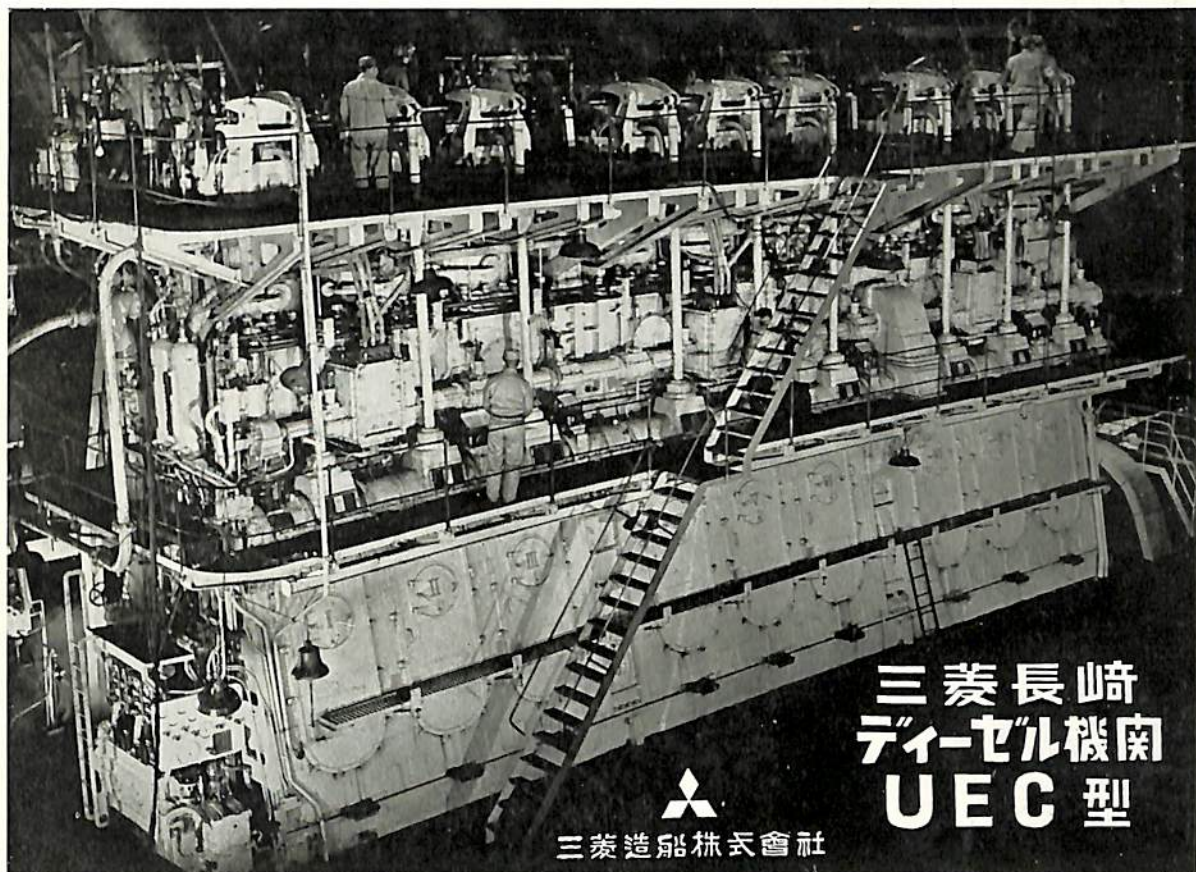


船舶 5

VOL.30

昭和五年三月二十日 才三種郵便物認可
毎月一回 十二日 発行
昭和二十四年三月二十八日 運輸省特別承認
郵記 才四〇六号
昭和三十一年五月七日 発行
昭和三十一年五月十二日 印刷

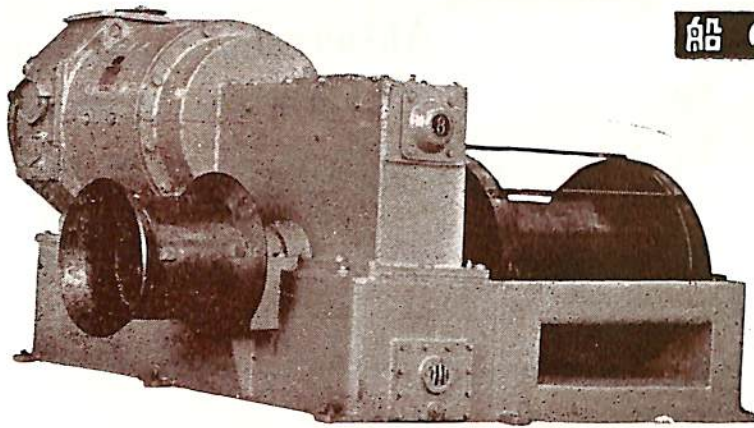


三菱長崎
ディーゼル機関
UEC 型



三菱造船株式会社

天 然 社



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

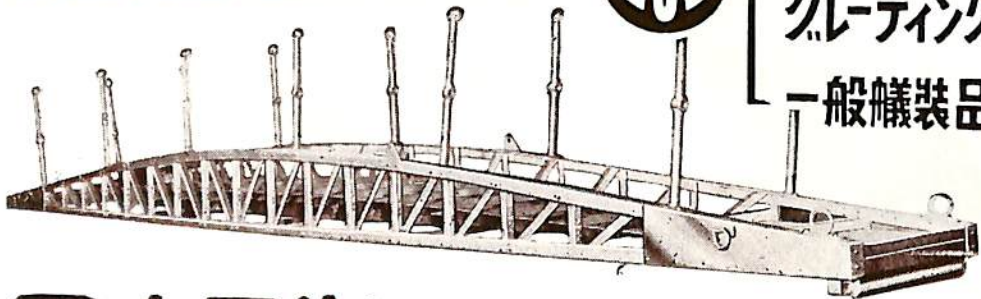
富士電機製造株式会社

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 5 号

昭和 32 年 5 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

輸出油槽船ワールド・インダストリー号について 日本鋼管鶴見造船所設計部... (445)

高速艇の抵抗における相似則について 横尾幸一・菅野博志... (450)

振計の零線について 研野作一・川上善郎... (453)

欧州各國における船舶用減速齒車の近況 星野次郎... (458)

原子力船について 中田金市... (465)

船舶用原子炉プラントと遮蔽 佐藤健一郎... (467)

〔文 献〕 原子力船の載貨量に及ぼす遮蔽の影響 (後) (475)

スラミング (船首底衝突) について (5) 越智和夫... (480)

小型船舶用レーダー AR-25 について 福本昇三... (485)

船舶設備規程 (第六編) の改正 (3) 辻 良夫... (487)

船の溶接設計および工作に関する要領書 (4) 内田喜三郎... (492)

〔水槽試験資料 76〕 中型貨物船の模型試験 船舶調査集... (498)

昭和32年度計畫 (※13次) 新造船建造希望申込一覧表 (501)

鋼船建造状況月報 (昭和 32 年 3 月末現在) 船舶局造船課... (504)

〔特許解説〕 瞬間操舵方式・航行保安装置および類似装置・内燃機関のシリンダー・
貨物船における粉粒体の撒積および一般貨物の積載装置 大谷幸太郎... (506)

写 真 竣工— ☆ 摂津丸 ☆ 諏訪春丸 ☆ 山豊丸 ☆ かもめ ☆ みさご ☆ 地洋丸 ☆ CASTELLA
☆ MARATHON ☆ WORLD INDEPENDENCE ☆ MOSOIL ☆ NATIONAL
☆ PRESTIGE ☆ NAESS CRUSADER ☆ WORLD INDUSTRY

進 水— ☆ 祥和丸 ☆ 珠島丸 ☆ 富士山丸 ☆ ATLANTIC KING ☆ 乾昇丸 ☆ 鳳晴丸
☆ STANVAC MARINER



最高水準を行く!!

船舶用熱管理資材

* 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)
- サーピロン*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 (米國バード・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

井上商會

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

ダレ拵サ

ハツチカバー

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



特長

1. 破断強力、摩擦強力が極めて強い。
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。

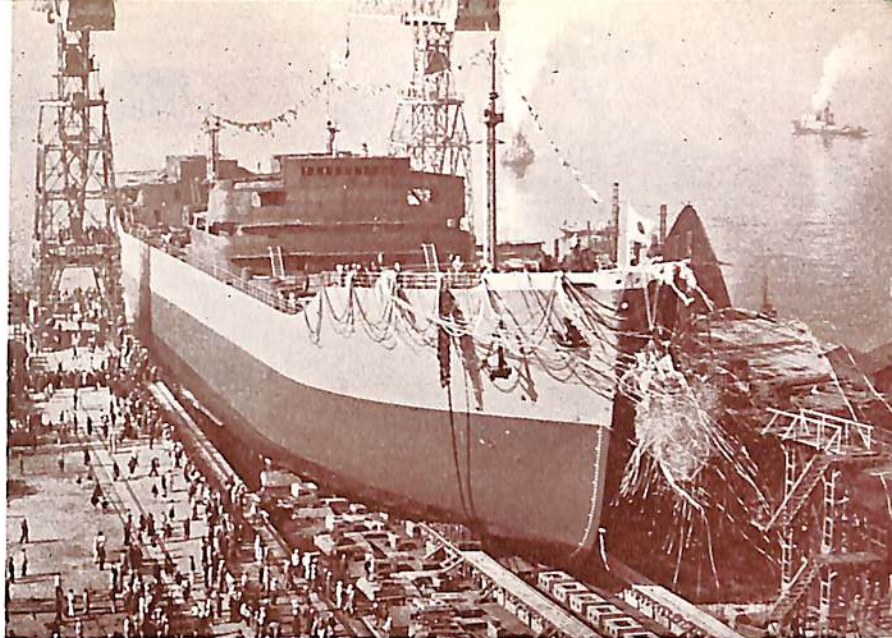


倉敷レイヨン株式会社

祥 和 丸 →

船 主 太平洋海運株式会社
造 船 所 三菱造船・広島造船所

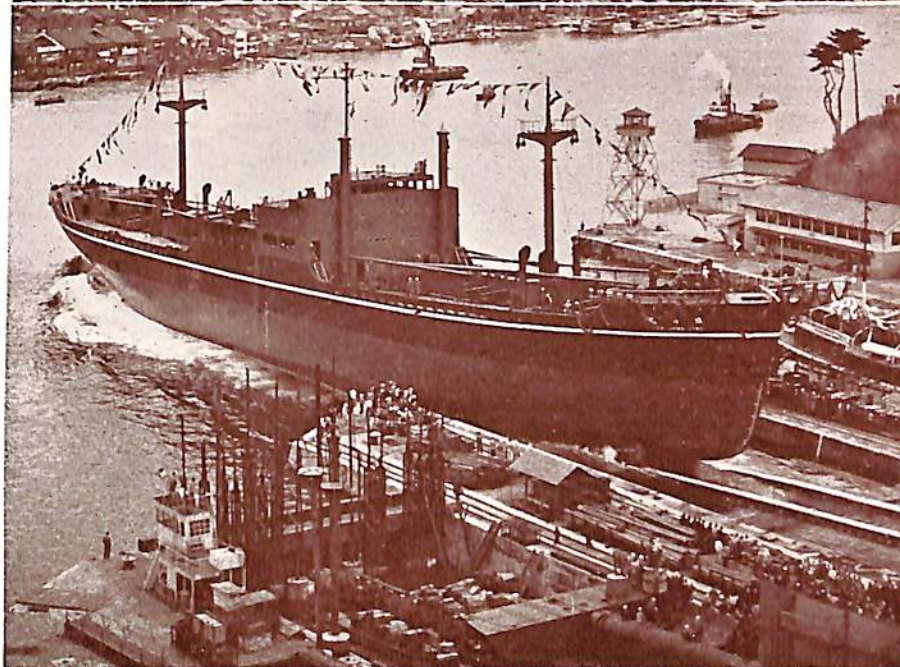
長(垂)164 m 幅(型)22.4 m 深(型)12.3 m
吃 水 9.50 m 総噸数 13,200 噸
載貨重量 21,000 噸 速力 15.25 ノット
主 機 三菱長崎ディーゼル 6 UC 型 出力 8,500 馬力
船 級 NK 進 水 32-3-29



珠 島 丸 →

船 主 国光海運株式会社
造 船 所 日立造船・向島工場

全長 120.73 m 長(垂)112.50 m
幅(型)16.70 m 深(型)9.10 m
吃 水 7.30 m 総噸数 約 4,950 噸
載貨重量 約 7,550 噸 速力 14.5 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-VTBF-110 型) 1 基 出力 3,450 馬力
船 級 NK 起 工 31-11-7 進 水 32-4-17
竣 工 32-7 月中旬予定



新しい時代のために...

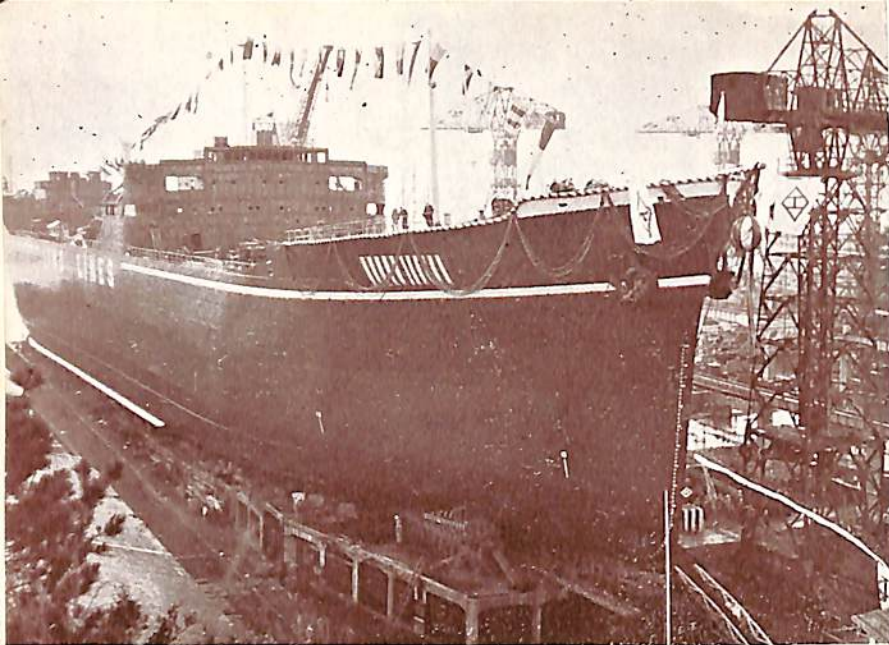
新しい動力源としての原子力の活用——あらゆる生産設備のオートメーション化——いま、世界の産業界は第3次産業革命の暁を迎えようとしています。この達成によってこそ、より豊かな文化生活が築かれます。

それには良質の鉄鋼が大量に必要です。富士製鐵は、鉄鋼の飛躍的増産のため第2次設備合理化計画を立て、その完遂にあらゆる努力を続けています。



富士製鐵株式会社

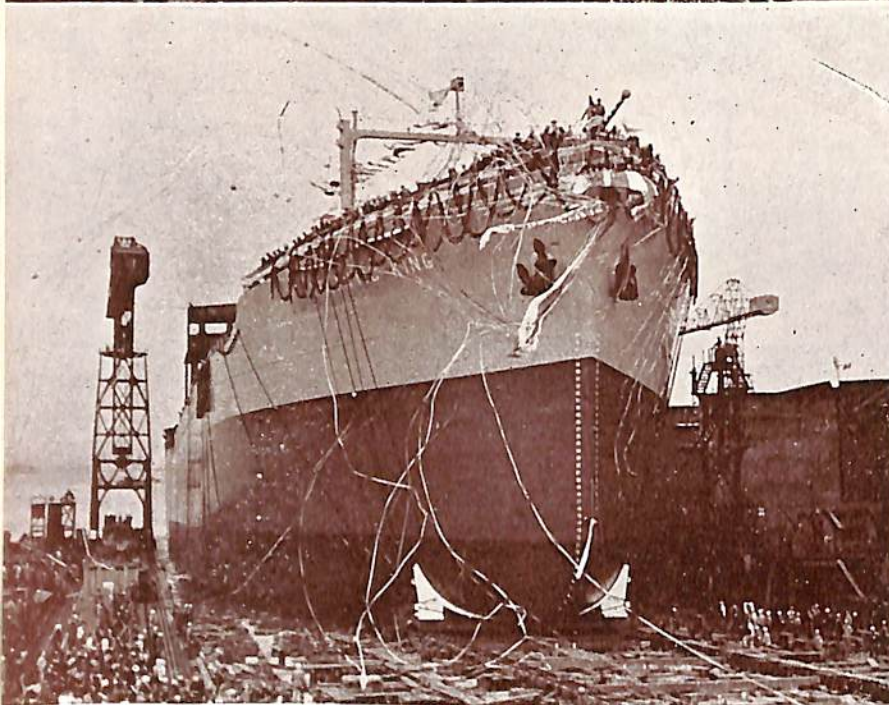
本社：東京・日本橋 工場：室蘭・釜石・広島・川崎



← 富士山丸

船主 飯野海運株式会社
造船所 株式会社 播磨造船所

全長 201.78 m 長(垂) 192.02 m
幅(型) 26.52 m 深(型) 13.87 m
吃水(計画型) 10.41 m 総噸数
約 20,500 噸 載貨重量 約 32,900 噸
速力 16 ノット 主機 二段減速裝
置付蒸気タービン 1 基 出力 15,000
SHP×108RPM 船級 NK, AB
起工 31-11-24 進水 32-3-24



← ATLANTIC KING

船主 OCEAN TANKERS LTD.
造船所 三菱日本重工業・横浜造船所

全長 211.70 m 長(垂) 204.00 m
幅(型) 28.80 m 深(型) 14.70 m
吃水 10.78 m 総噸数 約 25,000 噸
載貨重量 約 40,000 噸 速力 約 17.5
ノット 主機 二段減速齒車付蒸気
タービン 1 基 出力 19,000SHP
×105RPM 船級 LR 起工
31-11-26 進水 32-3-30
竣工 32-7 予定

8

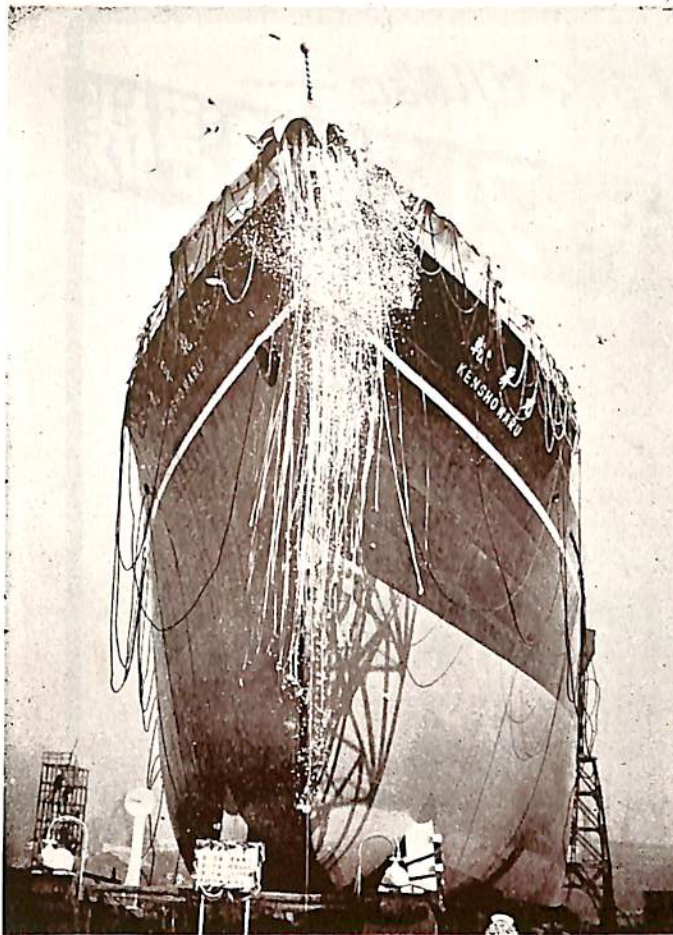
つの
船舶塗料

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

大阪市大淀区浦江北4
東京都品川区南品川4



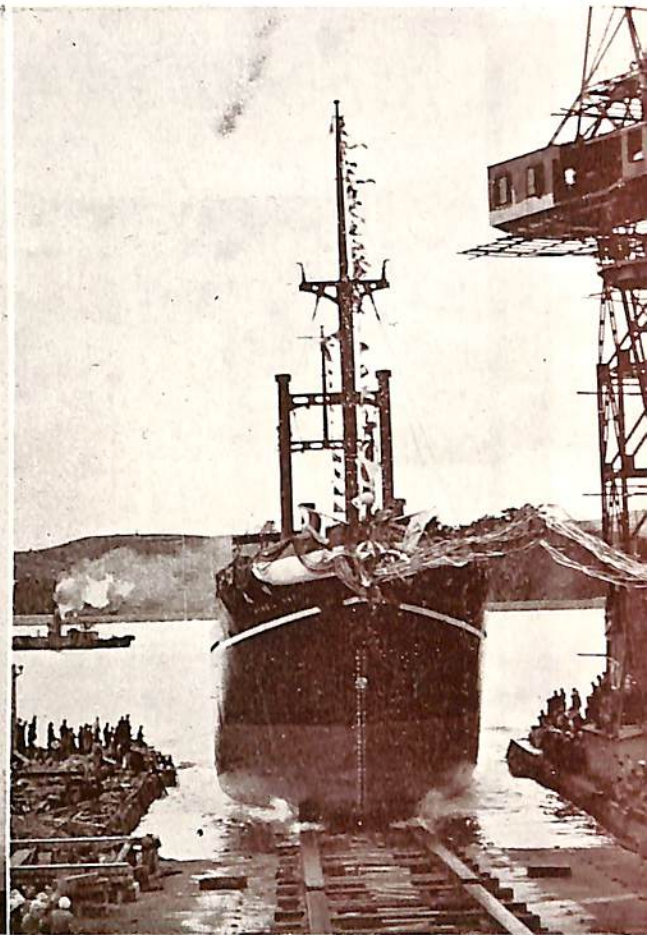
日本ペイント



乾 昇 丸

船 主 乾汽船株式会社
造 船 所 株式会社 藤永田造船所

全長 147.476 m 長(垂)137.450 m 幅(型)18.90 m
深(型) 11.735 m 吃水 8.55 m 総噸数約 8,600 噸
載貨重量約 12,450 噸 速力約 16.5 ノット 主機
三井B&Wターボチャージドディーゼル機関1基 出力
5,400 BHP×135 RPM 船級 NK 起工 31-
9-15 進水 32-4-15 竣工 32-6-20予定



鳳 晴 丸

船 主 田淵海運株式会社
造 船 所 尾道造船株式会社

全長 83.00 m 長(型)77.50 m 幅(型)12.00 m
深(型)6.00 m 吃水 5.10 m 総噸数約 1,595 噸
載貨重量約 2,550 噸 速力約 14.0 ノット 主機
新潟鉄工M5T48型2サイクルディーゼル1基 出力
1,500 BHP×185 RPM 船級 NK 起工 31-
11-10 進水 32-3-5 竣工 32-5-末



ノンチョーキング型合成樹脂船舶塗料

タイコーTM

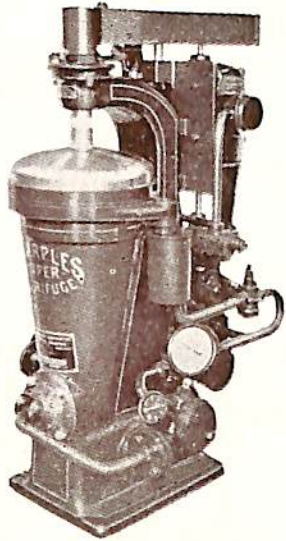
(マリーンペイント)

本 社 大阪市此花区西野下之町38
支 店 東京都中央区八重洲3ノ5

大日本塗料

バンカーオイルを常用するディーゼル船に.....

新型 シャープレス油清浄機



処理能力 (L/H)

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

米国シャープレス・コーポレーション日本総代理店

セントリフューガス・リミテッド日本総代理店

巴工業株式会社

本社 東京都中央区銀座1の6(皆川ビル内)

電話 京橋(56)8681(代表), 8682-5

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

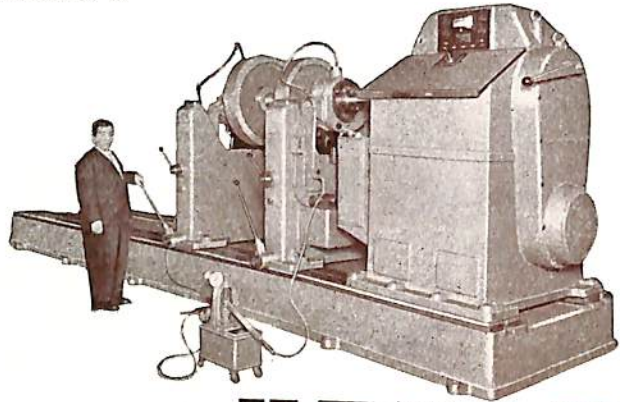
工場 東京都品川区北品川4の535 電話 白金(44)4131(代表) 4132, 1321



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(瓦)と角度が測定出来る。国内需要の大部分を充しているばかりでなく海外へも輸出されている。

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

本社 東京都千代田区丸の内仲八号館

電話 (27) 7 8 7 1 ~ 4

工場 東京都品川区東品川五丁目一

電話 (49) 8 1 4 6 ~ 9

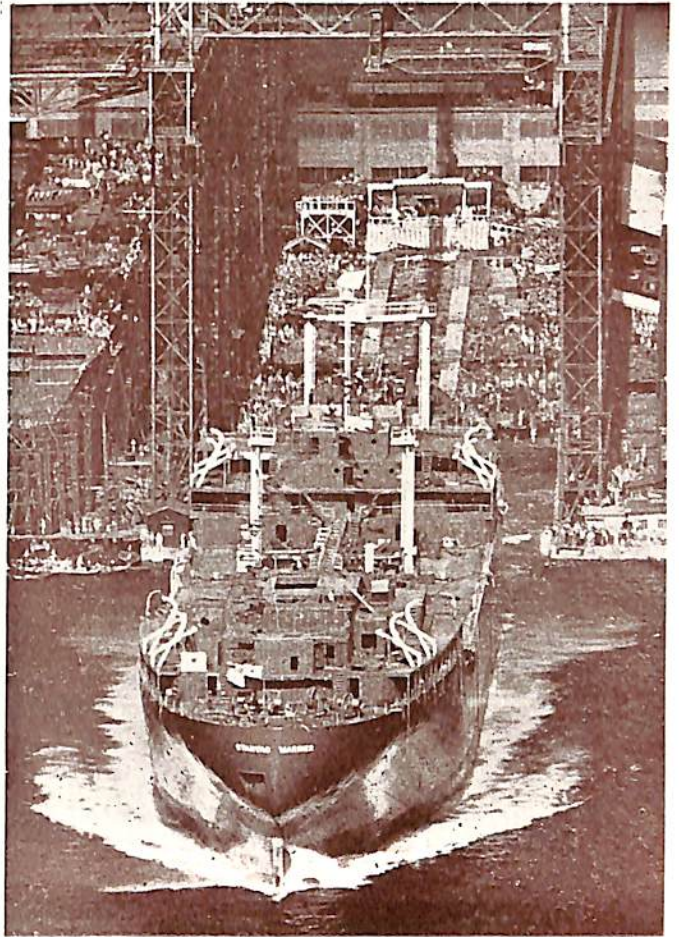
大阪出張所 大阪市北区桐畑町五〇堂ビル六一号

電話(36)3815(直通)・1141(堂ビル代表)

STANVAC MARINER →

船主 PETTROLEUM SHIPPING
CO., LTD.

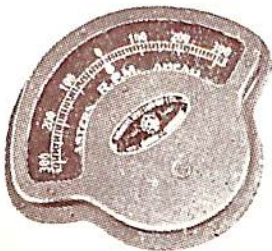
進船所 三菱造船・長崎造船所



長 (垂) 660 呎
幅 (型) 90 呎
深 (型) 47 呎
吃水 35.1¹³/₁₆ 呎
総噸数 23,000 噸

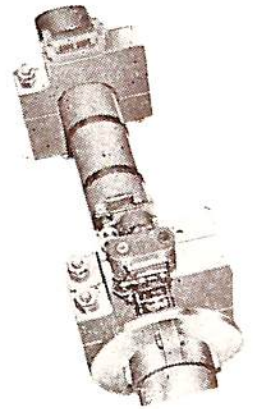
載貨重量 35,550 噸
速力 16.5 ノット
主機 三菱エッシャウィス型
出力 17,600 馬力
進水 32-4-2

船舶用の計器は
信頼性ある倉本計器で!!



主機、補機用
電気回転計

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



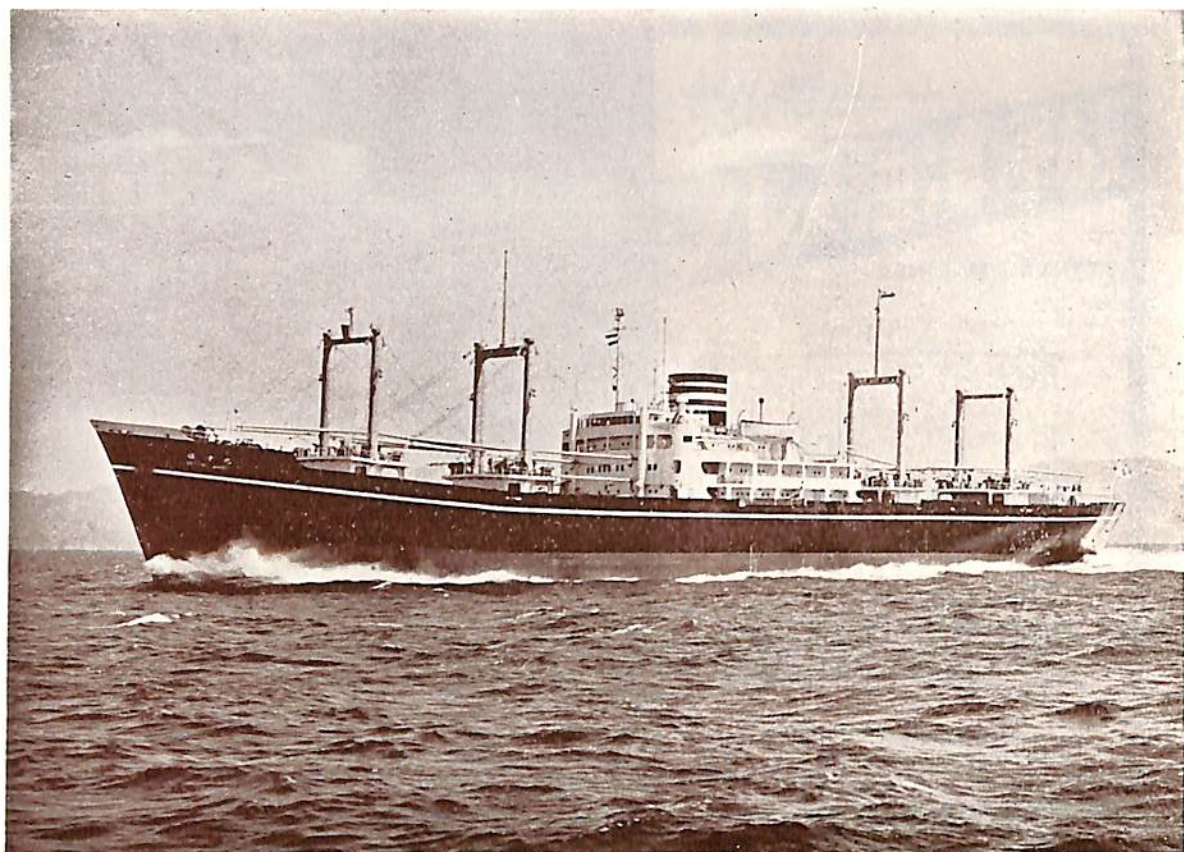
創業30年



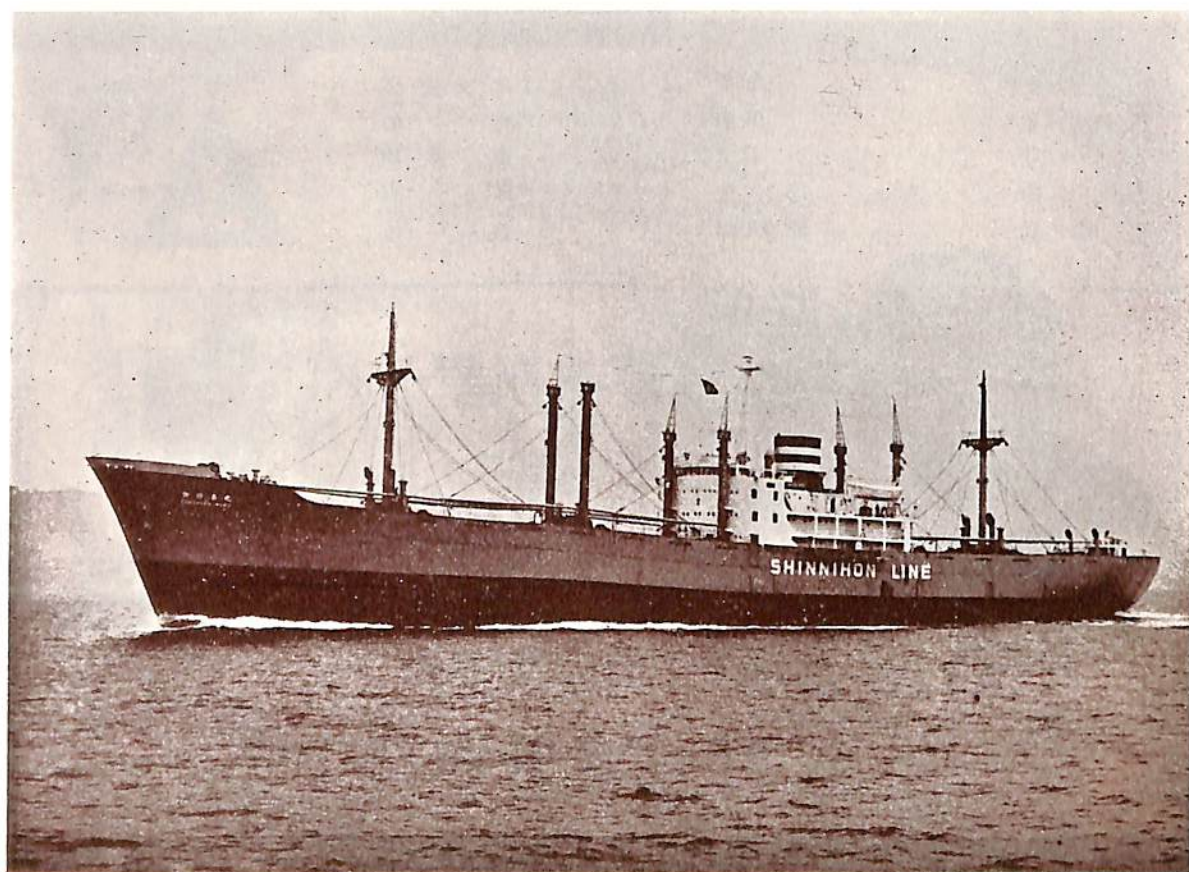
株式 倉本計器精工所

研習式光学振計

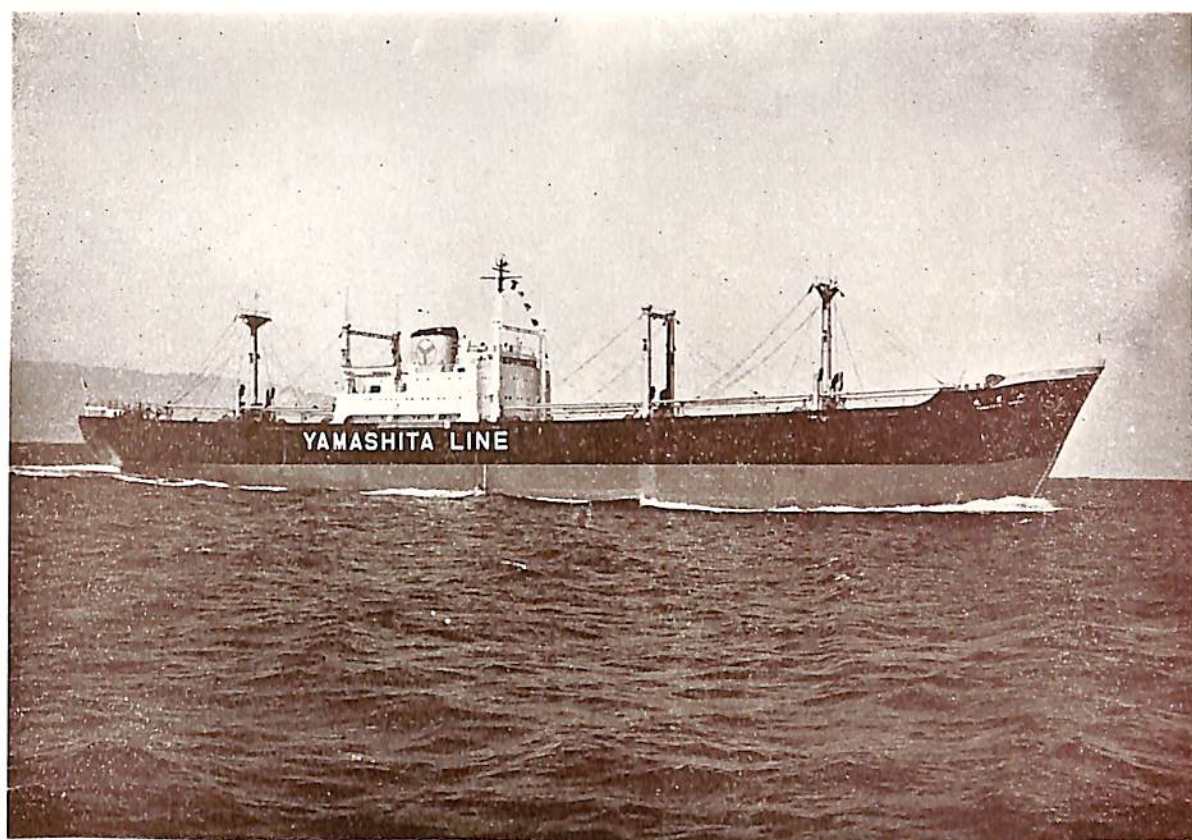
本社 東京都大田区原町6 電話 蒲田 (73) 2033・2623・1640
柏工場 千葉県柏市柏 電話 柏2番



攝 津 丸

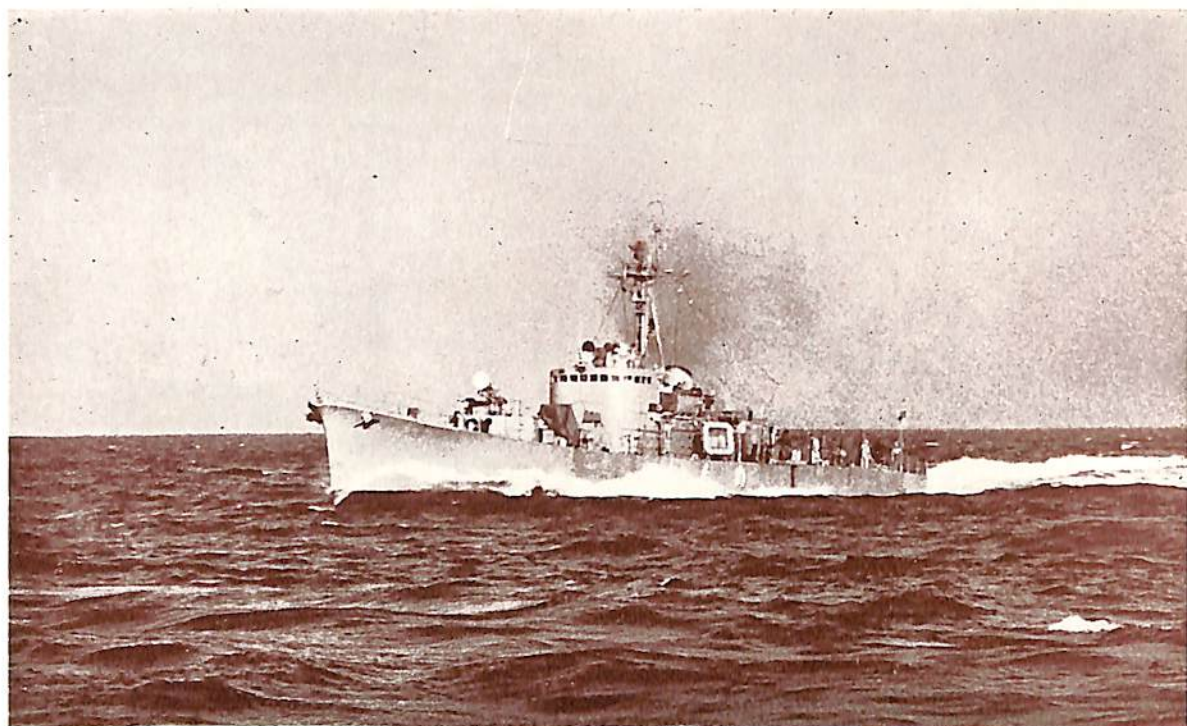


諏 訪 春 丸

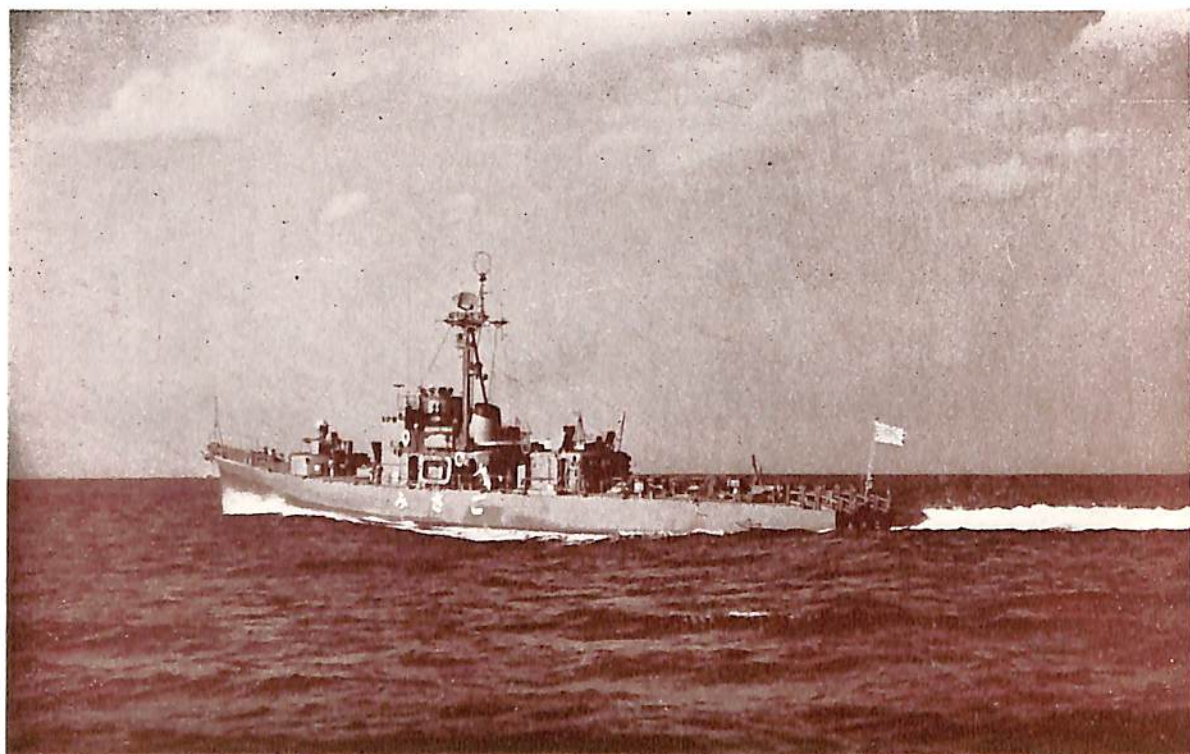


山 豊 丸

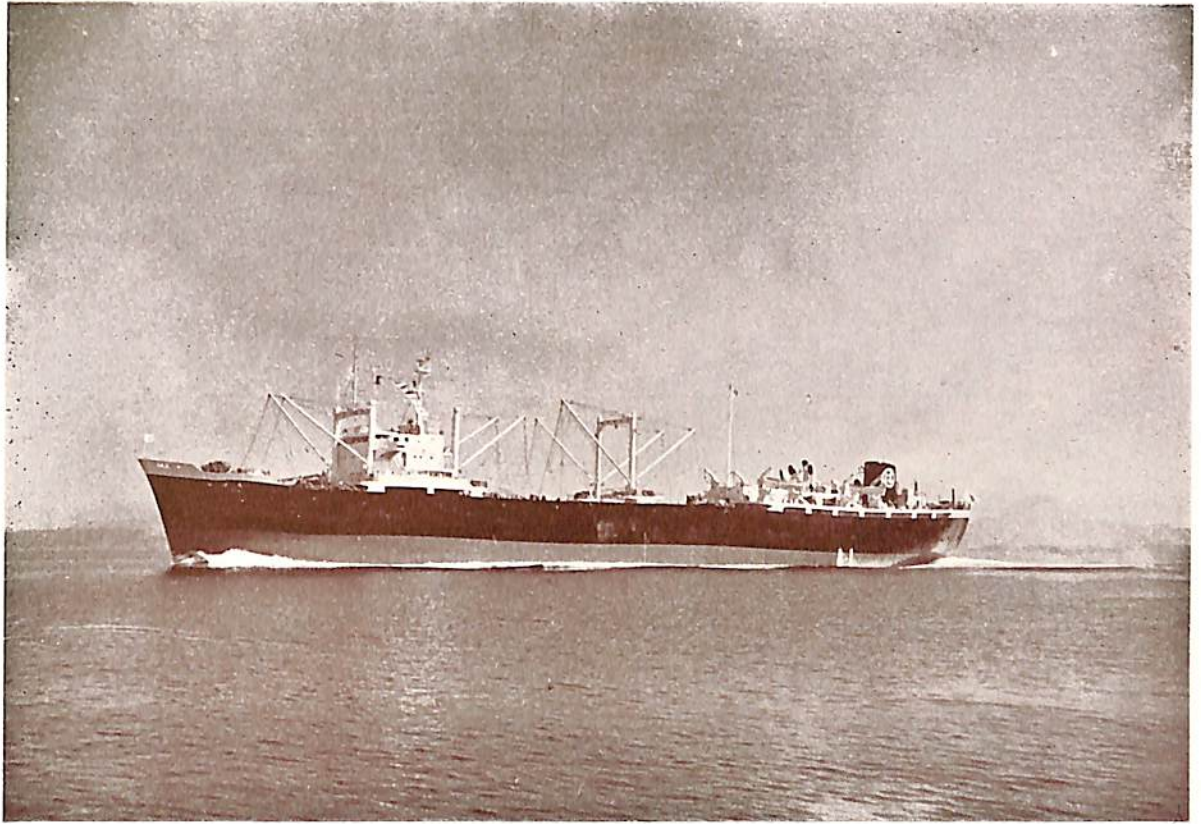
船名 要目	攝津丸	諏訪春丸	山豊丸
長 (垂)	145.00 m	138.00 m	158.00 m
幅 (型)	19.50 m	18.80 m	18.80 m
深 (型)	12.30 m	11.85 m	11.85 m
吃水	8.80 m	8.85 m	8.85 m
総噸數	9,555.82噸	8,775噸	8,675噸
載貨重量	約 11,000噸	13,166噸	13,208噸
速力	20.68ノット	18.2ノット	18ノット
主機	三菱長崎ディーゼル 9 JEC型 1基	日立 B&W 排気ターボ給 気式ディーゼル機関(574- VTBF-.60型) 1基	日立 B&W 排気ターボ給 気式ディーゼル機関(574- VTBF-160型) 1基
出力	12,000馬力	6,250馬力	6,250馬力
船級	N K	N K	N K
起工		31-8-16	31-9-3
進水	32-2-1	32-1-18	32-1-13
竣工	32-4-14	32-3-31	32-3-20
船主	日本郵船株式会社	新日本汽船株式会社	山下汽船株式会
船造	三菱造船・長崎造船所	日立造船・因島工場	日立造船・因島工場



か も め (甲型駆潜艇)



み さ ご (甲型駆潜艇)



地 洋 丸 (冷凍船)

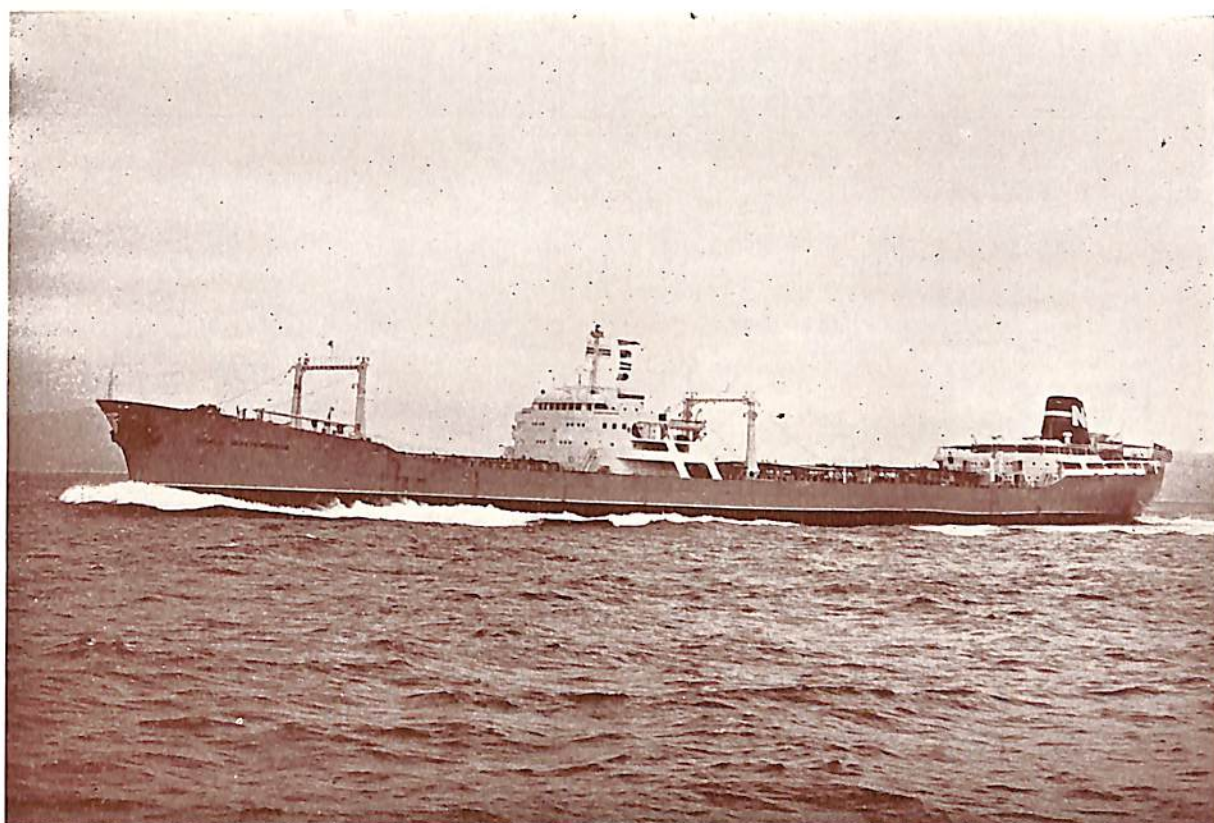
要 目	船 名	か も め	み さ ご	地 洋 丸
全 長	長			140.54 m
長 (垂)	(垂)	54.00 m	54.00 m	131.05 m
幅 (型)	(型)	6.60 m	6.60 m	18.90 m
深 (型)	(型)	4.00 m	4.00 m	12.10 m
吃 水	水			8.01 m
排 水 量	量	330 噸	300 噸	7,194.83 噸
載 貨 重 量	量			9,000 噸
速 力	機	約 20 ノット	約 20 ノット	(最大) 16.55 ノット
主 機		三井B&W型ディーゼル	三井 B&W 型ディーゼル	川崎MAN K7Z 2サイクル単衝無気噴油ディーゼル機関 1基
出 力	力	4,000 馬力	4,000 馬力	5,600 BHP
船 級	級			N K
起 工	工	31-1-27	31-1-27	31-8-10
進 水	水	31-9-3	31-11-1	32-2-16
竣 工	工	32-1-14	32-2-11	32-4-16
兵 装	装	40 耗連装機銃, 爆雷投射機, ヘッチホック	40 耗連装機銃, 爆雷投射機, ヘッチホック	
船 主	主	防衛庁 海上自衛隊	防衛庁 海上自衛隊	大洋漁業株式会社
造 船 所	所	浦賀船渠株式会社	浦賀船渠株式会社	佐世保船舶工業株式会社



CASTELLA

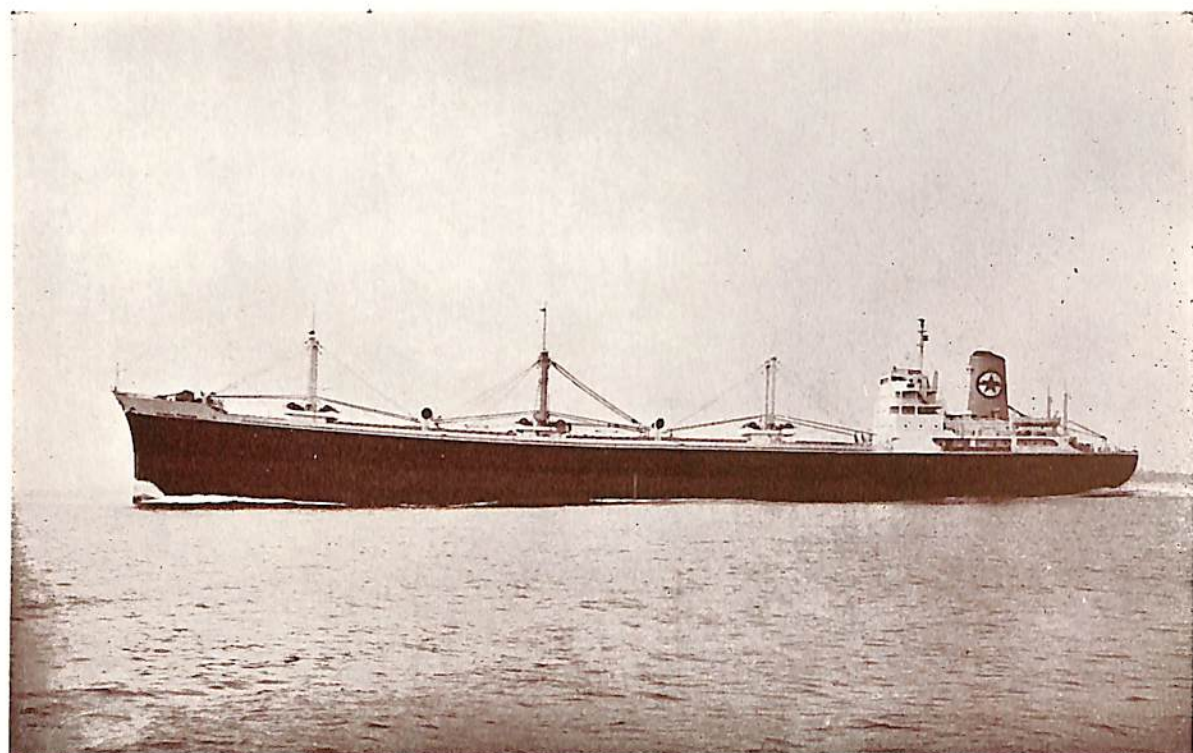


MARATHON



WORLD INDEPENDENCE

船名	CASTELLA	MARATHON	WORLD INDEPENDENCE
要目			
全長	663' - 4 1/4"	663' - 4 1/4"	
長(垂)	630' - 0"	630' - 0"	206.00 m
幅(型)	87' - 0"	87' - 0"	29.56 m
深(型)	45' - 6"	45' - 6"	14.70 m
吃水	(満載最大) 34 - 3 1/4"	(最大) 34' - 3 1/4"	10.82 m
総噸数	20,563.70 噸	20,563.70 噸	26,000 噸
載貨重量	32,946 噸	32,970 噸	40,500 噸
速力	16.0 ノット	16 ノット	17 ノット
主機	川崎重工製二段減速蒸汽タービン 1 基	川崎重工製二段減速蒸汽タービン 1 基	三菱エッシャウイス型
出力	15,000 SHP × 108 RPM	15,000 SHP × 108 RPM	17,600 馬力
船級	A B	A B	
起工	31-8-31	31-7-27	
進水	32-1-13	32-11-22	31-12-30
竣工	32-4-20	32-3-25	32-4-27
船主	LIBERIAN OCEAN CARGO CORP.	LIBERIAN OCEAN CARGO CORP.	PACIFIC NAVIGATION CORP.
船造所	株式会社 播磨造船所	株式会社 播磨造船所	三菱造船・長崎造船所

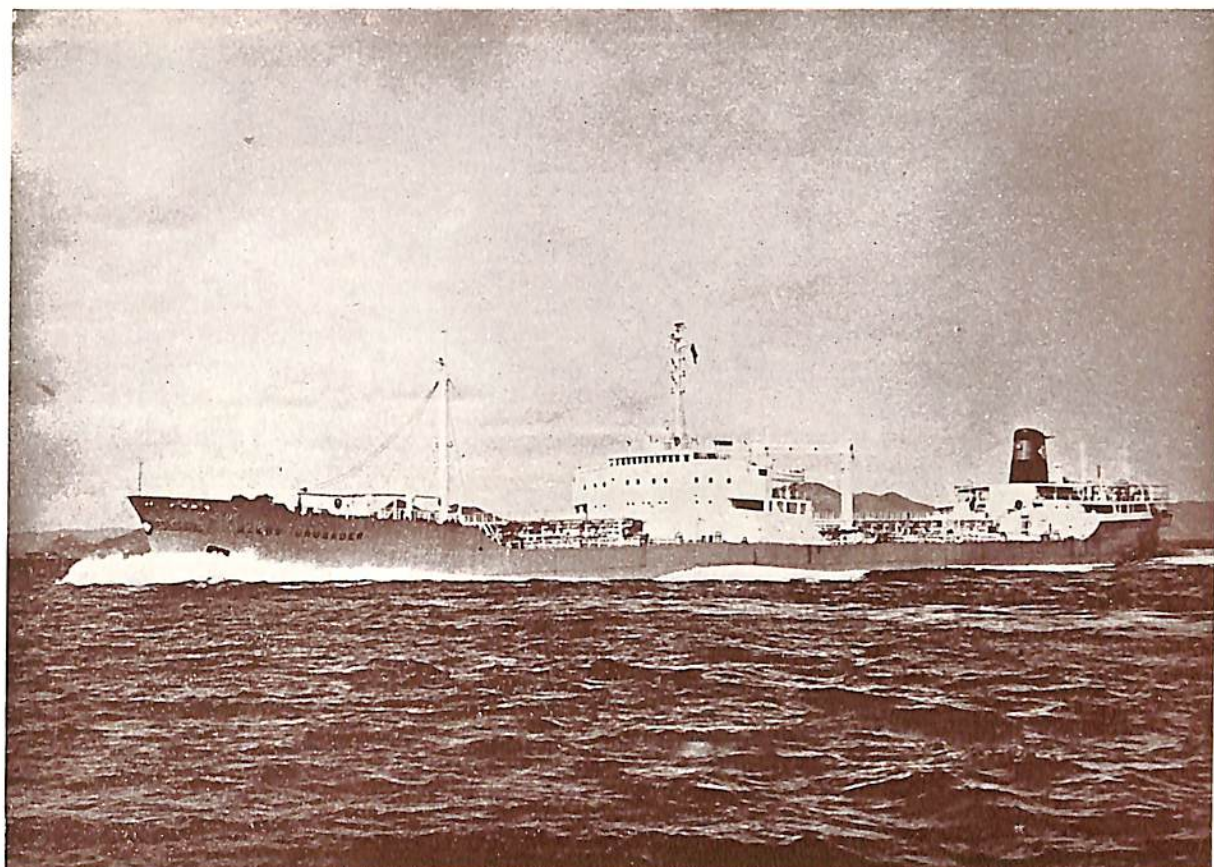


NATIONAL PRESTIGE

船主 VIANA COMPANIA NAVIERA, S.A.

造船所 浦賀船渠株式会社

長	(垂)	150.00 m
幅	(型)	19.00 m
深	(型)	12.60 m
吃	水	8.53 m
総	噸 数	8,100 噸
載	貨 重 量	13,000 噸
速	力	18 ノット
主	機	二段減速装置歯車付スチーム タービン 1 基
出	力	8,100 SHP × 110RPM
船	級	A B
起	工	31-9-20
進	水	31-12-29
竣	工	32-3-7



NAESS CRUSADER

船主 TRIO SHIPPING CO., S/A-PANAMA

造船所 日立造船・因島工場

長	(垂)	197.00 m	主	機	蒸気タービン 1 基
幅	(型)	26.40 m	出	力	15,000 馬力
深	(型)	14.00 m	船	級	L R
吃	水	10.50 m	起	工	31-7-11
総	噸 数	20,818 噸	進	水	31-12-17
載	貨 重 量	33,654 噸	竣	工	32-3-25
速	力	17.3 ノット			

船舶用の最も進歩した

日本船底塗料

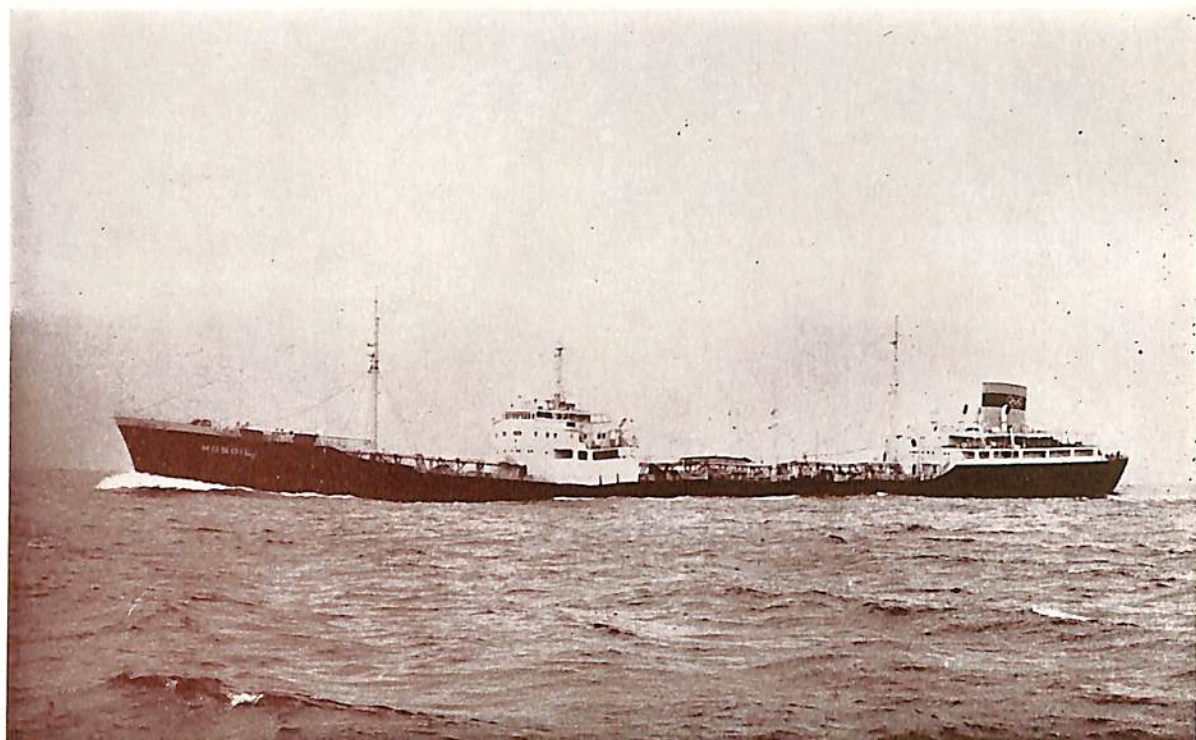
船底塗料 一号, 二号,
 テツキペイント
 ホールドペイント
 ポーセイ
 ウオツシュブライマー
 ジンクロメートブライマー
 マリンペイント
 水線塗料

(カタログ進呈)

本社工場 大阪市東淀川区三福町1141
 東京工場 東京都大田区西六郷三丁目60
 名古屋, 福岡, 広島, 高松, 札幌



水谷ペイント

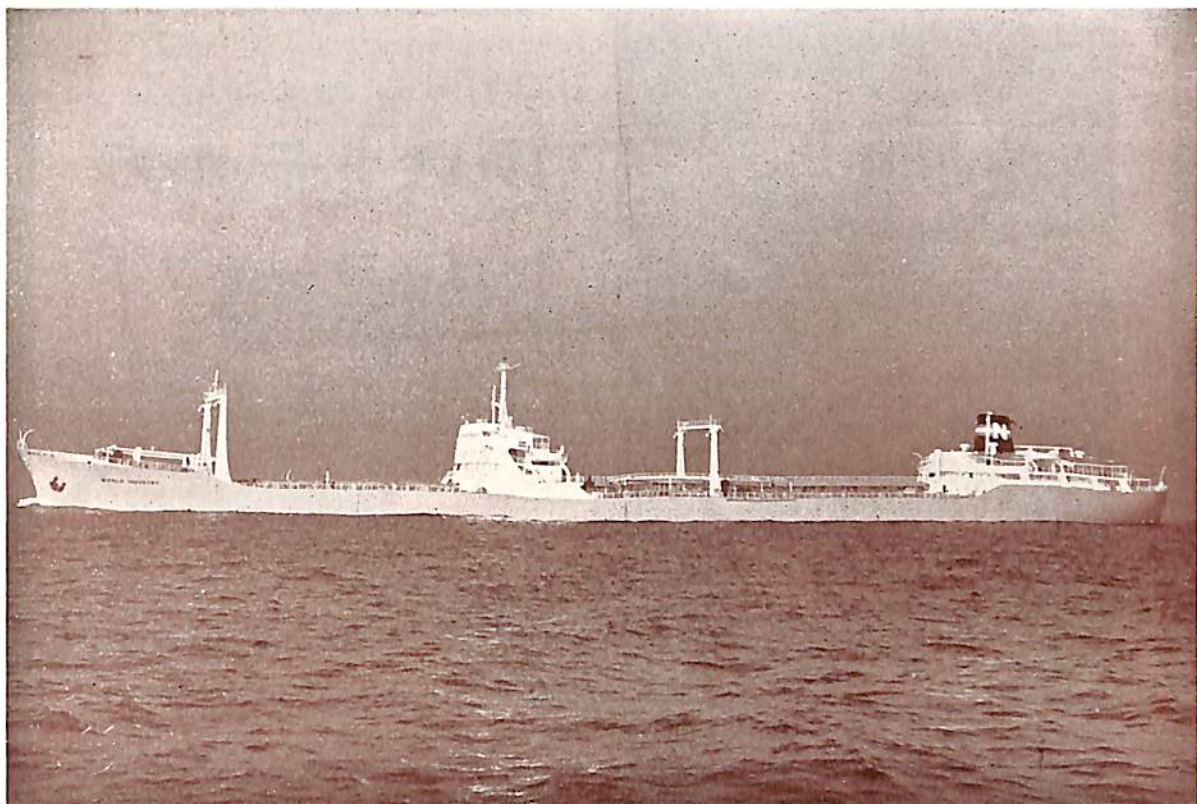


MOSOIL

船主 MOSVOLD SHIPPING COMPANY, A/S

造船所 浦賀航渠株式会社

全長	長	171.74 m
幅	(垂)	161.54 m
深	(型)	21.40 m
吃水	(型)	12.27 m
総噸數	水	9.73 m
載貨重量	噸數	12,510.57 噸
速力	噸	19,829.4 噸
主機	力	16.1 ノット
	機	浦賀ズルツァー7 RSAD76型 ターボチャージド付ディーゼル機関 1基
出船	力	9,100 BHP×119 RPM
起工	級	L R
進水	工	31-6-29
竣工	水	31-12-17
	工	32-1-31



WORLD INDUSTRY

船主 BUFF BAY SHIPPING

造船所 日本鋼管・鶴見造船所

全長	長	710'-2 1/4"
幅	(垂)	680'-0"
深	(型)	96'-0"
吃水	(型)	48'-6"
総噸載	噸數	25,490 噸
速	力	41,005 瓩
		16ノット

主機	日立製作所製二段減速クロスコンパウンド インパルスタービン1基
出力	17,500 SHP×105 RPM
船級	L R
起工	31-4-7
進水	31-8-10
竣工	32-1-12

重油炭 添加剤

P.C.C.

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

製造品目

P.C.C. NO. 101	重燃低質水	輕油	油質	添加劑	進添	劑	P.C.C. NO.1000	エマルジョンブレーカー
P.C.C. NO. 210	燃	油	質	添加劑	進添	劑	防錆劑	「ラストリン」
P.C.C. NO. 220	低	油	質	添加劑	進添	劑	コーキング材	「ファインコーク」
P.C.C. NO. 250	質	油	質	添加劑	進添	劑		(船舶用高級充填剤)
P.C.C. NO. 270	水	油	質	添加劑	進添	劑		

日本添加剤工業株式会社

本社工場 東京都板橋区志村前野町884番地 電話東京(96)1738・7737番
 営業所 東京都千代田区神田旭町2番地(大蓄ビル) 電話東京(25)8376・9136(代表)・7910(直通)
 支店 大阪市西区江戸堀北通1丁目10番地(日々会館ビル) 電話大阪(41)5551~5番
 荷置場 横浜, 神戸, 広島, 下関, 若松

砂や小石から プロペラシャフト を保護する……

カッタレスベアリングは横浜ゴムが米国B.F.グッドリッチ会社と提携して製造する世界的に有名な水中ゴム軸受であります。本ベアリングはゴムの特徴である優れた耐摩耗性と湿潤時に摩擦係数の小なること(約0.005)を利用したもので特に泥水中に於いても下図に示す様な原理でシャフトやベアリングを損傷致しません。

用 途

1. 船舶用
2. 土木用
3. 各種ポンプ用
4. 鑛山機械用
5. 化学工業用

砂利や小石は直ちに水によつて排出されます。



横濱護謨製造株式会社

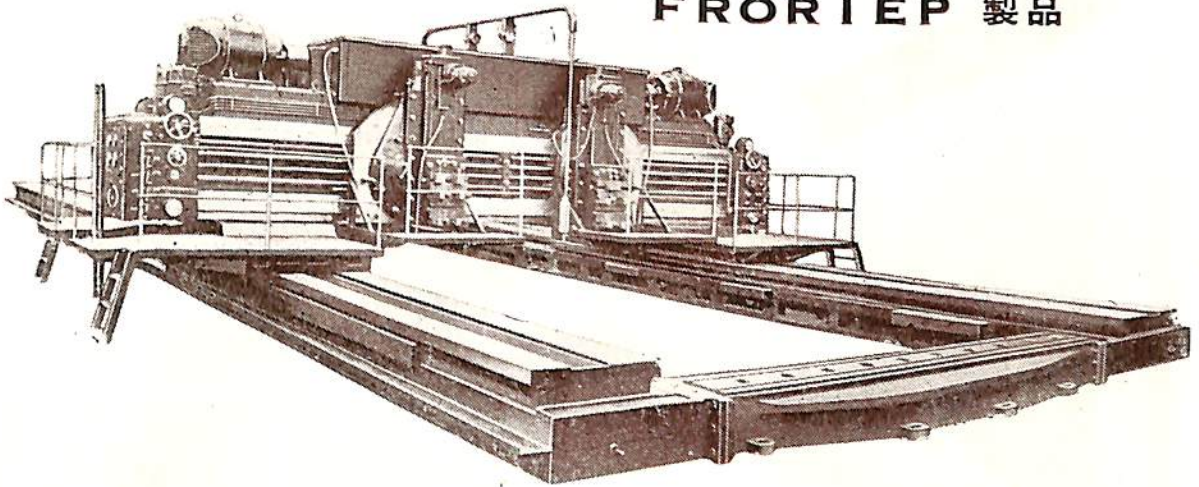
東京臨港区田村町5丁目9・電話 芝(43) 6141~9
8181~9

ヨコハマ カッタレス ベアリング

御用命次第 納品いたします

ピット-タイプ プランナー

FRORIEP 製品



主伝動部はウォード・レオナードのセットで、交叉レールの上を移動する二基の四十馬力切削伝動モーターと、切削されたものを自動的に送り出し迅速に移動する四個の独立した装置のヘッド（この場合は二つずつ交叉レールの両側についております）及び完全なコントロール・ギアと各種の押ボタンを装備しております

切削最大長さ	56'0"
切削最大巾	15'0"
通常切削深度	13'0"
切削速度	1分間に10'—33'
正味重量	230トン

その他の在庫品

プレート・エッジ プランナー

EHRHARDT & SEHMER 製品

DCの変速装置付モーターによる主伝動部と四個の三方用平盤、及び二つの旋回滑走部をもつ運搬装置等を装備しております。

削り盤の長さ	52'8"
プレートの最大厚み	9 ⁷ / ₈ "
切削速度	1分間に13'—52'
正味重量	100トン

LAAGLAND

Postbox 713, Rötterdam, Holland

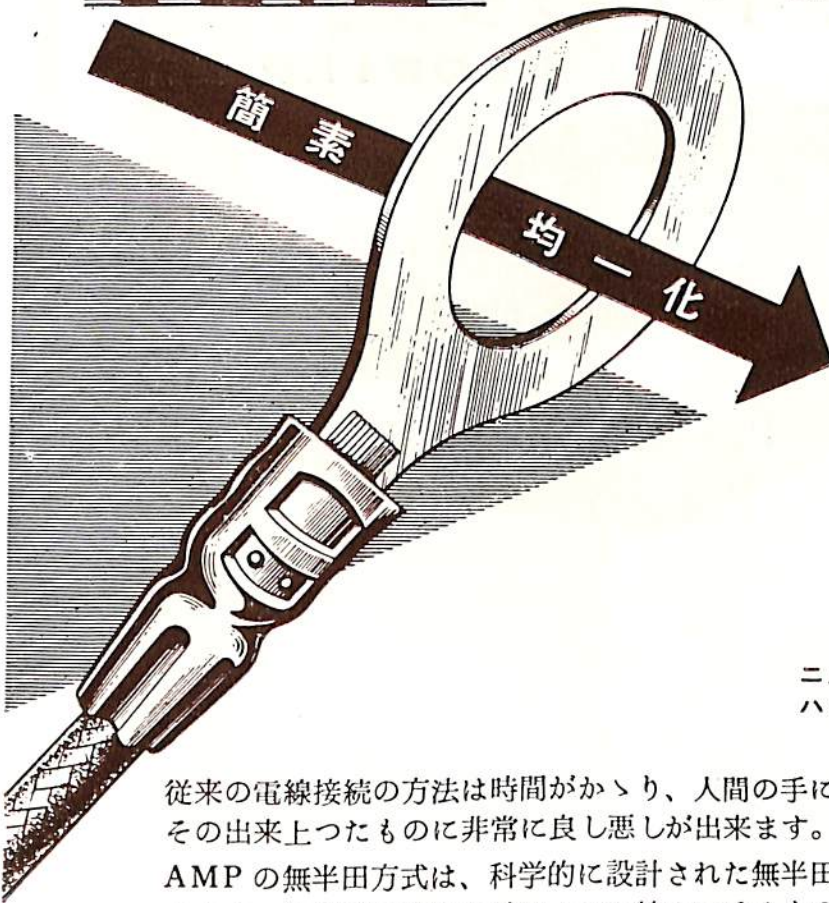
詳細は下記にお問合せ下さい

J. ウォルター トンプソン カンパニー ジャパン

東京中央郵便局私書箱1678

AMP[®]

無半田圧着方式による



AMPサーティ
クリンブ



ニューマテック
ハンド トウール

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)
大阪営業所・大阪市南区塩町通4丁目43番地(大和ビル) Tel. (25) 0446, 4002
名古屋営業所・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

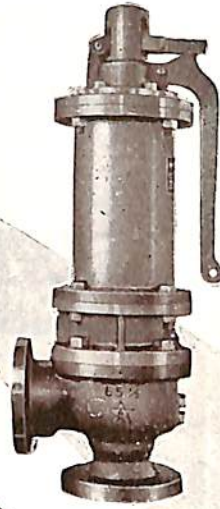
TRADE



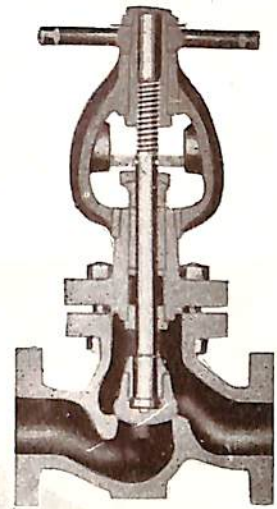
MARK

營業品目

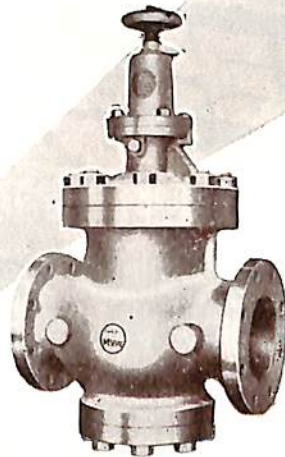
船舶用高温高压弁
 安全弁
 減温装置
 減温弁
 化学用弁
 弁置類



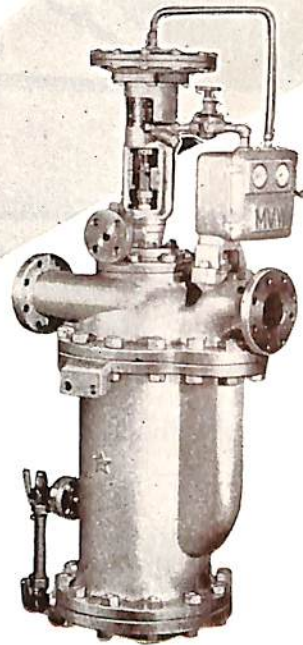
MH-3型高揚程安全弁



高温高压弁



MRB-3型減压弁



MAD-1型過熱蒸氣減温装置

株式會社 前中製作所

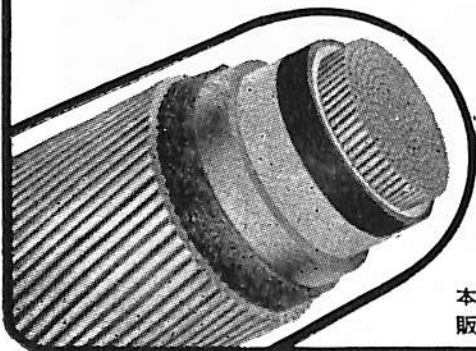
本社及工場 東京都大田区蒲田東六郷二ノ一
 電話 蒲田(73)7151(代表)~5番
 大阪營業所 大阪市北区會根崎新地三ノ一(深川ビル)
 電話 大阪北(34)1683番



伸びゆく業績

定評ある!

藤倉の船用電線



藤倉電線

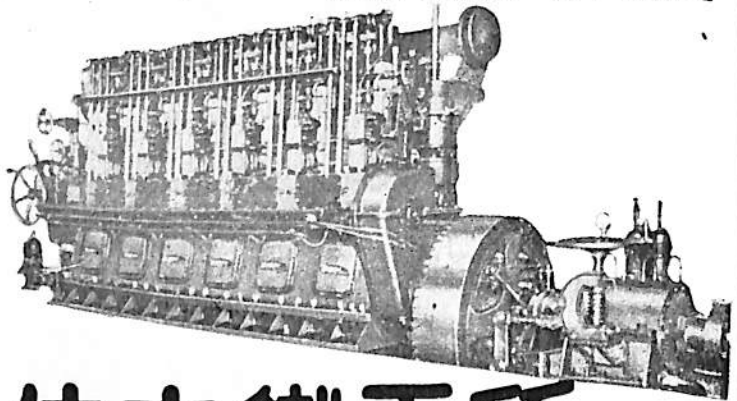
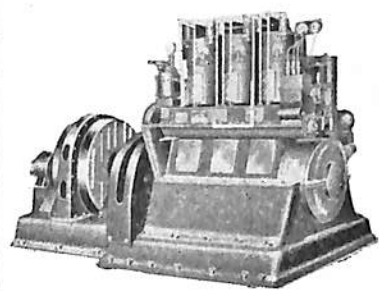
本社 東京都江東区深川平久町1の4 工場 東京深川・沼津・小坂
販売店 大阪・福岡 出張所 名古屋・仙台 駐在員 札幌



スモロディーゼル

JIS表示許可工場
(運A0-16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

大型汽船・漁船のライナーに

ミカローム加工 (MICAROME)

日本最初の大型汽船の
内面クロームメッキ

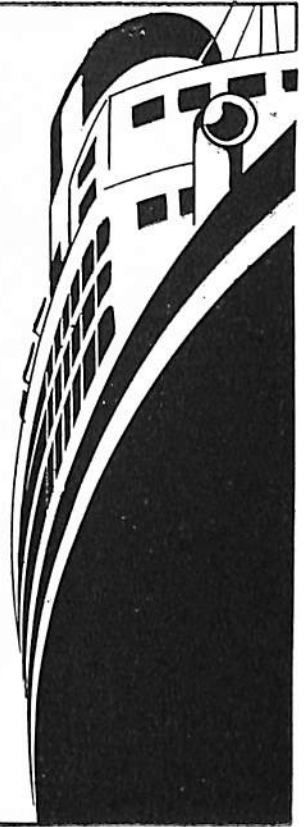
全てに満点!

- エンジン交換も延びる
- スピードも出る
- 燃料の節約にもなる

(説明書進呈)

勝川ミカローム工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋本石町3-6 電話 (24) 4436・4461・4548
大森工場 東京都大田区・九工州場 長崎県



新製品

電気メッキブリキ

⑤ ボンデ鋼板

⑤ 亜鉛鉄板

ダイライト・コアー

オリेंट・コアー

国産型鋼矢板

製入軌條



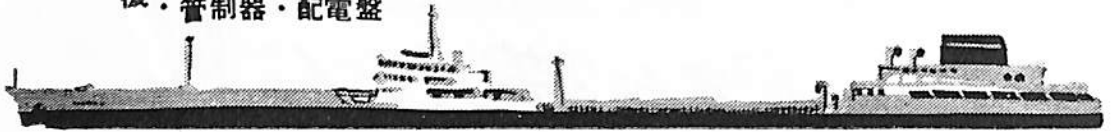
八幡製鐵株式会社

本社 東京都千代田区丸の内1丁目1番地 (鉄鋼ビル)

大洋電機

交流、
直流発電機・
電動機

管制器・配電盤



大洋電機株式会社

東京都千代田区神田錦町3-16
TEL.東京(29) 5916-9 岐阜・下関・札幌・函館

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
全揚錨機、揚貨機、繫船機、
各汽動及電動
- ◇北辰電機株式会社製品
C-プラー 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
- ◇株式会社御法川工場製品
船用自動石炭燃燒機
船用重油噴燃裝置
- ◇岡野バルブ製造株式会社製品
船用一高温、高圧バルブ
- ◇株式会社小野鉄工所製品
サインカーブ齒車唧筒各種
汽動、電動船用唧筒各種
- ◇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

洋野物産株式会社

機械部

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

A

正確・巧緻を誇る アサヒのヒューズ

営業品目

- A. T. ヒューズ ・ セロライト ヒューズ
- 糸・板 ヒューズ ・ プラグ ヒューズ
- 爪付 ヒューズ ・ ラジオ用小型ヒューズ
- 亜鉛ヒューズ (エレメント) ・ 自動車用小型ヒューズ
- エンクローズドヒューズ ・ 温度ヒューズ
- アクメ型ヒューズ ・ 通信機用ヒューズ
- 搬送警報用ヒューズ ・ 車輛用ヒューズ

其の他各種特殊ヒューズ全般



NK 認定済

各種ヒューズ製造総元

資
合
社

アサヒ電機製作所

東京都目黒区上目黒3丁目1865番地 電話 (46) 2230・8073番
 電信略号「メグロ」アサヒ・ヒューズ

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
 プ 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 ton 800
7,000 ton級船舶用

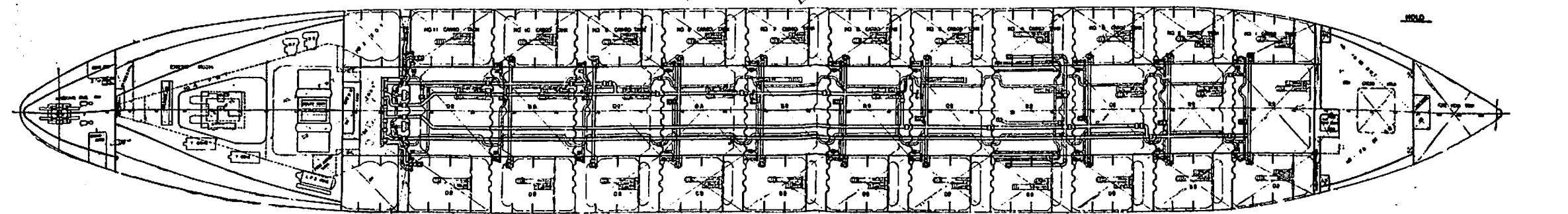
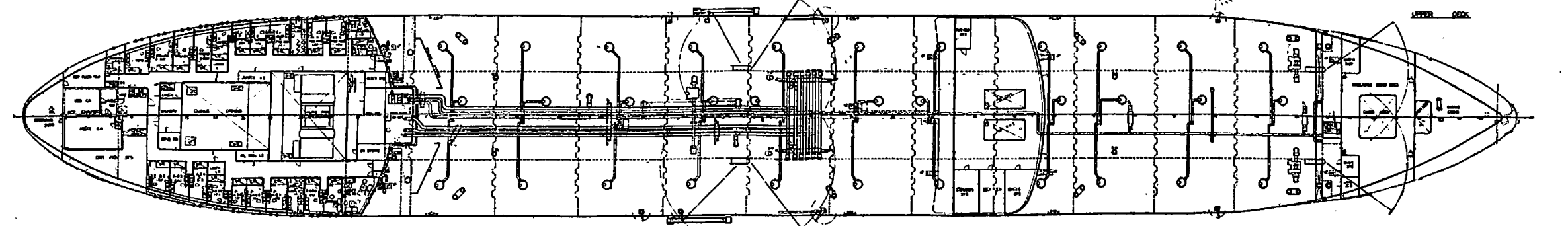
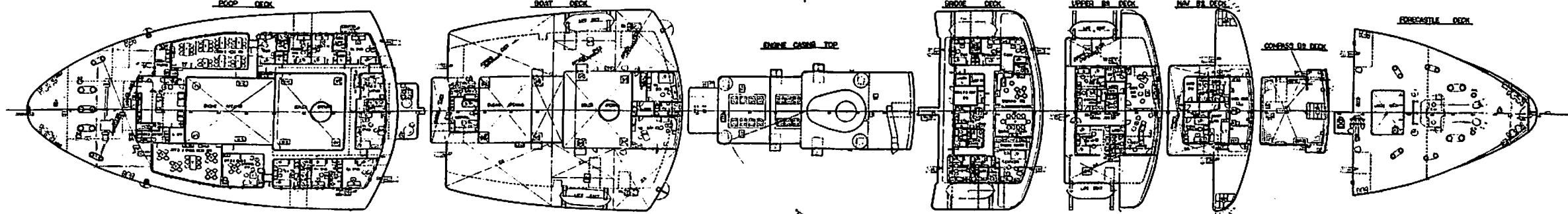
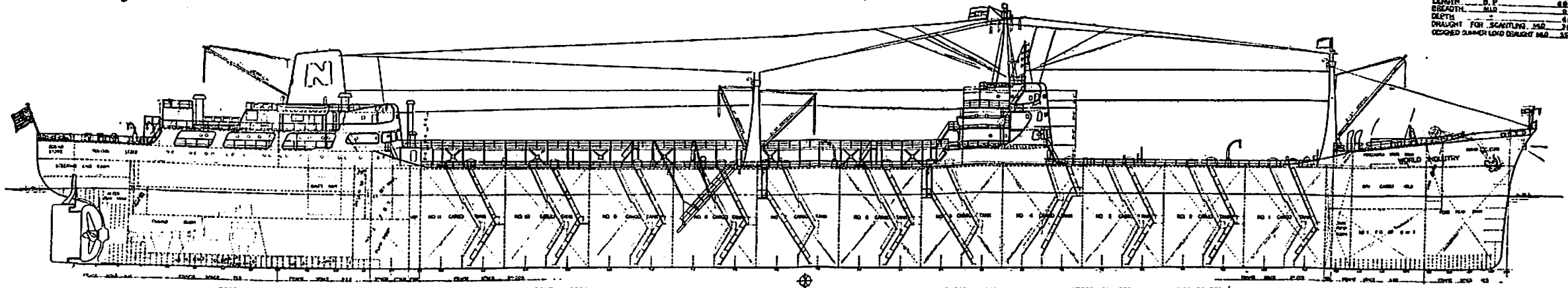
日本製鋼所

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16
営業所 福岡市天神町・札幌市南一条

S.T. WORLD INDUSTRY GENERAL ARRANGEMENT

PRINCIPAL DIMENSIONS

LENGTH	300'-0"
BREADTH	48'-0"
DEPTH	48'-0"
DRAUGHT FOR SCANTLUM	48'-0"
DECKED GUNNER LOAD DRAUGHT	15'-0"



輸出油槽船ワールド・インダストリ号について

日本鋼管株式会社
鶴見造船所設計部

本船はギリシャ系船主ニヤルコス・グループの Buff Bay Shipping Co. より受託せる、いわゆる超大型油槽船であり、当造船所における同型第一船である。その工程は次の通りである。

起工 1956年 4月 7日
進水 1956年 8月 10日
竣工 1957年 1月 12日

4万噸級の油槽船としては従来の記録を破る短期間であり、これに伴う工作並びに設計上の諸問題については、別の機会に譲ることとする。

公試運転における本船の最高速度は満載時機関出力17,000軸馬力にて17.9節であった。

1. 船 体 部

1. 主要目

本船の主要目は次の通りである。

Loa	710'-2 $\frac{1}{4}$ "
L bp	680'-0'
B mld	96'-0'
D mld.	48'-6'
d mld. summer.	36'-1"
D. W.	41,005 噸
Cargo Oil Capacity	56,340 立方米
Dry Cargo (bale)	1,890 立方米
Fuel Oil Tanks	3,990 立方米
Fresh Water Tanks	600 立方米
Peaks & Ballast Tanks	1,355 立方米
S. H. P. (Max. Continuous)	17,500 SHP
No. of Rev.	105 毎分
Service Speed (16,000 SHP 満載)	16.0 節
Tonnage, Liberia Gross	25,490 噸
" " Net	15,929 噸
Class	L.R.S. \ddagger 100 A1 "Carrying Petroleum in Bulk"

\ddagger L. M. C

2. 一般配置

船体は別図一般配置図に示す通り、長船首楼、船橋楼並びに船尾楼を有する三島型船であり、中央部64%に亘る間長さ12米、33箇の貨油槽を設け、その前方には補助ポンプ室を兼ねるコフアダムを介して燃料油槽並び

に船首艙を配置し、燃料油槽上部には貨物艙が設けてある。貨物油槽の後方には、4台の主貨油ポンプおよび2台のストリッパーポンプを装備する主ポンプ室を設け、更に燃料油槽および機関室に接している。上甲板の中心線においてノーシャアとし、船首楼甲板は著しいシャアを附しているが、船橋楼甲板室および上部船橋甲板室の高さを9'-0'とし、操舵室における前部見通し俯角3度20分を確保している。

揚貨設備としては前部に貨物艙用の3連デリック2基を、中央部ローディングステーションにはホースハンドリング用の5連デリック2基を、アコモデーションラダーその他取扱用として3連デリック2基を、煙突後部には機関部品取扱用として2連デリック1基を有する。中央部船橋甲板室は甲板部士官のための居住区、操舵室、海図室、無線室を収めている。後部船尾楼内には属員居住区および冷蔵庫等諸倉庫を、船尾楼甲板室には機関部士官室、士官属員食堂および休憩室、更にその上の端艇甲板室には機関長室を前部に、病室を後部に配置してある。

3. 船体構造

本船の船体構造は中央部においては全縦通肋骨式であり、前後部に横置肋骨式となつている。ボトムロンヂは組立式 T 型であり、横隔壁の個所では、いわゆる貫通ブラケットを使用せずに連続せしめている。横隔壁は波型を採用しているが、水平防横板は隔壁面の両側に設けることにより横隔壁の横強度に対する剛性を増加せしめている。本船の振動防止については、船主よりも特に意を用うるよう要望あり、まずプロペラアパーチャーの間隙につき充分なる検討がなされた。次いで機関室の構造については、ウェブフレームの位置においてダイアゴナル、ストラットを設けて横方向の剛性を増加せしめた。本船の試運転において東大金沢教授指導の下に振動の計測を行つたが、貴重なる資料を得た。

本船の甲板および船底はいずれも34および35耗の厚板を使用しているが、使用鋼板の切欠脆性については、本船の計画当時にはロイドにも明確なる規程がなく、一応零度におけるエナジー吸収40呎封度以上、破断面結晶率40%以下を基準とする材質を要求せられたが、シャーストレッキおよびストリンガープレートは造船所の判断にてノルマライズせる鋼材を使用した。

4. 貨油設備等

主ポンプ室内には4基の横型遠心式貨油ポンプおよび堅型ウオーシントン式のストリッパーポンプ2基を備えている。各ポンプの性能は機関部の項を参照されたい。貨油管本管はそれぞれ14吋の引抜き鋼管であり、接手はアブセツトを施したヴィクトリック式としている。主管は33箇の油槽を4グループに分ち、各グループの間は2重のバルブをもつて遮断されており、4種の種類の異なる油を同時に扱うことが可能である。各油槽には12吋のブランチ管を配し、各1箇のベルマウスを設ける。

ストリッパー管は各油槽を2箇のグループに分ち、それぞれストリッパーポンプに連絡しこれを11番のセンタータンクに集められる如く配管してあり、センタータンクには縦隔壁寄りに2箇ずつのサクショベルマウスを設けている。ストリッパーポンプは主管のプライミングを行い得ると同時に、そのデリバリー側を主管のサクション側に結び、主吸引管とタンデムポンピングを行う。11番ウイングタンクはまた予備燃料油槽として使用出来るように、ポンプ室内において貨油管の一部をポータブルベンド管を燃料管系に兼用出来るようになってい

る。上甲板には4本の12吋貨油管と各1本のストリッパー管および燃料油管が導設されており、船橋後方のローディングステーションに至っている。各タンクにはそれぞれ1箇宛のブリーザーバルブを設けられ、10吋の主管に至り、デリックポスト頂部のフレームアレスターを通じて大気中に解放される。

貨油タンクに加熱管は厚肉の鋼管製であり、各タンクのドレン管にはバイメタルを使用せる温度式スチームトラップを設けてある。

5. 居住関係諸設備

居住区における通風はサーモタンク式により、中央区画には7.5 HPのもの1ユニット、船尾区画には8 HPのもの2ユニットを設け私室は毎時10回公室は毎時15回の割合に換気される計画であり、各期は風量を減じて外気30°Fの場合居住区を70°Fに保持するように計画されている。浴室、便所にもサーモタンク通風を行い、グット・トランクにおけるノンリターンフラップ、入口扉の自動閉鎖装置および自然排気により、M. O. T. の通風規格に合格する設備を有する。また糧食庫等には別個に3 HPのファンによる給気を行い、厨室においては前記のファンによる給気他に、レンジ上のカノピーを経て1.5 HPのファンによつて排気される。

居室はすべてニアルコスにスタンダードに随い一般乗員および一部の士官は二人部屋であり、他はすべて個室としており、ベッドはすべて縦置きである。

厨室には48 kWの電気レンジおよび12 kWのベーキングオーブン、ニーディング・マシン、ポテトピーラ、スープケトル、スチーマー、ドレサー等、また各パントリーには電気冷蔵庫、ホットプレートドレッサー、コーヒーアーン等、中央部パントリーには小型レンジの備えがある。

冷蔵庫は4区割よりなり容積は次の通りである。

	容 積	保持温度
ロビ	16.3立方米	4°C
肉庫	50.2 "	-10°C
野菜庫	39.0 "	4°C

冷凍機械は日本サプロ製、直接膨張式の冷却管を有し、フロン12の7.5馬力圧縮機2台を具え、すべて自動制御式である。

給水設備としては、海水、汚水、飲料水の3系統がいずれも圧力式によつて供給される。

6. その他の設備

操舵機は電動油圧式4シリンダー、2ラム、2ポンプ60馬力2基を備えている。

荷役緊留用甲板機械の能力は次の如くである。

	台 数	捲上荷重および速度	汽筒径および行程
汽動揚錨機	1基	39 噸×9米/分	350φ×360
汽動緊船機および揚貨機	2基	8 "×30 "	250φ×350
同 上	1基	15 "×15 " 8 "×30 "	250φ×350
緊 船 機	1基	"	250φ×350

非常用消防ポンプとしては70米の水頭にて毎時40Tの容量を有する26.5馬力のディーゼル駆動の遠心ポンプ1基を操舵機室の前方下面のコンパートメントに装備し、消防本管に接続している。

救命艇は軽合金製の船主支給品をトラックウェイ型グラビティポートダビットに装備している。

またパーマネントオーニングは同じく船主支給になる波型プラスチック、コロボラストを端艇甲板、および船尾接甲板後部に設備している。

2. 機 関 部

(1) 主 機 関

日立製作所製二段減速クロスコンバウンドインバルスタービン 1基

		normal rating	max. continuous	astern
S. H. P. (British)		16,000	17,500	6,400
回 転 数	プロペラ	102	105	71.4
	高圧タービン	R. P. M. 6,243	6,427	4,370
	低圧タービン	3,226	3,322	2,259
蒸気消費率	無抽気	kg/SHP.h. 2.76	2.79	
	抽気	Do. 3.03	3.06	

蒸気状態 圧力 40 kg/cm²G, 蒸気温度 440°C
主機械合計重量 165,650 kg

(2) 主 汽 鍋

石川島重工(株)製二胴式水管鍋(過熱器,エコノマイザ-緩熱器,蒸気式空気予熱器付) 2基

蒸気ドラム径 1,220 mm 水ドラム径 814 mm

蒸気状態(過熱器出口にて)

圧力 42.2 kg/cm²G (600 psig)

温度 454.4°C (850 F)

給水温度 120°C

A. C. C. G. R.

	normal rating	max. continuous	max
蒸発量 kg/h	27,625 × 2 kg/h	(88,184 × 2 lbs/h) 40,000 × 2 kg/h	(92,593 × 2 lbs/h) 42,000 × 2 kg/h
ボイラー効率 %	88%	86.7%	86.4%
燃料消費量 kg/h	1,965 × 2 kg/h	2,935 × 2 kg/h	3,085 × 2 kg/h

蒸発管面積 602 m²/Boiler
過熱器面積 161 m²/Boiler
緩熱器面積 7.68 m²/Boiler
エコノマイザ-面積 755 m²/Boiler
ボイラー重量(水共) 約 137,500 kg × 2

(3) 主 復 水 器

鶴見造船所製複流表面式 1基

冷却面積 1,750 m²

真空 724 mm

(Normal rating, 海水温度 24°C にて)

冷却管 アルミニウムプラス(外径 16 mm

厚さ 1.2 mm)

(4) 低 圧 蒸 気 発 生 器

鶴見造船所製 サブマージドチコープ型 1基

直 径 1,600 mm 長さ 5,220 mm

管 外 径 25 mm 厚 2.6 mm

加熱面積 93 m² (ドレン冷却器 27 m² を含む)

蒸 発 量 25,000 kg/h.

重 量 17,000 kg (水共)

(5) 推 進 軸 系

	径	長 さ	数
中 間 軸	540	7,085	1
プロペラ軸	620	7,400	1

(6) フ ロ ペ ラ

三菱長崎造船所製エロフオイル型 5翼一体型

直 径 6,800 mm

ピ ッ チ 5,350 mm

展開面積 19,974 m²

ボ ス 直 径 1,200 mm

重 量 約 30,000 kg

(7) 発 電 機

主発電機力量 640 kW × 450 V A. C. 2基

同 上 原動機 日立製作所製タービン

補助発電機力量 120 kW × 450 V A. C. 1基

G. M. 製

(8) 補 助 機 械 類

名 称	型 式	数 量	容 量 m ³ /h × m	製 作 所
(a) ポンプ (特記以外はモーター駆動)				
主循環水	堅渦巻	2	2050/2720 × 8.55/6.1	鶴見造船所
補助 "	"	1	1000 × 8	"
主復水	"	2	65 × 60	"
補助 "	"	2	35 × 60	"
主給水	コフ・ン "DE"	3	100 × 56 kg/cm ²	コフィン
低圧 "	堅ウエー	2	30 × 14 kg/cm ²	新興金属
給水ドレン移動	堅渦巻	2	20 × 45	鶴見造船所
造水装置用	復水	2	— × 12	シュミット
	駆塩	2	— × 12	"
	循環水	2	130 × 15	"

重油噴燃	横ねじ	2	7×25 kg/cm ²	川崎重工
点火用	横ギヤ	1	0.227× 14 kg/cm ²	帝国機械
重油移動	堅ウォー シントン	1	50×3 kg/cm ²	〃
非常用重油 噴燃	堅ウェー ヤ	1	7×20 kg/cm ²	〃
潤滑油	堅ギヤ	2	135× 3.5 kg/cm ²	鶴見造 船所
潤滑油清浄 機	シャ プレス	2	1500 l/h (2ポンプ付)	巴工業
ビルヂ	堅ピス トン	1	30×25	新興金属
雑用	堅渦巻	1	220/100×30/70	鶴見造 船所
バタワース 兼消防	横渦巻	1	150×140 (タービン駆動)	〃
真空	横ナッ ジュ	1	5 kg/h× 380 mm Hg	帝国機械
冷凍機用冷 却水	横渦巻	2	5×20	〃

ハシ ドテ ロム フー	サニタ ー	〃	1	10×40	〃
	清水	〃	2	5×55	〃
	飲料水	自吸式	1	5×55	〃
	清水循環	横渦巻	2	1.5×5	〃
ボ ン ブ 室	荷油	横渦巻	4	1000×90	鶴見造 船所
	残油	堅ウォー シントン	2	250×90	新興金属
	重油移動	〃	1	80×25	〃
	ビルヂバ ラスト	〃	1	80/50×25/70	〃

(b) 空気機械

抽気ファン	横渦巻	1	300 ×200 mm Aq	鶴見造 船所
強圧送風機	〃	3	840 m ³ /min ×495 mm Aq	中島送 風機
機関室通風機	堅内装 軸流	6	550 m ³ /min ×50 mm Aq	日本電 気精機
コントロール 用空気圧縮機	堅2段 ピストン	1	55 m ³ /h ×8.8 kg/cm ²	田辺空気
雑用	〃	1	162 m ³ /h ×8.8 kg/cm ²	〃

(c) 熱交換器

主抽気エゼ クター	2段2聯 蒸気	2	80 kg/h	鶴見造 船所
補助	〃	1	30 kg/h	〃
補助復水器	横表面	1	C. S. = 300 m ²	〃
大気式	〃	1	C. S. = 60 m ²	〃
復水加熱器	〃	1 set	H. S. = 50 m ² C. S. = 15 m ²	〃

グランド コンデン サー	横表面	1	C. S. = 10 m ²	鶴見造 船所
脱気給水加 熱器	直接接触	1	85,000 kg/h	〃
造水装置	低圧	2 set	40 T/D	シュミ ット
独立緩熱器	ジェット	1	3,000 kg/h	前中製 作所
潤滑油冷却器	横表面	2	C. S. = 160 m ²	鶴見造 船所
潤滑油加熱器	〃	2	H. S. = 1 m ²	〃
バタワース 加熱器	〃	1 set	H. S. = 35 m ² C. S. = 25 m ²	〃
重油加熱器	堅表面	2	H. S. = 15 m ²	〃
点火用加熱器	トーテ	1	200 kg/h	大坂重 油炉

(d) その他

空気槽		2	1200 l	鶴見造 船所
万能工作機		1	8 呎	大田金属

3. 電気装置

本船には発電装置として主発電機2台、補助発電機1台が装備されている。

主発電機はタービン駆動の 800 KVA, 640 KW, 1,800 RPM, 450 V 60 cy, 3相のもので常時1台運転とし、切替時のみ並列運転するように計画されている。補助発電機は General Motors Corp, 製のもので空冷 2 cycle のディーゼルエンジンにより駆動される 150 KVA, 120 KW, 1800 RPM, 450 V 60 cy, 3相の発電機で機関室ストアフラットに装備され非常給電、碇泊時給電兼汽罐始動時給電の用に供せられる。本補助発電機は主配電盤の母線が無電圧の時自動起動し補助配電盤の非常母線に自動的に優先給電するようになっており、必要に応じ主配電盤にて主配母線に逆給電することが出来る。

機械室内補機の電動機にはすべて主配または補助配電盤から直接箇々に給電されている。補機電動機は特に小容量のものを除き殆んどすべてが 440 V, 60 cy, 3-phase の籠型誘導電動機で給電を受ける発電機に対し大きな容量のものは Closed Transition Auto-Transformer Starter により制御され他は直入起動方式を採用している。装備された電動機は 150 HP の艦用送風機電動機を始め計 62台、1,351 馬力におよんでいる。

蓄電池としては補発エンジン起動用の 350 AH, 24 V 1組および通信用の 120 AH, 24 V 2組が装備されこれらはいずれも国産のニッケルカドミウム、アルカリ蓄電池でそれぞれ専用のセレン充電器により充電される。

電灯系統は 115 V, 60 cycle で常用、非常用の両系統

に分けられ、それぞれ別箇の変圧器群により給電されている。非常系統の電灯は主給電停止の際も自動起動した補助発電機により自動的に給電されるように計画されている。またこの外に機械室主要箇所には24ボルト蓄電池による非常灯を適當数備えている。高級船室およびダイニングサロンは螢光灯照明が採用されているが他の一般照明は白熱電球によつている。通信装置としては特に記すべきものはないが、通話装置には1対7の無電池式電話およびドイツ国 Dethloff 社製の1対3のトークバック可能な両通話式拡声通話装置がそれぞれ1式備えられている。後者の拡声通話装置は船橋と船首尾および機関室間の通信用に供せられる。本船の主要なる電気航海計器および無線装置の全部は船主支給で下記に列挙するごときものである。

ダイヤロコンパス スペリー式 Mark-14, Model-1
自動操舵装置 油圧式

東京計器製 1式
サルログ Typ8 SAL-24 1式
音響測深儀 KELVIN & HUGHES 社製 MS-21 1式
レーダー デッカー社製 Model 45 1式
無線送受信装置 ドイツ国 Hagenuk 社製 1式

次のものからなる

M. F. および H. F. 500 W 送信機 1台
M & H. F. 100 W 電信電話送信機 1台
M. F. 50 W 非常送信機 1台
M & H. F. 受信器 1台
A. F. 受信器 1台
オートアラーム 1台
方位測定機 ゴニオメーター式 1台
救命艇用携帯無線装置 1台

天然社・海技入門選書

商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 130頁 ¥220
既刊 船の保存整備
商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 160頁 ¥300
既刊 船舶の構造及び設備属具
商船大学助教授 上坂 太郎 A5 160頁 ¥280
既刊 沿岸航法
商船大学教授 横田 利雄 A5 140頁 ¥230
既刊 航海法規
商船大学教授 田中 岩吉
既刊 海上運送と貨物の船積
(前篇)海上運送概説 A5 140頁 ¥260
(後篇)貨物の船積 A5 160頁 ¥290
商船大学助教授 豊田 清治 A5 160頁 ¥280
既刊 推測および天文航法
商船大学助教授 野原 威男著 A5 110頁 ¥180
既刊 船用プロペラ
商船大学助教授 中島 保司 A5 未定
以下 運航実務
続刊
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 謹次郎 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 愛朝 A5 未定
商船教授 内燃機関
商船大学助教授 賀田 秀夫 A5 未定
ボイラ用水
海抜試験官 西田 寛 A5
指圧図
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
蒸気機関
商船大学教授 真壁 忠吉 A5 未定
船用汽罐
商船大学助教授 小川 武 A5 未定
船用補機

高速艇の抵抗試験における相似則について

横尾 幸一
菅野 博志
逓研船舶推進部

緒言

従来、高速艇の水槽試験においては、小型模型で抵抗試験を行い、普通のフルードの方法で実艇の E.H.P. を求めて来たのであるが、1~2 m の小型模型で得られた抵抗値が信頼し得るものであるか、またその値を普通の方法で外挿して実艇の正しい抵抗値が得られるものであるかどうかという点には問題が残されていた。この点を解明する試みの一つとして、相似模型による抵抗試験を行ったので、その結果について報告する。

1. 模型艇

対応する実艇は海上保安庁の21米型巡視艇で、その線図は本誌の水槽試験資料72(昭和32年1月号, 101頁)に示されているので、ここには図面を省略して、実艇の要目のみを第1表に示す。試験に使用された模型は

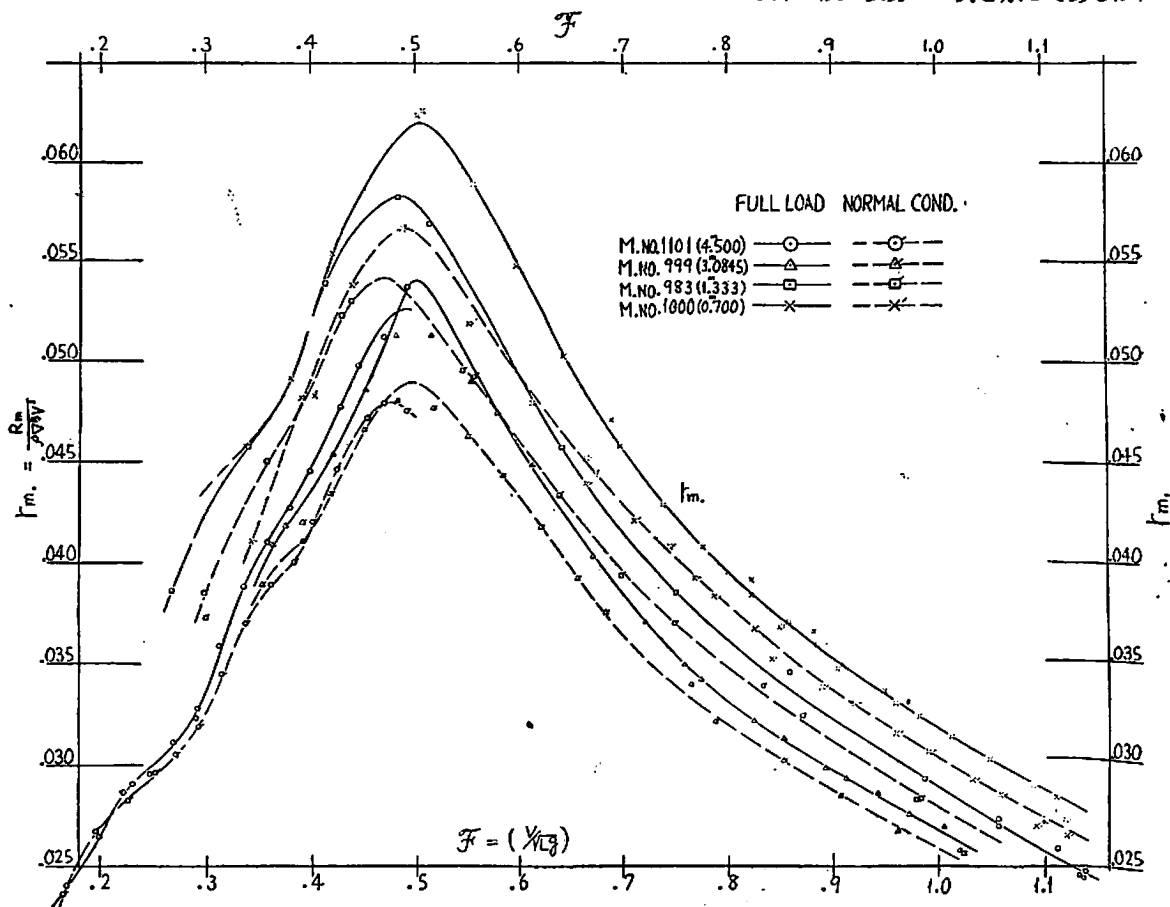
0.700 m, 1.333 m, 3.085 m および 4.500 m の4隻で、実艇に対する縮率は第1表に示してある。

試験は常備、満載の2状態について行い、抵抗測定のほか、波形、航走中のトリム等も記録した。各艇の試験状態を第2表に示す。なお、各模型ともすべて裸設状態で行い、乱流発生装置は附していない。

2. 試験結果

各模型に対して得られた全抵抗係数 r_m を第1図に示す。フルード数 $F=0.5$ の近辺に抵抗の大きな山があり、これより低速では抵抗曲線の傾向が模型によって多少異なっているが、高速においてはほぼ同様の傾向を持っており、高速においてはフルードの相似則がほぼ成立しているような予感をあたえる。

第2図に試験中の艇の姿勢の一例を示してあるが、こ



第1図 試験結果

第1表 実験主要目および模型縮率

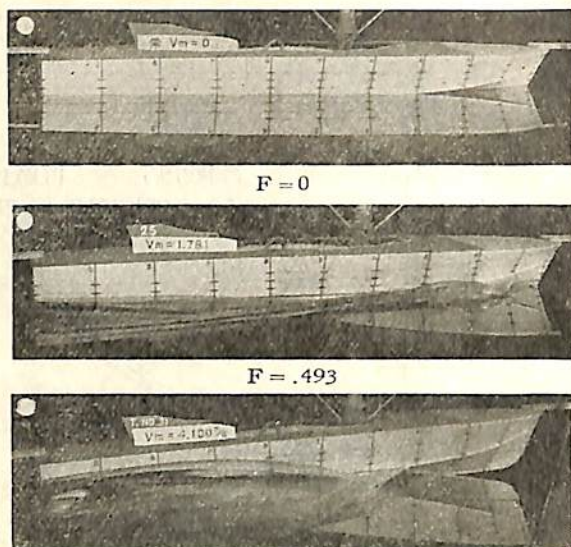
全長	21,000 m	
長さ (1 W.L. における)	20,000 m	
幅 (最大)	5,250 m	
幅 (1 W.L. における)	4,508 m	
深さ (最大幅における)	2,400 m	
吃水 (ラベットライン上)	0,870 m	
常備状態		
排水量	40.0 TON	
B	船尾へ 1,000 m	
C _b	0.491	
C _p	0.710	
C _m	0.691	
満載状態 (排水量)	45.0 TON	
模型船番号	長さ (1 W.L. における)	縮率
1101	4,500 m	1/4.444
999	3,084.5 m	1/6.483
983	1,333 m	1/15.00
1000	0,700 m	1/28.57

第2表 試験状態

模型船番号	満載状態		常備状態	
	排水量 (m ³)	浸水面積 (m ²)	排水量 (m ³)	浸水面積 (m ²)
1101	.5000	4.8853	.4445	4.7284
999	.1610	2.295	.1432	2.222
983	.0130	.429	.0116	.415
1000	.00188	.1182	.00167	.1144

れはいずれも 1,333 m 模型 (M 983) の常備状態におけるもので、静止、中速、高速の姿勢が示されている。第3図は航走中の艇のトリムを大型の2模型について示すもので、船首および船尾の L の前後端における浮上量を示してある。造波抵抗の山に対応する速度を越すとトリムの変化量は減小し、殊に船尾の沈下量はほぼ一定となること、および小さい模型の方が大きなトリム角を示すことがみられる。

波形計測は大型模型2隻に対しては船体表面よりじかに読みとり 1,333 m 模型に対しては写真よりの読みとりによつて行つたが、同一対応速度に対して良好な一致が得られなかつた。殊に写真により求めたものは、船体より離れている波の山をうつつしてしまうために誤差が大きくなつた。従つて、波形計測結果より求めた航走中の浸水面積も満足すべき結果をあたえなかつたが、大型2隻の結果は比較的よく一致しており、速度に対して浸水面積の変化する模様はよく示されていた。これによれば

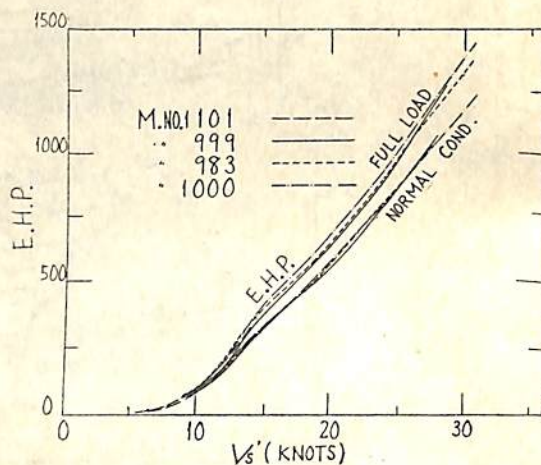


第2図 試験中の M 983

低速より速度が増加するにつれて浸水面積は増加し、 $F = 0.5$ の近辺で最大となり更に高速になると徐々に減少し、常備状態では $F = 0.9$ 満載状態では $F = 1.1$ を越すと静止時の浸水面積よりも小となつてしまう。

3. 結果に対する考察

第4図は各模型の全抵抗係数を Reynolds 数の横軸上に置点したもので、 $F = 0.5$ 以下の低速の範囲を除くと、フルード数一定の線は平板の摩擦抵抗を示す線にほぼ平行している。ただし平板の摩擦抵抗としてあたえてある r_f は Schoenherr および Hughes の C_f より換算して求めたもので、この際使用した浸水面積としては静



第5図 E. H. P 曲線 (457頁へつづく)

研野式振計の零線について

研 野 作 一
 海防研究所
 川 上 善 郎
 運輸技術研究所
 船舶推進部

1. 緒 言

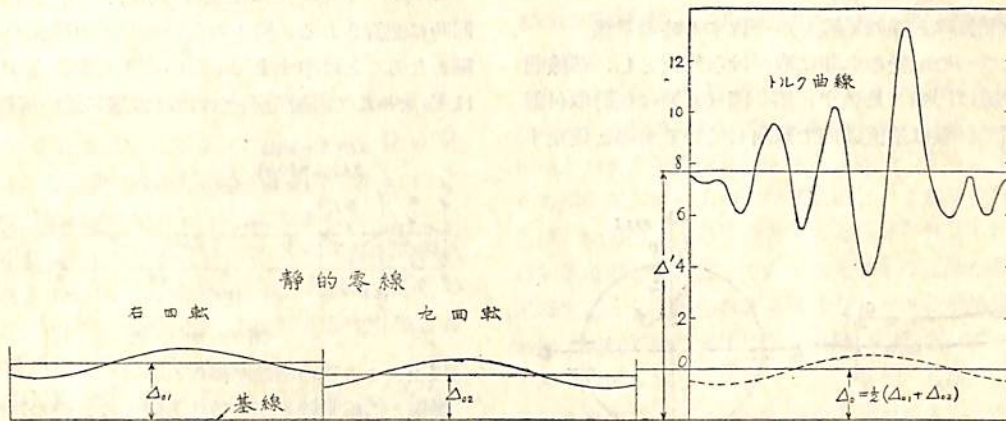
計器の精度はその零点または零線の精度によつて左右される。この報告は研野式光学的振計の零線について詳論し、振計による軸馬力の測定精度を高めるためには、中間軸の軸線の両側に同型一對の振計を対称に取付け使用すべきことを、实例をもつて提唱したものである。

2. 静 的 零 線

振計による静的零線というのは軸を極めて徐々に回転して記録される1回転分の記録であつて、馬力測定の一

*前後においては必ず記録がとられている。この零線は軸の右回転および左回転によつて僅かにその値を異にする。その差は計器取付位置から推進器側に存在する軸受や船尾管の摩擦のために生ずるものである。

求めんとする航走中のトルクの平均値は、航走中のトルク曲線の平均値と静的零線の平均値との差から算定される(第1図)。この差がはたして正しいトルクを与えるものであるかという点、これは一般に正しい値を与えないのである。この理由を述べるのが本文内容の大部分である。△

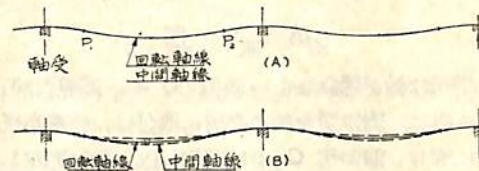


第 1 図

△ 3. 動 的 零 線

静的零線の形は軸の1回転毎に繰返される正弦曲線であり、この原因は計器構成要素の一つである中間軸の軸線が弾性的に彎曲しているまま回転している結果として説明される。この彎曲状態や次に述べる軸線の回転状態は、負荷状態で回転している場合と、静的零線を記録する場合の如く回転速度がほぼ零と考えられる時とは一般に相違すると考えなければならない。この負荷状態における軸の中心線の彎曲状態と回転状態とで現わるべきはずの零線を動的零線と名づける。如何なる計器でも動的零線または動的零点は負荷状態の記録と同時に記録することはできない。本器もその例外でない。

軸線の彎曲状態とその回転状態は次の二通りが考えられる(第2図)。中間軸が正常に据付けられた軸受に支えられていれば、その軸線は鉛直面内に自重によつて変曲点 P₁, P₂ をもつ曲線に沿うて曲る。第2図は説明の都合上誇張されている。第2図(A)は軸が静止してい



第 2 図

るときも回転しているときも常にこの彎曲軸線を回転軸線としている場合を示すものである。(B)は中間軸線と回転軸線と一致しない場合で、中間軸線が仮想的彎曲回転軸線の周りにループを画いて回転する状態のものを示す(軸の自重がないものとするかまたは自重を考慮する必要のない鉛直軸の場合には回転軸線は直線となる)。このような回転状態は軸線に対する質量分布の不均衡から起るものであることは既知のことである。

上記二様の回転状態の彎曲量およびループの大きさは一般に回転速度で変化すると考えられ、従つて動的零線の

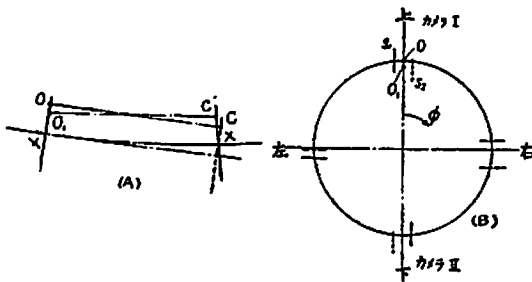
形やその平均値は静的零線のそれと相違することは当然である。またこの曲り方は、船の場合でいえば載荷状態の変化や波浪による船体の彎曲等によっても影響される。

撓みに対する抵抗の大きいしかも入念に工作された大型船の軸系では、その回転速度が小さいことと相俟つて、平穏な海上では静動両零線の値は殆んど変化しないだろうことが想像されるが、小型船になればなる程この両零線の変動について十分注意されなければならない。最近極めて小型の船の軸馬力測定の際を得て、この事実を明らかにすることができた。このようなおそれのある船については軸線に对称一對の振計を用いてこの誤差を除かなければならない。

次に (A), (B) 二様の場合に如何なる零線が記録されるかについて詳論する。

(a) 中間軸線と回転軸線とが一致する時の零線

振計は二つの軸受の中間に取付けられたとし、基線間の中間軸線は円弧と見做す。第3図 (A) は振計取付部の側面図で軸線は鉛直面内で彎曲しているものと仮定する。



第 3 図

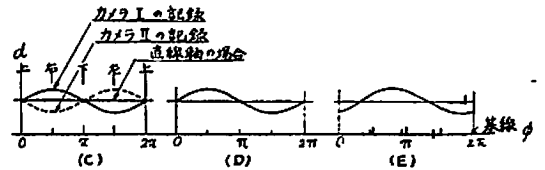
光学系は軸が彎曲しない真直のとき、基線両端 XX' のところに、固定環を軸に直角に取付け、曲率半径が基線長に等しい凹面鏡 C を機側側の固定環に固定し、その主軸 CO は軸線に平行に軸線から r の距離にあるものとする。光源 S (軸の半径方向の細隙) は推進器側の固定環に固定されてある。軸が彎曲すると図の如く C は C' に移り O は O₁ に移動する。

第3図 (B) は軸を推進器側からみた光源側の有線である。この曲つた状態で軸を1回転してみる。まず光学系が上、右舷あるいは下、左舷の位置に来ると、凹面鏡の曲率中心は常に垂直下方に O から O₁ になる。従つて光源 S の反射実像は O₁ に対称な位置に S₁ から S₂ に変位するが、この変位は光源自身の長さの方向の移動であるからフィルム上に記録される像の位置は変わらない。つぎに右舷および左舷では、反射実像は光源の長さ

の方向に直角に S₁ から S₂ に変位し、この変位はフィルム上の像の移動として記録される。右舷では O に遠ざかり、左舷では O に近づく。推進器が右廻りと仮定すると、前者は、船が前進するときのトルクで、軸が振られた際生ずる像の変位の方向と一致し、後者は、船が後進するときのトルクで、軸が振られた際生ずる像の変位の方向と一致する。この変位の方向に対して前者を正、後者を負とすると、一般に光学系が φ なる角位置にある場合にはフィルム上の像の変位 d は、

$$d = (2\delta \sin \phi) \times m_0 \quad (1)$$

ただし δ は軸線の曲りから生じる曲率中心 O の変位、m₀ は像変位を拡大するカメラレンズの倍率である。すなわち1回転毎に繰返される正弦曲線となる。全く相等しい光学系が軸線の丁度反対側に装着されてあれば、この方のフィルム上には (1) 式の符号を変えたものが同時に記録される、撓みのない理想的直線軸の零線は直線となることは申すまでもない。また変曲点 P₁ あるいは P₂ を挟んで基線を選べばほぼ直線に近い零線となる。



第 4 図

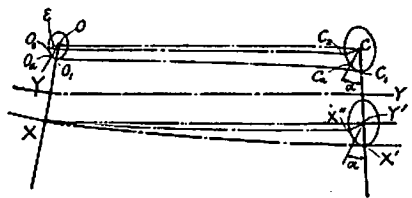
以上により次の結論が得られる。

軸線と回転軸線とが一致する限りは、軸の彎曲が大きくなれば零線の振幅は第4図 (D) の如く増し、彎曲面が鉛直面から他の面に変われば第4図 (E) の如く単に位相が変るだけである。従つて零線の平均値には変りない。故にただ1個の振計で正確な平均トルクが得られる。

動的零線がどんな形をしているかは負荷トルク曲線の波形分析によつてのみ求めることが可能である。

(b) 中間軸線と回転軸線と一致しない場合の零線

第5図において紙面を鉛直面とし、この面内で XX' を軸線、YY' を回転軸とする。前節の場合と同様に光源側を基準として凹面鏡側の関係運動を調べるには、

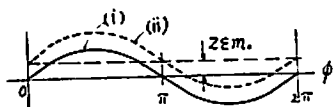


第 5 図

YY 軸を XY' に移動して、これを回転軸として考察すればよい。すなわち鏡側の固定点は X·Y'' を半径として円運動をする。

今光学系が XX' Y' 面 (鉛直面) 内に取付けられてあるとき、ここを基点として画く零線を考えてみることにする。

この場合を前節と比較して論ずるために、凹面鏡の取付は次のように考える。XX' 軸を回転軸 XY' と一致させたと仮定したとき鏡の主軸を CO とする。この仮定で XY' を軸線としかつ回転軸線として画く零線は、前節より第 6 図の (i) の如き正弦曲線となる。



第 6 図

さて軸線が XY' から XX' になれば鏡は X'Y' に等しい量だけ C から C₁ 下る。これに伴って O は O₁ に移動する。この変位は中間軸の半径方向であるからこのための反射像の変位はフィルム上に表われない。

今ここを基点としてこの光学系を XY' を回転軸線として 1 回転させると、この光学系が画く零線は、XY' の彎曲軸がそれ自身を回転軸線として画く正弦曲線となり、第 6 図 (i) と同じものとなる。

次に軸線 XX' が何等かの原因で前の場合から 90° だけ変つて XX'' となつた場合、同じ光学系が画く零線について考えてみる。

鏡 C は C₂ に移り O は O₂ に移る。OO₂ の変位を ε とすれば、これは中間軸の半径に直角方向の変位であるから、反射実像の 2ε だけの変位は m₀ 倍されてフィルム上に記録される。今ここを基点としてこの光学系を XY' を回転軸線として 1 回転させると、この光学系が画く零線は、XY' の彎曲軸がそれ自身を回転軸線として画く正弦曲線となり、第 6 図 (ii) の如く (i) に比して 2εm₀ だけ高い値のものとなる。90° でなく一般に α だけ変つた場合には 2εm₀ sin α となる。

以上の説明で次の結果が得られる。

始め静的零線を記録する場合の中間軸線が回転軸線 XY' と一致するとすれば、その零線は (i) の如くなる。次にある回転速度において中間軸線が XX' となつたとすれば、その動的零線は (i) と同じ形を示し、更に 90° 変つて軸線が XX'' になつたとすれば、その動的零線は (ii) の如くなり、その値は 2εm₀ だけ相違する。一般に α だけ変れば 2εm₀ sin α 変る。

以上は回転軸線の彎曲面と中間軸線の彎曲面と光学系の取付位置との三者の相互関係位置において示す零線について考察したのであるが、これらの相互関係位置は回転速度によつて変化すると考えなければならない。従つて動的零線の値は常に変化する。トルクのための振れはこの動的零線に加算された形で記録されるのであるから、動的零線がその都度わからなければ真のトルクは求められない。

しかれば如何にして正しいトルクを求めることが出来るか。

4. 正しいトルクを求める方法

静的または動的零線が直線ではなく正弦曲線として表われることの原因は回転軸線が彎曲していることにある。しかしてその零線の平均値が一般に回転速度によつて変るのは回転軸線と中間軸線とが一致しない場合があるからである。

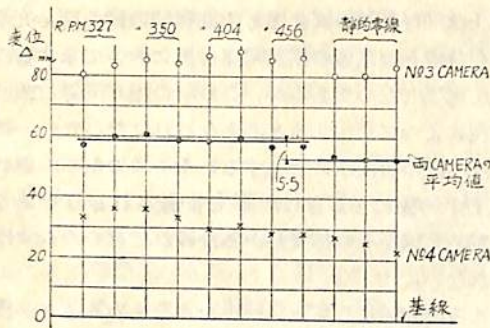
ところが軸線の両側対称に一对の同形光学系を用いるならば、軸線の回転状態の如何にかかわらず、この状態から入つて来る誤差を消去することができる。すなわちこの誤差混入は一方の光学系に正として加算せられるならば、他方の光学系に負として加算せられ、しかもその絶対値は等しい。従つて各々の光学系の記録から、静的零線を基として得られる見掛けのトルクの平均値を求めれば、動的零線の変化に基く誤差は相殺されて、正しいトルクが得られる。

これを逆にいえば、もし両系の記録によるトルクが等しければ回転軸線と中間軸線と一致していたとみるべきである。

5. 実 測 例

排水量 5 噸の舟艇の標柱間速力試験の際得た結果について述べる。その軸径は 42 mm φ で、軸馬力は 4~14、毎分回転数は 350~530、6 気筒ガソリン機関を用い、速力は 4.5~6.3 ノットまでの試験を行った。

(a) 推進器を外し回転速度を変えた時の零線の記録
推進器を外し回転速度を毎分 327, 350, 404, 456 と順次上げ、各回転毎の零線記録をとつた。機関軸と中間軸との連絡は摩擦接手によるものであるから、各回転毎にこれを 2 度かけかえて、2 回の記録をとつた。従つて機関軸と推進器軸との相対的角位置は相違しているわけである。回転方向は常に右廻りで船尾管の摩擦トルクだけは常に作用している状態である。次に接手の角位置を三通りに変え、それぞれの場合の右および左廻りの静的零線をも記録した。撮影フィルムはこれを引伸機にかけて拡大し、面積計を用いて基線からの平均値を求めた。

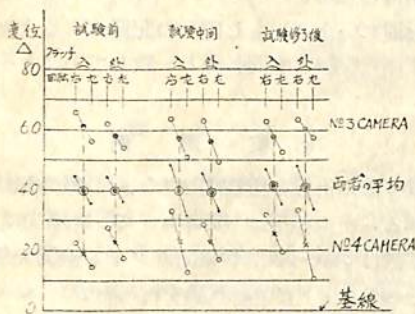


第 7 図

これらを置点したものが第7図である。これで見ると No. 3 および No. 4 のカメラによる無負荷動的零線の値は回転速度によつて 10 mm 位ずつ変化しているが両者の平均値は 3 mm 位のばらつきにしかならない。また同一回転でも接手の嵌合位置により多少変化している。最後の静的零線についても、各々のカメラについては接手の嵌合位置でその値は変るが、両者の平均をとれば殆んど変化がない。

以上により動的零線が回転速度によつて変化し、一方のカメラに正として、他方のカメラには同時に負として、加算せられることが判る。

右廻りの動的零線の全平均値と、右および左廻りの静的零線の平均値との差 5.5 mm は船尾管の摩擦を示すものである。

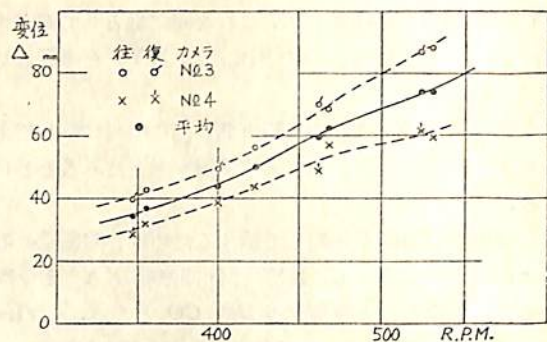


第 8 図

第 8 図は推進器をつけて速力試験を行つた際に、試験の始めと中間と最後の 3 回にわたり船をとめて静的零線を記録した結果である。各回毎に接手を入れたままのものとして外した場合につき、右廻りおよび左廻りの静的零線を記録した。同一カメラについていへばその都度零線の値は変るが、両者の平均値については殆んど不変である。

(b) 回転速度と見掛けのトルクの値

推進器を取付けて速力試験を行い、前記静的零線を基



第 9 図

準にして軸回転速度に対する像の平均変位を求め、No. 3 および No. 4 カメラのそれぞれが示す値を、回転速度に対し置点すると第9図の通りとなる。図でわかる通り両カメラの平均点を取りその平均曲線を引いてみると、往復ともこれらの点は平均曲線の上に乗っている。しかして試験が無風状態に近かつたことからみてこれは当然でなければならない。この結果からもしただ1箇のカメラを用いたと仮定すると、点は相当なばらつきをみせている。のみならず全体的にみて、No. 3 カメラでは約 +14%、No. 4 カメラでは約 -14% の誤差を伴うことがわかる。この誤差は当然動的零線が回転速度に従つて変化することを示すものであつて、前例の推進器なき場合の無負荷動的零線の変化する事実から当然納得されることである。

本船は、筆者等がこれまで測定した船に比べて極めて小さくまた船齢も古い。軸受も摩耗してがたついているし、推進器軸心と発動機軸心との不一致が甚しく、軸の太さに対して計器も比較的大きい附加質量となつているので、軸の回転状態はその回転速度によつてかなり変化するものと考えざるを得ない。従つて動的零線の変化は当然考えられ、前記の結果は当然といわなければならない。

しからば大型船において、これに類することはないかというに、実際には程度の差であつて必ず存在する。特に荒海航行の際には、船体の波による彎曲が当然軸系の回転状態に影響をおよぼす。日聖丸実船試験にこの例をみることができる。一対の計器が示す誤差は、瞬間値最大のもので $\pm 5\%$ 前後、数十秒間の平均値では最大 $\pm 2.5\%$ と報告されている。入念に工作された軸系をもつ大型船が平穩な航海をしている場合には問題はないにしても、静的零線を記録した載貨状態と計測時の載貨状態とが相違する場合には、軸系の彎曲状態が変るから注意を要する。

結局いかなる場合でも一対の計器を用いることは正確なトルク、従つて正確な馬力を求めるために必要なことであつて、これはまた同時に再びくり返すことのできない試験の際、万一の計器故障に備えることもできるから、必ず実行すべきことと考えられる。

6. 結 論

以上を要約すると次の如くなる。

(a) 中間軸線が直線であると仮定すれば、その際計器が画く零線は基線に平行な直線である。

(b) 中間軸線は一般に自重のためのみならず、軸受の据付の狂い等から鉛直面内と限らず、他の面内にも彎曲している。その彎曲のため零線は正弦曲線となる。

(c) 軸の回転状態には二通りある。その一つは曲つた中間軸がそれ自身の軸線を回転軸線として回転している場合、他の一つは曲つた中間軸線が他の曲つた曲線を回転軸として回転している場合である。

前者の場合にはその曲りの度合や曲り面の変化があつても画かれた零線の平均値には変わりなく、(b)の場合と等しい。ただ零線の振幅と位相が変わるだけである。

後者の場合には、中間軸の曲り面、回転軸線の曲り面および光学系の取付位置の三者相互関係が回転速度の如

何にかかわらず一定ならざる限り、零線の値は変化する。

(d) 以上述べたように零線の形、位相およびその値の変ることはすべて軸の彎曲に基くものである。もし中間軸線に對称に一対の計器を取付けたとすれば、この曲りの影響は一方の光学系には正として、他の光学系には負として加算され、しかもその加算量の絶対値は等しい。故に両計器が示す零線の平均値こそ真の零線の値となる。

(e) 一般に負荷曲線の値は、以上述べた軸線の彎曲や回転状態等に基く彎曲の影響がわれわれの求めようとするトルク変動の上に重加されているから、ただ1箇の計器からだけでは正しいトルクは得られない。

小型船のように軸の曲りに對し計器の質量が大きく、回転速度の高い場合には是非一対の計器を使用しなければならない。本文には実例によつて以上の事実を説明し、また小型船に限らず大型船においても同様2箇の計器の使用が望ましいことを示した。

以上は零線に関する論議を研野式振計について述べたものであるが、このことはあらゆる種類の振計に共通するものであることを附言する。

(452 頁よりつづく)

止時の値をとつている。静止時の浸水面積を使つた理由は計算の手数が簡単になるのと、航走中の浸水面積の結果が満足すべきものでなかつたためによる。ただし C_r より r_r を求める換算式中に $\frac{\text{浸水面積}}{\text{排水量}^{2/3}}$ なる因子が入ることを考えると、 r_r 中のフルード数一定なる点を結んだ線は中速で傾斜が急となり、高速で傾斜が緩くなる訳であるから、 r_m との間の等間隔性は現在示したものよりよくなる方向にある。

なお、一言述べておかねばならないことは、一番大きい模型と一番小さい模型の2隻がパラフィン製であり、中間の2隻が木製模型であり、製作者も異なるために同一

線図を用いていても、多少の仕上りの差は避けられなかつたであろうということである。低速における点の不一致の原因の一つはこの点にもあるものと思われる。

参考のために、各模型のそれぞれの試験結果より求めた実艇に対する有効馬力を第5図に示す。この際の摩擦抵抗の算定には模型・実艇とも Schoenherr の係数 ($\Delta C = 0$) を使用した。一番大きい4.5 m 模型で高速部の測定値が得られなかつたのは残念であるが、それにしても3.058 m 以下の3隻の模型の有効馬力の差は数%にすぎず、一番小さい0.70 m の模型でもほぼ満足すべき値を与えていることは驚くべきことである。

運輸省 監修
商船大学教官 屋代 勉 著

日本船舶信号法解説

A5. 70 頁 ¥ 100 (〒20)

第1章 通 則

第2章 細 則

甲種機関科

船舶 国家試験模範解答

(31.4—31.10)

天然社編 A5. 110 頁 ¥ 170 (〒30)

- ★ 甲種機関長
 - ★ 甲種一等機関士・内燃機関甲種一等機関士
 - ★ 甲種二等機関士・内燃機関甲種二等機関士
- 以上の31年4月6月10月の定期試験の問題および解答を網羅せるもの。

欧州各国における船舶用減速歯車の近況 — 1 —

星野次郎
日本海事協会技術研究所研究員

まえがき

1956年9月10日より14日までの5日間 London の The Institute of Mechanical Engineers で “International Conference on Fatigue of Metals” が開催され、筆者はこの会議に “Some Studies on Pitting of Marine Reduction Gears” なる研究論文を発表するため渡欧した。その機会に英国、ドイツ、スイス、フランスの最近における船舶用減速歯車の状況について、若干の見聞をすることができた。滞在の期間が短く、かつ、問題が歯車の設計、工作、精度等の広範囲に及んだので、筆者の知識をもつては到底その全貌を察知することは困難であるが、以下筆者が知り得た範囲についてできるだけのことを申し述べたいと思う。

もとより、以下に述べる所は筆者の私見であり、これをもつて直ちに欧州各国の船舶用歯車の現状のすべてと解すべきでないことを、始めにおことわりして置きたい。

今回の旅程は、9月4日羽田発6日 London 着10日より16日迄前述の International Conference, 続いて17日より21日まで Institute of Mech. Eng. 主催の英国内の金属疲労の問題を研究している各研究所の見学会に参加した。24日は Lloyd's Register of Shipping を訪問し、船舶機関の最近の諸問題についての技術的見解を交換するとともに、その研究所を見学した。

以上で英国における日程を終り、9月26日 Hamburg へ飛び、以降10月7日まで12日間 Germanischer Lloyd の好意により、ドイツ各地の造船所、造機関係工場等を見学した。訪問した工場は、Deutsche Werft (Hamburg); A. G. Weser (Bremen); Schieß A. G. (Düsseldorf); Siemens A. G. (Mürrheim); M. A. N. (Augsburg); Renk A. G. (Augsburg) 等である。

10月8日 Swiss に入国し Sieber Hegner A. G. および Übersee-Handel A. G. の好意により、Brown Boveri; Amsler; Escher Wyss; Sulzer; MAAG; S. L. M 等を見学した。

10月19日 Zürich より Paris に飛び Bureau Veritas を訪問し、船舶用歯車等の諸問題について意見を交換した。しかしフランスおよびイタリアの造船所、造機工場等は滞在日数の関係で、訪問することが出来ず、非常に残念であつた。

1. 英 国

英国は主として International Conference に出席するのが目的で、造船所、減速歯車製作所、歯切盤製作所等は見学しなかつたので、全般的なことは解らないが、筆者の発表した論文が、かなり英国において歯車の研究に携っている人々の間で関心を呼んだらしく、会議の昼食時などに free talking をしかけて来る人もあり、pitting に対する英国の考え方をかなり察知することが出来た。また見学会において、Mechanical Engineering Research Laboratory (M. E. R. L.) を訪問した際、最近そこで作られた M. E. R. L. 型の Rack-type Gear Measuring Instrument および Tooth Profile Recorder を見ることが出来、且接触円筒による pitting 発生試験および小型の back-to-back の歯車耐久試験を見学し、研究担当者 Mr. Kennedy とこれらの問題について論ずる機会をえた。

Lloyd's Register of Shipping においては Dr. Dorey は病気のため面会出来ず、Deputy Chief Surveyor Mr. Pemberton, Assistant Chief Surveyor Mr. Seller, 大型振り疲労試験の担当者 Mr. Smedley 等と会い、船舶機関の事故全般、特に減速歯車、プロペラ軸スリーブの侵蝕、プロペラ軸の折損事故、振り振動の問題等について意見の交換を行った。なお Mr. Archer も病気のため欠勤しており、氏が The Institute of Marine Engineers に発表した論文 “Some Teething Troubles in Post-War Reduction Gears” について詳細に尋ねることが出来ないことは誠に残念であつた。

1-1 International Conference における free talking

会議中昼食を Institution の地下図書室で、会議出席者が殆んど全員一緒にとり、かつ Author は胸に氏名を書いた札をつけているので、各自興味ある論文を提出した author を見付けて雑談し得るような仕組みになっていた。東洋人は筆者と原技師長の他に中国人が傍聴者として2名いただけであつたので目につき易く、殆んど毎日誰かに話し掛けられた。筆者の場合相手もすべて永年歯車の問題に取り組んだ expert なので、雑談の内容も直ちに pitting 発生機構の核心に触れ、非常に興味ある考え方や、実験結果等を知ることができ多大の啓発を受けた。しかしそうはいうものの、筆者の拙い語学力をもつては複雑な内容をすらすら話すなどということ

は思いもよらぬことで、筆者の paper を前に置いて、互に手帳に図を書いて説明し合うという、半ば筆談の形をとらざるを得なかつた。しかし、内容的にはお互に熟知した事柄なので十分に議論することが出来た。我々には外人の顔と名前を覚えることは至難の業で、たとえ「私は誰々です」と名乗られても spell がわからず(会議に出席していた engineer, 特に英国の Engineer は殆んど名刺を持っていない)、非礼とは知りながらこちらの名刺に名前と住所とを書いて貰つたような次第で、それも最初は場慣れしないために、ついに名前を聞き渡した人もあつた。

Düsseldorf の若い Engineer (氏名不詳)

この人の質問は、日本で使われている歯車材の硬度に関するものであつた。日本の現状を伝えると、ドイツの practice はもう少し硬く、小歯車が 250~350 Vicker's H. No. 程度であり、このような歯車には歯面の metal flow が見られない、という意味のことをいつた。会議の第1日のことであつたので、こちらは大方面白い、十分に意を尽した discuss が出来ず氏名を聞かずに別れたが、今思うと非常に残念である。

M. E. R. L. Mr. Kennedy

この人は前にものべた様に、英国の Gear Pitting の第一人者らしく、実際に自分で模型試験を行つているため、質問も非常に鋭く、いささかたじたじであつた。

筆者は paper 中に、歯型の方向の pitting 分布について、Addendum side に pitting がなく Dedendum side に pitting が多い理由を転り接触の摩擦力による metal flow の影響によるものと説明したのであるが、彼はこれと少し異なる考えを持つているようであつた。彼の考えは、小歯車の歯元より噛合点が移動する際、歯面

間に挟まれた油膜に第1図に示す矢印の方向の高速な流れが生じ、これが歯面の滑り運動によつて生じた metal flow 中のクラックの口を開かせるように作用し、dedendum 側のクラックに油が滞される結果となる。しかして噛合が繰返されるとこのクラック中の油が圧縮されて、クラックを進行せしめ、かつクラックと表面とに挟まれた楔状の部分を剝離させると、いうものである。

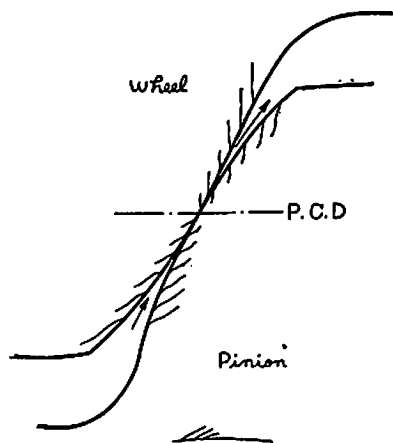
また彼は筆者の paper に Addendum 側の歯先部に pitting が現れぬと書いたことを非常に異としたらしく、通常このようなことはない筈だがと尋ねる。筆者はこれに対し、歯先部の pitting は通常現れず、歯面に非常に激しい pitting を生じた最終段階にのみ現れるもので、このことは paper の中に記してある筈、と答える。彼は再び、そのようなことは書いてないとやり返す。不審に思つて paper を見直すと、なるほど彼のいうように確かに書いてなかつた。これは今回の筆者の paper における最大の手落ちであつた。実は、なれない英文を上手に書くことに注意を払ひすぎ、内容的にやや不十分になつたというのが実情で、この点より考え外国に出す研究発表は英文を上手に書くことより、内容を重視し、少し詳細に過ぎる位に徹に入り細に互つて記述する必要があることを痛感した次第である。筆者としては、既に国内の paper に pitting の発生過程のことを数回にわたつて発表しているので、addendum 側に pitting が少いことなどは既知のこのように感じていたが、外国人は自国の paper 以外はよほど傑出したものでない限りあまり関心を持たないというのが実情で、まして簡単な英文の abstract をつけた日本の学会の論文などに目を通すこと等全く考えられない。こういつた点にも日本国内で非常に優秀な研究発表が為されながら、国際的に評価されない大きな原因があることを痛感した。

Mr. Kennedy の pitting の発生機構についての考え方は orthodox なもので、従来このような考え方が行われていたが、今回新しく筆者が、pitting が単純な圧縮疲労ではなく、歯面の滑りと転りによる塑性変形がその原因であるという見解を述べたわけであるから、Kennedy 氏のような意見が出るのは当然のことといえよう。

なお、Mr. Kennedy は今回の会議に“Fatigue of Curved Surface in Contact Under Repeated Load Cycles”という、接触する二つの球に繰返し荷重を加えた場合についての興味ある論文の発表を行つている。

Metropolitan Vickers Mr. Crook

Mr. Crook は author ではないが、いかにも研究者らしく、服装等には全く無頓着で、肥つた身体を窮屈そ

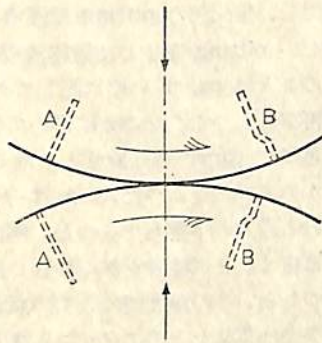


第 1 図

うに小さな背広に詰込んで、ネクタイは振れて裏返えしという格好をしている男で、年輩は筆者と同じ位であろう。

彼は彼自身の最近の研究結果と、筆者の pitting 説が全く合致するといつて非常に嬉んでいた。彼は西原教授と同様に、転り接触円筒試験をやつており、pure rolling contact の場合の表面層の塑性変形と、円筒間の油膜の厚さを電気抵抗（油膜の）によつて計測する実験を行い、1956年11月 The Inst. of Mech. Eng. に発表するといつていた。

彼は第2図のように接触する円筒に荷重を加えて矢印の方向に回転させると、最初半径方向にAのような小孔をあけこれにNiの針金を入れておいたものが、Bのように表面より0.2~1.0耗の深さまでは変形しないが、これより深部で回転の方向に変形し、この部分には材料の塑性変形が認められる。この変形層の厚さも0.2~1.0耗位でこれより深部は全く変形を生じていない、というものである。



第2図

この実験により、筆者が pitting の歯型方向の分布を説明する際に仮定した、純粋な転り接触による材料の流れという考えが実証されたわけである。同時に従来説明の困難であつた所の、歯先部に生ずる pitting は何故に浅いものが出るかという点も説明づけることが出来る。すなわち、歯先部において滑りと転りによる材料の流れが打消し合う場合、転り接触のそれが表面層にはなくある深さの所に出来るために、滑りの流れは表面層ではそのまま残り、ある深さ以上では打消されることになる。その結果としてこの部分に発生する pitting も表面近くの浅い層にしか起らないことが明かにされる。

転り接触の場合の材料の流れについては、筆者自身近くこれを行う計画であつたが、今回の Mr. Crook の実験により完全に先を越されることになつてしまつた。これと同じように Mr. Kennedy も pitting の発生機構の研究を学会に発表する計画があつたと想像されるが、この場合には筆者に先を越され、彼としては残念なことと推察する。

Mr. Crook の他の研究、すなわち接触円筒試験における円筒間の油膜厚さの測定も、前述の Inst. of Mech.

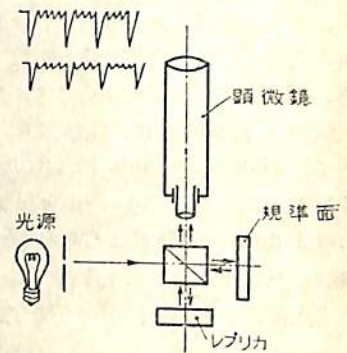
Eng. の論文に述べられており、特に注目すべき点は接触面に金属接触が起らず、両円筒の絶縁抵抗が充分にある状態で pitting の発生が認められたという事柄である。この場合の pitting の発生状況は未だ発表されず、会議の当時には1956年中に発表したいと述べていた。

両円筒間の絶縁抵抗が充分に高い間に pitting が発生するということは、pitting が境界油膜のもとで発生するものであることを意味し、非常に大きな意義を有するものである。

滑り接触する円筒間の油膜の問題は、それが流体力学的な油膜である間は、筆者の行つたような方法で理論的にその厚さを推定することが可能であるが、境界油膜については全く困難であり、かつ境界油膜の性状についての実験も少いために、今後の Mr. Crook の研究発表が待たれる次第である。

次に Mr. Crook は pitting の発生原因となる歯面の凹凸について話している間に、その測定法として1955年の Engineering に Mr. J. Dyson が発表した光の干渉を用いた方法を紹介してくれた。これはいささか旧聞に属するかもしれないが、方法として非常に興味あるものなのでここに紹介する。

これは第3図のように歯面より採取したレプリカについて、光の干渉を起させてその粗さを知る方法で、これによつてミクロン単位以下の凹凸をも精密に測定し得るとのことである。この際の干渉縞は第3図左上のような形となり、一定



第3図

の間隔に現れる深い谷が見られ、これはホブ切りの際の一つのホブの刃が切削した面と次の刃が切削した面との境界に出来る凸起である。このような凸起は shaving によつて殆んど取り去られると Mr. Crook は云つていた。

pitting が歯面の凹凸の大きさと歯面間の油膜厚さの関係によつて発生したりまたは発生しなかつたりするものであることは明かであるので、このような方法で歯面の粗さを計測することは意味のあることと考える。この点歯切りの精度というものが現在殆んどホブ盤の親ウォームホイールの誤差、親ネジの誤差、切削中の温度変化等より生ずる比較的波長の長い undulation のみにつ

いて論じられている点も一考を要するものと思う。

これ等、上に述べた人達の他に、Royal Technical College の Mr. Lauder 氏も Mr. Crook と議論している間に話しに加わり、また Yugoslavia の Beograd 大学の機構学の教授 Prof. M. D. Trobojević も筆者の paper に多大の興味を持ち、氏自身歯車の問題、pitting の発生機構等について、多くの自国語の paper を発表しているとのことで、これらを相互に英訳の上交換し、改めて意見の交換をしようと約束した。

以上 Conference 中の 5 日間に、各国の実際に歯車の研究に従事している人達と親しくなり、お互の研究内容を素直に話しえたことは非常に大きな収穫であった。

これ等の人々と話し合つて感じたのは、日本の研究水準は諸外国に比し少しも遜色なく、むしろ研究結果を理論的に解析する手法は日本の方が優れているのではないかという点である。勿論実験をとまなう研究における規模、すなわち研究費の点では、米、ソが第一で英国がこれに続き、日本とは比較にならない程拮据したものである。しかし、その乏しい費用で行われる実験の貧弱さを、実験結果の解析における独創性に補つている点、正に日本の現状は賞讃に値するものではないかと考える。

ただ日本における研究活動の最大の欠点は、それが理論的に偏する傾向があり、そのために外国文献および国内の権威者の論文だけを至上のものとし、こういった権威に反抗し、より新しい見地に立つた研究を試みたり、またはその研究結果を発表しようとしたりする若い研究者を抑圧しようという傾向を生じてはいないだろうかということである。若しこのようなことが仮りに若干でもあるとすれば、これ以上研究発展に有害なものはないのではないかと想像する次第である。

また今回の国際会議で感じたもう一つの点は、世界各国において、当面解決を必要とされている研究課題は大体において共通な問題であり、自分と同じ研究課題に従事している人が必ずどこかにいる、ということである。それ故研究者が自己の課題を速かに解いて、各国との競争に先んずるとともに、その研究の成果は機会を得次第国際的な機関に発表し、同じ問題に取り組んでいる他国の研究者と意見の交換をすることが必要であり、同時にそれが日本の技術水準を各国に認識せしめる最も有効な手段ではないかと考えている。

1-2 Mechanical Engineering Research Laboratory における歯車関係の研究

International Conference に引続き行われた Inst. of Mech. Eng. 主催の見学会において Mechanical

Engineering Research Laboratory (M. E. R. L.) を訪問した際にその一部門において行われている歯車に関する研究を見聞することが出来た。

M. E. R. L. 全般としての研究設備、研究題目については、別な機会に述べることにし、ここでは M. E. R. L. の七つに大別された研究部門の一つである Metrology division において行われている、歯車測定機関係の研究、Loads Testing of Gears および Loads Testing of Gear Materials について述べる。

歯車測定器関係

今回の見学会のために用意された紹介パンフレットには次のように述べられている。

正確な歯車を生産するには、あらゆる形式の特殊な測定装置と、新しくかつ優れた測定法とが必要である。現在歯車の大きさは、小は最新式の砲術用および誘導兵器の制禦用等の精密装置の歯車から、大は船舶推進用の直径 20 ft の最終段大歯車におよんでいる。

本研究所は個々の要素に基づく各種の誤差をそれぞれに弁別し得る測定装置を設け、それは累積および隣接ピッチ誤差を測る割出盤、偏心測定装置並びにインボリュート歯型よりの狂いを測定するものおよびねじれ角の測定器等よりなつている。

この方面の研究は以前には National Physical Laboratory (N. P. L.) において行われていたが、それが M. E. R. L. に引継がれて現在に到つている。

最新設計製作された測定器には二つの新しいものがあり、一つは Instrument Gear 用のラック型歯車試験機であり、他の一つは船舶用大型歯車の歯型測定器である。

(イ) ラック型歯車試験機

この機械は製品検査用に設計され、その測定結果は通常の歯車噛合試験機より得られたものに比し遙かに精密である。すなわち普通の噛合試験機においては、本来の意味の割出し誤差が示されず、歯車の偏心による誤差をも含むことになり、かつ歯の接触周期の誤差はわかるにしても、それが歯の割出し誤差によるものか、歯型によるものかは明かにされない。普通の噛合試験に用いられる master gear の正確なものを得ることが困難であり、また得られても高価であるという見地から、新しい噛合試験機には master rack が測定の基準として使用され、測定は被測定歯車と master rack との 1 枚歯噛合 (single flank meshing) のもとに行われ、歯型誤差とともに累積ピッチ誤差と隣接ピッチ誤差の量的表現も可能である。勿論この測定機は一般的な 2 枚歯噛合 (dua flank meshing) 試験にも使用し得るものである。

(ロ) 歯型測定器

船用大型歯車の歯型誤差の測定は従来簡単な copying mechanism を元としており、触針が歯型に沿って動くにつれて smoked glass 上に歯型を画く機構であつた。この機構においては機械的な拡大装置がないために、測定記録が投影機によつて検査される場合の総合倍率は50倍に止まつていた。

新しいこの歯型測定器は精密な滑り運動によつて得られる直線を基準とし、これと involute form との距りを測定する機構をもととしている。この滑り運動をする部分に記録装置がついており、滑り運動と直角の方向に10倍の拡大率をもつて smoked glass 上に歯型を画く。従つて投影機によつて検査する場合には総合倍率500倍をもつて正しい involute form との比較を成し得る。

(ハ) 歯切機械

ホブ盤の重要部分についての British Standard B. S. 1498:1954 による格付けは当研究所の metrology 部門にて行われる。すなわち machine alignments, truth of running, axial float of shafts 例えば hob-shaft と machine の main spindle の遊び等の測定が行われる。更に各回転部分に対する main spindle の動きが周期的誤差の量を決定する手段として測定される。

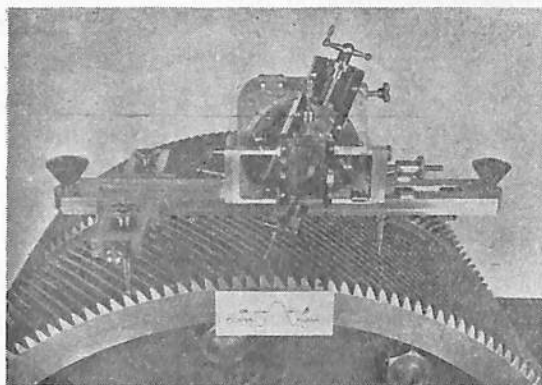
なお、ラック型歯車検査機についての詳細は次の文献に記載されている。

“Mechanical Engineering Research 1955”

London H. M. Stationary Office. 1956 pp 22-23.

以上がパンフレットの要約であるが、これ等の外にも多種多様の歯車検査が揃つており、歯車関係以外にも 2.5×10^{-5} inch の粗さを判定し得る粗さ計（触針型）、ネジ検査機等も陳列されていた。

この種の測定器類はその道の専門家が見れば非常に多



第 4 図

くの事柄を取得し得るのであるが、残念ながら筆者にはこれ等についての知識がなく、その構造上の要点を把握することが出来なかつた。

しかし歯型誤差は筆者が歯車の事故を取扱つた経験よりみて、非常に重要な問題であり、今回みる事が出来た測定器は大いに利用価値のあるものと思う。

歯型検査機の外観は第4図のようなもので、3箇の球を歯溝に入れて台を固定し、腕を水平にかつ正しく円周方向に set し、測定用摺動部を軸直角圧力角だけ傾けて触針を歯面に当てる、次に上端のハンドルを廻せば触針は歯車軸に直角な面内を運動し、この動きは lever で10倍に拡大されて smoke glass 上に歯型を記録することが出来る。smoked glass の大きさは 20 mm × 30 mm 位でありこれにより測定し得る歯型がきまるが、船用歯車では殆んどあらゆる歯型を測定し得るのである。

この測定器の利点は取付が非常に簡単であり、これを歯車の上に置くだけで測定出来、かつ歯すじのどの部分でも計測し得ることである。involute profile との比較は、基礎円の大きさを計算しこれより作図して求めなければならない点、測定後の解析が複雑であることおよび装置が超精密なものであるため重く、取扱いは極めて慎重を要する点等が本品の欠点であろう。

この測定器を用いた測定記録も同時に展示されていたが、歯面の凹凸まで極めて精密に現れていた。

なおこの測定機は既に商品化されており、“Sigma Instrument Co.” Letchworth, England より発売されている由である。

歯車の荷重試験

この試験装置は East Kilbride にある M. E. R. L. 本館より、1 km 位離れた Thortonhall という所の古い建物中であり、近く本館へ移るとのことである。この建物は狭い木造で、本館と比べるとバラックといった感じであつた。

実験の担当者は Conference で種々 discuss した Mr. Kennedy であるが、彼は、今日は案内兼説明役なので非常に多忙で、彼の研究経過について色々質問する予定でいたが、これは全く不可能であつた。

試験の目的および装置は次に示すパンフレットにより大体を知ることが出来る。

〔歯車荷重試験〕

当研究所では過去2年間に互り歯車の許容荷重限度におよぼす機械加工法の影響を知るために一対のはすば歯車を back to back に結合して試験を行つている。今

まで調査した歯車はホブ切りされたものおよびホブ切り後 shaving されたもので、試験歯車の材質は British Standard の EN 8 および EN 9 (EN 8 は一般に 40 carbon steel, EN 9 は 55 carbon steel と称される) である。

back to back 試験は2組の同一の歯車を必要とし、小歯車と大歯車をそれぞれ共通軸で結び、これ等共通軸の一方に split flange coupling を取付ける。この装置において片方の flange を固定し他方を廻すと torque は歯車を伝って循環する。よつて所要の大きさの torque のときに flange を締めつければ、この torque は実験歯車装置に locked され、歯面には一定の荷重のかかった状態となる。

このようにして set した歯車装置を小歯車につけた延長軸によつてモーターで回転させれば、荷重を受けた状態における運転を行うことが出来、この場合の動力所要量は試験装置中で消費される諸損失のみであり、各々の歯車が伝達している動力に比し著しく少い。

(筆者註、back to back 試験においては片方の歯車は小歯車より大歯車へ荷重を加える減速歯車であるが、他方はその逆となり増速歯車となり、実験に用い得るのは初めの片側のみである。)

運転を開始するに先立ち、試験歯車はピッチ誤差、歯型誤差、ねじれ角誤差および偏心度等を精密に検査され、かつ目表面仕上の程度、歯の硬度および磨耗量を測るために必要な tooth space 等が記録され、その後試験台上において歯当りが綿密に調査される。運転中においては定まった運転時間毎に損傷の顕微鏡的調査が行われる。

試験は予め定められた load cycle の間継続して行われ、種々の荷重における歯車の状況が調査される。運転試験終了後前記の各寸法について再計測が行われ、次に損傷を生じた部分の表面層の状況を知るために、歯を切離して歯車軸と直角に切断して調査を行う。

試験結果より種々な荷重条件における歯車の寿命を予測することも可能であるし、また最初の加工法が歯車の寿命に与える影響を知ることができる。

以上がパンフレットの全訳であるが、実験法その他について概要を述べているのみで、寸法的な点、試験の条件等には全く触れていない。Mr. Kennedy の実験は未だその途中で、report を取纏める段階に至っていないので、彼自身実験内容の詳細については説明を避けたい様子に見受けられた。

試験歯車は直径が小歯車 3", 大歯車 5" 位、ねじれ角 $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 、モジュール 2.5 または 3、歯巾 1" 位のもので

あつた。試験機の回転は 18,000 r.p.m. まで可能であり、同型の試験機 2 台が備えられていた。今までに試験を終つた歯車が 3 組陳列されていたが、その歯面の様相は pitch line と附近より歯元側に pitting が発生し、歯先側には 3 組の中 1 組のみに微かに pitting が発生しており、一方その歯型は相当に変化し pitch line が膨出し歯元側の pitting を生じている部分が凹んでいた。こういった pitting の発生状況から推測すると、P. C. D 周速 50~70 m/s (70 m/s は小歯車の 18,000 r.p.m に相当する) で荷重はロイド Rule の K factor 100~150 といった条件のもとに、非常に長期間(恐らく半年ないし 1 年)経継して試験されたものと考えられた。この試験された歯車の様相を筆者の調査した事故例に比較すると、戦艦タービン甲 50-1 型の第一段減速歯車の様相と極めて類似しており、この点より考え、歯面間に流体油膜が形成される条件のもとで、長時間に亘り、比較的大きな荷重で運転されたと想像され、上にのべたような運転条件が推定されるわけである。

歯を軸と直角に切断して調査した sub-surface の顕微鏡写真は、筆者が今回の Conference に提出したものと全く同じで、表面層の塑性変形による材料の流れ、クラック、pitting の断面等が多くの写真として展示されていた。

これによると、Mr. Kennedy は模型試験より、筆者は実際に使用された船用歯車の実物よりそれぞれ別個に研究を進め、殆んど同じ結果を得ており、誠に興味ある事実である。

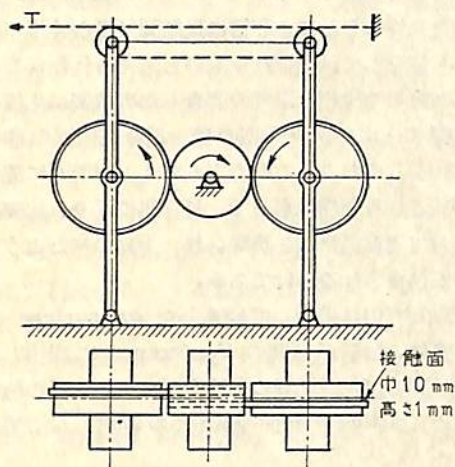
一般に back-to-back 試験による歯車の荷重試験は通常の船用歯車に使用される歯面荷重のもとで行うと、pitting またはその他の損傷を生ずるまでに数ヶ月またはそれ以上の連続運転を必要とし、これを短期間に完了させるには、歯車に通常加わる荷重の 3~4 倍を作用させることが必要である。しかしこのような大荷重の下で得られた試験結果は、実際に船で起る歯車の損傷とは必ずしも一致しないから、船用歯車のように数十年使用される歯車の荷重耐久試験は非常な困難を伴うものである。

歯車の pitting が歯面間油膜の状態によつて左右され Mr. Kennedy の実験のように周速 50 m 以上では完全に流体油膜が形成されるために、荷重試験も非常に長い期間を要し、見学会の際に展示されていた 3 組の歯車は恐らく彼が 2 台の試験機を使つて 2 年間に得た結果のすべてと考えられる。今後更に、紹介パンフレットに述べられているように、材質、加工程度、荷重条件等を種々組合せて試験することは特に超人的忍耐力を要するも

ので、試験に従事する Mr. Kennedy の努力に敬意を表するものである。

歯車材の荷重試験

この研究も Mr. Kennedy の担当であり、Thorton-hall の建物中に設備されていた。この実験には説明のパンフレットがなく、未だ実験の途中のものであり、また詳しく試験方法等を質問している暇もなかつたので、ここではその試験機の構造の概略と、試験の済んだ試験片の状況について述べる。



第 5 図

構造は第 5 図のように左右に直径 6' 位の 2 箇のローラーがあり、これが pin joint で台にとりつけられた腕に装置され、この二つのローラーの間に直径 4' 位のローラーを挟み、中央のローラーを駆動するものである。荷重は図のように腕の他端に滑車を取付け、これにロープを巻き、ロープの一端を台に固定し、他端に重錘を下げて、ローラー間に接触圧力を与える。左右のローラーは第 5 図下のように、巾 10 耗高さ 1 耗位の帯状の突出部があり、これと中央の平坦なローラーとが接触する、この中央のローラーは軸受で台に固定されている。また左右のローラーの突出部の図のように互い違いになり、2ヶ所で中央のローラーに接触する。

この装置の利点は左右のローラーに全く均一な荷重がかかるため、同時に二つの実験を行い得ることである。また荷重をロープを加えているために、各部に振動の起ることが防止でき、そのために荷重変動が小さいことも長所であろう。

不利な点は滑車を使用しているために、この部分の摩擦の大小が荷重に影響する点、および接触する巾が狭く流体油膜の形成を阻害することが想像される等の点であ

る。

試験を終つたローラーの接触面には 0.5 耗程度の小さい pitting が現れており、試験の条件は不明であるが、周連のあまり高くない、境界油膜のもとで試験を行つている様子である。

試験結果の比較は一定の回転数を経たときの pitting の発生について行い、ローラー材質と荷重とを変えて、耐 pitting 性を調査するものである。この方法は各国において既に多くの実験結果が得られており、初期 pitting の発生限度は材料の硬度と関連のあることが確かめられている。

接触円筒試験には二つの目的がありその一つは円筒間の油膜の厚さを検討するもので、これは前にのべた Mr. Crook の行つた方法であり、他の一つは境界油膜の状態での pitting を発生させ、転り接触する場合の材料の耐久性を調査するものである。

後者の場合に特に問題となる点は、油膜の厚さと表面の粗さの関係であり、円筒の表面に僅かの凹凸があつても凸部には応力が集中し、pitting の限度が変つて現れる。また油膜の厚さがこういった凹凸より大であると pitting は全く発生しない場合もあり得る。

接触円筒による pitting 試験の結果を歯車に適用する場合に注意せねばならない重要な問題がある。それは、上にのべた表面の粗さと油膜厚さとの関係で、歯面は円筒面のように平滑に仕上げることは困難であり、かつ切削法が違うために凹凸の様子も全く異つている。すなわち歯面はホブ切りのままでは前にも述べたカッター 1 枚 1 枚によつて切削された面と面との境界に突起が残り、これは shaving しても完全にとり去られない。それ故旋削された円筒面とは全く異つたウネリが歯の表面には存在し、これが pitting の発生限度に非常に大きな影響を与えるということである。

1-3 Lloyd's Register of Shipping

The Inst. of Mech. Eng. の見学会の終了した後、L. R. の head office を訪問し、船用機関についての損傷等について種々意見の交換を行い、かつ L. R. の好意により London の南約 30 mile の Crowley にある L. R. の Research Laboratory を見学した。

歯車関係の研究担当者 Mr. Archer は病気のため会うことが出来ず、英国における最近の船用歯車の実情を聞くことは不可能であつたが、彼が The Institute of Marine Engineers に発表した "Some Teething Troubles in Post-War Reduction Gears" なる論文より、L. R. が経験した、歯車関係の事故の様子を知る (479 頁へつづく)。

原子力船について

中 田 金 市
運輸技術研究所長

1. 原子力船建造の必要性

原子力の平和利用の面で各国が最も力を入れているのは、原子力発電原子力船、および原子炉の副産物として得られるアイソトープの利用である、この中原子力船については、海運国日本としては発電と同様にその開発研究に努力せねばならぬ。その理由を以下簡単に述べる。

まず第一はエネルギー需給の問題である。液体燃料の推定埋蔵量は大体1,700億バレルで、これを年間使用量の50億バレルで割れば、34年で世界中の液体燃料は無くなる計算になる。実際は30年位で無くなるものではないが、石炭の寿命の400年に比べれば甚だ心細いものである。しかし切実な問題は寿命ではなく、エネルギー需要量の増加率が非常に高くなつてきて、在来の燃料のみではこれを賄ないきれそうもないことである。原子力発電が急がれる最大の理由がここにある。このような状況は産業規模の拡大を意図する各国共通のことであるが、わが国においては発電のみならず船舶もほぼ同様の状況にある。わが国の昭和30年度の火力発電用石炭の消費量は約700万トンで重油換算約400万KL、これに対して船舶は300万馬力重油消費量年間約400ないし450KLで燃料消費量の点では同等である。また発電の方では需要量の年間増加率を10%以上に見込まねばならぬようであるが、それだけ産業規模が拡大することは、資源の乏しい日本では物資輸送用船腹の増加なくしては不可能であり、年間30万乃至40万トンの船腹の増加を必要とする。要するにエネルギー需要の増加が新エネルギーの開発を促している点では発電も船舶もほぼ同様である。

しかし原子力船の最大の魅力は原子力を動力として利用することにより船の性能が飛躍的に改善される点である。原子力機関の最大の利点は搭載燃料スペースと重量が在来船のそれと比較して事実上0と見做せることと燃焼に酸素を必要としないことである。その代りに遮蔽に多くの重量を食う不利を伴う。しかるにいろいろの輸送機関の中、船舶のみはこの不利を償つて余りある性能上の利点がある。一体船舶以外のすべての輸送機関が年々速度向上を見せているのに、船のみは一向高速度にならないのは、いろいろの原因があるが、その中で造波抵抗の増加があげられる。無理に押切つて大馬力のエンジンを積めば異常な燃料消費量の増加を伴い商船としての価値が低くなる。タンカーを例にとつてこの問題を考えてみると、載貨重量40,000トン2,000馬力、17ノットのタンカーで6,400哩離れた中東から日本まで原油を運ぶ場合の往復の燃料所要量は3,400トンである。この船の速度を25ノットと約50%増大するためには、少くとも

60,000馬力を必要とし、片道の燃料所要量は7,000トンになる。これは積荷が約10%減少することを意味する。原子力船だと原子燃料の使用量は17ノットの時に3キログラム、25ノットの場合6キログラムに過ぎない。すなわち燃料消費は全く問題にならない。従つて在来の機関で高速化を意図すると結局船は自分の燃料を運んでいるに過ぎないというジレンマは原子力機関によつて初めて解決される。この程度のタンカーでは原子力機関の容積は在来の機関と同程度であり、重量は遮蔽を含めると800トン程度重くなる。しかし燃料の重量を考慮すれば約2,600トン程度得になる。

原子力機関が水上船の高速化を可能にするけれども造波抵抗の増加は避けられないから、ある速度以上になれば潜水船の方が動力の面では有利になる。40,000トンタンカーをそのまま水に潜らせたとした場合25~26ノット以上の速度をねらえば潜水船の方が抵抗が少くなる。在来の潜水艦は、可潜水上艦と称すべきであつて、真の潜水艦は原子力機関によつて始めて実現できる。ノーチラス号はそのよい例で米本国からトリニダット島まで16ノットで潜りつばなして航海している。

荒天の場合には水上船は相当の速度低下を免れないが、潜水艦は全く波浪の影響を受けない。従つて将来の原子力船は船種によつては潜水艦をねらう方が有利だと思ふが、水上船、潜水艦の優劣は単に抵抗だけからは判断出来ず、原子力潜水艦実現の前には解決を要する問題が非常に多い。

海運業、造船業は国際競争の矢面に立つ産業である。優秀船には運賃の高い貨物が集るのは昔から知られている。他の国が原子力を利用した優秀船を作れば、それは直ちにわが国海運界の脅威となることは最近のマリーナ型貨物船をアメリカが太平洋航路に投入したことによつて知らされた通りである。

他国が原子力発電を行つたからといつてそれがわが国産業界の脅威となるわけではない点が海運界とは大いに違うと思ふ。外国の状況については他に詳細に述べられるものと思ふが、5年以内に米国、ソ連、ノルウェー等で原子力商船が完成する。これ等の船は実験を兼ねたデモンストレーション・シップであるが、これを基礎とした本格的原子力優秀船の実現も決して遠い将来ではない。

原子動力がこれまで発達して来た現在、日本においては原子力発電の成果をみた後おもむろに原子力船に進むという経過を取る必要はない。発電と船舶を平行的に進めるべきであるという学術会議の意見は妥当なものである。

2. 原子力船開発上の問題点

原子力船を実現するには原子炉の面と船体の面にいろいろの問題がある。船舶用原子炉は発電用原子炉をそのまま搭載するという訳にゆかない。

船舶用原子炉も発電用原子炉も本質的には同じだから分けて考える必要はないという議論がある。これは一応尤もな議論で炉の物理に関する限り差違はない。しかしこの言葉は両者に大きな技術的な差のあることを忘れさせる危険がある。発電炉で全然気にしないでよいことが、船用炉では致命的な重要性を持つのである。船用炉としては特に次の点に注意しなければならない。

(イ) 小型、軽量でなければならない。

船舶では原子炉の容積、重量は直接経済性に結びつく。コールドターボホール型の炉は経済ベースに乗る（これは多少問題はあるが）といつてもこの型式の炉では船は乗せることはできない。炉本体、熱交換器、循環ポンプ、加圧タンク等二次遮蔽を必要とする部分が、船幅を越えないような原子炉容器に納まるようコンパクトに設計しなければならない。

(ロ) 動揺および衝撃に対して出力が安定で、かつ安全でなければならない。

陸上では地震さえ考慮すればよいが、船では動揺、振動、接岸による衝撃等は普通のことである。衝撃による加速度も 0.3g-0.5g 程度は普通の状態であり 1g に達することもある。

(ハ) 出力の急激な変化に追従し得るものでなければならない。

船では全速から急停止、微速から全速等出力の大きな変化を急激に行わねばならない場合がしばしばある。発電炉では出力変動 $\pm 20\%$ 変動の速さ 0.5%/秒程度を考慮すればよいが、船では出力変動殆んど $\pm 100\%$ 、変動の速さ 6-25%/秒を考慮し、動特性の優秀な原子炉プラントを設計せねばならない。

上記の事項は原子炉のみでなくプラント全体についても考慮すべきものであるが、プラントについて配慮を要する船舶の特殊事情は他にもいろいろある。発電炉に比して船では碇泊によって出力を絞る機会が甚だ多い、しかも碇泊時間の関係上クセノン蓄積により再始動に困難を伴う恐もある。出力を余り絞らぬようにすれば余分の動力をどう処分するかも問題になる。

遮蔽に関しては船用炉は陸上と全く異つた方法が考えられる。船体構造を利用し原子炉容器を囲む二次遮蔽は貨物油とバラスト水を用いれば運賃を稼ぎながら遮蔽が行える。この方法はタンカーに特に有利であつて最近具体的設計例も発表された。

船体面については採算の面から考えてまず高速船、大型船の船型と構造強度に関する研究が必要である。また潜水船についてはその最適船型は在来の潜水艦とは相当異つた魚雷に近いようなものとなる。その操縦性安定性は特に重要な問題である。

また潜水船についてはその最適深度、経済性に適合する耐圧構造、船口構造、荷役設備等の研究が必要である。更に潜水船においては船位の確認法、対船位置の認知等に現在の航海計器では不可能もしくは甚だ不安心な事柄が多く全く改新的な航海計器の実現を期さねばならない。

水上、潜水を問わず原子力船の海難は在来船の海難とは異つて、危険な放射性物質を海中に散乱する恐れがあるから、絶対に衝突または座礁等の事故を起さぬような自動操縦装置の研究が必要である。

3. 原子力船の経済性

燃料として天然ウランを使用したコールドターボホール型の発電コストは火力発電のコストと同程度であると一応いわれている。船の場合にはそれより高価な濃縮ウランを使用せざるを得ないから（今のところ）、在来船より不経済であることは当然であろうがその程度はどれ位であろうか、この問題については2, 3の論文がある。これ等はいずれも在来のタービン船のボイラーの代りに原子炉を入れ、そのために船体および蒸気タービン等はそのまま使用することを仮定している。原子力船にして採算性のよいのは稼働率のよい大型タンカーであるが、35,000重量トン、22,000馬力のタンカーでは、燃料油がバーレル当り2ドルの時は原子力船は不利であるが、3ドルになれば原子力船もどうやら在来船と競争できるといふ結果が示されている。またC-4型貨物船の13,250馬力20ノットのものでは、稼働率100%、燃料油の値段がバーレル当り3ドルとすれば天然ウランを燃料にすればほぼ同等であるが、原子力船の燃料が僅かでも濃縮されたウランとなるか船の稼働率が少くなれば原子力船の方が不利になる。しかし液体燃料が高くなつてバーレル当り5ドル位になれば原子力船も在来船と太刀打出来るようになるということになつている。

これ等の比較には多くの仮定が入つているので信頼性は低い。ただ原子力船の経済性が話にならぬ位悪いということではなさそうだという位の見当はつけてもよいであろう。なお原子力船に期待のもてることは、重油燃料の方は採掘条件が悪くなるにつれて高価となるが、原子炉も原子核燃料も原子力工業が発達するにつれて安くなるだろうということである。

数字の上ではこのように原子力船はまだ不経済であるが、このことは原子力船を作るのがまだ早いとか作る必要がないとかの理由にはならない。われわれは数字に現れない真実を見透して行動する必要がある。米国では大部分の船が船令に達しており、代船を建造すべき時期にきている。これ等の新しい船は原子力船となる可能性がかなり強いとみねばならない。そうなつた場合にもわれわれは慌てないだけの準備をいまからしておく必要がある。

船舶用原子炉プラントと遮蔽

佐藤 健一 郎

原子力船を実現する上の技術的問題は船舶用原子炉の開発と、それを搭載する船体の検討、およびその運用上の問題とがある。しかし原子力発電に比較して原子力船に関する資料は甚だしく、詳細な設計の公表されたものは皆無である。なお原子力船に関する一般的な問題点については中田運輸技術研究所長の“原子力船について”の中に指摘されているので、ここでは近い将来実現すると予想される船舶用原子炉プラントの機種について解説を行うとともに実例をあげ、更に船舶特有の遮蔽方法の設計例について説明を行うのみに止めることとする。

1. 加圧水型原子炉プラント

加圧水型原子炉を使用するパワープラントの基本的な構成を第1図に示す。在来プラントと異なるのは原子炉から熱を取る一次冷却システムである。このシステムは次のような部分からなる。

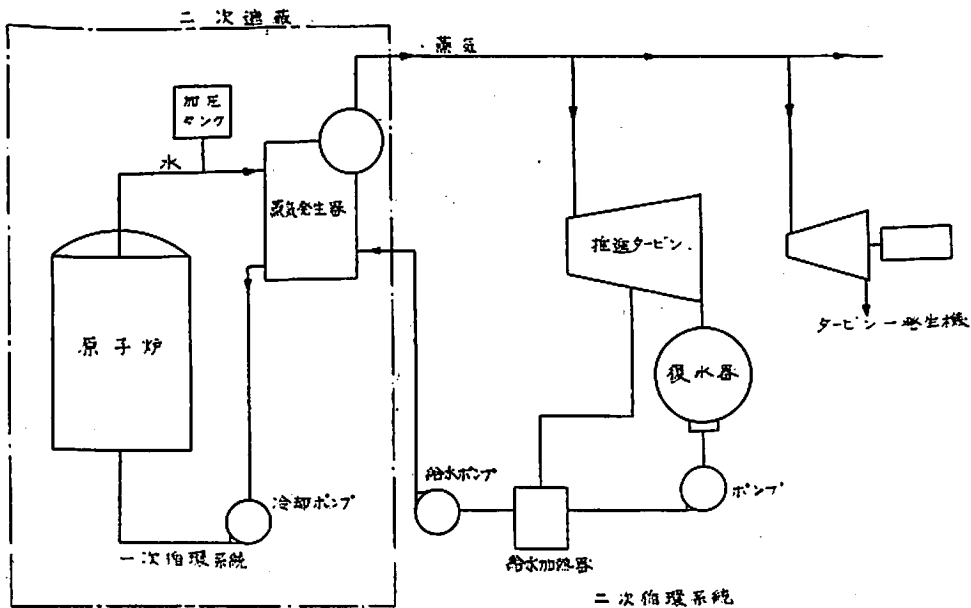
- 原子炉
- 高压の配管、弁、附属装置
- 冷却材 charging 系統
- 蒸気発生器
- 冷却材 discharging 系統
- 冷却材ポンプおよびモーター
- 加圧タンク

- 冷却材処理系統
- 非常用冷却システム
- 区画冷却系統

これらの装置は二次遮蔽中に含まれる。これらを配置するには、普通は1個または数個の原子炉を中心に置き、その周囲にポンプ類、加圧タンク、蒸気発生器を対称に配置する。装置をたがいに密着させる程度遮蔽は小さくてすむが、保守点検のために近寄るのが困難になる。船舶における配置の例を後で示す。燃料は1.5~2.0%程度の濃縮度のものを用いるか、炉心部を seed と blanket に分け、前者に高濃縮度のものを、後者に天然ウランを用いる。

プラント効率を高めるには蒸気発生器に入る冷却材の温度を高める必要がある。しかるにこれには種々の制限がある。第一は腐蝕の問題である。冷却材系統は燃料に固形物が沈澱するのを防ぐため極度に純粋に保たねばならず、2 ppm が最高限度と考えられる。高純度の水でも腐蝕性があり、温度が 400°F を超えると急激にその作用を増す。従つて一次冷却材系統全部が腐蝕作用を受け、その結果出来た物質が水を汚染することになる。水の一部分をバイパスさせ処理系統中を通すことにより連続的清浄作用が行われる。

冷却材温度を制限する他の因子は一次系の圧力であ



第 1 図

る。この型の原子炉では冷却材が炉心部で沸騰するのを防ぐことが望ましく、それには冷却材システムの圧力を上げねばならない。第1表に圧力と飽和温度との関係を示す。

第 1 表

一次系統圧力 psia	飽和温度 °F
500	457
1,000	544
1,500	596
2,000	636

一次系統の圧力、従つて炉出口の冷却材最高温度は原子炉圧力容器の構造によつて制限される。現在米国の SHIPPING PORT に建設中のこの型の発電炉の圧力容器は 2,500 psi に耐えるため 8½ in の壁厚を必要とする。この寸法はこの程度の大きさの容器を作る板で材質の保証できる最大の厚さである。冷却材が放射性になることと一次系の何処かに損傷した場合漏れた物質が外部に流れ出ないように、一次系統全体は密閉容器として設計した二次遮蔽中に納める。

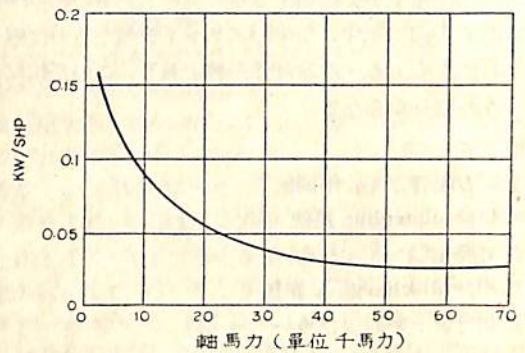
一次系統の圧力を上昇させ調節するには加圧タンクを置いて、電熱により蒸気を発生し、蒸気圧により圧力を維持する。このタンクは一次系統のサージタンクとしても利用出来る。

蒸気発生器は一次系と二次系の連絡をする。二次遮蔽中に装置し、蒸気配管は遮蔽体を貫通して外部に出る。蒸気発生器を出る蒸気は中性子の照射を受けないから放射性ではない。蒸気が蒸気分離部を出た状態ではほとんど過熱されていない。これをそのままタービンに使用するか、あるいはその前に油焚過熱器を通すかする。定格時の蒸気状態は発生器出口で 450 psia ないし 600 psia である。

二次系統は普通の蒸気プラントに含まれるすべての装置を有するが、勿論ボイラーとその補機は含まない。湿り蒸気や過熱度の低い蒸気がタービンの内部構造に害があることが知られており、重要なのは水分によるタービン部品の侵蝕と腐蝕である。侵蝕は水の流速、流量、比重、材料の性状、部品の形状によつて変り、腐蝕は pH 値、流量、タービンの材料および設備に関係する。侵蝕や腐蝕を防ぐ目的でタービンから水滴を除去するため特に設計された装置により、飽和蒸気で運転した場合でも長い寿命を保つことが出来る。有効なドレイン除去器を高低圧タービンの間の配管に取付ける研究がなされ、低圧タービンには殆んど乾いた蒸気が供給できる。またター

ビンの入口蒸気圧力および温度が低いと蒸気消費量が大きくなり、従つて復水器も大きくなり価格も高くなる。これらの点を考えると飽和蒸気サイクルと過熱蒸気サイクルとの優劣は甚だ重要な問題であつて、重量と容積が直接経済性に結びつく船舶においては過熱蒸気サイクルの効率の向上も全般的な利益にはならないとの推定もあるが、なお慎重な検討が必要である。

一次冷却材ポンプは大量の水を取扱うのでこれを駆動するための動力はかなり大きい。実際の馬力は流量、摩擦損失、ポンプおよびモーターの効率によつて決定する。第2図に加圧水型原子炉プラントの出力と、必要なポンプ動力との関係を示す。20,000 軸馬力で 8% 程度となる。現在までのところポンプは全部モーター駆動である。放射性の水を扱うので漏洩は許されず密封型モーターになる。



第 2 図

プラントの始動には別の動力源が必要である。この際の負荷の大部分は冷却ポンプと加圧タンクの電熱器であるが、2,000 ないし 3,000 馬力の動力源を原子炉と別個に搭載せねばならなくなる。これは勿論非常用を兼ねる。また別に相当数の電池を積み、制御用の動力源は如何なる事態にも急速にこれに切換えられるようにせねばならない。

この型の炉が完全停止状態から始動に要する時間は普通の重油焚の蒸気プラントと同程度である。プラントの負荷は制御棒の挿入により定格の 1/10 位まで下げられるが、これ以下にしたい時は一部の蒸気を減圧して復水器へバイパスする。

高負荷の状態から炉を停止すると核分裂生成物 X_{135} が増加し炉の反応度が下る。この作用は炉の停止後半日位経過した時一番強く、高中性子束の炉では再始動を困難にする。これに備えて超過反応度の余裕を十分とつておかねばならない。一方船舶の停泊時の所要動力はタン

カーの場合荷役停泊時5%程度、単純停泊時10%程度(連続定格出力を100%として)であり、貨物船の場合は更に遙かに少ないから、 X_{135} の妨害を避けるため炉を余り絞らないようにすると停泊時には余分な動力の処理に困ることもあり得る。

加圧水型では燃料交換のために圧力容器の開閉をせねばならず、始めのうちはこのために2~4週間位の時間をとられるものと思わねばならない。従つて交換期間を船の中間検査期間と一致させることが望ましい。

船舶用原子炉プラントの運転上の要求は、発電用原子炉プラントに対するよりもはるかに苛酷である。出力の変化が頻繁かつ変化の割合が非常に大きい。推進器の逆転の際には数十秒で定格出力から0になる。河港への出入、運河の通過時等には非常に頻りに出力を増減する。また事態によつては緊急出港を強制されることもある。従つて船舶用原子炉プラントの動作の解析および運転制御系の計画にあつてはその静的および動的動作の両面から系を検討する必要がある。それには原子炉動力学による運転特性と外部プラントの動作が関係しあうので問題は複雑になる。在来の船用プラントでの動特性もやつと最近研究されてきた程度であつて未知の要素が多く、船舶用原子炉プラント全体の運転制御の研究は、船舶用原子力機関の実現上最も重要な課題である。

原子炉プラントでは原子炉、熱交換器、タービンのおのおのを流れる流体の温度、圧力、流量が運転条件を示す基本量になるが、これを負荷の大小に応じてどのように制御するかについては種々の方式が考えられる。加圧水型原子炉プラントにおいて最も典型的なものは

- (1) 平均温度一定運転プログラム
- (2) 蒸気圧力一定運転プログラム
- (3) 冷却材出口温度一定運転プログラム

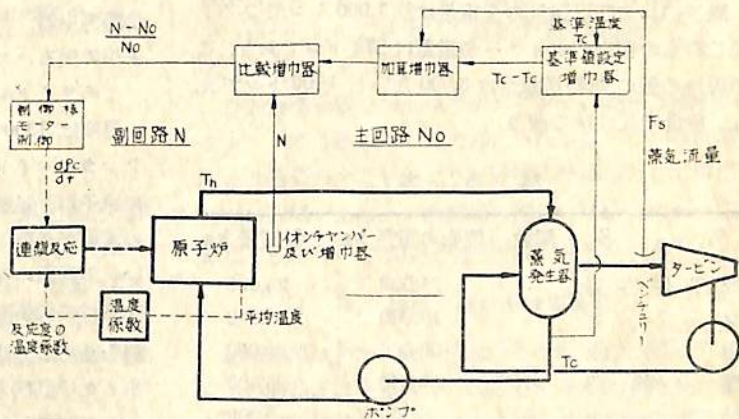
である。(1)の平均温度一定運転プログラムとは冷却材の原子炉入口温度と出口温度の平均を一定にするよう制御する方式である。原子炉は一般に負の温度特性をもっているから、この方式では制御棒を動かさなくて負荷に見合う出力を出すように自動調整され、安全な運転が出来る点が特長である。しかし反面負荷の変動によつて蒸気圧力が変化することはプラントとしては望ましくない。プラント側に好都合のように蒸気圧力、従つて蒸気温度を一定に制御する方式が(2)である。この場合は、しかし負荷が増加すると冷却

材温度が上昇するので反応度の減少をカバーするよう制御棒を引き抜かねばならないという炉の側では面倒が入る。またこの場合冷却材の体積も変動するから加圧タンクを大きくせねばならぬ。原子炉フロント運転方式としてはこの方式は不利である。(3)の冷却材出口温度一定の方式では負荷の増加によつて冷却材平均温度は降下するので制御棒を入れてやることになる。冷却材の最高温度を制限せねばならぬ場合に、この方式が好都合である。

原子炉プラントの制御動作は全系の動特性を考慮して決定されなければならない。従つて実際のプラントでは特別の信号を取出すことが行なわれる。 SHIPPING PORT の発電炉プラントの運転制御系統は平均温度一定運転プログラムと簡単なリレー式の制御装置で行うもので、更に安定信号として中性子束密度の変化速度に比例した信号を調節部に加えている。しかし船舶の場合は負荷変動が劇しいので更に高級な制御系統が必要になる。2ループの回路で制御する一例を第3図に示す。プラントの所要出力は蒸気流量と炉の出口温度の測定から求め、中性子を測定して制御棒を操作し発生出力を所要出力に合わせる。前者の回路が主回路 No 後者が副回路 N である。不感帯だけを炉の負の温度係数に依存する。

2. 沸騰水型原子炉プラント

沸騰水型原子炉プラントは普通熱交換器を用いず、原子炉内で発生した蒸気で直接タービンを駆動する。しかるに船舶においては主機駆動以外に蒸気の需要が多く、特にタンカーにおいてはタンクの清掃、保温に多量の蒸気を必要とする。これに炉内で発生した放射性を帯びた蒸気を使用することは出来ないから、熱交換器を炉とタービンの間に入れなければならない。従つて船舶用沸騰



第 3 図

水型原子炉プラントの原理図は、加圧水型プラントの第1図の加圧タンクを除いたものになる。ただこの場合は一次系統で沸騰が起る。原子炉圧力容器は加圧水型の場合より薄くてよい（加圧水型の 2,000 psi に対して 600 psi 程度の圧力）。容器内に自由表面があると、船舶の動揺により反応度におよぼす影響が懸念されるので、気水混合物を圧力容器からドラムに送りここで蒸気を分離すればよい。このような船舶用沸騰水型プラントでは二次系統は加圧水型の場合と殆んど同じとなる。

次に詳細は発表されないけれどもノルウェーで設計研究を行ったこの型のプラントの例を挙げよう。船は載貨重量 32,000 トン、速力 18 ノットの油槽船である。

第 2 表

主 機:	蒸気タービン		
原 子 炉:	不均質重水沸騰水型		
一次系統蒸気	二次系統蒸気		
圧 力:	600 psia	圧 力:	435 psia
温 度:	486° F	温 度:	453° F

プラント関係の主要目をあげると

軸 馬 力	20,000
原子炉熱出力, MW	64
熱交換器数	4
一熱交換器当り重水流量 lbs/hr	61,500
一熱交換器当り伝熱面積 ft ²	1,890
一次冷却材循環ポンプ数	4
ポンプ1基当り BHP (最大)	30
” (定格)	15
二次蒸気全流量 lbs/hr	209,000

原子炉および附属部の全重量は約 1,000 トンである。同じ容量の在来のボイラーの重量は 275 トンであり、この程度の船の燃料搭載量は 3,000 ないし 4,000 トンである。重量内訳は次の通り。

第 3 表

品 名	個数	1個当り重量 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

一 次 遮 蔽	—	270,000	270,000
二 次 遮 蔽	—	620,000	620,000
ド ラ ム	2	4,000	8,000
総 計 重 量 kg			1,000,600

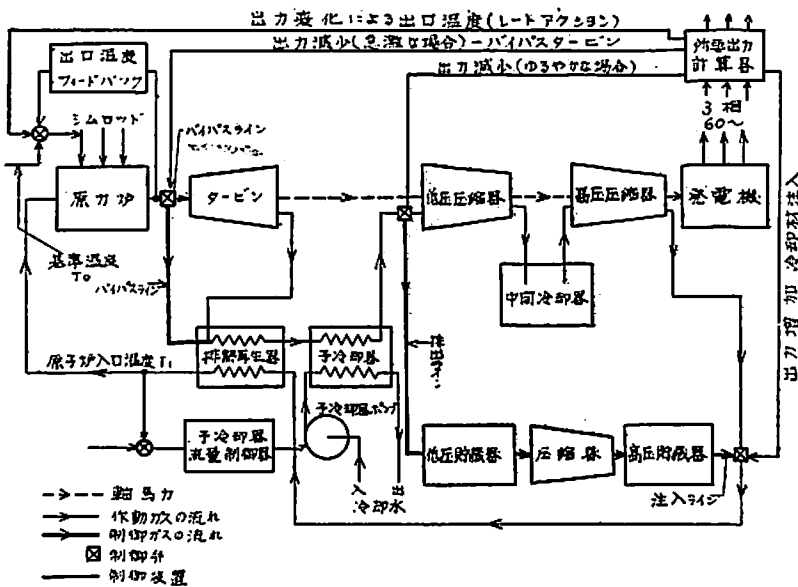
この計画は一次系統に重水を用いる。熱交換器を入れることにより重水の漏洩を減らせるし、二次蒸気を前述のように主機以外に使える。また二次系統の遮蔽も不要となる。二次蒸気を油焚き過熱は慎重な討議の末やめことにし、将来は一次蒸気を原子炉内で過熱するよう其剣に研究しているようである。

3. ガス冷却型原子炉プラント

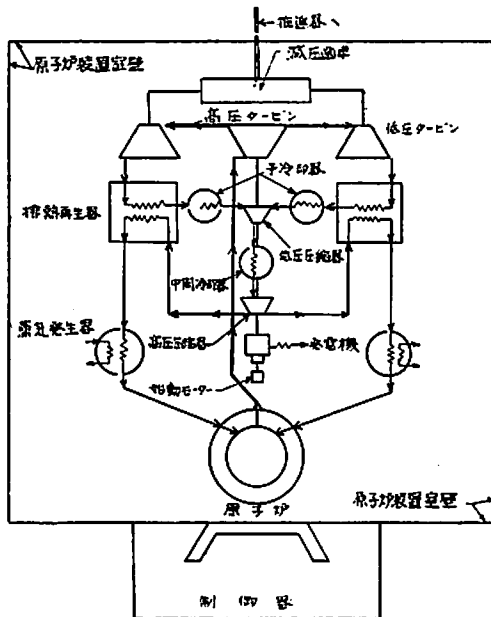
船舶用ガス冷却型原子炉プラントとしては種々のサイクルが考えられるが、第4図に示すようなガスタービンと直結した閉路サイクルが推奨される。第4図は陸上発電炉プラントとして書かれており、第5図に船舶用プラントにした場合を示す。第5図は第4図の制御系統の図を省いただけで基本的には同一である。原子炉を出た高温ガスはタービンに入り、仕事をす。タービンは圧縮器と主発電機を駆動する。タービンで膨脹したガスは未だ相当高温だからその熱を利用するため排熱再生器を通つて予冷却器に行き、ここで最低温度となる。低温低圧のガスは低圧圧縮器で圧縮され、中間冷却器で冷却され次に高圧圧縮器で圧縮される。次に排熱再生器で予熱されて原子炉に戻る。

船舶用の場合も同様である。原子炉を出たガスは高圧タービンに入り、これが圧縮器と船用発電機を駆動する。始動用モーター（これは補助ディーゼル発電機になり駆動する）もこの軸に取付ける。高圧タービンを出たガスは2個の低圧タービンに入り、これが減速歯車を介してプロペラを廻す。低圧タービンを出たガスは2個の排熱再生器、予冷却器、圧縮器、蒸気発生器を通つて原子炉に戻る。この蒸気発生器で船に必要な蒸気を得る。

このサイクルではガスタービンを駆動するのでサイクル温度は 1300° F 程度となり、燃料は酸化ウランからランカーバインドにせねばならぬ。天然ウランでは船は単に原子炉を運搬する容量になつてしまうから、最低5%の濃縮が必要となる。燃料被覆は不銹鋼しか使えない。不銹鋼の管で表面に非常に多数の効率の良いフィンをつけて伝熱面積を増加し、管内に粉末カベレットの燃料を詰める方法が考えられる。炉内温度が高いから、出来るだけ温度分布、従つて熱中性子束分布を均一にすることが望ましい。それには炉心部の外側部分の燃料濃縮度を内側のそれより高くする、あるいは中心部に吸収体



第 4 図



第 5 図

を置く。この熱中性子束分布の平滑化と燃料の伝熱面積増加とがガス冷却動力炉成否の鍵となる。すなわちガス冷却動力炉の最大の問題は炉の除熱である。減速材にも黒鉛を使えば、振動、動揺のかかるのが普通状態である船舶では、この減速材ブロックを如何に構築するか問題である。冷却材は空気、窒素、炭酸ガス、ヘリウム、等が使え、伝熱特性の良いこと、放射性にならないこと等からヘリウムが最も望ましいが、タービンからの漏洩を考

えるとこの高価なガスは使用できそうにない。また冷却ヒレをつけて伝熱面積を増すと、ヘリウムも他のガスも伝熱特性は余り変わらない。他のガスは放射性を帯びるから漏洩防止とともにプラント全体の遮蔽が必要である。

このプラントの運転制御は、炉の出口温度を一定に保ち、ガスの流量を変化させて行う。出力を減らす場合は第4図に示す低圧圧縮器の前の放出弁を開けてガスを取る。出力を増す場合は高圧圧縮器の後の注入弁を開けてガスを入れる。低圧および高圧の貯蔵器の間に圧縮器が必要である。出力のゆるやかな変化はこの方法で行える。出力を急激に減らすには炉から

ら出た高温高圧のガスをタービンに送らず排熱再生器にバイパスする。このプラント制御法で原子炉の応答を出力を減らす場合について説明すると

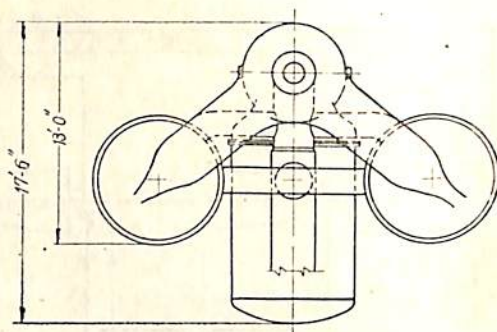
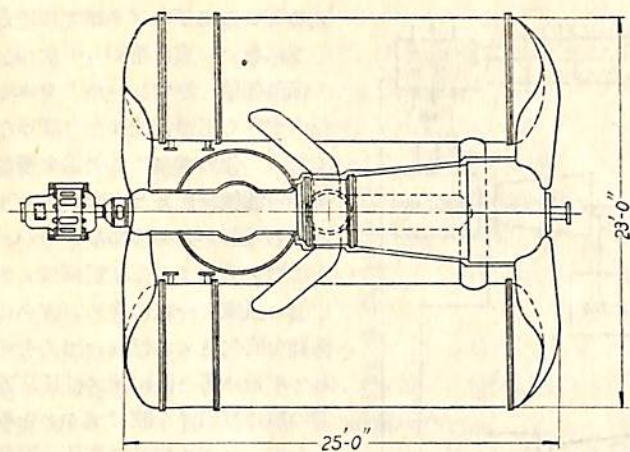
1. ガスは排出管を通つて低圧貯蔵器に導かれ系の流量が減る。
2. ガス流量が減つたため炉の出口温度が上昇する。炉出口の感温部がその信号を受けとる。
3. 上の2と同時にタービン出力はガス流量の減りとともに減少する。
4. 温度上昇信号によつて制御部は制御棒を挿入する。
5. 炉の出口温度は、定常状態になれば前の値に落付き、新しい出力となり制御棒は前の臨界の位置に戻る。

次にタービン、排熱再生器、冷却器の組合せた出力60,000 KWのプラントの三面図を示す。各部品間のダクトをなくして、圧力損失および漏洩を極めて小さくするよう留意している。

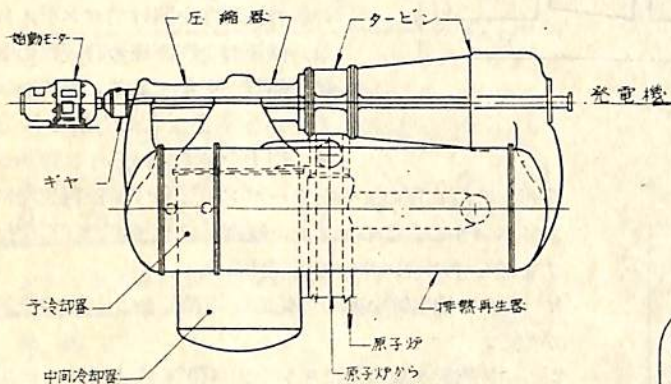
なお液体金属冷却型原子炉プラント、均質型原子炉プラント、等も船舶用として考えられるが、これらは前述した3種類のプラントよりも以前に商船用として実現するのは困難であろう。増殖炉に至つては陸上においても実用期に入るには未だ相当の年月を要すると思う。

4. 原子力船における遮蔽

船舶用原子炉プラントにおける遮蔽は陸上発電炉プラントの遮蔽とは全く別な方法を考えるべきである。運賃をかせげる貨物油とバラストの海水とを遮蔽に利用し無駄な重量と容積を作らず遮蔽しながら収益を増加するよ



第 6 図



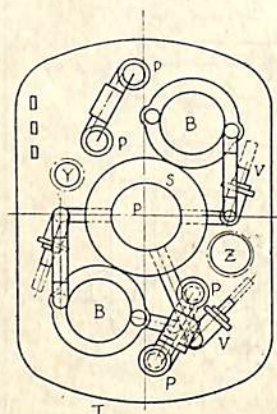
うにせねばならぬ。このような着想を生かしたニューポートニュース造船所の設計例が発表されているので以下これについて説明する。

設計対象とした船は C4-S1-A マリナー型貨物船および長さ 707 ft のタンカーで各々の主要要目は次表の通りである。

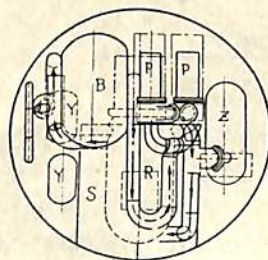
第 4 表

	貨物船	タンカー
定格軸馬力	17,500	20,000
最大軸馬力	22,000	22,000
速力	20 ノット	18 ノット
全長	564 ft	707 ft
巾 (型)	76 ft	93 ft
深さ (型)	44.5 ft	48.5 ft
満載排水量	21,093 トン	49,660 トン
満載吃水	29 ft 10 in	36 ft 7 in

貨物船については4種類、タンカーについては1種類の二次遮蔽の設計を行った。これらを順次 Ship I から Ship V と呼ぶこととする。原子炉は軽水加圧水型、圧



- R : 原子炉
- C : 炉心部
- B : 熱交換器
- P : 冷却水循環ポンプ
- V : 遮断弁
- Z : 加圧装置
- Y : 水純化装置
- S : 一次遮蔽
- T : 一次冷却水収容タンク



第 7 図

力 2,000 psig (140 kg/cm²), 平均温度 542°F (283°C) で4個の一次冷却系がつく。ただし Ship III のみは2個

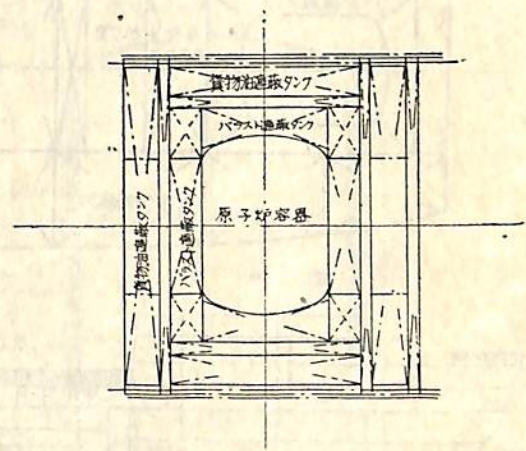
第 5 表

			Ship I	Ship II	Ship III	Ship IV	Ship V
原 子 炉 関 係	原 子 炉	ポ ン ド	163,200	Ship I と	104,600	Ship I と	Ship I と
	一 次 遮 蔽	〃	243,000	同じ	168,500	同じ	同じ
	蒸 気 発 生 器	〃	166,900		83,400		
	加 圧 器	〃	37,850		18,900		
	浄 化 器	〃	12,200		6,100		
	再 生 熱 交 換 器	〃	450		230		
	非 再 生 熱 交 換 器	〃	630		320		
	冷 却 材 ポ ン プ	〃	184,000		92,000		
	真 空 ポ ン プ	〃	500		500		
	一 次 循 環 系 配 管	〃	104,700		52,300		
原 子 炉 附 属 品 配 管	〃	35,700		17,800			
原 子 炉, 蒸 気 発 生 器 以 外 の 遮 蔽	〃	13,100		6,500			
原 子 炉 関 係 合 計	ロ ン グ ト ン	430		246			
蒸 気 プ ラ ン ト 関 係	タ ー ビ ン	ロ ン グ ト ン	38.0	Ship I と	44.4	38.0	
	減 速 歯 車 お よ び 予 備	〃	98.6	同じ	98.6	98.6	
	復 水 器	〃	35.0		57.0	35.0	
	シャフト, 推 進 器, ベアリング	〃	202.5		202.5	202.5	
	ボイラ, ドラフト, 燃料油系	〃			115.0	47.0	
	主 循 環 系 統	〃	15.4		21.6	15.4	
	復水, 給水および海水系統	〃	85.5		75.6	87.0	
	配 管	〃	84.7		64.7	88.0	
	雑	〃	112.8		112.8	112.8	
	液 体	〃	105		106.9	105	
蒸 気 プ ラ ン ト 関 係 合 計	〃	778		899	829		

の一次冷却系である。これら全体を直径 28 ft 厚さ 0.8125 in の円筒形鋼製容器に納める。容器内の配置図を第7図に示す。ただしこの図は Ship III の過熱器を使用して炉の出力を縮小した場合のものである。陸上用の炉に比較して遙かにコンパクトにせねばならぬことが判る。機関の蒸気は 555 psig 飽和でタービンから減速歯車を介して1個の推進器を駆動する。原子炉関係と蒸気プラント関係の重量を第5表に示す。

上表に示すような差は、動力装置の組合せおよび二次遮蔽法の相違によるものである。Ship I は前述の原子力機関のみによつて推進するもので、二次遮蔽は許容照射量 300 mr/week, 168時間曝射, その中80%は全出力時として設計する。遮蔽材は原子炉容器壁をなす厚さ 0.8125 吋の鋼およびこの容器を包む厚さ 6.8 吋の鉛と厚さ 5.6 吋の水素含有物である。

Ship II は Ship I と全く等しい原子力機関である。この二次遮蔽は原子炉容器が大きくて主甲板との間隙に余裕がないため容器の上部に鉛を使う以外は、カーゴ



第 8 図

イルとバラストの水を使う。すなわち第8図に示すように原子炉容器の周囲を囲むバラストタンクと、さらにこれを囲むカーゴオイルタンクからなる。バラストタンクとオイルタンクはいずれか一方のみで必要な遮蔽が行え

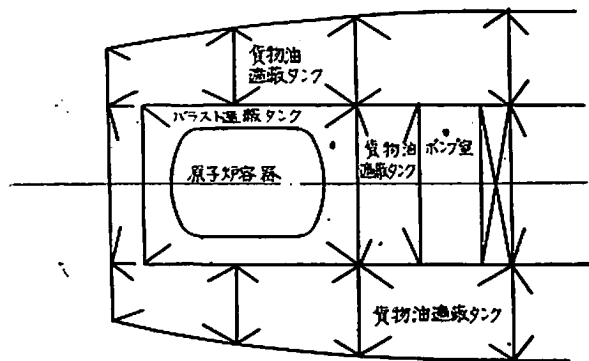
る。たとえば載油中はバラストタンクを満たしておき、オイルタンクが満たされればバラストタンクは空にしてよい。このように水または油のみによつて遮蔽する場合には、水の厚さは7呎2吋、油の厚さは7呎10吋を必要とする。

Ship III は油焚きの過熱器を用い軸馬力が等しくなるように原子炉を小型にする。過熱器によつて蒸気条件は 600 psig, 850°F に改善される。二次遮蔽はこの過熱器の燃料油タンクで原子炉容器を囲む事によつて行ふ。このタンクは各々深さ 30 吋のものが 4 層になつており、その中の 3 層すなわち油の厚さ 7 呎 6 吋で十分な遮蔽が行える。局部的な不足部は鉛で補う。

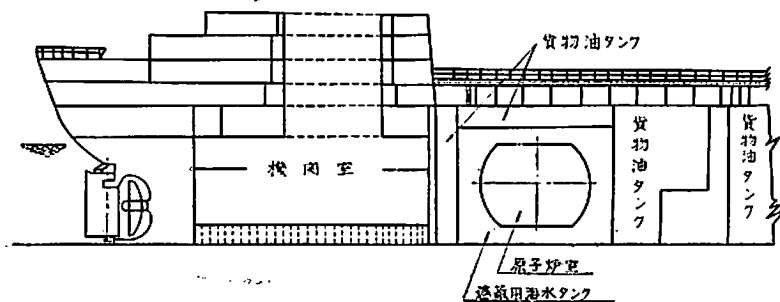
Ship IV は予備ボイラを備え、原子炉が故障の場合 9 節で航海を続け得る。二次遮蔽は原子炉容器の両舷側を厚さ 7 呎 6 吋の燃料油タンクで、船首尾側を厚さ 6.8 吋の鉛および厚さ 5.6 吋の水素含有物で囲んで行ふ。

Ship I から Ship IV までは貨物船であるが Ship V はタンカーである。原子炉は Ship I と同じ、蒸気プラントも本質的には同じである。貨物船の場合原子炉は船の中央部に置くが、タンカーでは船尾部に置く。二次遮蔽は第 9 図および第 10 図に示す如く原子炉容器の周囲を海水のバラストタンクで囲み、その周囲を更にカーゴオイルタンクで囲む。鉛は全然不要である。バラストタンクかオイルタンクかのいずれかが満たされていれば遮蔽は十分である。

このような各種の二次遮蔽を行つた場合に年間運賃収



第 9 図



第 10 図

入がどのように変わるかを、貨物船では往復 15,000 哩、タンカーでは 17,000 哩の航路を例にとつて計算した結果は、鉛で遮蔽した Ship I が最も有利で、予備ボイラ付の Ship IV がこれに次ぎ、過熱器を積む Ship III が一番不利となつた。

貨物船では二次遮蔽に水、油等を利用するよりも鉛を用いた方が有利であるという結論はなお詳細な検討を要すると思う。流体による遮蔽は鉛による遮蔽よりも容積は勿論だが重量も余計に食う。その理由は

- a) 遮蔽面が凸なために単位遮蔽面積当たり流体の方が多くの質量がいる。
- b) 原子炉容器表面上の放射線の強さが場所的に変化しても、流体ではそれに応じて厚さの加減が出来ず、余分に遮蔽し得ざる所を生ずる。
- c) オイルタンクは空にせねばならぬ場合がしばしばあるので、流体遮蔽はタンクを 2 段構えにせざるを得ない。
- d) タンクの構造材は遮蔽に余り役立たぬのに重量を食う。

したがつて流体による遮蔽は普通のカーゴオイルタンクが簡単に二次遮蔽体の一部に出来るタンカーに対して有利である。

文 献

- 1) Nuclear Power for Merchant Vessels. By C.H. Johnson and P. V. Johnson. The Society of Naval Architects & Marine Engineers. Gulf Section.
- 2) Nuclear Power for Commercial Vessels. By K. Maddocks. The Institute of Marine Engineers. Transactions. May, 1956.
- 3) Power and Temperature Control of Pressurized Water-Cooled Reactors. By W. H. Hamilton, J. N. Grace, O. R. Meyer & N.E. Wilson. Electrical Engineering. June, 1956.
- 4) Controlling a Nuclear-Driven Gas Turbine. By Milton Lowenstein. Control Engineering. October, 1956.
- 5) Atomic Propulsion of Merchant Ships. By Emil Jansen and Jens Wilhelmson. Progress Report for 1955 by the Kjeller Group for Study of Atomic Propulsion of Merchant Ships.
- 6) Influence of Shield Configuration on Cargo Capacity of Nuclear Powered Ships (53 Jan.) By O. H. Klepper NNSD-NSPS-1003 Newport News Shipbuilding and Dry Dock Company Newport News, Virginia.

原子力船の載貨量におよぼす遮蔽の影響（後）

Influence of shield configuration on cargo capacity
of nuclear powered ships. By O.H. Klepper.

D. Ship IV

1. 原子炉プラント

原子炉プラントは Ship I と同じである。

2. 蒸気プラント

この船の蒸気プラントは、原子炉プラントが故障の場合約9ノットで船を推進し得るような油焚きの予備ボイラーを持つている外は Ship I の蒸気プラントと同じである。この予備ボイラーは船の雑用動力および原子炉の始動の動力源にも用いる。

このボイラーの最大蒸気流量は約24,000ポンド/時、飽和で圧力は600 psig である。

機関室の配置は第11、12図に示す。

3. 二次遮蔽

原子炉容器の両舷側に最小7呎6吋の厚さの燃料油が必要とすると容量300トンで3,200哩の航続距離をまかなう遮蔽タンクとなり、160トンの鉛と水素含有物が不

要になる。二重底タンクの遮蔽は Ship I と同様である。遮蔽タンクにはエキスパンションタンクが必要である。

4. 貨物容積

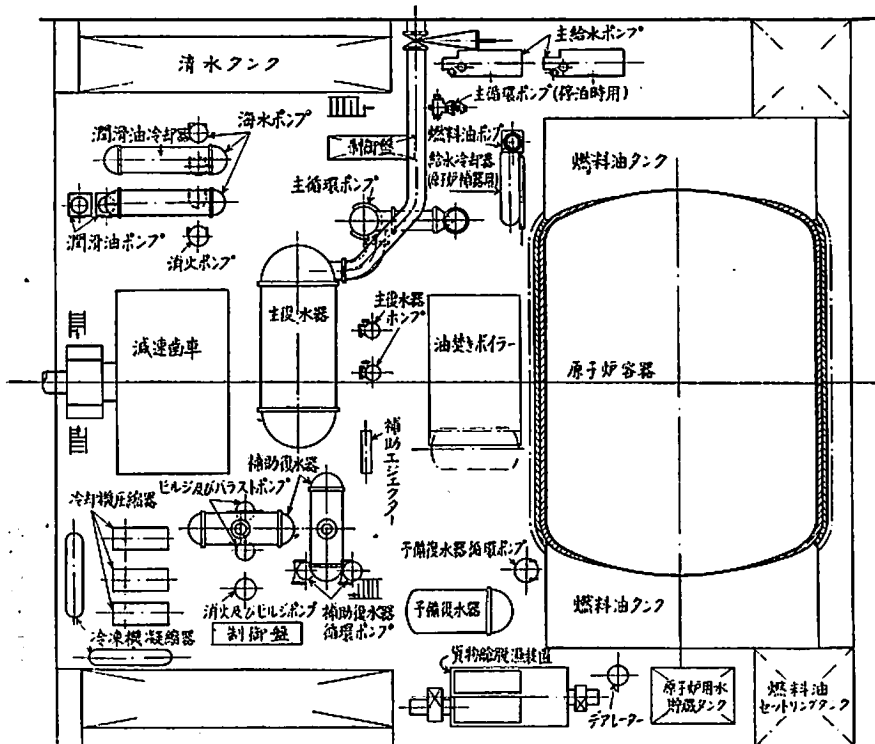
予備ボイラーのために機関室は12呎6吋長くなり、貨物容積は29,400立方呎減少する。

貨物載貨重量と運賃収益を計算するには、燃料油を300トン積むと仮定した。予備ボイラーによる航続距離をもつと伸ばそうとすればセトリングタンクに更に80トン積み航続距離は4,000哩になる。

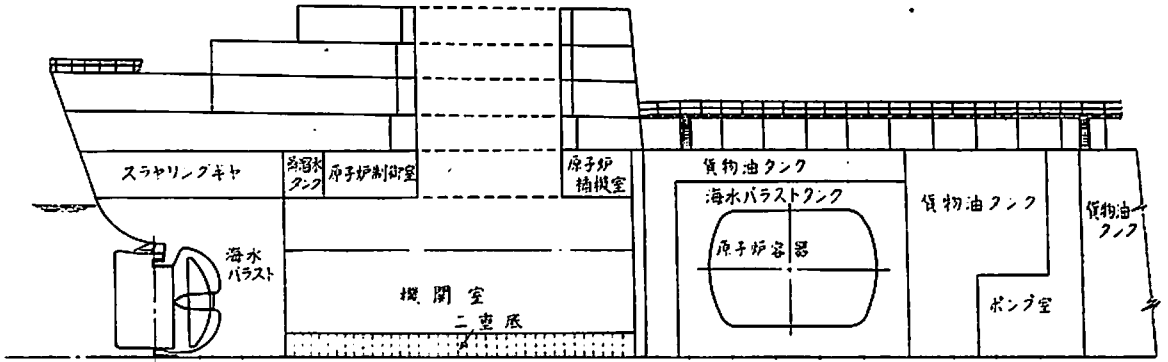
ボイラー、遮蔽タンク、機関室の延長、のため全重量は Ship I より67トン増加し、貨物載貨重量は233トン減少する。

E. Ship V

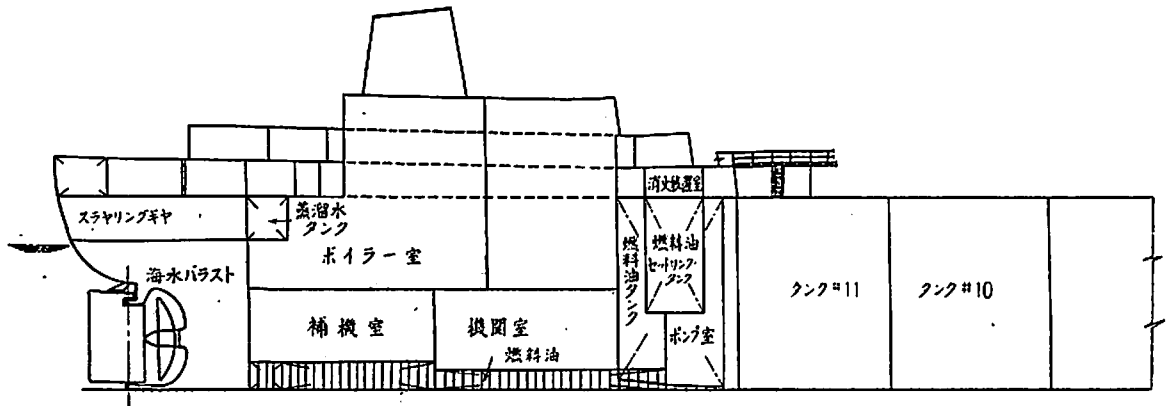
1. 原子炉プラント



第11図 Ship IV 機関室配置図(下部)



第 15 図 Ship V 後部側面図



第 16 図 油 焚 き タ ン カ ー の 場 合 の 側 面 図

前において、原子炉への配管等を短縮した。

ポンプ室は5呎3吋長くなった。それはここに貨物油ポンプタービンおよびその復水器を納めるからである

油焚きのタンカーで燃料油セトリングおよびウイングタンクに割当てたスペースを原子力タンカーでは貨物油タンクに割当て、貨物油がガソリンの時に吃水線まで船を洗めるに十分な貨物油タンクの容量を確保した。

油焚きを原子力にしたための機関の重量増加は、二次遮蔽を除けば Ship I の場合と同様である。それは Ship I も Ship V も設計軸馬力が同じだからである。

船体構造重量は原子炉容器と遮蔽タンクを含んで226トン増加した。貨物油タンクから前方の構造は変わらないとした

従つて全載貨重量は油焚きの場合より405トン減少する。

貨物船の場合と同様に、油焚きと原子力とで貨物容積と運賃収益とを算出した。平均速力18節で17,000 哩の往復航海を行うとし、燃料は母港でのみ積むとした。

これらの条件の下で原子力タンカーは油焚きの場合よ

り4,215トン多くの貨物を運べる。

F. 収益および投下資本の許容増加額

1. 貨物船

ここにあげた各種の設計で年間運賃収益と投下資本の許容増加額とを求め第6表に示した。

Ship I-IV の年間航海数は年間船を使える日数が350日で1航海に停泊日数が2日であるとして求めた。(文献2参照)

他の費用は一切変わらないとすると、原子力船になつたため運賃収益が増加して投下資本に許容出来る増加額は、今まで述べた遮蔽設計の研究から計算出来る。

文献2から次の式を使用する。

$$I_A + 0.021 I_A \times 20 + 0.0133 I_A \times 20 = 2J \times \text{年間運賃収益増加額}$$

$$\text{すなわち } I_A = 11.90 \times \text{年間運賃収益増加額}$$

ここに

$$I_A = \text{投下資本の許容増加額}$$

年利1.38%, 保険2%, 原価償却5%

第6表(前号記載)をみると貨物船の中では、鉛遮蔽の Ship I が運賃収益増加および投下資本許容増加額が一番大きいことが判る。

その次に良いのは Ship IV で、これは投下資本許容増加額が Ship I より350万ドル少い。Ship IV の二次遮蔽は鉛と水素含有物が160トン少く遮蔽費用が安くなるが、Ship I の350万ドルの利益にはおよばない。

Ship II と Ship III の投下資本許容増加額はそれぞれ98万5000ドルおよび-455万8000ドルである。

2. タンカー

原子力タンカーの年間運賃収益増加額および投下資本許容増加額はマリナーの場合と同様に算出した。ただし年間航海数は就航日数347.5日、航海毎の停泊日数2.25日として計算した。

トン当りの運賃収益を10.80ドルと仮定すれば投下資本の許容増加額は420万ドルとなる。

III 結 論

1. 液体遮蔽は通常鉛遮蔽よりも重くなる。その理由を列挙すると

a. ここで扱った遮蔽液体は同じ質量の鉛とはほぼ等しい遮蔽性をもっているけれども、遮蔽面が凸なために単位面積当りには液体の方が多くの質量が必要になる。直径23呎の原子炉容器円筒で燃料油遮蔽の場合の重量増加は約15%である。

b. 原子炉容器表面の場所によつて放射線強度が異なるのに液体ではそれに応じて遮蔽の厚さを変化させることが難かしい。従つて場所によつては必要以上に厚く遮蔽することになる。

c. タンクを空にしたときも安全であるためには単に遮蔽に十分な最小厚を必要とするのではなくて液体遮蔽は2段階になる。

(464頁よりつづく)
ことが出来る。

head office で聞き得たことは、歯車関係の L.R. 規則を変える計画のあることで、それは、1957年度版を目標とし、従来すべて一定であつた K factor を材料に応じて変え、かつその値も若干大とする、という意向を洩らしていた。

思うに最近における歯車工作精度の向上および shaving その他による歯面の仕上精度の改善等の事由により、歯車が負担し得る荷重は増加していることが予想され、かつ一方には pitting, scuffing 等の事故が、あまり K factor の大きくない第2段歯車に発生している現状と、これら二つの理由によつて歯面荷重限度値の改正を計画しているものと推察する。

d. 遮蔽タンクの構造物は放射線には余り影響を与えないのに相当の重量を食う。

2. 貨物船で貨物油で遮蔽すると確に載貨重量を増す。しかし往復航海で往航にも復航にも貨物油を運ぶのでなければ、一航海の載貨重量は鉛で遮蔽する場合より少い。

3. Ship IV の原子炉と油焚きの過熱器との組合せは鉛遮蔽の原子力船に較べて載貨重量でも貨物容積でも劣る。燃料油の搭載量が変わつても全遮蔽重量は僅かしか変わらない。

4. 貨物油タンクを満たしておくように油と水を置換える方法をとれば、遮蔽タンクも小さく液体も少いで済む。しかし燃料油と余り違わない液体ではこの方法は今までやられたことがない。

5. 重量とスペースの点から液体遮蔽は貨物船よりもタンカーに適している。それはタンカーの貨物油タンクが簡単に二次遮蔽の一部に出来るからである。

6. この研究で行つた種々の仮定の下では、貨物船の遮蔽には運賃収益の見地からは鉛の如き重くてコンパクトなもので二次遮蔽を行うのが一番良い。

V 図の表(省略)

VI 文 献

1. NNSD-9 Newport News Shipbuilding and Dry Dock Company Interim Technical Report, July 1, 1954.
2. Preliminary Economic Report on the Application of Atomic Power to Merchant Ships, Parts I and II, NNS & DD Co.
3. WAPD RM 213.

Crowley の研究所には、歯車関係の特殊な試験装置は設備されておらず、損傷を起した歯車についての材料的な検討も行つた模様で pitting を激しく発生した Si Mn 鋼の大歯車その他の損傷材が見受けられた。L.R. の研究方針は、L.R. の研究者を学校の研究室、committee、生産工場等に派遣して必要な事項を調査研究せしめ、L.R. の研究場においては材料試験および損傷品の原因調査等を主体に行つている様子であつた。

以上が英国における Conference、見学会に際し、知り得た、船用歯車の状況であり、造船所、歯車製造所、ホブ盤製作所等を見ていないので、誠に乏しい記述に止まつたことをお詫びする次第である。次回には独逸、スイス、フランスの船用歯車の状況についてのべる。

スランピング (船首底波浪衝撃) について (5)

越智和夫

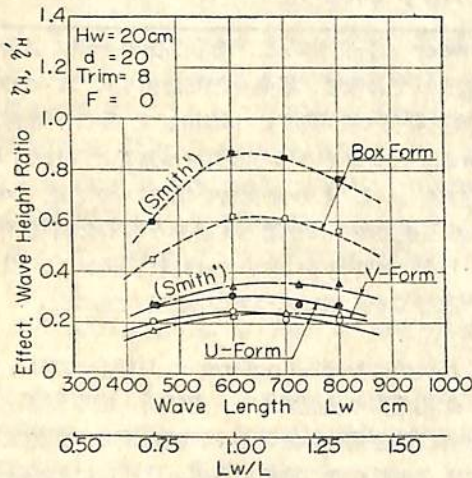
§ 22 有効波高比

前項において、有効波高比の定義を述べておいた。本項では実験によつて求めた有効波高比の値について述べたいと思う。有効波高比は船の Hogging, Sagging について別々に求めることが出来るので、Hogging の有効波高比を η_H , Sagging の有効波高比を η_S とする。またこれらの値は標準の船体強度計算法によつて求めた波高と船体応力との関係を示す曲線から求めるのであるから、強度計算法でいわゆる Smith の修正を行つた曲線についても求めることが出来る訳で、Smith 影響を行つたものについて求めた有効波高比の値をそれぞれ η'_{H} , η'_{S} とする。このとき常に $\eta'_{H} > \eta_H$, $\eta'_{S} > \eta_S$ なる関係にあることは勿論である。

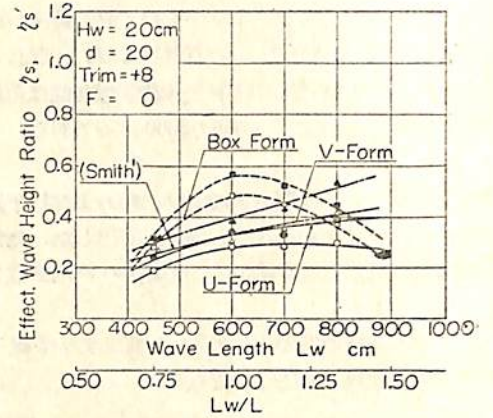
はじめに、軽い吃水状態で波高が一定で波長が変つた場合に有効波高比がどう変るかについて求めてみる。有効波高比は速度によつて値が異なってくるが、その関係は既に船体応力と速度との関係で述べておいたから、ここでは低速の場合と、高速の場合の二つの例で示すことにする。

第1図、第2図は低速の場合、その極端な場合として船が停止していて波浪に遭遇するときの有効波高比の値で、第1図は Hogging, 第2図は Sagging の値である。

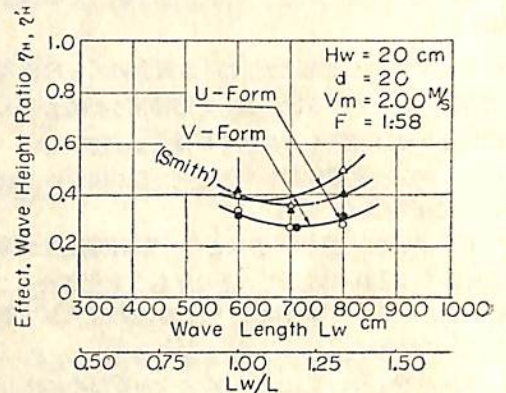
両図からすぐ分かることは、値が非常に小さいことで、一般商船の船型では幾分 V 型船の方が値が高いが、



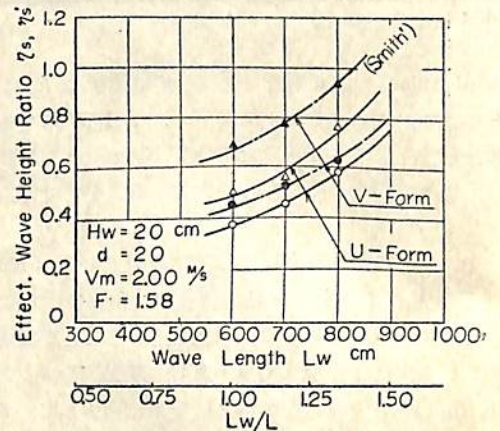
第1図 低速の有効波高比 η_H, η'_H (波長の影響)



第2図 低速の有効波高比 η_S, η'_S (波長の影響)



第3図 高速における有効波高比 η_H, η'_H (波長の影響)

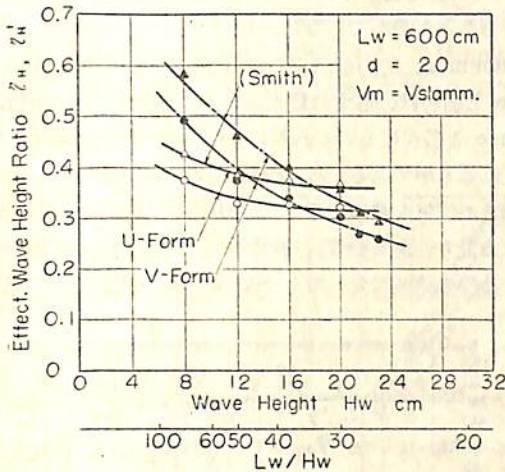


第4図 高速における有効波高比 η_S, η'_S (波長の影響)

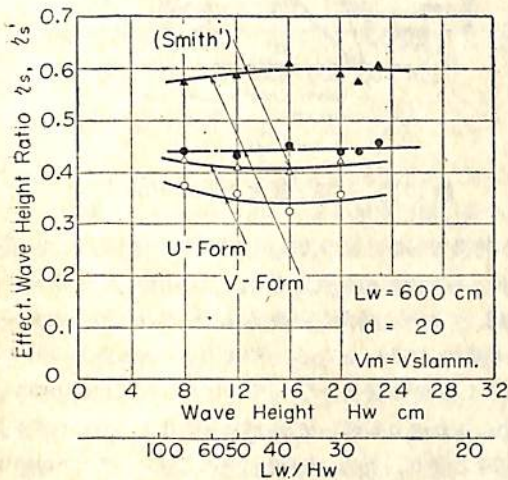
Smith の修正をなしたものでも Hogging, Sagging とも有効波高比 0.4 程度である。これは外界で観測される波の高さの 40% 程度しか船体強度に寄与していないことを意味することである。

次に高速の場合の一例として、 $F = V^k / \sqrt{L} = 1.58$ (長さ 132 M の船で 18.2 K に相当する) の速度における有効波高比の値を第 3 図、第 4 図に示す。この場合も、V 型船型の方が値が少し高く、また波長が大きくなるにつれて、有効波高比の値が次第に増大する傾向があり、殊に Sagging でその傾向が著しい。

次に波長が一定のとき波高の影響を第 5 図第 6 図に示す。この図は船の速度が Slamming の激しくなった速度附近で求めたもので、面白いことは波高が高いほど次第に Hogging 有効波高比の値が減少してくるが、Sagging



第 5 図 波高と有効波高比 η_H, η'_H



第 6 図 波高と有効波高比 η_S, η'_S

有効波高比の値は余り変らないことである。このことは、波高が高いほど船体の Sagging 応力が増大するというので、Schnadel の実船試験結果で、船体強度の問題は再検討を要する、殊に Sagging 応力を注意せねばならぬと述べていること⁽⁴³⁾と併せ考えると興味深いことである。

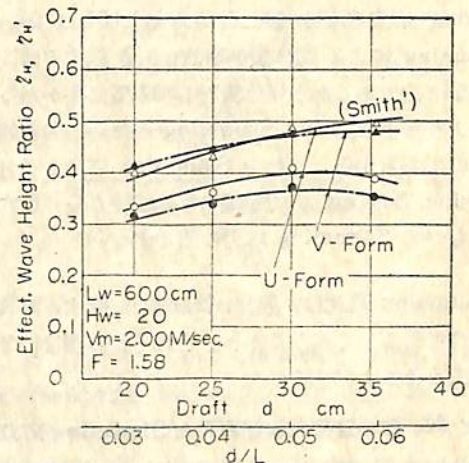
これらの図を参照して、船の軽吃水状態における高速の Hogging, Sagging 有効波高比を実際の数値で求めてみる。

波の条件として、標準の船体強度計算法で用いられる通り波長が船の長さにとくしく、波長波高比が 20 の場合で、Smith の修正を行ったもので求めると、

	U 型 船	V 型 船
η_H	0.40	0.31
η'_S	0.51	0.63

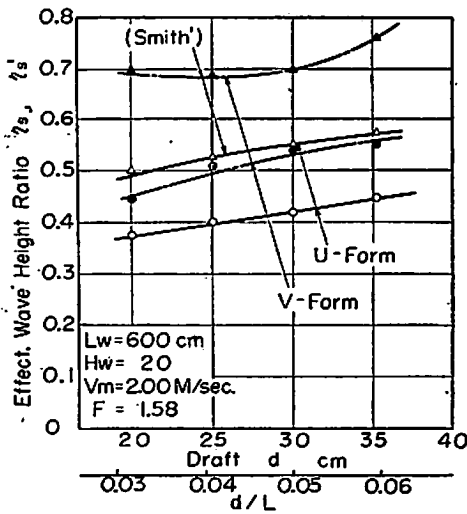
となり、V 型船の Sagging 有効波高比が最も大きいことが分かる。しかも、波長が少し長くなると、Sagging 有効波高比の値が更に増大する傾向のあることは第 4 図にみる通りであるから、高速における V 型船型の Sagging 応力は注意せねばならない。

以上は軽吃水状態について求めたもので、吃水が増加すると有効波高比の値がどう変るか、第 7 図、第 8 図に示してある。紙面の都合で、ここには高速の場合のみしか記載してないが、低速でも大体同じ傾向であつて、吃水が増すと幾分値が増加する傾向をもっている。軽吃水



第 7 図 吃水と有効波高比 η_t, η'_t

(43) 前出文献 (42) 参照



第8図 吃水と有効波高比 $\eta_s, \eta's$

と満載吃水状態と比較すれば、Hogging で約20%、Sagging で約10~14%程度増加するようである。

§ 23 Slamming 応力

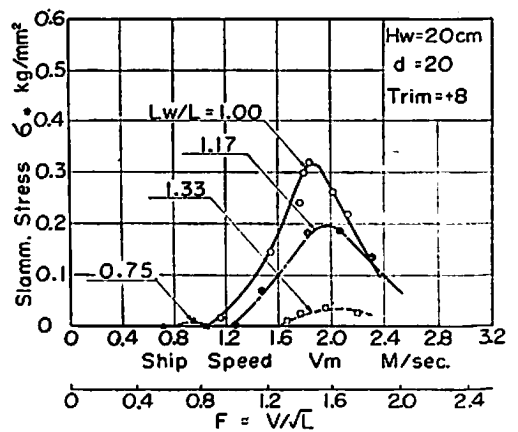
今までは船体強度の問題のうち、波浪のうねりによる Hogging, Sagging 応力のみを論じてきた。しかし、既に述べた通り、船の速度が増して Slamming を起し始めるようになると、船体の応力曲線にのこぎり状の乱れが現われるようになってくる。すなわち、船首部が波浪によって叩かれ、衝撃的な水圧力を受けるために、船体にはそれに相応した衝撃応力が現われてくるもので、このような船首底部の衝撃が船体に伝えられて ④ の上甲板でも認められるのである。しかも衝撃応力の値は、状態によって非常に大きくなる時があり、Hogging, Sagging 応力の値を超える場合もしばしばあつて、Slamming による船体損傷事故を引き起すのはこの種の衝撃応力であるから充分検討してみる必要がある。

かような衝撃応力は Slamming のために引き起されたものであるから、これを Slamming 応力と名付け、Hogging, Sagging 応力曲線の平均曲線からの最大はずれをもつて Slamming 応力の値とする。

Slamming 現象は、船型、船の速度、吃水、波長などによって著るしく異なるから、それぞれの項目に分けて調べてみることにする。

§ 24 船の速度および波長と Slamming 応力

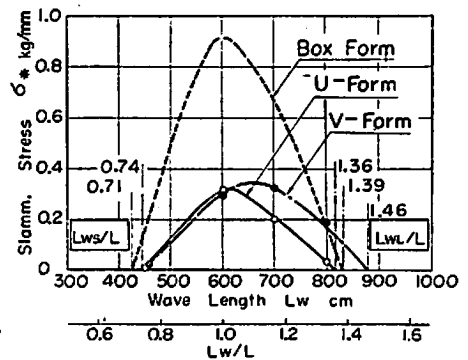
第9図は U 型船型の軽吃水状態における Slamming 応力と船の速度および波長との関係を示すものである。図ですぐ分かる通り、船のある速度において Slamming



第9図 船の速度と Slamming 応力 (U 型船)

応力が極めて著るしく現われ、また波の長さによつて Slamming 応力を示す速度範囲と応力値が非常に異つてることが明かである。

Slamming 応力を示すこの速度範囲を Slamming zone と名付け、応力の最大値を示す速度を Slamming centre と名付ける。これらはいずれも波長の函数で表わされるものであるから、波長と Slamming 応力の最大値との関係を求めてみると第10図のようになる。図にみる通り、ある程度波長の短い、または長い波では如何なる船の速度においても Slamming が認められない



第10図 波長と最大 Slamming 応力

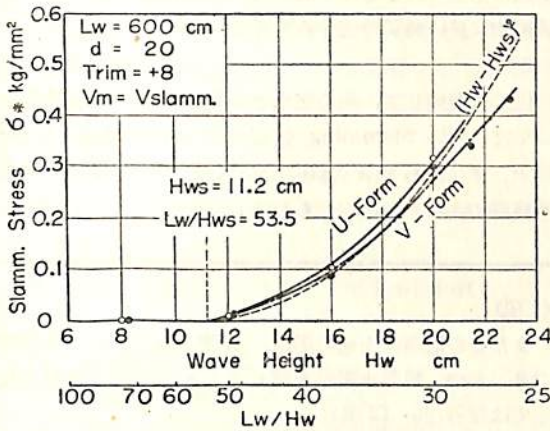
のが特徴である。このように Slamming の起る波長の最小、最大限界値を求めると、最小限界波長 L_{ws} は $0.74L$ であり、最大限界波長 L_{wl} は U 型船で $1.36L$ V 型船で $1.46L$ となる。つまり、船の長さのおよそ $0.75 \sim 1.45$ 倍の波長をもつ波の中でのみ Slamming が起り、それよりも短いまたは長い波では、少くも規則波に関する限り、船の速度の如何に関わらず Slamming が起きないことになるのである。

また第10図から、如何なる波長の波が船にとって最もきびしい Slamming となるかを求めることが出来る。これは船型によつて異なり、箱型船のような基本船型では船の長さと同じ波長の波であるが、U型船では $1.03L$ 、V型船では $1.10L$ の波長をもつ波となる。すなわち、船型が fine になるほど船の長さより少しく長い波長の波が最もきびしい Slamming を起すことになる。このことは大洋を航行する実際の船舶の Slamming による損傷事故の調査結果、船の長さより少しく長い波長の波が厳しいといわれている事実ともよく一致している。

§ 25 波高と Slamming 応力

波長の影響が分かつたので、次に波高の影響を求めてみる。

すなわち、同じ軽吃水状態で波の長さが船の長さよりひとしく、波高が変つた場合に Slamming 応力が如何に変るかを第11図に示す。波高が増加すると Slamming 応力は著るしく増大し、U、V 両船型の差異は余り認められない。



第11図 波高と Slamming 応力

波高の小さい波では Slamming が起きないであろうことは大体想像されるけれども、どの程度波高が低いと Slamming が起きないか、限界最小波高 H_{w_s} を第11図で求めることが出来る。 H_{w_s} 以下の小さい波高では、船の速度に関わらず Slamming は全く起きない。その値は U、V 両船型ともよく一致していて $L_w/H_{w_s} = 53.5$ と求められる。

波高が H_{w_s} 以上の大きさをもつ波では Slamming が次第に厳しくなり、その増大する程度は、図に示すごとく $(H_w - H_{w_s})^2$ 曲線と一致する。従つて Slamming

応力は $(H_w - H_{w_s})^2$ に比例して増大することが分かる。

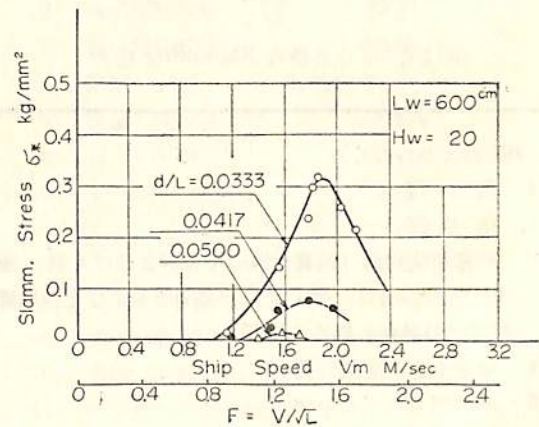
§ 26 吃水と Slamming 応力

はじめに Slamming の実例で述べた通り、実際の船舶が満載吃水に近い状態で航走するとき、極めて稀には Slamming を経験することがあるけれども、一般には另載貨状態以下の軽吃水状態で Slamming が特にきびしいといわれている。しかし実船の経験からいつて、どの程度吃水を深くすれば Slamming を軽減せしめ得るかという問題に対しては確たる解答もないのが実状である。

一般に船の操縦者が荒天時の海洋で Slamming に遭遇したとき、これを極力避けるには3つの方法しかないようである。第一は船の速度を低下させること。第二は航路を変針すること。

第三はバラストタンクに注水して吃水を深くすることである。

本項は第三の方法に対して解答を与えようとするもので、波浪の Slamming におよぼす影響が既に求められたから、波長を船の長さよりひとしく、波高も一定 ($L_w/H_w = 30$) にしておき、吃水を変えた場合に Slamming 応力の値を求めてみたものが第12図である。図は U 型船型についての実験結果で、吃水が深くなると Slamming 応力が著るしく減少するのみならず、Slamming



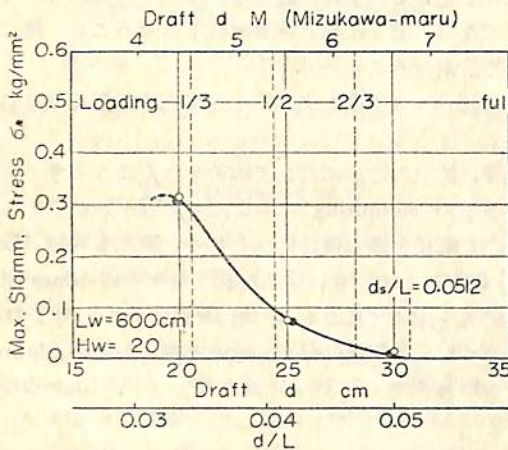
第12図 吃水と Slamming 応力 (U 型船)

zone も著るしく狭く、かつ Slamming の最もきびしい速度 (Slamming centre) も次第に低速に移つてゆることが明かである。なお満載状態 ($d/L = 0.059$) では船の如何なる速度でも Slamming が起きていないので図には記入していない。

吃水が深くなるにつれて Slamming centre が次第

に低速に移つてゆく理由は、Slamming 発生が pitching 運動との同調に基づくもので、pitching 運動周期が船の吃水が深くなると少しずつ大きくなり、従つて波と pitching 運動の同調速度も次第に低速になるからである。

それぞれの吃水状態で Slamming 応力の最大値を第12図から求め、両者の関係を図示したものが第13図である。吃水と最大 Slamming 応力との関係は、船型による差異がほとんど認められないことは面白い事実である。吃水を船の載貨状態に換算するのが実船への応用に便利と思われるので、瑞川丸の載貨状態と吃水の関係を設計資料によつて求め、これを模型船に換算して図に記



第13図 吃水と最大 Slamming 応力

入してある。

本図によつて、(i) 軽吃水では Slamming が如何に厳しいか、(ii) 吃水を少しく増加すれば Slamming を如何に軽減出来るか、(iii) 吃水をどの程度まで深くすれば Slamming を起さないかについて直ちに了解することが出来る。

すなわち、実船で経験せられる通り、 $\frac{1}{2}$ 載貨状態では Slamming が極めて厳しく、もし $\frac{1}{2}$ 載貨状態程度の吃水を増して $\frac{1}{3}$ 載貨状態程度にすれば Slamming の程度を $\frac{1}{2}$ に減少せしめることが出来、また更に吃水を増して $\frac{2}{3}$ 載貨状態程度の吃水とすれば、Slamming の強さをおよそ $\frac{1}{10}$ 位に減少せしめ得ることが了解される。

また Slamming を起さない限界吃水として $d_s/L = 0.0512$ を得、これ以上の吃水では如何なる船の速度でも Slamming は起さないことになる。しかし実際に大洋の波浪中を航行する船舶が満載吃水でも往々にして軽い Slamming を経験するといわれているのは、大洋で起る波浪は規則的な波のうねりの外に風による不規則波が加えられているので、時折 Slamming に似た衝撃力が船底に加えられるものであつて、この程度の軽いものは規則的に長い時間持続するものではない。

以上を要約して、船の吃水と Slamming の関係については、強い Slamming を避けるために $d/L = 0.045$ 以上、すなわち 載貨状態にして $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{2}{3}$ 程度以上の吃水が良好であろうと推察せられる。(続)

(491 頁よりつづく)

1. 船 燈
2. 信号燈
3. 非常照明設備 (端裏位置の甲板およびげん側、通路、階段、出口、機関室、制御場所およびその他管海官庁の必要と認める場所)
4. 電動水密戸開閉装置
5. 非常用ビルジポンプ
6. 火災警報機
7. 自動散水装置
8. 危急信号装置
9. その他管海官庁が必要と認める設備

(b) 臨時の非常電源 (301 条)

臨時の非常電源が過度の電圧降下なしに必要な電力を供給できるものであり、また隔壁甲板より上方で機関室外の場所に備えなければならないことも論をまたない

(1 項)。

またこの電源は上述の船燈、非常照明に 30 分間給電でき、かつ、電動水密戸を閉じることが出来る容量がなくてはならない (2 項)。

(c) 非常配電盤 (302 条)

国際条約では非常配電盤という用語がでてくるので防火構造規程等にもそのまま使用しているが非常配電盤に関する具体的な規定はなされていながつた。従つて今回の改正ではこの定義を明りようにし、その要件を規定された。

非常配電盤は非常電源、臨時の非常電源を制御するものである。従つてこれが隔壁甲板より上方で機関室外に設けられることはいうまでもない (1 項)。

また非常配電盤は主電源と非常電源等との連絡をする場所であり、これらの自動切換装置を設けたものである。(以上)

小型船舶用レーダー AR-25 について

福本昇三
安立電波工業株式会社・研究部長

1. 概 説

航海安全のためのレーダーについては漸次普及し、現在大型船舶ではその殆ど全数が之を装備しているが、中型、小型船ではレーダーの使用を渴望しながら、装備された船は極めて僅かである。この理由は主としてレーダーが高価であるためである。現在市場に存在するレーダーが、国内製品たると外国製品たるとを問わず1台の価格は100万~300万円で、船主の負担が大きすぎることに起因している。

ここに紹介する AR-25 は価格低廉を目標とした簡易型レーダーであつて、費用は従来の約半額(100万円程度)であり、特性は従来のものに較べ余り遜色のないものである。

なおこのレーダーの試作研究に際しては運輸省から研究補助金の交付を受けて完成を促進したものである。

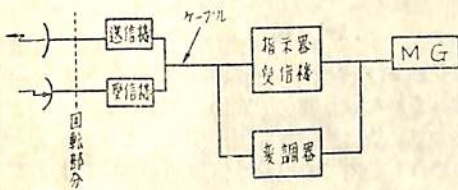
2. 小型船舶の特殊性

小型船舶用レーダーを設計するに当つてはまずもつて経済性に基本を置くと同時に、小型船舶としての特殊性を考慮しなければならぬ。これを項目別に考えれば次のようである。

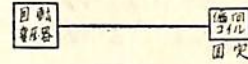
1. トップヘビイを極力さける。
 2. 狭い船内の何処にでも取り付けられるよう小型であると同時に取付に任意性があること。
 3. 大きな電源変動に対し充分考慮が払われていること。
 4. 消費電力が少いこと。
 5. 防水、振動等に考慮が払われていること。
- 以上の諸条件を考慮に入れ試作設計を進めた。

3. AR-25 の 構 成

AR-25 は第1図に示すような構成になつている。送信機および受信機の一部は通達距離を延すためにスキャナー下部に取りつけられている。回転部分は(マイクロ)



第 1 図



第 2 図

波の部分で廻されるので送信機は回転しない。船のトップヘビイを極力なくすよう、変調器および受信機

の大半は船内に收容されている。

電源としては磁気増巾器付きの MG が採用されている。

送信機と指示器、変調器間はケーブルで接続され20米以上延ばしても差支えない。

第2図に同期方法が示されているが AR-25 では回転変圧器を使用しているため、偏向コイルは固定されたままで回転しない。

以上のようにこの AR-25 ではスキャナーを(マイクロ)波の処で二重に廻すため TR-管が不要であるとともに多回路スリップリングが不要となり、また回転変圧器を使用しているため偏向コイルを固定することが出来、従来のような回転機構は全然必要がなくなった。

4. AR-25 の 性 能

AR-25 の性能は次の通りである。

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1. 出力 | 10 kW |
| 2. 最大探知距離 | 25 哩 |
| 3. 最小探知距離 | 70 米 |
| 4. 距離レンジ | 1, 3, 10, 25 哩 |
| 5. 繰返し周波数 | 1000 c/s |
| 6. パルス巾 | 0.3 μs |
| 7. ビーム巾 (水平) | 3 度 |
| (垂直) | 15 度 |
| サイドロブ | 20 db 以下 |
| 8. C. R. T. 径 | 7 吋 |
| 9. 空中線径 | 80 cm |
| 10. 空中線回転数 | 16 回 (毎分) |
| 11. 所要電力 (空中線を含む) | 500 V A. 以下 |
| 12. STC | あり |
| 13. FTC | あり |
| 14. AFC | なし |
| 15. 距離リング | あり |

以上の通りで最大25哩の探知能力を有しその他の特性も電波法に規定される諸条件を満足するものであつて、通常の大形レーダーに比して小型、安価である割に

差したる遜色のないものである。

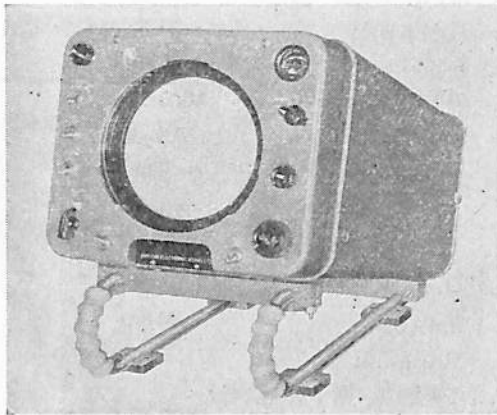
5. AR-25 の使用部品

AR-25 が如何に経済的に設計されているかを示すために通常の中型レーダーとの使用部品数の比較をしてみると次表のようになる。

区 分	通常中型	AR-25
特 殊 管	4	3
真 空 管	47	23
整流棒 (高 圧)	5	0
整流器 (低 圧)	2	2
電 源 ト ラ ン ス	8	4
その他トランス	5	3
テ ヨ ー ク	7	0
抵 抗	235	93
コ ン デ ン サ ー	217	80
コ イ ル	56	26
リ レ ー	5	3
ス イ ッ チ	9	4
接 栓	11	3

第1表に示す通り真空管については約半数であり、部品については半数以下のものが大半であつて如何に簡易化されているかがわかる。

6. AR-25 の重量、容積



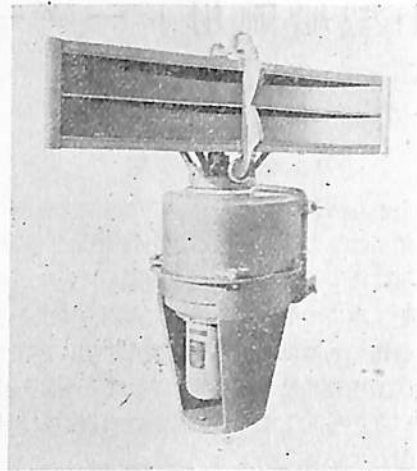
指 示 部

AR-25 の重量

スキャナー部 (送信機, 受信機の1部を含む)	45 kg
指 示 器	18 kg
変 調 器	18 kg

AR-25 の容積

容積については大略従来の小型レーダーの $\frac{1}{2}$ ま



スキャナー部

たは $\frac{1}{2}$ であつて市場にあるものの中では最も小さい。

7. 装 備 方 法

AR-25 は第1図で示した系統になつていて、スキャナー部、指示部、変調部に分れている。スキャナー部は僅か45kg程度であるからマストの頂部あるいはラチスマスト上部いずれにでも取付けられる。スキャナーと指示部、変調部との接合はケーブルで、長さも自由であるから、指示器は任意の位置に設置出来る。構造としても壁付、卓上付、天井付と自由に設置出来る構造になつている。

また変調器も自由に取付けられるようになっていて機器相互間の距離に制限はない。

なお機器内部の点検のためには充分な工夫がほどこされ、どこからでも開ける構造になつている。

8. 電 源

電源としては磁気増中器付のMGが使用され、電源変動 $\pm 20\%$ まで許している。電源変動の多い小型船舶にとつても充分満足し得るものと考えられる。

9. そ の 他

AR-25 のその他の特徴としては、TR管を使用していないため、外国特許は一切使用していない。回路を簡易化するために数種の特許を申請中であつて、国内では初めての回転変圧器を使用している。

10. 結 言

前述の通りAR-25は中型および小型船舶を対象として設計された最も簡易で安価なかつ性能の良いレーダーであつて、故障発生の原因が少ないことと、万一故障発生の場合も船内での点検や修理が容易に行われ得ることおよび専門的な高度の知識を必要としない点等が、需要者にとつて極めて便利なものであると思う。

VI 電気利用設備

電源において発生した電力は配電設備、電路を経て電気利用設備に給電される。

この規定では船内の電気利用設備を次の4節に大別している。

照明設備

動力設備

電熱設備

船内通信および信号設備

実際に船内に使用されているものの中には、このわくの中に入らないもの、またどの範ちゆうに入れるべきか明りようでないものもある。例えば航海計器は船内通信および信号設備と考えるのが普通であるが必ずしもそれで割り切つてしまうわけにも行かない。また無線電信はいずれにも入れることはできないであろう。

このように上記分類は必ずしも当を得ていないかも知れないが各設備について規定されていることだけを考えて場合には実用上矛盾を感じないであろう。

VI.1 照明設備

(a) 照明器具 (267, 268条)

照明器具は JIS「船用照明器具類」と同等以上の効力のあることを要する。照明器具については、船用照明配線器具委員会において JIS 規格を審議されているが、対象が外航船を目的としているので漁船、小型船に対しては不適當であるといわれている。これらの船舶では各地方で家内工業的に製作された小形の安価な器具が使用されている。そのため絶縁距離、温度上昇等において不適當なものが相当多いもようである。この規定では絶縁距離、温度上昇等が適格であれば必ずしも JIS の製品を使用する必要はないが、できるだけ JIS 規格に近づけることが望ましい。また JIS 規格の中にも小型船用のもの規格を積極的に取り上げて行く必要もあると思う。

(b) 特殊場所の照明設備 (269, 270条)

引火性、爆発性ガスや蒸気の集積する場所にはなるべく電気設備を設けないのが望ましいが、ここに規定するように作業のためやむを得ず照明しなければならない場所がある。この場合最も注意を要するのは、そのような場所では開閉器の操作、電球の取換え等火花を発生することを極力さけることである。

(1) 蓄電池室、塗料庫等 (269条)

室内に固定燈を設ける方法(1号)と、室外から移動燈を持ち込む方法(2号)とがある。固定燈の場合は防爆燈としその開閉器は室外におかなければならない。防爆燈は非常に高価であるので移動燈を使用する方法が多く行われている。移動燈は差込み、開閉器を室外に設け扉を開いて十分にガスを出してから入室するように注意することが必要である。

(2) ポンプ室(引火点 65°C 以下の油タンカー)(270条)

室外からガラス窓を経て照明する方法と防爆燈を室内に固定する方法とがある。前者の窓ガラスは通常ポンプ室の上部に設けられる。

防爆燈を固定した場合その開閉器を室外に設けるのは蓄電池室等の場合と同じであるが、ポンプ室では引火性蒸気を排出し換気することは不可能に近い。従つて前述のように室外に設ける開閉器は必ず両極開閉器を使用しその開閉器が断の位置にあるときのみその開閉器のハンドルが外れるようにしておく(2号イ)。この外したハンドルでなければ固定してある防爆燈のグローブを開いて電球の取換えその他の作業ができないよう施錠しておく。

さて以上は作業を目的とするような比較的大がかりな照明方法であるが、通常の点検などには持運び式電燈(いわゆる携帯燈のこと)を使用している。ポンプ室内で使用するのは防爆型のものでなければならないことになっているが、その場合でも室外で点燈してから入室する必要がある。

(c) 電気船燈および信号燈 (271~273条)

船燈の備え付けについては船舶設備規程第4編第3章138~142条に規定されている。またそれらの詳細な構造については船燈試験規程に規定されている(信号燈については1948年の条約で屋間においても使用できることが要求されているので試験規程のできるまでの間検査心得にその要件が載せてある。)

従来より船燈は船舶の運航上最も重要なものであり、その不良のための事故は相当数にのぼつていた。従つて電気船燈が使用され始めてもその信頼度の乏しい間は予備として必ず油船燈を備えつけることが要求されて来た。しかしながら戦後電気機器の信頼度が急に昂りタンカー等では油船燈はかえつて危険であるとさえ考えられるようになって来た。また1948年の条約でも電気のみ

を使用する船燈に対して特別の要件が課されているように電気船燈のみを常用する機運がたかまつて来た。

そこで管海官庁では徐々に電気船燈のみを使用する船舶を認め、そのための省令改正も行い現在に至っている。前記139条によると電気船燈のみを使用するものは

- (イ) 船燈(紅燈を除く)は常用電源の外に予備の独立の電源より給電できること(1号)。
- (ロ) 近海以上の航行区域をもつ船舶の航海燈は2重船燈(一般に2燈式と呼ばれているもの、普通の1燈式のものを2個組合せたもののいずれでもよい)とすること(2号)。
- (ハ) 紅燈には予備として必ず油燈をもつこと。しかし、用途上やむを得ないと管海官庁が認めるもの(これはクリンタンカー等油船燈がかえつて危険と思われるものを意味する)は予備電源をもつておれば予備の油燈は必要でない(3号)。

となつている。

さて電気設備では以上のことがらを受け、電気船燈のみを使用する場合の電氣的要件を次のように規定している。

(イ) 電源(271条)

国際航海に従事する旅客船

主電源、臨時の非常電源および非常電源(第6章に規定)

その他の船舶

2組以上の電源(検査心得によると電源容量は16時間、ただし沿海以下の航行区域のものはしんしやくされる。)

(ロ) 電源 ←→ 航海燈制御盤(272条2項)。

すべての電源を通じて2回路とする。すなわち非常用(あるいは予備用)の電源がある場合には非常用の電源から1回路と主電源から1回路布設する。非常用電源がないときは主電源から2回路布設する。ただし500トン未満のものは1回路でよい。

(ハ) 航海燈制御盤(273条)

航海燈制御盤というのは航海燈へ分岐する開閉器を集合設置した分電盤の一種で航海燈が消滅した場合自動的に表示しかつ警報をならす装置をもつたものである。500トン未満の船舶ではこの表示、警報の装置はもたなくてもよいことになつており、また2燈式の航海燈をもつ場合には自動的に切換える装置がついていることもあるがこれは強制的ではない。

(ニ) 航海燈制御盤 ←→ 航海燈(272条3項)

航海燈制御盤から航海燈までの回路は燈毎に独立とする。従つて2燈式の場合に各燈毎に1回路、すな

わち2回路必要なわけである。

VI.2 動力設備

(a) 直巻電動機使用の制限(274条)

これは何かの原因で負荷が零になつた場合の速変上昇を考慮されたものである。実際にはウインチ、揚船機のような甲板機械でも数十パーセントの分巻を施すのが普通である。しかし、セルモーターのように小形の電動機で特に大きなトルクを必要とする場合は直巻のみでもよいことになつている。

(b) 電動機の定格(275条)

連続定格、短時間定格については既に定義のところで述べてある通りであるがここでは用途によりそれぞれに必要な時間定格を定めている。

(イ) 推進機関の補機、排水設備、消防設備等に使用する電動機で連続運転するもの 連続定格

(ロ) 操舵用電動機

電動式のもの 1時間定格

電動油圧式のもの 1時間定格(ただし、このまゝに15%負荷で温度が飽和に達するまで連続運転すること。)

(ハ) 水密戸開閉装置、揚びよう機、係船機等に使用する電動機 30分定格

(c) 過負荷耐力(276条)

過負荷耐力が要求されるのは全閉形以外のものについてのみである。全閉形のものについては通風効果を想定して判断すればよい。

(イ) 25% 過負荷

毎分1000回転についての出力	時 間
4 HP 未満のもの	15 分 間
4 HP 以上 10 HP 未満のもの	30 分 間
10 HP 以上のもの	2 時 間

(ロ) 5% 過負荷 1分間

(d) 過速度耐力(277条)

過速度耐力試験においては機械的な強度とともに振動の多少も検討される。これはJEC、NKと同様であつて次のような回転数で1分間運転して異常のないことを確かめる。

種 類	回 転 数
直巻電動機	定格回転数の2倍
分巻電動機	定格回転数
複巻電動機	無負荷回転数
同期電動機	同期回転数
誘導電動機	同期回転数

} それぞれの1.25倍

(e) 電動機に対する準用 (278条)

電動機は構造上発電機と同様であるから回転軸 (187条)、潤滑油 (183条)、軸電流の防止 (189条)、温度上昇限度 (190条)、整流 (193条)、絶縁抵抗 (194条)、絶縁耐力 (195条) のような発電機に対する規定が準用される。

(f) 電磁制動機 (279条)

電磁制動機は甲板機械の電化にともない非常に重要視されるようになって来た。電磁制動機は調整が難しく、かつ、完全な試験もなかなかできにくい。特に制動をゆるめる場合より、むしろ制動する場合の方が重要であるが実際に制動点を捉えることはかなり困難である。そこで實際上可能な範囲の規定が設けられている。これはNKと全く同様であつて従来より行われていたように次の通りである。

(イ) 分巻制動機、交流制動機は定格電圧の80%で確実に制動をゆるめること (1号)。

(ロ) 複巻制動機は定格電圧の80%および起動電流の80%を加えた場合確実に制動をゆるめること (2号)。

(ハ) 直巻制動機は全負荷電流の10%で確実に制動すること。またすべての起動電流 (起動電流が全負荷電流の40%をこえるときは全負荷電流の40%) で確実に制動をゆるめること。ここに全負荷電流というのは加減速度電動機の最高ノッチの定格電流をいう (3号)。

(g) 制御器 (280~282条)

制御器の重要性はいうまでもない。280条は一般的、常識的な規定であり、281条は接点の取換、282条は起動器のノーボルトリレー (no volt relay) に関する規定である。

(h) 制御器に対する準用 (283条)

制御器は構造上配電盤に類似しているため温度上昇限度 (223条)、絶縁抵抗 (224条)、絶縁耐力 (225条) の配電盤に対する規定が準用されている。

(i) 制御用抵抗 (284条)

制御用抵抗のうち加減速度電動機用のものは相当の発熱を生ずる。特に揚貨機のように使用の激しいものでは

この抵抗体による火災の予防に注意しなければならない。284条は具体的方法は述べていないがこれらの点に十分な注意を払うことを規定している。

(j) 電動操だ装置 (285条)

電動操だ装置には電動油圧操だ装置と、だ柄を直接駆動する方式のものがあることはいうまでもない。ところでこの後者では舵に加えるトルクが直接電動機に加えるのであるから電動機を選択するに当つては予想される圧力に対して十分な起動トルクをもつよう考慮しなければならない (1号)。

操だ装置用自動しや断器 (あるいはヒューズ) は短絡電流に対してのみ作動するようなものでなければならない (2号) このことは操だ装置が少々の過負荷電流で作動しては困るからである。大きな舵角をとつたとき、波浪により舵が叩かれたときなどには過負荷になることがしばしばある。

操だ装置に対しては下図に示すように発電機より直接給電する場合と発電機用母線を経て給電される場合がある。

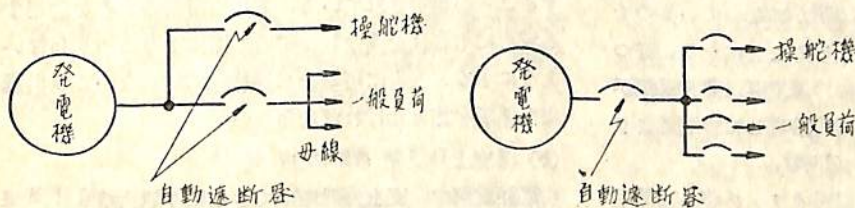
後者のように母線を経て給電されるような場合には発電機用自動しや断器が操だ用自動しや断器より先に作動するようでは困るので他の負荷をも考慮して調整しておくなければならない (2号)。

国際航海に従事する旅客船に対しては国際条約を受けて特に重要な規定を設けている。すなわち同時に作動する電動機全部に対して給電するに十分な電路を2組布設し (イ、ロ)、この電路は一方を軸室を通せば他方は上甲板を通すというように十分離して同時に損傷しないようにする (ハ)。同時に作動する電動機というのは2台で1組になつた操だ装置あるいは舵が2個あつて2台を常用するようなものである。また予備の装置が電動である場合には常用に1組、予備に1組の電路を布設すればよい。

(k) 電動通風装置 (286条)

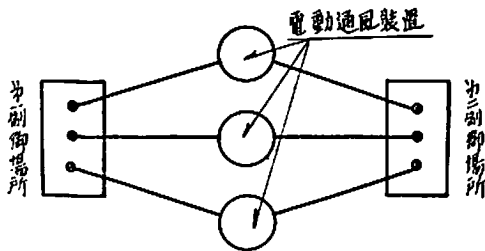
この規定で電動通風装置というのはいわゆる機械式通風装置 (mechanical ventilation) のことである。従つて小形の通風機、厚風器は含まれない。

このような通風装置は火災発生の場合直ちに停止させる必要があるが火災発生場所に近いときはこの装置に近よつて停止させることができないことがある。従つて停止装置を2ヶ所に設けて何れか一方で停止できる



ようにしておく必要がある。この停止装置は無電圧解放用コイルを短絡させるような簡単なものでさしつかえない。

この停止装置は国際条約により国際航海に従事する旅客船に対してのみ要求されていたのであるが（船舶防火構造規程参照）新しく適用範囲を広げている。すなわちすべての船舶の機関室用電動通風装置に対しては機関室外よりも停止できること（1項）、旅客船の機関室以外の電動通風装置は出来るだけ離れた2ヶ所から停止できるようにする必要がある（2項）。このような装置が幾組かあるときは、なるべく船橋に近い場所と、そこからできるだけ離れた場所とに制御場所を設け全装置の開閉用押ボタンをガラスの扉により内部のよく見える箱の中に入れておくのが望ましい。



しかしこの停止装置は国際航海に従事しない旅客船であつて個室が少く火災の発見が容易な船舶、あるいは小形の客船などでは管海官庁の承認を経て省略することができる。

(1) 電動水密戸開閉装置 (287条)

水密戸開閉装置の性能については船舶区画規程に規定されている。この装置には電動油圧ポンプにより常時油圧を発生させておき応急の場合にはこの油圧装置で水密戸の開閉を行うものと純然たる電動のものがある。いずれにしてもその動力が電気であるものは非常電源、臨時の非常電源のいずれからも給電できなければならない。ここで問題になるのは主電源が交流を使用している場合である。第6章にあるように臨時の非常電源は必ず蓄電池でなければならないので交流方式の水密戸開閉装置は不適當である。勿論蓄電池によりMGを起動し交流を得ることもできるが水密戸の必要なのは最初の数分であることが2回の紫雲丸事件で明らかになっているのでどうしても直流方式でなければならぬことになる。従つて主電源が交流の場合には臨時の非常電源（非常電源が蓄電池のときは非常電源）より常時給電して主電源よりは給電しなくてもよいであろう（1項）。

通常これらの開閉用電動機、電磁クラッチ等は隔壁甲

板より上方におきロッドにより戸を開閉しているのであるが、作動を確実にするため、これらを直接水密戸の側に設置することも可能であるがこの場合には水中型のものとしてその耐水圧は隔壁甲板までの高さであることが必要である（2項）。

(m) 水中型電動ビルジポンプ (288条)

この装置は船舶区画規程により要求されるものである。この装置に対する給電は非常電路により行う。従つて主電源より給電する場合も一度非常配電盤に入れて後この装置に給電する（1項）、しかしこの場合には電路は非常用のもの1組でよいのであつて常用電源より給電する場合も非常電路を使用するのである。

なお、この装置の水中型の耐水圧が隔壁甲板の高さであることは勿論であり、給電路中隔壁甲板より下方に布設する電路もまた水密を保つよう金属製管に納入する等の方法を講じなければならない。

(n) 自動散水装置 (289条)

この装置は防火構造規程により要求されるものであり、主電源および非常電源より非常配電盤を経て給電されなければならないことは水中型電動ビルジポンプと同様である。しかしこの装置は常時作動状態にある自動装置であるので非常配電盤上の開閉器は通常閉じておかなければならない（1項）。この装置は非常配電盤以外には開閉器を設けてはならない（2項、242条参照）。

これも当然のことである。

VI-3 電熱設備

(a) 構造 (290条)

電熱設備は潤滑油の加熱、蒸化器等に使用される大形のものから烹炊器、暖房等に使用される小形のものまで非常に広範囲の目的に使用されるようになった。従つて前者のような大形のものに対する供給電圧も次第に高くなり交流の450ボルトまで使用されるようなう勢にある。（今回の改正では一応250ボルトまでに制限されている。）

しかし後者のような烹炊器、暖房等に使用されるものはできるだけ市販の陸上規格のものをそのまま使用できることが望まれる。290条では電熱設備は通常の使用状態では火災の生じないこと、必要に応じて充電部を保護することが規定されている。従つて市販のものを使用する場合にもこれを固定し、船の動揺によりころがらないようにするとともに可燃物が発熱部に触れないように適当な保護を施さなければならない。

(b) 温度上昇限度 (291条)

電熱設備の温度上昇限度はできるだけ陸上のJIS規

格に近い値にとられているが船の特殊条件を入れて次表のような値である。

器具の部分	温度上昇限度(摂氏・度)
支持台	55
トッテ・ツマミ等	30
電線接続用端子	35

この値は NK 規則に較べると相当緩和された値である。

(c) 絶縁抵抗 (292 条)

電熱設備の絶縁抵抗は 1 メグオーム以上が必要である。

(d) 絶縁耐力 (293 条)

1500 ボルトを加圧する。

(e) 電気ラジエーター (294 条)

旅客船では露出放熱線形の電気ラジエーターは使用できない。これは国際条約に基く規定である。

VI・4 船内通信および信号設備

この節の規定は陸上の有線電気通法が船舶に対して適用を除外され(政令による)、代つて船舶設備規程第 4 編航海用具等に取められていたものであるが運用上電気設備の一部と考えた方が便利であるため今回の改正では本編に取められることとなつた。従つて従来有線電気通信法とのかねあいで設けられていたこれら設備に対する配線工事に関する規定は削除し電気設備としての一般的な方法によることとなつた。

(a) 電路電圧 (295 条)

これらの設備は設備自体で使用する電圧については特に規定されていないが通信設備よりの送出電圧すなわち電路電圧について直流 220 ボルト、交流 120 ボルトに制限されている。

(b) 電路による電圧降下 (296 条)

電路による電圧降下は定格電圧が 24 ボルト以下なのは 10 パーセント、24 ボルト以上のものは 5 パーセント以下に押えなければならない。

(c) 電源 (297 条)

危急信号装置(これは国際航海に従事する旅客船の総員集合その他に使用する信号設備で通常はベルが用いられる。最近では船内通信設備と兼用で拡声器が使用されている。)の電源は主電源、臨時の非常電源および非常電源のいずれからも給電できなければならない。

VII 非常電源等

非常電源等が要求されるのは国際航海に従事する旅客

船のみである(298 条)。

これらの船舶では主電源が故障した場合には次のような順序で電源が切換えられて行く。

(i) 非常電源が発電機の場合 (301 条)

主電源

↓ ← 自動切換

臨時の非常電源(蓄電池・30 分間)

↓ ← 手動または自動切換

非常電源(発電機)

(ii) 非常電源が蓄電池の場合 (300 条)

主電源

↓ ← 自動切換

非常電源(蓄電池)

(a) 非常電源 (299 条)

非常電源は隔壁甲板より上方で機関室外に設けなければならない。

上述のように非常電源には蓄電池の場合と発電機の場合とがある。蓄電池の場合には過度の電圧降下なしに必要な電力が給電できるものであることは勿論である。

(1 項 1 号)。

発電機の場合にはその原動機は圧縮点火式機関(引火点 43.3°C 以上の燃料を使用するもの)すなわちディーゼル機関を使用し、管海官庁の適当と認める給油装置および起動装置を持たなければならない。独立の給油装置というのは他の燃料系統と完全に別個なものであつて自力でこの発電機に必要な時間給電できるものである。例えばこの発電機のためヘッドタンクを設け、これに必要な燃料が常に充てんされているようなものである。起動装置は圧縮空気によつても蓄電池によつてもいづれでもよいがそのためには常に必要な気圧あるいは電圧に保つておく必要がある。従つて主電源から給電される空気圧縮機が自動的に作動して気蓄器を常に一定気圧に保つかあるいはセルモーター用の蓄電池に主電源より自動的に給電して常に定格電圧に保つような方式のものが採用されなければならない(1 項 2 号)

さて発電機は次に掲げるような設備を同時に作動させる容量がなくてはならず(2 項)、また船燈、信号燈、非常照明設備に対しては 36 時間給電できることが必要である(3 項)。しかしこの時間は航海する範囲を考慮して少くすることができる(3 項ただし書)また火災と浸水とが同時に起きることまで考える必要がないから非常用ビルジポンプと自動散水装置は同時に作動させる必要がないとして発電機容量を減ずるような意見もある。この点については今後の研究を必要とする。

(484 頁へつづく)

船の溶接設計および工作に関する要領書 (4)

運輸省船舶局首席船舶
検査官 内田喜三郎

3.3 建造順序および溶接順序

3.3.1 建造順序と溶接ブロック

建造順序および溶接ブロックには種々なものがあるが、この選定にあたっては、船の大きさ、構造様式、造船所の設備および技術等に応じ最も適切なものを採用しなければならない。

(1) 建造順序

鋸接船のときは鋼板でも肋骨でも1枚ずつ、1本ずつを下から船台上に順次組立てていくのであるが、溶接船では溶接の特性から、自ら建造方式も異なってくる。

溶接では、下向の地上溶接が最も健全な溶接が得られかつ工数も軽減される。そこで溶接船では自らブロック建造方式^{註1}が必要となってくるわけである。

ブロック建造方式はそれらのブロックを如何なる順序で組立てるかによつて種々の方式に分れるが、大別するとピラミッド式、輪切り式、マスターバット式になる。これらの方式にはそれぞれ一長一短があり、実際には何れの方式も現用されており、また混用されている。

何れの方式においてもその順序の原則は「中央部から対称的に前後、左右に組立ててゆく」ということである。このことは溶接による変形を対称にさせて正しい船型の保持を図り、不必要な拘束をなるべく避けて残留応力を出来るだけ少くするためである。

次に建造方式とその特徴を述べる。

(1) ピラミッド式

中央下部のブロックを最初に置き^{註2}、これから順次対称に左右に、前後に、かつ上方にとピラミッド型になるようにつないで行く方式をピラミッド式という。

この方式は最も基本的なもので、また現在広く用いられているが、欠点は建造が進むにつれ船の

首尾が持ち上ってくることである。これを防ぐためには予め首尾を適当量沈下させておく等の対策がとられる。

(2) 輪切り式

船の主要構造部を適當の長さに、数箇ないし十数箇の輪切りに分け、その各々のブロックを地上で組立て、これを中央部から順次前後につないでゆく方式を輪切り式という。

この方式では(1)のような欠点はないが、それぞれのブロックの接手を正しく成型しておかぬと現場の組立てに当つて、接手を合わせるため甚だしい工数を要する。また正しい船型を接手でくずす恐れもある。この方式は小型船の場合に適する。

なお輪切りのブロック接手は勿論、船体中心線から左右に対称に溶接するのが原則である。

(3) マスターバット式

船を大きく2または3分し(例えば前部、中央部、後部)、各々を組立てた後にこれらをつないで船体を作る方式をマスターバット式という。

この方式は船台期間を短縮するのに最も有効であるが、組立てが(2)以上にむずかしくなる欠点がある。なお現場溶接が大きな拘束の下に行われるため残留応力が大きくなる恐れがあるから、溶接施工にあたっては十分注意しなければならない。

(2) 溶接ブロック

建造方式の主体をなすブロックには、普通のいわゆる平面ブロック^{註3}と立体ブロック^{註4}とがある。各ブロックとも最近では次第に大型化する傾向があり、その溶接組立に当つては、それらを更にいくつかの小組立て(サブアセンブリー)に分け、それぞれの溶接組立てを終えてからブロック(アセンブリー)に組立てている。

註3 平面ブロックとは例えば外板なら数枚の外板と肋骨、特設肋骨、サイドストリンガー等を一体とした二次元的ブロックである。

註4 立体ブロックとは、例えば第二甲板(ビームを含む)と側外板(肋骨を含む)並びに隔壁等を三次元的に一体としたブロックである。

註1. ブロック建造方式とは地上でそれぞれの大きなブロックを組立て、内部の溶接を終えてから船台上に持来り、組立ててゆく方式である。

註2. アフトエンジンの船では船尾部(機関室)を基点とすることがある。

ブロックが大型化すると平面ブロックでは限度があり、自ずと立体ブロックになるが、現場組立に当って相互の取合部が予め正しく出来ていないと、地上組立工数の増大に比して、必ずしも現場取付工数がへらない欠点がある。しかし同じ立体ブロックでも H 型 (例えば縦通隔壁と側外板、甲板ブロック) のものは地上組立でも下向溶接があまり多くならないが、L 型ブロック (例えば船体中心線で左右に分けた側外板、第二甲板、隔壁の組合つたブロック) では、側外板、第二甲板、隔壁の各々が互に L 型に結合されているから、90° の引き起しの操作のみで大部分を下向溶接とすることが出来、比較的ブロック組立工数がふえない利点がある。

3.3.2 溶接順序および溶着順序^{註1}

(1) 溶接順序

溶接順序は、変形や残留応力の軽減、亀裂防止等の立場から決定しなければならない。これに関する一般の方針は次に述べる如く割合簡単であるが、実際の適用に当つては非常に難かしい問題であるから慎重に考慮して決定しなければならない。なお一度決定したならば止むを得ざる特別の場合を除いてはこれを必ず遵守するように心がけるべきである。

溶接順序の一般方針を列挙すれば次の如くである。

- (1) 溶接による収縮は、つねに自由に起るように順序を選ぶこと。たとえば中心から周囲に向つて自由端へと溶接して行くようにする。
- (2) 収縮量の最も大ききような接手をさきに溶接し、収縮量の少ないものをあとにする。
- (3) 出来るだけ同時にかつ対称に溶接を行う。
- (4) 横縁と縦縁とが交叉するところでは横縁を先に、縦縁をあとに溶接するか、両者を殆んど同時に行うときにも縦縁の溶接は交叉点から適当量 (150~300 mm) 離れたところで止め、横縁の溶接が完了するまで溶接してはならない。
- (5) 直交する2つの部材の T 型接手の隅肉溶接はその部材自身の突合せ接手を通りこして溶接して

はならない。

(2) 溶着順序

変形や残留応力の軽減、亀裂防止の立場から種々の溶着順序が考えられている。これらを分類すると第3-2表の如くであつて、実際にはこれらを種々に組合せたものが用いられる。どの接手にどの溶着法が適しているかについては未だ良くわかつていないが、飛石ブロック法は変形防止に関して有効であるといわれている。

第3-2表 溶着順序の分類

分類法	種類および図解	通常用いられる名称
溶接方向による分類	(1) 一端から他端に向う場合 →	漸進法
	(2) 中央から両端に向う場合 ← →	対称法または振分け法
	(3) 飛び飛びに行なう場合 → → → → → → → → ③ ⑨ ⑤ ⑦ ① ⑧ ④ ⑥ ②	飛石法
溶接方向と溶着方向との関連性による分類	(1) 溶接方向と溶着方向が同一の場合 → → → → → → → → ① ② ③ ④ 溶接方向 溶着方向	前進法
	(2) 溶接方向と溶着方向が反対の場合 ← ← ← ← ← ← ← ← ① ② ③ ④ 溶接方向 溶着方向	後進法
多層盛りに対する盛り方による分類	(1) 溶接線に対して直角方向の断面における層数を多くしその多層盛り順序を問題にする場合	多層盛り法
	(2) 溶接線方向における多層盛りの盛り方を問題とする場合	(i) 全長に渡つて層数を重ねて行く場合 全長多層法 (ii) 1ブロックごとに完成して行く場合 ブロック法
	(iii) 中央から盛上げながら左右に進む場合 カスケード法	

註1 溶接の順序の問題としては船体全体としての建造順序の外に甲板や外板縦横縁などでどの溶接線を先に溶接するかという問題と更に1本の長い溶接線を溶接する順序の問題とがあり、いずれも一般には溶接順序といわれているようであるが混乱をさけるためここでは前者を溶接順序と称して区別する。

3.4 残留応力および変形^{註2}

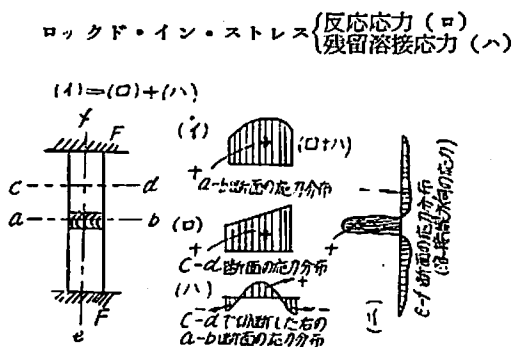
3.4.1 残留応力

(1) 残留応力の発生

註2 木原、増淵著「溶接変形と残留応力」(溶接叢書第2巻) 参照

溶接による残留応力は残留溶接応力と拘束応力とからなっている。^{註1} 接手を自由な状態にしておいても局部的な加熱冷却のため残留応力が発生するが、これを残留溶接応力という。接手を拘束しておくとともに拘束に基く応力も附加されるが、これを拘束応力という。最も簡単な場合について両者の分布傾向を示すと第3-12図のごとくであつて、拘束応力は概して接手全体に一樣に分布するが、残留溶接応力の方は溶接部の近傍にかなり集中する傾向がある。この際一般的には溶接部には溶接線方向に高い引張応力を生ずるが、これは溶接部の収縮が附近の母材によつて抑制されていることを示すものである。

残留応力が溶接順序やその他の溶接施工法によつて如何に変化するかについては今までに多くの実験が行われてきたが、未だに一般的な結論はえられていない。



(2) 残留応力の影響

残留応力の影響に関しては不明の点が多いが、一般には次のように考えられている。

(1) 静的強度 (延性破壊) 構造物を構成する材料が延性に富んだものであり、破壊までに相当塑性変形を生じうる場合は残留応力は構造物の静的荷重に対する支持能力に殆んど影響がない。

(2) 疲労および脆性破壊 疲労および脆性破壊におよぼす影響については数多くの実験が行われたが、未だ明確な結論は得られてない。外力の繰返し、低温、衝撃、切欠の存在などによつて塑性変形が抑制され、少いエネルギーで脆く破壊する場合には残留応力が影響するようであるが、船体の破壊には設計上の不連続や工作上的欠陥などが非

常に大きな影響を与えるものであるから船体の安全性を確保するという目的に対しては材料の選択、設計、工作に充分注意して、かかる切欠の存在をなくすように努めることが大切である。

(3) 挫屈強度

残留応力は挫屈強度を低下させることがある。船底凹損事故^{註2}はその一例を示すものであつて、船底にやせ馬が生じていると、これにホギングによる軸力および水圧がかかった場合外板の表面が早く降伏し、船底に永久歪を発生させる。ただしこの場合は残留応力だけでなく変形をも伴つた現象であつて、面内に生じていた残留応力単独の影響はそれ程大きくないと思われる。

3.4.2 収縮および変形

(1) 面内の収縮変形

面内の変形には横収縮、回旋変形および縦収縮がある。横収縮は溶接線に直角方向の変形で特に突合接手においては量的にも多く、溶接において最も基本的なものである。隅肉接手や重ね接手にも生ずるがその量は少い。

突合接手の横収縮におよぼす溶接施工法の影響については数多くの実験が行われているが、定性的には次のように云えるようである。

- (i) 底部間隙及び開先形状は溶着量の少いような形にしたものほど収縮は少い。
- (ii) 太径棒を用い少い層数で溶接した程収縮は少い。
- (iii) 裏ハツリによつて収縮は変化しないが、裏溶接を行うと収縮は重畳される。
- (iv) その他拘束が大になれば収縮は減じ、ピーニングによつても減少する。溶接棒の被覆系統や運棒法によつても若干異なるが大差はない。
- (v) 潜弧溶接においては収縮は少く手溶接の $\frac{1}{2}$ 程度である。

縦収縮は溶接線方向の収縮で前述の横収縮に比較するとその量は通常はるかに少なく溶接線の長さの $\frac{1}{1000}$ 程度である。これは横収縮と異つてビードの収縮が母材によつて抑制されるためで、この量も溶接施工法によつて当然変化するであろう。

(2) 面外の撓み変形

(1) 角変形

横収縮量が板の厚さ方向に異なる場合には角変形

註1 残留溶接応力と拘束応力の両者をあわせたものをロックド・イン・ストレス (locked-in stress) ということがある。

註2 船体損傷調査専門委員会報告 (1955) (日本海事協会) 参照

を生ずる。

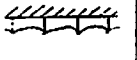


角変形は突合接手にも生ずるが特に隅肉接手においては基本的なものである。

突合接手の場合は X 開先とし表裏面での溶着量の比を適当に選べば角変形を殆んどなくすることが出来る。^{註1}

隅肉接手の角変形には下板の厚さや溶接条件が複雑な影響を与える。板厚については一定の溶着量に対しある板厚(約 10 mm)の場合角変形は最大となる。すなわちこれよりも板が薄い場合には表裏面での温度差が少くなるので角変形は減少し、反対に厚い場合は板の曲げ剛性がますので角変形は少くなる。溶接条件については、太径棒を用い少い層数で溶接する方が角変形は減少する。

自由接手の場合は角変形によつて溶接部の所で折れ曲つた形になるが、拘束接手ではやせ馬状の変形を生ずる。

第 3-4 表 拘束接手に生ずるやせ馬状の変形

	拘束 接 手		自由 接 手
	片側 溶接	対称 溶接	
機 皿			

(2) 縦曲り変形

溶接線の位置が接手断面の重心から離れていると溶接による縦収縮は曲げモーメントを持ち縦曲り変形を生ずる。

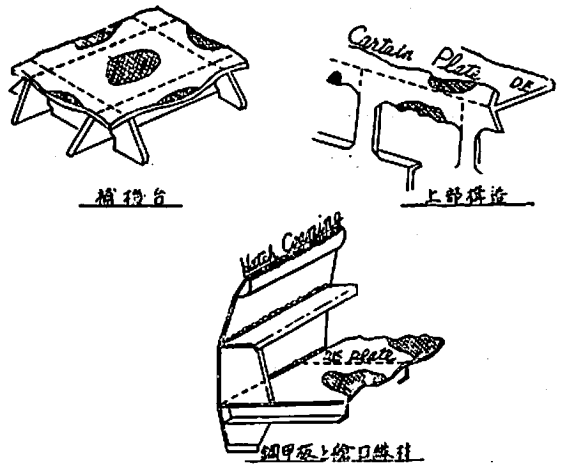
(3) 挫屈形式の変形

薄板や細長い材の溶接の場合には、溶接の結果面内に生じた圧縮の残留応力によつて板が挫屈することがある。

(3) 構造物における変形

実際の構造物においては上述した各種の様式の変形が錯綜して表われるからその変形は一般に複雑である。1, 2 の例についてこれを示せば第 3-13 図の如くである。なおやせ馬等の変形は単に外観の点だけでなく、部材によつては挫屈強度上問題となることもあるからこれが一定量以上にならぬよう注意す

註 1 表裏面での比率は板厚や溶接施工法によつても異なるが、深さの比で 7:3 位にしておき、7 の側の溶接完了後、裏はつりを行い(表第 1 層をはつり取る位)しかる後に裏溶接を行うのがよいといわれている。



第 3-13 図 構造物の溶接による変形例

る必要がある。^{註2}

3.5 予熱、焼鈍、歪取などの処置

溶接に際しては危裂防止、残留応力の緩和、接手の品質向上などの目的で予熱や焼鈍を行い、ピーニングや歪取りなどを施す。その概要は下記の如くである。

3.5.1 予 熱

予熱は冷却速度を遅くし、水素の分圧を減ずるので、危裂防止に有効である。溶接する部材を全体に暖めるのが理想的であるが部材が大きいときは局部的にガス焰または電熱等により予熱する。予熱温度は拘束の著しい接手や厚板または C, Mn 等の多い材料では 100~150°C とするが、数十度の予熱でもかなり有効なことが多い。

3.5.2 焼 鈍

焼鈍は材質の改善および残留応力の除去を目的として行われる。

変態点以上に加熱する完全焼鈍は組織の改善を主目的とするものであるが、残留応力も勿論除去することが出来る。これに対し 600~650°C 程度に加熱するのを俗に応力焼鈍と云つているが、これは残留応力を除去するのは勿論、溶接熱影響部の硬化を減ずるのにも大きな効果がある。

加熱の方法としては構造物全体を炉中で均等に加熱することが望ましい。設備や時間の関係で局部加熱による

註 2 許容やせ馬量は船の大きさ、構造部材、構造様式、板厚、防錆材心距等で変るものであるが、一般的には大型船の重強力部材で 4~5 mm 程度とするのが普通である。

場合があるが、これでは硬化部の軟化には役立つが、残留応力を減じ得ないこともあるから注意しなければならない。

3.5.3 低温応力除去法

溶接部の両側をガス焰で 200~300°C に加熱し、その後直ちに冷却することによつて溶接部に残留する溶接線方向の高い引張応力を少くしようとする方法であつて、米国の Linde 社で考案されたものである。

3.5.4 ビーニング

ビーニングは溶接初層に行くと亀裂の点で、最終層に行くと切欠脆性および検査上の点で問題を起すことがあるから、現在はあまり用いられていないが、厚板等の変形防止には効果があるので、初層および最終層以外の層にビーニングをすることがある。

3.5.5 歪取り

変形の匡正法にはつぎのような方法がある。

- (1) 薄板に対する点取縮(お灸)法
- (2) 型材に対する直線収縮法
- (3) 加熱後槌打する方法
- (4) 厚板に対して加熱後ストロングバックなどにより圧力をかけて水冷する方法

以上いずれも局部的な加熱により、あるいはさらに槌打などの外力を加えて局部的な塑性変形を与え、急に冷却して収縮させ変形を匡正しようとするものである。^{註1}

3.6 溶接の欠陥とその対策^{註2}

戦時中米国の全溶接船において起つた破壊の大部分は溶込不十分、溶接部の亀裂、スラグの巻込、アンダーカット、等溶接部の欠陥にその端を発している。すなわち溶接部の欠陥は船体の安全に極めて重大なる意味をもつものと考えられる。

元来溶接部は、その完全な検査が殆んど不可能であるので、溶接施工に当つては、特にこの種の欠陥を作らぬように材料及び工作に対して注意を払わなければならない。

3.6.1 亀裂の発生原因

溶接部に発生する亀裂の原因は諸種の説がありまた統

註 1 局部加熱による変形は歪取りに利用されるだけでなく、線状加熱加工法の如くこの方法を積極的に応用して板の曲げ加工を行うことができる。

註 2 岡田、鈴木：「溶接冶金」溶接叢書 第4巻参照

一されていないが、一般には、溶接による収縮応力と、溶着金属および母材の冶金学的性質によるものと考えられる。

すなわち、収縮応力による亀裂は厚板で周囲の拘束が大きく収縮が妨げられるときに発生しやすい。

また溶着金属中に水素の含有量が高いと凝固の際水素が空中に逃切らず溶着金属中に多く残留する。この水素は凝固とともに溶着金属中に集中し、非常に高い圧力を呈し、線状組織と相俟つて亀裂または銀点を生ずるか、あるいは非常に亀裂を生じやすい状態になる。被覆の乾燥の足らない溶接棒で溶接すると、この水素に起因する亀裂を生ずることがある。

母材に C, Mn, Cr, Mo, Ni 等焼入硬化を助長させる成分を多く含んでいる材料は溶接により熱影響部の硬度が高くなり亀裂を生じやすい。^{註3}

母材に S, P 等の不純物が偏折している材料は、自動溶接のように溶込の大きい溶接ではサルファークラックを生じやすい。

以上の原因による亀裂は溶接初層に最も起りやすいので第一層は充分慎重に行うとともに裏ハツツは特に注意し、溶接部に亀裂を蔵することがないようにしなければならない。

3.6.2 亀裂の種類およびその防止法

亀裂の種類は大別すると第3-14図に示す如く10種に分けられる。

この各々についてその原因および防止法をのべると下記の如くである。

- (1) 縦亀裂……最も多く発生するビード割れで、一般には、過度な拘束のため収縮が妨げられたとき、風雨寒天の中で溶接したとき、また品質の悪い溶接棒を使用した際に発生する。この場合には収縮を充分行い得るような治具を使用し烈しい拘束をさけるとか、風雨、寒天をさけ、要すれば 100°~150°C に予熱をして溶接する。

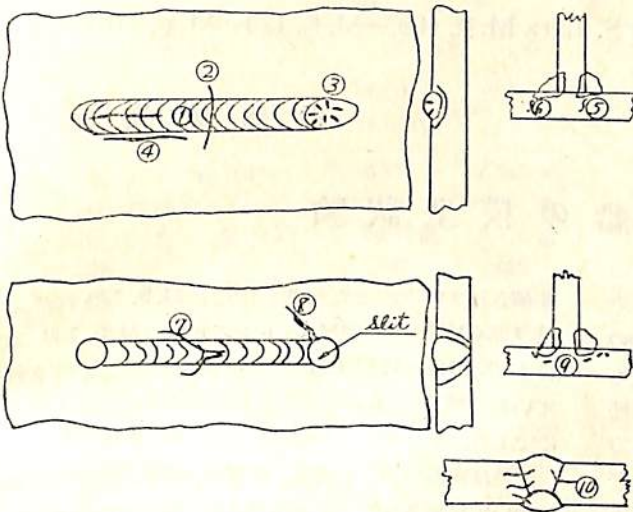
極めて厚い物の溶接とか、拘束がさけられないときは更に低水素系溶接棒を使用する。

- (2) 横亀裂および弧状亀裂……これは高炭素鋼、高合金鋼に発生し、一般の軟鋼および低合金鋼に発生することは稀である。この防止にはこの種材料に適し

註 3 熱影響部の硬度および亀裂の発生は、次に示す式で Ceq が 0.4 以上であると起り易いといわれている。

$$Ceq = C + \frac{1}{6} Mn + \frac{1}{24} Si$$

(各元素を重量%で加算する)



第 3-14 図 溶接部の亀裂

- ① 縦亀裂 ② 横亀裂 ③ 星状亀裂 ④ 二番割れ
 ⑤ 根本割れ ⑥ 趾端部割れ ⑦ 弧状亀裂
 ⑧ 母材割れ ⑨ ビード下割れ ⑩ サルファクラック

た溶接棒を選定し 適当な余熱 (150°C 以上) が
 必要である、

- (3) 星状亀裂……クレーターに発生する亀裂でクレー
 ター部における急熱急冷のために発生する。このク
 レーター亀裂は更にビード縦亀裂を誘発する。これ
 は溶接棒の運棒に気をつけ出来るだけ小さなクレー
 ターに止め、また亀裂の発生しやすい溶接棒をさ
 げ、風雨、寒天より隠蔽することにより相当程度防
 止出来る。
 (4) 二番割れ、根本割れおよび趾部割れ……硬化性の

大きい合金元素を含む材料、例えば炭素鋼で
 はこの種の亀裂が多く、材料に適した溶接棒
 あるいは亀裂の発生し難い溶接棒 (例えば、
 低水素系溶接棒) を使用したり、予熱および
 溶接後の応力焼鈍により防止することが出来
 る。

- (5) ビード下亀裂……硬化性の大きい合金元素
 を含む低合金鋼に比較的水素含有量の多い溶
 接棒を用いて溶接するとビード下亀裂を生ず
 る。低水素系溶接棒を使用し、予熱および応
 力焼鈍を行えば防ぎ得る。軟鋼で起ることは
 稀である。
 (6) 母材割れ……過大な収縮応力をうけている
 材料では歪時効のため、溶接終了後相当期間
 を経た後母材割れを生ずることがある。650
 °C の応力焼鈍により通り防ぎ得る。

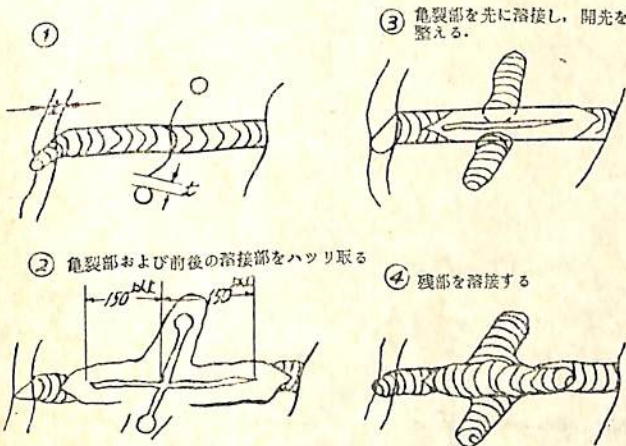
- (7) サルファクラック……発生原因は前に述
 べた通りである。自動溶接を採用している
 ときの防止法は C. P. S の少い材料 (リムド鋼では
 $C < 0.23\%$, $S < 0.035\%$, $P < 0.03\%$, かつ $\frac{Mn}{C}$
 ≥ 2.5) および偏折の少い材料、例えばキルド鋼ま
 たはセミキルド鋼を使用し、フラックス、ロッドに
 注意すれば防止し得る。

3.6.3 発生した亀裂に対する対策

亀裂が発生したらその亀裂の原因を確め、船体の設計
 および構造に起因するものであればその構造を変更し、
 使用材料の材質に起因するものであれば材料を取り換え

る。工作の欠陥に起因するものであれば、次によ
 り補修する。

- (1) 亀裂が相当大きく、広範囲に発生した場
 合は鋼板を取り換え拘束状態、鋼板の材質、溶接
 棒等を充分吟味し、要すれば予熱 (100°C ~
 150°C) を行つて再溶接する。
 (2) 亀裂が小さく局部的であるときは、その部
 分をはつとり、開先を整えて後、良質の溶
 接棒で再溶接する。横亀裂の補修例を第 3-15
 図に示す。(未完)



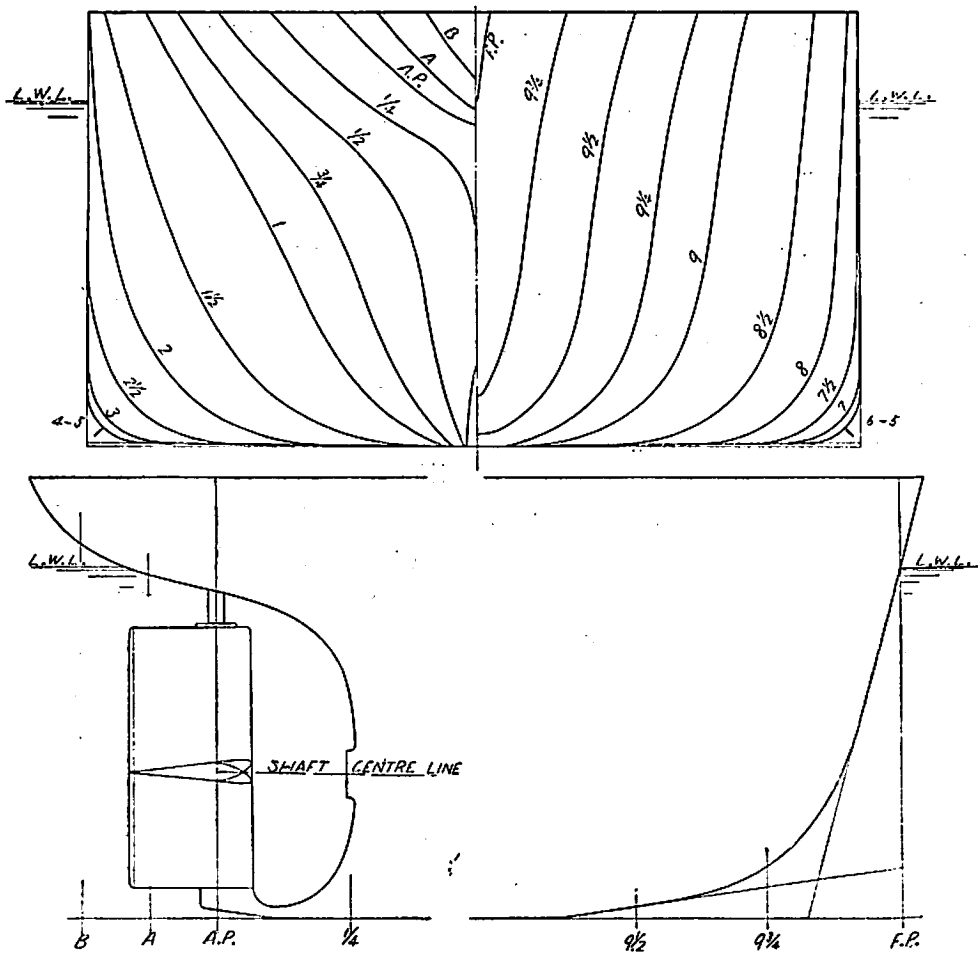
第 3-15 図 亀裂の補修例

— 中型貨物船の模型試験 —

M. S. 129 は垂線間長さ 96 米の, M. S. 130 は 97 米の中型貨物船に対応するいずれも 6 米模型船で, 両船の主要目等は, 試験に使用した模型推進器の要目とともに, 実船の場合に換算して第 1 表に, 正面線図および船首尾形状は第 1 図および第 2 図に示す. M. S. 129 の方形肥瘠係数 0.778 はこの程度の長さの貨物船としては著しく大きい値で, 往時のいわゆるテン・ノット・ボートであろう. 舵は, 前者には反動型が, 後者には流線型が

装備されている. また主機としては M. S. 129 には定格 1,200 IHP×75 RPM のレシプロの, M. S. 130 には 1,600 SHP×115 RPM のタービンの搭載が予定されていた. M. P. 109 のピッチがかなり大きいのはそのためである.

試験は両模型船とも満載, 半載および試運転の 3 状態について実施された. その結果は第 3 図および第 4 図に示す.



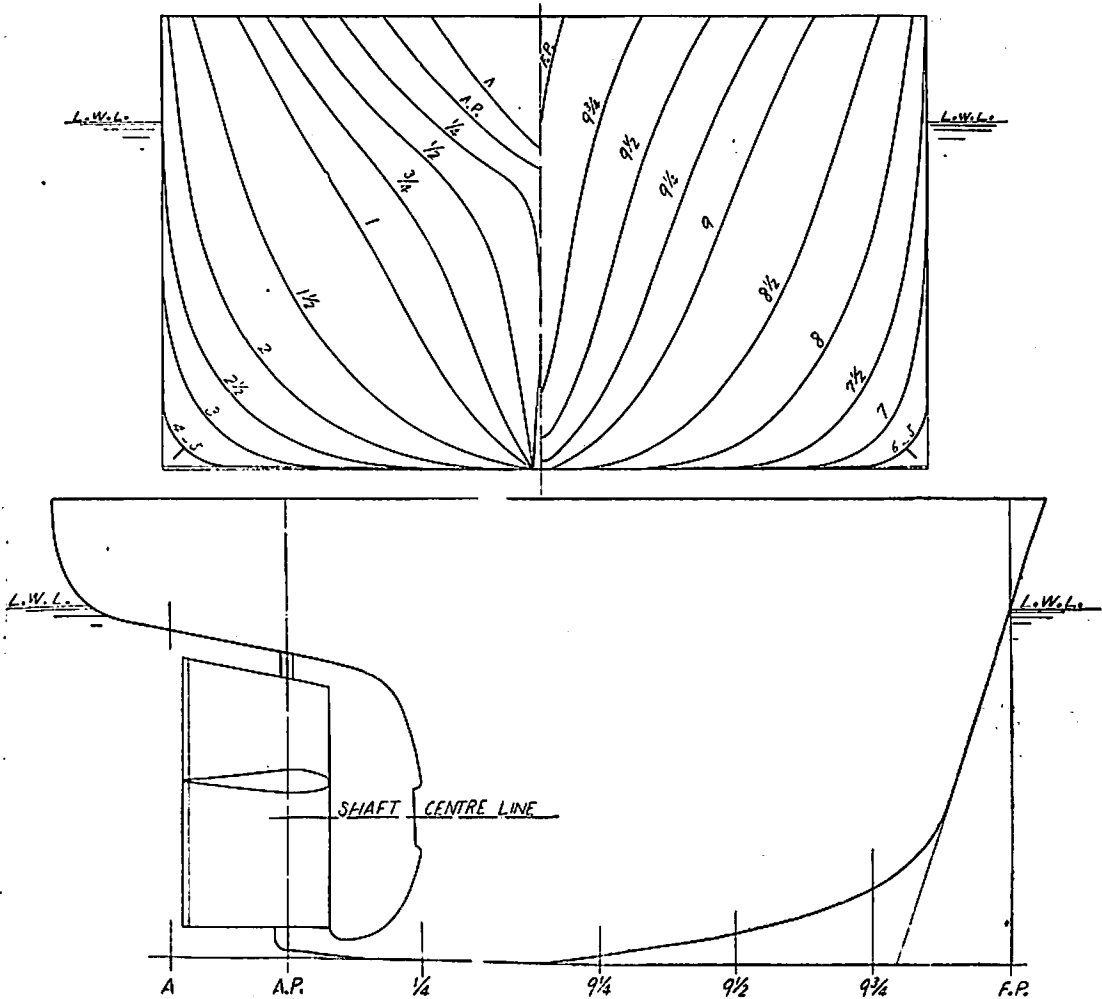
第 1 図 M. S. 129 正面線図および船首尾形状図

第 1 表 要 目 表

M. S. No.	129	130	
長 (L.B.P.)	96.00 米	97.00 米	
幅 (B, 外板を含む)	14.038 米	13.79 米	
満 載 状 態	吃 水 (d)	6.370 米	6.219 米
	吃水線の長さ (L.W.L.)	97.60 米	100.58 米
	排 水 量 (Δ)	6,850 噸	6,134 噸
	Cb	.778	.720
	Cp	.785	.728
	C _中	.991	.989
	Icb (L.B.P. の%に て、頭より)	-.75	-.013
平均外板の厚さ	19 耗	19 耗	
λ _s *	.14232	.14220	
λ _s ' *	.1492	.1484	

M. P. No.	109	110
直 径	4.600 米	4.100 米
ポ ス 比	.209	.220
ピ ッ チ (0.7R にて通増)	4.343 米	3.200 米
ピ ッ チ 比 (%)	.944 (%)	.780 (%)
展 開 面 積 比	.378	.372
翼 厚 比	.045	.048
傾 斜 角	10°~0'	12°~23'
回 轉 方 向	4	4
翼 断 面 形 状	右廻り エーロフ イル	右廻り エーロフ イル

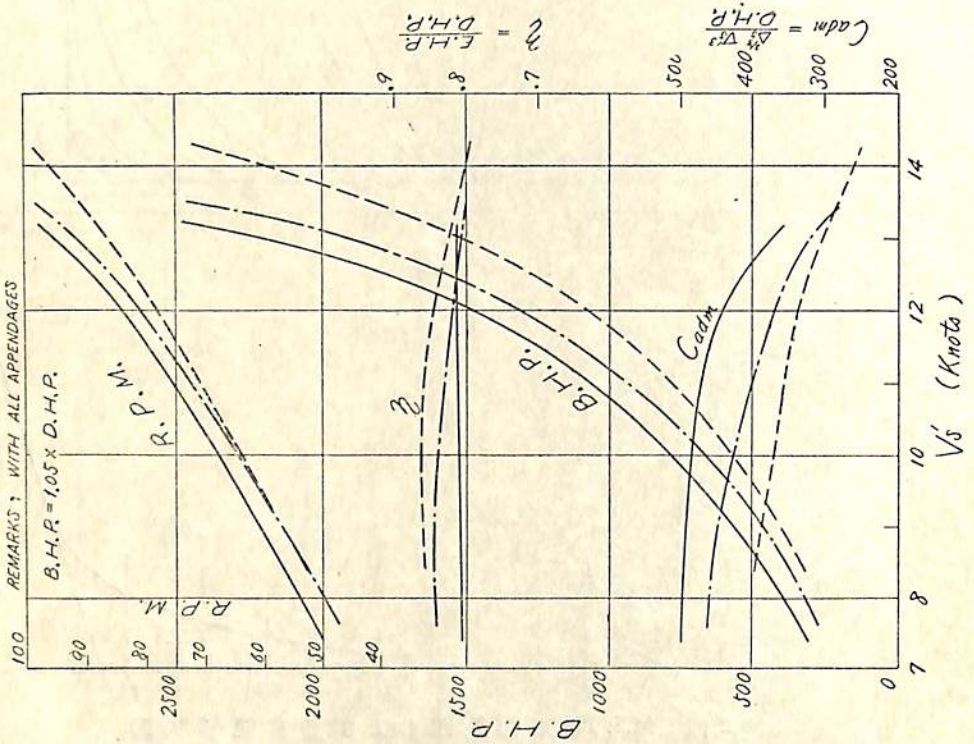
* 印 L.W.L. に基く



第 2 図 M.S. 130 正面線図および船首尾形状図

CONDITION	DRAUGHT (cm) A.P. M.S.F.P.	DISPL. (mt ³)	MARK
FULL LOAD	6370	6683	---
HALF LOAD	5045/4245/3445	4293	---
TRIAL	4105/2854/1003	2780	---

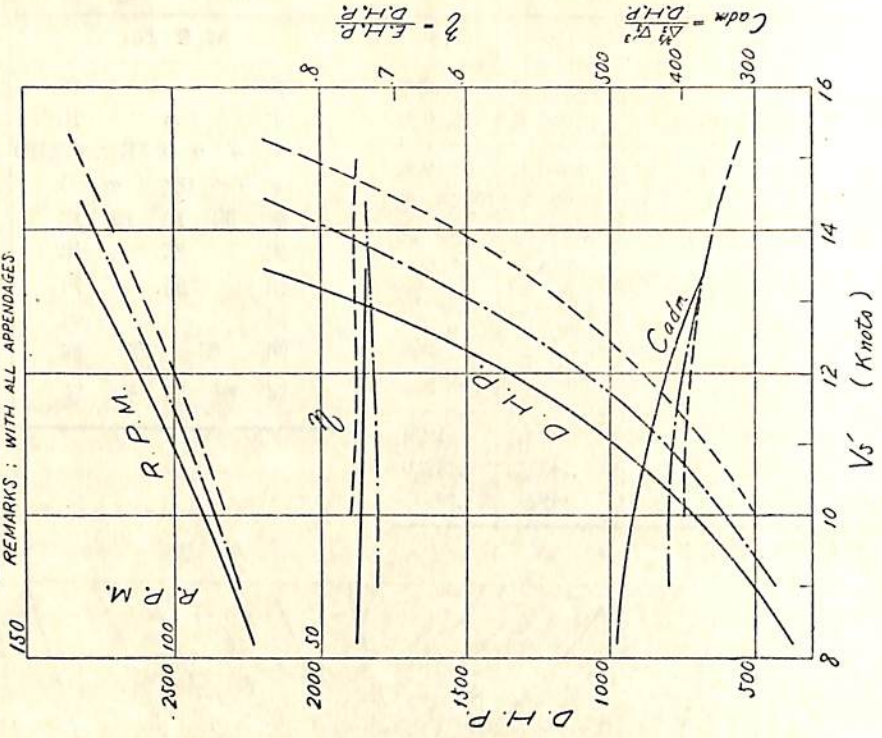
REMARKS : WITH ALL APPENDAGES



第3图 M.S. 129 x M.P. 109 BHP 等曲线图

CONDITION	DRAUGHT (cm) A.P. M.S.F.P.	DISPL. (mt ³)	MARK
FULL LOAD	6219	5284	---
HALF LOAD	4824/4339/3854	3775	---
TRIAL	4115/3165/2176	2769	---

REMARKS : WITH ALL APPENDAGES



第4图 M.S. 130 x M.P. 110 D.H.P. 等曲线图

昭和32年度計画(第13次)新造船建造希望申込一覽表

32.4.3運輸省造船課

造船所	船名	用途	船級	船型	G.T.	D.W.	種類	主機		馬力	速度		馬力比(%)	工事期間			工期(月)	貸船先または 予定航路
								G.T.	D.W.		公試	最大		起工	進水	竣工		
函館	日之出汽船 東洋海船	貨	NK	平甲板型	8,500	12,700	D	4,800	16.25	14.5	13.3	85% 15%	32.8.中	32.11.中	33.2.中	6	自	營
石川島	協立汽船	"	"	"	7,900	11,770	"	6,000	17.0	15.0	14.0	"	32.9.上	33.2.末	33.6.末	10	N	Y K
	共栄ソノカ	"	"	"	"	11,630	"	6,500	17.25	15.25	14.25	"	32.12.下	33.5.下	33.10.下	"	"	"
	日本郵船	"	NK LR	"	9,600	12,000	"	12,000	20.10	18.75	17.55	"	32.12.上	33.7.中	33.10.下	"	自	スエズ經由歐洲 營
三菱日本	三菱海運	油	NK	三島型	13,100	20,950	"	9,500	16.0	16.3	15.3	"	33.1.上	33.7.下	33.10.下	"	自	營
横浜	日本郵船	貨	NK LR	平甲板型	9,550	11,500	"	12,000	20.25	18.90	17.70	"	32.8.下	33.3.中	33.7.初	"	紐育	自營
	日産汽船	貨	"	平甲板型船尾機開	12,000	16,900	"	7,500	16.7	15.2	13.95	"	32.10.下	33.1.末	33.4.中	6	自	營
鋼	東洋汽船	"	NK	"	"	16,950	"	"	"	"	"	"	33.1.末	33.5.上	33.7.中	5.5	"	"
	沢山汽船	貨	"	平甲板型	9,250	13,400	"	5,250	16.3	14.3	13.1	"	32.12.中	33.3.下	33.7.中	7	O	S K
管	福澤汽船	"	"	"	"	13,580	"	5,000	"	"	"	"	33.3.上	33.7.中	33.11.中	8.5	自	營
	大同海運	"	"	"	8,600	12,630	"	5,400	16.25	14.7	13.5	"	32.12.上	33.3.上	33.5.下	6	"	"
浦賀	中央汽船	"	"	"	"	12,600	"	"	"	"	"	"	33.3.上	33.8.中	33.10.下	7.5	"	"
	日東商船	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	32.9.上	32.12.上	33.2.末	6	"	"
	八馬汽船	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	33.3.上	33.7.中	33.9.中	6.5	N	Y K
名古屋	大平洋海運	油	LR NK	三島型	12,500	20,000	"	9,100	15.5	15.5	14.7	"	32.12.下	33.5.中	33.8.下	8	自	營
	岡田商船	貨	NK	低甲板型 付甲板	8,900	13,050	"	5,600	16.50	14.85	13.75	"	32.11.中	33.3.下	33.6.末	7.5	N	Y K
日本海	中央汽船	"	"	平甲板型	7,550	11,000	"	5,400	16.8	14.75	13.8	"	32.10.上	33.3.中	33.7.下	9.5	自	營
金指	旭海運	"	"	凹甲板型	3,300	5,050	"	2,400	14.0	12.5	11.8	"	32.8.中	33.1.中	33.3.末	10.5	自	營
日	山下汽船	"	"	平甲板型	9,500	12,350	"	12,500	20.50	19.00	18.0	"	32.11.上	33.3.中	33.6.中	7.5	紐育	自營
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	33.3.中	33.7.下	33.10.末	"	"	"
因島	日本油槽船	油	"	三島型	13,100	20,950	"	8,750	15.9	"	14.8	"	32.9.上	33.2.下	33.5.末	9	自	營
	新日本汽船	貨	"	平甲板型	9,500	12,350	"	12,500	20.5	19.0	18.0	"	32.10.上	33.3.中	33.6.中	8.5	紐育	自營
立	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	33.3.中	33.9.中	33.11.末	"	"	"

造船所	船主	用途	船級	船型	G.T.	D.W.	主機		運力(節)		等馬力比 シマソン	工事		工期 (月)	貸船先 予定航路		
							種額	馬力	公試	最大		滿載	航海			起工	進水
日立因島	大洋海運	貨	NK	平甲板型	8,750	13,000	D	6,250	17.20	15.50	14.40	85% 15%	33.3.	33.8.	33.11.	8	川崎汽船
藤永田	乾汽船	"	"	"	8,600	12,530	"	6,300	17.00	15.25	14.25	"	32.12	33.5.	33.8.	末	三井船船
	明治海運	"	NK LR	"	"	12,500	"	6,250	17.00	15.25	14.20	"	32.10.	33.1.	33.3.	末	三井船船 (自営もある)
名村	日の丸汽船	"	NK	"	5,950	9,050	"	3,300	14.7	13.5	12.45	"	33.3.	33.8.	33.11.	下	N Y K
	日本郵船	"	"	"	8,400	11,800	"	6,500	17.15	15.40	14.25	"	32.9.	33.3.	33.7.	中	南米東岸 自営
佐野安	関西汽船	"	"	三島型	4,995	7,750	"	3,480	15.5	13.85	12.85	"	32.12.	33.3.	33.5.	下	自
大阪	東洋海運	"	"	船尾機関型	8,500	11,900	"	6,300	16.75	15.25	14	"	33.3.	33.7.	33.10.	末	三井船船
飯野	飯野海運	"	NK LR	平甲板型	9,500	12,000	"	12,000	20.50	18.50	17.50	"	33.2.	33.9.	34.1.	末	紐育, 自営
	"	"	NK	"	7,900	11,100	"	5,000	16.00	14.25	13.50	"	32.7.	32.11.	33.4.	末	自
川崎	乾汽船	"	"	"	8,300	11,135	"	5,200	16.40	14.90	13.80	"	33.3.	33.6.	33.11.	末	川崎汽船
	日鉄汽船	"	"	"	8,100	11,110	"	"	"	"	"	"	32.12.	33.3.	33.6.	中	自
	川崎汽船	"	"	"	10,000	13,300	"	11,500	20.5	19.0	17.6	85% 15%	32.10.	33.2.	33.5.	末	紐育, 自営
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	33.2.	33.7.	33.10.	末	"
新三菱	大阪商船	"	NK AB	"	8,990	11,680	"	9,300	19.5	17.8	16.6	"	32.7.	32.10.	32.12.	中	中南米, 自営
	"	"	"	"	9,450	11,840	"	12,000	20.2	18.4	17.4	"	32.8.	32.11.	33.1.	末	欧州, 自営
	"	貨 (移長)	"	遮陽甲型型	10,600	10,150	"	9,000	19.5	17.5	16.4	90% 15%	32.10.	33.1.	33.4.	末	東航南米自営
	"	貨	"	平甲板型	9,450	11,840	"	12,000	20.2	18.4	17.4	85% 15%	33.1.	33.4.	33.7.	中	紐育, 自営
播磨	日東商船	"	NK	船尾船橋型	9,250	13,500	"	5,000	16.25	14.5	13.5	"	32.9.	32.11.	33.1.	下	自
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	33.2.	33.4.	33.7.	中	"
	飯野海運	油	NK AB	三島型	28,200	46,736	T	17,600		17.0	16.25	90% 15%	33.3.	33.8.	33.12.	末	"
	東京船船	貨	NK	平甲板型	7,800	10,300	D	6,000	17.0	15.25	14.25	85% 15%	32.8.	32.11.	33.3.	末	インドネシア 自営
日本郵船	"	"	"	8,400	11,800	"	6,500	17.15	15.40	"	"	32.12.	33.2.	33.5.	上	南米西岸 自営	

造船所	船	主	用途	船級	船	型	G.T.	D.W.	主機		速力(節)		等	工事		期	間	工	期	間	工	期	間	貸船先または 予定航路
									馬力	種類	公試	連続		満載	馬力比									
三井 玉野	栃木汽船	平甲板型	貨	NK LR	平甲板型	8,700	12,300	6,300	17.0	15.1	14.5	85% 15%	33.3.下	33.7.下	33.10.下	7	三井船船							
	三井船船	"	"	"	"	9,550	11,600	11,250	20.5	18.3	17.0	"	32.8.上	32.11.下	33.3.下	7.5	世界一 自營							
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	32.10.上	33.2.下	33.5.中	"	"							
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	32.12.上	33.3.下	33.6.下	6.5	日本(紐育/欧州) 折返							
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	33.3.下	33.9.下	34.2.上	10.5	"						
尾道	神港商船	長船尾機四甲板型	"	NK	長船尾機四甲板型	3,650	5,650	2,400	14.00	12.00	11.50	"	33.3.下	33.6.下	33.10.中	6.5	川崎汽船							
	嶋谷汽船	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	33.1.	33.3.	33.7.	7.0	三井船船							
呉	上地海運	三島型	"	"	三島型	3,400	5,300	2,400	13.8	12.3	11.3	"	33.1.	33.3.	33.6.	6	自營 (川崎と提携)							
	照国海運	長船尾機船尾機	貨 (鉱石)	"	長船尾機船尾機	12,000	17,000	8,200	16.50	15.25	14.75	90% 15%	32.7.上	32.11.末	33.2.末	8	自營							
三島 菱	東邦海運	平甲板型	貨	"	平甲板型	8,750	13,000	6,000	16.25	15.0	14.0	85% 15%	32.12.下	33.5.中	33.8.末	"	自營							
	三菱海運	平甲板型	"	NR LR	平甲板型	9,250	11,650	8,500	19.00	17.30	16.10	"	32.10.下	33.3.中	33.6.末	8.5	紐育, 自營							
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	33.3.中	33.8.中	33.11.末	"	"							
	大同海運	"	"	"	"	9,200	11,600	8,500	19.00	17.30	16.10	"	32.12.下	33.5.中	33.8.末	8	加州, 自營							
	日本郵船	"	"	"	"	9,370	11,500	12,000	20.25	18.90	17.70	"	32.10.上	33.2.上	33.5.上	7	紐育, 自營							
波止浜 来島	協成汽船	長船尾機四甲板型	"	NK	長船尾機四甲板型	2,100	3,400	1,800	14.0	12.2	11.5	"	32.12.初	33.3.中	33.5.下	6	自營							
	扶桑海運	三島型	"	"	三島型	2,500	3,810	2,000	13.75	13.5	12.0	"	32.10.末	33.2.下	33.4.下	"	川崎汽船							
林兼	万野汽船	"	"	"	"	3,430	5,256	2,400	"	12.5	11.5	"	33.2.中	33.5.末	33.8.中	"	東邦海運							
	日本船船	"	"	"	"	"	5,250	"	14.0	12.75	11.75	"	32.9.初	32.11.末	33.2.末	"	山下汽船							
白井	東和汽船	長船尾機船尾機	"	"	長船尾機船尾機	2,250	3,600	1,800	14.5	13.5	12.0	"	32.7.	32.11.	33.1.	6.5	自營							
	東京郵船	三島型	"	"	三島型	4,250	6,110	2,400	13.5	12.0	11.3	"	32.7.中	32.11.中	33.2.中	7	N Y K							
佐世保	反田商会	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	32.12.上	33.3.末	33.6.末	"	"							
	大洋商船	油	"	"	"	20,600	33,000	15,000	17.0	17.0	16.0	90% 15%	33.1.下	33.7.下	33.10.下	9	自營							

鋼船建造状況月報(32年3月)

船舶局造船課

(イ) 起工船

(昭和32年3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
藤永田造船	60	松岡汽船	4,970	D	3,450 貨物船	32. 3. 20
日立造船・桜島	3831	山下汽船	8,750	〃	6,250 〃	32. 3. 20
林兼造船	898	太平洋汽船	3,900	〃	2,700 〃	32. 3. 5
石川島重工	761	日鉄汽船	5,850	〃	3,900 〃	32. 3. 23
飯野重工	39	内外海運	7,900	〃	5,000 〃	32. 3. 28
川崎重工	966	宮地汽船	8,100	〃	5,200 〃	32. 3. 26
呉造船	29	山下汽船) 共有 山本汽船)	3,270	〃	2,300 〃	32. 3. 11
名古屋造船	157	山下汽船) 共有 山興運汽船)	8,750	〃	5,600 〃	32. 3. 23
大阪造船	133	富士汽船	8,300	〃	5,600 〃	32. 3. 31
佐世保船舶	121	山本商店	3,400	〃	2,400 〃	32. 3. 5
白杵鉄工	1003	近海郵船	3,310	〃	2,400 〃	32. 3. 26
神田造船	4	日栄海運	680	不明	不明 〃	32. 3. 18
播磨造船	512	日東商船	20,500	D	13,000 油槽船	32. 3. 26
日立造船・因島	3830	日本水産	13,250	〃	10,000 〃	32. 3. 11
日立造船・向島	3826	〃	740	〃	3,280 漁船(捕鯨)	32. 3. 8
〃	3827	〃	740	〃	〃 (〃)	〃
金指造船	—	昭和漁業	1,000	〃	1,500 〃 (鮪)	32. 3. 8
三保造船	220	日魯漁業	1,150	〃	1,800 〃 (〃)	32. 3. 23
浦賀船渠	702	リベリヤ	6,950	R	2,200 輸出船(鉱石)	32. 3. 7
石川島重工	756	パナマ	14,300	T	12,000 〃 (貨)	32. 3. 18
川崎重工	969	〃	23,800	〃	20,250 〃 (油)	32. 3. 22
三井造船	615	デンマーク	12,700	D	8,250 〃 (〃)	32. 3. 13
新三菱・神戸	882	オランダ	20,600	T	16,500 〃 (〃)	32. 3. 6
波止浜造船	54	上野商会	1,450	D	1,550 油槽船	32. 3. 10
他21隻 (500トン未満)		4,739総トン				
合計			45隻	189,099 総噸		

(ロ) 進水船

(昭和32年3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・因島	3,819	大天丸	太平洋海運	8,750	D	6,250 貨物	32. 3. 8
石川島重工	753	協泰丸	協立汽船	7,900	〃	6,000 〃	32. 3. 11
〃	759	三雲丸	日本郵船) 共有 山本汽船)	4,400	〃	3,300 〃	32. 3. 29
川崎重工	958	多賀丸	日鉄汽船	8,080	〃	5,200 〃	32. 3. 20
呉造船	28	吉備丸	日之出汽船	5,650	〃	4,100 〃	32. 3. 5
名古屋造船	132	海祥丸	日本海陸運輸	4,300	〃	2,650 〃	32. 3. 21
林兼造船	895	龍宝丸	日本船舶	3,400	〃	2,400 〃	32. 3. 20
新潟鉄工	255	新潟丸	新潟商船倉庫	2,200	〃	2,200 〃	32. 3. 18
大阪造船	130	南丸	大阪造船	8,300	〃	5,600 〃	32. 3. 31
尾道造案	50	鳳晴丸	田淵海運	1,595	〃	1,490 〃	32. 3. 5
田熊造船	10	元春丸	永元海運	830	〃	550 〃	32. 3. 17
神田造船	3	神光丸	神田海運	660	〃	650 〃	32. 3. 17
播磨造船	511	富士山丸	飯野海運	20,500	T	15,000 油槽船	32. 3. 24
三菱造船・広島	134	祥和丸	太平洋海運	13,200	D	8,500 〃	32. 3. 29

瀬戸田造船	72	鶴伸丸	鶴見輸送	1,530	D	1,400	油槽船	32. 3. 17
三保造船	219	大勢丸	三重県	570	〃	1,200	漁船(指導)	32. 3. 17
飯野重工	34	Hellnic Hero	ギリシヤ	7,300	〃	8,100	輸出船(貨)	32. 3. 28
川崎重工	948	Hapier	バナマ	24,000	T	20,250	〃(油)	32. 3. 4
三菱日本・横浜	811	Atlantic King	リベリヤ	25,000	〃	19,000	〃(〃)	32. 3. 30
三井造船	612	Mostak	ノルウェー	12,400	D	8,750	〃(〃)	32. 3. 11
鋼管・鶴見	725	Anna	バナマ	25,000	T	17,500	〃(〃)	32. 3. 1
三菱・神戸	869	Rio	〃	20,500	〃	15,000	〃(〃)	32. 3. 5
N・B・C・呉	40	Sacramento Universe Commader	リベリヤ	52,500	〃	19,250	〃(〃)	32. 3. 30
他 14 隻 (500 トン未満) 3,275 総トン								
合計				37 隻	262,040 総噸			

(ハ) 竣工船

(昭和 32 年 3 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	
藤永田造船	58	明晏丸	明治海運	8,600	D	4,700	貨物船	32. 3. 23
日立造船・桜島	3816	山豊丸	山下汽船	8,750	〃	6,250	〃	32. 3. 20
〃 因島	3818	諫訪春丸	新日本汽船	8,750	〃	6,250	〃	32. 3. 31
呉造船	24	東靖丸	東和汽船	3,270	〃	2,000	〃	32. 3. 31
名古屋造船	136	天山丸	東邦海運	8,750	〃	5,600	〃	32. 3. 19
〃	131	鉄和丸	日鉄(鉄業) 協和(汽船) 共有	1,490	〃	1,800	〃	32. 3. 31
波止浜造船	51	宮照丸	宮崎産業	500	〃	800	〃	32. 3. 6
鋼管・清水	126	まどらす丸	大阪商船	6,800	〃	5,250	〃	32. 3. 15
佐野安船渠	143	民星丸	東光商船	1,595	〃	1,400	〃	32. 3. 30
金指造船	252	第18海王丸	中村八十八	700	〃	1,200	漁船(鯖)	32. 3. 15
新潟鉄工	251	拓洋	海上保安庁	730	〃	650×2	雑船(測量)	32. 3. 12
播磨造船	502	Marathon	リベリヤ	20,630	T	15,000	輸出船(油)	32. 3. 25
日立造船・因島	3778	Naess Crusadar	バナマ	21,000	〃	15,000	〃(〃)	32. 3. 25
川崎重工	946	Chariot	〃	4,000	〃	20,250	〃(〃)	32. 3. 26
三井造船	614	Skotland	デンマーク	12,400	D	8,750	〃(〃)	32. 3. 25
三菱造船・長崎	1471	Imperial St. Lawrence	バナマ	23,000	T	17,600	〃(〃)	32. 3. 15
日本鋼管・鶴見	722	World Inspiration	リベリヤ	25,000	〃	17,500	〃(〃)	32. 3. 14
石川島重工	749	Soares Dvtra	ブラジル海運	5,000	〃	2,400	〃(貨)	32. 3. 23
〃	750	Kavodro	バナマ	7,900	〃	28,200	〃(〃)	32. 3. 9
三菱造船・広島	127	Argyll	リベリヤ	10,200	〃	7,150	〃(〃)	32. 3. 5
三菱・神戸	877	Tharros	バナマ	10,100	〃	7,000	〃(〃)	32. 3. 6
浦賀船渠	689	National Prestige	〃	8,600	〃	8,100	〃(〃)	32. 3. 8
大阪造船	122	Cecile Erickson	リベリヤ	3,200	D	500×2	〃(塩運搬)	32. 3. 29
N・B・C・呉	60	Richard	〃	19,000	T	12,500	〃(鉱石)	32. 3. 31
他 22 隻 (500 トン未満) 3,900 総トン								
合計				46 隻	213,865 総噸			

警備艦一竣工

造船所	船番	船名	船主	総噸数	主機	用途	竣工年月日	
藤永田造船	53	たか	防衛庁	300	D	2,000×2	駆潜艇	32. 3. 11
飯野重工	32	わし	〃	300	〃	2,000×2	〃	32. 3. 20

合計 2 隻 600 排水噸

特許解説

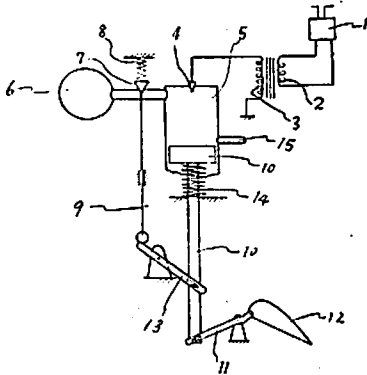
特許庁 大谷幸太郎

瞬間操舵方式 (昭和32年特許出願公告第225号)

発明者・岡本正彦, 出願人・三菱造船株式会社

本発明は航空機, 船舶等において一方向操舵を瞬間的に行うようにした操舵方式に関するもので, 機構簡単, 軽量でしかも作動が確実であるようにしたものである。

図面において1は操舵指令信号受信装置, 2, 3はそれ



ぞれ電気火花発生用変圧器のコイル, 4は点火栓, 5はシリンダー, 6は高圧可燃ガス槽, 7はこの槽6とシリンダー5との間に設けた燃料供給弁, 8はばね, 9は弁杆, 10はピストン, 11はピストン軸10'の一端に連結された操舵杆, 12は舵, 13は燃料弁7の作動杆, 14はばね, 15は排気孔である。

いま操舵しようとする場合には地上または航行体内に設けた送信装置から操舵指令信号を放射すれば, これは受信装置1に受けられ, 電気火花発生用変圧器において高電圧を誘起し点火栓4に電気火花を発生させる。一方シリンダー5内にはガス槽6から燃料供給弁7を経て高圧可燃ガスが供給されているので, 前記電気火花によつて可燃ガスは爆発しピストン10を下降させる。その結果舵12は図示したように瞬間的に一方向に作動される。この場合ピストン10がその最下位置の直上まで下降した時, シリンダー側壁に設けた排気孔15が開き, 燃焼ガスは急速に外部に排除される。そしてこの場合には図示のように燃料弁作動杆13がばね8に抗して弁杆9を押上げるので燃料供給弁7が開き, ガス槽6内の可燃ガスがシリンダー5に至りシリンダー内の残存燃焼ガスを掃気しながらシリンダー内に充満する。この時シリン

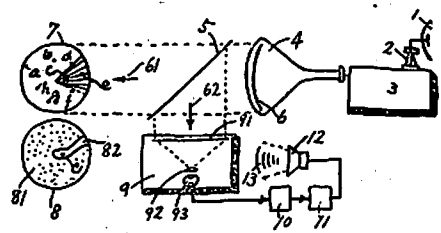
ダー内の圧力はばね14の力に比して弱いのでピストン10は上昇を始め, 排気孔15が閉止するとともに燃料供給弁7が閉され, シリンダー内のガスの圧縮が行われて最初の状態に復帰する。

本発明は以上のように小型の2サイクル内燃機関と同様の作動を行う装置を利用することによつて瞬間的な操舵を行うことができ, 操舵装置の取容容積重量の軽減が特に要求される飛翔体に使用して好適なものである。

航行保安装置および類似装置 (昭和32年特許出願公告第482号)

本発明は船舶や航空機の航路のような予定した径路を選択的に探知し, その径路上に障害物その他一般に予定されていない物体が出現したことを自動的に警報するようにしたもので, 簡単な装置により航行の保安を確保することができるようにしたものである。

本発明を船舶に使用した場合を図面について説明すると3はレーダー装置, 1は架台2に取付けられ, その指向方向が一定速度で回転される走査機である。4はブラウン管でその電子ビームは螢光面6を上記の走査機1から発射されるパルス電波による空間の走査と相似形に走査するように偏向されている。従つて螢光面6は7にその平面図を示したように中心から周辺へ向う走査線が画かれ, パルス電波によつて走査探知される空間にある物体の配置が相似形に縮尺されて a, b, c, d, e, f, g, h のように表示される。しかし本発明においては予定の航



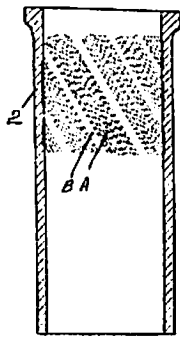
路上に障害物が現われた場合にそれを自動的に報知するために次のような装置が設けられている。すなわちブラウン管4の後方に半透明反射鏡5を斜に配置し, その下方に暗箱9が設けられている。暗箱9の上部には特定径路選択板91がまたその下部にはレンズ92と光電管93とがそれぞれ取付けられている。特定径路選択板91はその平面図を8で示すように予定の径路に相当する部分82だけを透明にし, 他部分81を不透明にしたものである。光電管93には増巾装置10を介して高声器12が連結されている。

螢光面 6 に表示された像は半透明反射鏡 5 によつて特定径路選択板 91 上に反射され、予定の径路上に現われた物体のみが選択板の透明部分 82 を通りレンズ 92 を介して光電管 93 に投影されるわけである。前記の図形表示 7 の場合には c なる物体の輝点のみが投影され、しかもこの輝点は前記走査の 1 回転毎に明滅するのでこの光電管 93 の出力電圧は交流電圧に変えられ、増巾されて高声器 12 に供給され警報を発するものである。

内燃機関のシリンダー（昭和 32 年特許出願公告第 106 号、発明者・小田猛、出願人・日本発動機株式会社）

従来内燃機関におけるシリンダーの耐摩耗性を向上させるためにシリンダーの表面処理を行う方法としてその内壁面を高周波により焼入する方法が行われているが、この方法はシリンダーの内筒の全面を円形コイルにより均一に焼入するもので、特に船用機関のような内径の相当大なるシリンダー・ライナーになると焼入歪による内径の収縮量は増大し、更にコイルの面積が大きくなり高周波焼入設備の出力が大きくなる欠点があつた。従つてこのようなシリンダーにおいてはポーリング工程を省略することができず工程の複雑化を来したものである。またシリンダーの焼入硬化面はマルテンサイト組織となるので潤滑油の保持性が不良となり馴染のつき難い欠点があつた。

本発明は従来のこのような欠点を除去しようとするもので、シリンダー内筒またはライナーの内壁面に中心線に対して傾斜した方向に所要の間隔 B をおいて縞状に高周波焼入を行うようにしたものである。この焼入層 A の長さは機関の型式等に応じ自由に定めることができる。このようなヘリカル状の焼入を施したシリンダーにおいてはピストンの運動によるピストンリングとの摺動面はマルテンサイト組織の焼入硬化部とパーライト組織の非焼入部とが交互に縞状に交替するためマルテンサイト組織部分の潤滑油の保持性および馴染性の不良なる点はパーライト組織部分によつて補われシリンダー内壁面の焼入硬化による耐摩耗性を著しく向上させることができる。そしてこのように縞状に 1 条ずつ焼入することによつて局部的焼入操作が可能で、コイルを局部移動によつて行うことができ、焼入の際の熱応力は従来の円形コ



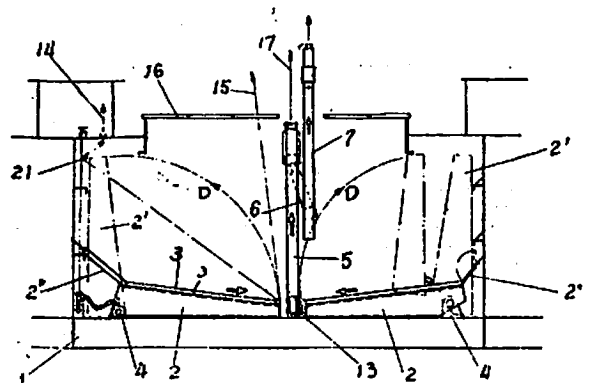
第 1 図

イルによるものよりも小となり、焼入歪も僅少に止めることができる。また焼入後必ずしもポーリング工程を経なくてもポーリング仕上のみで内面の仕上げを行うことができる。

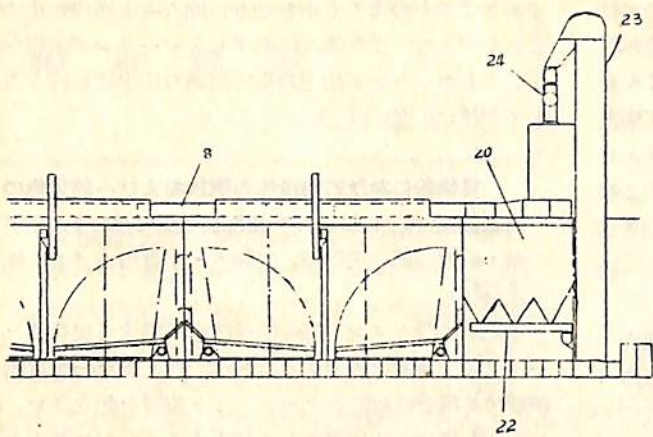
貨物船における粉粒体の撒積および一般貨物の積載装置（昭和 32 年特許出願公告第 1781 号、発明者・松田二郎 浅野拓、出願人・小野田セメント株式会社）

本発明は撒セメント等の粉粒体を積載する場合はエヤースライド装置を利用することができ、また一般貨物を積載する場合は前記エヤースライド装置を起立させ、その裏側を貨物の仕切壁として利用することができるようにしたものである。

図面について説明すると船体 1 の二重底の面に 2 箇で 1 対をなす起倒式艀底 2 を回動自在に取付け、この艀底 2 の上面にそれぞれエヤースライド装置 3 を設ける。1 対の艀底 2 を図示のように倒した位置においてはその中間に溝部 13 が形成され、艀底 2 の上面は溝部 13 に向つて傾斜している。このような装置において粉粒体をコンベヤ 8 によつて艀底 2 および傾斜覆板 2' 上に撒積して



第 2 図



第 3 図

輸送する。これを荷揚げする場合は屈曲自在に結合したコンベヤ 5, 7 の下端を溝部 13 に沿い摺動させ、エヤースライド 3 によつて溝部 13 内に集積された粉粒を船上のコンベヤ 8 に送り、更に粉粒体ホールド 20 に送り込み、ここからコンベヤ 22, 23, 24 を経て船外に運び出すことができる。また一般貨物を積載する場合にはロープ 14, 15 によつて起倒式艙底 2, 2 を鎖線の位置に起立し、その裏側を船艙の壁体として利用するものである。

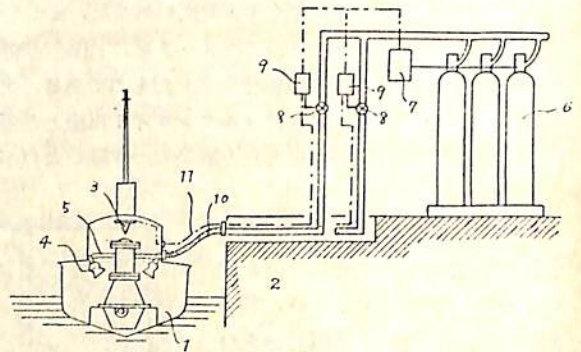
航行体の自動消火方式（昭和 32 年特許出願公告第 1800 号、発明者・橋井 貢、出願人・株式会社東京計器製造所）

従来船舶の消火は専ら火災感知器および消火装置の全部を船舶に搭載して行つたものであるが、この全体の消火設備は相当大なる容積と重量とを必要としたものである。従つて殊に小型船舶においてはこのような消火方式をとることができず専ら手動式消火器によつて消火する

方式が採用されていた。本発明は特に小型船舶において船舶に搭載する設備をなるべく必須物品、例えば火災感知器、消火剤噴出口、船内の配管等に制限し、他の大なる容積および重量の消火剤容器等はこれを陸上に設備し、船舶がその陸上の設置点に碇泊したとき両者間を連絡して碇泊中の自動消火作用を行わせようとするものである。

図面において船舶 1 には火災感知器 3、消火剤噴出口 4、導管 5 のみを搭載し、消火剤容器 6、その弁開閉制御器 7、指向弁 8、その制御器 9 は陸地 2 に装備し、船舶の碇泊中に船舶内の設備と陸上の設備とを可撓消火剤導管 10、可撓制御線導管 11 により連結することができるようにする。

従つて本発明によれば船舶の航行中は従来の火災感知器と手動消火器とによる消火方式を採用するが、碇泊中の自動消火作用は従来の完全な自動消火装置と同様に完全に行うことができ、碇泊中に多い火災の消火に対し特に勤務員の駐在を必要としないものである。



船 舶 第 30 卷 第 5 号

昭和 32 年 5 月 12 日発行
定価 150 圓 (送 8 圓)

発行所 天 然 社
東京都文京区向丘弥生町 3
電話 小石川 (92) 2281
振替 東京 79562 番
発行人 田 岡 健 一
印刷人 研 修 舎

購 読 料

1 冊 150 円 (送 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

天然社・海事工学図書

野原威男著 A5 上製 110頁 180円 (送30円)
船用プロペラ
 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
 屋代勉著 A5 70頁 100円 (送20円)
日本船舶信号法解説
 天然社編 A5 120頁 170円 (送30円)
船舶職員國家試験模範解答(甲種機関科)
 石田千代治・真壁忠吉著 上製 340頁 630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 290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巻 2段組 20頁 500円 (送50円)
船舶用品便覧
 造船協会船舶工作研究委員会編
 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 400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 500円 (送50円)
海洋氣象学
 和達・島山・福井繁修 A5 450頁 1200円 (送50円)
氣象辭典
 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)
船用電気設備
 造船協会電気熔接研究委員会編
 A5判絵アート 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)
船型学 (推進篇)
 山縣昌夫著 B5 上製 図表別冊 700円 (送50円)
船型学 (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
船用機関工学 (第1分冊) 650円 (送50円)
 " (第2分冊) 520円 (送50円)
 " (第3分冊) 700円 (送50円)
 " (第4分冊) 800円 (送50円)
 " (第5分冊) 900円 (送50円)
 茂在寅男著 B6 上製 210頁 280円 (送40円)
解説「レター」
 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)
船舶運用法
 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・ペーカリー・バー・喫茶)
(冷蔵設備・食品加工設備一式)

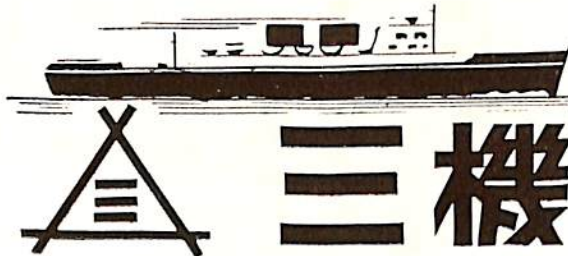
洗濯設備

(客船・貨物船・捕鯨船等何れにも適する機)
(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



船舶計器の総合メーカー

東京計器

米国スベリー社・キディー社・ベンディクス社提携

スベリー ジャイロ コンパス, マリンレーダー, ロラール
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 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

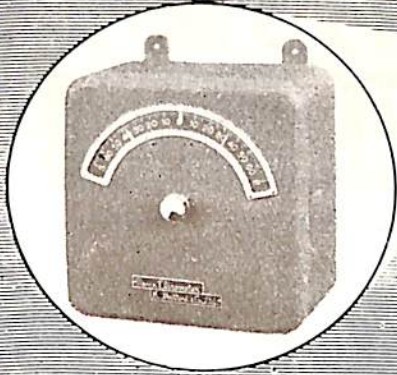
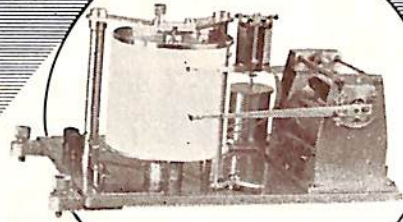
本社 東京都大田区東蒲田4-31

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

船用精密傾斜計

磁力制振器付
一元式 ローリングー成分
二元式 ローリング、ピッチング成分



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

呈 示 圖 録 型

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

服 部 時 計 店
機 械 部

パロットエンジンオイル



4月1日

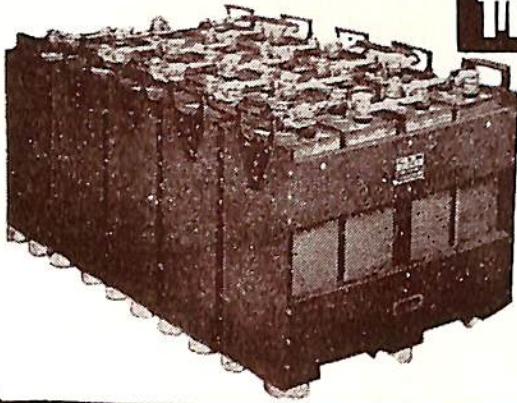
6月30日

昭和石油

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



これが…………… **GSアルカリ式**
船舶用蓄電池



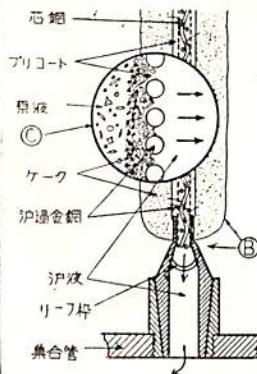
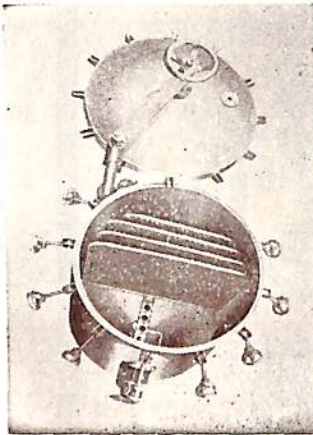
而も壽命は従来の蓄電池をはるかに超越した長大なものです。
 又電氣的にも乱暴な取扱いに十分に耐え、亦比重の測定記録の必要は全くなく、従つて保守容易で、船舶用として理想的の蓄電池です。

日本電池株式会社

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

特許ウルトラ・フィルター

標準型分解図



硅藻土汙膜により…
 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)0640
 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・穴戸商會

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しく出来ております。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

東京芝浦電気株式会社

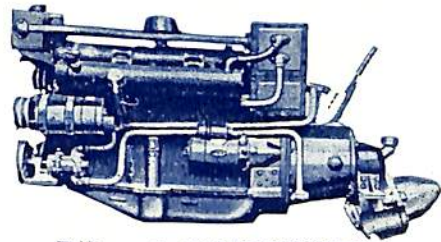
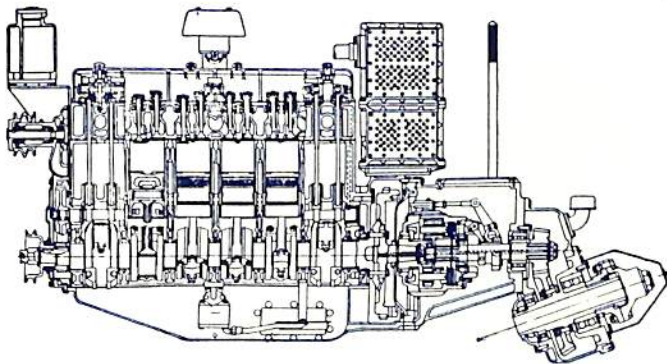
東京都中央区銀座西 5-2
電話 (57) 5711・8131・8261・8271



世界的技術水準に於る
最優秀純國産小型高速

いすゞ船用ディーゼル機関

供給、既に 3 萬数千台 300 數万馬力。いすゞディーゼルの声価は国内は固より、遠く諸外国にまで及んでおります。船用もまたいすゞのマークを付し、その名声を保持して、国内外に多数供給されております。



図は、いすゞ DA48MF6VR 型
6 気筒 80~88 馬力 (Vドライブ 2:1 減速)

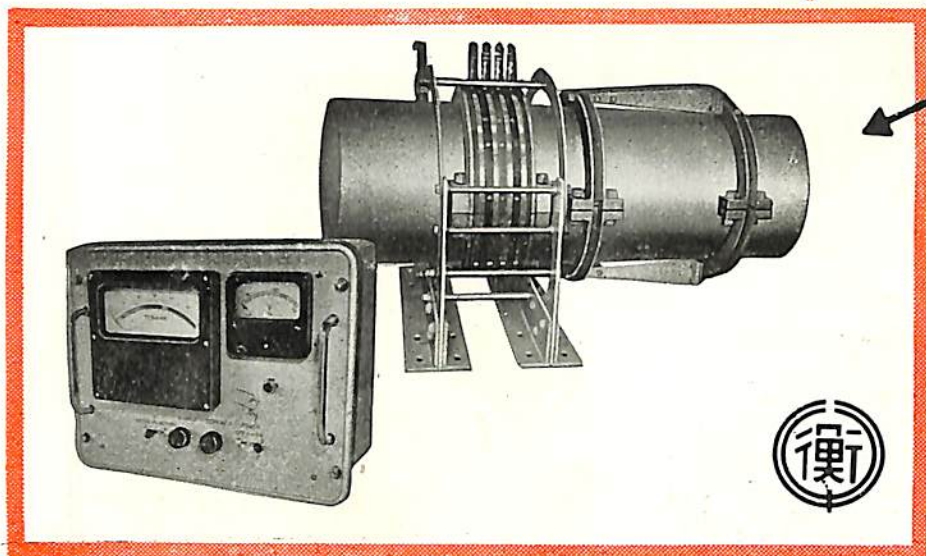
- DA 78 MF 型 4 気筒 54 馬力
- DA 48 MF 型 6 気筒 80 馬力
- DA 48 SMF 型 6 気筒 95 馬力

減速比率 1.26, 1.58, 2.00, 2.53, 3.15, 3.83, 4.69, 対 1 の 7 種 及び Vドライブ式 1.26, 1.58, 2.00 対 1 の 3 種 があります。

東京ボート株式会社

東京・銀座・3 の 2 電話京橋(56)5400番

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

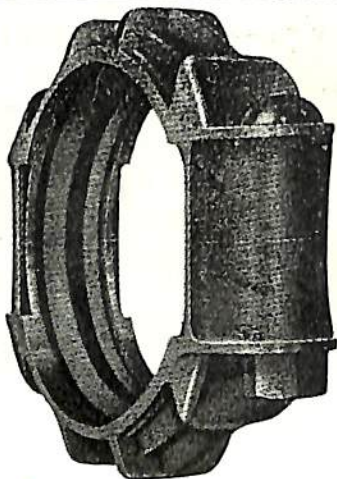
株式会社東京衡機製造所



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) 4531 (代) 4541 (代)

大阪支店
 門司支店
 札幌支店
 支店
 出張所

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



IBM 5541

船舶 才三十卷 才五号

昭和五十二年三月二十日
 昭和五十二年五月十七日
 印刷(毎二十日発行)
 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 田岡健通
 印刷所 新沼市東堀通四
 研 修 舎

本号定価一五〇円 発行所 天

然社
 振替・東京七九五六二番
 電話小石川二二八四番