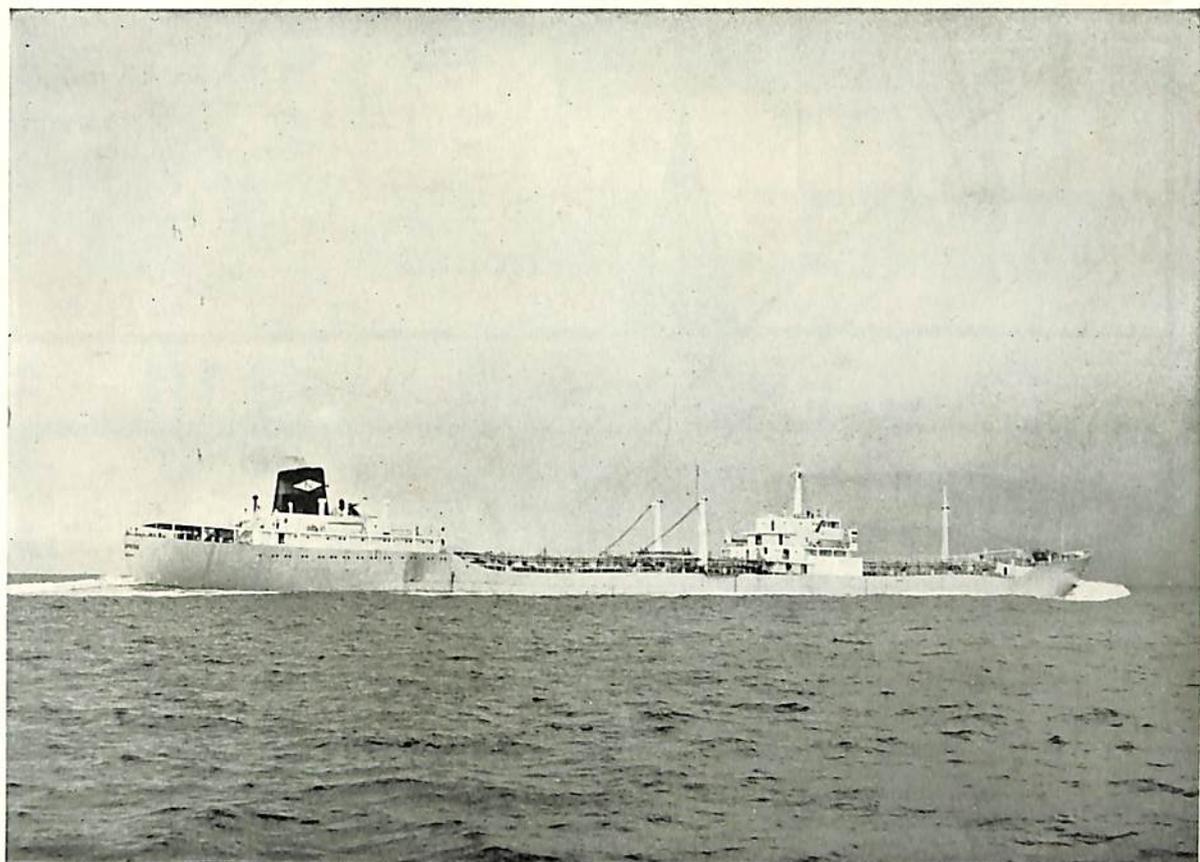


船舶 3

VOL.30



 新三菱重工業株式会社

天 然 社

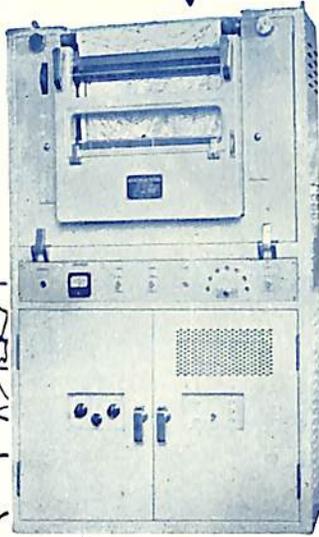
昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可
昭和三十三年三月七日 発行
昭和二十四年三月二十八日 運輸省特別承認 第四〇六号



NEC



(カタログ呈)



船舶運航の安全には！

船舶用気象図模写受画装置

弊社では模写、写真電送装置の製造については、わが国最古の歴史と最新の技術を有しておりますが、昭和29年より本装置の製作に着手し、航空実験の結果、予期以上の大成果をおさめました。

日本電気株式会社

本店一東京都港区芝三田四国町2番地
電話 東京45局-1171(代), 5121(代), 5221(代)
支店・営業所一 大阪, 札幌, 仙台, 金沢, 名古屋, 広島, 福岡

船舶用 主機関 補機関

JIS X-カー



50-2400 B.H.P.

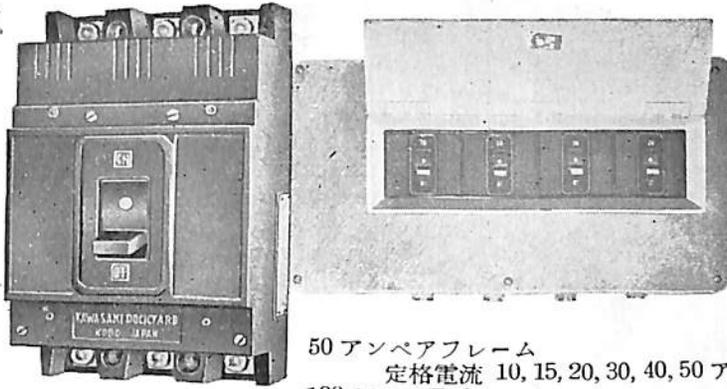
Hanshin Diesel



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

川崎AM型 ノーヒューズブレーカー



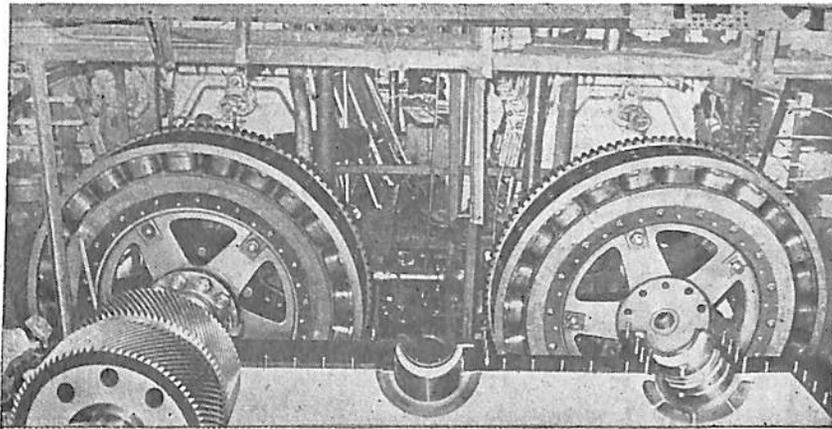
小型軽量
取付簡単

50 アンペアフレーム
定格電流 10, 15, 20, 30, 40, 50 アンペア
100 アンペアフレーム
定格電流 60, 75, 100 アンペア
225 アンペアフレーム
定格電流 125, 175, 200, 225 アンペア

川崎重工の船用電機品

船舶用ディーゼル機関の高速化と小型軽量化に

川崎式電磁滑り接手



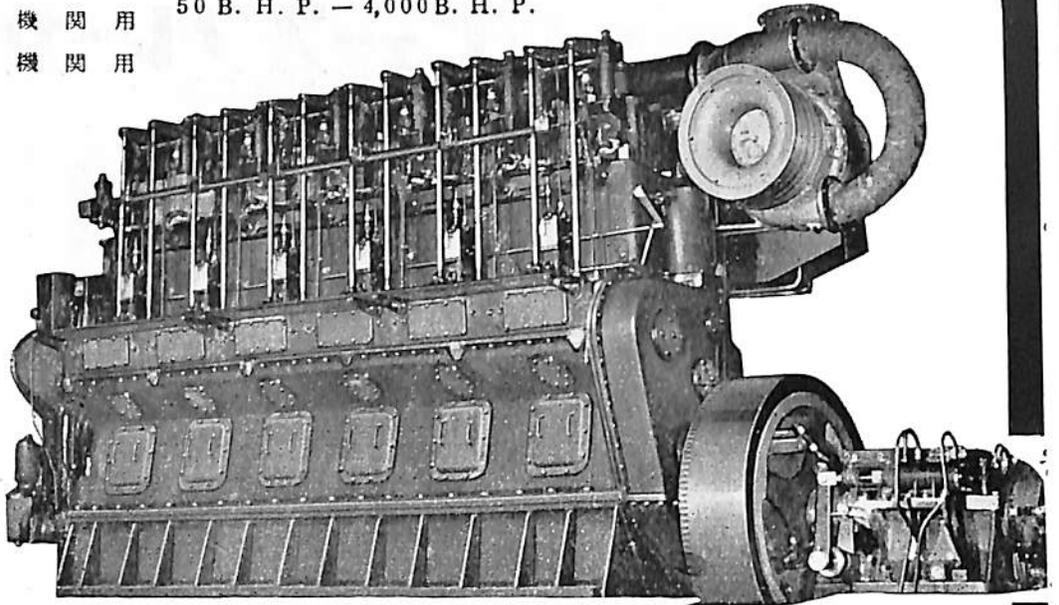
御一報次第 (広告宣伝係宛) カタログ送呈

川崎重工業株式会社

本社 神戸市生田区東川崎町2丁目14
支店 東京都港区芝田村町1丁目1の1(日比谷ビル7階)

AKASAKA DIESEL

船舶主機関用 50 B. H. P. - 4,000 B. H. P.
 船舶補機関用



創業
60年



株式会社 赤阪鉄工所

本社 東京都中央区銀座1の9 電話 京橋(56)4902, 4903
 出張所 大阪市西区奥美町30 電話 新町(53)3602
 工場 静岡県焼津市中392の1 電話 焼津2121-2125

甲板の安全塗料

パブコ グリップ デッキ

PABCO GRIP-DEK

米国海軍の推奨する
 軽量・滑り止め・耐火・耐水・防蝕の特質がある
 マスチック フローリング パブコ グリップ デッキを
 安全作業能率向上のためにお奨め致します



耐 酸 化 学 工 業 株 式 会 社

大阪市北区高垣町80 電話 代表 大阪 (36) 178, 3761

DE LAVAL

Aktiebolaget Separator
Stockholm, Sweden

燃料油清浄機

ディーゼル油用

バンカー油用

潤滑油清浄機

ディーゼル

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
長瀬産業株式會社機械部

大阪市西区立賣堀南通1丁目1番地
電話 新町(53)40~1.950~6.3101~5
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 京都機械株式會社分離機工場
京都市下京区吉野院船戸町50

船舶用最優秀性を誇る

紫綬褒章に輝く……

池袋ホ-ロ-の

浴槽と立流



カタログ贈呈
(誌名記入のこと)

軽便

清潔

堅牢

最近弊社製品グラスタル浴槽並びに立流が
化学機器受註増大の爲一時製作を差し控
えておるとの風評が一部伝えられて居る
ようではありますが、現在弊社は優秀なる
グラスタル浴槽立流を大量に製作して居り
ます故需要者各位の御註文をお待ち申して
居ります。

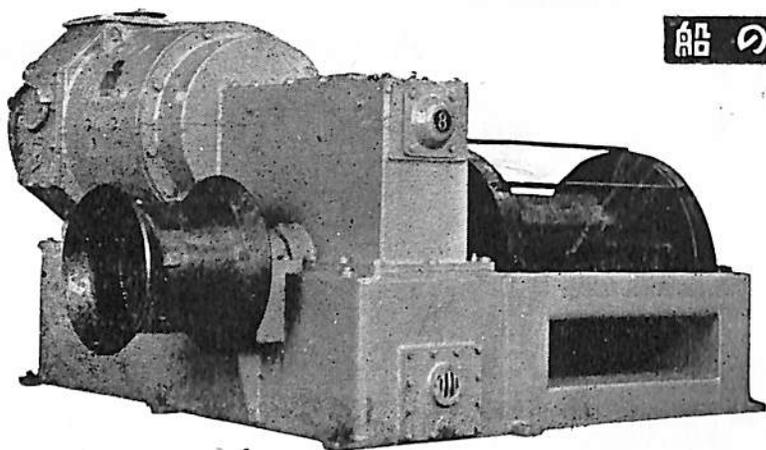
池袋瑛瑯工業株式會社

取締役社長 小島正輝

本社 東京都豊島区池袋1~775 電話 池袋(97)1282-5
営業所 大阪市西区靱下通1~10 富屋ビル 電話土佐堀(44)4182

和風、洋風、各種





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



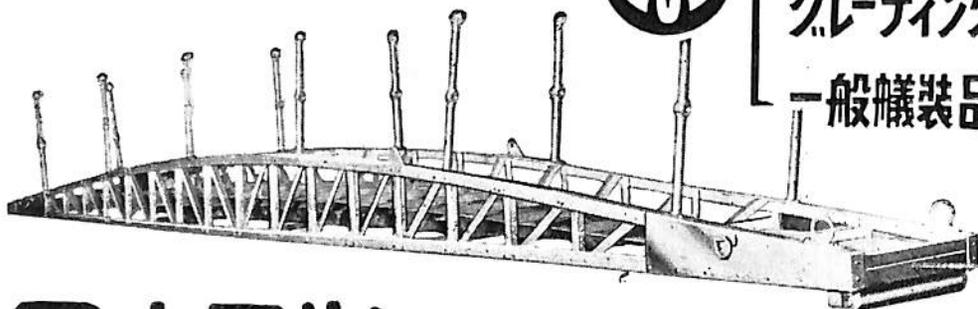
富士電機製造株式会社

特殊軽合金製

船舶部品



舷梯
岸壁梯子
クレーンク
一般機装品



日本アルミニウム工業株式会社

大阪市東淀川区宮原町四七二番地
東京支店 東京都中央区日本橋大伝馬町三ノ一

船舶

第 30 卷 第 3 号

昭和 32 年 3 月 12 日 発行

天 然 社

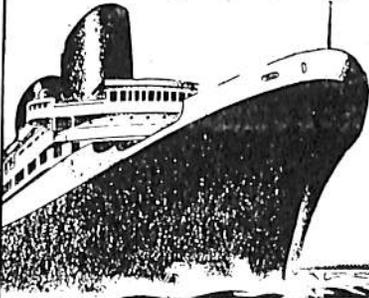
◇ 目 次 ◇

三菱長崎ディーゼルUEC型機関の使用実績について	藤田秀雄…(237)
艦艇用蒸気機関の現状	浜野清彦…(250)
高速高揚程給水ポンプ	石浜喜三郎…(257)
ノールウェーにおける原子力船の研究	(266)
船舶船底損傷について	山口勇男…(274)
船舶設備規程(才六編)の改正(2)	辻良夫…(278)
スラミング(船首底波浪衝撃現象)について(4)	越智和夫…(283)
[文献]音響による空洞発生開始の検出	(288)
浮遊性防蝕 PTC について	十文字喜多治…(290)
運輸省型式承認になった船用品一覧表(3)	(293)
[水槽試験資料 74] 巡視艇の模型試験ビルチ・キールによる抵抗増加	船舶編集室…(294)
鋼船建造状況月報(昭和32年1月末現在)	船舶局造船課…(297)
[特許解説] 艙口蓋装置・掘さく装置	大谷幸太郎…(299)
[写真]	

- 竣工—☆ JAG RAXMI ☆ NAVARINO ☆ ELSBORG ☆ ENTERPRICE
 ☆ RYTHME ☆ WORLD INFLUENCE ☆ 銀光丸 ☆ 才 58 日宝丸
 ☆ 朝海丸 ☆ 彦根丸 ☆ 能美丸
 進水—☆ 摂津丸 ☆ 駿河丸 ☆ かれどにあ丸 ☆ わか丸 ☆ ESPEROS
 ☆ WORLD IDEAL

最高水準を行く!!

船舶用熱管理資材



米国 XZIT CHEMICAL CO.
 QUIGLEY CO. INC. 日本総代理店
 BIRD-ARCHER CO. LTD.
 HUBEVA MARINE PLASTICS, INC.

- ブリックシール*バンゴ・モルタル (耐火煉瓦保護塗料)
- サービロン*バスコート-S (船用各種タンク類防錆塗料)
- インシュラグ*パネラグ (高熱保温材、成型自在)
- エキジット助燃剤 (重油・石炭・ディーゼル用各種助燃剤)
- コード・ボンド (船舶各部常温修理材)
- ボイラー・ウォーター・トリートメント (米国バード・アーチャー社の各種清濁剤)

横浜市中区尾上町 5-80
 神奈川県中小企業会館39号室

井上商会

井 上 正 一

電話 (8) 4022, 4023
 5141 (交換)

新時代の先端を行く

純国産合成繊維

倉敷ビニロン

サレモサ

ハッチカバー

倉敷ビニロンクレモナ帆布	運輸省型式承認番号
1号	才902号) 甲種
2号	才903号) 甲種
3号	才906号) 乙種
5006号	才904号) 甲種
5008号	才905号) 甲種
5010号	才907号) 乙種



特長

1. 破断強力、摩耗強力が極めて強い。
2. 海水、油、バクテリア等に侵されず、強力が持続する。
3. 軽くて運搬に便利。乾きが早く、水排けがよい。
4. 高度防水加工により長期の使用に耐える。
5. 耐酸、耐アルカリ性が強く、煤煙による脆化がない。
6. 紫外線に強く耐候性がよい。
7. 難燃性で、寒暑に対して安定。



倉敷レイヨン株式会社

丸 河 駿

船主 日本郵船株式会社

造船所 三菱日本重工業横浜造船所

全長 155.27 m 長(垂) 145.00 m
 幅(型) 19.50 m 深(型) 12.30 m
 吃水 8.80 m 総噸数 約 9,400 噸
 載貨重量 約 11,100 噸 速力 試運転
 最高 20.25 ノット 主機 横浜 MAN
 単働二衝程 1 気筒排気タービン過給
 機付 K 9 Z 78/140 C 型ディーゼル機関
 1 基 出力 12,000 BHP × 118 RPM
 船級 LR, NK 起工 31-9-26
 進水 32-2-14 竣工 32-5 予定

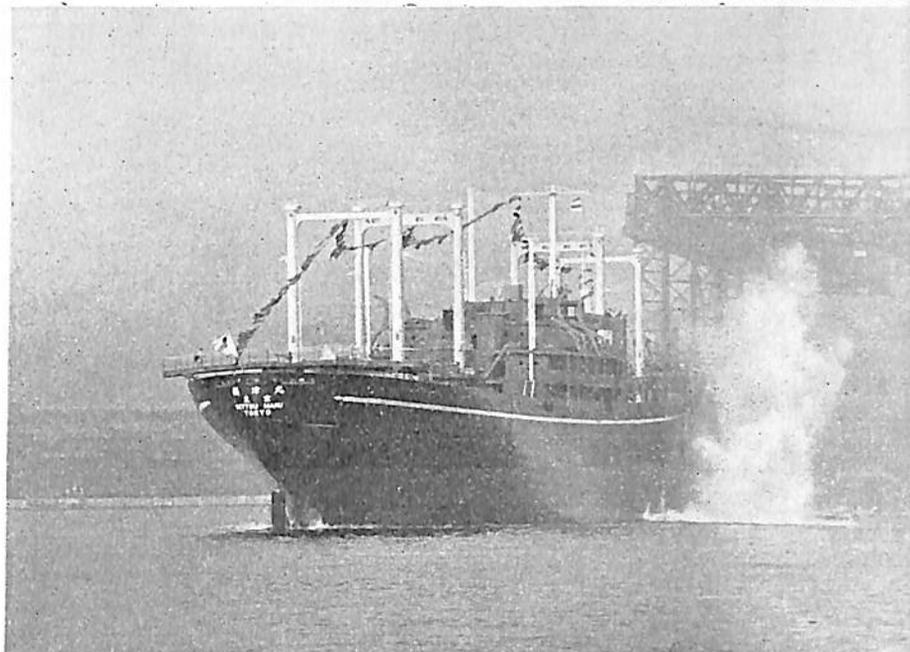


丸 津 攝

船主 日本郵船株式会社

造船所 三菱造船・長崎造船所

長(垂) 145.00 m 幅(型) 19.50 m
 深(型) 12.30 m 吃水 8.80 m
 総噸数 9,370 噸 載貨重量 11,000 噸
 速力 20.25 ノット 主機 三菱長
 崎ディーゼル 9 UEC 型 1 基 出力
 12,000 馬力 船級 NK 進水
 32-2-1



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)
- ・槓印船舶用調合ペイント (船舶用特殊塗料)
- ・槓印無水銀鉄船々底塗料 (鉄船々底塗料)
- ・タイカリット (防火塗料)
- ・ノンスリップ (滑止塗料)

大阪市大淀区浦江北4
 東京都品川区南品川4



日本ペイント



か れ ど に あ る

船 主 三菱海運株式会社
造船所 三菱造船・広島造船所

長(垂) 128.00 m 幅(型) 18.60 m
深(型) 11.40 m 吃水 8.55 m
総噸数 約 7,550 噸 載貨重量 約
11,500 噸 速力(公試) 16.25 ノット
主 機 三菱長崎ディーゼル 6 U E C 型
1 基 出力 5,100 馬力 船 級 N K
進 水 32-1-30



わ か る

船 主 南海汽船株式会社
造船所 日立造船・向島工場

全 長 51.00 m 長(垂) 46.50 m
幅(型) 8.10 m 深(型) 3.60 m
総噸数 約 498 噸 速力 約 14³/₄ ノット
主 機 ディーゼル機 1 基 出力 1,040
馬力 起 工 31-9-26 進 水
32-1-18 竣 工 32-5 中旬予定

“Suboid” スポイド
(亞酸化鉛粉基調)

本 社 大阪市此花区西野下之町 38 番地
支 店 東京都中央区八道洲 3 丁目 5 の 1
(高町ビル)

名実共に世界の水準を抜く
革命的防錆塗料

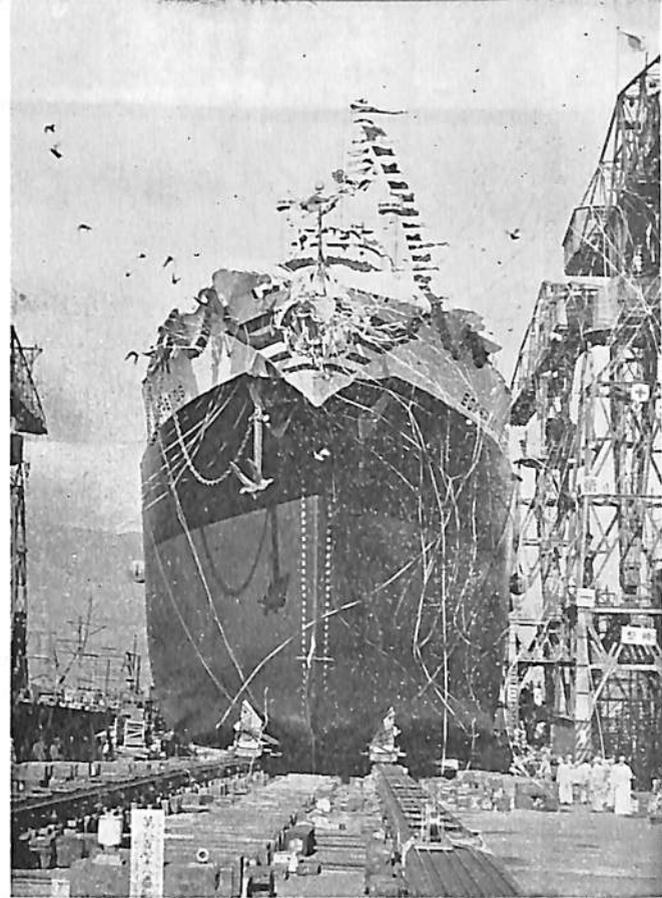
大日本塗料株式会社



WORLD IDEAL

船主 ATLANTIC TRANSPORTATION COMPANY INC.

造船所 三菱造船・長崎造船所



ESPEROS

船主 ATLANTIS SHIPPING CO., S. A. (パナマ)

造船所 新三菱重工業・神戸造船所

長(型) 206.00 m 幅(型) 29.56 m 深(型) 14.7 m
 吃水 10.82 m 総噸数 26,000 噸 載貨重量 40,500 噸
 速力 17 ノット 主機 三菱エッシャウィス型タービン1基 出力 17,600 馬力 船級 AB 起工 31-10-24 進水 32-2-16

全長約 154.84 m 長(垂) 143.26 m 幅(型) 20.27 m
 深(型) 12.50 m 吃水 9.33 m 総噸数 約 10,100 噸
 載貨重量 15,500 噸 速力 15 ノット 主機 三菱神戸ウエスチングハウスマリンスティームタービン1基 出力 7,000 SHP 船級 AB 起工 31-11-20 進水 32-2-10 竣工 32-4 未予定

重油 添加剤

P.C.C.

Pat. NO. 178013

Pat. NO. 192561

Pat. NO. 193509

製 造 品 目

P.C.C. NO. 101 重軽油添加剤
 P.C.C. NO. 210 重燃焼促進剤
 P.C.C. NO. 220 低質重油添加剤
 P.C.C. NO. 250 親水性重油添加剤
 P.C.C. NO. 270 "

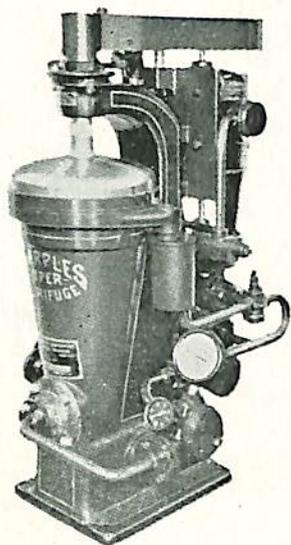
P.C.C. NO.1000 エマルジョンプレーカー
 防錆剤「ラストリン」
 コーキング材「ファインコーク」
 (船舶用高級特殊パテ)

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) 1778・7737 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 横浜, 神戸, 広島, 下関, 若松

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

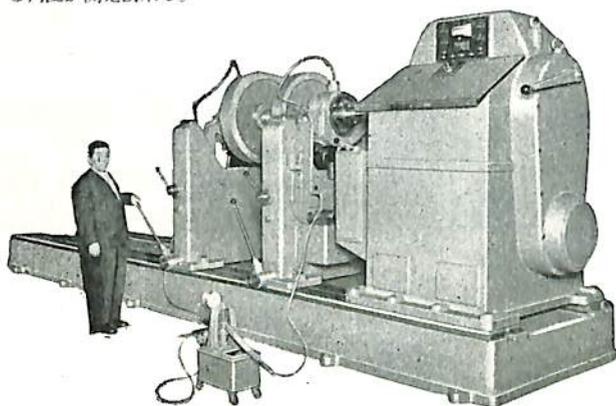
本社 東京都中央区銀座1の6(皆川ビル内) 電話 京橋(56)8681(代表)8682-5
 神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル内) 電話 三宮(3)0288-9
 工場 東京都品川区北品川4の535 電話白金(44)4131(代表)4132, 1321



明石動釣合試験機

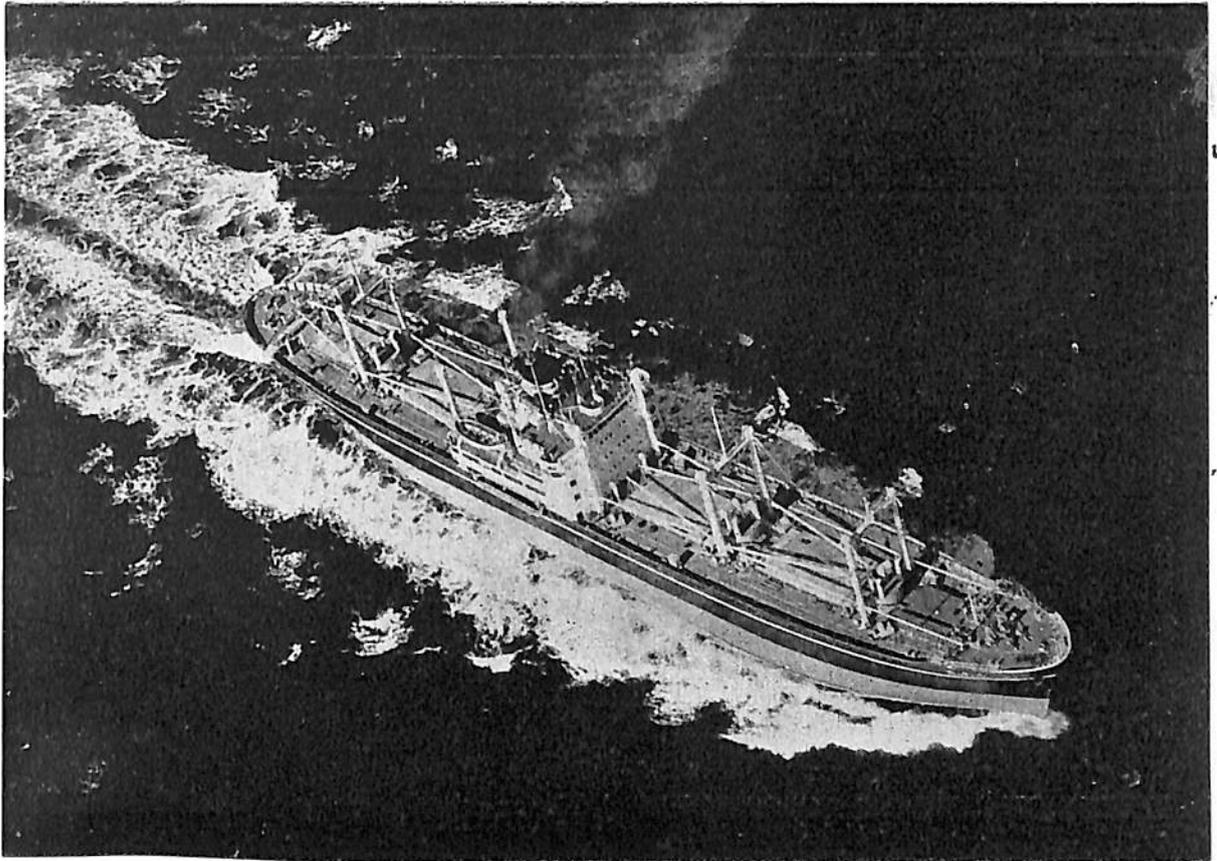
タービン・発電機・電動機等高速で回転する物体の動釣合を電氣的に巧妙な方法で取るもので、感度頗る良く極めて短時間に不釣合量(%)と角度が測定出来る。

材料試験機
 動釣合試験機
 振動計
 電子顕微鏡
 ねじ転造盤



株式会社 明石製作所

事務所 東京都千代田区丸の内三菱仲八号館
 電話 千代田(27)7871~3
 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 大阪市北区相笠町五〇 堂ビル六〇一
 電話(36)3815(直通)・1141(堂ビル代表)



彦 根 丸

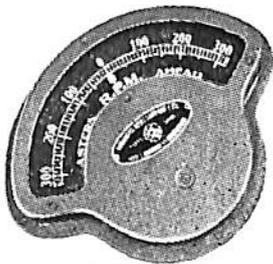
船 主 日本郵船株式会社

造 船 所 株式会社播磨造船所

全長 136.545 m
 幅 (垂) 128.00 m
 深 (型) 18.00 m
 吃 (型) 11.00 m
 水 (竜骨下面より) 8.378 m
 噸 数 7,246.94 噸
 載 貨 重 量 10,529 噸
 速 力 16.428 ノット

主 機 ハリマズルツター-6SDディーゼル機関1基
 出 力 4,200 BHP×125 RPM
 船 級 N K
 起 工 31-8-14
 進 水 31-11-10
 竣 工 32-1-28

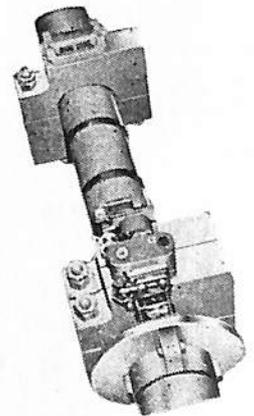
船舶用の計器は
 信頼性ある倉本計器で!!



主機, 補機用
 電気回転計

創業30年

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

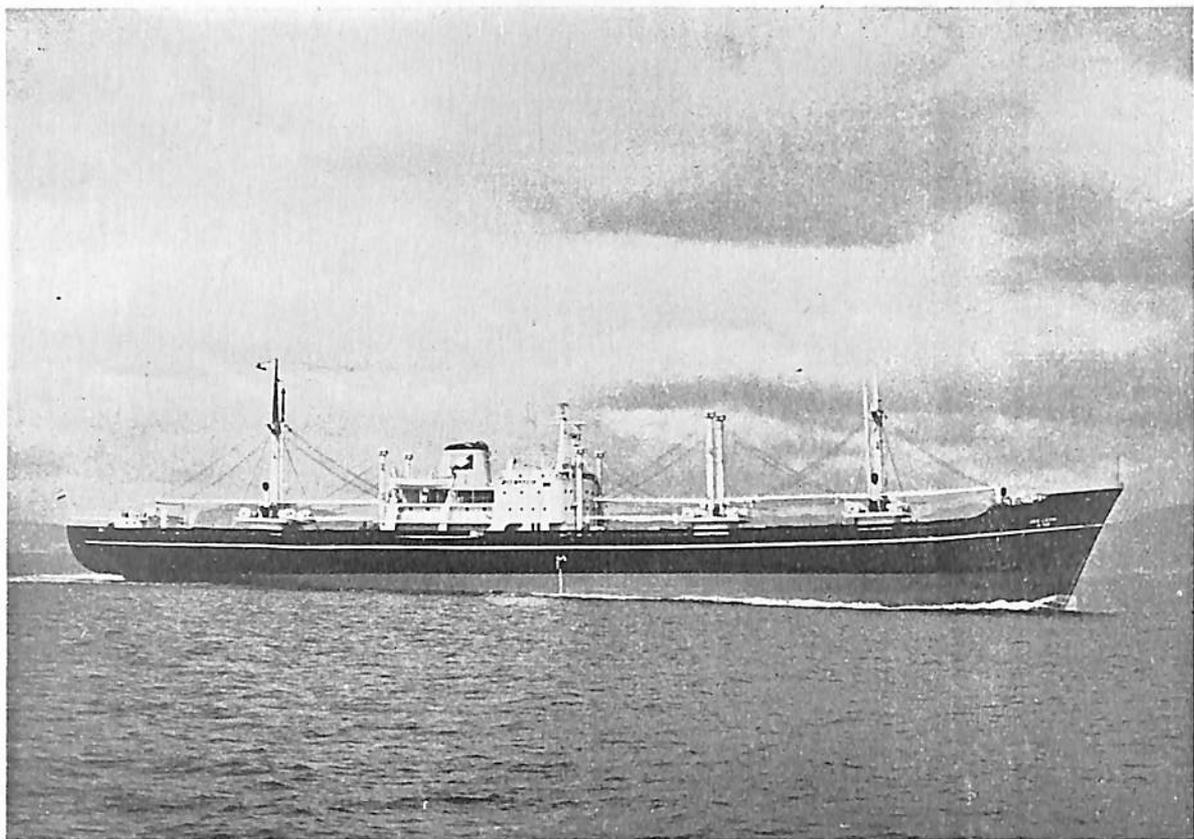


研野式光学換計

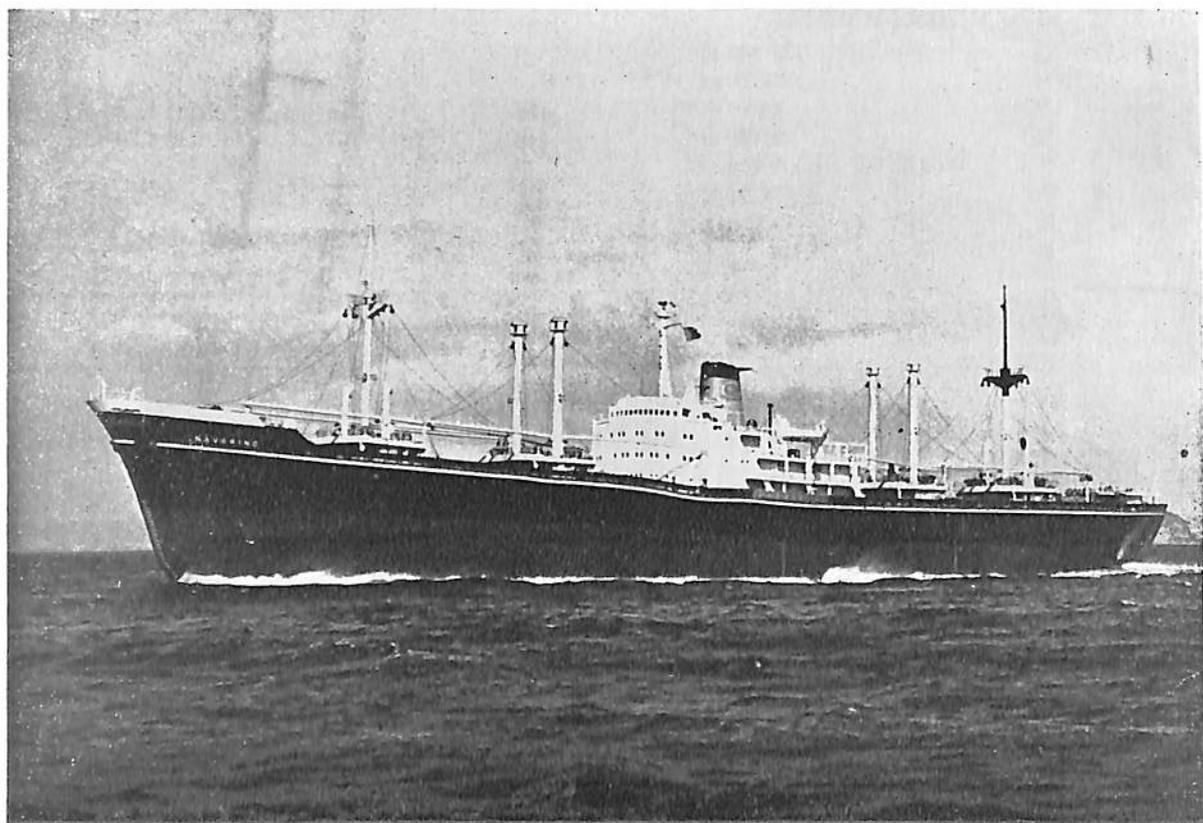


株式 倉本計器精工所

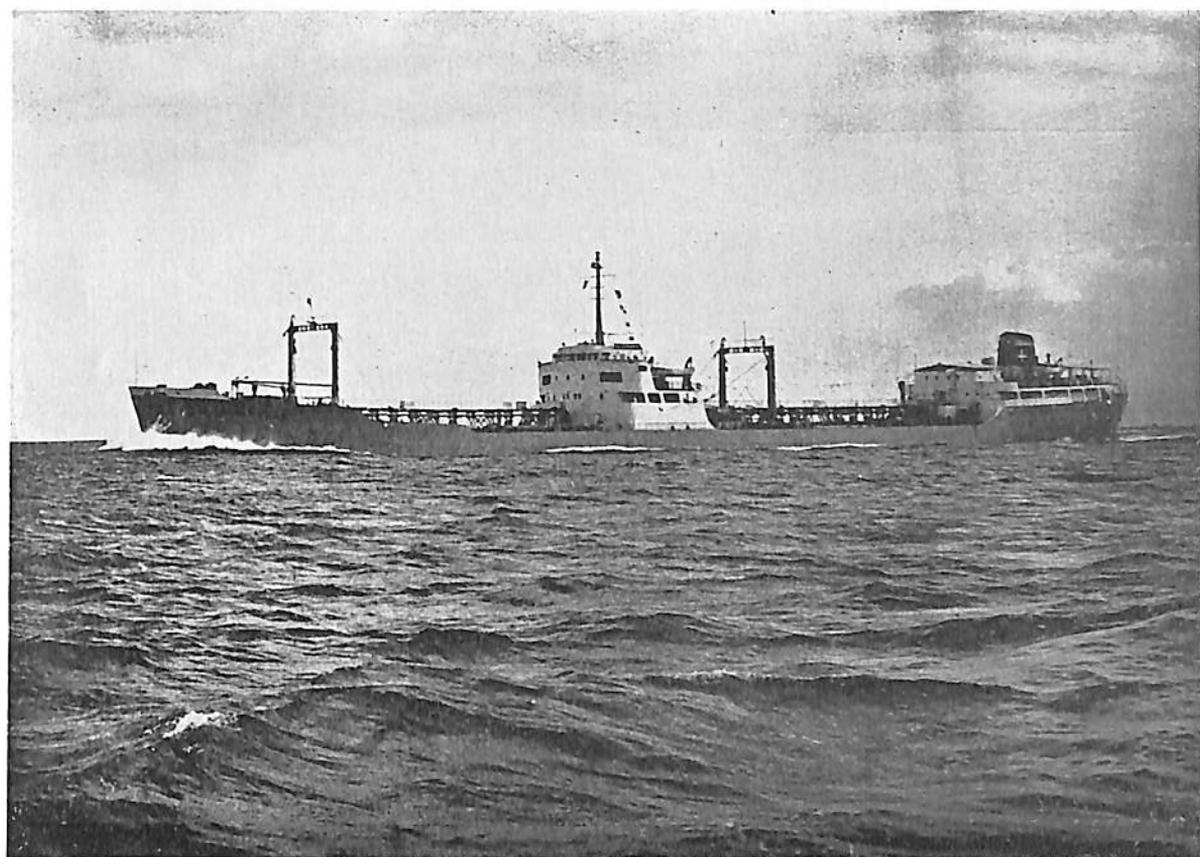
本社 東京都大田区原町6 電話 蒲田 (73) 2093 · 2623 · 1640
 柏工場 千葉県柏市柏 電話 柏 2 番



JAG LAXMI

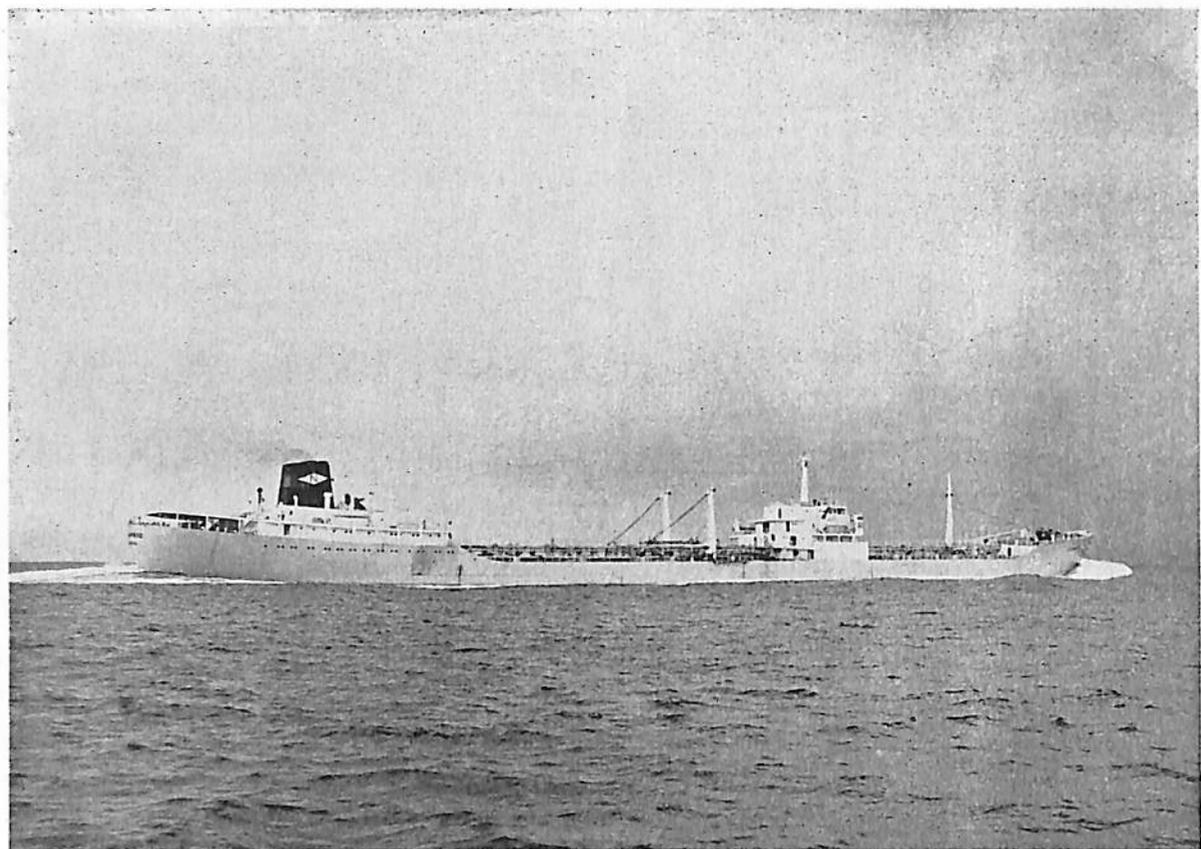


NAVARINO

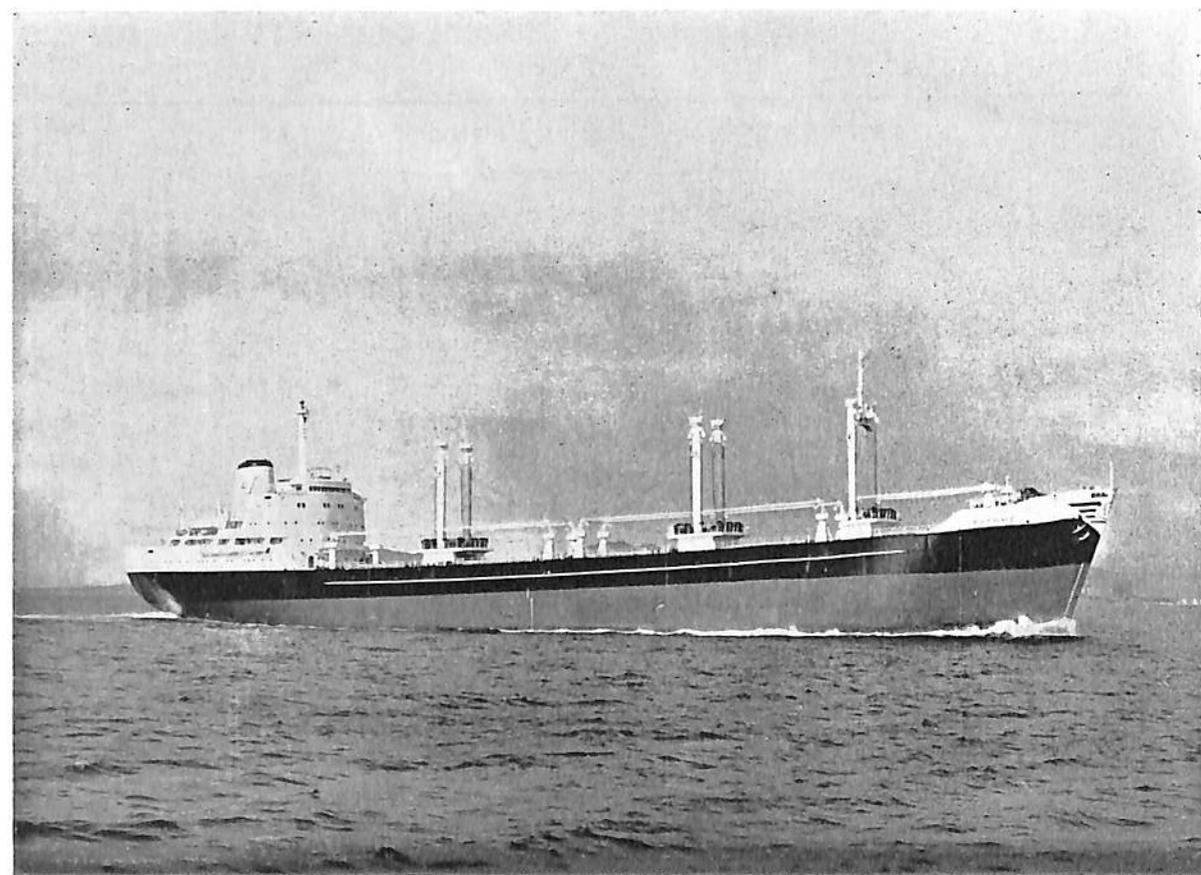


ELSBORG (油槽船)

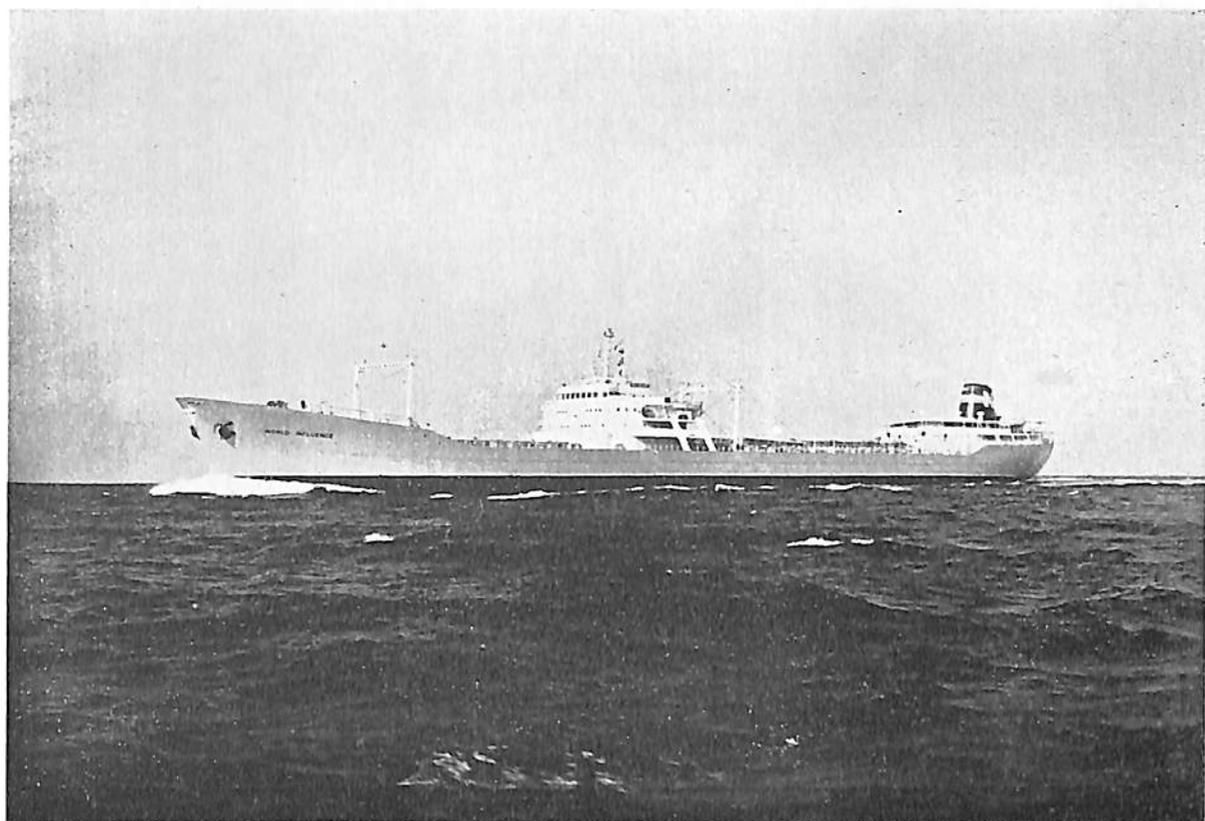
船名	JAG LAXMI	NAVARINO	ELSBORG
要目			
長 (垂)	138.00 m	145.00 m	163.00 m
幅 (型)	18.80 m	19.40 m	22.00 m
深 (型)	上甲板迄 11.85 m 才2甲板迄 9.20 m	(上甲板迄) 12.45 m	11.70 m
吃水	8.85 m	(計画満載) 9.28 m	9.00 m
総噸数	8,198 噸	約 9,850 噸	約 12,200 噸
載貨重量	12,970 噸	約 14,000 噸	約 19,500 噸
速力	17.18 ノット	17 ¹ / ₄ ノット	15.52 ノット
主機	日立B&W排気ターボ給 気式ディーゼル機関 (662-VTBF-140型) 1基	全衝動式二段減速装置付 蒸気タービン×1	日立B&W排気ターボ給 気式ディーゼル機関 674 -VTBF-160型×1基
出力	5,400 馬力	6,600 SHP × 100 RPM	7,500 馬力
船級	L R	L R	L R
起工	31-4-5	31-6-11	31-3-20
進水	31-8-28	31-10-6	31-10-6
竣工	32-2-14	32-1-22	31-12-28
船主	THE GREAT EASTERN SHIPPING CO., LTD., INDIA	COMPANIA NAVIERA HIDALGO S/A-PANAMA	ダンネブロク汽船株式 会社 (デンマーク国)
造船所	日立造船・桜島工場	日立造船・因島工場	日立造船・桜島工場



ENTERPRISE

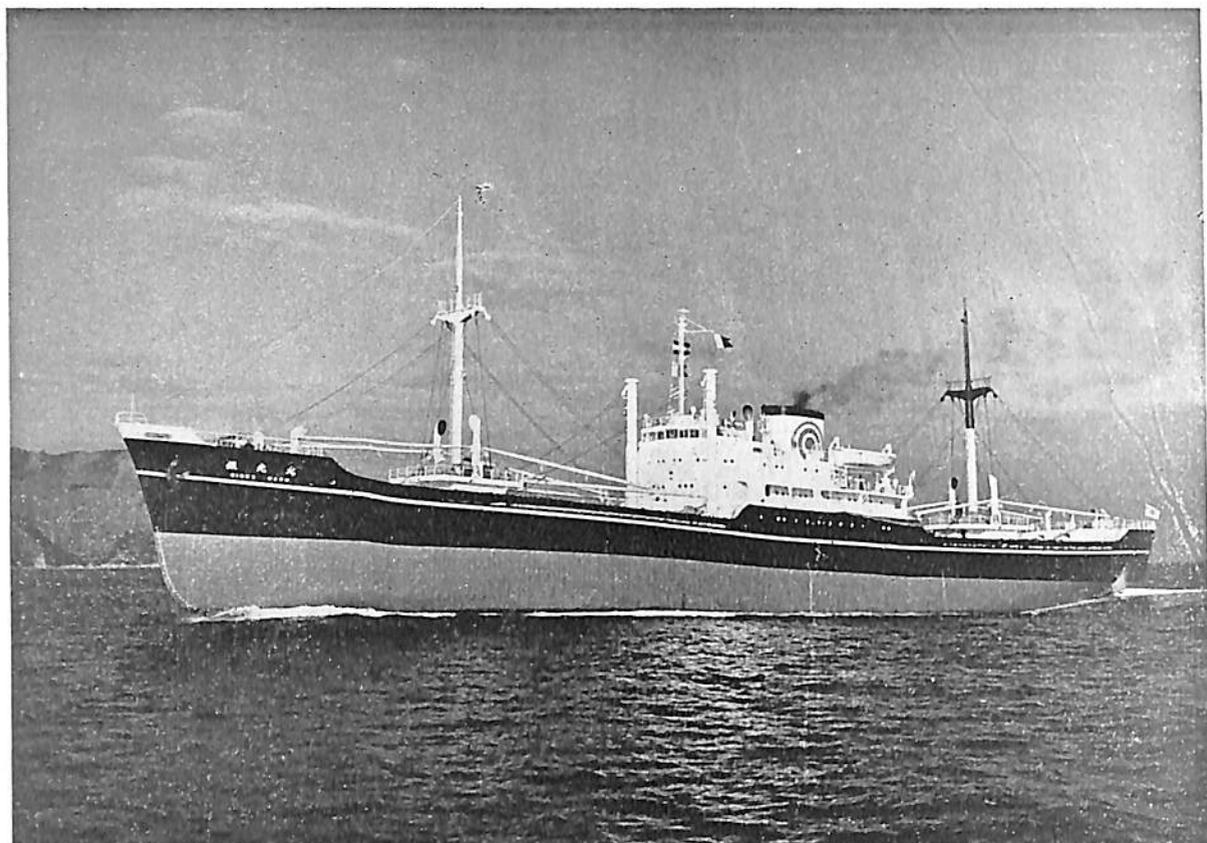


RYTHME

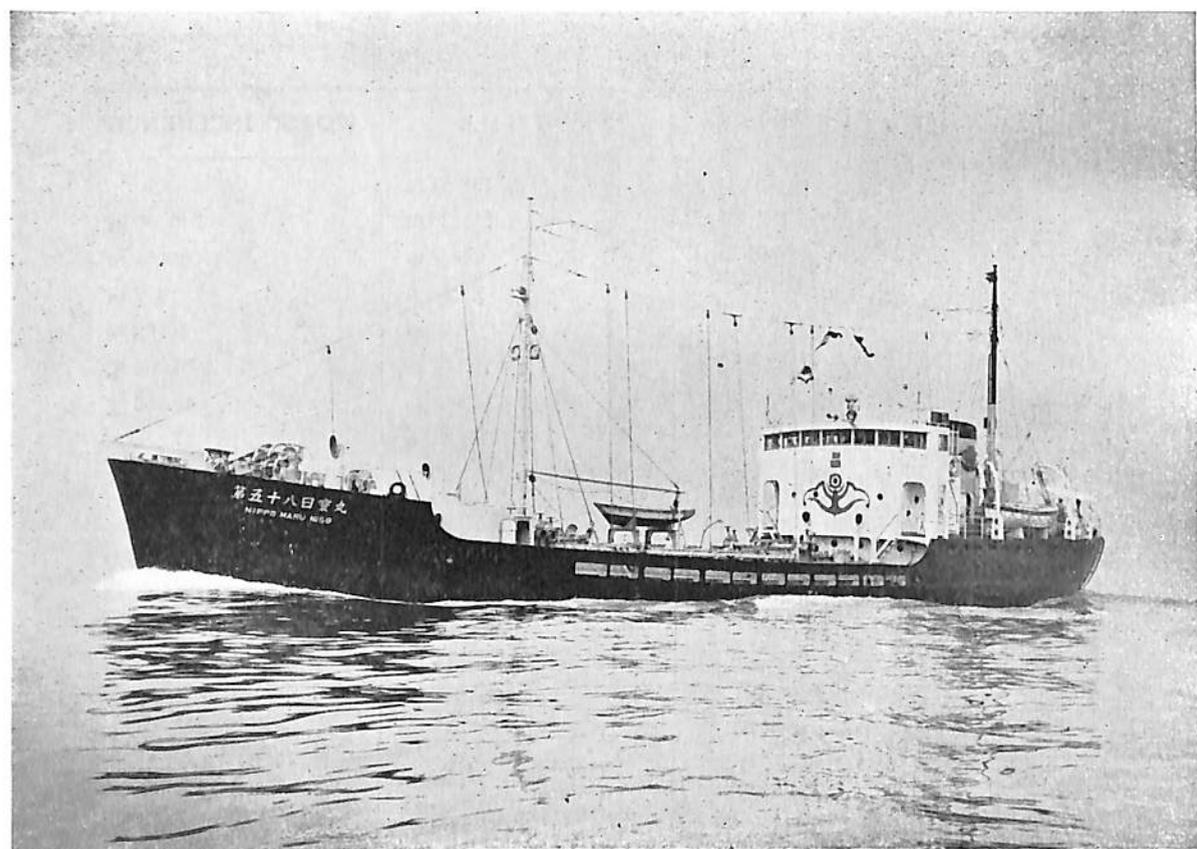


WORLD INFLUENCE

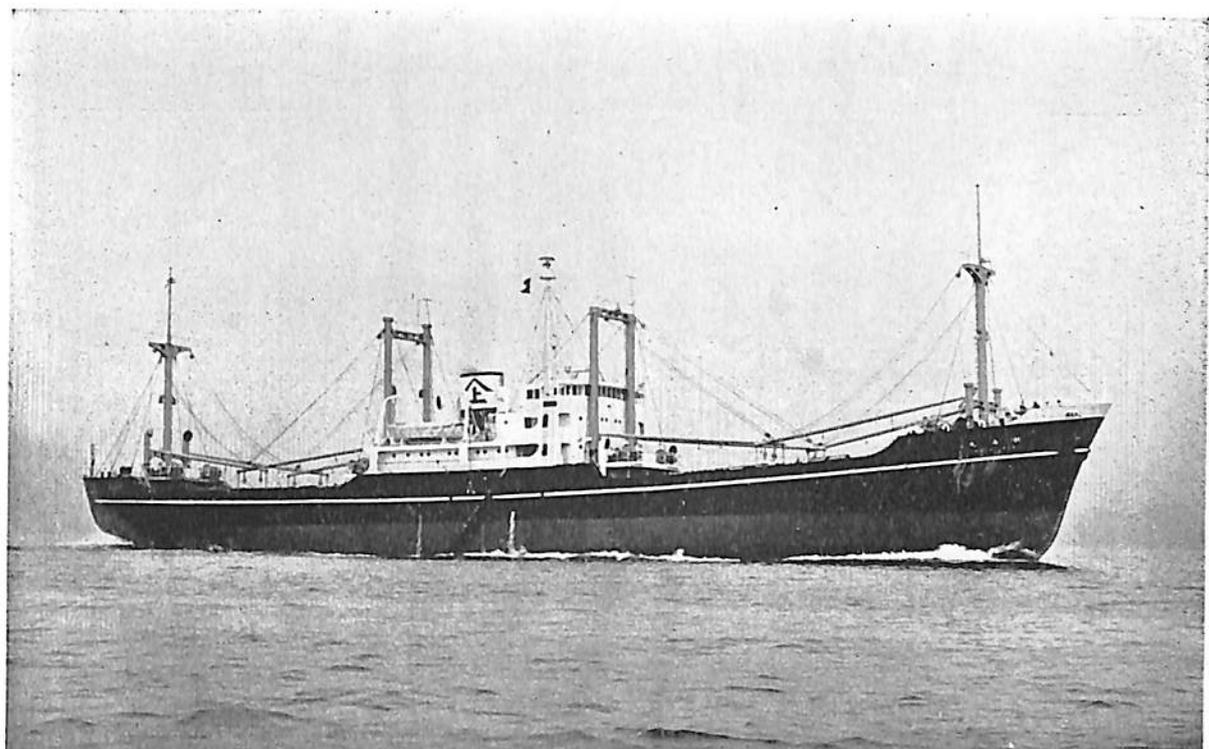
要目	船名	ENTERPRISE	RYTHME	WORLD INFLUENCE
全長	長	約 203.9 m	約 154.84 m	
長	(垂)	192.52 m	143.26 m	236.00 m
幅	(型)	26.52 m	20.27 m	29.56 m
深	(型)	13.87 m	12.50 m	14.7 m
吃水		10.424 m	9.33 m	10.82 m
総噸數		約 20,500 噸	約 10,100 噸	26,000 噸
載貨重量		32,800 噸	15,500 噸	40,500 噸
速力		16 ノット	15 ノット	17 ノット
主機		三菱神戸ウェスチングハウスマリンステイムタービン 1 基	三菱神戸ウェスチングハウスマリンステイムタービン 1 基	三菱エッジウェイ型タービン
出力		15,000 SHP	7,000 SHP	17,600 馬力
船級		A B	A B	
起工			31-8-23	
進水		31-10-20	31-11-19	31-10-20
竣工		32-1-28	32-2-10	32-1-31
船主		FLANIGAN LOVELAND SHIPPING CO., S.A. ALLIANCE SHIPPING CO., S.A.	GLOBE SHIPPING CO., S.A. (パナマ)	KING WILLS BAY SHIPPING CO., INC.
造船所		新三菱重工業・神戸造船所	新三菱重工業・神戸造船所	三菱造船・長崎造船所



銀 光 丸

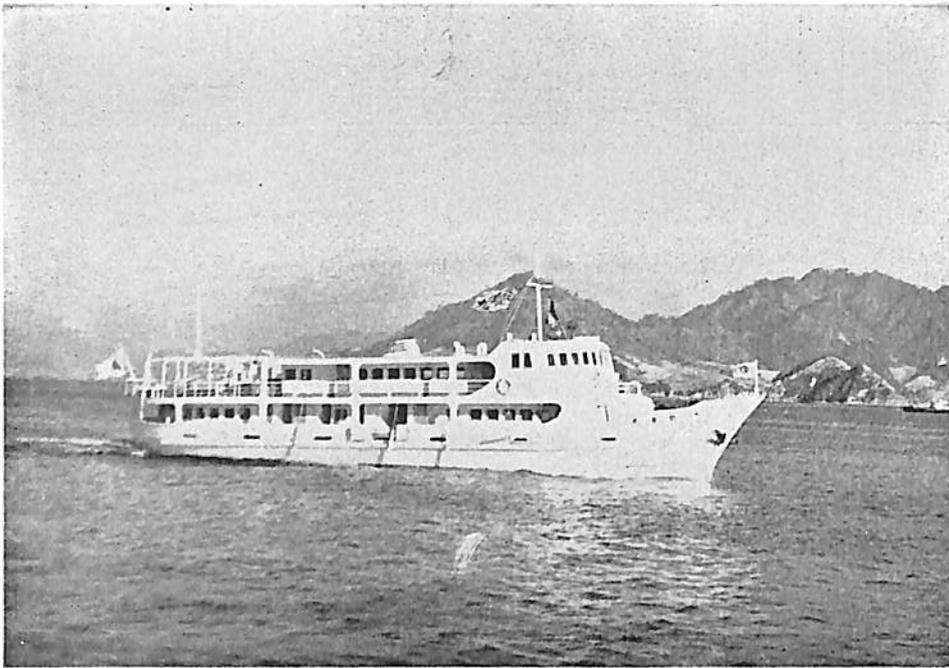


才五十八日宝丸



朝 海 丸

船名 要目	銀 光 丸	才 五 十 八 日 宝 丸	朝 海 丸
全 長			93.65 m
長 (垂)	112.50 m	51.00 m	86.80 m
幅 (型)	16.70 m	9.80 m	13.20 m
深 (型)	9.10 m	4.50 m	7.20 m
吃 水	7.30 m	4.05 m	6.15 m
総 噸 数	4,923 噸	680 噸	2,503.18 噸
載 貨 重 量	7,800 噸	900 噸	3,808.50 噸
速 力	15.20 ノット	約 10 ノット	14.412 ノット
主 機	日立 B&W 排気ターボ給 気式ディーゼル機関 (650-VBF-90型) 1基	ディーゼル機関 1基	浦賀玉島ズルザー 6 TPD 48 型単働二衝程ディーゼ ル機関 1基
出 力	3,360 馬力	800 馬力	1,800 BHP × 225 RPM
船 級	N K		N K
起 工	31-5-11		31-7-1
進 水	31-11-18	31-12-4	31-10-21
竣 工	32-1-30	32-1-31	32-1-15
船 主	三光汽船株式会社	島津海運株式会社	嶋谷汽船株式会社
造 船 所	日立造船・向島工場	三菱造船・下関造船所	尾道造船株式会社



能 美 丸 (旅客船)

船 主 広島県能美町

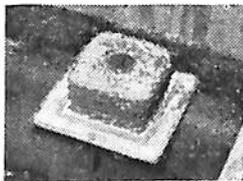
造船所 松浦 鉄工造船所

長	(垂)	29.00 m	連	力	13ノット
幅	(型)	6.00 m	主	機	ディーゼル機関
深	(型)	2.70 m	出	力	420 BHP
吃	水	1.80 m	進	水	31-12
総	噸 数	164.11 噸			

電気防蝕法 CATHODIC PROTECTION



施 工 直 后



3 ヶ 月 后



9 ヶ 月 后

油槽船油槽に設置した
マグネシウム陽極の
防蝕活動の足跡

保護 Mg 陽極の取付で水中部鉄面の腐蝕は
停止し従来の錆も脱落します

油槽船油槽 } に
船 殻 } 電 気 防 蝕 法
ブ ロ ペ ラ }



日本防蝕工業株式会社

東京都千代田区丸の内三ノ二 (三菱東七号館)
電 話 東京二八局 (28) 6807・6808
大阪事務所 大阪市東区今橋四ノ一 (三菱信託ビル内)
電 話 (23) 4783

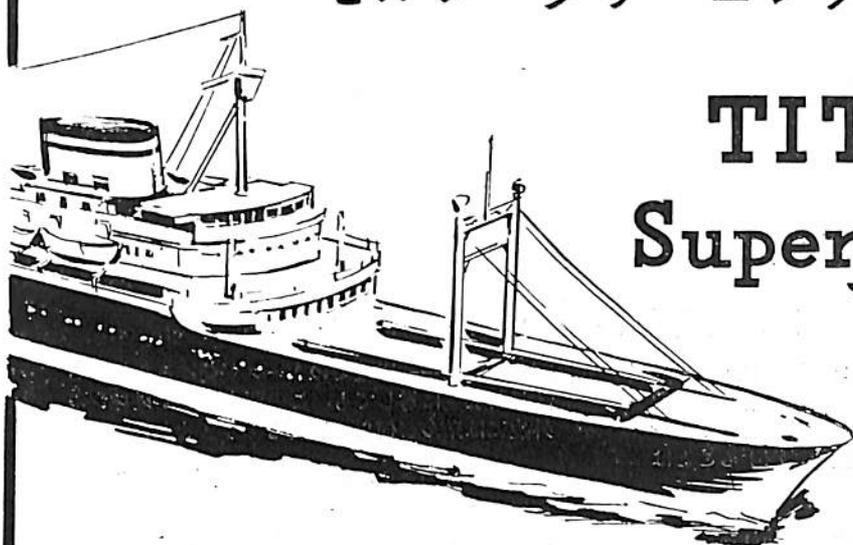
総代理店 三菱商事株式会社

調 査
設 計
施 工
材 料

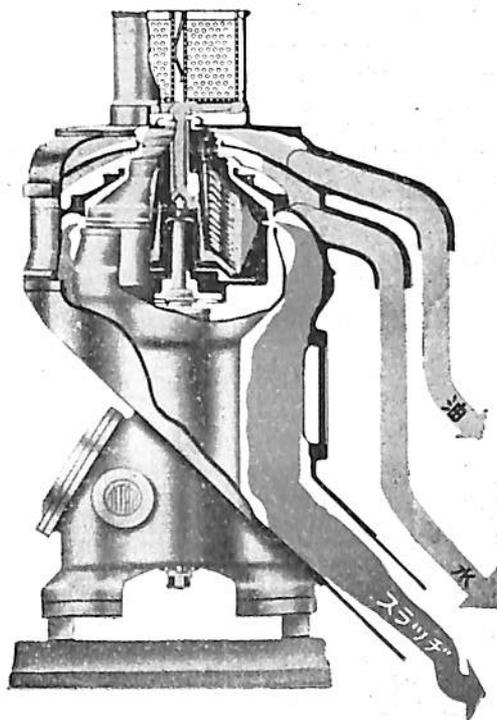
日本で最も実績の多い

セルフ クリーニング油清浄機

TITAN Superjectors



油種		ディーゼル油	バンカー
型式		潤滑油	C重油
連続式	NS 66	3,000 l/H	1,400 l/H
同	NS 70	7,000 "	3,000 "
普及型	CM 1305	1,000 "	—
同	CM 1400	1,400 "	—
同	CM 1500	2,200 "	—
同	CM 1700	3,500 "	1,700 "
同	CM 1800	5,000 "	2,500 "

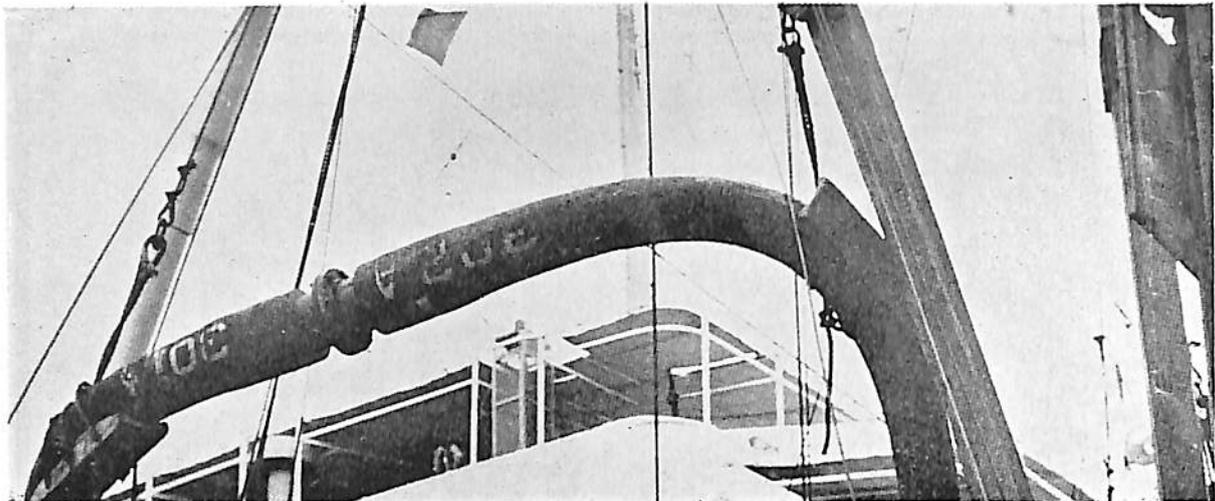


日本総代理店



株式会社 **ガデリウス商会**

東京都港区芝公園七号地 電話(43)代表8251(6)
 神戸市生田区京町六七番地(モーシエビル) 電話(3)代表6241(5)



経費を節減するドック・ホース

永久的に使用できるネオプレン製のドック・ホースをお求めになれば、あなたは維持費、取換費を節減できます。ホースの内管と外皮をネオプレンで作れば、幾年も優秀な成績を発揮することは確かです。

石油或は化学製品の何れかを取扱われるに当って、円滑なネオプレンの内管は油類や大概の化学薬品による軟化及び膨潤作用に耐抗して軟質部分を生じません。

そして、補強布はネオプレンにより外部から保護されており、大気の與えるあらゆる危害に耐える様作られています。時により、日光、屈撓、曳

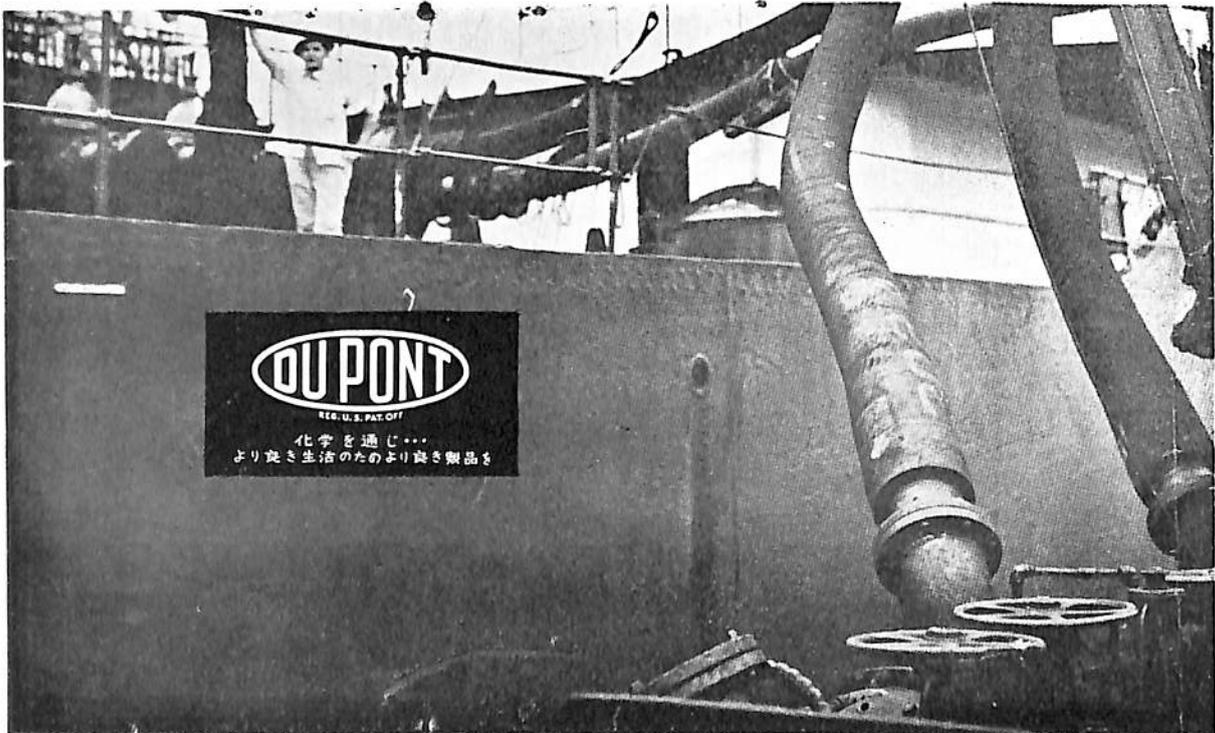
擦り、摩耗——岸壁でのホースが受けるあらゆる乱暴な取扱に対しても、この頑丈なネオプレンの外皮には殆んど何らの影響もありません。

デュポンのネオプレン製ドック・ホースは、長期に亘り信頼できる使用期間中、経費の節減をもたらします。是非一度お試し下さい。

なお、ネオプレンについての詳細に関しましては下記代理店にお問合せ下さい。喜んで御回答申し上げます。

NEOPRENE

The rubber made by Du Pont since 1932



Du Pont 日本総代理店 アメリカン・トレーディング・カンパニー(ジャパン)リミテッド
 東京都港区芝公園7号地の1 SKFビル 電話(43)5141~9 大阪市南区安堂寺橋通り2の47 電話(26)6593~8

TRADE  MARK

合

理

的

な

熱

前中の

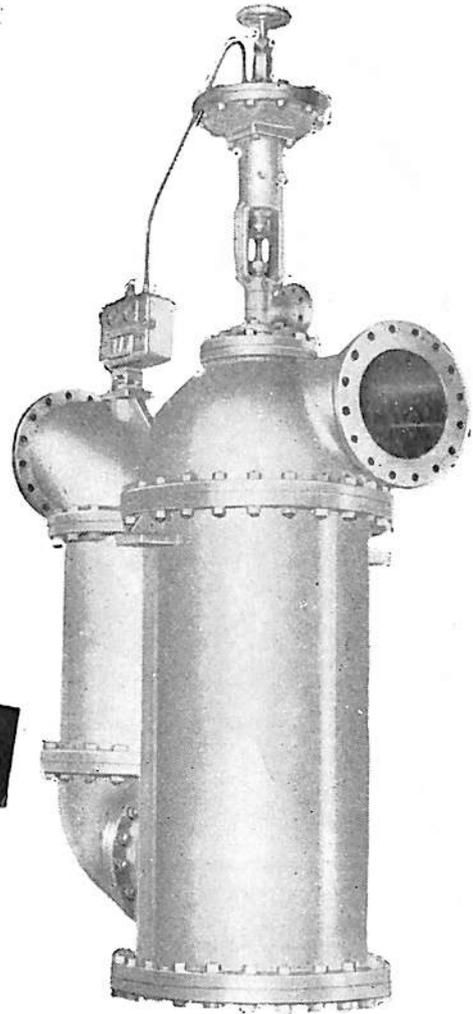
管

減温装置

理



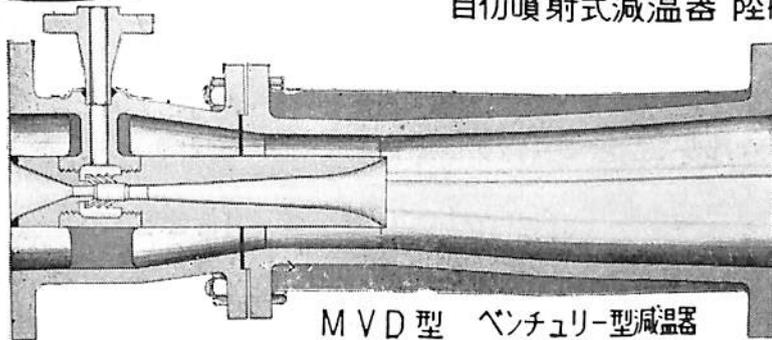
MSD型
表面吸収型減温器



MAD-I型
自働噴射式減温器 陸船用

營業品目

高安減減化學	完全減温用	弁弁管類
--------	-------	------



MVD型 ベンチュリ-型減温器

株式會社

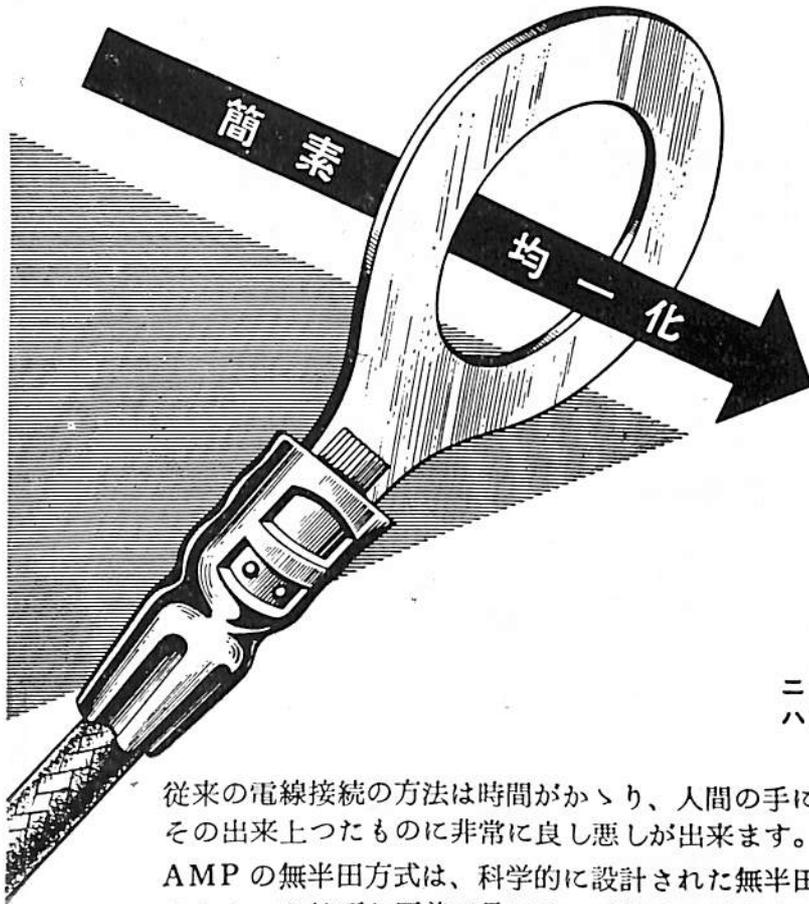
前中製作所

本社工場

東京都太田区蒲田東六郷二ノ一
電話蒲田(73)7151(代表)-5

AMP

無半田圧着方式による



AMPサーティ
クリンプ



ニューマテック
ハンド トウル

従来の電線接続の方法は時間がかかり、人間の手に依るものなのでその出来上つたものに非常に良し悪しが出来ます。

AMPの無半田方式は、科学的に設計された無半田ターミナル及コネクタを精巧な圧着工具によつて締めつけるもので最早や旧来の半田づけは時代遅れとなりました。

此の新方式は高度の機械的強度及電気的特性を持つ電線接続が早く、しかも同じ仕上りに出来上ります。

無半田ターミナル及コネクタは鉄道、航空、船舶、電力、通信等々凡ゆる配線に適合するように用意されております。

詳細に就いては下記へお問合せ下さい

東洋總販賣店

東洋端子株式會社

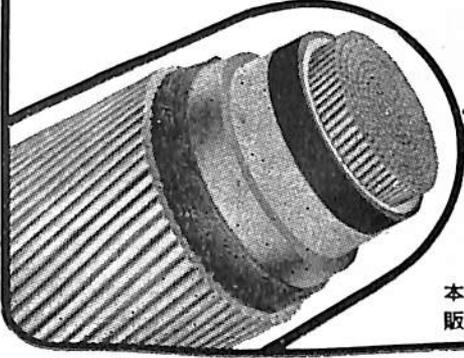
本社・東京都中央区京橋2丁目1番地(荒川ビル) Tel. (56) 0481 (代表)
大阪營業所・大阪市南区塩町通4丁目43番地(大和ビル) Tel. (25) 0446, 4002
名古屋營業所・名古屋市中村区笹島町1丁目221-2(豊田ビル) Tel. (55) 3181, 5111, 5121, 内線383



伸びゆく業績

定評ある!

藤倉の船用電線



藤倉電線

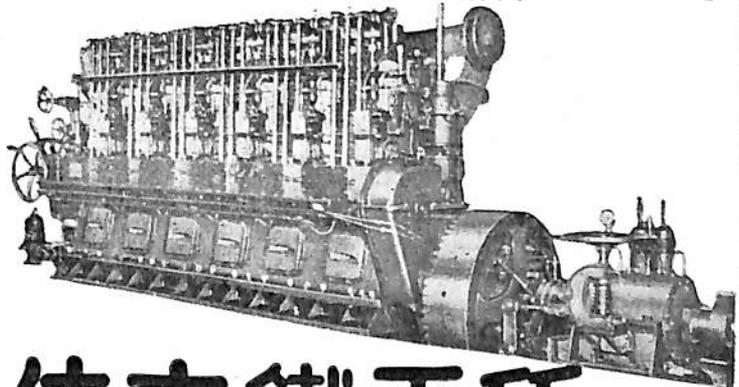
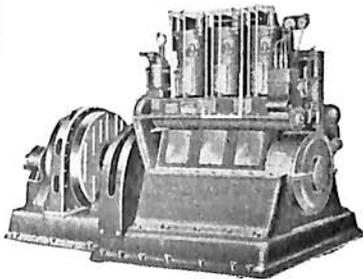
本社 東京都江東区深川平久町1の4 工場 東京深川・沼津・小坂
販売店 大阪・福岡 出張所 名古屋・仙台 駐在員 札幌



スモモディーゼル

JIS表示許可工場
(運AO-16号)

船舶主機用 75-1000 HP
船舶補機用 50-1000 HP



株式会社 住吉鐵工所

本社及工場：静岡縣榛原郡吉田町 電 吉田 102-103, 113-114

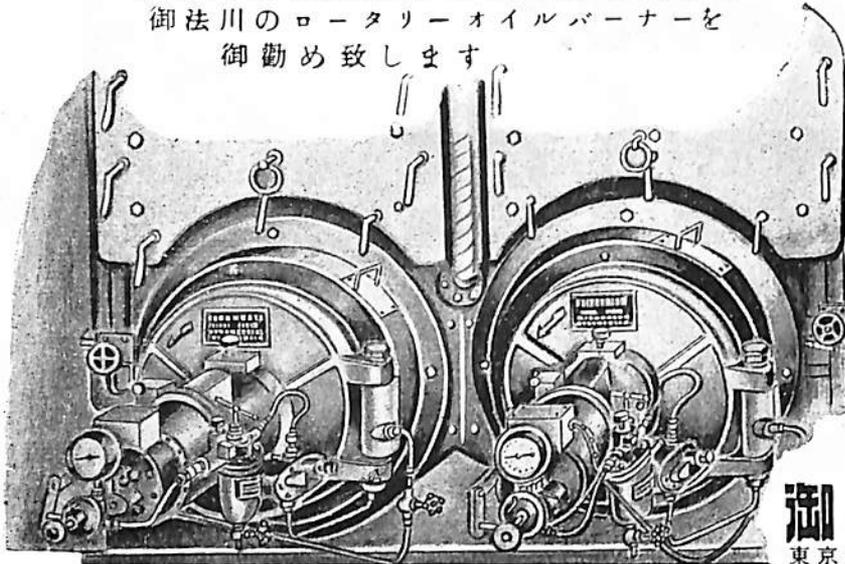
東京出張所：東京都港区芝三田同朋町 4 電 (45) 0503

MINORIKAWA

船用重油燃焼機

ROTARY OIL BURNER

補助汽罐用燃焼機として最も適した
御法川のロータリーオイルバーナーを
御勤め致します



製作品目

全	ボ	チ	ロ	御
自	ール	ェ	ータ	法
働	フレ	ット	リ	川
式	ーム	フ	ー	式
油	オ	レ	イ	マ
焚	イル	ーム	ル	リ
温	バ	油	オ	ン
水	ー	イ	イ	ス
罐	ナ	ル	ル	ト
	ー	バ	バ	ー
		ー	ー	カ
				キ

株式会社

御法川工場

東京都文京区初音町4番地

電話(92)0241, 2206, 5121

總代理店 浅野物産株式会社

ABC

営業品目

- | | |
|--|---|
| ◇東京機械株式会社製品
中村式浦賀操舵テレモーター
浦賀電動油圧舵取装置(型各種)
全密閉型汽動揚貨機
揚錨機、揚貨機、繫船機、
各汽動及電動 | ◇岡野バルブ製造株式会社製品
船用一高温、高圧バルブ |
| ◇北辰電機株式会社製品
C-プレート轉輪羅針儀
單、複式オートパイロット
コースレコーダー及ログ | ◇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 |
| ◇株式会社御法川工場製品
船用自動石炭燃焼機
船用重油噴燃裝置 | ◇東方電機株式会社製品
船用氣象模寫受信裝置 |
| | ◇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 |

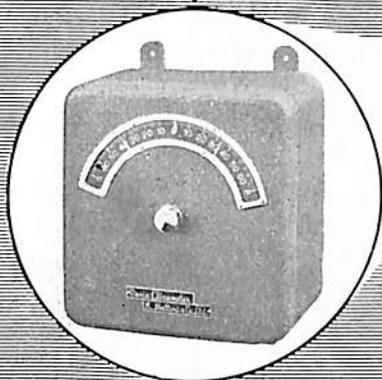
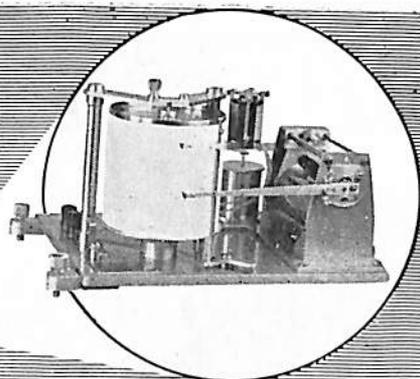
浅野物産株式会社

機械部

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

船用精密傾斜計

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



RM-1型 水銀 U 字 管 式
RM-3型 振子式、空気制振器付

船用動搖記録計

型録贈呈

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)

パロットエンジンオイル



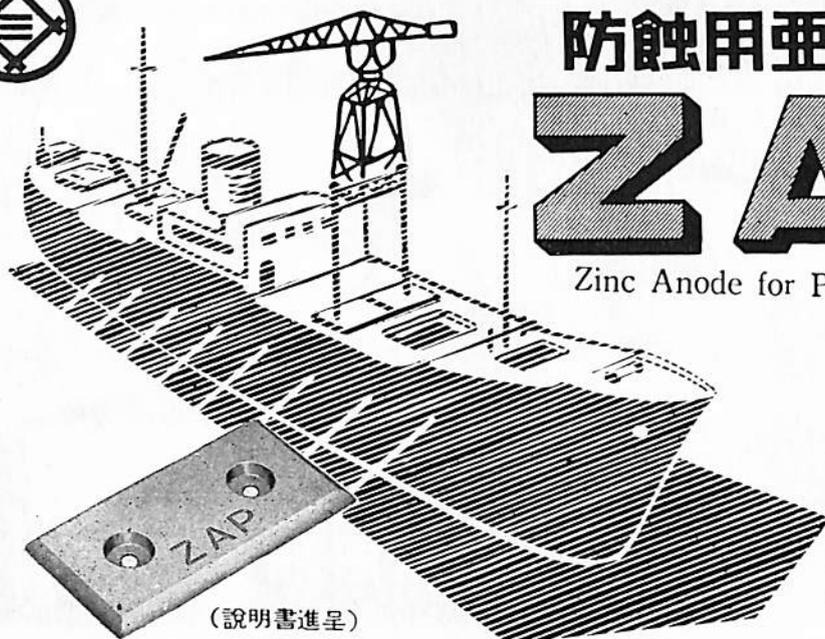
第9回 特売

本年もよろしく御愛用願います。

1月1日 ▶ 3月31日

東京・丸の内・東京ビル

昭和石油



(説明書進呈)

防蝕用亜鉛陽極

ZAP

Zinc Anode for Protection

ZAP の適用範囲

各種船舶の船底、推進器軸、船内のバラストタンク、重油タンク、軸流ポンプ、浮標、繫留ブイ、浮ドック、港湾施設(鋼矢板岸壁・水門扉・閘門・棧橋)

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(24)4101~9

施工 中川防蝕工業株式会社

東京都千代田区九の内二ノ二 電話 和田倉 03 2842・1438

新製品

イゼット

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) 短日時に洗罐完了稼働率向上
- (3) 各部均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
詳細は本紙 Vol. 7 No. 1 P 54 を参照のこと



住友化学

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

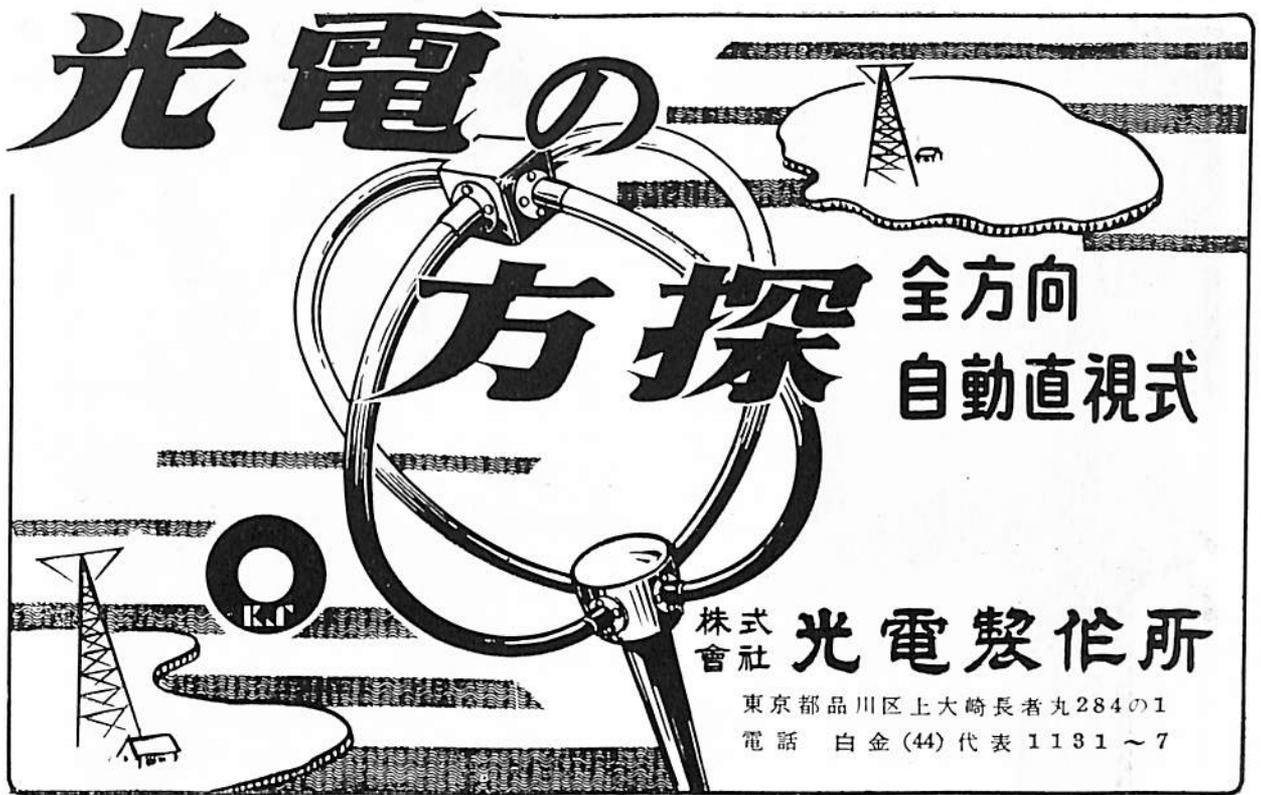
光電の

方探

全方向
自動直視式

株式会社 光電製作所

東京都品川区上大崎長者丸284の1
電話 白金(44)代表 1131~7



長年の研究により最高効率を示す

火山印

ロック・ウール

防音・防火・断熱

当社は昭和12年にロックウールを、同じく13年にガラス繊維の生産を開始し爾来夫々の多数の優秀製品を製造しておりますが特に建築音響処理用としては、下記製品をお薦めしています。

テックス→表面仕上吸音テックス、
岩綿繊維→壁間其他の充填遮音材、
保温板、保冷板 表面に布、有孔金属板
岩綿板、保温帯 有孔ベニヤ金網等を併
ラス張、フェルト 用する下地吸音材
ニツテックス→室内吸音材

日東紡績株式会社

本社 東京都中央区八重洲6丁目1番地
大阪支店 大阪市東区北浜2丁目90番地
名古屋出張所 名古屋市中区櫻町2丁目5番地(相互ビル)



日鋼の

船用部品

船体廻り鑄鍛鋼品・タービン部品
ディーゼルエンジン部品・抽力軸
勢車軸・中間軸・推進軸
揚貨機・揚錨機・繫船機
その他甲板補機

クランクシャフト 重量60 ton
8気筒ディーゼル機関用

スタンフレーム重量15 ton800
7,000 ton級船舶用

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

三菱長崎ディーゼル UEC 型 機関の使用実績について

藤田秀雄
長崎造船所・内燃機関設計部長

1. 緒言

戦後諸外国においては大型船舶が次第に高速化の傾向を示し、国内においても同じ要求が高まった。この要望に答えるべく当社は長期間の研究の末、排気ターボチャージャ付2サイクル過給ディーゼル機関 UEC 型を完成した。この開発された新標準機関は一筒当りの出力が格段に増したことで、馬力当りの重量、容積が軽減されたこと、および機械効率の改善とともに燃料消費が節減されること等、著しい利点を有している。昭和30年以来当社で建造される国内向高速貨物船にはすべてこの UEC 型機関が採用され、更に大型油槽船にもこれを搭載されるに到っている。これ等の就航後の実績はいずれも性能上作動上優れた成績を示して、経済性の向上も実証されるに到った。本文においては UEC 型ディーゼル機関とその装備船について大要を述べ本機関完成までになされた技術的改善事項の主なるもの並びに就航後の実績につき説明を加えることとする。

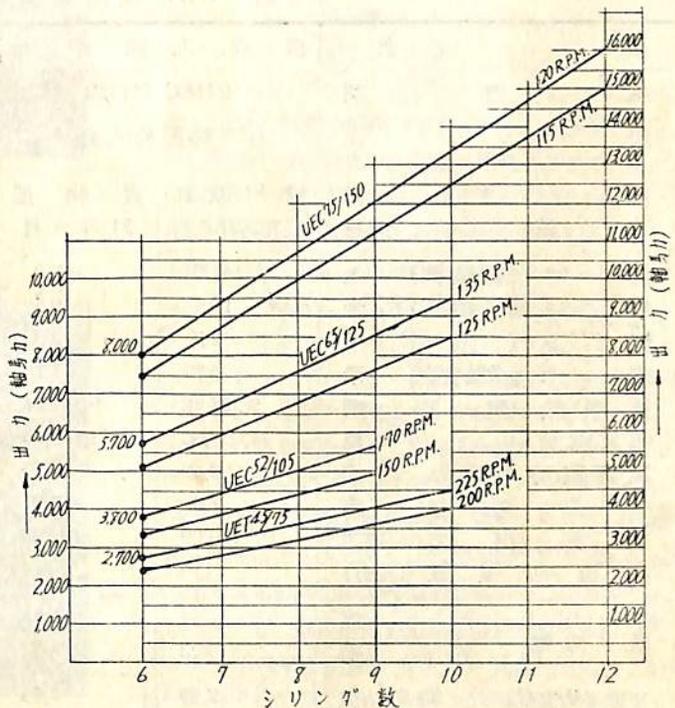
第1表 三菱長崎 UE 型ディーゼル機関標準仕様

型 式	クロス・ヘッド型 UEC 型			トランク・ピストン型 UET 型	
	呼 称	UEC 75/150	UEC 65/125	UEC 52/105	UET 45/75
シリンダ径	m. m.	750	650	520	450
行程	m. m.	1,500	1,250	1,050	750
シリンダ当り出力	B. H. P.	1,333	950	633	450
回転数	R. P. M.	120	135	170	225
正味平均有効圧力	kg/cm ²	7.55	7.63	7.55	7.55
平均ピストン速度	m/S	6.00	5.63	5.95	5.63
出 力	6	8,000	5,700	3,800	2,700
	7	9,300	6,600	4,400	3,150
	8	10,700	7,600	5,000	3,600
	9	12,000	8,500	5,700	4,050
	10	13,300	9,500		4,500
	11	14,700			
	12	16,000			

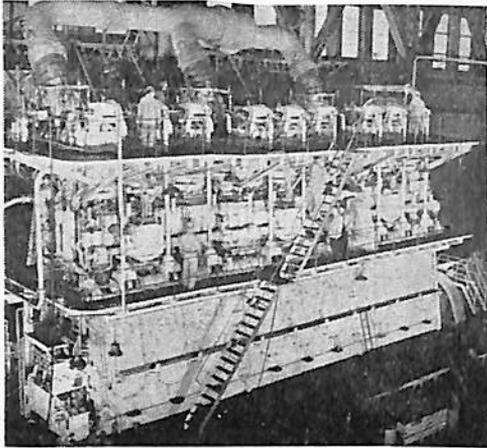
2. 三菱長崎ディーゼル機関 UE 型

当所において設計された軸流掃気式2サイクル排気ターボチャージャ付ディーゼル機関を総称して、三菱長崎ディーゼル機関 UE 型と呼んでいる。これらの標準仕様を第1表に示す。この内最初に開発された機種は UEC 75/150 型であつて、9シリンダ12,000軸馬力および6シリンダ8,500軸馬力のものには既に数隻就航しており、次に設計された UEC 65/125 型は6シリンダおよび7シリンダのもの各1台既に陸上公試運転を済ませ、近く船に搭載されることとなつている。なお UEC 52/105 型および UET 45/75 型は今後製作する予定のものである。

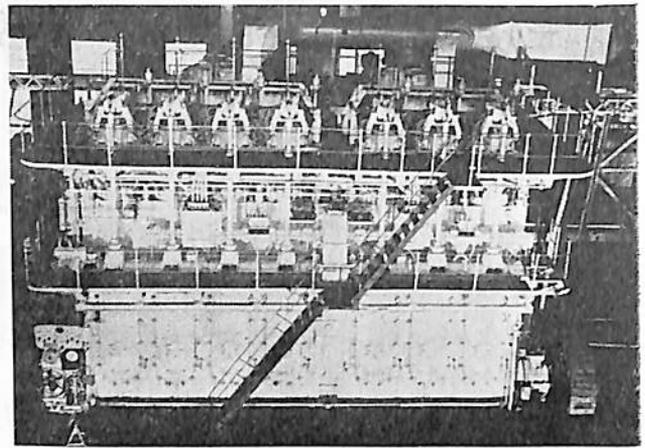
用途としては UEC 75/150 型および UEC 65/125 型は貨物船およびタンカー用主機として多く用いられ、前者は大型高速貨物船および大型タンカーに、後者は中型高速貨物船および大型中速貨物船に使用されつつあり、なお両者とも将来は大型客船および大型貨客船用主機械として採用可能の



ものである。UEC 52/105 型は運輸省で唱えられている経済型貨物船に最適のものとして設計されたものであ



第1図 三菱長崎ディーゼル 9 UEC 75/150 型ディーゼル機関



第2図 三菱長崎ディーゼル 7 UEC 65/125 型ディーゼル機関，出力6,000軸馬力（播磨造船所にて建造中の日本郵船貨物船（11,000 D/W）主機

り、今後需要の多いものと考えられる。 UET 45/75 型は中型以下の各種船舶に応用の広い機関である。

第1図 および第2図に 9 UEC 75/150 型および 7 UEC 65/125 型機関の陸上運転中の写真を掲げる。

昭和30年5月 UEC 75/150 型機関の第一番機を装備された日本郵船株式会社欧州航路貨物船、讃岐丸が就航して以来、昭和31年9月就航した日東商船株式会社油槽船隆栄丸まで UEC 型機関装備船は既に5隻建造済で、なお次々にこの種 UEC 型機関搭載船が三菱

3. UEC 型機関装備の船舶

第2表 UEC 機関装備船要目表

船名	讃岐丸	薩摩丸	高忠丸	高宗丸	隆栄丸
主 機 関	9 UEC 75/150		6 UEC 75/150		9 UEC 75/150
船 主	日本郵船株式会社		大同海運株式会社		日東商船株式会社
船 建 造 年	種 月	種 月	種 月	種 月	種 月
	欧州航路 昭和30年5月	貨物船 31年4月	紐育航路 30年6月	貨物船 31年5月	油槽船 31年9月
長さ(垂線間)	米 145.0	米 145.0	米 140.0	米 140.0	米 192.3
巾(型)	米 19.5	米 19.5	米 19.4	米 19.4	米 26.8
深さ(型)	米 12.3	米 12.3	米 12.2	米 12.2	米 13.7
吃水(満載状態)	米 8.75	米 8.75	米 8.75	米 8.75	米 10.32
総噸数(実測)	噸 9,307.52	噸 9,341.77	噸 9,197.25	噸 9,204.74	噸 20,496.23
載貨重量(ッ)	噸 11,039.66	噸 11,185.06	噸 11,602.99	噸 11,679.85	噸 33,314.7
試運転時の速力	節 20.69	節 20.74	節 19.53	節 19.43	節 16.43
航海速力	節 17.8	節 17.8	節 16.1	節 16.1	節 14.75
航海出力	馬力 10,200	馬力 10,200	馬力 7,200	馬力 7,200	馬力 10,200
航海回転数(毎分)	114	114	116	116	117
筒内圧力	最 高 55	55	55	55	55
珐/平方糎	圧 縮 42	42	42	42	42
正味平均有効圧力	珐/平方糎 7.55	7.55	7.89	7.89	7.36
プロペラ	米 直 径 5.6	5.6	5.2	5.2	5.7 (5翼)
	ビ ッ チ 5.15	5.15	4.7	4.7	4.02



第3図 日本郵船高速貨物船讃岐丸
11,000 D/W, 航海速力 17.8 節
主機 9 UEC 75/150 型, 12,000 軸馬力
竣工 30.5.15 (UEC 型機関第1 番機搭載船)



第4図 大同海運高速貨物船高忠丸
11,600 D/W, 航海速力 16.1 節
主機 6 UEC 75/150 型, 8,500 軸馬力
竣工 30.6.13



第5図 日東商船油槽船隆栄丸
32,800 D/W, 航海速力 14.75 節
主機 9 UEC 75/150 型, 12,000 軸馬力
竣工 31.9.22

造船長崎造船所および広島造船所において建造中である。第2表にこれ等就航船の要目表を示し、第3図～第5図にこの代表船の写真を掲げる。

第1船讃岐丸は昭和31年末までに既に欧州へ6航海、第5船隆栄丸はベルシヤ3航海の実績に好成績を示している。なお UEC 65/125 型機関の第1番機 6 UEC 65/125 型は広島造船所建造の三菱海運株式会社貨物船に、第2番機 7 UEC 65/125 型は播磨造船所において建造中の日本郵船株式会社、南米航路貨物船にそれぞれ装備される予定である。

4. 機関製作中の技術的改善事項

第1番機の陸上運転には厳重な諸試験を行い、その間発生した技術的事項に対し一層の改善を加え、完全な解決を行つた。更に安全を期し公試運転終了後、陸上および海上において6昼夜連続運転をも施行し充分その信頼性を確めて後、航海についた。なお隆栄丸においては大型タンカーに高出力のディーゼル機関を装備した最初のものであるため振動の問題が最も懸念されたので、これについて予め充分な計算のもとに計画されたものであるが、試運転の際の計測により航海回転数においては振動が全く現われないことが実証された。次にこれ等機関の製作中になされた改善事項について述べよう。

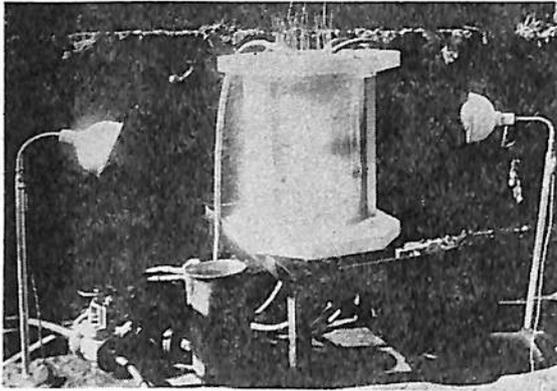
(1) ピストン・クラウンの材質

最初の設計においてはピストン・クラウンは抗張力 50 kg/cm^2 程度の鍛鋼 (SF 50 材) を採用していたが、鋼塊中の不純物の介在点が起点となつてリング溝の底部にたまたま小亀裂の発生するものがあつた。このために設計上多少の変更を加えるとともに材質として鋼塊の均一組織を得られる Cr. Mo 鋼を使用することとした結果この問題は完全に解決された。

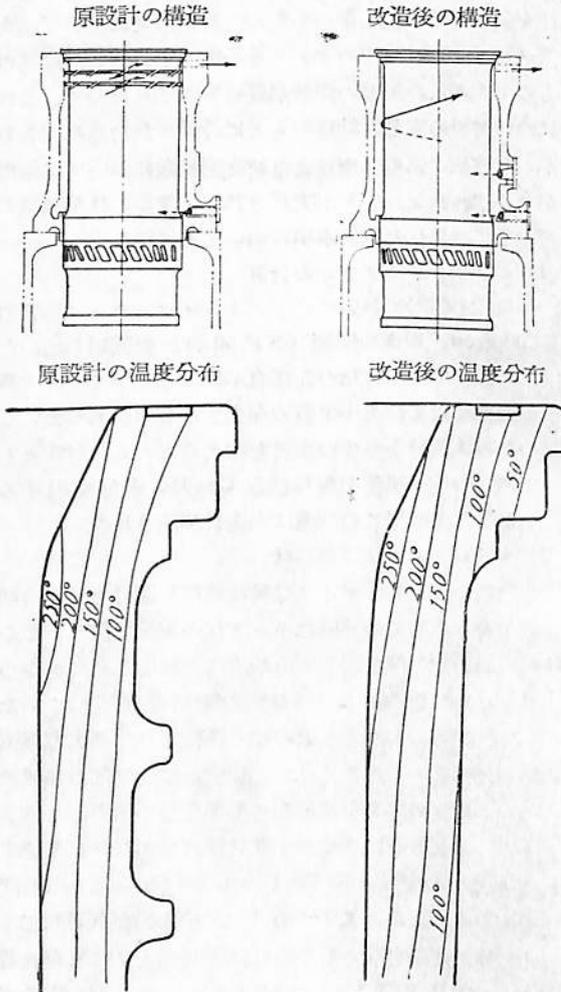
(2) シリンダ・ライナの形状

当初シリンダ・ライナは特に頂部附近に充分な冷却効果を与えるため外周にリング状の突起を設け、この突起の斜の切欠部を通して冷却水は旋回を与えられつつ上昇して冷却を良好にする従来の設計を採用していた(第7図参照)。しかし本機の如く過給された高出力機関の場合は熱応力も大きくリング状突起は切欠部の不連続性のため異常の応力を惹起して亀裂発生の起点となることとなり、この部に小亀裂を発見されたがこれが発達すればライナの破損を生ずる大きい事故となる。この問題を解決するため、まずこのリング状突起を全廃して冷却水に旋回運動を与えるためには冷却水入口金物を改造していずれも円周方向に流入するようにした。第7図に改造前後のシリンダ・ライナ構造と温度分布図を示

す。これにより改造後十分な冷却効果を得られていることが判る。なおこの改造に当つては模型を用い水流し試験を行い従来のものと種々比較を行つた結果最適



第6図 シリンダ・ライナの冷却模型試験



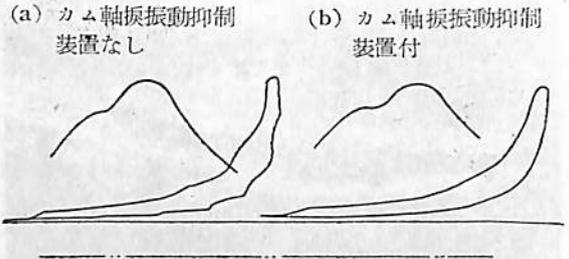
第7図 シリンダ・ライナ、構造と温度分布

のものを設計に採用して完全に成功を納めている。第6図にこのシリンダ・ライナ冷却模型試験の状況を示す。

(3) カム軸の振振動

9 UEC 75/150 型機関のカム軸の駆動は第6シリンダと第7シリンダとの中間においてクランク軸から歯車を介して駆動しているが、燃料管制弁用カム軸に振振動を引き起しいることが発見された。すなわちこのカム軸に指圧器用カムも取付けられているため指圧区には第8図(a)のような異状が現われ、振動計測を行つた結果カム軸の振振動であることが判明したものである。この場合の軸前端のトーショグラムを第8図(c)に示す。これに対してはカム軸の前端部に振振動抑制装置を附することにより完全にこれを防止し得た。解決後の指圧区は第8図(b)となりトーショグラムは軸前端において(d)の如く振動の消滅をみた。

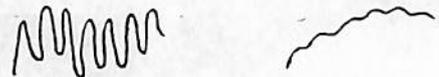
9 UEC 75/150 型機関指圧区
負荷 100%, 回転数 120 rpm



9 UEC 75/150 型機関カム軸振振動実測記録
(カム軸前端 75 mm φ 上における倍率3倍)

(c) カム軸振振動抑制装置なし

(d) カム軸振振動抑制装置付



第8図 カム軸振振動の実測値と指圧区

ちなみに排気弁駆動用のカム軸にはこの種の振振動は現われなかつた。また6シリンダの6 UEC 75/150型はカム軸が短いため、燃料カム軸、排気弁カム軸、いずれにも振振動は現われていない。

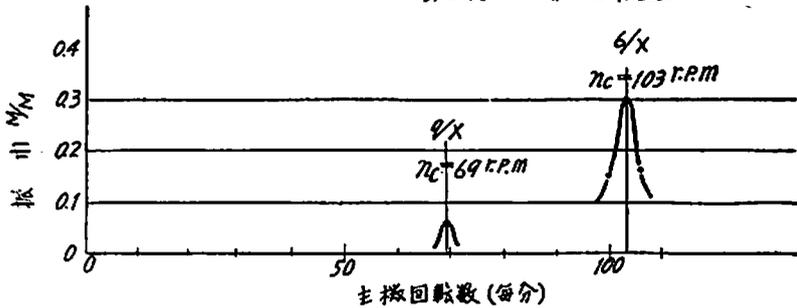
(4) 振 動

大型高速船に高出力のディーゼル機関を装備した場合、常に取上げられる事項は振動問題である。この場合機関自体の振動、船体の振動、並びに軸系の振振動のすべてについて考究しいずれも航海中全然心配ない結果を得られた。

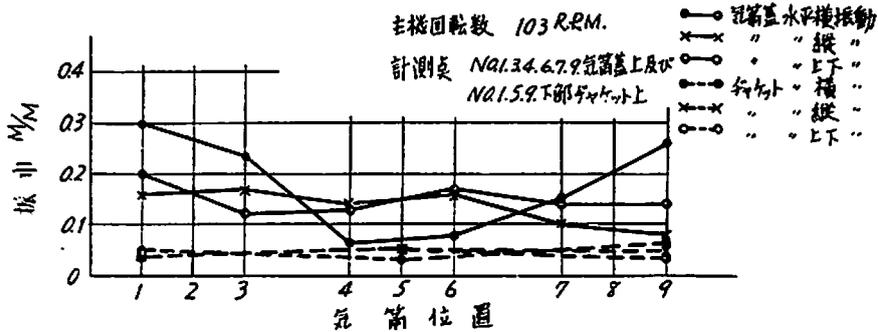
(ア) 機関振動

(a) 気筒蓋水平振動

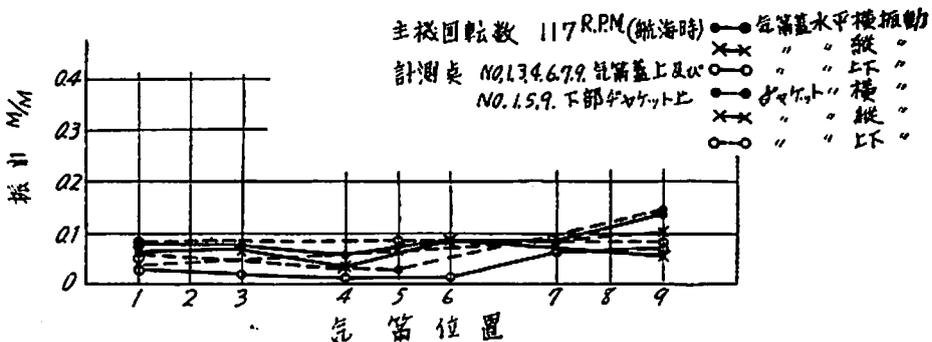
計測点 第1気筒蓋上



(b) 共振時の気筒蓋および下部ジャケット振巾線図



(c) 共振を外れた場合の気筒蓋および下部ジャケット振巾曲線図



第9図 隆栄丸主機械(9UEC 75/150型)の機関振動

機関振動に対しては設計上機関構造が充分堅牢にしてあるので計測の結果も使用回転数範囲には同調振動はない。第9図に隆栄丸の主機械の機関振動の値を掲げる。同図(a)は回転数に対する水平横振動の振巾の変化を示す。これにより回転数112r.p.m.以上の航海回転数においては振動が殆んど現われなことが判る。

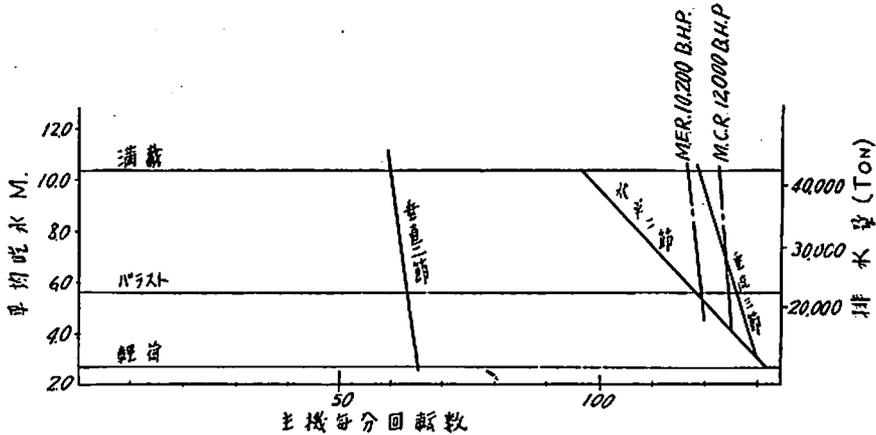
同図(b)は共振時103r.p.m.を示し、この共振時においても比較的振巾小さく問題とならない。同図(c)は航海回転数117r.p.m.に対する機関

上部における各気筒の振巾変化を示す。すなわち共振時を外れた航海回転数においては殆んど振動を感じない。

(1) 船体振動

船体振動についても予め機関のバランシングに充分な考慮を払うことは勿論であるが、さらに船体の共鳴振動と機関回転数とを考慮して使用回転数を定めて航海中に船体振動を起すことを完全に避け得られ、隆栄丸において振動の少いことはタービン船と変わらないとの好評を博している次第である。第10図

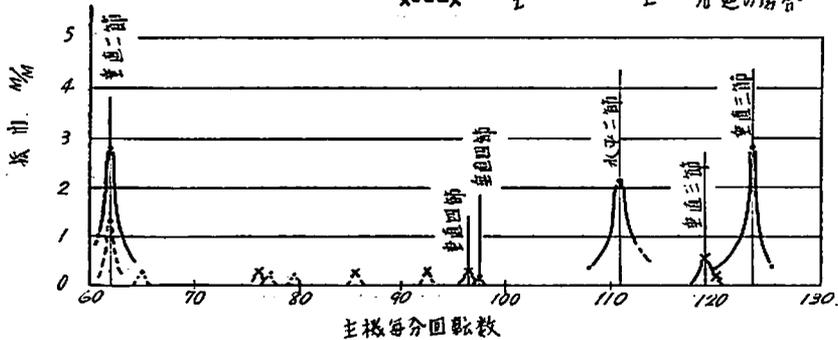
(a) 船体撓振動線図



(b) 船体撓振動計測図

計測点 アッパーデッキ F16 上

- 平均吃水 7.256M の場合
- 全 上 右進の場合
- x—x 平均吃水 10.378M の場合
- x---x 全 上 右進の場合



第10図 隆栄丸船体振動

は隆栄丸の船体振動を示す。同図 (a) は平均吃水の変化に伴い、船体の同調回転数が如何に変化するかを示し、これに MER 12,000 軸馬力、MER 10,200 軸馬力の回転数線図を併記している。この線図に示すように同調回転数より充分離れた回転数を選んで航海し得ることが判る。同図 (b) に各吃水時の船体振動振巾の計測値を示す。これより $n=112\sim 120$ の航海回転数においては振動が現われないことが知られる。

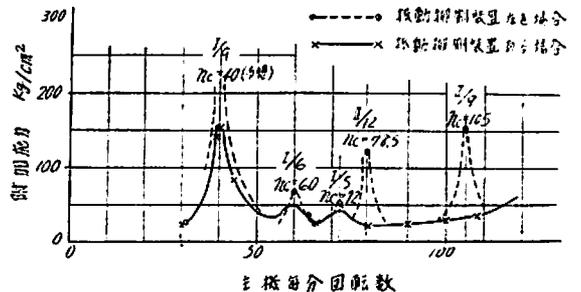
(ウ) 軸系振振動

軸系の振振動は予め計算して危険回転数を使用回転数範囲以外に置くこととして更に可及的振動振巾の少ない着火順序を選ぶこととしている。6 シリンダの場合はこれにより完全に解決しているが、9 シ

リンダの場合および機関を船尾に装備した場合に対しては一層安全を期するため、当所設計の振動抑制装置を装備している。第11図には油槽船隆栄丸に

軸系振振動 実測値

計測点 機関前端 148φ フーリー上



第11図 隆栄丸軸系振振動計測値

において抑制装置を付した場合と然らざる場合（抑制装置固定）との振動振巾の計測結果を掲げる。これにより明かなる如くこの抑制装置を付することにより振動は完全に減衰して如何なる回転数においても安心して運転可能となつている。

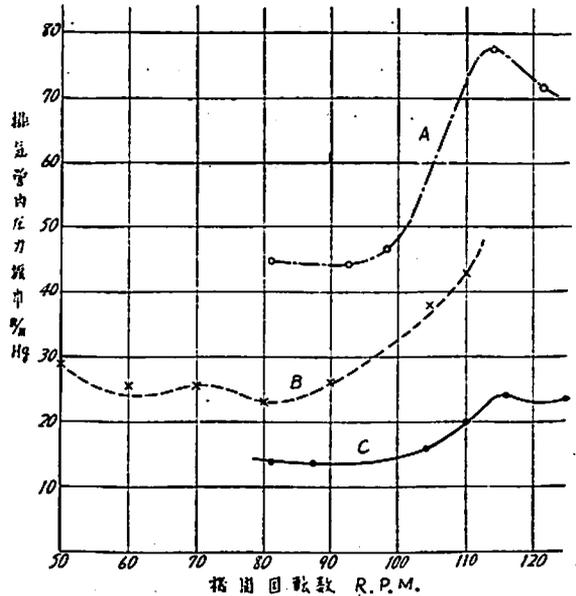
かくて大型貨物船に、大型タンカーに高出力機関を装備した場合に対し振動問題は完全に解決し得られた。従つて将来現在よりも更に大型高速の船舶にもディーゼル機関採用の自信を得るに到つた。

(5) 排気音響

排気ターボチャージャ附機関にはいわゆる脈流形式と定圧形式と二種あり、前者は機関から出た排気の脈動を減殺しないで排気のエネルギーをタービンに利用する形式で、後者は脈動をなくして一定圧に近くしてタービンに利用する形式である。UEC 機関は前者の脈流形式であつてこの方が定圧形式よりも排気の利用率が高いことは言を俟たない。しかし脈流形式はそのままではターボチャージャを出た後の排気にも著しく大きい脈流が残るので、これが排出されると大気の脈動を誘起して、これがホイールハウスとが船室に同調を起すと相当問題となる。

この場合脈動の振動数はシリンダ数 z 、回転数 n (毎分) の場合 $\frac{zn}{60}$ 毎秒となり、9シリンダで120 r.p.m. の場合18 サイクル程度で可聴限界以下となる。従つて音としては聞えないが不快な圧力波となつて感ずるものである。よつて陸上運転および実船において排気管内の圧力波、室内の空気の振動波等を計測の上種々検討した結果、排気管内に固有振動数が存在しこれと脈動の振動数 $\frac{zn}{60}$ が一致する附近の回転数において空気振動が著しいことが判明した。従つて対策としてまず排気管の固有振動数を機関の常用回転数における $\frac{zn}{60}$ の値より充分に遠ざけ、更に出口附近に到るまでにその脈動の絶対値を充分低下させることによりこの問題を解決に導くことが出来た。この場合まず陸上運転において排気管を種々変更して計測した結果、計算によつて得られた最適の有効長さおよび容積と実測値とがよく一致することが判明したのでこれを船内装備の場合に適用して満足な成果を得られた。結局この排気音響対策に関しては今後は船内装備の計画に際し排気ボイラーの構造および排気の通路長さを知れば、予め計算により設計立案し得るに到つたことは大きな進歩といえよう、第12図は讃岐丸陸摩丸(9 UEC 75/150 機関を装備)におけるターボチャージャ後の排気管内の圧力変動の振巾を機関回転数に對

記号	船名	計測月日	排気系	運転	計測箇所	備考
A ○	讃岐丸	30-5-11	原設計 スパーク・アレ スタート	海上運 転時	排気管 内ボイ ラー後	
B ×	讃岐丸	31-9-10	スパーク・アレ スタートの容積の み大きくしたもの	同上	同上	
C ●	陸摩丸	31-1-26	排気管の有効長 さ及び容積を適 当にしたもの	同上	同上	讃岐丸も最終的にはこれと同様



第12図 排気管内変動圧力振巾

して示したものである。同図 B 曲線はスパーク・アレスタの容積増大の効果を示し C 曲線は排気管の有効長さおよび容積を適当にした効果とが充分現われている。勿論排気管内の脈動の減少とともにホイール・ハウス、船室等で生じていた空気振動も感じなくなった。なお高忠丸、高宗丸、陸榮丸においてもこの方法が適用されて同等の効果を 得られ問題なくなつている。

5. UEC 型機関装備後の実績

貨物船並びに油槽船に UEC 型機関を装備された後、相当長期間の就航実績から本機関の信頼性、優秀性を確認され、商船としての経済上の向上を実証されてきた。すなわち機関の性能上燃料消費が格段に減少したこと、今までの2軸機関が1軸機関となし得られ機関の重量低減、機関室の容積縮小、推進効率の上昇による船としての経済性を増し得られ、更に2軸が1軸となつたため機関室の装備を格段に容易にしている点も著しい利点といえる。次にその2、3の事項を取上げ説明を試みたい。

(1) 機関重量および機関室容積

UEC 型機関を船内に装備した場合従来の機関に

第3表 各船の就航記録抜萃 (1)

船名	港 間		出入港日時		吃水	計測日時	船速 ノット
			出港	入港			
贛 峽 丸 9UEC 75/150	香 港	シンガポール	30-6-6	30-6-10	6.40		17.4
	イスタンブール	ピラカス	30-7-7	30-7-8	5.10		
	ラスマラブ	シンガポール	30-7-13	30-7-15	8.58		18.0
	シンガポール	横 浜	30-7-25	30-8-1	8.80		
	シンガポール	ス エ ズ	30-10-18	30-10-29	8.74	30-10-19	17.9
	ポートサイド	ゼ ノ ア	30-10-31	30-11-3	8.69	30-11-1	18.0
	ス エ ズ	ベ ナ ン グ	30-12-23	31-1-3	8.22	30-12-24	17.7
	海上公試運転				5.75	30-5-1	—
高 忠 丸 6UEC 75/150	ラ ヲ ッ プ	川 崎	30-6-20	30-6-24	8.77		16.64
	サンフランシスコ	バルボア	30-8-16	30-8-27	8.64	30-8-19	17.50
						30-8-24	16.70
	バルボア	ニューヨーク	30-8-28	30-9-5	8.64	30-9-3	15.75
	ニューヨーク	ノウフオーク	30-9-17	30-9-18	3.89	30-9-18	18.00
	ニューヨーク	クリストバル	30-9-27	30-10-2	8.19	30-9-28	16.00
	ロスアンゼルス	横 浜	30-10-11	30-10-26	8.86	30-10-12	15.00
	海上公試運転		30-6-6	30-6-6	4.06	30-6-6	—
薩摩丸 9UEC 75/150	ニューヨーク	クリストバル	31-7-13	31-7-18	7.18	31-7-16	19.3
	海上公試運転		31-4-28	31-4-28	5.02	31-4-28	20.74
高 宗 丸 6UEC 75/150	マ ラ ラ	ブ ゴ ー	31-6-17	31-6-19	6.18	31-6-18	17.0
	ブ ヲ ア ン	大 阪	31-6-21	31-6-25	6.91	31-6-22	18.0
	ロスアンゼルス	バルボア	31-7-20	31-7-28	7.49	31-7-24	16.75
	クリストバル	ニューヨーク	31-7-29	31-8-3	7.34	31-7-31	16.75
	ニューヨーク	クリストバル	31-8-17	31-8-23	8.54	31-8-20	17.0
	バルボア	ロングビーチ	31-8-23	31-8-31	8.36	31-8-24	16.5
	海上公試運転		31-5-31	31-5-31	3.96	31-5-31	—
隆栄丸 9UEC 75/150	ラスタヌラ	下 津	31-10-14	31-11-1	10.59	31-10-23	14.4
	下 津	メナアルアマデイ	31-11-5	31-11-22	5.70	31-11-10	15.8
	海上公試運転				10.38	31-9-17	—

第3表 各船の就航記録抜萃 (2)

スリップ %	主 機 R.P.M.	軸馬力 B.H.P.	ハンドル ノッチ 主/ポンプ	圧 力 kg/cm ²					
				燃 油	シリンダ 冷 却 水	ピストン 冷 却 水	L. O.	海 水	掃 気
3.0	107.4	7,600	5.28 / -4.3	570	1.05	2.5	2.5	1.05	0.2
	111.0	9,050	6.2 / -2.4	630	1.2	2.5	2.6	1.0	0.26
4.5	112.8	10,070	6.8 / -4.4	690	1.05	2.4	2.6	1.3	0.305
	111.7	9,930	6.8 / +1.6	680	1.10	2.5	2.6	1.3	0.30
3.3	111.2	9,074	6.3 / -4.5	700	1.1	2.4	2.7	1.05	0.28
3.5	111.6	9,549	6.5 / -4.9	740	1.1	2.5	2.7	1.05	0.29
4.2	112.2	9,562	6.4 / -4.4	740	1.1	2.5	2.7		0.285
—	119.6	10,851	7.3 / -3.8	690	1.35	3.03	2.73	11	0.385
2.12	116.0	7,180	7.2 / 0.5	—	—	—	2.8	—	0.32
3.0	117.3	7,410	7.2 / -0.3	680	1.3	2.4	2.55	1.4	0.35
6.0	115.6	7,225	7.3 / -0.3	690	1.3	2.3	2.5	1.0	0.35
9.5	113.3	6,585	7.0 / -0.6	660	1.3	2.3	2.5	1.0	0.32
-4.0	112.9	5,630	6.0 / -0.1	650	1.4	2.4	2.5	1.1	0.26
8.8	114.4	6,938	7.2 / -0.9	690	1.3	2.2	2.5	1.2	0.35
13.8	113.4	7,140	7.2 / -0.5	690	1.4	2.3	2.5	1.4	0.37
—	119.9	7,480	7.5 / +0.3	640	1.1	2.1	3		0.345
-0.4	115.0	10,450	7.8 / -3.3	680	1.0	2.2	2.7		0.34
+1.3	122.7	11,789	8.8 / -5.1	673	1.34	1.80	2.53		0.42
3.2	114.3	6,437	7.3 / -4.0	630	1.6	2.3	2.8	1.2	0.28
-1.0	116.3	6,922	7.8 / -3.9	650	1.5	2.3	2.8	1.0	0.32
5.5	115.4	6,939	8.4 / -5.5	680	1.6	2.4	2.8	1.2	0.32
5.3	115.3	7,010	8.5 / -4.8	680	1.6	2.4	2.8	1.2	0.33
3.2	114.3	6,954	8.5 / -6.0	680	1.6	2.4	2.8	1.2	0.33
6.3	114.7	7,000	8.5 / -6.0	680	1.6	2.4	2.8	1.2	0.33
—	119.7	7,169	7.0 / +1.6	653	1.38	1.78	2.65		0.343
1.2	111.9	8,059	6.5 / -3.4	590	1.4	1.7	2.8	1.3	0.20
-5.5	114.8	8,538	6.73 / -2.5	620	1.4	1.7	2.8	—	0.23
—	116.1	9,636	7.08 / -2.8	600	1.4	1.8	2.6		0.31

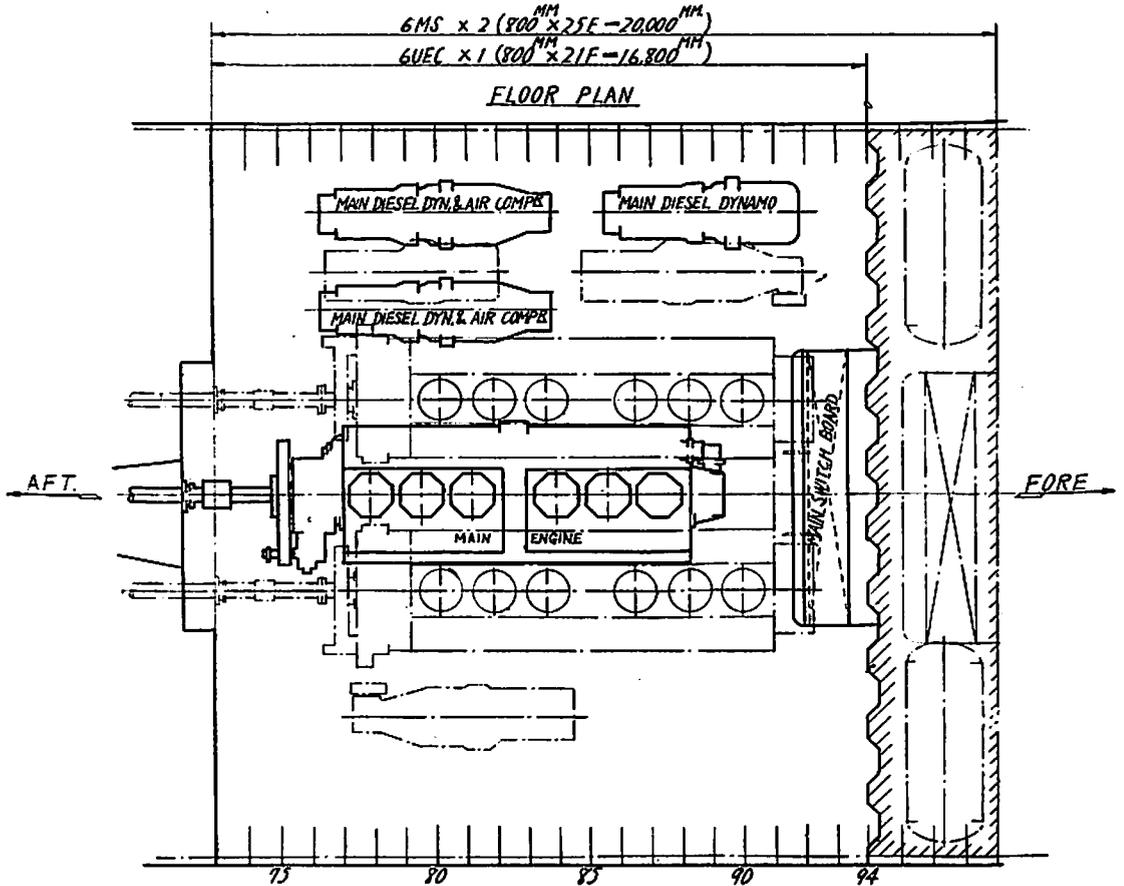
第3表 各船の就航記録抜萃(3)

排気ターボチャージャ K. P. M.			排気温度 °C タービン入口/出口			筒内圧力 kg/cm ² 圧縮/最高	各筒排気 温度	機関入口/出口温度 °C		
No. 1	No. 2	No. 3	No. 1	No. 2	No. 3			シリンダ 冷却水	ピストン 冷却水	L. O.
4,300	4,380	4,450	402// 372//	383//	35.5// 45.3		42// 50	42// 47	42.5// 45.5	
4,851	4,900	5,000	420//	420//	420//		46.5// 52	36// 45	37// 39.5	
5,200	5,240	5,350	441//	428//	448//	39.4// 49.7	42.5// 51	46.5// 47	44// 46	
5,150	5,210	5,270	431//	424//	428//	39.7// 50.7	44// 52.5	41.5// 47	42// 44	
4,910	5,100	4,880	450// 400	420// 373	410// 370	-// -	330~385	43// 49	41// 45	42.5// 46
5,010	5,180	5,010	445// 395	405// 360	425// 375	-// -	335~390	43// 49.5	40// 45.5	42.5// 45.5
5,100	5,230	5,100	450// 395	420// 370	440// 385	40// 50.6	335~375	45// 52	41// 47	
5,565	5,530	5,590	430//	423// 360	426// 363	42.2// 52.4	322~368	43.5// 56.3	33.5// 5.15	39.5// 41
5,620	5,700		421// 358	408// 349	-	43.1// 54.3		41// 48	36// 45	
5,710	5,690	-	423//	404//	-	43.5// 55.1		43// 49	27.5// 42	33// 36
5,700	5,690	-	437//	413//	-	47.3// 53.3		42// 49	35.5// 42.5	42.5// 45.5
5,350	5,430	-	415//	395//	-	41.4// 52.2		42// 49	35// 41	42// 45
4,780	4,780	-	390//	358//	-	38.2// 48		42// 49	34.5// 110.5	36// 39
5,600	5,590	-	432//	386//	-	42.7// 53.5		42// 49	34// 41.5	39// 42
5,600	5,640	-	414//	386//	-	43.7// 54.3		42// 50	34.5// 42	35.5// 41
5,835	5,875		445//	42//		45.3// 55.2	322~371	36.3// 51.5	27.3// 37.3	31// 34.5
5,600	5,620	5,600	425//	415//	410	42.9// 52.4	320~360	41.5//	35.5//	38// 39
5,943	5,950	6,050	426//	457//	428	45.2// 55.6	315~378	38.3// 50.3	35// 48.7	32.8// 34.5
5,550	5,380	-	390// 337	395// 338	-	40.6// 49.9	315~338	46// 55	35// 44	41// 43
5,850	5,600	-	410// 355	406// 346	-	42.4// 52.3	334~348	46// 55	36// 45	41.5// 43
5,620	5,700	-	420// 365	415// 357	-	43// 54	342~360	46// 55	36// 45	40.5// 42.5
5,630	5,720	-	418// 362	418// 360	-	43.2// 54.6	334~365	46// 55	36// 45	39.5// 41.5
5,600	5,680	-	420// 360	412// 355	-	+3.1// 54.2	333~345	46// 55	36// 45	40// 42
5,600	5,700	-	420// 358	415// 355	-	42.8// 53.2	335~350	46// 55	36// 45	39// 40.5
5,910	5,765		425//	414//		44.3// 52	329~363	41.5// 51.3	27.8// 40	30// 32.8
4,720	4,700	4,700	388// 345	375// 335	390// 350	38.4// 47.1	316~342	41// 48	57// 45	40// 42.5
4,950	4,950	4,900	410// 360	385// 345	395// 350	38.2// 47.3	308~343	40.5// 48	37.8// 45	41// 44
5,195	5,190	5,185	390//	384//	398//	41.1// 52.5	307~340	36.4// 43.8	28.8// 39	34.6// 38.5

第3表 各船の就航記録抜萃 (4)

機関室 °C	海水温度 °C	天候 海面	風力 風向	燃料消費率 gr. B. H. P./hr 10,000 K. Cal.		油種類	備考
				主機	補機を含む		
38	31			148.0		C	
33	22.5	b		148.7		"	
57.5	29.5	bc		147.9		"	
36	38			147.2		"	
37	27	Rough	⁶ BOW	146.2		"	
33	20.5	smooth	calm	147.5		"	
36	26	Rough	⁶ Head	149.2		"	
27	19	bc S L	N	150.5	153.5	B	90% Load
30.5~33	24~29.5	bc S L	1-2	152.0	(all purpose) 157.8	C	
26	17	S L	↙ △	149.3		"	
36	28.5	S M	↘ △	149.5		"	
35	30.0	S M	↘ △	150.3		"	
24	31.0	S L	↘ △	148.0		"	
26.5	30.0	S L	↘ △	150.6		"	
25	14.0	S L	↘ △	150.9		"	
26.4	21.3	Rainy S M	1 NNW	150.5	153.8	B	85% Load
37	28.5	bc S L	→ △	152.7		C	
24.1	17	MOD	2 NNW	150.9	153.4	B	90% Load
38	30.5	C	↙ △	149.2		A	
37	29	bc	↙ △	150.8		"	
39.5	29	bc	↑ △	151.5		C	
38	27.5	bc	← △	152.5		"	
37.5	27.5	bc	↘ △	150.3		"	
36.5	26.5	C	↙ △	151.2		"	
28.3	20	CLOUDY S M	1 WSW	150.5	153.5	B	85% Load
35	28	O	↘ △	153.9		C	
36.8	29	Q	↑ △	152.0		C	
29.7	26	S L		149.7	152.6	B	85% Load

6UEC 75/150	1台	8,500	軸馬力裝備の場合	大線
7MS 72/125	2台	8,600	軸馬力裝備の場合	小線
			利益と面積	



第13図 機関部床面積比較図

比し出力の割合に重量、容積の縮少は顕著であつて、9 UEC 75/150 の 12,000 軸馬力を搭載した 讃岐丸型において従来の機関裝備の場合に比し載荷重量において 880T (8%) の増大、載荷容積において 1100 m³ (6.5%) の増大を来し、これに相当して船の経済性は向上された。比較の 1 例として第 13 図に 6 UEC 75/150 の 8,500 軸馬力機関を裝備した 高忠丸型貨物船の機関室と 昭和 30 年まで製作してきた当社標準機関 6 MS 72/125 の 4,300 軸馬力 2 基を裝備した貨物船の機関室との比較図を示す。これによると機関室の長さは 4 フレーム短く、容積において相当の縮少をみている。更に機関部重量において、主機関のみならず出力の割合に所要補機容量の減少に伴つて、全体として著しく重量低減となる。MS 機関の場合主機重量 636 tons 機関部重量合計 1,217 tons であり、UEC 機関の場合は主機重量 390 tons (246 tons 39% 減) 機

関部重量合計 890 tons (327 tons 27% 減) となつている。これは直ちに建造費の減少と同時に載荷重量増加の利益を伴つている。

(2) 航海実績と燃料消費

本 UEC ディーゼル機関の裝備船の航海実績については讃岐丸、薩摩丸、高忠丸、高宗丸および隆榮丸の航海記録を抜萃して第 3 表に掲げる。本表中讃岐丸および薩摩丸は航海中の平均速力 17.9~19.3 節、平均出力 9,074~10,450 軸馬力となり、C 重油を使用した燃料消費率は 146.2~152.7 瓦/軸馬力/時間となつている。高忠丸、高宗丸は平均速力 18~16.75 節、平均出力 5,630~7,000 軸馬力、同じく C 重油を使用した燃料消費率の平均は 148~152.5 瓦/軸馬力/時間となつている。ただし燃料消費はいずれも低発熱量 10,000 カロリーに換算したものである。これより燃料消費は従来の機関を裝備した場合に比し約 10 瓦/軸馬力/時間

程度の減少を示し運航経費の著しい節減となつてい
る。

(3) シリンダ・ライナおよびピストン・リングの磨耗
一気筒当りの出力が著しく増大されたこと、燃料と
して粗悪油が使用されること等により、シリンダ・ラ
イナおよびピストン・リングの磨耗の増大が起るこ
とは当然である。シリンダ・ライナに対してはまず材質
として当所独得の配合になる NK メタルを採用しシ
リンダ注油量を適正にし、完全な燃焼と相俟つてシ
リンダ・ライナの磨耗と同時にピストン・リングの磨
耗、切損防止に良好な結果を得ている。すなわち
シリンダ注油量に対しては 9 UEC 75/150 の 12,000
軸馬力機関で 90 立/日以下、6 UEC 75/150 の 8,500
軸馬力機関で 60 立/日以下を標準としている。なお
6 UEC 75/150 装備の高忠丸、高宗丸においてはシ
リンダ注油量を 50 立/日程度でリングの切損も皆無で極
めて良好な実績を示している。現状のシリンダ・ライ
ナの磨耗量は 1,000 時間当り平均 0.3 耗程度である。

当社はこのシリンダ・ライナの磨耗に関して現状の
この数値をもつて満足しているのではなく引続きこの
問題には技術陣を動員して真剣に研究を進めている。
すなわち実績調査に基きシリンダ・ライナ材質の一層
の改善、ピストン・リングとシリンダ・ライナの材質
組合せ、注油量の影響等につき研究し、次々に今後実
船にその結果を織込み改善を計っている。

(4) 潤滑油、冷却水消費

本機関においては潤滑油、シリンダ油、ターボチャ
ージャ油、冷却水(清水)は出力の割合には在来の機
関に比し当然減少し得られている。就航中の消費実績
の一例は第 4 表に示す通りである。

第 4 表 潤滑油、冷却水 使用実績

種 類 船 名	潤滑油立 (システム油) / 日		立 / 日			
	主機	発電機	主機およ び発電機	シリン ダ油	ターボチャ ージャ油	冷却水 (清水)
讃岐丸 9 UEC 75/150	~	~	54	90	3.6	0.65
高宗丸 6 UEC 75/150	~	~	41	51	3.1	0.36
隆栄丸 9 UEC 75/150	30	20	~	89	5.4	0.30

6 結 語

上述の如く就航各船の成績により UEC 型ディー
ゼル機関の真価が実証せられ、次々に UEC 75/150 型機
関のみならず UEC 65/125 型機型も製作中にて、更に
将来 UEC 52/105 型および UET 45/75 型機関等も製
作されんとして逐次斯界の要望を満しつつある。これ等
の実績および実験機関による成績から本機関の現状の仕
様は出力になお相当の余力を残していることが判明して
おり、一方業界は船船の大型化と速力の増大に伴つて次
第一層の高出力機関の要求が強くなりつつある今日、
当社としては現状の重量、容積を増さず過給の度を高め
出力の上昇を計るべく、この方面の研究も着々進めつつ
ある。従つてこの目的達成の日も近く信頼性の高い高出
力機関の出現によつて、更に経済的な船船の建造が期待
される。

終りに本機関の完成にはこの基礎計画当時から種々御
援助を賜り絶えず御指導御鞭撻を賜つた運輸省 STAC
並びに船主の方々のお蔭によるものであつて真甚の謝意
を捧げるとともに今後一層の御教導をお願いする次第で
ある。

[海 技 入 門 選 書]

商船大学教授 横 田 利 雄 著

航 海 法 規

A 5 上装 160 頁 ¥280 円 (〒 35)

目 次

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

商船大学助教授 鞠 谷 宏 士 著

船舶の構造及び設備属具

A 5 判 上装 160 頁 (折込 2 葉) 300 円 (〒 35)

目 次

- 第 1 章 船の各部名称および主要寸法等
- 第 2 章 船 体 の 構 造
- 第 3 章 救 命 設 備
- 第 4 章 消 防 設 備
- 第 5 章 防 排 水 設 備
- 第 6 章 繫 船 設 備
- 第 7 章 舵および操舵装置
- 第 8 章 その他の設備
- 第 9 章 索具および帆布具

艦艇用蒸気機関の現状

浜野清彦

防衛庁技術研究所 第5部

前書き

防衛庁の新造艦の第一陣として昭和28年度予算による艦艇のうち、蒸気タービンを主機械とする3艦「はるかぜ」「ゆきかぜ」および「あけぼの」は昨年の春から初夏にかけて公試を順調に終え、引渡しを完了した。次いで昭和30年度予算による4艦は昨年夏基本計画を完了し、昨年暮に着工され、昭和31年度予算による2艦は現在基本計画中である。前記の「あけぼの」を除いてはすべて警備艦甲、いわゆる甲警であつて基準排水量約1600tの級のものである。筆者は昭和28年度艦の基本計画の当初から、機関部担当者として計画および建造の経過にあずかつてきたので、ここに防衛庁の艦艇の蒸気機関の現状を、各年度の計画における推移とともに説明させて戴き、艦艇用機関に関心を有する各位の御参考に供したいと思う。ただし何分経験未熟のことゆえ、あるいは冗長に過ぎ、あるいは本質を逸したものであることは、あらかじめお詫びしておきたい。

1. 艦艇用機関の特質

1.1 艦艇用機関の特質 本題に入る前に一応艦艇用機関の特質に触れておくことにする。旧海軍時代にわれわれが教育されたのは「重量容積小にて、信頼性高く、取扱容易にして急速なる増減に堪え、武人の蛮用に適するもの」ということであつた。現在でも勿論そのことは通用するが、これが特に艦艇用機関の特質であるとは思えない。すなわち、重量容積、信頼性、取扱いの容易さ等は何の技術においても無視し得るものではない。それよりも日常われわれが常に艦艇用機関の特質と考え、宿命と見なしていることは次のようなものである。

(1) 機関の全力に比して経済出力の小さいこと

通常の商船用機関では経済出力は大略8/10全力附近とされているようであるが、艦艇用機関では1/10全力前後における速力において航続距離を定められている。そのような分力において経済性を確保するためには主機械のみならず、補機の形式、力量の決定等には充分意を尽さねばならない。しかも艦が全力附近で行動する累計時間は、戦時中のアメリカの艦における実績においては、艦の一生中僅か1%に満たないという。1%に満たぬ用のために数万馬力の機関を備え、1/10の部分負荷における燃料消費の経済を図るのに苦勞するのはいかにも割の悪い仕事である。

(2) 連続的に使用する出力が不定であること

前記の航続距離の基礎となつている速力を基準速力というが、これは算定の基準として定められているもので、常にその速力において行動するものでなく、もつと下の低負荷から変動させることが可能でなければならない。この要求があるために、現在商船の機関に行なわれているように数段の給水加熱を行い、タービンに適切な抽気口、排気送入口を設けてプラント効率を高める巧妙な手段は取り得ず、単純なプラントとせざるを得ない。これは計画者としては妙味の少ないものである。

(3) 二重三重の非常操作が可能でなければならないこと。

艦艇用機関としては当然のことであるが、不測のアクシデントに対する非常操作以外に、外部からの悪意による破壊行為に対する非常操作を考えて、二重三重の装置を備えなければならない。このように装置を重複し、または切換操作を多様にすることは際限のないことであるから、艦全体の調和を考えてある程度に割り切らなければならない。この「割り切り方」は大切な問題であるが、各人の主観による要素が多いために、すつきりとした形を得ることはむずかしい。

2. 甲警の機関部

2.1 甲警の機関部

甲警のうちで機関部が如何ほどの重量と容積を占めているかを第1表に示した。表で見られるように重量も長さも全体の約1/3を占めている。

第1表

	28年度	30年度	31年度	旧海軍	旧海軍
	甲警	甲警	甲警	軍白露	軍松
基準排水量 (t)	—	—	—	1,670	1,275
艦全長 (m)	106	106	105	108	98
軸馬力 (HP)	30,000	35,000	30,000	42,000	19,000
機関部重量 (t)	543	543	515	590	377
同上比率 (%)	32	31.5	28	35	29.5
機関長全長 (m)	39	37	33	45.1	37
同上比率 (%)	37	35	31	42	38

第1表に示した数字はすべて計画値での比較で、機関部重量はボイラおよび復水器等に保有される水と、機械廻りの油とを含んだ数字である。

2.2 甲警の機関構成

現在の甲警はすべて2軸艦で、2タービン主機械、2ボイラおよび補機器より成る。推進補機はすべて蒸気駆動である。推進補機を蒸気駆動となすことは艦の被害時

第2表 甲 警 の 機 関 構 成

T…蒸気タービン駆動, M…電動

	28 年 度 計 画	30 年 度 計 画	31 年 度 計 画
軸 馬 力	30,000 HP	35,000 HP	30,000 HP
主 軸 回 転 数	400 rpm	400 rpm	400 rpm
蒸 気 条 件	30kg/cm ² , 400°C	同 左	同 左
給 水 方 式	真空密閉式	同 左	圧力密閉式
主 タービン	2	2	2
主 ボイラ	2	2	2
暖 房 用 補 助 ボイラ	—	単管式 1	1
主 復 水 ポンプ	縦 T 4	同 左	—
主 復 水 兼 プースター ポンプ	—	—	縦 T 2
巡 航 復 水 兼 プースター ポンプ	—	—	縦 T 2
主 給 水 ポンプ	横 T 2	横 T 4	横 T 4
巡 航 給 水 ポンプ	横 T 1	—	—
補 助 給 水 ポンプ	縦 直 動 2	同 左	同 左
主 循 環 ポンプ	横 T 2	縦 T 2	縦 T 2
主 潤 滑 油 ポンプ	縦 T 2	同 左	同 左
重 油 噴 射 ポンプ	縦 T 4	同 左	同 左
ボイラ 送 風 機	縦 T 4	縦 T 4	横 T 4
ボイラ 室 補 機 冷 却 水 ポンプ	縦 T 2	横 T 2	同 左
造 水 装 置	熱 圧 縮 式 2	低 圧 式 2	低 圧 式 2
空 気 エ ゼ ク タ	2	同 左	同 左
給 水 加 熱 装 置	表 面 式 加 熱 器 2	同 左	ディアレータ 2
補 助 復 水 器	—	—	1
補 助 循 環 ポンプ	—	—	1
補 助 復 水 兼 プースター ポンプ	—	—	1
ターボ 発 電 機	非 復 水 式 2	同 左	復 水 式 2
デ ィ ゼ ル 発 電 機	2	同 左	同 左

この他、通風機、点火用送風機、点火用重油噴射ポンプ、ボイラ張水兼清水移動ポンプ、重油移動ポンプ、ディーゼル油移動ポンプ、油清浄機および熱交換器類、消火海水ポンプ、舵取機、揚錨機等がある。

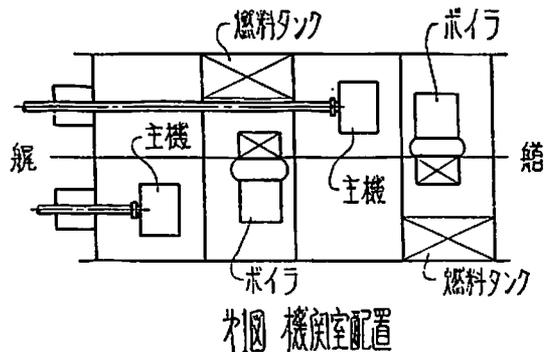
電源故障を考慮するためである。蒸気補機は小型タービン駆動であるが、所要出力が僅か数馬力しかないものがあり、背圧 2.2 ata の排気は低負荷から高負荷まで、給水加熱に消化し切れず常に余りがちである。

第2表に28年度計画からの機関構成機器を示す。表中下線を付したものはその年次に新規なるものまたは計画変更されたものを示す。このように年々の小変更により漸次改良を加えつつあるのである。

2.3 甲警の機関室配置

昭和28年度艦以降甲警の機関室は第1図のように艦首側からボイラ室、機械室、ボイラ室、機械室と配置したいわゆる Shift engine 配置である。

この配置は甲警程度の警備艦では現在常識とされているもので、期する所は被害時に損害を1フロントに止め



航行を継続し得ることである。

ところが最近米国には1軸の駆逐艦が出現し、話題となつている。敢えて1軸を選んだ理由は、2次大戦中の米国海軍の駆逐艦で被害を受けたが帰還し得たもののう

ち、2軸管であるがために隔選し得たものは十数艦の例のうち僅か1艦しかなく、あとは2軸艦でも曳行されて隔選したという戦訓から、1軸として艦の機関重量の節減、船体の小型化、非常の際の生産性の向上を図つたものとされている。これは前記の「割り切り方」の好例であつて、日本のように建造費の特に苦しい国情においては大いに検討し、研究すべきものとする。

第1図の如き配置の場合には第1ボイラ室の艦首側は艦橋の下に入り、また入らないまでも非常に近くなるので、第1ボイラは煙突の関係から艦首側にボイラの焚口を向け、第2ボイラは同じく艦尾側の武装と煙突との関係から艦尾側に焚口があるように配備する。したがつてボイラ室内の配備はボイラと相対的には第1第2室とも相似的になし得る。第1機械室、第2機械室は左右対称的に室内配備を行つている。

機関室全長は艦全体の基本計画に影響するところが大きく、われわれは常にできるだけ短縮することを心掛けている。

第1表には昭和28年度以降の機関室全長の変化を示しているが、このように年々機関配置に工夫改良を加え、相当短くすることができた。しかし、32年度以降更に大きく機関全長を短縮することは主機、主ボイラのみならず、発電機、配電盤、造水装置等の小型化と、更にその間に動作する人間のためのスペースを何処まで切りつめ得るかという点の考え方を改めねば達成することが困難である。15,000 SHP×2軸の甲艦では、更に1m短縮する位が限度であろう。それ以上短縮せねば艦の全体計画が成り立たぬとすれば、1軸艦という方向に逃げる方が全体的な調和から見て好ましいと思われる。

機械室内の機器の配置は、現在の機関構成に大きな変化がない限り31年度計画をもつて一応 settle したと思つている。すなわち、機械室艦首側に操縦室を設け、上段は片舷に主機および配電盤、船尾側中央に脱気タンク、他の舷に造水装置およびターボ発電機、下段は中央船尾側に主循環ポンプ、復水ポンプ、潤滑油ポンプ等が適宜配置されている。

ボイラ室内はボイラ前側の片舷に操縦室を設け、室内にACCの制御板をおきボイラ前に重油噴射ポンプ、ボイラ側方に給水ポンプ、後側方両舷にボイラ送風機を置いている。ボイラ送風機は30年度計画まではボイラ前部上段においたものであるが、第1ボイラ室のものが船橋に近いので騒音が特に問題になつたので、31年度計画からはボイラ側後方においた。この位置は煙路と風路の取り合いが非常にやり難いのであるが、やむを得ない

ものとして本配置に決めたのである。これによつてボイラ前面は非常に Clear になつたと思われる。

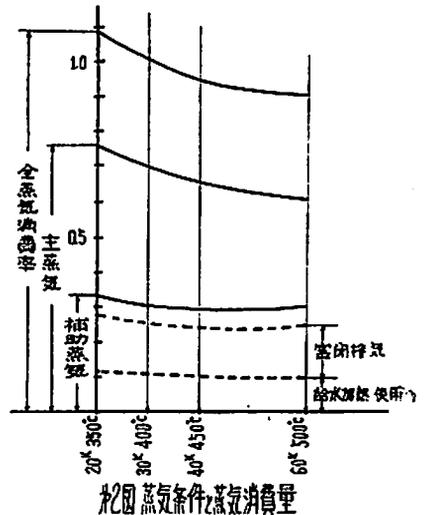
2.4 蒸気条件

31年度計画に至るまで、甲艦の蒸気条件はボイラ出口において 30 kg/cm^2 , 400°C としている。蒸気条件は保守および信頼性に対して考慮しなければならぬことは当然であるが、艦艇においては重量の増加と燃料消費の兼ね合いで定められねばならない。

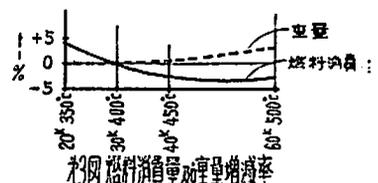
第2図は 30 kg/cm^2 , 400°C をもととして、その前後の蒸気条件における 15,000 HP の艦艇用機関の蒸気消費率の増減を示したもので、同図には主蒸気補蒸気の割合、密閉排気量等の割合も図示しておいた。

一方機関部重量は蒸気圧力の上昇に伴い増加する。第3図は、第2図の蒸気消費をもととした燃料消費率の増減と、機関部重量の増減を示したものである。

現在までは、われわれは燃料量の方と機関部重量との兼ね合いで高温高压化の判断をしていた。従つて艦艇用機関には 40 kg/cm^2 以上の蒸気条件は不必要であるとしていた。しかし31年度計画の基本計画においては、機関室全長が短くなつたために比較的短い船体計画がなし得たのであるが、燃料タンクの配備が苦しくなつて、船体の計画関係者が頭を悩まし、一時は船の全長を1m長くしようかという事態になつたことがあつた。このよ



2図 蒸気条件と蒸気消費率



3図 燃料消費率と重量増減率

第 3 表

艦 種	戦 艦	空 母	巡 洋 艦	駆 逐 艦	甲 艦	
艦 名	大 和	大 鳳	大 淀	秋 月	島 風	はるかぜ
公 試 年 月	昭 16. 10	昭 19. 2	昭 18. 1	昭 17. 4	昭 18. 4	昭 31. 2~3
推 進 軸 数	4	4	4	2	2	2
計 画 全 力						
速 力 (kt)	27.3	33.69	35.99	33.4	40.4	—
軸 回 転 数 (rpm)	223	295	340.3	343	367	400.9
軸 馬 力 (IP)	151,700	160,700	110,430	52,200	75,890	30,610
ボイラ出口蒸気圧力 (kg/cm ²)	24.9	30	30.3	30.3	39.5	30.0
同 上 蒸 気 温 度 (°C)	333	380	354	356	422	396
燃 料 消 費 率 (kg/IP.h)	0.373	0.426	0.362	0.352	0.335	0.345
基 準 速 力 (kt)						
速 力 (kt)	15.9	18.3	18.3	18.26	18.07	—
軸 回 転 数 (rpm)	115.4	154.5	153	161.2	159.0	209.4
軸 馬 力 (IP)	17,450	21,230	8,574	4,839	4,367	3,870
ボイラ出口蒸気圧力 (kg/cm ²)	25.0	29.9	30.4	30.0	40.0	30.0
同 上 蒸 気 温 度 (°C)	288	354	308	302	342	400 ¹⁾
燃 料 消 費 率 (kg/IP.h)	0.451	0.446	0.482	0.430	0.431	0.396

1) 全力公試後過熱管数を増す。

うなことになると、燃料量の重要さは大きく評価されなければならないので、40 kg cm²、450°C の蒸気条件に魅力が出てくる。近い将来には甲艦の蒸気条件はそうなるであろうと思われる。

本項は川崎技報3巻「艦機用蒸気タービンの蒸気条件選定について(2)」を参考とした。

2.5 機関の性能

最近のタービン主機およびボイラの性能の向上により、機関効率は大いに改善され、燃料消費率は低減された。第3表は現在の甲艦と旧海軍艦艇との比較であつて、本表に挙げた数字はすべて公試の成績である。30年度以降の艦は更にボイラ効率、タービン効率が向上されているので、良い成績が得られることと思われる。

2.6 甲艦の主要管系統

現在の甲艦の推進機関のプラントの構成と、両舷のプラントが、どのように結合されているかを簡単に述べる。

基本となる考え方は次の通りである。

- (1) 全力時には両舷のプラントは単独に運転される。
- (2) 低力巡航時には、いずれかのボイラ1基にて両舷のタービン主機を運転し、そのために必要にして充分の交通管を設ける。
- (3) 被害故障時には片軸のボイラにより他軸のター

ビンを運転し得る。

これを表示すると下表のようになる。

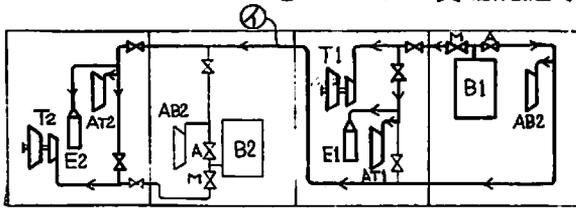
全 力 時	$B_1 \rightarrow T_1, B_2 \rightarrow T_2$
低力巡航時	$B_1 \rightarrow T_1 \cdot T_2$ or $B_2 \rightarrow T_1 \cdot T_2$
非常操作時	$B_1 \rightarrow T_1, B_2 \rightarrow T_2 \dots \rightarrow B_1 \rightarrow T_1 \cdot T_2$ or $B_1 \rightarrow T_1 \cdot T_2$
	$B_2 \rightarrow T_1, B_1 \rightarrow T_2 \dots \rightarrow B_1 \rightarrow T_2$ or $B_2 \rightarrow T_1$
	$B_1 \rightarrow T_1 \cdot T_2$ $B_2 \rightarrow T_1 \cdot T_2, B_1 \rightarrow T_2$ or $B_2 \rightarrow T_1$
	$B_2 \rightarrow T_1 \cdot T_2 \dots \rightarrow B_1 \rightarrow T_1 \cdot T_2, B_1 \rightarrow T_2$ or $B_2 \rightarrow T_2$

上記の非常操作の管系の計画に当つては、損害を受けた室内は操作員は入り得ない前提で、当該室内の踏弁のうち、操作を要する弁は室外より操作し得るよう考えねばならないので面倒な仕事である。

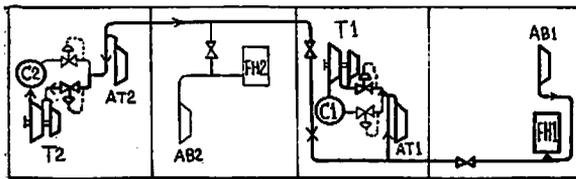
前記のように機関室の配置が4室が縦に1列になつているので低力巡航時1ボイラ2タービンの操作のための管系には特徴がある。ここに30年度計画の甲艦の主要管系のスケルトン図を示して御参考に供することにす。 (第4図 (a), (b), (c))

第4図 (a), (b), (c) は第1ボイラによつて2軸を運転しつつある場合の状態を示し、図中大線で表わしてあ

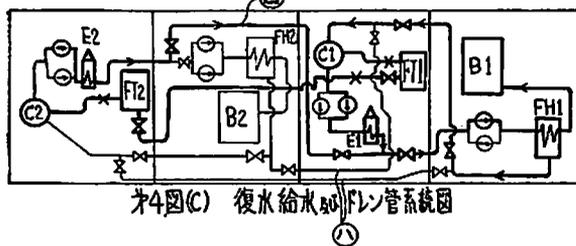
- 凡例
- | | | | | | |
|---|--------|----|-------|---|-------|
| B | ボイラ | C | 復水器 | ⊗ | 弁(器等) |
| T | 主タービン | FH | 給水加熱器 | ⊗ | 水行禁止弁 |
| △ | 補機タービン | FT | 給水タンク | ⊗ | 水行禁止弁 |
| E | 空気エゼツ | ⊕ | ポンプ | ⊗ | 圧力調整弁 |



才4図(a) 主補蒸気管系統図



才4図(b) 排気管系統図



才4図(c) 復水給水配ドレン管系統図

るものは working の状態であることを示している。

(a) 図の主補蒸気管系で見られるように、他軸への蒸気供給は補助蒸気管(イ)により行われているが、この交通管の通過面積は主蒸気管系の約 $\frac{1}{2}$ 程度のものである。前記の B₁-T₂ または B₂-T₁ の非常操作の場合の交通もこの管によって行われるので通過面積は充分にほしい所であるが、この程度に止めている。この割り切り方は(c) 図の(ロ)に示す給水ポンプの吸込管も同様である。(c) 図の(ハ)に示す給水加熱器ドレンの交通管のみは非常操作の便を考慮して、二重にしている。これは旧海軍の例によつたわけであるが、丁寧すぎる感がないでもない。(b) に示す排気管系は図でお判りのように余つた排気を高低圧タービンの中間に導いて経済を図つている。全力時には主復水器に直接導いて捨ててしまうわけである。

管系についての説明はこの程度に止めておくが、主要の配管、弁等は図に入れておいたので、他の操作の場合の様子はお判りになることと思う。

3. 機関の主要構成機器

3.1 機関の構成機器

機関の構成機器については、われわれは現在民間メーカーに匹敵する設計陣を持たず、工作手もないので、設計製作はすべて民間メーカーにお願いしていることは御承知の通りである。ただ、警備艦の基本設計担当者としては、艦の性能に対する要求が苛酷になるにつれて、構成機器に対する要求も厳しくし、艦全体に対しても、また機関全体としても調和のとれたものにしたいという意図のもとに、常にメーカーの担当の方々と相談し、注文をつけているわけである。幸いメーカーの方の御協力によつて年次を追つて性能が向上されて行つていることは御同慶に堪えない。以下機関構成機器のうち主要なものについて現状を説明するが、艦艇機関を取組めるものとしての説明であるので、勢い批評するような傾向になることはお許し願いたい。

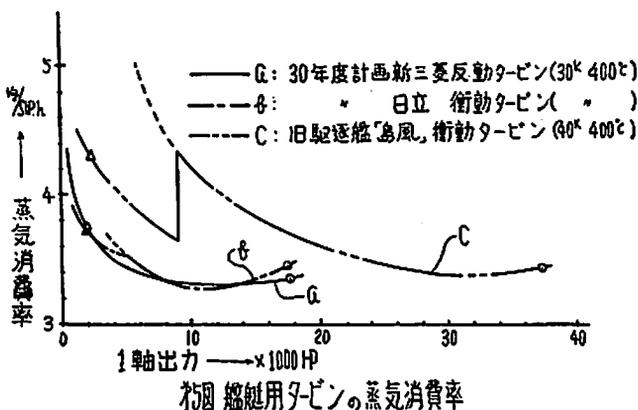
3.2 タービン主機械

28年度計画の艦では、タービン主機械は旧海軍式の1段減速式のもの、2段減速式のもの種々であつたが、30年度計画以降のものは2段減速とし、主タービンは高低2胴、復水器を低圧タービンの下方に懸垂する形式に統一した。

30年度艦は4隻で、その主機械はそれぞれ、三菱造船、新三菱、川崎重工、日立製作所の製作によるものである。新三菱のものは同社の Westinghouse 社との提携による反動式タービンの特性を生かしたもので巡航タービンを有しないもの、川崎重工および日立製作所のものは高圧タービン軸に巡航タービンを減速装置を介して直結し、全力時には巡航タービンを復水器に連結して真空中で空転せしめるもの、三菱造船のものは巡航タービンを有するが、会社の独特の自動嵌脱装置によつて自在に巡航タービンを嵌脱し得るものである。なお、減速装置は日立製作所のものはロックドトレイン型で特に軽量なるものであり 他はアーティキュレート型のものである。

31年度艦2隻はそれぞれ 石川島重工と三菱造船のものを備えたが、ともに巡航タービンは自動嵌脱装置を備えたものである。

このように多種多様のタービン主機械を有することは、艦艇用機関としては当を得たものではないのであるが、日本の新艦艇の草分けには各社の粋を自由に生かしてもらつて良いものを見出さうという趣旨と、一方実際問題としては工期の問題でこのよになつたわけである。本年末から来春にかけて、30年度艦が続々公試が行われ、粋を競うわけであるが、それ以後、その中からわれわれの進むべき方向を見出さねばならぬ責任は甚だ重いものと感じている。



1軸出力 → x1000 HP
1軸出力 → x1000 HP

最近の艦艇用タービン主機の傾向は、効率が良くなったこと、部分負荷においても効率があまり低下せず、フラットな特性を有することである。第5図にはその比較を示した。この進歩の理由は、1つには2段減速装置の採用と歯車工作法の進歩によつてタービン回転数が上昇したこと、1つにはタービン羽根の形状が流体力学的に研究され、エアロfoil形になつたことが大きなものであろう。

28年度艦以来、各社のプラクティスに直接接し、米國流、欧州流、日本流を見ているわけであるが、設計の点で感心させられるのは米國流のものがいかにも洗練されていることである。ことに細部構造は簡単にして要を得ている点で舌を巻くことがしばしばある。一体に設計者はタービンの性能の向上に日夜心血を注いでいるので、熱心のあまり理想に走りすぎて工作的には非常に裏つたものに過ぎる恐れがある。その点では米國流のものには、いわゆる「助へ根性」的なものが見られず、一品といえども部品を少くし、加工工程に無理のないような工夫が見える。特にタービン羽根の植え方には感心させられる。

タービン主機の据え付の要領は第6図に示すように、高圧側は減速装置で一端を支えたガーダーにより、低圧タービンは下半車室がそれ自身でガーダーのような構造のものとして艦首側は挽み板で支えている。

主復水器への冷却海水の送込は30年度艦以降はスクープによる自然流入とし、ごく低速の場合と後進のみに主循環ポンプは使用される。

3.3 主ボイラ

主ボイラは前述のような配置上、旧海軍式のような左右対称の形よりは、片流れ形の方が有利であつて、28年度艦以降すべて2胴式のボイラを用いている。

ケーシングは内外二重とし、外側ケーシングは船底をそのまま利用して、重量容積の軽減を図つている。

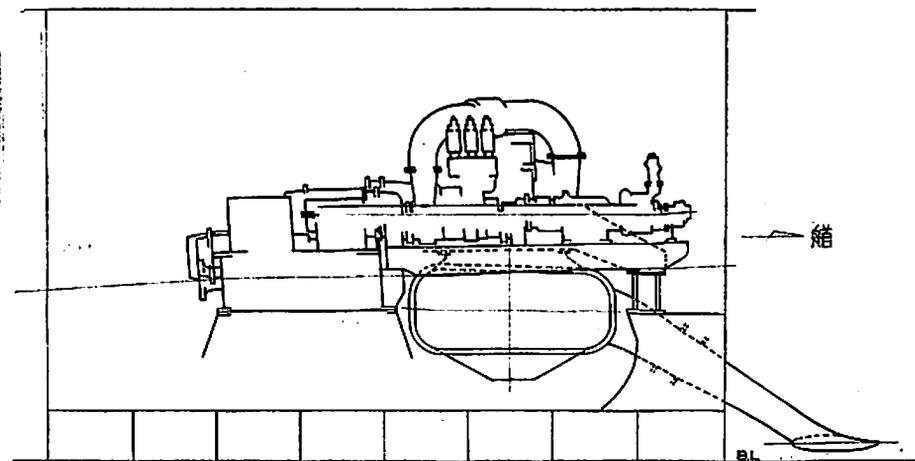
重量軽減のためにはドラム材料に 49 kg/cm^2 以上の鋼板を使用し、後部蒸発管は1"のボイラ管とし、更にケーシング材料には不銹鋼板を使用する等種々の手段を取つている。

燃焼室は下面を除き、水壁構造とし、計画全力時の熱負荷は $2,800,000 \sim 3,500,000 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}$ という高い数字を取つているが、燃焼は良好である。

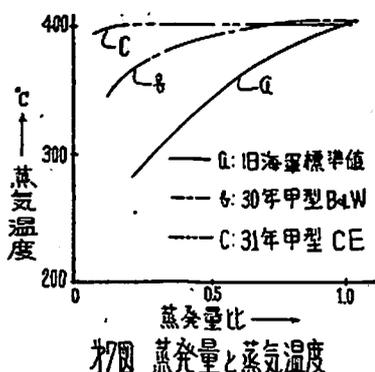
現在の艦艇用ボイラの傾向としては熱効率の高いことを第一に上げるべきであらう。すなわち、高発熱量基準で全力時80~81%、巡航(約1/2負荷)時85~86%に達している。次には部分負荷時の過熱温度の低下の度合いが少いことである。この傾向は第7図に示す。高温材料の信頼性の向上により過熱器の前部の蒸発管の列数を減らし得てこの性能が得られたものである。一方所要風圧は増大し、旧海軍艦艇では、送風機要目において400~500 mmAqであつたものが、1,400 mmAqを要するよ

うになつたので送風機には問題が多い。

新しい試みとして28年度艦以降から空気式の自動燃焼装置と自動給水調整器を採用した。自動燃焼装置を持つことに対しては、庁の内外から相当の意見があつたが、28年度艦の結果は良好で、好評であつた。装置はベレー式である。た



1軸出力 → x1000 HP
1軸出力 → x1000 HP



物図 蒸気量と蒸気温度

だ、送風量の調整が送風機駆動用の蒸気弁によつて行われるので、送風機の慣性を小さくしないと調整が困難である。

3.5 タービン補機

タービン補機を大別するとターボ発電機のクラスと、給水ポンプ・送風機・主循環ポンプ等の 100~200 HP のクラス、主潤滑油ポンプ・重油噴射ポンプ・復水ポンプ等の 15~50 HP のクラス、補機冷却水ポンプの 2~5 HP のクラスに分けることができる。先に述べた2つのクラスは後に述べるが、3つ目に上げた 15~50 HP のクラスのものが、現在最も進歩が遅れていて、十数年前の海軍式そのままのものである。最後のクラスは30年度艦では 10 kg/cm² の緩熱蒸気を用いるターリー・タービンを用い、ポンプを直結した横形のものとし、オイルリング潤滑としてみた。性能よりも重量の軽減と構造の簡単化を意図したわけである。

タービン補機一般としては30年度以降改良した点は、過速度防止装置としてなるべく在来のトリップを廃して過速度ガバナを設けることにしたこと、考え方としては定速度ガバナを持つものはトリップとし、定吐出圧ガバナまたは負荷の変動があるものは過速度ガバナを持たせることとし、運転の確実性を増すことにつとめた。

ターボ発電機は28年度、30年度艦は非復水式 350 KVA のものであつたが、31年度艦は復水式 450 KVA のものを備え、補助復水器を新設して停泊中の発電機およびタービン補機の運転に使用し得るものとした。航行中は発電機の排気は主復水器に導く。

主給水ポンプは30年度艦以降は2軸受形1段扇車直結の高速回転のものを使用し、重量、容積の減少を得た。新三菱重工および広造機の国産品である。

ボイラ送風機は前述のように高風圧のものであるので、軸流多翼形のものとし、ガスタービンの圧縮機の翼形を用いている。騒音は28年度艦において歯車音、風

音ともに著しく大きく不評であつたので、30年度は思い切つて直結式のものとして歯車音をなくして風音のみとし、送風機は船体および風路と金属的に連絡することを避けて防振ゴムをはさむこととし、風路に吸音板を設けることとした。

なお、第2表には上げなかつたが、30年度以降には消火撒水ポンプと称するタービン補機があり、吐出圧 7 kg/cm²、容量 210 t/h の海水ポンプであるが、これには特に多回流式タービン（同一の羽根列を蒸気が数回反覆して流過するもの）を採用し、玉軸受を使用した直結補機とした。これは構造的に従来の形を脱却したものとて成果を期待している。

上に述べたように、タービン補機は直結式のものが多くなる傾向にあり、直結することによつて重量減と性能の向上を得られていると見られるが、前述の 15~50 HP 級のもの用途的にタービン直結とし得ないので、このクラスの減速タービンに進歩改良を願うところが大きい。多回流タービンもしくは多列タービン、高硬度スパ歯車か高精度ヘリカル・ベベルギヤ、玉軸受の採用等に進むべき方向があると思われる。

3.6 その他の補機器

通風機、重油移動ポンプ、等々の2次的な補機、熱交換器類、造水装置、甲板補機等種々のものがあるが、特異なものとはいえず、またあまり細くなるので今回は省略させてもらうことにする。

結 び

結びとして、われわれ艦艇の基本計画に当るものとして常日傾心掛けつつあつてもなお落ち入り易い傾向を2,3上げて見ることとする。

1) 性能を重んずるあまり凝り過ぎて、あるいは複雑になり過ぎ、あるいは生産性を逸脱すること

重量を抑えられ、性能はいやが上にも高いことを要求されなおかつ被害時の応急操作を考慮する。このような条件の下で計画することは苦しいが、逆に腕と工夫の見せどころという自負心もある。日夜考えて考え抜いたあげくものはまことに立派なものもあれば、自分の考えに溺れてしまつて下らないものもある。常に人によつて作られるもの、人によつて使われるものを計画するのだということを念頭において客観的に反省すべきである。生産が戦力であることは十数年前に身にしみていたはずである。

2) マージンを重複させること

このことは前項と違つて、無意識のうちに行われるケ

(300頁へつづく)

高速高揚程のターボ給水ポンプ

石 浜 喜 三 郎
運轉技術研究所・船機部

1. ま え が き

最近船用給水ポンプとしてターボ直結式が多く採用されているが、その中で Coffin 型高速高揚程のターボ給水ポンプはここ数年来船用として多大の関心を集めたものの一つといふことができる。

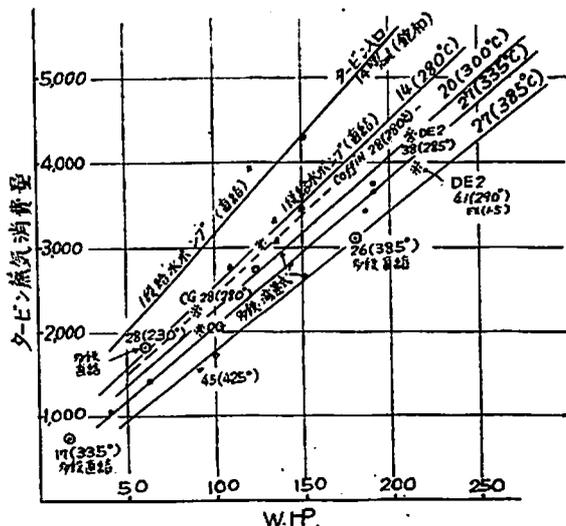
ターボ直結給水ポンプは旧海軍でも採用していたが回転数は毎分 5,500、総揚程は 300 m 以下で、その構造は 2 段式タービン（カーチス 1 段、ラト 1 段）の軸端に 1 段インペラを装備するいわゆる直立直結ターボ給水ポンプであつた。しかしターボ補機としてはタービンとポンプとの回転数を合理的に選定し得るとともに重量を極度に軽減し得る利点から一般に減速式のものを多く採用していた。減速式は甚だ優れた設計ではあるが構造がやや複雑になり歯車の騒音、故障という点を十分考慮に入れておかなければならない。

もしポンプが高速回転において優れた性能を有するならば多段直結のものと匹敵しかつ軽量の給水ポンプが出現し得るわけで戦後はこの種の高速直結ターボ補機の設計がしばしば問題となつていた。

わが国で戦後一般商船に採用されていた給水ポンプはカーチス 1 段タービンと多段ポンプとの直結式であつたが、次第に高圧高温化されるに及び給水ポンプが高揚程となるに對して益々小型軽量なものが要求される状況になり、この要求に應えるために材料の進歩と相俟つて早速高速型の給水ポンプの出現が予想されていた。

高速高揚程の給水ポンプで第一に当面する問題はインペラの性能ということになるが更にグランド、軸受、各部遊隙等構造的にも十分検討を要する点が頗る多い。しかしこの種の高速給水ポンプが実現すればその重量は従来の多段式のものに比して 20～30% に減少せしめることができる。

数年前わが国へ輸入された米国 Coffin 社製の高速高揚程のいわゆる Coffin 型給水ポンプは上述の問題に對して一つの回答を与えたものといふことができる。このポンプは 400～1,000 m の高揚程に對して高速の 1 段インペラの極めて小型軽量な直結給水ポンプで輸入当時はその性能、耐久力等について専門的にかなり議論されたが、ここ数年間にわが国で既に約 200 基装備（輸出船、国内船共）せられその使用実績においては別に問題なく性能も良好であるといわれている。第 1 図は従来の給水ポンプと Coffin 給水ポンプとの蒸気消費量比較曲線で



第 1 図 給水ポンプ蒸気消費量比較曲線

これによつてても 1 段ポンプの性能について概略を知ることができよう。

また Coffin 給水ポンプに次いで輸入された Pacific 給水ポンプも同様に高速高揚程の 1 段ポンプであつてわが国においても既に実船に装備せられているがその性能も前者と類似するものと推定される。

Coffin および Pacific 給水ポンプの出現と時を同じくしてわが国でも高速高揚程の直結ターボ給水ポンプについて各所で基礎的な実験、研究が進められ昨年は実船装備の国産第 1 号とも称すべき三菱神戸造船所製の HS 型ターボ給水ポンプが出現し、また広造機株式会社においても広式直結給水ポンプの試作、実験を完了し、いずれも良好な成績であると伝えられ、補機の性能改善が要望されつつある現在誠に喜ばしいことといわなければならない。

上記のごとき各種型式の給水ポンプの使用実績によつてこれらの性能、強度等に関しては近い将来はつきりした結論を下し得る時機がくるであろう。

将来益々小型の高速ターボ給水ポンプが使用されるものと考えられるのでここにこれら特殊構造の給水ポンプについて許し得る範囲でその概略を述べよう。

2. 概 要

2.1 Coffin ターボ給水ポンプ

このポンプはわが国で最も早く採用された 1 段タービ

ン、1段インペラの直結型高速高揚程の給水ポンプで第1表に示す如き各種の標準型がありいずれも極めて小型軽量なものである。これらを構造上から大別すればCG型とDE型との2種に分けることができる。F、Gお

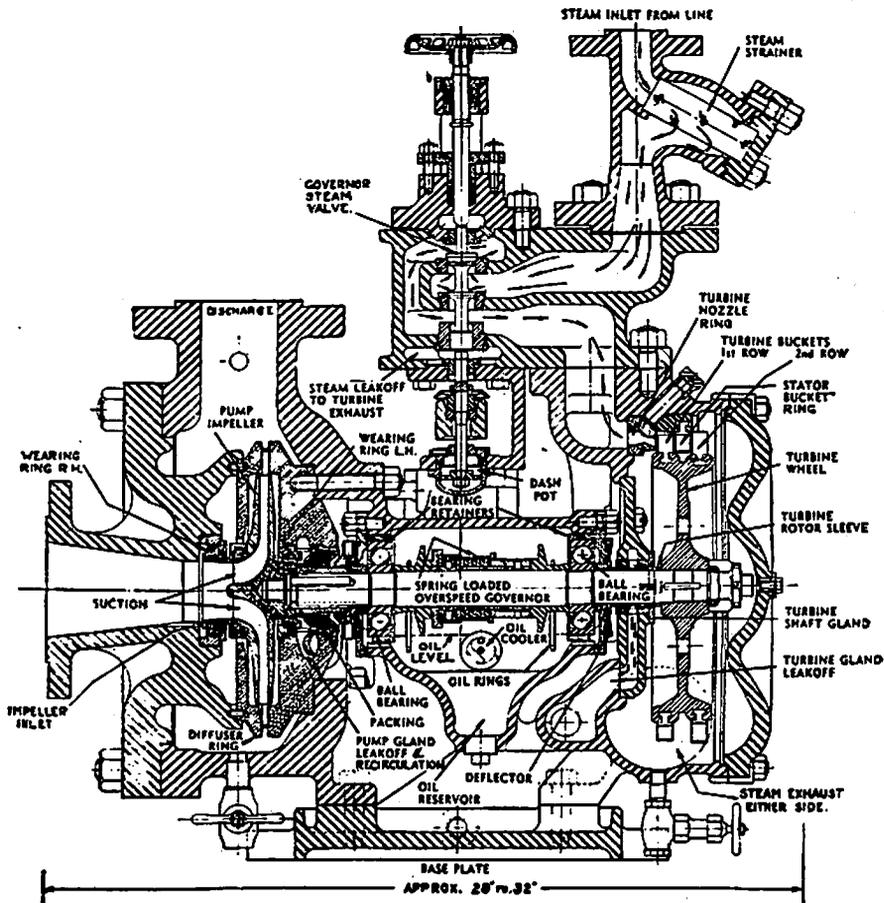
よびTC型とCG型とは部分的に多少構造が異なるだけで極端な差はない。

DE型は特に新しい型式で前記CG型等とは回転部支持法、潤滑方式、ポンプ吸込形状および制御装置等に

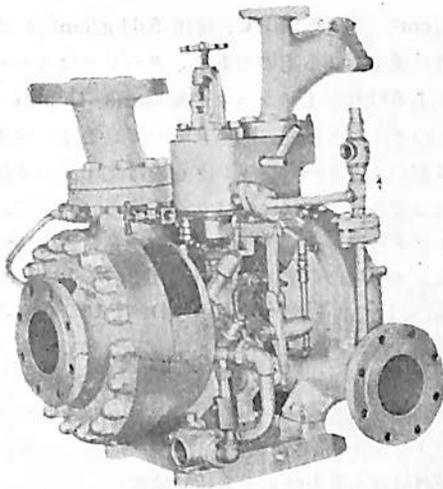
第1表 Coffin 給水ポンプの主要々目

型 式	F, G 型	CG 型	TC 型	DE 型	DEB 型
吐 出 量 (m ³ /h)	80	110	160	180	110
吐 出 圧 力 (kg/cm ² G)	42	53	35	70	105
毎 分 回 転 数 (r. p. m)	7,200 (NOR 6,800)	7,200 (NOR 6,800)	7,200 (NOR 6,800)	8,500 (NOR 8,100)	8,500 (NOR 8,100)
給 水 温 度 (°C)	150	150	150	163	163
タービン蒸気圧力 (kg/cm ² G)	35	60	60	60	85
同 温 度 (°C)	400°	450°	450°	510°	510°
タービン排圧 (kg/cm ² G)	4.2	14.0	14.0	5.6	5.6
重 量 (kg)	250	550	570	1,600	1,600

- 備 考 1. 数値は計画の最大値を示す。
2. TC 型は BUTTERWORTH PUMP 用としても使用可能である。



第2図 (a) Coffin 給水ポンプ (CG型) 断面図



第2図 (b) Coffin 給水ポンプ (CG 型)

において根本的に異なる構造であつて専ら大型船用の大容量のポンプである。

次に代表的な型式 CG 型および DE 型についてその構造および特長とする点について述べよう。

(a) CG 型給水ポンプ

構造は第2図に示す如く本体はダイヤフラムによつて円筒形のポンプ室、軸受室およびタービン室の3室に分けられボルト締によつて全体として一体型を構成し極めてコンパクトな形をしている。各仕切間には大気圧に通ずる空隙を設けて不当な伝熱を防止する構造としている。

蒸気は上部の蒸気漉を通りバランス型の蒸気加減弁を経てタービンに達し下部排気孔から排出され排気室は耐圧上特殊な彎曲形になつている。

タービングラウンドはねじ溝を施したいわゆる spiral packing で漏洩蒸気は蒸気溜を経てグラウンドコンデンサその他へ導かれる。

軸受はボールベアリングである関係上軸半径方向間隙は極めて小さく(グラウンド部 10/100 mm) 運転中の漏洩蒸気も従つて非常に少い構造となつている。

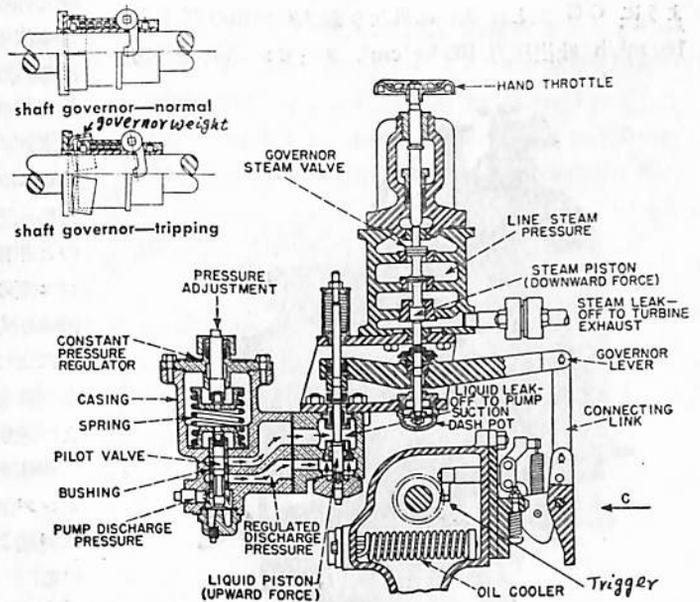
インペラは不銹鋼製で3本のキーによつて精確に軸に取付けられ、片吸込、ディフューザー型で特殊翼型を採用している。磨耗リングにはねじ溝を施し漏洩量を極少ならしめる形状とし吐出側の漏洩水はポンプ端側のものは吸込へ戻り内側のものは圧力

破壊室を経て給水系へ連結せられ再循環式となつている。インペラハブに沿う漏洩は特殊型のアスベストパッキンで防止している。

ポンプ部のスラストは両側共互にバランスする構造であるから実際のスラストは主軸の両端に作用する吸込圧およびタービン排圧によるものだけであつて極めて小さい。万一不当なスラストがかかる場合はボールベアリングで受推するようにしている。

ポンプ本体の中央部は軸受室で底部は油溜になつておりボールベアリングへの給油は給油環によつて行い従つて軸周速度も大体 12 m/s 以下に押えている。この種の潤滑では油質の純良なものが望ましいがわが国のタービン油でなら差支えないようである。ただ潤滑油への異物介入および注油環の作動を臨実ならしめるための油面保持には特に注意する必要がある。

このポンプで特に重要な点は HY-TEN 鋼の主軸に数個の合金鋼の覆金を施してあるので組立時に回転部相互の間隙決定に便利であるとともに軸そのものの重量も比較的大となつており、ボールベアリングを採用している関係上軸受間隙が極めて小さいから軸受中心間距離を短くしても、タービン翼車およびインペラの径を小さくすることによつて高速回転可能で振動発生等の恐れが比較的少いことである。過速防止装置および圧力制御器等は現在までに試験した範囲ではその作動は鋭敏確実なものであつた。その構造は第3図に示す如く過速安全装置としては軸受室内の主軸に過速ガバナーを取付け、リ



第3図 CG 型給水ポンプの圧力制御器

ンクおよびレバー式によつて蒸気加減弁を閉鎖せしめる。圧力制御器は Constant Pressure regulator, Liquid Piston および バランス型の蒸気加減弁よりなり、ポンプ吐出圧の上昇、下降につれて加減弁通過の蒸気量を加減して常に一定圧力に保たしめる機構である。

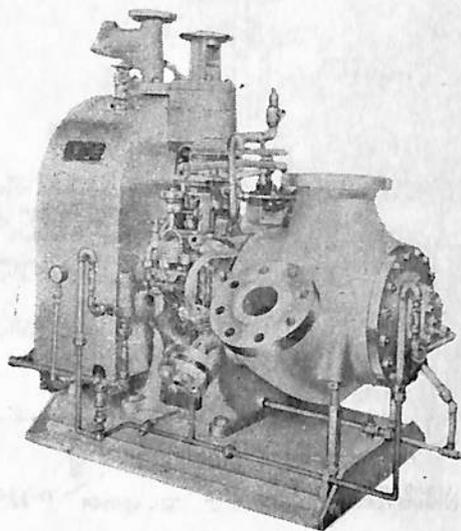
CG 型については特に性能確認のため昭和29年3月川崎重工業株式会社において当社建造の油槽船秀邦丸用のものについて運輸技術研究所船舶機関部立会のもとに陸上試験を施行した。供試ポンプは揚水量 $60 \text{ m}^3/\text{h}$ 総揚程 400 m 回転数 $7,200$ 、給水温度 116°C で使用蒸気は $28 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 280°C 、排圧 $1.05 \text{ kg}/\text{cm}^2$ である。

給水を常温として試験した結果計画力量に対する蒸気消費率は約 $12.7 \text{ kg}/\text{HP}/\text{h}$ で比較的良好であつた。(第1図参照)。回転数一定の場合の特性曲線はほぼ右下りの安定型(無負荷付近でやや右上り)で圧力制御器試験においては回転数 $7,200$ で揚水量が $0\sim 60 \text{ m}^3/\text{h}$ の間の圧力変動は $1.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ であつた。

このポンプについては陸上試験終了後技術専門委員会生産技術協会主催)でその構造、性能等について2回に亘つて討議せられ、その際特にボールベアリングの耐久力が問題になつたが軸周速度、スラストが小であるとともに高級のベアリングを使用しているらしく過去数年間の実績では特に問題となつたということはないようである。

(b) DE 型給水ポンプ

この型式のポンプは第4図の写真でもほぼ推察できるようにCG型とは大いに異なり最大計画値の揚水量 $180 \text{ m}^3/\text{h}$ 、吐出圧力 $105 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 、タービン蒸気室圧力



第4図 Coffin 給水ポンプ (DE 型)

$85 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 、同温度 510°C 、排圧 $5.6 \text{ kg}/\text{cm}^2$ までの使用条件に適応し得るものである。タービンはオーバーハングであるけれどもインペラ側軸端には Duplex Ball Type のスラスト軸受があり、タービンとインペラの間には2個のローラーベアリングを設けて1軸の3軸受支持となつている。本体はやはり円筒型のポンプ室、軸受室およびタービン室に分れレギュレーターおよび潤滑油歯車ポンプ関係は車室外に装置されている。定格回転数 $8,500$ に対してタービンの P. C. D. は $16'$ であるからとを目上記事高圧高温蒸気に対しても高効率で使用する目的としている。タービンへの蒸気供給経路は従来の型式とほぼ同様であるがノズル室への蒸気を独立した管を使用してノズル仕切の外側円周方向から供給してタービン側軸受の温度上昇を防止する特殊構造としている。タービングラッドはラビリンス型である。

ポンプは両側吸込の1段インペラ(不銹鋼)としバランスを完全ならしめるとともに軸嵌込部にはスプラインを施しインペラハブの径を小さくしている。吐出側にはディフューザーを設け水密には吐出圧によつて自封作用を与えている。

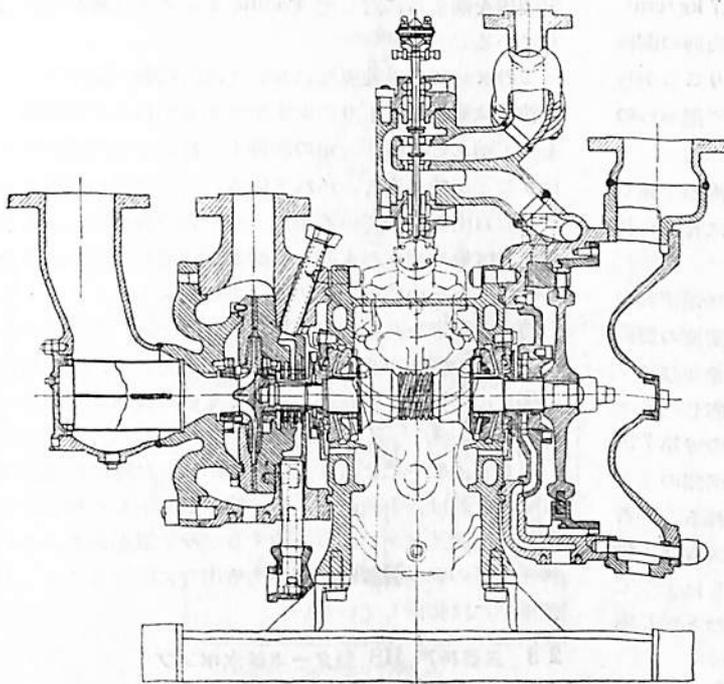
なお DEB 型は互換性を有する2段インペラを採用している。

軸受中央部の主軸からウォームによつて水平軸を回転せしめこれと傘歯車によつて連結される直立の调速機(上方)および歯車式油ポンプ(下方)を駆動せしめて強圧潤滑方式を採用している。水平のガバナー軸および縦方向のガバナーおよび油ポンプ駆動軸はウォームおよび傘歯車を介して駆動されるので組立、取付を十分入念にやらないと振動を発生する恐れもあるから特に注意する必要がある。

過速に対する安全装置は速度制限装置(Speed Limiting Governor)とし過速の場合の遮断をさけて瞬間的な給水途絶をも防止する機構となつている点は一般のものとは非常に異なつてゐる。圧力調整はポンプ吐出圧とバランス型の蒸気加減弁との関連によつて行いその装置は潤滑油圧力を介して作動させてゐる。なお蒸気加減弁は油圧によつて開閉する構造であるから油圧低下に対する安全装置を兼ねている。また排圧安全装置としては警報および遮断装置をもつている。

本体支持は軸受下部で台板取付を行うタービンおよびポンプ部は更に Tension Bar で支えられ不当な熱膨脹に対処するとともにオーバーハング部の安定をはかつてゐる。

本型式のポンプの計画性能は第1図で明らかなる如くCG型よりもはるかに良く他の多段ポンプに比し劣



第5図 (a) Pacific 給水ポンプ (TBA 型) 断面図
(図は特にラトロー翼車のものを示した)

らぬ性能を有している。

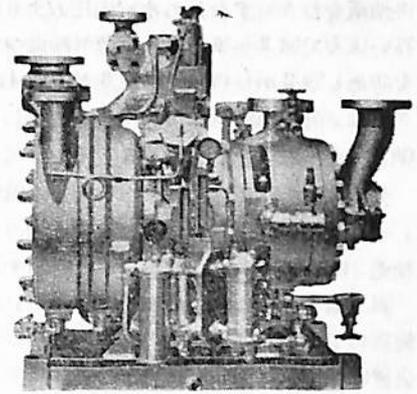
2.2 Pacific ターボ給水ポンプ

Coffin DE 型と同様極めて高速、大力量の給水ポンプで、しかも Coffin 型と頗る類似した構造のものに Pacific ターボ給水ポンプがある。この型式のものもわが国へ輸入されているが、この標準型 TBA の最高計画値は使用蒸気 $105 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$, 520°C , 排圧 $21 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$, 揚水量 $320 \text{ m}^3/\text{h}$, 吐出圧力 127 kg/cm^2 で回転数は $10,000 \text{ r.p.m.}$ となっておりこの範囲内の広範な使用条件に応じ得るものである。

構造は第5図に示すようにオーバーハング型の1段タービン(カーチス又はラトロー), 1段インペラの直結型で本体は Coffin 給水ポンプと同様にポンプ室, 軸受室及びタービン室の円筒形の3室に分けられ互にラベット結合により一体型とし各室間にはそれぞれ空隙を設けている。

主軸はスリーブベアリングによつて支えられこれと一体のキングスベリースラスト軸受を備え両軸受の内側に受推面(パッドの数3個)を有している。

タービンには2つのサイズがあり蒸気条件の変化に応じてラトロー1段またはカーチス1段のいずれでも装備可能である。またポンプも吐出圧 105 kg/cm^2 , 揚水量 $125 \text{ m}^3/\text{h}$ 以下およびそれ以上の2段階にわけ広範囲な使用



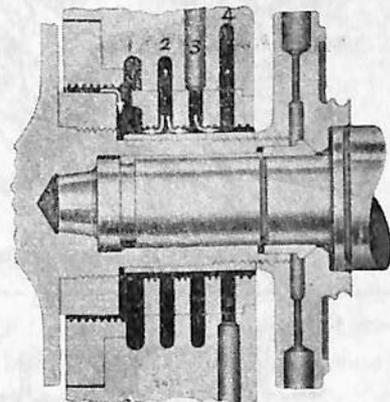
第5図 (b) Pacific 給水ポンプ (TBA 型)

条件に応じ得る如き設計となつている。

タービン蒸気流入経路は既述の Coffin 型給水ポンプと大差はなく、ノズルへの供給は軸受部への伝熱防止を考慮してやはりノズル仕切の円周方向から入る構造にしている。タービングランド(青銅)はラビリンス型で排圧の高, 低に応じて1段式または2段式を使用し特に排圧が 10.5 kg/cm^2

を超えるものにはエゼクターを使用する。

ポンプは片吸込1段インペラ (NiCr 鋼), デフューザー型で両側のリングはヘリカルラビリンス式である。ポンプ軸方向の漏洩に対しては第6図に示す如き特殊構造の Pacific Steam Seal Gland を用いていることは、スリーブベアリング採用とともに Coffin ポンプと大いに異なる点である。図でもわかるようにポンプ吐出側からの漏洩水はラビリンス型の通路を経て水室1に達しここで圧力が低下する。水室は Deaerator または Deaerator Feed Tank に通じているからこの漏洩水は常に



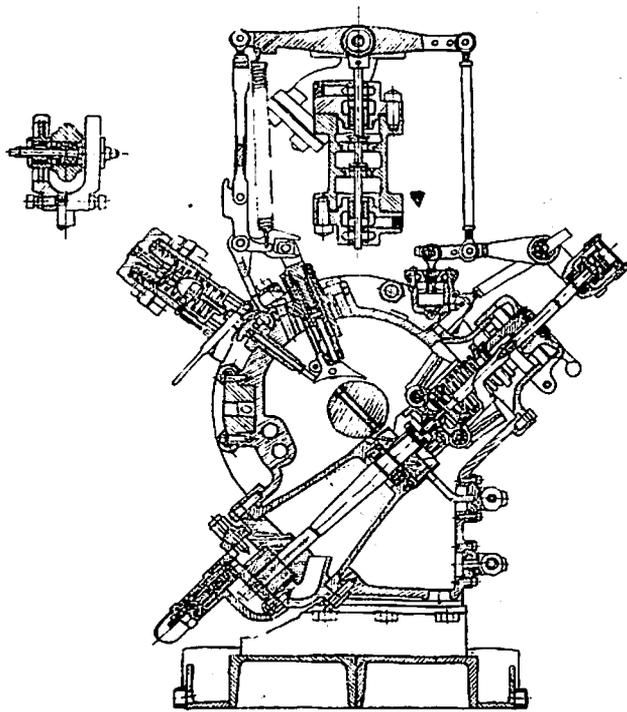
第6図 Pacific steam seal gland

再循環を行う。すなわち水室内圧力より約 0.7 kg/cm^2 高い圧力で室 2 へ噴射される蒸気によつて軸方向の漏洩を防止し室 2 からの蒸気は室 3 および 4 に入りここからタービン漏洩蒸気管に接続する構造としポンプ部からの軸方向漏洩を防止している。

潤滑は勿論強圧注油で歯車ポンプは軸受室内の主軸ウォームによつて駆動されるガバナー軸の下端に設けられ軸受、スラストおよびガバナーに給油する。

調速器 (Constant speed governor) および過速安全装置のトリップは軸受室内に包含される。標準型の調整装置は調速器、過速安全装置および蒸気加減弁並びにリンク、レバー装置からなりタービンの回転に応じてバランス型の蒸気加減弁を開閉または遮断するもので第 7 図に示す如く調整装置および過速安全装置は各別個のリンクおよびレバーによつて蒸気加減弁に接続される。両者ともそれぞれ作動回転の調整可能で過速安全装置は主軸に装備された遠心式衝撃棒とレバーとの掛外しによつて遮断するもので普通一般に採用されているものと同じ機構である。

遠心式調速器は主軸のウォームを介して駆動され回転数は運転中にも定格回転数から 30% の範囲まで調節可能で定格から零までの速度制御範囲は 1% 以下であるという。過速安全装置においては Coffin DE 型が速度制



第 7 図 ガバナーおよび過速安全装置

限装置を備えるに対して Pacific ポンプでは遮断装置としている。

このポンプの単独運転においては回転数一定の場合その特性は緩かな右下りの安定型であるから上記調速器をもつて殆んど吐出圧一定の制御すなわち定吐出圧調整を行うことができるといわれている。制御装置の選択は注文者の自由となつているが、この型式の調速器による制御能力は他の型式のものと同様またはそれ以上であるという点からその他の制御装置は不要であるという。しかし特殊な制御を必要とする場合には油圧式、空気式およびその他の制御方式を採用することができる。一罐装置の場合には給水加減弁なしにボイラの直接制御も可能である。

なお圧油低下による安全装置のかわりに補助の電動油ポンプを設け、主注油ポンプの油圧が低下した場合は自動的に補助油ポンプから注油する切換装置がある。また排圧上昇の安全装置は必要がある場合に設けることとし標準型には装備していない。

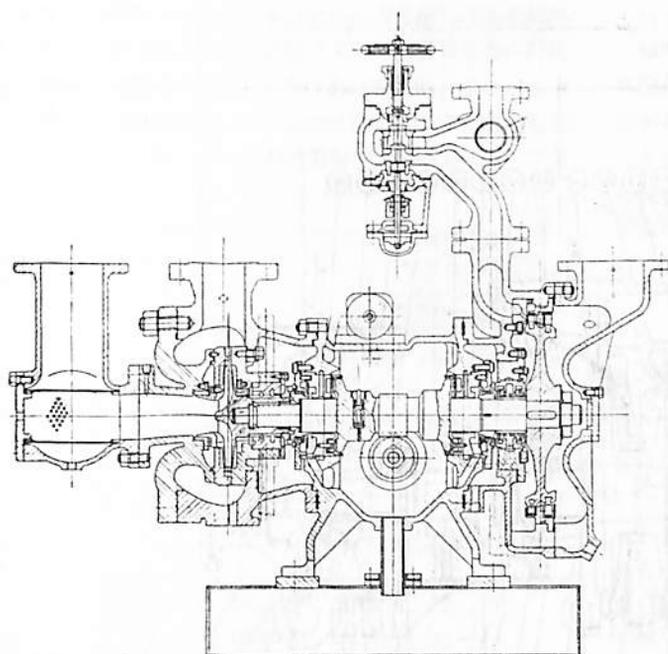
2.3 三菱神戸 HS 型ターボ給水ポンプ

わが国でも数年前から数社で新型の高速ターボ給水ポンプについての研究、試作実験を行つておりその全貌は明らかでないが、そのうち既に実船に装備されたもの、試作実験を完了したものもあり Coffin および Pacific ポンプに対抗する国産品もできている。

第 2 表 三菱神戸 HS 型給水ポンプ主要々目

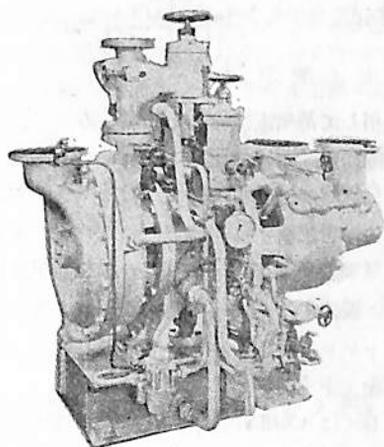
ポンプ容量	70 m ³ /h (310 USGPM)
吐出圧力	52 kg/cm ² G (740 PSIG)
給水温度	120° C (248° F)
初蒸気圧力	40 kg/cm ² G (570 PSIG)
初蒸気温度	250° C (482° F)
背圧	1.7 kg/cm ² G (24 PSIG)
回転速度	8,500 RPM
重量	950 kg

最近三菱神戸造船所では第 2 表に示す如き要目の軽量 (重量 950 kg) な HS 型ターボ給水ポンプの製作を完了し国産第 1 号機として丸善石油株式会社の大形油槽船「つばめ」丸 (D. W. 33, 00 T) に装備し 2 番機も近く実船に装備される予定になつている。本船は既に就航しており就航後の使用実績は十分満足すべきものであつたといわれている。断面図は第 8 図に示す如く 1 段カーテスタービン、1 段インペラのオーバーハング型で主軸はブレンベヤリングで支えられケーシングはポンプ室、軸受室およびタービン室の 3 室に区割せられ中央の軸受室に



(HS型ターボ給水ポンプ断面図)

第8図 (a) 三菱神戸 HS 型ポンプ断面図



第8図 (b) 三菱神戸 HS 型給水ポンプ

ボルト締めされる構造で全体としては Coffin および Pacific ポンプと非常によく似ている。

主軸は Ni Cr 鋼製の一体物でスラストカラーおよび潤滑油ポンプ駆動用のウォームを有している。タービン主要部にはウェスティングハウス式を採用し使用蒸気は圧力 40 kg/cm^2 の飽和蒸気であるが材料を変えることによつて高温蒸気に対しても勿論使用できる。タービングラウンドはラビリンス型とし該部からの漏洩蒸気は通過後圧力が低下して排気室に至り更にグラウンドコンデンサまたは大気に導かれる。

インペラについては特に入念な試作実験研究を行い当社独得の設計に基く片吸込センターフロー式インペラを採用している。インペラおよびディフューザーは共に不銹鋼製で摺動部に対してはステライト盛金を施した不銹鋼または窒化鋼を使用している。ポンプ部の漏洩水はリングラビリンスを通つて圧力が低下し再循環室へ入り Deaerator または他の低圧部に導かれ再循環室からの漏洩水はドレンタンクへ導入する構造となつている。

軸受はブレンベヤリングを採用しミッチェル式スラストを組合せ何れの方向のスラストをも受けられる構造である。潤滑は強圧注油で歯車式油ポンプから給油される。

制御装置はポンプ吐出圧力によつて作動する圧力制御器を採用しこれと運動する過速、油圧低下および排圧上昇時の各遮断型トリップを備えている。

本機の性能の詳細に関しては未だ聞いていないが試作インペラについての長期間にわたる研究および基礎実験の結果非常に高効率なものを製作し得たから実船装備後の成績についても十分期待し得るものと考えられる。

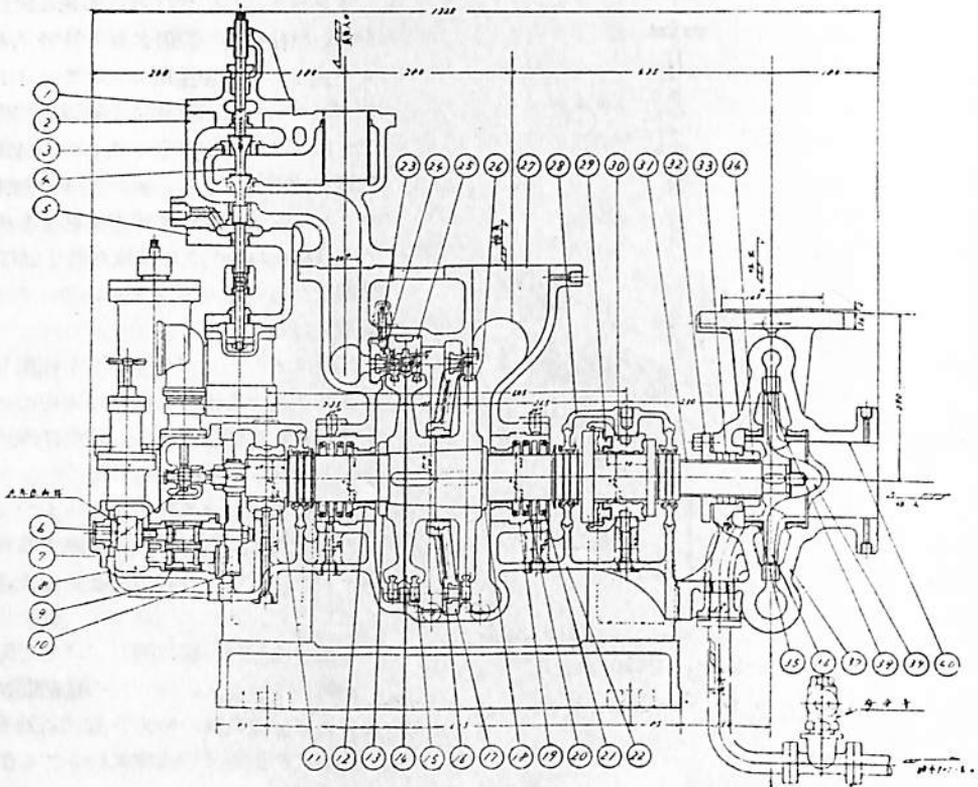
2.4 広式ターボ給水ポンプ

広造機株式会社に試作した新型式のターボ給水ポンプも極めて軽量(重量 860 kg)な高速ポンプでタービン蒸気消費量の大幅節減をも同時に考慮したものとして注目される。試作ポンプの主要々目は第3表の通りで本ポンプの設計経過並びに陸上試験成績等については昨年6月専門技術委員会にて既に公開されている。

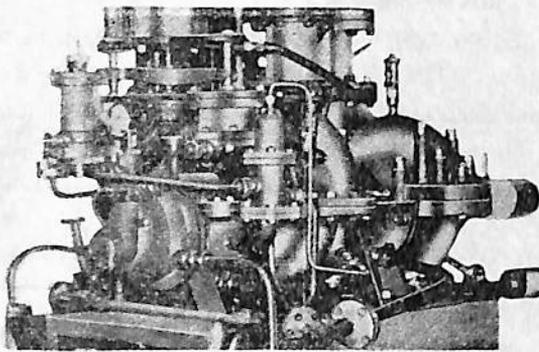
第3表 広式給水ポンプ主要々目

容 量	m^3/h	90
吐出圧力	$\text{kg/cm}^2 \text{ G}$	56
蒸気圧力	$\text{kg/cm}^2 \text{ G}$	26
蒸気温度	$^{\circ}\text{C}$	385
回転数	r. p. m.	7,200
タービンピッチ円径	mm	400
大 小	mm	長さ 1,325 × 巾 710 × 高さ 1,200
重 量	kg	900

昨年2月末から700時間にわたる各種の性能試験を終了し、その試験結果によれば回転一定の場合の特性は常に右下りの安定型で音響、振動は少く計画附近の蒸気消費量は約 18 kg/WHP h であるという。



第9図(a) 広式新型給水ポンプ断面図



第9図(b) 広式新型給水ポンプ

構造は第9図に示す如くタービンは2段（カーチス1段，ラトー1段）で軸端に1段インペラをオーバーハンクさせ軸受中心間距離を比較的長くして全体の安定度を高めようとするものである。タービンには特に組立ノズルを採用している。

軸受はブレンベアリングとしタービン軸端下方に設けられる歯車式油ポンプによつて冷油される。

本体は前記諸型式のポンプと異なり水平二つ割れとし、タービングランドは特にラビリンスとカーボンパッ

キンを併用して蒸気漏洩を防止している。

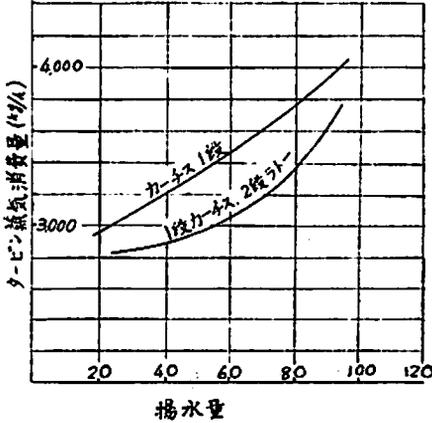
蒸気加減弁の開閉は油圧ピストンとレバーによつて行い過速安全装置、排圧および油圧の各トリップは油圧ピストンへの油を遮断する構造となつている。また圧力制御器は蒸気加減弁棒を中央として一端を前記油圧ピストンロッドと接続するレバーの他端に作用する。作動時は油圧ピストンロッドとレバーの接続点が支点となり蒸気加減弁棒を上下する構造としている。

全体としては Coffin 型等とは異なる 独得の高速給水ポンプといえよう。

試作給水ポンプはタービンを2段式および1段式とする場合について充分検討を加えており両者のうちいずれを採用するかは出力、回転数、蒸気条件等によつて決めている。一般に所要出力が大きく回転数が極端に高くないような場合には2段タービンは極めて有効であるが、これと反対に出力が小さく回転数が非常に高い場合にはカーチス1段の方がむしろ利益がある。

2段タービンで特に注意を要する点は2段落入口圧力が高くなるために1段式の場合よりも漏洩蒸気が多くかつ翼車の回転損失増加を伴うことである。従つて1段タ

ーピンと異なり、最も効率のよい圧力分配にはある程度の制限を受けるから運転状態でも2段階入口圧力は計画と極端に相異せぬようにしなければならぬ。すなわち2段階採用に際してはポンプ部の性能をはつきり把握していないと2段階ターピンの効果を十分発揮できないこともあり得る。



第10図 タービン型式による蒸気消費量比較

第10図は1段階および2段階ターピンを使用する場合の蒸気消費量変化状況を示すもので最良の状態の両側では両者の蒸気消費量の差は次第に少なくなってくる。

本ポンプの計画力量では上記条件を考慮することにより同一効率のインペラに対して2段階ターピンを採用することによって10%またはそれ以上の蒸気消費量を低減

し得る筈である。

補助機械の原動機として2段階タービン型を採用する点に関して特筆すべきことは、もしこの型式をタービン排圧が真空である如き場合にはあらゆる条件がよくなるのでその効率上昇は顕著なるものがあることである。この特長を生かして広造機では Cargo Oil Pump にもこの型式のターピンを採用して優秀な成績を得たといっている。

3. む す び

以上高速高揚程ターボ給水ポンプについての概況を説明した(残念ながら発表を差控いた部分もかなりある)が、いずれもおのおの特長を有しておりその優劣の判定は長期にわたる使用実績に俟つよりほかに方法がない。その優劣はともかく Coffin ポンプおよび Pacific ポンプの出現を契機としてわが国においても軽量な高速高揚程の給水ポンプが一部完成されるにいたつたことは誠に喜ばしいことである。給水ポンプのみならず他の補助機械も近い将来更に超高速化されるものと期待されよう。

Coffin ポンプにせよ Pacific ポンプにせよいずれも長期間にわたる研究と改善の結果今日に至つたことを思うとき、わが国の完成のものおよび今後出現を予想し得るこの種型式の給水ポンプについても絶えざる研究によつて一層高性能のものとなされることを希望してやまない。

[日本図書館協会選定図書]

天然社編 船舶の写真と要目 第4集 (1956年版)

B 5 判上製 200頁 写真アート紙 定価 650円 (〒50) 好評発売中

昭和30年発行「船舶の写真と要目」第3集(1955年版)に掲載以後の1ヶ年における国内船、輸出船の全部、鋼船500噸以上の新造船船を掲載する。約120隻の全貌が写真および百余項目にわたる詳細なる要目より明かにされる。この1ヶ年の日本造船界の盛況はこの集により余すところなく明かにされ、ひいては海運界の活況をも窮い知ることができ、船舶関係各方面より待望されている。しかも各集ごとに日本図書館協会の選定図書に指定され、一般にも多くの関心を高めている。

なお特殊船において本集においては若干小型船(500噸未満)を参考のため掲載した。

ノルウェーにおける原子力商船の研究

Atomic Propulsion of Merchant Ships

By Emil Jansen and Jens Wilhelmsen Jr.

〔本文はノルウェーにおける原子力商船について、経済性と技術的問題とを論じたものである。技術的問題については今まで紹介した論文に比して詳細に述べていないように思われるが、筆者の一人 Emil Jansen 氏が近く来日を伝えられ、その節は造船、海運各方面の方々と広範囲の接触を持つものと考えられるので、ここに訳出して参考に供する。〕

なお Jansen 氏は 1926 年 10 月 13 日 Norway Hauge-sund に生れ、米国のミシガン大学に学び、1952 年同大学で Master of Science をとつている。1953 年 11 月以来 A/S Rosenberg Mekaniske Verksted, Stavanger, Norway に勤務、同社員のまま 1955 年 7 月以来 Joint Establishment for Nuclear Energy Research, Kjeller Norway で原子力推進グループに加つて研究を行つている。原子力商船に関する同氏の論文は、ここに訳出したものの外に、

Communication to the Symposium on Scientific Aspects of Power Reactors, Naples, Italy, May 1956: "Some Technical Aspects of Nuclear Propulsion" がある。(訳者註)

は し が き

この報告は Institutt for Atomenergi, Kjeller near Lillestrøm と Skipsteknisk Forskningsinstitutt, Trondheim とが 1955 年に共同して行つた広範囲の研究を基にしたものである。

ノルウェーの Rosenberg Mek. Verksted A/S と Kvaerner Brug A/S の二会社が実際面を受持つた。

忠告や助言を頂いた多くの方に感謝の意を表すが、特に 6 ヶ月間にわたつて研究班に入つて頂いた R. A. Fayram 教授に御礼申上げる。

de Laval Steam Turbine Company, Stockholm は貴重な資料を提供して下さいました多くのタンカー会社が技術的および運航上の資料を提供して下さいました。

本報告の序論は Odd Dahl が書き、総合報告は Emil Jansen と Jens Wilhelmsen Jr が書いた。

Kjeller/Oslo, March 1956.

序 論 Odd Dahl

船舶の原子力推進を研究してみると複雑な近代社会の種々の点に関して問題があることを知る。

研究に手をつけた者はその複雑なことを知り抜出し得るものだけに問題をしばつて取上げることになる。

技術的な問題ではこのような取扱方が適しているといつてよいから現在公開されている原子炉の設計、建設の知識から推して船の経済性の研究に手をつけてもよいと考える。

この報告に現れた上述の選択による問題が面白いと考えられたら更に深くつこむなり、他の興味とか一般的な学問体系の見地からみるなりして戴く。

さて大商船隊をもつノルウェーが船舶の原子力推進に乗出した理由は何かといえ、理由は沢山あるように思う。

第一の理由は巨船の推進に原子力が有利だと考えられることらしい。原子力による場合空間的にも重畳的にも動力部分が集約的であるから積荷を増加しようと考えられる。現今の常用速度より高速で船を運航すれば燃料も遙か高率に消費するであろうが、核燃料の熱価は同量の油の 250 万倍もありかつその産出量も豊富なのである。

このような点がまず心をひく点であるが他にも具合のよいことがある。現在船は重油で走っているが経済的にみた油資源は需要が増加しているにもかかわらず減少しつつある。もつともこの問題に関しては意見も種々にわかれるが私は油というものはだんだん入手困難になり値段が高くなつて行くと考えている。核燃料が今考えるより入手しやすく安くなるとみているが。

燃料費用については以上の如くであるが、他の点では得失がある。核燃料を使用するかがり必然的に放射線障害を伴う。重大なマイナフである。

運航利益が経済的に認められなければ原子力船の就航は始まらない。よつてもつと広範囲に協力して考える必要がある。工学的な諸問題を解決することも大切だが今日の原子炉技術は炉の形式を決めたり作つたりするには充分な進歩をみているのだから、国内あるいは国際間の有機的機構を取決め創立することが大切である。

このような情勢だから原子力船がいつ出来るか、いつ運航されるかなどいつてみるのはむだなことであろう。

が、ノルウェー製の原子炉を搭載するノルウェーの試作船が出来るのは技術的な見地からのみいえば5年かかるであろう。もつとも経済的見地からいえばいかに努力してもこの日数では不可能であろう。

陸上炉でも船用炉でも原子炉を運転すれば必ず社会はある被害を受ける。これはかつて知らない被害で核変化にはつきものの放射線による被害である。これは公衆に対してどうも真正面から対立する好ましからざるものである。

陸上炉にはこれに対してまだ適当な解決方法もあるが船用炉には十分な研究がなく確実な解決方法を得るに至っていない。

広く論じてこの障害は設計には綿密を要求し国民には厳重な規則統制を施して対処せねばならない。

よつて、個人・一国民は自分の思い通りに畑を開き必要な土地工事をする自由があつても、船舶が外国諸港間の水路を計画に従つて航海するには国家権力を超えた何らかの形式の同意とか規則とかが存在すべきである。

経済的解析と技術的解析とが別箇に独立して研究されてきたことを忘れてはならない。である故この報告論文には経済的なものと科学技術的なものとの間に幾らかの相異点が存在する。

前述の如くこの報告は多くの問題の中から範囲を極めて狭めて議論を進めている。報告中に取上げられなかつた問題について問題すべてに渉る予備知識を用いて質問とそれの答という形式で次に述べておく。

追々とこのような問題を作りあげ解答をして行きたいというのがこのグループの意図なのである。

1) もし原子力船が海上で沈没あるいは港内で衝突したらどうということになるか。それに対してどうすればよいか。

1a) この問題は核技術者物理学者の間でも充分心配されている。各国の専門家の間で討議されている問題である。

現在の知識からも充分最悪の場合に何が起るか予言し結果を計算することも出来る。

完全に申分ないという答は出ないがまず実用的な解決は可能だといえる。

2) 乗客・乗組員・貨物が通常船で考えたこともないような危険に遭遇することがあるか

2a) 原子力船に固有の危険があることは前述の通り

である。だが乗客の安全のために特別の警戒が必要になるようなことはあるまい。陸上炉の運転の経験から安全をはかるために規則とか管理とかを炉の運転員に適用することになろう。

今日では原子炉運転によつて非常に多くの人が生活費を得ているのだが私の知る限りでは運転従事者に放射線障害をうけたという記録はない。

3) 核燃料の供給は充分であるか。どの程度であるか。

3a) ウラニウムとトリウムとが核燃料物質の基本である。この基本物質は望むだけ入手出来る。国によつては他よりも豊富にもつというものはあるが実際的には世界中に存在するといつてよい。

今日の実際的燃料は濃縮したウラニウム 235 であつて、核燃料を作ることは他にも理由があるが濃縮という理由で非常に高級な工場が必要である。また軍事的見地からも考えねばならないからウラニウム 235 は平和的用途に無制限に使えとはいかない。

他の濃縮燃料もある。それは炉を運転すると副産物として新物質プルトニウムが出来る。プルトニウムも燃料物質濃縮の目的に適うが今日のところウラニウム 235 程は供給力がない。

その中に炉の運転中に得られるプルトニウムが充分な量となつて燃料として用いられるようになる。これは濃縮ウラニウム 235 よりも廉価になると期待されているが、まだ10年位ではそんな時代になるまい。

炉の燃料は各国政府または政府間の機関で製造配布されて欲しい。燃料の適当な形式が全世界中で規格されることが望ましい。そうなれば船は規格燃料のある形式を採用するというふうになるであろう。

一寸奇妙なことだが核燃料は炉中に装填した全部を完全にもやすわけには行かず、ある時間後には取出して再生せねばならないのである。

こんなことは船について実用上の問題とはならないが、部分的に消費した燃料がプルトニウムを含有している新燃料の役に立つとなると経済的には無視出来ないことである。

時としては消費するウラニウム量と等しい熱量のプルトニウムを生産するように炉を作ることさえ出来るのである。

なお今日では世界の核燃料問題を研究している政府間協力の機関もある。

4) 原子炉を原子爆弾のように爆発させることが可能か。

4a) このような爆発は可能ではないと考えてよい。この論拠の一つに実際に炉を出来るだけ急速に爆発させる実験をしたその安全報告があるのでそういえる。

もつとも他のボイラーのように加圧型原子炉が機械的欠陥で爆発することはあり得る。

陸上炉の場合にはこの不慮の事故に際して蒸気の噴出と放射性物質の散乱にもちこたえるような二次的容器で包んでいる。

これに類する装備を船に施すことも可能である。

5) 原子炉は通常船の艙などの如くに検査や補修が可能であるか。

5a) 原子炉が一度運転を始めると各部に涉つて放射線が現われ各部とも手にとつたり近づいたりとは実際的に出来ない程放射性物質が発生する。故に検査や補修は海上では困難である。しかし陸上炉の運転の経験では広範囲に涉つて炉そのものの検査補修は可能といえる。

主要造船所には主要な検査補修が充分可能であるような設備が設けられることにならう。

6) 原子炉は船用として充分信頼するに足るよう作り得るものであろうか。

6a) 原子炉が全く信頼してよいかということは特に大切な点である。可能である。原子炉工学はこの考に従つて問題を処理する。普通の工学的観念では経済的に考えられないほどの入念な注意を払っている。

航空工学もかつて同様な挑戦に遭つている。今や飛行機の原動機は多くの困難な情況に対しても非常に信頼性が高いものである。これをみれば問題を明確にして箇条書を書き上げるだけの充分な知識があれば技術者は問題を必ず解決するといえる。

7) 原子力船は通常船の如くに入渠出来るか。

7a) 然り、特殊な入渠操作が必要かも知れないが可能である。これは設計計画の問題である。

8) 原子力船はその跡に放射性的の廃棄物を残すか、つまり周囲に放射性物質を放散するか、危険をまきちらすのではないか。

8a) もしあるとしても放射線作業規準からいつて全くいうに足らぬ程であつて問題にならない。船用炉は陸上炉に比較して常に小さいものである。そんな非常に大きい物は人里離れた土地に作るべきものである。

9) 船用炉の運転には多勢の訓練を積んだ機関員・機

関科士官が必要であらうか。

9a) 最近の機関科の高級部員はもう炉の運転の教育を皆受け始めている。電子工学の専門家が必要であらうがそのような知識は最近の航海器具の操作をしている中にもう船の中に行渡つているのである。

総計人員はまず増すまい。減るであらう。

10) 放射線障害は今後の進歩発達によつて減少すると考えてよいか。

10a) 否。放射線障害は常に炉の運転に伴うものと考えねばならない。必然的なことである。

経済性の検討

Emil Jansen and Jens Wilhelmsen Jr.

目 的

現在の経済性を検討する目的は投下資本に対し最も収益のある原子力船の大きさと速力を決定することであり、また従来の船との年間の収益を対比することにある。それによつて原子力船の大きさ、速力、運賃、航海距離がきまつてくる。

ただしこの検討は熱中性子非均質の沸騰水型の重水または軽水減速・冷却炉を積んだ原子力船のみについて行い、他の型については行つてない。

船の種類について

解析を行うには多くの変数があるため、タンカーにだけ限るのがよいようである。それは原子力推進を行うには経済的にも技術的にも航洋の大タンカーに可能性があるからである。

タンカーは入港時間が短く、比較的長距離航海をし、荷の積みおろしも簡単で速かにできるため就航時間が最も長い。

原子力船は資本が高く燃料は比較的安いので稼働率の高いもの程経済的になる。

遮蔽重量は大きくなると思われるが、大タンカーまたは高速タンカーでは遮蔽を含めた機器の重量は全体に比べてさほど重要でない。

そこで20,000トンおよび45,000トンのタンカーについてブロック係数を0.65から0.80まで変え、速力を14ノットから24ノットに変えて検討を行つた。

仮 定

経済性の検討に次の仮定を行つた。

1. 速力並びに出力は従来のデータおよび通常の方法によつて計算した。

2. 燃料消費量はディーゼル船では150グラム/BHP・時間、タービン船では220グラム/BHP・時間と仮

定した。補機に必要な燃料は主機の5%とした。油の加熱または積荷油ポンプの容量は積荷重量の函数とする。燃料価格はディーゼル並びにボイラに重油を使うとして積荷地で100 シリング/トン、荷おろし地では140 シリング/トンと仮定する。ウランの価格は重水減速炉で低濃縮 0.9% のウランを使うとして470 シリング/kg、軽水減速炉では1.3% の濃縮燃料を用いて800 シリング/kg とする。(ウランの価格はジュネーブ報告による)

- 3 排水量と載荷重量との比は載荷重量トン数に比例するものとし、従来の船と原子力船でその比は変わらないものとする。
4. 水の保有量は20,000 トンから45,000 トンタンカーの範囲では通常の航海中は500 トン積むと仮定し、これも両者で変わらないとする。
5. 船は年間11ヶ月間走るものとし、一方支出は12ヶ月にわたり行われる。
6. 運賃は通常の割合による。速力を増したことに對して特利の利益はないものとする。
7. 仲介業者への歩合は積りだ金額の2.5% とする。
8. 入港料、運河通行料は重量トン数に比例する。
9. 1航海並びに2航海の燃料油を積む時はそれぞれの25%および12.5%余分の油を積み込むものとする。原子力船ではその必要はない。
10. 船は1航海中6.5日入港に費すものとし、これは両者等しいとする。
11. 1日当りの経費すなわち保険、船員の手当、食糧、修理および保守、潤滑油、検査、管理および船級の費用を含んだものは船の載荷重量と速力の函数とする。この中には燃料費、入港料、運河通行料、原価償却費、利子も入る。これらの値も従来の船および原子力船で変わらないものとする。
12. 船体および機器の価格は1955年5月の材料費および人件費から計算した。
13. 原子炉容器、遮蔽、計器等の価格はそれぞれの馬力の場合に4,000,000 シリングと仮定した。この中には重水やウラン燃料の価格は含んでいない。この沸騰水型原子炉に必要な重水の量は15トンであり、その価格は440,000 シリング/トンとする。
14. 燃料ウランの必要量は重水炉で10トン、軽水炉で20トンと仮定し、ウランの装入の費用は燃料油の費用と同様な方法で取扱う。これは流動費用に入り資本には入らない。そして最初の装入費の利子は無視される。
15. 投下資本の利子は年間6分と仮定し、重水を含め

ての原価償却は年間8%とした。重水のみ年間償却は2%とした。

- 16 重水の年間の損失は1%とした。
17. ウランの燃焼度は装入量1トン当り3000M.W.Dとし使用燃料中のプルトニウムは価値がないものと仮定する(使用燃料は再使用しないものとする)。原子力プラントの全熱効率は25%としウラニウムの値段は重水炉で0.40 シリング/BHP-日、軽水炉で0.80 シリング/BHP-日とする。

燃料燃焼度を上記のように仮定し、原子力プラントの熱効率と使用燃料の転換等の値をきめたこれらはここ数年間の控え目な数字である。第1表と第2表は、より技術が進歩して成立し得るものまで示した。表には燃料から変換しうる馬力の価格を重水炉、軽水炉それぞれについて示した。

第1表 重水炉の場合燃料の馬力あたりの価格

(単位、シリング/BHP-日)

燃料燃焼度 M.W.D/ton	全熱効率 (%)					
	25			30		
	使用燃料転換率(%)			使用燃料転換率(%)		
	0	25	50	0	25	50
3,000	.40	.30	.20	.333	.250	.167
6,000	.20	.15	.10	.167	.125	.084
10,000	.10	.09	.06	.100	.075	.050

第2表 軽水炉の場合燃料の馬力あたりの価格

(単位、シリング/BHP-日)

燃料燃焼度 M.W.D/ton	全熱効率 (%)					
	25			30		
	使用燃料転換率(%)			使用燃料転換率(%)		
	0	25	50	0	25	50
3,000	.80	.60	.40	.666	.500	.334
6,000	.40	.30	.20	.333	.250	.168
10,000	.24	.18	.12	.200	.150	.100

計算方法

すべての変数を含んだ船の能率は下記のようにして出される。実効年間収益率は原価償却費並びに利子を差引いて、資本に対する割合として次のように書ける。

$$U = 100 N / K = 100 \{ E(F - B - H) - (A + P) \} / K\%$$

ここで

A = 原価償却費並びに利子 シリング/年

B = 燃料費 シリング/航海

E = 年間の航海数

F = 稼いだ金額 (歩合を差引く) シリング/航海
 H = 入港料並びに運河通行料 シリング/航海
 K = 投下資本 シリング
 N = 年間収益 シリング/年
 P = 保険, 船員手当, 食糧, 洗濯, 修理並びに保守, 機関および甲板に必要なもの, 潤滑油, 検査, 船級並びに管理の費用 シリング/年
 U = 実年間収益率 (原価償却費および利子を差引いたもの.)

先に述べた仮定と上記の式から従来の船と原子力船の能率が計算できる。

この計算は 20,000 トンおよび 45,000 トンのタンカーでブロック係数を 0.65 から 0.80 に変え, 速力を 14 ノットから 24 ノットまで変えた。

航海の長さも各々の場合に考慮して, 航海距離は 9,000, 13,000 並びに 17,000 カイリについて検討した。

燃料油の積込回数, 運賃も他の変数とした。

また燃料油の積込は積荷地のみ, または積みおろし地両方で行われるものと仮定した。

運賃は平常の場合, +100%, +200% および +300% の時について行つた。検討の結果興味あることとしては, 在来船に比べて原子力船の経済性は運賃が高い時よりも平常な時に発揮される。

結果

比較検討の結果を図に示す。第 1 a 図および第 1 b 図は 20,000 トンタンカーの能率を速力ノットに対するものを平常運賃と +200% の場合についてとつたものである。図には原子力船と在来船についてのものである。原子力船の炉は非均質型の重水減速冷却炉である。

第 2 a 図並びに第 2 b 図は, 同様のことを 30,900 トンのタンカーについて, 第 3 a 図, 第 3 b 図は 44,500 トンのタンカーについて計算したものである。

これらの図は (a) 13,000 カイリ, (b) 17,000 カイリの航海距離について検討した。

結果を考察すると, 図は燃料燃焼度が控え目である。すなわち装填 ウランに対し 3000 M.W.D/トンで行つたものである。ただし以上の結果は熱中性子非均質型の水冷却減速炉の船について調査したものである。

結論

必要な仮定を行つた結果, かなり信頼性のあるデータが得られた。比較検討の結果はこれらの仮定の

広範囲にわたりあてはまる。上に述べたような仮定は穩当なもので先にあげた図は数字の上でも正しい。価格や経費はできるだけノルウェーの状態に従つた。

単に経費の点からみれば 1 から 17 までの仮定からでは, 原子力船は現在のノルウェーのタンカー隊に入れば, 経済的にみて在来船よりも幾分優秀に運航できることが以上の検討によつて示されたものと思う。

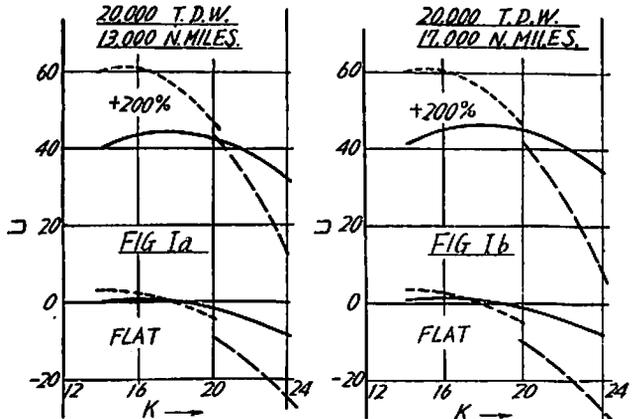
技術的検討

目的

この研究の目的は原子力船を実現する上の技術的な検討を行うことである。商船に使用するのが容易な数種の

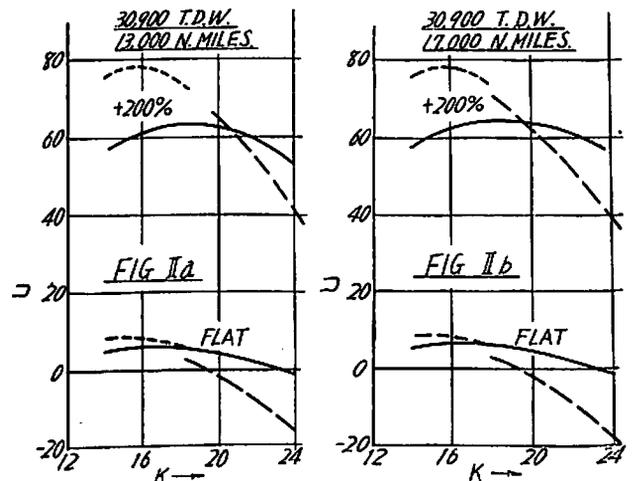
Net Return on Investment (U%) Versus Speed (K knots) for Nuclear-Turbine, Oil-Turbine and Diesel Powered Tanters

--- Nuclear-Turbine,
 - - - Oil-Turbine,
 - - - - Diesel (heavy oil)



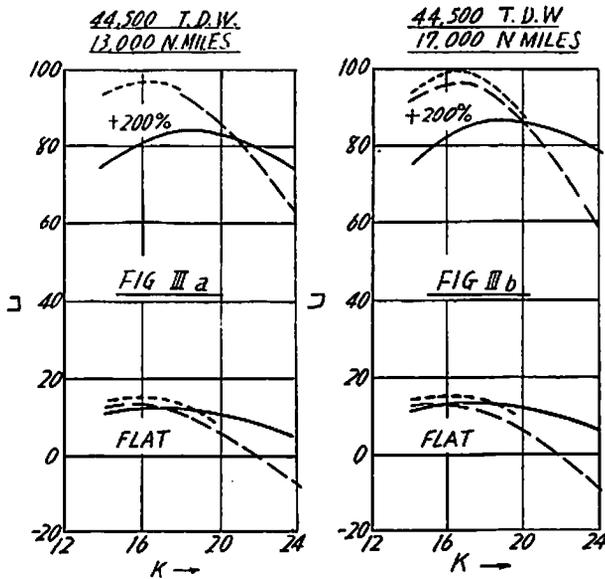
第 1 a 図

第 1 b 図



第 2 a 図

第 2 b 図



第3a図

第3b図

タンカーを原子力タービン、油タービン、ディーゼルで推進した場合の年間収容率と速力との関係。

原子炉を研究し、船舶推進用という移動性を考慮した原子炉の設計を行った。その設計を通じて船用原子力プラントの特徴の研究を行った。

原子炉の型

考えられる原子炉の型は数が非常に多いので、船用炉の発達に如何なる方針をとるのが適当かをきめるのは仲々難しい。原子炉の型と動力系統の評価をする場合、次に順挙する事項に特に注意せねばならない。

1. 簡単であること。
2. 信頼性が高いこと。
3. 必要な燃料を入手出来ること。
4. 必要な構造材を入手出来ること。
5. 操作が安全であること。
6. 熱効率。
7. 経済性。

まず欠くべからざることは、使用実績があつて一般に安心して使えると認められた部品を使うことである。高速中性子炉や中速中性子炉は未だ実験段階にあり、それらの炉についての資料は殆ど秘密であるから、船用炉としては熱中性子炉だけを考えるのが今の処妥当である。そうすると熱中性子炉の中、均質型と非均質型のいずれを選ぶかという問題になる。非均質型炉は固体の燃料要素を減速材の中に格子状に配列したものであり、均質炉は燃料が一様に混合したものである。

均質炉の利点を列挙すると次のようになる。

- a) 燃料が簡単に作れる。
- b) 燃料の化学処理が比較的安く出来る。
- c) 使用燃料からのクセノン除去が容易である。
- d) 簡単な炉系統が使えらる。
- e) 構造材は中性子に対する性質よりも主に腐蝕と機械的強度の観点から選択出来る。これは炉心内には構造材は不必要だからである。
- f) 操作が楽である。負の温度係数が非常に大きい。
- g) 出力密度が高い。出力密度はポンプの容量と燃料の熱容量のみによつて限定され、不均質炉の場合のように熱伝達によつて限定されるのではない。

これに対して不均質炉の利点を列挙すれば

- a) 燃料全部が炉内に含まれそのまま動力生産に役立つ。熱交換器、ポンプ、弁、配管等には均質炉の場合のと違って燃料が入らない。
- b) 炉から外の部分は放射性にならないから、保守や修理がやり易い。
- c) 酸、塩または液体金属を一次系統に使う均質炉ほど腐蝕がひどくない。
- d) 塩、酸等がないからガス生成が少い。
- e) 冷却系統の漏洩は均質炉の場合程恐しくない。それはウランや分裂生成物は燃料要素中に閉じ込められるからである。従つてウランや分裂生成物は失われず熱交換を汚染することもない。
- f) 共鳴吸収が低くウラン密度が高いから濃縮ウランを使うときも低濃縮でよい。

均質炉に関する経験も資料も非常に少いことを思えば、現在では船用炉の更に詳細の検討を行う対象は不均質炉を選ぶべきである。

減速材および冷却材

減速材としては軽水、重水、ベリリウム、酸化ベリリウム、黒鉛が使える。固体減速材のベリリウムおよび酸化ベリリウムは非常に高価で、今まで特別の研究目的にしか使われていない。黒鉛の値段は頃合いだが、大きな容量が必要になり船用には好ましくない。重水は高価であるけれども減速材としては軽水と競合出来る。それは主として軽水の吸収断面積が大きいためである。

炉心から熱を除去する程の冷却材が一次回路に使われる。例えば空気、ヘリウム、炭酸ガス、軽水、重水、有機冷却材、液体ナトリウム、液体ビスマス等である。原子炉発達の現段階では、船用の如き小型炉では軽水および重水減速材が特に興味深い。軽水または重水を冷却材に使えば、船員、船級協会、所管官庁等で永年にわたつ

てなじんできた多くの普通の器具が使える。軽水または重水はそれら自身で減速材と冷却材を兼用出来、従つて原子炉の設計と構造は簡単になる。

主機およびサイクル

前節までに述べたことから、原子力推進用の炉として現在のところ、不均質型で軽水または重水の減速および冷却炉を選ぶのが合理的となる。すると次に加圧水型がよいか、沸騰水型がよいかが問題になる。加圧水型は炉心で水の沸騰が起らないような圧力で作動するように設計する。沸騰水型はこれに反し炉心で沸騰が起る。

加圧水型原子炉から熱を利用して動力を得るには熱交換器で蒸気を作つて蒸気タービンを廻さねばならない。沸騰水型原子炉の場合には、炉で出来た蒸気を直接タービンに供給してもよいし、あるいは熱交換器に配管し、そこで二次蒸気を作つてもよい。いずれの場合にも推進用主機は蒸気タービンを使う。蒸気タービンは今まで永年使われており、すべての大きさのものについて豊富な経験がある。従つてその性質は良く判つており、原子炉と結合して使う場合に新に研究を必要とするような問題は余り沢山はない。スウェーデンのデ・ラパールタービン会社が本原子力船計画に多大の関心を寄せ船用蒸気タービンに関して貴重な資料を提供してくれた。

蒸気タービンと組合せて船舶に搭載するのに加圧水型と沸騰水型のいずれが最も適しているかを定めるには多くの努力を払つた。可能と思われる多くのサイクルの研究を行つた結果、熱交換器付等の沸騰水型原子炉が選ばれ、これについて詳細の研究を行つた。油炊きによる過熱は慎重な検討の結果止めることにした。油炊き過熱によつて全体の熱効率は少し高まるが、それだからといつてこの方法を採用する訳にはゆかない。一次冷却材を原子炉内で過熱する系統が出来れば、それが最も良いだろう。一次冷却材の圧力を手頃な値にし二次蒸気の過熱を行うことが出来るだろう。一次冷却材を炉内で過熱することによつて、全体の熱効率がどれ位改善されるかを第3表に示す。ここでは20,000軸馬力を仮定し、温度と圧力は任意的にえらんだ。

第3表

20,000軸馬力の船用原子力プラントにおいて一次冷却材を炉内で過熱した場合の全体の熱効率の改善

	一次側蒸気	二次側蒸気	原子炉熱出力	全体の熱効率
飽和サイクル	600 psia, 486F 乾き飽和蒸気	360 psia, 434F 乾き飽和蒸気	8.5 MW	21.8%
過熱サイクル	600 psia, 850F 過熱蒸気	470 psia, 750F, 過熱蒸気	59.5 MW	25.1%

一次冷却材を炉内で過熱する技術的問題には特別の研究を始めている。

制御の問題

熱中性子炉は、サーボモーターで駆動する中性子吸収棒または板によつて制御する。このモーターは中性子束または温度によつて制御する。そうして出力は自動的に制御される。

船舶における所要出力は急激に変化するしその変化量も大きい。また出力を絞つて長時間運転せねばならないこともある。従つて制御の問題には特別に注意する必要がある。

船用原子動力プラントは、船用の普通の動力プラントと同じ運転性能を満足せねばならない。負荷変動に應ずる能力は、少くとも並運のボイラー炊きのプラントと同じでなければならない。

大型タンカーの操船、荷役、運河通過時等の所要出力の変化を見積るために、多数のタンカー会社が貴重な資料を提供してくれた。われわれの検討結果によれば船用の場合の負荷変化の割合は、陸上の原子力発電プラントで、要求される最大よりも4倍も大きい。

急激に大きな出力変動を受ける場合、原子炉の除熱をどうするかという問題を検討し、操作弁と組合せた側路方式を設計した。このような場合にはまず蒸気を適当に減圧しデスーパーヒートしてやれば、主復水器が熱の捨て場に使えることがタービン屋の方から確認された。緊急用の構造簡単な海水補給の熱捨て用ボイラーの計画を行つた。

設計および仕様

種々の部品の重量、大きさ、配置等に関連した問題を研究するために設計を行つた。その際の仕様は次表の通りである。

載貨重量32,000トン、連力18節のタンカー

主機:	蒸気タービン		
原子炉:	不均質型沸騰重水炉		
一次蒸気条件:	二次蒸気条件:		
圧力:	600 psia	圧力:	435 psia
温度:	486 F	温度:	453 F

研究の結果定めた数値を挙げれば

軸馬力	20,000
原子炉熱出力, MW	64
並列に入る熱交換器数	4
熱交換器1個の重水流量 lbs/hr	61,500
熱交換器1個の伝熱面積 ft ²	1,890

一次回路のポンプ数	4
ポンプ1個の BHP, 最大	30
〃 正規	15
二次蒸気の全量 lbs/hr	209,000

原子炉と熱交換器は遮蔽とともに船尾機関室の普通ならボイラーを置く場所に配置した。原子炉の設置には放射線の問題、燃料交換方法、集中荷重の点等を考慮した。

原子炉、熱交換器、ポンプ、弁、配管、遮蔽等全装置の合計重量は約1,000トンとなつた。同じ容量の普通のボイラーの重量は約275トンであり、またこの程度の大きさのタンカーの搭載燃料は3,000ないし4,000トンであらう。重量の詳細を第4表に掲げる。

第4表

品名	個数	重量/品名 kg	合計重量 kg
原子炉容器	1	24,000	24,000
ウラン	—	15,000	15,000
重水	—	20,000	20,000
熱交換器	4	9,650	38,600
循環ポンプ	4	500	2,000
配管および弁	—	3,000	3,000
遮蔽(内)	—	270,000	270,000
遮蔽(外)	—	620,000	620,000
ドラム	2	4,000	8,000
総計重量 kg			1,000,600

遮蔽材の大きなブロックを移動する重い巻上げギヤを設置するために要する余計な資金をなくするため、また使用済燃料を沈めておく“冷却溝”およびそれに伴う遮蔽を設けることを避けるために、原子炉の修理および燃料交換は港で行う。そうすればまた必要な専門家の乗員を最小数に止めることが出来る。

燃料交換の期間は主として燃焼度(バーンアップ)に

よつて定る。燃焼度の合理的設計値は燃料1トン当り6,000メガワット日である。この値をとると炉の熱出力は64メガワットであるから、約47ヶ月で新燃料と交換することになる。(訳註: U_{235} 1gr の燃焼で発生する熱量は1メガワット日であるから、この燃焼度は1トン中6000gr 燃すことになる。一方64メガワットの熱出力では1日に64gr 燃える。燃料は15トンであるから、1トン当り64/15gr である。

$$\therefore 6000 \div \frac{64}{15} = 1406 \text{日} \approx 47 \text{月となる}$$

結 論

1955年8月ジュネーブで開催された原子力平和利用会議において、現在考えられる原子炉の型は約900種におよぶことが指摘された。船舶推進に適する型がこれと同数になるとは思われぬが未研究の可能な型が他にも多数あると思う。

われわれ船舶推進研究グループが研究した原子炉系統は、不均質型の水減速および冷却炉であつて、資本費が高いのは明らかである。それでも既に経済性の研究のところで示した通り、原子力船はある条件のもとでは在来の動力の船と競争出来る。

技術的研究のところで原子力推進に関する多くの問題を提出したが、それらはいずれも解決出来ないものはない。

原子力の船舶推進への応用は放射能障害に関連した新しい問題を惹起するだろう。その中のあるものは陸上の発電所と同じものであり、またあるものは船舶特有の問題であろう。現在の予備的研究では、これらの問題を広くしらべていないけれども、適当な解決方法が見出せるものと信じている。

海技入門選書

商船大学助教授 豊田 浩 治 著

推測および天文航法

A5 160頁 定価 280円(〒30)

第1章 船の位置 第2章 船位計算法の基礎
 第3章 推測船位の計算法 第4章 天文航法の原理
 第5章 航海常用天体と時および暦
 第6章 天測法の実際 第7章 船位誤差と航法上の対策

海技入門選書

商船大学教授 田中 岩 吉 著

海上運送と貨物の船積

A5 130頁(折込3葉) 260円(〒30)

[前篇] 海上運送概説

A5 170頁 290円(〒30)

[後篇] 貨物の船積

船首船底損傷について

山口 勇 男
日本海事協会技術研究所

1. 緒 言

水面衝突による建造物の損傷は飛行艇および水上飛行機等の場合最も著しく、その方面の研究成果も多く発表されている。船舶においても荒天の航行の際相当の衝撃力を船首船底に受けて損害を受けている。その程度は想像以上にひどく厚さ 20 mm 前後の板が 30 mm 位凹んでいる。特に最近内燃機船の増加および航行速度の上昇につれて損傷船が頻発している。またこれに対する研究も内燃機船調査委員会報告を始め種々の研究が発表されている。ここでは各国船級協会の船首船底補強対策を紹介し、また損傷船の資料から船首船底の強度を検討してみる。

2. 各船級協会の船首船底補強対策

各船級協会の船首船底の補強対策の概要をのべる。現在損傷の対象となつているのは大型船であるから、ここでは二重底構造の場合について述べる。

ロイド (1955 年版)

船首から 0.05 L と 0.25 L との間は船首船底構造を補強し、その方法として

実体肋板を各肋骨毎に取付け側桁板を 2.15 m を超えない間隙で配置し、その中間に半桁板を設けることを規定している。また船首船底外板の板厚は、喫水、肋骨心距に対する修正を施さない中央部船底外板の規定の厚さより次のように増している。

L が 135 m 以下の船では 30 %。L が 200 m の船では 15 %、その中間の船では挿間法により増加率を与えている。

船尾に機関を有する船で L が 90 m を超えない船では 40 % の増厚を規定している。

船首 0.2 L 間の肋骨心距は船首倉では 610 mm 船首隔壁と船首 0.2 L の間は 685 mm に規定している。

A. B. (1956 年版)

補強区域は中央部に機関を有する船では船首 0.2 L 間とし、船尾に機関を有する船、中央部に機関を有する船で船首船底の扁平部が比較的広い船および比較的高速の船では船首 0.21 L 間としている。

肋骨心距は船首倉では 24 吋として、それから 1 肋骨心距に対して 1 吋の割合で増加して中央の肋骨心距にする。

板の側桁間隔は 7 呎以下とし、その中間に半桁板を設

け、船首船底外板の板厚は船長に対して表にして与えている。上記構造の他船首船底の補強として、中間肋骨を設ける構造および縦通外板防撓材を設ける構造を規定している。

N. K. (1956 年版)

中央部に機関を有する船の前部 0.2 L 間、船尾に機関を有する船、中央部に機関を有する船で船首船底の扁平部が比較的広い船および比較的高速の船では 0.25 L 間を補強範囲として規定し、その補強方法として

実体肋板を各肋骨毎に取付けること、

桁板を増設する構造の場合は、側桁板の間隔を 2.14 m 以下とし、その中間に半桁板を設けねばならない。そのときの船首船底外板の厚さは次式の厚さ以上とせねばならない。

$$5.0 + 0.1L (\text{mm})$$

中間肋骨または縦通外板防撓材を設ける構造とした場合は前式の 90 % とする。

比較的高速の船では上記の規定より適当にその厚さを増さねばならない。

肋骨心距は船首倉では 610 mm、船首隔壁と船首から 0.2 L の箇所との間は 685 mm とする。

以上三者の規定の肋骨心距に対する板厚を図表にしたのが第 1 図である。

B. V. (1951 年版)

補強区域は船首隔壁と船首から 0.25 L 間とし、この範囲は中間肋骨を設け、外板の板厚は LN に対して表にして与えている。LN は次のような式から算出したものである。

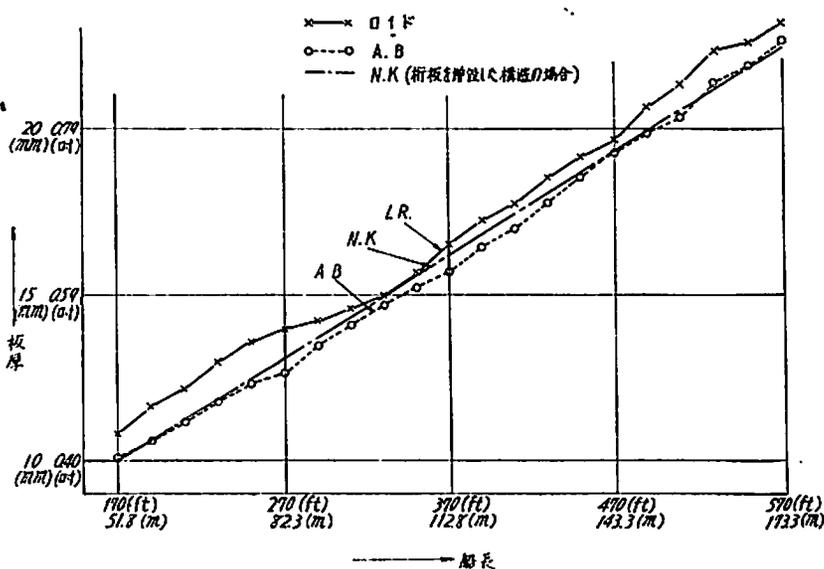
$$LN = L \times B \times d \times k$$

k は係数で d/D によるものである。

N. V. (1956 年版)

補強区域は船首隔壁と船首 0.25 L 間で、その補強方法の概要は次のとおりで、高速船では中間肋骨を設けることを規定している。

1. 実体肋板を肋骨毎に設けること。
2. a) L が 246 呎を超え、かつ速力が 15 節を超える船では中間肋骨を設けること。
b) L が 295 呎を超え、かつ速力が 13 節を超える船では中間肋骨を設けること。
c) 船型が相当楕形形の船では、中間肋骨の取付け範囲を 4~5 肋骨心距だけ後方にずらしている。



第 1 図

3. L が 328 呎を超え、速力が 16 節を超える船では、船首から 0.2L ないし 0.25L の位置に水密隔壁をつけた方が望ましい。

船首船底外板の板厚は次のように定めている。

1. 船首から 0.2L における船底勾配が 0.1B より小さく、かつ前条に規定した中間肋骨を設けない船の船首船底外板は次の規定以上としなければならない。

中央部に機関を有する船では

$$t = VS / (850 - 0.763L) \text{ (吋)}$$

船尾に機関を有する船では

$$t = VS / (750 - 0.518L) \text{ (吋)}$$

L = 船長 (呎)

t = 板厚 (吋) { 鋸接の場合は 5% 減 }

S = 船首から 0.2L における肋骨心距

V = 船の速力 (節) 12 節以下の船では 12 とし、18 節以上の船では 18 とする。

2. a) 中間肋骨を取付ける場合の板厚は中央部船底外板の板厚でよい。

b) t の値が 1 吋以上の場合には中間肋骨をとりつけること。

以上のように規定している。

3. 実船の損傷資料

昭和の初期内燃機船の船首船底損傷が頻発し、内燃機船調査委員会が組織されその成果も発表されている (昭和 7 年)

戦後 1953 年頃より船舶の速度上昇により船首船底損傷船が急速に増加し現在でも相当の損傷船が報告されている。1952~1955 年までの船首船底の凹損を受けた船は総計 45 隻にもおよんでいる。

年度別にみると第 1 表の通りである。また船の長さ別に調査して各長さにおける就航隻数との比 (被損傷率) および全被損傷隻数との比 (損傷船率) をとつてみると第 2 表の通りである。

第 2 表で注目すべきことは 120~140 米位の船が全体の 80% である。被損傷率からみても 30% 以上である。

波の観測の資料によると北太平洋においては 120~150m 位の波が一番頻度が高いといわれているが、これらの波は 120~140 米の船によく同調しスラミングに対して最悪の

第 1 表

年 度	隻 数
1952	1
1953	15
1954	12
1955	11
計	45

(内油槽船 2 隻, 1954 建造)
のもの 3 隻 (内タンカー 1 隻)

第 2 表

船の長さ(米)	就航隻数	被損傷隻数	被損率	損傷船比率
100~110	17	2	11.8	4.9
110~120	25	3	12.0	7.3
120~130	46	15	32.6	36.6
130~140	46	18	39.2	43.9
140~146	27	3	11.1	7.3
計	161	41		100

(損傷船 41 隻は第 1 表の内油槽船および 1954 年に建造されたもの計 4 隻を除いてある)

条件を作つていることを如実に物語るものであろう。

これらの損傷船のうちから 1953 年に凹損を起した A 丸, B 丸, C 丸, D 丸の 4 隻を選び、これと比較のため、現在まで船首船底損傷を起していない E 丸, F 丸, G 丸, H 丸の 4 隻を選び、船首船底の強度を調査してみる。

解析の方法は本誌でも 11 月号で藤田氏が渡辺教授の方法を紹介し、その方法で解析を行つているので、ここではこの方法で行つた結果だけをのべる。荒天中の船の速度についてはその船の航海速度の 70%, 60% の値を仮定して計算を行つた。

荒天中において船速が如何程低下するかについては種々議論の余地があるが、日聖丸の報告によると荒天の場合船長の1.0ないし1.3倍位の波に遭遇した場合の速力低下は70%~50%位になつている。その時のピッチング角度は6°~10°位で主機の回転数も80%位に落している。また荒天中においては主機の回転数を低下させなくても速度は相当低下するはずである。

ここではこれらの事柄から速度のスラミングの強さにおよぼす影響をもみるため、荒天時の速度を航海速度の70%、60%と仮定して計算を行った。

また実船の場合は船首船底では肋骨心距をせまくして側桁板を入れ外板の板厚を増しているの、衝撃圧力の高い船が必ずしも危険とは限らない。そこでその衝撃圧力によつて生ずる応力を計算した。その方法は両端固定の梁に等分布荷重が加わつた場合の計算を行い、パネルの縦横比が2以下の場合には加藤氏の方法によりパネルの影響を考慮した。

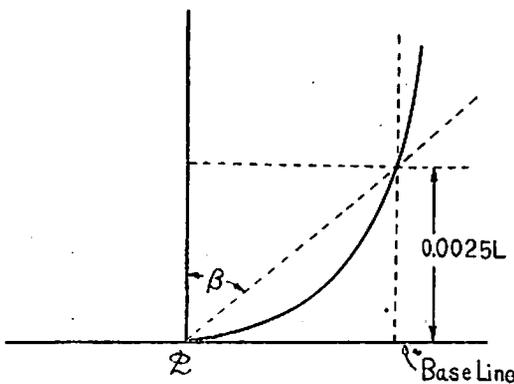
上述の計算で得られる応力を f_1 とし、それと降伏点応力 f_2 (ここでは降伏点応力を 26 kg/mm^2 として計算した。) との比 ($\eta = \frac{f_1}{f_2}$) を危険率と名づけておく。危険率が1以上になると損傷を起す可能性があるわけである。

以上の計算から得られた結果を第3表に示す。この表では衝撃力と静水圧との比を n とし、 n が船長方向に最大になる所の危険率 η を計算した。

またこれらの解析に必要な資料を第4表に示す。第4表で桁板間隔の欄で斜線を引いたものは縦横比が2以上でパネルの影響を無視出来るものである。また $\tan \beta$ は船型の影響を示す値で各断面において船の Base Line から $0.0025L$ のところの β をとつたもので β が 85° 以上の場合には 85° の値をとる。(第2図)

4. 結 び

以上の結果から船首船底の強度を検討してみよう。損傷船の場合をみると速力が航海速度の70%の時は衝撃力は静水圧の8倍前後に達している。また危険率も1以



第 2 図

第 3 表

船名	L × B × D × d (m)	速力 (ノット)		最大衝撃力の起る場所 (船首から)	静水圧比 (n)	危険率 (η)	損傷	傷 凹入量 (mm)	
		公試	航海						
A丸	134.80 × 18.30 × 10.17 × 8.095	17.42	13.75	0.18 L	6.5	1.2	0.6	0.15 L ~ 0.20 L	15 ~ 30
B丸	130.00 × 18.20 × 10.00 × 8.04	17.23	14.0	0.18 L	8.0	1.8	0.8	0.16 L ~ 0.21 L	18 ~ 30
C丸	132.00 × 18.40 × 10.00 × 8.11	16.786	13.5	0.18 L	6.5	1.2	0.6	0.14 L ~ 0.18 L	8 ~ 30
D丸	128.00 × 17.80 × 10.00 × 7.96	17.12	14.0	0.14 L	10.0	1.6	0.9	0.15 L 附近	10 ~ 20
E丸	142.25 × 19.30 × 9.50 × 8.29	19.232	16.5	0.23 L	8.2	1.1	0.6		
F丸	140.00 × 19.00 × 10.50 × 8.088	19.639	16.0	0.20 L	8.7	1.4	0.7		
G丸	140.00 × 19.00 × 10.50 × 8.41	19.246	16.0	0.22 L	8.0	0.8	0.4		
H丸	142.25 × 19.30 × 12.40 × 8.29	21.067	17.15	0.21 L	8.7	1.1	0.6		

損傷なし

上となつている。損傷の生じた箇所と衝撃力の大きな箇所も大体一致している。また荒天時の速力は衝撃力の大きさに大幅に利いてくる。

荒天時航行の場合、聞くところによると、船体の復原性、安定性のことは相当注意されて操船されているが、船体強度については操船上余り考慮されていないとのことである。速力を少し減少することで衝撃力を半減させることも可能なわけで、またある程度以下の速力になるとスラミングの現象は起らない。

これらの事柄から考えるとスラミングによる船首船底

第 4 表 (1)

		A 丸						B 丸					
船首から	肋骨間隔 (mm)	0.4L	0.3L	0.25L	0.20L	0.15L	0.1L	0.4L	0.3L	0.25L	0.20L	0.15L	0.1L
		800	800	800	680	680	680	850	850	850	760	680	680
桁板間隔 (mm)		1	1	1	1000	1000	1	1	1	1	1000	1000	1000
外板板厚 (mm)		18	18	18	19	19	19	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5
	tan β	11.43	11.43	11.43	11.43	8.01	3.12	11.43	11.43	11.43	11.43	7.08	2.00
		C 丸						D 丸					
船首から	肋骨間隔 (mm)	0.4L	0.3L	0.25L	0.2L	0.15L	0.1L	0.4L	0.3L	0.25L	0.20L	0.15L	0.1L
		830	830	830	830	830	685	800	800	800	685	685	685
桁板間隔 (mm)		1	1	1	1050	1050	800	1	1	1	850	850	800
外板板厚 (mm)		18.5	18.5	20	22	22	22	17.5	18.0	20.0	19.0	19.0	19.0
	tan β	11.43	11.43	11.43	11.43	8.06	3.70	11.43	11.43	11.43	11.43	11.43	6.1

第 4 表 (2)

		E 丸						F 丸					
船首から	肋骨間隔 (mm)	0.4L	0.3L	0.25L	0.20L	0.15L	0.1L	0.4L	0.3L	0.25L	0.20L	0.15L	0.1L
		840	840	800	685	685	685	800	800	800	655	685	685
桁板間隔 (mm)		1	1	1	900	1	1	1	1	1	1000	1	1
外板板厚 (mm)		19.5	19.5	22	22	22	22	18.5	18.5	20	20	20	20
	tan β	11.43	11.43	11.43	8.30	4.61	1.97	11.43	11.43	11.43	9.86	5.14	1.89
		G 丸						H 丸					
船首から	肋骨間隔 (mm)	0.4L	0.3L	0.25L	0.20L	0.15L	0.1L	0.4L	0.3L	0.25L	0.20L	0.15L	0.1L
		800	800	800	650	650	650	840	840	800	685	685	685
桁板間隔 (mm)		1	1	900	900	1200	800	1	1	1000	1000	1000	1000
外板板厚 (mm)		18.5	20	25	25	20	20	21	21	23	23	23	23
	tan β	11.43	11.43	11.43	8.57	5.00	2.29	11.43	11.43	11.43	8.44	8.78	1.60

の損傷は荒天時の操船が如何に重要であるかがわかると思う。

また今回選んだ 8 隻の損傷船と非損傷船とを比較するとその受ける衝撃力には殆んど大差ない。G 丸はスラミングに備えて船首船底の板厚を同長の船と比較して 2mm~5mm 位厚くしているのでその危険率は大幅に低下して損傷を起しにくくなつている。

これらの船の航行した海域および時期等が審かでないが損傷の防止対策の一つとして G 丸のように船底外板の板厚を増すことと同時に、板厚の比較的薄い船でも荒天

時においては操船を充分注意することにより、ある程度まで損傷を避け得るのではないかと思われる。

また現在就航している船がここ数年間においてその 25% がスラミングにより損傷を受けていることは現在の船の船首船底の板厚がボーダーラインにあるということもいえる。

スラミングの研究の方も実船実験、水槽実験および理論的研究が最近続々と発表されている。これらの研究を基礎とした適切な処置により船首船底の損傷が急減することを期待するものである。(以上)

船舶設備規程(第六編)の改正(2)

辻 良 夫

運輸省船舶局検査制度課

IV 配電設備

この規定で配電設備とは配電盤(第一節)と配電器具(第二節)をいう。

IV.1 配電盤

船舶の配電盤は主配電盤、補助配電盤、非常配電盤、区電盤および分電盤である。NK では区電盤、分電盤を区電箱、分電箱と称して配電器具としている。しかしながら最近の大型船では大型区電盤が使用され配電盤として取扱われた方が合理的となつて来た。

(a) 配置(201条)

配電盤は取扱者が危険のないよう前後面に近寄れなければならないが漁船等では機関室が狭いため十分な空間がない。従つて配電盤の前後面を十分に広くとることができない。このような場合には扉式の組立構造にして分解手入れを容易にすることなども一つの方法である。

(b) 取扱者の保護(212条)

取扱者を保護するために配電盤前後の床面には絶縁物をしき、また掴つて操作するために手すりを設けなければならない。しかし小型船舶では無理と思われるものもあるから管海官庁によりしんじやくされる。

(c) 構造(213—221条)

213条—221条は配電盤の一般的構造が規定されている。これらのうち特に重要な点を説明する。

(i) デッドフロント形

配電盤の形式には表面に充電部が露出しているライブフロント(live front)形と充電部が全部裏面に隠され表面よりハンドルで操作するデッドフロント(dead front)形とがある。214条は条約を受けて国際航海に従事する旅客船の配電盤で直流250ボルト、交流150ボルト以上を使用するものはデッドフロント形であることを規定している。

(ii) 配電盤上の器具

配電盤は用途に応じて次の2種類のものがある。

(イ) 発電機を制御するためのもの。

(ロ) 負荷を制御するためのもの。

通常は前者を発電機盤、後者を配電盤(狭い意味)と呼んでいる。従つてこの規定では(イ)、(ロ)にわけてそれぞれに必要な器具の標準を示している。従来小型船、漁船などでは単極のみの自動しや断器を使用したり、あるいは並列運転を行うのに十分な計器を備えないで、感に頼つていたような傾向があつたが今後

はこの表によらなければならない。しかし特殊な配電盤、あるいはこの表に代る効力をもつようなものは管海官庁の承認を得て使用できる。なお配電盤にはこれ以外のものも必要に応じて設けられるがそれは任意である。

(d) 区電盤および分電盤(222条)

この規定では区電盤、分電盤を配電盤の一種と考えていることは前述したが実際には主、補助、非常等の配電盤は比較的スペースの広い条件のよいところに設置されるのに対して区電盤、分電盤は通路等狭い場所に取り付けられる。従つて金属製箱または難燃処理を施した箱に入れて十分に保護する必要がある。

(e) 温度上昇限度(223条)

配電盤の温度試験では定格電流を流すればよいのであつて必ずしも定格電圧を維持して行う必要はない。

(f) 絶縁抵抗(224条)

(g) 絶縁耐力(225条)

(e)、(f)、(g)はNK規格と殆んど同じである。特に注意を要するのは配電盤上の各種操作ハンドルと充電部との絶縁である。実際の試験ではこれらのハンドルを全部大地に接続して行うことが望ましい。

IV.2 配電器具

配電器具とは、接続箱、分岐箱、各種開閉器、自動しや断器、ヒューズ等のように配電盤上、電路中に設け配電に使用するものをいう。

(a) 接続箱および分岐箱

これらは設置場所が分電盤、区電盤と同様以上に悪い条件にあるので難燃性、非吸湿性については特に注意する必要がある。これらのものは通常開閉器、ヒューズをもたず常時操作しないものである。

(b) 開閉器および自動しや断器(227—228条)

船舶では陸上に比して振動、温度の変動等の影響が大きくまたその誤動作のために船自体の運命をも左右するようなことがあるので特に注意がうながされている(227条)。

また航海中においても簡単に修理可能なよう自動しや断器の孤光接触片は取り換えができることとなつている(228条)。

(c) 双形開閉器(229条)

本条は双形開閉器の開閉試験について規定している。しかし材料、構造をみれば大体の能力がわかるからこの

試験は全部について行うわけではなく、特に疑問のあるものについてのみ行えばよい。また最近ロータリースイッチが主配電盤にも使用されているが、これも同様の能力をもたなければならないであろう。

(d) 電磁開閉器 (230条)

最近動力設備が大きくなったこと、遠操隔作が盛になつて来たため電磁開閉器の使用が非常に増加して来た。従つてこの規定でも温度試験と作動試験について規定されたがこれも前述の双形開閉器と同様に特に疑わしいものについてのみ行われることとならう。

(e) 自動しや断器 (231条)

自動しや断器は配線用しや断器器、逆流(力)継電器、ヒューズ等とともに回路を保護するものであつてこれがよければ殆んど事故が未然に防げることはいうまでもない。しかし発電機を制御するもの、回路を保護するもの、機器を保護するものと相手によつてその特性を選びよく調整しておく必要がある。自動しや断器は一般に何%かの過電流が何秒間か流れたときに始めて作動するようなものとなつた。過電流では作動しないが短絡電流のような大電流が流れたときのみ瞬時的に作動するものがある。NKでは前者を限時といい、後者を瞬時といつている。この規定では自動しや断器は原則として両方の性能をもつている必要があるが前述のように適用する対象によりどちらか一方のみでよいものもある。例えば285条の操舵装置の回路には短絡のみのものを適用している。

また配電盤上に十分な性能の自動しや断器をもつておればそれより先の負荷に使用する自動しや断器(例えば制御装置に設けるもの)は過負荷または短絡のいずれか一方のみのものでよい。

(f) 配線用しや断器 (232条)

配線用しや断器とはJISによる名称でいわゆるノーヒューズブレーカーのことである。NKではこれを埋込しや断器といつている。配線用しや断器は自動しや断器の一種であるがその特性、使用方法等はヒューズに似ている。

この規則においては後述のようにケーブルがJIS規格を標準としているのでその保護装置もそれに応じた規格のものでなければならない。従つてこの配線用しや断器もJISを規準としている。NKではNK規格のケーブルに合致するような別個の規格をもつているがJIS規格と同等以上の効力があると認められるであろう。

(g) 逆流継電器および逆力継電器 (233条)

これ等の継電器は定格負荷の15%以下の逆流または逆力で作動することとなつている。これらの代りとして最小電流継電器が使用されているが特殊な場合を除いて

は好ましくない。

(h) ヒューズおよびホルダ

ヒューズは前述の配線用しや断器と同様JISの系統を採用している。ヒューズについてもNKは別個の規格をもつているがJIS規格と同等以上の効力があると認められるであろう。

V 電 路

この規定で電路とは布設された電線をいい帯金その他の附属設備を含む。また中性点の接地線、露出金属部の接地線も電路に入れている。

V-1 電 線

電線を定義することは非常に困難であるが、電気工作物規程によれば「強電流電気の伝送に使用する裸線、絶縁電線、コード、ケーブル等の電気導体をいう。」となつている。この規定においてもほぼこの定義と同様に考えてよい。NK規則では電線とは心線のことをいい絶縁物その他の保護を施したものをケーブルと総称しているがこれは一般的な用法ではない。

(a) ケーブルおよびキャブタイヤケーブル (235—237条)

船内で施行する配線工事(ケーブルを布設する工事)に使用するものはケーブル、小形電気器具以外の移動式電気器具(例えば移動工事、溶接器等)に使用するものはキャブタイヤケーブルを使用しなければならないことになつている(235条)。小形電気器具に対しては特に規定がないが室内ではコードを、室外の作業用灯等にはキャブタイヤケーブルを使用するのが常識である。この規定にはコードについては特に規定されていないがJIS規格またはNK規格のものを使用すべきであろう。

さてここでケーブルとはどのような範囲のものをいうのかという質問が起きるかもしれない。前述のようにNKではケーブルの定義が特殊ではあるがはつきりしている。しかし一般的にはそんなに明瞭にはいい切れないと思う。心線に絶縁を施した程度のものを絶縁電線(例えばJIS 600ボルトゴム絶縁電線、600ボルトビニール絶縁電線等)といつているがケーブルは少くともこれらよりは十分な防水、化学的、機械的保護を加えたものでなければならないであろう。この規定ではこのような観点から具体的に各種のケーブルを規定している。従つて235条は従来のような絶縁電線をそのまま金属製管、木製線樋等に納入した配線工事は認められないことを意味する。

(i) ケーブル (236条)

ケーブルの概念は前述の通りであるがその具体的内容

については236条に示している。

ケーブルはその保護の程度に応じて非常に高級なもの、比較的簡単なものに分けられる。前者は後述の第1種配線工事(245条1項)に、後者は第2種配線工事(245条2項)に対応するものである。

第2種に相当するものを列挙すると次の通りである。

○鉛被ケーブル(1項)

- (イ) JIS C 3310「ゴム絶縁鉛被電線」
- (ロ) JIS C 3601「ベルト紙ケーブルのうち鉛被ケーブル」
- (ハ) NK規格のうち単線鉛被ケーブル

○合成ゴムシースケーブル(2項)

- (イ) 電気工作物規程第25条によるクロロブレン外装ケーブル
- (ロ) LR規格のうちポリクロロブレンシースに係るもの

○ビニールシースケーブル(2項)

- (イ) 電気工作物規程第25条によるビニール外装ケーブル
- (ロ) NK規格のうちインバーピアスシースに係るケーブル

第1種に相当するものを列挙すると次の通りである。

○がい装鉛被ケーブル(3項)

- (イ) JIS C 3601「ベルト紙ケーブル」のうち鋼帯外装ケーブル
- (ロ) JIS C 3310「ゴム絶縁鉛被電線」に鋼帯がい装を施したもの
- (ハ) NK規格のうち鉛被がい装線
- (ニ) LR規格のうち鉛被がい装線

○がい装合成ゴムシースケーブル

合成ゴムシースケーブルにがい装を施したもの

○がい装ビニールシースケーブル

ビニールシースケーブルにがい装を施したもの

(ii) キャブタイヤケーブル(237条)

キャブタイヤケーブルもJIS規格によるものまたは同等以上の効力のあるものとなつている。JISには1種から4種まであつて4種は鉱山の特殊場所で使用する非常に頑丈なものである。船舶では場所により必要に応じて1種~4種を使いわければよいであろう。

NK規格のものはほぼJISの2種に相当すると思われるがこれも使用してさしつかえないであろう。

(b) 電圧降下(238条)

電路による電圧降下はその設備の供給電圧の5%以下であることが規定されている。電源による変動が約5%あつたので(発電設備参照)この電路による電圧降下5%と合せて最大約10%の電圧降下が考えられる。従つ

てA.I.E.E.で規定している標準電圧において発電機電圧が負荷より約10ボルト位高くしているのも首肯できる(従来のNKも同様であつた。)

なお24ボルト以下のものには適用なく船内通信設備については296条に別途規定がある。

V.2 配電工事

(a) 配電(239~240条)

239条は動力、電熱の電路系統と照明、通信の電路系統を分離することが規定されている。

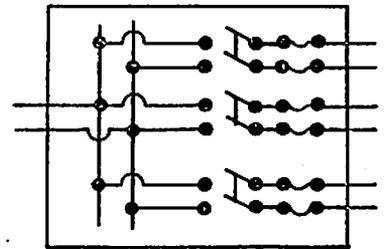
240条は照明設備の最終分岐回路について規定されている。照明用の最終分岐回路はケーブル規格の最小径またはそのすぐ上の径のものを使用するのが普通である。これらのケーブルには電流容量から考えれば、ここに規定されているものよりも大きくとれるが、ケーブル布設後電灯のワット数が増加したり、小形電気器具を必要以上に使用したりすることが当然予想されるのでこのように電流を制限したのである。すなわち実際の使用者が設計者の計画よりも大きな電力を消費することを予想しているわけである。各船被協会においても同様の規定があるがそれぞれのケーブルに応じてきめている。

241条は直流3線式不平衡電流が発電機定格電流の25%をこえないよう配電することを規定している。この目的のためには正極-中性線間に使用される負荷と、中性線-負極間に使用される負荷がいろいろの使用状態において常になるべく等しくなるように配電すればよい。

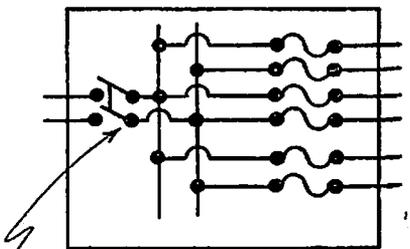
(b) 電路の保護(242~244条)

区電盤、分電盤の分岐点には図(イ)または(ロ)のようにヒューズ付開閉器または自動しや断器を取付けるのが原則であるが安全設備関係のものは非常配電盤以外にはとりつけない。これは非常の場合電路が途中でしや断されては役に

(イ) 一般的な分岐



(ロ) 最終盤の分岐の特例



主 肉 肉 器

立たないからである (242 条)

さて上記のように分岐する場合、ヒューズとすべきか自動しや断器とすべきかの問題がおきる。この規定では 300 アンペア (蓄電池回路では 600 アンペア) まではヒューズであつてもよいがそれ以上では自動しや断器とすることになつている (243 条)。NK では 200 アンペア (蓄電池 400 アンペア)、LR では 200 アンペア (負荷変動の少ない場合には 300 アンペア) となつている。

また中性線にヒューズ、単極開閉器、単極自動しや断器を取付けないことになつている (244 条) が、これは中性点の電位が不安定となることを避けるためである。

(c) 配線工事の種類 (245 条)

ケーブルのところでも述べたように配線工事を第 1 種配線工事と第 2 種配線工事に分け前者は高級なものとし、後者は比較的簡単なものとしている。船内のどの場所にとの配線工事をするかは 247 条、248 条に規定されている。

(d) 金属製管を使用する配線工事

金属製管に鉛被ケーブル、合成ゴムシースケーブル、ビニールシースケーブルを納入した配線工事は第 1 種としてがい装のあるケーブルと同様に扱われる。246 条はこの場合注意すべきことを列挙している。

このよう特に注意を要するのは管を電気的に連続ささかつ接地させておくことである。

また管の末端処理はボテ、ピッチをつめる程度でよいが管の中へ海水等が侵入しないようにしておく必要がある。しかし管全体は必ずしも水密である必要はなくて、むしろ海水その他の浸水がない場所には開口を設けておいた方がよい場合もある。これはケーブルがいわゆる呼吸汗をかくためである。

(e) 第 1 種配線工事によらなければならない回路 (247 条)

第 1 種配線工事とすべき回路の布設場所が列挙してある。従つてここに列挙されていない場所は第 2 種配線工事でよいことになる。

NK では大部分の回路が第 1 種に相当する配線工事により、居住区の乾燥した場所のみに第 2 種相当の工事を認めているに過ぎない。しかしこの規定の適用される船舶は漁船、小形船まで含まれるので機関室、ボイラ室、暴露甲板等でも他動的損傷を受けるおそれのないところには第 2 種の回路でもよいことにしている。

なお、第 1 種配線工事にしてもなお十分でない場合がある。例えば暴露甲板のある部分などでは荷役のため常時強烈な他動的損傷にさらされている。このような場所には必要に応じてカバーをかぶせるとか金属製管に納入

しなければならない (247 条 2 項)

(f) 第 2 種配線工事によらなければならない回路 (248 条)

酸性蓄電池室にがい装ケーブルを布設すると、金属がい装が腐蝕されてその層が蓄電池室端子間を短絡するようなことになるのでここではかならず第 2 種配線工事としなければならないことになつている。

(g) 木製線樋に納入するケーブル (249 条)

この規定は従来のように絶縁ケーブルを直接木製線樋に納入する配線工事のことをいうのではない。そのような方式は前に述べたように今回の改正では認められていないからである。

ここで規定しているのは第 1 種または第 2 種相当の回路をサロン等に布設するため装飾の目的から木製線樋に納入する場合についてである。

(h) 交流に使用する回路 (250 条)

交流回路は自己誘導により過電流がながれ発熱するおそれがあるため多心線を用いて互に打消し合うようにすることが規定されている (250 条)。大容量になりケーブルの多心線規格がない場合には、小容量多心線のをを並列に接続すべきである。

(i) 回路のわん曲 (251 条)

がい装鉛被ケーブル外径の 8 倍以下、その他のケーブルは 6 倍以下の曲率半径で曲げてはならない。これ以上に曲げると絶縁材料、保護材料に亀裂が生ずるおそれのあるためである。特に鉛被において甚しい。従来漁船等において不純鉛を使用した規格外の鉛被ケーブルが使用され振動、配線工事の不備と相まつて殆んど効力をもたなくなつている例が多い。

(j) 甲板等を通る回路 (252, 253 条)

回路が水密甲板、水密隔壁、気密な隔壁を通る部分の水密、気密性について述べている。電線貫通金物は JIS に各種ある。

253 条は貫通金物を使用しない場合 鋼板切口によりケーブルがすり切れないようカラー、鉛等により保護する方法を規定している。

(k) 回路の接続 (254 条)

回路は接続箱、分岐箱または端子箱を用いて接続されることになつた。従つて従来認められていたように線と線をハンダ付けするのみの方法は行つてはならないこととなつた。

(l) 線端処理 (255 条)

ケーブルの絶縁低下の原因は、湿気が絶縁物を直接透過するよりもケーブル切口の心線と絶縁物の間に沿つて浸入する方が大きいといわれる。従つてケーブルの線端

はゴムテープその他により十分な処理をすることが規定されている。

(m) 電路の固定 (256条)

電路は①直接船体に這わせるか②導板を取り付けそれに這わせるか③ハンガーに載せるかの3通りの方法が行われている。その外にもいろいろと考えられるかも知れないが、いずれにしてもケーブルを強固に固定し振動により摺傷の生じないようにする必要がある(1項)。

この電路の固定には耐蝕性材料で作った巾13mm以上の帯金を使用し(2項)この帯金の間隔を表に示されているように配置することとなっている(3項)。この表はIECと同様であつてNKも31年度の改正に当つてはこれに倣うはずである。

(n) 磁気コンパスに対する影響 (257条)

電気機器による磁気コンパスへの影響がないようにする規定である。具体的には単心線を使わないこと、磁気作用のないようしや蔽することが必要である。

最近コンパス周辺の電気装備品が急激に増大しているから十分注意する必要がある。特にリフレクタータイプのコンパスは投影用の照明灯による影響が相当あるといわれているから十分な検討が必要であろう。

(o) 油タンカー等における配線 (258条, 259条)

油タンク、防油区画には電路を布設してはならない(258条)ことは勿論であるが、油タンカー以外の船舶に油やその他の危険物を積む場合がある(ドラム罐などで)。この場合には艙内その他の電路、電気機器は電源から電気的にしや断して如何なる場合にも通電しないようにする必要がある(危険物貯蔵運搬規則)。

さて油タンカー(引火点65°C以下のもの)の上甲板に布設する電路は短絡または断線した場合のスパークにより油が引火すること、また断線短絡に至らなくても過電流により過熱するおそれがあるので直接布設するわけにわづかない。

そこでこの規定では2通りの方法を例示している(259条)。

第一に金属製管に納入する方法である。この方法は保護の点では最もよく上甲板より僅かに離しておく程度でよい。この場合には金属製管に伸縮性をもたせる為の箱を設けこの箱から管内のドレンを抜くようにしてある。

第二に金属製線樋に納入する方法である。実際にはキングウェイの下の両脇に取り付けられるのが多い。この場合には上甲板より十分に離しておく必要がある。

(p) 非常電路 (260条)

この規定は人命安全条約により定められているもので国際航海に従事する旅客船のみに適用される。

一つの主垂直区域のどこかで火災が発生したときその区域を通つて他の区域に給電している電路が火災のため傷損して安全設備が操作できなくなつてはならないのでこの規定が設けられている。具体的には非常用電路は左舷を通せば、主電路は右舷を通すというようにする。

(q) 絶縁抵抗 (261条)

絶縁抵抗の最小値が規定してある。これはNKとほぼ同様である。この測定は通常主配電盤で行われるが十分でないときはその電路について分岐回路を次第にたどつて行く。

V.3 接 地

(a) 露出金属部の接地 (262条)

電気機器の露出金属部(例えばモーターの外枠 制御器のハンドル等)は接地しておくことが規定されている。これは内部の絶縁不良により帯電しているのを取扱者が知らずに接触してその露出部が取扱者と同電位になつているため危険がないために行うのである。この規定は人命安全条約によるものを一般船舶にまで適用を広げたものである。わが国の船舶ではこの点について幾分注意が足りないように思われるが外国船では特に注意が払われている。最近の家庭用電気洗濯機でさえも接地線がついているものもあるのであるから船舶のように良導体でできているものは特に注意するのが当然であろう。

なお、移動用のものは固定した接地線がとれないので3心線のキャブダイヤケーブルのうち1本を接地用に使用している(2項)。

(b) 金属被覆の接地 (263条)

前と同様の理由でケーブルの金属被覆も接地することが規定されている。

(c) 接地灯および接地警報器 (264条)

この装置は通常主配電盤にのみつけるのみであるが、電圧の異つた二重電源のある場合にはその二次回路にも取付ける必要がある。従つて場所としても補助配電盤に取り付けられる場合も考えられる。

(d) 中性線の接地 (265条)

直流3線式、交流単相3線式、交流3相3線式、交流3相4線式の中性線はLRでは接地をすることとなるがABではこれを認めない。NKではどちらでもよいことになつている。これはそれぞれ一長一短があるのでこの規定でも接地はしてもしなくてもよいことになつている。しかし2箇所以上で接地をするとこれは船体を導体として使用することになるので禁止している。

(e) 接地線中の自動しや断器及びヒューズ (266条)

接地線中に自動しや断器やヒューズがあつて作動したのではせつかくの接地の意味がなくなるからこれを禁止している。(未完)

スランミング (船首底波浪衝撃) について (4)

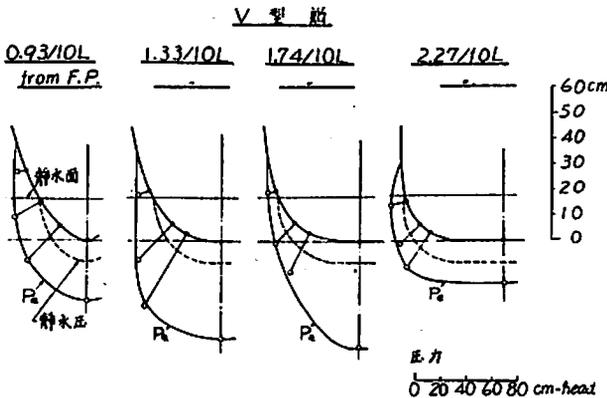
越智和夫
運輸技術研究所船舶構造部

§ 16 最大水圧力は船底のどこに生ずるか？

船首船底部が波浪によつて叩かれた際に、船体外周に沿つて衝撃水圧力の大きさが異なることは当然であるから、しかば最大水圧力は船体の外周上どこで生ずるであろうか。船底の Keel 線上か、それとも Bildge 附近か、あるいはその中間位であろうか？ この問題については種々の説があつて、まだ充分確かめられていないものである。

Dr. Szebehely⁽²⁷⁾ は Wagner の衝撃理論から出発して Slamming の衝撃水圧力を理論的に求め、その結果 Bildge 附近で最大水圧力が出ると結論した。正確には、水面を叩くときのしぶきのあがる附近 (Spray root) が最も圧力が高く、殊に船首端から少し内部に入ったところでは、Keel 線上の数倍の高い圧力が出ると述べている。これに反して、Jasper, Birmingham 氏などによる前記 UNIMAK の実船試験では⁽²⁸⁾ 常に Keel 線上で最大圧力が認められたと報告しているのである。

著者は試験水槽の実験によつて、いろいろな船体断面の外周に沿ひ詳しく圧力分布を求めたところ、波長や吃水状態の如何に関わらず、最大圧力は Keel 線上に認められることを求めた。その一例を第1図に示してある。



第1図 船体外周上の衝撃圧力分布

図は船首の船型が V 型をしている模型船を、軽吃水状態で、波長が船の長さと同じ波のなかを Slamming

のきびしい速度で自航させたときに求めた各断面の衝撃水圧力分布である。図の点線は船が静止時の静水圧力分布の意味である。図にみる通り、どの断面でも衝撃圧力は常に Keel 線上で最大値を示している。

実際の船舶について船底損傷箇所をみると、例えば Lehmann 氏が指摘しているように、⁽²⁹⁾ 必ずしも圧力の高いと思われる Keel 線上またはその近傍でなく、それより少し離れた A-strake または B-strake 上に多くの損傷が認められる理由は、船舶はその構造上 Keel-plate 自身の強いことは勿論、中心線に沿う Centre-girder などの強力部材によつて固められているため、たとえ圧力が高くとも損傷を引き起すに至らず、それより弱い A-strake, B-strake 上に損傷が起るものと考えられる。

§ 17. Slamming 圧力と相対速度

一般に衝撃力は相対速度の自乗に比例する。例えば、質量 M の物体が上下方向速度 V_s で、 V_w なる速度をもつた水面にぶつかるときの運動方程式は

$$M \frac{dz}{dt} + \frac{d}{dt} (m\dot{z}) = 0$$

である。ただし m は水面に衝撃後の見掛けの水の質量である。上式を $t=0$ で $\dot{z}=V_s+V_w=V_r$ および $m=0$ なる初期条件でとき z を求め、次に衝撃力 $F = \frac{d}{dt} (m\dot{z})$ を求めれば

$$F = \frac{dm/dz}{(1+m/M)^2} \cdot V_r^2$$

となり相対速度の 2 乗に比例することが分かる。⁽³⁰⁾

船の Slamming による衝撃力も、かような考え方により船首部における波と船との相対速度の 2 乗に比例すると考える論については既に二三の研究がある。⁽³¹⁾⁽³²⁾⁽³³⁾ Slamming 圧力は理論上では上に述べたように相対速度の 2 乗に比例すべきであるが、しかし実際の Slamming による衝撃圧力は船

(29) Lehmann, G.: 前出文献 (4) 参照

(30) 渡辺恵弘: 前出文献 (15) 参照

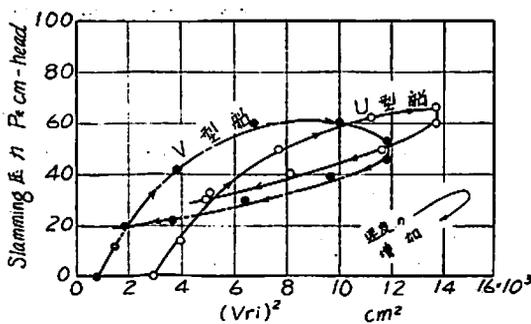
(31) Szebehely, V.G.: 前出文献 (27) 参照

(32) Szebehely, V.G.; Ship Slamming in Head Seas. TMB Report No. 913.

(33) 吉識雅夫, 山本善之, 藤田譲: 船首底波浪衝撃に関する模型実験, 造船協会論文集 No. 95 (昭和 29 年)

(27) Szebehely, V.G.: Hydrodynamics of Slamming of Ship. TMB Report 823 (1952)

(28) 前出文献 (22) 参照



第2図 Slammung 圧力と相対速度

の運動、波と船との位相差などが船の前進速度によって変るため正確に2乗に比例しない。これは第2図にみる通りである。図の縦軸は Slammung 圧力を、横軸は衝撃瞬間の波と船との相対速度の2乗をとつてある。従つてもし Slammung 圧力が相対速度の2乗に正確に比例するならば、本図において直線的関係が成立せねばならないはずであるが、実際には U, V 両船型とも船の前進速度が増すにつれて loop を画く。しかしごく大ざっぱにいつて、Slammung 圧力は衝撃瞬間の相対速度の2乗に比例すると考えて差支えないであろう。

§ 18 船体強度

Slammung がどうして起るかその原因を求めめるために、波浪中の船の運動をしらべ、次に Slammung の衝撃をうけるとき船体に加えられる波の圧力の強さを求めて、ようやく船体強度を考える段階に達した。

Slammung のときの船体強度を論ずる前に少し考えておきたいことは、船の速度と船体強度との関係である。よく知られているように、船舶の設計に際して慣用せられている標準の船体強度計算法は、外力となるべき波長と波高を与えているけれども、船の速度は無視せられているものである。低速商船では勿論問題にならないものであろうが、しかし波浪中の船の運動の項でも述べた通り、高速になると船の運動は相当激しくなるものであり、加えて Slammung というような特殊な現象を引き起すものであるから、標準船体強度計算法のように静的計算法のみで差支えないともいへないものである。

最近、ロイド船級協会が寄せた書簡³⁴⁾によると、船の長さと速力に対して許容応力の値を種々与えており、これをみると船の長さ 350~450' の船で、 $F = V^k / \sqrt{L^m} = 1.0$ を超える速力のものでは許容応力が低速のものよりかなり減じられている。例えば長さ 450', 速力 18 Knot

の船の許容応力は同じ長さで 12 Knot の船の許容応力の 26% 減となつている。そして長さが 250' 以下、および 500' 以上の船では速度による許容応力の値にさ程変りがない。これらのことは、船体許容応力に速度および海洋の波長の影響を加味されたものと考えることが出来るようである。

さて、波浪中を航走する船舶は波によつて繰返し外力をうけ、その外力に対応する応力が船体に生ずるわけであるが、船がある速度以上になると、船体応力には性質を異にする二つの応力が見られる。一つは波のうねりによつて生ずる Hogging, Sagging 応力であり、いま一つは Slammung のために船首が叩かれることによつて生ずる衝撃応力である。前者は波浪応力であり、後者は甲板上では圧縮応力、船底では引張応力となる Slammung 応力である。

標準の強度計算法は、この波浪応力を対象としているのであるけれども、波浪中を航走する船体に実際に生ずる波浪応力と、計算によつて求めた応力とが如何なる割合になつているかを知ることも設計上大切なことと思われれるし、更に Slammung 応力が一体どの程度の大きさのものであるか、これが船の速度や吃水を変えることによつてどのように変つてゆく性質のものであるかを知ること極めて大切なことであろう。そこで本文では便宜上両者を別々に論じてみることにする。

§ 19 船の速度と波浪応力

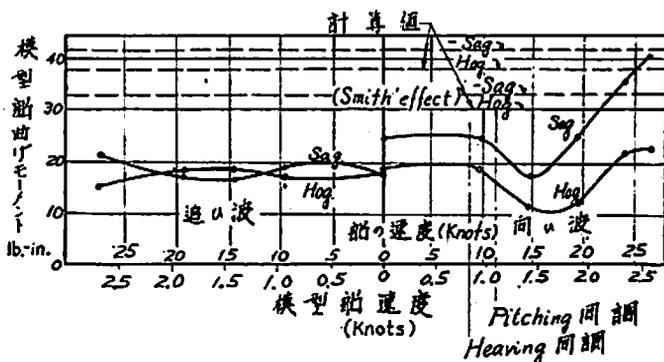
波浪応力、すなわち船が波の山にあるか、谷にあるかによつて生ずる Hogging, Sagging 応力は船の速度によつてどのように変るものであろうか？

これは非常に重要な問題であるが、残念ながら今日に至るまで実船試験による充分な資料が見当たらない。模型船によつて試験水槽の波浪中で実験されたものは二三あるので、その結果を引用して検討してみることにする。

Lewis 氏³⁵⁾ は、T2-SE-A1 Tanker の 4.79' の小型模型船を前後部二つに切断して bearing で pivot し、波浪中の水櫃実験を行い、 σ の曲げ moment を計測した。実験は相当高速まで向い波および追い波の場合を計測したもので、第3図にその結果を示してある。図でみる通り、一般にいつて計測された船体曲げ moment は計算値よりも、相当低い。殊に追い波の場合は船の速度が増加しても船の静止時のときの値と殆んど変らない。これをもつて判断すれば、追い波の場合は、計算による値の半分位であり、船体強度は頗る安全であるといふことができ

(35) Lewis, E.V.; Ship Model Tests to determine Bending Moments in Waves, Trans. SNAME (1954)

(34) 船体構造委員会資料による



第3図 船の速度と曲げ moment (Lewis 氏)

る訳である。

しかし、向い波の場合は、船の速度が計画速度 (14.5 Knot) 位に達すると船体曲げ moment が静止時よりも低くなり、更に高速では曲げ moment が著るしく増大して Sagging moment は計算値を超えるようにさえる。計画速度附近では、船の運動も加速度もすべての速度を通じて求めた値のうち最大値を示すのに、何故曲げ moment のみが最小値を示すか氏自身も疑問視しているようである。

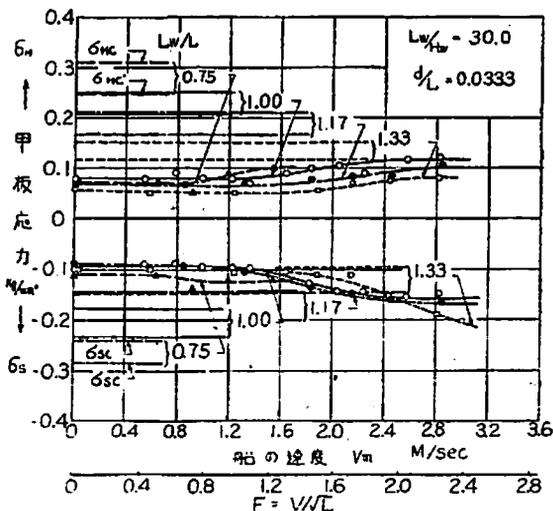
佐藤氏⁽³⁶⁾が長さの 7.40 M 屋敷艦模型を用いて、同様に船体曲げ moment を求めた結果では模型の速度 3.8 M/sec ($F = \sqrt{Lg} = 0.446$) 附近で Hogging moment は低速の値より幾分減少しているが、Sagging moment は急激に増大している。

また著者等が箱型模型船について行つた実験では、⁽³⁷⁾ Slamming が起き始める速度までは Hogging, Sagging 応力とも船の静止時の値と殆んど変わらないが Slamming を起し始める速度以上の高速では次第に値が増大してのちほぼ一定値に達している。この傾向は一般船型の船についても大体成立するようで、V 型船型の模型船で実験計測した一例⁽³⁸⁾を第4図に示す。図の σ_{HC} , σ_{SC} は計算応力の値であり、 σ_{HC}' , σ_{SC}' は Smith の修正を行つた計算応力の値である。実験は $L_w/L = 0.75 \sim 1.33$ の範囲で4種類の波長について軽吃水状態で行つたものであるが、それぞれの波長について Slamming の起き始める速度附近から次第に船体応力は増加している。

以上の三つの実験で差異は認められるけれども、共通した二つの重要な点がある。一つは、波浪中で実験計測

した船体応力が標準船体強度計算法で計算した応力の値よりも一般に小さいこと。いま一つは、船のある速度 (大体その船の計画速度) までは、船体応力の値は船の静止時のときの応力値と余り変わらないが それ以上の高速では船体応力が増加する傾向にあること、殊に Sagging 応力の増加する傾向が強いこと。この二つの重要な結果が得られるようである。

高速で船体の応力が増加する理由については渡辺博士も指摘しておられる通り^(39,40)船の Heaving 運動に基づくものである。



第4図 船の速度に対する船体応力

殊に高速で船の Heaving 運動と波の位相が低速のときと逆になることによるものと考えられる。言葉を換えていえば、波の山では Heave-in か、Heave-out か? ということで、このことは渡辺博士が解析しておられるから、⁽⁴⁰⁾詳しくはそれを見て戴くこととして、ここでは実験で求めた数値で説明したいと思う。

一般に、標準の強度計算法によつて、ある吃水状態で船体応力を計算するときは、与えた波による浮力が船体重量と一致しないのが普通で、両者を一致させるためには波浪に対する船の位置を適当に上下させて釣合いを保つような操作を行うものである。すなわち、大抵の場合

(36) 佐藤正彦; 波浪中航走時の船体縦強度に関する模型実験。造船協会論文集, 第90号

(37) 前出文献 (16) 参照

(38) 前出文献 (21) 参照

(39) 渡辺恵弘; 船の上下動と縦強度, 西部造船会報第1号 (昭和24年)

(40) 渡辺恵弘; 船の縦強度に対する上下動の影響, 船船第11号 (昭和31年)

は Hogging のとき船の位置を少し上げ、Sagging のときは少し下げる。いま模型船の計算例をとれば、波長 6 M. ($L_w/L=1.00$), 波高 20 cm ($L_w/H_w=30$), 吃水 20 cm ($d/L=0.033$), 船尾トリム +8 cm の場合には、Hogging のとき波浪に対する船の位置を +19 m/m Heave-out させ、Sagging のときは -18 m/m Heave-in させねばならない。静的に考えれば、この状態で丁度浮力と重量とが釣合っていることになる。しからばこの模型船を計算と同じ状態で試験水槽の波浪中に航走させたならば、Hogging, Sagging 状態の Heave 量は、静的に考えたものとどう違ってくるであろうか、これを次表に示してある。

第 1 表

状 態	船 の 速 度		Heaving 量 m/m	波と Heaving 位相差
	M/sec.	V^*/V_{L^*}		
Hogging	0	0	+19	83°
	2.02	1.60	+40	134
	2.80	2.22	-38	294
Sagging	0	0	-19	83
	2.02	1.60	-48	134
	2.80	2.22	+38	294

表によつて分かる通り、波浪中で船が静止している状態では静的計算で求められるのと同じ Heaving 量が認められるが、速度が加わると Heaving 量が相当増加し、更に高速では低速のときと位相が逆になつて、Hogging 瞬間に船が Heave-in し、Sagging 瞬間に Heave-out する。これは船の曲げ moment の増大をもたらし、従つて船体応力も高速で増加することになるのである。

§ 20 波長と波浪応力

波浪による船体 Hogging, Sagging 応力が船の速度によつて変わるものであるということは前項において判明したから、ここで波の長さが変つた場合に船体応

力が如何なる変化を示すかについて述べることにする。

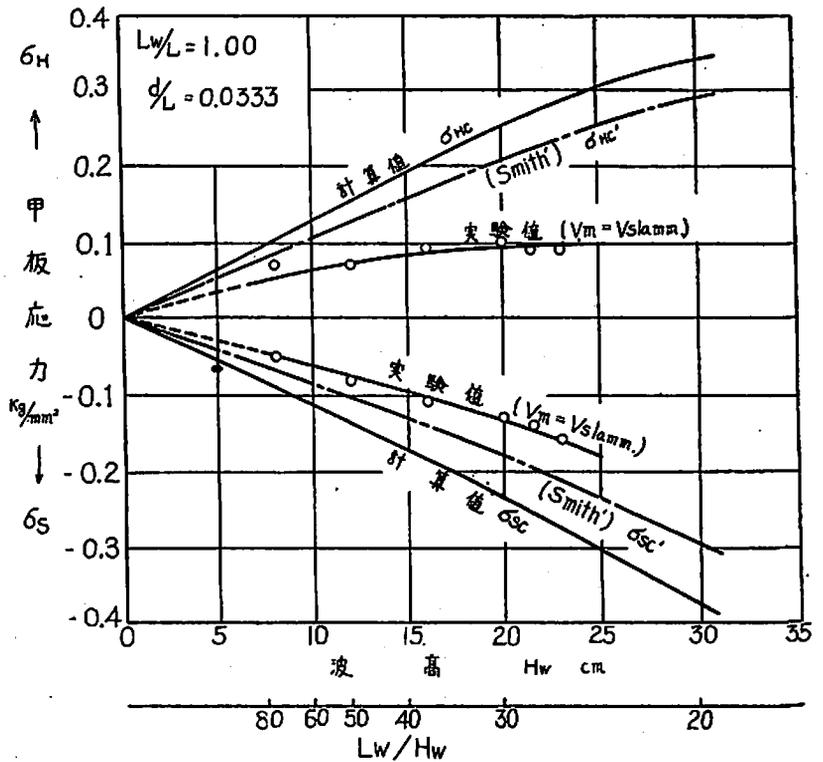
標準の船体強度計算法は、波の長さを船の長さにとり、とつて応力を算定することは今更申すまでもないことである。しかし、計算法はあくまでも静的計算方法であつて、波浪中の船の運動のような動的影響は無視されているものであるから、実際に波浪中の船体応力が、船の長さと同じ波長をもつ波のときに果して最大となるかどうかを調べる必要が生じてくる。

結論を先に述べれば、第 4 図にみる通り波浪中の船体強度には波の長さを船の長さにとればまず充分であるということになる。

第 4 図は V 型船について、軽吃水状態で波高を一定として波長を種々変えた実験結果であるが、Hogging 応力も Sagging 応力も波の長さが船の長さにとりし場合が大きいようである。この実験は波長/船の長さが 0.75 ~ 1.33 のものであるが、比較的低速 ($F=V/\sqrt{L}=1.0$) では波長の変化に伴う船体応力の差は余り大したものではなく、 $F>1.4$ のような高速になつてくると波長の影響がはつきり現われてくるようである。

§ 21 波高と船体応力

波の長さを一定にしておいて、(例えば船の長さにとり



第 5 図 波高と船体応力

しく採る) 波の高さを増加すれば、船体応力が増加するのは当然である。普通の船で計算してみると大体波高の増加に伴って船体応力も直線的に増加するが、Sadler氏⁴¹⁾の計算では波高の2乗に比例して船体が応力増加している例もある。

模型船について計算を行つてみると第5図のようにほぼ直線的に増加する。

これを実験で確かめるため、Slammingの烈しい速度を選び、この速度で波長を一定、波高を種々変えて実験を行つた結果を実験値として図に記入してある。図をみると、実験値も大体直線的に増加しているが、計算値とは相当差が認められ、Smithの修正を行つた計算値よりも更に低い値である。この事実を実際の船に引き延ばしていうならば、「波浪によつて船体に生ずる応力は、外界で観測される波の高さよりも遙かに低い波高に相当する」ということである。事実、Dr. Schnadelによる実船試験、また最近行われた銀河丸の実船試験においても認められている。

(41) Sadler, H. C. and Lindblad, A.; Stresses on Vessels of the Great Lakes due to Waves of Varying Length and Heights. SNAME (1922)

Dr. Schnadelの“San Francisco”による実船試験⁴²⁾の結果を引用すれば、波長130M、波高9~10Mの波では約5.5Mの波高に相当する船体応力が生じ、波長180M、波高12Mの波では6.7M、波長120M、波高8~9Mの波では6.0Mの波高に相当する船体応力が認められたといつている。そして、このように船体応力を引き起すに足る波高を有効波高と名付けており、結論として、船体強度計算に用べき波高は観測せられる海洋の波高を減すべきであると述べている。

実験結果においても、第5図によつて有効波高を求めることが出来る訳で、こうして求めた有効波高と、実験で船に与えた波高(実船では船の周りで観測される波高に相当する)との比をとつて有効波高比と名付ける。有効波高比の値が1に近いほど、その波は船体強度に有効に作用していることを意味する。この有効波高比の値は、波長、波高、吃水、船の速度などによつて変つてくることは勿論で、項を改めて述べることにしたい。(続)

(42) Schnadel, G.; Die Beanspruchung des Schiffs in Seegang. Dehnungs und Durchbiegungsmessungen an Board des M. S. San Francisco der Hamburg-America Linie. JSTG (1936)

天然社・海技入門選書

商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 130頁 ¥ 220
既刊 船の保存整備
商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 160頁 ¥ 300
既刊 船舶の構造及び設備器具
商船大学助教授 上坂 太郎 A5 160頁 ¥ 280
既刊 沿岸航法
商船大学教授 横田 利雄 A5 140頁 ¥ 230
既刊 航海法規
商船大学教授 田中 岩吉
既刊 海上運送と貨物の船積
(前篇)海上運送概説 A5 140頁 ¥ 260
(後篇)貨物の船積 A5 160頁 ¥ 290
商船大学助教授 豊田 清治 A5 160頁 ¥ 280
既刊 推測および天文航法
商船大学助教授 野原 威男著 A5 未定
以下 推 進 器
続刊
商船大学助教授 中島 保司 A5 未定
運 務
商船大学教授 浅井 栄資 A5 未定
海 事 象
商船大学教授 横田 利雄 A5 未定
海 事 法 規
商船大学助教授 庄 司 和 民 A5 未定
航 海 計 器
商船大学教授 米田 謙次郎 A5 未定
操 船 と 応 急
商船大学教授 鮫 島 直 人 A5 未定
電 波 航 法

商船大学助教授 野原 威男 A5 未定
船の強度と安定性
前東京高等 小方 愛 朔 A5 未定
商船教授 内 燃 機 関
未定
商船大学助教授 賀田 秀夫 A5
水 用 水
術 イ ラ 用 水
海抜試験官 西田 寛 A5
指 庄 図
商船大学助教授 伊丹 潔 A5 未定
船用電気工学(上巻)
商船大学助教授 伊丹 潔 A5 未定
船用電気工学(下巻)
商船大学助教授 宮 嶋 時 三 A5 未定
燃 料 潤 滑
商船大学教授 賀田 秀夫 A5 未定
船 用 材 料
商船大学助教授 小山 正一
真 田 茂
機 械 の 運 動 と 力 学
商船大学助教授 小川 正一 A5 未定
機 械 工 作 材 料 力 学
商船大学助教授 清 宮 貞 A5 未定
蒸 氣 機 関
商船大学教授 真 槿 忠 吉 A5 未定
船 用 汽 罐
商船大学助教授 小川 武 5A 未定
船 用 補 機

音響による空洞発生開始の検出

空洞を発生しはじめる時期、状況等についてはなお究明を要する問題が多いが、Cavitation in Hydrodynamics, N.P.L. (1956) に掲載された "Some Factors Affecting the Inception of Cavitation" 中に音響により空洞の発生ないし消失の時期を検出する興味ある方法が述べられているので、その概略を紹介する。原論文の著者は E.E. Williams および P. McNulty (Mechanical Engineering Research Laboratory, East Kilbride) の両氏である。

第1図に示すものは新しく設計製作された空洞水槽で、17立方呎/秒の水を遠心ポンプで循環させることが出来る。測定部の詳細を第2図に示す。

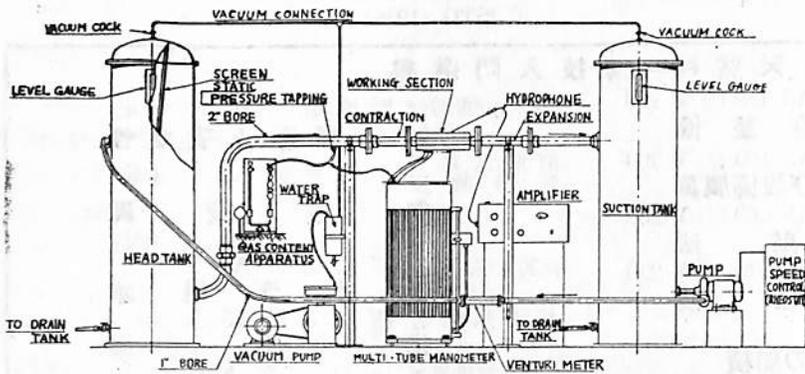
空洞が発生しはじめる時期の決定方法で最も広く行われているのは、肉眼で観察する方法で、静圧および水の空気含有量を一定に保持しながら流速を空洞の発生する

までだんだんに増加して行き、あらわれはじめた時の静圧 P_0 と流速 V を計測して、空洞係数 K を求めている。ただし $K = P_0 - e / \rho V^2$ であつて、 e は水の蒸気圧である。

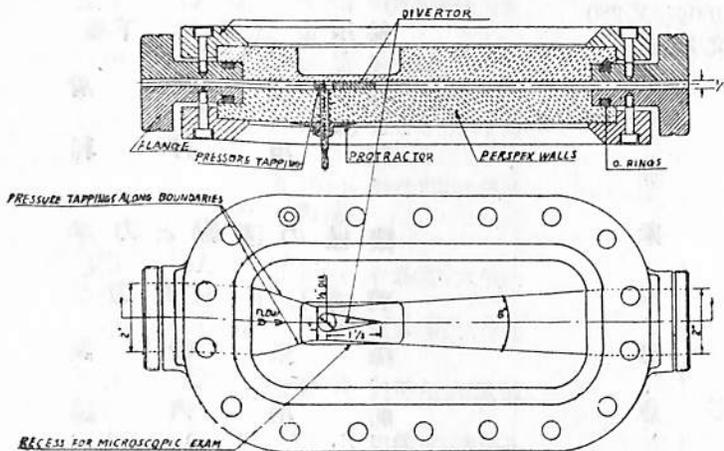
この論文でもまずはじめに従来と同様に肉眼による観察で K を決定し、ついで空洞の発生している部分から発する騒音を聞くことにより K を決定している。騒音を聞くためには最初は聴診器を用い、次に magnetic type の水中聴音器を用いてこれからの出力を増巾してレシーバーで聞くようにした。最後に耳で聞く代りに電圧計を用いて、騒音の音量を記録するように改良している。これにより流速を増加させる場合と減少させる場合の往復について、 K と電圧計の読みの記録を取つた。水中聴音器としては piezo electric crystal type のもの（長さ4吋、直径4呎のものを長い針につけて）を使用した。これによる結果の一例

(divertor の音響特性) を第3図に示す。図の場合には明らかなヒステリシス現象を示している。増速する場合の空洞開始は減速する場合の空洞消失より少しおくれる。これは空気含有量の少い時に顕著である。ヒステリシス・ループの範囲では不安定であつて、この範囲で突然空洞が起る。すなわち流速を減少させる場合に空洞が消失する時の K の値より少し小さい K の値になると急に騒音が現われる。また空洞の消失する時の K の値にはばらつきがあまりないが、空洞が発生しはじめる時の K の値にはばらつきがかなりある。このような理由から著者等は減速する場合に聴音器の出力がピークを示す時の K の値を K の臨界値 (K_c) と定義している。

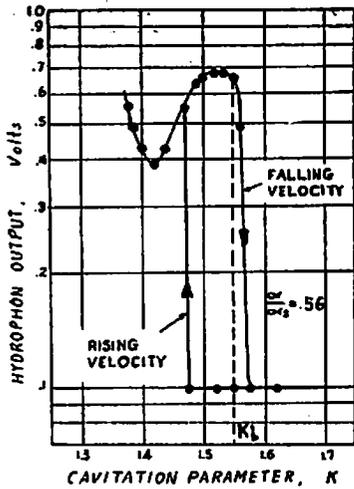
第4図には円柱 (divertor の tail piece を除いたもの) についての結果を示したが、これにはしかし第3図の如きピークが



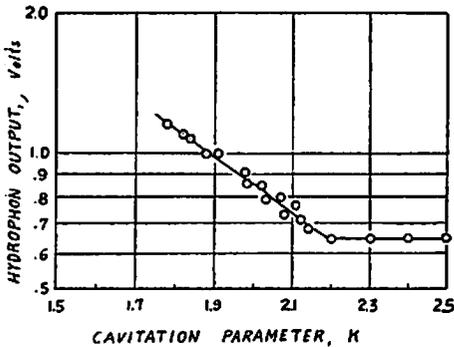
第1図 Cavitation Rig



第2図 Working Section



第3図 Acoustic characteristics of diverter cavitation (Atmospheric pressure)



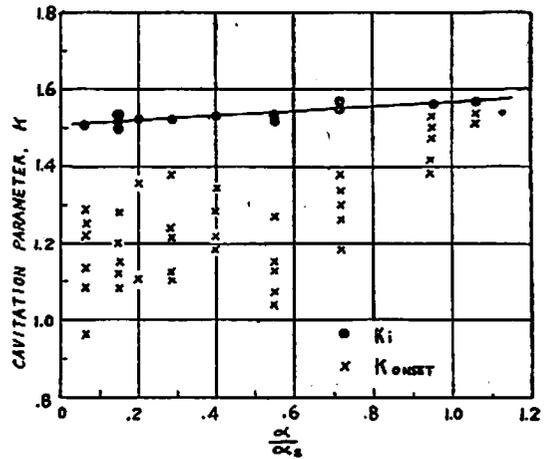
第4図 Cavitation acoustic curve for cylinder

ない。ただしいずれの場合も空洞発生に伴う騒音の周波数分析を行っていないから、この際の結果には実際にピークがなかったのかあるいは聴音器等の特性によってピークがたまたまキャッチ出来なかつたためであるかは明らかでない（原論文には聴音器等の回路図その他詳細な説明はない）。

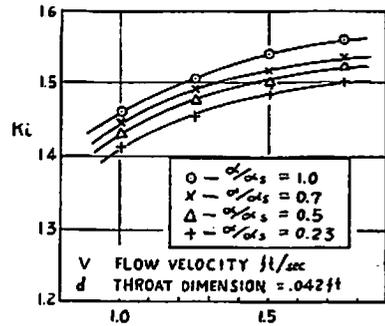
第5図に示すものは、上述の如くして求めた diverter についての K_i と、空洞の発生しはじめる時の K_{onset} を空気含有量に対して置点したものである。ただし α は水の空気含有量で、 α_s はその水温における飽和空気含有量である。この図で K_i が α/α_s により多少異なること、 K_{onset} のばらつきが大であることが注目される。

第6図は流速の変化が K_i におよぼす影響 (Velocity Scale Effect) を示したもので、この図によれば流速の大きい程空洞の発生が容易であることが明らかである。

この論文にはこのほか、(1)一般の空洞水槽において水



第5図 Effect of dissolved gas content on K_i . (Atmospheric pressure)



第6図 Effect of velocity on incipient cavitation parameter.

槽壁の防錆のために水槽水に 0.3% の Sodium Nitrite を溶かしているが、この溶剤の影響を調査して、この程度ではあまり影響のないこと、(2) 高速カメラ (4000 駒/秒) により空洞の発達状況が周期的なもので、その周波数が速度および圧力の増加とともに増加していることを述べており、また空洞の潰れる様子を明らかにしたストロボ光源による顕微鏡写真を紹介している。

船 舶 合 本

- 第26巻 昭和28年分 (12冊)
価1,800円 (送80円)
- 第27巻 昭和29年分 (12冊)
価2,000円 (送80円)
クロス装 上製
- 第28巻 昭和30年分 (12冊)
価2,000円 (送80円)
クロス装 上製
- 第29巻 昭和31年分 (12冊)
価2,000円 (送80円)
クロス装 上製

1. 緒 言

年々腐蝕のために蒙る被害は莫大なもので防蝕を完全にすれば殆どの工業施設の耐用年限は数倍に延し得るといつても過言ではない。それゆえ防蝕に対する研究も盛んで防蝕技術も長足の進歩をとげた。数年前まで防蝕することが不可能と考えられていたものでも比較的容易に防蝕出来るようになったものも多い。しかしその反面防蝕されないままに放置されているものや、防蝕したにかかわらず効果があまりなかつたという場合が多い。その原因は適当な防蝕方法がわからなかつたり、また手段や実施方法を誤つたためである。すなわち防蝕効果を挙げるためには優秀な防蝕剤を使用すべきであることは勿論であるが、適当な使用方法を講じなければならない。この両者が満足されてはじめて完全な防蝕効果を発揮できるものである。

浮遊性防蝕剤 PTC は優秀な防蝕剤を特種な用途に適合することく考案されたものである。近年各種の優秀な防蝕剤が研究されているがいずれも防蝕効果を十分に発揮するためにはそれぞれある程度の濃度を必要とするが大型タンク等の如く大容量のものでは多量の防蝕剤を必要とすることになる。例えば 2,000t のタンクに 200 ppm の防蝕剤を使用するとしても 400 kg を必要とする。1 kg が 300 円程度としても 12 万円の巨額となる。それゆえ少量の防蝕剤で濃度の高いものを附着せしめることとする必要がある。浮遊性防蝕剤はこの目的に沿つたものであるがそのために用途は当然制限せられる。また最近電気防蝕が広く使用され効果を挙げておりタンク等の防蝕にも用いられている。しかし電気防蝕は海水に浸つた部分のみしか防蝕出来ないため水面より上部の鉄面は腐蝕されるままに放置されているわけである。

浸水部が電気防蝕によつてその寿命を数倍以上になし得るがタンク上部が今までのように腐蝕したのでは折角の防蝕効果が半減してしまう。それゆえこれに併用して水面以上の防蝕を行うために考案されたものである。

すなわち浮遊性防蝕剤の用途は次のように制限せられるがこの目的に使用された場合は極めて有効になる。

(1) タンクの水面附近より上部の防蝕

タンクの水面に浮遊させ水面の変動により接触しているタンク内面に附着し防蝕を行う。一般にタンクの水面附近は水に浸つたり空気に触れたりするため腐蝕が多いが、これを防止出来る。本剤は水面の変化の多

いタンク程有効で船舶のタンクや注排水の多いタンクに使用出来る。

(2) 水圧容器等の防蝕

水や海水によつて水圧したあとは適度の湿気と空気のために腐蝕しやすい。浮遊性防蝕剤を使用すると排水時適量の防蝕剤が容器内面に附着するのでそのまま放置しておいても腐蝕しない。

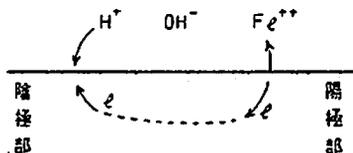
(3) 鉄板等の防蝕

本剤は浮遊させ水面の移動によつて鉄面に附着し防蝕するものであるが人工的に鉄面に塗布しても有効である。

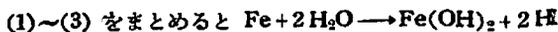
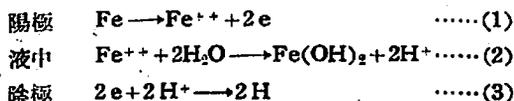
これ等の用途に対しては数回の基礎実験や船舶での実験が行われ、すでに正確な成績の発表されたものもかなりある。それ等を中心に防蝕作用と効果の概要について述べる。

2. 防 蝕 作 用

防蝕作用を説明する前に簡単に腐蝕の機構について述べてみる。腐蝕の原因や形態はいろいろあるがその機構は電気化学的に説明されている。鉄鋼製品はその製造過程で物理的・化学的に性質の異なる成分が出来る。すなわち成分、加工程度、表面の状態等に差がある。また接している水の性状も部分的に異なる。例えば酸素、水素、塩類の濃度等に差がある。従つて金属と液体が接触しているある部分と他の部分とでは異つた電位を示すようになる。周囲の鉄面より電気的に負な陽極面では鉄は2価の鉄イオンとなつて液体中に出て水と反応して水酸化第一鉄と水素イオンとなる。電気的に正な陰極部では電子が水素イオンと結合して水素となる。これを図示すれば第1図のようになり、反応式は次のごとくである。



第1図 腐蝕の機構



となる。この反応は質量作用の定律によつて水素または水酸化第一鉄のいずれの濃度が減少しても腐蝕速度は加速される。例えば陰極に生じた水素は腐蝕を抑制する作用があるが酸素との化合等によつて減少すると腐蝕は再び激しくなる。水酸化第一鉄も金属表面にアルカリ性の保護被膜を作るが水素イオン濃度が増加して pH が低下したり、酸素などの存在によつて水酸化第二鉄になれば被膜は除去されて腐蝕は進行する。

腐蝕は上述のようになって起るのであるからこれを防止するには、当然その原因をなくすることであり、原因を除去できない場合にはその影響を少なくすることである。そのためには種々の防蝕法が講じられている。応力を受けている金属では応力を少なくすることが防蝕法であり残留応力を受けている材料ではこれを除去することである。温度差がある場合には温度を一様にし、酸素がある場合には、これを除去することである。不銹鋼のように酸素が少いとピッチングを生じやすい場合には酸素を供給して鉄面を不動態化することが防蝕法である。かくの如く考えれば防蝕法は多種多様で枚挙にいとまがないがそれぞれの腐蝕の原因に対してとられる防蝕対策である。積極的な防蝕方法としては電気防蝕、防蝕剤、塗装等がある。電気防蝕は外部電源や流電陽極により金属表面に電流を流すことにより金属面の電位差をなくし防蝕する方法であつて腐蝕が電気化学的作用であるから合理的な方法である。しかし用途によつて採用的出来ない場合も多くある。防蝕剤は極めて種類が多く、最近に使用されて来た気相防錆剤のようなものまであるがその作用は大別すれば(1)金属表面に被膜を作つて金属と溶液と直接接触しないようにする。(2)鉄等と作用して安定な防蝕性の化合物を作る。(3)液中の酸素等を吸着して鉄の酸化を防止する等である。浮遊性防蝕剤の作用は(1)に属するものであつて鉄の表面に長鎖の有機被膜を作る。この膜は親水性であり隙間もなく附着しているので腐蝕が防止される。

3. 試験成績

(1) タンク側面および上部の防蝕

タンクの水面に浮遊させる場合は海水温度によつて多少成分を変えてある。海水温度 20°C 以下では No. 1 が適当であり、海水温度 15°C 以上には No. 2 が適している。これ等を実験装置および船舶に使用した場合の成績は次の通りであつた。

(a) 実験装置の場合

鉄製の小型容器を作りその中に合成海水を入れその上に PTC を浮遊させた。容器の中には水面附近に試

第1表 タンク水面附近の防蝕効果

回次	防蝕剤	腐蝕量 (g)	防蝕率 %
第1回	PTC No. 1	0.0032	95.9
"	" No. 2	0.0051	93.4
"	なし	0.0773	0
第2回	PTC No. 1	0.0020	96.4
"	" No. 2	0.0029	94.8
"	なし	0.0559	0

験片を吊した。容器は木箱に入れてプールの上に浮かせて動ようし得るようにした。2週間後に試験片を取り出して PTC を使用したものとブランクを比較したところその腐蝕状況は第1表の通りで PTC を使用したものは水面より上部には全然発錆はなかつたがブランクは全面に赤錆となつていた。防蝕率はいずれの場合も 90% 以上であつた。

(b) 実船実験の場合

最初に宇高連絡船眉山丸で実験を行つたところ成績は良好であつた。その後更にぼるねお丸、さんべとろ丸等で実験中である。眉山丸の試験結果については運輸技術研究所の研究報告船機第1082号で発表されているのでその要点を次に転載する。

- i) 試験したタンクは貨車の積み卸しの場合に船の傾きを修正するためのトリミングタンクでタンクの大きさは長さ 6m 高さ 5m 巾は上部で 2.5m であり容積は約 75t である。左舷のタンクに浮遊性防蝕剤 PTC を使用し右舷には使用しなかつた。使用量は第1回 6kg 第2回以後は 3kg で20日目毎に投入した。
- ii) 試験片をタンク内に吊し3ヶ月後にその腐蝕量を調査したところ第2表の通りで PTC を使用したものの腐蝕は著しく少く防蝕率は 93% であつた。

第2表 トリミングタンクの防蝕効果

防蝕剤の有無	ブランク	PTC使用
試験片重量 (g)	161.7888	162.3191
腐蝕量 (g)	5.5436	0.3818
単位面積当り腐蝕量 (g/cm ²)	0.0358	0.00246
防蝕率 (%)	0	93.1

- iii) 結論としては“浮遊性防蝕剤 PTC は有効で使用量が比較的少なかつたにもかかわらず殆んど完全に防蝕することが出来た”となつている。

(2) タンク水圧時等の防蝕

水圧タンク等の水面に PTC を浮遊させておくと排水時に水面の降下に伴つて防蝕剤がタンク周辺に附着

するので防蝕される。

この場合も防蝕剤の附着を良好にするため使用温度によつてその性状を多少変えてある。

(a) 実験装置の場合

鉄製の小型タンクに試験片を吊し合成海水を入れその上に少量のPTCを浮遊させた。そのあと予め開けておいた底部の小孔より排水した。タンク内の試験片の一部は屋外にその他はそのまま室内に放置してその後の腐蝕状況を調査したところ第3表の通りでPTCを使用しない場合に比べ腐蝕は著しく少なかった。

第3表 水圧実験用タンクの防蝕効果

防 蝕 剤	試験片 場 所	経過 日数	腐蝕量 (g)	防蝕率 (%)
PTC No. 101	屋 外	1 ヶ月	0.0053	88.0
"	室 内	"	0.0015	9.6
"	"	2 ヶ月	0.0044	93.8
PTC No. 102	屋 外	1 ヶ月	0.0023	94.8
"	室 内	"	0.0016	92.1
"	"	2 ヶ月	0.0018	98.3
ブ ラ ン ク	屋 外	1 ヶ月	0.0442	0
"	室 内	"	0.0202	0
"	"	2 ヶ月	0.0706	0

(b) 実船試験の場合

ぼるねお丸が建造中に No. 7C および No. 1C タンクで使用されその成績は造船研究協会第27部会の9月7日の委員会で発表されたのでその要点を引用して述べると次の通りである。

i) No. 7C および No. 1C タンクは容量的1,500tのタンクで前者にはPTC 32kg 後者には43kg 使用した。いずれの場合も過少であつてPTCが良好に附着した部分とあまり充分附着していない部分を生じた。勿論使用したPTCは殆んど全部タンク内に附着したため排水中には認められなかつた。

ii) 約3ヶ月経過後タンク内を調査した結果は次の通りであつた。

○ タンクに吊してあつた試験片の腐蝕減量は第4表の通りで附着の良好なものでは90%以上の防蝕率となつた。附着不十分なものでも防蝕率は70%以上であつた。すなわち附着良好なもの腐蝕量はPTCを使用しない場合の1/10~1/20であり、附着不十分なものでも約1/4であつた。

○ タンク内も試験片と同様PTCの附着した部分は全然発錆はなかつた。附着のやや不十分な部分は錆を生じていた。しかし水圧後夏期3ヶ月を経過したにか

第4表 ぼるねお丸水圧試験時の防蝕効果

タンク 番 号	防 蝕 剤 (No.)	PTC/タンク容量	腐 蝕 量		防蝕率 (%)
			全量 (g)	単位面積当り (g/cm ²)	
7C		32kg/1445m ³	1.6915	0.0103	67.2
7C	"	"	1.3856	0.00894	71.6
7C	"	"	1.4356	0.00926	70.6
7C	"	"	1.0842	0.00701	77.8
7C	"	"	1.2251	0.0079	74.9
7C	"	"	0.2405	0.00155	95.1
1C		48kg/1566m ³	0.8614	0.00556	82.3
6C		0, 1445m ³	4.8660	0.0214	0

かわらず錆は少なかった。

(3) 塗布した場合の防蝕

PTCを鉄板やタンクに塗布しても当然防蝕効果は大きい。塗布はスプレーでも刷毛塗でもよい。実験室における試験を終り己に数船で実施されて効果を挙げており近く造船所で発表される予定であるからここでは運輸技術研究所における実験結果のみについて述べる。

i) 塗布後1日間海水に漬けて室内に放置しておいた場合の防蝕効果は第5表の通りであつていずれも防蝕率は90%以上となつている。

第5表 塗布後海水に漬けた場合の防蝕効果

塗布より浸漬 までの日数	防 蝕 剤	腐蝕量 (g)	防蝕率%
0	PTC No. 1001	0.0060	97.6
1	"	0.0110	95.6
3	"	0.0061	97.5
0	PTC No. 102	0.0105	95.8
1	"	0.0195	92.2
3	"	0.0246	90.1
塗布せず	な し	0.2485	0

ii) 塗布後室内または屋外に放置した場合の腐蝕状況は第6表の通りで良好であつた。

第6表 塗布したものの防蝕効果

防 蝕 剤	場 所	期 間	腐蝕量 (g)	防蝕率 %
PTC No. 101	屋 外	18 日	0.0064	94.8
PTC No. 1001	"	"	0.0050	95.9
な し	"	"	0.1220	0
PTC No. 1001	"	1 ヶ月	0.0105	94.6
な し	"	"	0.1947	0
PTC No. 1001	室 内	"	0.0016	92.6
PTC No. 102	"	"	0.0015	92.2
な し	"	"	0.0217	0

運輸省型式承認になつた船用品一覽表 (3)

型式承認 番 号	品 名	有効期限	製 造 者 名	備 考
781	救命胴衣チロッキ型日救型第七号	36. 3. 19	日本救命器具株式会社	
782	甲種そう口覆布用防水布地 菊水イカリ印 KHK防水 三号	"	関西帆布化学防水株式 会社	
783	" " " 四号	"	"	
784	" " " 五号	"	"	
785	" " " 六号	"	"	
786	" キングスワソ印 " 三号	"	"	
787	" " " 四号	"	"	
788	" " " 五号	"	"	
789	" " " 六号	"	"	
790	甲種そう口覆布用防水布地 スワソ印 防 火防水 三号	"	"	
791	" " " 四号	"	"	
792	" " " 五号	"	"	
793	" " " 六号	"	"	
794	甲種白燈 (電気用) 第二種日船式第五号	36. 3. 1	日本船燈株式会社	
795	紅 燈 (") 日船式第五号	"	"	
796	可燃性ガス検定器, 直軸式干涉屈折計型	36. 3. 19	東科計器株式会社	
797	甲種しょう燈 (電気用) 第三種 二重式 日 船式 第三号	36. 4. 8	日本船燈株式会社	
798	甲種げん燈 (緑) (電気用) " " "	"	"	
799	" (紅) (") " " "	"	"	
800	甲種船尾燈 (電気用) 第一種 " " "	"	"	
801	発煙浮信号 K式 第三号	36. 5. 1	興亜化工株式会社	
802	救命胴衣 (自動ガス充填式) TM型	36. 4. 20	三菱電機株式会社	
803	落下さん附信号 白井式第一号	36. 5. 1	白井源吉	
804	ホースマスク 手廻送風式TS式	36. 5. 20	株式会社重松製作所	
805	乙種しょう燈 (電気用または油用) 第二種 日船式用無色円筒形ガラス 乙種げん燈 (") "	36. 5. 29	岩城硝子株式会社	
806	着色円筒形ガラス (紅) " (") "	"	"	
807	" (緑) 甲種船尾燈 (電気用) 第一種日船式用	"	"	
808	無色透鏡 四段折射型 " (油用または電気用) 第二種日船式用	"	"	
809	無色円筒形ガラス 三色燈 (電気用) 第三種 日船式用	"	"	
810	着色円筒形ガラス (緑) " (") "	"	"	
811	" (紅) " (") "	"	"	
812	無色円筒形ガラス " (油用) " "	"	"	
813	着色挿入ガラス (緑) " (") "	"	"	
814	" (紅) 乙種白燈 (電気用) 第二種	"	"	
815	日船式用無色円筒形ガラス " (油用) "	"	"	

巡視艇の模型試験(ビルヂ・キールによる抵抗増加)

ビルヂ・キールを附したための抵抗増加については、その取り付け位置や形が特に異常なものでない限り、浸水面積の増加による摩擦抵抗の増加分だけを見込めばよいことは一般に認められている。しかし船体のトリムが変化した場合でも同様と考えてよいか否かについての資料はあまり発表されていない。ここに示すものは海上保安庁の350噸型の巡視艇に関する模型試験の結果で、このような問題に対する一つの解答を与えるものである。

本巡視艇の主要寸法は第1表に、正面線図および船首尾形状は第1図に示す。M. S. 126はこれに対応する5.5米模型(縮率1/8.727)である。ビルヂ・キールは図に見る如くかなり大きい(長さは吃水線長さの約34%)。副部としてはこのほか1組のシャフトおよびシャフト・ブラケットと船体中心線上の1箇の吊下げ能が取り付けられた。

抵抗試験は満載、常備および軽荷の3状態で、裸殼と全副部つきの場合について行われ、更に常備状態についてはビルヂ・キールの抵抗増加におよぼす影響を明かにするために、裸殼でトリムを2種変化するとともに、ビ

ルヂ・キールのみを取りつけて同様にトリムを変化した場合の試験も実施された。試験結果は第2図に剰余抵抗係数 r_w の形で示す。

$$r_w = R_w / \rho V^{2.5} V^2$$

但し R_w = 剰余抵抗 (kg)

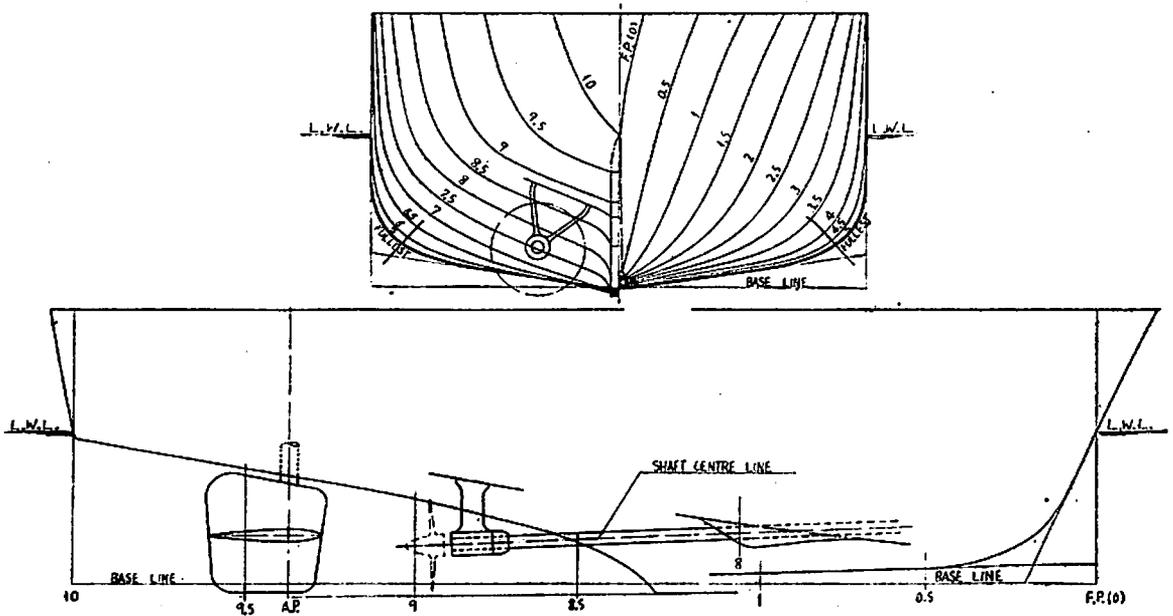
ρ = 水の密度 (kg·sec²/m³)

V = 排水量 (m³)

V = 速度 (m/sec)

これによればビルヂ・キールを附したための r_w の増加は、トリムのある場合でも殆んど見られない。従つてこの程度のトリム変化ではやはり浸水面積の変化による摩擦抵抗の変化のみを考慮すれば充分で、裸殼と全副部つきの場合の r_w の差は殆んどシャフトおよびシャフト・ブラケットによる抵抗増加であることが知られる。

なお本模型船による自航試験の結果から算定されたB.H.P., R.P.M.等を参考までに第3図に示す(推進器要目は第1表参照)。同図中にはまた常備状態の裸殼と全副部つきのE.H.P.も併せ記入した。



第1図 M. S 126 正面線図および船首尾形状図

NORMAL CONDITION :-

CONDITION	DRAFT (M)	TRIM (M)	DISPL. (MT)	WETTED SURFACE (M ²)	MARK
NAKED	2.578	0	585.6	4.553	X
"	"	+0.55	"	"	△
"	"	-0.55	"	"	□
WITH BK	2.578	0	"	4.893	+
"	"	+0.55	"	"	●
"	"	-0.55	"	"	▲
WITH ALL BK	2.578	0	586.9	5.059	○

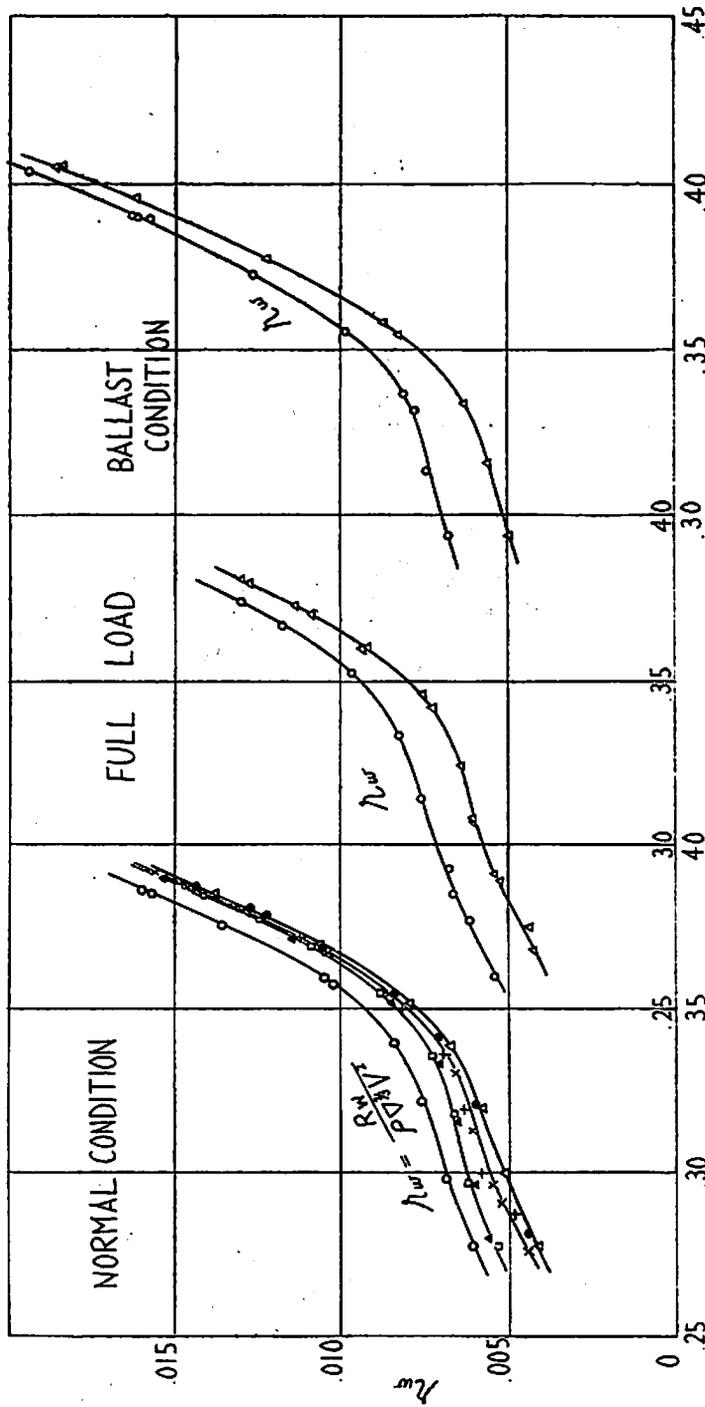
FULL LOAD :-

CONDITION	DRAFT (M)	TRIM (M)	DISPL. (MT)	WETTED SURFACE (M ²)	MARK
NAKED	2.696	0	625.2	4.694	△
WITH ALL BK	"	"	626.5	5.200	○

BALLAST CONDITION :-

CONDITION	DRAFT (M)	TRIM (M)	DISPL. (MT)	WETTED SURFACE (M ²)	MARK
NAKED	2.319	0	502.0	4.240	△
WITH ALL BK	"	"	503.3	4.746	○

REMARKS :-
 * TRIM BY THE STERN, + 80W, -



$$Fr = \frac{V}{\sqrt{Lg}}$$

第 2 图 M. S. 126 剩余抵抗系数曲线图

第 1 表 要

M. S. No.	126
長 (L.B.L.)	45.00 米
幅 (B) 外板を含む	7.30 米
常 吃水 (d) 基線より	2.250 米
備 吃水線の長さ (L.W.L.)	48.00 米
排 水量 (d)	399.8 噸
* C _b	.494
* C _p	.572
* C _m	.864
状 * lcb (L.W.L.の%にて、 その中央より)	+0.6 %
λ *	.14479
λ' *	.1866

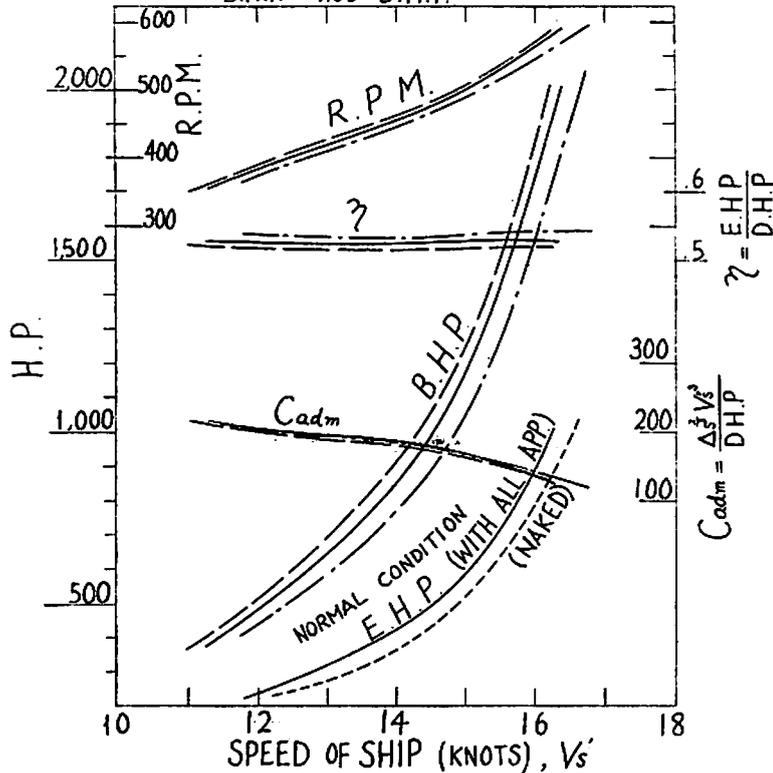
目 表

M. P No.	106 R.&L.
直 径	1.380 米
ポ ス 比	.206
ピ ッ チ (一定)	1.165 米
ピ ッ チ 比 (〃)	.844
展 開 面 積 比	.677
展 翼 厚 度 比	.0536
傾 斜 角	0
翼 数	4
回 転 方 向	外 廻 り
翼 断 面 形 状	円 弧 型

* L.W.L. に基く

CONDITION	DRAFT (m)	TRIM (m)	DISPL (t)	MARK	REMARKS
NORMAL	2.250	0	390.1	---	WITH ALL
FULL LOAD	2.353	0	416.4	---	APPENDAGES
BALLAST	2.024	0	334.6	---	

B.H.P. = 1.05 × D.H.P.



第 3 図 M.S. 126 × M.P. 106^H B.H.P. 等 曲 線 図

鋼船建造状況月報(32年1月)

船舶局造船課

(イ) 起工船

(昭和32年1月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船主	総噸数	主機	用途	起工年月日
日立造船(桜島)	3,817	三光汽船	8,750	D	貨物船	32. 1. 21
三菱造船(下関)	519	第一汽船	2,650	〃	〃	32, 1. 18
三保造船	218	正福汽船	999	〃	〃	32. 1. 15
塩山船渠	231	三協汽船	1,800	〃	〃	32. 1. 30
佐野安船渠	154	三星海運	700	〃	〃	32. 1. 18
大洋造船	93	丸の内海運	1,590	〃	〃	32. 1, 18
福島造船	—	辰己商会	560	〃	〃	32. 1. 9
鶴浜造船	10	江田島海運	300	〃	〃	32. 1. 12
金指造船	—	清寿漁業	1,170	〃	漁船(鮪)	32. 1. 18
浦賀船渠	695	リベリヤ	8,050	〃	輸出船(貨)	32. 1. 8
名古屋造船	134	ノルウエー	12,500	〃	〃(油)	32. 1. 5
鋼管鶴見	727	リベリヤ	〃	〃	〃(〃)	32. 1. 31
三菱日本(横浜)	812	リベリヤ	25,000	T	〃(〃)	32. 1. 25
三井造船	611	デンマーク	12,700	D	〃(〃)	32. 1. 5
三菱造船(長崎)	1,490	パナマ	26,000	T	〃(〃)	32. 1. 8
播磨造船	507	〃	24,150	〃	〃(〃)	32. 1. 16
飯野重工	35	リベリヤ	20,500	〃	〃(〃)	32. 1. 28
波止浜造船	53	日進海運	650	D	貨物船	31. 12. 7
金川造船	240	大和海運	495	〃	〃	31. 12. 14
金指造船	—	奥村福松	380	〃	漁船(鮪)	31. 12. 26
他13隻(200噸未満)		1,263噸				

起工船合計 33隻 162,707 総噸

(ロ) 進水船

(昭和32年1月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	船主	総噸数	主機	用途	進水年月日
日立造船, 桜島	3,816	山豊丸	山下汽船	8,750	D	貨物船	32. 1. 13
〃 因島	3,818	諏訪春丸	新日本汽船	〃	〃	〃	32. 1. 18
川崎重工業	957	第五真盛丸	原商船	8,100	〃	〃	32. 1. 31
三菱造船, 広島	133	かれどにあ丸	三菱海運	7,550	〃	〃	32. 1. 30
石川島重工	752	東雲丸	岡田商船	7,900	〃	〃	32. 1. 14
鶴浜造船	7	第三秋宝丸	川端勇	190	〃	〃	32. 1. 27
宇品造船	308	福勝丸	林鹿太郎	380	〃	〃	32. 1. 15
西井船渠	18	第十光安丸	出光興産	499	〃	油槽船	32. 1. 8
日立造船, 向島	3,833	わか丸	南海汽船	498	〃	貨客船	32. 1. 18
三保造船	215	北星丸	北海道庁	220	〃	漁船(練習)	32. 1. 21
〃	217	第十八新造丸	中島藤七	380	〃	〃(鮪)	32. 1. 26
山西造船	321	三浦丸	神奈川県	150	〃	〃(練習)	32. 1. 18
大阪造船	129	瑞鳳丸	日東運輸	145	〃	500×2 雑船(曳)	32. 1. 6
播磨造船	504	CASTELLA	リベリヤ	20,630	T	15,000 輸出船(油)	32. 1. 13
鋼管鶴見	726	ARISE	パナマ	12,500	D	7,500 〃(〃)	32. 1. 29
三菱日本, 横浜	810	SPEEDWAY	〃	21,000	T	17,500 〃(〃)	32. 1. 23
大洋造船	89	播洋丸	(株)林兼	1,590	D	1,400 貨物船	31. 12. 20
第一船舶工業	6	大祐丸	株本海運	270	〃	320 〃	31. 12. 26
幸陽船渠	35	第2東新丸	東海鋼業	200	〃	270 〃	31. 12. 17

德島造船	10	第8徳石丸	徳島石油	425	D	450	油槽船	31. 12. 17
中村造船	143	第3伊勢丸	堀江船船	425	"	"	貨物船	31. 11. 16

他 13 隻 (100 噸未滿) 887 噸

進水船 合計 34 隻 101,439 總噸

(ハ) 竣工船

(昭和32年1月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	船主	総噸数	主機	用途	竣工年月日
三井造船	622	万寿山丸	三井船船	7,200	D	11,250 貨物船	32. 1. 31
尾道造船	37	朝海丸	鶴谷汽船	2,420	"	1,800 "	32. 1. 15
佐野安船渠	141	光和丸	共和産業海運	1,595	"	1,400 "	32. 1. 30
徳島造船	11	日興丸	太平海運	499	"	550 "	32. 1. 16
防長造船	56	千祥丸	中野汽船	495	"	不明 "	32. 1. 11
播磨造船	509	彦根丸	日本郵船	7,350	"	4,200 "	32. 1. 28
日立造船, 向島	3,759	銀光丸	三光汽船	4,990	"	3,360 "	32. 1. 30
幸陽船渠	35	第二東新丸	東海鋼業	200	"	270 "	32. 1. 23
三菱造船, 下関	518	第58日宝丸	島津海運	680	"	800 油槽船	32. 1. 31
塩山船渠	226	昭瑞丸	昭和油槽船	1,400	"	1,350 "	32. 1. 17
徳島造船	10	第8徳石丸	徳島石油	425	"	450 "	32. 1. 7
金指造船	243	第3富士丸	佐久間竹松	710	"	1,200 漁船(鮪)	32. 1. 31
"	246	那智丸	和歌山県	350	"	650 "(指導)	32. 1. 31
函館ドック	229	MARIA. L.	パナマ	10,300	T	8,200 輸出船(貨)	32. 1. 25
日立造船, 因島	3,779	NAVARINO	"	7,050	"	6,600 "(")	32. 1. 23
石川島重工	746	ANDROS GALE	アメリカ	10,150	"	8,200 "(")	32. 1. 16
川崎重工業	955	EAST BREEZE	ホンコン	6,450	D	5,200 "(")	32. 1. 25
三菱造船, 広島	128	BATIS	リベリヤ	10,200	T	7,150 "(")	32. 1. 23
" 長崎	1,461	WORLD INFLUENCE	"	26,000	"	17,500 "(油)	32. 1. 31
鋼管鶴見	721	WORLD INDUSTRY	"	25,000	"	17,500 "(")	32. 1. 12
新三菱, 神戸	867	ENTER PRISER	パナマ	20,500	"	17,500 "(")	32. 1. 28
浦賀船渠	698	MOSOIL	ノルウェー	12,500	D	9,100 "(")	32. 1. 31
大洋造船	79	第8大洋丸	大島運輸	280	"	350 貨物船	31. 12. 24
岸上造船	—	第5光洋丸	花房汽船	495	"	600 "	31. 12. 25
中村造船	143	第3伊勢丸	堀江船船	425	"	450 "	31. 12. 14
大洋造船	78	第7大洋丸	大島運輸	200	"	350 "	31. 11. 28

他 19 隻 (200 噸未滿) 1,547 噸

竣工船 合計 45 隻 159,211 總噸

警備艦(竣工)

造船所	船番	艦名	注文者	排水噸	主機	型式	竣工年月日
飯野重工	31	きじ	防衛庁	300	D	2,000×2 駆潜艇	32. 1. 29
呉造船船渠	20	つばめ	"	350	"	"	32. 1. 31
浦賀船渠	672	かもめ	"	330	"	"	32. 1. 14

合計 3 隻 980 排水噸

特許解説

特許庁 大谷幸太郎

艀口蓋装置 (昭和31年特許出願公告第9,780号,

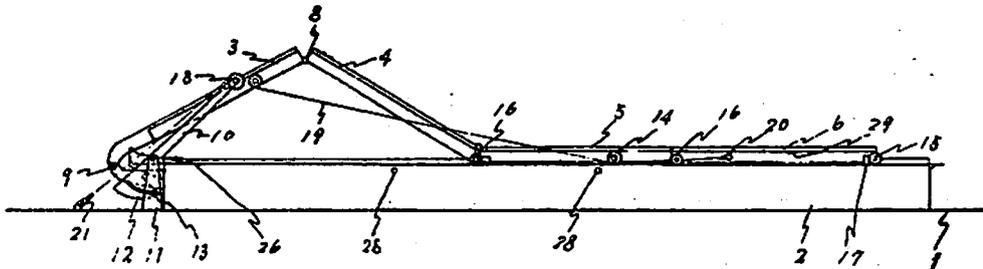
発明者・池田卓雄, 出願人・三菱造船株式会社)

本発明は複数個の蓋部材から成り艀口上に展張することによつて艀口を閉鎖するように構成された艀口蓋装置の改良に関するもので、構造簡単で取扱い容易な艀口蓋装置を提供しようとするものである。

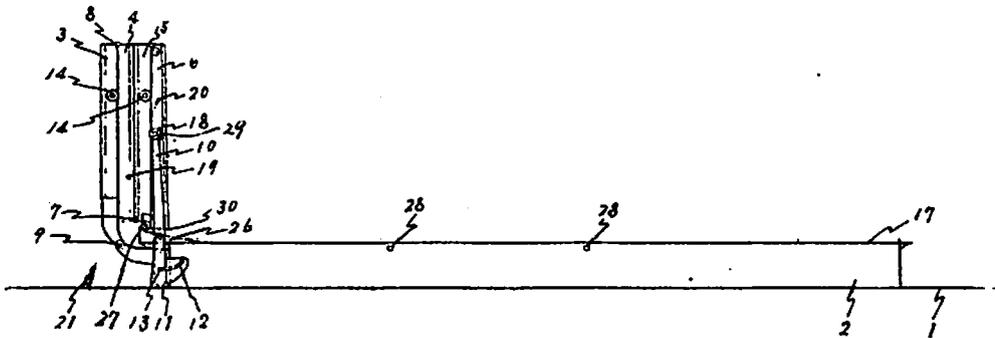
図面について説明すると、3...6は艀口蓋部材で、各部材の接合部には交互に下側および上側に蝶番7および8が取付けられ、全体を襞状に折畳むことができるようになつている。これ等蓋部材のうち格納端寄りの部材3は蝶番9により艀口縁材2に枢着されている。11は艀口縁材2の格納端側方に設けられた支台で、これに突梁10

が起伏自在に取付けられている。突梁10の下端扇形部には弧状の透孔12が形成され、この透孔12を貫通してピン13を挿入すれば突梁10はある角度内を起伏できる状態となる。そして突梁10の先端には導索車18が取付けられ、また蓋部材の側部適宜の箇所に導索車14や滑走車輪15,16が設けられている。

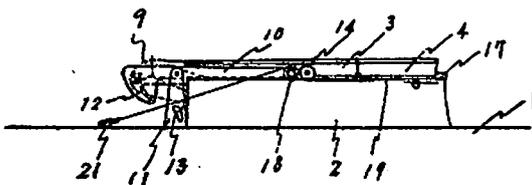
艀口を閉鎖した場合は突梁10が甲板上的の通行等の邪魔にならないように前記のピン13を取外し第3図に示すように突梁10を廻転させて倒しておく。艀口を開放する場合は突梁10を廻転して起立させ、ピン13を透孔2内に嵌めると突梁10は第1図に示す位置に支持される。蓋部材の開閉索19は突梁10頂部の導索車18の上側から部材3両側の導索車14の下側を通つて配置されているので揚貨機等により開閉索19を牽引すれば部材3は引揚げられる力を受け格納端位置に向つて廻動する。この結果部材3に蝶着された部材4は扛起し乍ら格納端に向つて移動し、同時に他の部材も一齊に格納端に



第 1 図



第 2 図



第 3 図

向い移動する。そして部材3,4は殆んど垂直位置まで折畳まれ、後続部材も逐次襞状に折畳まれる。この場合最終部材の側部に設けられたストッパ29が突梁10の側面に接触し突梁10も直立位置まで廻動して艀口荷役を行う場合に突梁10が邪魔にならない状態となる。

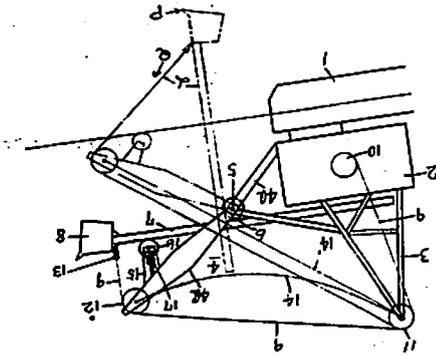
逆に艀口を閉鎖する場合は開閉索19を緩めれば部材6がレール26上を自重により転がり下り前述の場合と

は反対に全部材は逐次艙口上面を覆う。その後突梁 10 のピン 13 を取外し突梁 10 を廻転し倒しておけばよい。

掘さく装置 (昭和 31 年特許出願公告第 10,431 号、
発明者・安河内春雄、岡田元 出願人・株式会社日
立製作所)

本発明はジッパドレジャ等においてブームの俯仰機
構を必要とすることなくジッパ巻上機構を利用してブ
ームの俯仰を行わせ、かつジッパの有効切削力並びに放荷
高さを増大することができるようにしたものである。

図面においては 1 は船体、2 は旋廻台、3 はこれに固
定したフレームである。ブームは下ブーム 4a と上ブ



ーム 4b とから成り、下ブーム 4a はフレームと一体
に構成され、上ブーム 4b は軸 5 により下ブーム 4a に
旋廻自在に取付けられている。軸 5 にはサドルブロック
6 を介してジッパハンドル 7 が取付けられている。9 は
ジッパ巻上ロープで旋廻台 2 のドラム 10 よりフレーム
3 上のシープ 11、上ブーム 4b 上のシープ 12 を経てジ
ッパ 8 に連結されている。14 はブーム支持ロープ 15 は
上ブームに取付けたストップではね 17 により押圧され
たローラ 16 を備えている。

掘削に際しジッパ 8 を巻下すと、上ブーム 4b は自重
と巻上ロープ 9 との合力により下向きに旋廻し、ブーム
支持ロープ 14 の緊張したところで支持される。一般に
巻上ロープとジッパハンドルとのなす角を α 、ジッパ先端
に働く巻上ロープ張力を Q とすれば、有効掘削力は
 $Q \sin \alpha$ に比例するものであるが、本発明装置におい
ては角 α が従来のものより大きくなるので有効掘削力
を増大することができる。掘削が終つてジッパハンドル
7 がストップ 15 のローラ 16 に接触するとその後は巻上
ロープ 9 により上ブーム 4b はジッパ 8 と一体に巻上
げられる。また本発明装置においてはジッパハンドルと
ストップのローラとが接触した状態でも容易にジッパハ
ンドルの出し入れを行うことができるので放荷半径を任
意に変えることができる利点がある。

(256 頁よりつづく)

ースが多い。たとえば油冷却器の計画において、所要油
量に 20% のマージンを取り、油温を入口 60°C 、出口
 50°C とし、冷却海水の入口温度を 30°C とし、出てき
た冷却面積に 15% を加え、数字を round up する。こ
の位のことはごく無難作に行われる。条件を見極めてマ
ージンを考えなければならない。

3) 思想が首尾一貫しないこと

前項と若干重複する場合もあるが、これは考えが中途
半端な場合に起り易いケースである。思想を一貫させる

ために、設計基準とか規格とかが定められてい、また定
めつつあるわけであるが、設計基準のみに頼るにはあま
りに新しい事象が多く出すぎる。その場合の応用動作は
よほど気を付けないと行き当たりばつたりになり易い。バ
イパス弁や切換弁を取つたりつけたり、肉厚を増したり
減らしたり、まことにだらしないことになる。

このように列挙して見ると、まことに冷汗が出ること
であるが、あえてここに記して自らの反省の鞭とする次
第である。

船 舶 第 30 卷 第 3 号

昭和 32 年 3 月 12 日発行
定価 150 円 (送 8 円)

発行所 天 然 社

東京都文京区向丘弥生町 3

電 話 小石川 (92) 2284

振 替 東京 79562 番

発行人 田 岡 健 一

印刷人 研 修 会

購 読 料

1 冊 150 円 (送 8 円)

半年 (前金予約) 800 円

1 年 (") 1,500 円

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

原子力工学講座

全6巻 遂に完結

実用化への理論・応用を網羅

〔編集委員〕 50音順

原子核研究所長 菊池正士
東大教授 理博

原子力研究所理事 木村健二郎
理学博士

東京工業大学教授 武田栄一
理学博士

原子力研究所理事 杉本朝雄
研究部長・理博

東京大学教授 矢木 栄
工学博士

科研主任研究員 山崎文男
理学博士

歴史は大きく原子力時代へと踏み出した。

このときにあたり本講座は現在斯界の第一線で活躍しておられる30数名の権威者により執筆されたもので、基礎より応用理論を網羅した関係学生・研究者・技術者必読の決定版

〔全巻主要項目〕

1巻 原子力物理学概論 序論・原子の質量・原子核のスピン・磁気能率・電気的四重極能率・パリティ・ β -崩壊・ α -崩壊・定常状態間の遷移・ γ 線放射・内部転位・イソメリズム・核反応・散乱の現象・核分裂・加速器

2巻 中性子 中性子物理学の概要・中性子の原子核に対する作用・中性子の拡散と減速・中性子実験法・中性子の回折

3巻 放射線測定装置 放射線検出の基礎原理・放射線測定用電子管回路・放射線検出および測定器

4巻 原子炉工学 原子炉の設計および基礎計算・原子炉の構造計算・原子炉の材料・原子炉の熱除去・原子炉の操作・原子炉燃料の再処理

5巻 原子力の応用 原子力発電・移動機関への応用・原子兵器の効果

6巻 放射性同位元素の工業への応用 追跡子・アクチベーション分析・オートラジオグラフィ・放射線源利用・ラジオグラフィ・オートメーション

7巻 ウラン及原子炉材料ならびに放射化学 ウラン・トリウム・ベリリウム・ジリコニウム・重水・黒鉛・資源と探鉱・放射化学概論

8巻 同位元素分離 物理と化学的方法による分離・電磁気的方法による分離

9巻 放射線防護 放射線医学・放射線の遮蔽・放射性廃棄物の処理・放射線防護用計器・放射性物質安全取扱

〔詳細内容説明送呈〕

〈各巻〉A5判・9ホ横組・上製函入・約320頁 定価580円

東京神田駿河台3の9・振替東京57035番

共立出版株式会社

天然社・海軍工學圖書

豊田清治著 A5上製160頁 280円(送30円)
推測および天文航法
 田中岩吉著 A5上製折込4葉140頁定価260円(送30円)
海上運送と貨物の船積
 (前篇) **海上運送概説**
 田中岩吉著 A5上製170頁 290円(送30円)
海上運送と貨物の船積
 (後篇) **貨物の船積**
 鞠谷宏士著 A5上製160頁 300円(送30円)
船舶の構造及び設備属具
 上坂太郎著 A5上製160頁 280円(送30円)
沿岸航法
 横田利雄著 A5上製140頁 230円(送30円)
航海法規
 鞠谷宏士著 A5上製130頁 220円(送30円)
船舶の保存整備
 石田千代治・貞壁忠吉著 上製340頁 680円(送50円)
蒸気ボイラ
 波多野浩著 A5上製350頁 700円(送50円)
航海計器第1巻
 依田啓二著 A5上製280頁 380円(送50円)
新海上衝突予防法概要
 浅井・上坂共著 A5上製290頁 480円(送50円)
地文航法
 天然社編 B5上製8冊 2段組200頁 500円(送50円)
船舶用品便覧
 造船協会鋼船工作研究委員会編
 A5判アート220頁(折込11枚)450円(送50円)
船舶の熔接工作法
 福永彦又著 A5上製240頁 490円(送50円)
海図の見方
 浅井・豊田共著 A5上製280頁 450円(送50円)
天文航法
 鮫島直人著 A5箱入250頁 450円(送50円)
船位誤差論
 宇田道隆著 A5上製3.0頁 5.0円(送50円)
海洋気象学
 和達・島山・福井共著 A5 450頁 1200円(送50円)
気象辞典
 中谷勝紀著 A5箱入230頁 500円(送50円)
船舶用チーゼル機関の解説
 上野喜一郎著 A5箱入630頁 850円(送50円)
船舶安全法規
 天然社編 B5上製220頁 450円(送50円)
船舶の寫真と要目 才2集(1953年版)
 天然社編 B5上製230頁 650円(送50円)
船舶の寫真と要目 才3集(1955年版)
 天然社編 B5上製180頁 650円(送50円)
船舶の寫真と要目 才4集(1956年版)

上田篤次郎著 A5上製(折込7枚) 500円(送50円)
船舶用電気設備
 造船協会電気熔接研究委員会編
 A5判総アート200頁 360円(送40円)
船舶の熔接設計要覽
 小林恒治著 A5上製260頁 420円(送50円)
實用航海術
 小野寺道敏著 A5上製340頁 500円(送50円)
氣象と海難
 山縣昌夫著 B5上製350頁 850円(送50円)
船舶型学(推進篇)
 山縣昌夫著 B5上製図表別冊700頁(送50円)
船舶型学(抵抗篇)
 上野喜一郎著 A5上製280頁 380円(送50円)
船舶の歴史 才1巻 古代中世篇
 上野喜一郎著 A5上製300頁 420円(送50円)
船舶の歴史 才2巻 近代篇
 米國造船造機学会編 米原令敏訳 各B5上製
船舶機関工学(第1分冊)650円(送50円)
 " (第2分冊)520円(送50円)
 " (第3分冊)700円(送50円)
 " (第4分冊)800円(送50円)
 " (第5分冊)900円(送50円)
 茂在寅男著 B6上製210頁 280円(送40円)
解説「レーダー」
 橋本・森共著 A5上製200頁 300円(送40円)
船舶積荷
 小野暢三著 A5上製170頁 250円(送40円)
船舶用聯動汽機
 矢崎信之著 B6上製300頁 250円(送40円)
船舶機関史話
 渡辺加藤一著 A5上製200頁 280円(送40円)
荒天航泊法
 小谷・南・飯田共著 A5上製340頁450円(送50円)
機関士必携
 依田啓二著 A5上製400頁 450円(送50円)
船舶運用手学
 小谷信市著 A5上製300頁 350円(送50円)
船舶用補機
 高木淳著 A5上製240頁 300円(送50円)
初等船舶算法
 中谷勝紀著 A5上製320頁 350円(送50円)
船舶用チーゼル機関
 中谷勝紀著 A5上製200頁 250円(送40円)
船舶用燒玉機関

三機の鋼管と船舶用機材

厨房設備

(ギャレ・グリル・ベーカリー・バー・喫茶)
冷蔵設備・食品加工設備一式

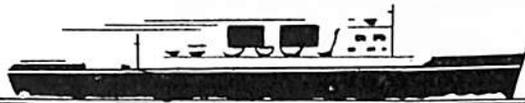
洗濯設備

(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



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

船用計器の総合メーカー

東京計器

米国スペリー社・キディー社・ベンディクス社提携

スペリー ジャイロ コンパス, マリンレーダー, ロラールン
マグネティックコンパスパイロット, マイナー-Ei ジャイロ コンパス
小型レーダー キディー 火災探置並消火装置
ベンディクス デブス レコーダー 其他各種

株式
会社

東京計器製造所

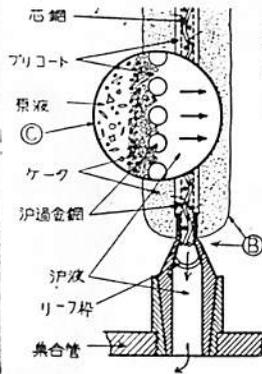
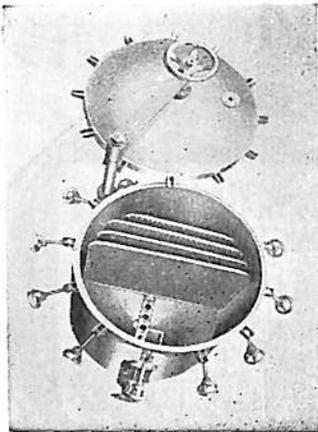
本社 東京都大田区東蒲田4-31

電話 蒲田 (73) 2211-9(代表), 7181-9(代表)

出張所及び
サービスステーション 長崎・下関・神戸・大阪・名古屋・横浜・東京・函館

特許ウルトラ・フィルター

標準型分解図



硅藻土汚膜により…
潤滑油・燃料油循環濾過に
100%効果!!

- 油中の0.1 μ 迄の極微粒子の完全濾過
- 脱酸・脱水による性能の向上
- 温度の高低自由
- ケークの排出迅速

(カタログ進呈)

飲料水の無菌濾過

ミウラ化学装置株式会社

東京都目黒区下目黒3の543 電話大崎(49)064リ
大阪市住吉區帝塚山東2の17 電話大阪(67)0251~2
弊社あるいは…代理店を通じて御照会下さい
代理店 三菱商事・オ一物産・日協産業・実戸商会

本邦唯一の 雌ねじ測定機

旭洋精機製 PAT. No. 195055

- ★ 雌ネジ類の有効径の総合誤差を1/100mmの精度で簡単に而も数値的に測定出来得る日本最初の比較測定機です。
- ★ 発売以来4年を経、益々御好評を得ており、製品検査用、品質管理に利用すれば能率は10倍以上、ゲージ購入費は1/3に軽減と実証されています。
- ★ 測定範囲3~40mm (ウイット・メートル・アメリカ各種ねじ)
- ★ 附属ゲージの取替で3~100mmの孔径内径測定に應用出来、エアーマイクロメーターの比ではありません。
- ★ 雌ネジ測定に就いても3~100mmの計測器があります。

K E T T 電磁微厚計

- ★ 用途 (メッキ・塗装の微厚検査用) ★ 精度 1/1000mm
- ★ 測定範囲 0~0.5mm ~ 最大 8mm迄

木材含水率計・一般ゲージ・治具・検査具

東京都中央区京橋1の2 大阪商船ビル

太陽興業株式会社 機械部

電話 (28) 8028番

川野田



社長 安藤豊禄

小野田セメントK.K.

東京・丸の内・鉄鋼ビル

最新型



東芝 交流アーク溶接機

SWA-H500型 SWA-250型

東芝交流アーク溶接機は JIS 規格に準拠する H 種 (シリコン) 絶縁、可動コイル防滴型で、安定な溶接が出来ます。ファンを使用しないので故障の心配がなく、小型軽量で持運びも容易、しかも電流調整範囲が広く外函も特に頑丈で美麗に出来ております。500 A 型は厚鉄板溶接の能率化に最適として造船所その他で非常な御好評を得ており、又 250 A 型は薄鉄板のきれいな溶接に好適です。



SWA-H500型
A 500 ~ 80 A

Toshiba

東京芝浦電気株式会社

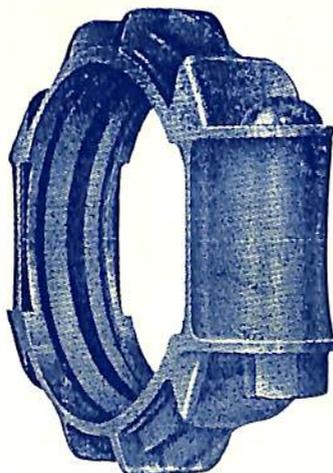
東京都中央区銀座西 5-2
電話 (57) 5711・8131・8261・8271



日本ヴィクトリック株式会社

VICTAULIC

LEAKTIGHT
PIPE



FLEXIBLE
JOINTS

販売代理店

浅野物産株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目6

東京海上ビル新館8階

電話東京28局 4521 (代表)

4531 (代表)

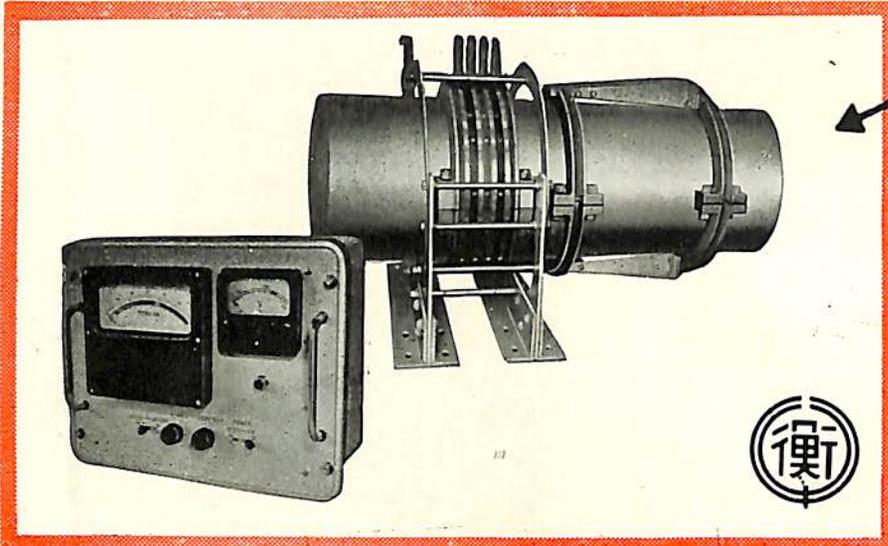
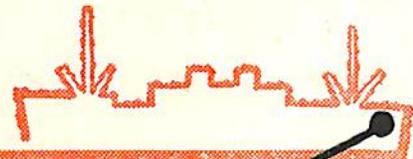
4541 (代表)

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番地
横浜・名古屋・神戸
広島・高松・福岡・八幡
長崎・熊本・仙台・釧路

ABC

電気式船用トルクメーター



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

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



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

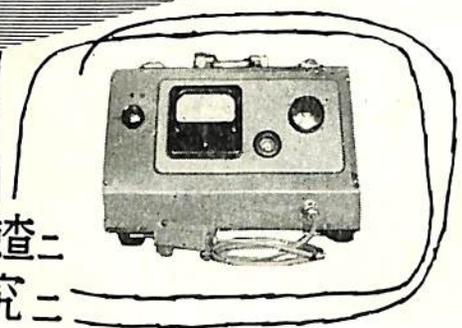
株式会社東京衡機製造所

船舶 第三十卷 第三号
 昭和三十三年三月二十七日
 昭和三十三年三月十二日
 発行 (毎月一回)

編集発行 東京都文京区向ヶ岡彌生町三
 兼印刷人 新田岡健通 一
 印刷所 研 修 舎

表面
 平均値

アラサ計



加工中ノ仕上面検査ニ
 摩擦摩耗ノ研究ニ

POOK

JIS

本器は通産省工業技術院の應用研究試験補助金により、工業技術院機械試験所と協同研究によつて完成したものであります。

- 1 数秒にて測定可能 (直読)
- 2 測定範囲0.1乃至30ミクロン (RMS値)
- 3 記録計により記録可能
- 4 針圧1グラム以下
- 5 使用電源100ボルト50又は60サイクル6(ワット)

コツス測定器株式会社

東京都千代田区有楽町1の2(日比谷朝日生命館) 電話東京(59)9598・9761~2

本号定価一五〇円発行所 天

然社
 振替・東京 九五六二番
 電話小石川 三二八四番

IBM 5541