

# 船舶 3

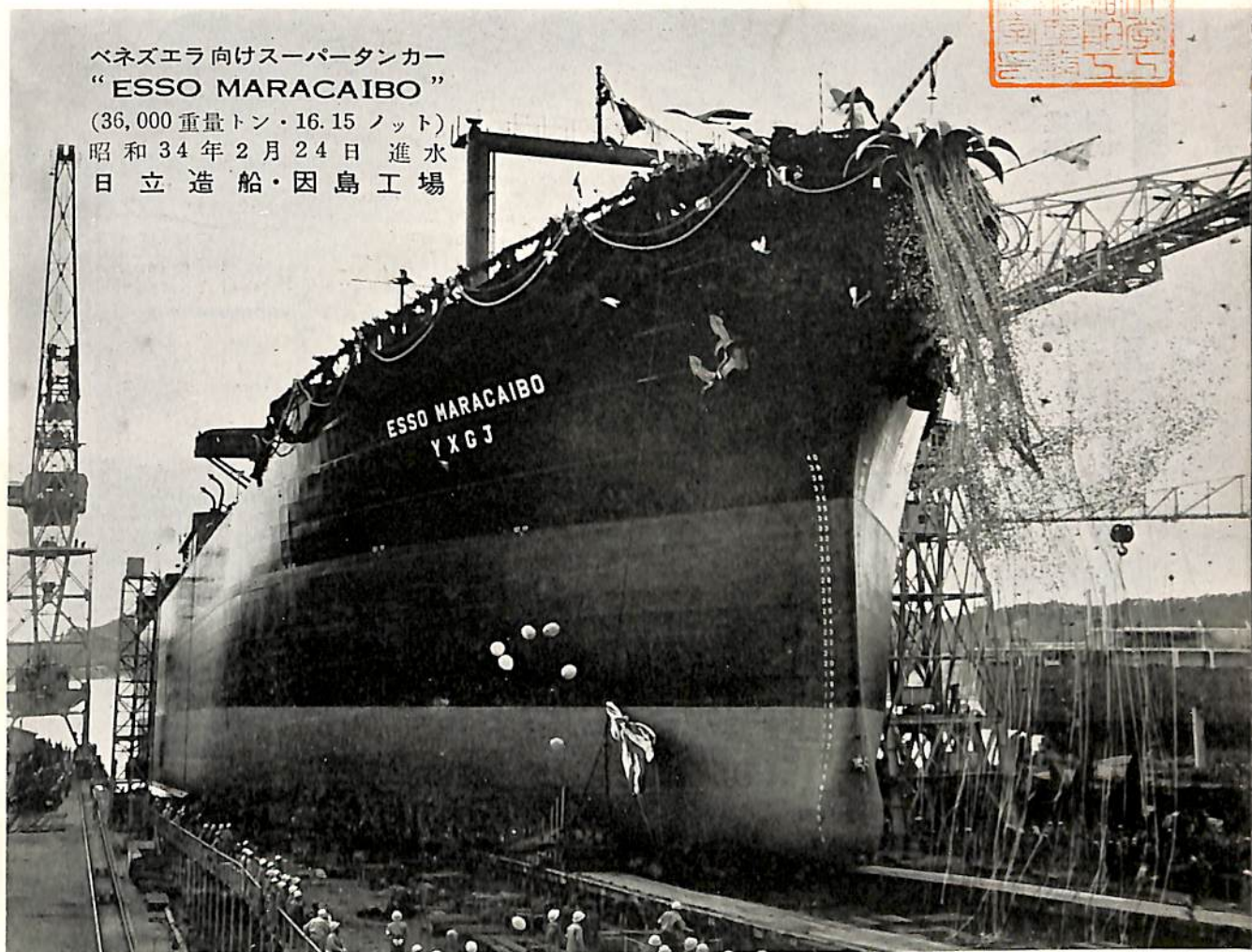
1959. VOL. 32



ベネズエラ向けスーパータンカー  
“ESSO MARACAIBO”

(36,000 重量トン・16.15 ノット)

昭和 34 年 2 月 24 日 進水  
日立造船・因島工場



Ⓜ 日立造船株式会社

天 然 社

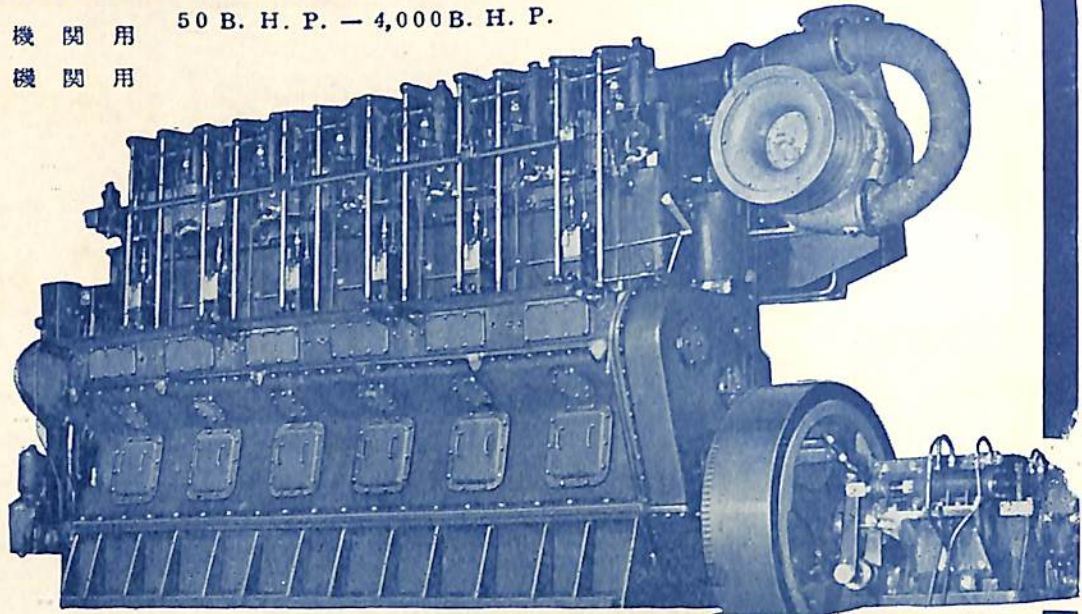
昭和五年三月二十日 第二郵便物種認可  
昭和二十四年三月十一日 発行  
昭和二十四年三月十二日 発印  
昭和二十四年三月十七日 印刷  
昭和二十四年三月二十八日 運輸省特別承認  
雑誌第四〇六号



# AKASAKA DIESEL

船舶主機関用  
船舶補機関用

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



創業  
60年



株式会社 赤阪鉄工所

本  
北  
大  
工

社  
海  
道  
出  
張  
所  
場

東  
京  
大  
橋  
津

都  
市  
中

北  
東  
区

中  
北  
区

東  
北  
区

区  
北  
町

銀  
座  
一  
丁

西  
六  
丁

濱  
四  
丁

座  
六  
丁

一  
三  
八

電  
話

電  
話

電  
話

電  
話

(56) 4902, 4903

(3) 4507

(23) 4790

2121-5

4903

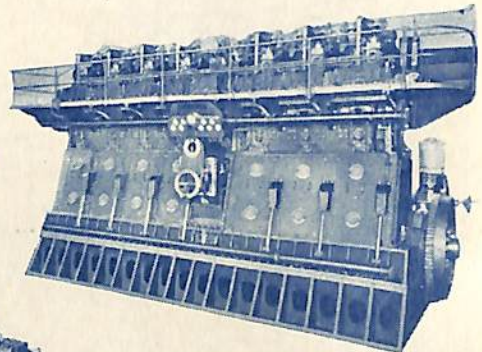
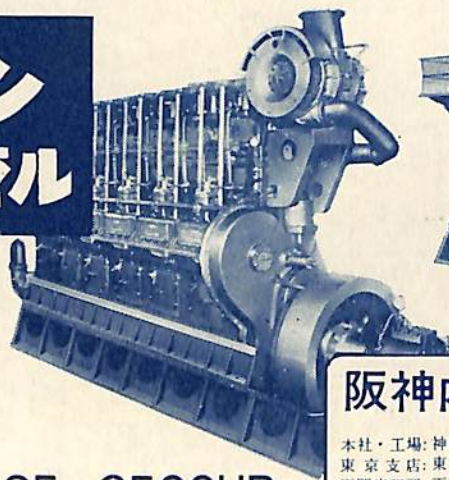
4903

4903

4903

## ハンシン ディーゼル

船舶用  
発電用  
動力用



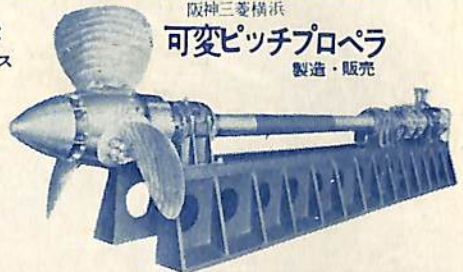
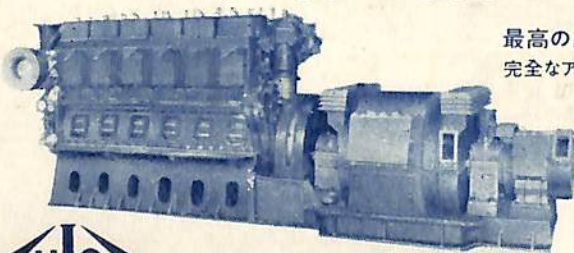
65~3500HP

### 阪神内燃機工業株式会社

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

最高の品質・性能  
完全なアフターサービス

阪神三菱横浜  
可変ピッチプロペラ  
製造・販売



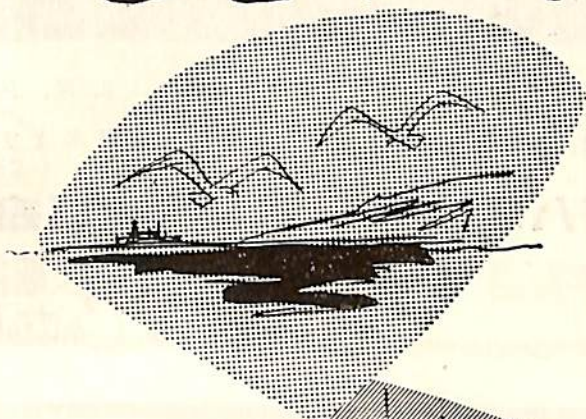




快適な船旅にソフトな床材

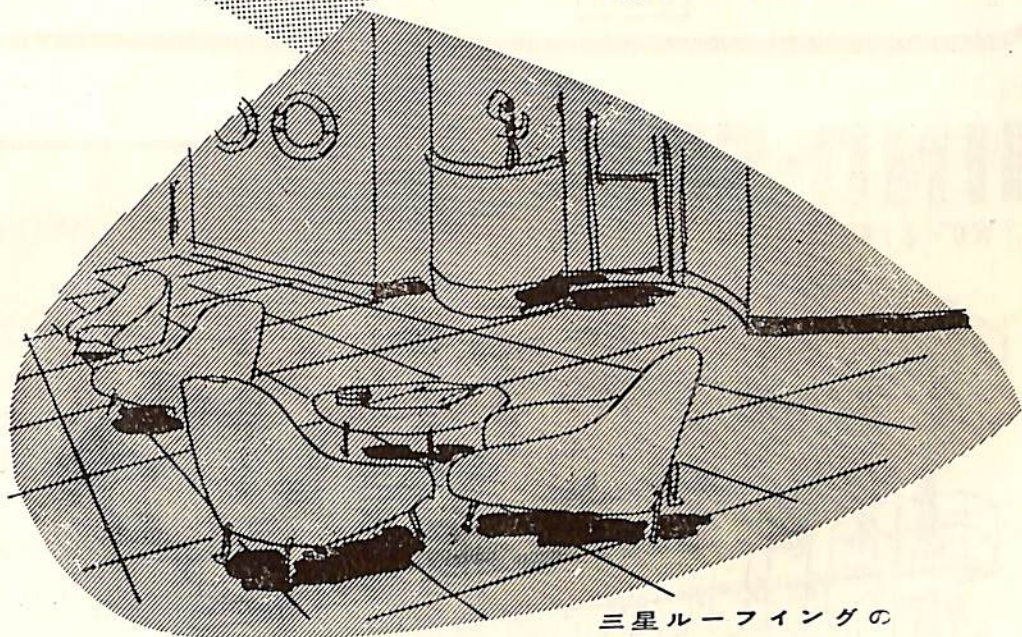
高級弾性床タイル

# 三星ソフトタイル



三星ソフトタイルは柔軟で、弾性に富み感触が非常によく美しい色調が16種以上用意してあります。

磨擦に強く褪色せず他の床材の何れよりも永持ちします。



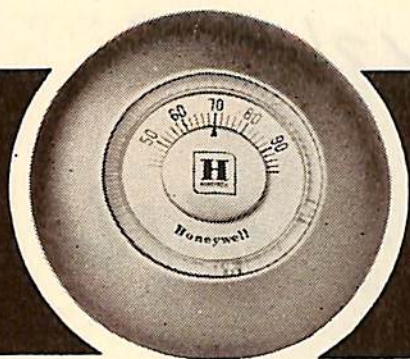
三星ルーフィングの

## 田島応用化工株式会社

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



空気調和のオートメーションにルームサーモスタット



指先で室内を希望する温度に保つ事が出来、又  
冷暖房装置の運転経費を大幅に節約出来ます

山武ハネウエル計器株式会社

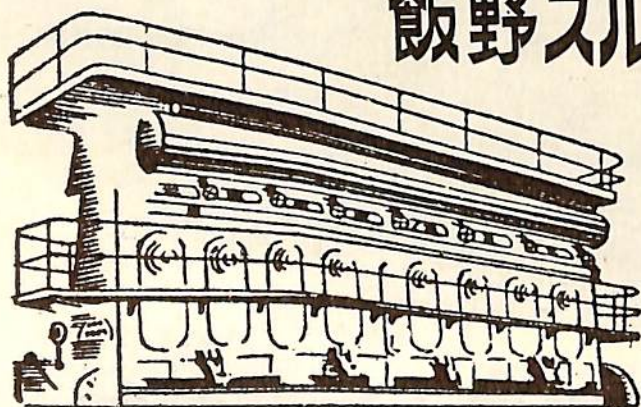


*First in Control*

**IINO-SULZER**

TWO-STROKE MARINE DIESEL ENGINES

飯野スルザー 船用  
ディーゼルエンジン



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

小型として

BH, BAH, TD, TAD 型等各種  
200 ~ 3,000 B. H. P.

納期最短

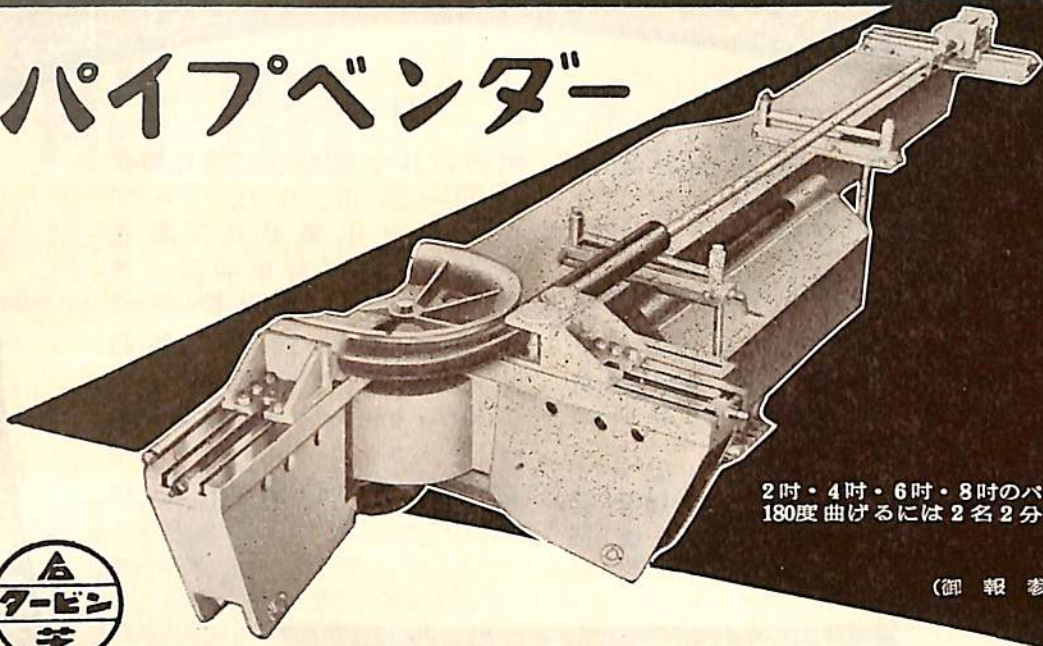
**飯野重工業株式会社**

東京都千代田区丸の内3-6 TEL 0431-91431-9  
大阪事務所 大阪市南区三津寺町20 三信ビル TEL (75) 9524, 9525

製造工場 京都府 舞鶴造船所



# パイプベンダー



2吋・4吋・6吋・8吋のパイプを  
180度曲げるには2名2分で充分

(御報参上)



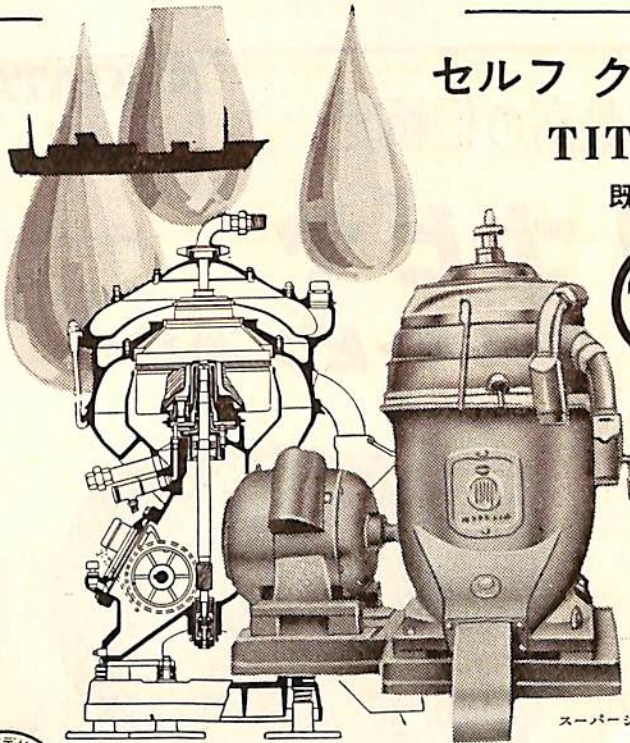
石川島芝浦タービン株式会社

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

## セルフクリーニング油清浄機

### TITAN Superjector

既に200台を納入!!



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

スーパージェクター CNS-70型



株式会社 ガデリウス商会

東京都港区赤坂伝馬町3-19 (408) 代表2131  
神戸市生田区京町67モーションビル (3) 代表6241  
福岡市上辻ノ堂町26ナショナルビル (3) 代表4134



A B C

營業品目

- ◇東京機械株式会社製品  
中村式浦賀操舵テレモーター  
浦賀電動油圧舵取装置(型各種)
- ◇岡野バルブ製造株式会社製品  
船用一高温、高圧バルブ
- ◇株式会社小野鉄工所製品  
サインカーブ歯車唧筒各種  
汽動、電動船用唧筒各種
- ◇東方電機株式会社製品  
船用気象模写受信装置
- ◇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
- ◇株式会社御法川工場製品  
船用自動石炭燃燒装置  
船用重油噴燃装置
- ◇東京・北辰協同製作  
北辰中村式オートパイロット  
テレモーター

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・高松・広島・長崎・四日市

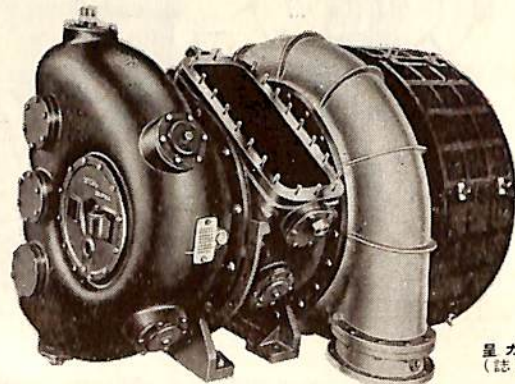
NIIGATA

世界的性能 最高の信頼度

ニイガタ ナピヤ

排気タービン過給機

- 過給率 70~120%
- 用途 陸・船・車輛用  
140HP~5,000HP
- 機関との適合性極めて優秀



株式会社 新潟鐵工所

本社 東京都千代田区九段1-6 電話(30) 2251  
支社 大阪・新潟 営業所 福岡・札幌・名古屋・下関

星カタログ  
(誌名記入)



# 船舶

第 32 卷 第 3 号

昭和 34 年 3 月 12 日 発行

天 然 社

## ◇ 目 次 ◇

多目的貨物船 SUNEK について ..... 浦賀造船・設計部…(301)

★ 原子力船 ..... 船舶編集室…(308)

    原子動力の原理 ..... (308)

    船用原子炉について ..... (313)

    各國における原子力船建造計畫事情 ..... (315)

    米國、英國における原子力商船設計例 ..... (323)

    原子力実験兼海洋観測船について (日本原子力産業会議の提唱せる) …(330)

ねばた丸乗船雑記 ..... 杉山 薫…(341)

船用主機関における電機推進方式の役割についての一考察(4) ..... 柴田 福夫…(349)

船内荷役について ..... 内田 勇…(354)

運輸省型式承認になった船用品一覧表(8) ..... (356)

[水槽試験資料 98] 小型河川用船舶の浅水影響試験 ..... 船舶編集室…(357)

鋼船建造状況月報(昭和34年1月) ..... 船舶局造船課…(360)

[特許解説]・浚渫船・取外式岸壁梯子の上部支え金具・橋上見張所用遮風装置 ..... 飯沼 義彦…(362)

写真 進水—☆ WORLD TRAVELLER ☆ ANTIPOLIS ☆ 錦嶺丸

竣工—☆ MARYLAND GETTY ☆ 浜 丸 ☆ 開運丸 ☆ WORLD TREASURE(改造)

☆ 玉宝丸 (インドネシア向け賠償貨物船)

☆ 溶接で軽量になった UEC 機関

## 世界の最高水準を行く!! 船舶用資材

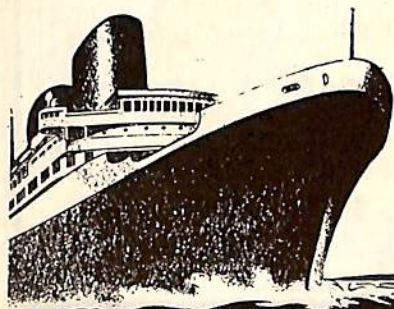
\*DIXZIT CO. QUIGLEY CO. BIRD-ARCHER CO. CORDO BOND CO. AMERCOAT CORP. MANGANESE BRONZE & BRASS CO. JAROCO ENGINEERING CO. FARBERTITE CO.

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

日 本 総 代 理 店

# 井 上 商 会

井 上 正 一





新時代の先端を行く

純国産合成繊維

倉敷ビニロン

クレモナ

ロープ

運輸省・NK認定

クレモナ・ロープ1号

クレモナ・ロープ5号



ハッチカバー

倉敷ビニロンクレモナ帆布

運輸省型式承認番号

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



特長

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

倉敷レイヨン株式会社

本社 大阪市北区梅田二番地  
東京事務所 東京都中央区日本橋室町二丁目四番九



WORLD TRAVELLER

(船体を引延し油槽船を撒積貨物船に改造)

船主 PANAMA OCEANIC LINES.  
INC.

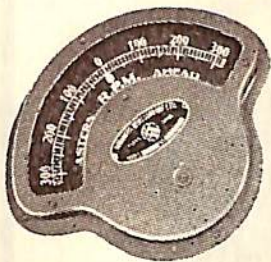
造船所 株式会社 播磨造船所

中央油槽部 305'-5"を撤去 353'-11"の  
貨物艙を新設挿入

長 (垂) 503'より551'-6"に延長  
幅 (型) 68'より75'に増す  
深 (型) 39'-3"より46'-9"に増す  
吃水 30'-2"より31'-8"に増す  
総噸数 12,700噸  
載貨重量 21,000噸  
速力 14.25ノット  
主機 改造せず  
着工 33-12  
進水 34-1-10  
竣工 34-3-1 中旬予定



船舶用の計器は  
信頼性ある倉本計器で!!



主機、補機用  
電気回転計

回転計類

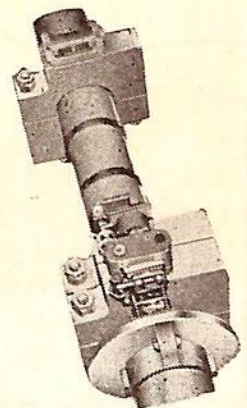
- ◇遠心力式回転計
- ◇振動式回転計
- ◇時計式回転計
- ◇ストロボスコープ
- ◇電気式回転計
- ◇マグネット回転計
- ◇超高速電子式回転計
- ◇特殊回転計

積算計類

- ◇回転動
- ◇往復動
- ◇隔測電気式

トーションメーター類

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



創業32年

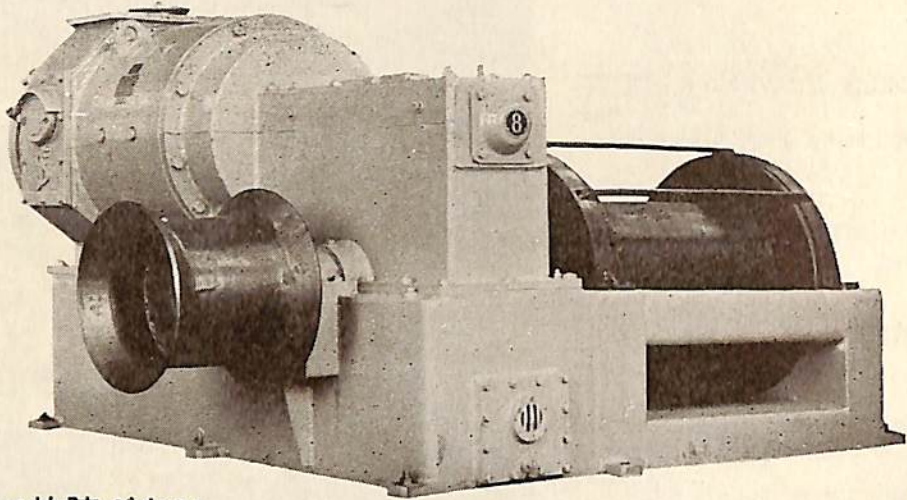


株式会社 倉本計器精工所

研野式光学振計

本社 東京都大田区原町6 電話蒲田(73) 2099・2623・1640  
柏工場 千葉県柏市柏 電話柏2番





堅牢で故障がない  
保守が簡単である  
消費電力が少ない

富士電機製造株式会社  
東京都千代田区丸の内2の6



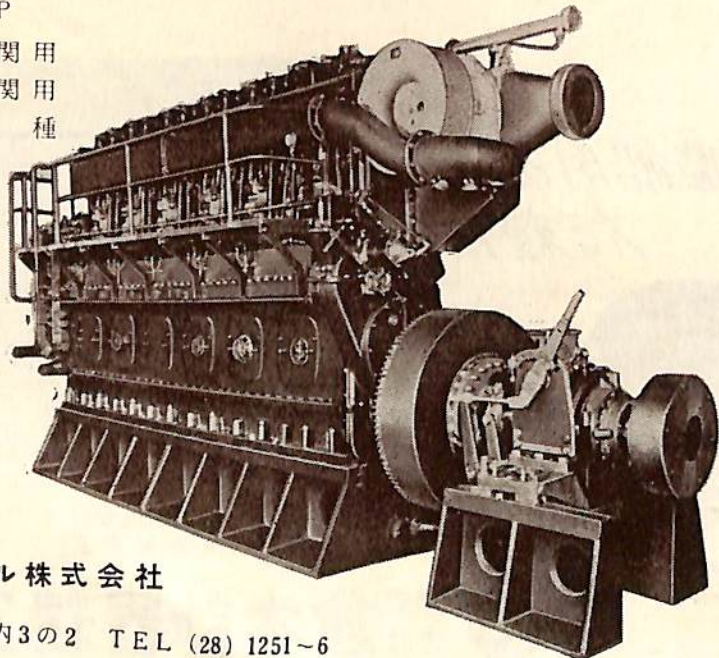
# 富士

交流揚貨機

ディーゼル機関

50HP~2500HP

船舶	主機関用
	補機関用
陸用	各種



富士ディーゼル株式会社

東京都千代田区丸の内3の2 TEL (28) 1251~6

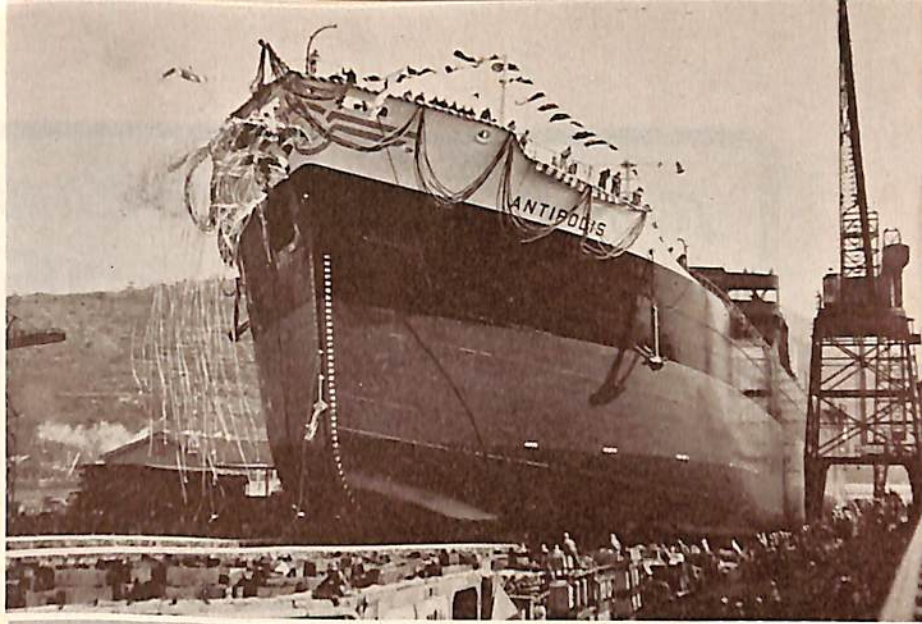


ANTIPOLIS

船主 MARCELOSO COMPANIA NAVIERA S.A.

造船所 株式会社 播磨造船所

長(垂) 200.00 m 幅(型) 28.20 m  
深(型) 14.50 m 吃水 10.64 m  
総噸数 24,150 噸 載貨重量 39,200 噸  
速力 16.5 ノット 主機  
タービン 1 基 出力 19,250 SHP  
×105 RPM 船級 AB  
起工 33-8-26 進水 34-1-24  
竣工 34-4 上旬予定

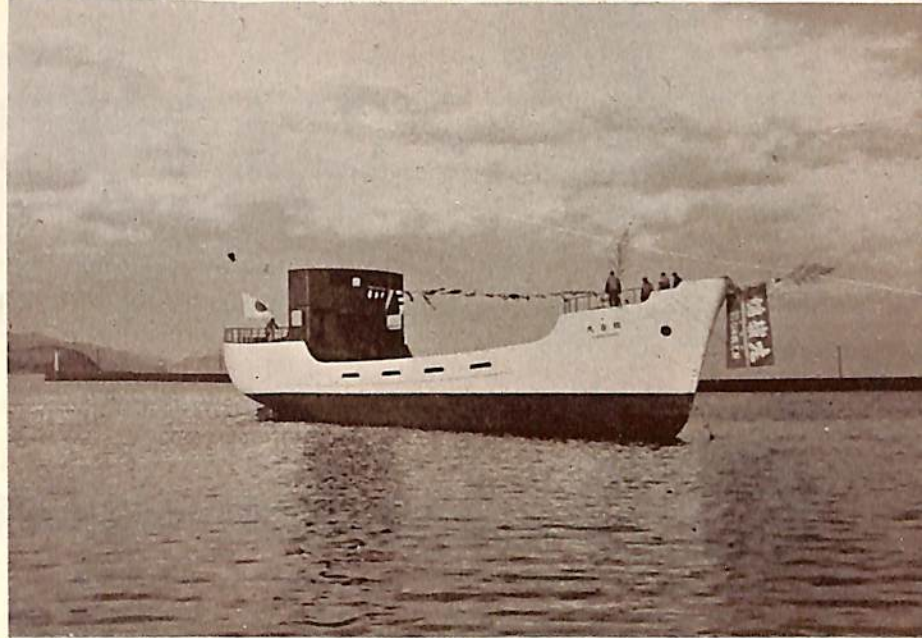


錦 嶺 丸

船主 熊本営林局

造船所 臼杵鉄工所下り松造船所

長(垂) 31.50 m 幅(型) 6.20 m  
深(型) 3.00 m 総噸数 約 170 噸  
速力 9 ノット 主機 ディーゼル機  
関 1 基 出力 250 BHP



8

つの  
船舶塗料

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

大阪市大淀区浦江北4  
東京都品川区南品川4

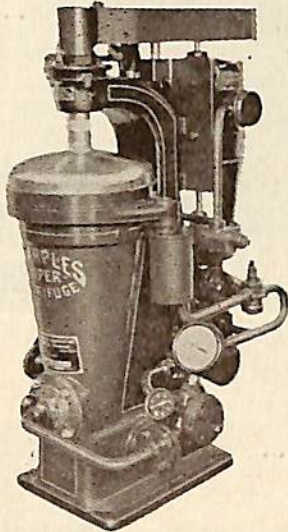


日本ペイント



バンカーオイル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

TRADE MARK



の三大製品が貴社の技術革新に寄与する

技術を革新するパッキング剤

**スリーボンド**

機械のフランジ面に塗布しただけで完全なるパッキングになりあらゆる性能を具備しているからどんな機械にも使え一缶で無数の形のパッキングが作れます。

その上設計による技術革新の力となり組立、整備を極めて容易にしますから製造コストダウンのチャンピオンです

エポキシから生れた麒麟児

**スリーロイ**

コーティングしただけでゴムライニングや珪琅の性能を表わしたり、充填しただけで金属溶接の替りにもなりますから作業が簡単で経費が1/100になります。

造船界の寵児として愛用されています。

世界に誇れる強力接着剤

**スリーセメント**

ハイエクスを配合した驚異的接着力、使い易く接着不良に依るロスを皆無にするので製品のコストを大巾に下げることが出来ます。尚、弾力性に富む為衝撃等に対しても非常に強力です。

製造 発売 元

コストダウンの事なら御一報次第技術サービス部員を派遣致します。

登録商標 **B** 株式会社

株式会社

# 東京スリーボンド

本社・工場

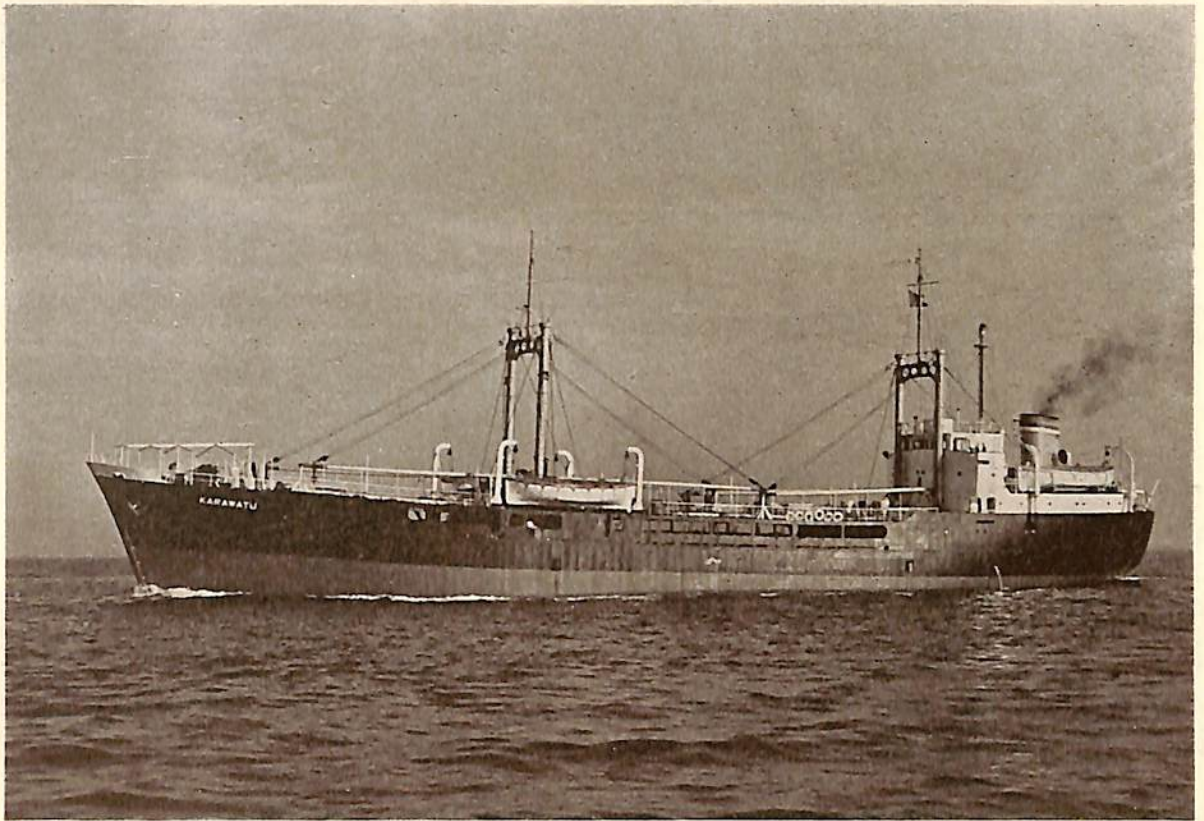
東京都大田区桃谷町四丁目六番地 電話 (74) 0251.0454

東京都中央郵便局私書函 1184号

営業所

東京・大阪・名古屋・松山・小倉





### インドネシアむけ賠償貨物船 玉 宝 丸

日立造船築港工場ではインドネシアむけ賠償貨物船「玉宝丸」の改造工事を施工していたが、このほど全工事を完了、1月31日築港工場でインドネシア賠償使節団々長バスキー氏をむかえ引渡式を行った。

「玉宝丸」は昨年7月同国政府が第1年度対日賠償計画に基づいて木下商店を通じ発注した新造船4隻（大洋造船、臼杵鉄工、佐野安船渠、林兼造船で建造）と改造船5隻（佐世保船舶2隻、飯野重工、吳造船、日立築港で施工）のうちの1隻で賠償船としては日立造船の第1番船となるものである。

#### 主な改装箇所

- (1) 甲板旅客（370名）用の遮陽甲板の新設
  - (2) 乗組員居住区の増設
  - (3) 家畜（牛60頭）の運搬設備、その他通風装置の新設、機関部の手入等
- また名前は改造後「カラワツ」(KARAWATU)と改称され、総トン数改造前1,598トンであつたものが、改造後1,721トンに増加している。



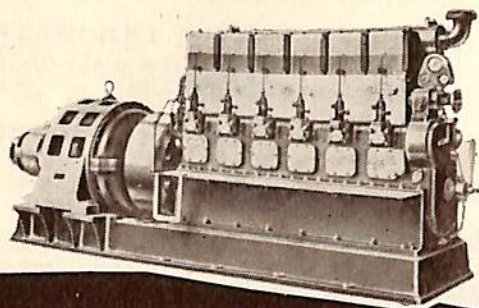
# 船舶補機に



船舶補機用  
一般動力用 2.5~600馬力

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

6MSL-T  
270~300馬力



6MSL  
×150K·V·A



日本工業規格合格品

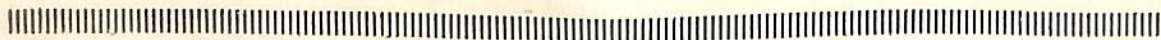
## ヤンマーディーゼル



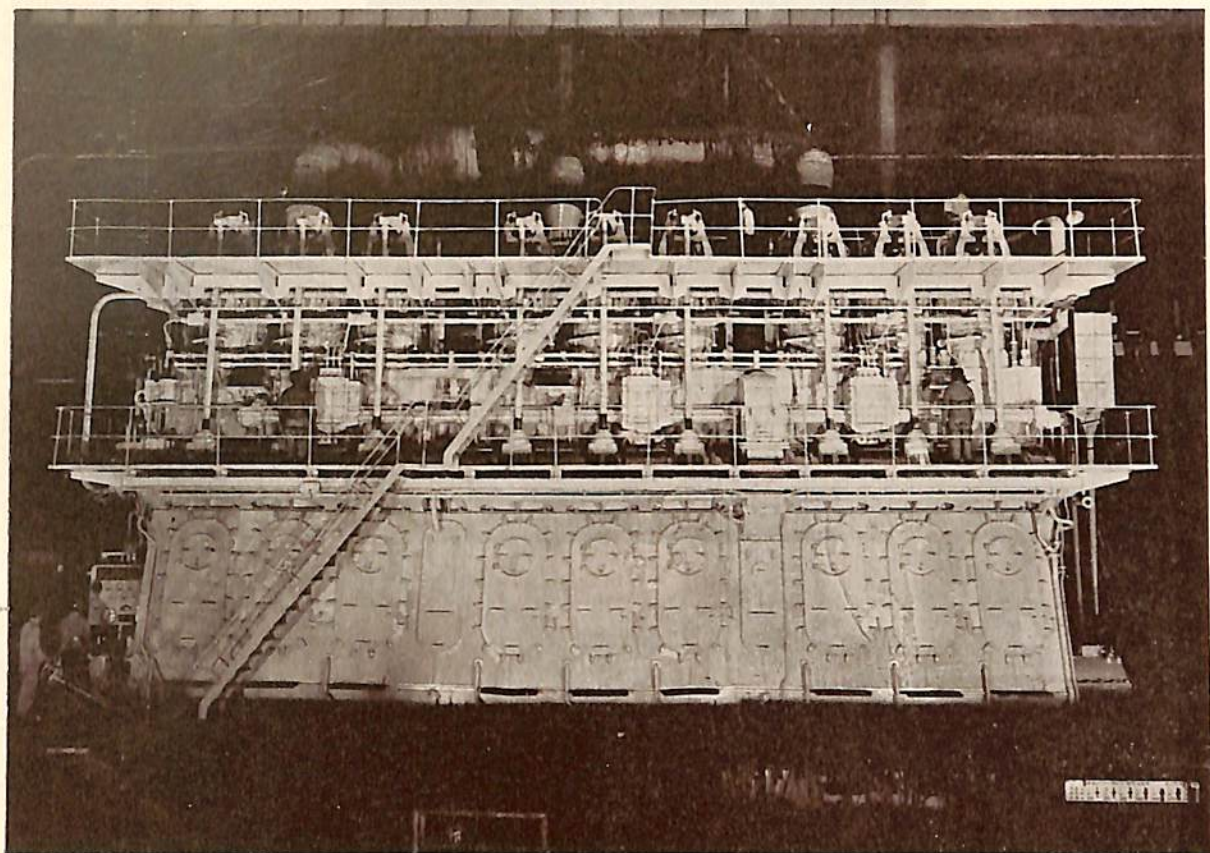
本社 大阪市北区茶屋町62番地  
支店 大阪・東京・福岡・札幌・高松  
出張所 金沢・岡山・旭川・別府

ヤンマー製品専売 日本船舶機器株式会社

本社 大阪市東区南本町4丁目 営業所 東京・福岡







溶接で軽量になった UEC 機関（2月7日長崎で公開運転）

最近の船舶の高速化並びに大型化に伴って、その推進機関の出力も漸次増大の趨勢にあるが、三菱造船では昭和15年から機関排気の廢エネルギーを利用して、ガス・タービンを駆動させ、これによつてプロワを駆動させる排気ターボチャージャー付2サイクル機関を研究、ついに昭和28年3気筒の實驗機を完成、更に引続いて日本郵船株式会社の第10次船讃岐丸に第1番機を搭載して以来、UEC75型14台UEC65型4台、計18台を完成、各航路に優秀な成績で就航中である。

本機関は昭和30年5月オランダ・ヘーグで開催の国際内燃機関会議に発表、世界最高をゆく機関と折紙をつけられ、国内では昭和28年運輸大臣賞、昭和29年には工業技術院長賞を受領、唯一の純国産ディーゼル機関として各界の注目をあびている機関である。

その後本機関の軽量化について研究中のところ、鑄鉄製合板及び架構の溶接構造の採用に成功、2月25日進水の日本郵船株式会社の佐賀丸用主機の完成を見た。本機は従来の総重量550トンから480トンと軽量になっている。即ち70トン、12.7%の重量軽減になったわけで、それだけのD.W.が有利になったわけである。

(写真は佐賀丸搭載用の三菱長崎ディーゼル9 UEC75型機関)



# 高性能 磁気探傷装置

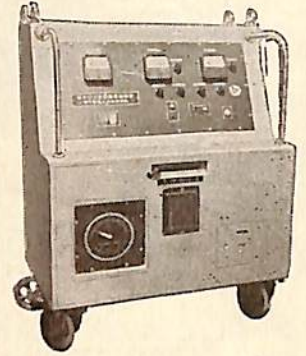
には.....

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

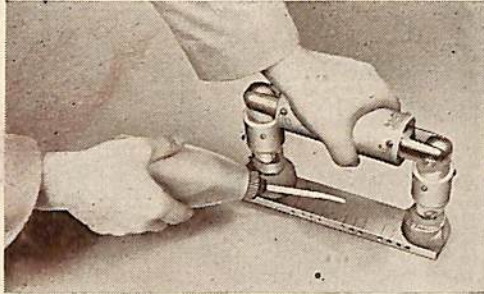
磁化電流 直流最大 0 ~ 6000 A 8000 A 脱磁電流 3000 A ~ 0  
交流最大 0 ~ 3000 A 5000 A

整流方法 单相半波 通電時間 0 ~ 1秒  
各相各波 1分 ~ 2分

電流調整 接点無接点方法



電子E Z磁気探傷装置



操作中 電子極間磁気探傷器

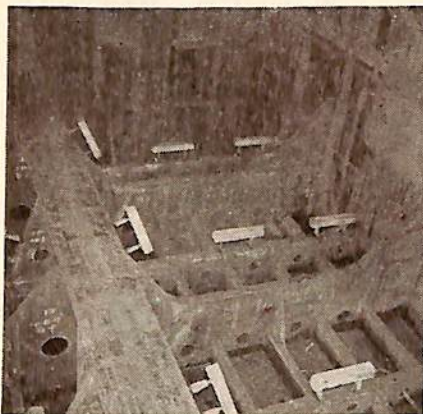


営業種目  
電子E R型磁気探傷装置  
電子交流式磁気探傷装置  
蛍光探傷装置  
電子管着磁装置  
各種セレン式着磁装置  
各種脱磁装置 磁束計 磁束比較計

## 電子磁気工業株式会社

東京都港区芝新地町28番地 TEL (45) 6285 9459

# 電気防蝕法 CATHODIC PROTECTION



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

油槽船船槽 }  
船 殻 } に電気防蝕法  
プロペラ }

—調査—設計—施工—材料—

## 日本防蝕工業株式会社

東京都千代田区丸の内三ノ二 (三菱東7号館)  
電話東京28局(28)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





WORLD TREASURE (船体引延し油槽船を撒積貨物船に改造)

船主 PANAMA OCEANIC LINES, INC.

造船所 株式会社 播磨造船所

中央油槽船 305'-6"を撤去, 354'-0"の荷物  
艙を新設挿入

長	(垂)	503'-0"を551'-6"に
幅	(型)	68' 0"を 75'-0"に
深	(型)	39'-3"を 46'-9"に
吃	水	29'-11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "を31'-10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "
総噸数		12,700 噸
載貨重量		21,000 噸
速力		14.25 ノット
主機		改造せず
着工		33-10-15
竣工		34-1-22



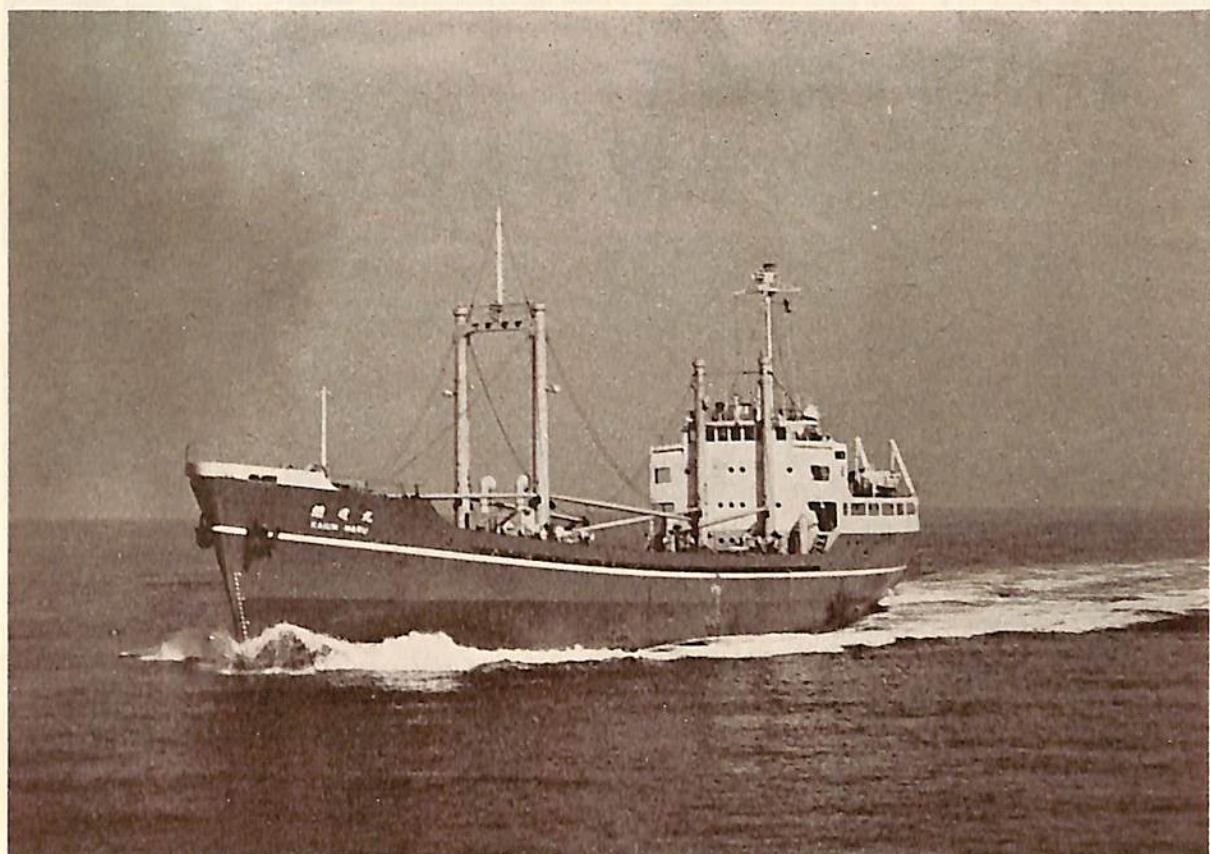


MARYLAND GETTY



丸 浜



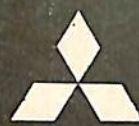


開 運 丸

要 目	MARYLAND GETTY	浜 丸	開 運 丸
船 名	MARYLAND GETTY	浜 丸	開 運 丸
全 長		23.30 m	
長 (垂)	213.00 m	21.00 m	70.00 m
幅 (型)	30.50 m	6.80 m	11.60 m
深 (型)	15.20 m	3.00 m	6.05 m
吃 水	11.13 m	2.20 m	5.28 m
総 噸 数	27,400 噸	95.57 噸	1,451.39 噸
載 貨 重 量	45,000 吨	純噸数 26.18 噸	2,267.49 吨
速 力	16.5 ノット	10.484 ノット	13.75 ノット
主 機	三菱長崎エッシャウィス 型タービン 1 基	三菱横浜 M.A.N. 単動 4サ イクル無気噴射無逆転ラ ンクピストン型排気タービ ン過給機付ディーゼル機関 (G5V <sup>30</sup> /42A) 1 基 450 BHP	伊藤鉄工所製ディーゼル 機関
出 力	17,600 SHP		1,800 BHP × 250 RPM
船 級			
起 工	33-3-24	33-9-25	33-6-23
進 水	33-8-2	34-1-10	33-11-18
竣 工	34-1-28	34-1-29	34-1-31
船 主	TRANSOCENANIC SHIPPING CORP.	日本クリーニング株式会社	小西海運漁業株式会社
造 船 所	三菱造船・長崎造船所	株式会社名村造船所	日本海重工業株式会社



# わが国で初めて 運輸省形式承認された...



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



MT-20形 膨脹救命筏

MT-10形 (運輸省形式承認第909号)

MT-15形 ( 第911号)

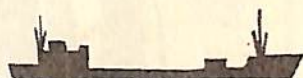
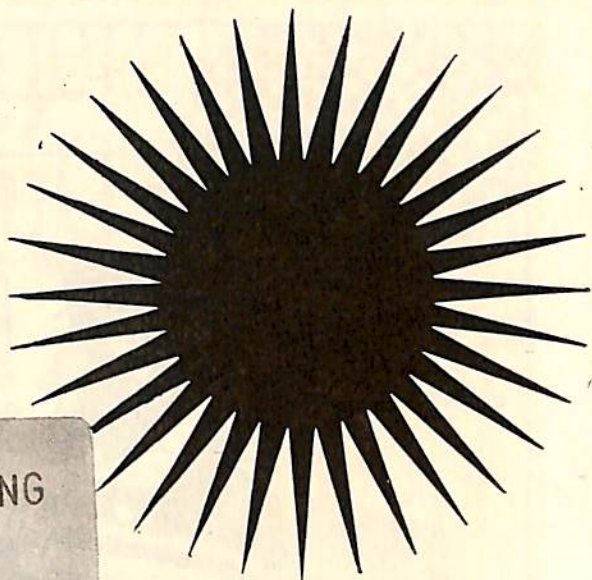
MT-20形 ( 第947号)

形 式	MT-20形	MT-15形	MT-10形
定 員 (運輸省令救命具試験規程に準ずる定員※)	25人	19人	13人
充 気 時			
外 部 直 径	約3.8m (正14角形)	約3.4m (正13角形)	約2.9m (正10角形)
内 部 直 径	約3.1m (外接円)	約2.7m (外接円)	約2.3m (外接円)
空 気 室 直 径	0.36m × 2重	0.36m × 2重	0.3m × 2重
折 疊 取 納 容 積	0.55φ × 0.95m	0.5φ × 0.95m	0.5φ × 0.9m
甲 板 面 積	7.55m <sup>2</sup>	5.6m <sup>2</sup>	4.1m <sup>2</sup>
全 重 量 (含備品)	65kg	51kg	40kg
全 浮 力	3,200kg以上	2,500kg以上	2,000kg以上

## 三菱 救命具

三菱電機株式会社





# 船用空気 調和装置

FLAKTFABRIKEN 社 (スウェーデン) の  
MINIDUCT は数々の利点を有しており  
我が国でも既に

19,500DWT 油槽船 二隻

47,000DWT 〃 二隻

に装備しました。

尚、手持工事として

40,000DWT 一隻

34,000DWT 三隻

20,000DWT 二隻

があります。

・カタログを御請求下さい。

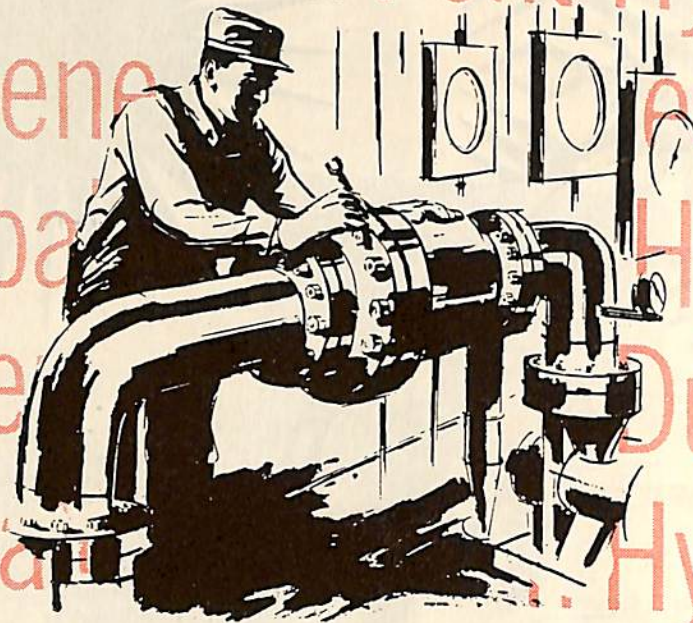


株式会社 **ガデリウス商会**

東京都港区赤坂伝馬町3-19 (408) 代表 2131  
神戸市生田区京町67モーシエビル (3) 代表 6241  
福岡市上辻ノ堂町26ナショナルビル (3) 代表 4134



# Du Pont neoprene Du Pont Hypalon Du Pont Hypalon neoprene Du Pont neoprene Hypalon Du Pont Hypalon neoprene Du Pont Hypalon Hypalon neoprene Du Pont neoprene



デュポン社の合成ゴム、ネオプレンで作ったガスケットやパッキングなどは、乱暴な取扱いにも充分堪えることが出来ます。ネオプレンの熱、油、グリース、溶剤、その他の化学薬品に対する素晴らしい耐抗性は、皆様の維持費を節減するお役に立ちます。ネオプレンは圧縮歪みによく耐えますので、接合部の漏洩をよく防止します。

温度が高かったり、強い酸化性の薬品、又はオゾンのある場合には、ハイパロン®合成ゴムをお勧めいたします。次回御注文の際は、デュポンのネオプレン、またはハイパロンを

御指定になつて、最大有効の価値を得るよう  
に皆様方のお金をお使い下さい。

デュポン、ネオプレン製品の詳細につきましては、下記弊社にお問合せ下さい。なお、資料に関しましては、何卒クーポンを御利用下さい。

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



創立 1802年

## NEOPRENE

化学を通じ……より良き生活のため、よりよき製品を

DU PONT 日本総代理店

アメリカン・トレーディング・カンパニー  
(ジャパン) リミテッド

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

(御 芳 名)

(御 社 名)

(所 属 部 署)

(御 住 所)

このクーポンをお切りの上、上記代理店宛御郵送下さい。  
資料を差し上げます。(フネ3) 170

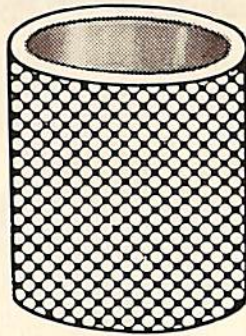


**EVER LAST**  
METALLIC FILTERS

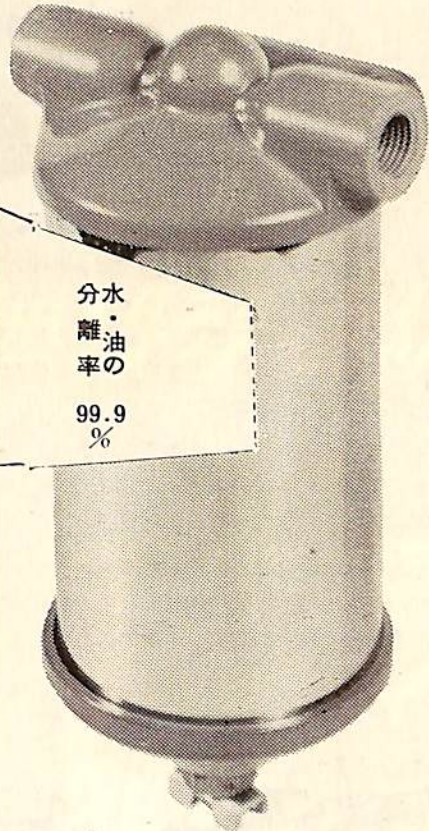
# エバラスト金属フィルタ

空気・油・ガス・蒸気・水のろ過に

焼 結  
ブロンズ  
エレメント



腐蝕性ガスについて  
はステンレスを



分水・  
離油の  
率  
99.9  
%

- ・永持ちする
- ・堅牢である
- ・高熱に耐える
- ・耐湿性が強い
- ・ろ過程度 2.5.10.20.40.70.100.ミクロン

あらゆるオートメーションに!

精密機械工業の推進のために国産化成る

☆ろ過問題について御相談があればお知らせ下さい

エア フィルター  
model AF-1100

10 l/min (5kg/cm<sup>2</sup> 加圧下)  
¥ 2,500 (送料共)

**ユナイテッドサービス株式会社**

東京都千代田区有楽町 三信ビル  
電話 (59) 6777. 6778. 6779.

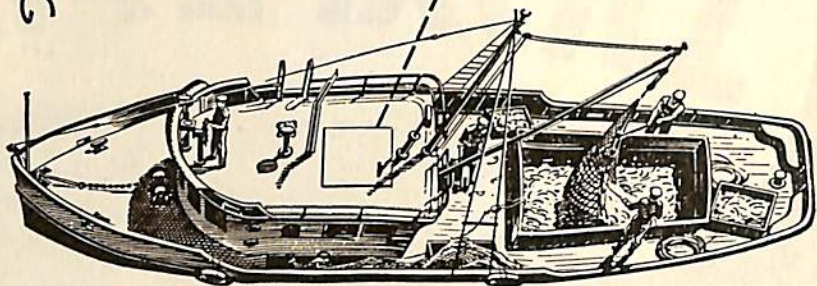
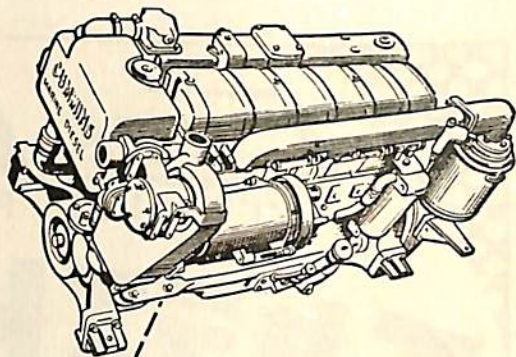
関西代理店

**山 崎 商 店**

大阪市西区新町南通 2 丁目 2 2  
電話 (53) 2660. 7331~4



利潤の  
増大には  
**カミンズの**  
船舶用ディーゼルを  
御使用下さい



頭丈で軽量、簡略で強力なカミンズの船舶用ディーゼル・エンジンには、あらゆる種類が取揃えてあり、哨戒艇、曳船、ドロッパー、トロール船、網曳船、ロッガー、網曳（大網）船、渡し船、タッグボート、消防艇、カキ船、沿岸運搬船、その他遊戯用ボートに使用できます。

カミンズのエンジンは100馬力から1,120馬力まで24種があり、船の型、大きさ、速力、作業の種類に正しく適したものがあります。

カミンズの船舶用ディーゼル・エンジンは一年間の保証附で、米国船舶局、ロイド船級協会、カナダ船舶検査局の認可を受けているものです。

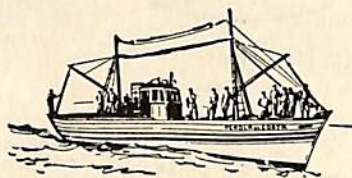
作業費を最低におさえるため、カミンズ・エンジンは、4廻転作動、取換可能の湿式ライナー、防塵、および信頼でき燃料を節約するPTオイル系統の諸設備を有しております。カミンズの船舶用エンジンの色は白で、暗い船舶でも良く見え、管理を容易にします。

海上における安全の度合を一層増すため、カミンズの船舶用ディーゼルは、セーフ#2ディーゼル燃料で作動します。

カミンズ社では、弗貨の外、英ポンド貨に、よるお支払いもお受けします。



これは「Jorge Nelson」号で、南大西洋を往復する小奇麗な漁船です。



「Perola da Costa」号。カミンズ・エンジンをつけたポルトガルの鯖船の1隻です。



古い港、ペニシユにある「Nova Leirosa」号もカミンズの200馬力NH-6-Mエンジンを使っています。

詳細は下記弊社にお問合せ下さい。

カミンズ・ディーゼル・エクスポート・コーポレーション

日本総代理店

**フレイザー国際(日本)株式会社**

東京都千代田区丸の内2ノ6 八重洲ビル401号

電話(28) 4431~5

大阪・江商ビル(23) 5948~9 札幌・日機サービス内(3) 2755



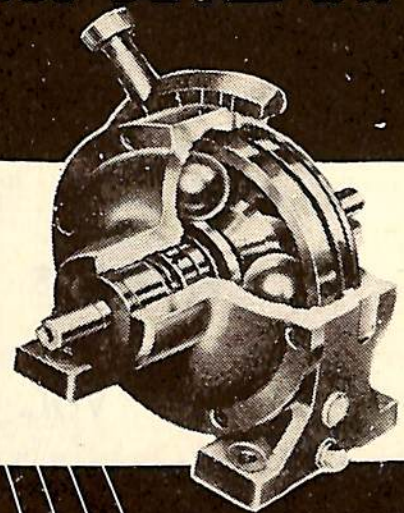
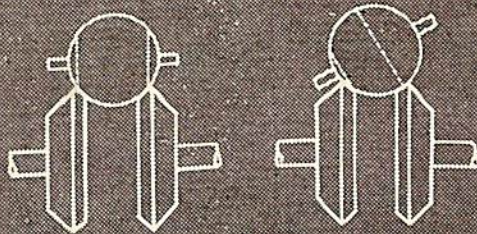




**Kopp**

新発売!!

# コップ無段変速機



鋼球利用のボールベアリング状無段変速機

$\frac{1}{33}$ HP ~ 16HP の各種サイズ 無段変速範囲 9 : 1 馬力がコンスタント

第一物産株式会社

製造元

旭大隈工業株式会社

本社 愛知県東春日井郡旭町大字新居  
東京支社 東京都千代田区有楽町1の2(日比谷朝日生命館)



# 滲鉛

# タンカー船の

# Heating Coil に貢献する

## 油槽加熱管の防蝕に **滲鉛** 加工を!

### 耐久度 …… 鉄の **5** 倍

**営業品目** 滲鉛加工 鉛工事 ビニール工事 一式

## 日本滲鉛工業株式会社

大阪市東淀川区木川西之町6の5 電話 (39) 0561・0493

経営者・現場技術者  
設計者・研究者・学生

必読書

100円 千8円  
年極千共 1,200円

月刊技術誌

## 防 錆 管 理

～さび対策を考えない 設計, 加工, 包装は, すでに過去のものとなった～

VOL. 3. NO. 3. MAR. 1959.

主 要 目 次

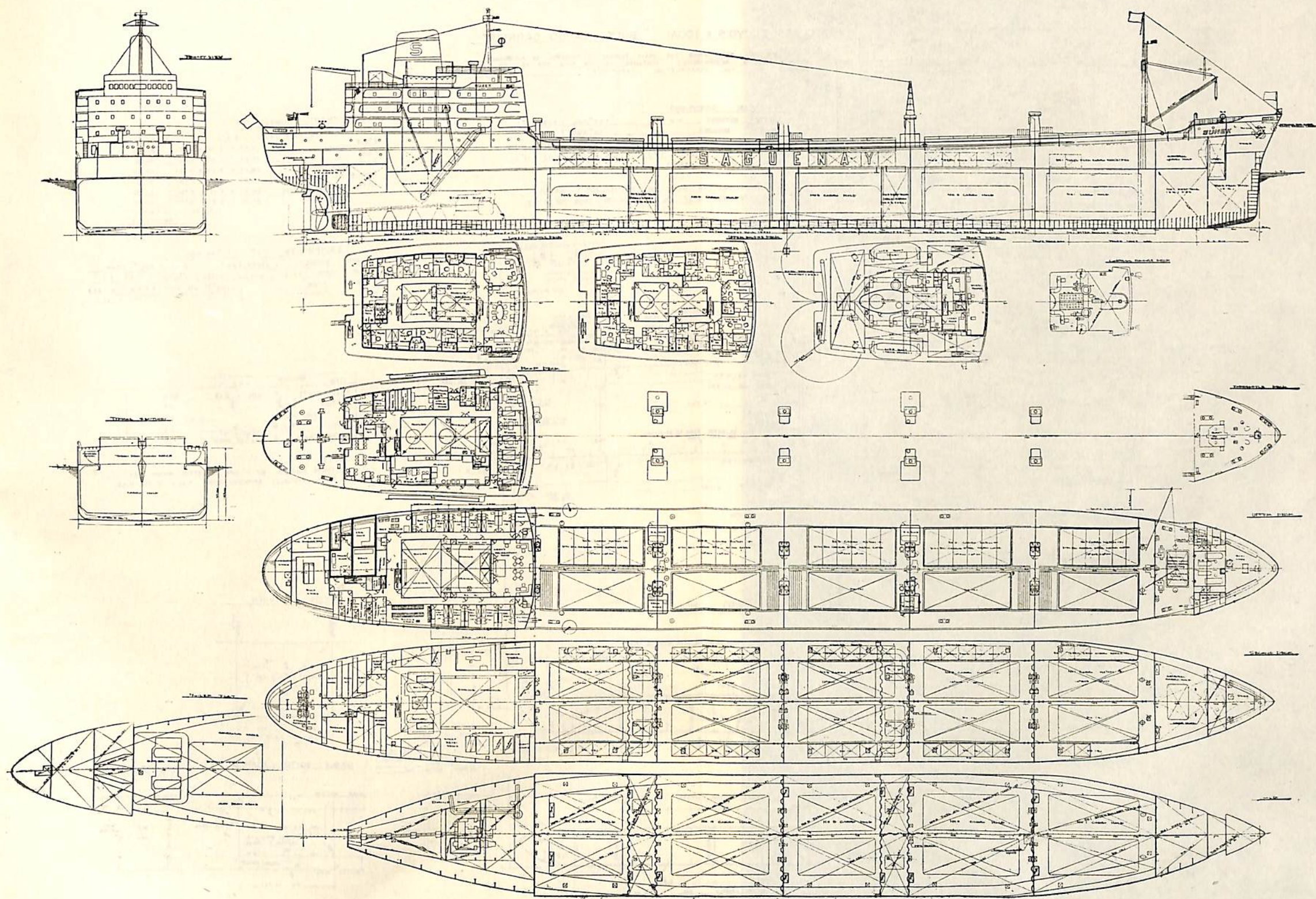
- |                  |      |            |
|------------------|------|------------|
| 1. 建築物の防錆について    | 小坂賢二 | (建設省建築研究所) |
| 2. 金属の変色         | 大橋正敏 | (日大、歯学部)   |
| 3. 複合型防蝕塗料       | 中西俊一 | (関西ペイント)   |
| 4. 気化性防錆剤 JIS 原案 | 高橋教司 | (産業工芸試験所)  |
| 5. 文献抄録          | 吉島寧  | (特許庁審判官)   |

新製品紹介, 質疑応答, 防錆用語小辞典

社 団 法 人 日 本 防 錆 技 術 協 会

東京・中央・築地 1~16 TEL (54) 6064





SUNEK 一般配置図



CLASS : LLOYD'S + 100A1 " BULK CARGO CARRIER "

"AS ADDITIONAL STRENGTHENING FOR HEAVY CARGOES IS PROPOSED IN ACCORDANCE WITH THE SOCIETY'S RECOMMENDATIONS CONTAINED IN THE RULE THIS FACT COULD BE RECORDED ON THE CLASSIFICATION CERTIFICATE."

PRINCIPAL DIMENSIONS

LENGTH BETWEEN P.P. (L)	157'000 (515'-1")
BREADTH MOULDED (B)	20'400 (66'-11 1/2")
DEPTH (D)	12'500 (41'-1 1/2")
DRAUGHT (d)	9'120 (29'-11")
FRAME SPACE (TRANS)	800 (2'-7 1/2")

THE SCANTLINGS AS SHOWN ARE SUITABLE FOR A SUMMER DRAUGHT OF ABOUT 9'27" (30'-5") MEASURED FROM TOP OF KEEL

EQUIPMENT NUMBER

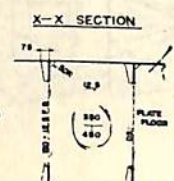
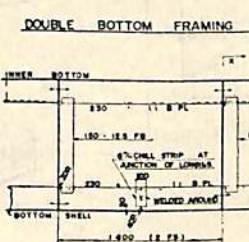
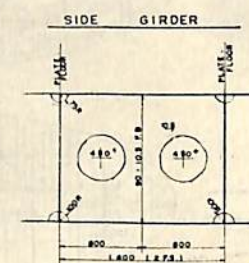
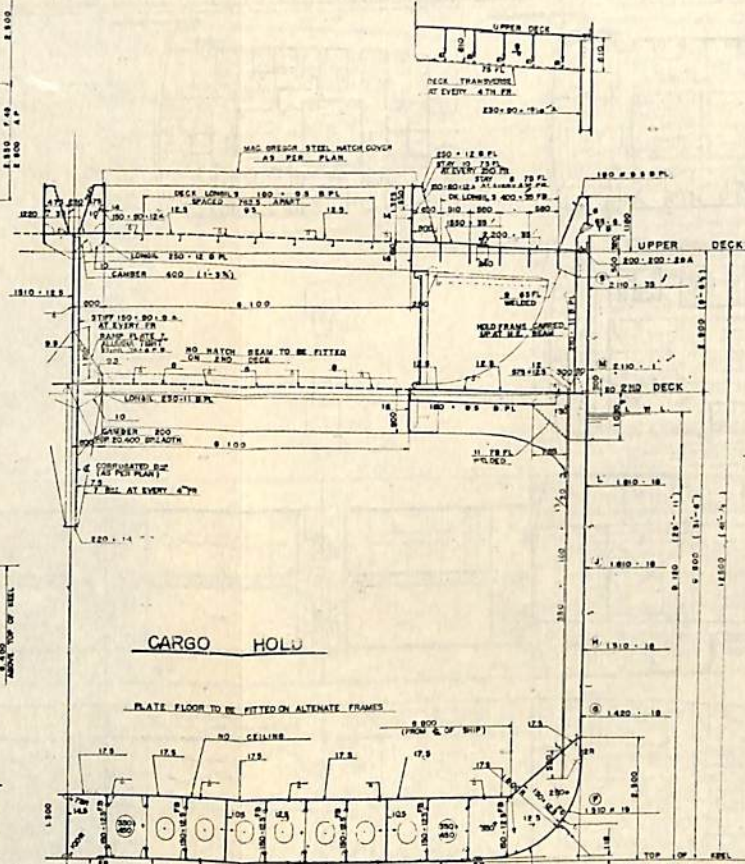
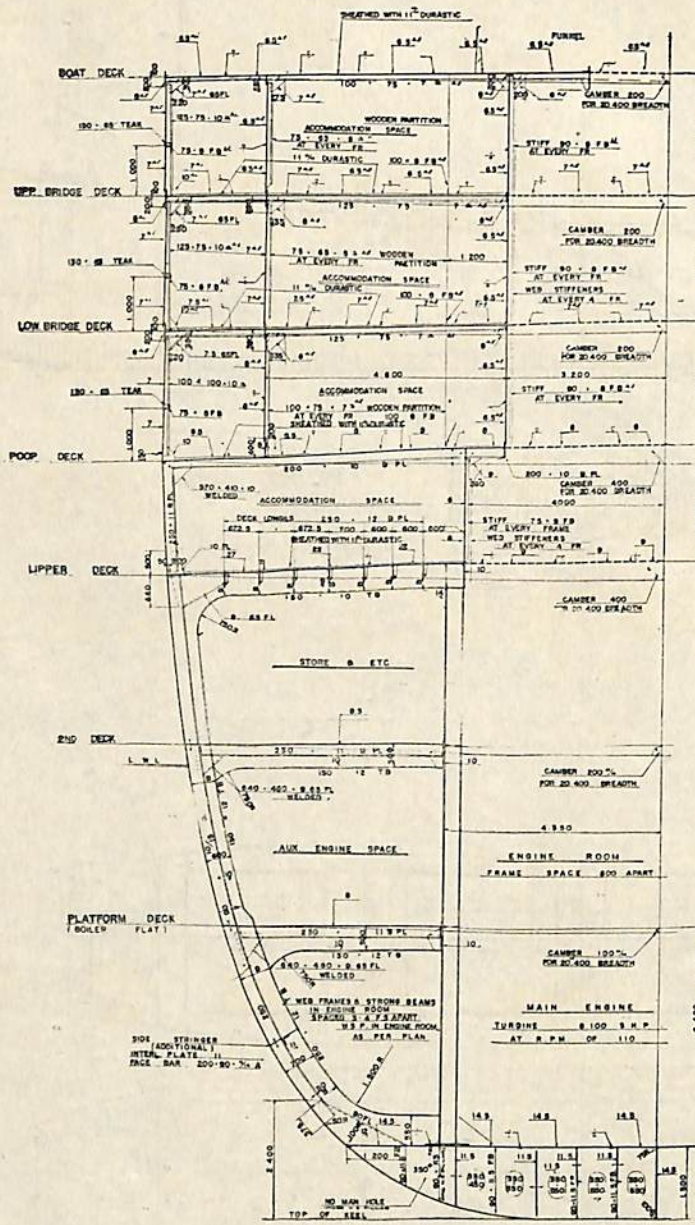
MAIN HULL L (D + 0.05 D + 0.15 d)	5.085.70"
F'OLE	10.84 x 2.30 x 0.85 = 21.19
POOP	37.28 x 2.68 x 0.85 = 64.92
POOP DECK HOUSE	29.57 x 2.50 x 0.75 = 55.44
LOWER BRIDGE DECK HOUSE	28.60 x 2.55 x 0.75 = 50.67
UPPER BRIDGE DECK HOUSE	26.30 x 2.55 x 0.75 = 50.50
BOAT DECK HOUSE	21.20 x 2.55 x 0.75 = 40.55
TOTAL	53.89.97"
	58.08.33"

EQUIPMENTS IT (H + AS RULE)

BOWER ANCHORS (STOCKLESS)	3 - 5.020 <sup>MM</sup> EACH
STUD CHAIN CABLE (SPECIAL STEEL)	2 2 1/2" DIA (4 1/2" DIA)
TOWING LING	1 - 130 PMS 6 1/2" CIRC S.F.S.W.R. (6-24)
MOORING ROPES	2 110 PMS 4" CIRC MANILA ROPE 2 110 PMS 4" CIRC MANILA ROPE (6-24)

ITEM	POSITION	Q L CO	THICK
KEEL PLATE	K	1500 - 249'	24.5
BOTTOM	B & C	18	05
FORD OF OBLE			22.5
SIDE	D - E	18	05
SHEER STRAKE	S	810 - 35'	05

NOTE :  
1) THOSE MARKED BY " ARE OF STEEL WHICH HAS BEEN SPECIALLY APPROVED UNDER P.403 OF THE RULE.





# 多目的貨物船“SUNNEK” について

浦賀造船所設計部

## 1. 概 要

本船は Cedar Shipping Co. 発注による 載貨重量 15,700 英噸の多目的貨物船として計画・建造されたもので、当浦賀造船所において昭和33年1月24日起工、同年7月28日進水、同年12月7日無事船主に引渡された。

引渡し後本船は、先に当所において建造せるボーキサイト運搬船“SUNWALKER”と同様 Saguenay Terminals Co. の手によつて運航されている。資本・運航系列が“SUNWALKER”と同一であるので、計画・設計・建造に当つては“SUNWALKER”と同様 Saguenay Terminals Co. 特有の思想が多々盛り込まれている。

本船は主としてアルミナ・ボーキサイト・穀物等多種目の撤荷をその航路・需要に応じ積みわけるので、この方針に即応した特徴を有している。主なるものを列挙すると

- 1) 積付係数に相当差のある軽撤荷および重撤荷の両者に合った貨物倉容積を確保するため、深水槽および甲板間容積を有効かつ適切に配分したこと。
- 2) 第二甲板裏側船体中心線上に、船倉深さの約3分の1の深さを有する permanent shifting board を、深水倉を除く全貨物倉に設け、重撤荷搭載に備えたこと。
- 3) 上甲板左右倉口桁の裏側に、蝶番で仕切板を取付け、不用時は上甲板裏に格納しておく。必要に応じてこれらの板を垂直に下し、他端を第二甲板に密着させて甲板間中央部にトランクを形成せしめ、アルミナおよび穀類搭載の場合の有効な feeder space としたこと。
- 4) それぞれの倉口巾が船巾の約30%にも及ぶ倉口を左右両舷に設け、陸岸荷役設備と相俟つて荷役能力の増大を図つたこと。なお本船の荷役は強大な陸岸設備に依存し、本船は荷役設備を持たないこと。
- 5) “SUNWALKER”同様船尾楼甲板室以上の上部構造並びにこれに附随する諸艙装品はアルミニウム合金製としたこと。
- 6) 安全・消火・居住設備等には英国 M. O. T. の規則を完全に適用し、諸装備品は規則に指定された会社の製品を使用したこと。

等である。

“SUNWALKER”と同じ思想の点に重複して触れることは避け、以下本船の特性を主体にして設計上の要点を述べてみる。

## 2. 主要々目

1. 船型および用途 船尾機関付凹甲板型二層貨物船。主としてアルミナ・ボーキサイト・穀物運搬用。
2. 船 級 ロイド船級協会  $\star$  100 A 1 “BULK CARGO CARRIER” &  $\star$  LMC
3. 主要寸法等
  - 全 長 167.08 M (約 548'-1 $\frac{7}{8}$ " )
  - 垂線間長 157.00 M (  $\simeq$  515'-1" )
  - 型 巾 20.40 M (  $\simeq$  66'-11 $\frac{3}{8}$ " )
  - 型 深 12.50 M (  $\simeq$  41'- $\frac{3}{8}$ " )
  - 満載吃水 (龍骨下面より) 9.301 M (  $\simeq$  30'-6 $\frac{3}{8}$ " )
4. 噸 数
  - 総 噸 数 12,576.04 T
  - 純 噸 数 7,519.67 T
5. 載貨重量 16,875.86 K.T. (16,610.10 L.T.)
6. 容 積
  - 貨物倉容積 (第二、第三深水槽を含む)
  - グ レ ー ン 24,988 M<sup>3</sup> (882,442 ft<sup>3</sup>)
  - ベ ー ル 23,488 M<sup>3</sup> (829,474 ft<sup>3</sup>)
  - 燃料油槽容積(96%) 2,582.5 M<sup>3</sup> (91,280 ft<sup>3</sup>)
  - 清水槽容積 128.9 M<sup>3</sup> (4,556 ft<sup>3</sup>)
  - 養糞水槽容積 123.3 M<sup>3</sup> (4,358 ft<sup>3</sup>)
  - 脚荷水槽容積 5,129.0 M<sup>3</sup> (181,273 ft<sup>3</sup>)
7. 速 力
  - 航 海 速 力 (7,300 SHP, 排水量 22,590 K.T. にて) 約 15.5 節
  - 試運転最高速力 (8,100 SHP, 排水量 11,600 K.T. にて) 約 17.5 節

## 8. 乗 員

		甲板部	機関部	事務部	計
士 官 士 官 属 計	官 員	7	9	2	18
	士 官	2	1	2	5
	属	10	8	6	24
	計	19	18	10	47
水 先 旅 人 総 客 計	水 先				2
	旅 人				6
	総 客 計				55



### 3. 一般計画

本船は Saguenay Terminal 社より提示された一般配置概略図と仕様書を基にして引合交渉が始められたのであるが、当初の狙いは  $L \times B \times D \times d_{ax} = 515' \times 67' \times 41' \times 30'$ 、載貨重量 15,700L.T.、平均航海速度 15 節であり、第一、三、五貨物倉に水平深水槽を配しかつ荷役設備を持つ船であつた。その後トリム・縦強度・荷役操作・鋼材必要量等の見地より水平深水槽と垂直深水槽の利害得失およびその位置、更には乾舷の余裕と船楼とのかねあいおよびその処置につき、種々折衝を行つたのであるが、結局

- 1) 深水槽の形式とその位置の撰定
- 2) 荷役設備を除去するかどうか
- 3) 上部構造物をアルミニウムにするか否か
- 4) 船首楼を撤去するかあるいは乾舷の余裕をもつた

いわゆる with freeboard の船とするかどうかの諸件については船主側が改訂の権利を保有するとの条件の下に契約を行つたのである。

契約後船主との交渉が進むにつれ、深水槽の件は第三貨物倉の前側と第五貨物倉の前側にそれぞれ1個の垂直深水槽を設置することに定まり、荷役設備も第一～五倉口間には設けないことになつた。この二つの変更のため重量軽減は約 250 屯であつた。第三の上部構造物の件は“SUNWALKER”と同様アルミニウム構造で施工することに定まつた。アルミニウム使用量総計は約 110 屯である。従つてこのための軽荷重量の減少は約 165 屯であつた。次に第四の問題であるが、結局船首楼を設置することとなり、船尾楼も一部を甲板室とする方針が認められず長船尾楼の形式になつた。よつて吃水増加による載貨重量の増分は約 430 屯となり、総計すると当初より約 850 屯も載貨重量の多い船になつた。

完成状態で積付係数は

- 1) 第一～五貨物倉にボーキサイトを満載する場合は約 30 ft<sup>3</sup>/L.T.
- 2) 第一～五貨物倉および甲板間トランク部にアルミナないし穀物を満載する場合は最大 47 ft<sup>3</sup>/L.T.
- 3) 第二・三深水槽および一般貨物倉まで含めると約 56.5 ft<sup>3</sup>/L.T.

となり、shifting-board をその都度取付けたり脱したりせず、trunk-panel の簡単な操作だけで船の安全性を損うことなしに広範囲の積付係数を得ることが出来、いわゆる多目的撤荷貨物船としての特徴を遺憾なく發揮出来る次第である。

トリムはボーキサイトを満載し入港する状態が一番芳

しくないが、この場合でも約 300 m/m 弱船尾トリムとなるように計画された。

次に並列倉口の問題であるが、これは甲板間の hinged panel board の件と合せて Saguenay Terminal 社特有の idea である。二つの倉口中の合計は船中の約 60% にもおよび、在来船とは比較にならない程大きな倉口面積を有している。陸岸の荷役設備と相俟つて極めて優れた特性を持つた船と言ひうる。なお倉口中が大きく上甲板の有効巾が狭められた関係上、左右倉口間の上甲板の取扱いが極めて微妙であり、ロイド船級協会と種々折衝したが、結局左右倉口の間隔が狭いという理由でこの部の甲板の板厚は他の上甲板の板厚と同等であることを要求され、しかもこの部分は縦強度部材に算入することを認められなかつた。その後進水時における応力測定の結果、倉口間部分は中心線隔壁と相俟つて縦強度部材として有効に作用していることが判つた。この件については、並列開口を有する構造材の応力測定と題して模型実験中であるので、これ等の成果を待つて船級協会の明確なる態度を切望するわけである。

最後に陸岸荷役設備を使用して荷役する関係上、荷役時のトリムおよび吃水調整について注意する必要がある。本船はバラスト系の諸ポンプの容量を 850 屯強にし、管径・配管等にも考慮を払いこれに対処してある。

### 4. 一般配置

既に述べたように、本船は船主側の概略一般配置図を出発点として紆余曲折の末、一般配置図のようになったものである。

本船は二層甲板船で船首楼と船尾楼を有する船尾機関船である。船体は 8 枚の横置水密隔壁で区劃し、船首より船首水槽・第一深水槽および一般貨物倉・第一～五撤荷貨物倉および甲板間撤荷貨物倉・機関室・船尾槽に分れている。また第三および第五撤荷貨物倉の前側にそれぞれ1個の撤荷および脚荷水兼用の深水槽を設けてある。一般貨物倉および第一貨物倉間にバイボットの橋を配し一般貨物倉用の 3 屯デリック・ブーム 2 本を設けたほかは荷役設備を設けていない。上甲板および第二甲板にはそれぞれの巾が 6.10 M の倉口を左右 5 個計 10 個並列に開口し、上甲板倉口にはマック・グレゴリー式鋼製倉口蓋を設け、上甲板中心線上適當の間隔に配した 3 個の電動ウィンチで開閉出来るようにしてある。第二甲板の 10 個の倉口には本船の性質上倉口蓋を設けていない。甲板間貨物倉は左右舷に配した hinged-panel と縦隔壁でトランクを形成出来るようになってゐる。全撤荷貨物倉に、貨物倉深さの 2/3 の深さを有する corrugated



shifting board を設置してボーキサイト搭載時の動揺に備えてある。第一貨物倉前端より機関室後方まで全通の二重底を計け、貨物倉内はホッパー型になつている。燃料油は貨物倉内二重底の第二～五油槽および機関室内二重底の一部に搭載し、船尾槽は予備燃料油槽に使用可能のように配管してある。居住区は船尾に設け船尾楼は属員、船尾楼上第一層甲板室は準士官、更にそれより上の甲板室二層は士官および旅客用に充当した。居室造作はすべて M.O.T. を完全に満足するように施工してある。蛇足ながら居住区配置は Saguenay Terminal 社が Canada の Lauzon-Levis 市にある Davie 造船所で建造中の本船の姉妹船と全く同一にすることを強く要求されたので、全面的な改正を余儀なくされたものであり、居住区の造作は非常に程度が高くなつている。

### 5. 船 殻 構 造

本船はロイド船級協会のバルク・カーゴ・キャリアーとして構造設計をしたものであり、次の如き付帯事項を有している  $\clubsuit$ 100 A1 "BULK CARGO CARRIER" "AS ADDITIONAL STRENGTHENING FOR HEAVY CARGOES IS PROPOSED IN ACCORDANCE WITH THE SOCIETY'S RECOMMENDATIONS CONTAINED IN THE RULE. THIS FACT COULD BE RECORDED ON THE CLASSIFICATION CERTIFICATE" なお強度計算上の吃水は 9.27 M (30'-5") である。本船の中央切断面は折込図の通りであるが以下概略を述べてみる。

船殻構造はこの種の船種・船型で極力部材重量が少くなるよう船底および強力甲板は縦肋骨式、船側および第二甲板は横肋骨式のいわゆる複合構造形式を採用した。更に当然のことながら出来る限り溶接構造を採用し、龍骨と船底外板・彎曲部外板の上下縁・舷縁山型鋼と外板および甲板・甲板片舷一条の縦縁のほかはすべて溶接構造とした。貨物倉内二重底はホッパー型とし船側肋骨1本おきに肋板を配し重量貨物に備えた。二重底上面は床板を張らずに倉口直下のみ増厚して衝撃その他に備えた。甲板間中心線縦隔壁板の上部は増厚して甲板々厚に見合うように考慮した。また貨物倉内 shifting board は縦波型構造とし撒荷物が自由に落下出来るよう図つた。

上部アルミニウム構造と船殻主構造との取合いおよびアルミニウム溶接構造等は "SUNWALKER" と同様であるので省略する。

### 6. 船 体 機 装

倉口蓋および端舷鈎を鋼製にしたことおよび諸機装品

の中 M.O.T. でメーカーを指定しているものは指定メーカー品を輸入し装備したほかは "SUNWALKER" と本質的に異なる点はない。その他特記すべきものを挙げると次の通りである。

#### i) 繫留 備 品

ロイド規則に定められた Equipment letter より一段上の備品を装備するよう強く要求されたのでその指示に従つた。

#### ii) 空気調節並びに通風装置

居住区全体に亘り central unit 型式の空気調節装置を施工し、冷房時は外気温度 90°F., 相対湿度 80% の時室内温度 80°F., 相対湿度 58%, 暖房時は外気温度 20°F. の時室内温度 70°F. になるよう計画した。空気調節装置は左右2系統に分れ、暖房時は lower bridge deck 通路に装備したそれぞれのサーモスタットにより自動的に調節され、冷房時は選流トランク側に配した電磁弁で調節されるようになってゐる。この外厨室・操舵室・バルクストアに給気1系統、客室および高級士官居室・公室・便所・厨室・配膳室・倉庫等に14系統の排気装置を設けた。

#### iii) 耐火・防熱

機関室が不慮の出火の際、アルミニウム構造の機関室囲壁表面が 200°C 以上の高温にならないよう保護するという M.O.T. の要求に合致させるため、囲壁内面を耐火材のトムレックス 30 mm. で保護した。更に囲壁通路側は防熱材の上にマリナイトを配置した。

#### iv) ダビット・クレーン

食糧等積込みのため、端舷甲板上後方左右舷にそれぞれ1屯の電動ダビット・クレーンを配置した。

#### v) 甲板補機類

甲板補機等はすべて電動であるが、その要目を示すと次の通りである。

名 称	個数	形 式	容 量
揚 錨 機	1	電 動	26 T×25 ft/min
揚 貨 機	2	〃	3 T×130 ft/min
揚貨機(鋼製倉口蓋用)	3	〃	5 T×125 ft/min
繫 船 機	1	〃	6 T×100 ft/min
操 舵 機	1式	電動油圧	32.3T-M(25H.P.×2)
冷 凍 機	2	電動フ レオン	7.5 H.P.×2



## 7. 機関部関係

### (i) 機関部概要

主機関は浦賀造船所において製作された複筒衝動タービン1基で蒸気は重油焚船用2胴水管罐2基によつて供給される。通常航走中は汽罐よりの過熱蒸気は主機用タービンおよび主発電機用タービンに送られ、それぞれ共に排気は主復水器で処理され、主抽気エゼクター、ドレン冷却器、グラウンド・コンデンサー、および第1段給水加熱器を通つて脱気式給水加熱器に導かれ約121°Cの温度でここから主給水ポンプによつて、汽罐に給水される。また、低圧蒸化器を2組装備しており、これには、主機用タービンの低圧抽気を供給する。なお甲板補機類、燃料油加熱器、燃料タンク加熱、甲板雑用等および主給水ポンプ用タービンには罐の緩熱蒸気が使用される。カーゴサービス時には補助復水器および補助給水ポンプが代りに作動を行い、蒸気は主発電機用タービン以外はすべて罐の緩熱蒸気を使用される。

### (ii) 主機械

型式 2段減速複気筒クロス・コンパウンド衝動タービン1基

蒸気圧力および温度（高圧蒸気室内）30 kg/cm<sup>2</sup>G × 385°C

常用出力および回転数 7,300 SHP × 106 RPM

連続最大出力および回転数 8,100 SHP × 110 RPM

重量 102 ton

本タービンは高圧側カーチス1段、単段落9段、低圧側は単段落8段で全段落衝動型である。後進段落はカーチス1段単段落1段よりなり低圧タービン内に納められている。後進タービンは前進定格時の50%の回転数にて80%の出力を発生する。減速装置は2段減速アーテキュレート型を採用し減速車室は全溶接製である。

### (iii) 蒸気発生装置

型式 船用重油焚2胴式水管 罐2基

寸法 水胴: 850 φ × 4,145L, 蒸気胴: 1200 φ × 4,455L, (mm)

加熱面積, 蒸気管: 370.7m<sup>2</sup>, 過熱管: 93m<sup>2</sup>, エコノマイザー: 420m<sup>2</sup>, 空気予熱管: 220m<sup>2</sup>

蒸気圧力温度: 31.5 kg/cm<sup>2</sup>G × 400°C (過熱器出口)

給水温度: 121°C

定格全蒸発量: 17,000 kg/h

連続最大全蒸発量: 21,000 kg/h

内部緩熱器容量: 3,000 kg/h

緩熱器出口圧力, 温度: 31 kg/cm<sup>2</sup>G × 265°C

罐効率: 87%

本水管罐は浦賀造船所製にして、過熱器、エコノマイザー、空気予熱器、緩熱器、給水加減器、自動燃焼装置を装備している。過熱器は輻射による影響を考慮してスクリーン管の数を減らし輻射型に近づけた設計とし空気予熱器は蒸気加熱式のもので、加熱蒸気は通常主機タービンの高圧出口よりの抽気による。緩熱器は潜水型の内部緩熱器で蒸気胴の内部に装備されている。給水加減器はコープス社製の2エレメント式であつて、自動燃焼装置はBailey社製の重油噴燃装置はTodd社製のHexpress型である。スートブローはバルカン式蒸気噴射型を採用した。低圧蒸化器はMaxim社製のW80D型で、蒸溜流量は供給蒸気圧力が約10 P.S.I.Aにて、4,500 G.P.D.のものを2組装備した。

### (iv) 主復水器

型式: 表面冷却2回流式1基

冷却面積: 850m<sup>2</sup> 3/4 × 17 B.W.G.

上部真空: 722 mmHg (海水温度 24°C)

重量: 24.5 ton

本復水器は浦賀造船所製で航海時における主機用タービンおよび主発電機用タービンの排気を処理する。

### (v) 主発電機

発電機は380 KW 450 V.AC 1,800 RPM. 交流発電機2基で、原動機は浦賀造船所製全衝動式1段減速装置付蒸気タービンである。30 kg/cm<sup>2</sup>G × 385°Cの過熱蒸気にて駆動され発電機と共通台板上に装備され、カーゴサービス時は補助復水器(発電機用)に排気は送られ、復水器真空は710 mmHgである。

なお、非常用発電機を1台装備している。これは、ディーゼル駆動の75 KW 450ACで原動機はGeneral Motors社製である。

### (vi) 補機

主給水ポンプ、補助給水ポンプおよび消防および雑用水ポンプ等を除きすべて電動を採用した。主給水ポンプはCoffin社のタービン直結渦巻式で31 kg/cm<sup>2</sup>G × 265°Cの緩熱蒸気により駆動される。

なお、本船においては、通風装置に意を払い要目表にも示されるようにAir Washing Systemを採用して多数の排給気通風機を装備したことが特徴である。

これによつて機関室特に罐室等は清浄な空気と好適な室温に保たれて非常に好評を得た。

その他、補機類の詳細は次の要目表に示す通りである。

### (vii) 補機類等要目

#### (a) 軸系



	数	直 径	長 さ	重 量
中間軸	1	415 mm	7,755 mm	8,975 kg
〃	1	〃	7,665 mm	8,875 kg
推進軸	1	570 mm	8,230 mm	11,155 kg

(b) 推進器

型式; 4翼1体型エロフォイル断面マンガング銅製  
直径, ピッチ; 5,900 mm × 4,370 mm

(c) 補機類

名 称	型 式	数	力 量	回 転 数 × 馬 力
主 発 電 機	3相60サイクル A.C. 減速タービン駆動	2	380 KW 450 V AC	1,800 RPM
非 常 用 発 電 機	ディーゼル駆動	1	75 〃 450 〃	
主 循 環 水 ポ ン プ	堅 電 動 渦 卷 式	1	3,000 m <sup>3</sup> /h × 7.5 m	450~600 RPM × 125 HP
補 助 循 環 水 ポ ン プ	堅 電 動 渦 卷 式	1	500 〃 × 7.5 〃	900 〃 × 22 〃
主 復 水 ポ ン プ	堅 電 動 2 段 渦 卷 式	2	35 〃 × 65 〃	1800 〃 × 22 〃
補 助 復 水 ポ ン プ	堅 電 動 2 段 渦 卷 式	2	6 〃 × 65 〃	3600 〃 × 6 〃
主 給 水 ポ ン プ	横タービン直結渦卷式	2	45 〃 × 400 〃	
補 助 給 水 ポ ン プ	堅 汽 動 ウ ェ ャ ー 式	1	13 〃 × 400 〃	
潤 滑 油 ポ ン プ	電 動 堅 齒 車 式	2	100 〃 × 35 〃	1200 〃 × 30 〃
重 油 噴 燃 ポ ン プ	電 動 横 イ モ 式	2	4/1.2 〃 × 230 〃	1,800/900 〃 × 8/4 〃
燃 料 油 移 送 ポ ン プ	堅 齒 車 減 速 複 筒 ピ ス ト ン 式	1	40 〃 × 70 〃	900 〃 × 25 〃
罐 用 テ ス ト ポ ン プ	電 動 二 連 ピ ス ト ン 式	1	0.4 〃 × 525 〃	1,200 〃 × 2.5 〃
低 圧 蒸 化 器 循 環 ポ ン プ	電 動 横 渦 卷 式	2	} 低圧蒸化器本体に附属	
低 圧 蒸 化 器 プ ラ イ ン ポ ン プ	電 動 横 渦 卷 式	2		
低 圧 蒸 化 器 復 水 ポ ン プ	電 動 横 渦 卷 式	2		
消 防 及 雑 用 水 ポ ン プ	汽 動 堅 ウ ェ シ ン ト ン 式	1	250/85 m <sup>3</sup> /h × 30/70 m	
ビ ル ジ ・ バ ラ ス ト ポ ン プ	電 動 堅 渦 卷 自 給 式	2	300/100 〃 × 20/70 〃	1,800 〃 × 60 〃
ビ ル ジ ポ ン プ	電 動 横 ピ ス ト ン 式	1	65/32.5 〃 × 35/70 〃	1200/600 〃 × 18 〃
海 水 ポ ン プ	電 動 堅 渦 卷 式	1	100/65 〃 × 35/15.5 〃	1750/1130 〃 × 25/7.5 〃
清 水 ポ ン プ	電 動 横 渦 卷 自 給 式	2	6 〃 × 50 〃	3,600 〃 × 5 〃
飲 料 水 ポ ン プ	電 動 横 渦 卷 自 給 式	1	6 〃 × 50 〃	3,600 〃 × 5 〃
温 水 循 環 ポ ン プ	電 動 横 渦 卷 式	1	1 〃 × 3 〃	1,800 〃 × 1/4 〃
サ ニ タ リ ー ポ ン プ	電 動 横 渦 卷 式	1	6 〃 × 50 〃	3,600 〃 × 5 〃
ド レ ン 汲 上 ポ ン プ	電 動 堅 渦 卷 式	2	10 〃 × 45 〃	3,600 〃 × 7.5 〃
始 動 用 重 油 噴 燃 ポ ン プ	電 動 横 齒 車 式	1	1 〃 × 140 〃	1,200 〃 × 2 〃
ド レ ン ポ ン プ (コ ン タ ミ ネ イ ト)	横 電 動 渦 卷 式	1	2 〃 × 30 〃	1,800 〃 × 2 〃
空 気 圧 縮 機	電 動 2 段 圧 縮 式	1	170 m <sup>3</sup> /h × 7 kg/cm <sup>2</sup>	1,800 〃 × 30 〃
空 気 圧 縮 機	電 動 2 段 圧 縮 式	1	60 〃 × 7 〃	1,800 〃 × 12 〃
罐 用 送 風 機	電 動 横 渦 卷 式	2	380/285 m <sup>3</sup> /min × 320/180 mmAq	1,200/900 〃 × 65/30 〃
排 気 通 風 機	電 動 堅 軸 流 式	2	500 〃 × 30 〃	1,200 〃 × 8.5 〃
排 気 通 風 機	電 動 堅 軸 流 式	1	500 〃 × 50 〃	Annulose
給 気 通 風 機	電 動 渦 卷 式	5	425 〃 × 30 〃	Air Washing System
グ ラ ン ト 排 気 通 風 機	電 動 横 渦 卷 式	1	4.5 〃 × 250 〃	3,600 × 2
潤 滑 油 清 浄 機	電 動 シ ャ ー プ レ ス 式	2	850 L/h	3,600 × 2.5



## (d) 熱交換器

名 称	型 式	数	容 量
発電機用補助復水器	横表面式	1	710 mmHg
補助復水器	大気圧表面式	1	20 m <sup>2</sup>
低圧蒸化器及蒸溜器	ソールシエル型 (W 800)	1	4,500 GPD (10 PSIA)
潤滑油冷却器	横表面式	2	100 m <sup>2</sup>
ドレンクーラー, グランド コンデンサー付給水加熱器	エゼクター 付表面式	1	
脱気式給水加熱器		1	
主抽気エゼクター		1	
補助抽気エゼクター		1	
燃料油加熱器	表面加熱式	2	8 m <sup>2</sup>

## (e) その他

名 称	型 式	数	容 量
空 気 槽		2	1500 Lit × 7 kg/cm <sup>2</sup> G
万能工作機	電動グラインダー付	1	3 HP
主機回転装置		1	10 HPE
重油噴燃装置	Todd Hexpress	2	
自動燃焼装置	Bailey	1	
罐水試験器	Ameroid (Drew)	1	
検 塩 計	Marine Electric	3	
スチームタイフ オン	Cockums	1	
エヤータイフオン	Cockums	1	
スートプロアー	Vulcan 空気衝	1式	E-4 S
罐用遠隔レベル ゲージ	Yarway	1	
重油加熱器用温 度調整装置	Leslie	1	
デイオイラー	Lawson	1	20 G/M
疎油分離器	タープロ式	1	20 T/H

## 8. 電 気 部

## (i) 電源装置

主発電機	475 KVA, 450V, A.C., 3φ, 60 $\omega$ , 1800 rpm, タービン駆動 2台
補助発電機	93.75 KVA, 450V, A.C. 3φ, 60 $\omega$ , 1800 rpm, ディーゼル駆動 1台
主配電盤	鋼製デッドフロント型 1面
補助配電盤	同上 1面
蓄電器	200 AH, 24 V, 非常灯および通信装置用 2組
充放電盤	1面
変圧器	20 KVA, 450/115V, 1φ

一般電灯用

3台

3 KVA, 450/115V, 1φ

非常灯用

3台

陸上受電箱 300 A, 450 V, 3φ 防水型

1

## (ii) 動力装置

機関室補機用電動機 合計 53 台, 約 800 IP

甲板部補機用電動機 合計 23 台, 約 884 IP

空気調節装置用電動機 (含通風機) 合計 21 台,  
約 79 IP

## (iii) 電灯装置

一般照明灯 A,C, 110 V

720 灯

航海灯 "

2 灯式

昼間信号灯 "

1500 W 1 基

アルディス信号灯 12 V

60 W 1 基

モールス信号灯 A, C, 110V

1 基

荷役灯 "

34 灯

投光器 " 1 KW 及 500 W 6 基

## (iv) 厨房用電熱器

電気レンジ 21 KW, 440V, A.C. 3φ 2台

電気オープン 12 KW, 440 V, A.C. 3φ 1台

その他電熱器 合計 5台 12.5 KW

## (v) 通信, 計測および航海装置

無電池式電話機

操舵室, 操舵機室, 船首楼甲板, 船尾楼甲板, 機関室, 船長室, 機関長室, 一等航海士室, 事務長室,  
二等機関士室, 属員居住区, サロン, 客室,

呼鐘装置 D.C. 24 V, 14 窓 1式

応答電鈴 " 1式

自動霧中信号装置 エアータイホンおよびスティムホ  
イッスル両用 1式

エンジンテレグラフ 1式

舵角指示器 1式

主機械用電気式回転計 1式

主要補機運転および警報装置 1式

ジェネラルアラーム D.C. 24V. 1式

電気式曳航測程儀 (WALKERS LOG) 1式

音響測深儀 (MARCONI) 1式

パイロメーター 1式

CO<sub>2</sub> 警報装置 1式

転輪羅針儀 (BROWN) 1式

船内放送指令装置 50 W 1式

方位測定機 (MARCONI) 1式

レーダー (BECCA) 1式

## (vi) 無線装置 (MARCONI)

主送信機 (OCEANSPAN VII)



中波および短波 100 W 非常用送信機 (RELIANCE)	1 式
中波 100 W 主受信機 (ATALANTA)	1 式
15 KC~28 MC 非常用受信機 (ALEAT)	1 式
500 KC オートアラーム (SEA GUARD)	1 式
救命艇用携帯無線機 (SALVITA III)	1 式

- 註 (i) 補助ディーゼル発電機は主タービン発電機の非常停止を考慮して潤滑油ポンプ用電動機、操舵機用電動機等を再起動させ得る容量を持ち、自動起動方式とした。
- (ii) 潤滑油ポンプ用電動機は圧力開閉器による自動起動方式とし、運転中にポンプ圧力が低下した際他の予備のポンプが自動的に起動するようにしてある。
- (iii) 電灯器具類は船室のグレードを上げたため、殆んど、埋込式の装飾型を用いた。
- (iv) エンジンテレグラフは発信機を操舵室両舷に置き、そのおのおのの切替は押釦により電氣的に行っている。

(v) ウィンチ及びウィンドラスは LAURENCE, SCOTT のワードレオナード方式を採用した。

### 9. 試運転成績

11月27日第1回、翌11月28日第2回公試を浦賀水道浮島沖にて行つたが、両日とも天気は良好、海上はほぼ平穩であり各部とも極めて順調の内に所期の成果を取めた。関係諸資料を列記すると次のようになる。

船首吃水	3,269 M
船尾吃水	6,794 M
排水量	11,624 K. Tons

### 10. 結 言

以上本船の特徴を要約したわけであるが、本邦で多々建造された輸出貨物船の中で並列倉口を配し独特の積荷対策を講じた撤荷貨物船である点、最大のアルミニウム使用量を有する貨物船である点、M.O.T. を完全に適用しロンドン船籍港を定めた輸出船である点等で極めて unique な存在であり、当浦賀造船所技術陣の全智全能を傾けて設計、建造しわが国の造船水準を全世界に示した船であると信じて疑わない。本船設計・建造の過程が関係各位の御参考となれば幸甚である。

#### 海技入門選書・近刊

東京商船大学助教授 伊丹 潔 著

## 船用電気の基礎

A 5 判上製 180 頁 定価 320 円 (〒 30 円)

電気のごとく理論的なものを理解するためには特に基礎の勉強が必要である。海上の実務について船の電気の基礎を学ぶ人たちのためにかかれた解説書

### 目 次

- 第1章 船用電気の基礎  
 1.1 静電界 1.2 静磁界 1.3 電流 1.4 電磁誘導作用 1.5 交流
- 第2章 発電装置  
 2.1 直流発電機 2.2 交流発電機
- 第3章 電動装置  
 3.1 直流電動機 3.2 誘導電動機
- 演習問題

#### 海技入門選書

東京商船大学助教授 清宮 定 著

## 船用蒸気機関

A 5 判 上製 100 頁 定価 180 円 (〒 30 円)

### 目 次

- 往復動機関
- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1 往復機関の型式 | 2 往復機関の理論    |
| 3 主要部分の構造 | 4 弁装置と逆転装置   |
| 5 特殊往復機関  | 6 船用往復機関の取扱法 |
- 蒸気タービン
- |             |                |
|-------------|----------------|
| 1 蒸気タービンの型式 | 2 蒸気タービンの理論    |
| 3 蒸気タービンの構造 | 4 船用蒸気タービンの取扱法 |
- 復水装置
- |           |          |
|-----------|----------|
| 1 復水装置の概要 | 2 復水器の種類 |
| 3 表面復水器   | 4 空気ポンプ  |
| 5 循環水ポンプ  | 6 復水器の操作 |



原子力の開発利用のすさまじい意欲は、必然的に船舶に及び、世界各国の原子力船への研究、設計、建造計画は短時日のうちに飛躍した。本誌は、原子力船に関する文献をほとんど各号にわたって紹介して来たが、更にここに、原子力船設計あるいは建造に関する最近の状況と、原子動力等の基礎的なものを、解説的に平易にとりあげて特集してみた。なお本特集は、運輸技術研究所佐藤技官および川崎重工業川島栄一氏の特別なる参画の賜である。

## 原子動力の原理

### 1. 緒言

最近原子力船の開発がクローズアップされてきた。原子力の利用は大別すると次の二つがある。一つは水素や重水素等の軽い核が融合するとき放出するエネルギーを利用する核融合反応炉であり、他の一つはウランやプルトニウム等の重い核が分裂するとき生ずるエネルギーを利用する核分裂反応炉である。核融合反応炉は現在反応を制御出来ず、実用は遠い先のことと思われるので、ここでは核分裂反応炉について述べる。核分裂反応の利用も、経済性が成立つようになるためには多くの解決せねばならない問題があるが、近い将来に原子力船団の実現を考えるのもあながち夢ではないであろう。

以下核分裂反応を利用した炉の原理を簡単に述べる。

### 2. 核分裂

#### 1) 核分裂と連鎖反応

原子燃料、すなわち核分裂反応が可能な核には  $U^{233}$ 、 $U^{235}$ 、 $Pu^{239}$  等があるが、ここでは普通用いられている  $U^{235}$  について述べる。 $U^{235}$  核に中性子が衝突し、中性子が吸収され、 $U^{235}$  が二つに分裂し、同時に大量のエネルギーといくつかの中性子を放出する。この放出された中性子がまた他の  $U^{235}$  核と反応し核分裂を引起す。これを連鎖的に持続させてエネルギーを取出すのが原子炉である。この反応が持続するには、1回の核分裂で生じた中性子は必ず次の一つ以上の核分裂を引起さねばならない。そのためには核分裂により生じた中性子が  $U^{235}$  核以外の核で吸収されないよう、また中性子が炉心からもれないよう、等の工夫をしなければならぬ。天然ウランには  $U^{235}$  は僅か 0.7% 含まれているだけで他はそのままでは燃料とならない  $U^{238}$  である。しかもこの  $U^{238}$  は速い中性子を吸収する確率が  $U^{235}$  より大きい。そのため連鎖反応を持続させるには中性子を減速させねばならず、また  $U^{235}$  の含有量を増してやる(濃縮する)こ

ともある。

#### 2) 中性子のエネルギーと核分裂をする確率

$U^{235}$  に中性子が衝突して核分裂を引起す確率は中性子の運動エネルギーにより変化する。一般に、中性子のエネルギーが低くなるほど核分裂を引起す確率が大きくなる。分裂のとき生じた中性子のように高いエネルギー(約 200 万電子ボルト)をもった高速中性子が核分裂を引起す確率と、熱運動程度の低いエネルギー(約 1/40 電子ボルト)をもった熱中性子が核分裂を引起す確率とを比較すると、熱中性子の方が高速中性子のそれよりも数百倍も大きい。すなわち核分裂を起しやすくするには熱中性子が有利である。それゆえ分裂のときに生ずる中性子を熱中性子にまでエネルギーを落す、つまり減速してやる必要が出てくる。

### 3. 中性子の挙動

今、非常に大きい原子炉を考え、その表面からもれて逃げる中性子は無視出来るとする。この炉の中で核分裂により生じた高速中性子が、減速されて熱中性子となり、それがウランに吸収されて核分裂を起し、また高速中性子を生ずるという課程を考えてみる。

今、この原子炉に  $n$  個の高速中性子があるとする。高速中性子も僅かではあるがウランに吸収され核分裂を起す物があるから、それにより高速中性子が生ずるので高速中性子数は増加し

$$n \rightarrow \epsilon n$$

になる。高速中性子は減速材により減速されるが、熱中性子になる以前に  $U^{238}$  に共鳴吸収されるものもある。これはある特定のエネルギーの中性子が大量に  $U^{238}$  に吸収されるので、そのエネルギー巾は小さいからそれを飛び越えて減速すると共鳴吸収を逃げる事が出来るが、ある程度吸収されるのはやむをえない。この共鳴吸収を逃げる確率を  $p$  とすると中性子数(もう熱中性子



になつている)は

$$\epsilon n \rightarrow \epsilon n p$$

となる。この熱中子も全部が燃料に吸収されるわけではなく、燃料以外の物に吸収されるものもある。そこで燃料に吸収される割合を  $f$  とすれば有効な中性子数は

$$\epsilon n p \rightarrow \epsilon n p f$$

となる。これが燃料に吸収された熱中子数であるが、これだけの核分裂が起るわけではない。吸収されても核分裂を起さない中子がある。核分裂が1回起ると平均  $\nu$  個(約2.5個)の高速中子が出るとすると、熱中子1個を吸収することにより出てくる中性子数は

$$\eta = \nu \times \frac{\text{核分裂を起す確率}}{\text{燃料に吸収される確率}}$$

であり、結局中性子は

$$\epsilon p f \eta n \rightarrow \epsilon p f \eta n$$

となる。これで一世代まわつて始めに歸つたわけである。はじめ  $n$  個の中子があつたのだから  $\epsilon p f \eta$  倍になつたわけである。

以上述べてきたことは、極めて大きい原子炉の場合なので、表面から逃げる中性子は無視してきたが実際の炉では表面から逃げる中性子がある。高速中子でもれずに残っている確率を  $L_f$ 、熱中子でもれずに残っている確率を  $L_t$  とすると、最初  $n$  個あつた中性子は結局

$$n \rightarrow \epsilon p f \eta L_f L_t n$$

となる。すなわち最初の  $\epsilon p f \eta L_f L_t$  倍になつたわけで、これを  $k$  とする。

$$k = \epsilon p f \eta L_f L_t$$

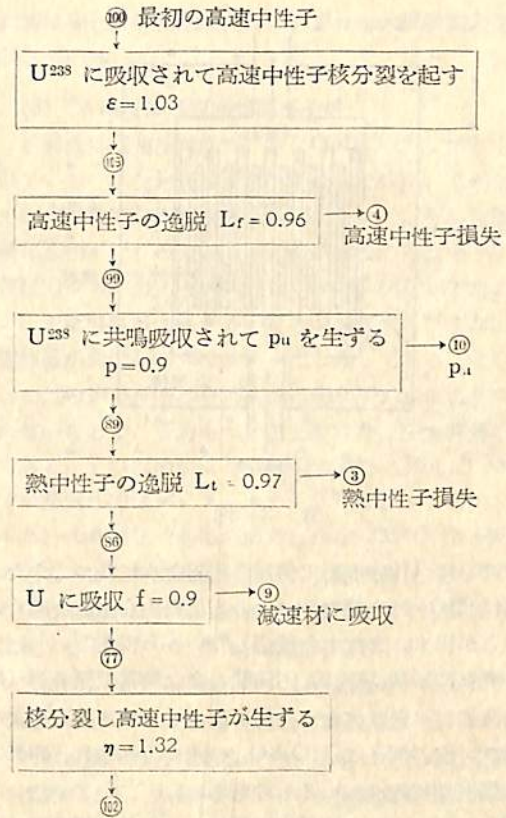
最初高速中子が100個あつたとした例を第1図に示す。

$k > 1$  のときは中性子数は時間とともに増加するからそのまま放置しておくと炉は暴走する。

$k < 1$  のときは中性子数は減少していくから炉は停止する。

$k = 1$  のときは中性子数は一定で、原子炉の定常運転はこの場合である。

$k$  が温度によりどのように変るかは重要な問題である。多くの実用炉では温度が上昇すると  $k$  が小さくなるように、すなわち温度係数がマイナスになるようにしてある。こうすると、核分裂が何かのために増加し、そのため温度が上昇すると  $k$  が小さくなり、中性子が減少し核分裂が少なくなる。このため暴走の心配はない。燃料中の  $U^{235}$  に中性子が吸収されるとプルトニウムになる。炉を運転していると、次第にこのプルトニウムの量が増加していくが、これがある程度以上になると、プルトニウムのために温度が上昇すると  $k$  が大きくなる、



第1図 100個の高速中性子の経過の例

すなわち核反応がより多く起るようになる。これが近頃問題になつたプラスの温度係数の問題である。このために燃料をあまり長時間使えず、適当な所で交換しなければならなくなる、すなわち燃焼率が問題になり、経済性に大きい影響をあたえる。なお説明図を第1図に示す。

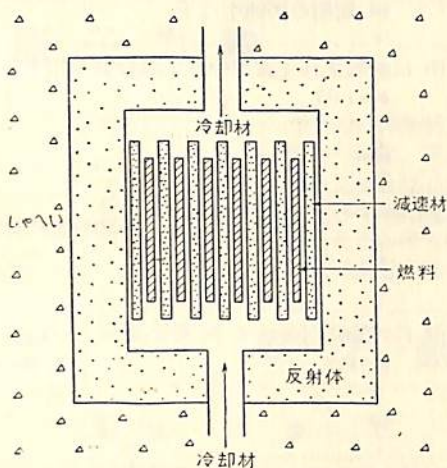
#### 4. 原子炉の構成

原子炉の概略図を簡単のために構造上の詳細を略して第2図に示す。炉の中心である炉心には原子燃料と高速中子を熱中子に減速してやる減速材がある。核反応で生じたエネルギーは熱の形になり炉心を通つて循環する冷却材を使つて取出される。炉心のまわりには中性子のもれを少なくするための反射材があり、それが更に遮蔽体で囲まれ、炉心から出てくる放射線を人体許容量以下に下げる。炉の種類によつては一つの方法で減速材と冷却材を兼用しているものもあるが第2図は減速材と冷却材の分れている例である。

##### (I) 燃料

燃料として  $U^{235}$  を考えてみると、 $U^{235}$  が0.7%含まれている天然ウラン、数%含まれている低濃縮ウラン、 $U^{235}$  を90%程度含む高濃縮ウランがある。





第 2 図

ウランは  $UO_2$  の形で使用されるようになってきた。これは  $UO_2$  は金属ウランよりも燃料中心温度を高くとることが出来、また水と反応しないからである。

ウランの形状は板状、円筒状、また均質型原子炉（燃料と減速材が別れてなく一様に混合してある炉）のようにウラン塩、例えば  $UO_2SO_4$  が水に溶かされ、耐酸性の金属容器に入っているものもある。

例として、米国の原子力商船サバンナ号の燃料について述べる。燃料は  $UO_2$  を焼結した外径 0.4425 吋の円筒型で、これを外径 0.500 吋、壁厚 0.026 吋の 304 不銹鋼の中に入れてある。これを燃料棒という。この燃料棒 196 本を中心間の間隔 0.612 吋に正方格子状に配列してある。これを燃料アセンブリといい、これは 8.9 吋角となっている。炉心にはこの燃料アセンブリを正方格子状に 32 個並べてある。ウランの濃縮度は 4% であり、これで 74 MW の熱出力で 600 日間運転出来る。

## (2) 減速材

中性子を減速させるには、中性子を減速材の原子核と弾性衝突させて行く。このとき中性子は前述したように、 $U^{238}$  の共鳴吸収のエネルギーをとり越えて減速されねばならず、そのためには数多くの衝突をし徐々に減速していくより、1 回の衝突で大きく減速する方がよい。そのためには原子核の質量は軽い方が良く、水素原子が最適となる。最も理想的に中性子が水素原子核に衝突するとただ 1 回の衝突で中性子の速さは零になる。これを考えると普通の水（軽水）が良いわけである。しかし、軽水は（すなわち水素は）中性子をある程度吸収する。そこで軽くて中性子を吸収しない物をとると重水が最も良い。これは最良の減速材である。しかし高価であるた

めに、普通減速材としては軽水、黒鉛、ベリリウム化合物、有機物が用いられている。

## (3) 冷却材

冷却材は勿論流体でなければならないが、比熱が大きく、熱伝導のよいものが必要である。また炉心を通るから中性子の吸収の少ないもの、中性子やガンマ線により強い放射性物質に変換されないものでなければいけない。液体では水、気体では炭酸ガス、ヘリウム等が用いられている。また液体を用いて、冷却と減速を兼用させるものもあり、この例としては水、有機化合物がある。

## (4) 反射体

中性子の挙動の項で述べたように中性子の一部は減速の途中で炉心の外に逃げ、また熱中性子の一部も逃げる。これを防ぐために炉心のすぐ外側に置くのがこの反射体で、炉心から出てきた中性子はここで反射されてまた炉心に帰る。反射体としては水、ベリリウム等が使用される。

## (5) 遮蔽材

原子炉からは反射体を通つて外に出る中性子がまだ相当あり、またガンマ線も出る。これが人体に当たると放射線障害をひき起すので、これを防ぐのが遮蔽材である。中性子を防ぐにはこれを吸収しなければならないわけだが、吸収のためにはまず減速させねばならず、そのためには減速材と同じく水が都合が良い。ただ減速材と異なるのは遮蔽材は中性子を吸収する方が良いので重水よりも軽水が適する。また水素を多く含む有機化合物、例えばプラスチック等も使用されている。また中性子をよく吸収するボロンも用いられる。

ガンマ線に対する遮蔽としては一般に重い物質が良い。鉛がよく用いられ、費用の点から考えるとコンクリートも用いられる。コンクリートの良い点はこれは中性子に対する遮蔽にもなる点である。比重の大きい、また水を含んだり、ボロン等も入れたコンクリートの研究が進められている。

## 5. 原子炉の例

### (1) 沸騰水型原子炉

沸騰水型原子炉 (BWR) は字の如く原子炉中で核反応により発生した熱により水を沸騰させ、その蒸気でタービンを廻す炉である。

これの長所は安定性が極めて良いことである。すなわち原子炉の燃料と減速材の比率が最も良く設計されているなら、原子炉内に起つた気泡発生などの現象は必ず反応を停止させる方向、すなわち  $k$  が 1 より小さくなる



ように働く。原子炉になんらかの事故が起り、反応が急激に進み出力が増した場合は、内部の温度が上昇して大量の気泡が発生し、その気泡のために反応度が下り、気泡が少なくなり元に帰る。他の型の原子炉にも負の温度係数があり、出力が増すと反応は減少するようになっているが、それが気泡によって行われるのは沸騰水型のみである。

しかし、以上のことが却って都合が悪い場合もある。例えば負荷が増大した場合、大量の蒸気を必要とし、そのために内部から大量の蒸気を発生する。そうすると蒸気が多くなるために反応度が下り、出力は下る。すなわち負荷がかかると反応は低下し逆効果となる。しかし、これは二重サイクルにすることにより改良される。

次に沸騰水型原子炉の安全性について述べる。アメリカで炉から急激に制御棒を抜いて、反応を上昇させてやる実験が行われた。反応度がある程度以上になると、すなわち  $k$  がある程度以上になると、急激な沸騰が内部に起り水が炉心の外に排除された。水は減速材でもあるから、中性子の減速は停止し反応は停止した。この場合燃料は変型するが爆発はしない。ただ条件が適切であると、急激な温度上昇により燃料は溶けて、これが化学的に水と反応し爆発するが核爆発ではない。このことは沸騰水型原子炉は金属材料さえ適当ならば、高度の安全性をもっていることを示している。

### (2) 加圧水型原子炉

沸騰水型原子炉は炉内で水を沸騰させたが、加圧水型原子炉は同じく水を使用するが沸騰させないやり方である。そのために圧力をかけてやるので加圧水型というのである。原子炉内で加圧された水は炉から出て熱交換器に入り、そこで熱をうばわれてまた炉に入る。

加圧水型原子炉では冷却材、すなわち水を高温にするには圧力を大にして、その飽和温度を高めなければならない。普通、加圧水型原子炉は炉内の水の圧力を 2,000 psi (140 気圧) とし、その飽和温度 363°C 以下に水の温度をおさえて沸騰を防いでいる。加圧水型原子炉はこの高圧のための圧力容器を必要とするのは沸騰水型に比べて不利な点である。ただ加圧水型は比較的負荷の変動に対して炉が急速に追従し、正常運転時にはほとんど制御してやる必要がないほど運転は容易である。

また熱的性質をみると、加圧水型は圧力の高いのは欠点であるが、沸騰水型は蒸気泡のある水の中性子減速に問題があるため炉心の容積当りの出力が小さく、大きな圧力容器を必要とし、大出力となると不利である。

加圧水型と沸騰水型とはいずれも水を用いるが、この

両者はそれぞれ特色があり、いずれも大規模動力炉が実現している。

### (3) 有機液体減速冷却型原子炉

有機液体減速冷却型原子炉 (OMR) は、加圧水型と似ている。すなわち加圧水型では水で減速、冷却を行っているが有機液体減速型は名前のお通り、それを液体有機化合物で行うのである。一般に有機液体は中性子の減速能力は水に比して劣るが、中性子の吸収は水より少い。また温度が上昇すると反応が減少する、すなわち温度係数が負である点は加圧水型と同じである。その上、この型の炉の長所は有機液体の飽和圧力が水よりはるかに低いことで、圧力をかける必要はなく圧力容器が不要である。そのため炉は小型軽量になる。例えば 325°C での蒸気圧力はディフェニール 3.7 気圧、ターフェニール 0.3~0.8 気圧であるのに対し水は 363°C で 140 気圧である。また有機液体と燃料、有機液体と二次系の水との反応も起らないし、構造材や被覆に対する腐蝕も水に比較すると小さい。また誘導放射能も小さい。

欠点は、まず有機液体の放射線に対する安定性である。放射線に対して最も安定な有機構造はベンゼン環で、ベンゼン環の結合であるポリフェニール系の有機液体ならば熱的にも、放射線に対しても比較的安定である。実用上は 2 個のベンゼン環の結合であるディフェニールやその系統のものが良さそうである。

また融点が高く起動時に系を加熱しなければならないのも欠点である。例えばディフェニール 69°C、ターフェニール 50°—200°C である。しかし、中にはディフェニールとターフェニールとの共融混合物の 21°C、イソプロピルディフェニールの 0°C 以下というものもあるが、これらは飽和蒸気圧も低く、熱伝導性もやや悪く、放射線に対する安定性も悪い。

現在知られている範囲では、モノイソプロピルディフェニールが最も優秀で、融点 -47°C、300°C における飽和蒸気圧は 1.25 気圧である。

適当な有機液体さえ見出されると、有機液体減速冷却型原子炉は将来性のある炉で、特に船用には適している。

### (4) ガス冷却型原子炉

ガス冷却型原子炉の例は英国のヨーロッパホール発電所の原子炉である。これは中性子の減速材としては黒鉛、冷却材としては炭酸ガスをを用いている。燃料は天然ウランである。この炉の長所は第一に、ガスは普通の温度、圧力では原子密度が小さい。そこで中性子の吸収が少く炉に及ぼす核的影響が少ない。第二に原子炉の冷却材と



して普通考えられているガスは多くの物質に対して比較的不活性である。そこで炉の構造材料の選択範囲が広くなる。第三にガス冷却材では液体の場合の沸騰点のような温度の制限がなく、原則的には構造材料の耐え得る範囲内では温度を任意にとれる。高温で動作出来るので熱効率是非常に高い。

欠点としてはまずガスは液体と比較すると冷却能が悪く、冷却に必要なポンプ動力が比較的大きい。第二に天然ウランを使用する炉は大型となり原子炉製作技術上の制約がある。しかし、これらの欠点にも拘らず英国がすでに商業規模の発電所を実現し、安全に運転している実績は無視できない。しかも上に述べた欠点は必ずしも除かれぬものではない。例えば濃縮したウランを用いると炉は小型に出来る。またガスは液体に比して、小さい容積から大量の熱を除去するには劣るが、より高い温度を用いて熱除去効率を増すか、必要ならば高压にするとよい。

ともかく、耐高温材の技術が進歩すると、それに伴ってガス冷却型の長所は益々生かされていく。そこでまず高温燃料を考えてみると、ウラン・カーバイドを黒鉛中に分散させるか、黒鉛で被覆した物、プレスされた酸化ウランや酸化ウランと酸化ベリリウムの混合物のような純粋なセラミック、不銹鋼のような金属に酸化ウランのセラミックを分散させたいわゆるサーメットがある。ウラン・カーバイドは耐高温度性と中性子吸収物質がないのが長所である。しかし、高温燃料体としてのウラン・カーバイドの可能性については未だ実験的には確められてはいない。セラミックは非常に高い温度に耐えるとい

う長所はあるが、熱による歪や、輻射により構造的に破損し易く、従つて作動時間は長く出来ない。酸化ウランと金属との混合物のサーメットは燃料物質の化学的不活性と、金属の物理的性質に優れている点を合せ持っている。例えば酸化ウランと不銹鋼の混合物は不銹鋼の強さと耐腐食性を有する。

次に高温用の減速材としては黒鉛、酸化ベリリウム、水素がある。黒鉛は高温での物理的性質は優れているが、減速能に劣っている。そのため小型炉に用いると中性子のもれが大きくなる。酸化ベリリウムは減速能は優れているが成型加工が難かしく、また高温での熱による歪に対する抵抗性についても疑問の点がある。水素は小型炉に対して高性能の減速材であり、最近水素含有率の高い高温固体水素化合物減速材の研究が進められている。

最後に冷却材としては窒素、ヘリウム、炭酸ガスがある。窒素は化学的に安定で、その性質は空気に似ているのでコンプレッサやタービンの設計の場合にも特別な問題は起らない。ヘリウムは勿論非常に安定性があり、高純度の物が生産出来るので炉心中で強い放射性となることはない。しかしヘリウム用のコンプレッサやタービンはかなりの進歩を必要とする。炭酸ガスは高温高压において熱伝達はよく、コンプレッサやタービンに普通のものでよいが、窒素やヘリウムに比較して安定性に劣る。

高温材料の問題さえ解決すればガス冷却型原子炉の将来は洋々としており、将来の船用原子炉は有機液体減速冷却型かガス冷却型が多くなるのではないかと思われる。

工学博士 山県昌夫 著  
日産汽船工務部 田中兵衛 著

## 原子力船

B5判 200頁 上製函入  
定価 500円 50円

### 目次

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



## 船用原子炉について

### 1. 序

動力用原子炉の開発は、米国、英国、ソ連、を中心に世界各国で進められており、実験研究の段階から、実用規模の動力プラントへと目覚ましい発展の途上にある。大部分は陸上プロトタイプの実験を目的とした炉であり、発電用原子炉として有望であると考えられる原子炉の型式が、今日まで多数発表され、すでに多くの炉が運転実績をあげており、各所で建設が進められている。特に英国の CALDER-HALL 型で代表される天然ウラン燃料使用の黒鉛減速ガス冷却炉、対しては米国の加圧水型、沸騰水型で代表される濃縮ウラン燃料使用の軽水減速冷却炉が、それぞれ国情に合わせ、独特の特性を持ったものとして開発されており、商業上火力発電と対抗するまでには至っていないが、現在において実用性ある発電炉の地位にあることは周知のとおりである。

原子炉を船舶推進に利用することは、初めは米海軍潜水艦ノーチラス号、シーウルフ号等の軍事的が主であったが、最近に至りソ連の砕氷船レーニン号の進水、米国の貨客船サバンナ号の起工がすでに行われ、平和目的の船舶への利用が積極的に開始された。船用炉として今日実用化されているのは潜水艦用原子炉として出発した加圧水型炉で、レーニン号、サバンナ号にも搭載されるものである。別項の「米国、英国における原子力商船設計例」にて紹介するものの他、1958年の原子力平和利用会議（ジュネーブ会議）にても幾つかの原子力船に関する論文、試案が発表され、世界各国で多くの型式の船用炉の研究、試設計がなされているが、現状において加圧水型炉以外の炉を使用した具体的建造計画などは今のところない。しかし沸騰水型炉は、船用としての見通しも十分ついているので近い将来に実用化するものと思われる。船用炉も発電炉と原理的に何等差異はない。しかし実際面で船舶特有の事情から、船用炉は発電用と相当に異った厳しい条件を満足せねばならぬことに難点があり、実用化の歩みが発電炉ほど進歩しないのは止むを得ないところであろう。いずれにせよ定地タイプの動力炉からの情報を基礎に、船用炉に課せられた障害の克服の努力が、船用炉の新分野を開き、技術的にも最適な原子力船が完成されることは確かなことである。

船用原子炉として現在のところ、次の4つの型式が可

能性があるとみられている。すなわち加圧水型炉、沸騰水型炉、ガス冷却炉、有機物冷却型減速炉である。すでに運転経験を持った加圧水型を除いて、他の炉は船用炉としての経験による裏付けが少く、研究開発の初期の段階では、それぞれの原子炉に個々の利害得失があるが、適確に、その優劣を技術的に、経済的に判断し、また将来性を云々することは難しい問題である。厳密にいつて、船用炉として開発してゆくにしても、その種類を定め難い現状である。

さて、本文においては、原子動力を船に Apply する上の問題点とか、各種の炉の特徴、それに今後の船用炉の方向について今日までの情報をもとにして考察されているものを、簡単に要約してみたい。そして船用炉の概念をつかんでいただきたいと思う。

### 2. 船用原子動力の問題点

動力用原子炉を実用化するに当つては、今日存在する動力プラントに対抗するためには、技術上、経済上、幾多の問題点があげられている。動力用原子炉として共通に要請される基本条件は次のように要約される。

(1) 安全性と信頼性を持つこと； すべての原子炉のまず第一に要求される条件であり、勿論各種の制御、安全装置が設けられるであろうが、原子炉自体が固有の安全性を有しなければならない。一番問題になるのは、原子炉の反応度の温度係数である。

(2) プラントの熱効率の高いこと； このために高温運転が要求され、原子炉の構成材料、特に、燃料体、冷却物質の選択が重要である。

(3) 建設建造費が安価であること； これには安価な材料で製作出来る原子炉型式の選定をすることであり、燃料を天然ウランにするか濃縮ウランを使うか、減速材に何を運ぶべきか、などによつて決まる。

(4) 高い燃焼率と、大きな燃料転換率が得られること； 経済性についての重要な Factor となるものである。燃焼率とは燃料物質単位重量当り得られるエネルギーであり、燃料転換率とは、消費される分裂性物質に対する生成される分裂性物質との比である。

(5) 炉に使用される燃料形式の成型、化学処理が簡単に安価なものを選ぶこと。

(6) 原子炉の構造が簡単に運転制御が容易なこと。



(7) 保守、燃料取換が容易なこと、維持費が安価なこと。

(8) 運転時および保守作業中、放射能に対する運転作業員の防護が容易なこと。

等があげられる。船用炉としては更に上記事項の他に、いくつかの特殊な条件が考慮されなければならぬ。本文は後者に重点をおいて、主として技術的観点から船用炉に関する問題点を考察する。あげられる特殊条件として、(1) 小型軽量であること、(2) 動揺、振動に耐え出力が安定であること、(3) 急激な出力変動に即応しうること、(4) 安全性の要求が絶対的であること、等がある。

陸上発電炉でも軽量であることが望ましいが、絶対の条件でなく、炉が大型化してもプラント自体の単位出力当りの建設費、燃料費が安価であればよいが、船用は積荷重量に関係するので、軽量化は絶対的である。

船用炉は動くのが建前であるから陸上プロトタイプ原子炉と比較すると、ずっと苛酷な条件が要求される。船体は波浪により、ローリング、ピッチング、スラミング、等の運動を行い、原子炉は傾斜した状態で作動しなければならない。同時にこれ等船体運動により生ずる慣性力の作用を絶えず受けていることになり、炉の強度、機構等にかかりの影響を与えるものと考えられる。20°程度の動揺や、0.5g~1gの振動加速度は常時かかる。発電炉では、地震時0.2g程度の加速度に耐え得れば良いとされている。日本原子力発電会社が輸入予定しているホルダーホール改良型炉の仕様によれば、黒鉛ガス炉の構造上の弱みとか緊急時に安全棒が働かぬようになる場合を考慮に入れ、やや高い基準で、水平方向に0.6g、垂直方向に0.3gの耐震設計することが要求されている。船用の場合はそれよりもはるか上の力に十分耐え得べく設計上特別の注意が払われなければならない。

発電炉と較べ、船用炉はかなり急激な負荷変動がある。負荷変動の振巾と変動率を、発電プラントと船用プラントと比較してみると附表の通りである。動力炉として、殊に船用の場合は、負荷の急変に対し、炉の反応度はどのようになり、出力はどのように応答するか、系の温度、圧力はどうなるか、といった動特性の検討は重要

附表

	船用機関	発電用機関
負荷変動(定格負荷を100%とす)	±100%	±20%
変動の速さ	6~25%/sec この程度で排水量20,000~40,000 Tの船が5~8分で停止する。	0.5%/sec

な問題である。動特性を規制する原因は外乱の変化の大きさとその割合で、その大きさも度々要求されるのが船用プラントの特徴である。原子炉がこのような変動に追随してくれることが望ましいが、これは絶対に必要な条件ではない。後述するように、加圧水型原子炉は炉の性質から、負荷変動に対して、かなりの出力の応答性があり、沸騰水型原子炉も、強制循環、2重サイクル方式を採るなどして、応答性をもたせ、十分追従できることが判っている。発電炉の場合は比較的負荷の急変が少ないので、この炉の自己制御性で、十分負荷コントロール出来る。しかしながら船用炉の場合はこれのみでカバー出来ない。そこで船用炉の場合、タービン系統に適当な装置をして、解決する方法が考えられている。すなわちタービンに送られる蒸気の一部を通常運転時バイパスラインから復水器にバイパスさせておき、負荷の急変に際してバイパスバルブを調整することにより、タービンへの蒸気量を加減する。このことによつて原子炉に負荷変動にもとづく、圧力、温度の急変を持ち込むことなく、制御棒調整範囲でスムーズに炉の出力を加減でき負荷応答ができる。

炉の安全性は如何なる原子炉に対しても必要であるが船用では原子力機関の近くに常時旅客、船員が居住し、また人口稠密な港に入港せねばならないので、高度な安全性をもたせ、万全の注意が払われねばならぬ。衝突、坐礁などの海難事故の際に、人体に有害な放射性物質が飛び出してこないようにせねばならぬ。

その他、船用炉の遮蔽型式も船用にふさわしい軽量で、放射能に対して十分効果的で、衝突事故等に対する耐ショック性のある、堅牢な強度を備えるよう設計が要求される(別項サブナ号の紹介参照)。それに発電炉と特に違う点として、制御棒は船の動揺を考え、動きをスムーズにするため、炉心の下に長いガイドを置き、ステックしてひつかからぬようにするとか、緊急停止時に重力のみによることなく、スプリング、その他により確実に作動せしめる構造にすること等が考えられる。

更に船体の造船学的見地から、船用炉は幾つかの規制をうける。炉の重量、形状、配置場所が船の安定性を損わぬようにするために制約を受ける。なおサブナ号の設計値(別項参照)では炉位置がほぼ中央におかれているが、在来船より幾分高い重心位置を持つているが安定上、さして心配はないと見られている。炉による集中荷重も問題にされる所であるが、今日の船の強度で十分であるといわれている。船体の形状から、炉の高さを余り高く出来なく、特に制御棒の機構、位置に工夫がされねばならぬ。



### 3. 原子炉の型式とその特徴

原子炉の型式は、中性子エネルギー、使用燃料、冷却物質、減速材、それに燃料と減速材の配置（均質、不均質）等の構成要素の組み合わせ方で多くの種類となるが、要請される条件で、用途に対して、限定された形式にしばられる。序文に記した4つの型式が、今日船用に向いていそうなものと見られている。これらの炉は地上の発電炉としては、よく開発研究が進められているようであるが、船用炉への応用面は未知な面が多い。これらの型式は将来、今日の概念とはるかに変つた炉となり、また全然新しい型式の炉が出てくる可能性は十分に考えられる。

本節では4型式について、固有な特徴を概説し、別項にて、各原子炉のあらまし、船用炉としての具体例、などを紹介する。

#### 3-1 加圧水型原子炉

後述する沸騰水型炉とともに代表的な水減速、水冷却炉である。炉内で沸騰が起らぬように、炉内温度に相当する飽和圧力よりも高く加圧している。

はじめは潜水艦用（1954年完成以後数隻就航中）として開発され、最も早く実用化した代表的型式である。多くの実績を持ち、高い信頼性が持たれている。発電炉として、1957年に完成した米国シッピングポート発電所、6,000 KW が代表的である。これは潜水艦ノーチラス号に用いた STR-II、および実験炉 STR-I を基礎として作られた。ソ連では米国型とちがつて減速材に黒鉛を使用した 5,000 KW 発電炉（RAPS）があり、世界で最初に一般供給用発電に成功して有名である。

沸騰水炉を含めて軽水減速冷却炉は、熱伝達率が高く、安価な秀れた冷却能力を持っているが、重水や黒鉛と比較して減速材としての核的能力が悪く、濃縮ウランを使わなければならない。

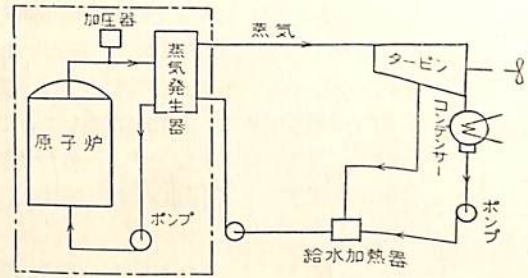
さて加圧水型は沸騰を抑制しているため、高圧の圧力容器を必要とし、熱交換器とともに、大重量となり、資本金がかさむことが大きな点である。しかしながら信頼され、実用化されている重要な点は、炉心の出力密度が高く、負荷変動に対する自己制御性がよく、運転が容易なことである。負荷変動の激しい船用炉に経済性を考えに入れなければ魅力的であるのは当然である。

（第1図参照）

その他にもいくつかの特徴があるが、次の（3-2）の沸騰水型原子炉と比較しながら記述する。

#### 3-2 沸騰水型原子炉（BWR）

沸騰水型原子炉は後述するように、幾つかの形式が可



第1図 加圧水型系統図

能で、用途に応じていろいろ変つたものが考えられている。原理的に加圧水型と異なるのは、炉心の熱を沸騰熱伝達で熱除去をなし、発生した蒸気で直接タービンを駆動していることである。

熱伝達の見地からすれば、沸騰の際の熱伝達率は、沸騰が核沸騰の範囲であれば、液相を保つ場合よりもはるかに高いので、同じ質量速度で循環させれば、沸騰を許した方が、燃料温度を低く保てることになる。また水の蒸発の高い潜熱を使うことによつて、同じ質量流量で多量の熱を除去し、冷却物質としての効果が大となりうると思われる。にもかかわらず沸騰による炉心内の気泡発生が核的不安定を伴うものと心配され、炉内圧力を炉内温度に相当する飽和圧力よりも高い圧力に保つて沸騰を抑制し、加圧水型としていたわけである。アメリカでは1948年以来 BORAX I~IV, SPERT I EBWR, 等の各種試験研究の結果、沸騰水型の実用化の可能性が漸次明白となつた。加圧水型炉とくらべ、多くの秀れた長所を持ち、今後は、それ以上に実用化されるものと思われる。

加圧水型と比較して、沸騰水型炉の固有な特性として次の如き事項があげられる。

(1) 高圧に加圧する必要がないので炉重量が軽減される。熱交換器およびこれと関連した管系が不要である。よつて、軽量かつ資本金が安価となる。

反面、直接炉内発生蒸気がタービンに送られるので、機関室において放射能汚損の恐れがあり、人体保護上、問題を生ずる。

(2) 同一温度の蒸気をタービンに使用するものと仮定すれば、原子炉内の冷却体の温度は、沸騰水型の方が低く出来る。

(3) 強制循環方式を採用しても、加圧水型に較べ、循環水量が少なくてすみ、発生蒸気の上昇力もあつて、循環に必要なポンプ馬力は遙かに少なくてすみ、(2)のことより蒸気温度を高めうることもともに、プラントの熱効率を高めうる。なお、ここで重要なことは、起動の際、循



環ポンプなしでも、ある部分負荷までは、蒸気の浮力による自然循環によって運転が可能であり、従って起動時に、循環ポンプなしでも、ある部分負荷までは、蒸気の浮力による自然循環によって、運転が可能なことである。従って起動時に循環ポンプを駆動するための大きな補助動力源を船に搭載する必要がないのは、沸騰水型の大きな特長である。

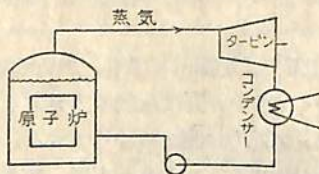
(4) 沸騰水型原子炉は、上述のように、構造の簡単なことや、効率のよいということのほか、最も特長とするのは、炉出力の自己制御性が強く、定常負荷に対して、制御棒操作することなしに運転出来ることである。これで炉の安全性についても、十分保証される。逆に欠点として負荷変動に対する応答性はよくなく、負荷変動の激しい船用にとって痛い欠点である。しかし解決方法は幾多考えられている。

(5) 原理的に沸騰水型原子炉は、加圧水型炉に較べ、出力密度を高くすることが出来ず、大容量の炉ほど、更に出力密度を小さくしなければならないので、原子炉は大出力化するにつれて大型化が著しい。その理由は炉心中の蒸気含有量に一定の限度があり、出力密度がそれによって押えられる。水中の蒸気含有率が大きいと、密度が常に変動し、反応度が変動し、出力振動が起るようになるからである。更に原子炉に自己制御性を持たせるため、水/ウランの比を小さくしなければならず、炉が大出力化するにつれ、出力密度は小さくなる。

実用化に当って基本型式の長所を伸し、欠点を改善すべく開発が行われ、大容量化に進められた。以下に沸騰水型の3つのタイプについて説明する。

### 1. 自然循環型沸騰水原子炉

沸騰水型の基本型式で、アルゴンヌの EBWR は、これに属する。給水は炉内に直接送りこまれ炉心内で自然循環し、熱を得て、出来た蒸気は気水分離器を通過してタービンに送り込まれる。構造簡単、軽重量で、船用炉としても適合性あるプラントである。欠点として出力密度悪く、負荷に対する自己制御性が悪い。EBWR では急激な負荷変動に対する解決法とし、前述のバイパス蒸気ラインを設けている。(第2図参照)

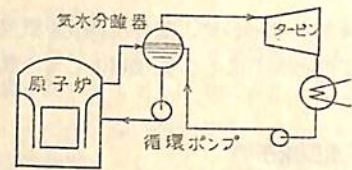


第2図 自然循環 BWR 系統図

### 2. 強制循環沸騰水型原子炉

上記した沸騰水原子炉の特徴から要約していえば、沸騰水型が多くの利点を有しながら開発が遅れたのは、出力振動とか、負荷変動に対する応答性の悪いことが難点とされたからである。このことは自然循環方式を採用するからで、強制循環方式、2重サイクル方式をとることによってかなり改善された。

強制循環型は第3図のように循環ポンプを設け炉から出てくる気水混合体から蒸気を分離してタービンに送る型式である。GE のバレンツスの原子炉 (10,000KW) はこの方式である。この方式をとると、内部の気泡含有

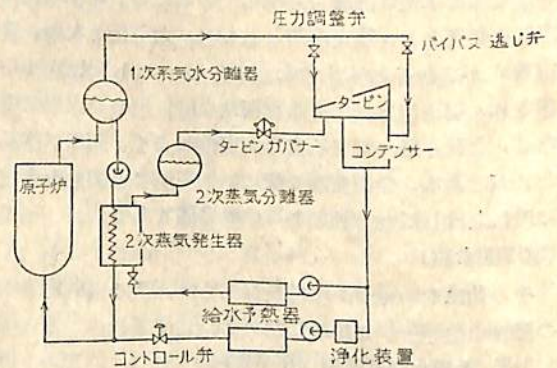


第3図 強制循環 BWR

率を下げ、出力密度を増加することが出来る。更に出力制御が冷却材流量の調節で行いうる。流量を変化させ原子炉内の気泡含有率を変化させ、反応度を変えることになり、50 MW 熱出力位までの規模の炉型式に最適とされている。

### 3. 二重サイクル沸騰水型原子炉

二重サイクル沸騰水型原子炉は、シングルサイクル沸騰水型の負荷特性を解決する方法として考え出されたものである。100~150 MW の大出力の炉に有望なものとされている。GE のドレスデン発電所 (180 MW) の炉がこのタイプである。動作を第4図で説明する。原子炉入口に流入した未飽和の水が炉心を上昇するに従って温度上昇し、適当な位置で沸騰を開始する。それ以後、上昇につれて蒸気の含有率が増加する。出口で蒸気と飽和水



第4図 二重サイクル BWR



の混合体となり、蒸気分離器へ導かれる。ここで乾き飽和蒸気は高圧タービンへと直接導かれる。一方、飽和水は熱交換器を通じて熱を除去され、再び循環ポンプで原子炉へと再循環する。熱交換器で発生した蒸気はタービンの低圧側へ導かれる。図でわかるように、再循環回路の熱交換器で出力の半分を水で取り出すことにより、炉心中の気泡含有率を下げ、出力密度を上げることができ、更に、負荷に対する自己制御性をもたすことが出来て、沸騰水型の最大欠点を改良することが出来た。負荷が変動した場合、タービンの高圧側（一次側）には圧力制御弁がついていて、一次蒸気系の圧力を一定に調節し、原子炉内に圧力変化を及ぼさないようにする。負荷の増減が起ると、大量な蒸気の需要の増減が起り、熱交換器の一次側出口の温度は、それに相当して上下し、炉心内にその変化がおよび、冷却水の沸騰開始点が上下し、気泡含有率の分布を変化させ、これが反応度を通じて出力に変化を与える。これによつて負荷の増減に対して、炉出力の増減がスムーズに行うことが出来て、自己制御性が得られる訳である。GE のドレスデン発電炉では自己制御が負荷の 100%~40% の範囲に存し、制御棒を動かすことなく負荷に応答できるといわれている。

なお、沸騰水型原子炉を船用化するための問題点として次のことが考慮されている。

沸騰水型の性質として、沸騰の安定性が、炉内の圧力、出力密度、気泡のもつ反応度、炉心より上部の水の部分の高さで規制をうける。圧力、出力密度が適当に設計されていても、船用の場合、動揺によつて水深の変化、および水面の波立ちで反応度が変化するので、これを防ぐことが考慮されなければならない。炉内の自由表面の面積を小さくし、出来るだけ上部にもつてゆき、かつ、邪魔板を入れ、炉心上部に長い導管 (Chimney) を設けること、などが考えられている。

### 3-3 ガス冷却型原子炉 (GCR)

この型式の原子炉は前述の如く英国で最も開発が進められ、天然ウラン燃料使用の黒鉛減速炭酸ガス冷却のホルダーホール型が代表的である。この型の炉は古い歴史を持ち、経験豊富で多くの利点を持った実用炉であるにもかかわらず、天然ウランを使用したため、重量容積が大きくなること、黒鉛減速材構造の耐振動性に難点があること、等で船用として不向きとされてきた。しかし 1947 年に英国ヒントン卿が、低濃縮燃料を使つたホルダーホール型を小型にした試案を発表し、実用化の期待がもたれはじめた。

ガス冷却炉の特長はおよそ次のように要約できる。

(1) 気体 (CO<sub>2</sub>, He, N<sub>2</sub> を使用する。) は PWR,

BWR, の軽水冷却材より中性子吸収が少く、減速材に黒鉛、重水を使えば、天然ウランを使用できる。逆にこのことは濃縮ウランを使えば炉が小型化できる。低濃縮 (または天然) ウランを使用するため燃料転換率が大きい。

(2) ガス圧に関係なく高温に出来るので、炉を高温低圧にすることができ、熱効率を高め、炉の重量を軽くできる。

(3) 高温においても、燃料体、炉材料との間に化学反応が殆んどない。減速材に黒鉛、重水を使う場合、事故による急激な炉の反応度変化がなく、すなわち出力の異走の心配が殆んどない。冷却材の流出が外部に大きな危険を与えない。これらのことで、軽水炉の如く一次系全体をコンテナで包む必要がない。

(4) 他の冷却材とくらべ、放射線化がずつと少く、管系の遮蔽が楽になる。

反対に欠点として、熱伝達率がずつと小さく、熱容量も小さいので、流量が大となり、ポンプ動力が大ききことが欠点である。このことはガスの圧力を高めることによつていく分補える。

さてガス冷却炉は減速材によつて、黒鉛減速型と重水減速型に分れる。この 2 者について若干記述しよう。

#### 1. 黒鉛減速型

ホルダーホール型で代表され、ガス冷却炉として最も実績高く実用性が認められているもので、フランスの G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> 等もこの型式に入る。冷却材はいずれも炭酸ガスを用い、熱交換器で 2 次蒸気を発生して動力を出す方式である。

加圧水型とくらべ、資本費、燃料費が安く、経済的であるが、前述の如く、大型で、出力密度が相当小さい。それに耐振動性が弱い。これが船用化の障害であるが改良の余地は十分ある。ヒントン卿の論文によると、燃料は最初のみ濃縮ウランを用い、2 回目からはプルトニウム平衡サイクルを利用して、天然ウランを使用出来るので興味深い。

#### 2. 重水減速型

重水は中性子の吸収が小さく、減速能は黒鉛より大で、減速材として最も秀れており、黒鉛型に較べて原子炉を小型に出来る。しかし高価であること、重水が高温化することを防ぐため、高温の冷却ガスと重水の間に中性子損失の少い熱遮蔽を設ける等の必要があり、設計上の難点も加わる。従つて将来、重水の価格の低下によつて、この型の開発は更に進むものと思われるが、現段階においては、黒鉛型に較べて実用化が遅れている。



今日、実用化しているガス冷却炉は、ガス冷却材の熱を熱交換器を介して2次蒸気を発生してタービンを駆動する方式である。今日のこの型の炉においても、2次系の蒸気条件が軽水減速材よりも良好で、過熱蒸気の使用が可能で、軽水炉の熱効率よりも高く出来て、在来の過熱蒸気タービンが使える利点をもっている。しかし前述したように、熱特性が悪く、すごく大きな熱交換器が必要である。そこで直接タービンを駆動する密閉サイクルガスタービン型式にすることで、途中の熱損失を減じ、熱交換器を省ける。よつて、諸型式中、最も熱効率高く、コンパクトで、資本費が安く、船用炉としてすこぶる魅力的である。しかし難点も多い。ガスタービン方式にするため、1,200°F以上の高温にせねばならず、高温に対する炉構成材料の冶金学的な面でむずかしい。高压にすれば容器の構造も大変だし、漏れも多くなり、バルブ、ブロワータービンのグランドシールの問題も大きい。

未開地のこの分野では、はつきりしたことはいえないが、実績をつみ、高温における材料の研究が進めば、ガス冷却炉ははるかに発展し、ガス冷却炉の特長をいかんなく発揮するものと思われる。

### 3-4 有機物減速冷却型原子炉 (OMR)

加圧水型原子炉は、前述したように秀れた利点を持っているが高压容器を必要とし、大重量で資本費が高く熱効率も悪い。軽水炉の特長を生かし、この欠点を補うものとして有機物減速型の炉が出現したのである。この型の特徴、あらまは別項の「原子動力の原理」で記述しているので、繰り返さない。要するに、低圧力系で高温運転が可能であり、高い熱効率で小型軽量で安全性も極めて大きくコンテナ等の必要性も少ない。

最初、同じく蒸気圧が低く低圧で蒸気条件を良くすることが出来、しかも熱伝達率の大きな液体金属冷却材、特にナトリウム冷却炉が考えられた。米国の潜水艦シーウルフ号に搭載され研究されたが、ナトリウムは誘導放射能を生じ、クーラント系の遮蔽を必要とし、中間熱交換器を必要とし、水との反応性も強いなど欠点が多く不向きなものとみられるに至り、かわつてこのOMRが登場したのである。歴史は浅く実績は少ないが船舶推進用として有望視されている。1957年9月アメリカ、アイダホ州 ARCO 国立原子炉試験場で完成した OMRE (熱出力 16,000 KW) が唯一のもので、今後の開発が期待される。

## 4. 船用炉開発の方向

今日の情勢から推察出来ることは、さし当り早くから

実用性がみとめられている加圧水型がしばらく王座を占め、次に沸騰水型がつづき、更に有機物減速型が用いられるようになるものと思われる。沸騰水型および有機減速型は圧力が低くてよく、熱効率もよいので、技術的裏付けができれば、経済性に有利なこれらのタイプの炉が PWR を追い越すであろう。

今日軽水炉 (PWR, BWR) は乾き飽和蒸気を用い、在来のプラントと較べ蒸気条件は著しく悪い。米国のハンキーアトミックの PWR (134 MW) は、飽和蒸気を重油燃焼による過熱器で 1,000°F の蒸気にして、近代的な火力プラントなみの熱効率となるようにはなつていない。しかし、船用の場合、場所、重量的な制約のため、この補助の燃焼装置を使うことに難点がある。炉自体で過熱蒸気を発生することについて、沸騰水型ではいろいろと研究されているようで、いろいろ問題はあろうが、成功すればその功績は大きい。米国において、今日の PWR は BWR の開発が進むにつれ沸騰現象に対する信頼性が少なくなつたので、炉内の小沸騰を許容する PWR の設計方式となつてきており (ハンキー型 PWR)、炉内圧力を下げて、PWR を BWR 化する傾向にある。逆に BWR は高温化の傾向にあり、更に負荷特性改善のため開発された二重サイクル沸騰水型炉は PWR の利点を採用したもので、BWR も PWR 側へ歩み寄る傾向にある。

上記の如く軽水炉は種々改善され、相当に完成された直ちに実用化出来る型式であるが、軽水炉特有の欠陥があり、これ以上将来飛躍的發展は余り望めないと思われこれ以外の新形式の出現が待たれるわけである。

動作において、軽水炉 (特に加圧水型) に類似した OMR は、適当な有機材が見出され実績が積まれれば有望なものとなる。

米国の軽水炉に対し英国のホルダーホール型の船用化が今日進められ、しばらくは加圧水型とともに有力な地位を占めるが、将来の問題として、すぐれた耐高温材料の問題が解決できれば、ガス冷却炉密閉サイクルガスタービン式が大いに活躍する時代となるのもそう遠くないであろう。

以上、いろいろと列記したが、つまるところ、各原子炉の本当の価値を予測したり、その事柄の価値を予言したりすることは、時期が早すぎる。またただ1つの型式だけが最上のものであるということではなく、更に商船に用いられるような 1,000~50,000 SHP という出力範囲にとどまることは決してあるまい。



## 各国における原子力船建造計画事情

### 米 国

#### i) 非軍事原子力船

##### イ) 建造中のもの

現在建造中の非軍事原子力船は商船サバンナ号1隻である。これは1960年に公海運転の予定になっており、原子動力設備は加圧水型である。

同船の概要は次の如くである。

全 長 587 フィート

船 巾 78 フィート

全積載排水量 21,800 トン

連続最大軸馬力 20,000 馬力

航海速力 20 ノット

旅客収容人員 60 名

##### ロ) 計画中のものについて

昨年3月海運局はジョージ・G. シャープ社およびゼネラル・エレクトリック電機会社との間に T5 型タンカー（この船体は海運局との契約により事実上完成している）を原子力推進に切換える可能性についての技術、設計、コストの準備的研究契約を行った。このタンカーには原子動力装置として沸とう水型原子炉が考慮されているが、その理由は商船には当面沸とう水型原子炉が経済的原子力推進を達成出来る最も大きな可能性をもつという結論が2年間にわたる研究結果より得られたからである。それでこの船が沸とう水型原子炉を使用する最初の商船となる。完成予定は1961年である。その概要は22,500トン、20,000馬力で巡航速度は20ノットである。

原子力委員会と海運局は昨年6月、ゼネラル・ダイナミクス社と船用ガス冷却炉の高温方式（華氏1300-1600度）の研究開発の契約をした。その理由は商船推進用としては各種原子動力装置のうちで、どれが最も経済的に有望であるかが熱心に研究されているが、クロズド・サイクル・ガスタービンを備えたガス冷却原子炉は小型で、比較的軽量の機関となり、いずれは経済的な運転実現の見込があると考えられるようになったからである。なお原子力委員会および海運局が行った予備的研究によつて、ガス冷却型推進機関は他の型の原子動力機関に比べて重量が少く、港内および海上での運転が安全であり、このシステムによつて究極的安全性をもち、許容限度内の総重量をもつ推進装置が得られることはほぼ

確実であることがわかつた。しかし現在のところでは原子炉とガスタービン双方の一層の改良がなされることが絶対に必要である。そこでこの作業計画の第一局面は高温燃料要素、原子炉制御およびこれに対応するタービン装置の開発と冷却材および減速材の選定におかれている。プロセスガス流で潤滑される、コンプレッサ・ベアリングがゼネラル・エレクトリック社で開発中である。これは潤滑材の汚染とプロセスガスのもれを無くするためのものである。このガス冷却炉の原型機関の設計、建設および試運転は開発作業の成功をまつて行われる。全計画の遂行には5-7年を要するとみられる。このガス冷却炉原型は電気出力14,800KWに相当する出力になる予定である。この開発事業は最初の原子力商船サバンナ号に次いで原子力委員会、海運局が行つたものである。

下院は昨年6月、アメリカ沿岸警備隊が運転する原子力砕氷船の建造を許可する法案を通過させた。下院の商船、漁業委員会は同法案に関するその報告書の中で、同原子力砕氷船建造費は4,000万ドルと6,000万ドルの間で建造には約3ヶ年を要すると述べた。この原子力砕氷船建造については当初、国防省と海軍省は時期尚早であるとして反対していたが、その理由は、原子力に関して近い将来に利用出来るあらゆる資源は、この分野で最も高い優先権をもつものに対して用いられるべきであつて原子力砕氷船の如き急を要しないものの建造は他のより高い優先権をもつ原子力船の建造を遅延させることになるのであつたが、現在アメリカ産業には海軍の原子力船計画を妨げずに原子力砕氷船推進用原子炉を建造する能力が十分にあるという原子力委員会の証言にかんがみ、原子力砕氷船の建造に反対していた先の立場を一転して支持したのである。

海運局の昨年3月の発表によれば、原子力推進の大洋航海用商船の速度を更に上げるために使用することのできる高速潜水商船の船体の形の探究のため、カルフォルニア州アズサのエアロジェット・ゼネラル社に研究開発契約が与えられた。当局の言によると、この計画は進歩した水ジェット推進という概念をもちいる高速潜水船の開発が可能であるとの期待のもとに海運局により行われる科学的探究の予備段階である。もし将来この可能性が実証されれば、この船に対し原子動力を採用すること



が考えられるだろう。船は海面下すれすれのところを走り、海面上に人が出られるようなナイフ状の支柱の上に船の制御ゴンドラを設ける。第一段階の契約は36,620ドルである。ゼネラル・ダイナミックス社もまた、原子動力潜水タンカーの可能性の研究のため6ヶ月の期間で海運局と契約を結んでいる。

#### ハ) 大型客船時期尙早論

大西洋航路の大型旅客船として原子力推進船が S/S アメリカ号と交替するため建造されることになっていたが、昨年2月に原子力委員会の勧告によって原子力推進は使用しないことになった。原子力委員会はこの時期にこのような船を建造しても耐用期間中に経済的に競争出来るようにはなり得ないという考えで反対したのだが、その時更に今後の原子力開発計画について次のように述べた。

「現在、原子力委員会と海運局は経済的に競争出来る推進動力の開発をねらいとした合同計画に従事している。この目標達成はおそらく1965年以後になるだろう。作業は N/S サバンナ号の実際的な設計、建造についても、産業界が実際にその所有船舶に原子炉装置を据付けて商業用に供しうるくらいに原子力推進技術の改善を図る研究開発計画との両面で続けられている。アメリカの計画には現在までに明らかにされたところでは将来性のある数種の型の炉を使用する原子力推進装置の建設および開発が含まれている。これらの装置は20,000軸馬力程度のもので、その原型炉は安全性と信頼性の点でどの程度開発されているかによって、陸上にでも船中にでも建造できよう。このようにして、その計画は一步一步ずつ進められている。ここに求められている大型客船は10万軸馬力程度ないし、それ以上を要するもので、従って数基の炉の並列使用が要求されるからには単一型装置の開発および試験の前に複合型装置に関連する危険と費用とを覚悟せねばならないことになる。従って大型原子力商船の検討にはなお数年以上を要する。その間に十分な技術開発が進められて、この客船が耐用期間内にどの程度まで経済的に競争出来るようになるかが決定され、原型炉通りの装置を多数建造することに関連する危険をさけることが出来る」と述べた。

海軍、商務省、商船会社等もその時このような大型客船の建造は時期尙早であるとして一致して建造に反対した。その時の海軍、商務省の発言は次のようであった。

「原子力船の運転燃料費は通常、エンジンを備えた同程度の船に比べてはるかに高くなる。建造費および運転費の不相応な増加を償うほど大西洋航路に原子力船を用いることが経済上、防衛上価値をもつかどうか疑問である。

現在行われている原子力の研究開発により現在された動力装置が船の有効寿命の途中で陳腐化する可能性が多分にある。」

また、ユナイテッド・ステーツ・ラインズの言分は現在のところ、原子力船の燃料費、燃料取替えの頻度、燃料取替えに要する期間、保険その他に関する条件が不明であるから、これらの問題に答えられる経験が得られるまで建造には賛成できまい、ということであった。

#### ニ) 海運局と原子力委員会の民有原子力商船計画

海軍および商船の核推進で世界をリードしているとして、このリードを続けるため、海運局は世界最初の民有原子力船実現のための作業を始めたとニュークレオニクス6月号(昨年)は報じている。それによれば、その計画の直接の目標は原子力船協力計画を海運局が遂行することを許可する法案を議会に提出することである。商船会社一ほとんどがタンカーおよび、ばら荷貨物船業者一は関心を明らかにしたり、海運局へ具体的な造船計画を提出したりしている。しかし、一般に経営者は在来船と原子力船の建造費が違いすぎて、単独では負担できないことを力説して政府がコストを一部負担するよう提案している。これに基づいて海運局と原子力委員会は協力計画の規模の概要を早く議会へ提出するため努力中である。当局は最初の原子力商船を建造中であり、第二、第三のものも研究中であるが、いずれは民間の建造へ譲ることになる。民間または政府産業協力計画ができるまで海運局と原子力委員会は船用炉の技術を進めてゆく。T5型タンカーには沸とう水型があてられるとして計画され、ガス冷却炉、有機液連炉についても作業が進められている。その他大型貨客船に複数の原子炉設置問題、原子動力潜水貨物船の可能性の問題等があるが、当面の問題は原子力商船隊の建造を進めることであり、これを可能にする方法を行うことである。当局はその要点として「商船数はひとえに国の援助にかかっている」ことを強調している。

#### ii) 軍用原子力船の建造計画状況

ノーチラス号の成功以来、艦船用原子力計画は急激に拡大され、航空母艦、巡洋艦、フリゲート艦等の実験用または実用の原子炉が主としてゼネラル・エレクトリック、ウエスチング・ハウスの両会社で進められており、型は殆んど加圧水型である。またソ連のICBMおよびスプートニク成功以来、長距離ミサイルを装備した原子力潜水艦が出現するようになった。

原子力潜水艦スワード・フィッシュおよびサーゴの両号は昨年9月、アメリカ海軍の第4、第5番目の原子力



潜水艦として就役した。両号ともスケート号級でウェスチング・ハウス社製の加圧水型原子炉で駆動されている。

原子力潜水艦スキップジャック号が昨年5月に進水した。これは流体力学的に改良されたアルバコア型の船体に、はじめて原子動力を装備するもので、その加圧水型原子炉はウェスチング・ハウス社で建造中である。

原子力潜水艦スカルピン号の建造が昨年2月ミシシッピ州バスコラのインゴルス造船会社で始つた。スカルピン号は1957会計年度の予算により海軍との契約のもとに、インゴルス社が建造する2隻の原子力潜水艦の第1号で、ウェスチング・ハウス社の加圧水型原子炉を使うことになつている。

昨年1月下院を通過した政府提出の1958会計年度追加特別会計支出予算案で固体燃料中距離誘導弾ポラリスを発射し得る3隻の新原子力潜水艦建造が認められ、この中の2隻の建造はゼネラル・ダイナミクス社が受負、残りの1隻はカルフォルニア州の海軍造船所で建造される。ポラリス搭載の原子力潜水艦はおおの約5,600トンの排水量をもつ。これら3隻全部に加圧水型原子炉が使用される。船の巾33フィート、全長380フィートで、完成予定は1960年である。海軍はまた誘導弾レギュラスを発射し得る4隻の原子力潜水艦を建造中である。

下院は昨年6月に1959会計年度予算案を通過させたが、その予算案で4隻の原子力攻撃用潜水艦、誘導弾レギュラスを搭載できる原子力潜水艦1隻、および誘導弾搭載原子力潜水艦6隻の建造が認められた。同法案はまた昨年承認された3隻の誘導弾搭載原子力潜水艦の建造促進資金も規定した。FM: Oct.によれば上記4隻の原子力攻撃用潜水艦の中1隻の建造はポーツマス海軍造船所で行われ、残りの3隻および誘導弾搭載潜水艦3隻(1958会計年度造船計画で残された2隻を含む)の建造も近く行わせることになる模様である。

誘導ミサイル巡洋艦ロングビーチは、現在建造中で加圧水型原子炉3基を備え、1961年の始め頃完成予定で、全長721フィート、最大船巾73フィート、標準排水量11,000トンである。

第1号原子力航空母艦エンタプライズ号は現在、ニューポート・ニューズ造船会社により建造中で、装備する加圧水型原子炉8基の製作はウェスチング・ハウス社が受持っている。これらの原子炉はそれぞれ35,000馬力で8基合計280,000馬力にし、1961年完成予定である。

なお、建造費は総額3億1,400万ドルと見積られている。これに次いで第2号航空母艦の建造が計画されて

いるが、昨年4月、AECの海軍関係者が議会に対して述べたところによると現在の海軍艦船の如何なる重要な型のものにも搭載しうる一連の原子炉を開発しているがその結果は当面の目標である35,000馬力を45,000馬力にまで上げ得る可能性もあり、そうなれば第2号空母は第1号空母の原子炉8基よりも少ない原子炉で推進出来、総重量とコストを下げることも可能になろうとのことである。

ゼネラル・エレクトリック社では駆逐艦およびフリゲート艦推進用加圧水型原子炉を建設計画中である。AECの説明によれば、これらは新しい設計の原子炉で、最新の技術を使用することによつて達成しうる最も軽量の加圧水型プラントの設計と運転とを評価するのに用いるものである。

## 英 国

英国内における原子力商船建造への気運は最近、とみに増大しつつあり、すでに造船会社として大きな実績を有するジョン・ブラウンおよびキャメル・レアードがそれぞれ原子炉メーカーたるホーカー・シドレー・グループおよびバブコック・アンド・ウィルコックスと提携し、一昨年原子力船建造グループを結成したが、昨年5月新たに造船会社であるスワン・ハンターと造機会社であるウイガム・リチャードソンとはN.P.P.C (Nuclear Power Plant Co.) と提携し、前者と相並んで原子力船建造に乗出すことを発表した。これで英国内の原子力船グループは三つとなつたが、更にかねて海軍用原子力潜水艦建造に従事しており、原子力商船についても意欲をみせているウィッカーズ・アームストロングを加えれば合計4グループとなり、大きな造船メーカーはほぼ出揃つた。しかしながら英国における原子力商船建造の現段階は、発注元たるべき海運会社から未だ何ら具体的建造注文が来ておらず、従つてメーカー・グループの間で将来に備え、研究開発に乗り出したものとみるべきであり、ここしばらくは青写真設計の域を出ないのではないかとみられる。この点に関し、英国内には以前より原子力船建造積極論と消極論とがあり、海軍省、原子力公社等政府機関は積極的であるに対し、肝腎の海運会社は海運の市況等よりして比較的消極論を唱えていた。しかし、米ソ両国において相次いで原子力船の建造が開始される事情に鑑み、造船メーカーは最近急速にグループ結成を断行し、逆に海運業者を牽引する動きに出たものと考えられる。

最初に建造される原子力商船が65,000トン以上の超大タンカーとなるであろうことも決定的で、右タンカー



に搭載されるべき炉としては、ほぼ高級ガス冷却炉 (Advanced Gas Cool Reactor-Agr) とする模様である。高級ガス冷却炉とともに船舶推進用に適すると考えられているのはガス冷却重水減速型炉と有機液体減速型である。だが、高級ガス冷却炉の研究開発が原子力公社を中心に急速に進展しつつあるに対し、有機液体減速炉の方は種々の面で工学的利点を有するにもかかわらず、減速材および冷却材としての有機液体が中性子照射下において重合する傾向を防止するのが困難との見通しを強めて高級ガス冷却炉が選ばれたと思われる。昨年7月発表された原子力公社第4報によればこの有機液体の重合化の問題は目下 PLUTO にループ試験装置をもうけ、各種液体につき実験中であり、この型式が成功すれば単に船用に適するばかりでなく、電気出力 10,000~30,000 KW の発電所に充当できると考えられるので、将来、後進国向け輸出用動力炉に適すると期待されている。

高級ガス冷却炉はコールダーホール改良型を更に改良し、燃料に低濃縮酸化ウランを、燃料棒被覆材にベリリウムを使用し、操作温度を摂氏 500 度まで高めたもので、原子力公社がそのプロトタイプ炉を建設することになっているが、原子力タンカーの建造も、このプロトタイプ炉建設と並行、または若干遅れて進められる可能性が大きい。一方、現在、加圧水型炉による原子力潜水艦建造計画に従事しているヴェックコース・グループは必ずしも A.G.R. (高級ガス冷却炉) によらず、P.W.R. 系による中型商船の建造を目指す可能性もあるとみられるが、この点は未だ明らかでない。また米国の A.M.F. (American Machine and Foundry) と提携し、沸とう水型炉を研究開発中のミッチェル・エンジニアリングは熱交換器およびタービンを使用せず B.W.R. による直接推進方式の原子力船計画を昨春発表しているが、その実現見通しは更に今後の研究発展にまたねばならぬ模様である。

昨年7月原子力公社が発表した第4年報によると原子力潜水艦用炉としては、軽水冷却型が必要であり、ハーヴェル研究所に海軍省のためゼロ・エネルギー実験炉 NEPTUNE を建設、両者協力のもとに研究開発中であるが、容積等の点から加圧水型が最も適当していると述べている。なお、昨年6月成立した米英原子力協定に基き英国は米国より潜水艦推進用炉1基を英国最初の原子力潜水艦 ドレッドノート号に取りつけるため10年間の運転に必要な燃料とともに購入することになった。昨春の海軍省の言明によれば、ドレッドノート号の次に建造される原子力潜水艦第2号はまだ計画されていない。

## ソ 連

ソ連における計画状況は資料がなくてわからないが昨年8月のタス通信によれば原子力砕氷船レーニン号は間もなく予備的試験に入るとのことであつた。レーニン号は3基の加圧水炉による 44,000 軸馬力が推進力となる。

## 西 独

西ドイツの最初の原子力船 28,000 トンのタンカーが 1961 年までに完成する模様である。1960 年までに 1 万馬力の出力を発生しうる原子力機関が試験のために完成するはずで、この原子力タンカーの経費は 5,000 万マルク (約 40 億円) と見積られている。この原子力タンカーは遮蔽を含めて重量約 2,300 トンの動力機関をそなえ、燃料の補給を行わずに 6 ヶ月間航行することが出来るという。

## フ ラ ン ス

一昨年10月、フランス原子力庁および商船庁はフランスの二つの産業団体であるフランスアトムおよびアンドアトムによる4万トンの原子力タンカーについての競争的研究を後援していると発表した。この研究の結果、原子力商船原型がある期日に建設されるものと期待されている。

昨年7月のダレス國務長官の談話によると、フランスが目下建造中の原子力潜水艦 (Q-244 号) をアメリカの濃縮ウランで運転したい意向のあることを示した。

## イ タ リ ー

イタリア海軍は、昨年11月中旬までにイタリア最初の原子力潜水艦ジュリオ・ヴェルネ号の建造を開始すると述べた。同艦はノーチラス号よりも小型だが、速力、馬力はこれに優り、主として輸送に当る予定で、進水予定は 1959 年末とのことである。

## ノールウェー

ノールウェー経済は通商と石油輸送に大きく依存しているので原子力船建造に対する熱意は強い。

昨年1月11日ノールウェー船主達はレーデルアトムを組織し、原子力船研究計画について、シェラー原子力研究所と2年契約を結んだ。

研究完成は2年位かかるとみられる。

## オ ラ ン ダ

(NU 58.3) によればオランダ国防相は 1960 年より就航させる予定の原子力潜水艦1隻の建造について研究を行うオランダ作業グループを組織した。



## 米国, 英国における原子力商船設計例

主要国においては、原子力を艦艇に利用する技術は、かなり開発されている。しかし、原子力商船は、艦艇の場合と異り、その経済性の問題のために、開発が遅れているのであるが、原子力商船の研究設計も進められているのである。原子力商船の設計計画としては、かなりくわしい情報のある米国の場合が、主として述べられることになっている。

### 米国における設計

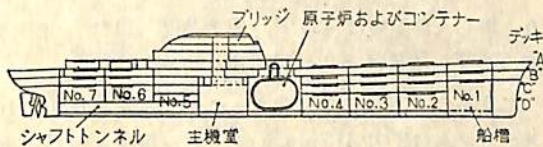
#### 原子力貨客船サバナ号

1958年5月22日に起工、1961年に就航予定であるこのサバナ号は、いわゆる採算ベースに乗る商船として建造するものではなく、一種の実験船なのである。

これは、原子力商船というものの実態を把握し、将来の実船建造に備えることを目的としたものである。本船の建造所は、New York Ship Building Co. であり、原子炉製造所は、Babcock and Wilcox Co. である。

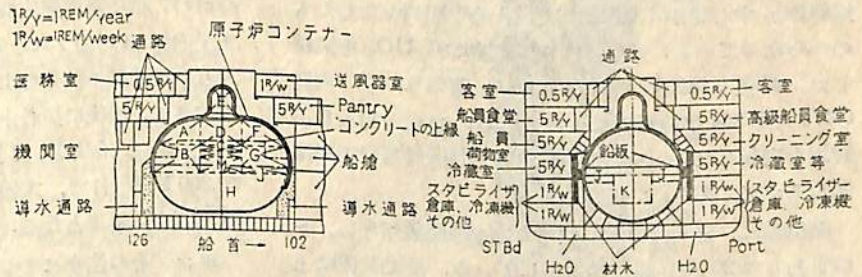
船の要目をまず示すことにする。

船重量 10,190 重量トン、船の長さ 587 フィート 6 インチ、船幅 87 フィート、吃水 31 フィート 6 インチ、貨物積載量 9,340 トン、乗員 130 名、旅客 60 名の貨客船であり、原子炉 1 基の通常軸馬力が 20,000 馬力、最大軸馬力 22,000 馬力の船であり、計画速度は 20 ノットとなっているが、危急の場合の帰港速度は、6 ノットとされている。



第 1 図 サバナ号船体図

貨物艙は、前部に 4 個、後部に 3 個あり、原子炉室と、機関室を加えて 9 区画に分れている。原子炉室は安定上、また貨物艙配置の関係から、船の中央部にある。そのために、燃料交換用ハッチを最小にするように、上部構造は、



第 2 図 サバナ号のコンテナと二次遮蔽および遮蔽材料表

船体中央よりも後部に位置している。また、この原子炉室には、円筒形をした、長さ 51 フィート、直径 31 フィート、円筒部の厚さ  $2\frac{3}{8}$  インチ、端板部の長さ  $1\frac{1}{8}$  インチの円筒形コンテナが設けてあり、これは、設計圧力 186 p.s.i.、重量 210 トンの炭素鋼製である。

この中には一次系全体が収容されており、内部の一次系が破壊した場合に外部に被害を及ぼさぬように配慮したものである。このコンテナの両舷は鋼板とアメリカ杉の厚板を互層にした緩衝マットが存在し、転覆の際のコンテナを保護し、遮蔽の役も更に兼ねている。コンテナ外面に行う二次遮蔽は、下部はコンクリートになつており、上部はポリエチレンおよび鉛である。

コンテナおよび、二次遮蔽を 2 図に示した。鉛、ポリエチレン、およびコンクリートの左右舷の各部に対する配分も示してある。ここで用いた鉛、ポリエチレン、コンクリートの重量が 1240.6 ロングトンであり、衝突防護用鋼および木材が 174.5 ロングトン、二重底内の水が 198 ロングトンであるから総計で 1613.1 トンの重量となる。

また、コンテナ関係の重量としては、コンテナ本体 210 トン、機械装置 600 トン、基礎および支持材 35 トン、集中荷重を分散させるための、船体構造に附加する鋼材 185 トン合計 1,030 トンとなる。

原子炉、コンテナ、および遮蔽材を除くと、本船と、この程度の大きさの在来船との船体重量は大体等しい。所が原子力船特有の上記項目の重量は、在来船の出港時の燃料油の重量にほぼ等しい。そしてこの程度の在来船の航続距離は 13,000 哩であるが、本船の航続距離は 350,000 哩である。更にこの場合、在来船の貨物搭載量は、原子力船より 600 トン (6.6%) 少ないのである。そこ



遮蔽材料表 (インチおよびロングトン)

位置	左 舷						右 舷					
	鉛		ポリエチレン		コンクリート		鉛		ポリエチレン		コンクリート	
	厚さ	重さ	厚さ	重さ	厚さ	重さ	厚さ	重さ	厚さ	重さ	厚さ	重さ
A	5.9"	43.30	6.1"	3.87			6.5"	47.80	5.5"	3.61		
B	5.4"	31.95	6.6"	3.28			6.0"	35.60	6.0"	3.10		
C	5.6"	5.03	6.4"	.47			5.6"	5.03	6.4"	.47		
D	5.9"	34.20	6.1"	3.04			5.9"	34.20	6.1"	3.04		
E	5.9"	33.10	6.1"	3.43			5.9"	33.10	6.1"	3.43		
F	6.5"	47.80	5.5"	3.61			5.9"	43.30	6.1"	3.87		
G	6.0"	35.60	6.0"	3.10			5.4"	31.95	6.6"	3.28		
H					48"	337.80					48"	337.80
J	6.0"	7.72	6.0"	.65			5.4"	7.01	6.6"	.80		
K	4.0"	6.25	4.0"	.51			4.0"	6.25	4.0"	.51		
L	6.0"	7.11					6.0"	7.11				
M	4.0"	8.77					4.0"	8.77				
計		260.83		21.96		337.80		260.12		22.11		337.80

総計 底部内側の水 198 トン, 衝突防護用の材木および鋼 174.5 トンを含めて合計 1,613 トン

で航続距離 10,500 哩において両者の載貨量は等しく, それより短い距離では在来船の方が有利となる。

サバナ号は, 動力源として, 軽水減速軽水冷却の加圧水型原子炉を用いている。

パワープラントの設計要目としては, 压力容器, 内径 93" の円筒殻で, SA-212 炭素鋼製, 内面は不銹鋼被覆をしてあり, 作動圧力は 1750 p. s. i. である。炉心と内面間の 15 インチ軽水反射体中には, 2 枚の鋼板が互層をなして, 熱遮蔽をしている。また外面には, 厚さ 3 インチの不銹鋼ウールの断熱材があり更にその外側には一次遮蔽として, 厚さが 33 吋の水タンクが円筒形をなしてかこみ, その外側を, 3 吋厚さの鉛がおおっている。

炉心は直径 61 吋, 高さ 66 吋の円筒形を大体なしており, 内部は, 縦, 横 8.9 吋, 長さ (ただしこれは終端固定部を含めている) の燃料要素 32 個を, 9.7 時間かくに正方格子に配列したものから成り, 各要素は, 196 本の燃料棒が中心間かく 0.612 吋で正方格子配列をなしたもののからなっている。燃料棒は 4%濃縮度の  $UO_2$  を焼結した, 外径 0.4425 吋のペレットを, 外径 0.5 吋, 内径 0.474 吋の 304 不銹鋼管につめて, He gas を封入し, 管端を密封したもので, 棒の長さ方向に 8 吋毎に不銹鋼製のリングで押さえてある。

制御棒は, 幅 8 吋の十字型で 1 本を微調整用とし, そのまわりの 20 本を粗調整用としている。駆動装置は上部についている。この炉心の設計熱出力は 74 MW で,

600 日の炉心寿命を得るために, 4%の濃縮度とし,  $U_{235}$  の初期装荷量は 330 kg である。また平均中性子束は  $8 \times 10^{12} n/cm^2 \cdot sec$  である。

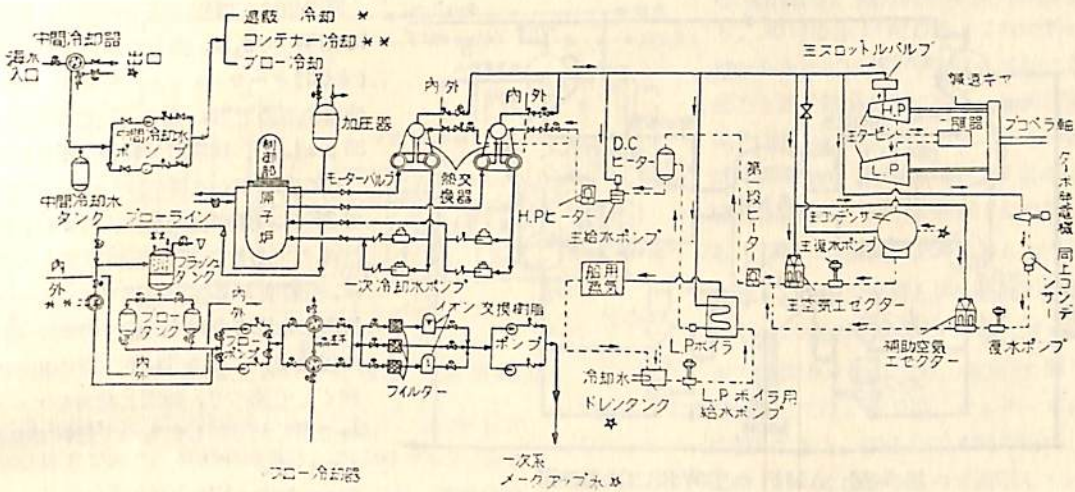
一次系は, 一次冷却系, 加圧器, 中間冷却系浄化装置, 制御系等からなる。更に一次冷却系は蒸気発生器 1 個に, 一次循環ポンプ 2 個が並列についたものの二系統よりなる。この 2 個の蒸気発生器からの蒸気は, 二次系の主推進タービン (20,000 馬力 106.7 R. P. M) ターボ発電機, それ等の補機, および低圧蒸気発生器に供給されるものである。

この一次系において, 冷却水圧力は 1,750 p. s. i. であり, 炉心入口温度は 425°F, 出力温度 521°F, 平均温度 508°F, 流量は  $8.0 \times 10^6 lb/hr$  である。

二次系の要目は, 主推進タービンが定格 20,000 馬力, タービン入口圧力 415 p. s. i. タービン背圧 2 吋/Hg 絶対圧, ターボ発電機 1,500 KW が 2 台 (450 V 3 相 60 cycle), 低圧蒸気発生器 1 台となつている。冷却水は, まず内径 14 吋のノズルから 495°F で压力容器の下部に入り, 熱遮蔽の部分を上向きに流れ, ついで炉心外側を下向きに, 最後に炉心中央部を上向きに流れて, 上部のノズルから 521°F で压力容器を出る。炉心の寿命は 52,300 MW 日で, 本船の予想せる稼動条件から燃料交換期間は 3 年半となる。

ポンプその他すべての船用動力源は, 2 個のターボ発電機で供給する。危急時の船の動力や原子炉冷却用動力





第3図 サバナ号のプラント系統図

は750KWのディーゼル発電機2台で供給する。またこの発電機で750馬力のモーターを駆動すれば原子炉が故障した場合にも6ノットで航海出来る。

原子炉の一次系も二次系も、すべての操作は機関室上部の密閉して空気調節した中央制御室から遠隔操作で行われる。

#### 変型沸騰水型原子炉によるタンカー

A. M. F. (American Machine and Foundry Co.) 設計案によるタンカーであり、本船は具体的建造計画になつていないものではない。

本船設計要目は、38,000重量トン、長さ707呎、船幅93呎、吃水36呎6吋、速力17.5ノットとなつている。この船は、機関室の船尾で在来船のボイラ室位置に、円筒形コンテナに納めた原子炉が載せてある。

本船原子炉は炉より発生した飽和蒸気で直接タービンを駆動する直接サイクルと異り、炉で加熱された加压水と、発生した飽和蒸気を熱交換器に送り、二次蒸気を発生するという、いわば加压水型と沸騰水型の合の子と云つた炉である。このように間接サイクルを採るため、機関室における放射能の危険がほとんどなく、従つて従来の標準的な主機や補機を利用出来る。

この炉心部は、平均直径が57.3吋、平均高さ60吋であり、構造は、縦横4.5吋高さ60吋のジルカロイ2製の角型燃料要素112個を正方格子に配列したものでなつている。更に燃料要素は、 $UO_2$  (24.5%)  $ThO_2$  (75%)  $CuO$  (0.5%) の混合物のセラミックのペレットを、外径0.245吋のジルカロイの管に詰め密封した燃料棒49本を正方格子に配列したものである。燃料内では、 $Th^{232} + n \rightarrow Pa^{233} \rightarrow U^{233} + \beta$  の反応で  $U^{233}$  なる新しい分裂燃

料を生み出すことになり、転換炉として働くのである。

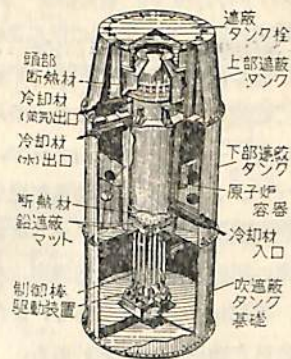
炉心には、95%時間かくて16本の十字型断面の制御棒が配置されており、内側の4本は制御用でハフニウム製であり、外側の12本は、シム安全用で硼素を含み、不銹鋼製である。駆動方式は下部駆動方式を採用している。原子炉容器は、内径7呎壁厚さ4.1吋の炭素鋼製で、内面は7/4吋の厚さの不銹鋼で被覆してある。

構造は内側から順に、炉心支持円筒(3/4吋厚さ)水(1 1/8吋)一鉄製熱遮蔽体(1吋)一水(1 1/8吋)一鉄製熱遮蔽体(1 1/2吋)一水(1 1/2吋)一不銹鋼被覆となつている。

一次遮蔽は原子炉容器の外側に内環状のタンクがあり、60吋厚の水で行つている。

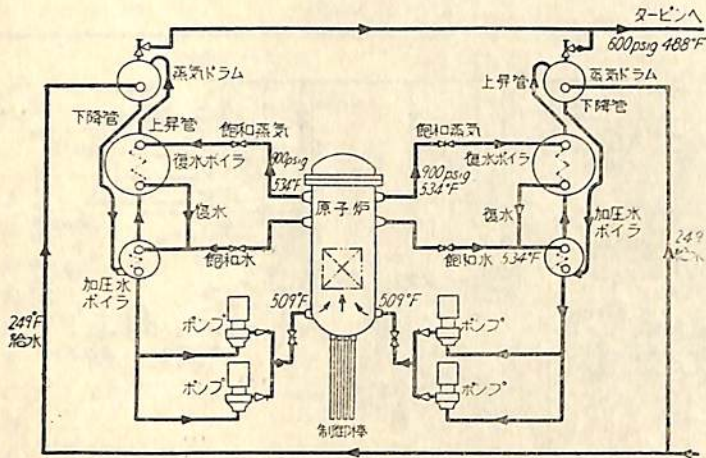
二次遮蔽は、一次冷却系を包むコンテナの周囲の載荷油と、脚荷タンクによつて行つている。

一次系は、炉心配管、一次循環ポンプ、熱交換器よりなつている。一次冷却水は509°Fで炉心下側入口から炉心に入り、飽和温度まで(534°F)熱せられ、一部は



第4図 第一次遮蔽





第5図 AMFのBWR二次系統図

沸騰する。炉心の熱出力は 74.5 MW で、流量  $4 \times 10^6$  lb/hr、圧力 900 p.s.i.g. である。炉心上部から出る飽和蒸気は、復水ボイラ（熱交換器）の管部を通過し、飽和水になる。一方、飽和水も炉の上部出口から出て、加圧水ボイラ（熱交換器）の管部を通る間に未飽和となり、復水ボイラから出て来る復水と合流して、原子炉の底部に戻る。二次系は第5図に示す如く流量 129,000 lb/hr、圧力 600 p.s.i.、温度 249°F の水が、熱交換器のシェル側で飽和温度 489°F まで加熱され、蒸気ドラムで蒸気と水分を分離し、飽和水は自然対流で再循環する。蒸気ドラムから出る 600 p.s.i. の圧力の乾き飽和蒸気はタービン、復水器を回って給水にもどる。タービン設計要目は、定格 102 r.p.m で 20,000 軸馬力である。

### 有機減速原子炉によるタンカー

Atoms International CO. の設計の有機減速炉によるタンカー案で、具体的建造計画になっていない。船体要目としては、全長 707 呎、船幅 93 呎、吃水 37 呎、載荷重量 83,000 トン、定格軸馬力 20,000 馬力、最大軸馬力 22,000 馬力、速力 18 ノットである。原子炉室は船尾機関室の前、ポンプ室の後にあり、コンテナは存在しない。炉室は囲壁（ディーゼル油を入れて遮蔽とする）で囲まれ、中に原子炉、蒸気発生器、一次クーラントポンプ、過熱器、補助クーラントポンプ、補助蒸気発生器、遮蔽冷却用熱交換器、遮蔽クーラントポンプ等がある。炉室の周囲と上には、制御室、ガスの浄化処理所、冷却材タンク等がある。また炉室の上には、燃料交換用クレーンがある。

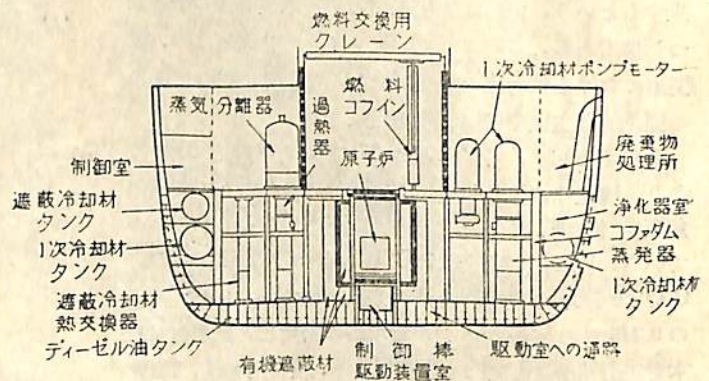
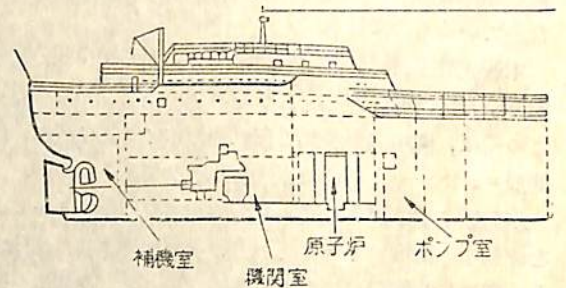
原子炉は有機物減速冷却型で、熱出力は 70 MW である。沸点の高い液状炭化水素（本炉はターフェニール）を減速、冷却材に使用するので炉の運転圧力は小さく、35 p.s.i. で、炉容器が軽量、簡単になる。

炉心部は炉心直径 72 吋、炉心高さ 72 吋で 260 本の燃料要素を正方格子状に配列したものであり、更に燃料要素中の燃料板は、濃縮度 1.58% の金属ウランをアルミで被覆した厚さ 0.1 吋、長さ 72 吋、幅 2.5 吋の板状で、これを 11 枚、真中程中間隔を狭くして並べて、両端と左右をアルミの端材で閉じた形にしたもので燃料要素を構成している。

制御棒は 16 本の硼素を含む鋼材からなっているが、これが 8 本ずつ同心円上に配列したものである。

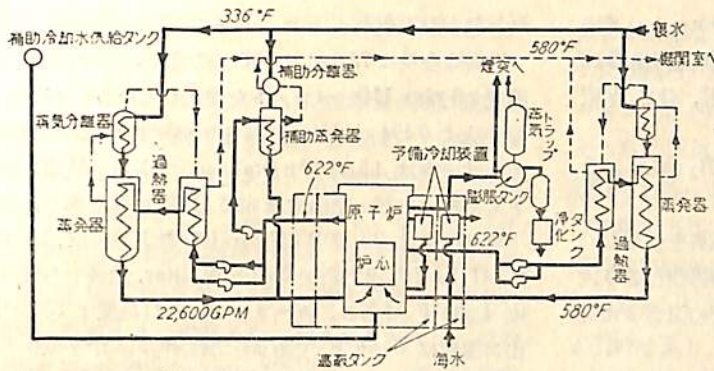
駆動機構は下部にある。フロントの系統図は第7図に示してある。

一次冷却系において、設計圧力は 150 p.s.i.g. であり、作動圧力は 35 p.s.i.g. である。一次系冷却材では 580°F のターフェニールが、炉容器下部の 2 つの入口管より入り、炉心を上昇し、622°F に加熱されて、2 つの出口管から外へ出る。そのターフェニールは各 31 個ずつの循環ポンプで、熱交換器（蒸気過熱器）へ送られ 617°F になり、



第6図 AI社の原子力船の船尾縦断面図および横断面図





第7図 AI社有機物減速系統図

更に蒸気器を出て炉心部にもどるのである。このポンプは250馬力であり、冷却材流量は、22,260ガロン/分である。2個の蒸気発生器は、おのおの蒸気器、蒸気分離器からなり、蒸気温度は580°F、圧力450 p. s. i. で、230,900 lb/hrの過熱蒸気を発生し、タービンを駆動する。主循環系以外に、補助冷却系があり、原子炉停止時に、2個の1,000 K. V. A. のDiesel発電機の1台により動力を供給出来る。またこの電力を利用して、2台の400馬力のモーターで帰港出来るようになっている。

有機物減速炉は、炉の圧力が低いことと、炉の有機物冷却体が、燃料被覆、炉構成材料と化学反応をしないこと、等の長所を持ち、安全性を備えているので、コンテナは設けていない。遮蔽には、水の代りにターフェニールを、圧力容器の周囲のタンクに入れ、一次遮蔽をする。炉室頂上は、1吋の鉄板、3吋の鉛板を、また炉室の周囲の囲堰中にディーゼル油を入れて、二次遮蔽を行っている。

### ガス冷却原子炉によるタンカー用推進装置

General Motors CO. 設計のガス冷却型原子炉で、密閉サイクルガスタービン推進タンカー案であるが、船体についての説明はない。原子炉は、黒鉛減速ヘリウム冷却型原子炉で熱出力50 MWである。燃料物質としては、100%濃縮UO<sub>2</sub>を重量で15%を不銹鋼85%中に分散させたものである。燃料要素は、2.2吋直径の黒鉛中心棒を2個の同心の燃料物質のリングで囲んである。リングは厚さ25ミルの燃料棒を厚さ10ミルの不銹鋼で被覆したものである。炉心は直径5呎高さ6.5呎で、112個の燃料棒があり、側面に15吋、上面に10吋の黒鉛反射体が囲んである。

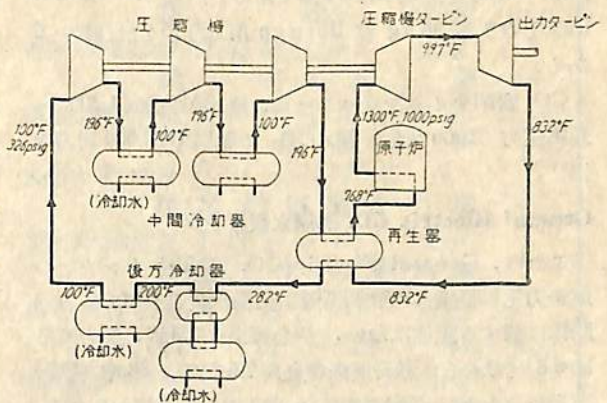
一次遮蔽は、上部生体遮蔽として、炉心上部(圧力容器内)に鋼1吋、黒鉛3吋、の互層をなした計6.25吋の遮蔽体がある。その上に鉛4吋、ポリエチレン12吋

の層がある。側方遮蔽は圧力容器外にあり、30吋の水14吋の鉄、7吋の鉛の混合層からなっている。下方は、寸法は異なるが側方と同じ遮蔽がしてある。圧力容器は内径94吋、全高26呎であり、圧力容器底面には、ガスの流出流入用の2個の二重管(環状部流入、中心部流出)が貫入している。Heの主流は1,000 p. s. i. で768°Fで流入し、圧力容器と炉心外周の反射体の間を下方に流れ1,300°Fで流出する。定格出力は20,000軸馬力で、熱出力55 KW

である。二次遮蔽としては、原子炉、ガスタービン全体をコンテナに納めてあり、炉上部は4吋の鉛で、タービン上方は内面に1吋の水層をつくつて遮蔽している。重量は、二次遮蔽、コンテナを除き機関部全体重量が1,765トンである。一次遮蔽を含む原子炉重量は830トンで、原子炉補重量182トンであることを附記しておく。

炉から流出する高温ガス(1,300°F)は圧縮機タービン(高圧タービン)に入り、一部は、圧縮機駆動エネルギーに消費し出力タービン(低圧タービン)に入つて有効出力を出す。出力タービンをしたガスは(832°F)排熱再生器、後方冷却器を通り、圧縮機入口温度(326 p. s. i. 100°F)まで冷却される。更に圧縮タービンに駆動される3個の圧縮機で3段階に圧縮される。各段の間に中間冷却器があり、圧縮機の仕事の軽減を計っている。終段圧縮機を出たガスは排熱再生器で、タービンの排気熱により加熱され(768°F 1,000 p. s. i.)、炉に流入する。原子炉系は第8図に示す。

圧縮機部は3個の圧縮機とコンプレッサータービンが長さ24呎、幅5呎、高さ7呎のケーシングに入っている。圧縮機タービンは7段 11,200 r. p. m. である。パワーダ



第8図 ガス冷却炉系統図



ーピンは、長さ9呎、幅6呎、高さ6呎のケーシングに入っており、6段 6,750 r. p. m. である。排熱再生器は2 unit よりなり、おのおのは、直径5 $\frac{3}{4}$ 呎、長さ19呎である。

後方冷却器は3個あり、部分負荷時の Bypass による負荷処理にも用いるものである。

このパワープラントは、高濃縮ウラン燃料を使用した高圧 He ガス冷却炉と、中間冷却、排熱再生つき3段圧縮を用いた密閉サイクルガスタービンとの組合せにより、高い熱効率(31%)を示す。

補助装置として、標準船用油だきボイラーが2,000馬力、蒸気ターボ発電機と緊急帰港用750馬力タービン等に蒸気を供給するようになっている。

### General Atomics CO. の設計例

これは、CO<sub>2</sub> 冷却、ジルコニウムハイドライド減速原子炉である。燃料体は、濃縮度28.6%のUO<sub>2</sub>と不銹鋼を重量比1:3に混ぜたサーメットであり、burnchle poison には B を入れてある。燃料棒は、直径1.17時の丸棒中に0.12時のガス冷却管37本入りの、蜂の巣型をしたものである。燃料棒外面とガス冷却管内面は不銹鋼被覆をしてある。

減速材は metallic zirconium hydride であり、内面を不銹鋼で被覆した幅2.16時の六角柱減速材で燃料棒を囲んでいる。この燃料要素330個と六角柱制御棒25本から炉心はなる。炉心直径は5.6呎、高さ5.5時(ただし、直径は反射体も含めている)ある。反射体は黒鉛厚さ1時でその外に熱遮蔽板層がある。

圧力容器は外径7呎3時あり、高さは21呎ある。He は下から入り(780°F)、熱遮蔽、反射材部を上向きに流れ、炉心部を下向きに流れ、また下から出て来る(1300°F)。炉の熱出力は55 MW であり、作動圧力は2,000 p.s.i. である。熱効率は34%である。所要 U<sup>235</sup> は120 kg、そのうち30 kg は Burn up 用(約15ヶ月作動)である。

CO<sub>2</sub> 密閉サイクルガスタービンは、最高温度1,300°F、最高圧力2,000 p.s.i. のCO<sub>2</sub> で軸馬力20,000馬力を出す。

### General Electric CO. 沸騰水型原子炉

これは、General Electric CO. が T-5 タンカーの原子力化に提案した強制循環式沸騰水型原子炉である。船体に関する記述はない。炉心直径は4.8呎、炉心高さは6.8呎である。燃料要素の全高7.5呎で、88本の燃料要素からなり、各燃料要素は、36本の燃料棒からなる。燃料棒は、丸棒を正方格子状に0.727時中心間かくに配

列したものである。

燃料棒全長は72.0時で、棒の直径は0.552時であり濃縮度2.8%のUO<sub>2</sub>ペレットを使用している。ペレットの寸法は0.494時(外径)高さ0.500時である。炉心最大中性子束は4.5×10<sup>13</sup>n/cm<sup>2</sup>-sec. である。減速、冷却ともに軽水で行い熱出力は62.5 MW の炉であり、炉の平均熱流束は72,000 BTU/hr-ft<sup>2</sup>、最大熱流束、285,000 BTU/hr-ft<sup>2</sup>、出力密度55.3 KW/liter、燃料中心最高温度4,200°F である。クーラントの入口温度は531.5°F、出口温度は544.6°F である。制御棒は、十字型をしていて Channel 中に16本入っている。組成は、304不銹鋼98%中にB<sub>2</sub>を含めたものである。通常の入速度は1時/sec で Mechanical motor により駆動する。スクラムの場合は、速度5時/sec で空気式で行い、スクラム時間は1.5秒である。

圧力容器の内径は7呎、内側で計って、高さは25呎あり、設計圧力は1,250 p.s.i.g である。炉で発生した1,000 p.s.i. 545°F の蒸気は、直接タービンに送られて、22,000 軸馬力を得られるようになっている。

このほか、具体的建造計画にはなっていないが、いろいろな型式にわたって開発研究が進められているようである。

### 英国における設計計画

英国は、ガス冷却黒鉛減速炉で推進する。スーパータンカーの可能性を調べるのが、最近の設計計画の問題であるとしている。

ここに述べる設計計画の紹介は、5万軸馬力の原子炉系を船に装備した例であるが、あまり細かな点は不明である。

まず船体の設計要目は載荷重量:101,000トン、満載排水量:140,600トン、満載時の方形係数0.77、船の全長957呎、船幅135呎、速度18.25ノットとなっている。また機関要目は、原子炉熱出力:180,000 KW、原子炉圧力容器直径:18呎、炭酸ガス圧力:315 p.s.i.、濃縮燃料量:15トン、燃料初期濃縮度:1.3、蒸気圧力:500 p.s.i.、蒸気温度:700°F となっている。

ここにおける原子炉系は、1個の原子炉と、2個の熱交換器、およびそれに附随しているおのおの1個の蒸気タービン駆動の軸流圧縮機よりなる。原子炉の黒鉛減速材の重心は、船の横ゆれの中心から、約8呎下にあるようになっている。また、2つの冷却回路が並列に備えられていて、各回路には、それぞれ、熱交換器と、炭酸ガス循環装置をもっているという形式になっている。そして、この原子炉圧力容器と、それらの装置の間は、直



径2呎6吋のパイプが通つてガスの連絡が行われている。

ここで、炭酸ガスを原子炉と、熱交換器の間に循環させるのは、軸流圧縮機であり、熱交換器は、主推進用タービンの蒸気を作るものである。原子炉の燃料取りかえは、原子炉の頂部から行うようになっているので、上甲板より20呎下に甲板が設けてあり、この間の部分に、必要な機械類が収容されている。これによると、在来の推進機関のボイラーの代りに、原子炉系が入り、他の機械類はそのままとなつていくことになる。原子炉容器中の炭酸ガスは下向きに流れており、また原子炉容器は、生体遮蔽につつまれており、遮蔽体の内側は、原子炉からの放射線の80%~90%と減衰させるような厚い軟鋼板の内張りがある。また炭酸ガスの放射能の

強さから考えて、循環装置や、熱交換器は、薄い遮蔽をした区画内に入れてある。保守や修理の必要な、循環タービンと、その復水器、熱交換器の蒸気ドラム、およびそれらに関連した制御装置は、この遮蔽部分の外側に設けてある。この場合、原子炉系およびすべての機械類の軸馬力当りの重量は、約500ポンドになっているが、この約半分は、原子炉系のまわりの遮蔽体重量ということになっている。原子炉室の前と後には、コファードムが設けてあり、原子炉は二重底の上にある。また両側は、隔壁室を設けてある。

このスーパータンカーの研究では、横ゆれ、縦ゆれ、上下動等や、振動の加速度による力も計算されて、それに対する考慮を払つてあるということである。

以上が英国における設計の紹介である。

### 天然社・海技入門選書

商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 130頁 ¥220 既刊 船の保存整備	商船大学助教授 清宮 貞 90頁 ¥180 既刊 蒸気機関
商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 160頁 ¥300 既刊 船舶の構造及び設備属具	商船大学助教授 伊丹 潔 A5 180頁 ¥320 既刊 船用電気の基礎
商船大学助教授 上坂 太郎 A5 160頁 ¥280 既刊 沿岸航法	商船大学助教授 以下 鮫島直人 A5 未定 続刊 電波航法
商船大学助教授 横田 利雄 A5 140頁 ¥230 既刊 航海法規	商船大学助教授 浅井 栄資 A5 未定 海事氣象
商船大学助教授 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 野原 威男 A5 未定 船の強度と安定性
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 賀田 秀夫 A5 未定 ボイラ用水
商船大学助教授 野原威男著 A5 110頁 ¥180 既刊 船用プロペラ	海技試験官 西田 寛 A5 未定 指圧図
商船大学助教授 中島 保司 A5 170頁 ¥300 既刊 運航要務	商船大学助教授 宮嶋 時三 A5 未定 燃料・潤滑
商船大学助教授 米田 謹次郎 A5 130頁 ¥230 既刊 操船と応急	商船大学助教授 賀田 秀夫 A5 未定 船用金属材料
商船大学助教授 横田 利雄 A5 155頁 ¥280 既刊 海事法規	商船大学助教授 小山 正一・真田 茂 機械の運動と力学
前東京高等商船教授 小方 愛湖著 A5 170頁 ¥300 既刊 船用内燃機関(上巻) 200頁 320円	商船大学助教授 小川 正一 A5 未定 機械工作・材料力学
船用内燃機関(下巻)	商船大学助教授 真壁 忠吉 A5 未定 船用汽罐
商船大学助教授 庄司 和民 A5 140頁 ¥280 既刊 航海計器学入門	商船大学助教授 小川 武 A5 未定 船用補機



日本原子力産業会議の提唱せる

原子力実験兼海洋観測船について

は し が き

日本原子力産業会議の中に、昨年2月わが国の原子力船開発を促進するために原子力船懇談会が設置され、その常任幹事会において開発促進のための具体案が、数度にわたり検討されてきたが、昨年末、検討の結果を「原子力第一船建造の促進に関する構想」としてとりまとめ常任幹事会より政府関係方面へ提出した。その主眼とするところは、原子力船の優秀性が確認されつつある現在、わが国はいち早くその技術と経験を習得し、海運の国際競争力を強め、造船輸出を伸張し、海運国、造船国としての伝統を保持するために早期に原子力第一船を建造すべきであるという点にあつた。その船種としては、実用船とすべきか実験船とすべきかを検討した結果、原子力商船がまだ経済的に問題の多い現在では、わが国の財政経済事情を考慮し、さほど多額の経費を要せず必要最小限度の実験船で、かつ何等かの実用に供し得る原子力船を採り上げることが望ましいとの結論を出し、さらにその実験船は海運造船界ひいては国全体の原子力平和利用発展のため享有さるべきものであり、実用の用途も直接国家目的に沿うべきであるとの考えに基づいて、原子力実験船に海洋観測船の機能をもたせた船を一つの試案として提案した。この案は、常任幹事会社10社(三菱造船、日立造船、石川島重工、川崎重工、飯野海運、大阪商船、日本郵船、三井船舶、日本造船工業会、日本船主協会)の技術陣が、川崎重工の作製せる原案をもとに検討してまとめたものであり、産業会議としては、本案は原子力第一船建造の促進の構想をとりまとめるにあつた一つのプロジェクト・ドロウイングにすぎず、また第一船として考えられる唯一のものではないということも附言しているが、しかし、原子力船の第一船のあり方について、具体的な、現実性のある一つの構想を明かにした点において同会議の常任幹事会の今回の提案は大きな意義をもっている。

この提案に先立つて、日本原子力委員会原子力船専門部会も、わが国原子力船開発のために、技術的に経済的に最も効果的な方法をとるべきであるとし、そのためには研究の対象として、適当と考えられる船舶および原子

炉を選定し、原子力実験船および船舶用実験炉を設計建造、運航すべきであることを答申している。

また昨年発足した日本原子力船研究協会も、昨年末、原子力船開発の方針を速かに明にし、原子力実験船の構想を早急に確立することを要する文書を政府機関に提出した。

このように昨年は年末において、それぞれ立場の異なる原子力船関係3団体より原子力実験船の早期実現が政府に要望されたわけであるが、これにこたえて今年度は、政府関係方面においても原子力第一船の在り方を明確にしようとの動きが新春より見られ、造船界、海運界の注目をあびている。

本年度は、この問題をめぐって原子力船界の動きは積極的になるであろうが、それとともに原子力産業会議の投じた実験船案も一層クローズアップされると思われるので、以下に本案の概要を紹介する。

本船の設計概要

原子炉および原子力船の技術開発のために、実験船を建造する場合、その本来の目的以外に、他面実用の使途にも適するものであることが望ましい。本船は、その一つの案として、海洋観測船を兼ねた原子力実験船として設計されたものである。

本船の計画に当り、特に考慮した事項は次の通りである。

(1) 原子動力実験船として、諸実験および要員の訓練の目的にかなう設備、場所、乗員収容力をもつように計画するとともに海洋観測船として、現代科学の新しい分野である海底、海流の調査の機能を充分発揮できるように考慮を払った。

(2) 船の大きさは上記の計画目標を満足するかぎり、できるだけ小さいものが望ましいが、波浪中での性能試験を行う場合、また大洋を航行する場合も考えると船型の大きいものが必要であり、一応3,000Tないし4,000Tを目標とした。

(3) 原子炉設備としては米国にて船用として既に運転実績のある加圧水型を採用することとし、その力量は将来大型動力炉を設計するための諸試験データを得るの



に充分な大いさが必要である点、海洋観測船としての性能上の速力とを検討した結果、熱出力 35 MW、軸馬力 3,000 SHP とすることにした。また観測船としての考慮から二軸、双螺旋推進方式とした。

(4) 設計上必要な諸法規はできるだけ現行法規を適用することとし、特別な船級の取得は考えないが、遠洋区域航行、第一級船の資格を得ることを前提とし、船舶安全法ならびに関連する諸規程に準拠するようにつとめ必要に応じ日本海事協会規程を適用した。その他船舶の安全、人体の保護については充分考慮を払って設計した。

(5) 燃料交換および原子炉の修理は、専用の陸上施設が完備されているものとし、本船内にそのための設備を設けず、また一般の港への入港に対しては、港湾に特殊設備を必要としないよう計画した。

### 船体部概要

本船が原子力にて推進されるための特殊条件すなわちシールドを含めて大なる重量を要する点、円筒状のコンテナを船体内に設置する必要がある点等と、一方では船として要求される設計上の基本的な条件とを、総合的な立場から、合理的に妥協させるために、幾度かの試案をもとに検討の結果、現在の案に到達した。その主な事項は次の通りである。

#### (1) 主要要目

満載排水量	3,460 KT
全長	94.5 M
水線長	90.0 M
垂線間長	87.0 M
型幅	14.2 M
型深	8.2 M
満載吃水	5.08 M
方形肥瘠係数	0.52
原子炉	加圧水型、軽水減速冷却炉、熱出力 35 MW
主機	二段減速装置付蒸気タービン 2基
軸馬力	8,000 SHP/200 RPM
速力	約 19 節

満載排水量、すなわち船の重量のうち 1,100KT が一次系の重量であり、全体の 32% をしめ、そのうち 795KT が遮蔽重量である。従つて、重心が高くなるので復原性能については、充分考慮を払って設計した。

#### (2) 乗員数等

船内に収容する乗員の数を約 100 名として居室その他を配置した。このうち船を操作する固有の乗組員は約 50 名であり、残りの 50 名が一定期間実験船として使用する時の実験員となる。実験が終了した後、海洋観測船

として使用する場合は、観測員 20 名をのせ、他に原子炉操作の訓練のための人員 30 名を収容できる。

糧食、清水は、100 名の人員に対し、4 ヶ月分を搭載するものとして設計した。

#### (3) 一般配置

本船の配置を第 1 図に示した。

船のトリムを考へて、原子炉室を船の中央部附近に置いた。原子炉系を炉心をふくめて一つのシリンダー状コンテナ内に配置する時は、コンテナの直径が大となり、従つて船の深さを大とするか、または上甲板上に大きな開口を設けることになり、いずれも船の性能上好ましくない。検討の結果、コンテナを直径 6.5 M 長さ 11 M の水平のシリンダーの上に、直径 3.25 M 高さ 2.4 M の垂直のシリンダーをのせた形状とし、垂直部の下方に高さを必要とする炉心部を配置することにした。その結果重心は下りまた上甲板上の開口も少なくすみ、構造上も有利となつた。このコンテナ形状および配置は、本船の計画を成功させた設計上の大きな特色である。(コンテナ内部の配置については第 2 図参照)

船の安全の点から、船底には二重底構造を全通した。特に原子炉室の下部は強度上高さを大とし、座礁、事故に備えて木材を充填した。コンテナは内底板上に設けた桁板および上甲板付きの支材によつて支持し、一端は固定、他端は前後方向に伸縮のできる構造とした。

二重底の前後部は清水タンク、雑用タンク、ディーゼル発電機用燃料タンク等に使用する。原子炉室下部の前後端には、放射能のスクッターを防ぐための水タンクを設けた。

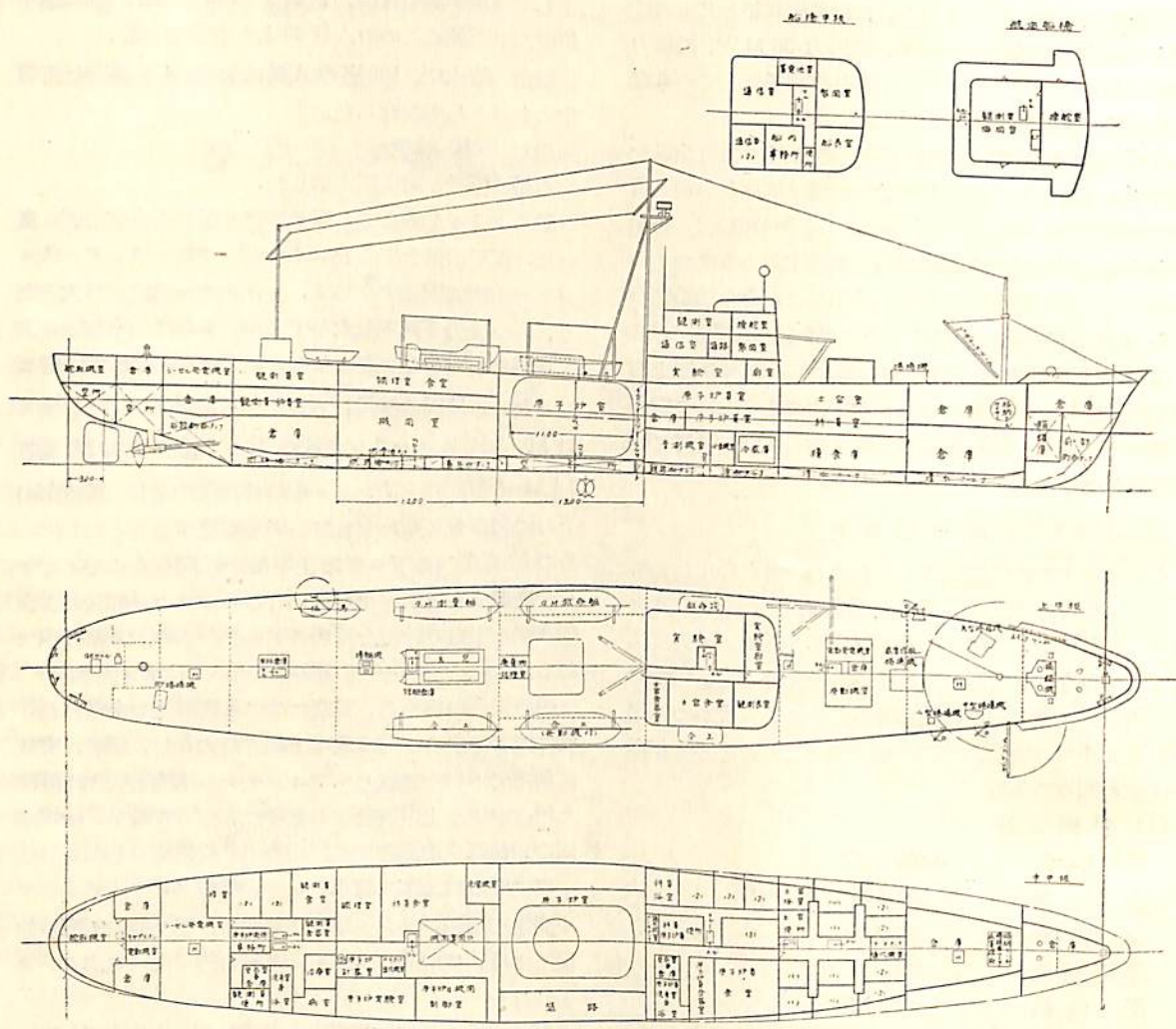
原子炉室の後部に機関室を配置した。居住区劃を原子炉室の前方および機関室の後方に配置したが、原子炉に近接する位置に浴室、便所、食堂等の常時乗員のいることの少ない部屋をおき、乗員の居室はできるだけ原子炉室より離すようにつとめた。

原子炉室の両側部分に水密区劃を設けて、不慮の衝突事故の場合にも原子炉におよぼす被害が少なくてすむように計画した。

原子力実験船の特有の設備として、機関室、原子炉室に近い部分に原子炉制御室、原子炉実験室を配置した。一次系の制御、二次系の出力制御をこれ等の室で総合的に行う計画である。その他、原子炉関係の計器整備室、資料室を設け、また汚染作業衣、手袋等の格納場所、洗身室を設備した。上甲板には廃棄物処理室を設け、生成物の検知、処理を行うようにした。

海洋観測船の特有の設備として、海底の土壌、海水を採





第 1 図 一 般 配 置 図

取するための下記捲揚機を上甲板前部の広い作業に便利な位置に配置した。

- 採泥用捲揚機 (12,000 M 鋼索用) 120 HP  
直流電動機付 1 基
- 採水用捲揚機 (6,000 M 鋼索用) 15 IP  
直流電動機付 1 基
- 同 上 (5,000 M 鋼索用) 5 IP  
直流電動機付 1 基
- 同 上 (1,500 M 鋼索用) 3 IP  
直流電動機付 1 基

また水深と水温との関係を自動記録する B.T. 計, 海流の速度と方向を計測する G.E. 計の捲揚機をそれぞれ上甲板後部に配置した。船体中央部の下方に音測室を設け, ここに下記の 3 種の音響測深儀を備える。

- 極深海用 (15,000 M まで使用可能) 音響測深儀
  - 浅海用 (2,500 M 〃 〃 ) 〃 〃
  - 極浅海用 (600 M 〃 〃 ) 〃 〃
- 観測関係の部屋として実験室, 観測室, 製図室を配置した。実験室は採取せる土質, 海水の整理, 保存, 分析に使用し, 観測室は音響測信儀 GE 計の指示器等記録の用に充てる。

(4) 構造関係  
船体構造は NK 規程に準拠し, 特に原子炉室下部の支持部分, 上部の開口部に充分の補強を加えて設計した。波長が船長に等しく, 波高が波長の 1/20 に等しい標準波中でサギング状態において船体に加わる最大彎曲モーメントは計算の結果約 10,000 T-M となり, 最大剪断力は約 470 T となる。



彎曲モーメントに対して応力を計算すると、上甲板上の圧縮応力が約  $7 \text{ kg/mm}^2$  以内におさまる見込みである。

#### (5) 艦装関係

艦装面において設計上特に考慮した事項をあげると第一に船の保安上、火災に対し充分留意する必要がある、それ故防火構造に第一種保護方式を採用した。すなわち居住区、および使用場所には、耐火材料を使用し、火災の伝播を防ぐ構造とした。消防管系統の強化、携帯用消火器の設備は勿論のことである。

次に航海操船の安全を計るために、別表の如き最新の航海計器を備える他に、現在はまだ製作されていないが近い将来には出現すると思われる所の至近距離の陸上、水上目標を標示するミリ波 RADAR、水中の障害物を指示する PPI 方式の SONAR、暗夜航行用のノクトビジョン等を充分活用する必要があると考える。また船橋と、機関室、制御室を工業テレビによつて結び、航海の合理的な安全管理を行う計画である。艦装関係の主な要目を第1表に示した。

第1表 艦装品要目

搭載艇等			
木製 9.0 M オール式救命艇 (70名乗)		1	隻
木製 9.0 M 発動機付救命艇 (70名乗)		1	隻
木製 9.0 M 救命艇兼測量艇 (17 IP エンジン付)		2	隻
木製 5.0 M 伝馬船 (10 IP 舷外機付)		1	隻
救命浮器			必要数
甲板補機			
揚錨機	電動式 50 HP (D.C)	1	
揚艇機	〃 5 IP (A.C)	1	
キャブスタン	〃 20 IP (A.C)	1	
操舵機	電動油圧式 10 IP (A.C)	1	
自動操舵装置		1	
冷蔵装置	フロン式 7 1/2 IP	2	
通風装置	電動給排気 3 IP	3	
暖房装置	サーモタンク式		
航海計器			
磁気羅針儀		2	
転輪羅針儀		1	
同従羅針儀		1	
レーダー (遠距離、近距離パルス切換式)		1	
ローラン		1	
方向探知機		1	
測程儀		1	
航跡自画器		1	
風信儀		1	

## 原子炉系概要

本船用に設計した原子炉は非均質加圧軽水減速軽水冷却型 (PWR 型) であり、熱出力は 35 MW で 4,000 HP タービン 2, 基 350 KVA ターボ発電機 3 基, スチーム補機, その他の所要蒸気を賄う計画である。

原子炉の他、放射性物質を含む機器はすべて水平部分と垂直部分とからなる独自のコンテナ内に収納し、適当な遮蔽材料によりコンテナ外部では放射能の影響が許容量以下になるよう設計された。コンテナ内部の機器の配置を第2図に示した。

原子炉系は、第3図の系統図に示す如く次の各種の機能よりなり立っている。

### (1) 主クーラント系統

一つの原子炉に対し蒸気発生器 2 基をそなえ、2 系統のクーラント回路が構成されている。主クーラントポンプを 3 台備え常用として各系統に 1 台を使用し、1 台は予備である。主クーラントポンプ力量は、おのおの流量 1 時間当り 660 T 電動機容量 100 HP である。

### (2) 圧力制御系統

圧力制御系統は、加圧器本体 200 KW 電熱源、安全弁、スプレー管からなり、クーラント系の圧力が計画圧力から変動した場合、自動的に作動して、クーラント系を  $140 \text{ kg/cm}^2$  の設計圧力に保つ。なおこの系統の電熱源は原子炉起動時のクーラントの加熱に使用される。

### (3) クーラント補給系統

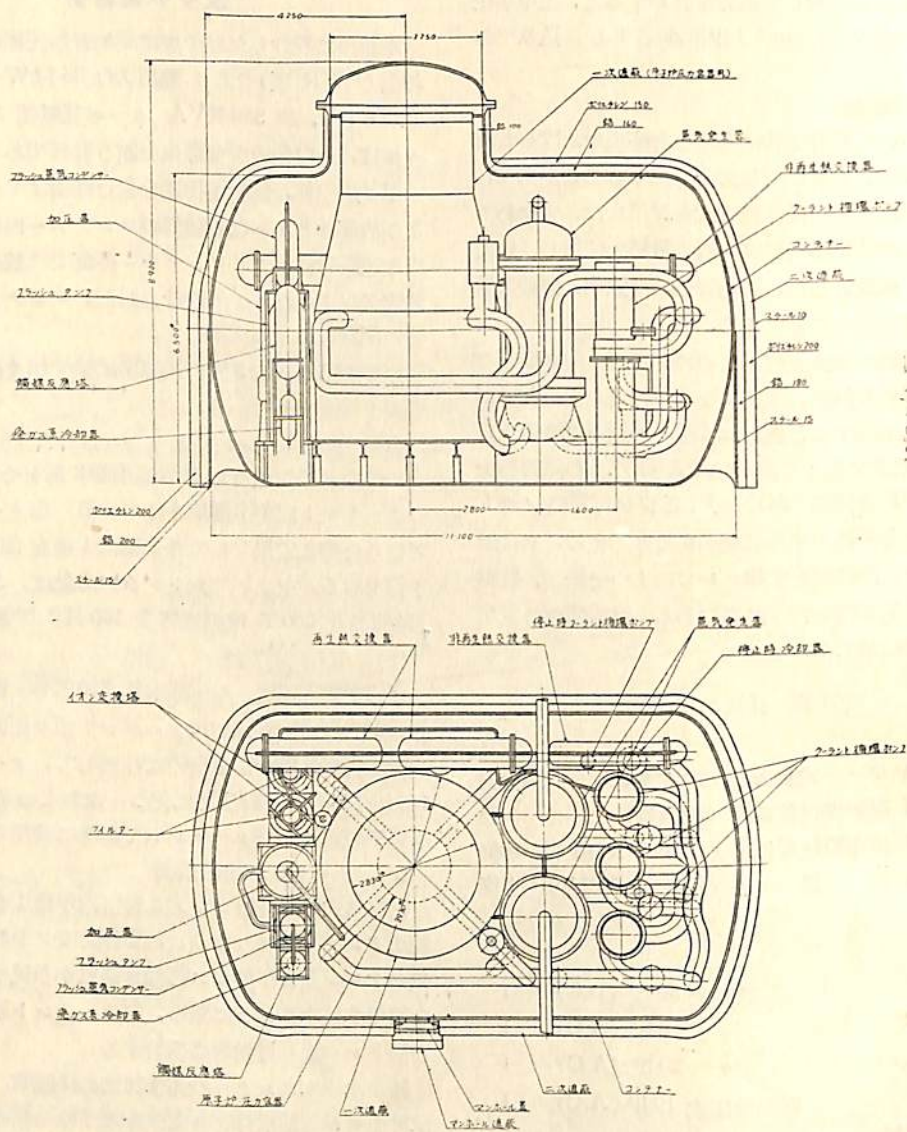
往復動式純水補給ポンプ 2 台 (内予備 1 台) と補給水純水タンク 1 台よりなり、加圧器よりフラッシュした蒸気のドレンおよび廃ガス再結合装置から戻つてきた純水を補給水純水タンクに集め、主クーラント系統の不足分を同タンクより自動的に供給する。

補給水純水タンクへの純水補給には通常二次系統の給水昇圧ポンプ吐出口より空気分離ずみの給水を導き補給水冷却器で約  $40^\circ\text{C}$  に冷却したのち補給水純水装置をへて自動的に補給する。二次系統休止または上記系統事故の際は蒸溜水タンク (二重底) から直接補給しようよう蒸溜水補給ポンプを備えているが、この場合は空気分離は行わず補給水純水装置のみを通すことになる。この純水補給系統は純水装置出口から機器冷却系統へ補給する役目をも兼ねている。

### (4) 清浄系統

イオン交換塔および熱交換器よりなり清浄すべきクーラントは主クーラントポンプ出口から取出され、1 段の再生熱交換器および 2 段の非再生熱交換器によつて約  $40^\circ\text{C}$  に冷却された後、イオン交換塔に入る。清浄後、純水循環ポンプにより再生熱交換器で加熱されて、主ク





第2図 コンテナ配置図

ーラントポンプ入口に入る。この系統へ取出される量は5.6t/hで主クーラント系循環量の0.44%である。この系統によりクーラント系統内はたえず1ppm以下に保たれる。

イオン交換塔は常備1台、予備1台を装備し、1台の能力は4箇月間連続運転可能である。使用済みのレジンは入港時、樹脂交換系統にて取出した後、新しいレジンを補充する。取出したレジンは陸上にて廃棄または再生する。

またクーラント系に水素添加装置を備え一次系機器の腐蝕を減少させるようにしている。

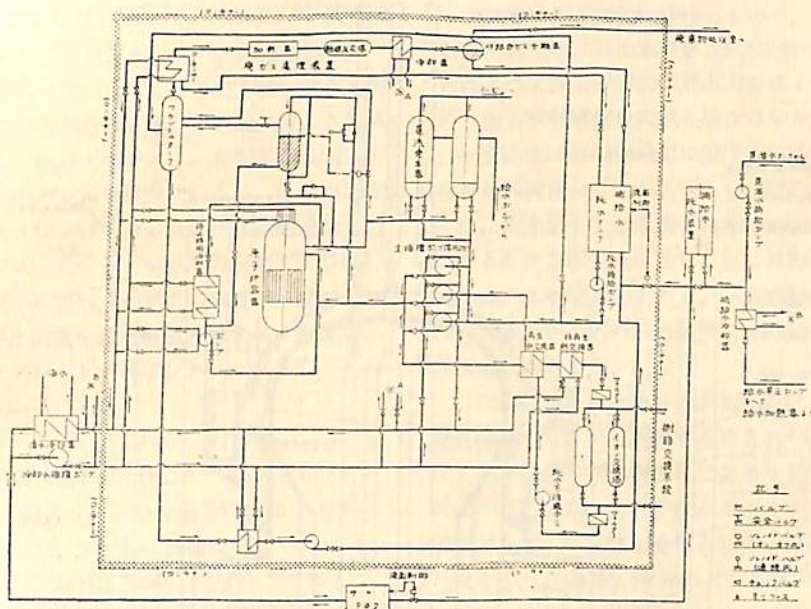
(5) 停止時冷却系統

停止時冷却器1台、停止時クーラント用キャンドモーターポンプ1台よりなり、原子炉停止時にこの系統によりクーラントを循環冷却させて炉の余熱を除去する。冷却水には機器冷却系統の清水を利用する。このポンプは炉起動時のクーラント加熱の際、クーラント循環用に使えるように配管している。

(6) 機器冷却系統

機器冷却水用清水冷却器1台、冷却水循環ポンプ、海水用および清水用各1台、サージタンク1台よりなり、いずれもコンテナ外に装備する。清水は冷却器内で海





第 3 図 系 統 図

水により冷却され、冷却水(清水)循環ポンプによって所要の箇所へ送られる。冷却すべき機器は主クーラントポンプ3台、停止時クーラントポンプ1台、停止時冷却器1台、制御板駆動機構、フラッシュ蒸気コンデンサー1台、フラッシュドレン冷却器1台、廃ガス再結合装置用冷却器1台、非再生熱交換器2台、補給水冷却器1台である。

系統内のサージングのためにサージタンクを装備しており、この系統への清水補給はクーラント補給系統の給水補給と同じ純水装置をへてサージタンクへ送入する。

#### (7) 廃ガス廃液処理系統

加圧器からフラッシュしたものの中、フラッシュ蒸気コンデンサーで凝縮しないガスは加熱器に送られ、適当な温度に加熱された後、触媒反応塔内で大部分のガスは化合して再び  $H_2O$  になり、冷却器内で凝縮して非結合ガス分離器から補給水純水タンクへ戻る。化合しなかつたガスは上記ガス分離器より廃棄物処理室へ導く。

コンテナ内の漏洩の恐れある箇所および空気冷却器より出るドレンはコンテナ下部のドレンタンクに集める。原則として一次系統の漏洩は皆無なるよう計画しているためごく僅かの量しか集まらないのでドレンタンク内のドレンは航海中はそのまま貯蔵して置くが、必要に応じて廃棄物処理室へ導きうるよう計画している。

#### (8) 原子炉

原子炉は第4図に示すごとく、非均質加圧軽水減速軽

水冷却型で、燃料要素にはジルカロイ-2にて被覆した円筒状二酸化ウランペレットを用いている。この燃料要素25本を正方格子状に配列して1個のアセンブリーを構成し、炉心には120個のアセンブリーを正方格子状に配列している。炉心の有効直径は783.6mmである。

原子炉容器は外径約1,580mm、高さ4,280mm、制御板駆動装置を含めて6,000mmである。炉容器の外側は保温材でかこみ、その外側に一次遮蔽として鋼板および軽水を交互に並べ、更に炉容器下半部をポリエチレンで巻いている。

原子炉およびクーラント系統、清浄系統、廃ガス再結合系統およびコンテナ内空気調和系統等の、配管や機器類を直径6,500mm、長さ11,100mm、厚さ50mmの円筒型鋼製コンテナ内に収め、補給水系統、機器冷却系統等放射性物質を含む可能性のない配管や機器類はコンテナ外に出して原子炉室両側部に配置することとした。(第3図参照)

燃料交換の場合は陸上設備の起重機にてコンテナハッチカバー、原子炉上部一次遮蔽の鉛とコンクリートを取外し、陸上に準備してある水密円筒を取付け、漲水後作業を行う。コンテナにはコンテナ漲水用不還弁とサイフォン状内管を設け、深海中に沈没した時も内外圧をバランスさせてコンテナの圧潰を防ぎ、また沈没時の船体姿勢の如何にかかわらず内部から放射性物質が流出しないようにしている。







原子炉容器は 304-L 不銹鋼クラッドの SF 60 製溶接構造としクーラントは入口管から入り、熱遮蔽板の周りを下方に流れて容器底部に入る。ここで方向を変えて炉心を上方に流れつつ加熱され、クーラント出口管より蒸気発生器へ導かれる。燃料アセンブリーを容器内に固定するために上下 2 個のバレルを使っているが、その内下側のものは熱遮蔽およびクーラント流路用仕切を兼ねている。制御板にはボロン 2% ステンレス合金製十字型のもの 9 本を用い、原子炉容器ヘッドに駆動機構を備えている。なお化合物停止装置を備え純水補給水ポンプを用いてチュームベントボレート水溶液をクーラント系に送入しうるようにしている。

#### (9) 燃料

燃料としては 2.9% 濃縮の二酸化ウランの円筒状ペレットを採用した。二酸化ウランの全重量は 1.32 トンでその内  $U^{235}$  は 33.64 kg である。被覆にはジルカロイ-2 を用い燃料棒の寸法は外径 9 mm、全長約 900 mm である。この燃料棒 25 本を正方格子状に組合せて一箇のアセンブリーとしており、燃料の交換等にはこれを一単位として取扱う。

#### (10) コンテナ内空気調和および換気

空気調和用としてコンテナ内上部に空気冷却器および電動通風機を装備し、コンテナ上部の高温空気を吸込み、冷却後コンテナ下部へ送り出す。空気冷却器の冷媒にはフロン 12 を用い、冷凍機は機関室に配置した。空気冷却器は冷却作用と同時に空気中の湿分を除去する。

操作員がコンテナ内へ入る前、その他必要に応じてコンテナ内を換気しうよう吸入管および吐出管を備えている。両管ともにコンテナ内圧力過昇および換気用通風機故障時には自動的に閉鎖する弁をもっている。吐出管には通風機、放射能検出装置および空気稀釈装置を備えている。吸入管を閉じてこの通風機を廻した後吐出管を閉じればコンテナ内を外気より少し負圧に保ちうる。

なお、コンテナ外の原子炉室は機械室用給気通風機より一部吐出空気を導入しうようしておくとともに自然通風も可能なるよう通風筒を配置している。

#### (11) 遮蔽設計

遮蔽の設計では、船をできるだけ小型にするために放射能に対する安全性を低めることなく、遮蔽重量を軽減することに努力を払った。放射能許容量は居住区に対しては、国際勧告値 300 mr/week の 1/10 以下に収めることを目標にした。遮蔽の方式としては熱遮蔽、一次遮蔽、二次遮蔽に分けた。

熱遮蔽は原子炉内に設けるもので、圧内容器内に、放射、冷却水の通路の水の層、熱遮蔽板によって構成し、これによつて原子炉容器の熱応力を低くするとともに、炉外へ出る放射エネルギーを大きく減少させた。

一次遮蔽は原子炉外面に設けるもので、できるだけ中性子を減衰させ、しかも (n,  $\gamma$ ) 反応の  $\gamma$  線のエネルギー小、発生量小なる効果をねらつて炉容器のまわりに水と鉄との交互層をめぐらし、更に外面をポリエチレンで掩つた。この配置によつて、一次遮蔽の外の  $\gamma$  線の強度は、コンテナ内の他の装置よりの誘導放射線の強度と同程度におさえた。

二次遮蔽はコンテナの外側に設けるもので、その対照となるのは、一次遮蔽で減衰された線量と、主クーラント系循環水の誘導放射能による  $\gamma$  線、不純物の誘導放射能による  $\gamma$  線、および純水系のイオン交換塔よりの  $\gamma$  線等であり、これ等を全体として上記の許容量まで低下させるものである。50 mm の鉄板のコンテナの外面に、鉛、およびポリエチレンをめぐらし、その面する船体各部の使用法によつて厚さをかえ、結果として、乗員の居室の位置では 30 mr/week を下廻る計算結果を得た。

一次遮蔽と二次遮蔽と合せて重量約 795 KT である。

なお上記の遮蔽方式によると、炉停止コンテナ内に入ることを出来る時間は、一回の入室で許される放射線線量が 200 mr だとすると、停止後 5 時間で、約 2 時間、停止後 12 時間で約 4 時間、停止後 24 時間で約 5 時間の入室が出来ることになる。

#### (12) 原子炉関係要目

原子炉関係の要目を第 2 表に示した。

第 2 表 原子炉関係要目

型 式	加圧水型
燃 料	2.9% 濃縮ウラン (二酸化ウランペレット型)
熱 出 力	35 MW
平均熱中性子束	$2.7 \times 10^{13} \text{n/cm}^2 \cdot \text{sec}$
最高熱中性子束	$1.1 \times 10^{14} \text{n/cm}^2 \cdot \text{sec}$
燃 焼 度	5,200 MWD/T
燃料取替期間	約 2 年
出力密度	86.4 KW/l
冷 却 材 圧 力	140 kg/cm <sup>2</sup>
入口温度	245°C
出口温度	265°C
熱交換器蒸気発生量	53.8 T/H
燃料重量 (酸化ウラン)	1.32 T



制 御 板	{	型 式 十字型
	{	本 数 9本
	{	材 料 ボロンスチール
炉心圧力容器	{	内 径 130 cm
	{	内 厚 14 cm
	{	材 料 SB 46 B
コンテナ	{	耐 圧 力
	{	内径×肉厚×長さ
	{	6.5 m×0.05 m×11 m
主循環水ポンプ	{	型 式 密封式複流型
	{	流量×ヘッド 660 T/H×20 m
	{	電動機容量 100 HP
	{	台 数 3台 (内1台予備)
熱 交 換 器	{	型 式 U字管型
	{	全一次循環水量 1310 T/H
	{	全二次蒸気発生量 53.8 T/H
イオン交換塔	{	型 式 混床型イオン交換樹脂
	{	作動温度 40°C
	{	通過水量 5.6 T/H
	{	寿 命 200日 (1台につき)
	{	台 数 2台 (交互使用)
コンテナ冷却装置	{	型 式 フレオン式
	{	電動機容量 60 HP
	{	台 数 1台
同上冷却水ポンプ	{	型 式 横型渦巻式
	{	電動機容量 10 HP
	{	台 数 1台
同上ファン	{	型 式 横型軸流式
	{	電動機容量 3HP
	{	台 数 1台

### 機 関 部 概 要

本船の二次系機関部は、在来のタービン船のボイラを除いたものと大体同様であるが、以下の諸点が本船の特異な点といえる。

(1) 観測船に使用することを考え操船上の利点から二軸、双螺旋推進方式とした。また可変ピッチプロペラを採用した。これ等はまた原子力実験船としても航海上、操船上、安全の面から利点となる。

(2) 主蒸気として飽和蒸気を使用するために、主機およびタービン補機は、過熱蒸気を使用するものに比して大型となる。また、主タービン低圧段落で湿度過大となり効率低下、動翼腐蝕増大等を招くので高低圧タービン中間にドレン分離器を設け、最終段落で湿り度を10%程度に止めるようにした。

(3) 原子炉系と、主機タービンの制御運転操作が、一層緊密にまた総合的に行う必要があるため、両者の制御

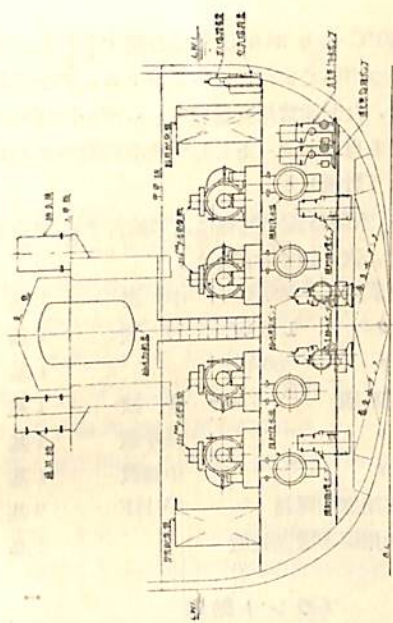
を機関室上部の制御室にて一つにまとめて行うように設計した。従つて機関室の主機関係は遠隔操作される部分が多いが、緊急の場合の処置は、主機側にも単独に行えるように計画した。

(4) 実験船としての安全をとる立場から、原子炉停

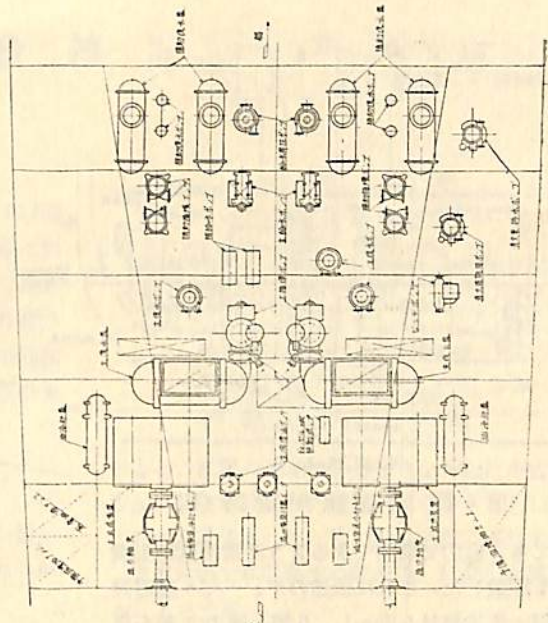
### 第 3 表 機 関 部 要 目

A. 主機械および非常推進電動機			
主機械	二段減速装置付タービン	4,000 SHP×200 r.p.m.	
主復水器	表面式	蒸気条件 29 kg/cm <sup>2</sup> G 乾き飽和	2
	C. S. 約 115 m <sup>2</sup> 真空 680 mmHg		2
	気水分離器		2
	非常推進電動機 120 HP×450 r.p.m		2
B. 軸系およびプロペラ			
推力軸	295 φ		2
中間軸	270 φ		2
船尾軸	305 φ		2
推進軸	320 φ		2
プロペラ	3翼可変ピッチ式 3,300 φ		2
C. 補助機械			
主給水ポンプ	横型タービン駆動渦巻式	65 m <sup>3</sup> /h×330 m	2
給水昇圧ポンプ	堅型電動渦巻式	70 〃 × 25 〃	2
主復水ポンプ	同 上	20 〃 × 45 〃	3
主循環ポンプ	堅型タービン駆動軸流式	3,000 〃 × 5 〃	2
消火兼排水ポンプ	堅型電動自吸渦巻式	70 〃 × 80 〃 120 〃 × 30 〃	1
消火兼雑用水ポンプ	同 上	同 上	1
主潤滑油ポンプ	堅型電動ネジ式	50 〃 × 40 〃	3
潤滑油清浄機	電動デラバル式2ポンプ付	750 l/h	2
造水装置	低圧単効果式	30 t/D	2
通風機	堅型電動軸流内装可逆式	9 m <sup>3</sup> /sec×50 mmAg	2
主空気エゼクター	蒸気噴射式	dry air 5 kg/h	2
D. 熱交換器			
補助復水器	真空横型表面式	C.S 26 m <sup>2</sup>	4
給水加熱器	堅型混合式		1
潤滑油冷却器	横型表面式	C.S 33 m <sup>2</sup>	2
E. 工作機械			
万能工作機械		4 呎	1

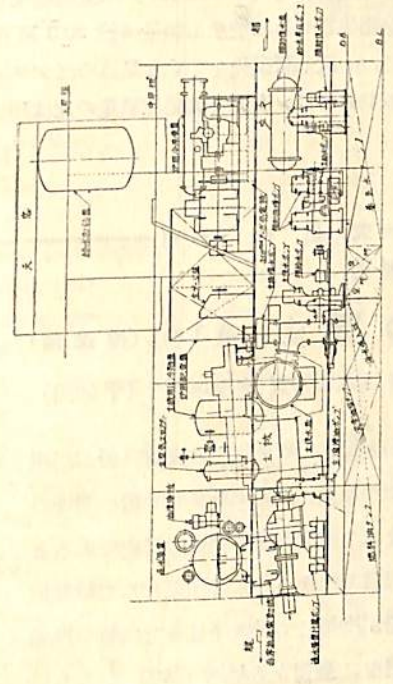




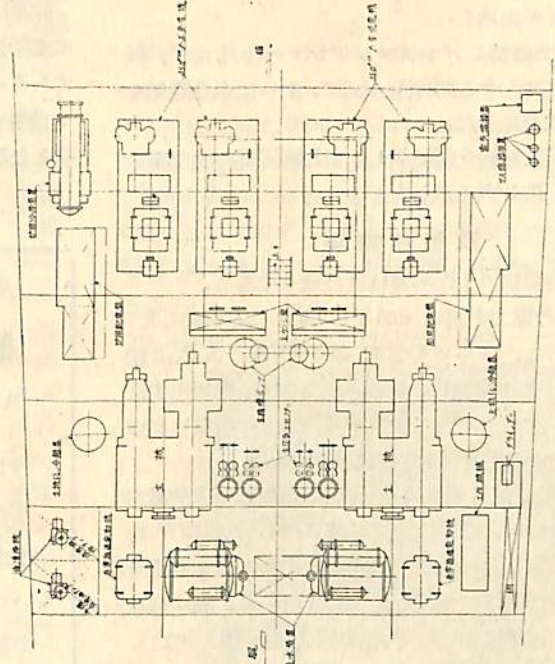
侧面 机室



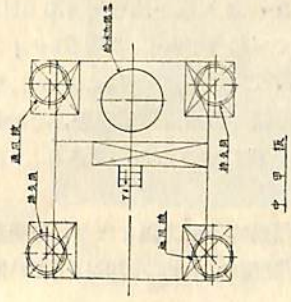
下部 机室



侧面 机室



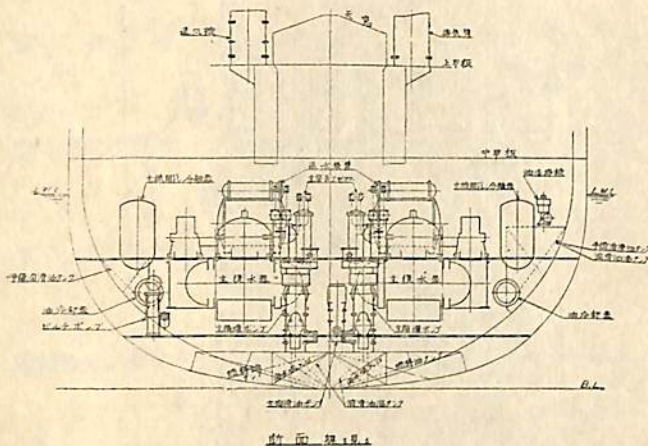
上部 机室



中甲板

第 5 图 机 房 配 置 图 (A)





第5図 機関室配置図(B)

止の状態にても、自力で帰港できるよう非常推進電動機 120 HP 2 基を配置した。これは後述のディーゼル発電機より電力を得て推進器軸を動かし、6 節の速力で船を自航させることができる。

(5) 本船では特にダンプコンデンサーをもたず、低出力制御を必要とする時は主コンデンサーに余分蒸気を放出する方式をとった。

機関室の配置を第5図に示し、また機関部の主要目および補機を第3表に示した。

#### 電機部概要

本船の電機関係の主な特長は次の通りである。

(1) 本船の電力系統は 445 V 交流として設計した。機関室前方に、ターボ発電機 350 KVA, A.C. 3 相 60 サイクル 4 基を配置し、そのうち 3 基が、常用出力にて運転中の一次系補機、二次系補機、および航海に必要な機器に電力を供給する。1 基は予備である。

(2) 観測船に使用する時、揚揚機にかなりの直流電力を必要とするので、電動直流発電機 110 KW, 225 V を上甲板上に設置した。揚揚機の所要電力もこれより供給される。なお観測用に電力を必要とする時は、船は低速または停止の状態にあるので、他の電力の需要は少ない。

(3) 機関室より離し、一層上の甲板に非常用ディーゼル発電機 2 基を配置した。これはそれぞれ 470 BHP のディーゼル機関によつて 445 V., A.C. 3 相 60 サイクル 350 KVA を発生する。このうちの 1 基によつて、原子炉停止時に、冷却循環系統非常用推進電動機、その他航海に必要な補機に電力を供給することができる。1 基は予備である。

またこの電源は原子炉起動時の動力源となり、原子炉用加圧器内の 200 KW 電熱源によつて冷却材を約 20 時

間で 20°C より 24.5°C まで加熱することができる。つづいてまた、クーラントポンプを起動できる。なお非常用発電機ディーゼルは圧搾空気による自動スタートとして危急時直ちに始動するよう計画した。

(4) 本船の通信関係は遠洋航行する場合を考慮して、次の如く計画した。

送信機	500 W	中波	1 基
〃	1 KW	短波	1 基
〃	50 W		1 基
受信機		全波	1 基
〃		長中波	1 基
〃		中短波	1 基
携帯用無線電話		VHF	2 基
気象用模写電送装置			1 基

#### プラント効率

計算によれば普通航海時 (8,000 SHP) に蒸気発生器にて所要蒸気を発生させるに要する熱量は約 30.0 MW である。従つて、一次系諸損失を 2% と見込めばプラント効率すなわち主タービン出力と炉発生熱量の比は 19% 強となる。

#### 天然社新刊

上野喜一郎 著

### 船の歴史 (第3巻) (推進篇)

A5 上製 函入 330頁 定価 500 円 (〒50 円)

今日、8 万屯以上、30 節以上の高速巨船が出現するにいたつたが、過去 100 年余の船の発達の歴史は、まさに推進機関の発達の歴史であるといつても過言ではない。本書は主として 19 世紀の初め汽船が出現して以来今日までの船の推進方法の発達を、豊富なる挿図 (200) とともに詳述してある。

#### 目次

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



## 1

川崎汽船株式会社の New York 航路ねばだ丸(10,193 G.T. 13,326 KT D.W. 11,500 BHP) の処女航路に当つて、当社造船設計部から技術者が便乗し、本船に施工した幾つかの試みの実績を調査するとともに、各種の data を収集することとなり、筆者並びに外2名が昭和33年6月24日神戸出港より、同年10月8日神戸帰港までの全航程 28,394 海里を航海した。

第1表に寄港した港および各港間の平均速力を示した。

横浜、サンフランシスコ間の航海で航走の記録を新たにし得たことは、本船の機関の保守整備が完全であつた

第 1 表

	入 港	出 港	距離(哩)	平均速力(哩)
神 戸		33- 6-24		
MANILA	33- 6-28	6-29	1,568	19.10
SANT NINO (NEGROS IS.)	6-30	7- 2	382	18.91
SAGAY (DO)	7- 2	7- 5	49	17.82
CEBU	7- 5	7- 8	138	20.91
PORT SWETTENHAM	7-11	7-12	1,599	19.93
SINGAPORE	7-13	7-16	198	15.65
HONGKONG	7-19	7-22	1,443	19.85
神 戸	7-26	7-29	1,496	19.76
名 古 屋	7-29	7-30	243	18.84
清 水 浜	7-31	7-31	138	19.30
横 浜	7-31	8- 3	112	20.18
SAN FRANCISCO	8-12	8-13	4,543	19.56
LONG BEACH	8-14	8-15	368	20.00
PANAMA CANAL (BALBOA)	8-22		2,905	19.10
PANAMA CANAL (CRISTOBAL)	8-22		45	
NEW YORK	8-27	9- 4	1,974	19.06
CHESAPEAKE & DELAWARE CANAL	9- 4~9- 5			
BALTIMORE	9- 5	9- 6	262	14.60
NORFOLK	9- 6	9- 7	170	16.50
NEW YORK	9- 8	9- 8	285	16.57
PANAMA CANAL (CRISTOBAL)	9-13		1,987	18.01
PANAMA CANAL (BALBOA)	9-13		45	
SAN PEDRO	9-20	9-20	2,915	18.07
横 浜	10- 3	10- 4	5,142	17.15
千 葉	10- 4	10- 7	22	16.29
神 戸	10- 8		365	20.00

## 第 2 表

	通過時刻	吃 水		排水量
		F	A	
横浜第3ブイ	33-8- 3 0740	7.32 M	8.09 M	15,140 KT
SAN FRANCISCO (LIGHT SHIP)	33-8-12 0550	7.09	7.77	14,720
航海距離		4,525 哩		
航海時間		9 d 15 h 10 m		
平均速力		19.57 哩		

ことと、航路の選定のよろしきを得たためによるのであるが、本船を建造した造船技術者の一人として誠に欣快にたえぬ事であつた。その記録を第2表に示した。

さて本稿では寄港地の順を追い荷役を主体として述べることにする。

## 2

Santo Nino および Sagay この両港で base cargo である bag 入砂糖を沖がかりで積込んだ。

この両港特に Santo Nino は製糖時期 (11月から7月)における Negros 島の主要積出港である。

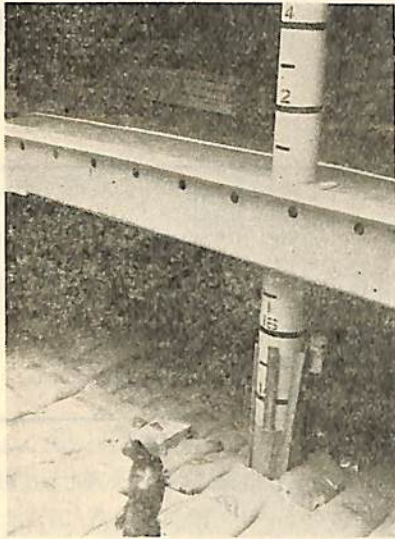
Steel hatch cover をもつた 300 T 積の barge (第1図) が 1, 2 隻ずつとぎれとぎれ曳船に曳かれて来る。製糖工場が河上にあり、河の干満にも制限されるからである。

スコールの来襲で荷役が妨げられる。この時本船の



第 1 図 SAGAY  
Steel hatch cover を持つ barge  
粗糖を積んでいる





第 2 図 SAGAY

袋入り粗糖の積込。Stevedore は裸である

steel hatch cover は勿論, barge の steel hatch cover は有効であつた。第 2 図は船艙に積込まれた砂糖の状態を示す。

3

Cebu 本港で coconut oil が積まれた。

本船の deep tank は神戸出港前一応掃除を行つてあつたのであるが、更めて掃除人夫の来船を求めた。

人夫は tank 内に竹で足場を組み、scraper や wire brush を用い錆を充分落した後、copra meal で磨き上げ、錆や芥を tank 外に取出す。この際 suction mouth を外し blank flange を付けることは勿論である。

掃除が終ると surveyor の検査を受け、loading が始まる。coconut oil を積んだ自動車から岸壁に置かれたガソリンエンジン駆動の pump で積み込まれた。

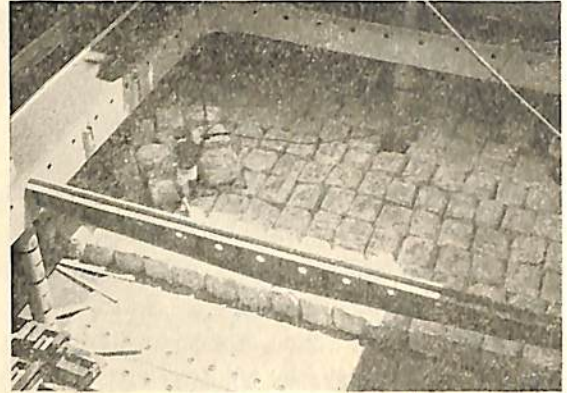
積み込みが終ると油の温度を計り、ullage を記録して噸数を確認するのである。

4

Singapore 雑貨の積み込みが行われた。(第 3 図) 岸壁には燃料油の pipe が導設されており、遠く離れた pump から油が送られて来る。200 T/H の補給能力があるとのことであつた。

5

Long Beach 本港では雑貨の外に冷凍魚を揚げた(第 4 図)。冷凍魚を 1m×1.5m 高さ 1m 程の蓋なしのすかし箱に入れ岸壁に卸した後そのまま fork lift



第 3 図 SINGAPORE  
生ゴムの積込



第 4 図 LONG BEACH

で岸壁の側線に入っている冷凍貨車に積み込まれた。

雑貨は 3 輪 tractor に積み、この数輛を trailer が曳き倉庫に運び込んでいるのは他の港と違つていた。

本港の港湾荷役の労働組合は仲々活潑で、荷役の始まる前に、その代表が winch や boom の状態を調べて廻つたのは他港ではみられぬことであつた。

6

Panama Canal 西海岸 Balboa の anchorage に投錨したのは 0740 であつたが、既に数隻の船が到着していた。

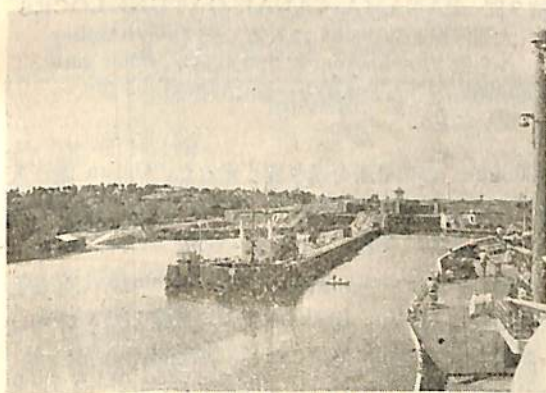
到着後間もなく測度の係員が来船し、機関室内の置き tank 類や補助罐の capacity を本船の機関士の手を借りて測り、また deck store の capacity も一、二 check して約 25 分で退船した。なお本船の到着に先立ち日本政府で行われた測度計算書が Canal Authority に提出されているのである。

検査が終ると同時に Pilot が来船し、Transmit Schedule No. 8 と決められ Pilot 旗とこの数旗が掲げられた。



Panama Canal では郵便物を積んだ定期旅客船は優先的に Canal を通過出来ることになっており、本船より遅れて Balboa 沖に到着した伊国の旅客船は Pilot が乗船すると直ちに Canal に向って行つた。

その他の船は概ね先着順に通過の順番が決められる。Balboa anchorage から Balboa に到着すると、現地人の deck hands 17 名が本船に乗込んで来た。Lock に近づくと、船首、前部上甲板、後部上甲板および船尾にそれぞれ4名が配置され、おのおの Canal chock を通して heaving line を下す用意をする。head の1名は主に f'cle にいるようである。



第5図 GATUNE LOCKS の入口  
本船は惰力で徐々に進む。approach の所に見える小舟が電車の wire を本船に渡す。canal deck hands の姿が fore-castle に見える

この deck hands は Canal の全航程に乗船しており、Cristobal 沖で Pilot と一緒に下船した。船が Lock の approach (第5図) に近づく頃には、既に Lock の両側に各4台の電車が待期しており、現地人の漕手1名、作業員1名を乗せたボート1隻が、これ等の電車の towing wire rope を heaving line で導きながら、本船に近づき本船上から下げられた別の heaving line に結ぶ。この作業は船首から船尾へ次々に行い、片舷が終ると他の舷に進む。

甲板上の deck hands は、す早く人力または手近の winch を用い heaving line を捲込み、towing wire rope を bollard に掛ける。

この繋船は Canal の Regulation に示された位置に相当する closed fairleads (Canal chocks) が使用される。

電車から出される towing wire rope は 2½" c であり、車体の中央にある cable drum に捲込まれており、wire は friction disc によつて、ある tension (25,000 lbs) まで slip せずに保持されるようになって

おり、drum の向は電車の運転手が control 出来る。

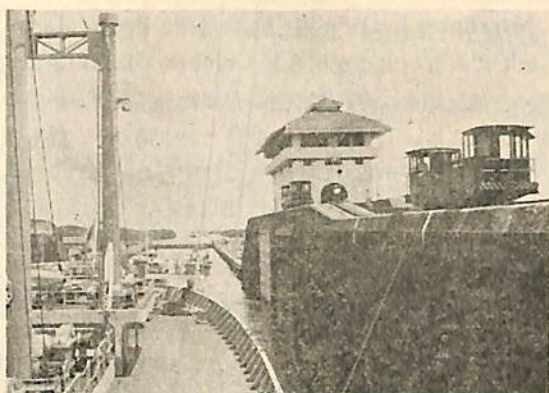
bollard に wire rope がとられると、運転手は直ちに rope を drum に捲込みタルミをとる。

本船上の Pilot は電車に前進を命ずるとともに engine room に slow ahead を令し、船に前進の惰力を付ける。惰力が附くと勿論 engine は stop され、電車のみ力で曳かれる。電車は船を正しい位置に保ちながら、chamber の中央に導き入れる。

直ちに閘門 (Miter gate) が電動機の作動により、lever で、おし出され閉められる。同時に gate の手前にある chain fender が水面近くまで引上げられる。

この chain は万一の場合に gate を保護するために設けられたものである。gate が閉ると注水が始められる。

gate の開閉や注排水はすべて control tower (第6図) で remote control される。ここに数人の白人が働いているのが見られた。



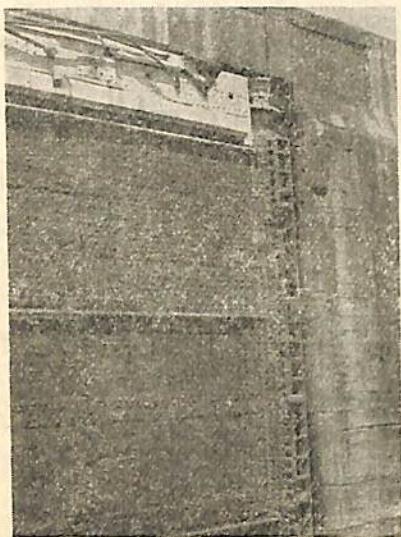
第6図 GATUNE LOCKS  
第3の chamber に入りかかっている。左舷側に2台の電車が見える。ブレーキをかけている。後方に見える家は control tower

各 Lock の chamber の長さは1000呎であるが、その中間にも gate が設けられておるが、これは小型船が通過する際に、少量の水の移動で済むために用いられるので、常時は chamber の側壁に収められており、船の通過に邪魔にならぬようになっておるのは、他の gate と全く同じである。(第7図)

太平洋岸から入る第1の Lock は Miraflores Locks である。ここで本船は approach の先端にある矢の指示に従つて右側の chamber へ入り、先行の英船 "Captopaxi" は左側に殆んど並んで入つた。

南行船 (太平洋行) が未だ、この Lock に到着してゐなかつたからである。ここに2段の chamber があ





第7図 MITER GATE

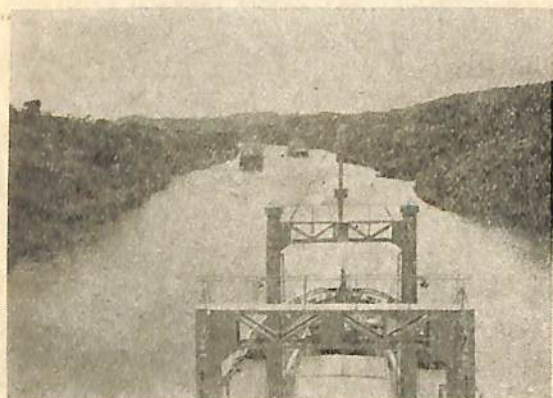
る。船は Miraflores 湖の水面まで上げられる。

Miraflores Locks を出て約20分で、Pedro Miguel Lock に入る。ここを出ると Culebra の兩岸のさしせまった処を通る。赤い実の付いた植物も見られ、小鳥の声も耳に入る。Gaillard Cut はこの水路の中、最も狭い処で、信号所があり、北行または南行の一方のみの航行を指示する。船のすれ違いは出来ない。

その他の場所は南行、北行船が同時に通行出来る。(第8図)

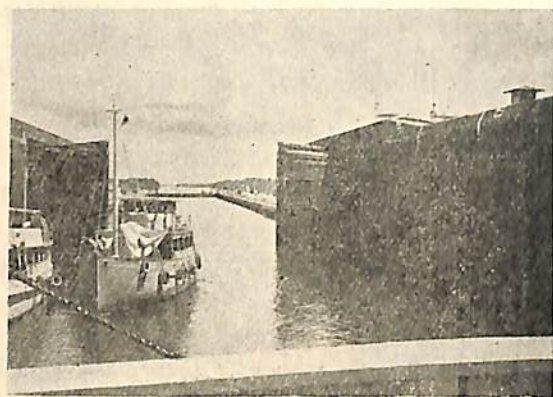
Canal の全航路には操船の目標柱や light buoy が完備している。

また Pilot が本船の操舵室に持込んでいる携帯電話で航行の指示が与えられ、航行の安全が計られている。



第8図 PANAMA CANAL

先行船に続いて走る。反航する船と、本船の右舷側の岸にはちよつと判りにくい、航路標識が数多く見られる



第9図 PANAMA CANAL GATUNE LOCKS  
大西洋岸から locks に入る。第1の chamber から第2の chamber に入りおわり、miter gate が閉るところ。本船と一緒に小型船が2隻入っている

Gamboa の信号所を過ぎ暫く走ると、Gatun 湖に入る。これは人工湖であるので、諸所にある小島の間に樹木の枯れた幹が水面に突出している。

Balboa からずつと先行していた“Catopaxi”をここで追越し、Gatun Locks の入口に先着した。本船は一時 anchorage に停泊したが、無線電話の指示で、anchor を揚げ、approach に繋船した。

この頃南行の僚船君川丸が Gatun Locks を通過し、湖の夕靄の中に去って行くのを見送つた。

約3時間停船の後、本船は Lock に入った。

昼間、Pilot は笛で合図をして、電車を発停せしめていたが、夜間となつたので懐中電灯で合図をしていた。

Gatun Locks は3段の chamber があり、次に水面が下げられ大西洋の水面となる。

1935 Lock を通過し終つた。

船は太平洋岸から Miraflores Locks で海水面から54呎上げられ、更に Pedro Miguel Lock で31呎上げられる。

Gatun Locks では85呎下げられ大西洋の海水面となるのである。

Chamber の注排水は水の head の差を利用するのであつて、Gatun 湖の水が逐次に放出される訳である。

本船の往航時 Canal を通過したのは8月21日であるが、同日の太平洋岸の干満の差は15.2呎で、大西洋岸のそれは0.5呎。復航時9月13日の太平洋岸は15.5呎、大西洋岸は0.8呎であり、このように太平洋の干満の差が、大西洋に較べて極めて大きい。このことが閘門式運



河が採用された理由の一つである。

第 3 表

本船が Approach に近づきボートから loco の wire を受取り Bollard にかける	6~7min
本船 Dead slow ahead し loco に曳かれ Chamber に入り Miter gate 閉る	7~10
注水 (排水) 完了し, Miter gate 開く	6~9
本船 Dead slow ahead し, loco に曳かれ 次の Chamber に移動	7~9

第 4 表

北 航 (往) 33. 8. 22

	距離(哩)	時 間	平均速力(哩)
BALBOA ANCHORAGE-BALBOA	6.75	0h 38m	10.67
BALBOA-MIRAFLORES LOCKS	2.77	0 52	3.2
MIRAFLORES LOCKS (APPROACH を含む)	0.9	0 30	1.8
MIRAFLORES LOCKS-PEDRO MIGUEL LOCKS	0.9	0 26	2.08
PEDRO MIGUEL LOCKS (APPROACH を含む)	0.73	0 34	1.29
PEDRO MIGUEL LOCKS-GAMBOA SIG. ST.	7.1	0 55	7.73
GAMBOA SIG. ST.-GATUN LOCKS	20.4	1 20	15.30
GATUN LOCKS (APPROACH を含む)	1.0	0 56	1.07
GATUN LOCKS-CRISTOBAL	4.45	0 27	9.9
GATUN LOCKS ENTRANCE にて ANCHOR		3 09	
計	45.0	9 47	

南 航 (復) 33. 9. 13

	距離(哩)	時 間	平均速力(哩)
CRISTOBAL ANCHORAGE-GATUN LOCKS	4.45	1h 01m	4.38
GATUN LOCKS	1.0	1 10	0.86
GATUN LOCKS-GAMBOA SIG. ST.	20.4	1 40	12.30
GAMBOA SIG. ST.-PEDRO MIGUEL LOCKS	7.1	1 28	4.85
PEDRO MIGUEL LOCKS	0.73	0 32	1.37
PEDRO MIGUEL LOCKS-MIRAFLORES LOCKS	0.9	0 18	3.0
MIRAFLORES LOCKS	0.9	0 41	1.32
MIRAFLORES LOCKS-BALBOA	2.77	0 24	6.92
BALBOA-BALBOA ANCHORAGE	6.75	0 35	11.58
CRISTOBAL ANCHORAGE にて ANCHOR		1 10	
計	45.0	8 59	

復航に際し再び Canal を通過したが、重複を避ける。第 3 表に往、復航の Lock での作業時間を示し、第 4 表に Panama Canal 通過の記録を示した。

本船の通過の両日は共に風がなく、Lock に入る作業は極めて順調に、かつ何等の不安もなく行われたが、大型船の通過は誠に容易でない作業と思われる。

第 6 図で判るように chamber の壁の上端が三角にけずられており (gate の処は別である) 電車の wire rope が壁にすれるのを防いではいないが、満載状態の 45,000 DWT 級の油槽船が、通過する場合、chamber が低水位の時に、船を移動せしめたり、また chamber の中で正しい位置に保持するには、電車の wire rope が Panama chock に垂直に近く引つばられたり、また chamber の壁にすれることも起ると考えられるのである。

7

New York: Staten Island の warf で雑貨を揚げた。

荷役は「パーレット」を用い folk lift で極めて能率的に、大部分のものを倉庫内に分類し、一部は貨物自動車に、また他の一部は 350 T 積の barge に積込まれた。

hold の一部には folk lift を入れ hatch 口まで貨物を搬出するのに使用していた。

雑貨の荷揚終了後、本船は砂糖工場の warf に shift された。工場に揚げられた砂糖は計量され、直ちに conveyor で移動されながら袋から出され、一定量ずつ直ちに refinery に送られていた。

8

Baltimore: New York から Delaware Bay を北上し、Delaware 半島の頸部にある Chesapeake and Delaware Canal を通過して Baltimore に向つた。

この Canal は幅 400 呎~250 呎で水路は幅 100 ヤード深さは 25~27 呎で、昼間は 650 呎の船まで、夜間は 600 呎の船まで通航出来る。

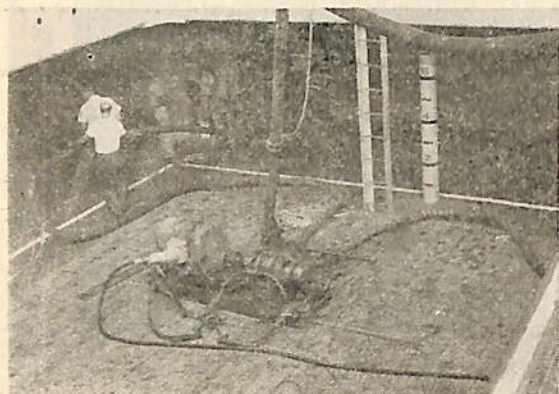
水路には釣揚橋 (中の一つは鉄道橋) 3 箇と固定橋 2 箇がある。釣揚橋の開いた時の平均水面からの高さは最小のもので 134 呎、固定橋のそれは 135 呎である。Canal の全長は 16 海里である。

Baltimore では雑貨の外、coconut oil を揚げた。本船側、Ship surveyor、購入者側の立会の下に、deep



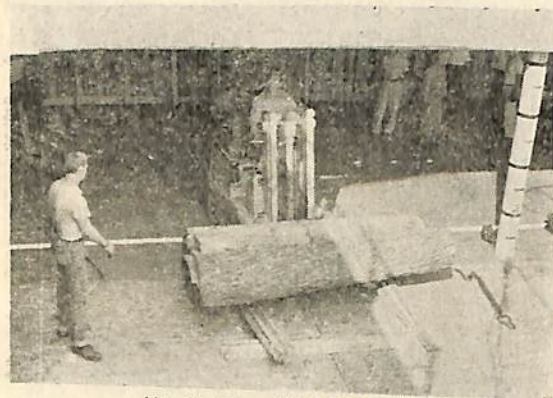
tank の ullage を確認、油の上、中、下層の温度並びに sample を極めて厳密に採取した。

25 H. P. 電動ポンプを tank top に置き 4 吋ホースで吸上げた。ストリップングには 2 吋のホースが使用された。(第 10 図)



第 10 図 BALTIMORE

deep tank の coconut oil を電動 pump で吸い上げている。左舷 tank, 右舷 tank に hose が入っており, cock で切換え, 一方の tank のみから吸い, heel を調整する



第 11 図 BALTIMORE

upper tween deck に fork lift を入れて lumber を至極簡単に積み込む

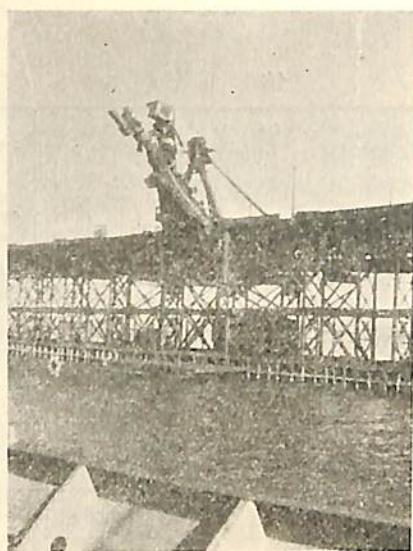
9

Norfolk: 雑貨を揚げた後、夜半に Sewalls Point の Virginia Coal Pier 2 に shift した。

ここには crane loader 4 基, conveyor loader 1 基があり, 1 日にこれ等の loader で 5,000 T 積みめるとのことであつた。本船への loading は 0145~1035 に行われ, この間に 11,896 LT を積んだ。

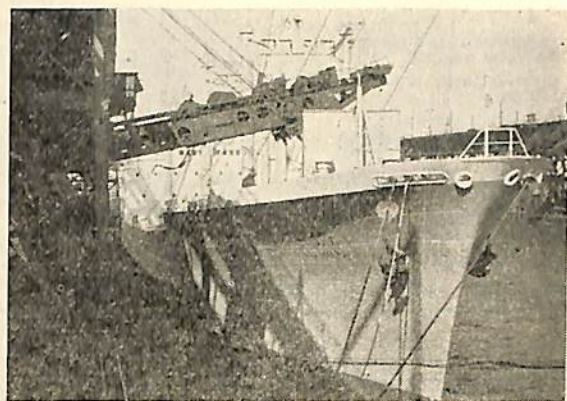
積み込みには crane loader 2 基が用いられた。

第 16 図にこの Coal Pier の概要を示した。



第 12 図 NORFOLK

本船の向うにも石炭の loader があつた。これは固定型である。cantilever の部分が水平に倒れ, その先の筒が船の hold に垂直に下りる。その端部に trimmer (長方形に見える)がある。



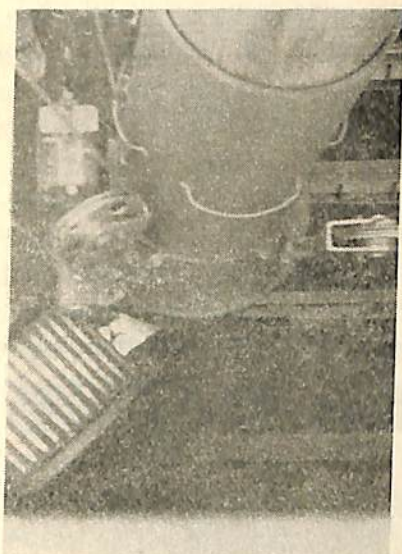
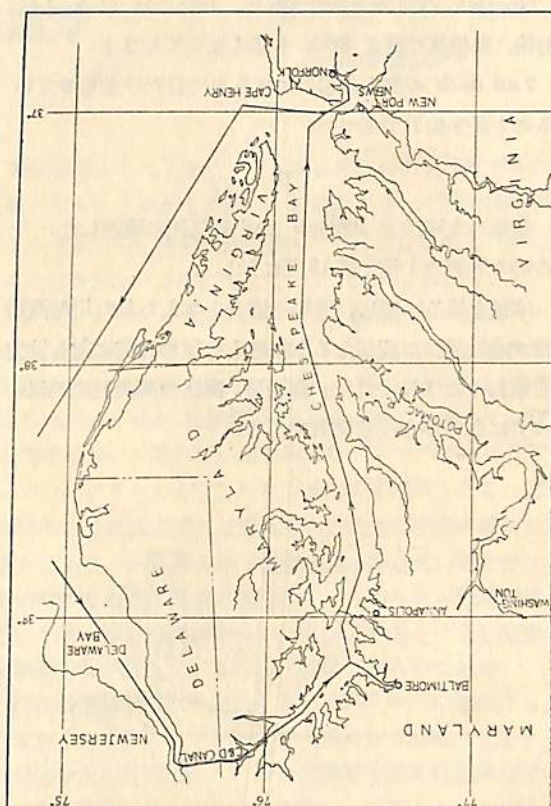
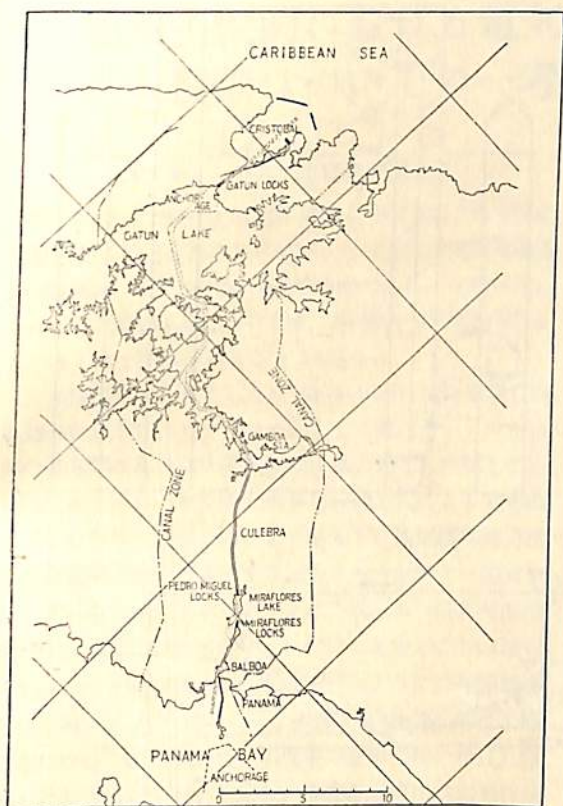
第 13 図 NORFOLK

loader が 2 番 hatch から 1 番 hatch に移り, 今時に conveyor が水平になろうとしている。岸壁に loader 移動用の rail が見える

石炭を積んだ 50 T 貨車 2 台が同時に car damper に乗せられ, 引くり返えされ, その石炭は hopper を経て elevator に移され, elevator は tower を上り, girder 上の 100 T 積電車に石炭を移す。電車は loader と elevator の間を絶えず往復して, loader 上でその底を開けて石炭を落す。

この loader は hinge up 出来, またその先の筒を縮めることが出来るので, 本船の上部構造物に支障なく, girder 上を移動し, 任意の船艙上に位置することが出来る (第 12, 13 図)。この操作は loader の操縦室





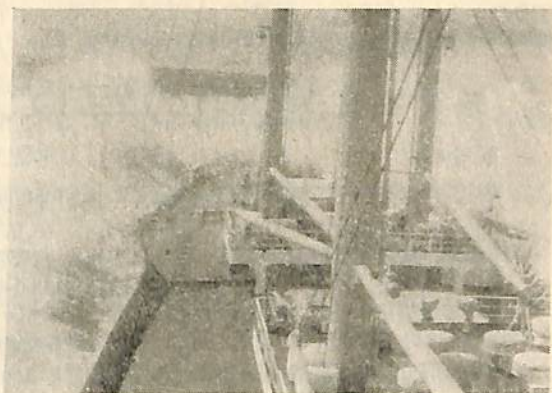
第 14 図 NORFOLK

loader の筒と trimmer. 筒は写真機の三脚のように上下に伸縮する. trimmer には小型 conveyor があり, 廻転して石炭をはじき出す. trimmer の向きは, remote で自由に変えることができる

で行うことができる.

また upper deck 上の黒人作業員が control switch を持つており, その button を圧して, loader の先の trimmer (第 14 図) の向きを変えることができる.

船倉内の 2nd deck には, もう 1 人の黒人作業員がおり, trimmer の向きを upper deck の作業員に指図する.



第 15 図 太平洋の荒天時の波



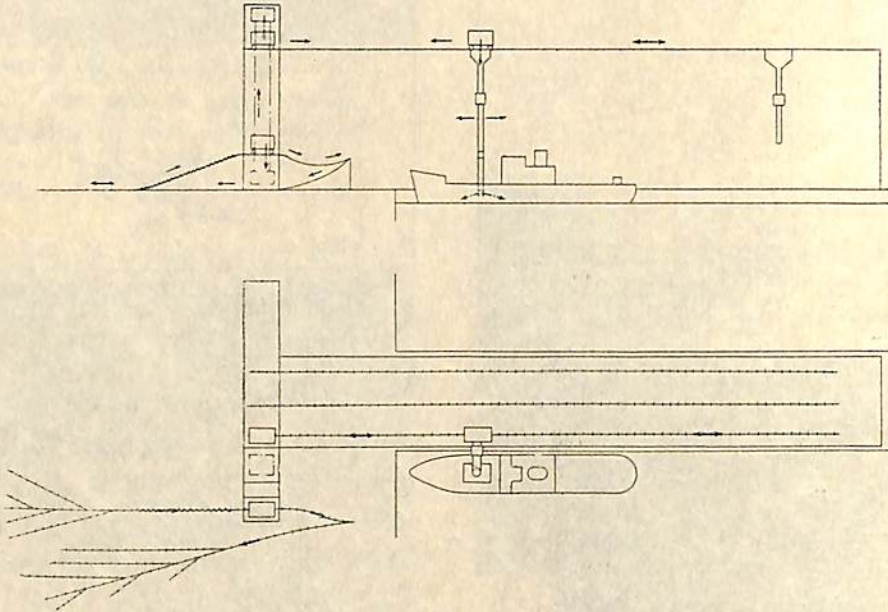
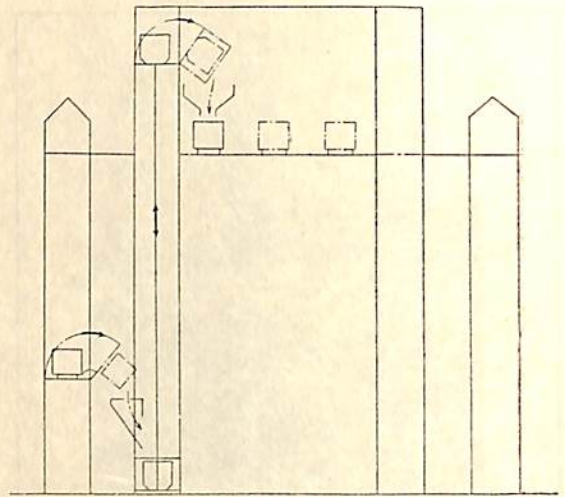
Norfolk の石炭は粉炭であり、積込中は deck 上は勿論、居住区の壁も deck も黒くなってしまう。

2nd deck の黒人が粉炭にまみれて目だけ光らせているのも些か憐れであった。

10

復航の太平洋で 990 mb の小低気圧に遭遇した。その時の写真の 1 枚を第 15 図に示した。

本稿を終るに際し、乗船の機会を与えられた川崎汽船株式会社並びに親切なる御指導と各種の作業に対し協力を賜わった「ねばだ丸」森船長、高田機関長初め乗組の方々にお礼申上げる次第である。



第 16 図 Swells Point Coal Piers

新 刊

天然社編 船舶の写真と要目 第6集 (1958年版)

B 5 判上製函入 260 頁 写真アート紙 定価 900 円 (〒60)

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



# 船用主機関における電気推進方式の役割についての一考察 (4)

柴田 福夫

川崎重工 株式会社  
造船設計部 電装設計課

## 10 ディーゼル交流電機推進方式

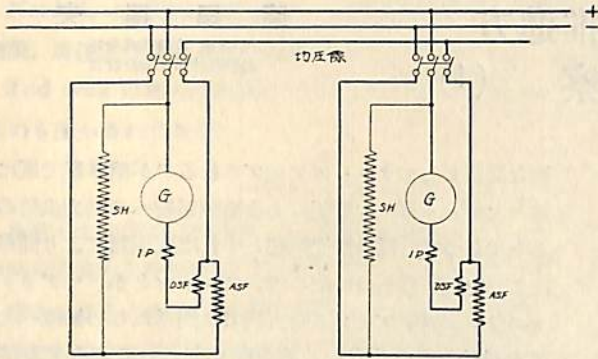
既に現在まで述べて来た筋道により判るように今後の大型船舶に使用される方式はディーゼル交流電機推進方式であるべきだと筆者は推奨するのである。その場合、どのような構成となるべきかを“筆者の一推奨方法”としてまとめて述べてみることにしたい。

交流電機推進方式としてわれわれが考えている場合既に述べたように、ディーゼル船として減速ディーゼル方式の最も秀れた方法が交流電機推進方法だと推奨しているのであるから、その最も重要な減速方式による能率の低下ということを総合的にまず考えて交流電機推進方法が総合能率で他の方式、すなわちフルカンギヤ方式やマグネットスリップカップリング方式あるいは勿論直流電機推進方法に比べて劣っていないことを示さねばならないだろう。そのためには既に述べたように交流発電機には川崎重工 KV 型のような中速度 250~300 回転程度の型は中型であるが、燃料消費率の極めて低い秀れた機関の同期発電機を数台使用し、推進電動機には力率の良くかつ能率の良い同期電動機を使用し、その速度は大体 6 極程度、すなわち 1200 r/m あるいは 8 極 900 r/m 程度とし、回転変動時あるいは逆転時のトルク要求のため、誘導型にした同期電動機を使う。そしてその数は 2 個として、一段減速歯車を経てプロペラに連結する。かくすれば電動機の型も小さくかつ歯車も能率良く、しかも入港、狭海等における、正転逆転によるいわゆるデッドスローの速度も出し得て、操縦の点でも極めて便利となるのである。しかしながら、それよりもこの場合、同期電動機方式は既述の如く、発電機力率を 1 として使用し得られ、極めて能率が良い。前章において示した一例においてはかく発電機力率を 1 として使用した場合、発電機能率の一例では 97.6% であるからこれを同期電動機と組合せた全総合能率で 95% すなわち損失 5% 程度とすることが出来る。実際に設計を苦心し能率に重点を置くべくやや上等に製作すれば 10,000 s.h.p.~20,000 s.h.p. 程度の船に対して、総合能率をこれよりも 0.5~1% 程度は上げることも出来るけれども、大体総合損失 5% 程度と見て置くのが平均的と考えられる。フルカンの場合は 5%、マグネットスリップカップリングの場合は 3.5% 程度と考えられる。これ等何れの場合も歯車装置による損失は考えに入れていない。かく比較する場合重

要な問題としてクローズアップされるのが第 8 章で既に述べたディーゼル主機関による補機系統への動力供給のことであつて、電機推進系統とすれば変圧器により簡単にこれを行い得るのに反して、フルカンとか、マグネットスリップカップリングの方法では簡単にこの補機への電力供給を行い得ない。第 8 章ではこれによる利益は 1.88% という結果が得られており、この点を加味して考えればディーゼル交流電機推進方式は他のフルカンよりも能率において秀れているのみならず、マグネットスリップカップリング方式よりも秀れてくる結果となる。能率において直流方式より秀れていることは前章に示した通りである。かく考えれば電機推進が秀れているとされる他の多くの点は全然度外視して、エネルギー伝達能率という第一番目の問題について限定して考えても交流電機推進方法が秀れているという結果となるのである。

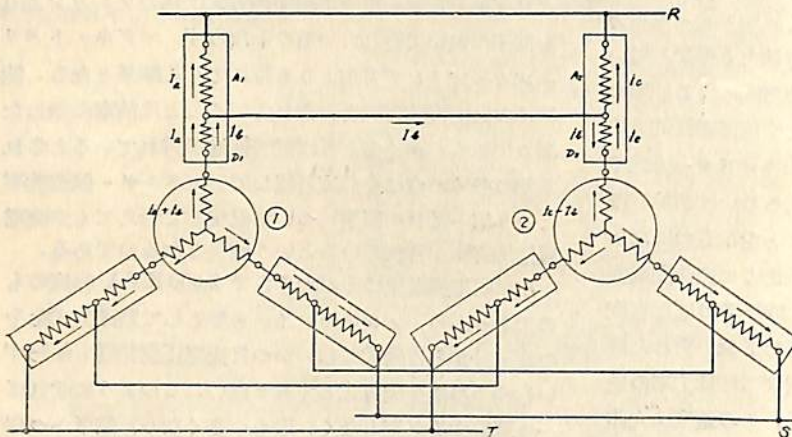
次に同期発電機はその大きさに 2,000 KVA 程度のものであるから、ノンエキサイター型として励磁方式をその交流分から自励式にし、かつ自働電圧調整器も使わずいわゆる複巻交流方式とすると良い。このようにすれば一々調整する必要もなく、形も小さくなり、簡単かつ保守が容易となる。このようにした場合の並列運転方法は筆者の方法として他の論文「船用発電機の並列運転について」(特許願昭 32-17773-柴田)なる題目で述べるが、ここではその概略を図面によつて略述しておく。この方法は船内補機用発電機として一般に用いられるべき方法であるが、そのままディーゼル交流電機推進方式の発電機並列運転に使用され得るものである。この方式は第 6 図に示すような直流の並列運転に対応する方式である。すなわちこの図では複巻直流発電機の直巻線輪を和働=イル ASF と差働=イル DSF とに分けて、その ASF と DSF の間を各機について均圧母線で短絡しようとするのである。交流自励複巻発電機においても第 7 図に示すようにこの発電機所属の電流線輪エレメントを各相毎に和働および差働ターンに分け、その中間点を短絡し、横流を完全に防止しながら優秀な平復巻外部電圧特性を得ようというのである。この筆者の方法によれば従来の第 8 図の方法は、改良されて第 9 図の如くなるし、AVR を含む単独の自励発電機の第 10 図の方法は第 11 図の如く並列接続されて、極めて良好な結果が得られ、この方法は将来船舶電気史上に輝かしい歴史を作ると考えられているのである。詳細については“船舶”(Vol. 31, No. 11)





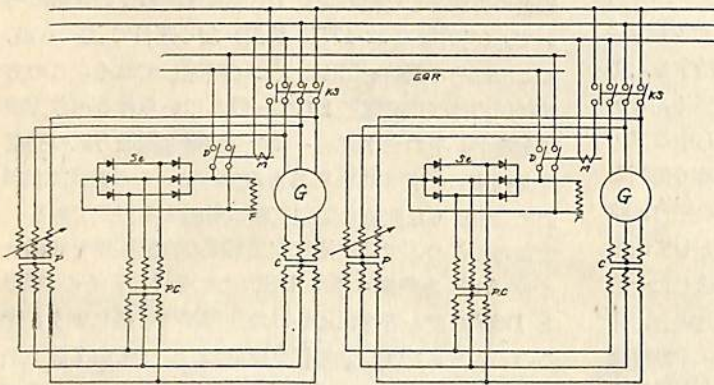
第 6 図

経済速力時が基準になるべきで、その場合に特性をマッチングさせておけばよいと考える。もつとも電圧エレメントによる励磁を variable にして他の回転数でも完全調整可能なようには出来るが、あえてそれを行わなくても経済速力時に合わせておけば他の回転数に対しても充分マッチング出来る。むしろプロペラ回転数にマッチする各種の回転数についてもその段階は max, full, half, slow, dead slow 等五ないし六段階位しかないのであるから、それら不連続的な負荷点のみを考慮した特性マッチングを行うこともノンエキサイターで充分可能なわけである。



第 7 図

次に交流方式における利点の一つは電圧を充分に高め得ることであると述べたが、そのために問題となつて来る一つに遮断器や管制開閉器類がある。これを解決するためにはやはり既に筆者が昭和31年“船舶”に掲載した“船舶の配電系統における諸問題”で詳しく述べた方式がある(柴田特許-221789 および 230406),これによれば接点を開閉時必ず直列に分割し得るのであり、電圧の高い系統の開閉には極めて有効であり、既にこの方法はドイツあたりで採用している



第 8 図

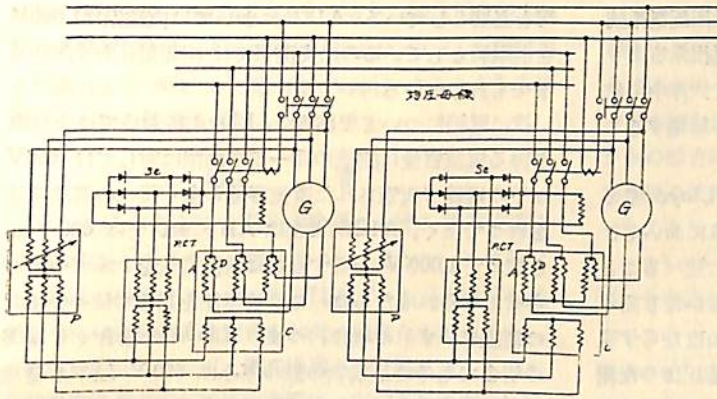
模倣であり、筆者の特許方式も結局世界の電気技術の最先端を行つているものと甚だ愉快に感じている次第である。この方法の詳細は改めてここでは再述する必要もないが簡単にその要点を説明すると次のようである。すなわち遮断器または開閉器類を分類すればその機構上接点の開閉動作は、回転運動によるか直線的往復運動によるかに大別される。しかしながらこの後者、すなわち直線的往復運動は一般的に他の場合も同様であるが、殊に遮断器類にあつては機構的こじれ等

“船用発電機の並列運転について”を参照ありたい。

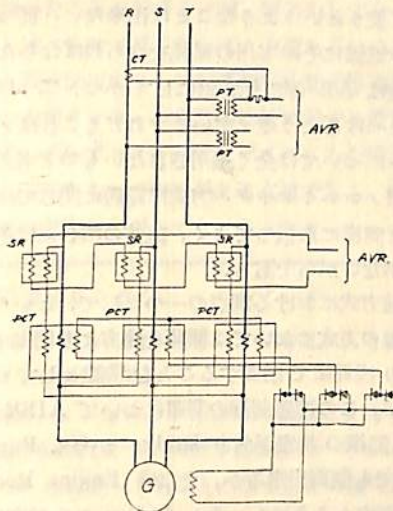
ここで一つ注意すべきことは通常従来交流電機推進方式においては、発電機励磁機を別個に設けて制御しており、エンジンの回転の変更にも対応している。筆者の方式としてのノンエキサイターも、実際にはこの回転のいずれの場合にも正確にマッチングすることが望ましいけれども、補機電動機等の低圧回路への供給をするべき

不都合を生じ、決して好ましい方式ではない。その点回転式作動方式は機構的に極めてスムーズであり、遮断器、開閉器類にあつてはこの方式によるべきである。一方接点開閉に当つて電弧の遮断を容易ならしめる一つの極めて有効な方法は1930年スレピアンの実験以来“多重遮断”であることは明白なる事実である。この多重遮断方式を極めて簡単に行い、かつ前述の回転作動方式を採用

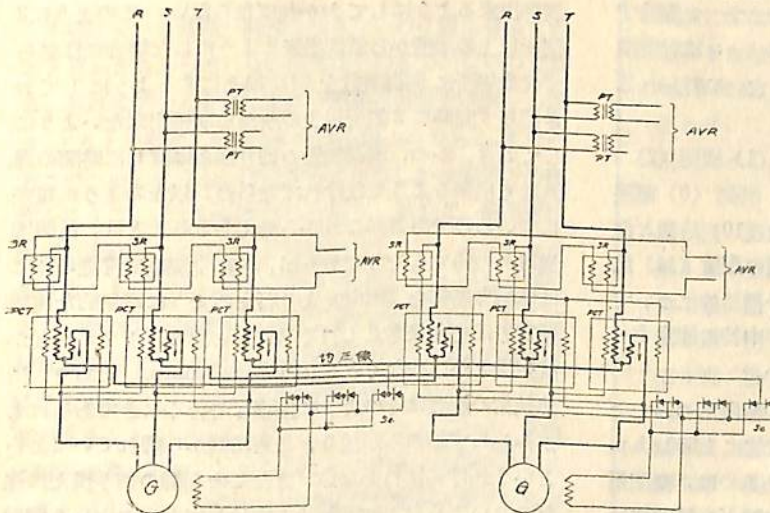




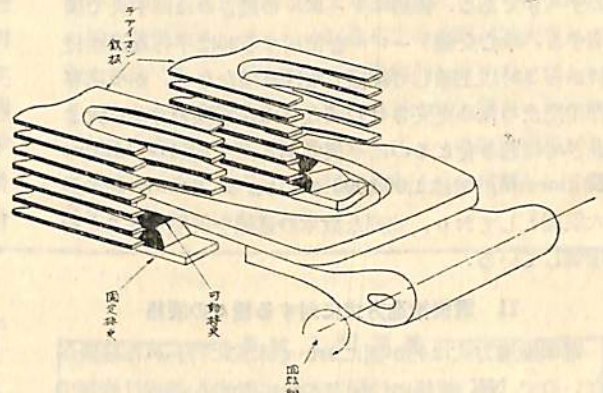
第 9 図



第 10 図



第 11 図



第 12 図

したのが筆者の特許方式であり、交流回路の R.S.T. の各極毎を二接点で開閉せしめるように、通常の遮断器類の接点アームを2個ずつ各極に設け、固定接点、可動接点とも各極に2個とし、これ等各極毎の可動接点が互いに回転軸に対し、平行の関係を保ちつつ運動する一さの遮断器、開閉器方式がその特許範囲であり、この使用範囲は、低圧小電流、低圧大電流、高圧小電流、高圧大電流ありとあらゆる電気回路の制御、開閉に役立つ誠に広範囲なもので、本電機推進方式の回路遮断に対しては誠に好都合の方式なの

である。第12図にはその一つとして、ダイヤモンド鉄板に囲まれた上記特許の221789および230406を示している。この特許は上述の如く、全世界で広く使用されつ

つある模様であるが、筆者は惜しむらくはわが国の特許庁にしか提出しておらず、従つてこの特許権はわが国内のみのものである。ただ筆者はかくの如き方式が全世界に大いに利用されつつあるのを誠に欣快とするものなのである。この機会についてながら遮断器における多重遮断は可熔器においては特許239546(柴田)長時限可熔器の如くなることを申し添えて置きたいと思う。

次に配電盤管、制盤等については当然補助発電機用配電盤、補機電動機用管制盤等におけるものと同様の注意をもって作られ、備置されるべきであるが、その中特に第8章にお



いて述べた如く、補機、電動機その他船内低圧配電系統へもこの主機系統より変圧器を通して給電出来るような回路としなければならない。これによつて大洋中の航行時には、すべての電力系統へは主機系統から給電することとし、燃料消費の節約をはかるのである。

電線についてであるがこれは AB 系と Lloyd 系とでその大きさがやや異なるが、その点は次章においてこれを述べることにし、ここでは単に一般的に述べることにする。すなわち推進機系統の回路の電圧はかなり高くなるため、その相間の絶縁厚みは相当取らねばならず現在一般的に 600 V 以下に使われている電線のような相間絶縁の薄いものであつてはならない。そのような意味から電線は単心式とするのが好ましく、また非磁性鍍装とすべきである。鍍装はケーブルの長さのほぼ中央で接地する。単心交流ケーブルを使用する時は平行な磁性材料から 3 吋以上離して配線しなければならず、かつ誘導作用防止のため交叉させねばならぬ。電線の寸法は大き過ぎては曲りをとるのに不便であり、その点から Marine Engineering では 1,000,000 サークルミルをその最大限度としており、並列な数本の電線を使用することを推奨している。

### 11 電機推進方式に対する種々の規格

電機推進方式はわが国において本式に行われた経験がないので NK 規格には現在これに対する規程は皆無である。しかしながら欧米においては過去においてかなりの建造経験があり、従つて AIEE とか Lloyd 規格にはかなり詳細にすなわちある部分においては概念的、抽象的に、かつある部分にはかなり具体的に示されている。現在未だこれ等の一字一句について一つ一つ議論すべき時になつておらず、詳細なディスカッションは電機推進船が実際に造られるようになってから大に行われるべきであることは当然である。

大体 AIEE とか Lloyd 規格関係では (1) 機関 (2) 発電機 (3) 電動機 (4) 励磁装置 (5) 制御 (6) 電線 (7) 附属装置 (8) 電圧 (9) 装置の特性 (10) 絶縁と温度 (11) 過負荷 (12) 通風 (13) 機械類の配置 (14) 危険速度 (15) 蓄電池 (16) 試験 (17) 予備品等について書いてあるわけであるが、ここではその中特に注意すべき項目についてのみ述べることにしたい。

まず推進用電気系統の取り得る電圧の制限についてであるが、Lloyd においては直流系が一般的に 1,500 s.h.p. までは対地電圧 600 V がその制限値であるのに、交流系では 15,000 s.h.p. までは対地電圧 2,020 V、線間電圧 3,500 V、と規定し、それ以上の電圧にする場合は特別許

可を必要としている。AIEE においては直流系は 1,000 V を制限値としているのに交流系では相間電圧を 7,500 V までも許している。

次に電線についてであるが、Lloyd においてはその取り得る電流容量は銅線の同一断面面積に対しては 660 V 以下の電線で規定された電流容量と全く同一の電流容量を取つて良く、AIEE または AB においては 600 V から数えて 1,000 V 上昇する毎に電流容量を 2% ずつ減少させてやらねばならぬ。これ等電圧を高めて使つた場合の電線はいずれの場合、つまり Lloyd の場合でも AB の場合でもその絶縁物の最少厚みは 660 V 以下の電線に比べてかなり厚くしなければならぬため、電機推進用の回路電線に従来の 440 V 系を使つた電線でもつて段を下げて使うというようなことは出来ない。従つて電機推進用の電線はその専用の電線を作らねばならない。発電機励磁は AB 等にも他励磁にしてかつ、二つ以上の励磁方式をつけるよう述べているけれどもこれはノンエキサイターについては全く適用されないものとする。何故ならばノンエキサイター方式は励磁に関しては全く直流方式と同様に取扱つてよく、直流の場合にはそのような規定がないからである。

電機推進方式における利点の一つとして、というよりも電機推進の方式においては機関を遠方より制御すること、つまり操舵室で制御することを常識としているようであるが、この遠隔制御の問題について AIEE も Lloyd も同様の規定があり Bridge からも Engine Room 内でも制御出来るか、または Engine Room 内のみで制御するようにし、もし Bridge から制御出来る時には必ず、その予備として Engine Room からも制御出来るようにしておかねばならない。このように 2 個所以上の場所から制御出来るようにした場合には必ず代表場所に制御装置を切り換えにするようにしておき必ず同時に 2 個所以上の所から制御出来ないようにしておき、かつ、制御装置の切り換えは直ちに時間の遅れなく出来るようにならねばならぬ。以上のように規定しているのであるがこれから考えられることは、電機推進以外の時でもそうであるが、特に交流電機推進の時には燃料弁制御を Bridge より行えるように電氣的な遠隔制御方法を今後考えて行くべきだと思ふ。トラックとか航空機とかは少なくとも one man control であり、当然技術の進展はそのように推移して行くべきであるにもかかわらず船のみが独り、この法則から離れていてよいというわけには行かない。またこの制御の切り換えに遅れないような system としなければならぬという問題に関連して、経済速力回転から他の回転への切り替えの



時補、機関関係の Essential load へ直ちに補機用(船内低圧用)発電機から Automatic change over の開閉器と時限付きの starter で電力を supply するような方法が望ましいと筆者は考えるのである。

## 結 言

以上全11章をもつて船用主機関における電機推進装置の方式がどのような意義を持つているかについて述べた。逐条の説明によつて、叙述はまずいながら賢明な読者諸兄には充分筆者の意向をお汲み頂けたものと思う。これ等の説明によつて、電機推進方式、特にディーゼル交流電機推進方式が船用主機関の一方式として充分今後における利用価値のある重要方式であるということがお判り頂いたことと信ずる。否、筆者をして今一步遠慮なく申し述べさせて頂くならば、中速あるいは高速ディーゼルの数台使用による並列運転交流電機推進方式こそ、今後の大型タンカー、大型貨物船に対する最重要の方式として、必らずクローズアップされざるを得ない方式であると確信をもつて申し添える次第である。時代の大きな変革の方向から考えても、オートメーションとかマス

プロダクションとかいつたこの趨勢は、結局すべての機械とか形式とかの単一化、区分化、エレメント化へとあらゆるものを導きつつあるのであり、独り船用機関のみ別箇の途を進むものでもあるまい。ある限られたエレメントの総合によつて物を造つて行くという考え方、それが今後の技術の進み方であるとすれば、結局、筆者が述べたような2,000HPとか1,500HPとかのディーゼルユニットを1エレメントと考えて、それを交流電機推進という誠に合理的な結合方法で総合的にまとめて行く方式、そしてこのエレメントのマスプロ化ということが20世紀後半の船用主機関の方式だという考えに否定的な意見を持たれる読者は少ないだろうと思う。時代はエネルギーの転換に関して、極めて興味ある問題をわれわれに投げかけるけれども、技術の拡大なる範囲において、日に月に益々電気エネルギーへの転換利用の部門が拡大されて行く傾向である。新工業は「自働制御と原子力」だというこのような合言葉とともに、筆者は新工業のエネルギー利用方式はやはり「電気エネルギーへの転換利用」という現実の事象を表わした言葉を今後の合言葉として提出せざるを得ないのである。

(355頁よりつづく)

トラック、戦車の輸送用としての考えがあり標準船の中にも採用されている。

最近のニューヨークタイムスの報道によると米国では国防省の要求によつて20隻の貨物船の一甲板は Roll on Roll off の設備をすることになったとの話である。

## 5. む す び

本稿において筆者が結論を出さないのは誠に卑法であると思われるかも知れないが実はその能力がないのである。私は賢明なる各位に更に一層船内荷役を理解して頂き、よりよき能率の貨物船の出現を待つのである。また一方このためには船主、運航業者は何がしかの帳面上の犠牲を払うことは止むを得ないと思う。例えば、船内荷役装置の通路のためにはある程度ブロークンスペースの生ずることを計算に入れ荷物の booking をする必要がある。船内荷役運搬車の作業に適した船艙にするため鋼材重量の増すこともあるだろうが、今までの船舶の推進に全力を注いで来た力を幾分荷役作業に分けることも必要であると考えられる。縁の下の力もちというが、本当に船内荷役こそデッキの下の力もちであつて陽の目を見ることが少いが、貨物船を能率化する重要作業であることであらためて思い起さねばならない。(1959. 2. 4)

## 海 技 入 門 選 書

東京商船大学教授 横田利雄 著

## 海 事 法 規

A 5 上製 155 頁定価 280 円 (送 30 円)

船が直接航海するに必要な航海技術に係する法規、すなわち「航海法規」を除外した一切の海事または船舶に係する法規—それが本書の「海事法規」であり、著者の前著「航海法規」とあわせ、ここに海運関係法規の完全なる全貌が把握できる。

### 目 次

- 総 説 海事法規の概念
- 第1章 船舶法および積量測定法等
- 第2章 船舶安全法
- 第3章 船 員 法
- 第4章 船舶職員法
- 第5章 海難審判法
- 第6章 海 商 法
- 第7章 検 疫 法
- 第8章 関 税 法



# 船内荷役について

内 田 勇

## 1. ま え が き

大正時代は10ノットボートは立派な優秀貨物船であった。この船は15~6人から20人に余る火夫が石炭を焚いて、レシプロ蒸気機関を動かして走らせていた。それが現在の優秀高速貨物船は何れも12,000馬力級のターボチャージャ付のディーゼルエンジンの18ノットライナーに進歩発達して来ている。航海器具は35年前当時は夢にも想像出来なかつたレーダーが実用化され航海ジャイロパイロットおよびローランとともに測器航法に変つて来ている。しかるにこの18ノットライナーに装備されている荷役装置は動力源こそ蒸気から電気等と変つている点はあるが、原理からいえば全く同じ装置である。デリックブームで重量貨物を吊り下げている形は5000年前のエジプトにおけるピラミッドの建設工事を思い起させるものがある。一方、船舶の運航経済の面からみると船舶の1年間の航海日数と碇泊日数の一例は下記の通りである。

	航海日数	碇泊日数	修 理 そ の 他
遠洋定期貨物船	204 日	145 日	16 日
近海定期貨物船	157 "	182 "	26 "
遠洋不定期貨物船	236 "	106 "	23 "
近海不定期貨物船	181 "	164 "	20 "
遠洋油送船	301 "	40 "	24 "

御覧の通り1年の殆どは大体荷役のため貨物船は碇泊しているのである。従つて船の荷役能率の船舶運航採算におよぼす影響は大きなものである。荷役の内、更に船舶運航会社と非常に密接な関係にある船内荷役の現状に関し述べて御参考に供したい。

## 2. 船内荷役の現状

船内荷役の状況についてはよく御承知の方も多いと思うが、案外御存じでない方もあると思うから船の荷役作業について一応説明をしてみよう。船内荷役の費用の負担は定期貨物船と、不定期貨物船では異なる場合が多いがここでは定期貨物船の場合について述べる。

- 1) 荷主の費用で荷物は倉庫に回漕店により運ばれる
- 2) 同じく荷主の費用で、倉庫から本船舷側にまで運ばれる。

3) 本船舷側までの船積も荷主の費用で輸送される。

4) 本船舷側の棧橋あるいは船内に貨物が ready to load の形となつたならば、爾後の積込作業は船主負担で船内人夫が行う。(この作業は1組4~5人で行う。)

5) 本船ウィンチは船内荷役人夫が運転し、荷物を船内に積み込む。(船会社の費用)

6) 船内におろされたスリングから船内に積み付けることは船内人夫が行う。(船会社費用)

7) 船内人夫の1組の人的構成は次の通りである。

デッキマン 1人(舷側、船内、ウィンチの間の連絡信号)

ウィンチマン 2人(本船ウィンチの運転)

船内人夫 約10人(船内積付)

8) 陸上埠頭クレーンを使用の場合はクレーン使用料は Wharf fee に含み船主負担、クレーンの運転は船主負担の船内荷役人夫。

9) 本船側は一等航海士が積付計画をたて、支店または代理店の本船係および、船内荷役会社のフォーマンと打合せフォーマンより各組頭に積付要領を指令する。

10) 本船側の積付監督は船首半分、船尾半分に分け二等航海士、三等航海士を配置する。各船には甲板員1人宛を配置監督に当らせる。

11) 荷物破損等の責任は原則として荷物が本船舷側の線を船体側に通過する時に荷主から船主に移る。

12) 積込荷の個数および外装は船主側および荷主側と検数員が立ち会いの上行う。

## 3. 船内荷役費用

前章で述べた通り船内荷役は荷物を舷側から船内に運ぶのにウィンチを使用するだけで、その後の作業は通常は殆んど人間の背中にかついで運ぶ原始的な積付作業である。このことから考えても労賃高の今日、如何に高価なものになるかは想像出来るものと思うが、その具体的な金額を示して御参考に供しよう。

	San Francisco Stevedore	Charge per man per hour
	Strait time	Penalty time plus Over time
Gang Boss	\$ 2.83	\$ 4.24½
Winch Driver & Combo Driver	\$ 2.78	\$ 4.17
		\$ 6.36¾
		\$ 6.25¾



Hatch & Dock (ordinary labourer)	\$ 2.63	\$ 3.94½	\$ 5.91¾
Walking Boss	\$ 3.52	\$ 5.28	\$ 7.92
他に			
Vacation Pay Assessment	20 c	per man per hour	
Welfare Fund Assessment	11 c	〃	
Pacific Maritime Association Assessment	2 c	〃	
Pension Plan Assessment	15.4 c	〃	
Total	48 c	を加算する	

なお、上記に

積高×Each Commodity Rate(約 70 C~80 C)

Total Gang hour 〃 を加算する。  
ordinary hour 07.00~17.00 までとする。

日本における船内荷役人夫労銀の例

月取 約 ¥ 21,600 残業の場合 約 ¥ 27,000

また、船内荷役費が運賃の中の如何に大きな部分を占めるかを示して見よう。

Japan/Los Angeles

IRON & STEEL GOODS

FREIGHT : OPEN, US \$ 13.00 PER 2,000Lbs.

STEVE : JAPAN \$ 1.50 〃 〃

L. A. \$ 8.50 〃 〃

JAPAN/SAN FRANCISCO

PORCELAIN WARES

FREIGHT : US \$ 25.00 PER 40CFT.  
OR 2,000 Lbs.

STEVE : JAPAN \$ 1.30 〃 R/T

S. F. \$ 11.00 〃 〃

JAPAN/NEW YORK

TOYS

FREIGHT : US \$ 26.50 PER 40 CFT OR 2,000  
Lbs.

STEVE : JAPAN \$ 1.30 PER R/T

N. Y. \$ 10.00 〃 〃

#### 4. 荷役能率増進法の例

貨物船としての経済速力は殆んど最高限にまで達している今日、定期貨物船の稼働率を高めるには、荷役能率を上げ碇泊日数を減少すること、および荷役費の節減による他ないと思われる。

船内荷役の能率向上のため、戦後、オランダのロッテルダム、ベルギーのアントワープ、西独のハンブルグは戦争で廃墟となつた跡に更に素晴らしいワーククレーンの

林立する近代埠頭に生れ変つた。このワーククレーンの荷役能率は船内デリックの使用の場合の荷役能率よりも、50%位よいものと思われる。

米国および日本では港湾設備としての荷役クレーンは殆んどなく、船内設備に負うものである。また、船内部の積付荷役作業は高価な人間の労働によつてゐるから、この労働を少くする船体構造を考へること、および船内荷役作業の機械化を図らなければならない。この方法に対する次の数案について検討して見よう。

(1) 艙口を大きくすることは積付の距離を少くするに有効であり、現在の定期船の艙口は昔より大きくなつてゐるが、定期船として中甲板の積付面積も必要であるから余り大きく出来ない。船の主次要法の大型化に比較して艙口は相対的には小さくなり、従つて船内運搬距離は依然相当大きい。

(2) 動力トッピングリフトウインチの設置は確かに有効と思われる。最近完成の多くの D/W 3000 ton の鋼材運搬船に設備され有効であることが立証されている。しかしこれだけをもつて定期貨物船の雑貨荷役の改善を行うことは出来ない。

(3) 船内荷役にフォークリフトを利用することは船内荷役機械化の第一歩である。雑貨をパレットに乗せてフォークリフト荷役を行うことは現に行われているが、このフォークリフトの利用のため船体構造をフォークリフトの活動に適するように設計することと、フォークリフトを船内作業専用のものに製作することが必要であると思う。

(4) 雑貨を機械荷役に適した一定の形をした Container に入れて荷役することは、荷物破損、盗難を防ぎかつ包装費を節約することが出来る。その上、雨天荷役も可能であり、Container 内に乾燥剤を入れれば船舶の空気乾燥設備も不要となり非常に便利である。しかし輸送後用済 Container の返送、通関料等に問題がある。

米国内および米国と中南米諸島間、欧州内のように陸運と一括した輸送を行う場合には有効であると考えられる。

(5) Container Ship の一段と徹底したのが Roll on Roll off Ship である。本船型は荷役装置が全然なく、荷物を満載したトレーラをトラクターが倉庫、あるいは荷主工場から直接牽引して来、船舶に走つて入る。

トレーラを船内に固縛した後トラクターだけ帰つて行く。揚地ではトラクターだけが船内に乗り入れトレーラを曳いて乗陸するのである。これは荷役費が零に近いが船艙内のブロークススペースが大きくなること並びに陸上輸送の受入態勢で日本では困難が多い。米国では戦時

(353頁へつづく)



運輸省型式承認になつた船用品一覽表 (8)

型式承認 番号	品名	有効期限	製造者名	備考
974	救命胴衣船員用(膨脹式)MS型	37.11.1	藤倉ゴム工業株式会社	
975	持運び式一塩化一臭化メタン消火器蓄圧式スター 1/4ガロン型	"	三津浜興業株式会社	
976	持運び式一塩化一臭化メタン消火器用封かん装て ん物スター1/4ガロン型	"	"	
977	甲種そう口覆布用布地 星つばめ印 二号	"	東洋紡績株式会社	
978	" " 三号	"	"	
979	" " 四号	"	"	
980	" " 五号	"	"	
981	屋間信号灯 FSD 超高压水銀灯式 H-20 A 型	37.12.1	富士船舶工業株式会社	
982	" " H-20 D 型	"	"	
983	救命浮器 日カ型 第二号	"	日本カボック工業株式 会社	
984	" " 第五号	"	"	
985	落下さん付信号(救命艇用)K式 第一号	"	興亜化工株式会社	
986	簡易浮器膨脹型望月式 6型	37.11.21	望月産業株式会社	
987	救命浮器小川式二十二人型 第三号	38.1.12	西日本救命器具株式会社	
988	救命索発射器銃砲型川崎式 KB-二型	38.2.4	株式会社川崎製作所	
989	救命索(救命索発射器 " )	"	"	
990	救命浮器 日カ型 第一号	"	日本カボック工業株式 会社	
991	" " 第六号	"	"	
992	救命胴衣 " 第八号	"	"	
993	可燃性ガス検定器直読式干涉屈折計型新光式	38.2.27	株式会社新光製作所	
994	持運び式一塩化一臭化メタン消火器蓄圧型ゼット 四型	34.10.1	プレスト産業株式会社	旧 523 営業 所変更につ き書換
995	" " 用封かん装てん物	"	"	" 524 "
996	" " 蓄圧型ゼット八型	"	"	" 522 "
997	" " (F型)蓄圧型	34.8.8	"	" 507 "
998	" " 用封かん装てん物	"	"	" 508 "
999	持運び式あわ消火器初田式船舶用第三号	38.2.27	株式会社初田製作所	
1000	" " " 第四号	"	"	
1001	発煙浮信号 国際式第二号	38.3.13	国際火工株式会社	
1002	救命浮環用浮体発泡ポリエチレン船協一型	38.3.21	船舶用救命器具協同組合	
1003	膨脹型救命いかた FRN-10型	38.4.2	藤倉ゴム工業株式会社	
1004	散水頭能美式 SH-5 型七八度 C 用	"	能美防災工業株式会社	
1005	" " "一〇三度 C 用	"	"	
1006	救命浮環 C-430 型	38.8.10	日本救命器具株式会社	
1007	" C-455 型	"	"	
1008	救命胴衣 K-まくら型	38.5.27	大阪救命器具製作所 宮部敏治	
1009	救命浮環 C-430 型	38.8.10	日本カボック工業株式 会社	
1010	" P-430 型	38.4.17	日本救命器具株式会社	
1011	" "	"	日本カボック工業株式 会社	
1012	" "	38.4.19	西日本救命器具株式会社	
1013	" "	"	高階忠義	



— 小型河川用船舶の浅水影響試験 —

前回の資料 97 では双螺旋のランチおよびトンネル型曳船の浅水影響試験結果を紹介したが、今回は船尾外車船についての同様な試験例を掲載する。M.S. 170 および 171 の 2 船はいずれも船尾両側に 2 箇の外車を装備する曳船に対応する 4 米模型で、実船に対する縮率は前者が約 1/15、後者が約 1/7 である。模型船の要目は第 1 表に、正面線図および船首尾形状等を第 1 図および第 2 図に示す。

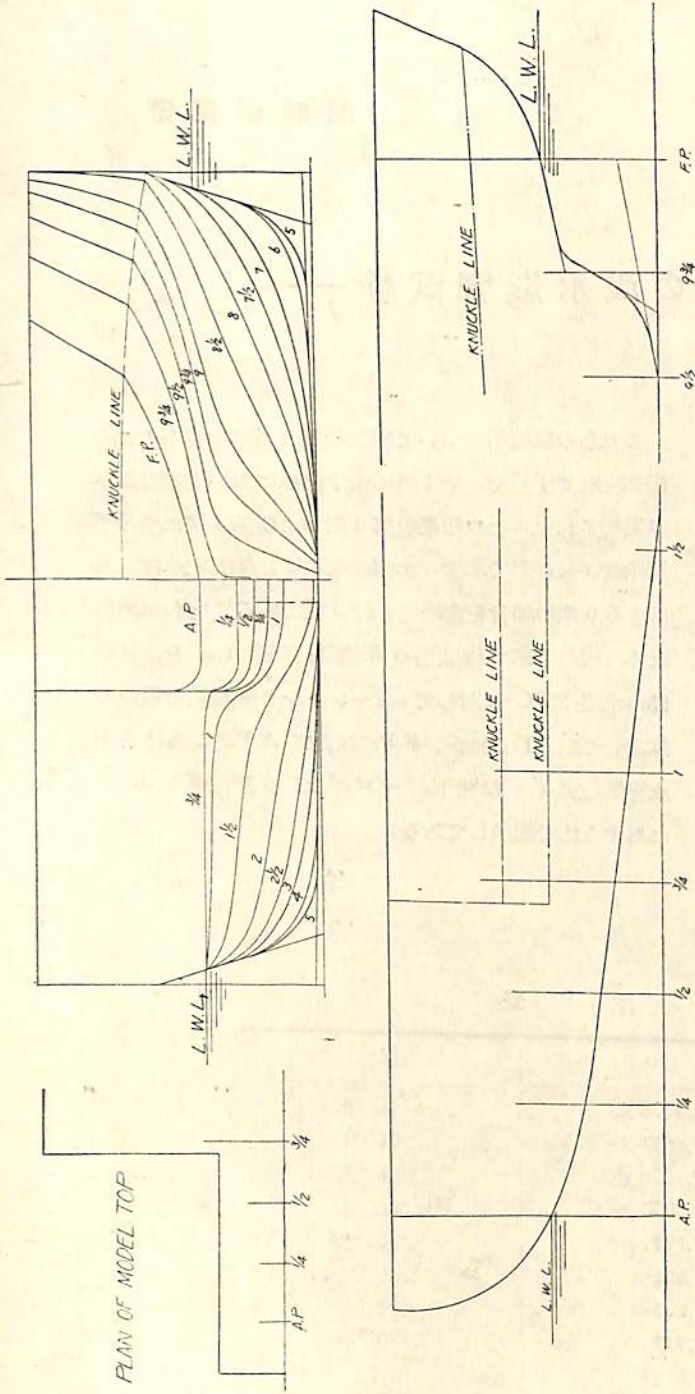
M.S. 170 はデッキ面積の関係からか、船首部の巾が著しく広く、側面図では重光式船首の如き形状を示しているのは興味がある。

これらの模型船について裸殻状態（外車や舵その他の副部を附せず）で、第 1 表に示す吃水において抵抗試験が実施された。その結果を第 3 図および第 4 図に剰余抵抗係数  $r_w$  の形で示す。水深の変化は、無限大水深に対応する 6 米の場合を含めて、計 5 種である。なお参考のために図の下部に模型船の摩擦抵抗係数  $r_{mf}$  を、試験時の水温 25°C に対してシェーンヘルの摩擦式を用いて算定して記入したほか、F.P. および A.P. における吃水変化  $\Delta d$  (+ は沈下、- は浮上) の測定値を  $L_{pp}$  に対する比で図示してある。

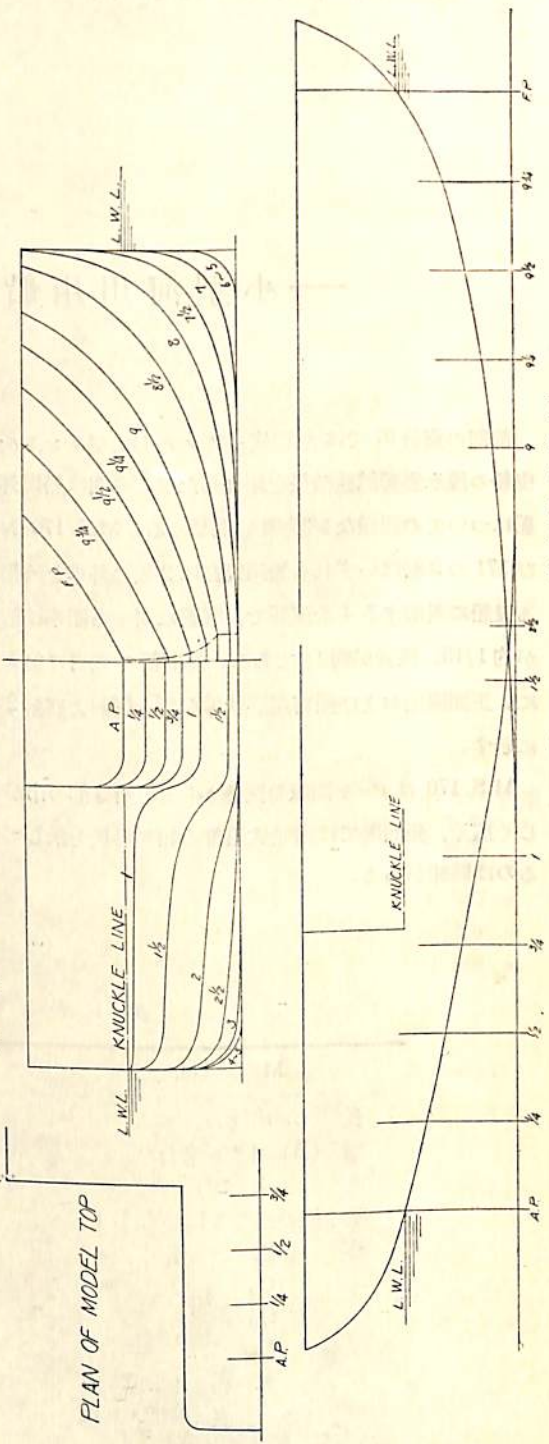
第 1 表 要 目 表

M. S. No.	170	171
長 (L. P. P.)	4.0000 米	4.0000 米
幅 (B) 外板を含む	.6887 米	.9200 米
吃 水 (d)	.1005 米	.1267 米
吃水線の長さ (L. W. L.)	4.0000 米	4.0000 米
排 水 量	.1734 米 <sup>3</sup>	.3336 米 <sup>3</sup>
$C_b$	.626	.716
$C_p$	.682	.723
$C_{x\alpha}$	.918	.990
平均外板の厚さ	.5 耗	.7 耗
浸 水 表 面 積 (ただし附加物を含まず)	2.730 米 <sup>2</sup>	3.678 米 <sup>2</sup>





第1図 M.S. No. 170 正面線図および船首尾形状図



第2図 M.S. 171 正面線図および船首尾形状図







# 鋼船建造状況月報 (34年1月)

船舶局造船課

## (イ) 起工船

(昭和34年1月末までに報告のあったもの)

造船所	船番	船名	主	総噸数	主機	用途	起工年月日
日立、桜島	3874	山下汽船		9,300	D 12,500	貨物船	34. 1. 14
〃 因島	3875	新日本汽船		〃	〃	〃	34. 1. 20
呉造船	36	照国海運)共有 日本鉄石輸送)		9,500	〃 5,600	〃	34. 1. 28
波止浜造船	75	万野汽船		2,300	〃 2,100	〃	34. 1. 21
来島船渠	23	扶桑海運		2,850	〃 2,400	〃	34. 1. 28
三井造船	638	三井船舶		9,550	〃 11,250	〃	34. 1. 10
尾道造船	61	ストック・ボート		2,500	〃 2,400	〃	34. 1. 15
〃	60	扇興汽船		890	〃 900	〃	34. 1. 17
中村造船	153	近藤海運		920	〃 1,100	〃	34. 1. 14
波止浜造船	77	大新海運		360	〃 420	〃	34. 1. 23
来島船渠	26	丹下富士		499	〃 650	〃	34. 1. 10
幸陽船渠	108	岡本寿		345	〃 320	〃	34. 1. 14
日立、因島	3888	森田汽船		21,100	〃 15,000	油槽船	34. 1. 17
白杵鉄工業	1016	関西運油		1,250	〃 1,300	〃	34. 1. 14
太平工業	30	愛徳汽船		380	〃 420	〃	34. 1. 20
林兼造船	931	日東捕鯨		430	〃 3,000	漁船(捕鯨)	34. 1. 17
日立、桜島	3885	森田汽船		500	— —	雑船(浚)	34. 1. 23
〃	3886	〃		〃	— —	〃(〃)	〃
信貴重工	101	松葉船舶		410	— —	〃(〃)	34. 1. 20
播磨造船	543	パナマ		10,250	D 8,100	輸出(貨)	34. 1. 27
日立、因島	3825	ヅエネズエラ		20,400	T 13,750	〃(油)	34. 1. 8
三菱、長崎	1504	パナマ		27,400	〃 17,600	〃(〃)	34. 1. 19
大阪造船	147	リベリヤ		493	D 300	〃(〃)	34. 1. 17
常石造船	17	栄得汽船		370	〃 320	貨物船	33. 12. 17
石川島重工	772	ブラジル		20,800	T 15,200	輸出(油)	33. 12. 13
渡辺製鋼	156	東京都		416	— —	雑船(ポンプ)	33. 11. 8
鋼管浅野	31	東亜港湾工業		440	— —	〃(浚)	33. 10. 15
他 52 隻 (300 噸未満) 4,475 総トン							

起工船合計 79 隻 157,928 総噸

## (ロ) 進水船

(昭和34年1月末までに報告のあったもの)

造船所	船番	船名	主	総噸数	主機	用途	進水年月日
呉造船	43	大山丸	ストックボート	3,700	D 2,600	貨物船	34. 1. 24
宇品造船	331	正富士丸	丸正汽船	380	〃 520	〃	34. 1. 23
九州造船	231	昌栄丸	日鉄汽船	3,500	〃 2,400	〃	34. 1. 26
常石造船	15	5喜福丸	田中喜代松	600	〃 380	〃	34. 1. 10
波止浜造船	71	2松豊丸	万野汽船	1,499	〃 1,800	油槽船	34. 1. 14
白杵鉄工業	1013	梅洋丸	永井海運	1,150	〃 1,100	〃	34. 1. 7
新潟鉄工業	280	そらち	海上保安庁	315	〃 700×2	雑船(巡視)	34. 1. 14
東北造船	6	—	函館ドック	300	— —	〃(土運)	34. 1. 26
日立、桜島	3812	Delphic Oracle	パナマ	12,800	D 8,750	輸出(貨)	34. 1. 17
播磨造船	548	Antipolis	〃	24,150	T 19,250	〃(油)	34. 1. 24



三井造船	633	Alexander Maersk	デンマーク	12,700	D	7,000	輸出(油)	34. 1. 24
三菱,長崎	1487	Virginia Getty	アメリカ	27,400	T	17,600	〃(〃)	34. 1. 13
日立向島	3872	Dnepr	ソ連	500	D	1,210	〃(艙)	34. 1. 26
尾道造船	58	宮古丸	琉球	940	〃	1,500	〃(貨客)	34. 1. 14
岸上造船	171	俊光丸	増田海運	430	〃	450	貨物船	33. 12. 14
他 49 隻 (300 噸未滿) 3,789 総トン								

進水船合計 64 隻 94,153 総噸

(ハ) 竣工船

(昭和34年1月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	船主	総噸数	主機	用途	竣工年月日
大阪造船	139	三鷹丸	日本郵船	5,700	D	貨物船	34. 1. 28
芸備造船	110	熊野丸	大阪運輸	475	〃	〃	34. 1. 31
幸陽船渠	106	広畑丸	広畑海運	350	〃	〃	〃
竹原造船	31	旭洋丸	旭洋汽船	220	〃	〃	34. 1. 26
〃	37	平和丸	光洋海運	400	〃	〃	〃
岸上造船	165	1 福栄丸	大橋一美	430	〃	〃	34. 1. 16
石川島重工	769	日悠丸	日正汽船	14,200	〃	油槽船	34. 1. 29
川崎重工	971	千鶴丸	川崎汽船	20,200	T	〃	34. 1. 28
向島船渠	41	2 鶴洲丸	向島汽船	350	D	〃	34. 1. 15
竹原造船	33	11 幸進丸	摩島汽船	350	〃	〃	34. 1. 16
〃	38	天龍丸	松井徳市	180	〃	〃	〃
函館ドック	234	Judith Ann	リベリヤ	8,200	〃	輸出(貨)	34. 1. 27
三菱日本	824	Andros Transport	バナマ	23,600	T	〃(油)	34. 1. 16
三井造船	619	Andros Trader	〃	28,500	〃	〃(〃)	34. 1. 21
三菱,長崎	1482	Wabasha	アメリカ	26,000	〃	〃(〃)	34. 1. 22
N. B. C. 具	66	Universe Apollo	リベリヤ	69,100	〃	〃(〃)	34. 1. 31
鶴見船渠	204	12 豊栄丸	中川栄	170	D	貨物船	33. 12. 5
吉浦造船	118	12 太陽丸	太陽運輸	199	〃	〃	33. 12. 20
深江造船	68	新福丸	石崎忍	100	〃	〃	33. 12. 26
岸上造船	171	俊光丸	増田海運	430	〃	〃	33. 12. 25
浦共同造船	1	あさひ丸	三協海運	250	〃	油槽船	33. 12. 15
松浦造船	100	3 福寿丸	滝本海運	150	〃	〃	33. 12. 23
〃	101	5 〃	〃	〃	〃	〃	33. 12. 28
横浜造船	392	渚丸	九州商船	120	〃	貨客船	33. 12. 15
山西造船	354	12 千鳥丸	千葉留三郎	250	〃	漁船(艙)	33. 12. 27
浦賀横浜	754	千代田丸	阪神築港	800	—	雑船(浚)	33. 12. 19
横浜造船	394	—	東京都	120	—	〃(土運)	33. 12. 1
〃	395	—	〃	〃	—	〃(〃)	〃
渡辺製鋼	155	6 朝倉丸	日本起業	135	—	〃(ポンプ)	33. 12. 5
寺岡造船	10	開神丸	沖物産	198	〃	貨物船	33. 11. 25
〃	8	2 祐喜丸	祐喜船舶	190	〃	油槽船	33. 11. 23
渡辺製鋼	153	1 朝日丸	朝日土地興業	390	—	雑船(浚)	33. 10. 29

他 21 隻 (100 噸未滿) 942 総トン

竣工船合計 53 隻 202,969 総トン



# 特許解説

特許庁 飯沼義彦

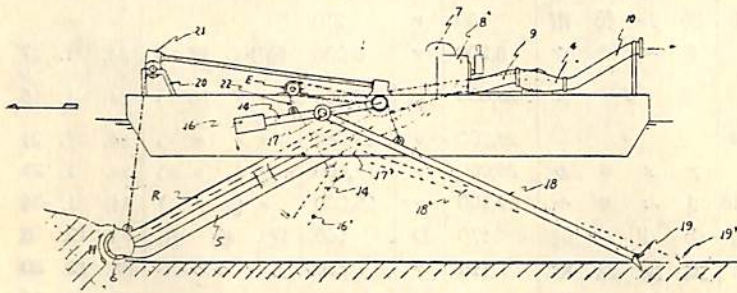
浚渫船（昭和33年特許出願公告第10,434号，出願人・発明者・菅沼邦松）

本発明はスパッドの打込みや繫留索を必要とせず、水底を掘りながら前進できるように構成した浚渫船に係るものである。図面第1図および第2図はそれぞれ本発明による浚渫船の側面図および平面図で、6は掘り装置、4は掘り装置で掘り取られた土砂を吸上げるポンプ、14, 18は前進用揺動腕杆を示す。掘り装置6は原動機1により鎖車11, 12, 傘歯車A, B等を介して矢示(H)の方向に回転しつつその円筒体の周囲にスパイラル型に取付けられた帯状板によって掘り取った土砂を土砂吸上げ管5の開口端に寄せ集める。土砂吸上げ管5からポンプ4に至る途中に設けられているタンク8は浚渫作業開始の際にあらかじめ水を満たしておき、ポンプ4によりこれを排水することによって土砂吸上げ管内の圧力を下げ容易

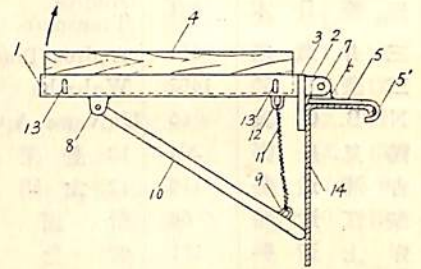
に土砂を吸い始めるようにするためのものである。つぎにこの浚渫船の前進作用について述べると両舷側においてそれぞれ一端を枢着された腕杆14の他端には重錘16が固設され、またこの腕杆14のなかほどに設けられた枢着点から水底に延びる腕杆18の他端は突起爪19を具えているので、第1図に示すようにこれらの連杆14, 18が原動機1により引上げられた実線位置から点線位置14', 18'へ移動する際の反力により船体が前進するようになっている。腕杆14は捲揚げ索22, 伝導輪E, Dを介して原動機1により捲揚げられるが、所定の高さに達するとリリース装置が作動して索22を解放し腕杆14を下方へ移動させる。このようにして連杆14, 18が揺動を繰返し船が前進している間にも、一方において掘り装置6は絶えず作動を継続し、土砂吸上げ管5, ポンプ4を経て排出管10から所要の場所へ土砂が送られる。

取外し式岸壁梯子の上部支え金具（昭和33年実用新案出願公告第17,430号，考案者・東条桂二・住友明美，出願人・日立造船株式会社）

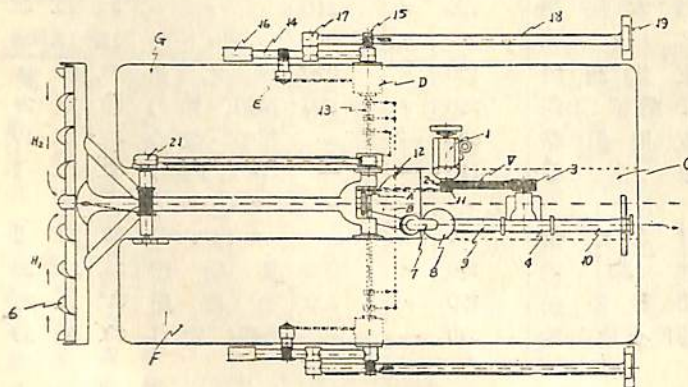
本考案は艀装、修理等のため舷側に架設する作業用岸壁梯子の支持構造に係り、従来梯子の踊場の下に設けられていたポストを廃してその代りに取外し自在の踊場支え金具をブルワーク・レ



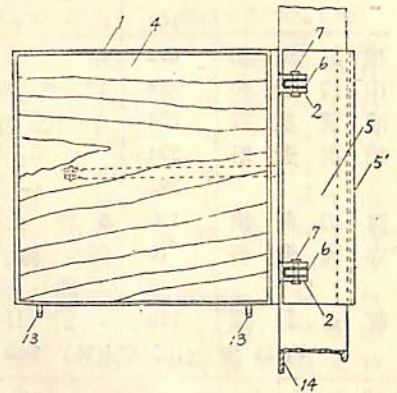
第 1 図



第 1 図

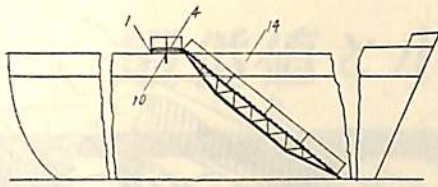


第 2 図

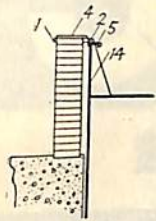


第 2 図





第 3 図

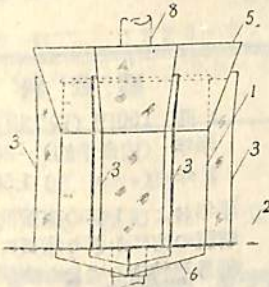


第 4 図

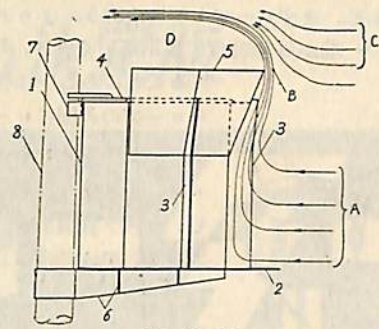
ールに装着するようにしたもので、地上面積を広く使える利点がある。図面第 1 図および第 2 図はそれぞれ本考案による岸壁梯子踊場の支持構造を示す側面図および平面図、第 3 図および第 4 図は本装置を装着した岸壁梯子の全体を示す略図で、1 は周囲を型钢または平鋼、底面を平鋼板で構成した踊場である。この踊場の一侧に幅広の支え板 3 が固着され、支え板 3 およびこれに蝶着されたフックプレート 5 によつてプルワーク 14 のレール部に装着される。踊場 1 の下面には支え棒 10 の一端が固着され、その他端は鎖 11 によつてプルワーク側面に向い、傾斜垂下されているので、踊場 1 を水平に保持することができる。踊場と梯子とはアイプレート 13 を介して結索される。踊場を取外す場合はこれを第 1 図矢印の方向に回動することによつて容易に行なうことができる。

**橋上見張所用遮風装置** (昭和 33 年実用 新案出願公告第 18,159 号, 考案者・岡田正次郎・吉岡政夫・砂田博幸・西岡富仁雄・建内道宏, 出願人・日立造船株式会社)

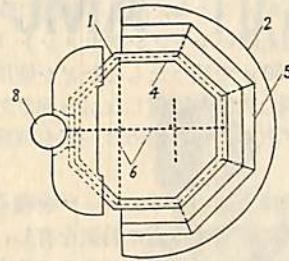
本考案は捕鯨船等の橋上における見張員を風から保護するための遮風装置に係るものである。図面第 1~3 図はそれぞれ本装置の正面、側面、平面を示すもので、見張所筒体 1 の上部周囲に遮風板 5 を外方へ傾斜突設し、筒体 1 の底部に底板 2 を突設するとともに遮風板 5 と底板 2 との間に放射状にリブ体 3 を突設してある。したが



第 1 図



第 2 図

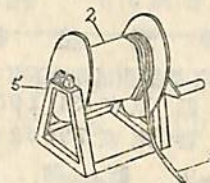


第 3 図

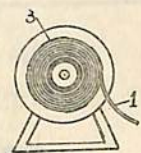
つて第 2 図に示すように筒体 1 に向つて吹寄せ風は上昇気流 B を生じて遮風板 5 の上方に吹上げられ、見張員を風から保護する。

**砲弾用としての投射用ロープ処理方法** (昭和 34 年特許出願公告第 224 号, 発明者・野村政彦, 同・日根宏, 同・山口安次, 出願人・株式会社小松製作所)

本発明は捕鯨砲のモリ綱のごとき飛翔体により投射されるロープが高速度で繰出される際に纏れぬようにすることを目的として、あらかじめロープを巻取るときにロープ相互間を部分的に糊着処理する方法に係るものである。図面について説明すると第 1 図は本発明によりロープを処理するための予備操作としてロープを巻き始める要領を示す斜面図、第 2 図は巻かれたロープの母線上数カ所に接着剤を塗布してロープ相互間を接着する要領を示す断面側面図、第 3 図は巻きあがったロープ体から飛翔体 6 に連結すべきロープの一端を取り出す状態を示す



第 1 図

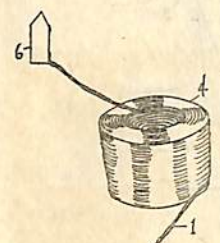


第 2 図



斜断面図である。まずロープ1を巻取機5によりテーパ付巻胴2の一端から他端へと規則正しく巻き、1列巻き終ることにあ

いは巻きながらロープの外面にロープの種類に応じてセメント、パラフィン、その他の接着剤を塗布し、ロープ相互間を適直接着させる。塗布箇所3は第2図に示すように円周上4カ所程度とし、接着剤の接着力はロープが繰出されるに際して隣



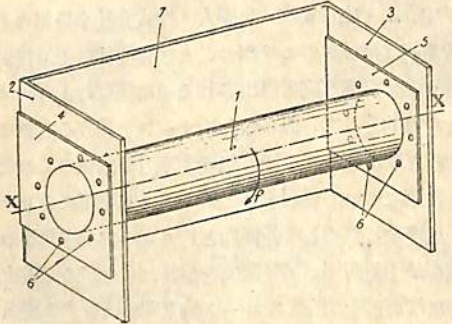
第3図

接したロープが動くことなく離れる程度の強さとする。接着剤として例えばポルトランドセメント1kgを砂を混入せずに水450gで練つたものなどを使用する。このようにして巻胴の両端を往復しながら巻きあげたロープを巻胴から抜き取り、巻き始めの一端を飛翔体に連結する。

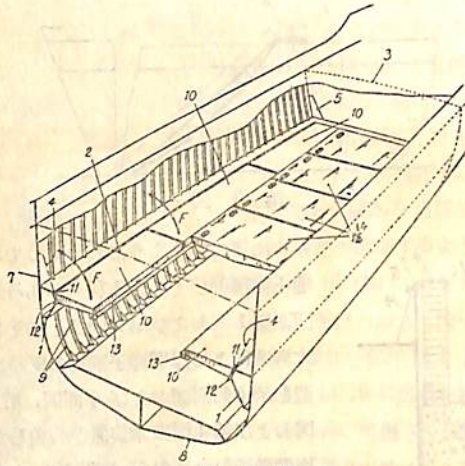
本発明の方法は上述のようにロープを巻く際にロープ相互間を部分的に糊着する点に特徴を有し、これによりロープ繰出しのときの縫れを防ごうとするものである。

船 艙 (昭和34年実用新案出願公告第433号、考案者・ヘンリー、クンメルマン、出願人・マックグレゴア、コマラン、ソシエテ、アノニム、—フランス)

従来船艙内において台板を設けるには船艙の側壁内面に沿って縦方向に梁を固定し、この梁に台板の一侧を蝶

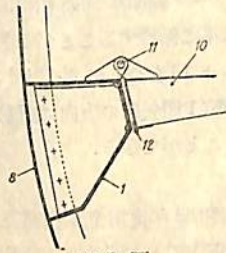


第1図



第2図

着することが行なわれているが、この場合台板上の荷重が台板を支持する梁に曲げモーメントを与え、これがさらに船艙側壁へ曲げの力として伝えられるため船艙側壁内面には堅固な補強手段を必要とした。本考案は上記の台板支持梁の両端を横隔壁に固定するとともに船艙側壁



第3図

とは独立するようにしたもので、これにより支持梁に与えられる曲げモーメントをその固定端における剪断力に転化し、船艙側壁に対する曲げの力を除去しようとするものである。図面について説明すると第2図は

本考案による船艙の一部を断面で示した斜視図で、台板10の一侧を蝶着支持する梁1はその両端が横隔壁2,3に固定されるのみで船艙8の側壁7とは独立することく構成する。すなわち本考案の原理を示す第1図から明らかのように梁1に与えられる曲げモーメント $f$ は横隔壁2,3における梁の固定端に剪断応力を発生させるのみで船艙側壁7には直接影響を及ぼすことがない。そして梁の固定端における補強部材4,5は船艙側壁に曲げの力が作用する場合の補強に比してはるかに軽量ですむ。なお第3図は梁1の附近の拡大断面図である。

船 舶

第32巻第3号

昭和34年3月12日発行  
定価150円(送12円)

発行所 天 然 社

東京都新宿区赤城下町50  
電話 東京(34)1908  
振替 東京79562番

発行人 田 岡 健 一

印刷人 研 修 会

購 読 料

1冊 150円(送12円)  
半年(前金予約) 800円  
1年( " ) 1,500円

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



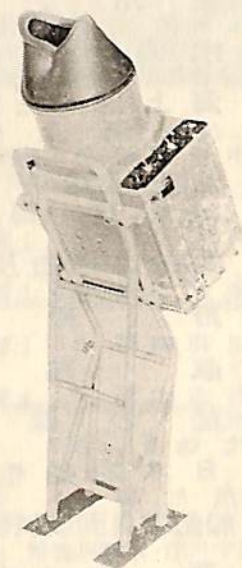
最低値と小型化の決定版

# JRCレダー

超小型

JMA-107型

性能



空中線 反射鏡 長さ4呎 重量40kg, 平均風速40米に耐える  
水平幅射角度 2°

送受信機 周波数 9345~9405 Mc, 尖頭出力 8 KW 以上, パルス巾  
0.25 μs 繰返し周波数 1000 サイクル, 415 巾×500 高×  
246 mm 奥行. 重量 28 kg

指示機 7吋, メタルバック, ブラウン管, 2.8 及び 20 漙の3範囲,  
距離分解能は 70 米, 方位分解能 2°, 最小探知距離  
70 米, 310 巾×302 高×724mm 奥行. 重量 20kg

電源 JMA-107 A 24 VDC  
JMA-107 B 100 VDC  
JMA-107 C 110V 60 c's

## JMA-103型レーダー (大型)

周波数 9320~9430 Mc 尖頭出力 30 KW パルス巾 0.4 μs  
12吋 メタルバック, ブラウン管 2.5, 10, 25, 40 漙の5範囲, 最小探知距離 80 米

## JMA-101型レーダー (小型)

周波数 9320~9430 Mc 尖頭出力 30 KW パルス巾 0.4 μs  
7吋 メタルバック, ブラウン管 1, 3, 8, 20 漙の4範囲, 最小探知距離 80 米

東京・澁谷・千駄ヶ谷 5~14 電話 (34) 0111 (10)  
大阪・北・堂島 中 1~22 電話 (34) 0656~9

# 日本無線株式会社



天然社・海軍工学図書

田中兵衛著 B5 上製 200頁 500円 (送50円)  
 原 子 力 船  
 天然社編 B5 上製 260頁 900円 (送50円)  
 船舶の写真と要目 才6集(1958年版)  
 清宮 定著 A5 上製 100頁 180円 (送30円)  
 船舶用蒸気機関  
 庄司和民著 A5 上製 140頁 270円 (送30円)  
 航海計器学入門  
 小方愛朔著 A5 上製 170頁 300円 (送30円)  
 船舶用内燃機関(上)  
 小方愛朔著 A5 上製 200頁 320円 (送30円)  
 船舶用内燃機関(下)  
 横田利雄著 A5 上製 150頁 280円 (送30円)  
 航海事法規  
 米田謙次郎著 A5 上製 130頁 230円 (送30円)  
 操船と応急  
 中島保司著 A5 上製 170頁 300円 (送30円)  
 船舶運航要務  
 野原威男著 A5 上製 110頁 180円 (送30円)  
 船舶用プロペラ  
 豊田清治著 A5 上製 160頁 280円 (送30円)  
 推測および天文航海法  
 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)  
 沿岸航海法  
 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)  
 船舶職員国家試験模範解答(甲種機関科)  
 石田千代治・真壁忠吉著 上製 340頁 680円 (送50円)  
 蒸気ボイラ  
 波多野浩著 A5 上製 350頁 700円 (送50円)  
 航海計器第1巻  
 依田啓二著 A5 上製 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)  
 地文航海法  
 天然社編 B5 上製 8才2段組 200頁 500円 (送50円)  
 (品切)船舶用品便覧  
 造船協会鋼船工作研究委員会編  
 A5判アート220頁(折込11枚) 450円(送50円)  
 船舶の溶接工作法  
 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)  
 天文航海法  
 鮫島真人著 A5 箱入 250頁 450円 (送50円)  
 船舶位誤差論  
 宇田道隆著 A5 上製 300頁 500円 (送50円)  
 海洋气象学  
 和達・島山・福井監修 A5 450頁 1200円 (送50円)  
 气象辞典  
 中谷勝紀著 A5 箱入 230頁 500円 (送50円)  
 船舶用一ゼル機関の解説  
 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)  
 船舶の写真と要目 才2集(1953年版)  
 天然社編 B5 上製 230頁 650円 (送50円)  
 船舶の写真と要目 才3集(1955年版)  
 天然社編 B5 上製 180頁 650円 (送50円)  
 船舶の写真と要目 才4集(1956年版)  
 天然社編 B5 上製 260頁 900円 (送50円)  
 船舶の写真と要目 才5集(1957年版)  
 上田篤次郎著 A5 上製(折込7枚) 500円(送50円)  
 船舶用電気設備  
 造船協会電気溶接研究委員会編  
 A5判アート200頁 360円 (送40円)  
 船舶の溶接設計要覽  
 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)  
 气象と海難  
 山縣昌夫著 B5 上製 350頁 850円 (送50円)  
 船舶型学(推進篇)  
 山縣昌夫著 B5 上製図表別冊 700円 (送50円)  
 (品切)船舶型学(抵抗篇)  
 上野喜一郎著 A5 上製 280頁 380円 (送50円)  
 (品切)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 近代篇船体  
 上野喜一郎著 A5 上製 340頁 500円 (送50円)  
 船舶の歴史 才3巻 近代篇推進  
 米國造船造機学会編 米原令敏訳 各 B5 上製  
 船舶用機関工学(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)  
 船舶用機関史話  
 渡辺加藤一著 A5 上製 200頁 280円 (送40円)  
 荒天航海法  
 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)  
 船舶用一ゼル機関  
 中谷勝紀著 A5 上製 200頁 250円 (送40円)  
 船舶用燒玉機関

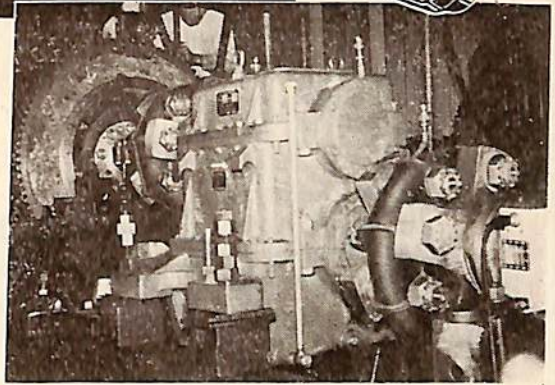


# 住友の防振ゴム CG型ゴムカップリング



第一港湾局向 黒部丸（65 吨 タグボート）  
主機の軸継手に住友の CG 型ゴムカップリングが採用  
されました。

既に CG カップリングは鉄道車輛、自動車、産業機械  
を初め多数採用され好評を得ておりますが、船舶主機の  
継手としての採用は本邦で最初のものであり、伏木港に  
於て曳き船として運航中であり、船体の振動は少なく従  
って乗員の居住性についても良好であります。之等から  
CG カップリングは船用エンジンのねじれ振動の防止と  
云う問題について今後大きな意義を持つものであると思  
われます。



## 住友電気工業株式会社

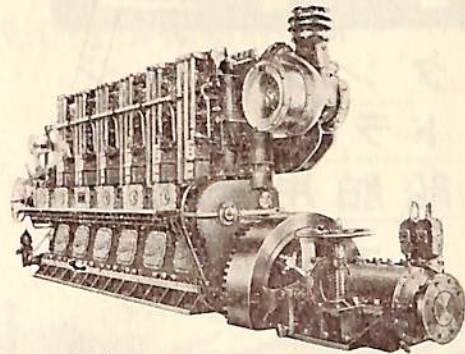
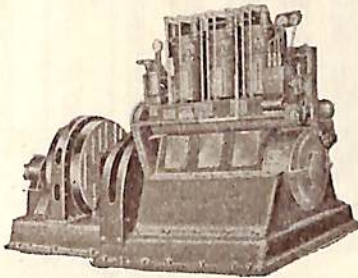
本社 大阪市此花区恩貴島南之町 60 電話大阪 (46) 1031 (大代表)  
支社 東京都港区芝罘平町 1 電話東京 (50) 3421 (代表) 3461 (代表)



# スミエムディーゼル

JIS 表示許可工場  
(運 AO-16号)

船舶主機用 75—1000 HP  
船舶補機用 50—1000 HP



# 株式会社 住吉鐵工所

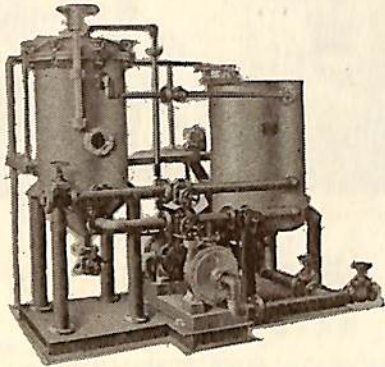
本社及工場：静岡県榛原郡吉田町 電吉田 102-103, 113-114  
東京出張所：東京都中央区西八丁堀 3-5 三立ビル 4階 電 (55) 9766



# 特許 ウルトラ フィルター

1/2の濾過面積で  
2倍の濾過量

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



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



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

## ミウラ化学装置株式会社

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

# TOKICO

船舶用計測器は！

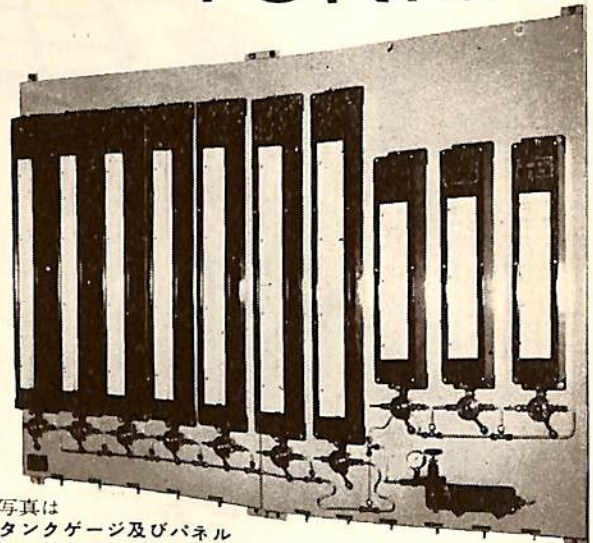
## トキコ

タンクゲージ  
ドラフトゲージ  
船舶用圧力計  
ルーツ流量計



### 東京機器工業株式会社

本社・工場 川崎市中島1番地の2  
TEL 川崎(2)・代表 3591  
営業所 東京都千代田区神田鎌倉町2番地の3(日立鎌倉橋別館)  
TEL 丸ノ内(23)局 大代表 8111  
大阪出張所 大阪市北区宗是町44(第一ビル)  
福岡出張所 福岡市橋口町46番(正全ビル)



写真は  
タンクゲージ及びパネル  
タンクゲージはタンク内の水、油の深さ又は容量を、  
空気圧を利用して簡単かつ正確に遠隔測定できますの  
で各業界から御好評を得ております。

#### 船舶関係使用例

水、燃料油、潤滑油等の各種タンク、油槽船の原油タンク、船のバランスをとるため海水を注水する船底、船腹のバランスタンク等





# 伝統と実績!!

## スペリー式

★ MK 14・MOD 2

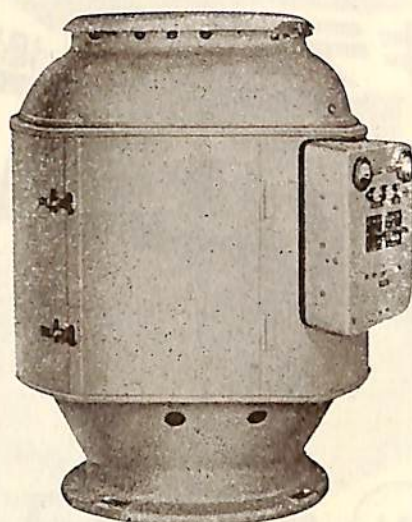
ジャイロ・コンパス

★ レート・ジャイロ・パイロット

★ MK 2・マリン・レーダー

★ マリン・ローラン

★ その他各種航海計器



サービス・ステーションの充実

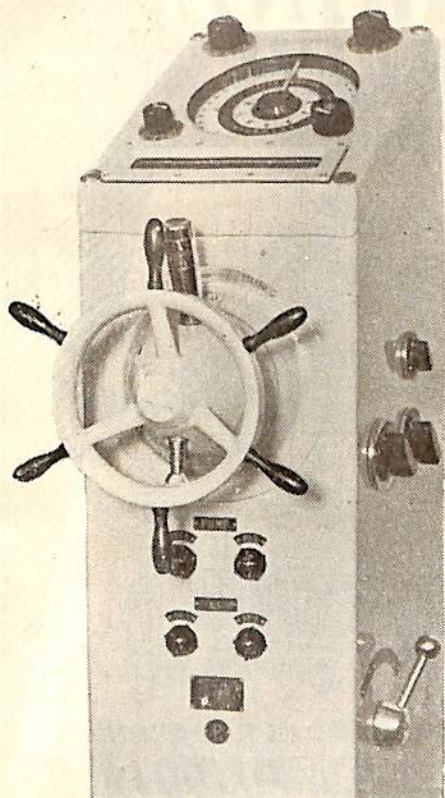
### 株式会社 東京計器製造所

東京都大田区東蒲田4-31 電話 (73) 2211 (代) 7181 (代)  
長崎・下関・神戸・大阪・名古屋・横浜・東京・函館



## ジャイロコンパス オートパイロット

その他 各種船用計器



### 株式会社 北辰電機製作所

本社 東京都大田区下丸子町312 電話 (73) 1141, 2241 代表  
営業所 小倉 ・ 広島 神戸



最高水準を行く

キラ式

渦巻・タービン・陸船用

スクロールポンプ

渦巻・タービン  
陸船用

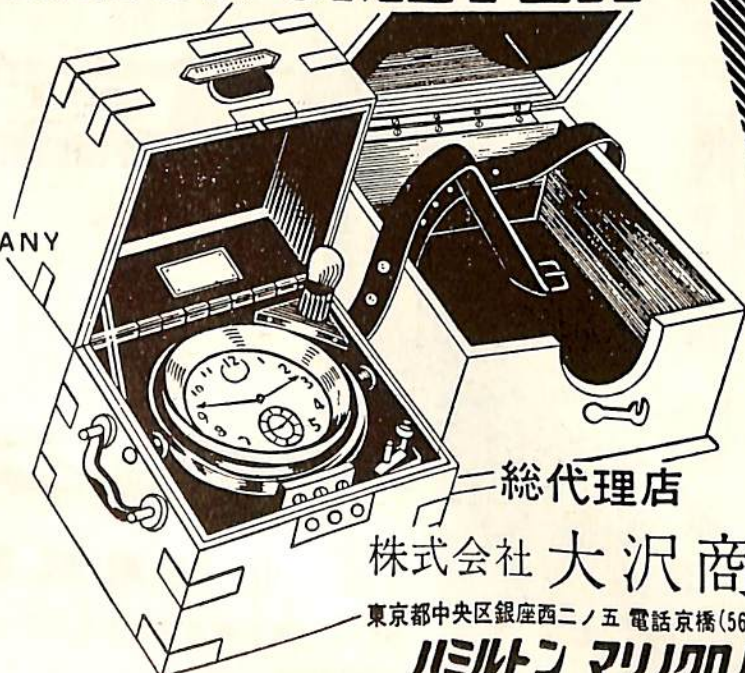


東洋水工株式会社

大阪市西淀川区佃町四丁目二九  
電話 大阪 (47) 995・996・997

# HAMILTON MARINE CHRONOMETER

HAMILTON  
WATCH  
COMPANY



総代理店

株式会社 大沢商会

東京都中央区銀座西二ノ五 電話京橋(56)8351-5

ハミルトン マリナクロノメータ



# 東芝の船舶用電気機器

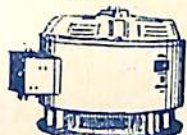


## 主要電気機器

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



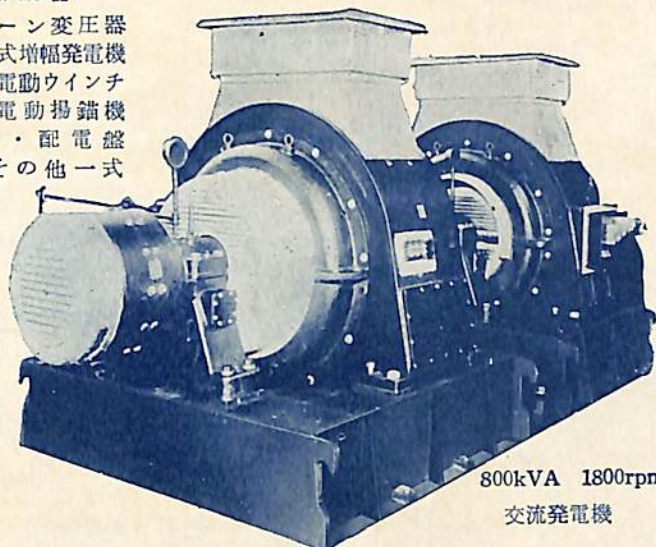
電動ウインチ



大型電動機



主配電盤



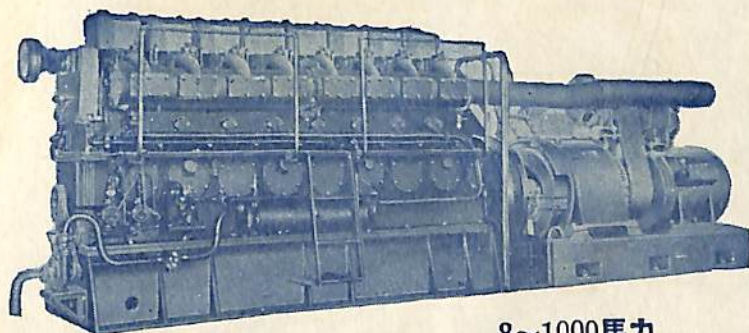
800kVA 1800rpm  
交流発電機

Toshiba

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

# 船舶補機……

発電・動力・ポンプ用に



8~1000馬力

**クボタ**  
ディーゼル

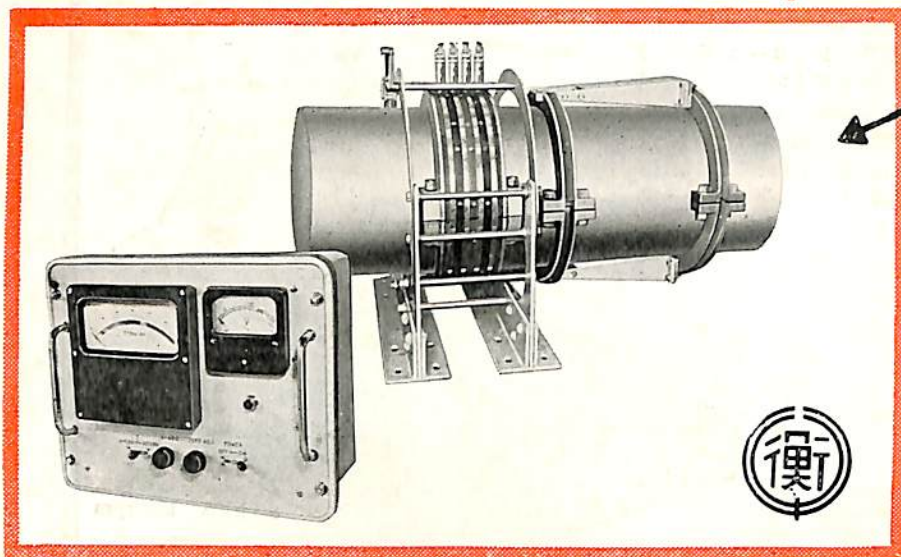


久保田鉄工株式会社

大阪市浪速区船出町2丁目 東京・福岡・札幌・名古屋・室蘭



# 電気式船用トルクメーター



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

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



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

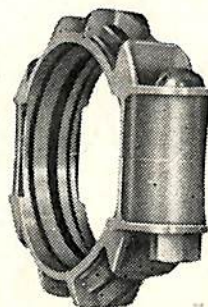
株式会社 東京衡機製造所

船舶 才三十二卷 才三号  
 昭和五年三月七日第三種郵便物認可  
 昭和三十四年三月十二日発行(毎月一回)

編集発行 東京都新宿区赤城下町五〇番地  
 兼印刷人 田岡健通  
 印刷所 新田岡健通  
 研修舎 四

## ヴィクトリックジョイント

可撓性 不漏性 伸縮性



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

本号定価 一五〇円 発行所 天

東京都新宿区赤城下町五〇番地



## 日本ヴィクトリック株式会社

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

保存委番号:

52092

IBM 5541

振替・東京七九五六二番  
 電話東京03一九〇八番  
 然社