度の過電流状況であることが多いのではなからうか。それであれば交直いずれに對しても同様それ自身だけでは

機器の保護にはならない」という御意見、つまり確率の事前事象を特に重層的に考えられたものもあるが、一應これはもつとものようにも考えられるけれども、しかし、そのような過電流になる確率が大きいという証明は何もなく、また定格の1ないし2割程度ではそんな簡単に電動機は劣化してしまわない。この場合やはり順當に考えて、動車範囲における盲範囲の大である交流機の方がその保護方式が極めて困難となるのであると筆者は考えるのであるが、いかがなものであろうか。

(E) 合理化におよぼす直流機装電線の役割

船舶の電気部品中最も大きい部分を占めているのは発電装置（発電機および原動機を含める）と機装電線であることは既に述べた所であるが、企業合理化のために造船所側に立つてその電気部内で最先に考えられることはその機装電線の処理である。というのは機装電線は上述のように電気部品中最大部分を占めるばかりではなく、その使用方法が他の電動機や発電機、配電盤等のように一品一品註文製作出来るものではなく、相當の分量を倉庫に置き、管理し、新造船のみならず、急を望まれる修繕船工事に對しても用意をしておかねばならぬものなのである。この管理方式は實の所、各社とも頭を悩ましておられる所であろうと思われるが、その最も經濟的な方式はやはり使用電線の線種を極力制限することであつて、これによつて非常に利益を得ることは明白である。

この點問題となるのは誘導（Induction）によつて交流電線に強要される多心線（二芯および三芯線）の問題で、これは直流においてはすべて単心線にてよく、極めて單一化されるのである。このことは實は氷山の海底部分の如く、目にみえた實績においては現われないが、造船所側においては最も重要な點であつて、交流 直流比較において見逃し得ない所である。最後に直流 440V にすれば線種は極めて減縮せしめられるということをつけ加えておこう。

(F) 電壓變換の問題と超小型電動機に對する問題

直流 440V にした場合 電燈は三線式で行けば良いことを述べた。しかし Fox と Coleman のいう 1/2HP やそれ以下の電動機はどうか。

現在の交流船といえども普通、電動直流發電機 5KW 程度を持つており、従つて DC 440V 方式を採用しても、電動交流發電機 5~10KW 程度のものをもつて、DC または AC の 110V を出せば小型電動機や通信、無線装置には便利となるので、これらの負荷容量は大して大きいものではなく、決して交流方式に比して不利である理由にはならない。ただ 1HP 程度、あるいはそれ以下でさえも昔、潜水艇の直流電動機ではすべて 340

V の實績があつたことを申し述べておこう。要するに小型直流電動機における整流子の問題も大したものではない。

また無線装置において、現在の直流方式は國內品のものでは若干交流方式より高價となる。これは直流配電の際、無線電源のため、その電動交流發電機を小容量にして數個つけようとする所にそのような損失が存在する。これは上記のように船内交流電源をまとめれば、直流の場合でも大きい損失はないのである。これらの點については今後研究すべき點があるように思う。

(G) 船舶用交流電動機は市販品ありや

交流化をいう場合、交流電動機の市販品の存在を強調するけれども、これは實際には 1 馬力、あるいは $\frac{1}{2}$ 馬力の特別なものに限られ、しかも船舶用電動機は温度上昇その他の要求で、陸上のものそのままでは受け付けられないことも述べておかねばなるまい。

(H) イルグナー方式（いわゆるワードレオナード方式）のウインチの問題

既に 28 卷 2 月號で述べたように交流化された貨物船のウインチは次第にワードレオナード方式に統一化されて行く。これは當然の話であるが、船舶交流化が流行して良かつた點はワードレオナード方式によるウインチの研究が進んだことであつたらう。この方式は高價かつ重量大であつて、かつ場所を取ることからいつて決して貨物船（ウインチ電化の）における交流化に將來性があるとは筆者は考えないが、この研究が將來の直流船あるいはその他における特殊用途に應用される道があると思うのである。大いに研究されるよう期待してやまない。

(I) ヒューズの問題

440V 筒型ヒューズは大型にしなければならぬということを前述したが、この結論は若干、變更せねばならない。

われわれは現在の小型筒型ヒューズで 200A まですべて 450V 遮断を遂行し得るよう、現在、研究中であることを述べておこう。ヒューズの問題は船舶配電の問題において、特にその適用範囲が大で、最も大きい問題なのである。

(J) 結 論

船舶 28 卷 2 月號並びに 3 月號とそれに今回の 3 回にわたり、淺學を省みることなく、思いのまま船舶の交流、直流の比較を論じたが、結局現在の交流、直流の比較は、少くともその半分は 440V と 220V の電壓の比較におきかえられている觀が深い。

(239 頁へ續く)

王室ヨット BRITANNIA 號 (1)

川崎重工業株式會社
(艦艇基本設計部船體課 譯)

— SIR VICTOR SHEPHARD 著 (T.J.N.A. 1954. 所載)—

序

1953年4月16日新しい王室ヨット Britannia 號は Clydebank 造船所において、女王の手により進水した。進水式後故 Aberconway 卿の演説に應えて、女王は次の如く語られた。

『本日 John Brown 造船所において再び船を進水させ得たことは誠に喜ばしい。しかして、今回は以前にも増してこの感を深くする。新に Clyde の水に浮いた Britannia は Charles 二世以來の王室ヨットの歴史に最新式偉容を附加するのみならず、本船はまた時に私の夫、私、およびわれわれの家族の新しい住居となるからである。本日の出席者は皆この船の建造が亡き父陛下にとつて、如何なる意味を有するものであるかは熟知のことと思ふ。故陛下には、私と同様ヨットは是非とも必要にして、大英帝國の首長に取つては決して贅澤なものではなく、帝國の各領土の間に横わる大洋は、障害に非ずして天然の破壊され得ぬ交通路であることを強く感じておられた。故陛下には海軍省と當造船所の適切な助言を得て、平和の日には王家に屬し、戦いの日には御仁慈により病院船として使用される船の計畫を始められた。』

この女王陛下の御言葉から、この王室ヨットの計畫は故 George 六世陛下の時代に着手され、同陛下にはその設計の進捗にも非常な興味を持っていたことは明らかである。このヨットで陛下が海洋を航海されるならば、

それは陛下の健康回復の無上の機會であると考えられたので、本計畫は緊急事項として進められた。

設 計

1938年海軍省は既に40年を経た王室ヨット Victoria and Albert 號の代船として、しかも戦時には病院船に經濟的に變更出来る船を作ることの可能性を考えた。そして概略の設計上の要求事項は既にそのとき準備された。1939年これらは國內の主要造船所に送られて、もう少し詳細な提案を出すように依頼された。本計畫は戦争のために中止となつたが、1951年再び取り上げられ、同年10月に中型の病院船にして、平時には既に老朽化した王室ヨット Victoria and Albert 號の代船として使用するような船の再計畫について海軍省より發表され、1939年の案を基にして概略の設計を海軍省で始めた。

本文の表題は王室ヨット Britannia 號となつているが、本文においては病院船としての問題も同様に取扱つている。本船は熱帯でも極地でも就航出来るようにすることになつた。航海速力 (continuous seagoing speed) は 21K を要求されたがこのことは平水において船底清淨時滿載状態 (load condition) で 22K の試運轉速力を保證すべきことを意味する。航続距離としては、補機類および船内諸施設に必要な最大負荷には餘裕を見込んで平水において、船底清淨滿載状態で少くとも 20K、2000 哩とすることを要求された。建造費を節約するための考慮

は設計および建造中當に拂われ、故陛下および女王陛下には常にこの點を強調され經費減少のため多くの提案をされた。設計が始まつた後においてさえも、基本的要求事項は絶えず検討され、船の大きさを減少のための多くの變更をした。しかし船の大きさは、耐航性向上そう減らせるものではないことは明らかであり、かつ、本船は戦時には病院船として、經濟的にその任務を遂行するに

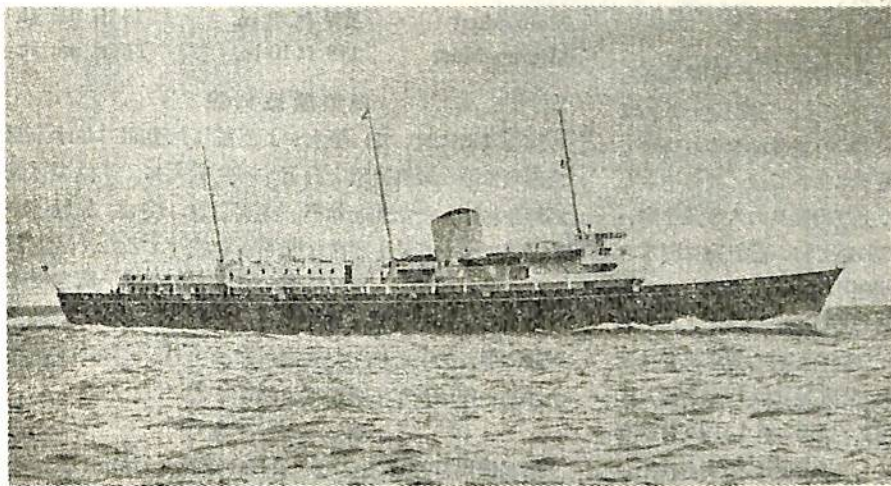


Fig. 1. Her Majesty's yacht "BRITANNIA"
(on trials, November 1953)

充分な大きさのものでなくてはならぬ。種々考慮の結果、これらの要求に合う最小の船は排水量約 4,000T のものであるということにきまつた。本船の如く、二つの目的を有する船の設計は相當困難で、設計は王室ヨットとしての任務と、病院船としての任務を同時に果し得るものでなくてはならぬし、配置は戦時には病院船への改造には最小の費用で済むようなものでなくてはならぬ。そのためにヨットとしてはそれ程大切な問題ではないが、病院船として考える場合には、是非とも必要な事項は考慮された。例えば船の復原性、ある種の空気調節、大きな洗濯設備、比較的高速が出せる性能、その他改造に際して大きな追加費用および完成期日を遅らせたいための諸設備等である。本船は王室ヨットとしては英國海軍旗を掲げ海軍軍人が操船し、病院船としては、商船船員が操船し、英國商船旗を掲げる。設計がすすみ 1951 年末には海軍省で建造用明細書が準備された。これらは、いずれも故陛下の御承認を受けたが、その後の圖面や船の模型は、女王の御承認を受けた。

Britannia 號の公試運轉中の寫眞を第 1 圖に示す。Britannia 號は clipper 船首および modified cruiser 船尾の近代的容姿を有するが、これは舊型王室ヨットの如き傳統的な swan 船首および counter 船尾よりも良いとせられた。事實荷ヨットは近代的な船型でなくてはならぬがしかし餘りに新式でありすぎてはならぬというのが故陛下の御意可であつた。本船は、三本 mast が要求された。後部には王旗を、前部には海軍長官旗を、船尾部には英國旗を掲げる。最初から王家および王家職員関係の居室は後部にとり、船側関係は前部に取ることがはつきりしていた。このために後部船樓は純美學的見地からみて好ましい大きさより多少大きい。

建造所選定

建造契約に當つての最も大切な問題は、1953 年の末あるいは遅くとも 1954 年の春までには、完成しなければならぬという要求であつたが、この要求は當時の造船工業が直面していた困難な状況下においては、なまやさしい要求ではなく、建造材料および艤装品の入手難を除いても、本船のような型の船においては、設計室に要求される heavy load について問題があつた。まず七つの造船所に對してこの建造に關して問合せを行い、これらからの返答より John Brown 造船所が最も要求に合致した造船所であることが判つた。公式發注は 1952 年 2 月に行われ、1952 年 6 月 16 日起工、1953 年 4 月 16 日進水し、1954 年 1 月 16 日に竣工して海軍省に引渡された。

主要寸法等

主要寸法およびその他の主要要目は第 1 表に示す。

満載状態において本船は 330ton の燃料油を積むが、これは 20k で 2,000 哩を航行出来るという要求を充分満すものである。また 120ton の清水は蒸溜装置を使用しないでも、2 日間の航海に耐え得るものである。また長航海に耐えるため餘分の tank capacity を持つていて、この tank を使えば、燃料は 490ton に、清水は 195ton に増加するが、これらの豫備 tank は平常は空槽として置く。

TABLE 1. Principal Dimensions, etc.

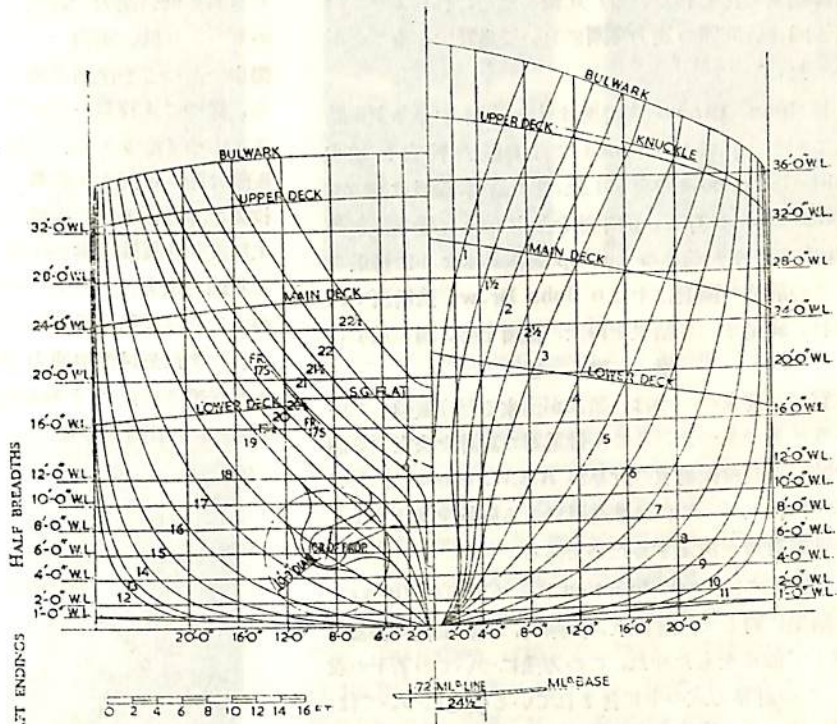
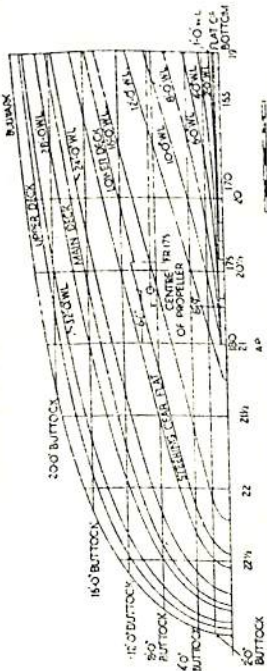
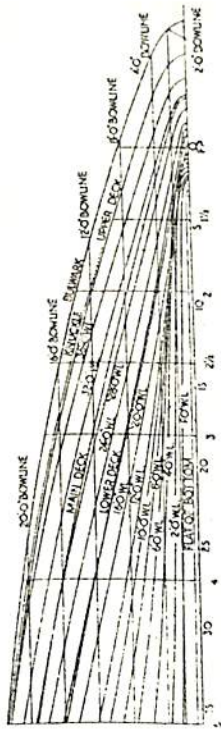
Length overall	412 ft. 3 in.	
Length on waterline	380 ft. 0 in.	
Length between perpendiculars	330 ft. 0 in.	
Maximum breadth moulded	55 ft. 0 in.	
Breadth at upper deck moulded	54 ft. 6 in.	
Depth moulded to upper deck	45ft. abaft amidships	
	32 ft. 6 in.	
Depth moulded to upper deck at fore perpendicular	40 ft. 4 in.	
Depth moulded to upper deck at after perpendicular	33 ft. 10 in.	
Load displacement	4,715 tons	
Mean draught at load displacement	15ft. 7½ in.	
Gross tonnage	5,769 tons	
Shaft horsepower	12,000	
Speed on trials at 12,000 shp (at 4,320 tons displacement)	22.75 knots	
Corresponding rpm	286	
Continuous seagoing speed	21 knots	
Masts	Height above U.S.K. to top of aerials.	Rake.
Fore Mast	133 ft. 0 in.	1½ in. per ft.
Main Mast	139 ft. 3 in.	1¼ in. per ft.
Mizzen Mast	118 ft. 10 in.	1½ in. per ft.

模型船型試験

初期段階において、平水および荒れた海面における要求事項に適う最良船型を決定すべき研究および模型試験が行なわれ、また推進効率、空洞現象、浸虫、振動等の諸問題について最も適當な推進器を設計するため計算および實驗を行つた。なお船橋を出来るだけ強い風を受けぬようにし、また煙突の設計を良好にするために、風洞試験を行つた。これらの風洞試験は N.P.L の空氣流體力學部で行つたが、詳細は後述する。

船型

船體抵抗を決めるための最初の實驗は John Brown 造船所により、Clydebank の同社水槽で行われたがこのときの實驗條件は、排水量 4,470 ton に相當する even



Length BP	360 ft. 0 in.
Length overall	412 ft. 3 in.
Length on LWL (15 ft. 2 1/2 in. Moulded draught)	380 ft. 0 in.
Breadth (moulded) at LWL	55 ft. 0 in.
Breadth (moulded) at upper deck	54 ft. 6 in.
Depth moulded to upper deck at sides 45 ft. 0 in. abaft ord. 11	32 ft. 6 in.
Ordinates spaced on BP length fore side of stem on FP at 15 ft. 2 1/2 in. WL.	
Aft side of stempost on AP.	
Rise of floor	12 in.
Sheer forward on upper deck at FP	7 ft. 10 in.
Sheer aft on upper deck 20 ft. 0 in. abaft AP	1 ft. 9 1/2 in.
Hull coefficients (moulded) 15 ft. 3 in. full draught	
Block	0.518
Prismatic	0.562
Midship area	0.922
Waterplane	0.687
Bulbous bow coefficients (Taylor)	
f	0.036
t	0.637

Fig. 2. Lines plan

keel で、speed は 14k から 22k にわたつて變えられた。その後 A.E.W. Hasler で、この模型を排水量吃水を少し變えて走らせ、さらにこれと同様の寸法比および speed で船型を少しく變えて實驗して（この中には系統的試験結果も含まれている）比較した。これらよりこの模型線圖は、問題の速力範圍において良好であることがわかつた。

なお John Brown 造船所は 13k 以下では多少難點はあるが、これ以上の speed では良好な性能を示す semi-bulbous-bow を提案した。その結果、線圖は semi-bulbous-bow を有し、前半部を多少 fine に後半部を多少 full にした前部の cut up を止めるように修正され、この最終の模型はやはり John Brown 造船所で試験され、満足すべき結果を得た。線圖を第 2 圖に示す。

推 進 器

本質的な要求の一つは、船體が出来るだけ振動しないということであつた。そこで推進器の設計を決定する前に船體の垂直振動數の計算が A.E.W. Hasler において行なわれたが、これは推進器による振動を避けるように推進器翼數を決定するためである。

この計算には basic function による方法が使用され、この結果に對して、附加水、剪斷角、回轉慣性の影響を考慮して餘裕をもたせた。この方法についての若干の説明と、この計算方式の中に含まれている假定については、附録に述べる。計算は 2 節振動から 9 節振動に亘つて行なわれ、2 節振動數は毎分 116 で、9 節振動數は毎分 708 である。これ以上の高節振動については考へなかつたが、それは、かかる高節振動は、振巾が小さくかつ不安定で推進器によつて人體に感じられる程の振動を起すことがないからである。以下に述べる方法は比較的新しい方法だといふことができる。ただし、この方法は複雑でかなり手數がかかるが、この問題を判定する上で、従前の近似法に比して可成進歩したものと考へられる、勿論、實驗により船體剛性を含む各種假定の正當性を判定するまではこの計算結果は、特に同調状態判定のように正確さを必要とする場合は單に近似的であるにすぎないが、しかしわれわれは似たような大きさの實船の data で調べてみて Britannia 號で問題となる範圍に對しては本方法により得られ、値は妥當なものであることを確認した。判定には多少の餘裕をとつて次の結論に達した。3 枚翼推進器においては 16k~19k の範圍に亘つて推進器翼の起す振動と、同時に起る車軸による振動とによる同調振動を生ずる。これに反して、4 枚翼推進器においては車軸の起す振動に對する同調は 16k~18k において起

り、推進器翼による振動に對する同調は 14k~15k において生ずる。また Britannia 號と同じような大きさの船の經驗によれば水平振動は三翼推進器においては上述の如き速力範圍で起り、4 枚翼推進器においては、それよりさらに低い速力で發生している。勿論同調振動は上述のものより低い速力でも起り得るものであるが、これは微少であつて不快感を與えないことが經驗上明らかである。従つて 4 枚翼の方が 3 枚翼に比して低速力で振動するといつて差支えないと思われる。3 枚翼の場合不快な振動は節の位置と振動數の兩方から起るのに對して、4 枚翼の場合は不快な振動は全體としては僅かである。以上により 4 枚翼推進器を採用することに決定した。これによる速力損失は 1/3k の order であることが推定されたが、これは振動抑制の點より採用されるべきであると考えられ、また公試保證速力 22k にはなお達し得られることが保證された。また軸振動に對する危險回轉數は 3 翼、4 翼ともに最高回轉數より大きいことが計算で示され

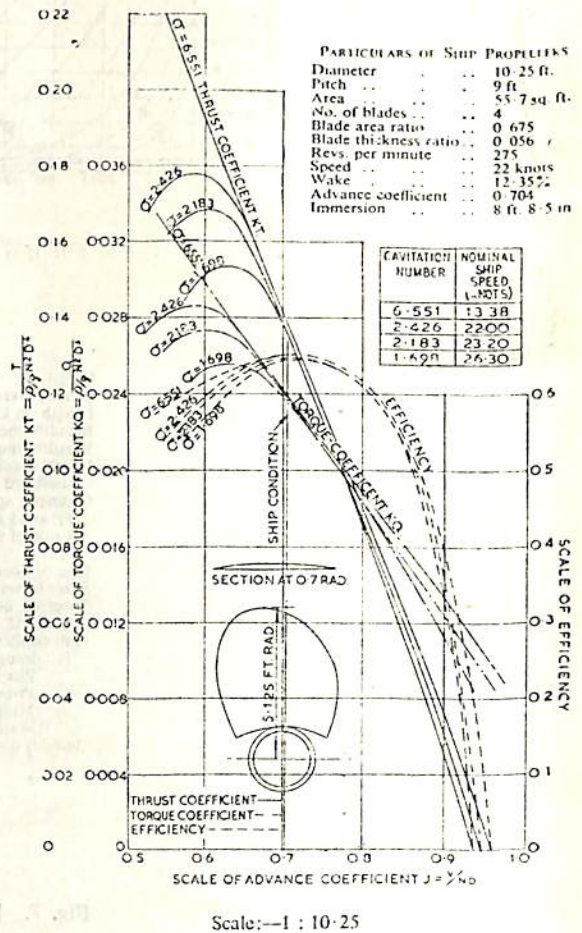


Fig. 3. Propulsion curves of model propeller



face



back

cavitation No. 2,426
nominal speed 22 knots



face



back

cavitation No. 2,183
nominal speed 23.2 knots



face



back

cavitation No. 1,693
nominal speed 26.3 knots

Fig. 4. Cavitation of Model Propeller

た。この軸振動に對しては、4翼の方が危険回轉數に對する餘裕が小さいが、この點については3翼推進器を採用した場合の船體振動に對する危険性ほど重要ではない、と考へた。A. E. W. Haslar において、推進器の主要目が決定され、John Brown 造船所において、詳細設計を行つた。主要目次の如し。

Dia.	10.25'
Pitch.	9'
Dev. blade area.	55.7 呎 ²

この直徑で tip clearance 2-9' を得たがこれは良好な値である。マンガング銅直徑 12' の精密模型が作ら

れて、A. E. W. Haslar の回流水槽において、實船換算 13.4~26.3k に相當する cavitation No. 6.55~1.7 の範圍にたわつて試験した。試験結果を第3圖に、cavitation の寫眞を第4圖に示す。推進性能曲線は、普通の特性を有し、この箭の推進効率、各種回轉數、速力、伴流に對して良好であつたということ以外に特記すべき事項はない。cavitation は輕少で、back sheet cavitation は tip 附近の小範圍に限定され、face cavitation は直徑の 0.5~0.8 の範圍において leading edge の近くに少し發生するだけである。この face cavitation も少し washback を付ければ除くことが出來、この washback は豫備推進器には付けた、その他の推進器に關する記事は海上試運轉の項において述べる。

舵

旋回性能に對しても非常に注意が拂われたが、その結果が良好であることは海上試運轉の項で判るであらう。トルクおよび normal force は模型試験で求めたが、この場合模型は直進させて舵のみ各舵角に set した。この結果は第5,6圖に示す。最大トルクは舵角 30.5 度の 14k 後進時に發生し、その大きさは 125 ton-ft である。このトルクは 35 度においては 116 ton-ft に減少するが rudder の作動範圍を超えた大角度では、さらに大きくなる、なお 22k および 15k 前進時には 35 度において、それぞれ 59 ton-ft および 33 ton-ft である。最大の normal pressure は 22k 前進時に發生し、その大きさは 63.5 ton となり、14k で後進時にはこれは 25.5 ton となる。壓力中心は、すべての前進速力および舵角において、舵軸の後方にあり、船尾の綫圖を變更しない限りこの壓力中心

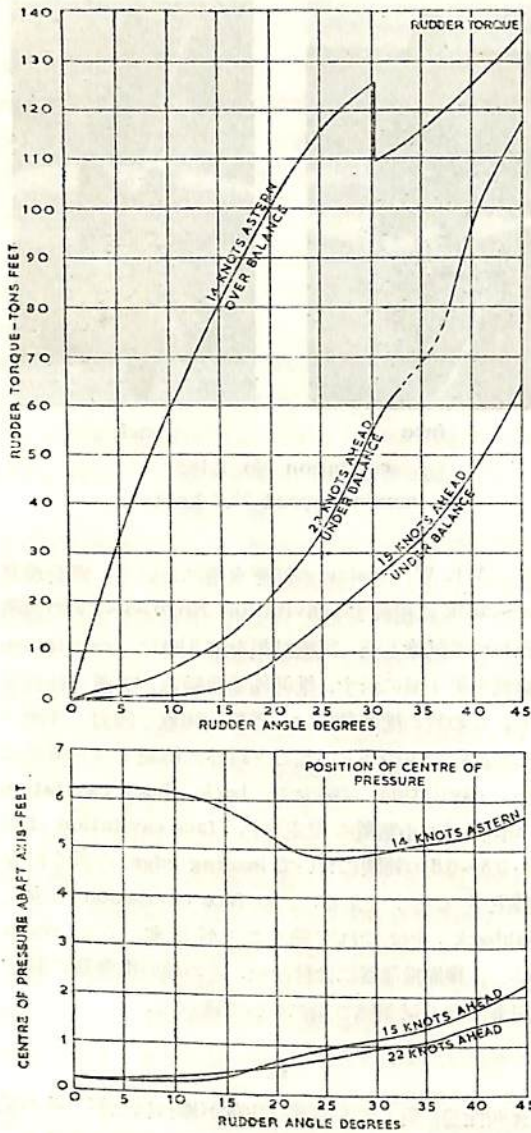


Fig. 5. Curves of rudder torque and center of pressure

を前進させることは出来ず、この線圖變更は採用されなかつた。この實驗結果によれば、前進時には舵角 30.5~35 度において多少不連続となり、後進時には 30.5 度において失脚現象を呈している。幾何學的に舵角 30.5 度の邊で、舵は推進器後流中に入り、實驗結果にみられる前進時の不連続性は推進器後流の影響によるものらしく、後進時には特に縦横比の影響による普通の失脚現象を伴っているものと思われる。本實驗結果は一般的には、他の模型試驗結果とかなり一致し、normal force coefft. は前進 22 k 舵角 35 度において一般的平均値 0.03 に比べて

0.026 である。ここで

$$\text{normal force coefft.} = \frac{P}{Av^2\theta}$$

P; Normal force.....lb

A; 舵面積.....平方呎

v; 船速.....呎毎秒

θ; 舵角.....度

トルクは strip method で計算した値とほぼ一致する。

凌波性能

凌波性能を研究するため、模型試驗を A.E.W. Haslar で行つた。1/40 scale の model を用い、uniform な波に對して向い波では速力を 10 k, 15 k, 20 k に變え、追波では 10 k と 20 k の速力に對して試験し、なお向い波に對しては速力 0 の状態 (hove to) の試験を加えた。波長は 200' から 700' の範圍にわたり、波高は波長の 1/20~1/40 の範圍にわたつて變えた。heaving および pitching の振巾は Fig. 7 および Fig. 8 に示す。

向い波では波長が大きくなるほど、運動ははげしくな

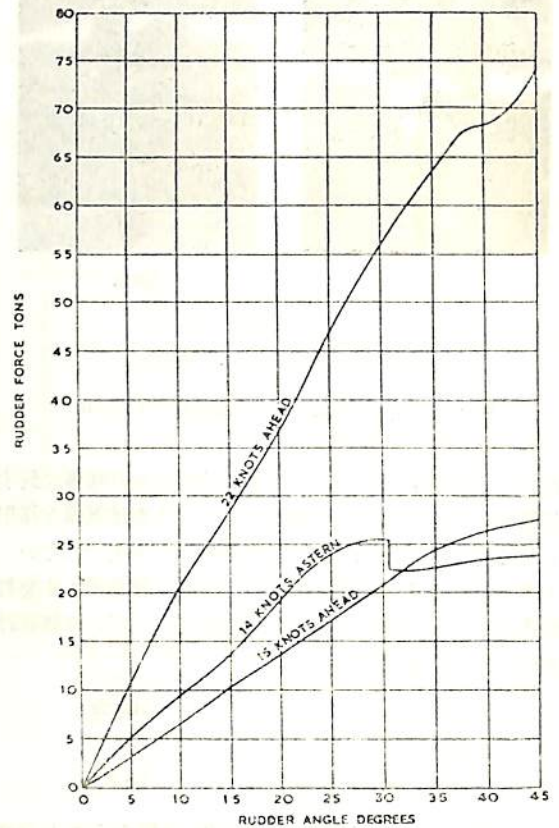
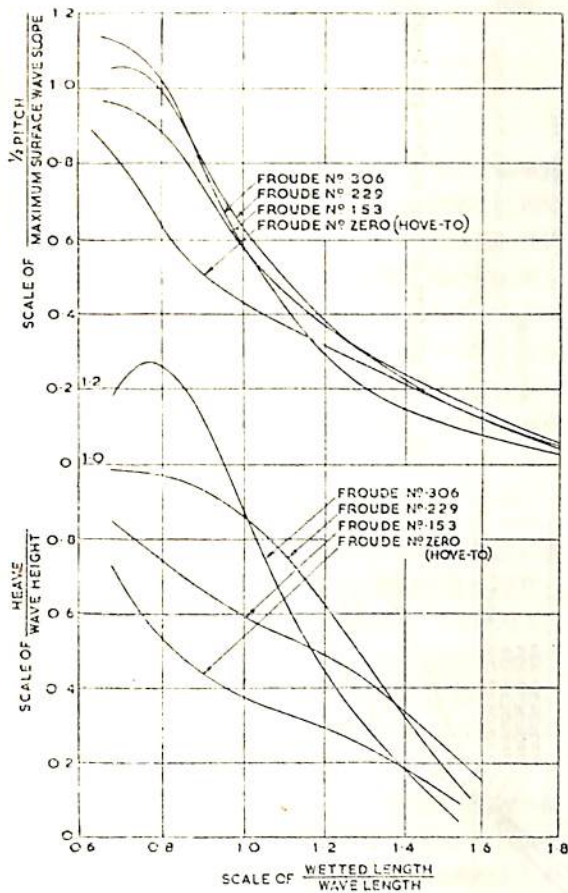
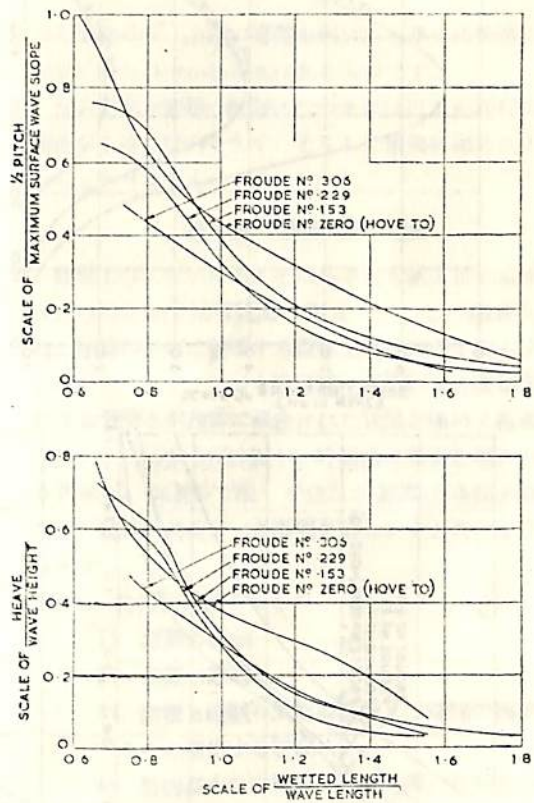


Fig. 6. Normal rudder force



Ahead seas
 Variation of pitch and heave with speed of advance and length of wave
 Wave height $\frac{1}{20}$ th of the length

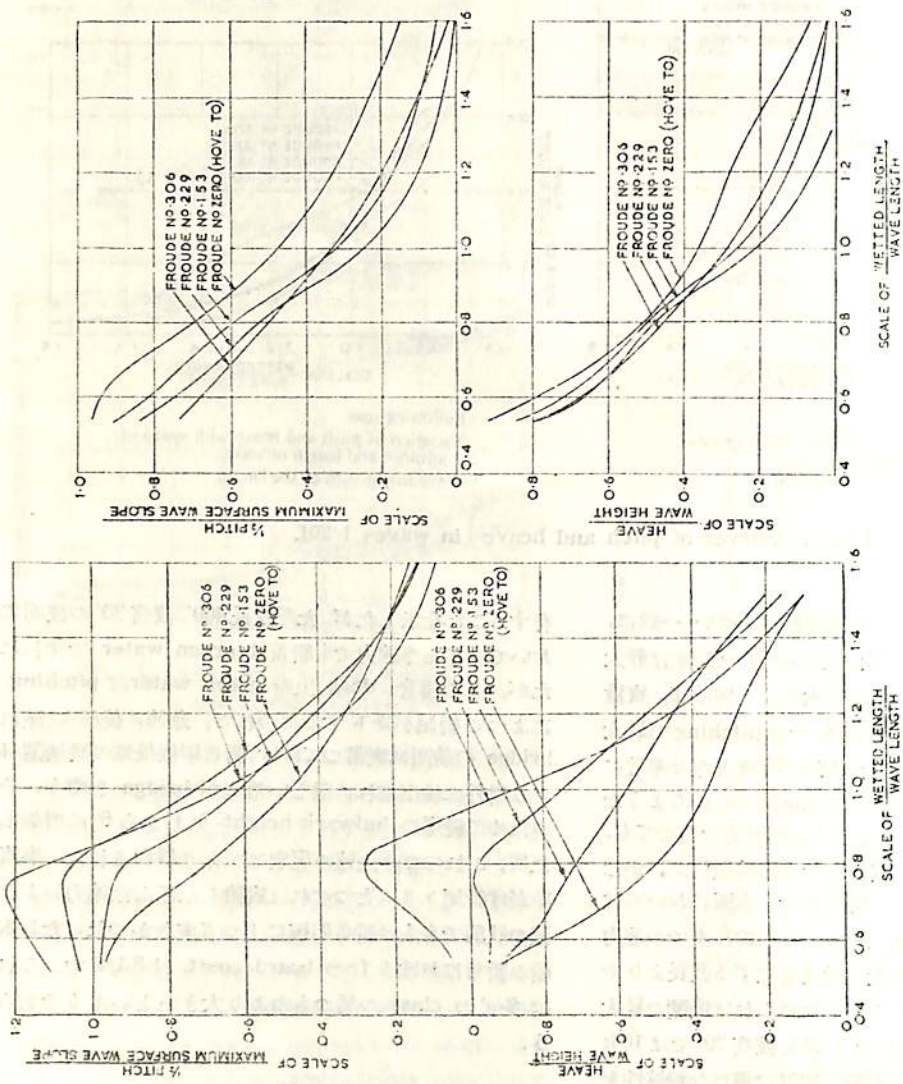


Following seas
 Variation of pitch and heave with speed of advance and length of wave
 Wave height $\frac{1}{20}$ th of the length

Fig. 7. Curves of pitch and heave in waves $1/20L$

り、波長が船長の $\frac{1}{3}$ 以下になれば運動は小さい。一般に、波長が船長に比し 30% 餘り大になつた所で振幅は最大となり、これは速力が高くなる程大きく、例えば、實驗結果によれば、波長 500', 船速 20 k では pitching の最大振幅は 10 度 heaving の最大振幅は 16 度となり非常に大きな運動となるが、かかる荒れた海面で、このような高速を出すということはたとえそれが可能であつても、海員のやることではない。波浪中では船體抵抗が、かなり増加することも第 9 圖より明らかで、本圖においては 10 k における抵抗増加率を示している。20 k までの速力では最大の抵抗増加率は最大の動盪を生ずる波長よりやや小さい波長で發生している。これによれば機關の最大出力で出せる速力は波高 4' では 20 k 波高 20' では 10 k に減少する。本船實驗では本船の設計は優れた耐航性を

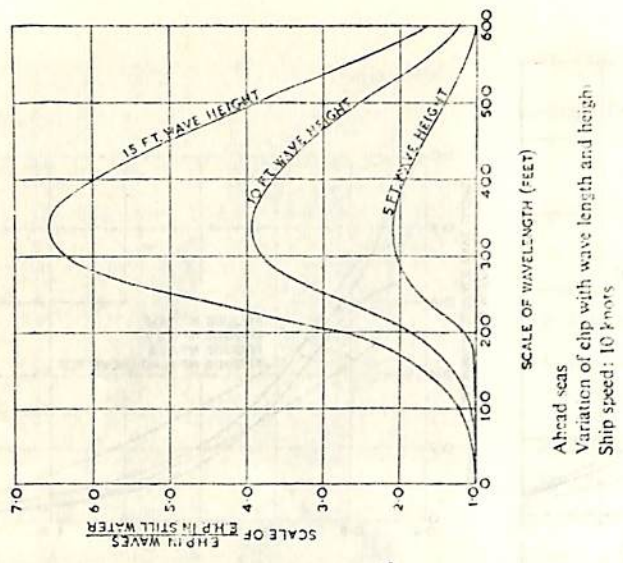
有することを示したが、ただ波長 400', 波高 20' の波面においてはどんな速力でも船首は green water で洗われたが、この場合、deck 上の green water は pitching によつて船尾が降下するにつれて、急速に後部に流れ bridge の前面に突當つて砕け、船首甲板後端の船體開口より船外に排出され、激しい飛沫が bridge を覆う。そのために船尾の bulwark height を 4' から 6' に増加した所、これにより上述の現象はかなり緩和された。事實 2 だけ船尾トリムをつければ實驗したどんな速力および波の状態でも水は船首甲板上つて來なかつた。なお本船の船首における free board coef. は 8.1% で、これは多くの class の船のものより大きいといえるであらう。



Ahead seas
 Variation of pitch and heave with speed of
 advance and length of wave
 Wave height $\frac{1}{4}$ th of the length

Following seas
 Variation of pitch and heave with speed of
 advance and length of wave
 Wave height $\frac{1}{4}$ th of the length

Fig. 8. Curves of heave and pitch in waves 1/40L



Ahead seas
 Variation of ehp with wave length and height
 Ship speed: 10 knots

Fig. 9. Variation of ehp with wave length

前 が き

艦船の救難は何時も何處かで行われていまして海事関係者は常に關心を持っていますが、特に造船家には相當大きな分擔事業です。舊日本の海軍でも所屬艦船の救難工事は相當に澤山ありました。この救難工事に最も多くの経験を有した一人の故海軍造船少將橋口保孝氏はその多くの経験から「艦船の救難」というパンフレットを殘してその要綱を示しています。筆者はこれを骨子として、實例などを取入れ、救難工事の概要を記述して救難工事實施の参考にしたいと思ひます。

第1章 遭難の種類

造船學術の發達により如何に優秀堅固安定の艦船が造られても、また如何に精巧確實なる航海用具が發明され、操業航海の術が發達し熟練の船員によつて運用されても、天象氣象などの自然の異變によつて艦船の遭難は決して跡を斷つことはありません。そこで艦船の救難といふことは造船家は無論、その他海事にたずさわるもの關心を要する重要な事柄の一つです。

艦船が航海中推進機關の故障または操舵機或は舵の故障により航行不能になつた場合は別としても、船自體の遭難は實際千差萬別ですが、種類別にすれば次のようなものです。

1) 顛覆

キールを上にして逆様の状態となり海底に沈没の場合と海面に浮遊する場合とがあります。

2) 沈没 (全没と半没)

船體全部が水面下に沈没した場合を全没といい、船體の一部が水面上に現われていれば半没といひます。

3) 擱座 (座礁と座州)

岩礁に乗り揚げた場合は座礁といい、砂底に座つた場合は座州です。

4) 横倒

直立の位置から 90° 位まで横倒しになつた場合です。

5) 大傾斜

海底または浅瀬に座つており、或は浮遊状態にて直立から 45° 以上傾斜している場合です。

6) 船内浸水

船内の大部分か、または一部に浸水し危険状態にな

つた場合です。上記の遭難の何れにも多くは船體に破損を生じ多かれ少かれ浸水はあるものです。

なお上記の遭難の種類は二つまたは以上が同時に起る場合がしばしばあります。そうして單獨に起ることはほとんどありません。

第2章 遭難状況の調査

救難工事に取かかるまえに是非とも第1番に着手せねばならぬことは遭難状況の調査です。この調査の適不適、精粗がやがて着手する救難工事の成否を左右することにもなります。いつも船自體の遭難程度と遭難現物における環境とが複雑に組合された状況を極めて精確適切に、しかも出来るだけ短かい時間内に調査を進めねばなりません。調査の方法 手段及び範圍は多種多様ですが、一般的に調査すべき事項を示しますと次のようになります。

(A) 船自體に關するもの

- 1) 遭難の種類
- 2) 遭難の原因
- 3) 船體と機關の損傷の程度及び時間の経過によりその變化する状況
- 4) 船内浸水の有無及びその範圍、なおその變化する状況
- 5) 遭難直前船の状態——前後の吃水、速力、排水量、燃料及び艙水の量と位置、積載物の量とその位置等

上記2から5までは乗組員の説明によつて判明しますが、時としては調査資料が得られないこともあり、推定せねばならぬこともあります。

(B) 遭難現場の環境に關するもの

- 1) 潮高、潮流、波浪、長壽の状況
- 2) 附近一帯の海深、海底土質
- 3) 附近の氣象
- 4) 海陸運輸の便否、附近都市の有無

上記遭難現場の環境に關するものはその土地の古老などから聞き込むことが割合に役立つことがあります。その土地特有の風の方向、波浪の状況などは大いに参考とすべきものです。

上記(A)(B)の調査事項も遭難の状況によつて調査に自から緩急がありますが、先ず最初には全般的に調査し、漸次詳細に調査を進めることです。遭難状況の調査

にも救難計畫を建てるにも艦船建造圖面が入手出来れば好都合です。艦船にはその一般舷裝圖、中央切斷面圖、舷圖、水防區劃圖、排水量等曲線圖、明細簿などは備え附けてあるはずですから大いに參考利用すべきです。

第3章 救難の根本的計畫

遭難狀況の調査が行われて、それに基づき救難の根本的計畫は建てられるのです。この根本計畫に従つて實際の救難作業が速かに進められることとなります。

(A) 遭難船の調査

ここに遭難狀況の調査と救難の根本計畫との例を英海軍の艦船運用書から引用して記すことにします。

1) 遭難船. S. S. "P—" 2,055 N. T., 長340'-0", 幅48'-6", 吃水(満載)22'-0", 單螺旋, 建造年1919, 船主M—, Ltd.

2) 積荷とその位置. 石炭2,500トン, 第1船艙300トン, 第2船艙700トン, 第3船艙1,000トン, 第4船艙500トン.

3) 遭難位置. (海圖により詳細を記す) 省略.

4) 遭難の日時と潮の関係. 12月1日22時—40分, 高潮(H.W.)の2時間前, 大潮(spring tides)の4日前, しかしその後の引續いての3度のH.W.と大潮, 2日前の今日のH.W.によつて船は海岸に押寄せられる. 船は吃水より18'低い干潮に座つた. 今日の潮は11'-4"で, 12月5日の大潮は潮汐表によれば12'-1", 12月9日の次の大潮は2'増して12'-3".

5) 船の横わる狀況, 船の周りの海と海底の狀態. 船は東西に延びる海岸線に斜に北東の向きに横わり, 今日のH.W.の時に船首の水深12'-0", 船尾15'-0", 中央部左舷10'-3", 同右舷11'-0". 海底は一樣に傾斜し, 南には(海の方に)毎20ヤードに6'深くなり, 南西には(真船尾の方に)毎20ヤード3'深くなる. 海底は細かい砂で所々に岩の頭が出ている. 現在はこんな岩に支えられているとは考えられない. 測深するに中央部兩舷には砂が盛上つており, 船は右舷に7度傾いている. 座礁時の船の吃水は船首14'-0", 船尾16'-6".

6) 船は危険に曝されているがH.W.のとき衝突は起らぬか安全に浮かんでいるか. 南から西南西の風に曝され, 廊風でも浪は大きくなる. 船長の話では最近と次のH.W.のとき, ひどく衝き進んで座礁したが今は全く座つたと思う, と.

7) 船體または機關の損傷. 船體各部乾燥し目に見ゆる損傷なし. 舵は動かさざるも砂に埋まつたためと思う. 機關も損傷なし, コンデンサーにも砂の入込みたる形跡なし. 左舷錨は錨鎖切斷して亡失.

8) 遭難時の現時のバラストタンクの狀況. 4ヶ所のタンクに500トンの水, 遭難時には空虚なりしも今日欠水.

9) 救助の見通と提案. 船の吃水を遭難の吃水よりも18'浅くすればH.W.のとき浮ぼせることが出来る. それにはタンクの水を排除し, 更に760トンの重量物を取去ればよろしい. そうして中央部兩舷に盛上つている砂が船尾の方にだんだん少くなつていくから, 船を真船尾の方向に曳出すこと.

(B) 救難對策

以上の調査により救難對策を立てるとします.

1) 船が更に陸岸に乘上げないよう今に船首と船尾に牽制のため錨を入れる.

2) 錨を真船尾に運びおき張り牽を滑車に通しておく.

3) 約750トンの荷物を陸揚するか海中に放棄し, 水バラストを排除し, 船を真船尾に曳出す.

上記の例は割合に簡単なものです. ただ南西の疾風に曝され, 變り易い砂炭にて不均等に支えられており龍骨が折れる恐れがあるから早く浮かせれば早いほどよろしいとしてあります.

第4章 救難計算

救難計算は遭難狀況の調査とともに救難作業の實施を導いて行く唯一の指針ですから出来るだけ確實であることが必要です. また救難計算は船の新造改造のとき施される諸計算すなはち排水量計算, 進水計算, 復原力計算, 強度計算などの複雑なる應用計算であつて遭難の狀況によつてはやむを得ず多くの假定が含まれることがあります. この假定を正確のものに近づけることが救難計算の特異性であります. しかるに遭難現場の狀況によつては寸刻を争つて早急に作業を始めねばならぬことがあります. こんな場合に即應するには正確な假定を求めている暇なく大雑把な假定を採ることを餘義なくすることがあります. さて救難計算にて注意すべき必要事項は種々ありますが, 主なるものを次に述べます.

1) 安全率の採り方には周到な考慮を要する. 過大な安全率を採れば安全であるが, そただけ準備に手間を取り, また不要の経費を費すこととなります. しかし大きな危険があると思われる部分には一般工業に用いる動的安全率の最大限を越ゆることも有り得るものです.

2) 重要な部分には二段三段の構を設けること. 安全率を如何に充分に採つてもそれが有効に役立たない場合があります. それで重要な部分にはいろいろの角度から考察して創意の異なる他の方法による段取をなしお

き、作業中の不測の異變に備えておく必要があります。

3) 救難には多くの場合時と天候の影響のあることを常に念頭に置くこと。

このことは他の工學作業における計算に比べて著しい相異の點です。限られた時間内の作業と大自然の威力を考慮に入れての作業に順應し得る救難計算でなければなりません。

4) 救難用諸材料の配置を設計するときには状況の許す限り壓縮用材料を撰び張力用材を避けること。

例えば遭難船が座礁傾斜している場合、その傾斜を喰い止める手段として張索を取付けることが多いが張索は強風波浪の衝撃によつて往々切斷することがあります。また張索を取着けた所は兎角薄弱となり破損することが多いですから、張索を取つたとしても、その他に傾斜を増大せまいように船の傾斜側の船底または舷側に支柱材、當て木、枕木或は砂袋等壓縮用材として有効なものを施すことが出来れば最も安全であります。

5) 遭難状態における船全體の C. G と C. B の正確なる位置

これは救難計算の基礎となりますから特に慎重に注意せねばなりません。そのため2人以上の計算者の計算結果を照合検討する必要があります。

6) ボンジャン曲線の活用

遭難のあらゆる状態に對して浮力と浮力中心の速算が出来るようにボンジャン曲線を用意し、これを自由自在に活用することです。

7) 計算の精度は一貫して均齊なるべきこと。

救難計算には相當多數の假定や推定が行われますが、その假定推定の程度に應じて計算全體を通じての精度が均齊適順のものでなければ意味をなしません。一部分は精しく他の部分は大雑把に計算して、これらをつつとまとめることは適當ではありません。他の工業計算にても同様ですが、救難計算は時間的觀念から特にこの點に注意せねばなりません。

8) 遭難船の船體構造と水防區劃の配置及び諸管装置を熟知すること。

水防區劃の注水または排水によつて浮力の増減または傾斜の調整を計算するため、これ等を熟知して正確を期せねばなりません。水防區劃の認識不足で作業の失敗が往々起ります。

9) 排水ポンプ、送風機等主要動力の効率については事前に充分調査すること。

この調査が粗漏であつたため所期の結果が得られず、計算上に狂いを生じ作業を頓挫させることがあります。

遭難船の状態とその環境とが調査により一通り明らかになり、救難方策も建てられたら、その後救難計算に基づいて着手實施せられる作業全體は引くるめて救難作業と呼ばれます。この救難作業は救難に必要な諸計算と、これを實現具體化する作業とが、ともども進められねばなりません。救難作業が豫定通りすらすら行われることはあまり多くありません。遭難現場が甚だしく風浪の影響を受くる場合とか、または海底が泥質で船の状態が變り易い場合とかは作業の豫定と實際とに相當大きな手違を生じ作業豫定の確立に困難することが多いのです。

救難作業には種々の手段方法がありますから以下簡別に説明記述することとします。

(A) 防水作業

1) 浸水量

艦船遭難の場合には多くは船體に一ヶ所または數ヶ所の破口が出来て船内に浸水することが普通のようなです。この浸水量は破口が水面下に深いほど水壓力が大であるから多くなるものです。この浸水量は次の式で計算されます。

$$14A\sqrt{h} = \text{tons per minute}$$

式中Aは破口の平方呎にての面積、hは呎にて計る水面下の破口中心までの深さを示します。

現代の大きな艦船に備えられているポンプの最大力量は毎分約100トンのものです。このポンプが有効に作動し浸水量を排除し得る破口は上式により計算すれば水面下25呎のところまで直径約16吋の穴に限られます。これは丁度水面下4呎のところまで直径2呎よりも少し大きな破口から浸水する水を押さえることが出来るだけということになります。

そこで衝突または座礁などの原因の如何にかかわらず遭難した艦船には破口を生じたとすれば、その大きさは直径2呎の圓穴よりも大きいことは決して少くありません。さすれば船の安全は先ずその防水區劃の効率に依存し破口の塞ぎまたは修理した後でなければ備付けのポンプの効果は舉りません。これは水線面直上の甲板(軍艦では主として防禦甲板)の上下の防水區劃の扇または入口の防水ということが大であるという理由になります。

2) 防水法

防水工事の方法は破孔の位置、大小及び形状、海面の状況、救難後回航途上の模様などで種々の雑多の方法が採用されます。そうして應急的のものかまたは比較的耐久的のものかに區別されます。(239頁へつづく)

アドミラルティ係数について

加納 正義
日立造船株式会社・船舶設計部

1) 船の所要馬力を推定する場合、最も簡単な方法としていわゆるアドミラルティ係数 $Cad = d^{2/3} V^3 / HP$ を用いて類似船から推定することが行われる。

ところがもともと Cad を用いる基礎は、対応速度において相似船の間では抵抗は $d^{2/3}$ に比例するという假定から成立っている。しかし抵抗の中乗餘抵抗は $d^{2/3}$ に比例するが、摩擦抵抗は相似船の間においても船の絶対的な寸法により異なるため、全抵抗は厳密には $d^{2/3}$ に比例せず従つて Cad を用いる場合ある程度の誤差を覚悟しなければならない。この誤差は摩擦抵抗が大きな割合を占める低速では相當大きなものとなる。

そこで今この Cad と船體諸要素との間の關係を求めて馬力推定を正確にするため簡単な計算を行つて見た。

2) 簡単のためアドミラルティ係数としては有効馬力に對するものを考える。

一般に抵抗を表わす無次元値としてそれぞれ全抵抗係数 C 、摩擦抵抗係数 C_f 、乗餘抵抗係数 C_r が用いられ

る。

$$C_t = R_t / \left(\frac{1}{2} \rho F^{2/3} v^2 \right)$$

$$C_f = R_f / \left(\frac{1}{2} \rho S v^2 \right)$$

$$C_r = R_r / \left(\frac{1}{2} \rho F^{2/3} v^2 \right)$$

ここに R : 抵抗 kg

ρ : 水の密度 $kg \text{ sec}^2 / m^4$

F : 排水容積 m^3

S : 浸水面積 m^2

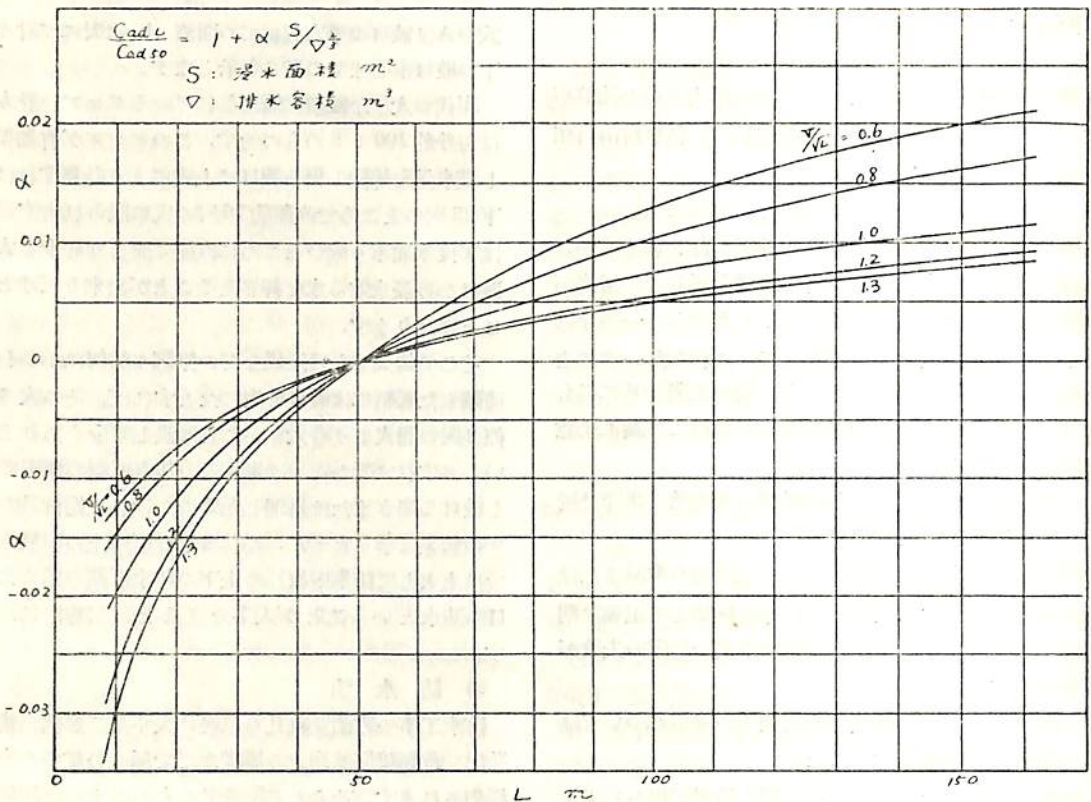
v : 船の速力 m/sec

今 $EHP = Rv/75$ であるから Cad と C_t の間には次の關係が成立つ。

$$Cad = \frac{10.76}{C_t} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{また } C_t &= R_t / \left(\frac{1}{2} \rho F^{2/3} v^2 \right) = R_t + R_r / \left(\frac{1}{2} \rho F^{2/3} v^2 \right) \\ &= C_r \cdot S / F^{2/3} + C_r \quad (2) \end{aligned}$$

$$\therefore Cad = 10.76 / (C_r \cdot S / F^{2/3} + C_r) \quad (3)$$



第 1 圖

ここで C_r は對應速度において相似船の間で一定であるが、 C_r はレイノルズ数 vL , L , 従つて船の長さおよび速度によつて變化する。

故に Cad に影響をおよぼす要素として、長さ L , 速度 V , および $S/P^{2/3}$ が考えられる。

3) なるべく廣範圍の船に對して調べるため

$$S/P^{2/3} = 5.22 \sim 9.52$$

にわたる。貨物船、客船、漁船、曳船、巡洋艦、驅逐艦等 21 隻をえらび、長さを 10m, 30m, 50m, 80m, 100m, 150m の 6 種類に變えて、 $V/\sqrt{L} = 0.6 \sim 1.3$ の範圍で有効馬力を計算し Cad を求めた。

摩擦係數としては Schoenherr の係數に 0.0004 の粗度修正を行つたものを用いた。

長さ 50m に對するアドミラルティ係數 Cad_{50} を 1 とし、他の長さに對する係數 Cad_L を表わすと、一定の長さおよび V/\sqrt{L} においてこれらの値は $S/P^{2/3}$ に對して殆んど直線的な關係を持つことが分つた。(嚴密には

(3) 式より

$$\frac{Cad_L}{Cad_{50}} = \frac{1 + \frac{C_{r50}}{C_r} \cdot S/P^{2/3}}{1 + \frac{C_{rL}}{C_r} \cdot S/P^{2/3}} \text{ となり、これは } \frac{C_{r50}}{C_{rL}} \text{ を}$$

漸近線とする双曲線となるのであるが、 $S/P^{2/3}$ の普通の範圍 5~10 においては近似的に上の關係が成立つ。 C_{r50} , および C_{rL} はそれぞれ $L=50m$, $L=Lm$ における C_r の値を示す.)

そこで

$$\frac{Cad_L}{Cad_{50}} = 1 + \alpha \cdot S/P^{2/3} \quad (4)$$

と置き α を長さおよび V/\sqrt{L} に對して求めたものを第 1 圖に示す。

今求める船の Cad を Cad_1 とし、選んだ相似船のそれを Cad_0 とすれば

$$\frac{Cad_1}{Cad_0} = \frac{1 + \alpha_1 S/P^{2/3}}{1 + \alpha_0 S/P^{2/3}} \quad (5)$$

となるので第 1 圖から兩者の L に對する α_1, α_0 を読み取れば Cad_1 が得られる。

この方法による誤差は 50m から 10m に換算するとき最大誤差 $\pm 6\%$, 平均誤差 $\pm 2\%$, 50m から 30m~100m に換算するときで最大 $\pm 2\%$, 平均 $\pm 0.7\%$ 以下、また 50m から 150m に換算するときでも最大 $\pm 3.5\%$, 平均 $\pm 1.2\%$ 程度に過ぎない。

4) 摩擦抵抗と剩餘抵抗の分離を行わない他の方法として A. L. Ayre の方法がある。

これはアドミラルティ係數の形を

$$C_2 = \frac{J^{0.61} V^3}{EHP}$$

として寸度影響を除こうとしたものである。

今普通の船で $S/P^{2/3}$ は平均 6.5 位となつていたので $S/P^{2/3} = 6.5$ に對し、 $V/\sqrt{L} = 0.6$ および 1.3 における $\frac{Cad_L}{Cad_{50}}$ を求めるとこの値は長さ 30m(100ft) 以上で殆んど L の n 乗に比例し、 n の値は

$$V/\sqrt{L} = 0.6 \text{ で } 0.105$$

$$V/\sqrt{L} = 1.3 \text{ で } 0.045$$

となる。

さて寸度影響のないアドミラルティ係數の形を

$$C = \frac{J^x V^3}{EHP} \text{ とすれば、寸法の異なる相似な 2 船に對し}$$

$$\frac{C_1}{C_0} = 1 = \frac{J_1^x V_1^3}{EHP_1} \times \frac{EHP_0}{J_0^x V_0^3}$$

$$\therefore \frac{EHP_1}{EHP_0} = \frac{J_1^x V_1^3}{J_0^x V_0^3} \quad (6)$$

$$\text{また } \frac{Cad_1}{Cad_0} = \left(\frac{L_1}{L_0} \right)^n = \frac{J_1^{2/3} V_1^3}{EHP_1} \times \frac{EHP_0}{J_0^{2/3} V_0^3}$$

$$\therefore \frac{EHP_1}{EHP_0} = \frac{J_1^{2/3} V_1^3}{J_0^{2/3} V_0^3} \times \left(\frac{L_0}{L_1} \right)^n = \frac{J_1^{2/3-n} V_1^3}{J_0^{2/3-n} V_0^3} \quad (7)$$

(6) (7) より

$$\left(\frac{J_1}{J_0} \right)^x = \left(\frac{J_1}{J_0} \right)^{2/3-n}$$

$$\therefore x = 2/3 - n/3 \quad (8)$$

従つて $n = 0.105$ のとき $x = 0.632$

$n = 0.045$ のとき $x = 0.652$

平均をとれば大体 $x = 0.64$ となり A. L. Ayre の式が得られる。すなわち Ayre の式はこの程度の船の平均として求められるものと考えられる。

今 50m の船から 150m の船に換算するとき $x = 0.632$ と $x = 0.652$ の場合で約 7% の差があり、従つて Ayre の式では $V/\sqrt{L} = 0.6$ および 1.3 に對して $\pm 3.5\%$ 程度の誤差がある譯である。また Ayre の式では 100 呎以下の船に對しては適用出来ないという缺點がある。

5) 以上述べた方法によれば廣範圍の船に對し、簡單でしかも高い精度で馬力の比較が出来ることになる。

荷役装置について (2)

F. G. Ebel
(中山 和世 譯)

幸いにもこの問題には曙光がみえてきたようである。最近の船には機械的畳み込み式カバーが設けられている。これはたしかに一つの進歩で、おそきにすぎない位である。しかしこの種のハッチカバーは作られてまだ日が浅く、われわれがその缺點を除去するまでは、使用者も我慢して貰わなければならない。多くの改良、例えば敏速に働くくさびや動力應用といったことが必要である。ハッチを開閉するに要する時間と人力はぎりぎり最小限に切りつめるべきである。

ホールド内で運搬機械を使うとすれば、この種のスチールカバーはどうしても必要である。現在、重さ1萬ポンド(4.5トン)もの運搬機械が既に用いられている例もある。このような場合には、ハッチボードよりも少し頑丈な臺を必要とするのである。

船のことを述べている序でに、われわれ仲間で「シェルターデ・カー」として知られている骨董品に一寸觸れておこう。第二甲板上の9時の窟の損害を、船の一生の荷役費の増額分として計算してみたオペレーターがあれば知りたい。減屯ウエルによる容積の損失。水密にはならない甲板開口、さては塞いではならない隔壁の4'×3"の穴がどうしたというのだ? 雨から安全に防護された場所に設けた水密ハッチがどうしたというのだ? このような古色蒼然たる規則にまだ縛られていても良いか、もうそろそろ自問してみても良い時期ではなからうか? もし規則を變更できないならば、屯税を餘計拂つてわれわれの道を進んでも採算がとれるのではなからうか?

安全が非常に重要な事柄となつた以上、もつと改良されて良いもう一つの小さなことがある——ホールドへの下降路である。ところどころ段のない40呎の垂直梯子を毎日仲仕に這い降りさせて、働きに通わせてもよいのだろうか? 人の命や手足は構わないとしても、保険料を拂い續けることができるだろうか?

照明はどうだろうか? 本当に良く照明された貨物倉をみた人が果してあるだろうか? 陸上工業では、50年ほど前に良好な照明の利點が見出されている。

荷 役 装 置

嚴密に經濟的な見地からいえば、船自體は荷役装置を持つべきではない。荷役装置は、多くのヨーロッパ諸港

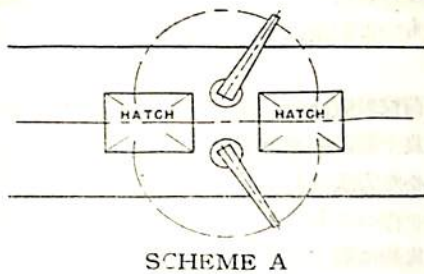
の例の如く、港灣施設の一部であるべきである。機械を遊ばせておくのは浪費であり、船の荷役装置は大部分の時間遊んでいる。おまけにいつでも強い鹽氣に曝されているため、早く腐蝕し易い。このことは海運業の高價な負擔の一例である。これに比べれば、陸上荷役設備はほとんど連続使用ができる。

技術的見地からも陸上設備の方が有利なようである。一つには、荷役設備の管理を、それを使う人達の手に移すことになる。この設備が船にあるときは、性能についても状態についても興えられたものでステベは満足しななければならない。陸上であれば、船のように場所の制限も受けず、耐海性能を持たなくともよいから、設備自體を良く、かつ弾力性を持たせることができる。もつと大きな利點としては、陸上設備の運轉工は毎日同じ機械を使う故、船毎に違つた条件にぶつかる仲仕よりはずつと熟練することができる。従つて大局よりみれば、荷役装置の問題は港灣當事者に移すべきであらう。しかしそれまでの間は、いままで通り船自體にその貨物を積み卸す装置を備えなければならない。ともかくこれは致し方がないから、現在のものをみてみよう。

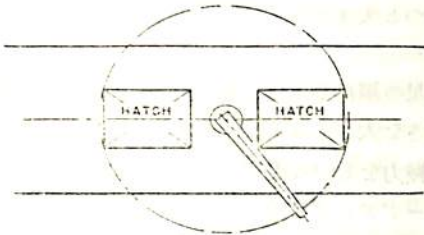
ブームとウインチは今日の所まだ廣く船に用いられており、けんか巻きがこの装置を使う一般の方法である。

現在の船の多くの點と同じく、他の工業で使われている近代的荷役機械に比べれば、この装置は原始的であるが、まだこれに取つて代るような革新的なものは現れていない。若干の歐洲船は回轉クレーンを備えているが、このアイデアもそう急速には擴まつていないようである。實の所、このクレーンの成績についても米國では餘りよくは知られていないようである。たしかにこれはわれわれの矯正すべき缺點である。

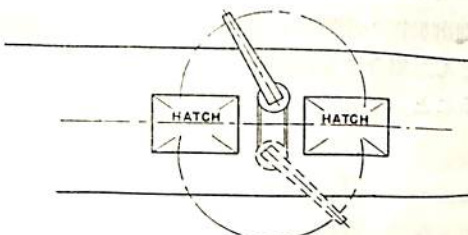
著者は、新しい貨物船の設計にクレーンを應用することを紙上で研究し、その可能性を検討してみた。第一の問題はクレーンの數と位置である。隣接したハッチの間の一定の甲板スペースに収めるためには、Fig. 2に示した三つの配置のうちどれかを選ばなければならない。クレーンを左右兩舷に持つた配置 A は最良の配置であるが、最も高價につく。また岸壁側だけから荷積みをする場合には、二臺のクレーンのうち一臺は遊ぶという不利がある。一臺のクレーンを中心線上に置いた配置 B は



SCHEME A



SCHEME B



SCHEME C

Fig. 2

小さな船には良いかも知れないが、マリナーのように大きな船に應用したときはブームが途方もなく長くなつてしまう。配置 C は以上の二法の折衷で、一臺のクレーンをレールの上に乗せ、船のどちらの片舷にも働くように移動できる。しかしこの配置ではレールを設けるといふ面倒があり、クレーンの移動機構も考えなければならない。

最良の配置 A でも、二臺の機械で一つのハッチに積み込むためには、同時に岸壁と舳とから積取らねばならない。片舷だけから積み取るときは、一臺のクレーンはけんか巻きの2倍の速度で働かなければ荷役速度は同じにならない。けんか巻きのサイクルに関する実際のデータを、クレーンのサイクルと比べてみると、どうしてもそうはできない。

他方、クレーンは操作自在であるという大きな利点がある。すなわちその操作半径内のどの点からも荷をつまみ上げ、きつかり望みの場所に置くことができる。またクレーンの普通の巻揚げ配置だけで、ブームとウインチ

の配置のように滑車の巻数を増すための時間の無駄をかけたたりしないで、大きな荷重を取扱うことができる。この研究から引出し得た唯一の結論は、クレーンの可能性について信頼するに足る解答を得るためには、実際に装備してみる必要があるということであつた。この實船装備が實現することを切望する。

それまでの間、われわれは他の荷役機械の探究を続けなければならない。米國においては材料運搬機械技術が進んでいる。この方面の最良の知能を集めて、われわれの切實に必要とする改善をもたらすべき革命的な荷役装置を考え出して貰おうではないか？

ここで再び現在のブームとウインチによるけんか巻き方法をみてみよう。現在の所、まだ當分の間はこれで我慢しなければならないようである。一寸みた所は原始的のようだが、荷そのもの以外は何も動かないことを思えば、一つの場所から他の場所に荷を動かすには本来非常に有効な方法といわれなければならない。

従つて、本来としてはこの方法は良い思ひつきだが、果してわれわれは時代の進歩とともにこれを近代化してきたか？ われわれ設計者は、時々港に出かけて行つて、様子をみたのだろうか？ われわれは乗組員やステベの意見を求め、その苦情に耳を傾けたか？ われわれの設計にかかる装置を扱うべきこれらの人達にその使用法を正しく教えるような措置を講じたか？ 造船設計者は、その設計した荷役装置が Fig. 3 のように使われているのをみたらさぞや驚くだろう。

また別の岸壁に歩を運べば Fig. 4 のような状態とステベが苦悶しているのがみられる。

張り索が切れ、ブームが折れ、人の頭がつぶされるのは當り前である。われわれはそれでも事實を無視し、また開きの設計条件を使つていてもよいのだろうか？

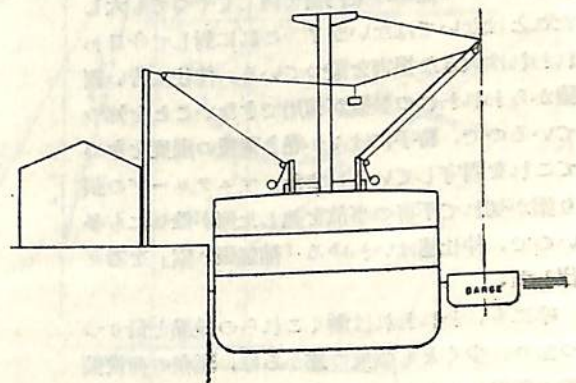


Fig. 3.

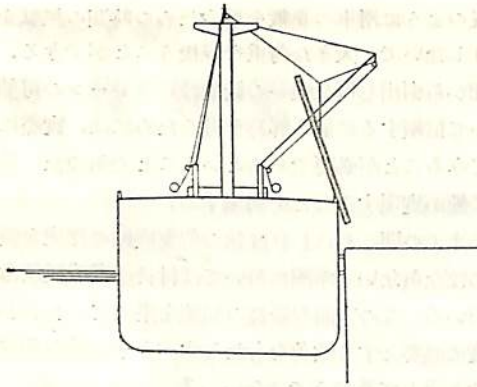


Fig. 4.

數年前までは、荷役装置のすべての部分は吊り下げ荷重の基準だけで設計されたものである。けんか巻きは、ブームとウインチ方式で使う普通の方法であるが、全然無視されるか、この方法では1トン以上の荷は決して取扱わないだと片付けられた。張り索の寸法は単に経験によつて定めそれで大丈夫なようにと念じたものである。

かてて加えて、装置そのものは5トンの吊下げ荷重に對して設計されていたのに、ブームに、何等の條件も附けず、安全なけんか巻き荷重も指定せず、安全許容荷重5トンと刻印したものである。われわれがどんな心算だつたのか可哀そうなステヤベ乗組員に分るはずがないではなか？ われわれは彼等に何等かの取扱説明書を作つてやつたか？ われわれは彼等に、應力を適度に抑えるためにはどこに張り索をとるべきか教え、あるいは荷を餘り高く吊り揚げてはならないと注意したか？ われわれは機關部員には船の機械一つ一つについて部厚な取扱説明書を渡す。荷役装置の使用法について簡単な案内書を渡してやつても大したことではないではないか？ これに對して今日われわれは大きな損害を蒙つている。仲仕は苦い経験からわれわれの装置が信用できないことを知っているの、勝手にけんか巻き荷重の限度をきめてこれを固守している。また、マニラロープの張り索が切れて不祥の事故を起した例が餘りにも多いので、仲仕達はいわゆる「補強張り索」を考え出した。

幸にも、われわれは漸くこれらの缺點を悟りつつあり、少くとも強度の點からは、現在の荷役装置の設計は良くなつてゐる。といつても、これ以上なにもしなくともよい程船員やステベの要求に

合致させなければならぬ。われわれは、常に現在の荷役装置をもつと安全にする方法を探求しなければならない。

現在の荷役装置は他の點でも改良を要する。ほとんどこも改良や設計變更を要する。現在の荷役方法は根本的には健全な方法である、これを近代化もし、すつきりしたものを作つてもつと圓滑に、早く、安全に働く、かつ今日の貨物に適するように出来ないはずはない。

以上の諸點を要約すれば次の通りになる。

1. もつと大きなけんか巻き荷重に對して設計すること。
2. 長尺の鋼材や嵩ぼる荷物を取扱うために吊り揚げ高さを大きくとること。
3. 機械力をもつと應用して勞力を節約し、作業をスピードアップすること。
4. 取扱自在性、すなわち位置を定める能力を高めること。
5. 制御装置の配置を適切にして、ウインチ運轉手がどんな場合でも作業をはつきりみられるようにすること。

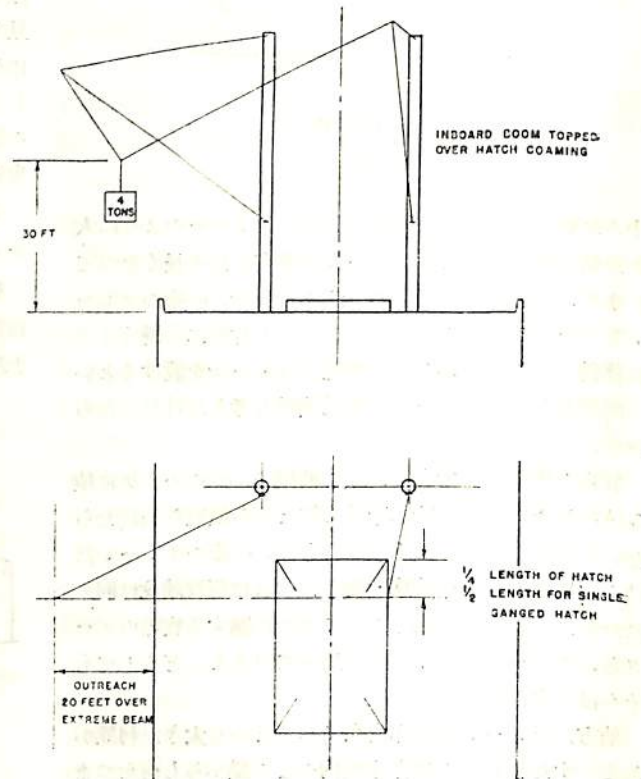


Fig. 5.

6. 現実に即した設計条件を使い、かつ装置各部分に十分な安全係数を持たせることによつて安全度を向上すること。
7. 細部の設計をやり直して、作業の円滑と、ロープの摩耗と修理費の減少を圖ること。
8. 船員やステベに荷役装置の正しい取扱説明書を渡すこと。

Fig. 5 にけんか巻き方法に對して適當と考えられる、設計条件を圖示した。

序でに、設計の段階でこれらの条件にもつと注意拂ふ必要があることを指摘したい。設計の際には、荷役装置の配置にはほとんど考慮が拂われず、契約が出来て建造段階に入つたときは既に良い配置を作り上げるには、おそすぎる、ということが往々にしてある。縮尺 $1/16'' = 1'$ の契約用一般配置圖にキングポストは丸で、ウインチは四角で所々に記入しただけでは十分でない。われわれは何時も大急ぎで仕事を片付けねばならぬ羽目にある以上、建造工程を押し付けられている現場技術者は、設計に餘り時間を浪費する譯には行かない。そこで現場技術者は何でも前の船の眞似でお茶を濁し、とどのつまり舊態依然ということになる。

荷役装置の一つの大きなハンディキャップは棒や滑車やウインチやロープやらの寄せ集め品であることである。一體の品物ではないから改良研究の對象となつて、機械類のように不斷の改善が加えられる、という譯には行かない不利がある。その創意と知識とを使つて出来るだけ秀れた方法を生み出すのは、造船設計屋と甲板機械

屋の責任である。これをなし得る人達はない譯ではない。これらの人達に機會と激勵とを與えようではないか？

けんか巻き法を近代化する試みが、海事院の發注で建造された「スカイラー・オーチス・プラント」號について行われた。その目的はほぼ先に列挙した通りであつた。本船の装置の配置は Fig. 6 の通りで、その性能は次の通り：

けんか巻き能力はブーム強度 (5 および 10 トン) に同じ。

ワイヤーロープ支索を常設。

ブーム上下は完全に動力による。

本装置は普通の方法でけんか巻きをとるよう設計されている。しかしある状態になると張り索は動支索 (live guy) となる。すなわち、けんか巻き吊り索 (married falls) の張力が、重すぎる荷を吊つたり、あるいは吊り索を横に張りすぎたり (tightlining) して、安全限度を超えるときは、ブームは張り索によつてたずなを締められて事實上荷役を受けず、その間荷そのものは殆んど同位置に止まつたままである。吊り索をゆるめればブームは元の位置に下つてくる。この配置の目的は、固定張り索の場合によく起る、張り索あるいはブームの過負荷や破損を防ぐにあつた。張り索のたずなが締るとき ("riding up" point) の各部の力は Fig. 7 の通りである。たずなのしまる際吊り索および張り索にかかつている力は安全限度以下にあることが分るだろう。

キングポストのトラスの構造は固定枠組として設計された。重量物ブームによつて 25 トン以上の荷を吊ると

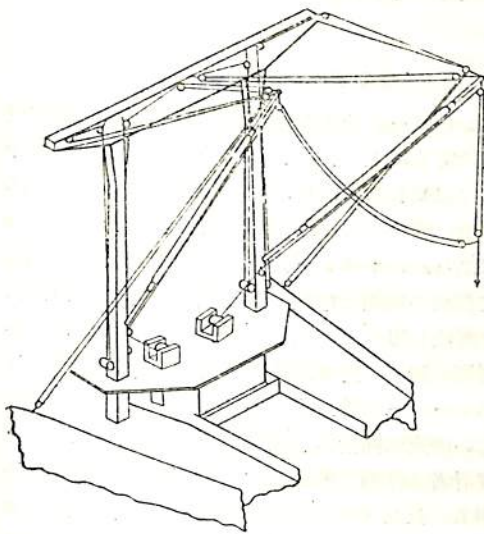


Fig. 6.

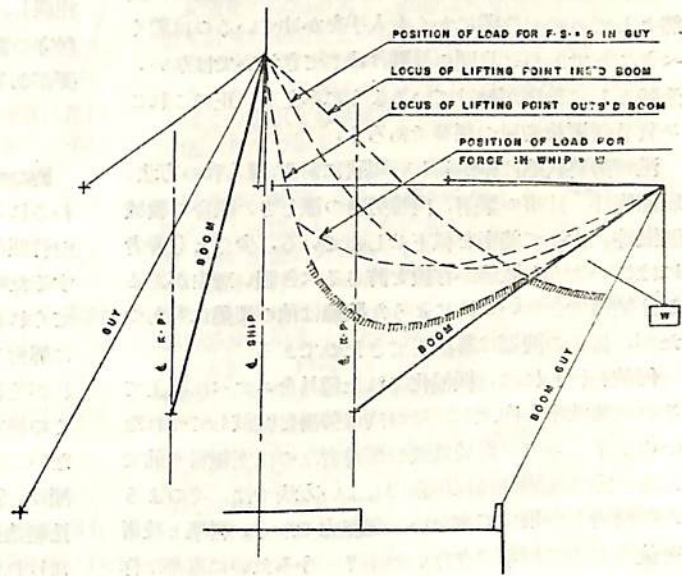


Fig. 7.

き必要な臨設後支索以外には、固定支索は用いていない。ブームの支點は高くして、十分な吊揚げ高さをとつてある。

本船のオペレーターからの報告は本装置の成績に満足
の意を表明しており、荷役作業の時間と手間が少からず
省けたといつている。例えば、本装置では僅か一二名の
甲板員が一時間足らずで船のすべてのブームを荷役に備
えて取外して用意することができる。荷積みの際、岸壁積
みから積みへのブームの移動は、ウィンチ運轉手がそ
の位置を動かずに一二分で出来る。本装置は、上下索お
よび張り索に十分な動力さえ持たせれば分銅巻きにも利
用できる。この一つの試みを詳述した主な理由は、改良
が不可能ではないという議論を裏付けたかつたからに他
ならない。

阜 頭

貨物輸送のエキスパートでなくとも、米國の大海港の
阜頭の大部分が情ないほど舊式である事實を認めざるを
得まい。

ターミナルの改良は絶望必要である。特に 今から岸
壁に荷役設備を設けることにとりかかつて、將來は船の
不經濟な装置を追放できるようにする必要がある。

この分野ではいくらか進歩がみられる。若干の港では、
ターミナルを近代化して海運誘致を圖りつつある。もし
これが成功すれば、海運業に對する各港間の競争が盛ん
となつて、一齊に改良がもたらされる公算が大きい。

ステベ業

産業の高度機械化で知られた米國ともあろう國で、依
然としてステベ作業にかくも人手をかけているのは驚く
べきことである。阜頭の景觀は決してきれいではない。
全體として秩序が缺けているように見える。正にこれこ
そ貨物運搬技術屋の悪夢であらう。

港灣勞務状態は數かわしい現状にある。雇入れの方法、
雇傭條件、仕事の繁閉、肉體勞働の激しさ、組合の職域
制限等、すべて能率を低下せしめている。少くとも著者
にはこのような状態が存続を許さるべき強い理由がある
とは納得できない。同じような状態は他の産業にもあつ
たが、皆その問題は解決してきたのである。

何故われわれは、機械化された道具をステベに與えて
その生産能率を向上し、その肉體勞働を軽減してやれな
いのか？ ステベが最低級の勞働者なのは至極當り前だ
である。力さえ強ければ馬鹿でもよい方法では、そのよう
な勞働者しか集つて來ない。馬鹿力でなく、科學と技術
を使うものに何故できないのか？ 今みたいに亂暴な作
業によつて船がつぶされ壊されるのを何時までもわれわ

れは我慢していなければならないのか？ この混亂に何
等かの秩序をもたらし得ないだろうか？ 單なる不注意
と亂暴な取扱による船の損傷修理費は全くの浪費であ
る。船體各部を野蠻なステベの攻撃に耐えるよう設計す
ることは造船設計屋の一つの大きな悩みの種である。わ
れわれも他工業の例にならつて、材料運搬のエキスパー
トに荷役作業を近代化して貰おうではないか？

ステベの側に立つていえば、貧弱な施設の衰れた犠牲
であると認めざるを得ない。ステベは船や岸壁の施設を
變えることはできない荷役装置もハッチもホールドもそ
のまま仕方なしに使われなければならない。これらの點ではわ
れわれはすべてに餘り道具を與えていないことを認めざ
るを得まい。

よくあるように、荷役装置の保守が不適切なときは、
危険に曝されるのはその使用者である。ステベは、全然
不適當な舊式の装置を使つて荷役を強要されることが多
い。シッパーの黒包が抽かつたため貨物や箱が荷役のと
き破損しても、罪を被せられるのはステベである。

著者の調べでは、今日ステベの最大の悩みの一つは傷
害率の高いことである。船や貨物に對する損害クレーム、
ステベに對する傷害が多く、そのためステベの支拂能力
以上に保険料は高くなつてきた。萬事條件は揃つている。
船も港灣も貧弱、荷役装置は役にたたず、方法は舊式、
危険豫防は皆無、すべて荷役を非能率に陥れている。

造船設計家と船のオペレーターとは、なんとかこの状
態を改善できるはずである。ステベはこの荷役問題にお
ける重要な相談相手である。われわれはもつとステベと
相談し、その悩みをもつとよく知り、荷役に適し、かつ
保守の整つたもつとよい船、もつとよい装置を與える必
要がある。

船のオペレーター

船のオペレーターこそこの荷役未開の損害を直接背負
わされる者である以上、われわれはその指導を求め實行
の音頭をとつて貰わねばならない。採算がとれるように
するためには、船としてはなにが必要かわれわれにいつ
てくれねばならぬ。オペレーターは、その經營を全面的
に解析して荷役の缺點を指摘し得る機關を作り、われわ
れがそれを解決し得るようにして貰わねばならない。多
くの根本問題に對して明確な技術的對策を施さねばなら
ない。オペレーターは特に新しいアイデアに喜んで耳を
傾け、新しい研究に同情ある援助を籍せねばならない。
造船造機設計者は批判を歓迎はするが、それも建設的
でなければ困る。ただ「それでは駄目だ」といわれたの
は困る。そうではなく、どうすれば良いかという考えを

知りたいのである。

著者は、進歩を甚しく阻害している特に困った状態を指摘したい。それは船員と設計技術者との間にあるらしい不和である。どちらも他方をいんぎんに輕蔑しているようである。船員は、20年以上の海上生活の経験のない者は船を語る資格が全然ないという態度をとることが多すぎる。他方、技術者は船員の實地の経験の價値を輕視しすぎるといふ誤ちを往々にして犯す。この二つの人種がいかがみ合うべき理由はない。兩方とも海運という同じ産業の一部であつて同じ目的のために働いているのである。船員はもつと安全觀念を持たねばならない。船は、特に荷役装置については保守をよくしなければならぬ。改良を施せば荷役を敏速化し、全體として經濟的に利益となる可能性があるときは、現在の船の近代化を心掛くべきである。

結論と勸告

1. 米國海運の經濟存立上、また國防上からも、荷役の革命が必要である。
2. この革命をもたらずに適した機運を醸成するためには、海運全般を通じて上層部の考え方を轉向させねばならない。われわれはしばらくエンジン忘れて荷役問題の解決に専念しなければならぬ。これは特に船の設計と運航についていえる。
3. 荷役作業關係者との協力と相互理解をもつと密接にする必要がある。船の設計者、オペレーター、およびステブ協同の必要がある。お互に相手の問題を十分

(231頁よりつづく)

また外部から施す防水法と内部から施す方法があります。前者は水壓を利用して防水し、後者は水壓に對抗して防水する方法です。前者は防水効果は良好ですが、潜水工の仕事となつて容易ではありません。後者は船内工事が可能であれば有効な防水工事が施されます。それで兩方が併用されれば確實性は倍以上になります。

3) 防水材料

防水に使用する材料は木材(板、角材、圓材、丸太)鋼材(鉄、條材、丸鋼、ボルト・ナット)、セメント、帆布毛布類、網類、脂類等種々の品物が必要ですが、木材類は最も使用範圍の廣いものです。また破孔を生じたとき直ぐに利用すべきものに防水マット(collision mat)が各艦船に備えられています。その構造、その使用法は後に説明します。

4) 防水の手法

防水の手法としては原則として先ず大破孔を手當として大量の水を塞ぎ、その後小破孔を始末し、また船固有の水防區劃を安全に維持するよう補強など適當に施さねばなりません。(未完)

に知り、皆がすべてのことを十分理解できるようにしなければならぬ。事實が明らかになつて始めて仕事にけることができる。

4. たとえ豫備のアイドルな人間ができてそれに賃銀を拂わなければならない。港灣を機械化する必要がある。生産向上は、結局ステブの生活水準向への正道である。

5. われわれにとつて最悪の障礙は無關心と超保守主義である。物的な問題は克服できるが、精神的な態度は打破し難い。われわれは「それは駄目だ」とうい人耳を籍すのをやめて、あるアイデアを持つた人を力づねばならない。

6. 港灣の安全對策を改善して、荷役費にかけられる保険料を輕減する必要がある。

7. われわれはわれわれの設計機構に大銃を振つて荷役問題に處する必要がある。船の荷役に關するすべての問題を調整する責任を持つた人または紐を設けるべきである。現状では船の荷役能力を構成する多くの項目は、荷役という見地には元來關係のない多くの部門に散らばつてゐる。良くバランスのとれた、機能的に設計された船を作らうと思ふなら、各部の統合を圖らなければならぬ。

8. われわれは新造船を餘り大量には作つていないから、經濟的に有利なことが證明されたものは、既有船の近代化計畫を考慮すべきである。(完)

(220頁よりつづく)

交流化の原因の大きい部分は變壓器の問題だとか、簡型電動機の使用だとかいふけれども、實際には交流方式の經濟性はその半ばは導電部分の小さなに由來しているようである。筆者はこれに對し、交流方式の誘導、ないしはその鐵損を考慮せねばならぬことをその第一として述べたのである。

一方、われわれは交流の電壓をその變換が容易(つまり變壓器の問題)である點から考へて、800V、1000V等にも上げ得られるように考へられているが、それは絶縁(特に交流の方が難しい)の問題、回路遮斷の問題等で、當分は行きづまりである。またサイクルの點も500、600と上げて行く案もあるが、これも誘導の點で電線や導電部分の損失(上記の鐵損)が多いから問題にはならないと思ふ。結局それでは現在、交流で行われている440Vと同程度まで直流電壓を持つて行くのが最良であろうという結論に達するのであるが、われわれは現在の交流方式において相當に改良すべき點があるということを知ると同様、あるいはそれ以上、現在の220V直流方式において研究すべき多くの點を發見するのである。つまりわれわれは直流方式は既に發展すべき餘地がないなどと考へていたら間違ひであるという言葉で結論に代えよう。(未完)

海外文献の紹介

ディーゼル機関シリンダの温度と摩耗

J.M.A. van der Horst: The Motor Ship,
May, 1954

内燃機関のシリンダの摩耗は一般に認められた事実である。1933年初めて Sir Harry Ricardo が特にディーゼル機関の摩耗の要素として腐蝕 (corrosion) の重要性を指摘し、それに對し高温のシリンダ壁が有効であることを述べた。その後同じ年に Williams と Duff が、自動車機関の燃焼生成物中に存在する酸の露點の重要性に關する報告を發表した。彼等は腐蝕摩耗の減少と、シリンダ温度の上昇との間に一定の關係があることを見出した。

Broeze と Gravesteyn は 1938年初めて、腐蝕摩耗における燃料の硫黄化合物の重要性に注意を向けた。彼等は次のことを示した。すなわちこの硫黄は燃焼により主に SO_2 となり、適当なあるいはむしろ不適當な情況下で、シリンダ壁に H_2SO_4 として凝結し、信じられぬ程の腐蝕摩耗を起す。1939年 Dr. Hendrik van der Horst は初めて、腐蝕摩耗に對する保護としてポーラスクロームめつきの効果を發表した。この優れた方法は彼の最近の論文および Russell Pyles の論文で更に詳しく述べられている。一方 Dr. Carl Hoegh は、船用ディーゼルのシリンダ摩耗に關する卓絶した論文を發表した。彼もまた硫黄の多い燃料で起る腐蝕摩耗の危険を認め、シリンダ壁を通ずる熱傳達とともに、化學的機構をも詳細に論議している。

Moore と Kent は窒素による腐蝕の可能性を否定している。Cloud と Blackwood は、腐蝕摩耗における低負荷の重要性を暗示し、潤滑油が SO_2 によつて大いに破壊されることを示している。Blanc は低温で硫酸生成の條件の下では潤滑油が餘り役に立たぬとしている。3% 硫黄分の燃料を使用し機関を低温で運轉する場合、シリンダ壁上にみえる潤滑油の半分以上が硫酸と金屬硫酸鹽よりなつてることが屢々ある。Thompson によつて進められた理論すなわち、燃料中の硫黄は人造ゴムに似た固い研磨性の化合物を作るので摩耗を助長するというのは、低温で運轉する機関のシリンダおよびピストン堆積物にみられる多量の硫酸と金屬硫酸鹽にかんがみ、その要因でありそうもない。

Broeze と Stillebroer は 2 行程機関の方が 4 行程

機関よりも、ずつと餘計硫黄の影響をうけることを指摘している。Pennington は相對湿度、壓力およびシリンダ内面温度の影響について批判し、冷却水放出温度の計測は、精々腐蝕現象の不完全な表現にすぎないと推斷している。

Furtoss はリングの上向動作間の温度を上昇させるために冷却空間の上部に邪魔板をおく實驗に成功した。Perrachon は大きなガラス質の硫酸ナトリウムの堆積物を発見したが、これは 4 行程機関においてシリンダよりも弁の方に餘計害を與える。La Que と Hergenroether は CO_2 溶液の腐蝕の可能性を述べている。この弱酸はクロームには殆んど影響をおよぼさない。しかし既に十分確められたように、腐蝕と、燃料中の硫黄分との間の直接の關係は、 CO_2 がディーゼル機関における主たる腐蝕の要因でないことを示している。John Lamb は、“Auricula” の實驗に關連し、腐蝕摩耗は主としてシリンダ壁の下部に起ると述べている。しかしこれは彼の社の船が裝備しているような 4 行程機関ではそうかも知れぬが、2 行程機関では必ずしもそうではないし、また少くとも機関の型式によりかなり異なるものである。重油中の多量の灰分は明らかに摩耗の大きな要因ではあるが、ポーラスクロームめつきシリンダの反應こよれば、温度が十分に高く保たれないとすれば、腐蝕摩耗は相當問題となる。重油を使用する 2 行程機関に深い經驗を持つている Arnold もこれらの機関の摩耗のはげしいことを強調している。一方 Siwonetti は、燃料中の硫黄の腐蝕作用を重要視し、理論的に 1 日 1,000 h.p. 當り 235 kg の硫酸が作られると計算している。

シリンダ温度の限界

現在では、シリンダ温度がある點以下では、腐蝕摩耗が大きくなるということは常識である。ではどの位の温度がその限界であるかということは、不幸にも判然とし得ないのである。腐蝕は大抵シリンダ壁の硫酸の凝結による。この酸は燃焼生成物 SO_2 と水の反應こより作られる。大氣壓では硫酸の露點は、 290°C であるが、水の量が増すと従い、非常に低下する。また壓力を高めれば、露點は上る。限界温度を決める二つの獨立の變數がある。しかし、一つは屢々變り、他に常にディーゼル機関シリンダ内部にある。限界温度を變える第三の要素は相對的な硫酸蒸氣の飽和である。しかし今考えている量に對し、これらの變化は非常に小さい。

今、一定の場所に定置機関を考え、標準のディーゼル燃料を用い、燃焼ガス中の水分の量を一定に保つものと假定する。次に、複雑な計算と更に巧妙な外挿法により、

露點の調整壓力を知る。かくして露點そのものを、理論的に計算しうる。今これを機關に適用しようとするのであるが、われわれの恐れるのはシリンダ壁における凝結である。その温度については、機關メーカーはサーモカプルや溶解プラグを用いて、知ることができるのであるが、しかし船の機關士にはそれができない。彼には冷却水を測る温度計しかない。機關が運轉中非常に冷えているという時は、放出する冷却水の温度をいつているのであり、その機關に關係なく、この温度はどの位であるべきかという問題に議論が集まるのである。しかし、冷却水出口温度が、機關のいかに關係なくシリンダ壁温度に對應すると假定してかかることは、止めるべきである。

シリンダ壁の厚さ、冷却水の速度、冷却水の流れの模様、冷却面の形状、他の機關部分との間の熱傳達等は機關によりそれぞれ異なる。同じ機關でも、シリンダライナー外側のスケールと堆積物の量、内側の潤滑油膜の量は變る。簡単にするために、これら最後の要素は考えないことにすれば、最良の解決は機關メーカーが工場運轉で温度を測り、露點および冷却水温度に對應するシリンダ壁温度を指定した、便覧を船の機關士に與えることである。多くのメーカーがこれを行い、しかもその秘密を洩らすことをちゅうちよしたならば、船の機關士は實に困ることとなるらう。

前記のスケールや堆積物は、この表を狂わせるかも知れない。ライナーをとりかえる時、事は更に複雑になる。對應する温度がもう同じ事を意味しなくなる。一定の場所の定置機關という初めの假定は勿論満たされていない。そこで、掃除空氣中の水分、燃焼によりできる水分の量および硫酸を生成するに有効な硫黃の量が變化するのである。

材料 硫酸の痕跡

ボースクロームめつきシリンダは、速やかに硫酸による腐蝕の痕跡を示す。事實、鑄鐵シリンダよりもずっと速い。その理由は、鑄鐵は H_2SO_4 により局部的に腐蝕するが、これらの蝕點は普通の摩擦摩耗により間もなく摩滅する。しかし、クロームは摩擦摩耗に對する抵抗が大きいので、 H_2SO_4 の痕跡を保存する。それらはきれいなシリンダ面に灰白色の點として残り、恰もクローム層がなくなつてしまつたかの如く思わせる。輝いたクロームとこの灰色の物質（乳色の斑點と呼ばれる）との違いは、丁度透明なガラスと艶消しガラスの違いのようなものである。物質は同じだが一方は表面が滑らかで、他方は腐蝕しているのである。前述のことから、クロームは極酸に對し鑄鐵よりも速く腐蝕すると決めてはいけない、事實は反對である。しかし、鑄鐵の腐蝕が一般の摩擦の増加率で現われるような所では、クロームの摩擦は極端な場合、表面の局部的な凹損に進むことがあり、これは blow-by を起すから嚴密に調べねばならない。

ボースクロームめつきライナーのこれらの「乳色の斑點」は、船の機關士に對し、彼の運轉するような酸製造プラントに關する最良の手引を與えるであろう。どの機關士も時にシリンダカバーをひらく。ライナー表面をウェスでこすつて痕がないか調べる。それにより冷却水出口温度を高めることが良い考へであることが判るのである。大抵の場合、腐蝕は表面だけであるが、時には更に進むこともある。その場合、温度の急な増加も是認される。極端な場合、實際に 0.2mm. の深さまでの孔が、鋭いエッジで形成され、調査の結果、出口温度が約 $20^{\circ}C$ も低すぎたことが判つた。一般にこれらの現象は 2 行程機關にのみみられる。(Y)

天 然 社 刊

天然社編 船舶の寫眞と要目 第3集 (1955年版)

B5判 兩入上製 220頁 寫眞特アート紙 定價 650圓 (千50圓)

昭和28年發行「船舶の寫眞と要目」第2集(1953年版)掲載以後より30年8月
でに竣工の鋼製500噸以上の船舶、約130隻の全寫眞と要目。

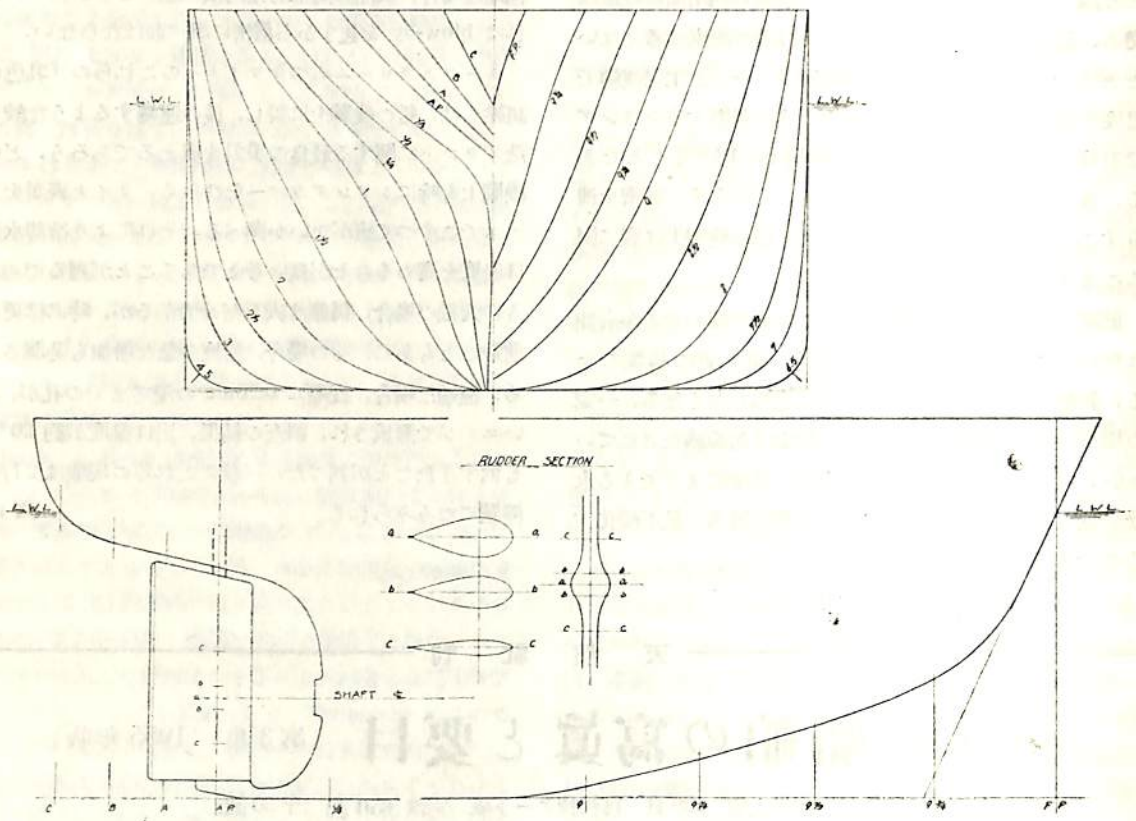
(M.S. 104×M.P. 88, M.S. 105×M.P. 89)

— 中型貨物船の模型試験 —

今回は垂線間長さ120米の貨物船の資料2例を掲げる。両船の主要目は、試験に使用した模型推進器の要目とともに、實船の場合に換算して第1表に、正面線圖および船首尾形状は第1,2圖に示した。M.S. 104は比較的瘦型であり M.S. 105は相當肥型でかつ浮力中心位置が著しく前方にある。兩船とも、圖にみる如く、いわゆる遞信省式舵を裝備している。なお M.S. 104には定格3,000SHP×120RPMの、M.S.105には定格3,300SHP×123RPMのタービン汽機の搭載が豫定された。

試験は M.S.104 に対しては満載、半載および試運轉の3状態で、M.S. 105 に対しては満載および試運轉の2状態で實施された。その結果は第3,4圖に示す。M.S.105の満載状態に対しては逆進時の試験を施行されたので、その結果を第4圖中に併示しておいた。

なお遞信省式舵と普通型舵との比較に関してはかつて本資料の45(昭和29年10月)に、逆進時の性能については同じく資料5(昭和26年6月)に掲載したことを参考までに附記する。

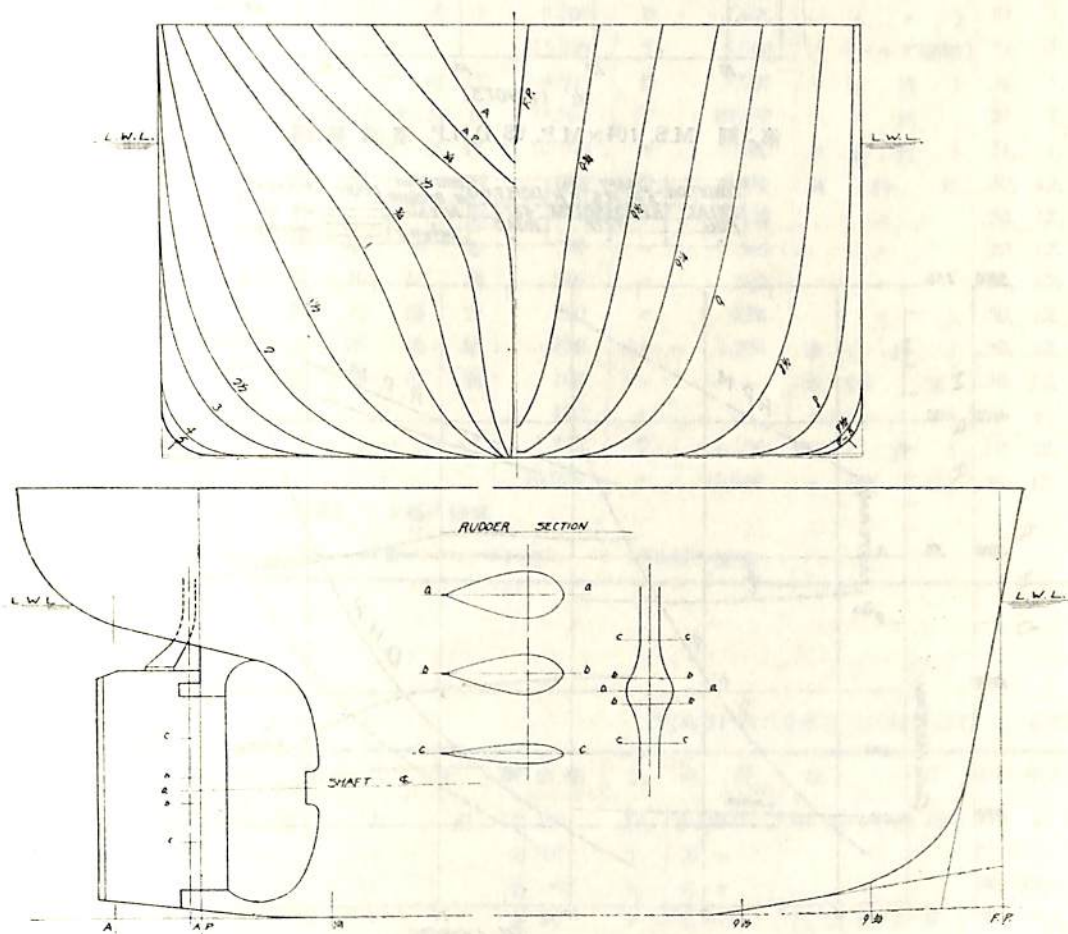


第1圖 M.S. 104 正面線圖および船首尾形状圖

第 1 表 要 目 表

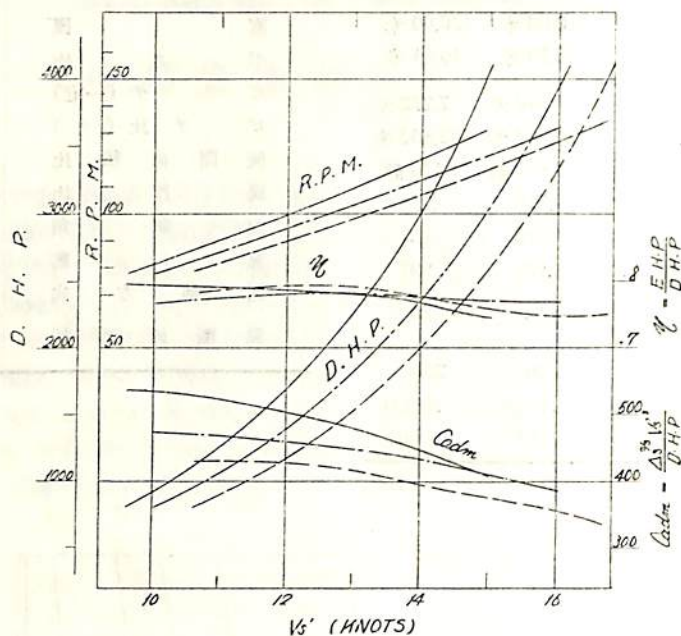
M.S. No.		104	105	M.P. No.		88	89
長 (L.B.P.)		110.00 米	120.00 米	直 徑		4.600 米	4.800 米
幅 (B) 外板を含む		16.54 米	16.44 米	ボ ス 比		.200	.207
満 載 状 態	吃 水 (d)	7.540 米	7.272 米	ピ ッ チ (一定)		3.368 米	3.072 米
	吃水線の長さ (L.W.L.)	124.200 米	122.800 米	ピ ッ チ 比 (ク)		.732	.640
	排 水 量 (J)	10,910 噸	11,110 噸	展 開 面 積 比		.405	.388
	Cb	.710	.755	翼 厚 比		.050	.050
	Cp	.718	.761	傾 斜 角		11°~0'	4°~47'
	C _q	.989	.992	翼 數		4	4
Icb (L.B.P. の%に て、 α 印より)	-.32	-1.83	回 轉 方 向		右 廻	右 廻	
平均外板の厚さ	22 耗	22 耗	翼 斷 面 形 狀		エーロフ オイル	エーロフ オイル	
λ_s *	.14135	.14141					
λ'_s *	.1445	.1446					

* 印 L.W.L に基く



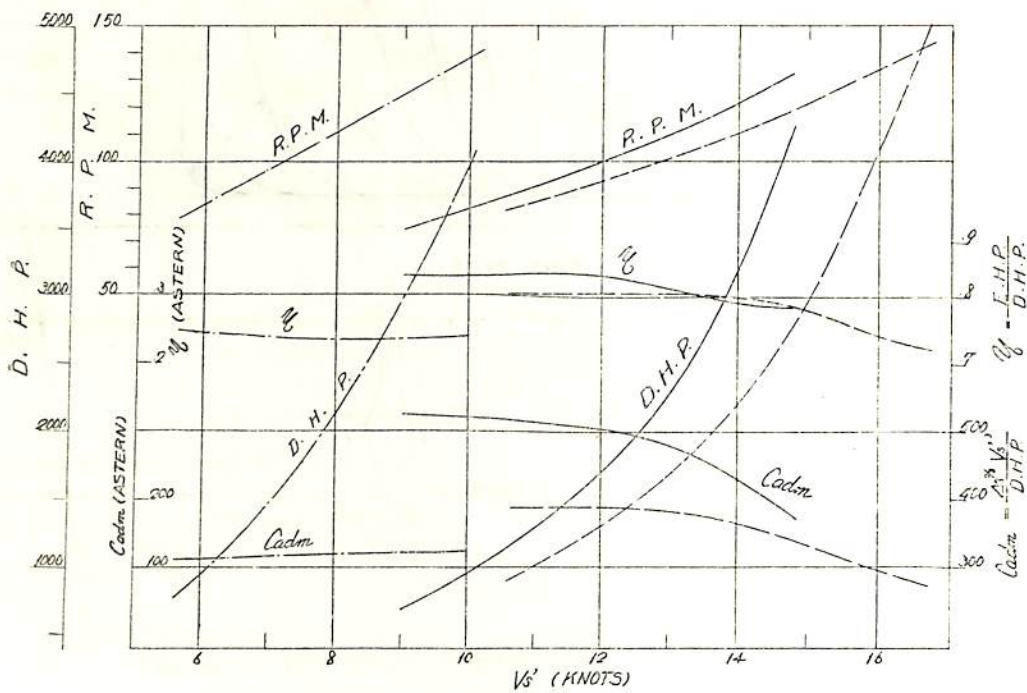
第2圖 M.S. 105 正面線圖および船首尾形狀圖

CONDITION	DRAFT (m)	DISPL. (m ³)	MARK	REMARKS
TRIAL	4.92	4773	---	With all
HALE	5.72	4977	---	Appendages
FULL	7.40	10137	---	



第3圖 M.S. 104 x M.P. 88 D.H.P. 等曲線圖

CONDITION	DRAFT (m)	DISPL. (m ³)	DIRECTION OF RUNNING	MARK	REMARKS
TRIAL	5.25	4373	AHEAD	---	With all
FULL	7.72	10840	ASTERN	---	Appendages



第4圖 M.S. 105 x M.P. 89 D.H.P. 等曲線圖

鋼船建造狀況月報 (31年1月)

運輸省船舶局造船課

(イ) 起工船

(昭和31年1月末日までに報告あつたもの)

造船所	船番	船名	總噸數	主	機	用途	起工年月日
日本鋼管, 鶴見	723	飯野海運	9,250	D	5,000	貨物船	31. 1. 30
名村造船	296	日本郵船) 共有 日の丸汽船)	4,400	"	3,300	"	31. 1. 10
尾道造船	35	兵庫機帆船	380	"	430	"	31. 1. 21
名村造船	298	福岡縣志賀町長	120	"	320	客 (貨客)	31. 1. 26
三菱造船, 下關	513	日魯漁業	700	"	1,200	漁 (鮪)	31. 1. 24
三保造船	207	"	500	"	900	" (")	31. 1. 23
"	208	"	500	"	900	" (")	"
"	206	北海道白尻村高校組合	100	"	300	" (練習)	31. 1. 14
大阪造船	123	防衛廳	200	"	75×2	雜 (給油)	31. 1. 9
"	124	"	200	"	"	" (")	"
石川島重工	744	アメリカ向け	7,900	T	8,200	輸出 (貨)	31. 1. 25
三井造船	603	リベリヤ向け	8,200	D	3,600	" (")	31. 1. 17
吳造船	19	"	13,000	T	8,500	" (バルブ運搬)	31. 1. 10
日本鋼管, 鶴見	724	パナマ向け	6,900	D	5,530	" (貨)	31. 1. 14
N. B. C. 吳	H-39	リベリヤ向け	52,500	T	19,250	" (油)	31. 1. 30
新三菱重工, 神戸	870	パナマ向け	10,100	"	7,000	" (貨)	31. 1. 16
幸陽船渠	16	神原汽船	580	D	650	貨物船	30. 12. 26
金川造船	RY-200	角貞明	470	"	420	"	30. 12. 3
向島船渠	31	住徳海運	350	"	360	"	30. 12. 3
波止濱造船	2	濱田反橋	265	"	300	"	30. 12. 1
"	3	黒川秀吉	230	"	270	"	30. 12. 10
林兼造船	869	大洋漁業	750	"	1,200	漁 (鮪)	30. 12. 22
橋崎造船	222	北海道廳	100	"	—	雜 (土運)	30. 12. 8
"	219	"	100	"	—	" (")	"
三菱造船, 廣島	126	リベリヤ向け	7,750	T	7,150	輸出 (貨)	30. 12. 20
N. B. C. 吳	H-49	"	16,000	"	12,500	" (鑽石)	30. 12. 19
他 25隻	(100ト未満)	1,928 總噸					
合計			51隻		143,473 總噸		

起工一警備船

(昭和31年1月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	注文者	排水噸	主	機	關	型式	起工年月日
浦賀船渠	672, 677	防衛廳	各330	D	各2,000×2		甲型駆潜艇	31. 1. 27
藤永田造船	52, 53	"	各300	"	各 "		"	31. 1. 18
飯野重工	31, 32	"	各 "	"	各 "		"	30. 12. 14
東造船	—, —	"	各60	"	各 "		丙型駆潜艇	30. 4. 5
合計			8隻		1,980 排水噸			

(口) 進 水 船

(昭和31年1月末までに報告のあつたもの)

造 船 所	船 番	船 名	船 主	總噸數	主 機 關	用 途	進水年月日	
三井造船	608	最上山丸	三井船舶	8,200	D	11,250	貨物船	31. 1. 14
新三菱重工, 神戸	874	ぶえのすあいらす丸	大阪商船	8,720	〃	8,500	〃	31. 1. 31
波止濱造船	—	第三伊豫丸	大澤熊一	180	〃	250	〃	31. 1. 9
日立造船, 因島	3,781	鹿島丸	日本水産	7,200	〃	4,600	漁(冷運)	31. 1. 30
金指造船	220	大丸	毛利哲也	350	〃	650	〃(鮪)	31. 1. 30
山西造船	312	第五金比羅丸	木村寅太郎	345	〃	〃	〃(〃)	31. 1. 14
藤永田造船	50	VRONTADOS	パナマ向け	6,400	〃	4,200	輸出(貨)	31. 1. 30
播磨造船	500	PAN	〃	8,000	T	7,300	〃(〃)	31. 1. 26
日立造船, 櫻島	3,755	CAPTAN YEMELOS	〃	7,100	D	6,250	〃(〃)	31. 1. 19
日本鋼管, 鶴見	716	DINOVSSIOS	ギリシャ向け	6,900	〃	5,530	〃(〃)	31. 1. 12
三菱造船, 長崎	1,459	NAESS COMPANION	パナマ向け	21,000	T	15,000	〃(油)	31. 1. 16
N. B. C. 吳	H-48	ORE PRINCE	リベリヤ向け	16,000	〃	12,500	〃(鑽石)	31. 1. 21
松浦造船	80	白瀬丸	琉球向け	135	D	400	〃(貨客)	31. 1. 18
尾道造船	32	沖繩丸	琉球向け	1,595	〃	2,400	〃(〃)	31. 1. 15
日立造船, 向島	3,760	KORA	ソ連向け	330	〃	500	〃(鮪)	31. 1. 31
岸上造船	—	第二光洋丸	花房松美	495	〃	380	貨物船	30. 12. 29
大阪造船	119	—	アメリカ向け	150	—	—	輸出(船)	30. 12. 20
三津濱造船	—	大幸丸	岩瀬幸	440	D	400	貨物船	30. 9. 18
他 16隻	(80トン未満)	713 總噸						
合 計			34 隻	94,253 總噸				

(ハ) 護 工 船

(昭和31年1月末までに報告のあつたもの)

造 船 所	船 番	船 名	船 主	總噸數	主 機 關	用 途	竣工年月日	
佐野安船渠	26	一星丸	扶桑海運	990	D	1,000	貨物船	31. 1. 27
〃	127	大日丸	大王汽船	〃	〃	〃	〃	31. 1. 30
岸上造船	—	第二光洋丸	花房松美	495	〃	380	〃	31. 1. 27
金指造船	222	長崎丸	南方漁業	350	〃	650	漁(鮪)	31. 1. 23
鹽上船渠	222	第十崎吉丸	崎島理平	〃	〃	750	〃(〃)	31. 1. 20
新潟鐵工	245	越山丸	新潟縣	150	〃	320	〃(練習)	31. 1. 31
大阪造船	114	あさしお丸	兵庫縣	320	〃	300×2	〃(自動車航送)	31. 1. 21
N. B. C. 吳	H-47	ORE-CONVEY	リベリヤ向け	20,000	T	8,500	輸出(鑽石)	31. 1. 20
浦賀船渠	633	BOLU	トルコ向け	4,150	〃	4,500	〃(貨)	31. 1. 18
三井造船	598	MILOS	スエーデン向け	4,500	D	6,600	〃(〃)	31. 1. 4
播磨造船	492	MINA	パナマ向け	20,900	T	15,000	〃(油)	31. 1. 16
三菱造船, 長崎	1456	WAFRA	アメリカ向け	27,400	〃	17,600	〃(〃)	31. 1. 31
西井船渠	—	第二和光丸	木戸楠男	250	D	600	漁(鮪)	30. 12. 5
〃	119	—	〃	150	—	—	〃(〃)	30. 12. 20
三津濱造船	—	大幸丸	岩瀬幸	440	D	400	貨物船	30. 10. 12
他 17隻	(100トン未満)	584 總噸						
合 計			32 隻	82,163 總噸				

特許解説

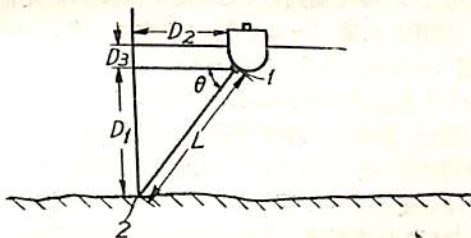
特許第 大谷幸太郎

音響測深装置 (特許第 216,524 号, 昭和 30 年特許出願公告第 2,437 号 発明者・桑原新, 高橋福太郎 特許権者・海上電気株式会社)

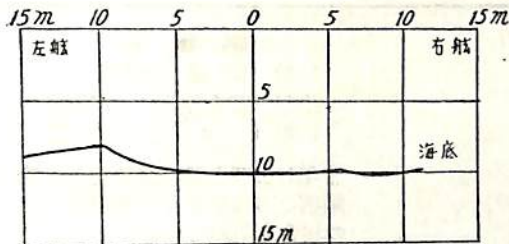
音波または超音波を利用する従来の音響測深装置においては音波を船の直下方に発射し、その反射波によって船の直下の深さのみを測るもので、前方または側方に音波を發射し、前方または側方の深さを測定することは不可能と考えられていた。しかるに船底に装着した送受信器より送信波を水面に對してある斜角 θ をなして發射するときは、送信波は水底に當り水底の状態に應じて種々の方向に亂反射するが、その一部は送受信器の方に反射して來ることが明かとなつた。従つてこの反射波によつて反射點までの距離 L を知ることが出来るのでその反射點の深さ D_1 は $L \sin \theta$ となり D_1 を知ることが出来る。そしてこれは本發明によれば計算によつて求める必要はなく陰極線管の電子ビームの掃引方向を音波發射方向と一致させるとともに、深さを示す目盛線を利用すれば極めて容易に水深を讀むことが出来る。

以下圖面について説明すると O_1 は衝撃電壓發生装置、 O_2 は陰極線管の掃引用の鋸齒狀電壓發生装置、 T は送波器、 R は受波器、 A は受信増巾器、 M は送受信器の指向方向を變化させる電動機、 SM_1 はセルシン送信器、 SM_2 はセルシン受信器、 C は陰極線管のビーム回轉線輪でこれ等を第 2 圖 A のように接続して、受信

(イ)

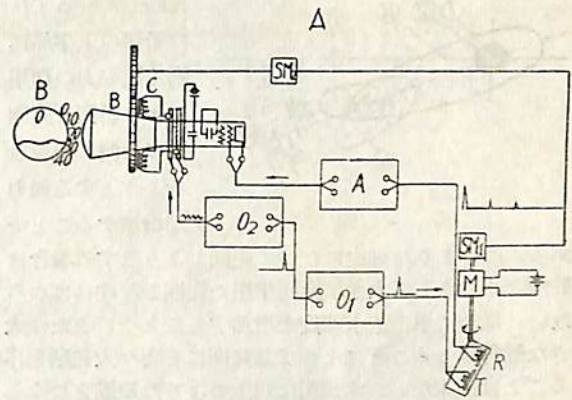


(ロ)



横濱水牧沖の実測例

第 1 圖 (イ, ロ)

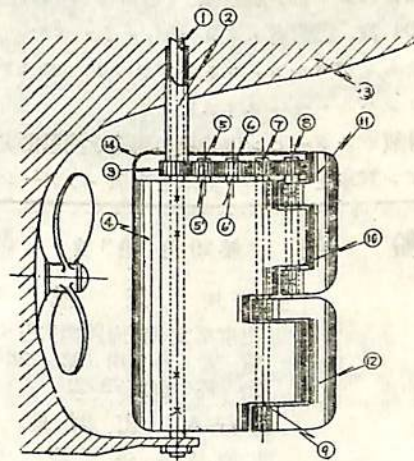


第 2 圖 (A, B)

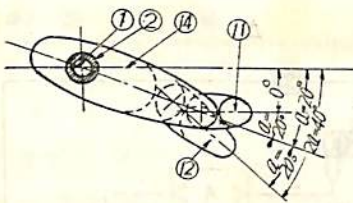
増巾器 A の出力により陰極線管の輝度變調を行うと同時に陰極線管の掃引方向が送波器の指向方向を指示するようにすれば、陰極線管の螢光膜上には同圖に示すように水深狀況が指示される。この場合陰極線管の偏向電極に電壓を加えることにより輝點の原點 0 を螢光膜の上方に偏向させて螢光膜を有効に利用できるようにする。なお送受信器の指向方向を變化させるには任意適當な装置を用いることが出来る。第 1 圖 (ロ) は本發明装置による實測例を示すものである。

船舶用その他に用いる舵の改良 (昭和 30 年 特許出願公告第 8,664 号, 出願人・發明者 水垣昌一)

船舶等が旋回しようとする際における舵壓力はその舵を通過する流水速度の自乗に比例することが知られている。従つて流水速度の増加は舵壓力の増加に對して極めて有効である。しかし流水速度が増加すると次のような困難が生ずる。すなわち、(1) 小さな旋回半径で旋回しようとする場合には大きな舵角をとらねばならないが、この場合流水速度を増加すれば舵の背面に流體の剝離現象を生じ亂流が発生する。そのため有効舵壓力を阻害し有害抵抗を増加すること、(2) 高速度で小さな旋回半径で



第 1 圖



第 2 圖

ある。このような理由によつて旋回しようとする場合は舵角を小さくして大きな旋回半径で旋回しなければならない。従つて単に洗水速度を増加することや、または大きな舵角をとることによつて急旋回に必要な大舵圧を得ることは出来ない。本発明は以上のような缺點をなくしようとしたもので、比較的小さな舵角により高速速度で旋回しようとする場合でも流體の氣離現象を伴わず、高速旋回に必要な大きな舵圧を得ることができ、また旋回半径を小さくしても旋回圈の外側へ船體を傾斜させようとする偶力を抑制することができるものである。

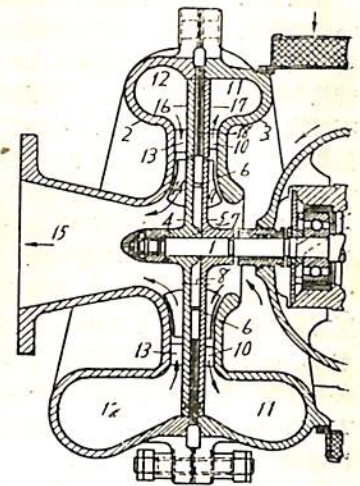
圖面について説明すると本発明船は主舵 1 の後尾に上部補助舵 11 および下部補助舵 12 を備えている。そしてこれ等補助舵 11, 12 は主舵 1 の回転に伴い、上部の齒車群を介して關係運動するように構成されている。いま操舵機によつて主舵を α 角度左旋回すると主舵軸 1 の固定外筒 2 および前記齒車群により下部補助舵 12 は主舵 4 に對して同時に α 角度左旋回し、上部補助舵 11 は主舵 4 に對して α 角度右旋回する。すなわち、主舵 4 を α 角度左旋回すれば船體中心線に對して下部補助舵は 2α 角度旋回し、上部補助舵は船體中心線と平行な位置に来る。従つて主舵の後尾に下部補助舵の舵圧が作用するから小なる舵角をとつても合成舵圧は大となり、また上部補助舵は船體中心線と平行となるから主舵背面の洗水速度が上部補助舵の旋回方向に移動しようとする操舵力を軽減することが出来る。

排氣ガスタービン過給機 (昭和 30 年特許出願公告 第 9,504 號, 發明者・クロード, ザイッベル 出願人・アクテングゼルシャフト, ブラウン, ボベリ, アンド, コンパニー——スイス)

従來排氣ガスタービン過給機の構造を簡單化するためにタービン翼車とブローア翼車とを單一のケーシング内

に裝置する構造が採用されている。そしてこのようなものうち特に反對方向にガスまたは空氣が流れるようにしたタービン翼とブローア翼とを共通の翼車盤の各側に配置することによつて良好な熱傳達を行わせ、高温に曝されるタービン翼より熱を可及的に除去しようとする試みがなされている。しかし壓縮すべき送風空氣に對して熱が傳達することは有害であり避けなければならない。本発明は上記の従來の考え方とは逆に、生成すべき壓縮空氣を出来る限り低温に保持することにより組合せ装置全體の効率を上升しようとするものである。

以下圖面について説明すると軸 1 に對し垂直方向にタービン側 2 とブローア側 3 とに分割されたケーシング内において、排氣ガスタービンの翼車 4 とブローアの翼車 5 とを共に軸 1 上に裝着する。そして高温の排氣ガスより空氣に對し熱傳達が行われぬように前記兩翼車を隔離部 6, 7 により適宜所要の間隔 8 を保つて並置する。ブローア翼 9 によつて内から外へ向い壓送された空氣はデフューザ翼 10 の間を通過してデフューザ導溝 11 に入り、それより所望の箇所に送られる。また高温の排氣ガスはタービン側 2 の導溝 12 内に入り、ノズルリング 13 を通過し、その際その壓力の大部分を速度に變換した後タービン翼 14 に當り、次いで出口管 15 を通つて排出される。この裝置においてガスと氣との間に少しも熱傳達が行われぬようにするため更にケーシング部分に固定した半径方向の 2 重壁 16, 17 を設けてその中間にガス流と空氣流との分離壁を構成する、圖示の例では空氣とガスとが向流式に隣り合つて流れる場合を示したがこれ等が同一方向に流れるように構成することも出来る。



排氣ガスタービン過給機第 3 圖

以下圖面について説明すると軸 1 に對し垂直方向にタービン側 2 とブローア側 3 とに分割されたケーシング内において、排氣ガスタービンの翼車 4 とブローアの翼車 5 とを共に軸 1 上に裝着する。そして高温の排氣ガスより空氣に對し熱傳達が行われぬように前記兩翼車を隔離部 6, 7 により適宜所要の間隔 8 を保つて並置する。ブローア翼 9 によつて内から外へ向い壓送された空氣はデフューザ翼 10 の間を通過してデフューザ導溝 11 に入り、それより所望の箇所に送られる。また高温の排氣ガスはタービン側 2 の導溝 12 内に入り、ノズルリング 13 を通過し、その際その壓力の大部分を速度に變換した後タービン翼 14 に當り、次いで出口管 15 を通つて排出される。この裝置においてガスと氣との間に少しも熱傳達が行われぬようにするため更にケーシング部分に固定した半径方向の 2 重壁 16, 17 を設けてその中間にガス流と空氣流との分離壁を構成する、圖示の例では空氣とガスとが向流式に隣り合つて流れる場合を示したがこれ等が同一方向に流れるように構成することも出来る。

船 舶 第 29 卷 第 3 號

昭和 31 年 3 月 12 日發行
定價 150 圓 (送 8 圓)

發行所 天 然 社

東京都文京區向岡彌生町 3
電話 小石川 (92) 2284
振替 東京 79562

發行人 田 岡 健 一

印刷人 研 修 舎

購 讀 料

1 冊 150 圓 (送 8 圓)
半年 (前金豫約) 800 圓
1 年 (") 1,500 圓

半年および 1 年の直接前金豫約購讀の方にかぎり特別號等特價の場合も差額を頂戴いたしません

NKK

造船部門

船 舶 建 造 修 理
鉄 骨 水 道 鉄 管
客 貨 車 製 作 修 理

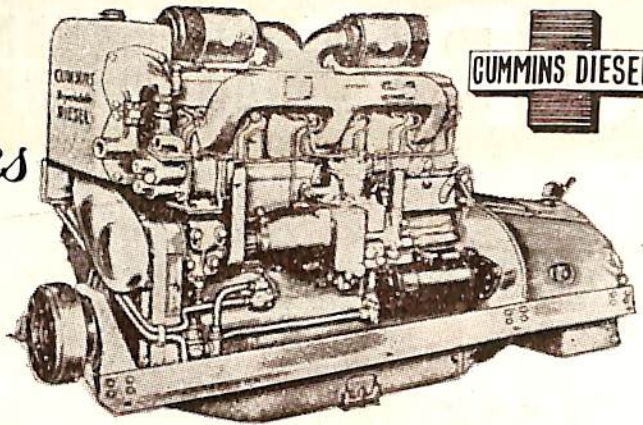


鶴見造船所・浅野船渠・清水造船所

日本鋼管株式會社

東京都千代田区丸の内1丁目10番地

Cummins diesel engines



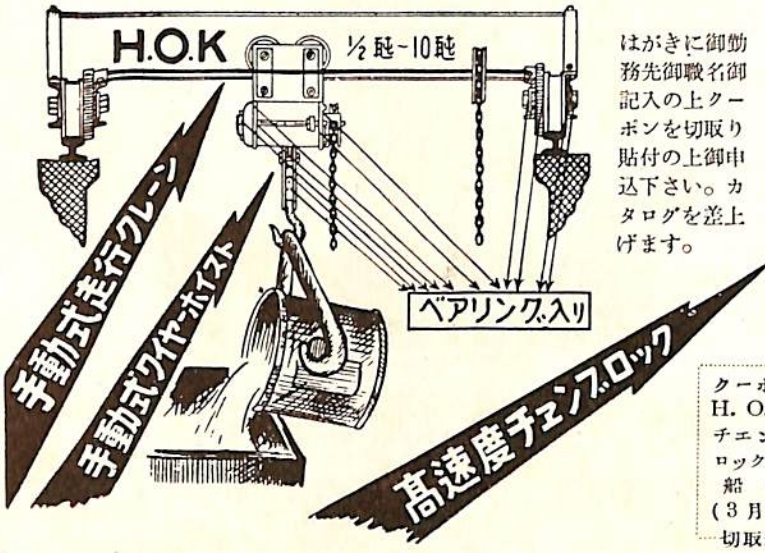
減速比各種 高速型 60~600馬力
中速型 250~300馬力

カミンズ日本總代理店
日米自動車株式会社

本店 東京都中央区京橋2丁目5ノ1番地
京橋(56) {3078, 3267
 {6035, 7093
支店 大阪市北区曾根崎新地2丁目24番地
大阪(34) 2041, 1582

H.O.K

最新機構
高精度加工
安全率倍加
耐久力強靱



はがきに御勤務先御戦名御記入の上カーボンを切り取り貼付の上御申込下さい。カタログを差上げます。

H.O.K チェンロック
スチールロー
ワイヤホイスト
株式会社 岡崎製作所
大阪市住吉区南加賀屋町73
電話 住吉 (67) 2405・2528

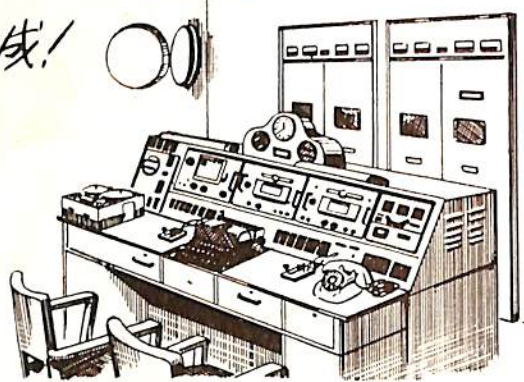
カーボン
H. O. K
チェン
ロック
船 船
(3月号)
切取線

JRC 船舶用無線装置

伝統の技術により
更期的新型機完成!

営業品目

- 船舶用送・受信機 JRCレーダー
- オートアラーム受信機 ロラン受信機
- 救命用無線機 方向探知機
- 超短波無線装置 船内指令装置
- 各種無線装置取付工事・修理一切



日本無線株式会社

本社 東京・三鷹・上連雀 930

営業所 東京・渋谷・千駄ヶ谷4-693
大阪支社 大阪・北・堂島中1-22

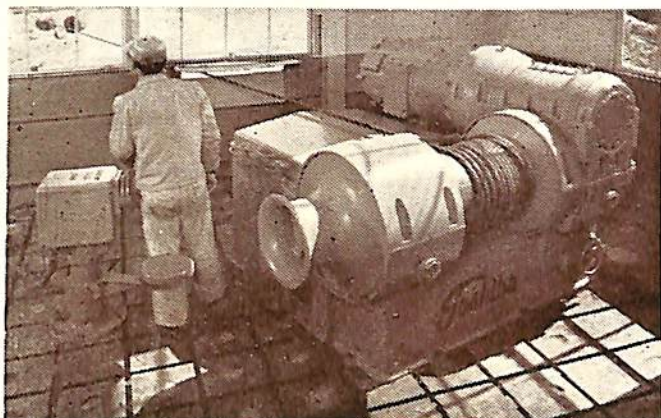
最高水準を行く

3t 交流電動ウインチ



船舶関係主要製品

発電機、シリコン変圧器、
アンプリダイン式増幅発電機、
磁気増幅器、電動ウインチ、
補機用電動機、推進用電動機、
電動揚錨機、電動繫船機、
配電盤、制御装置その他



東芝の船舶用電気機器

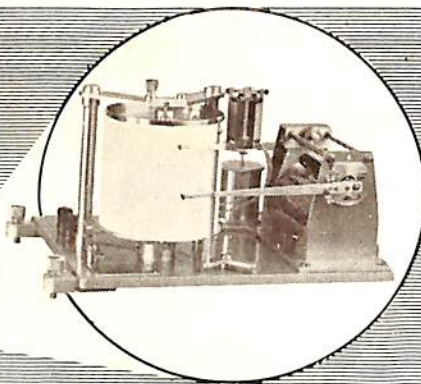
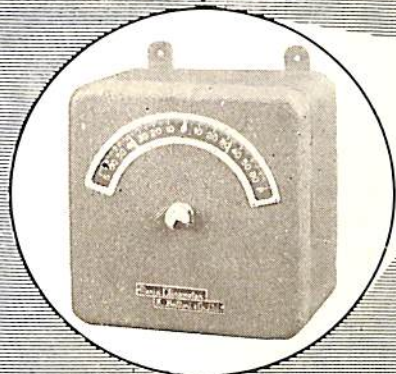
東京芝浦電気株式会社

Toshiba

東京、大阪、福岡、名古屋、広島、富山、仙台、札幌、高松、小倉、金沢

船用精密傾斜計

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



RM-1型 水銀U字管式
RM-3型 振り子式、空気制振器付

船用動搖記録計

型録贈呈

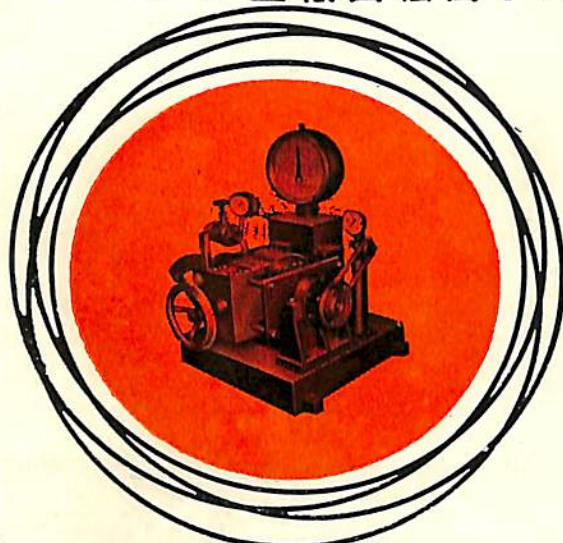
服 部 時 計 店
機 械 部

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

昭和五十二年三月二十七日
昭和三十一年三月十七日
印刷 第三種郵便物認可
発行 (毎月一回) (十二日発行)

カールセンク型低回転高トルク用

動力計



特長

本機はディーゼルエンジン・ガソリンエンジン・モーター又はスチームタービンの出力を測定するものでウォーターブレーキ及びフリクションブレーキの各長所を具えた低回転高トルクに最も適した斬新的な動力吸収装置であります。
又トルクコンバーターを御使用の際は本機はその特長を最大に発揮致します。

株式会社 東京衡機製造所

東京都品川区北品川4の516 • TEL 大崎 (49) 1141-5
大阪市南区八幡町6 • TEL 南 (75) 6140
福岡県宗像郡津屋崎町 • TEL 津屋崎 104

編集発行 東京都文京区向ヶ岡彌生町三
兼印刷人 田岡健一
印刷所 東京都千代田区神田金沢町八
昌平印刷株式会社

三機の鋼管と船舶用機材

厨房設備

(ギャレ・グリル・ペーカリー・バー・喫茶)
冷蔵設備・食品加工設備一式

洗濯設備

(客船・貨物船・捕鯨船等何れにも適する様)
設計製作施工いたします

鋼製家具・寝台

規格

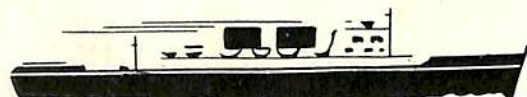
JIS ASTM BS
LRS ABS API NK

ラインパイプ: 艦船用鋼管
化学工業用鋼管
各種ボイラー用鋼管
圧力配器用鋼管
瓦斯水道用鋼管

本号定価 一五〇円
地方定価 一五五円

発行所 天

東京都文京区向ヶ岡彌生町三
然社
振替 東京七九五六二番
電話 小石川路二二八四番



三機工業

社長 山田熊男

本店 東京都千代田区有楽町(三信ビル) 電話(59)代表5251~(10) 代表5261~(10) 代表5351~(10)
支店 名古屋・大阪・福岡・札幌 工場 川崎・鶴見・中津

IBM 5541