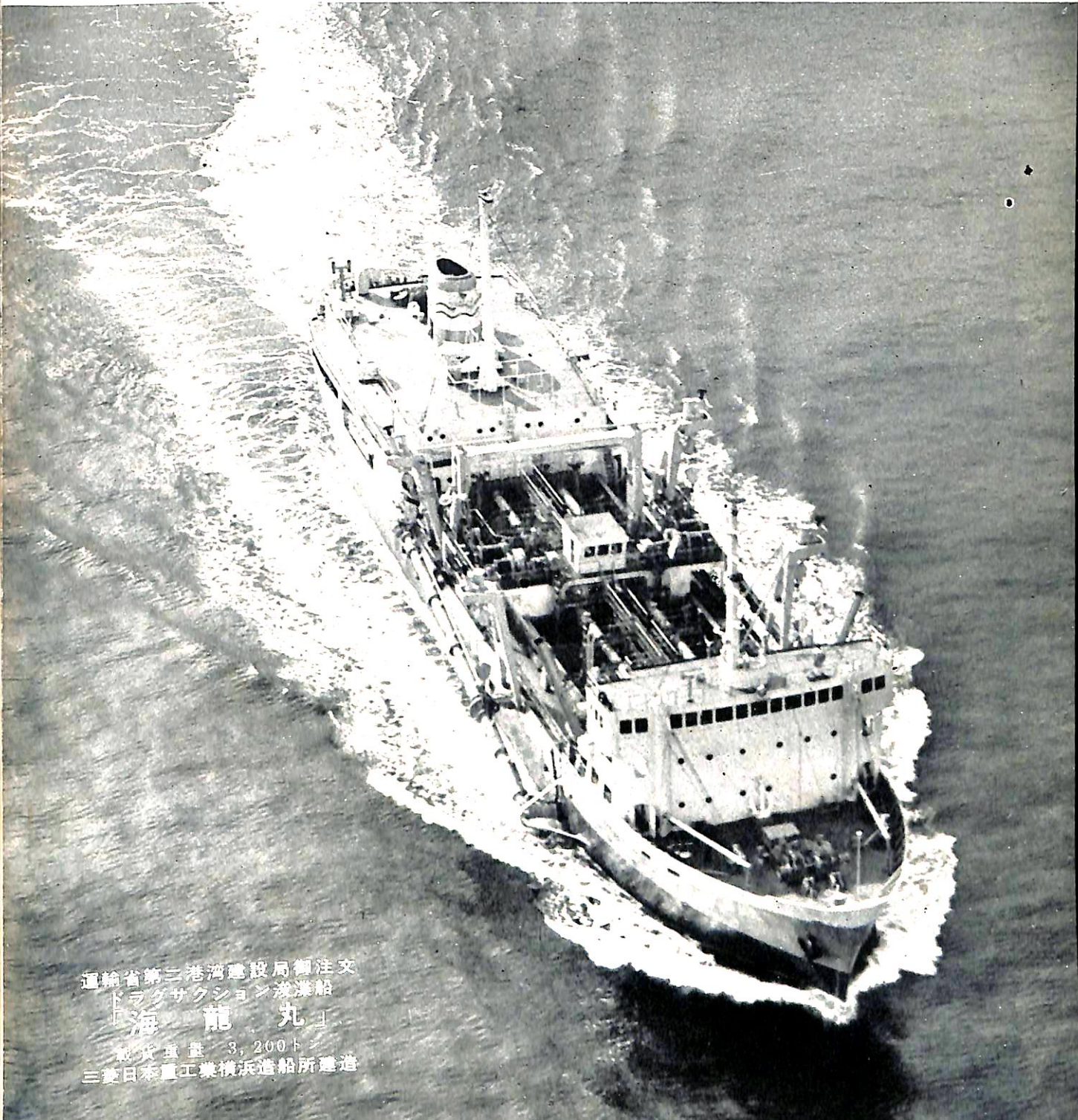


船の科学 2

1961

昭和36年2月5日印刷 昭和36年2月10日発行 第14巻第2号 (毎月1回10日発行)
昭和23年12月3日 第3種郵便物認可 昭和24年5月21日 日本国有鉄道特別扱承認雑誌 第1156号

VOL.14 No.2



運輸省第三港湾建設局額注文
ドラグサクシヨン液漢船
「海龍丸」
排水重量 3,200トン
三菱日本重工業横浜造船所建造



三菱日本重工業株式会社



洗滌劑
クッ
KURI CLEAN
クッ

重油添加劑
ク
KURI TONIC
トニッ

栗田化学工業株式会社

本	社	Tel.	三	(451)	9 6 4 1	代	表
大	阪	支	田	(37)	4 5 6 1	5	7 6 7
九	州	支	崎	(3)	0 7 0 3		
横	濱	出	所	(2)	1 0 6 9	1	2 2 6
神	戸	張	本	(3)	2 5 6 3		
名	古	所	三	(24)	2 5 6 6	~	9
原	屋	所	中		2 2 2 6		
研	達	所	吉	(2)	4 1 2 7		
	格	所	西				

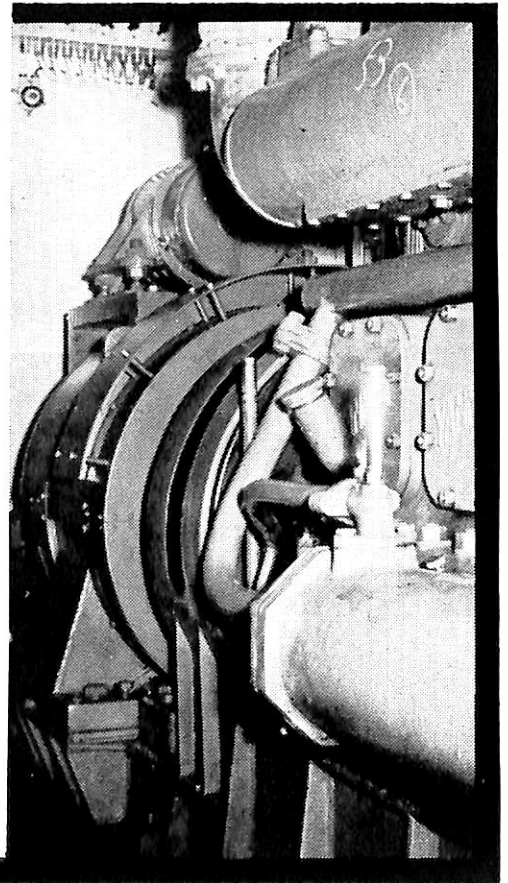
信 用 と 技 術

交 流 ・ 直 流 発 電 機
各 種 電 動 機 及 制 御 装 置
配 電 盤
其 の 他 船 用 特 殊 電 氣 機 器



大 洋 電 機 株 式 有 限 公 司

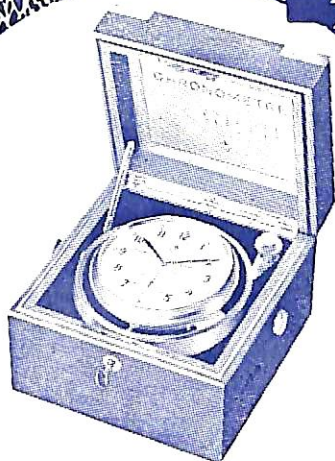
取 締 役 社 長 山 田 澤 三
本 社 東 京 都 千 代 田 区 神 田 錦 町 3 の 16
電 話 東 京 (291) 5 9 1 6 ~ 9
工 場 岐 阜 県 羽 島 郡 笠 松 町 如 月 町 1 8
電 話 笠 松 2 1 8 1 ~ 4
出 張 所 下 関 ・ 札 幌



Zenith Marine Chronometre, Switzerland

瑞西ニューシャテル天文台 コンクール
六ヶ年間最高賞連続受領

ゼニット マリン クロノメーター



販売特約店 日本漁網船具株式会社
三洋商事株式会社
株式会社 玉屋商店
日興海事株式会社

輸入元 **KK.瑞西時計輸入商会**

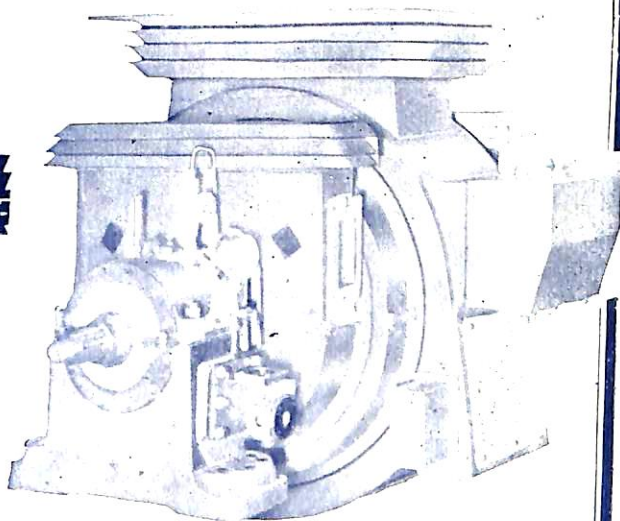
Tokyo Central P.O. Box 1355

ZENITH

NSDK

船用 自動交流発電機

自勵・他勵交流発電機
直流発電機
各種電動機及制御装置
配電盤・船用揚貨機
電動送風機・サーモタンク

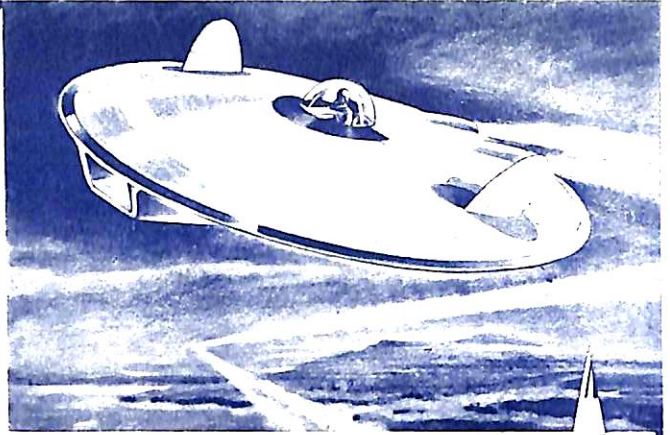


西芝電機株式会社

本社工場 姫路市網干区浜田1000番地 TEL 網干 261-5, 900-902
東京営業所 東京都中央区銀座西6の6 (鉄道工業ビル) TEL 東京 (571) 4078, 6864, 6865
大阪営業所 大阪市北区中之島2の25 (江商ビル) TEL 大阪 (23) 4115, 7359, 8649

MARS

空飛ぶ円盤



圧倒的速さでスタートし、驚くべき高速で動き廻る円盤。これを人間操縦可能機とするために、設計者ジョン・C・フィッシャーJrは、特別のコントロール装置 (U・S・Pat = 2,772,057) を備えた円型飛行機としている。

そのパテントの秘訣は上部の廻転調節機体と、飛行進行方向にたえず先行廻転するパイロット室なのである。なぜなら廻転エネルギーは、めまいをやらわらげる g-forces を、側面からパイロットに供給するようになっているからである。

このようなアイデアがいつ実用化されるかは、もちろん誰にもわかっていません。ただ、こうした人間の夢を設計図に写しだすに際しては、最も有効な用具を用いる事がなによりも肝心だということです。今の所その用具は MARS-LUMOGRAPH をおいて、他にありません。

MARS製図用鉛筆は世界中の技術者達に愛用されてきましたし、鉛筆界のリーダーと仰がれてきたものです。MARS といえば、すぐ頭に浮かぶ優美な線を持つ MARS-LUMOGRAPH, MARS TECHNICO 芯ホルダーがありますが、この他にも最近発売されるようになった STAEDTLER 芯削りがあります。これはホルダーにはさまれている芯を完全な鋭角にとがらせる事ができます。また新製品に MARS-LUMOCHROM があり、これは製図界に画期的な進歩をもたらした製図用鉛筆で、数々のすばらしい特質をそなえていますが、中でもブループリントを作る上にその完璧さでは他に比類がありません。

NO. 2886 MARS LUMOGRAPH 製図用鉛筆には EXENB から 9H まで 19 種類あります。NO. 48000 MARS TECHNICO は押しボタン式芯ホルダーで NO. 1904 MARS LUMOGRAPH はその換え芯で 18 種の芯の硬度があります。芯の直径は 2mm (0.79 インチ) ですから日本製、外国製にかかわらず、たいていのホルダーに合います。MARS LUMOCHROM 24 色製図用色鉛筆はどの色でも一本ずつお求めになれますし、12 色 (No. 2617) 又は 24 色 (No. 2650) 箱でお求めになれば便利です。No. 5400 芯削りは芯ホルダーに入れかえる芯を鋭くとがらせるのに最適です。全国有名文房具店・デパートでお求め下さい。

Sole Agents: LIEBERMANN WAELCHLI CO., LTD.

TOKYO: TEL (211) 2626 • OSAKA: TEL (23) 2227-9



STAEDTLER

GERMANY

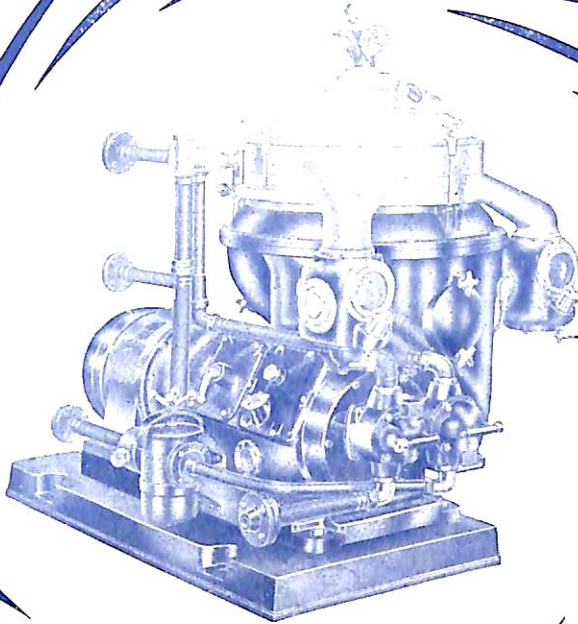


No. 1904



No. 48000 No. 2886

NO. 2886 1本 ¥60



セルフ・オフニング・セパレーター
TYPE PX 309.00 F

油
清
淨
機



Aktiebolaget Separator
Stockholm, Sweden

燃料油清淨機

ディーゼル油用
ディーゼル油用

潤滑油清淨機

ディーゼル油用
ディーゼル油用

其他 各種遠心分離機

瑞典セパレーター会社日本総代理店

長瀬産業株式会社機械部

本 社
東京支店
支 店
整備工場

大阪市西区立売堀南通 1-19 電話 54 大代表 1121

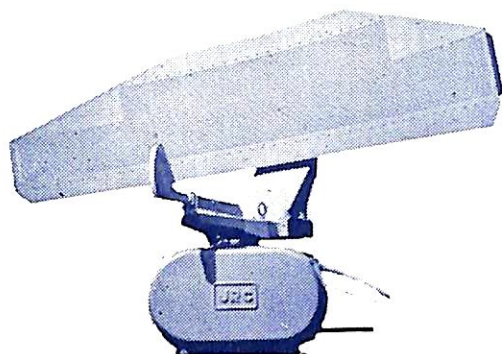
東京都中央区日本橋小舟町 2-3 電話 661 970-3083

京 都・名古屋・福 山

京都機械株式会社分離機工場 京都市南区吉野院船場 50

特 長

- 軽量小形
- 消費電力小
- 操作取扱簡易
- 装備位置随意
- パルス切換方式の採用
- 160cm軽量空中線の採用
- 映像鮮明
- 性能の安定
- レーダアフターサービス網の完備



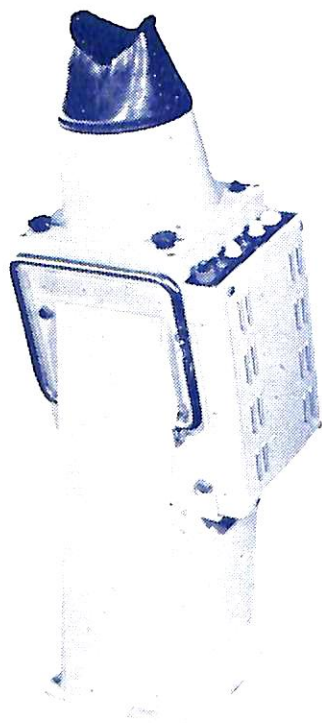
空中線NKE-109A, B, C, E 形

JRCレーダ

新鋭小形 JMA-115形

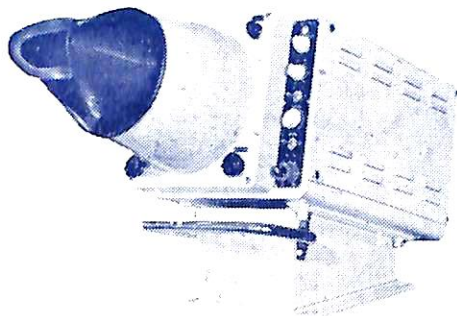
性 能

- 周波数帯 9320~9430MHz
- 中心周波数 9375Mc/s(3.2cm)
- 尖頭送信出力 18kw
- パルス巾 0.1 0.6 μ s
- 最小探知距離 30m
- ブラウン管 254mm(10吋)メタルバック
- 距離範囲 1, 3, 8, 15, 30浬
5段切換



指示機NCD-113形

(直立用架台に装着した図)

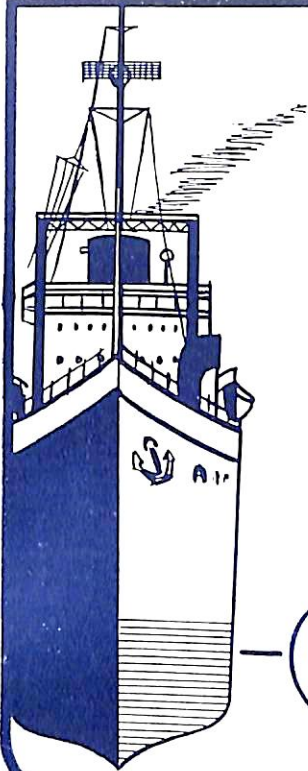


指示機NCD-113形

(卓上用架台に装着した図)

JRC 日本無線株式会社

- 事 業 部 東京都港区芝田村1の7 第3森ビル
- 大 阪 支 社 大阪市北区堂島中1の2 2
- 福 岡 営 業 所 福岡市新開町3の5 3 立石ビル
- 札 幌 出 張 所 札幌市北一条西4の2 札商ビル



船用の大型、ジーゼル機関用に使用される材質
で特に耐磨耗性及び耐折損性に優れています。

新強力鑄鉄

ユーバロイ UBALLOY

ユーバロイリング材の機械的性質と
他のリング材との比較

材質	引張力 kg/mm ²	衝撃値 kg.m/cm ²	伸長率 %	硬 度 HB
ユーバロイ (Uballoy)	3.3以上	0.40以上	13,000±1,000	215±15
当社の鉄質の高級材	2.7以上	0.25以上	11,500±1,000	215±15
普通鋼材	2.3以上	0.15	10,000±1,000	200±15

以上の表の様に優れたユーバロイ材質は日ピス独特
のキューボラと高周波電気炉で2段溶解した製品で耐
磨耗性を失なう事なく、耐折損にも強い優秀な製品です。



日本ピストンリング株式会社

東京都千代田区内幸町2の16 電話 東京 (591) 7411-9

トシボ印



N.A.K.

軽量保温材 スーパーライト
高温保温材 シリカライト
耐火炉材 キャスタブル・プラスチック
吸音断熱材 トムレックス

各種保温材製造・保温保冷防音工事

日本アスベスト

本社 東京都中央区銀座西6丁目3番地
仮事務所 東京都港区芝公園5号地12番地
電話 銀座 (571) 代表5701番 (10)

特許新光式

財団法人 日本発明振興協会推奨

(日本国有鉄道指定規格品)

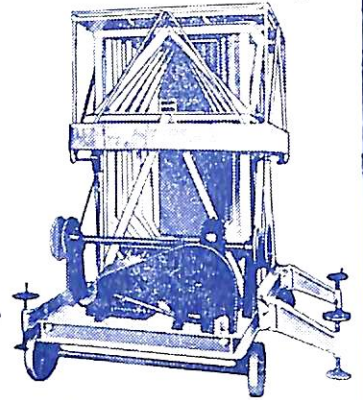
スケーリングタワー

(伸縮作業台)

三井造船 } その他採用
三菱造船 }
日立造船 }

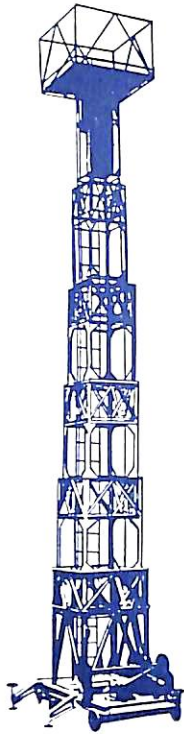
特長

船舶の外板塗装作業の合理化・天井その他の器具取付・模様替工事等、高所作業全般に操作簡便・伸縮自在・移動軽快で作業員の安全感は完璧、上昇下降共に任意の高度に停止して作業することができます。標準型は二段型より六段型まで各種あります。特別寸法は別途設計により如何ようにも製作いたします。(最高寸法20米迄)



縮めたところ

伸ばしたところ(標準六型八・五米)



新光機械工業

カタログ贈呈

東京都中央区京橋2~1荒川ビル4階 電話 京橋 (561)7867・7868 ㊞

ELECTROLUX

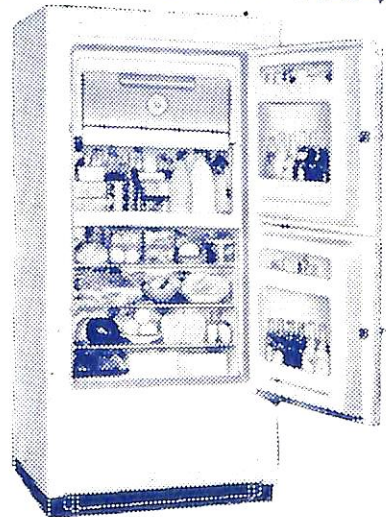
エレクトロラックス

船舶用電気冷蔵庫



何と云っても
これにかぎる

- ・吸収式の元祖です
- ・運動部分がなく故障がない
- ・交直両用です
- ・船用の実績は世界一
- ・50立から320立まで6種類の型があります



日本総代理店



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・2141
神戸市生田区京町67モーシェビル (39) 代表 0701
福岡市上辻ノ堂町26ナショナルビル(3) 代表 4134

船用推進器

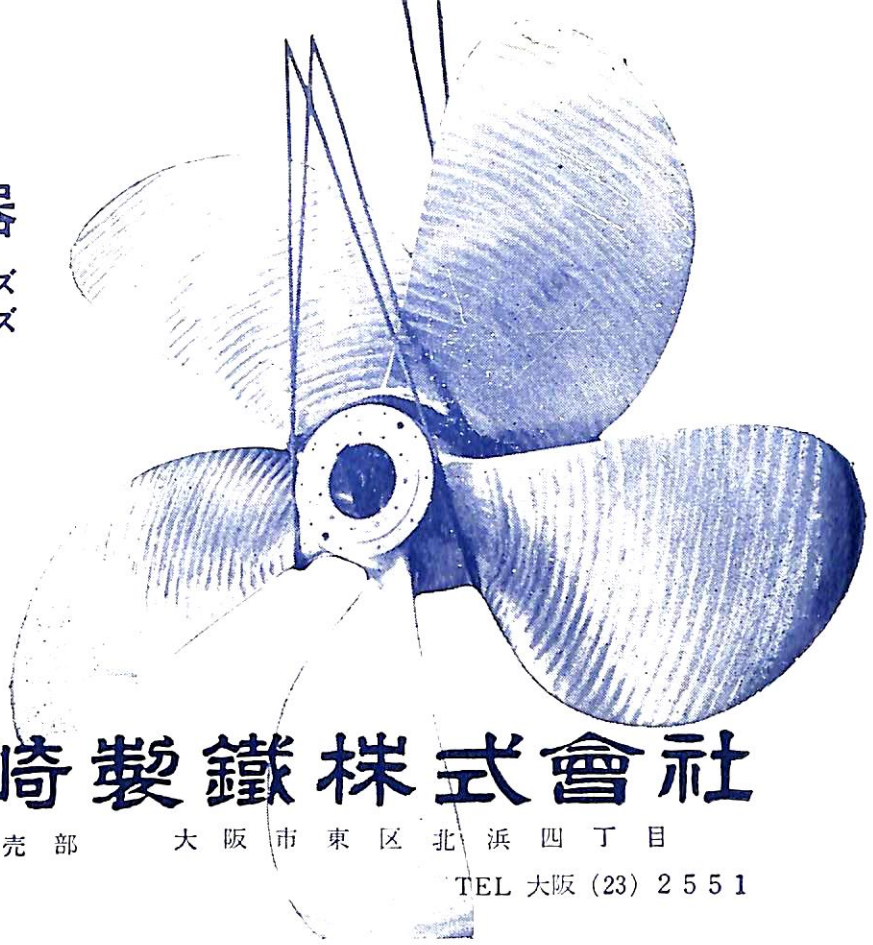
マンガンブロンズ
ニッケルアルミブロンズ

最大製作能力(単重)

仕上 45,000 kg

AU5型5翼 AU6型6翼

設計~完成検査迄



尼崎製鐵株式會社

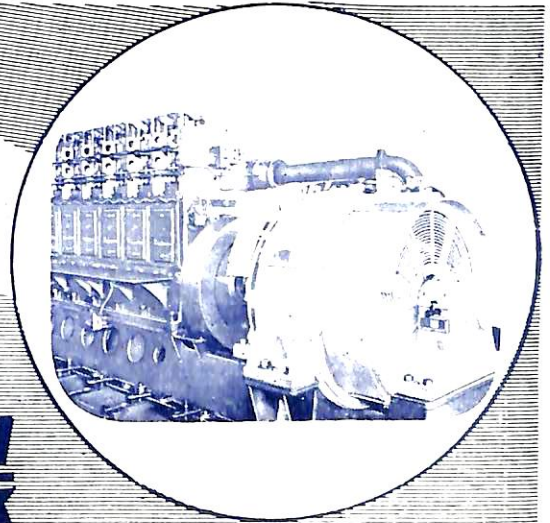
機械販売部

大阪市東区北浜四丁目

TEL 大阪 (23) 2551



中型専門メーカー
100~1,000 KW



直流・交流 発電機電動機

各種補機用電動機
管制器及配電盤

直流電弧熔接機
無線用電源電動発電機

東京電機製造株式會社

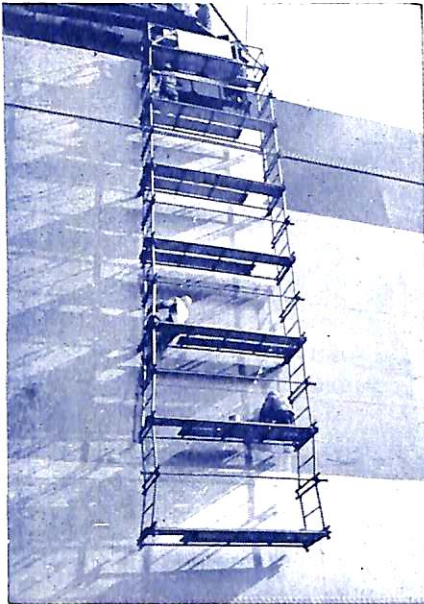
營業所 東京都文京区湯島天神町一ノ五
本社工場 上浦市中高津九五〇
出張所 下関市大和町33

電話東京(866) 4261~5
電話(上海) 910~2, 1287
電話 5 3 5 7



日米特許

ビテイ式安全パイプ造船足場



ビテイ式安全パイプ移動式吊足場

造船用・修繕用・艀装用・造機用
最高度の安全性—最も経済的で組立簡易

ビテイ式安全パイプ・組立ハウス

ユニオンメルト場上屋

エンジン格納小屋その他に最適

ビテイ式安全パイプ・ローリングタワー

造船・修繕・造機用移動足場

ビテイ式安全パイプ・吊足場・梯子・脚立

日本ビテイ株式会社

本社	東京都中央区京橋1丁目2番地(越前屋ビル)
	電話 東京 (281) 5811~5
関西営業所	尼崎市扶桑町2丁目1番地
	電話 大阪 (48) 2475・7998
名古屋営業所	名古屋市中区桜町275(相互ビル)電話(9)1939
工場	東京工場・尼崎工場



船舶配電盤には
品質管理の行きとどいた

ナショナルの

積層板・プラスチック

ロイド 規格 N. K 規格



松下電工株式会社 代理店

カタログ贈呈

株式会社 小林武雄商店

大阪市天王寺区南河堀町115
電話 大阪(77局)代表 2471-4番

目次

1月のニュース解説……………(編集部)…39
 曳航用油圧緩衝装置……………(萱場工業・菊地貞博)…42
【原子力船研究特集】
 日本原子力船研究協会における研究状況について……………(五幣淳次)…51
 穂高山丸による原子炉におよぼす外力の実船計測結果について……………(三井造船・造船設計部)…57
 おれごん丸による動揺加速度の計画……………(川崎重工業・川島栄一・坂尾稔)…67
 フラッシュ時におけるコンテナ内圧減少に関する研究……………(三菱造船・河野恵祐)…71
 (三菱原子力工業・大森紀彦)
 コンテナと船体構造一体化の研究について……………(三菱造船・藤瀬韶国・堀浩一)…77
 原子力船の遮蔽設計法……………(川崎重工業・田中正三・田中義久)…85
運輸技術研究所原子力船室における研究
 二領域過熱沸騰型原子炉……………91
 燃料棒構成元素の空間分布を考慮した中性子の透過に関する研究……………93
 2次遮蔽材の振動実験……………95
 試作コンデンサー型ボイド計について……………96
 炉心の巡回冷却の研究……………97
 船用蒸気プラントの過渡特性……………98
 船用原子炉の加熱ループ実験装置について……………99
 原子力船安全基準について(2)……………(運輸省船舶局・能美耕一郎)…102
 浪人の寝言…超々大型船の建造、第17次計画造船と不定期船……………(ついでこじ)…109
 車両航送施設の計画要領(その2)……………(山本 熙)…112
 ☆ 技術短信……………123
 ☆ 造船用設備新設等処分状況月報(昭和35年9~11月分)……………124
 ☆ 新造船建造許可実績(昭和36年1月分)……………66
【世界の客船】 SS WINDSOR CASTLE (豪華船上の生活)……………(速水育三)…26
 SS TRANSVAAL CASTLE (要 目)

新造船写真集 (No.148)

竣工船…十勝山丸, りぼぶうる丸, 第二乾栄丸, 富久川丸, 大栄丸, 戸畑丸, 日明丸, 第十一東丸, 第八勝丸, 神宝丸, 泰博丸, 日鋼丸, 第三喜代丸, 日栄丸, 青島丸, 第八通信丸, しらさぎ, 第五新造丸, 第一興紀丸, 第五美登丸, 第十一楽洋丸, NAESS SOVEREIGN, AUNGZEYA, TENOS, PHILIPPINE PRESIDENT OSMENA, CALTEX BRISBANE

進水船…第三雲海丸, 第五十あけぼの丸, まつうら, 富悠丸, 第五東洋丸, MOSCLIFF, MONTEGO, DENMARK GETTY

【表紙説明】運輸省第二港湾建設局御注文
大型ドラッグサクション浚渫船

海龍丸

全長 89.96m 垂線間長 85.00m
 型幅 14.60m 型深 7.90m
 計画満載吃水 5.60m
 GT 2,647.05T DW 3,205.33Kt
 推進電動機 900KW (600V) 2台
 速力(泥船満載) 10.25Kn
 最大浚渫深度 18m
 三菱日本重工業・横浜造船所建造
 昭和36年2月4日竣工

ダイメットコート No. 3
 塗る冷間亜鉛メッキ—火気安全塗料



100% 無機物の珪酸亜鉛塗料, 従来の亜鉛メッキの常識を覆す画期的防錆用塗料です。タンク内の塗装でも引火の危険の全くない不燃性安全塗料です。米国アマコート会社製品。
 XZIT CHEMICAL CO. QUIGLEY CO. BIRD-ARCHER CORDOBOND CO. JAROCO ENGINEERING CO. FARBERTITE CO. MANGANESE BRONZE & BRASS CO. TODO SHIPYARD CORP. HATLAPA CO. HERCULITE FABRICS.

日本総代理店
井上商会
 井上正一

横浜市 中区 尾上町 5 - 80 神奈川県中小企業会館 電話 (8) 4022. 4023. 5141.

技術革新と繁栄は
 日本ヘルメチックの製品から

ヘルメチックのデラックス品
ヘルメシール

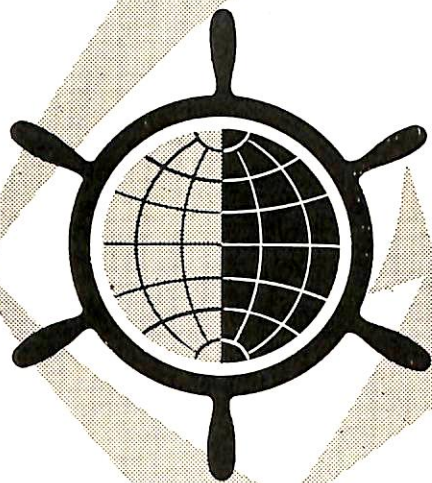
無溶剤パッキン剤発売



何れもスプレー吹付け可能です。 型録、見本、贈呈

日本ヘルメチック株式会社
 本社 東京都品川区五反田3-70
 電話 (491) 3677・6267
 支店 大阪市西区京町堀通り3-5
 電話 (44) 2482・1114
 出張所 名古屋・仙台・札幌・九州

価格低廉で軽快なフットワーク!



電動油圧操舵装置

百屯〜五千屯船まで
中小型船舶に最適!

- ☆ 操作容易で追従正確
- ☆ 装備きわめて容易
- ☆ 非常操舵は人力または予備エンジン
- ☆ 自動操舵装置の併設容易

☆ 型名

SP	SP
—	—
50	25
型	型
・	・
SP	SP
—	—
60	40
型	型

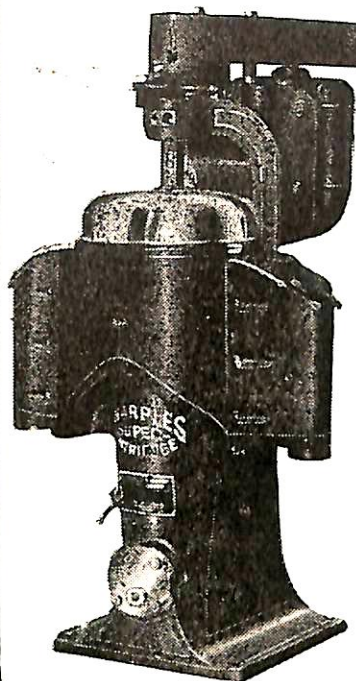
東京計器

本社 東京都大田区東蒲田4の31
TEL: (731)2211(代) 7181(代)

関西支部 神戸市生田区明石町19(同和火災ビル)
TEL: (3) 3684(代)

バンカーオイル清浄用

One Pass Purifier 遂に完成!



最新型 AS-18V型
シャープレス油清浄機

米国シャープレス・コーポレーション

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 東京都中央区日本橋江戸橋3の2 (第二丸善ビル7階)
電話東京(201)9211 (代表) テレックス東京22-506

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

工場 東京都品川区北品川4の535 電話白金(441)4131(代表)4132, 1321



Oval Flow Meter

L.P.G.・原油の受入
石油製品の受渡
各工程中の流量管理

オーバル流量計

主要営業品目

オーバルG・S・ター
(スチーム流量計)

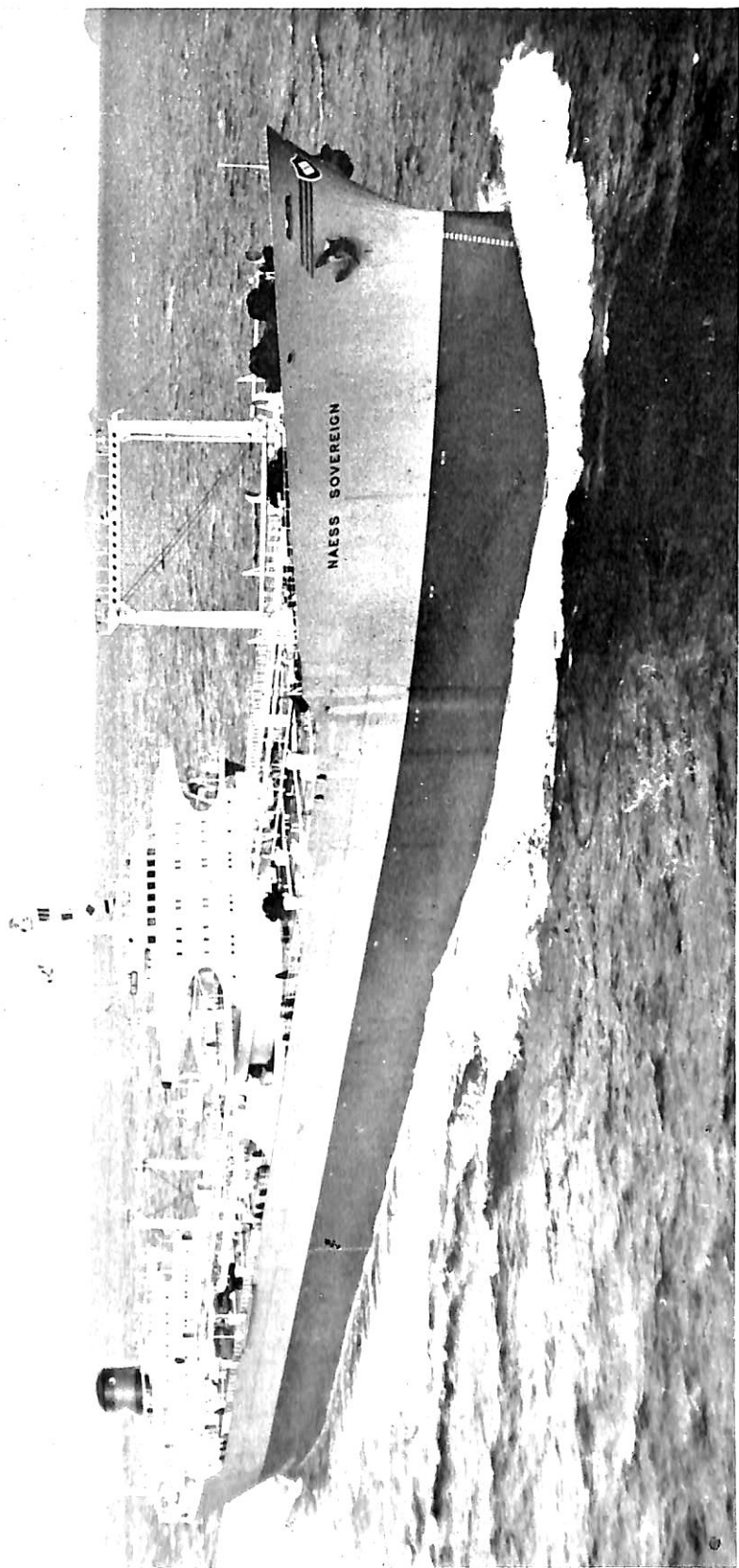
オーバル細管式連続粘度計

オーバルスチームアキュムレータ

オーバル連続比率組合装置
(ブレンド)

オール機器工業株式会社

本社 東京都品川区北品川2-6-8 電話東京(441)4131(代表)4132, 1321
横浜支店 横浜市中区東山下町2-1-1 電話横浜(6)1991-9
大阪支店 大阪市東淀川区西中島2-2-10 電話大阪(6)4311-1111



輸出油槽船 **NAESS SOVEREIGN**

船主 Anglo American Shipping Co., (Barmuda)

三菱造船株式会社長崎造船所建造

垂線間長 254.00m 型幅 37.20m

総噸数 54,735.91T 純噸数 38,413.45T

燃料消費量 94,565bbbl 燃料消費量 121t/day

出力 (連続最大) 24,000SHP (105 RPM)

航続距離 44,700哩 送信機 250W, 150W

船級 AB 船型 凹甲板型

起工 34-11-2

型深 19.50m

載貨重量 88,494Lt

清水艙 35,688t³

主汽罐 三菱

各1台 乗組員 80名

進水 35-6-25

満載吃水 47'-4¹³/₁₆"

貨物油艙容積 758,570bbl

主機械 三菱

エンジン 三菱

速力 (試運転最大) 17.24Kn

全長 266.65m

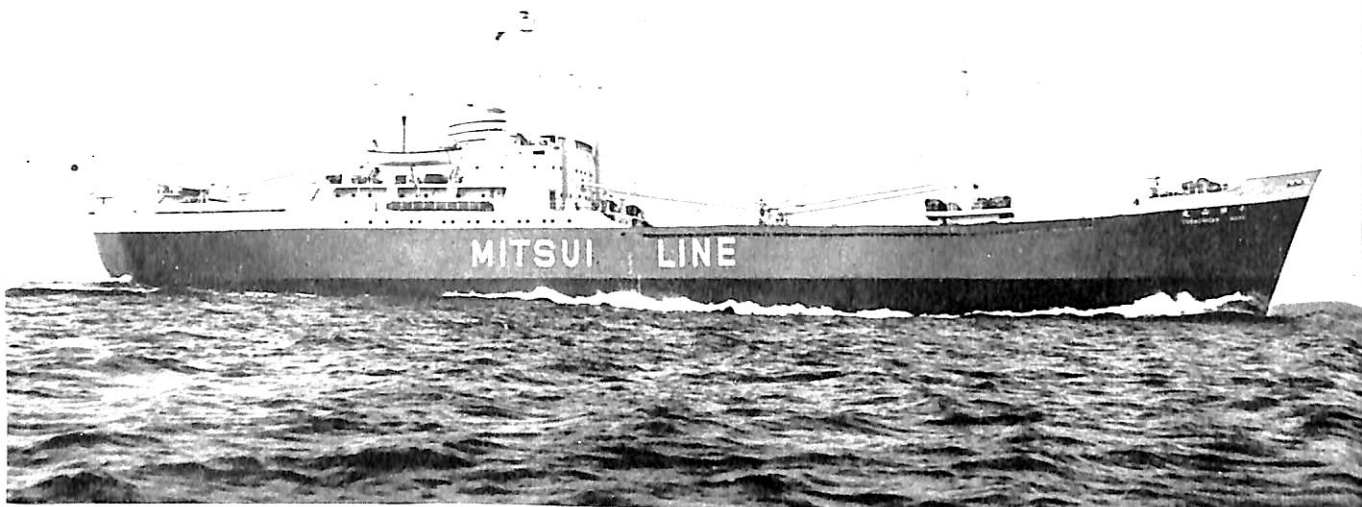
満載排水量 112,590Lt

主荷油泵 2,000m³/h×4

主発電機 三菱

1,250KVA×450V 2台

(満載航海) 16.2Kn



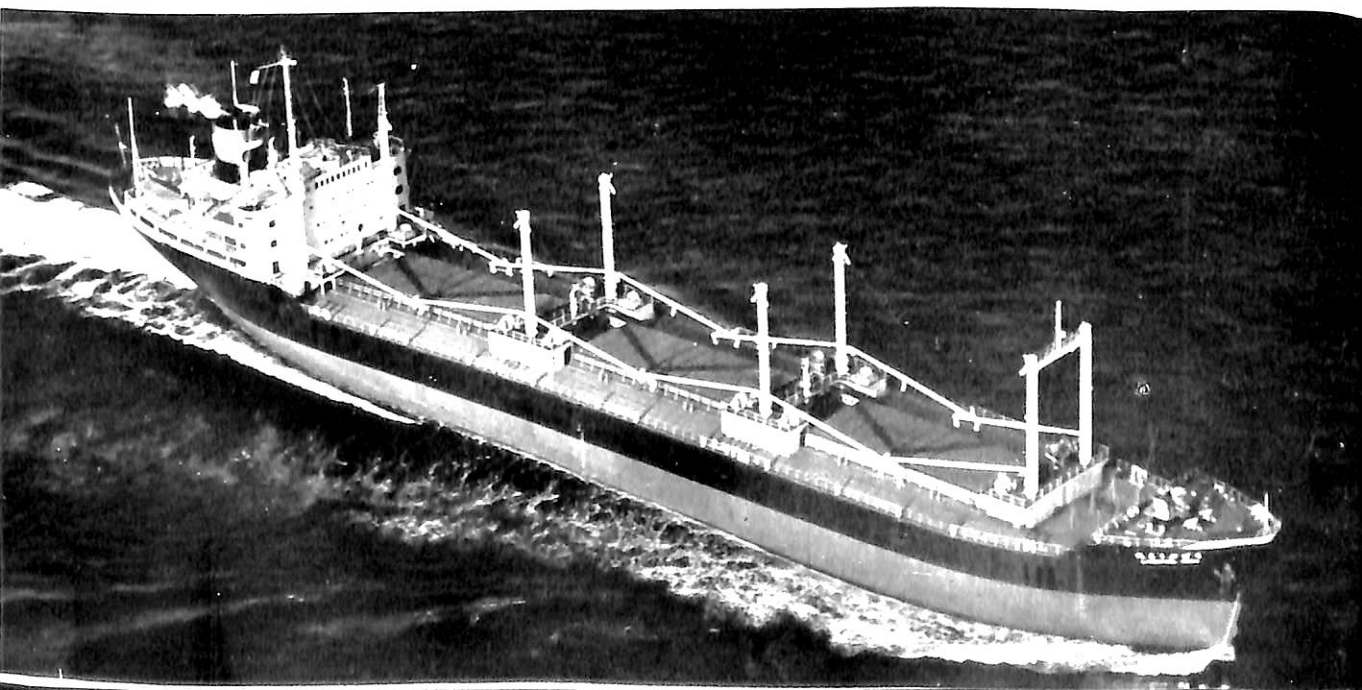
貨物船 十勝山丸 三井船舶株式会社
TOKACHISAN MARU

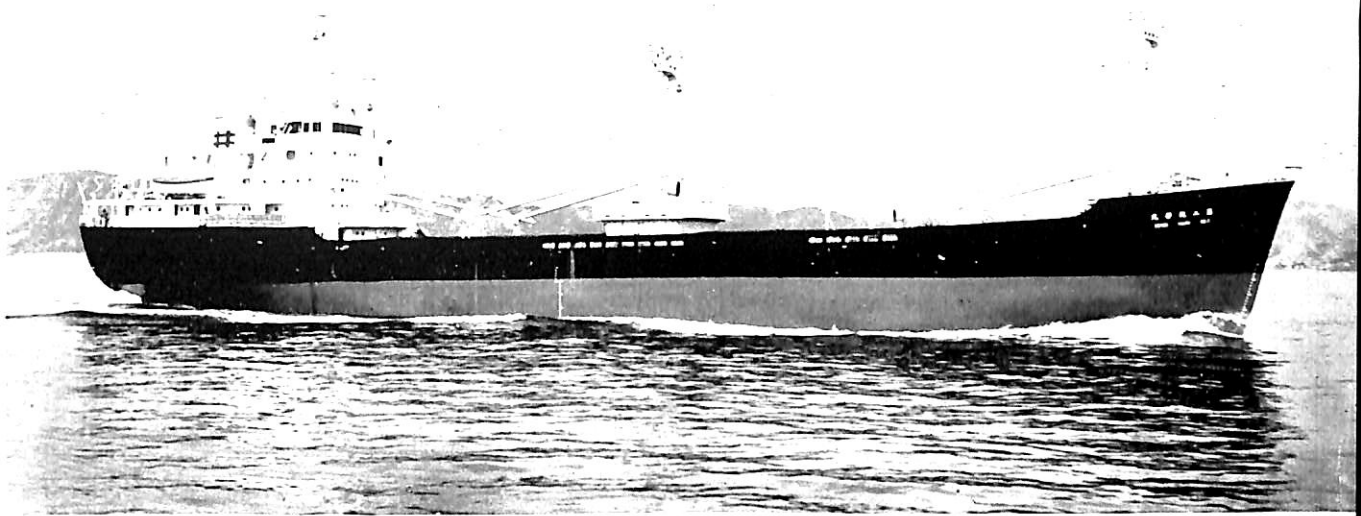
石川島播磨重工業株式会社建造 起工 35-4-4 進水 35-10-28 竣工 35-12-26
 全長 110.70m 垂線間長 103.00m 型幅 15.60m 型深 8.20m 満載吃水 6.419m
 総噸数 3,985.08T 純噸数 2,085.57T 載貨重量 4,830Kt 貨物艙容積 (ベール) 6,710.5m³
 (グレーン) 7,256.9m³ 艙口数 4 デリックブーム 8 燃料油艙 304.17m³ 燃料消費量 12.5t/day
 清水量 161.82m³ 主機械 三井 B&W 650VTBF-110型 車動2サイクル過給機付ディーゼル機関1基
 出力 (連続最大) 3,450BHP (170 RPM) 補汽罐 コ克蘭型1基 発電機 140KVA×450V 3台
 送信機 中短波, 非常用 各1台 受信機 全波 2台 超短波 1台 速力 (試運転最大) 16.78Kn
 (満載航海) 13.25Kn 航続距離 7,500浬 船級 NK 船型 長船尾楼型 乗組員 42名 旅客 6名

— 12 —

鉱石運搬船 りばふう丸 第一中央汽船株式会社
LIVERPOOL MARU

株式会社名村造船所建造 起工 35-3-31 進水 35-10-6 竣工 35-12-20
 全長 161.17m 垂線間長 152.00m 型幅 22.00m 型深 12.00m 満載吃水 9.067m
 満載排水量 24,089Kt 総噸数 11,822.67T 純噸数 3,739.53T 載貨重量 18,674Kt
 貨物艙容積 (グレーン) 11,675.93m³ 艙口数 3 デリックブーム 6t×12 燃料油艙 1,569.83m³
 燃料消費量 23.7t/day 清水艙 371.21m³ 主機械 三菱神戸ズルツァー 7SAD72型 車動2サイクル過給
 機付ディーゼル機関1基 出力 (連続最大) 6,650BHP (130 RPM) 補汽罐 乾燃室艙用円罐 1基
 発電機 225KVA×445V 2台 送信機 500W 2台, 50W 2台 速力 (試運転最大) 16.465Kn
 (満載航海) 13.5Kn 航続距離 20,000浬 船級 NK 船型 凹甲板型 乗組員 56名



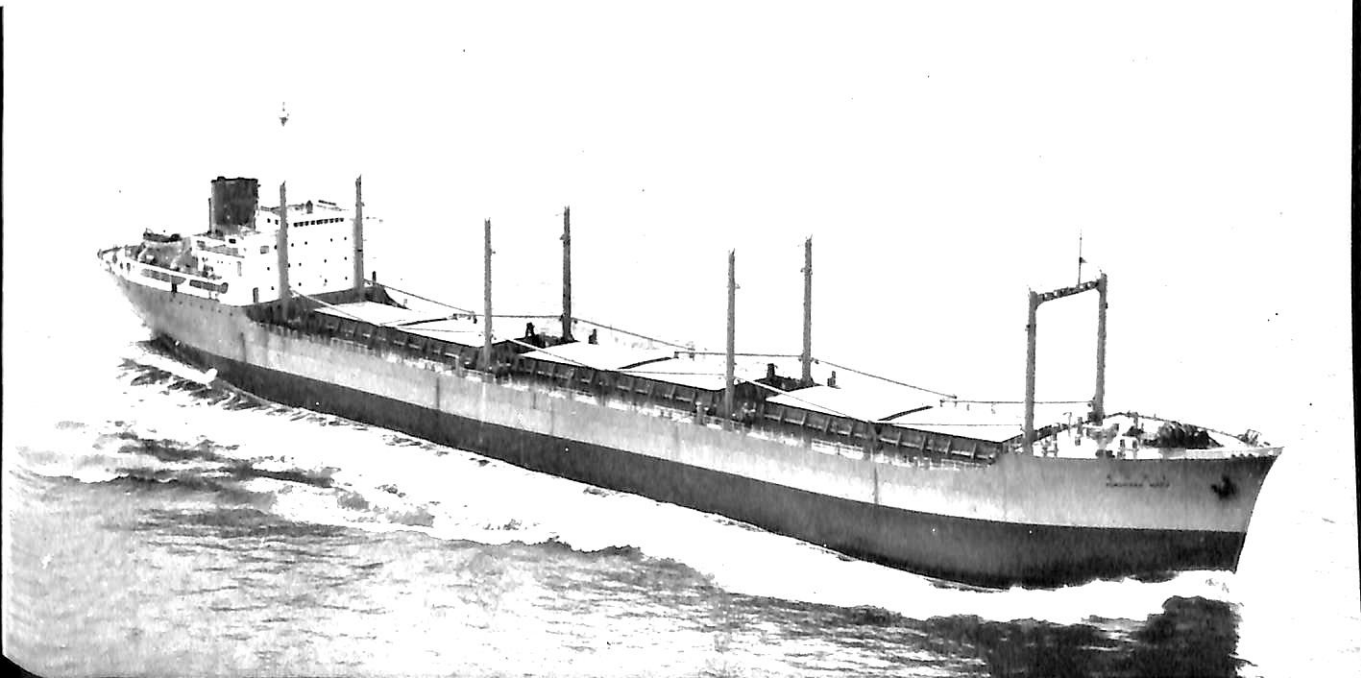


木材運搬船 **第二乾栄丸** 乾汽船株式会社
KENEI MARU NO. 2

三井造船株式会社玉野造船所建造 起工 35-4-19 進水 35-10-8 竣工 35-12-24
 全長 109.54m 垂線間長 101.90m 型幅 15.4m 型深 8.20m 満載吃水 6.517m
 満載排水量 7.633Kt 総噸数 3,694.19T 純噸数 2,152.15T 載貨重量 5,504Kt
 貨物艙容積 (ベール) 6,990m³ (グリーン) 7,694m³ 艙口数 3 デリックブーム 10t×6, 15t×2, 30t×1
 燃料油艙 469.7m³ 燃料消費量 10.5t/day 清水艙 380.4m³ (200 RPM) 主機械 三井 B&W 742VTBF90型
 ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 3,000BHP 補汽罐 乾燃室型油焚罐, 排
 ガス罐 各1基 発電機 120KW×450V 2台 送信機 中短波 2台 受信機 全波 3台
 速力 (試運転最大) 15.27Kn (満載航海) 12.3Kn 航続距離 11,700浬 船級 NK 船型 凹甲板型
 乗組員 43名 旅客 2名

鉾石運搬船 **富久川丸** 川崎汽船株式会社
FUKUKAWA MARU

川崎重工工業株式会社建造 起工 35-3-31 進水 35-10-6 竣工 35-12-23
 全長 174.4m 垂線間長 164.00m 型幅 22.6m 型深 12.5m 満載吃水 9.467m
 総噸数 13,726.48T 純噸数 3,131.23T 載貨重量 22,121Kt 貨物艙容積 (グリーン) 13,582m³
 艙口数 6 デリックブーム 5t×12 燃料油艙 1,870.56m³ 燃料消費量 23.6t/day 清水艙 595.18m³
 主機械 川崎 MANK6Z78/140C型 車動2サイクル過給機付ディーゼル機関1基 出力 (連続最大) 17,500BHP
 (115 RPM) 補汽罐 船用円罐 1基 発電機 300KVA 2台 送信機 短波, 中波, 中短波 各1台
 受信機 長中波, 全波, 短波 各1台 速力 (試運転最大) 16.83Kn (満載航海) 13.75Kn
 航続距離 23,500浬 船級 NK 船型 凹甲板型 乗組員 43名





油 槽 船 大 栄 丸 日東商船株式会社
DAI EI MARU

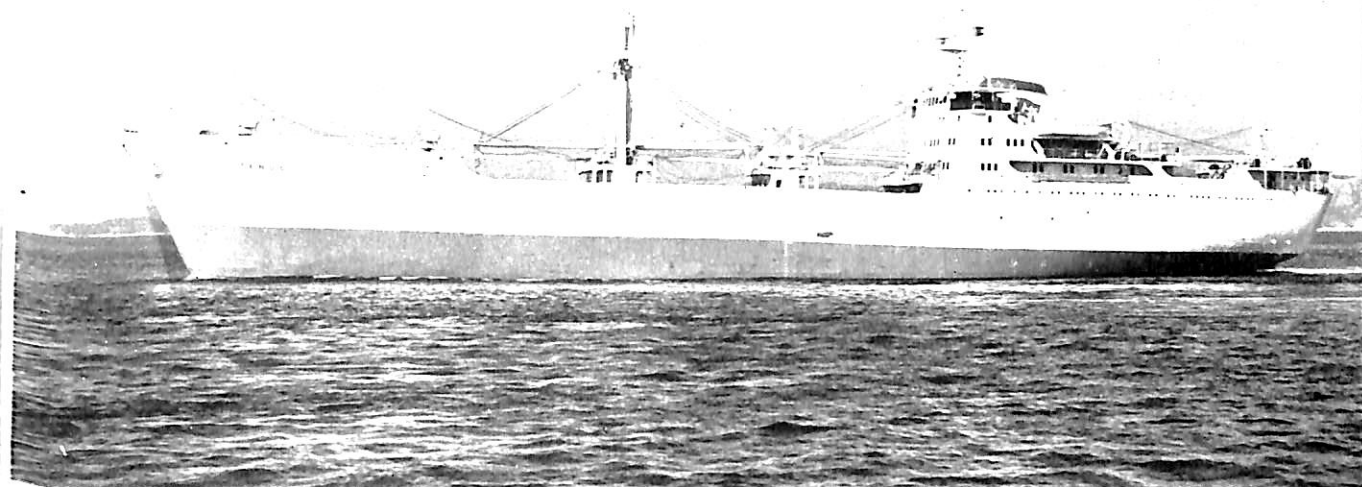
三菱造船株式会社長崎造船所建造 起工 35-4-22 進水 35-9-8 竣工 36-1-12
 全長 224.51m 垂線間長 213.00m 型幅 30.50m 型深 15.20m 満載吃水 11.391m
 満載排水量 60,698.23Kt 総噸数 29,120.33T 純噸数 18,400.74T 載貨重量 48,018.63Kt
 貨物油艙容積 63,851.1m³ 主荷油ポンプ 1,000t/h×85m 4台 燃料油艙 4,951.1m³ 燃料消費量 93t/day
 清水艙 906.7m³ 主機 三菱エッシャーウイス型蒸気タービン 1基 出力 (連続最大) 17,600SHP
 (110 RPM) 主汽罐 三菱 C-E ボイラー 2基 発電機 750KVA×450V 2台 94KVA×450V 1台
 送信機 1KW, 500W, 50W 各1台 受信機 長中波, 短波, 全波 各1台 速力 (試運転最大) 17.45Kn
 (満載航海) 16Kn 航続距離 18,300浬 船級 AB 船型 三島型 乗組員 63名

— 14 —

貨 物 船 戸 畑 丸 日本郵船株式会社
東邦海運株式会社
TOBATA MARU

名古屋造船株式会社建造 起工 35-3-29 進水 35-9-17 竣工 35-12-5
 全長 166.01m 垂線間長 158.00m 型幅 22.70m 型深 12.85m 満載吃水 9.104m
 満載排水量 26,477.80Kt 総噸数 14,101.60T 純噸数 3,626.75T 載貨重量 20,154.26Kt
 貨物艙容積 (グリーン) 13,357.56m³ 艙口数 6 デリックブーム 5t×12 燃料油艙 1,081.83m³
 燃料消費量 20.55t/day 清水艙 715.15m³ 主機 横浜 MAN K6Z70/120C型 単動2サイクル過給機付
 ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 6,500BHP (128 RPM) 補汽罐 乾燃室式船用円罐
 発電機 100KVA×445V 2台 送信機 1KW, 500, 200W 各1台 受信機 長中波, 短波, 全波 各1台
 速力 (試運転最大) 16.08Kn (満載航海) 13.27Kn 航続距離 13,800浬 船級 NK 船型 凹甲板型
 乗組員 52名 旅客 4名





輸出貨物船 **T E N O S**

船主 Rederiaktiebolaget Sirius (Sweden)

三井造船株式会社玉野造船所建造

全長 18.42m	垂線間長 125.00m	型幅 18.30m	型深 11.15m	満載吃水 7.6645m
満載排水量 11,875Lt	総噸数 5,775.94T	純噸数 3,098.25T	載貨重量 7,817Lt	燃料油艙 1,411.9m ³
貨物艙容積 (ベール) 454,067ft ³	(グリーン) 484.482ft ³	艙口数 5	ターボチャージャー付ディーゼル機関1基	出力 (連続最大) 7,400BHP (150 RPM)
燃料消費量 29.5t/day	清水艙 146.5m ³	主機械 三井 B&W 962VTBF115型	補汽罐 排気罐, コ克蘭罐各1基	送信機 中短波, 中波各1台
発電機 350KVA×450V 3台	出力 (連続最大) 7,400BHP	(150 RPM)	受信機 全波, 長中波各1台	航続距離 15,800浬
速力 (試運転最大) 18.57Kn	(満載航海) 16.2Kn	船級 LR	船型 遮浪甲板型	
乗組員 61名	旅客 12名			

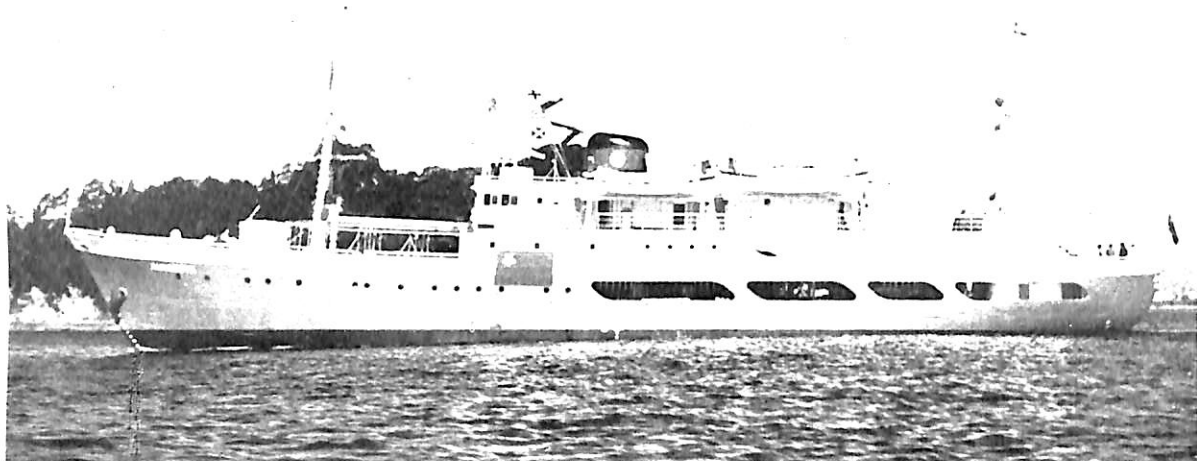
輸出貨物船 **PHILIPPINE PRESIDENT OSMENA**

船主 National Development Co., (Philippines)

浦賀船渠株式会社浦賀造船所建造

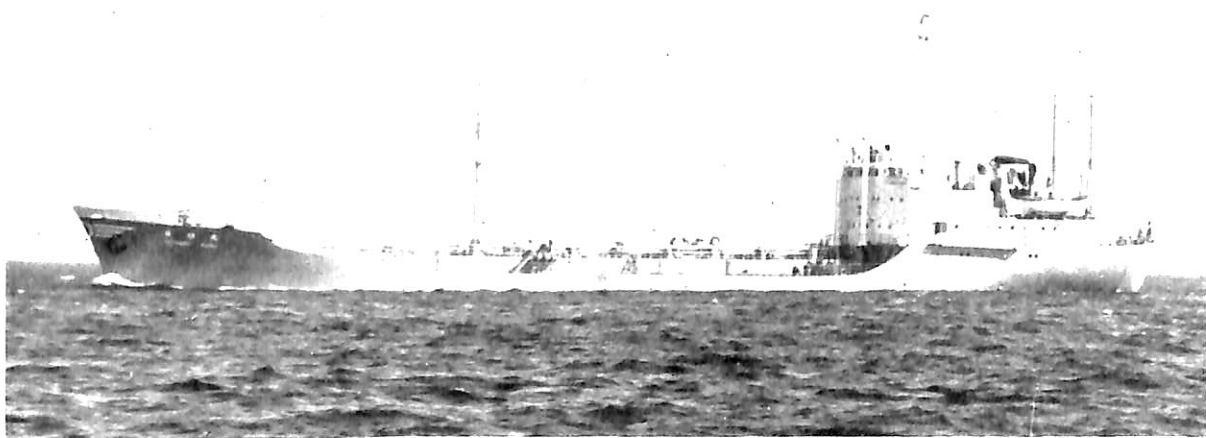
全長 155.00m	垂線間長 145.00m	型幅 19.50m	型深 12.30m	満載吃水 9.00m
満載排水量 17,379Lt	総噸数 9,192T	純噸数 5,436T	載貨重量 12,175.8Lt	燃料油艙 1,742.8m ³
貨物艙容積 (ベール) 17,012m ³	(グリーン) 18,167m ³	艙口数 6	デリックブーム 6t×14,	主機械 浦賀ズルツァー 9RD76型ディーゼル機関1基
出力 (連続最大) 12,000BHP (119 RPM)	清水艙 552.8m ³	補汽罐 排気罐, コ克蘭罐各1基	送信機 500W, 300W, 200W 各1台	受信機 全波スーパーヘテロダイン1台
発電機 344KVA×450V 3基	出力 (連続最大) 12,000BHP	(119 RPM)	航続距離 18,35Kn	船級 AB
速力 (試運転最大) 20.39Kn	(満載航海) 18.35Kn	船型 平甲板型	乗組員 64名	旅客 11名





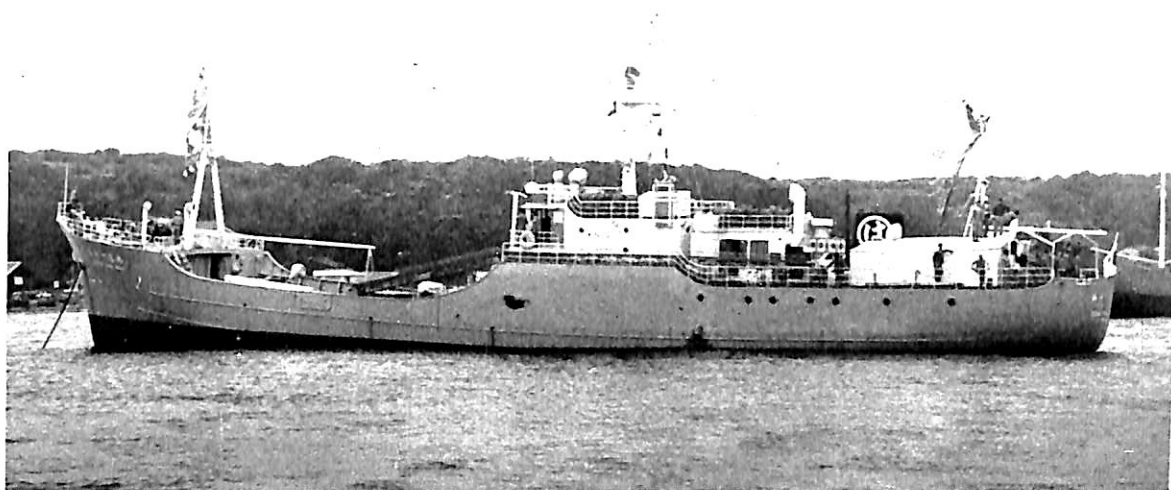
輸出貨客船 **AUNG ZEYA**

船主 Union of Burma Shipping Board (Burma)
 株式会社宇品造船所建造 起工 35-4-25 進水 35-7-26 竣工 35-11-25
 全長 61.10m 垂線間長 54.50m 型幅 9.70m 型深 3.80m 満載吃水 3.35m
 満載排水量 1,213Kt 総噸数 754.47T 純噸数 342.00T 載貨重量 601.824Kt
 貨物艙容積 (ベール) 667.03m³ (グリーン) 717.45m³ 艙口数 2 デリックブーム 3t×2
 燃料油艙 83.682m³ 清水艙 122.357m³ 主機械 日立 B&W 497-R型単動2サイクル
 ディーゼル機関1基 出力 (連続最大) 942BIP (320 RPM) 発電機 20KW, 9KW 各1台
 送信機 100W 1台 受信機 全波 1台 速力 (試運転最大) 12.28Kn (満載航海) 10Kn
 航続距離 5,040浬 船級 LR 船型 長船尾楼付中央機関型 乗組員 45名 旅客 262名



油槽船 **日 明 丸** 日正汽船株式会社
 NICHIMEI MARU

株式会社日村鉄工所佐伯造船所建造 起工 35-9-15 進水 35-10-9 竣工 35-11-21
 全長 97.28m 垂線間長 89.95m 型幅 14.00m 型深 7.30m 満載吃水 6.375m
 総噸数 2,945T 純噸数 1,720.75T 載貨重量 4,476.27Kt 主機械 横濱 MAN 単動
 2サイクルトランクピストン過給機付ディーゼル機関1基 出力 (連続最大) 2,000BIP
 補汽罐 平野鉄工所製円罐 1基 発電機 75KVA×230V 2台 送信機 500W, 40W 各1台
 受信機 全波, 短波 各1台 速力 (試運転最大) 12.847Kn 船級 NK 乗組員 41名



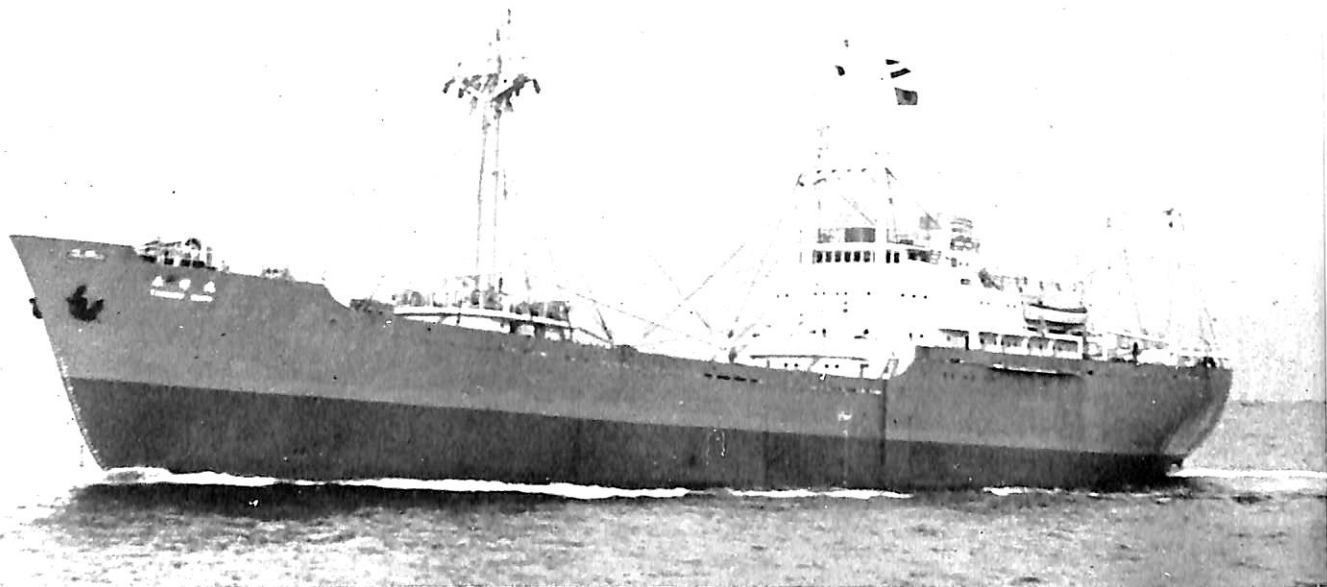
鮪延縄漁船 第十一東丸 大洋漁業株式会社
AZUMA MARU NO. 11

東造船株式会社建造	起工 35-4-22	進水 35-9-27	竣工 35-10-26
全長 52.20m	垂線間長 47.30m	型幅 8.80m	型深 4.20m
満載排水量 1,069.43Kt	総噸数 476.05T	純噸数 263.49T	満載吃水 3.66m
貨物艙容積 (ベール) 556m ³	艙口数 3	デリックブーム 0.5t×2	載貨重量 560Kt
漁獲量 432t	燃料油艙 242.2m ³	燃料消費量 180g/IP/h	魚艙容積 556.0m ³
主機械 赤阪鉄工所製 YM6SS型 単動4サイクルディーゼル機関1基	出力 (連続最大) 1,200BP (330 RPM)	発電機 130KVA×230V 2台	清水艙 27.5m ³
受信機 短波 1台, 全波 2台	送信機 500W, 100W 各1台	速力 (試運転最大) 13.388Kn	(満載航海) 10Kn
航続距離 14,000浬	船型 一層甲板型	乗組員34名	



捕鯨船 第八勝丸 日本近海捕鯨株式会社
KATSU MARU NO. 8

林兼造船株式会社建造	起工 35-6-19	進水 35-9-7	竣工 35-10-20
全長 61.95m	垂線間長 55.00m	型幅 9.40m	型深 5.00m
総噸数 622.58T	純噸数 189.94T	燃料油艙 229.8m ³	満載排水量 889.37Kt
清水艙 105.3m ³	主機械 林兼造船製 単動2サイクル無気噴油ディーゼル機関1基	出力 (連続最大) 3,500BP (180 RPM)	燃料消費量 450g/IP/h
送信機 250W, 100W 各1台	受信機 全波 2台	速力 (試運転最大) 17.579Kn	
航続距離 7,000浬	船級 NK	船型 一層甲板型	乗組員 27名



貨物船 神 宝 丸 小谷汽船株式会社
SHINHO MARU

佐野安船渠株式会社建造 起工 35-7-23 進水 35-11-15 竣工 35-12-22
 全長 87.19m 垂線間長 82.00m 型幅 12.80m 型深 6.60m 満載吃水 5.60m
 総噸数 1,997.62T 純噸数 1,077.45T 載貨重量 3,083Kt 貨物艙容積 (ベール) 3,640.6m³
 (グレーン) 3,880.4m³ 主機械 伊藤鉄工所製 M476HS型 単動4サイクル無気噴油過給機付ディーゼル機関1基
 出力 (定格) 2,100BHP (250 RPM) 補汽罐 スコッチ罐 1基 速力 (試運転最大) 14.66Kn
 (満載航海) 12.3Kn 船級 NK 乗組員 38名

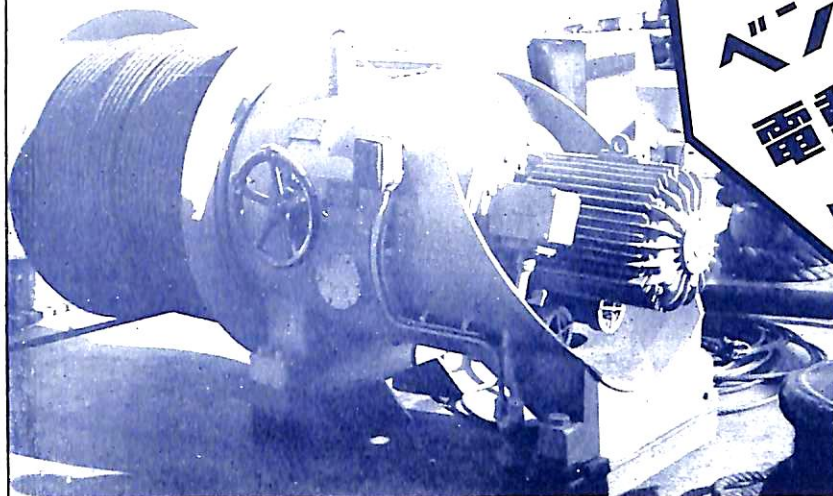
— 18 —

貨物船 泰 博 丸 株式会社九二商会
TAIHAKU MARU

佐野安船渠株式会社建造 起工 35-9-7 進水 35-11-9 竣工 35-12-18
 全長 110.61m 垂線間長 104.00m 型幅 15.00m 型深 8.30m 満載吃水 6.944m
 総噸数 4,033.81T 純噸数 2,206.53T 載貨重量 5,802Kt 貨物艙容積 (ベール) 7,363.1m³
 (グレーン) 7,769.5m³ 主機械 三菱広島ズルツァー 8TAD48型 単動2サイクル無気噴油トランクピストン
 過給機付ディーゼル機関1基 出力 (定格) 3,200BHP (235 RPM) 補汽罐 コクラン罐 1基
 速力 (試運転最大) 16.01Kn (満載航海) 12.90Kn 船級 NK 乗組員 43名 旅客 2名



700隻の実績！



ベナシエ 電動油圧ウインチ

- 油圧装置内蔵・配管不要
- コンパクトで据付面積小・取付容易
- 操作容易・無段変速可能
- 高性能で消費電力僅少
- 各種自動装置・安全装置を有する



Willi Baensch Maschinenfabrick
Hamburg-Altona

東西商事株式会社 機械部

東京都港区芝浜松町2-1

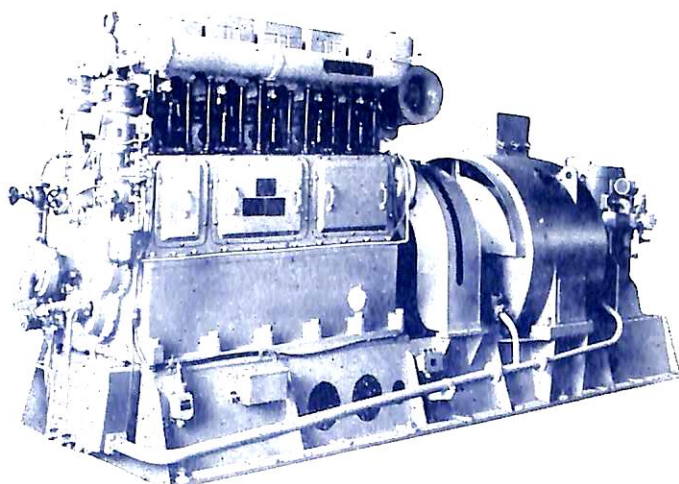
Tel. 431-8316, 5858, 6557

営業所 大阪・名古屋・福岡

DAIHATSU

ディーゼル機関

25-1500馬力



ダイハツ工業株式会社

本社
東京都港区芝浜松町2-1 電話 452551
東京
東京都中央区日本橋本町2-7-7 電話 241301
福岡
福岡市南区西馬場7-4 電話 25061
札幌
札幌市南区南西3-7-7 電話 33171
名古屋
名古屋市中区大池2-1-33 電話 321398

性能と
耐久力が
好評です

一九〇七年 いちはやく内燃機関の国産化をめざして発足したダイハツ工業はこのながい経験と最新の技術をつルに生かして、すぐれた性能と耐久力をもつダイハツ船用ディーゼル機関を斯界に提供しております

高性能接着剤

ダイアボンド



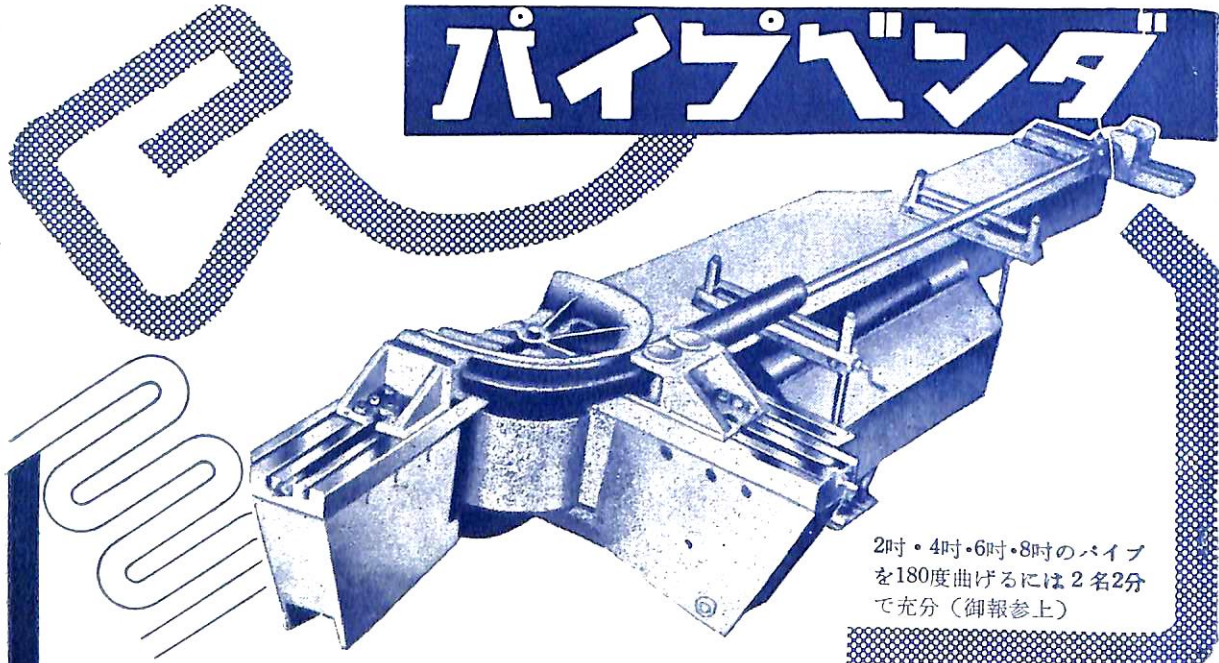
船舶用接着剤

ダイアボンド工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋本町4の6
工場 東京都葛飾区本田原町3

電話(661)0844・4323
電話(697)1157(代表)

パイプベンダ



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)



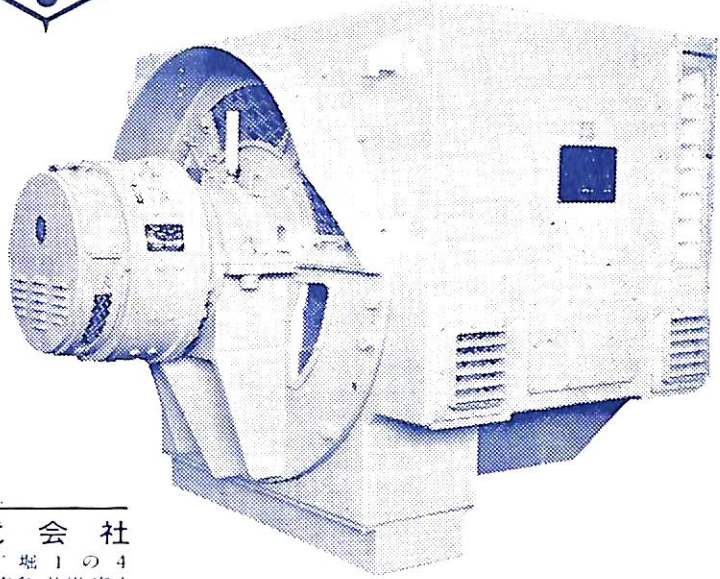
石川島芝浦タービン株式会社

本社 東京都中央区宝町1-1 京橋(561)8736~9
鶴見工場 横浜市鶴見区末広町2-4 鶴見(5)5131-5

神鋼

船用電気機器

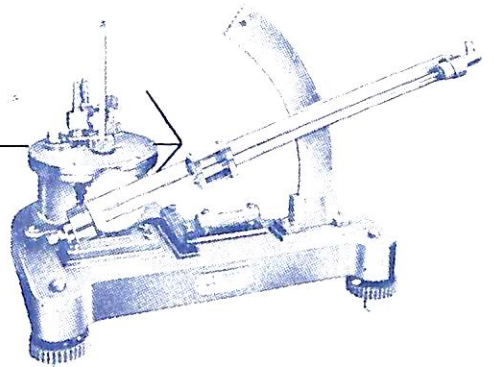
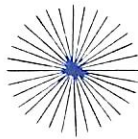
自励・他励交流発電機
 直流発電機
 交流電動機
 交流ポールチェンジュイッチ
 変圧器
 配電盤
 制御装置



神鋼電機株式会社

本社 東京都中央区西八丁堀1の4
 営業所 東京 大阪 名古屋 神戸 小倉 広島 札幌 富山

RSK



RIKASEIKI KOGYO CO.

〔製造品目〕

F-209 精密傾斜微圧計

各種ピトー管、ピトー管移動装置
 ロータリーコック(ピトー管6点用切換コック)
 ベッツ型マノメーター 壁掛型V字マノメーター
 チャトック型マノメーター 単管式マノメーター
 アスカニヤ型マノメーター 多管式マノメーター
 ゲッチンゲン型マノメーター

本器は最も利用価値の多いマノメーターで
 傾斜角度は4段に切換出来る。
 最大測定範囲は水柱圧 150mm \pm である。
 最高精度は傾斜角度 $\frac{1}{10}$ の場合 $\frac{1}{100}$ mmである。

理化精機工業株式会社

東京都千代田区神田鎌倉町15 TEL (251) 6679

油圧のキャパの船舶曳航用油圧緩衝器

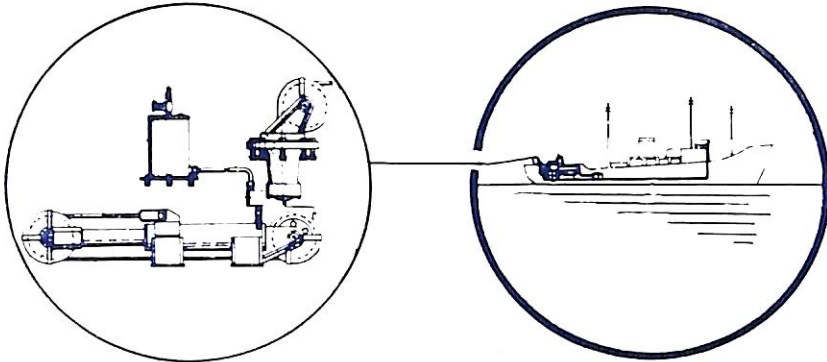
PAT No. 255966

PAT No. 256864

PAT No. A3.4-28156

特長

1. 波浪のためローフに異常な張力が発生した場合でも油圧により緩衝されて危険がありません
2. ローフの強度を越すことがないので切斷の心配はありません
3. 被曳船の大小に応じて容量は自由になります
4. 曳船時ローフの張力を刻々空気圧計により読み取ることができます



萱場工業株式会社

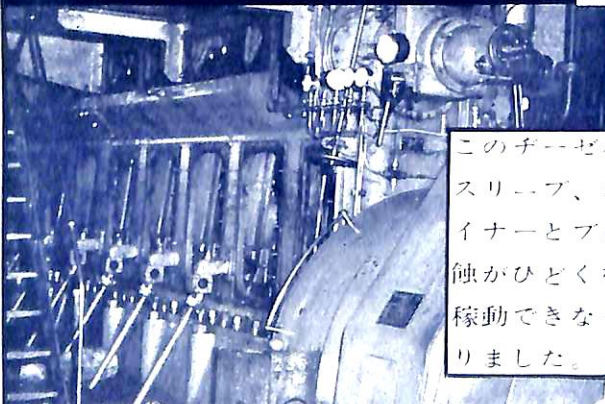
本社・東京工場
岐阜工場
浦和工場
名古屋支店
大阪営業所

東京都港区芝浦1-1
岐阜県可児郡可児町土田505
浦和市大字辻字塚下77-2
名古屋市中区桜町3-8日経ビル
大阪市東区北浜4-46万成ビル

TEL. (451) 5141(代), 8156(代)
TEL. 美濃加茂 2121(代)
TEL. 浦和 (0881) 9894
TEL. (97) 5191-3
TEL. 北浜 23) 9761, 9821

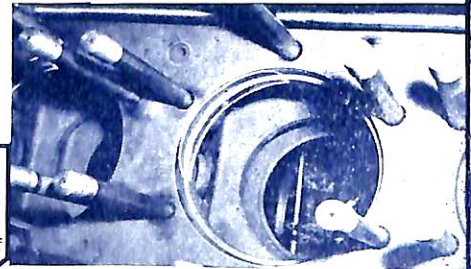
デブコン

このディーゼル発電機の修理に使いました*
(*同様の修理はNYK浅間丸)



このディーゼル発電機は、スリーブ、シリンダーライナーとブロックとの腐蝕がひどくなり、稼働できなくなりました。

プラスチック・スチールA(パテ状)を腐蝕部に塗り、2時間硬化させてから、平滑に研磨しました。加熱・溶接もしません。修理後2年、現在でもこのプラントは完全な運転を続けています。
(*登録商標)



米海軍のアブルーブした(Mil Spec. MIL-C-15202)現在世界で最も強く頑丈で最も万能な永久修理用材料。

摩耗したポンプ・亀裂を生じた鋳鉄・各種配管油圧系統・タンク等の漏れ・摩耗したバルブ・カム・ギアの変更等、送油・送水中にでも修理でき、しかも修理は永久的です。

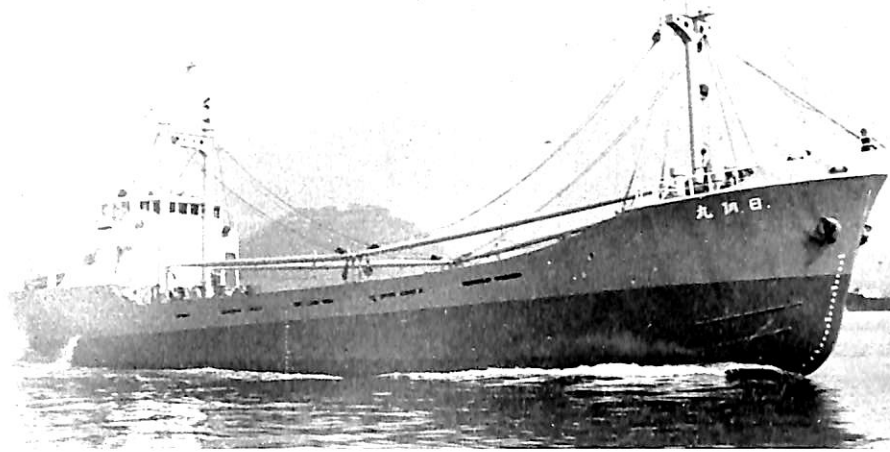
デブコンの効用は、米海軍Buship Journal, 1959年1月号に要訳されています。いま直ぐその訳文並びにデブコン応用例パンフレットを御請求下さい。

デブコンは各港の著名船具店でお求め下さい。デブコンは世界中の主要港で売っています。外航船には海外代理店名簿をお送りします。

日本アイ・イー・シー株式会社

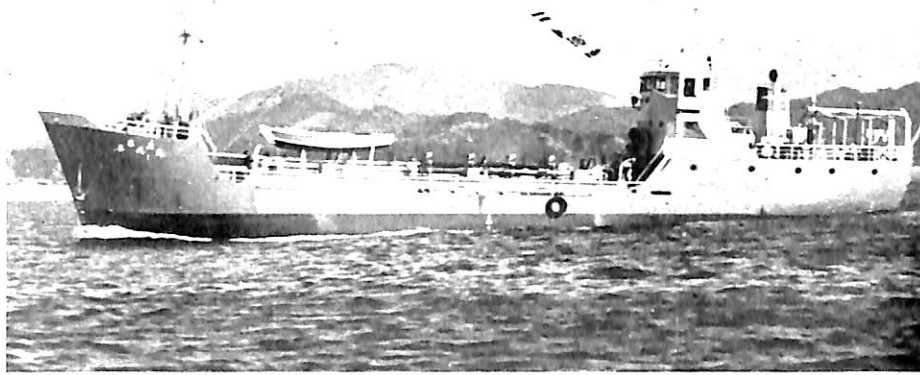
東京都中央区銀座4-5(三原ビル) 電話(561)7748, 7751
大阪市北区絹笠町9(大和ビル) 電話(36) 8498

株式会社宇品造船所建造
 起工 35-7-29 進水 35-10-6
 竣工 35-11-15 全長 52.40m
 垂線間長 47.40m 型幅 7.50m
 型深 3.72m 満載吃水 3.30m
 満載排水量 877Kt
 総噸数 423.68T 純噸数 241.03T
 載貨重量 645.72Kt
 貨物艙容積 (ペール) 710.31m³
 (グレーン) 826.62m³ 艙口数 1
 デリックブーム 3t×2, 5t×2
 燃料油艙 16.12m³ 清水艙 6.25m³
 主機械 阪神内燃機製Z6VS型ディーゼル機関1基
 出力 (連続最大) 770BIP (377RPM)
 発電機 5KW 1台
 速力 (試運転最大) 13.2Kn
 (満載航海) 11.5Kn
 航続距離 1,572哩 資格 沿海区域
 第3級船 船型 凹甲板型
 乗組員 13名



貨物船 日鋼丸 日鋼海運株式会社
 NIKKO MARU

今井造船株式会社建造
 起工 35-7-30 進水 35-10-18
 竣工 35-11-20 全長 39.02m
 垂線間長 35.12m 型幅 6.40m
 型深 3.20m 満載吃水 2.90m
 満載排水量 462Kt
 総噸数 236.63T 純噸数 111.76T
 貨物油艙容積 394.99Kl
 主荷油泵 6"×200m³/h 2台
 デリックブーム 0.5t×1
 燃料油艙 12,036Kl
 燃料消費量 1.23t/day
 清水艙 12,111Kl 主機械 阪神内燃
 機工業製6EZM型ディーゼル機関1基
 出力 (連続最大) 320BIP (400RPM)
 発電機 2KW×35V, 1KW×35V
 各1台 速力 (試運転最大) 11.01Kn
 (満載航海) 10Kn 航続距離 2,350哩
 資格 沿海区域第3級船
 船型 凹甲板型 乗組員 11名



油槽船 第三喜代丸 武田運輸商会
 KIYO MARU NO. 3

大日本塗料

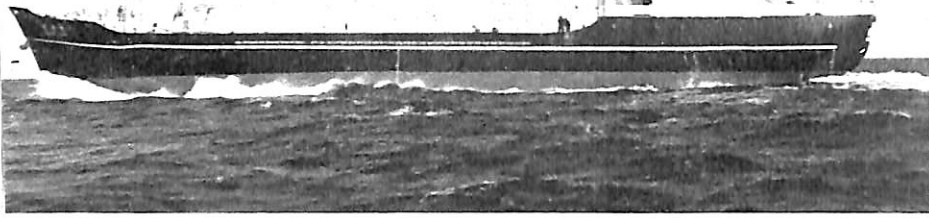
特許防錆塗料

ズボイド



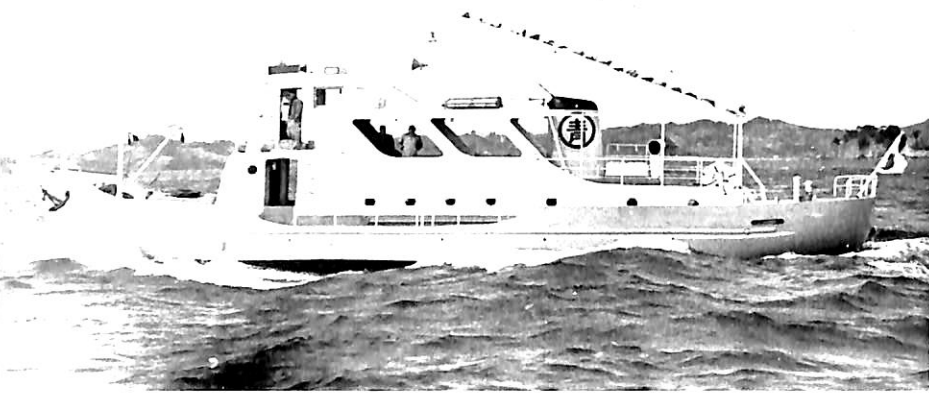
本社 大阪市此花区西野下之町38
 支店・営業所 東京・札幌・仙台・新潟・静岡・名古屋
 神戸・岡山・高松・広島・福岡
 工場 大阪・横浜・茅ヶ崎・平塚

型録進呈



石炭専用船 日 栄 丸 太平洋運株式会社
NICHIEI MARU

徳島造船産業株式会社建造
起工 35-8-10 進水 35-11-23
竣工 35-1-21 全長 67.60m
垂線間長 62.00m 型幅 10.40m
型深 5.50m 満載吃水 4.95m
総噸数 998.32T 純噸数 554.15T
載貨重量 1,726.24Kt
貨物艙容積 (グレーン) 1,967.60m³
艙口数 2 デリックブーム 1.5t×1
燃料油艙 57.73m³
燃料消費量 5t/day 清水艙 73.15m³
主機械 阪神内燃機製 26YS6H型
ディーゼル機関1基
出力 (連続最大) 1,320BHP (320RPM)
発電機 40KVA×230V 2台
15KVA×230V 1台
速力 (試運転最大) 13Kn
(満載航海) 11.5Kn 船級 NK
船型 凹甲板型 乗組員 23名



客 船 青 島 丸 国内旅客船公団
AOSHIMA MARU 青島汽船株式会社

三津浜造船株式会社建造
起工 35-9-7 進水 35-11-28
竣工 35-12-26 全長 21.40m
垂線間長 19.50m 型幅 4.40m
型深 2.00m 満載吃水 1.30m
満載排水量 64Kt 総噸数 46.51T
純噸数 25.62T 燃料油艙 2.0t
清水艙 8.8t 主機械 伊藤鉄工所製
KDM3-23型ディーゼル機関1基
出力 (連続最大) 105BHP (400RPM)
発電機 1KW×35V 1台
速力 (試運転最大) 10.43Kn
(満載航海) 10.25Kn
乗組員 3名 旅客 40名
航路 長浜-青沼



客 船 第 八 通 信 丸 国内旅客船公団
TSUSHIN MARU NO.8 長 島 勝 美

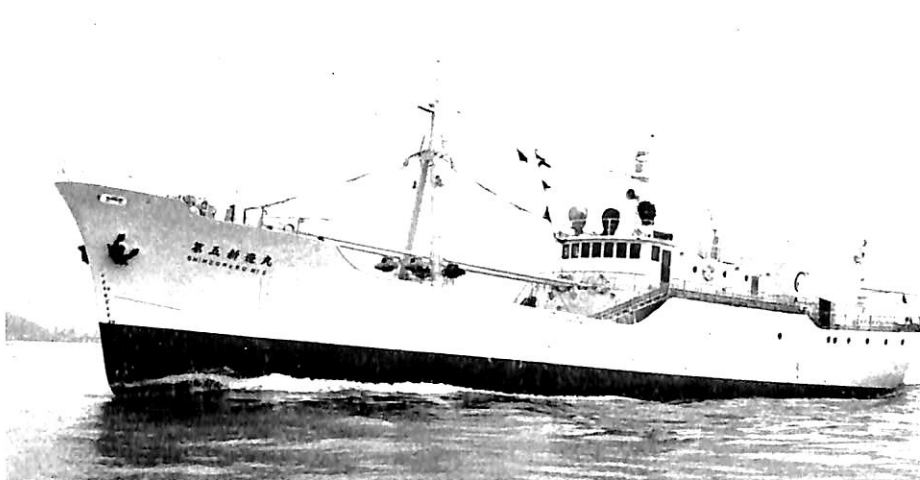
三津浜造船株式会社建造
起工 35-9-7 進水 35-11-28
竣工 35-12-8 全長 19.65m
垂線間長 18.00m 型幅 4.40m
型深 1.75m 満載吃水 1.15m
満載排水量 50.2Kt 総噸数 43.28T 純噸数 21.13T
燃料油艙 0.70t 清水艙 1.10t
主機械 ヤンマーディーゼル製5LD型
ディーゼル機関1基
出力 (連続最大) 75BHP (410RPM)
発電機 1KW×35V 1台
速力 (試運転最大) 9.47Kn
(満載航海) 9.10Kn
乗組員 3名 旅客 70名
航路 北條-安居島

有限会社松浦鉄工造船所建造
 起工 35-5-21 進水 35-10-25
 竣工 35-11-15 全長 32.40m
 垂線間長 29.50m 型幅 6.20m
 型深 2.80m 満載吃水 1.74m
 満載排水量 179.98Kt
 総噸數 192.66T 純噸數 105.64T
 載貨重量 28.55Kt 燃料油艙 6.26m³
 清水艙 3.63m³ 主機械 富士ディー
 ザル製6SD27BF型 単動4サイクル過
 給機付ディーゼル機関1基
 出力(連続最大) 450BIP (400RPM)
 発電機 20KVA 2台
 速力(試運転最大) 12.3Kn
 (満載航海) 11.5Kn
 資格 沿海区域第3級船
 船型 平甲板型 乗組員 11名
 旅客 365名



客 船 し ら さ ぎ 国内旅客船公団
 SHIRASAGI 芸備商船株式会社

株式会社三保造船所建造
 起工 35-7-20 進水 35-10-3
 竣工 35-11-10 全長 50.30m
 垂線間長 45.00m 型幅 8.10m
 型深 3.90m
 総噸數 379.42T 純噸數 208.13T
 魚艙容積 426.99m³
 燃料油艙 203.06m³ 清水艙 22.70m³
 主機械 赤阪鉄工所製 SR6S型 単動4
 サイクル過給機付ディーゼル機関1基
 出力(連続最大) 800BIP (330RPM)
 発電機(主) 110KVA 2台
 (補) 20KVA 1台
 送信機 250W, 75W 各1台
 受信機 17球ダブルスーパー, 11球
 スーパー各1台
 速力(試運転最大) 12.89Kn
 (満載航海) 10.50Kn
 乗組員 33名

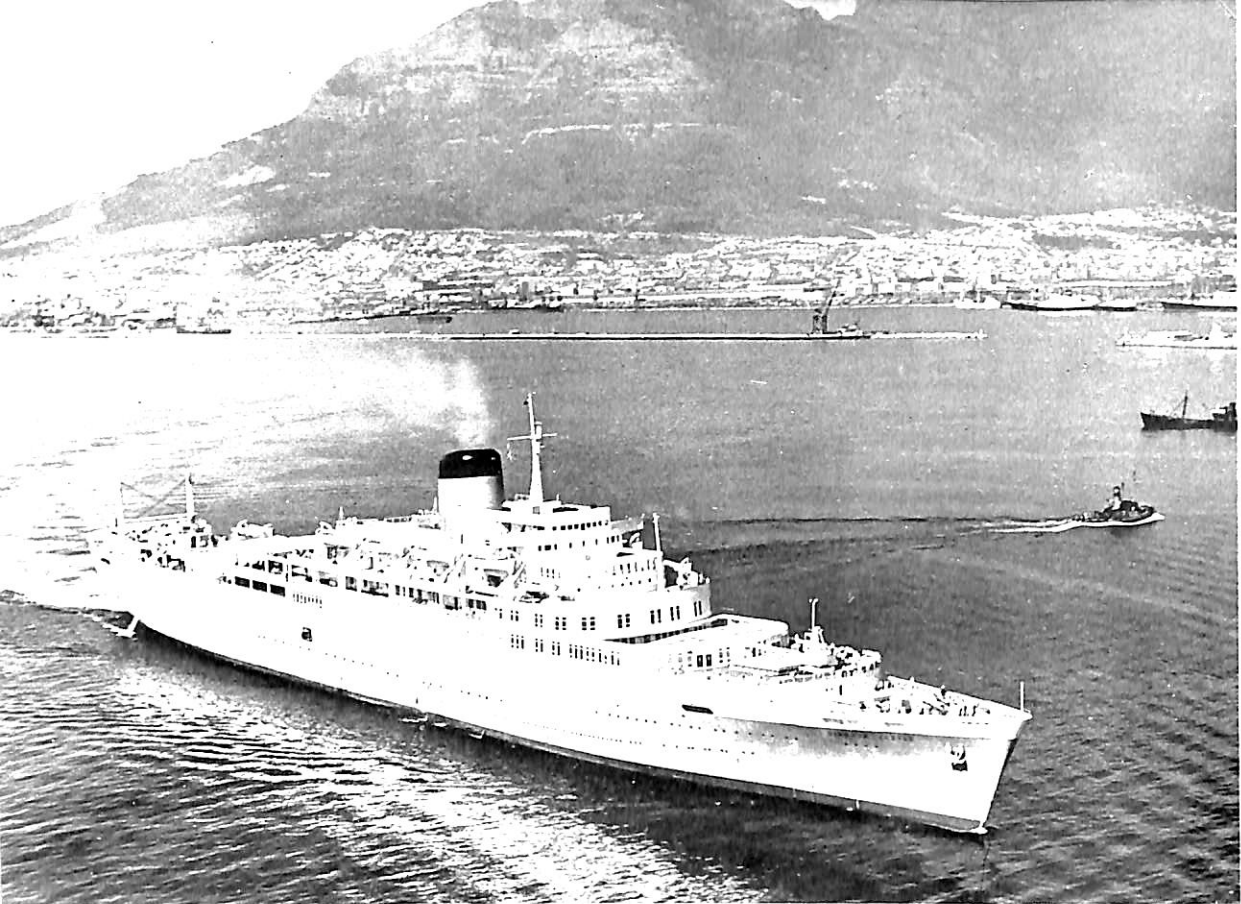


鮪延細漁船 第五新造丸 中島藤七
 SHINZO MARU NO.5

徳島造船産業株式会社建造
 起工 35-8-4 進水 35-10-10
 竣工 35-11-20 全長 31.68m
 垂線間長 29.50m 型幅 7.80m
 型深 3.00m 満載吃水 2.60m
 総噸數 188.51T 純噸數 114.11T
 載貨重量 350Kt
 貨物油艙容積 373m³
 主荷油泵 6" 2台
 燃料油艙 5.66m³
 燃料消費量 1.5t/day 清水艙 3.22m³
 主機械 伊藤鉄工所製 ディーゼル機
 関1基 出力(定格) 250BIP
 (380 RPM) 発電機 3KW 1台
 速力 10Kn 資格 沿海区域第3級船
 船型 平甲板型 乗組員 5名



油 槽 船 第一興紀丸 中村締四郎外1名
 KOKI MARU NO.1



SS WINDSOR CASTLE at Cape Town

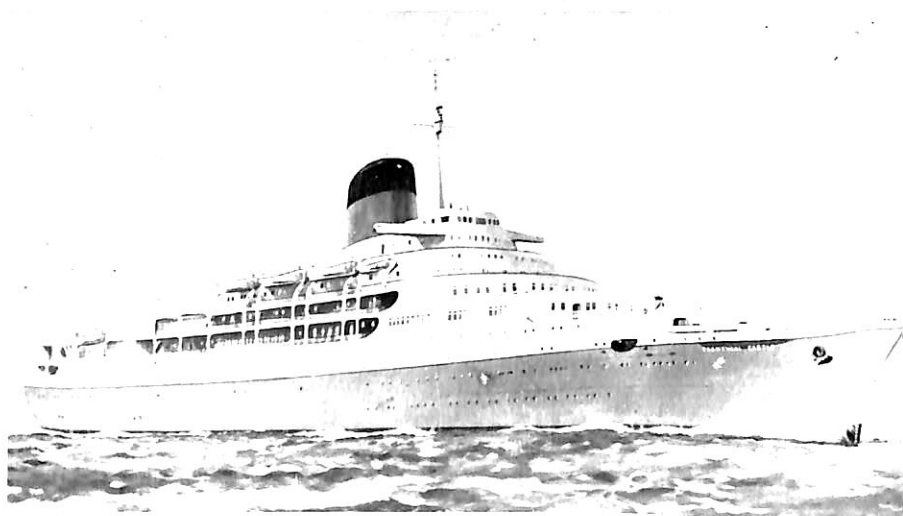
速水育三

SS TRANSVAAL CASTLE

旗船 Windsor Castle 以下90数隻の貨客船と貨物船を擁する British & Commonwealth Shipping Co. は本年1月17日 John Brown 造船所で TRANSVAAL CASTLE (33,000GT) を進水させ、新威力を加えることとなった。

この船はホテル式に等級別を撤廃し、公室、遊戯室の全施設を公平に利用させるが、船室には差等を設けて、各自の支払う船賃に見合った船室を提供するようにしてある。30,000GT 以上の新造客船でかかる新機軸を企てたのは本船をもって最初とする。公室には次のような種類があり、最上の特別室であろうと最低の4人室であろうと、使用食堂は同一であるから、メニューやサービスも変えられるはずがない。

414人の食堂、社交室、バー、喫煙室、ドローイング・ルーム、読書室、ライティング・ルーム、展望室、ヴェランダ・カフェ、200人の劇場、室外プール、子供遊戯室、船首はバルパース型にふくらみ、外形は殆んど Windsor Castle と変わらないように見える。



船主 THE BRITISH & COMMONWEALTH SHIPPING COMPANY
造船所 JOHN BROWN & COMPANY (CLYDEBANK) LIMITED

起工 1959-1-16 進水 1961-1-17
引渡予定 1961-12 処女航予定 1962-1
全長 756' 幅 90' 吃水 32'
総噸数 33,000T 船客定員 740名
船室数 355室

船室内訳 特別室 1 上級室 4
1人室(バス付) 12 2人室(バス付) 12
2人室(シキワー付) 184
1人室(シキワー付) 41
2人室 45 3人室 23
4人室 33

乗組員 426名
貨物艙 643,000ft³ (内冷蔵艙 362,000ft³)
主機 Pametrada 式ギアードターボ 2基
出力 40,000SHP 定航速力 23Kn
主機缶 Foster Wheeler 式水管缶
主発電機 AEI 式ターボ・ゼネレーター
1,500KW × 4 + 6,000KW
Thermotank 式 Air Conditioning 完備
Denny-Brown 式 Stabilizer 装備

SS WINDSOR CASTLE

豪華船上の生活

昨年9月の本誌で WINDSOR CASTLE の全貌を紹介したが、今般同船の船内生活を描写した写真集が新着したので、陸地の息づまるような騒音やあわただしさ、わずらわしさから逃れ、のびのびと海の生活を享受している船客の動きを捉えて、いささか読者の旅情に訴えたいと思う。

日本でも近年、旅行がさかんに流行しているけれど、日本人の船旅といえばせいぜい伊豆の大島往復か別府位にとどまり、ここに掲げたように船旅とは凡そスケールが違いすぎるようだ。それに、ハイシーズン中は小型客船の狭苦しい船室につめこまれるのを通念とする日本の船旅からは、ますます一人当りのスペースをひろげてゆく最新の航洋客船の片鱗もうかがえない。

海外への旅程にゆとりがあたえられれば、地上の日まぐるしさをそのまま延長したようなジェット旅客機に数時間とじこめられるよりは、数日の休養をかねた豪華船の旅をすすめたい。

海上の清純な大気はふしぎに食慾を促進するので、食道楽からあまり舌の鋭敏でない人まであらゆる味覚を満足させる質と量と種類のゆたかさは、いつまでも旅行者の快き思い出に生きていることだろう。

私がいままで本誌で紹介した客船は大抵メニューも取揃えることにしているが、定食を規制せずに好む料理が自由に選び出せるアラカルトのみとし、毎日メニューが新しく組合わされるので馴れない人は選択にまどつくかも知れないけれど、船旅の楽しさはまず食事にあるという第一義だけは日本の小型旅客船業者も尊重してほしいものと思う。



〔写真説明〕

上 … First class lounge

中 … First class suite

下 … First class drawing room

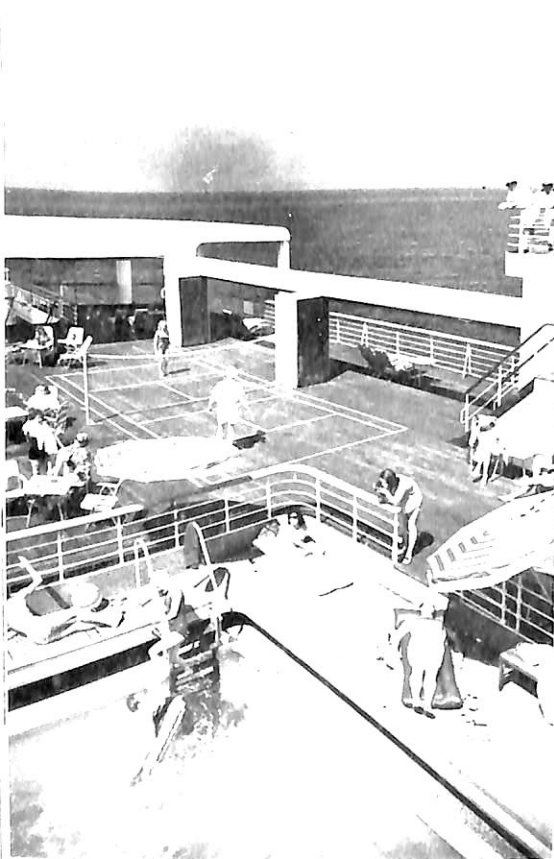
S S WINDSOR CASTLE



First class card room



First class library



First class smoke room

First class swimming pool



Tourist class lounge



Tourist class dining room



Tourist class smoke room "Rotunda"

Tourist class smoke room



輸出油槽船 カルテックス ブリスベーン CALTEX BRISBANE

船主 Overseas Tankship Ltd. (England)

日立造船株式会社因島工場建造

起工 35-2-10

進水 35-8-23

竣工 36-1-12

全長 223.475m 垂線間長 211.80m

型幅 31.70m

型深 15.10m

満載吃水 11.236m

満載排水量 60,074Lt

総噸数 31,117.52T

純噸数 20,010.53T

載貨重量 46,009Lt

貨物油艙容積 2,297,366ft³ 主荷油ポンプ 14,000bbl/h 3台 燃料油艙 161,958ft³ 燃料消費量 97t/day

清水艙 7,201ft³ 主機械 日立製作所製二段減速蒸気タービン1基 出力 (連続最大) 17,500SHp (105 RPM)

主汽罐 石川島FW型水管罐 2基 発電機 800KW×450V 2台, 150KW×150V 2台, 34KW×450V 1台

送信機 400W, 120W 各1台 受信機 全波, 中波 各1台 速力 (試運転最大) 17.334Kn

(満載航海) 16Kn 航続距離 17,100哩 船級 LR 船型 三島型 乗組員 87名



つの

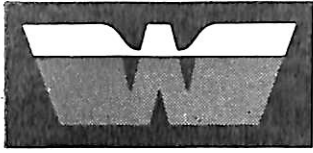
船舶塗料

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

大阪市大淀区浦江北 4
東京都品川区南品川 4



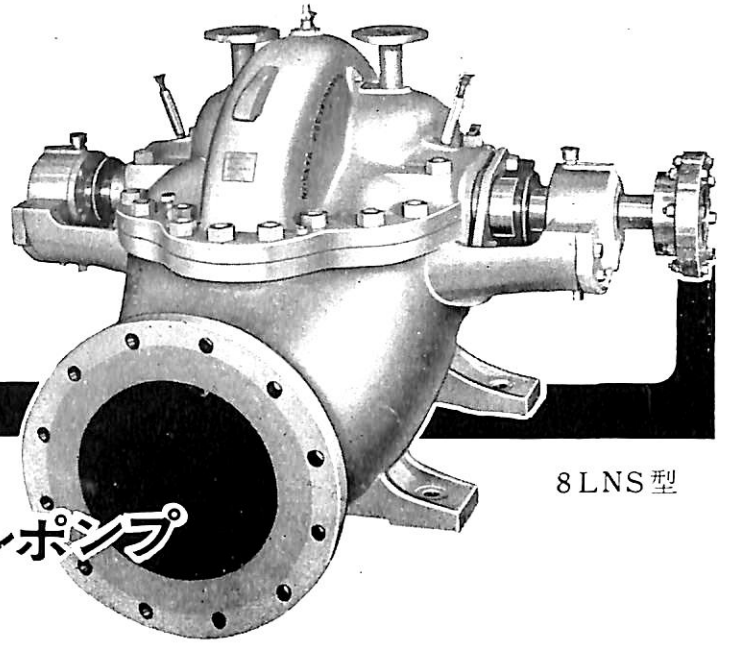
日本ペイント



WORTHINGTON

船
舶
用

カーゴ・オイルポンプ



8LNS型

技術提携

詳細は弊社にお問合せ下さい。

新潟ウオシントン株式会社

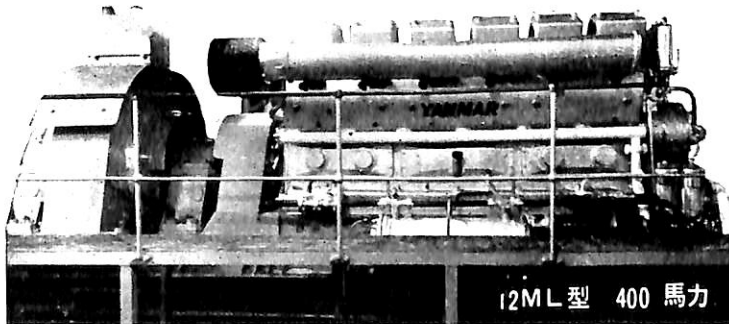
本社：東京都港区赤坂新坂町45（赤坂国際館）
電(代表)401-2137・408-3244・3843・3883

営業所：大阪・名古屋・下関・福岡・仙台・札幌

船舶補機に



ヤンマーディーゼル



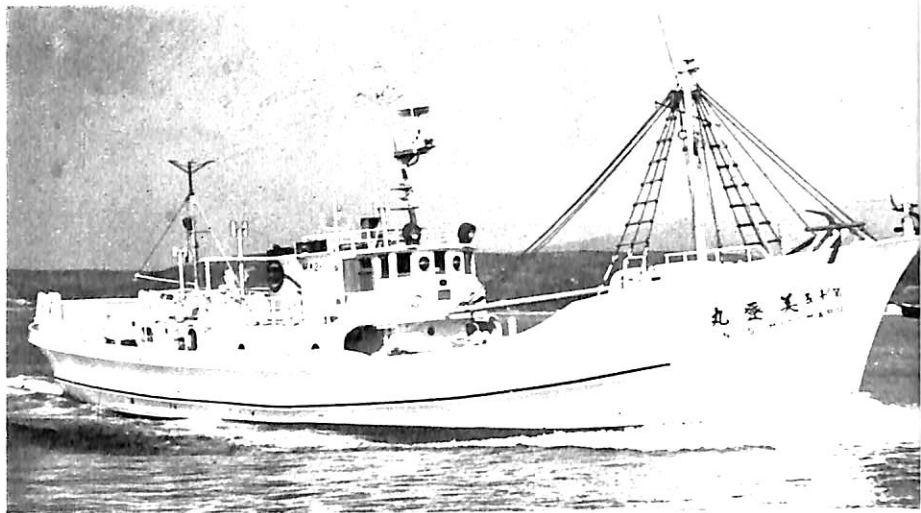
12ML型 400馬力



総販売元
日本船舶機器株式会社

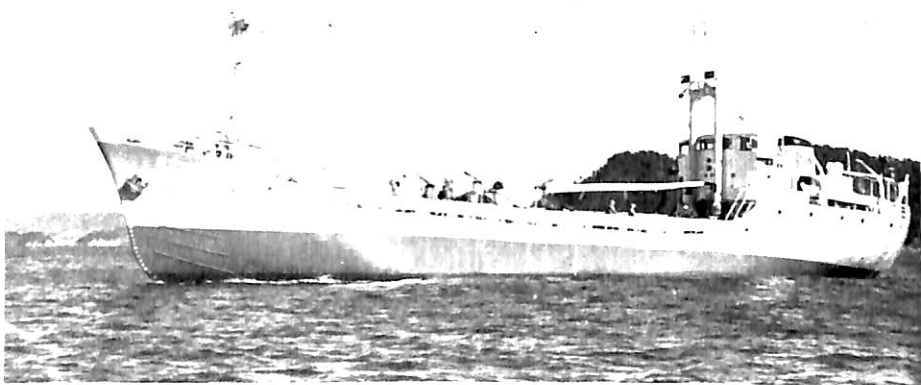
本社 大阪市東区南本町4~20(有楽ビル) 電話 大阪(25)5696~8・4932~3
東京営業所 東京都中央区銀座東7~2 電話 東京(541)0129・0610・9236

船造建設株式会社 建造 1953
 起工 35-6-3 進水 35-10-12
 竣工 35-10-22 全長 29.60m
 垂線間長 25.30m 型幅 15.60m
 型深 2.60m 満載吃水 2.378m
 満載排水量 223.681Kt
 総噸数 83.09T 純噸数 36.34T
 艙口数 2 デリックブーム 1.5×1
 魚艙容積 86.347m³
 燃料油艙 33.776m³ 清水艙 8.102m³
 主機械 鐘淵デューセル工業製
 T6R28E型 デューセル機関1基
 出力(定格) 350BHP (335RPM)
 発電機 7.5KW, 3KW 各1台
 送信機 50W 1台 速度 11.52Kn
 船型 二層甲板型 乗組員 22名

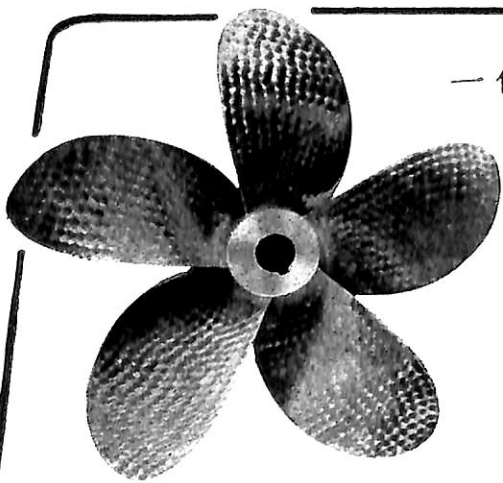


漁 船 第十五 美登丸 共和合資会社
 MITO MARU NO.15

米島船渠株式会社 建造 1953
 起工 35-6-29 進水 35-10-25
 竣工 35-12-6 全長 51.30m
 垂線間長 46.00m 型幅 8.00m
 型深 4.00m 満載吃水 3.60m
 満載排水量 980Kt 総噸数 471.66T
 純噸数 281.10T 載貨重量 679.60Kt
 貨物艙容積 (ロール) 863.45m³
 (グリーン) 917.83m³ 艙口数 1
 デリックブーム 3t×2, 5t×2
 燃料油艙 27.02m³ 清水艙 25.50m³
 燃料消費量 2.05t/day
 主機械 日本電動機製 S6 NV36型デューセル機関1基
 出力(連続最大) 715BHP (351RPM)
 発電機 5KW・105V 1台
 3KW×105V 1台 送信機 50W 1台
 受信機 全波 1台
 速度(試運転最大) 12.557Kn
 (満載航海) 10.50Kn
 航続距離 3,300浬 船級 NK
 乗組員 14名



貨物船 第十一 楽洋丸 楽洋海運株式会社
 RAKUYO MARU NO.11



一体型製品の重量 5 吨まで



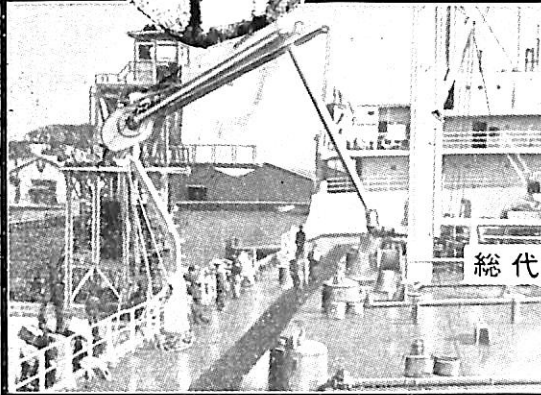
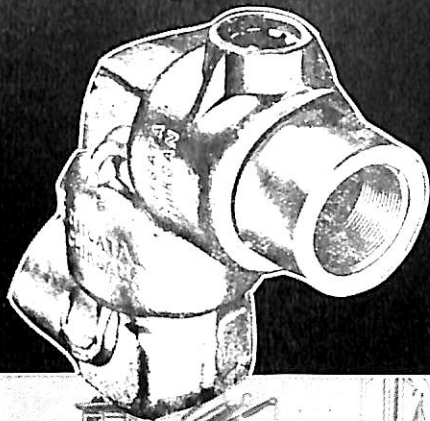
高耐蝕性の材質と
 仕上精度に定評ある

ミカドプロペラ

株式会社 河野鑄工所

大阪市東住吉区加美絹木町1の28 電話(79)2031-2033

米国テクサン社と技術提携



総代理店

ニイガタ・テクサン マリンローディング・アーム

テクサン・ローディング・アームの完成以前には、原油等の積込、積下しはゴムホースによって行われていましたが、画期的なローディング・アームの採用により、運転能率、経費、安全性の各面で、荷役作業は一段と進歩致しました。

用途

タンクローリー タンク車
バージ船 タンカー ドラム積等
積込、積下し装置

製造 株式会社新潟鐵工所

本社 東京都千代田区九段一-6 電話(301) 2251 (大代表)
支社 大阪・新潟 営業所 福岡・札幌・名古屋・下関・仙台・境津

東京貿易株式会社

本社 東京都中央区日本橋兜町2丁目21番地
電話 代表(671) 2151 直通(671) 9024
大阪支店 大阪市北区相堂町壹ビル 電話(36)2136-7 1141
出張所 仙台 名古屋 八幡川崎出張所 川崎市小田栄町1-46 電話川崎(3) 0936

営業品目

鋳物用鉄	鉄	製鋼用鉄
鋼	塊	
普通鋼	鋼塊	
鋼材及び半成品		
棒鋼、形鋼、レール、線材、厚板		
中板、薄板、磨薄板、帯鋼、床用		
鋼板、亜鉛鉄板、ブリキ、軽量形		
鋼、バンザーマスト、コルゲートパイプ、フルーム、		
ビレント、スラブ、シートバー、		
化学製品		

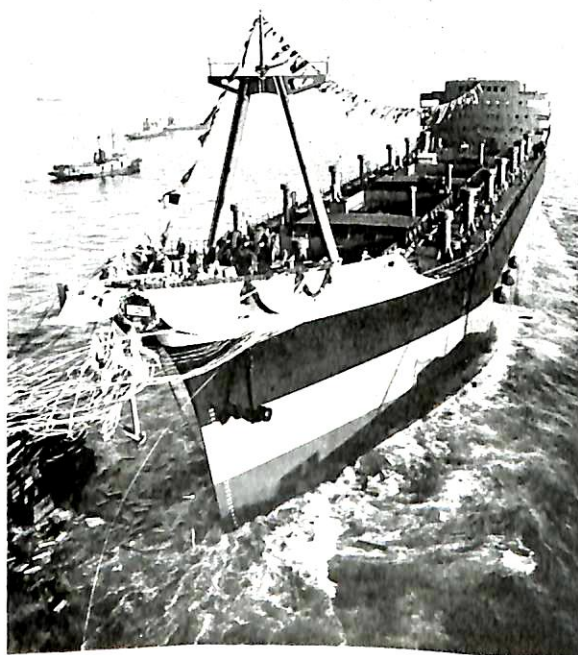
富士製鐵株式会社

本社：東京・日本橋 工場：宇治製鐵所、釜石製鐵所、広畑製鐵所、川崎製鐵所



← 石炭専用船 第五東洋丸 新東海運株式会社
TOYO MARU NO. 5

株式会社大阪造船所 建造
 起工 35—10—3 進水 35—12—9
 竣工 35—2—上 全長 90.75m
 垂線間長 84.00m 型幅 13.40m 型深 6.90m
 満載吃水 5.75m 総噸数 2,540T
 載貨重量 3,620Kt 貨物艙容積(ベール)4,250m³
 (グリーン) 4,450m³
 主機械 三井B&W 642VTBF90型ディーゼル機関1基
 出力(定格)2,550BHP(200RPM) 速力 14.8Kn
 船級 NK



モンテゴ

輸出撤積貨物船 MONTEGO →

船主 Vanguard Shipping Corp. (Liberia)
 新三菱重工業株式会社神戸造船所 建造
 起工 35—8—16 進水 35—12—3
 竣工 36—4—末 全長 約177.00m
 垂線間長 164.00m 型幅 22.60m 型深 13.10m
 満載吃水 9.25m 総噸数 14,200T
 載貨重量 20,000Lt 貨物艙容積(グリーン)30,600m³
 主機械 三菱神戸ズルツァー 8RSAD76型 単動2サイ
 クルディーゼル機関1基
 出力(連続最大)10,700BHP
 速力(試運転最大)16Kn 船級 AB
 船型 二鳥型

理想的断熱材

イソフレックス
ISOFLEX

各種船舶の冷蔵艙・漁艙に最適。

K20タイプ・Bタイプ
 KABタイプ・KBタイプ

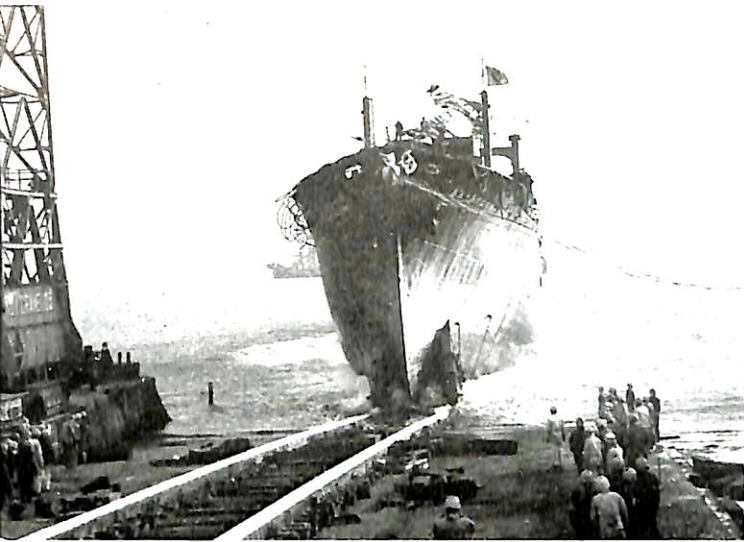
用 冷凍艙・魚 艙・冷蔵室・凍結室 特 軽 量・難 燃 耐 水
 途 防 音・吸音材・冷蔵貨車・タンク車 長 耐久性大・施工容易・吸 音

ロイド船級協会承認済

日本冷蔵株式会社

カタログ進呈

東京都中央区湊町3-8 電話(551)2101・1121



大型船尾トロール船

第五十あけぼの丸

← AKEBONO MARU NO. 50

日魯漁業株式会社

三菱造船株式会社下関造船所 建造

起工 35—10—18

進水 35—12—21

竣工 36—2—末

垂線間長 72.00m

型幅 12.00m

型深 (遮浪甲板まで) 8.20m

満載吃水 5.60m

総噸数 約 1,470T

載貨重量 約 1,700Kt 冷蔵艙容積(ベール) 1,550m³

主機械 神戸発動機製6UET39/65型ディーゼル機関1基

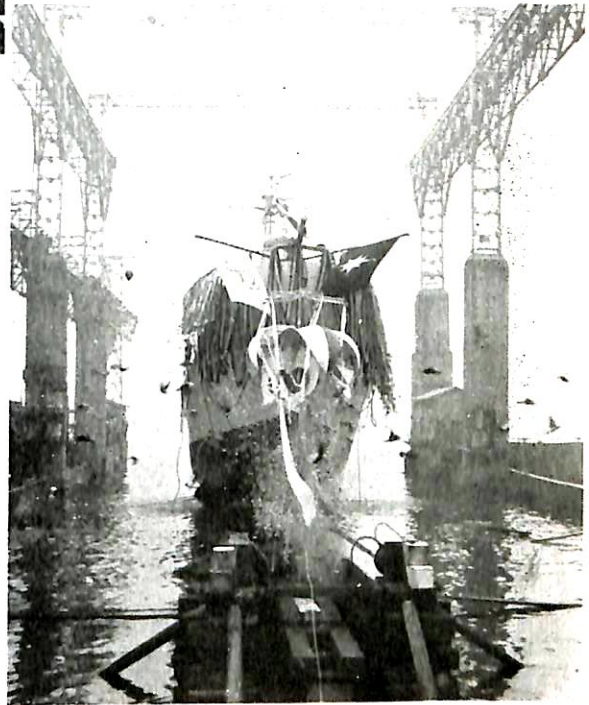
出力(連続最大) 2,000BHP

速力(最大) 14Kn

(航海) 12.5Kn 船級 NK 乗組員(一般時) 46名

(北洋時) 76名

トロールウインチにはシリコン整流方式第1号機を採用



巡視船 まつうら 海上保安庁 →
MATSUURA

株式会社大阪造船所 建造

起工 35—8—16

進水 35—12—24

垂線間長 50.88m

型幅 7.00m

型深 4.10m

総噸数 350T

主機械 池貝鉄工所製ディーゼル機関1基

出力(連続最大) 700BHP×2

速力(最大) 16Kn

資格 近海区域第2級船

特徴

- (A) 社内試験の徹底的励行
- (B) アフターサービスの充実
- (C) 価格の高競争率確保
- (D) 納期の確実な励行

R.V

E c X

配電盤用
STW, STWP

クロープレン
DNP, TNP, FNP

販売方式
Order. & Sell
System

船舶用 ケーブル
N.K. AB - BV 規格

ヒエン 電 工 株 式 会 社

(旧社名 大阪被鉛電線工業)

本社工場 大阪府堺市松屋町1~126 TEL 堺(2) 1258
大阪営業所 大阪市西区江戸堀北通2~3新阪ビル TEL (44)1801,3701
東京支店 東京都中央区新富町3~8 TEL (551) 4849
福岡営業所 福岡市柳原町1~23 TEL (4) 6884

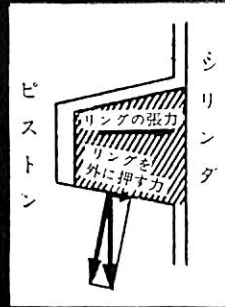


こう着防止に...

RIK センダイトメタル製

理研キーストンリンク

クサビ型に加工してありますから図のように慣性力の一部がリングの張力を補い、またサイドクリアランスの変化によってこう着を防止します



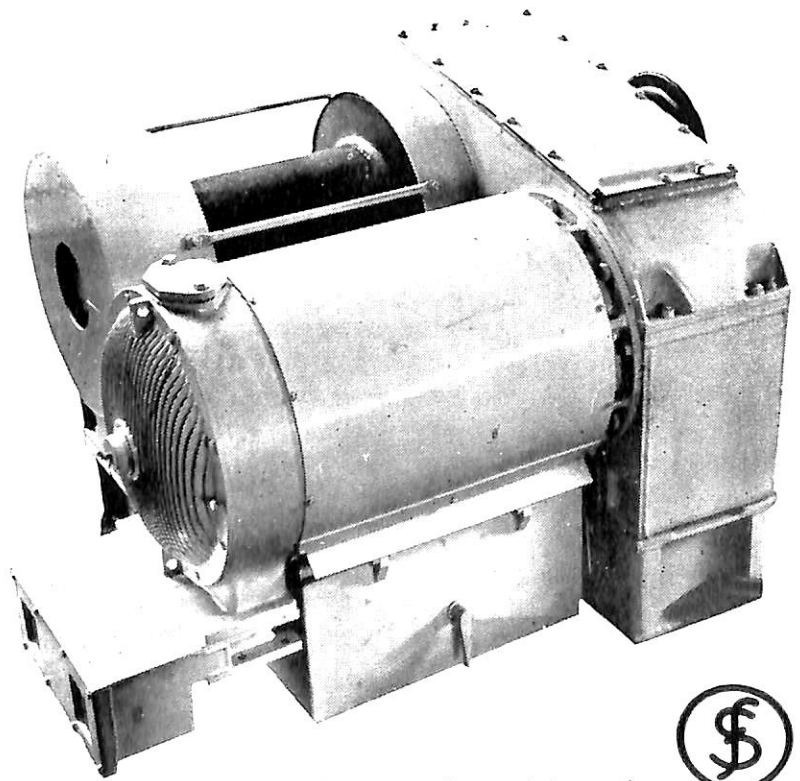
理研ピストンリンク工業株式会社

東京都港区芝南佐久間町1の46
電話東京(501)5201番(代表)

富士電機製造株式会社

富士交流ウインチ

極数変換誘導電動機による理想的な交流ウインチ
簡潔な構造で、価格低廉 優秀な性能で、取扱簡易



3 ton 39m/min 富士ボールチェーンウインチ



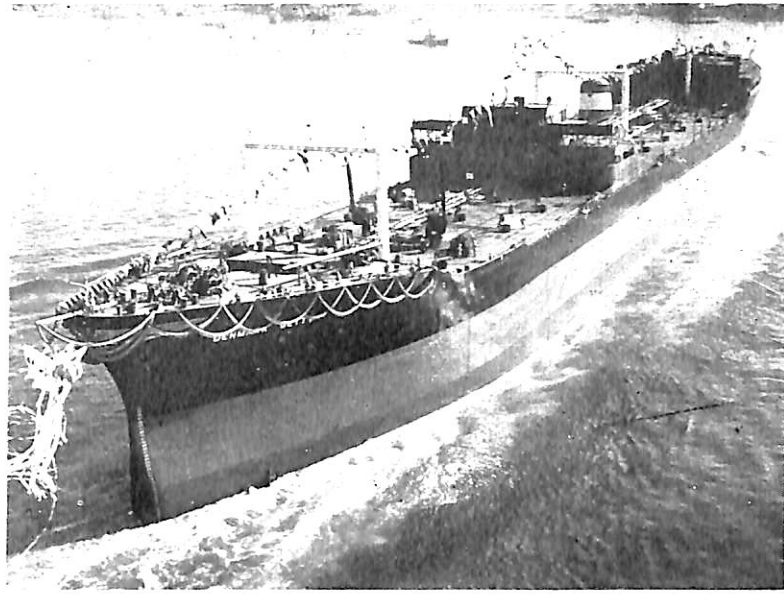
デンマーク マッコイ

輸出油槽船 DENMARK GETTY

船主 Transoceanic Shipping Corp. (America)

三菱造船株式会社長崎造船所 建造

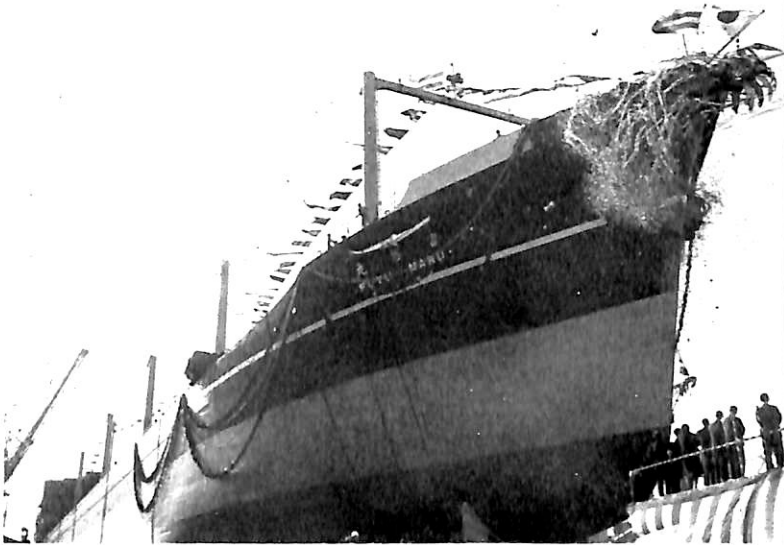
起工 35-6-10 進水 36-1-20
 竣工 36-10-末 垂線間長 213.00m
 型幅 30.50m 型深 15.20m
 満載吃水 11.328m 総噸数 28,700T
 載貨重量 45,000Lt
 主機械 三菱エッシャーウイス製 蒸気タービン1基
 出力(連続最大) 17,600SIP 主汽缶 水管缶2基
 速力 16.5Kn 船級 AB



鉱石運搬船 富悠丸 日本郵船株式会社
 FUYU MARU

石川島播磨重工業株式会社 建造

起工 35-8-5 進水 36-1-28
 竣工 36-3-末 全長 173.50m
 垂線間長 164.00m 型幅 22.80m 型深 12.40m
 満載吃水 9.15m 総噸数 約14,250Kt
 載貨重量 約21,000Kt
 貨物箱容積(グリーン) 約14,300m³
 主機械 横浜 MAN K 7 Z 70 120C型 排気過給機付
 ディーゼル機関1基
 出力(連続最大) 7,000BHP (128RPM)
 速力(試運転最大) 15Kn (満載航海) 約13.5Kn
 航続距離 約15,000浬



Latex系 (新) 甲板鋪床材料

TIGHTEX

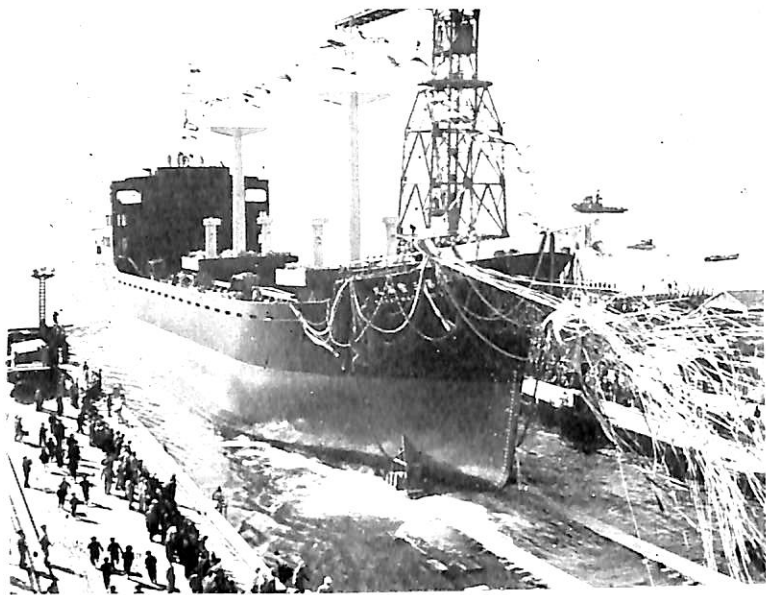
カタログ室

タイテックス

太平洋工業株式会社

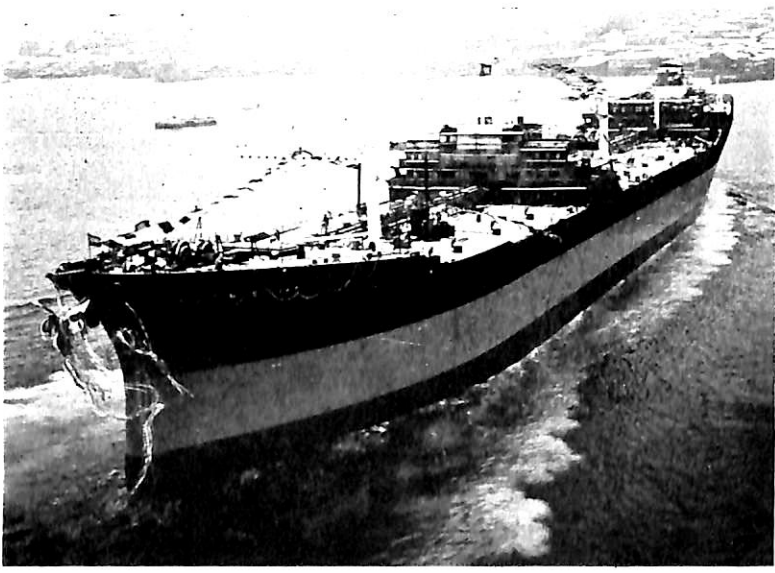
防水・防火・耐化学薬品
 施工簡易・速硬・廉価

本社出張所 東京都三條西大路西 電話(82) 1101 (代表)
 出張所 東京都千代田区神田錦町1-3 電話 291-8287 (総機)



貨物船 第三雲海丸 中村汽船株式会社
UNKAI MARU NO. 3

三菱造船株式会社広島造船所 建造
 起工 35—8—4 進水 36—1—12
 竣工 36—3—末 全長 106.00m
 垂線間長 98.00m 型幅 15.40m 型深 8.20m
 満載吃水 6.50m 総噸数 3,600T
 載貨重量 5,500Kt
 主機械 阪神内燃機製 Z7 TSH型 単動4サイクル
 排気ターボチャージードラックピストン ディーゼル
 機関1基 出力(連続最大) 2,450HP
 速力(試運転最大) 14.5Kn (満載航海) 11.75Kn
 航続距離 11,000浬 船級 NK 乗組員 40名
 旅客 4名



輸出油槽船 MOSCLIFF
 船主 A/S Mosvold Shipping Co., (ノルウェー)

三菱造船株式会社長崎造船所 建造
 起工 35—11—19 進水 35—12—31
 竣工 36—4—末 垂線間長 264.40m
 型幅 37.88m 型深 18.88m 満載吃水 14.16m
 総噸数 30,250T 載貨重量 50,000Kt
 主機械 三菱エンジン・ウイス型 蒸気タービン1基
 出力(連続最大) 17,600SHP 主汽笛 水管笛2基
 速力 16.5Kn 船級 NV



Engineering Consultants

営業種目

- 船舶・機械の設計製図
- 船主代行の監督検査
- 造船造機の現場工事
- 橋梁化学機械の設計
- 造船所建設運営計画
- 建築士設計事務所

香洋工業株式會社

本社 下関市彦島江ノ浦
 電話 下関 2—4532・2—6520
 横浜出張所 横浜市西区伊勢町 2—87
 電話 横浜 3—1030

1月のニュース解説

編 集 部

- 海運造船問題
- 一般政治経済

12月

- 27日(火)○北米定航邦船11社アメリカのShip American運動に対し政府の善処を要望す
○第16次船用鋼材価格は厚板ベース価格をトン当たり4万5,000円と決まる

1月

- 1日(日)●欧州共同市場の域内関税10%引下げを実施す
3日(火)●米政府 キューバと外交関係を断絶す
4日(水)●米国 インドの第3次5カ年計画資金5,000万ドルの借款協定に調印す
5日(木)●大蔵省 36年度予算の原案を内示す。原案の規模は一般会計1兆9,374億円、財政投融资7,011億円に達す
○利子補給 開銀利下げ 戦艦船対策など海運関係重要案件の予算復活折衝に入る
6日(金)●12月末外貨準備高は18億2,400万ドルとなる
10日(火)○南極観測船「宗谷」第4次越冬観測のために空輸開始す
11日(水)●東京株式日ダウ平均1,400円の大台乗せる
12日(木)●35年の通関実績は輸出40億5,500万ドル(前年に比べ17%増) 輸入44億9,200万ドル(前年に比べ25%増)で、いずれも戦後最高であった
●アイゼンハワー米大統領 最後の年頭教書を提出す
13日(金)○B&W(デンマーク)本社の情報によれば、35年におけるB&Wの船用ディーゼル機関製造高は100万馬力を超え、全世界の28%を占めると
●36年度予算の復活は政治折衝の段階に入る
●外務省 英国首相が今秋訪日する旨発表す
14日(土)○日本船主協会首脳部 池田首相を訪ね、海運政策予算を要望す
●米政府 ドル防衛のため、米人の外地金保有を禁ず
16日(月)●英国商務省 35年の貿易収支は8億8,100万ポンドの赤字(34年には5億3,700万ポンドの赤字)であったと発表す
○36年度予算の政治折衝で、海運向開銀金利引下げ問題と輸銀金利引上げ問題が接触す。36年度より船舶検査官30名増員認められる。巡

航見本市船 自動車の輸入差益を基金に実現の見透しつく

- 17日(火)○世界33カ国の海運会社185社は、米国控訴院に対しFMBの外船干渉を取消すよう訴える
19日(木)●36年度予算案閣議決定なる。政府案の規模は一般会計1兆9,527億円、財政投融资7,292億円
○予算復活折衝の最終段階で開銀金利の1.5%補給と戦艦船対策のうち公団共有方式に8億円の財政資金がつく
○造船業界 輸銀金利引上げ気運にいそぎ対策を練る
○英国海運集会所の不定期船運賃指数 12月は76.7で前月に比べ2ポイントあげ。また35年年間平均は74.2で33年以降緩慢な回復線を迎える(34年71.9, 33年67.1)
●西独公定歩合 4%から3.5%に引下げる
●米国金保有高は先週末175億ドルになる
20日(金)○三菱長崎造船所建造の巨船ネス・ザプリン号(87,500DW)竣工引渡しおわる
●ケネディ米第35代大統領 就任式行なわる
21日(土)○浅尾郵船社長 36年度海運予算に関連し海運強化抜本策では政府にたよれぬと所信表明す
23日(月)○米国国際協力局(ICA)は2月1日より原則として対外援助物資の輸送に外国船の使用を認めないと関係者に通達す
○ポルトガル客船サンタ・マリア号(2万総トン)はカリブ海上で反政府派に奪取される
25日(水)●日銀 公定歩合を1厘下げ1銭8厘にする(26日実施 市銀も同様30日実施)
○第17次船の資金計画固まる。建造トン数は25万5,000総トンを見込む
○日本船舶輸出組合が昨秋派遣した海外造船技術調査団の帰国報告会 開催さる
27日(金)●35年中の外国為替収支は5億2,000万ドルの黒字であった
○運輸省船舶局 35年度の新造船受注量を内外船を合せて170万総トンと見透す
○日本郵船人事刷新す。新社長は児玉現副社長(浅尾現社長は会長に就任)ときまる
28日(土)●第38通常国会再開さる
30日(月)●池田首相施政方針演説ならびに外交、財政、経済演説行なわれる

36年度の海運・造船予算を展望す

36年度一般会計予算および財政投融资計画の政府案は1月19日の閣議で本極りとなった。その規模は一般会計が1兆9,527億円、財政投融资7,292億円という大型で、池田内閣の積極財政を示している。また1月5日の大蔵省原案の内示から約半月の復活折衝の過程で政治折衝の幅が広がったことも今年の予算劇の一つの特色である。

さてこの予算案に盛り込まれた36年度の海運・造船予算をみると、運輸省が重要政策として要求した海運企業基盤強化のための利子負担軽減、戦艦船対策、船舶検査強化などについて筋は通ったが量的に不満な面が少なくないようだ。すでに浅尾郵船社長もいっているように、海運抜本策で政府にたよれないという声が業界にはじめている。36年度の海運造船予算のうち重要案件の結着を項目毎に紹介すれば次の通りである。

(ねばり抜いて得た開銀金利の1.5%補給)

日本海運の国際競争力強化のため運輸省は計画造船の開銀金利を年3.5%に軽減するとともに、市中金利の船主負担が年5%になるまで利子補給することを要求した。(36年度において開銀金利軽減39億7,000万円、市中金利に対する利子補給15億4,200万円)これに対し市中金利について35年度通り船主負担が年7.5%になるまで補給することとしたのみで、開銀金利については最後までもつれ、時間切れ寸前に船主負担が年5%になるまで年1.5%を利子補給することに決まった。但し開銀に対する利子補給は既貸付分には遡及せず、第17次船から第19次船までの3カ年間の計画造船に対し、かつ最初の5年間に限りなされることになった。またこの利子補給と関連して償還期限が現行の貨物船15年、油槽船13年からそれぞれ2年短縮された。このように船主の金利軽減対策は大幅に縮小したが、当面の新造船に限り相当の成果をあげた。

(第17次船は25万総トンにふくらむ)

第17次船について運輸省は27万8,000総トンの建造計画を組み、36年度開銀資155億7,000万円を要求したが、政府案に計上されたものは140億円であり、当然計画は縮小されるはずであった。しかしながら①定期船の財政融資比率を8割から7割に下げること、②油槽船と専用船の建造量を拡充することなどによって25万5,000総トンの建造が見込まれることになった。今日の段階で第17次船の建造計画は定期船9万2,000総トン、不定期船(大型専用船を含め)7万6,000総トン、油槽船8万7,000総トンである。これは第16次船の規模に比べてトン数で3割以上多い。

(戦艦船対策は筋を通して量的に不満多し)

戦艦船対策については運輸省案と開銀案とが最後まで

平行して関係者を面談させたが、最初開銀資金の運用計画その他枠に15億円を用意し、のちにこれを折半して8億円を運輸省の主張する公団共有方式に振り向けた。これで36年度戦艦船対策は公団8億円、開銀7億円の二本建となった。公団の共有比率を7割、開銀の融資比率を5割とすれば建造規模は公団で1万5,000総トン、開銀で1万9,000総トン程度で、2年間に戦艦船のスクラップ・アンド・ビルドをしようという当初の目論みからみればきわめて不足である。

(太平洋客船は消え 巡航見本市船は実現の見通しつく)

39年のオリンピック東京大会を控え、最後の機会といわれた太平洋客船に対する投融资計画は見送られた。これに対し、巡航見本市船は初め16億円の建造補助金を要求したが、太平洋客船と心中の形勢となるや、怠いで直接補助策を捨て、外車の輸入差益金をジェットロに積立てこれを建造補助の財源にする計画に切り替えた。この鮮やかな戦術転換が効を奏して巡航見本市船の建造計画は陽の目をみることとなった。

(科学技術予算は拡充——原子力船はいよいよ開発体制に入る——)

超高速優秀商船の研究は官民共同の総合研究3カ年計画に基づき35年度より船舶の超高速化、船用機関等の遠隔操縦・自動制御化、電子航法の導入、荷役の近代化などに関し総合的な研究開発を行なっているが、36年度は第2年度として35年度を上回る研究費が用意された。

また原子力船の開発については45年度に原子力第一船を建造・運航することを目標にいよいよ開発体制にはいった。36年度においては原子力船の研究・開発に不可欠の船用遮蔽実験原子炉(スイミング・プール)を原子力研究所におき、原子力船の基本設計および安全基準を作成することとし、所要の予算が計上された。

(船舶検査官充実す)

船舶検査官は昭和28年以来181名の定員のまま据置かれていたが、この間、受検船舶の増加、検査内容の精細かつ複雑化により船舶検査官の臨検回数が急増し、このまま放置しては検査執行上支障を生ずるのみならず受検者側に大きな経済的損失を強いることになる状況となった。そこで運輸省は検査官と事務要員を合せて96名の検査要員の増員を要求したが、検査の合理化を進めるとともに30名の増員が容れられた。これで船舶検査官はかなり充実しよう。

新春の新造船市場に専用船の花が咲く

昭和35年の海運市場では、海上運賃が34年に引続いて緩慢な回復線を迎え、不定期船と油槽船の係船がある程度解除された程度で、不活発な商況に終始した。大まか

にいて海上荷動き量は前年に比べてかなり増加したけれども、現実の過剰船腹および新造船投入量を消化することはできず、したがって運賃水準もまだまだ低水準をはいづけた。英国海運集会所の不定期船運賃指数は27年を100にして、34年72、35年74の水準である。

わが国海運界における話題の中心は海運強化計画の具体策に集まった。一年間を通じて輸出船形式の石炭専用船および鉄鉱石専用船建造問題、石油会社による便宜置籍船建造問題など、わが国海運界の庭先で日本海運の競争力の弱さをさらけ出す問題が続出して、海運界は大いに悩まされた。新造船の建造をきびしく規制する措置も海運界の行動力をいちじるしく減じた。いずれにしても他の産業の多くが好景気を謳歌し、将来に対しても明るい見通しをもって活気に満ちた動きを示したのに引きかえ、海運業は数少ない不況産業のなかでも暗い谷間に呻吟しているのは対照的である。

このような海運情勢のもとでは当然新造船市場も低調になる。昨年5月に運輸省で発表した“造船白書”によれば35年度以降2～3年間の新造船受注量は内外船を合せてせいぜい年間80万総トン程度と見透した。ところが今日までの受注実績は国内船62万総トン、輸出船59万総トンで4月から12月までの9月間に121万総トン受注した。さらに1～3月の受注見込みを加えると35年度の新造船受注量は170万総トンになるという盛況である。特に輸出船の受注量は当初の輸出目標50万総トンを早くも超えて、現在の商談進歩模様では年度間100万総トンに近づくことが予想されている。

もっとも輸出船の受注量のなかには、既契約船のキャンセルに伴う代替発注、鉄鋼会社の原料CIF建買付けに伴う大型専用船の建造、ソ連船の一括契約がそれぞれ大きな部分を占めており、純粹のフリー・マーケットものは依然閑散としている。それともう一つの問題は170万総トンに及ぶ受注も船型の大型化で船価も消化工数もトン数の見掛けほどにはおろおろせず、また大規模造船所に受注が偏ったままであり、新造船の受注条件はまだまだ好転の兆をみせていない。

新年の新造船市場は35年から芽ばえはじめた専用船（油槽船を含めて）の建造計画が出揃って量的にはなかなかの活況を呈している。今日商談にのぼっている造船計画はそのほとんどが荷主（鉄鋼会社、石油会社など）の長期契約あるいは積荷保証を取り付けた長期安定型のものであって、船型もいちじるしく大型揃いである。業界紙に散見される専用船建造計画（商談進行中のもの）を集計すると31隻170万重量トンにも及んでいる。その内訳は鉄石専用船10隻50万重量トン、石炭専用船3隻14

万重量トン、油槽船18隻107万重量トンとなっており、船型分布では4万7,000重量トン型19隻、6万5,000重量トン型5隻が中心になっている。

わが国の基礎産業が生産規模の拡大とともに、企業基盤強化と長期安定のために海外輸入原料を大型専用船で計画的に輸送しようという方向にあることは本誌ニュース解説欄でしばしば説いてきたところであり、特に昨年11月号では国民所得倍増計画に盛り込まれた専用船の将来構図を紹介したが、その路線は今日すでに敷かれつつある。このようにして新春の新造船市場は1隻5万重量トン平均という大型専用船の建造商談で賑やかに展開されている。しかもこれらの建造商談がすべて積荷と直結しているところから、その成約は時間の問題であろう。その上鉄鋼会社の製鉄所建設計画、石油会社の製油所建設計画からみて、専用船建造計画の第2陣第3陣は必至の形勢にあり、これらが本年の新造船市場をリードすることとなる。

海外造船技術調査団の報告を聞いて

日本船舶輸出組合が昨秋欧州に派遣した“海外造船技術調査団”（団長新三菱重工神戸造船所々長清水秀夫氏）は1月25日工業クラブ（東京丸の内）で報告会を開いた。この帰朝報告で特に感銘を受けた点は、ヨーロッパの各造船所が今日のような造船不況のもとで造船施設の近代化を進めていることと、近い将来に10万トン型商船の建造時代にはいることを確信して10～13万トンのビルディング・ドックの建造計画を進めていることである。特にデンマークのLind造船所やB&W造船所、スウェーデンのGötaverken造船所やUddevallvarvet造船所のように既設造船所とは別の新敷地に50～100億円を投じて最も合理的な造船施設を次々と建設していることは注目すべきことである。

新造船市場では油槽船と専用船の分野で4万7,000重量トン型が普及化し、6万5,000重量トン型から8～13万重量トン型への門口に立っている。一時このような大型船の経済性が疑問視されたが、今日ではそれほど聞かれなくなった。のみならず石油会社や鉄鋼会社の10万重量トン型に対する関心は高まりつつある。これは現実の新造船市場の姿であるが、将来に生きる造船界としては将来船型に対して安閑としてはおられない。わが国の造船業は超大型船の建造技術の面で世界の造船界に先がけて開発し、また多くの造船所で受注体制を整えた。6万5,000重量トン以上の船台数は30年に4基（3造船所）であったのが、33年までに12基（10造船所）となり今日に至っている。ところが、油槽船および専用船の船型が再び大型化してくるに及んで受注体制の再検討を余儀なくされつつある。つまり新造船の大型化に伴う造船施設の近代化はわが国造船界においても差し迫った課題となる。

曳航用油圧緩衝装置

萱場工業株式会社 技術部
菊 地 貞 博

1. ま え が き

洋上において曳船が遭難船を曳航する際、曳索には常にある量の張力が発生している。洋上の平穏時には曳索にかかる張力もほぼ一定で、曳船の推力に等しい程度の量であるが、荒天時には曳船および被曳船は風浪のためにそれぞれ縦揺、横揺、上下動等を行ない、曳索に過大な動的張力が発生し、曳索を切断することがしばしばある。第1表に被曳船50トン以上、曳航時間10時間以上のものを対象にした昭和30年における1年間の曳航実績を示したが、本表の曳索の切断件数をみると、全曳航件数の30%以上におよんでいる。この場合もし曳索に十分な弾性があればこの種の過大な動的張力を緩和して切断を免れ得るのであるが、従来は非常に長いsteel wire hawserに bower chain を連結した二連成曳索として使用したり²⁾、あるいは金属製スプリングを使用する方法³⁾⁴⁾、などを採っていたが、これらの方法では十分に動的張力を緩和することが不可能であった。

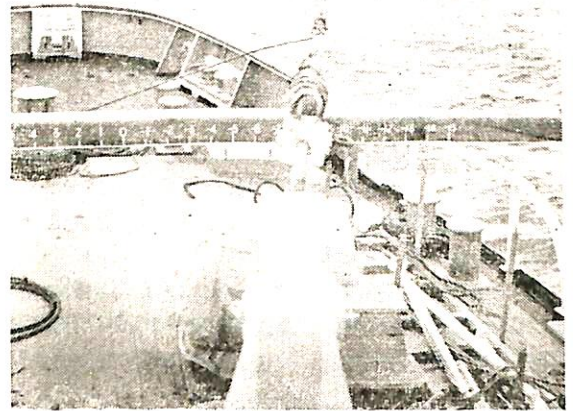
本文では曳索の破断防止策として最良の方法である油圧緩衝装置についてのべる。

2. 構造および作用

第1図は本装置の配置図、第2図は構造原理図を示したものである。即ち本装置の主要部は緩衝装置本体、空気槽、減衰機構、方向可変滑車、警報器および張力計等からなっており、本体は曳船の後部甲板室後壁に縦に、また空気槽は中甲板に、警報器および張力計は船橋にそ

れぞれ装着される。

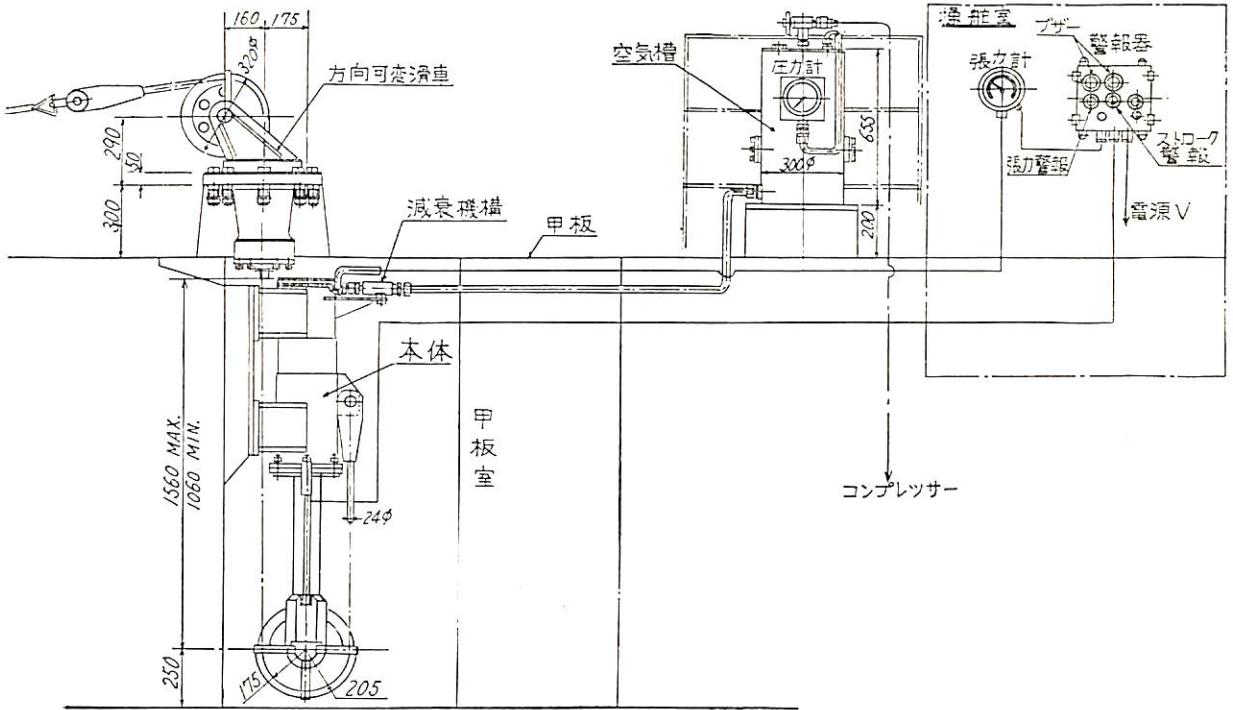
図によって作用を説明すれば、洋上の平穏時の曳航においては曳索に生ずる張力と、空気槽の充填空気圧力によりピストンに作用する力とが、ピストンのほぼ最伸長



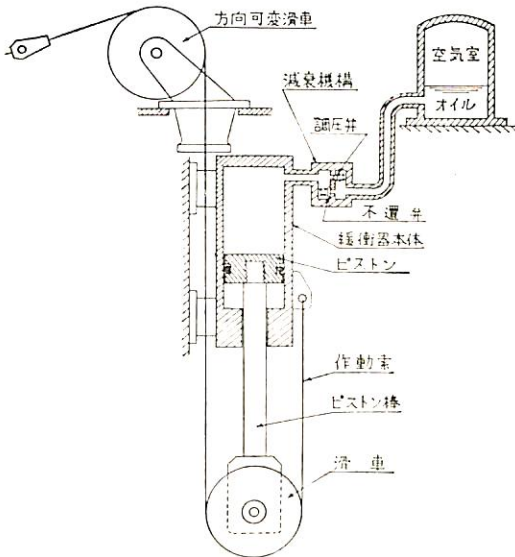
「ゆうばり」に装備した油圧緩衝装置
(右に被曳船「さど」がみえる)

第1表 被曳船50トン以上、曳航時間10時間以上のものを対象にした1年間の曳航実績 (昭和30年1月～31年1月)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
月別曳航件数	7	5	3	2	3	3	4	1	3	5	8	7	
曳船距離	距離(哩)	100 以下	100～ 200	200～ 300	300～ 400	400～ 500	500～ 600	600～ 700	700～ 800	800～ 900	900～ 1000	1000～ 1500	
	件数	15	11	8	1	4	3	4	1	0	1	3	
曳航切断件数	二船間の 距離(m)	485	400	320	250	200	180	曳索の切断件数は全曳航件数の30%以上に及んでいる。					
	件数	2	5	1	4	1	3						
曳航時間	時間	50	50～ 100	100～ 200	200～ 300								
	件数	31	15	4	1								



第1図 曳船用油圧緩衝装置配置図



第2図 曳船用油圧緩衝装置構造原理図

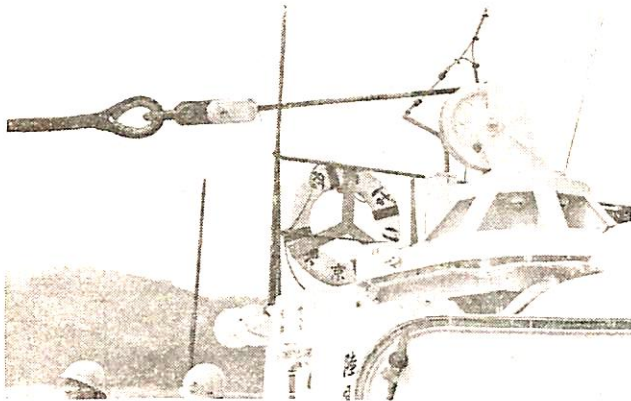
状態で釣合って曳航されるが、洋上の荒天時には船体抵抗の増減が甚しく、異常な動的張力が曳索に発生するため、曳索に生ずる張力と充填圧力による力の釣合は波れ、ピストンは圧縮行程を始めるため、シリンダ内の

作動油は減衰機構の調圧弁を通して空気槽に噴流し、空気槽の油面を上升せしめて空気を圧縮する。この際、シリンダ内の油圧は調圧弁からの作動油の噴出に基づく動圧と空気槽の空気圧との和にひとしく、この油圧がピストンとの圧縮行程に抗する力、すなわち曳索に抗する力となる。油圧緩衝装置のこの仕事で、衝撃エネルギーが全部吸収されるとピストンが停止し、油の動圧がなくなるから空気槽の空気圧による力だけで張力と釣合う。すなわち圧縮行程が終わる。

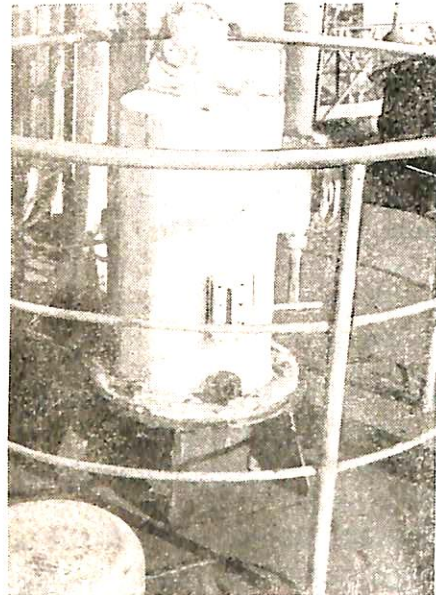
つぎに張力が空気圧よりも小さくなると、空気槽に入っていた作動油を空気圧によってシリンダ内へおしもどす。すなわち伸長行程に移る。このとき減衰機構の不還弁が開くから、空気槽の作動油は比較的自由にシリンダ内にもどることができる。またピストンが最圧縮行程した場合および曳索に許容値以上の張力が発生した場合には警報器が作用し、ブザーが鳴りランプがつくごとくになっている。

3. 性能

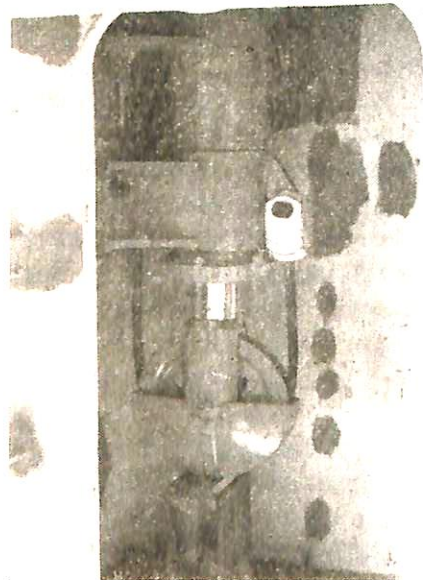
曳索に作用する衝撃力の緩衝は緩衝装置のほかに、曳索自身の弾性限界内における伸び、あるいは曳索のカテナリ状態などにより大きく左右されるが、本装置はつぎの仮定のもとに性能計画を行なった。



方向可変滑車



空気槽



緩衝器油圧
ピストン

- (1) 曳索の伸びはないものとする。
- (2) 曳索が水中にある場合は水中の減衰作用はないものとする。
- (3) 曳航中の曳索の状態は等質のカテナリ曲線であると考える。

3.1. 曳索のカテナリ曲線による緩衝

いま L : 二船間の距離

S : 曳索の長さ

l : 曳索の撓み ($=S-L$)

w : 曳索の単位長さ当りの重量

H_0 : 曳索に作用する張力

E_r : 曳索のカテナリによる緩衝エネルギー

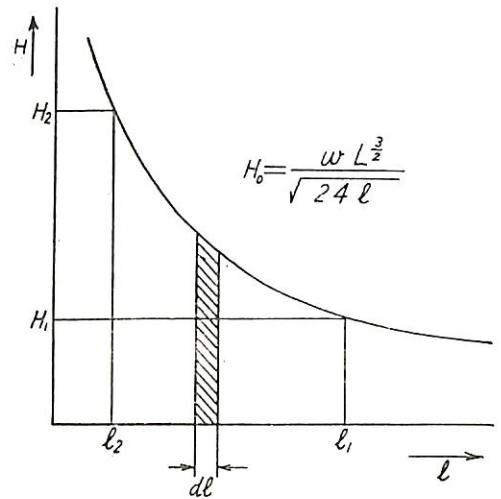
H_1 : 曳索に作用する常用張力

H_2 : 曳索に作用する最大張力

とすれば、これらの間にはつぎの関係がある。

$$H_0 = \frac{wL^{3/2}}{\sqrt{24l}} \dots \dots \dots (1)$$

(1)式により、曳索の撓み l と張力 H_0 の特性曲線を求めると第3図のごとくなるので、 E_r は



第3図 カテナリ特性曲線

$$E_r = \int_{l_1}^{l_2} \frac{wL^{3/2}}{\sqrt{24l}} dl = \frac{wL^{3/2}}{\sqrt{6}} \left[l^{1/2} \right]_{l_1}^{l_2}$$

$$= \frac{w^2 L^3}{12} \left(\frac{1}{H_2} - \frac{1}{H_1} \right) \dots \dots \dots (2)$$

$$l_1 = \frac{w^2 L^3}{24 H_1^2} \qquad l_2 = \frac{w^2 L^3}{24 H_2^2}$$

3.2. 二連成曳索の場合の緩衝

二連成曳索の場合は、これを相当単一曳索に置き換えて考えればよい。

w_1 : 曳索の単位長さ当りの重量

- S₁: 曳索の長さ
- w₂: 錨鎖の単位長さ当りの重量
- S₂: 錨鎖の長さ
- w₁: 相当単位長さ当りの重量

とすれば

$$w_l = \frac{w_1 S_1 + w_2 S_2}{S_1 + S_2} \dots\dots\dots(3)$$

となり、w_l を(1)式または(2)式の w に代入することにより、張力と撓みまたは緩衝エネルギーを求めることができる。

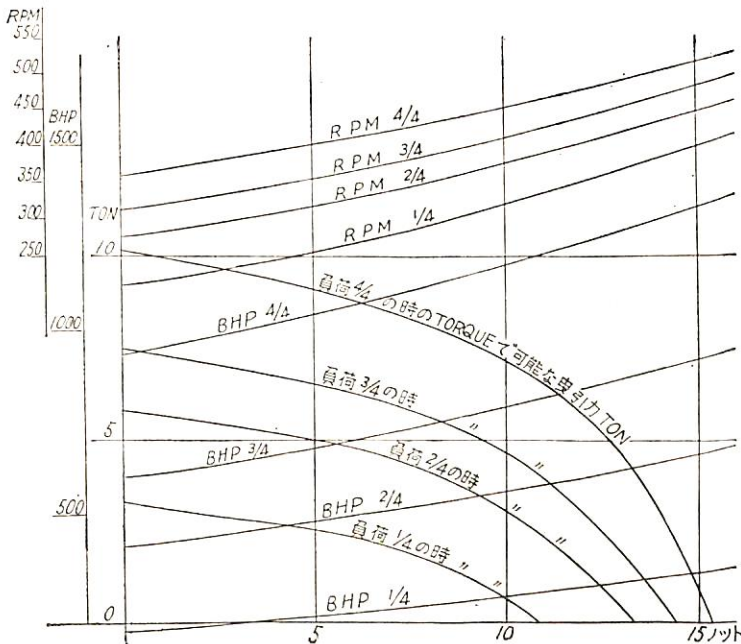
3.3. 油圧緩衝装置

本装置の緩衝容量は曳索のカテナリ、空気ばねおよび油圧抵抗などによる緩衝エネルギーの総和になる。

3.3.1. 空気ばね特性

空気ばねの特性は第4図⁵⁾に示す曳船の推力を考慮して計画しなければならない。第4図は機関の各負荷のときのトルクで曳航し得る能力と速度の関係を表わしたもので、もちろん静水状態の場合である。外海における曳航は負荷を2/4とし、速度10ノット程度を原則としている。したがって空気槽の充填初圧は張力にして3トン前後が適当である。また船舶が保有する圧縮空気の最大圧力は30kg/cm²であるので、充填初圧は30kg/cm²以下で計画しなければならない。

いま A_p: ピストンの受圧面積



第4図 各負荷(1/4, 2/4, 3/4, 4/4)の時の Torque で曳航し得る能力と速度の関係(推定)

- X_p: ピストンの縮み行程
- P_a: 空気圧
- P_{ao}: 充填空気圧
- V: 空気室の容積
- V_o: 空気の初容積
- F_a: 空気ばねの荷重(曳索の位置)
- H_m: 空気ばねの最大荷重(曳索の位置)
- E_a: 空気ばねがなす仕事量

とすれば

$$P_a = F_{ao} \left(\frac{V_o}{V_o - A_p X_p} \right)^\nu \dots\dots\dots(4)$$

ここで、νの値は空気の断熱圧縮に対しては1.4であるが、空気室中に油が直接噴出する本装置の場合では1.1~1.2程度である。次式は計算の便宜上空気の圧縮が等温変化すなわち、ν=1.0として行なったものである。

$$F_a = A_p \left\{ \frac{(2H_m + A_p)(2H_1 + A_p)X_{p,max}}{A_p(2H_m + A_p)X_{p,max} - 2A_p(H_m - H_1)X_p} - 1 \right\} \dots\dots\dots(5)$$

$$E_a = \frac{(2H_1 + A_p)(2H_m + A_p)X_{p,max}}{2(H_m - H_1)} \log_e \left\{ 1 - \frac{2(H_m - H_1)X_p}{(2H_m + A_p)X_{p,max}} \right\} \dots\dots\dots(6)$$

3.3.2. 油圧特性

従来の曳航実績を調査すると、被曳船の大きさは

1,000トン以下であり、曳船は450トン型巡視船が大半以上を占めている。また曳船および被曳船間の相対初速度は最大0.7m/sと仮定して本計画は行なった。

いま W₁: 曳船の重量

W₂: 被曳船の重量

V_o: 二船間の相対初速度

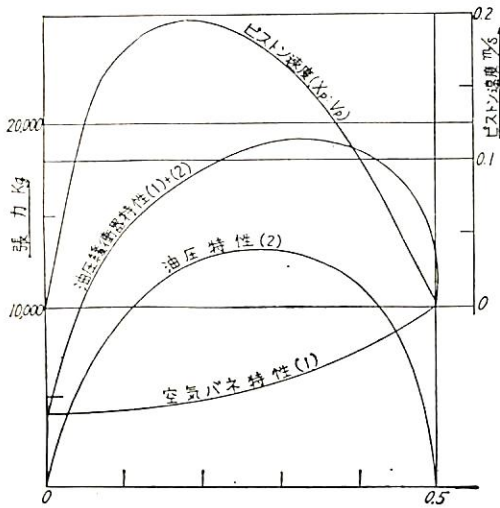
E: 二船間の運動のエネルギー

とすれば、Eは次式によって与えられる。

$$E = \frac{1}{2g} \left(\frac{W_1 W_2}{W_1 + W_2} \right) V_o^2 \dots\dots\dots(7)$$

すなわち、(7)式により緩衝装置に必要な容量が求められるから、曳索の許容最大張力を考慮し、緩衝装置の最大ピストン行程を求め、曳索のカテナリによる緩衝エネルギーを除いたエネルギー、すなわちE-E_aにひとしい緩衝エネルギーになるような特性曲線を第5図のごとく描くことができる⁶⁾。

またピストンが圧縮するとき、調圧弁から噴出する作動油の速度と圧力との間にはつぎの関係がある。



第5図 油圧緩衝器特性曲線

$$P - P_a' = \frac{\gamma}{2g} V_j^2 \dots\dots(8)$$

P : シリンダ内の油圧

P_{a'} : 空気槽の空気圧力 (ゲージ圧力)

γ : 作動油の密度

V_j : 調圧弁から噴出する油の速度

また、流れの連続の条件からつぎの関係が成立つから、緩衝装置のシリンダ内圧とピストン速度との関係を求めることができる。

$$a C_d V_j = A_p V_p \dots\dots(9)$$

a : 調圧弁開孔面積

C_d : 噴出孔に対する流出係数

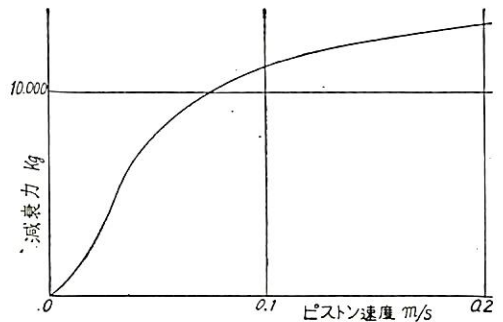
したがって

$$P - P_a' = \frac{\gamma}{2g} \left(\frac{A_p}{a C_d} \right)^2 V_p^2 \dots\dots(10)$$

となり、構造部分の運動による慣性力とピストンおよび曳索の摺動摩擦力を無視すれば、曳索に生ずる張力は次式によって与えられる。

$$H_0 = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\gamma}{2g} \frac{A_p^3}{(a C_d)^2} V_p^2 + P_a' A \right\} \dots\dots(11)$$

緩衝装置の作動油の動圧による荷重 (減衰力) とピストン速度の関係は作動油の動圧による荷重 F_v もピストン変位 X_p の函数で与えられ、また後述するごとくピストン速度 V_p も X_p の函数として求められるので、第6図のごとき減衰特性曲線を得ることができる。



第6図 減衰特性曲線

つぎにピストン速度であるが、緩衝装置が任意の行程 X₁ 変位した瞬間の両船間の有する運動エネルギーと緩衝装置の緩衝によるエネルギーとの間には次式の関係がある。

$$\frac{W_e}{2g} V_1^2 = \frac{W_e}{2g} V_0^2 - A_1 \dots\dots(12)$$

$$W_e = \frac{W_1 W_2}{W_1 + W_2}$$

V₁ : 行程 X₁ における両船間の相対速度

A₁ : 行程 X₁ までに緩衝装置が緩衝したエネルギー (曳索のカテナリも含む)

第2表 ピストン速度の計算表

F	x _p	x _r	x = x _p + x _r	Δx	F _m	ΔA = F _m Δx	A = ΣΔA	$\frac{2g}{W} \times \text{②}$	V ₀ ² = V ₀ ² - ③	V	$\frac{1}{V}$	$\left(\frac{1}{V}\right)_m$	Δt = $\left(\frac{1}{V}\right)_m \Delta x$	Δx _p	$v_{pm} = \frac{\Delta x_p}{\Delta t}$	x _{pm}
0	0	0	0	Δx _{0-1}}	F _{m 0-1}}	ΔA _{0-1}}	0	0	V ₀ ²	V ₀	$\frac{1}{V_0}$	$\left(\frac{1}{V}\right)_m$	Δt _{0-1}}	Δx _{p 0-1}}	v _{pm 0-1}}	x _{pm 0-1}}
F ₁	x _{p1}}	x _{r1}}	x _{1}}	Δx _{1-2}}	F _{m 1-2}}	ΔA _{1-2}}	A ₁	② ₁	V ₁ ²	V ₁	$\frac{1}{V_1}$	$\left(\frac{1}{V}\right)_{m 1-2}$	Δt _{1-2}}	Δx _{p 1-2}}	v _{pm 1-2}}	x _{pm 1-2}}
F ₂	x _{p2}}	x _{r2}}	x _{2}}	Δx _{2-3}}	F _{m 2-3}}	ΔA _{2-3}}	A ₂	② ₂	V ₂ ²	V ₂	$\frac{1}{V_2}$	$\left(\frac{1}{V}\right)_{m 2-3}$	Δt _{2-3}}	Δx _{p 2-3}}	v _{pm 2-3}}	x _{pm 2-3}}
F ₃	x _{p3}}	x _{r3}}	x ₃				A ₃	② ₃	V ₃ ²	V ₃	$\frac{1}{V_3}$					

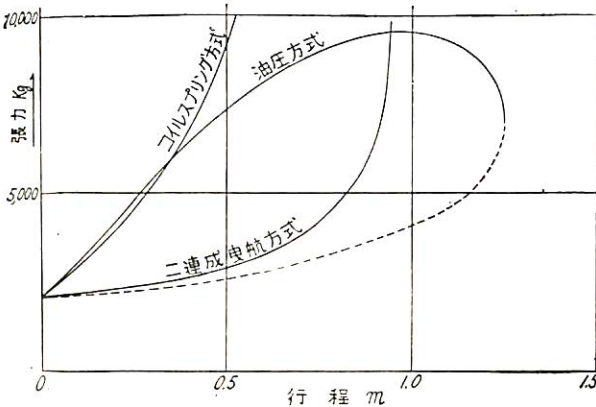
したがって

$$V_1 = \left(V_0^2 - \frac{2g}{W_c} A_1 \right)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (13)$$

となる。ピストン速度を求めるには図式積分、図式微分を行なってもよいが、緩衝特性曲線（カタナリも含む）の張力を適当な間隔に区分し、そのおのおのの張力に対するピストンの縮み X_p および曳索の撓み X_r を読みとり、これから第2表に示すごとき計算を逐次進めればよい。ここで求められた V_{1m} はおのおのの区分された張力の中の平均ピストン速度であるから、これをその間の平均のピストン行程 X_{1m} に対して plot して、第5図のごとき $[X_p : V_p]$ 曲線を描くことができる。

3.3.3. 各種曳航方式による緩衝特性

以上述べた計算式により、つぎの条件で各種曳航方式の緩衝特性曲線をまとめると第7図のごとくなる。すなわち、曳索に生ずる最大張力を9,500kgとして、各種曳航方式による緩衝エネルギーを比較すれば、
 コイルスプリング方式 約 2,300 kgm
 二連成曳索方式 約 3,000 kgm
 油圧緩衝装置方式 約 8,800 kgm
 であり、本装置によれば緩衝容量は前二者の3倍程度多く得ることができる。



第7図 各種曳航方式の緩衝特性曲線

条件は、

- (1)コイルスプリング方式
 初圧 2,000kg, 終圧 10,000kg, 撓み 210mm
 曳索 24φ×200m鋼索 $w=2.03\text{kg/m}$
- (2)二連成曳索方式
 曳索 26φ×200鋼索 $w_1=2.43\text{kg/m}$
 錨鎖 16φ×30m $w_2=5.32\text{kg/m}$
- (3)油圧緩衝装置方式
 曳船の大きさ $W_1=450\text{ton}$
 被曳船の大きさ $W_2=1,000\text{ton}$

両船間の相対初速度 $V_0=0.7\text{m/s}$

初圧 2,000kg
 ピストン行程（曳索の位置） $X_{1max}=1,000\text{mm}$
 曳索 24φ×200m鋼索 $w=2.03\text{kg/m}$

4. 試験および効果

本装置は海上で実船曳航試験を行なったのであるが、紙面の関係上、試験項目と主な結果のみを紹介することにした。

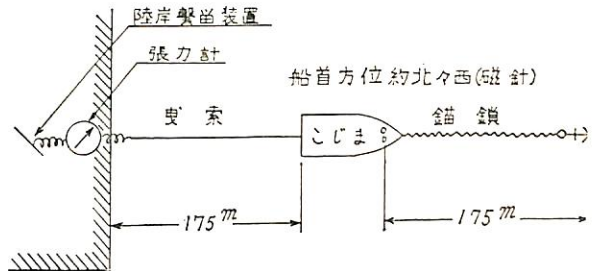
なお、試験に使用した曳船、被曳船の要目を第3表に示した。

第3表 曳船、被曳船要目

船名	総屯数	排水量	寸法 (m)			備考
			長さ	巾	深さ	
こじま	852.9	1,122	78.8	9.1	5.3	曳船 推進器双螺旋外廻り 1,600IP
ぎんが	377.1	441	38.6	9.5	4.2	被曳船
しらつゆ	—	127	25.0	5.6	3.2	"

4.1. 陸岸曳航（海上保安大学校係留岸壁）

- (1)揚錨機による衝撃を緩衝装置によって緩衝する能力の試験
 - (2)機関の前進による衝撃を緩衝装置によって緩衝する能力の試験
- 本試験は第8図に示すごとく曳船を曳索で陸岸繫留装置

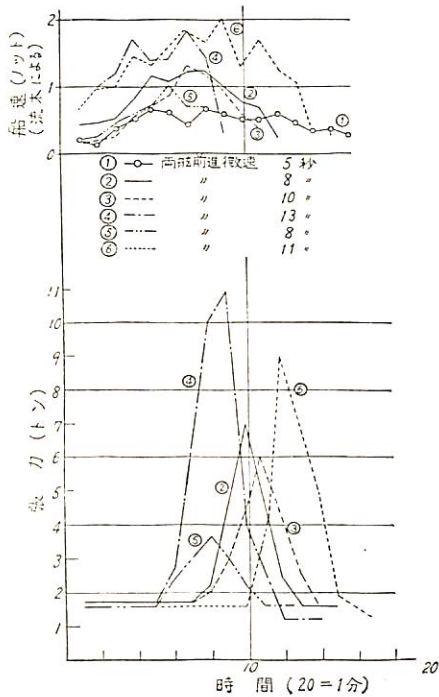


第8図 陸岸曳航試験要領図

置に繫留し、錨鎖の長さを調整して曳索に定量のたわみを与えた状態で、揚錨機または機関を発動して曳索に衝撃を与える。結果は機関による陸岸曳航の場合のみを第9図に示したが、本試験は曳船が無限大の質量に繫留されていると考えられるので、前進微速程度で張力が9~11tonにおよんでいることに注目しなければならないと思う。

4.2. 平水曳航試験（秋月沖）

本試験は平水において、しらつゆを被曳船とし、引出しによる衝撃試験、直進曳航および変針回頭試験などを



第9図 主機による陸岸曳航

行なったが、結果は省略する。

4.3. 外海曳航試験 (伊予湾)

本試験はぎんがを被曳船としたが、冬季季節風に近い、西北西の風が強く、風速14.5m、波高1.4mにおよび、曳船ごじまの縦動5度、横動10度、被曳船ぎんがの縦動10度、横動19度になり、緩衝装置の試験としては絶好の条件であった。

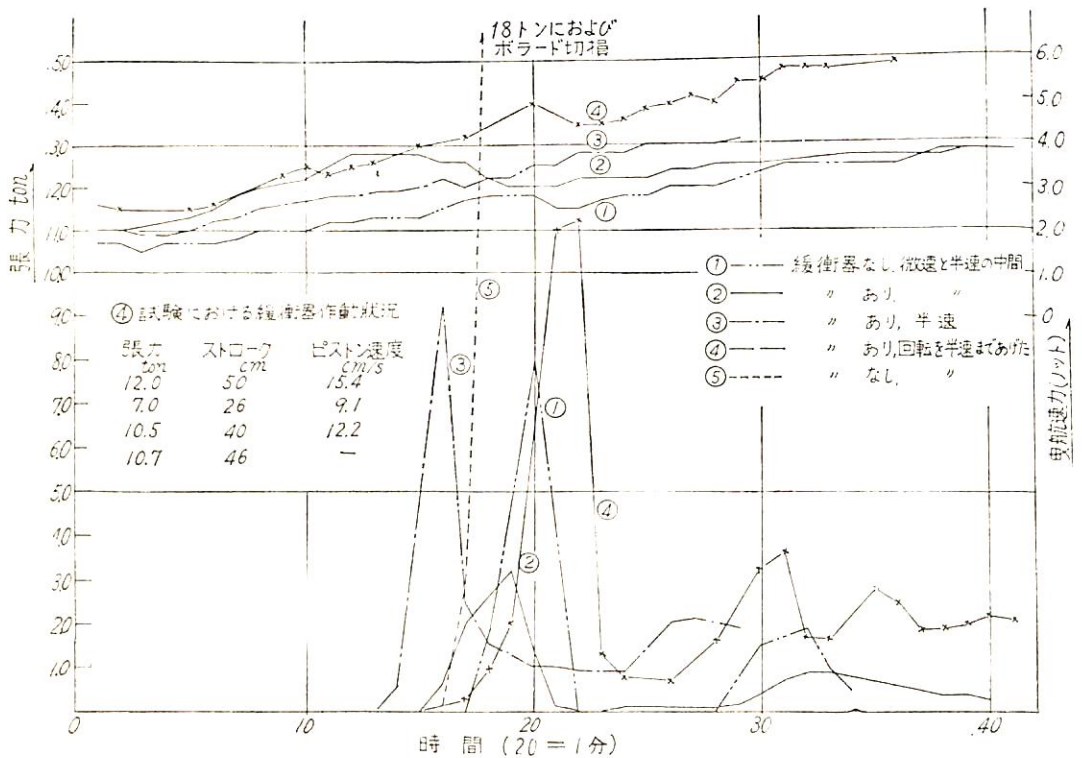
(1) 引出し増速による緩衝試験

本試験は被曳船を停船し曳船の主機を発動して曳索に衝撃を与えたのであるが、第10図および第4表に示すごとく、緩衝装置のない場合に、曳索を固定してあるボラードが根本より切損し、空中を舞って海中に没し、カメラには張力計の目盛が18tonと記録されていたが、もし曳索のボラードが丈夫であれば24φの鋼索が切断していたことと思われる。

また第5表および第6表に示すごとく緩衝装置を使用した場合は張力の最大と最小の巾が比較的小さいこと、急激な張力に対して作動時間が長いことなどがあげられる。

(2) 波浪中の曳航試験

本試験は横波、向い波、追波などをうけた場合の曳航について行ない、その結果を第7表、第8表、第9表



第10図 各種速力による引出し試験の張力曲線

第4表 各種の速力による引出し張力の比較

項目 試験種類	種類	発動時の残速力ノット	張力のかかった時の速力ノット	発動より最大張力までの時間(秒)	最大張力トン	発動時の両船間距離(米)	試験中の張力最大トン	操縦ハンドル位置	機関回転			備考
									左	右	平均	
緩衝器を使用した場合(平均)	A	1.8	3.0	52	3.3	229	3.7	微速と半速の中間	118.6	120.7	119.7	風向, 風力 8米
	B	2.0	3.6	49	9.2	227	10.0	半速	154.6	149.3	152.0	
	C	2.15	4.6	58	11.25	218	11.4	回線を半速まであげた	171.5	172.5	173.1	
緩衝器を使用しない場合(平均)	A	0.8	1.8	51	3.6	212	3.6	微速	—	—	—	風向, 風力上に同じ 張力18トンでこじまのボラード切損
	B	1.6	2.7	57	8.0	218.5	12.0	微速と半速の中間	119	123	121	
	C	2.7	—	49	14.3	—	18.0	回線を半速にあげた	159	172	165.5	

第5表 張力の最小と最大値の比

項目 試験種類	張力の最小と最大値(単位トン)の比									備考
	微速と半速の中間ハンドル			半速のハンドル			半速の回転			
	最小	最大	比	最小	最大	比	最小	最大	比	
緩衝器なし	6.4	12.0	1.88	—	—	—	10	18	1.8	1. 微速と半速の中間ハンドルの時 119.7RPM 2. 半速のハンドル 152RPM 3. 半速の回転 173.1RPM
緩衝器使用	2.2	3.7	1.68	8.2	9.2	1.11	9	11.4	1.26	

第6表 張力作用の持続時間

項目 試験種類	張力作用の持続時間(秒)			備考
	微速と半速の中間ハンドル	半速のハンドル	半速の回転	
緩衝器なし	9	—	3~9	1. 張力がかかりはじめてからピークになるまで時間 2. 3~9秒の9秒は被曳船の船首が約20度振っていたため二度引きとなったもの。他は3秒および6秒であった。
緩衝器使用	12	7.5~11	15~18	

第7表 横波をうけて曳航した場合

曳航種類	風		波		動揺				機関回転(RPM)			速力(ノット)		張力(トン)		張力のかかる頻度(毎分)
	風向	風力	波高	波長	こじま		ぎんが		左	右	平均	最低	最高	最小	最大	
緩衝器なし	→	9m	1.0m	20m	—	—	左10° 右12°	6°	214	216	215	8.2	9.0	1.9	14.0	5~6
緩衝器使用	→	13	1.5	25	左7° 右10°	—	左17° 右19°	—	—	—	—	6.9	8.0	2.4	7.6	6~7

第8表 向い波をうけて曳航した場合

曳航種類	風		波		動揺				機関回転(RPM)			速力(ノット)		張力(トン)		張力のかかる頻度(毎分)
	風向	風力	波高	波長	こじま		ぎんが		左	右	平均	最低	最高	最小	最大	
緩衝器なし	↓	9m	0.9m	20m	—	1°	4°	9°	212	213	212.5	7.2	8.0	1.6	7.0	5~6
緩衝器使用	↓	14.5	1.6	25	—	5°	—	10°	212.5	216.6	214.5	6.3	7.0	3.0	8.3	5~6

第9表 追波をうけて曳航した場合

曳航種類	風		波		動揺				機関回転(RPM)			速力(ノット)		張力(トン)		張力のかかる頻度(毎分)
	風向	風力	波高	波長	こじま		ぎんが		左	右	平均	最低	最高	最小	最大	
緩衝器なし	↑	10m	1m	20m	—	1°	3°	1.5°	224	217.3	222.6	8.5	9.8	0	13	5
緩衝器使用	↑	13	1.6	25	—	2.5°	—	3°	225.5	228	226.7	8.7	10.0	0	11.2	5

に示したが、緩衝装置のある場合とない場合との張力のみを直接比較するには余りにも両者の場合の気象条件が異なるので慎重を要しなければならない。

5. 結 言

以上、本装置の計画を主体として概要を紹介したが、海上の条件にはあまりにもアンノンファクタが多く、性能、強度計画にあたってはかなり冒険的なところもあったが、幸い試験結果から推測してほぼ当初の計画に一致していることがわかった。

また試験も陸上の機器の試験と異なり荒天時の海上試験は想像以上に困難なものがあり、データとしてはこの程度のものであるが、曳航に関する資料としては貴重なものであると思われる。

最後に本装置の計画に当って、種々ご指導をいただき

た海上保安大学校三好教授、本庁技術課田坂補佐、岩平氏、第九管、高橋二郎氏、また、海上試験に当っては本庁、第六管、海上保安大学校、こじま、ぎんが、しらつゆ乗組員、各関係各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 海上保安庁、対保警監第 534 号
「曳航状況の実態調査」資料による
- (2) 海上保安官必携航海士編 第 3 編参照
- (3) 日立造船技報 1959 Vol. 20
「曳船の引綱緩衝装置について」参照
- (4) 巡視船「すみだ」に装備
- (5) 曳航力推定計算書 N-267
「海上保安庁改 350ton 巡視船 P-11」による
- (6)(7) 「オレオ緩衝装置」村田与四郎著参照

増刷出来！ 大型船の建造に関する諸問題

石川島播磨重工業株式会社船舶事業部長
(前 N. B. C. 呉造船部副所長)
工学博士 真 藤 恒 著

最近における造船技術の合理化、能率化は目ざましく、大型船の大量建造に見事にその成果を示しています。著者が多年にわたって研究し、経験を積んで結実された造船技術、工場管理等の方法は広く造船界の注目を集め、近代造船の基礎となって普及されています。本書

は著者の大型船建造に関して研究せられた重要な諸問題についてその方策を示し、また個々の問題についての具体例を参考資料として集録したもので、造船技術者の必読の書であり、本書刊行にあたって各方面から大きな期待がよせられております。

[内容]

- 第 1 章 設計から見た超大型船の構造について
- 第 2 章 工作面から見た船殻構造
- 第 3 章 艤装について
- 第 4 章 工程管理の概要
- 第 5 章 職別管理から見た大型船建造
- 第 6 章 能率について
- 第 7 章 施設について
- 第 8 章 材料について
- 参考資料 1. Strength Factor
- ” 2. 自動ガス型切断法の導入による船殻内業工事の改良
- ” 3. Assemble および Erection 工事と Assemble Block の大きさおよび形状

- ” 4. Erection 工事の転進法形態による工程管理法
- ” 5-1 足場工事および足場材料管理
- ” 5-2 鋼製安全足場板について
- ” 6. 艤装工事主として諸管艤装の計画について
- ” 7. 現図工事の能率化について
- ” 8. 撓鉄工事（水圧、加工を含む）の進歩過程の一例
- ” 9. 例示による諸曲線の性質の説明
- ” 10. 熔接電流変動に伴う原因調査
- ” 11. 造船所設備の潤滑

B 5 判 上質紙・上製 220頁 定価 600円 (〒60)

◎長らくお待ちせしました。増刷ができましたので御希望の方は至急お申込み下さい。

日本原子力船研究協会の研究状況について

社団法人 日本原子力船研究協会

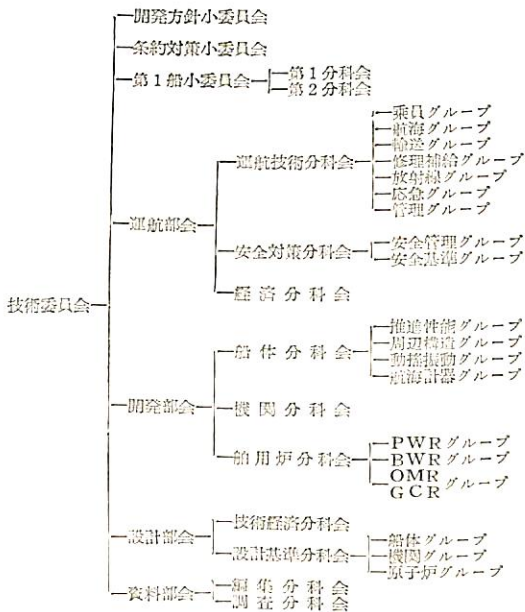
五 幣 淳 次

1. ま え が き

原子力船の問題がわが造船海運業界の注目をひき、その調査研究が開始されたのは昭和30年であって、この昭和36年でその第7年目を迎えることとなった。同年12月、その共同研究を目的として原子力船調査会が設立され、当初はもっぱら勉強会的な存在であったが、次第に本来の目的たる調査研究を着実に進めその成果は見るべきものがあつた。昭和33年8月、調査会は将来のより高度の技術開発に備えて発展的解消し、新たに現在の日本原子力船研究協会が設立せられ、民間の協力態勢は一応整備された。自来2ヶ年半を経過したが、会員並びに関係各位の積極的な協力により、またその間、政府よりの委託研究費あるいは補助金の交付もあり、各分野における調査研究実験もほぼ予定通り進捗し、今日までに発表した研究報告書も20編に達している。

協会の研究組織は別表1の通りで、技術委員会のもとに部会、小委員会、さらに分科会を設け、個々の研究に対してはそれぞれの研究グループを構成してそれに当っている。

別表1 日本原子力船研究協会研究組織



2. 原子力船技術開発計画について

すべての科学技術の開発には長期にわたる不断の研究

と多額の経費を必要とすることは過去の例をあげるまでもないことであるが、これまでの造船造機技術とは全く趣きを異にする新しい原子力船関係の技術の開発は、その関連するところがあまりにも広範囲且つ複雑で到底短期間の、あるいは個々の企業団体等の努力ではその達成を期待し得ないことはいまさら改めて述べるまでもないことで、一貫せる総合的な国家の開発計画が策定されてこそはじめて可能となるであろう。

この国家的な開発計画の確立はかねてより原子力船に関心を持つ各方面から切望せられていたところであるが、ご承知のごとく昭和31年、原子力委員会が内定せる「原子力開発利用長期基本計画」では原子力船関係としては僅かに船用炉の研究推進について触れているのみであった。しかしながら昨年来、原子力委員会は前述の計画を最近の諸外国の開発状況および国内事情を考慮し、その改訂を準備中で、これには原子力船開発もその重要な1項目として取り上げられる予定である。

この新しい開発計画に対し、造船海運界の意向を反映せしめるべく、昨年8月、原子力船研究協会は「原子力

別表2 原子力船技術開発計画

項 目	年度											備 考				
	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45					
原子力船技術開発計画	船体船型決定	→														
	調査研究	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
	基本計画			→												
	造船技術決定			○												
	詳細設計				→											
システムエンジニアリング	仕 組 作 成	→														
	納入設備			○												
	組立検査				○											
	運転試験					○										
	運転開始															
原子力船の調査開発計画			○													
調査研究																
設計																
材料																
実用																

船技術開発計画」の一案を策定し、関係当局並びに各界に提示しその実現に格段の協力をお願いした。その要旨は次の通りである。

在来船と経済的に競争し得る原子力商船実現の時期を

10年後、即ち昭和45年とし、これに備えてわが国の技術水準をその建造が可能なるまでに開発することを目標として本年度より45年までの研究計画を述べたものである。この計画のうち最も重要な項目と見られるものは、試作船であり、実験船である原子力第1船の建造と船用遮蔽実験用のスイミングプール型原子炉の建設であって、そのタイムスケジュールは別表2に示すごときものである。ご承知のごとく船用遮蔽実験炉は関係当局のご配慮により原研にその設置が決定し、本年度より建設に着手される予定となっている。

3. 原子力船の試設計について

昭和32年、原子力船調査会が4隻の原子力油槽船の試設計を発表して以来、造船、海運会社あるいは研究グループ等はその設計を検討し今日までに30隻に及ぶ試設計が公表されている。これらのうち昭和33年以降のもの、の要目は別表3に示す通りである。原子力船専門部会設計の5隻は原子力船第1船の船種船型に関する原子力委員会の諮問に対する答申であって、将来建造される第1船はこれらの中より、あるいはこれらを若干修正せるものの中より選定されると思われる。

4. 原子力船研究協会の研究報告について

前述のごとく原子力船研究協会は設立以来今日まで2ヶ年半の間、各分野における調査研究を進め、すでに20編に及ぶ研究報告を発表しているが、それらのうち主なものの概要を紹介したい。

1. 原子力船就航に関する諸問題 (34-6-15)

原子力船が国内あるいは国際海域に就航する場合、在来船と異なり、その入出港および港湾施設、原子力船および港湾地区の安全管理、海難と救助対策、法規、保険および災害補償、就航に関する国際協定あるいは条約等あらかじめ解決を要する問題が多い。本研究はこれらの各項目について問題点を拾い上げその具体的な対策を検討したものであるが、現在なお開発の途上にあるため解決し得ず、単に問題の提示にのみ止めたものも多い。なおこの報告書はその要旨を英訳し欧米各国の関係機関に送付したが相当の反響があった。

2. 安全対策分科会中間報告 (34-7-10)

原子力船設計の基準となる放射線に対する許容量、安全管理等の安全性に関する基礎的研究の第1回中間報告で、その研究の方針は下記各項目の通りである。

- (1) 研究の対象は原子力船一般
- (2) 1958年 I C R P 勧告を尊重
- (3) 乗組員、船客、労務者等人に対する安全を第一とする
- (4) 安全性は原子炉系の正常運転状態を基準とし、重大な事故は考慮外とする

研究内容は「原子力船の安全基準」と「原子力船の安全管理とその装置」に大別し、安全基準としては乗員に対する放射線許容量、空気並びに港湾隣接地区の放射性汚染に対する最大許容濃度、飲料水および食品並びに搭載物の放射性汚染に対する最大許容濃度、衣類物品等の放射性汚染に対する最大許容表面濃度、海水の汚染に対する許容濃度等について、また安全管理とその装置としては、放射線管理、健康管理、管理装置等について資料により検討した結果をまとめ、さらに今後研究解明すべき問題を提示した。

3. 運航技術分科会報告 (34-7-20)

原子力船の運航については放射能災害という新しい問題が附随するため、在来船の場合と大きい相違がある。この放射能災害を船自体はもとより外部に対しても完全に防止することを第一義的に考えるべきであるが、一方商船として運航採算上経済的な観点より検討しなければならない。本報告はこの問題を

- (1) 原子力船の運航形態の基礎的研究
 - (2) 放射性物質を積載する在来船の運航技術に関する研究
 - (3) 原子力船の燃料交換施設の予備的研究
- の3項目に大別して研究を進めた結果の第1回中間報告である。

4. 設計基準分科会中間報告 (34-10-15)

わが国において原子力船を設計する場合の船体、機関、船用炉に関する基準、あるいは参考とするべき資料を整理して一種のハンドブックを作製する目的でとりまとめたもの(第1回中間報告)であるが、原子力船に関しては現在なお経験も基礎データも少なく直ちに数字的な準則を作ることは困難であり、本報告として編集したものは設計の際、考慮すべき事項や参考データの集積がその大部分となっているのも止むを得ない。なお設計基準の範囲は次のごとく限定した。

- (1) 原子力船特有の問題に限る
- (2) 船用炉型式としては軽水型PWRおよびBWRのみを考える
- (3) 発生蒸気は当面飽和蒸気とする
- (4) 速力は25ノット以下とする
- (5) 船体構造と格納容器の一体化は当面考えない。
- (6) 原子力潜水船は当面考えない

報告書の内容は船体、機関の2部に大別し、それぞれ下記事項について述べている。

船体部設計基準

- 1 基本設計 原子炉位置の選定基準、原子力船特殊配置の基準、乗員計画基準、安全対策基準、法規との関連
- 2 船体構造 原子炉付近構造基準、高速化に伴う

別表3 原子力船試験設計一覽表(1)

設計会社名	大阪商船 三菱原子動力委員会 石川島重工業	大阪商船 新三菱 三菱原子力	同左	三井造船 三井造船 三井造船	日産汽船 日本鋼管 石川島	日産汽船 日本鋼管 石川島	日産汽船 日本鋼管 日立製作	三菱海運 三菱日本 新三菱造船 三菱電機 日本冶金	日東商船 石川島 日本原子力 東芝	飯野海運 日立造船 飯野重工 日立製作	三菱造船 三菱造船 三菱造船	新三菱
設計年次	1958	1958	1959	1958	1958	1958	1959	1958	1959	1958	1959	1958
船の種類	移民船	移民船	移民船	貨客船	鈦油兼用船	鈦油兼用船	鈦油兼用船	タンカー	タンカー	タンカー	タンカー	タンカー
船型	遮陽甲板船	遮陽甲板船	遮陽甲板船	船首楼付	長船首楼付	長船首楼付	長船首楼付	三島型	船首楼 船尾楼付	三島型	船首楼 船尾楼付	船首楼 船尾楼付
船級	AB,NK	AB,NK	AB,NK	LR,NK	NK	NK	NK	NK	AB	LR,NK	LR,NK	NK
重線間長	190.00	190.00	165.00	164.00	216.00	216.00	216.00	250.00	216.00	214.884	213.00	180.00(1)
巾	25.60	26.40	24.50	23.50	30.50	30.50	30.50	38.00	30.20	30.175	30.50	24.00
深	13.90	13.40	13.40	14.00	16.00	16.00	16.00	19.50	15.60	15.342	15.20	24.00
吃水	8.90	8.62	8.50	8.80	11.50	11.50	11.50	13.90	11.33	11.455	11.32	17.00
方形肥裕係数	0.590	0.572	0.560	0.590	0.800	0.800	0.800	0.800	0.795	0.800	0.805	0.520(2)
総屯数	20,100	23,500	17,000	11,000	28,000	28,000	28,000	54,500	40,400	30,000	29,000	
載荷重量 T	9,100	6,100	5,400	10,200	45,000	45,720	45,720	80,000	61,080	45,161	45,120	31,480
滿載排水量 T	26,380	25,580	19,830	20,500	62,500	62,500	62,500	109,000	83,080	61,211	60,600	48,200
主機	蒸気タービン 2	蒸気タービン 2	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1	蒸気推進 2	蒸気タービン 1	蒸気タービン 2	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1	蒸気タービン 2
原子炉型式	加圧水型	加圧水型	加圧水型	沸騰水型	加圧水型	沸騰水型	加圧水型	加圧水型	沸騰水型	加圧水型	加圧水型	加圧水型
熱出力MW	180	150	75	56	60	70	148	78	79	63	56	150
炉位置	中央	中央	中央	中央	船尾④	船尾	船尾	船尾	船尾	船尾	船尾	中央
軸馬力(連続最大)	22,000×2	22,000×2	22,000	22,000	20,000	22,000	20,000×2	28,000	20,000	22,000	17,600	22,000×2
航速(ノット)	23.50	23.50	21.25	20.9	17.00	17.00	18.00	17.00	17.4	18.00	16.00	22.00
搭載人員	2,732	2,710	2,050	110	70	70	69	89	62	65	66	50
備考					④上甲板							(1)全長 (2)全ボツ排水量 にて

原子力船設計一覽表 (2)

設計会社名	浦賀船渠	三井造船	石川島重工	三菱造船	川崎重工	原子力船 専門部会	原子力船 専門部会	原子力船 専門部会	原子力船 専門部会	原子力船 専門部会	原子力船 専門部会	日立飯野 原子力船 研究会	日立飯野 原子力船 研究会	原子力協 同三菱造船 研究会
設計年次	1959	1959	1959	1959	1958	1959	1959	1959	1959	1959	1959	1960	1960	1960
船の種類	練習船	練習船	練習船	練習船	海洋観測船	貨客船	実験船	タンカー	タンカー	タンカー	タンカー	タンカー	タンカー	実験船
船型	長船尾橋付	長船尾橋付	平甲板船	平甲板船	平甲板船	連陽甲板船	平甲板船	船首橋 船尾橋付	三島型	三島型	三島型	三島型	三島型	平甲板船
船級	NK	NK	NK	NK	NK	NK	NK	NK	NK	NK	NK	NK	NK	NK
垂線間長	120.00	106.00	100.00	96.00	87.00	165.00	100.00	216.00	168.00	168.00	237.00	216.00	216.00	105.00
巾	17.00	15.90	16.00	15.00	14.20	24.50	15.60	30.20	23.60	23.20	34.00	30.50	30.50	16.00
深	9.00	9.80	10.50	8.90	8.20	13.40	9.20	15.60	12.80	12.70	17.45	16.00	16.00	9.50
吃水	6.00	6.20	5.50	5.25	5.08	8.50	5.71	11.33	9.55	9.50	12.92	11.50	11.50	5.91
方形係数	0.510	0.570	0.621	0.560	0.520	0.56	0.563	0.796	0.752	0.755	0.755	0.801	0.801	
総屯数	5,000	4,800	3,850	3,800	3,100	17,000	4,100	29,400	14,000	14,000	40,600	30,000	30,000	4,300
載荷重量 T	1,300	1,160	1,100	490	332	5,400	780	45,200	20,000	20,000	66,040	46,000	46,000	965
満載排水量 T	6,430	6,110	5,600	4,350	3,460	19,830	5,350	60,450	29,250	28,610	86,870	62,500	62,500	5,431
主機	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1	電気推進 蒸気タービン 1	蒸気タービン 2	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1	蒸気タービン 2	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1	蒸気タービン 1
原子炉型式	加圧水型	沸騰水型	沸騰水型	加圧水型	加圧水型	加圧水型	加圧水型又は沸騰水型	加圧水型	沸騰水型	沸騰水型	沸騰水型	沸騰水型	沸騰水型	加圧水型
熱出力 MW	40	25.5	14.3	20	35	75	30	75	70	45	88	63	63	30
位置	中央	中央	中央	中央	中央	中央	中央	船尾	船尾	船尾	船尾	船尾	船尾	中央
軸馬力(連続最大)	10,000	8,500	3,300	5,000①	4,000×2	22,000	8,000	20,000	20,000	10,000	25,000	22,000	22,000	8,000
航海速度(ノット)	20.00	17.75	14.50	17.00	19.00	21.25	17.5	16.8	15½	15½	16	17	17	17.4
搭載人員	262	255	198	226	100	2,050	125	118	115	115	69	66	66	249
備考				①常用										

構造基準

機関部設計基準

- 1 主 機 主タービン (型式, 構造, 性能), 蒸気タービンにおけるドレン抽出方法, 余剰蒸気のコントロール, ダンプコンデンサーの設計要領
- 2 補機器および非常用推進動力 主補助タービン グランド蒸気処理方法, 空気エベクター排気処理方法, 非常用推進装置

5. 条約小委員会報告書 (35-5-10)

放射能危険を内蔵する原子力船が国際航海に従事する場合には種々の規制を加える必要があるが, これらの規制が各国で根本的に異なったり, あるいは必要以上に過重なものとなれば原子力船の発展を阻害する結果となる。このため関係者は原子力船の構造および就航上の諸問題について国際的な取決めを要望していた。昭和34年6月IMCO (政府間海事協談機関) より海上人命安全会議を昭和35年5月ロンドンにて開催し, また34年9月までに, 1948年海上における人命の安全のための国際条約の改正提案を送付することの提案があった。この改正には新たに原子力船に関する事項も取り上げられることとなり, これに対しわが国の政府は, 原子力船の設計, 構造および設備等についての安全基準に関する情報の交換, 事故時における船長の通報義務, 原子力船の登録国の安全審査に必要な資料の提供 および受入国の入港承認, 監督その他6項目を提案し, また欧米の数ヶ国よりも提案があった。

これら諸外国の提案内容を検討し, またわが国の提案中の入港承認および監督, 事故通報, 廃棄物海洋投棄, および災害補償の4項目について具体的検討を行なった結果をとりまとめたものがこの報告書である。

6. 大型油槽船の高速時における平水中および波浪中模型試験 (35-6-20)

原子力機関の採用による船舶の性能向上として, 大型, 大馬力, 高速化があげられるが, 実際に大型高速船を計画しその推進性能等を検討しようとする場合に参考となるべき高速時の馬力曲線等は現在ほとんど得られない。これらの資料を得るため計画した研究の一部として運輸技術研究所船舶推進部第1試験水槽において下記2実験を行なった。

(1) 大型油槽船の高速時における抵抗模型試験

$L_{pp}=6.070m$, $B/d=2.463$, $C_B=0.800$, $C_P=0.808$, $C_M=0.9904$, $L_{CB}=-1.53$ で, 排水量—長さ比, ∇/L^3 を変えた大型油槽船の模型4ヶにより高速時 (フルード数 $Fn=0.11\sim 0.30$) における ∇/L^3 の抵抗に及ぼす影響を研究した実験で, 抵抗は $Fn=0.22$ 前後まではその増加は緩慢でそれ以上の速度では急激に上昇し, $Fn=0.24$ 附近のハンプ, $Fn=0.27$ 附近のホローを経て再び

急上昇に移ることを示し, $Fn=0.2$ 以上の高速部においては ∇/L^3 の影響は5%以内でそれほど大きくなく, またフレームライン形状の影響も比較的少ないといえる。

なおこの実験結果より, $L_{pp}=220m$, $V_s=59,900m^3\sim 70,000m^3$ の実船について算定すると, 24ノットで約80,000EHP, 26ノットで約130,000EHPとなった。

(2) 大型油槽船の波浪中の自航模型試験 (36-6-20)

運航の経済性等を検討するためには単に平水中のみでなく波浪中の推進性能を知る要があり, また船用炉に及びず船体運動の影響を調査することは重要な課題である。この目的から(1)の実験に使用した模型のうちの2隻と同型の4.5m模型について波浪中の自航試験を行なったもので, つぎのような結論を得た。

- (a) $C_B=0.80$ 程度の肥えた船型では $\nabla/L^3=(5.6\sim 6.6)\times 10^{-3}$ の範囲内での変化は海洋波中の船体運動, 排水量当りの所要馬力, 馬力増加率等には影響を与えない。
- (b) 速度低下率は ∇/L^3 の大きいほど大である。
- (c) 風速の小なるときは風および波による抵抗増加のうち, 風圧によるものの割合が大きい。
- (d) 肥えた大型船については船長以下の波長の波による抵抗増加が非常に重要である。
- (e) 海水の打込みは船首における乾舷をこれに対する余裕と考えるときは, 船首波による水面の盛り上がりや減じたものを乾舷とし, 船首と波面との相対運動にさらに相対速度による盛り上がりをも考慮しなければならない。

7. 船用遮蔽研究用スイミングプール型原子炉設置規模に関する調査報告 (36-10-17)

原子力船開発研究の一環として遮蔽研究の重要性は改めて述べるまでもないことで, 前掲「原子力船技術開発計画」中においてもそのための実験炉設置を強調している。この実験炉による実験研究規模, 線源とその強度, 設置規模概要等を検討したものでその結論は下記の通りである。

- (1) 炉型式 スイミングプール型
- (2) 熱出力 1MW (最高3MW)
- (3) 線 源 速中性子束 $\sim 10^{14}n/cm^2sec$
- (4) 実験項目
 - (a) 水中での1次遮蔽体の透過減衰実験
 - (b) 設計計算に必要な基礎的放射線物理量の測定各種遮蔽材の γ 線に対するビルトアップファクターの測定
中性子実効除去断面積の測定
遮蔽体内中性子束分布を求める少数組分け設計計算に必要な常数の測定
2次 γ 線関係の測定
 - (c) 水中での2次遮蔽体の工学的実験
実物大模型による測定
不規則形状物および遮蔽体貫通部による透過散乱の測定
 - (d) 空気中での2次遮蔽体の工学的実験
補機, 配管類の配置による放射線分布の測定

不規則形状物による透過散乱の影響の測定
液体による放射線散乱の測定

(e) その他

遮蔽材の熱発生
基礎的炉物理実験

(5) 実験装置

コアプール	
No.1 バルクテストプール	8 m × 10 m × 10 m
No.2 バルクテストプール	8 m × 5 m × 10 m
クドタンク	4 m × 4 m × 6 m
散乱実験室	16 m × 16 m × 13 m
実験孔	15 cm φ × 3 本
ラビットチューブ	38 mm φ × 1 本

8. 船用炉 2 次遮蔽材の振動実験 (35-11-24)

船用炉の 2 次遮蔽は冷却水管系,あるいは原子炉本体より漏出する中性子, γ 線等を遮蔽するため相当大がかりのものを要求されるが,それらの製法,取付け法等は今後の研究にまつところが多い。この研究の一部として船用遮蔽材の最適支持方法を検討するため 2 次遮蔽構造の振動試験を運輸技術研究所との共同研究で運研三鷹の振動試験装置により実施した。

試験片はサバナ号の格納容器の外側に一樣に取付けられた 2 次遮蔽構造と同じく格納容器の肩の部分の内側の部分の構造に模した 2 ケで,いずれも鋼板に鉛板(厚 110 mm および 60 mm) およびポリエチレン(ハイゼックス 5000, 厚 110 mm および 60 mm) を取付けたものである。これらの試験片を常温で 500~1,100cpm, 両振巾 5.0 mm, 2~4 g まで, 155°C で 500cpm, 両振巾 5.0 mm 0.6 g までの振動をかけた。結果としてこの程度の振動に対しては十分に耐振性のあることが判明したが,問題は試験片の取り方で,境界条件が実際とはかなり異なり,振動系として考えた場合,この結果を直ちに全体の設計に取り入れることはかなり問題があり,そのためには格納容器と遮蔽材が組立てられた状態での実験が必要と思われる。

5. 原子力船研究協会にて実施中の研究について

協会の各研究グループにおいては前述の通りそれぞれの分野で調査研究を実施しているが,そのうち,34年および35年度原子力平和利用研究委託費の交付を受けている 2 実験について簡単に述べたい。

1. 原子力船における外力の原子炉に及ぼす影響に関する試験研究

原子力船に装備する原子動力装置は船体の動揺,衝撃あるいは振動に基づく加速度に対し充分考慮して設計されなければならない。これらの加速度は理論的には完全に求められず,その実態を把握するため実船による 2 系列の実験を実施中である。

(1) 航海中の動揺に基づく加速度の実態把握に関する実船試験

供試船および航路

34年度	MS 穂高山丸	東廻り一周航路	1 航海
	MS おれごん丸	ニューヨーク航路	1 航海
35年度	MS 穂高山丸	西廻り一周航路	1 航海
	MS もんたな丸	ニューヨーク航路	2 航海
	TS 剛邦丸	ラストヌラ航路	3 航海

(2) 系統的実船振動試験

新造船の試運転時の振動計測および起振機による振動試験

34年度	貨物船	12,000DW	1 隻
	鉱石船	28,000DW	1 隻
	油槽船	34,000~47,000DW	6 隻
35年度	貨物船	12,000DW	1 隻
	鉱石船	18,000DW および 21,000DW	2 隻
	油槽船	40,000DW および 45,000DW	2 隻

2. 原子力船における原子炉周辺の船体構造に関する基礎的研究

原子力船の安全運航のためにはその船用炉周辺の船体構造には,衝突,接岸,座礁等の外部的要因の事故に対し十分に船用炉を防護し,船用炉自体の事故,例えば高圧 1 次系冷却材がフラッシュしたような内部的要因に基づく事故に対しても十分に耐え得る要があり,また船用炉関係機器および 2 次遮蔽材の重量を安全に支持し得るとき,在来船では考慮されなかった問題が多い。これらの解決のため下記のごとき一連の実験を実施中である。

- (1) 耐衝突構造に関する実験 (34年度)
- (2) 格納容器および 2 次遮蔽の支持構造に関する試験研究 (34年度)
- (3) 格納容器と船体構造の一体化に関する試験研究 (34年度および35年度)
- (4) 高張力鋼外板の耐衝撃性能に関する研究 (35年度)
- (5) 座礁時における二重底強度に関する研究 (35年度)

6. む す び

以上主として原子力船研究協会における研究状況について述べてきたが,もちろん,各造船所,船会社,大学あるいは研究所等におかれてもそれぞれの立場で積極的に研究を進められるが,これらについてはその研究者より発表せられたものも多く,改めてここで述べる要もないと思われる。

本年は前述のごとく具体的な原子力船研究施設としてはわが国に最初のものといえる船用遮蔽実験炉がその建設の第一歩を踏み出す記念すべき年である。また原子力第 1 船の構想も近く決定せられると仄聞している。

この昭和36年がわが国の原子力船開発史上画期的な年となることを衷心より切望し,関係各位の一段のご協力をお願いする次第である。

穂高山丸による原子炉に及ぼす外力の 実船計測結果について

三井造船株式会社 造船設計部

まえがき

今回「原子力船における外力の原子炉に及ぼす影響に関する研究」の一環として穂高山丸による実船試験が採用され、昭和34年12月下旬より昭和35年4月上旬の間、本船が東廻り世界一周航路に就航中実船計測を実施したので、ここにその計画概要あるいは計測結果について記してみたいと思う。

一般に原子力船に装備すべき原子動力装置は動揺、衝撃あるいは振動等により生ずる加速度に対し十分な考慮を払って計画されねばならない。しかるにこの加速度の大きさ、頻度分布のうちあるものは模型試験を併用して理論的にある程度計算できるが、この種計算においてはあらゆる状況を考慮することは不可能であり、その妥当性の検討は長時期に亘る実船試験に俟つ外ない状態である。実船試験としては既に日聖丸、銀河丸あるいは北斗丸等により航海中諸計測が行なわれているが、これとは別に三井船舶、三井造船の共同研究として過去32年度、⁽¹⁾33年度の2回に亘り穂高山丸により冬期太平洋、大西洋においてこの種問題に対する実船計測を実施してきたから、この経験を参考として当試験を立案あるいは実施した次第である。

1. 試験船および航路について

実船計測に使用した穂高山丸は昭和30年7月29日三井造船玉野造船所において竣工した三井船舶株式会社所属の高速ライナーであり、その主要要目は次の通りである。

垂線間長	145.08米
型 巾	19.60米
型 深	12.50米
満載吃水	8.52米
方形肥瘠係数	0.672
満載排水量	16,730噸
載貨重量	11,184噸
総 屯 数	9,634屯
主 機 械	三井B&W DE 974 VTBF 160型 1基
連続最大出力	11,250BHP×115RPM
満載連続最大速度	18.5節

計測に当り航路としてはアメリカ欧州折返し、あるいは西廻り世界一周航路が最も望ましいと思われるが、配

船の都合により東廻り世界一周航路となった。第1図に全航程の航路の略図を示すが、主な計測を行なった太平洋、大西洋における本船の状態は第1表に示す通りである。

第1表 太平洋、大西洋における供試船の状態

計測海面 計測期間	太平洋 34.12.31~35.1.11		大西洋 35.1.22~35.2.3	
	横浜出港	ロスアンゼルス入港	クリストバル出港	ロンドン入港
出入港名	横浜出港	ロスアンゼルス入港	クリストバル出港	ロンドン入港
d _r (m)	6.020	5.510	6.280	6.500
d _a (m)	7.990	7.780	8.390	7.900
d _m (m)	7.005	6.645	7.335	7.200
trim(m)	1.970	2.270	2.110	1.400
Hog(m)	0.015	0.025	0.030	0.010
△ (Kt)	13,300	12,480	14,000	13,400
△/△ _F (%)	80	75	84	80
KG (m)	7.16	7.42	7.18	7.37
GM (m)	0.98	0.73	0.96	0.77
G ₀ M (m)	0.68	0.40	0.62	0.52

2. 計測概要

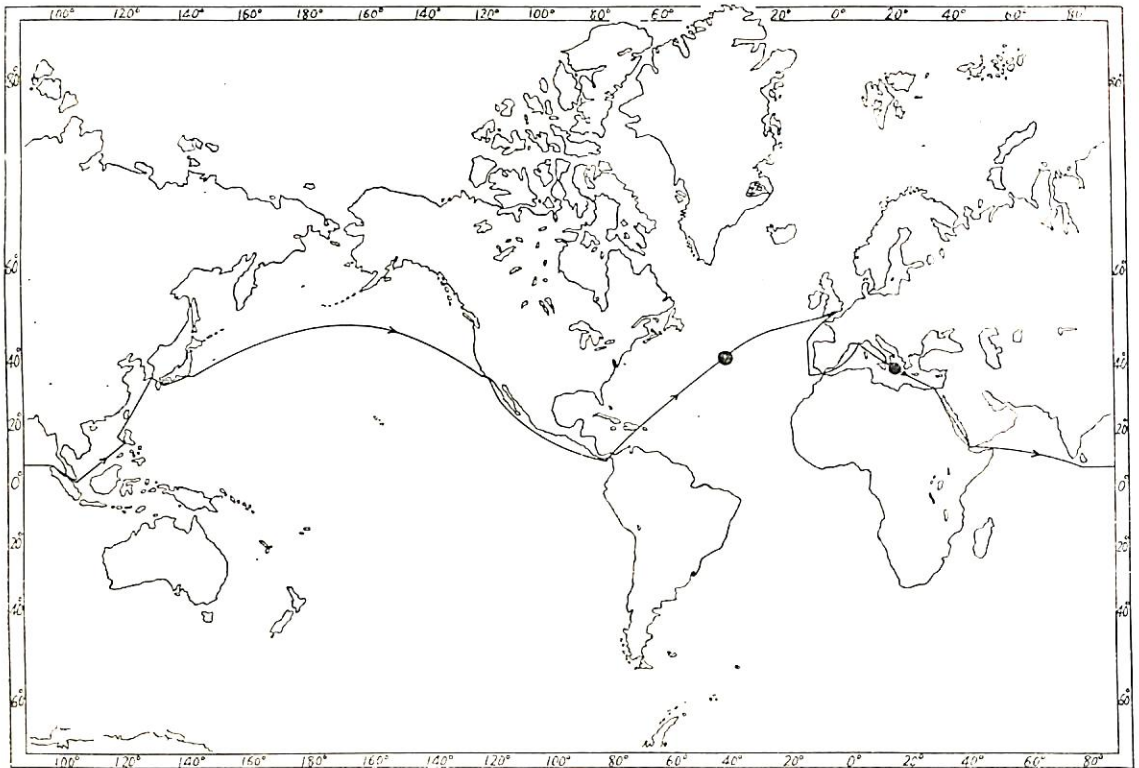
2.1. 計測項目

当試験は船用原子炉に対する許容加速度あるいは据付位置を撰定するための予備試験であるから、計測に当っては航走中種々の海象、気象条件に応答する船体運動や船体振動により船体各部に生ずる加速度の計測、波浪スラミング衝撃による加速度の伝達状況の調査および船体中央部、船首船底外部に働く応力の計測等を行ない、特に加速度の船体縦方向に沿う分布状態の調査、最大加速度値の推定に重点を置いた。計測項目は次の通りである。

- (1) 抵抗線型加速度計による船体各部の加速度
- (2) 抵抗線歪計による船首部船底パネルのスラミングによる応力
- (3) 抵抗線歪計による上甲板中央部の応力
- (4) 電気式振動計およびガイゲル振動計による船体各部の振動数、振幅
- (5) 動揺計による横揺、縦揺の角度および周期
- (6) 海象、気象その他の条件の観測および8耗シネによる海上状態の撮影
- (7) 出入港時の吃水、載貨状態の調査等

2.2. 計測要領

諸計器の配置は第2図に示す通りであるが、加速度ピッ



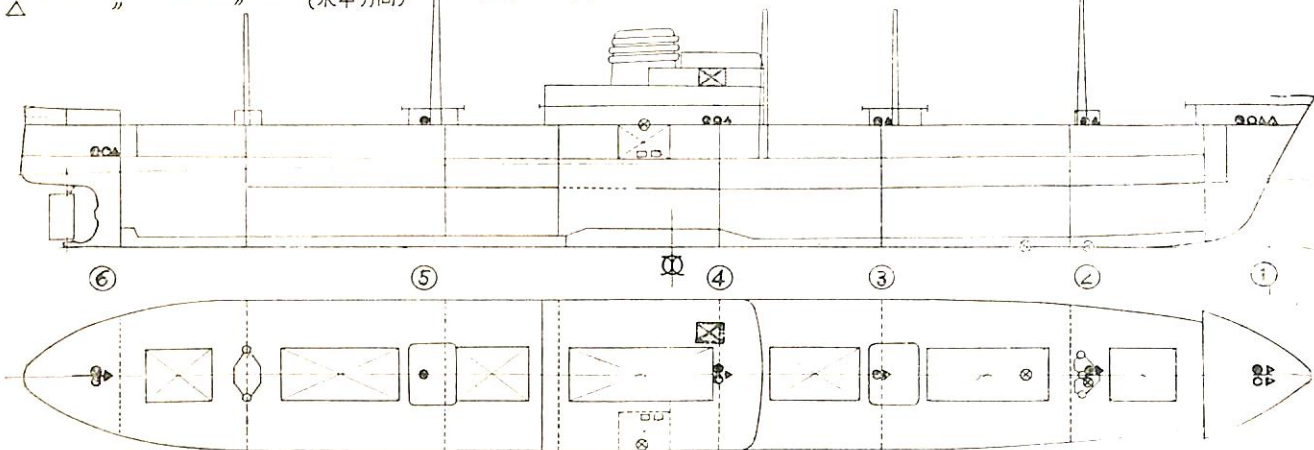
第1図 航路図 (●特別計測実施海域)

ピックアップは共和無線製非接着抵抗線型で上下加速度用として③~⑥の6ヶ所、水平加速度用を①④⑥の3ヶ所に配置した。応力測定用ストレインゲージは上甲板中央部応力計測用として右舷側シャーストレキ下面に、また船首部船底パネルの応力計測用として船首より0.15L、0.2L隔たる船首船底の二重底内に設けた水密コンパートメ

ント内パネルの中央に接着し、その上に水密のプロテクターを取付けた。これらの記録はポートデッキ上の測定室に装置した共和無線製DPM型8点用動的歪測定器、電磁オシログラフにより計測した。第3図はオシロ用紙の記録の一例を示すものである。電気式振動計は国際機械振動研究所製ピックアップを上下方向に5ヶ所、

- 抵抗線型加速度計ピックアップ (上下方向)
- " " " (水平方向)
- ▲ 電気式振動計ピックアップ (上下方向)
- △ " " " (水平方向)

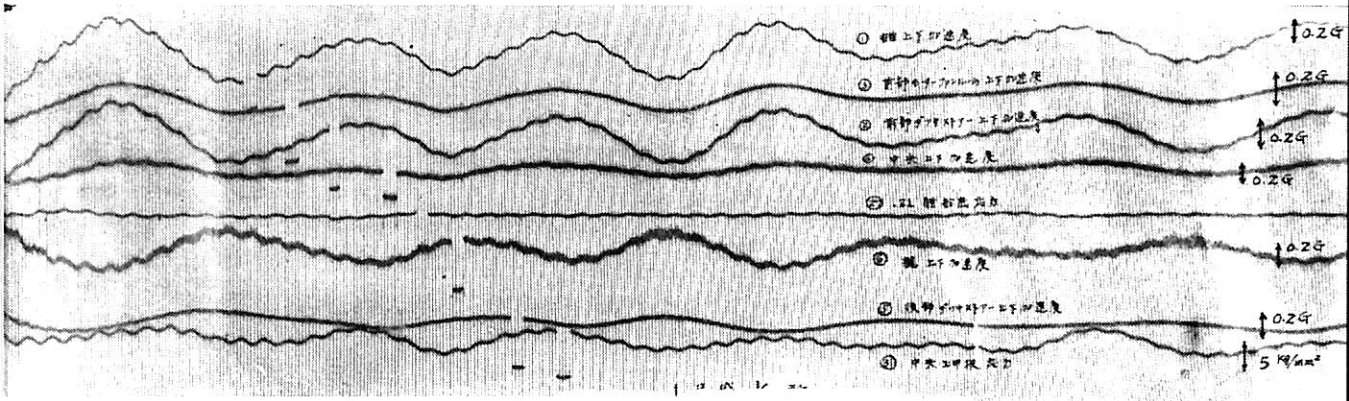
- ⊗ 動搖計
- ⊙ 抵抗線歪計ゲージ
- 測定室



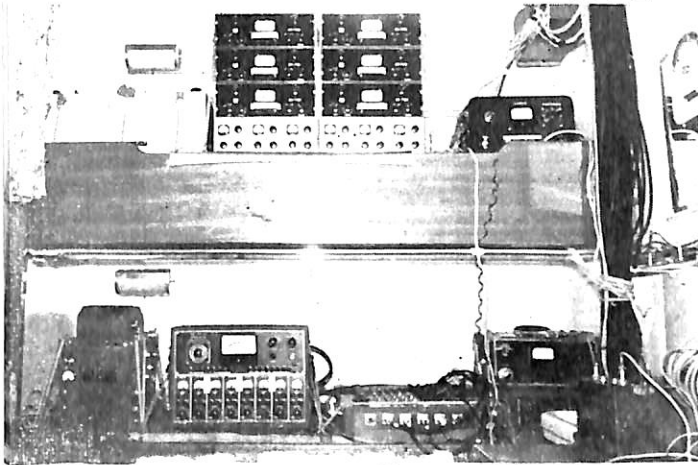
第2図 計器配置図

三井造船株式会社
(本文と対照のこと)

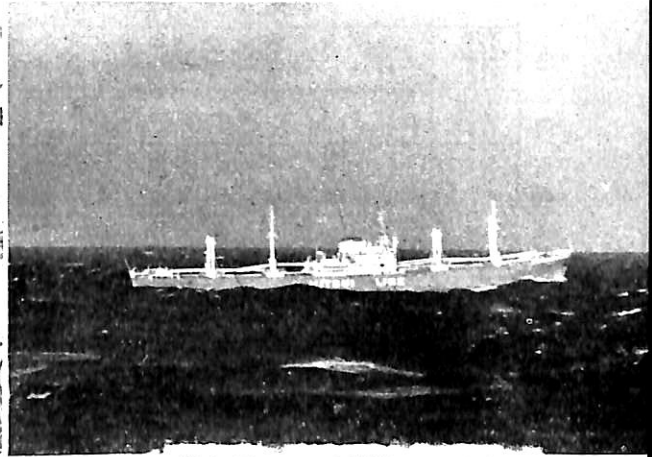
穂高山丸



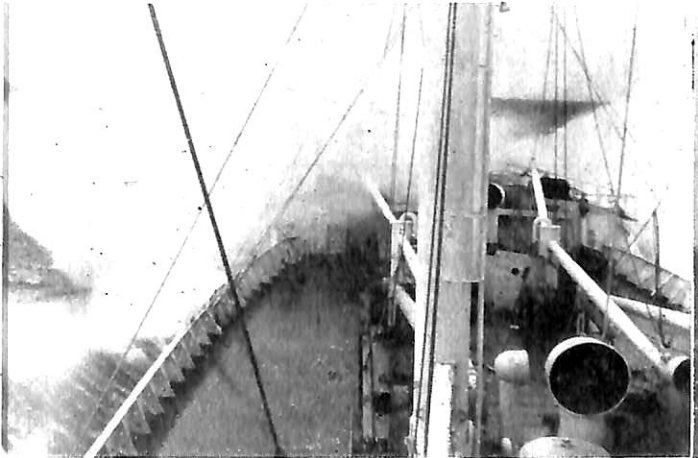
第3図 オッシロ用紙記録例



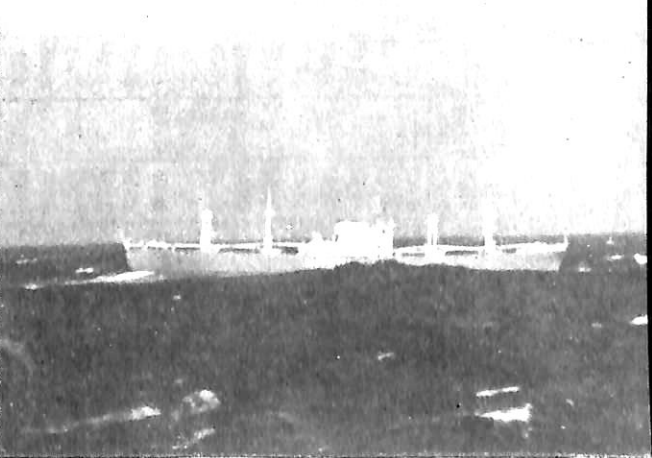
第4図 測定室内機器配置



第6図 太平洋航行中の秋葉山丸



第8図 大西洋航行中の状況



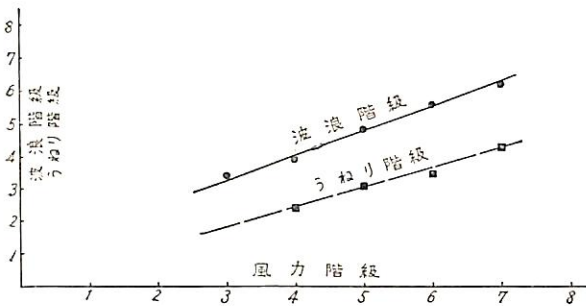
第7図 太平洋航行中の秋葉山丸

第2表 計測結果一覽

Table with 37 rows and 21 columns containing experimental data such as speed (速度), pressure (気圧), and various flow characteristics.

水平方向に1ヶ所取付け、電磁オッシュログラフにより6点同時に計測した、測定室内の計器配置を第4図に示す。

動揺計測用として船の重心に比較的近い第2甲板上中央部右舷のカーゴデシケータールーム内に加藤式および長沢式動揺計を配置し、それぞれ横揺および縦揺の記録を採った。航海中波長、波高の計測は定点の場合と異なり、これを的確に計測できる装置がなく、海象はすべて目測によったが、多方向からうねりを受けるため観測は困難であり、従って計器により記録される風速、風向、気圧あるいは天気図等の記録と勘案し検討した。1日4時間置きに海象、気象の記録を採ったから、全航程について風力階級に対する波浪およびうねり階級の平均値との関係を示せば第5図のごとくなる。



第5図 風力階級に対応する波浪およびうねり階級の平均値

計測員として三井船舶山名俊茂氏および三井造船設計部玉木一三、山口為也の3氏が乗船し、計測中1名は船橋において海象、気象および船速等を、1名は測定室にて加速度、応力および振動の測定を、また1名はカーゴデシケーター室内で横揺、縦揺の計測を担当し、これら各室を仮設電話で繋ぎ、直接の声の合図で同時計測を行った。

2.3. 計測経過概要

計測は昭和34年12月下旬神戸～横浜間回航中に予備試験を行ない、同31日横浜出港後、昭和35年4月3日同港帰着の間に本試験を行なった。この間横浜～ロスアンゼルス間の太平洋航海中は特記するほどの時化に遭遇せず、しかも概ね追風追波の状態であったから順調な航海であったが、統計的資料を得るため連日11.30～12.00間に定時計測を行ない、10分間の連続記録を採り、1回約180の観測値が得られた。なお1月6日丁度太平洋の真中あたりで本船と略同型の三井船舶所属「秋葉山丸」に出会い約2時間本船と平行に航行したため、太平洋航海中の航行状態あるいは波浪、うねり状態について観測および8巻シネ撮影を行なうことができた。第6、7図は本船と平行に航行中の「秋葉山丸」を示す。パナマ～ロンドン間の大西洋航行中も連日定時計測を実施したが、1月29日40°-45'N、38°-10'W附近で風速約32節の下で十分発達したと思われる風浪を左舷斜後方より受け激し

い横揺を生じたので、特に本船を予定コースより逆航させ、約2時間に亘り向風向波の状態の主機負荷がSlow、Half および Full に対する船速について各種計測を実施した。第8図は当時の船首に波浪の打上げる状態を示すものである。なお3月5日地中海のイタリー半島南方において思わぬしけに遭遇し、本航中最大の加速度が記録された。

3. 計測結果

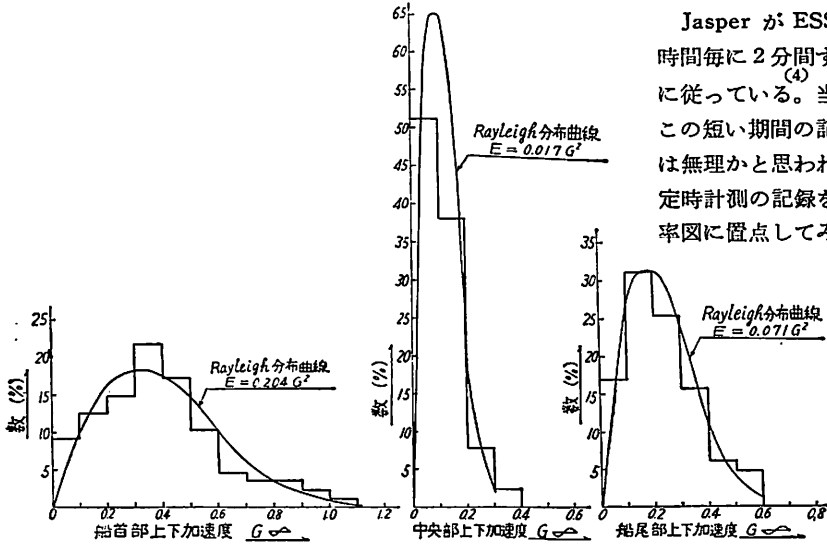
当実船試験における計測の結果多くの興味ある資料が得られ、当計測の最大の価値も本資料そのものにあると考えられるが、当計測の目的上特に上下加速度について考察してみる。第2表は各記録に対する解析結果のうち、累積energy密度の平方根 \sqrt{E} について、その他の必要事項と共に表として纏めたものである。なお各記録とも0点が明確でないためすべてピークから次のピークまでの差をとった。

3.1. 東廻り航路の特徴

航路が東廻りの場合は船が低気圧と同じ方向に移動するため、低気圧圏に入れば比較的長時間に亘りその影響を受ける機会が多い。従って各計測値について24時間以前からの天気図を調査すれば、一定の低気圧により生ずる風速において十分発達した風浪を略々船首方向から受けていると見做される状態が数回あり、これらについて海象の観測値と Pierson, Neumann⁽³⁾の共累積スペクトル曲線に基づく波高、波長とを比較してみると第3表に示すごとく略々一致した結果が得られた。従ってかかる状態における計測値により、風速20節および30節の下で本船が応答して生ずる最大加速度の船体縦方向に沿う分布状態を明らかにすることができた。

第3表 共累積スペクトル曲線による値と観測値との比較

計測番号	02	34	27	36	
計測日	1月2日	2月29日	1月29日	3月5日	
計測海面	太平洋	ビスケイ 沖	大西洋	地中海	
風速 knots	21	28	30	32	
共累積 線による スペクトル 値	最小吹走距離 miles	87	230	280	340
	時間 h	11	20	23	27
	平均波高 m	1.7	3.5	4.1	4.9
	有義波高 m	2.7	5.6	6.6	7.8
	1/10最大波高 m	3.4	7.1	8.4	9.9
観測値	平均波長 m	37	67	77	86
	平均周期 s	6.0	8.0	8.6	9.1
観測値	波高 m	3	6	6	8
	波長 m	40	70	80	90



第9図 上下加速度頻度分布曲線

Jasper が ESSO Asheville 号の応力変動について1時間毎に2分間ずつ計測したもの、分布は対数正規分布に従っている⁽⁴⁾。当計測では定時計測が1日10分間でありこの短い期間の記録から長期分布型につき検討することは無理かと思われたが、太平、大西両洋の各々について定時計測の記録を練合した頻度累積値を一応対数正規確率図に置点してみると第10図に示すごとく比較的直線上に並ぶ。従って観測値から母集団の標準偏差を推定し、その信頼限界の検定を行なってみた。一般にNを標本数、pを確率密度、Pを累積確率密度とすれば、母集団の標準偏差 f は次式で与えられる。

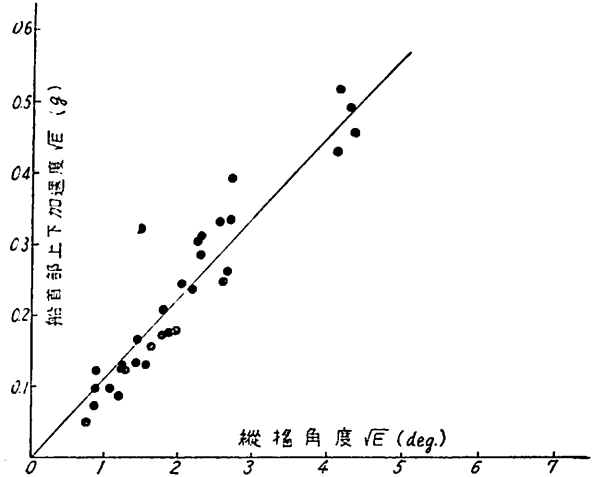
$$f = \frac{1}{p} \sqrt{\frac{P(1-p)}{N}} \dots\dots(1)$$

この母集団の推定分布を第10図に示す直線のごとくとり、 $\pm 1.95 f$ で観測値の95%信頼区間を推定すれば

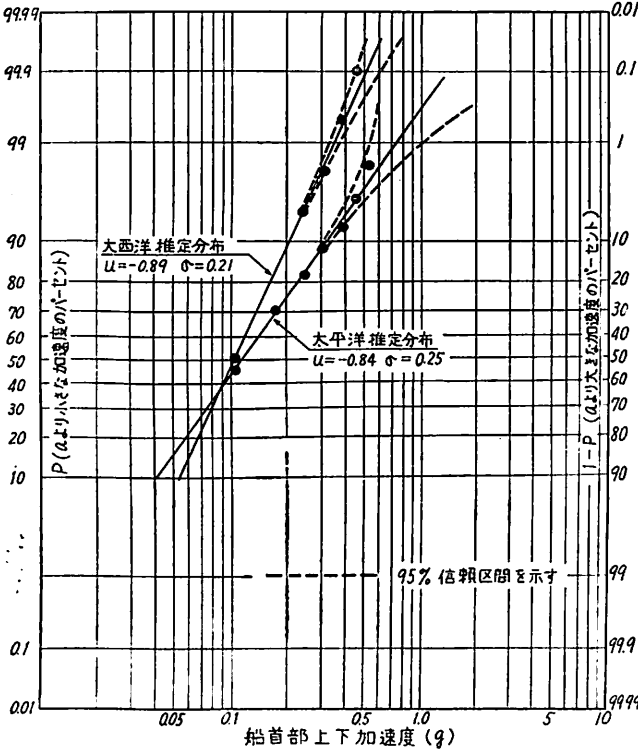
同図は破線で示すごとくなり、観測値はいずれもこの信頼限界内に包含され、即ち5%の危険率で観測値の母集団はこの区間に含まれることになり、対数正規分布に近似するものと考えられる。

3.3. 縦動揺と上下加速度

上下加速度計による記録は、いずれも縦動揺と上下動の合成力である上下加速度を示している。第11図は船首部上下加速度と縦揺角度との累積 energy 密度の関係を示すものである。これにおける点のパラッキは上下動による影響等によるものと考えられるが、船首部上下加速度は縦揺角度に比例するとみて差支えなく、次式により近似される。



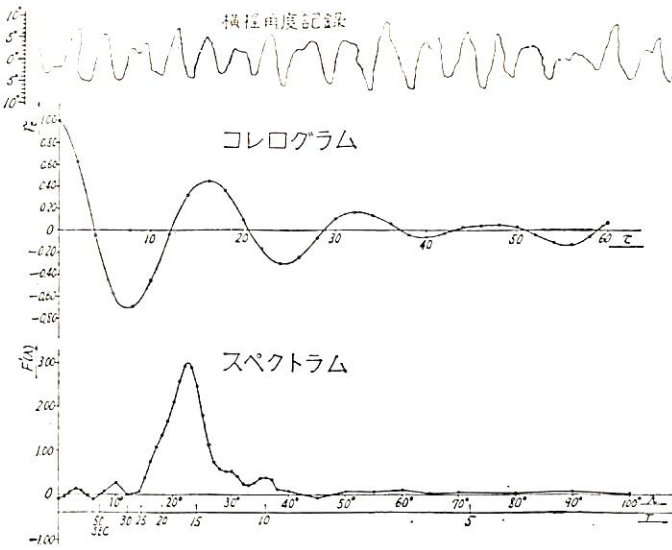
第11図 縦揺角度と船首部上下加速度



第10図 船首部上下加速度累積確率曲線

3.2. 頻度分布について

10分間の定時計測による記録の頻度分布はすべて Rayleigh 分布に従うと見て差支えない。第9図は記録の頻度分布を Rayleigh の理論曲線と比較した一例を示すものである。



第12図 No. 21 の横揺に対するコレログラムとスペクトラム

船首部上下加速度 $\sqrt{E}(g)=0.11 \times$ 縦揺角度 \sqrt{E} (deg)

3.4. 横動揺と上下加速度

横動揺により船幅 $B/4$ の位置に生ずる上下方向加速度 α は次式により表わされる。

$$\alpha = \frac{B}{TR^2} \tau^2 \theta_0 \dots\dots\dots(2)$$

茲に B = 船幅

θ_0 = 横揺の最大振幅

$TR = \tau_0$ に対応する横揺周期

一般に航海中の動揺の記録は波浪中における強制動揺を示すものであり、自由動揺範囲の判別が困難であるが、横揺の場合は不規則波の中で自己の固有周期に等しい波だけを選定し、その周期で揺れるためスペクトラムにより考察すれば固有周期を正確に求め得ると考えられる。大きな横揺角が記録された計測番号21についての時系列論的解析⁽⁵⁾結果を一例として第12図に示す。即ち15秒前後の周期のものを解析の対象と考えたため、横揺角の記録330秒間につき1秒毎に読みとって $N=330$ の時系列を作り、 $\tau = 1$ 秒おきに60秒まで $n\tau$ を求めて算出したコレログラムおよびスペクトラムである。これによれば $\lambda = 22.4^\circ$ 即ち周期16.1秒のところ卓越した山を持ち、従って計測時の固有横揺周期は16.1秒と考えられる。次に横揺周期に関する計算値と比較してみる。横揺周期 TR は

$$TR = 2\pi K / \sqrt{g \cdot GM} \dots\dots\dots(3)$$

で表わされ、環動半径 K は加藤教授の近似式⁽⁶⁾により

$$(K/B)^2 = f[C_0 C_u + 1.10 C_u (1 - C_0)] (H/B - 2.20) + H^2/B^2 \dots\dots\dots(4)$$

で与えられる。貨物船の場合 $f = 0.125$ で、この式は各船型について相当の精度をもつことが確かめられているが、計測番号21について計測値と比較すれば次の通りである。

$$C_u = 0.88$$

$$H = 13.55 \text{ 米}$$

$$K = 6.72 \text{ 米}$$

$$GM = 0.85 \text{ 米}$$

$$G_0 M = 0.56 \text{ 米}$$

$$TR' = 2.01K / \sqrt{GM} = 14.7 \text{ 秒}$$

$$TR'' = 2.01K / \sqrt{G_0 M} = 18.1 \text{ 秒}$$

$$\text{計測値 } TR = 16.1 \text{ 秒}$$

これによれば計測値は自由液面を考えた場合および考えない場合に対する計算値の略中間になり、当計測時のごとく複振巾17度で横揺の場合

は自由液面の影響が減少すると考えられる。いま二重底内の自由液面による影響を考慮しないときは $G_0 M' = 0.73$, $TR''' = 2.01 K / \sqrt{G_0 M'} = 15.9$ 秒となり、計算値に略一致する。従って波浪中における横揺固有周期は二重底内の自由液面効果を考えない加藤教授の式により充分近似されると思われる。また第13図に出来周期と横揺角度の累積 energy 密度との関係を示すが、これによればうねり階級の相違によりその大きさは異なるが、出来周期/横揺周期の値が1.0~1.2の範囲内で横揺角度の \sqrt{E} が最大になる傾向を示している。以上により横動揺により生ずる上下加速度は出来周期のみ計測すれば近似的に計算することができる。しかし本船の船型あるいは状態においては横揺による加速度の計算値は縦揺による最大記録値の10~20%程度に過ぎない。

3.5. うねりと上下加速度

第14図は全記録についてうねり方向に船首部上下加速度との関係を求めたものであるが、船首方向片舷45度の範囲内よりうねりを受けている場合は、他の方向より受ける場合に比べ著しく増大する傾向を示している。次に船首方向片舷45度の範囲内よりうねりを受けた場合の計測値についてうねり階級との関係を調べれば、第15図に示すごとく上下加速度はうねり階級の増大に伴い略々直線的に増加する。

3.6. 上下加速度の船体縦方向に沿う分布状態

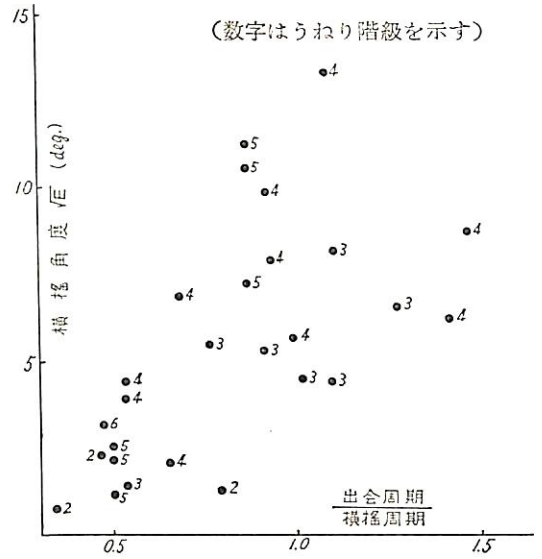
定時計測により記録された上下加速度の船体縦方向に沿う分布状態を比較するため、太平、大西両洋の記録に対してその累積 energy 密度の平方根についての分布を

第16図に示す。これによればうねりの大きさあるいは方向が異なるため、その分布状態は複雑であるが、船は運動を縦揺、上下動のみによるものとして理論的に求められる分布にくらべ、横揺による影響あるいは弾性体としての効果等により中央部から船首部間の分布が多少彎曲し、船首部にて急激に増す傾向にある。第17図は計測番号23, 24, 27および36の記録について上下加速度の船体縦方向に沿う分布を比較したものである。3.1.項に述べたごとくこれらは風速約30節の条件下で本船が応答して生ずる \sqrt{E} の最高値と船速との関係を示すものと考えて差支えない。これによれば風速が小なるほど、船速が遅いほど最小値を生ずる範囲は拡大し、中央部加速度が船首部のそれに対する割合を増加するが、これは縦揺に対し上下動による影響が大きくなったためと考えられる。低い上下加速度を生ずる位置は \otimes と \otimes より後方0.16Lの範囲で、中央部の値は船首部の約40%に減少する。また主機負荷を slow にして船速を低下すれば full の船速の場合にくらべ船首部加速度は75%に減少するが中央部における差は少ない。

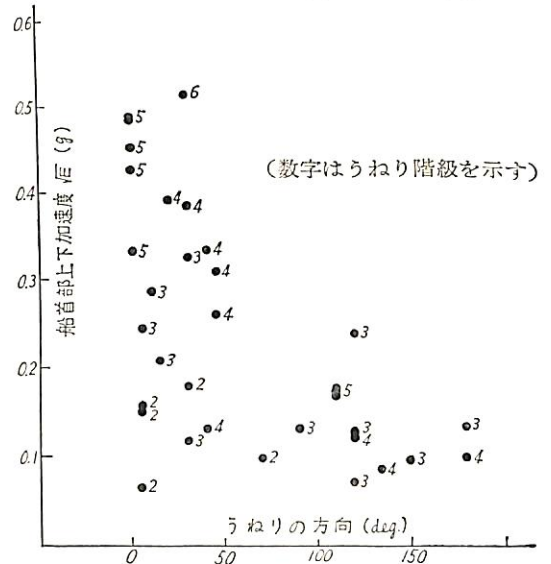
3.7. 動揺および波浪衝撃による重量加速度

荒天時特に風浪を船首から受けた場合、瞬間的に高次振動が誘起され、約1秒後に上下2節振動となり、これは約10秒間持続して減衰する。この現象が最の顕著に現われた一例を第18図に示す。この波浪衝撃により生ずる振動加速度と縦揺、上下動による加速度との重量加速度を考えると、当計測で記録された最高値は第19図に示すごとくなり船首部にて21.7g中央部において0.6gであった。実際的には両者の最大値は瞬間的に必ずしも一致しないが、船首と船尾との位相差が0.4秒程度のものであるから近似的にこのように考えて不都合はないであろう。これは当実験についてのみ最大値であり、船体に生ずる最大加速度の絶対値の推定については模型試験と共にさらに多くの実験資料が必要であるが、その船体縦方向に沿う分布状態は変わらないと考えられるから、一般に \otimes より前0.18Lpおよび後0.2Lpの間が相対的に加速度が小さく、その前後では急激に大となる故原子炉等は少なくともこの範囲内に配置するのが有利と思われる。

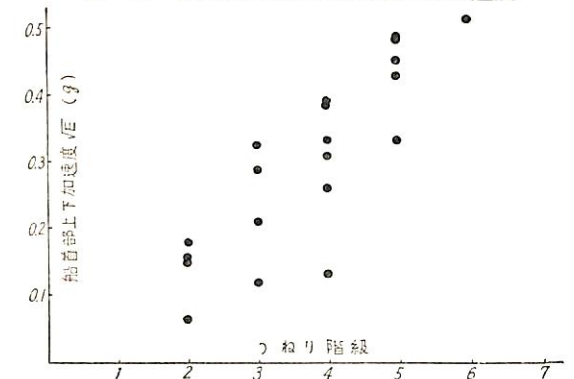
なお、当計測においては計測時の排水量が常に満載状態の75%以上であり、この状態では所謂スラミング現象を経験することができなかった。これに関しては本船についてスラミング現象を記録した32年度実験結果(1)があるが、この実験では中央部の加速度記録がなく、船首、船尾における上下加速度と中央部における上甲板応力の記録のみであるため、スラミング衝撃を受けた瞬間に船体が剛体としてのみ運動すると考え(7)、最大記録値の船



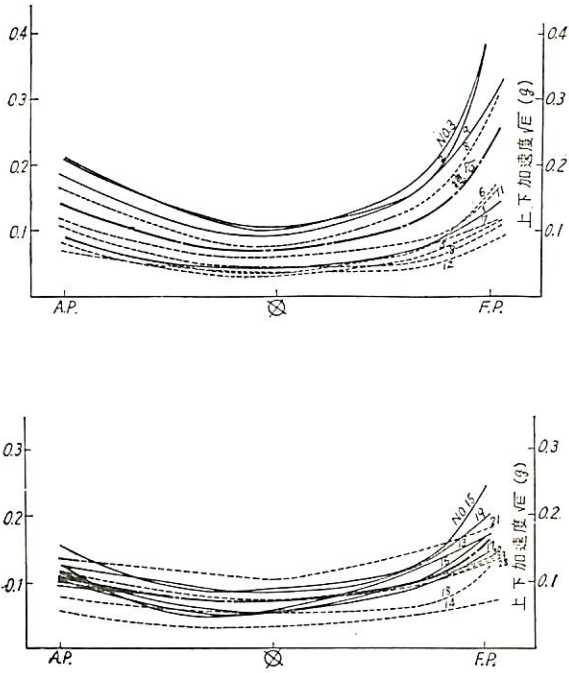
第13図 出会周期と横揺角度との関係



第14図 うねりの方向と船首部上下加速度

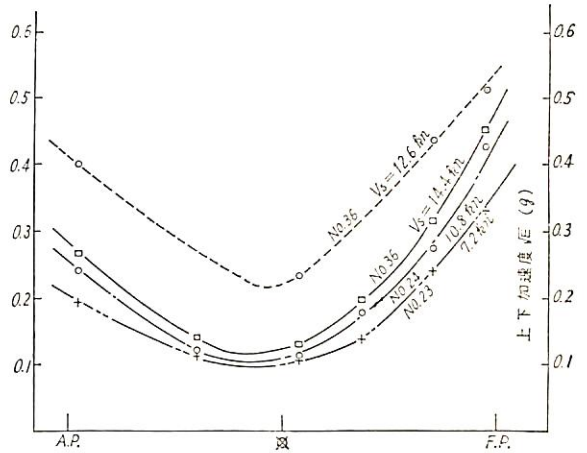


第15図 うねり階級と船首部上下加速度



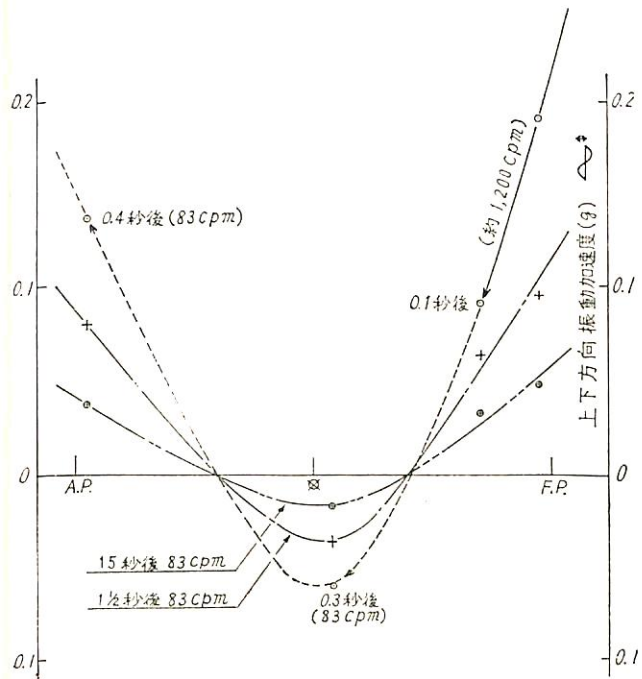
第16図 上下加速度分布状態

(太平洋, 大西洋における定時計測結果)



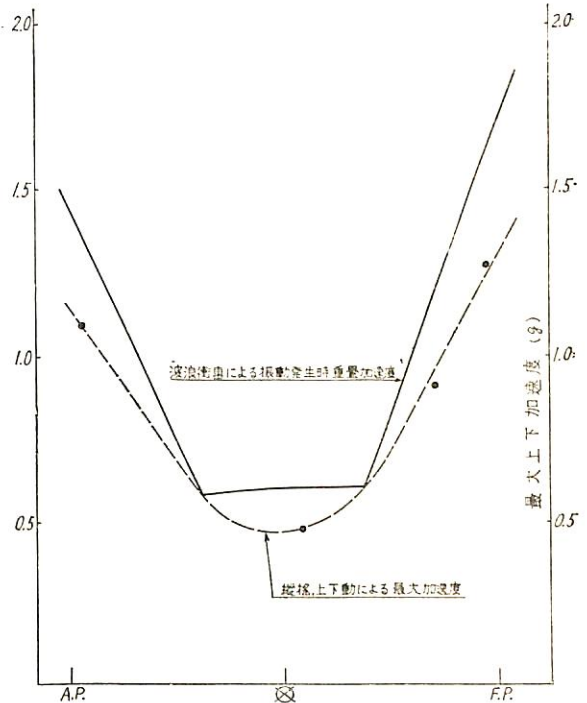
第17図 上下加速度分布状態

風速32ノットの風浪に応答する最高値(No. 36)
風速30ノットの風浪下において船速による影響の比較(No. 23, 24, 27)



第18図 波浪衝撃による船体振動の発生状況

船速 12.6kn	出会方向 30度
波長 90m	排水量 15,100Kt
波高 8 m	平均吃水 7.8m



第19図 波浪衝撃による振動発生時上下方向重量加速度 (計測番号36)

首部加速度 3g, 中央部上甲板応力 4.5kg/mm² に対応する中央部加速度を計算すれば約 0.9g となる。しかし船体は弾性体であるからこれは実際より大きな値を示すものと考えられ、オシロによる記録を見てもスラミング衝撃直後に記録された中央部上甲板応力の周期が上下2節振動の固有周期と同一であるから中央部における最大加速度を上下2節振動によるものと考え⁽²⁾, 中央部上甲板応力の最大記録値 4.5kg/mm² に対応する中央部加速度を計算すれば約 0.16g となり、両計算値は異なった結果を示す。当計測ではこの点の解明に大いに興味があったが、前述のごとくスラミング現象を体験する機会がなかった。現在本船が西廻り世界一周航路に就航中で昭和35年度委託研究として実船計測を実施しているから、この点大いに期待するところである。

3.8. 異常値の推定

一般に不規則波中における船体運動に基づく各種の統計量は、その累積 energy 密度の平方根 \sqrt{E} に比例する量により表わされ、N回に1回の異常値は次式のごとくなる⁽⁴⁾。

$$\bar{a} = \sqrt{E \ln N} \dots \dots \dots (5)$$

短い計測期間より得られた当実験1回の記録のみにより規定することは、必ずしもこれが最大値を示すと見るのは早計であるが、一つの目安として20年間の冬期航海に亘り期待しうる最大異常値を推定するため、毎日4時間おきの海象、気象状況を検討してみると各計測とも1日の間は同じ状態を保つ場合が多い。従って当計測で経験した各状態が20年間に亘り毎年1回24時間持続すると仮定し、各定時計測結果について計算すれば、1回起こり得る最大異常値は各々520,000回に1回の確率となる。このようにして求めた値のうち最大値は船首部上下加速度 1.9g, 中央部上下加速度 0.9g となる。

あ と が き

以上により所期の目的とした動揺あるいは波浪衝撃に

よる上下加速度の船体縦方向に沿う分布状態は一応明らかにすることができたが、一回の実船計測から得られた結果に過ぎず、ことに冬期としては予期したほどの荒天に遭遇する機会に恵まれなかったため、特に7以上のうねり階級の場合、および速力の変化、うねりの方向による影響あるいはスラミング現象に応答する状況等は今後の継続的実施、あるいは模型実験による広範囲な資料の充実によってはじめてその成果が期待できるものであると考える。

最後に、計測に当り絶大なるご協力をいただいた三井船舶總高山丸船長はじめ乗組員のかたがたに対し、深甚の謝意を表わすものである。

参考文献

- 1) 小杉, 末長, 宮本 穂高山丸によるスラミング実船計測 造船協会論文集第105号
- 2) 富田, 武藤, 安東 穂高山丸における第2回実船計測 三井造船技報第29号
- 3) W. J. Pierson, G. Neumann, R. W. James Practical methods for observing & forecasting ocean waves by means of wave spectra & statistics.
- 4) N. H. Jasper Statistical distribution patterns of ocean waves and of wave-induced ship stress and motions with engineering applications. T. S. N. A. M. E. 1956
- 5) 山内保文 船の動揺の時系列論的解析について 造船協会論文集第99号
- 6) 加藤 弘 船の動揺周期の近似計算について 造船協会論文集第89号
- 7) 実船航走時の強度試験 日本造船研究協会報告第24号

昭和35年度新造船建造許可実績

国内船

昭和36年1月分(運輸省船舶局造船課)

造船所	船主(国籍)	用途船級	G.T.	D.W.	航海速力	主機関	L×B×D×d(m)	竣工予定	許可月日	
林兼造船 函館ドック	大 洋 漁 業	冷運	5,000	5,500	14.0	神登D 4,400	111.93×16.50×9.65	36-4-末	1-10	
	日 魯 漁 業	"	1,480	2,150	12.0	伊藤D 1,800	74.00×11.80×6.50	36-5-末	"	
輸 出 船										
函館ドック	Eddie Steamship Co.,Ltd(中華民国)	貨	LR	10,500	15,000	14.0	播磨D 6,300	143.00×20.00×12.60	36-12-下	1-17
川崎重工	Oak Shipping Co.,S.A.(パナマ)	撤積	AB	29,000	44,000	16.5	川崎T20,250	216.00×30.60×16.95	37-3-下	1-30
"	Tiger Shipping Co.,S.A.(パナマ)	"	"	"	"	"	"	37-6-下	"	

おれごん丸による動揺加速度の計測

川崎重工業株式会社

川島栄一
坂尾稔

1. はしがき

船用炉は、船が荒海面を航行するために絶えず動揺による加速度をうける。船用炉の設計のためには、その加速度の大きさを定量的に求めることが必要である。この点に関し著者等は先に、模型試験および理論計算によって風速 20m/s に対する完全発達不規則海面での動揺による最大加速度の値を算出し一応の設計条件を求めたことがある。^{*}

この計算では不規則海面を単純化し、また船のうける加速度の統計的性質を短期の実船計測資料の解析結果をもとに Rayleigh 分布に従うものとして取扱った。

この計算による推定値の妥当性を確かめるために実際の大洋を航行する実船によって加速度の値を計測し、またその統計資料を求めることはきわめて望ましいことであった。

今回、日本原子力船研究協会のテーマの一つとして、川崎汽船のご協力のもとに、ニューヨーク航路「おれごん丸」により北太平洋を主体とした動揺加速度の計測が実現した。

以下その概要の報告であるが、今回の計測では、3ヵ月の全期間にわたって連続して行なわれたが、北太平洋横断期間以外は動揺の程度が一般に小であり、また資料も母集団の推定には不十分であるので、本報告では計器の概要と資料の解析方法についてのべ、加速度の設計条

件については言及しない。

2. 本計測の特色

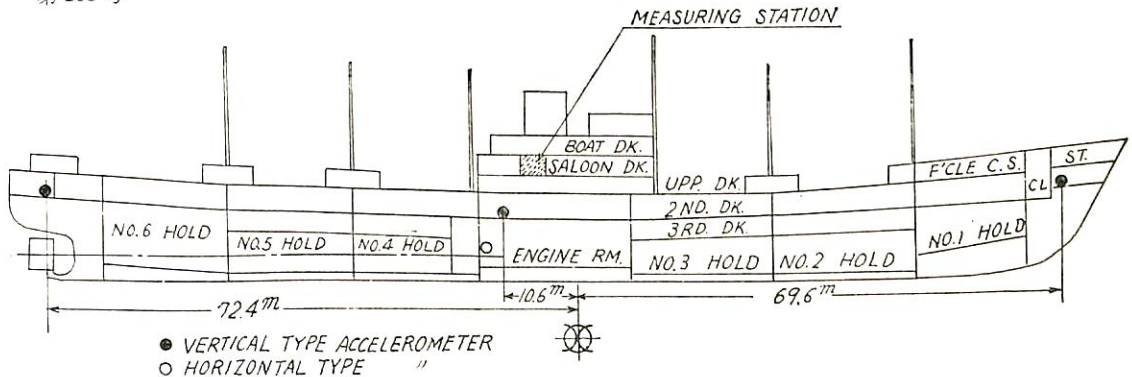
本実験では動揺加速度振巾の母集団をもとめることが主眼となる。

このように実験では非常に長期間の連続計測が必要となるので、計測はできるだけ人手を省き、いかなる海象動揺の条件のもとでも昼夜を問わず自動的に行なわれることが必要である。また計測資料も龐大なものになるのでこれを解析するに当たっても、できるだけ機械的に、自動的に行なえるように計画しなければならない。このために今回新しく動揺加速度頻度計測装置を試作して、加速度波型を自動的に磁気テープに連続記録した。また解析に当たってもこれを陸上で再生し、振巾頻度を自動的に求め得る装置を製作して使用した。

また本実験では動揺による加速度（比較的周期が長く、構造物に及ぼす効果は静的と考えられる）の実態把握に主体をおいているのでこれと構造物に及ぼす効果があることとなると考えられる Slamming のごとき衝撃的加速度とは分離する必要がある。そのために計器の回路中に、振動、Slamming 等にもとづく高周波数の加速度を除去するフィルターを設けて、純粋に動揺加速度のみを取出すための特別の設計上の考慮を払ってある。

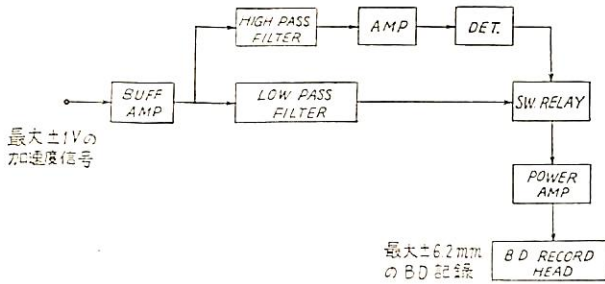
3. 動揺加速度の計測装置

船の動揺加速度としては船体に関する三軸方向の加速度が考えられるが、今回の実験においては船体の上下方

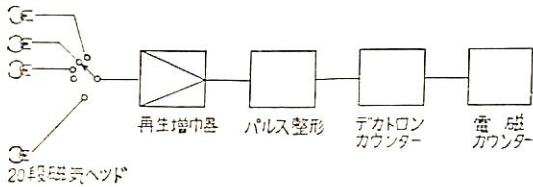


第1図 計測装置船内配置図

* 川島、坂尾、田崎「船体運動により船用原子炉に働く外力についての一考察」造船協会論文集 第105号

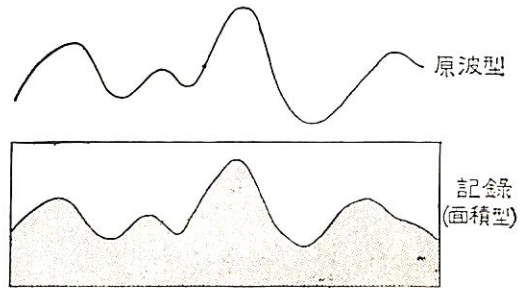


第2図 B. D. 記録増巾装置ブロック図

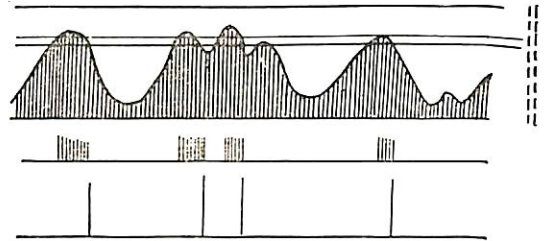


第3図 再生統計装置ブロック図

向の加速度および横方向の加速度のみを取上げて計測した。船の長さ方向の加速度も船が波の中を航行する場合の Surging により生ずるが、この方向の加速度は他の二方向の加速度に比してその大きさが一般に小と考えられるので、今回は計測しなかった。上下方向の加速度は主として船体の縦揺および上下揺により生じ (Rolling による上下方向加速度は一般に小) これは船の長さ方向の位置により変化する。従って本船の 2nd. deck center line 上船首部、中央部、船尾部の三点において計測した。また横方向加速度は Rolling および Yawing に

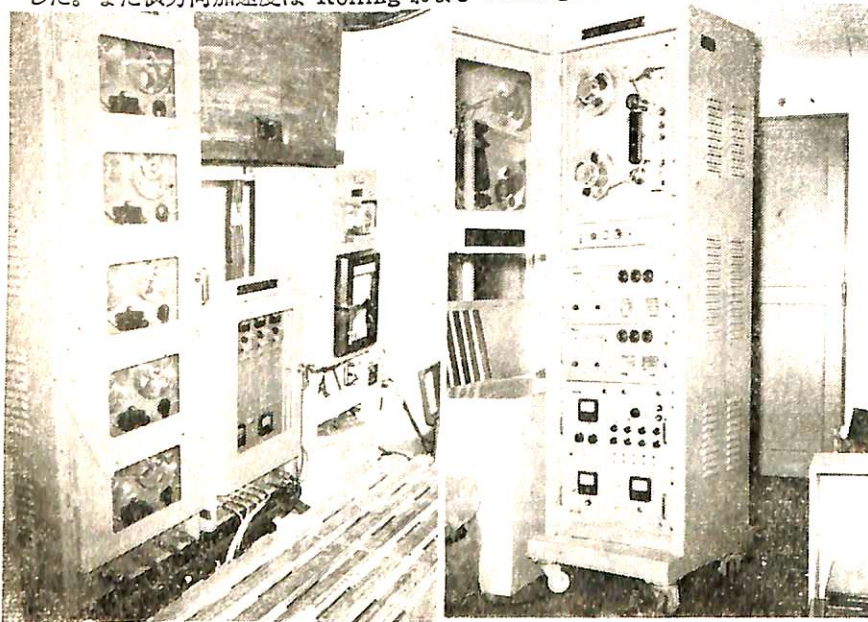


第4図 記録状態



第5図 記録の再生状態

よる加速度と、船の横傾斜による重力加速度の横方向成分より成るが、Yawing の加速度は一般に小と考えられ、他の二つの加速度は船の長さ方向の位置によっては変化しないので、中央部の一点 (機関室後端主軸、真上) で計測した。第1図に示すごとく船内の4個所に抵抗線歪計を用いた接着型加速度計をおき、それからの出力信号はすべて5,000c/sの搬送波に乗せ Saloon deck 上の計測室に導き、増巾、整流して磁気記録テープに記録した。実際の加速度波形に相似に記録するため B. D. 記録装置を採用した。



A. 記録装置装備状態 (船内容室)

B. 再生計数装置 (陸上)

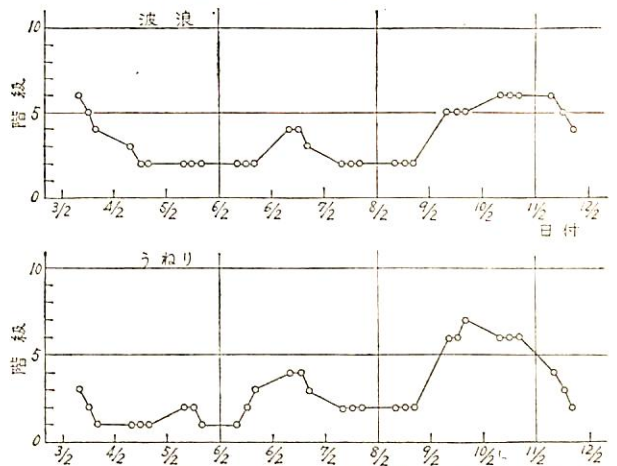
各加速度計は零線の Drift を調節するために、計測室から遠隔操作により加速度計の重錘をcrampし得るようにした。

長期間、連続記録を行なう関係上、記録時にはテープの送り速度は1mm/sに押えたが、解析時には約400倍の速度で送られた。加速度記録の両生、解析は実験終了後、陸上に装備した再生計数装置により行なった。再生計数装置は20段の再生ヘッドがテープを走査するとき、各ヘッドが加速度波形をcrossする回数を自動的に計数する。これらの計数値から加速度振巾の頻度分布が求められた。第2図および第3図に B. D. 記録装置および再生計数装置のブロッ

第2表 太平洋におけるおれごん丸の状態

実験期間	往 航		復 航	
	1960-2-2 -2-12	1960-2-2 ~1960-3-14	1960-3-14 ~1960-4-2	1960-3-14 ~1960-4-2
Dep. or Arr.	横浜出港	桑港入港	バルボア 出 港	横浜入港
d_f (m)	6.67	6.42	9.11	8.43
d_a (")	7.46	7.22	9.48	9.29
d_m (")	7.07	6.82	9.29	8.86
Δ (kt)	13,848	13,230	19,134	18,087
C_b	0.620	0.615	0.650	0.645
C_p	0.636	0.633	0.665	0.658
C_w	0.713	0.705	0.780	0.768
C_m	0.973	0.971	0.980	0.978
D.W. (kt)	7,813	7,195	13,099	12,052
KG (m)	7.05	7.31	7.27	7.59
\overline{GM}' (")	1.16	0.90	1.30	0.85
$^{(1)}\Delta \overline{GM}$ (")	0.47	0.22	0.39	0.13
$GM (= \overline{GM}' + \Delta \overline{GM})$	0.69	0.68	0.91	0.73
T_P (S)	約 9.0 (2月8日の値)		約 9.0 (3月23日の値)	
T_R (S)	約 12 (")		約 12 (")	
(2) SHP	10,150		10,600	
(2) RPM	111.7		110.6	
(2) V (kn)	19.0		17.4	

(註) (1) 自由表面による修正量
(2) 実験期間中の平均値



第6図 波浪およびうねりの階級 (横浜・桑港間)

Level に対する加速度振巾の累積頻度を求めた。しかし今回の実験による Data のみを用いて動揺加速度振巾の母集団を求めることは無理と思われ、今後の同様の実験結果を総合して考えねばならないが、一般的解析方針を求めるときに、とりあえず今回の Data に対して母集団分布を推定し、この推定分布の妥当性を仮設検定法により検定することを試みた。

グラフを示す。

また第4, 5図に、テープへの記録状態および再生計数装置による記録の再生状態を示す。

写真Aは磁気記録装置を船内客室に装備した状態を示し写真Bは再生計数装置 (陸上設置) を示す。

4. 実験状況

供試船おれごん丸の主要目および太平洋における本船の状態を第1, 2表に示す。本船は1960年2月3日横浜を出港し、サンフランシスコ、パナマ運河を経てニューヨークに至り、折返しパナマ運河を経て同年4月2日横浜に帰着した。

第1表 おれごん丸 主要目目

船 型		長船首楼付平甲板船
主要寸法		
全 長		162.07m
垂 線 間 長		150.30m
型 巾		20.50m
型 深		12.90m
吃 水 (満載)		9.404m
排水量 (満載)		19,417kt
船型係数 (満載)		
方型肥 瘠 係 数		0.652
柱 型 係 数		0.664
水 線 面 積 係 数		0.782
中 央 横 載 面 係 数		0.979
総 噸 数		10,104.93T
純 噸 数		5,857.54T
載 貨 重 量		13,382kt
主 機 関		
		川崎MAN2 サイクル単動クロス ヘッド型 ディーゼル機関 (過給機付) 1基
出力 (回転数)		連続最大 11,500HP (118RPM)
試運転最大速力		21.22kn

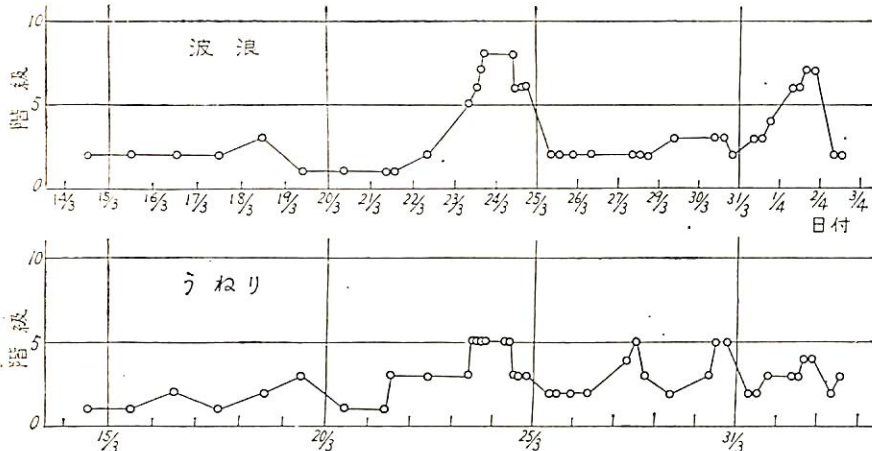
今回の実験時の海象は低気圧の存在に大きく支配された。低気圧は広い北太平洋上に散在し、本船がたまたまこの低気圧圏に入れば海はかなり荒れるが、低気圧から外れると海面は全く穏やかであった。往航および復航の太平洋における波浪およびうねりの階級を第6図、第7図に示す。

往航においては大きな波、あるいはうねりは主として横波あるいは追波であり、従って縦揺に比し横揺が大であった。

復航時は大きな波は主として向い波であり、縦揺が大であった。

5. 解 析

まず、各 Pick up に対して往航、復航に分けて、再生計数装置により太平洋における全航行期間の各加速度

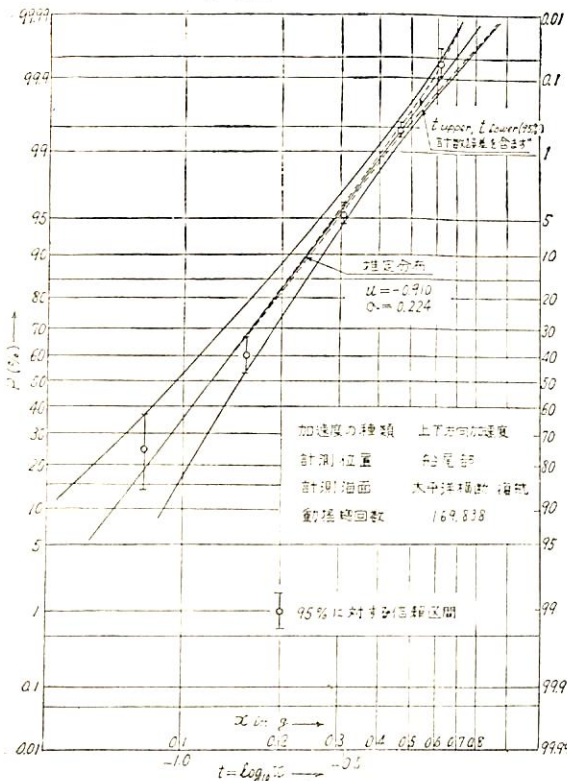


第7図 波浪およびうねりの階級(バルボア・横浜間)

まず母集団の密度函数が次のとき対数正規分布に従うものと考えた。

$$P(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(t-u)^2}{2\sigma^2}}$$

但し $P(t) = t$ の密度函数
 $t = \log x$
 $x =$ 加速度振巾
 $\sigma = t$ の標準偏差
 $u = t$ の平均値



第8図 累積頻度分布の一例

母集団分布の推定は次の方法によった。各 x に対する Sample の累積頻度に対して信頼区間を設定する。信頼区間は Data の数が有限のための Sample の分散および再生計数時の計数値の分散を考慮して求めた。 t を Base にした確率紙上に plot された Data を中心に信頼区間を描き、母集団の累積頻度分布を各 x の信頼区間を cross する直線として求めた。

次にかくて推定された母集団の累積頻度分布の精度を累積頻度 P

に対する t または x の分散を用いて検定した。この結果 Data はすべて危険率 $\alpha = 5 \sim 33\%$ の限分界曲線内にはいることが分かった。これを母集団分布の推定方法が適当であることを示すと同時に、今回採用せる計測方法も一般的に妥当であることを示すものと考えられる。

第8図に加速度振巾の累積頻度の Data, 推定母集団分布および限界曲線の一例を示す。

6. 結 言

今回の実験は1~3月という限られた時期における実験であり、また動揺加速度は実験の時期により大きく変化するものと考えられるので、今回の実験結果のみより一生の動揺加速度振巾の母集団を推定することは危険である。

従って今回の解析においては動揺加速度の設計基準としての最大値の推定等を行なって見てもあまり意味がないと思われる。

これらについては今後実施される同様の実験による計測結果と合せて改めて検討することにする。

今回の解析の結果を総合すると次のようなことが言えると思われる。

- (i) 動揺加速度の全実験期間に対する振巾頻度分布はすべて略々対数正規分布により表わすことができる。
- (ii) 計測 Data より母集団分布を推定するに当っては、区間推定の方法を用いるのが適当と思われる。
- (iii) かかる計測、解析方法を今後の実験に対して適用することは妥当であり、Data さえ集まれば本報告で述べた方法によりかなりの精度で一生の動揺加速度振巾の母集団を推定することができる。

最後に、本実験終了後、"おれごん丸"の姉妹船"もんたな丸"において、同様な実船計測がくりかえされていることを附言したい。もんたな丸、おれごん丸両船による1年間の連続計測の資料を得た上で、原子力に加わる外力の設計条件についてさらに研究を進展させる予定である。

フラッシュ時におけるコンテナ 内圧減少に関する研究

三菱造船株式会社 研究部 河野 恵祐
三菱原子力工業株式会社 研究所 大森 紀彦

1. 緒 言

1次系の主パイプ系等の破断によって起こる冷却材喪失事故のような最悪事故では、破断部より放射能を帯びた冷却材が放散され、特に水減速・冷却炉では、1次系の保有エネルギーが他の炉型に比して大きいので、安全上の見地から、現在においてはコンテナ（格納容器）をもってこれらの事故に対処している。ところがこの事故では高温高圧水のフラッシュで蒸気-空気混合物が発生され、コンテナ内は圧力上昇を伴うので、コンテナは耐圧構造を必要としている。

最近、米国においてはこのコンテナの建造費低減という見地から、陸上プラントでは減圧型コンテナの研究開発が活発に促進されている。この方法には

- (1) コンテナ内に生じた蒸気混合物をスプレー系による水噴射か、ある圧力で破断する水槽の水撤布によって吸収する方法。
- (2) 蒸気-空気混合物を別個の水槽に導いて、蒸気を吸収する方法。（Vapor suppression または Pressure suppression 法と呼んでいる）
- (3) 事故発生後短時間に発生する、低放射能と考えられる蒸気-空気混合物を大気に放出する方法。（Burp法と呼んでいる）

等が考えられ、W.A. Chittendent¹⁾、C.C. Whelchel et al²⁾、Alf Kolflat³⁾ および Stone & Webster社⁴⁾ 等より有益な資料が提出されている。

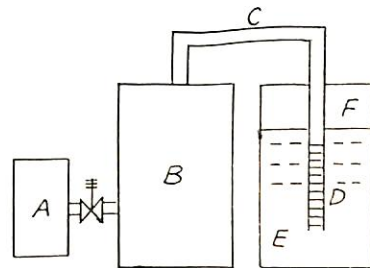
さて、原子力船ではその空間上の制限もあって、事故時におけるコンテナ内圧は陸用に比して著しく高いため、コンテナ設置にあたり種々複雑な問題が提起されるので、前述した減圧法を用いてコンテナの内圧を減圧せしめ、コンテナ設置を容易にし、しかも安全性を確保するという事は原子力船開発に際しても重要である。特に船体構造をコンテナの一部として利用できるならば、原子力船にとってそのコストからも最も望ましいかと考えられる。

水冷却炉の1次系によるフラッシュ事故に対して、減圧のための安全系が有効に働くためには、系そのものが

時間的な遅れなく、確実に、しかも安全に作動する特性を持たねばならない。その点からいってなんら機械的な作動装置を有せずして、事故時にコンテナの内圧を減少できる Vapor suppression 方法は現在において最も魅力的なものといえよう。本文は本方法が原子力船のコンテナ系としていかに有効であるかについてパラメトリックな解析を試み、今後の開発に対する問題点を示したものである。

2. 系の簡単化

Submerged nozzle を用いてフラッシュ蒸気を凝縮させる Vapor suppression 方式のコンテナ系は第1図のように表わされる。ここでAは事故時にエネルギー



第1図 Vapor suppression型コンテナ系の概念図

を発生する原子炉を含む1次系、Bは事故時にエネルギーを吸収するコンテナ、Cはコンテナ内に発生する蒸気-空気混合物を導くパイプライン、Dは Submerged nozzle、Eはコンテナから吐出された蒸気を凝縮する水タンク、Fは最終的に放射性物質を含むガスを貯えるタンクを表わし、C、D、E、Fが、この系に附加される装置である。

1次系の冷却材がコンテナにフラッシュされると、コンテナ内圧はコンテナ内に生ずる蒸気-空気混合物で上昇する。それ故に有効にコンテナ内圧を減少するにはできるだけ多量に水タンクにそれらの混合物を吐出し、且つ凝縮せしめなければならない。この吐出はコンテナ内圧とガス貯蔵タンクの圧力およびノズルの深さに依存するから、1次系からコンテナにフラッシュ

する冷却材の流量，コンテナの容積，吐出面積，ノズルの型式および深さ，およびガス貯蔵タンクの容積の関係がこの系において重要な要素となっている。

まずこの系の解析的に取扱いに際し，次のような仮定を設ける。

- (1) 原子炉 1 次系の冷却材喪失事故は主冷却管の瞬間的破断とする。現在どのような種類の事故がどのような確率で起こり得るかということ予想することは不可能に近いので，陸上プラントの Hazard Report²⁾ のや，またはサバンナ号の事故解析で仮定された以上の仮定を考えることにする。
- (2) 事故時に供給されるエネルギーは 1 次系冷却材の保有エネルギーのみを想定し，そのエネルギーは蒸気として与えられ，その流量はパラメータとして今までの資料から仮定される。
- (3) コンテナ内には初め 1 気圧の空気のみ存在し，内壁や低温機器による熱吸収はすべて無視される。この仮定は結果を安全側に評価し，解析をより容易にするものである。
- (4) フラッシュと同時に蒸気と空気は均一に混合される。
- (5) 吐出管での流れは流量係数で補正され，その係数は仮定する。管内の流速が音速に近づけば圧縮性の影響が大きくなる。また水タンクでは混合物の蒸気は分離され，蒸気泡を形成する。それ故にこれらの各影響をすべて含めて流量係数を考えるものである。
- (6) コンテナより吐出される蒸気は水タンクで安全に凝縮されて復水する。実際に完全復水は考えられないかも知れないが，この仮定によって問題をより簡単化することができる。
- (7) コンテナより吐出される混合物は水タンクで蒸気と空気に分離され，空気の有するエネルギーは水タンクになんら吸収されることなく，ガス貯蔵タンクに持込まれる。
- (8) ガス貯蔵タンクの容積変化は無視される。

3. 計 算

以上の仮定によってコンテナおよびガス貯蔵タンクにおけるある微小時間でのエネルギー，質量および容積の平衡式を考え，さらに吐出管での流量式，コンテナ内での蒸気，空気の混合比を基礎式とする。ここで各物質の比熱は変化しないとし，混合ガスは完全ガスと考えて分圧の法則が成り立つものとする。

ところで，計算に際してはその条件が決定されるならば，基礎式に対するすべての常数が決定されるけれど，コンテナの単位体積当りりのフラッシュ流入蒸気量

(w_0)，コンテナの単位体積当りの吐出面積 (a)，およびガス貯蔵タンクとコンテナの容積比 (ε) はパラメータとして考えねばならない。

まず， w_0 は現在まで発表されている幾つかの Hazard Report の事故時のコンテナ内の圧力上昇結果によって推定でき，この値はフラッシュ直後において最大である。ここでは， w_0 が時間的に一定の場合について主として考え，参考に時間の函数として考えてみた。

第二に，現在計画されている船用コンテナの大きさは，大体 500~2,000m³ の容積となる。いまこの大きさのコンテナに 12" 径のパイプを配置したとすれば，吐出面積は 0.02~0.006V₁，(V₁ はコンテナ容積) となる。ここでは計算上の簡略化から a に相当するパラメータとして， $a \propto \sqrt{2g}$ を考える。(a はパイプ系の流量係数である)。この値が 0 になれば減圧が行なわれないことを意味する。

最後に ε の値は 1 を基準として適当に選ぶことにする。ここで， $\varepsilon = 0$ ならば所謂 Burp system を意味し蒸気—空気混合物は大気に放出することになる。以上をまとめると次の通りである。

$$w_0 = \text{流入蒸気流量} / \text{コンテナ容積} \\ = 0.1, 0.3, 1.0, 2.0 \text{ (kg/s} \cdot \text{m}^3)$$

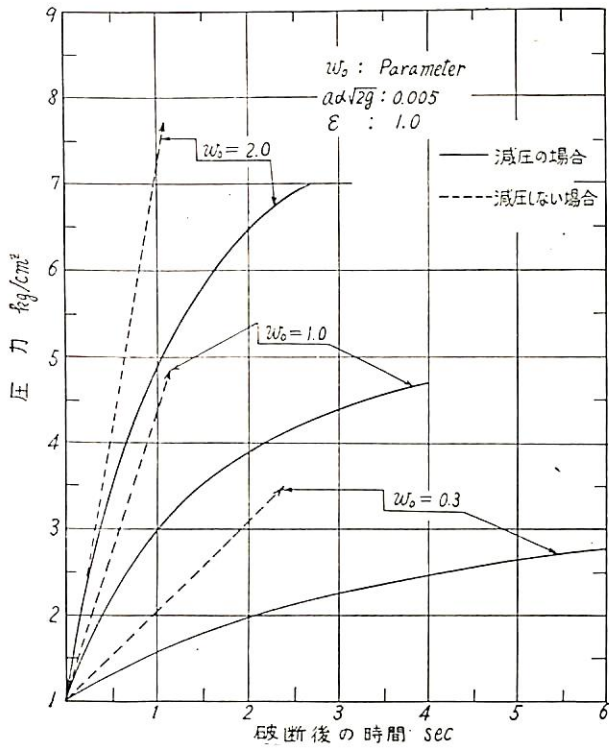
$$a \propto \sqrt{2g} = \text{吐出面積} \times \text{流量係数} \times \sqrt{2g} / \text{コンテナ容積} = 0, 0.005, 0.01, 0.03,$$

$$\varepsilon = \text{コンテナ容積} / \text{ガス貯蔵タンク容積} \\ = 0.5, 1.0, 1.5, 2.0$$

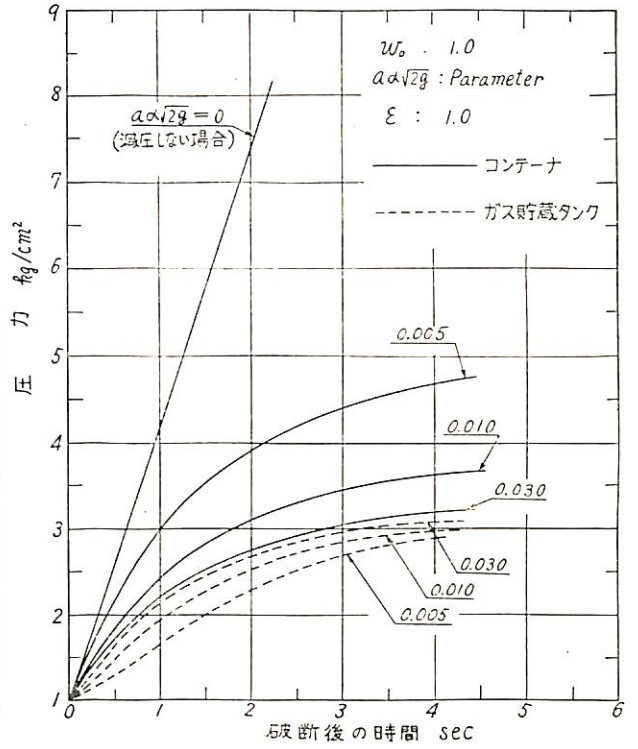
また常数，初期条件は一気圧の状態の値が選ばれ，流入蒸気温度は 500°K (277°C) と便宜上選ばれた。

計算は IBM650 を用い，Runge—Kutta 法による近似が用いられた。その結果の幾つかを第 2~5 図に示した。

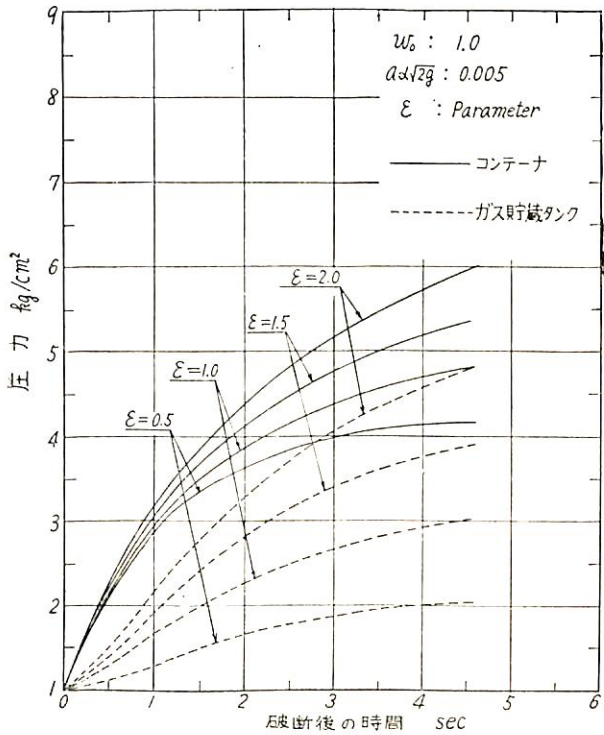
これらによって流入蒸気流量，吐出面積，ガス貯蔵タンク容積が圧力上昇に対する影響を知ることができる。要約すれば， w_0 を小にし， $a \propto \sqrt{2g}$ ， ε を小にすることである。第 2 図は $a \propto \sqrt{2g} = 0.005$ ， $\varepsilon = 1.0$ ， $w_0 = 0.3, 1.0, 2.0$ ，におけるコンテナ圧力上昇を示し，破線は減圧しない場合である。第 3 図は $w_0 = 1.0$ ， $\varepsilon = 1.0$ ， $a \propto \sqrt{2g} = 0, 0.005, 0.010, 0.030$ におけるコンテナとガス貯蔵タンクでの圧力上昇である。この結果により， w_0 ， ε が一定ならば $a \propto \sqrt{2g}$ による圧力上昇にはある臨界点のあることを知り得る。第 4 図は $w_0 = 1.0$ ， $a \propto \sqrt{2g} = 0.005$ ， $\varepsilon = 0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ における圧力上昇で ε が小であることが望ましい。また第 5 図は w_0 が時間的変化，即ち， $w_0 = 0.7 (1 - t/14)$ 。



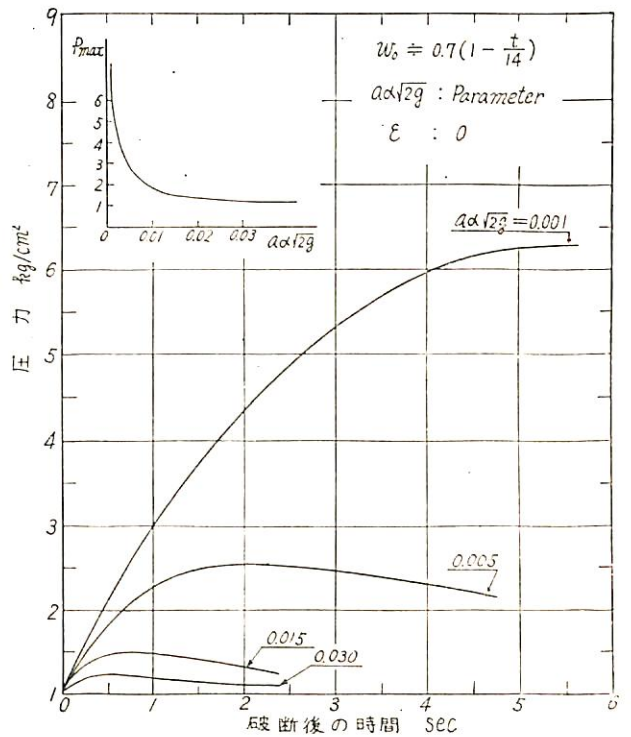
第2図 1次系破断後のコンテナ内圧上昇



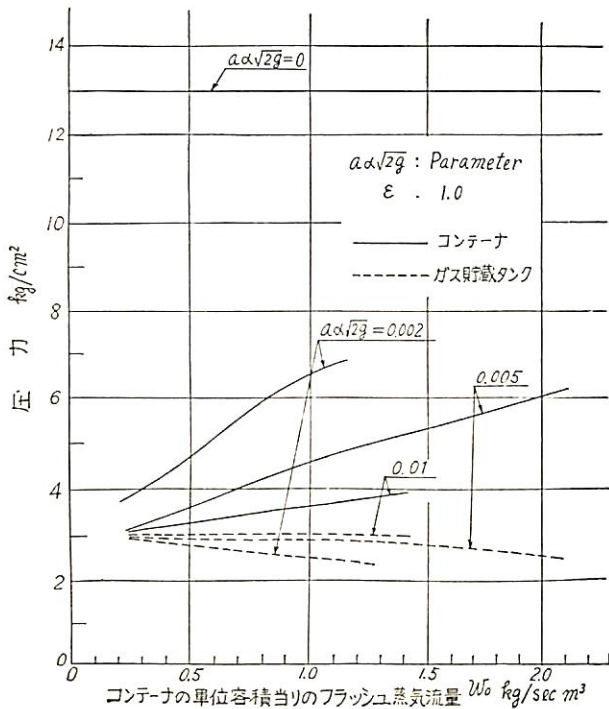
第3図 1次系破断後のコンテナおよびガス貯蔵タンク内圧上昇



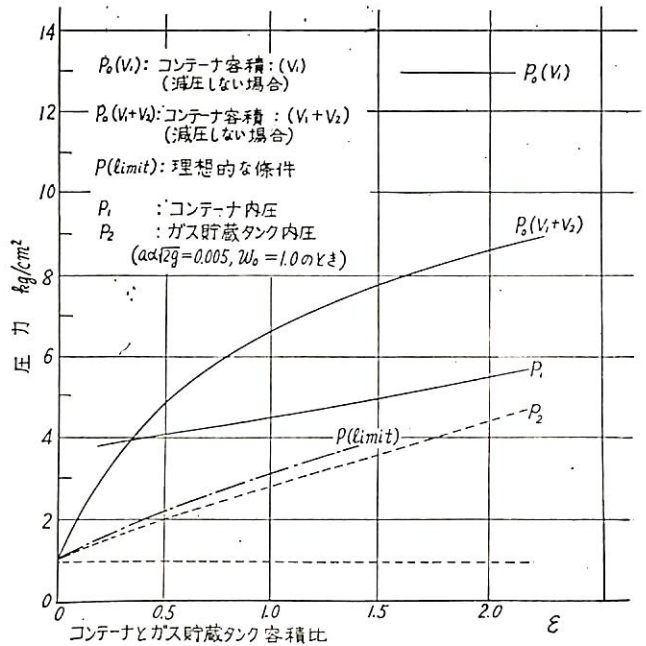
第4図 1次系破断後のコンテナおよびガス貯蔵タンクの内圧上昇



第5図 1次系破断後のコンテナおよびガス貯蔵タンク内圧上昇



第6図 コンテナの単位容積当りのフラッシュ蒸気流量の圧力に及ぼす影響



第8図 コンテナとガス貯蔵タンク容積比の圧力に及ぼす影響

$\epsilon = 0$ (大気放出), と考えた場合の圧力上昇で P_{max} と $a\alpha\sqrt{2g}$ との間には図中のような関係が示される。

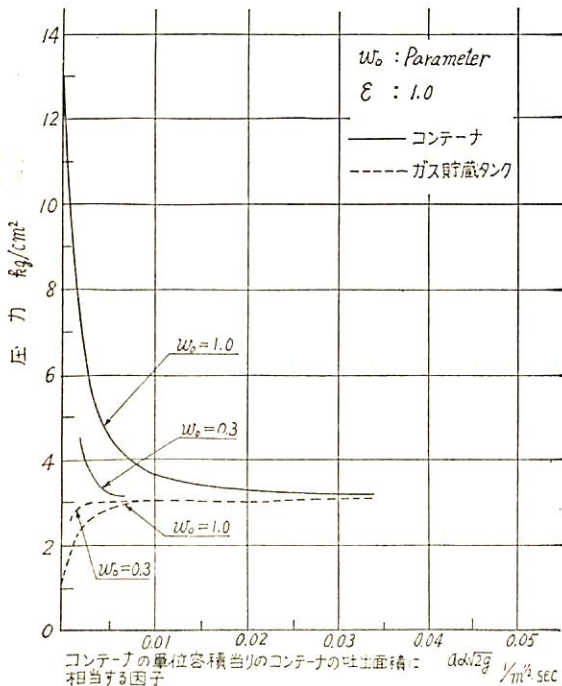
4. 解 析

定性的な結論は以上述べた通りであるが、ここでは実際的な見地から定量的な検討を試みることにしたい。まずそのためにはある原子炉系を仮定する必要がある、間もなく就航する米国のサバンナ号の各条件を取り挙げることにする。

ところで本計算ではコンテナへの流入蒸気温度を一定と仮定したため、コンテナへの供給エネルギーは実際の場合と比して幾分異なってくる。サバンナ号のコンテナ内圧は平衡状態で約 $13kg/cm^2 a$ と評価されている。この条件は本計算の $a\alpha\sqrt{2g} = 0$ に相当する。もし $w_0 = 1$ ならば第3図より判るように、内圧が $13kg/cm^2 a$ に上昇するには約3.5秒を要する。それ故にここでは内圧の $13kg/cm^2 a$ を基準にして減圧しない場合の w_0 に対する時間とを考える。

4.1. コンテナ単位容積当りの流入蒸気流量の影響

第6図はコンテナ単位容積当りの流入蒸気流量とコンテナおよびガス貯蔵タンクの圧力上昇を吐出面積 ($a\alpha\sqrt{2g}$) について書き直したものである。 $a\alpha\sqrt{2g} = 0$ のカーブがサバンナ号での圧力である。この図において w_0 が小になればコンテナとガス貯蔵タンクでの



第7図 コンテナの単位容積当りのコンテナの吐出面積に相当する因子の圧力に及ぼす影響

圧力は吐出面積 ($aa\sqrt{2g}$) に拘らず、 ϵ に関係する一定値に収斂してくる。このことは本減圧型のコンテナの大きさを小にするのにある限界点があることを意味し、この限界値はガス貯蔵タンクの容積によって決定される。即ち、初めにコンテナに含まれる空気がフラッシュ蒸気と同温度でガス貯蔵タンクに完全に押し出される時に高められる圧力に等しいであろう。この値はサバナ号に次のような条件を加味すれば約 $3.0\text{kg/cm}^2 \text{ a}$ 程度になる。即ち、 $\epsilon=1.0$ 、 $w_0=0.3\text{kg/m}^3\text{s}$ 以下、 $aa\sqrt{2g}=0.005$ 以上である。

ところで在来のタンカーにおける船体構造の静的な耐圧実験の結果によれば約 $4.0\text{kg/cm}^2\text{g}$ の最大圧力まで耐え得ることが示めされ、圧力からいえば、本方法による船体構造利用のコンテナも十分考えられるといえよう。

4.2. コンテナの単位容積当りの吐出面積の影響

第7図は吐出面積とコンテナおよびガス貯蔵タンク圧力との関係をコンテナへの流入蒸気量で示したものである。この図から吐出面積が大きくなれば圧力減少の効果も大きくなるが、 $\epsilon=1.0$ という条件の下では

$$w_0=1.0\text{kg/s}\cdot\text{m}^3 \text{ に対して } aa\sqrt{2g}=0.015$$

$$w_0=0.3 \text{ " に対して } aa\sqrt{2g}=0.007$$

の値が限界値で、これ以上の値を選択してもそれほど圧力減少は効果的ではない。それ故に、流入蒸気量とガス貯蔵タンク容積に対して最も有効な吐出面積が存在することがわかる。

4.3. コンテナとガス貯蔵タンク容積比の影響

第8図の p_1 と p_2 はをパラメータにして $aa\sqrt{2g}=0.005$ 、 $w_0=1.0$ にした場合のコンテナとガス貯蔵タンクとの圧力がある。ガス貯蔵タンクの圧力はその容積に略比例しているの、そのタンクの耐圧性から考えればその容積をできるだけ大きくする必要がある。しかしもし ϵ を1.0から2.0に増加しても、第8図で示す p_1 は約 1.0kg/cm^2 程度しか増加せず余り影響がない。これはコンテナとガス貯蔵タンクとの圧力差が大きくなって、内圧を減少させるにはそれほど有効にきかないことを示すものである。蒸気と空気の混合ガスは音速となる可能性があるの、その比はあまり有効とはいえない。

いまコンテナの容積を一定と考えた場合、減圧装置のないコンテナ容積 V_1 のもとでは圧力は $P_0(V_1)=13\text{kg/cm}^2 \text{ a}$ となる。そしてコンテナとガス貯蔵タンクの容積比に相当する即ち V_1+V_2 の容積の単独なコンテナのもとではその圧力は $P_0(V_1+V_2)$ のように示される。一方、本方法で最も理想的に減圧せしめた時の内圧は P (limit) となる。この関係からしても減圧されうる

限界が示されることを知り得る。

4.4. まとめ

以上各パラメータの影響について考察したが、それをまとめるとサバナ号の場合、コンテナの内圧を効果的に減少せしめるには

(i) 流入蒸気流量 w_0 が $1.0\text{kg/s}\cdot\text{m}^3$ から $0.3\text{kg/s}\cdot\text{m}^3$ に減少すること、即ちコンテナの容積 (サバナ号では約 900m^3) を約3倍にするか、または1次系からの流出流量を $1/3$ にするかである。

(ii) $aa\sqrt{2g}$ の値を0.015程度にすることである。

(iii) (i), (ii) のいずれかの条件が得られた場合、ガス貯蔵タンクの容積をできるだけ大きくすることである。

ところで船用の場合、(i), (ii) の条件のうちでいずれが満足し易いかということは簡単に決定できないが、一般にその載貨容積の点でコンテナはできるだけコンパクトに配置する必要がある。それ故にコンテナ容積を現在の設計よりもより以上望むことは不可能であり、これによって減圧を効果的に考えることは船用の場合積極的にすべきではないといえよう。というのは、本方法では別個に同程度のタンクを必要とする点からも推察できる。次に1次系からの流出流量は、もし1 loop のみの破断であれば、その主冷却管の断面積を減少せしめれば容易に減少できるけれども、そのために loop の数が増加し、コンテナ内の管の装備が複雑となり、あまり好ましい方法とは思えない。吐出面積については、いま、

吐出管径	: 12"
吐出管数	: 60本
コンテナ容積	: 900m^3
a	: 0.005
α	: 0.5

と考えれば、 $aa\sqrt{2g}=0.010$ となる。

この値から、コンテナ内圧は理想値 $3.0\text{kg/cm}^2 \text{ a}$ に対して $3.5\text{kg/cm}^2 \text{ a}$ と求められる。このことは完全に理想値は得られないまでもほぼそれに近い値が得られることを示している。即ちコンテナ容積増大よりも船用の場合は吐出面積が大きく取れる潜在性を有している故に、この点を大いに活用して積極的に減圧せしむることが好ましいといえよう。

5. 設計上からの問題点

一般にコンテナの設計においては事故時のコンテナ圧力以外に飛弾等の検討はなされてきたが、実際に前述した方法をコンテナ系として適用する時は、より一層これらの問題が検討されねばならないであろう。とい

うのは減圧の結果、例えばコンテナの板厚が薄くできたとしても、事故時における種々の現象によってコンテナが破壊されるならば、コンテナとしての本来の目的をなら達し得ないからである。破壊の原因としては1次系がフラッシュした時の衝撃波や飛弾等によるものがあり、さらに船用では船の衝突、坐礁によるものが加味される。これらについてはいまなお一層の研究が必要であろう。

本方法によるコンテナ系の構造を前述した破壊の原因に対してどのように考えるべきかはむずかしい問題ではあるが、まず簡単に考えられ得る形式といえ、二重殻構造であろう。即ち1次系を含むコンテナの周囲に水およびガス貯蔵タンクを配する構造である。この構造によれば、内殻であるコンテナが飛弾や衝撃波等によって破壊されたとしても、未だ外殻としての水、ガス貯蔵タンクの隔壁によって放射性物質の散逸が防げる。しかし、船の衝突の場合は外殻に対する破壊が考えられる。外殻が破壊されると、もしガス貯蔵タンクに放射性物質が貯えられておれば安全防護上問題になり得る。それ故に考えられる最大衝突事故時においても、外殻にまで破壊が及ばない船体構造を充分検討すると同時に、飛弾等によって外殻が破壊されない構造を研究しなくてはならない。

次に蒸気—空気の混合物を水タンクに噴出させるノズルをどのような形状にし、且つどの程度水没させるかは最も効果的に減圧しようという目的からいって重要な問題である。できるだけ短時間に混合物を噴出するように形状は選択すべきであり、且つ噴出時に水中で蒸気の凝縮が完全に行なわれるように考慮されねばならない。文献(2)によれば、形状についてさほど影響ないと述べられている。またノズルの水没の深さはコンテナの圧力上昇および水タンクにおける蒸気の凝縮と密接に関係し、それらは互に相矛盾する関係にある。それ故にどの程度の水没の深さを選択するかは、本方法にとって最も重要である。われわれは現在本方法のコンテナ系の縮小モデルによってこれらの問題を解決せんがため実験研究中である。

最後に提起される問題は放射性物質に対する遮蔽である。一般に遮蔽は原子力船にとって一つの難点ではあるが、事故時の場合、放射性物質は最終的にガス貯蔵タンクに貯えられる。文献(2)によれば水タンクを放射性物質が通過するので、水タンクが有効な役割を演ずると述べている。しかし、より一層の研究がこの問題については必要であろう。

6. 結 論

Vapor suppression 法による減圧型コンテナを船用に適用した場合、コンテナへの1次系からの蒸気流入流量、コンテナの吐出面積、ガス貯蔵タンクの容積等が減圧に対してどのような影響を与えるかについて検討を試みたが、その結果によれば、船用に対してはコンテナの容積はスペースの点から最適な設計値を選択することが不可能であるため、本方法の適用は有利である。そしてその適用はコンテナの吐出面積をできるだけ大きく取ることによって実現できよう。しかし、本方法にはコンテナと同程度のガス貯蔵タンクを必要とする故に、この容積が容易に得られる船種、特にタンカー等にとって効果的であろう。

本方法を実際に適用するには前述した多くの問題を解決する必要があることは論を待つまでもない。

最後に、計算に際してご援助いただいた三菱原子力工業(株)の電子計算課のかたがたに厚く謝意を表します。

文 献

- 1) Alf Kolflat and Chittendent
 "A New Approach to the Design of Containment Shells for Atomic Power Plants" 19th. Annual American Power Conference Mar. '57 p.11~12
- 2) C.C. Whelchel et al
 "Pressure Suppression Containment for Nuclear Power Plants" ASME 59—A—215 Nov. '59 p. 9, p. 7
- 3) Alf Kolflat
 "Results of 1959 Nuclear Power Plant Containment"
 NESC April '60 p. 6~7
- 4) S&W社 SW—1
 "Advanced Pressurized Water Reactor Study"
 SW—1 Mar. '59 p.355~363
- 5) R.M.Rome et al
 "PWR Plant Container Sizing Criteria"
 WAPD—SC—549 June '57
- 6) J.E.Lemon et al
 "Containment Pressure Analysis Report"
 BAW—1123 Oct. '58 p. 2~3

コンテナと船体構造一体化の研究について

三菱造船株式会社社長崎造船所
藤 瀬 韶 国
堀 浩 一

1. 序

1. 試験研究の目的

原子力船が在来船と異なる特殊な問題の一つに原子炉自身の保護、および原子炉との事故を外界に及ぼさぬ考慮が必要である。現在使用されている船用加圧水型原子炉の例を見ても、加圧水型の名の示す通りに冷却材の作動圧力はサバナ号が123気圧、レーニン号が200気圧の高圧力であり、また現在使用が考えられている沸騰水型原子炉でも70気圧前後である。

しかしなんらかの事故によりこのような水冷却型原子炉の圧力が突発的に無制御の状態では放射能物質が分散して重大事故が予想される。従って原子力船ではこれらの一次冷却系の全部を一つの容器に格納して、いかなる場合でも放射性物質の飛散を防ぐ必要がある。その格納の方法として普通は独立した耐圧コンテナを利用する方法が用いられている。このコンテナは板厚30mmないし60mm程度で重量も100tonから数百tonになる。この試験研究の目的はこの耐圧コンテナのかわりに船体構造を利用することで、この研究によりかかっての日本海軍巡洋艦が装甲板を船体構造の一部として重量軽減に成功したと同じように、鋼材重量軽減、工費低減が得られるのみならず、コンテナの2~3倍にも及ぶ容積を容易に利用できて、前述のFlush時の圧力も減少し、内部の機器配置もかなりの改良ができることが考えられる。

一方現在の大型船の船体構造は平均水頭10m程度で設計されており、Deckはわずかに2m程度の設計荷重でしかない。船体構造をコンテナに利用する場合には、内容積が大きくなるために圧力は下がるが、それでも内圧は水頭50m程度と推定される。このような高い荷重条件の下での船体構造の資料は乏しい。従ってコンテナに兼用する船体構造の安全度を確認するためには、このような高い内圧力の下における理論的、実験的な検討を必要とする。勿論設計上の問題としては内圧力だけでなく、原子炉の支持方法、遮蔽の問題、外力、例えば、動揺、振動、衝突等に対する考慮が必要であるが、これらについては各方面で現在行なわれている研究を取り入れることとして、本研究はもっぱら内圧力に対する検討を主体とした。

2. 試験研究の内容

コンテナを船体構造の一部とした場合に船体に生ずる応力状態は

- | | | |
|-----------------|-------------|-------------|
| (1) 内圧力 | Flushにより生ずる | } が重畳して生ずる。 |
| (2) 熱応力 | | |
| (3) 船体の縦強度よりの応力 | | |
| (4) 船体の横強度よりの応力 | | |

第4項の船体の横強度としての応力は主として外部より内部への圧力によるものであり、第1項の内圧による応力を減少させる方向にあるので、Safety sideとして今回はふれないことにする。

第3項はコンテナ室の位置により影響が異なるが、一般に船体縦強度部材と内圧(横強度)を受け持つ部材とは別の部材である上に、軸力が曲げ崩壊荷重に与える影響は小さいので、第3、第4項は実験条件としては考えないこととする。

第2項に対しては、原子炉のFlush時に船体に生ずる温度およびその分布が問題となるが、実船の状態を再現するのはなかなか困難と思われるし、高温用電気抵抗線歪計は試作の段階にあるので、今回はこの影響は一応除外して他日にゆずることとする。

従ってこの研究では第1項の内圧に対する研究を主要調査項目とした。

コンテナと船体を一体化した場合は、その安全度は当然単独コンテナの安全度と同等またはそれ以上でなければならない。安全度とは何か、これに対しては諸説があつて明確な基準はないが、構造物が大変形、または亀裂発生、破断等を起こして使用に堪えなくなる状態に対応する外力と、作用外力の比をもって安全度と称することにする。単独コンテナと船体構造の力学的な形状は全く異なるので、単に両者の弾性範囲のみの応力、撓みのみをもって論じて意味がなく、どうしても構造物が耐えられる最大荷重——最終崩壊荷重——までを研究範囲としなければならない。しかるに前述したように平均10m程度の水頭で設計された船体構造がはたしてどの位の最終崩壊荷重を有するか、さらには崩壊はどの部材からどのような型式ではじまるのか、これらについては全く研究がなされていない。このような状態でコンテナと船体構造一体化の研究を進めることは不可能と考えられるので、まず基礎研究として、現状の船体構造がそ

の最終荷重状態でどのような性質を有するかということ
を調査した。

この研究は以上の背景をもって行なわれたものであり、
次の段階に分けられる。

- (a) 構造部材単独試験
- (b) 船体構造試験

これらの研究の対象船として、7~80,000D.W.T タンカーを選んだ。

2. 基礎実験

1. 概要

複雑な船体構造についていきなり最終状態を求める実験を行なうのは現状ではあまりにも飛躍がありすぎる。従ってその基礎実験として大型タンカーの主要部材である Wing tank の Vertical web を取り出して、これのほぼ $\frac{1}{2}$ に相当する模型を作り、これに荷重を加えて、歪みおよび撓みを測定し、破壊状況を調査したものである。

2. 目的

この研究の目的は

(1) タンカー構造の主要部材である Vertical web の、弾性域における諸性質、最終状態における破壊状

態、を調べて船体構造実験の基礎実験とする。

(2) Vertical web の Corner 部分の構造が、Vertical web 全体の強度に及ぼす影響を研究する。このために2種類の試体を作り、一方は Corner radius を大きくして弾性的強度を大とし、他方は Corner radius を0として、塑性回転能を大きくした。試体としては上記2種の他、予備実験用としてさらに1個の試体を製作した。

3. 実験大略

(1) 試体

第1図(a)~(c)に示すように3種の試体について実験した。

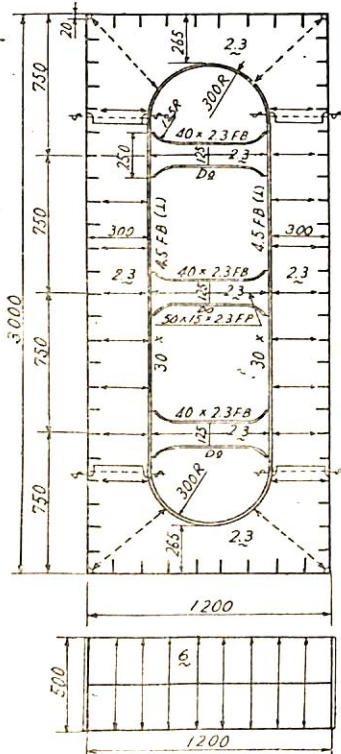
(a) No. 1 試体

通常的大型タンカーの Wing tank vertical web の模型で、Corner 部の web 深さを大きくして、断面係数を大きくし、弾性的強度を大きくしたものである。

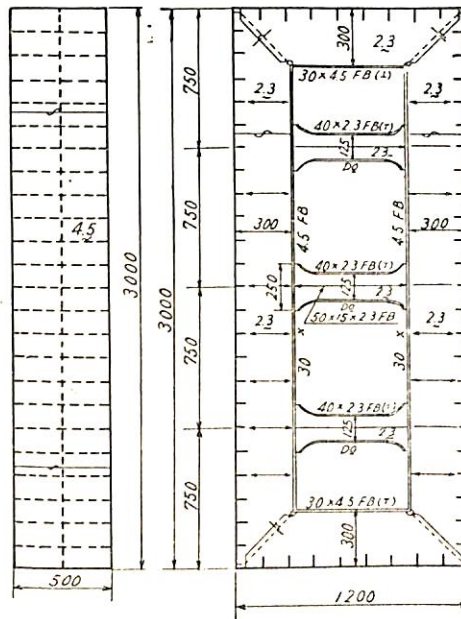
(b) No. 2 試体

No. 1 試体の Corner radius を0として、弾性強度を犠牲にし、塑性回転能の増加を期待したものである。

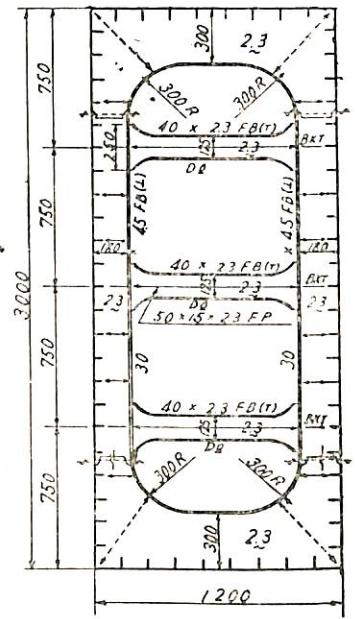
No. 1 試体では圧縮側 Corner が局部坐屈することが予想された。これに反して、No. 2 試体の Corner 部



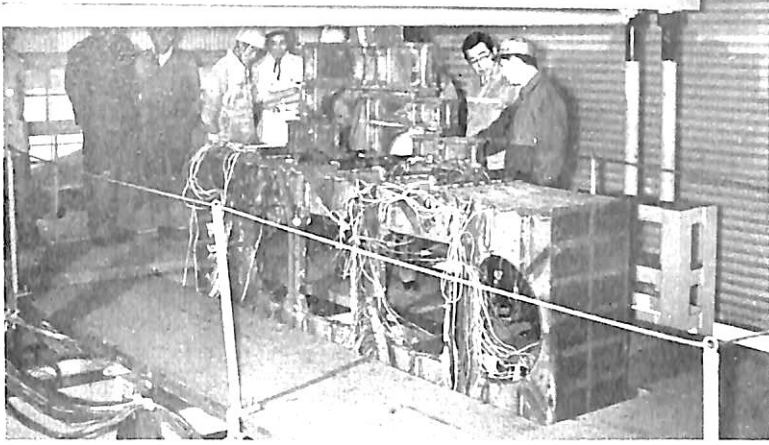
第1図-a No.1 試体



第2図-b No.2 試体



第3図-c No.3 試体



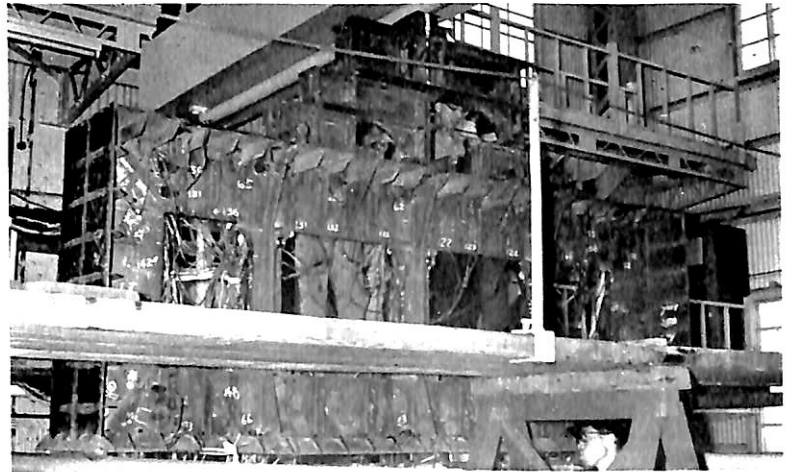
↑ 写真 1 No. 1 試体試験前



写真 2 No. 1 試体試験後 →

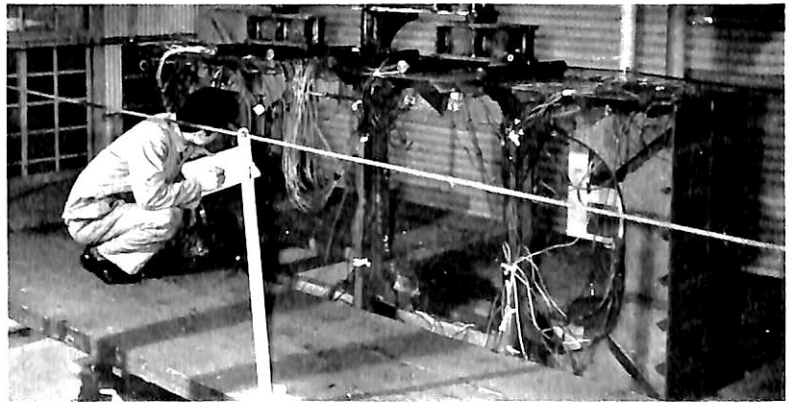


↑ 写真 4 No. 2 試体試験後



↑ 写真 3 No. 2 試体試験前

写真 3 No. 3 試体試験前 →

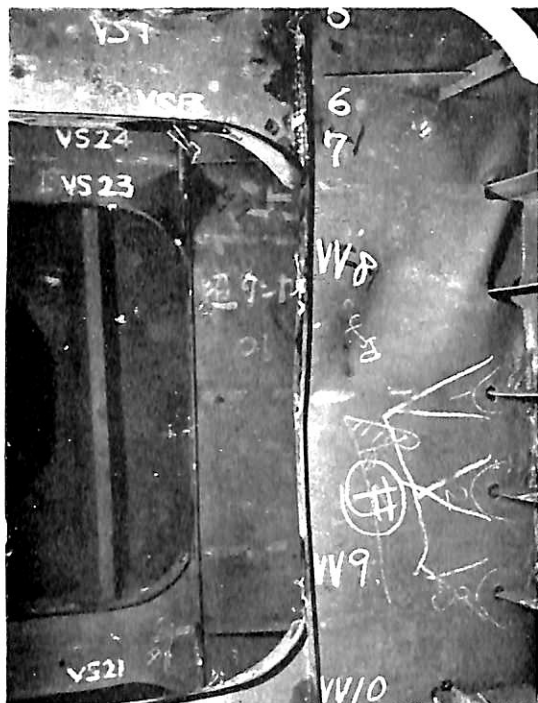


↑ 写真 6 No. 3 試体試験後(1)



— 79 — 写真 7 No. 3 試体試験後(2)

Upper deck 側



Centre tank 側

写真 8 水圧試験破壊状況
(Vertical Web System Tank)
下部 slot は collar で埋めてある

Upper deck 側



Centre tank 側

写真 9 水圧試験破壊状況
(Horizontal Stringer System Tank)
下部 slot は写真は埋めてある

Upper deck 側

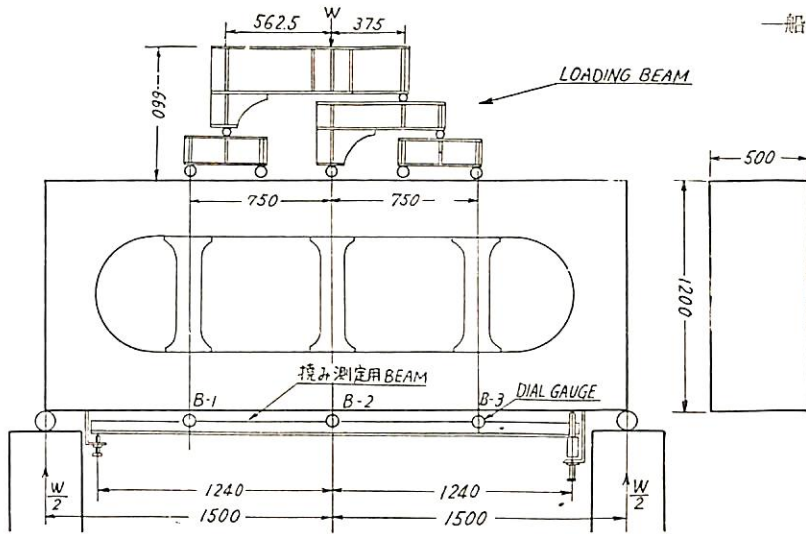


写真 10 水圧試験破壊状況
(Horizontal Stringer System Tank)

コンテナと船体構造 一体化の研究

基礎実験写真

(本文) 対照のこと)



第 2 図 基礎 実験 方法

は、塑性域で坐屈することなく、所謂 Plastic hinge となって全体の最終荷重を高くすることが期待できる。

(c) No. 3 試体

No. 1, No. 2 試体の予備実験として最初に実験したものであって、Web depth を No. 1 試体の 60% としたものである。

(2) 荷重方法

実験は当所 200 ton 構造物試験機で行なわれた。載荷方法としては分布荷重に近い状態とするため、Loading beam により 5 点に等しい力を加えた。(第 2 図)

(3) 測定方法

- (a) 応力……電気抵抗線歪計による
- (b) 撓み……Dial gage による

4. 解析方法

解析方法の詳細についてここでは述べる余裕はないが、大略下記の通りである。

Vertical web をその中立軸でおきかえたラーメンとし、変断面および剪断力の影響を考慮した Hardy Cross 法を適用した。Web Corner 部に対しては Osgood 氏の理論によった。

5. 実験結果

(1) 弾性域

16t 載荷時の応力状態を計算値と比較して第 3, 4 図に示す。

(i) 実測応力と計算応力はかなりよく一致している。

(ii) No. 1, No. 2 の Vertical web corner の応力を比較すると、No. 1 試体の方は Corner 部分の弾性強度を大きくしたにもかかわらず応力が大きい。No. 2 試体では局所的な応力集中は大きいと思われるが、測

定の範囲では No. 1 試体より小さく予想外であった。

(2) 最終状態

No. 1, 2, 3 試体をまとめて述べると、

(i) 破壊はすべて圧縮側の Face plate の局部坐屈よりはじまった。特に No. 3, No. 1 試体の弾性強度を主体にして設計した Web corner 部は塑性域で簡単に坐屈した。多少の Stiffener など役に立たなかった。

No. 2 試体の直角 Corner 部分は予想通り坐屈しなかったが、引張り応力部では応力集中の Corner にクラックを生じた。

(ii) No. 1, 2 とともに崩壊開始荷重は 29ton, No. 1 試体は Corner 部分の、No. 2 試体は直線部分の、いずれも圧縮側 Face plate の坐屈からはじまった。

この外、Web plate の剪断坐屈も各所に生じた。

(iii) これらの実験から、Corner 部分は No. 1 試体と No. 2 試体の間に Optimum point があると思われる。

(iv) 一般に現行設計方法はあまりにも初等材料力学的で、桁の深さが深すぎ、Face bar の坐屈、Web plate の剪断坐屈等に対する考慮が欠けているように思われる。

(v) 最終荷重 29ton を水頭に換算すると約 20m となり、現在の使用荷重の約 2 倍程度である。この最終荷重は予想外に小さいが、実船では Center tank の影響があるので、安全率はこの値より一般に大きくなると思う。

3. 船体構造実験

1. 概要

コンテナと船体構造を一体化した場合は、船体構造は非常に高い圧力を目標にして設計せねばならない。序

文にても述べたようにこのような高い圧力下における船体構造の最終強度についてなんらの研究もなされていないので、合理的な設計を行ない難い状況にある。従ってこの実験で大型のタンカーの耐圧力を研究して基礎資料とした。試験方法としては Center tank に圧力を加えて破壊状況を調査した。すなわち Center tank をコンテナ室と考えた場合の耐圧力を調査したことになる。

2. 目的

(1) 大型タンカーの骨組構造の弾性域における諸性質、最終状態における破壊状況を調べて、一体化の基礎資料とする。

(2) 垂直方向の部材を大骨とした Vertical web system, 水平方向の部材を大骨とした Horizontal stringer system の比較も行なった。

3. 供試体 (第5図 a, b)

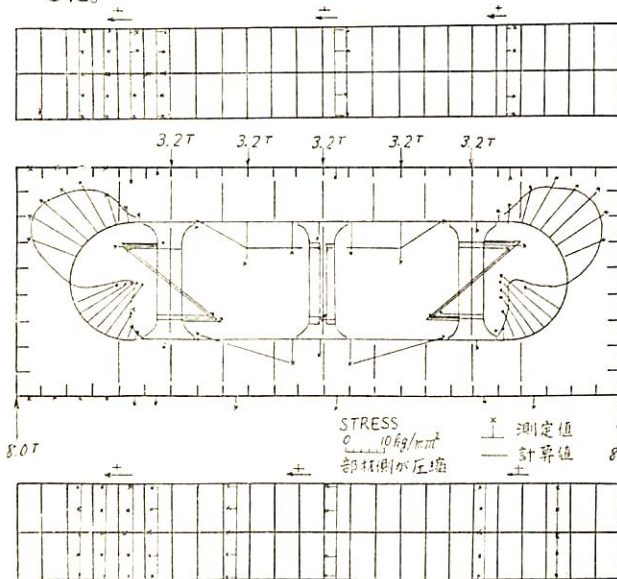
大型タンカーの中央部 1 Tank length を約 1/2 に縮小した構造を有する。図で左側の Wing tank を前述の Vertical web system, 右側を Horizontal stringer system とし、両者の重量を略々同一として比較条件とした。

4. 実験方法

(i) 圧縮空気による方法

構造物試験室にて実施した。工場用 Air により、Center tank に水頭換算して最高 40m までの内圧を与えた。模型実験における相似則は分布荷重の大きさに関係しないから、この実験では実船でも 40m の水頭を与えたことになる。

この圧力で模型の溶接不良部に亀裂を生じたので中止した。



第3図 0.1 試体測定値

(ii) 水圧による方法

40m以上の水頭圧力は危険(特に圧縮空気では)と考えて、当所第6船台で水圧により Center tank に圧力を加えて最終状態に至らしめた。

(3) 測定方法

(a) 応力……電気抵抗線歪計による

(b) 撓み……差動変圧式撓み計を自作して測定した

5. 解析方法

解析方法について詳細に述べる余裕はないが、船体構造を立体格子構造と考えて剪断力、変断面の影響を考慮した撓角法を適用し、連立方程式を電子計算機で解いた。この撓角式は Hardy-Cross 法を求める前段階式に荷重項を加えて求められる。

6. 実験結果

(1) 弾性域

水頭の場合の応力、撓み分布を計算値と比較して示す。

(第6図 a-b)

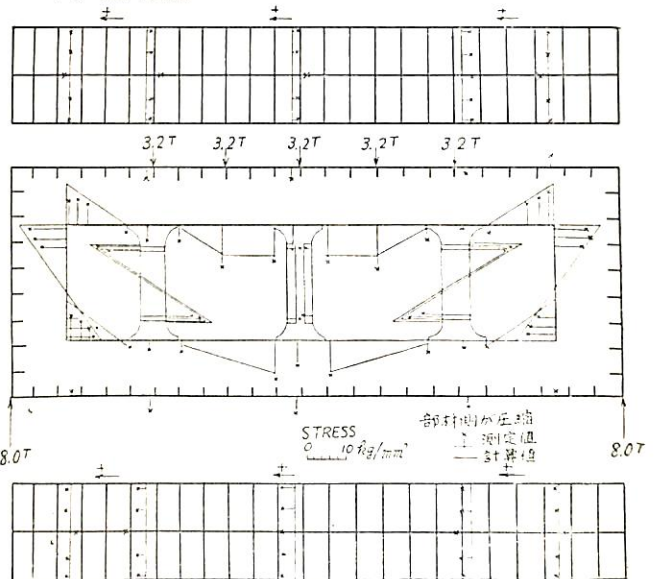
(i) Horizontal stringer system は Vertical web system に比して応力、撓みともに小さい。

(ii) 計算値は撓み、応力ともやや高目であるが、かなりよく一致している。

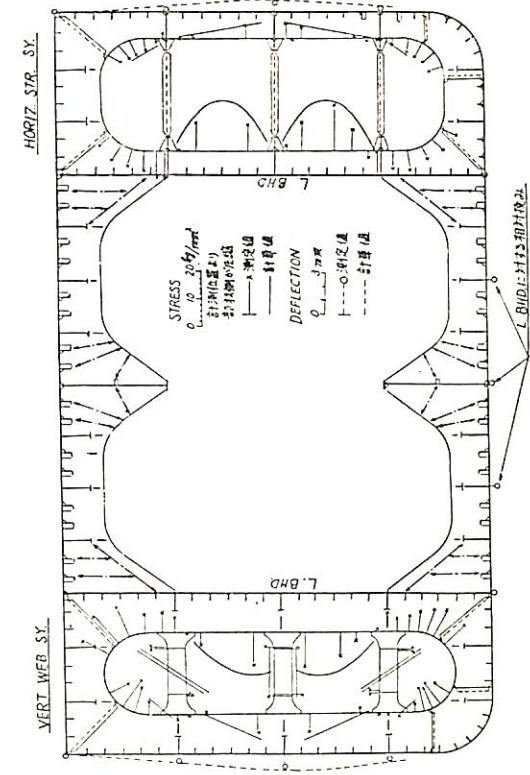
(iii) 基礎実験で大きな応力を生じた Vertical web corner 部は載荷方法、骨組構造の差のためか、この船体構造実験ではあまり大きくない。

(iv) この実験では最大曲げ応力は Vertical web system では Horizontal stringer に、Horizontal stringer system では Vertical web に、各々その直線部分に生じた。

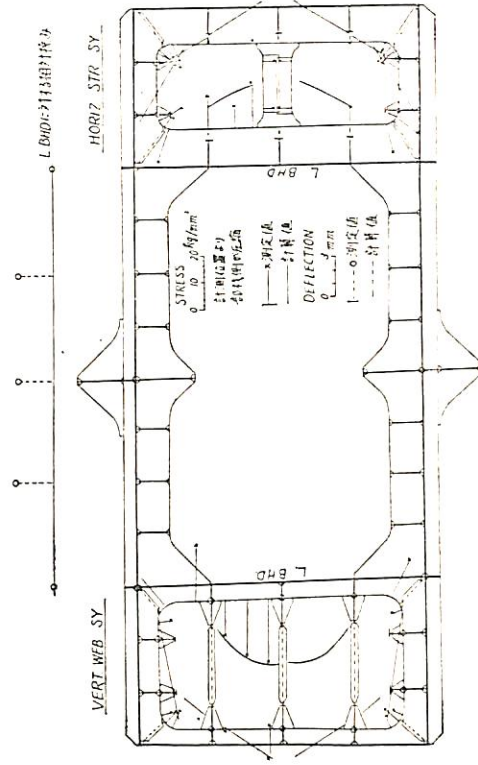
(2) 最終状態



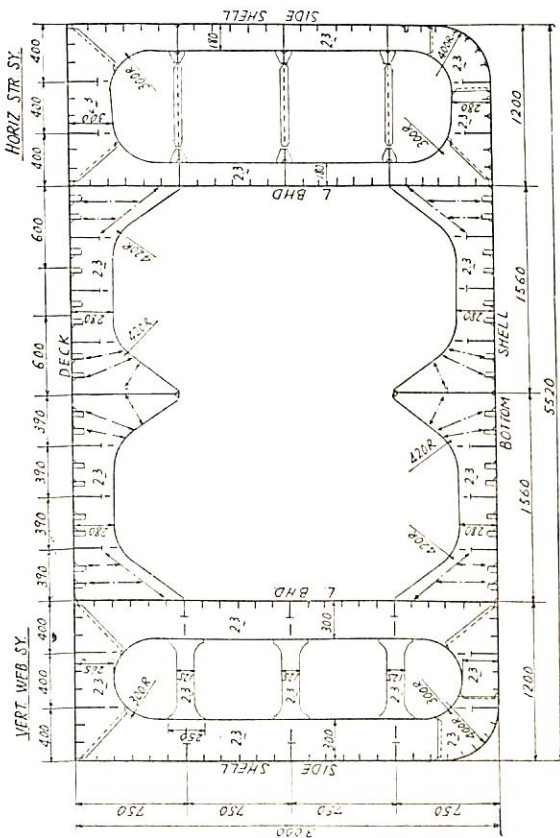
第4図 0.2 試体測定値



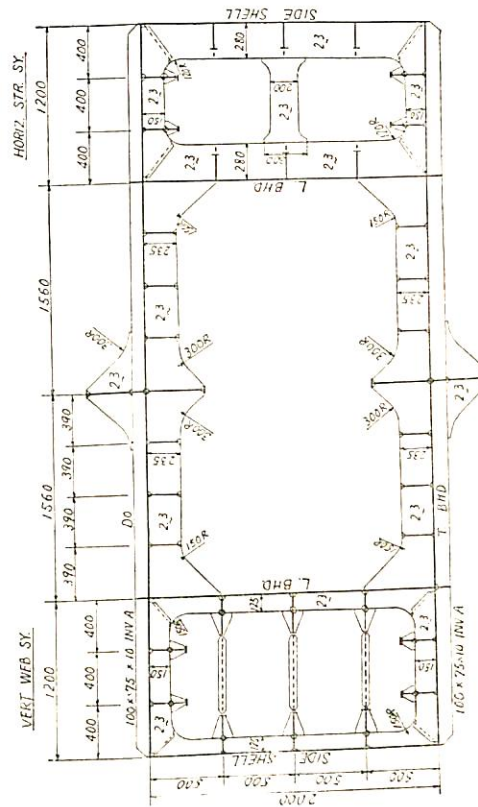
第 6 図-a 水頭30m時の測定値
(Middle section)



第 6 図-b 水頭30m時の測定値
(No. 2 Horizontal stringer)



第 5 図-a 船体構造模型
(Middle section)



第 5 図-b 船体構造模型
(No. 2 Horizontal girder plan)

内圧が水頭46mに達したときまず Horizontal stringer system の Longi. Bhd. 付 Vertical web plate が剪断坐屈し、続いて Vertical web system の Vertical web plate が剪断坐屈した。また Strut も坐屈した。

(i) Horizontal stringer system が僅かではあるが先に破壊した理由は両者の Longi. Bhd. 付 Stiffener が水平であるため Vertical web の受ける Stiffener 反力は両者とも略々同一であるが、Horizontal stringer system の Vertical web は深さが浅いため、剪断応力が大きくなることによると思われる。

(ii) Longi. frame が Trans. web を貫通する Slot を Collar で埋めたところは坐屈しなかったが、Slot のままのところは剪断坐屈した。(写真8, 9参照)、従って剪断力大なるところは Collar をしなければ全体の強度を低下させることになる。

(iii) 破壊現象はすべて骨組の坐屈によるもので、水密が破れたところはなかった。

4. 結 論

原子力船において、コンテナと船体構造を一体化するために必要な基礎資料を得るために、大型模型によって基礎実験と、船体構造実験を弾性、塑性範囲にわたって研究し次のことが判った。

(1) 現在の大型タンカーの Center tank をコンテナ室としたときの耐圧能力は水頭約40m~50m程度であることが判り、一体化した場合に必要な圧力と略々同程度であることが判った。従って一体化に対する力学上の根本的な懸念はないと判断される。

(2) 破壊試験の結果を見ると、破壊はすべて坐屈によって生じた。その主なものは Web frame 等の主構造部材の圧縮側の Face plate の坐屈、Web plate の剪断坐屈等であって、これらに対する改善を加えると耐荷能力はさらに増大するであろう。これらの坐屈の多くは塑性域で起こったものと考えられる。部材の圧縮側が塑性域に達した場合、局所的な坐屈を必ず起こして、全体的な破壊を起こすか否かについては議論のあるところと思うが、基礎実験のNo. 2 試体の結果からも判るように、ある構造部材については可能であろう。しかし船体は繰返し荷重を受けるので、これらの方面から制約をうけるものと思われる。

(3) 従ってコンテナと船体構造を一体化する場合に、現行の設計方針、すなわち圧縮側が塑性領域に達したところを破壊開始荷重とする弾性設計的な考え方によってもよいが、さらに一步すすめてこれに塑性設計的な

方法と繰返し疲労に対する考慮を加えれば、さらに合理的な設計ができると思っている。

(4) このためには基礎部材、すなわち骨組構造の各要素の最終荷重および繰返し疲労に対する研究を行なわねばならない。

5. あとがき

この研究はコンテナと船体構造を一体化して合理的な原子力船構造を設計するために必要な、基礎的な調査として、現在の大型タンカーの Center tank をコンテナ室としたときの耐荷能力および基礎部材の破壊現象を調査したもので、所期の目的は略々達成したものである。もちろん、序でも述べたように、原子力船のコンテナ室は耐圧能力ばかりでなく、原子炉の支持構造、遮蔽、動揺、振動、衝突等の多くの条件を考慮して定まるので、これらの研究の結果を取り入れて、所期の目的を達成したいと思っている。

終わりにのぞみ、本研究に種々ご指導、ご助力をいただいた東大吉識教授、山本助教、藤田助教、九大山越教授、運輸技術研究所秋田部長、楠田技官に心から御礼申し上げます。

参考文献

- 岡部、堀、森、宮崎 “塑性設計による船殻構造の検討” 西部造船協会会報20号
- 岡部、堀 “Hardy-Cross 法によるタンカー骨組構造の立体的解析” 西部造船協会会報第 8, 9号
- 岡部、堀 “Wing tank 立体格子構造計算について” 造船協会論文集 第106号
- W.R.Osgood, “A Theory of Flexure for Beams with Nonparallel Extreme Fibers” : J of A. Mechanics 1939

読者の皆さまにお知らせ

「船の科学」をご愛読頂き厚くお礼を申し上げます。創刊以来、鋭意内容の充実とサービスに心がけてまいりましたが、最近の諸物価値上がりの影響をうけて定価改訂のやむなき事情でまことに心苦しい次第であります。今後共一段の努力をもって本誌の向上を計る所存でありますから何卒ご了承賜りたくここにお知らせ申し上げます。

☆普通号定価 180円
☆予約購読料金 半年 1,000円
(送料共) 一年 2,000円

(昭和36年2月1日より実施)

船 舶 技 術 協 会

原子力船の遮蔽設計法

川崎重工株式会社原子力研究室

田 中 正 三
田 中 義 久

原子力船で在来船と異なる困った問題の一つに原子炉の運転の際に生ずる放射線と、放射性物質の防護の問題がある。通常原子力船ではこの防護のために大きな遮蔽空間と遮蔽重量が必要になる¹⁾。このことは原子力船にとって全く有害であり、原子力プラントのコストと原子力船の性能の両面に悪影響を与える。このことは原子力船²⁾に最適遮蔽設計なるものを強く要求する。ここでは放射線遮蔽設計ということに焦点を絞り、これに附随する熱的問題、機械的問題には余り立ち入らない。

1. 船用遮蔽の意義

遮蔽設計の基本は原子力船の運航上遭遇するあらゆる条件下で船内各部の放射線および放射性物質の防護が十分行なわれていることである。この限りでは陸上炉でも船用炉でも本質的な違いはない。

十分な防護はまず人間に対して行なわれる。ICRP

第1表 ICRP 放射線許容量

個人許容線量………長期間の蓄積により、あるいは1回の被曝の結果現在の知識に照して重い身体的障害または遺伝的障害の起る確率が無視できるような線量である。またもっとひんぱんに起こるような影響についてはそれを被曝した個人および専門医が許容不能とは考えないような、とるに足らぬ性質のものまでその影響を制限するような線量である。			
曝射部位	職業的被曝	特殊グループB (a, b)	B (c)
生殖線 造血臓器 眼の水晶体 皮膚、甲状腺	5 rem(年) 3 rem(13週) D=5(N-18) 8 rem(13週)	1.5 rem(年) 3 rem(年)	0.5 rem(年)
手、前腕、足、くるぶし	20 rem(13週)		
甲状腺生殖線および造血臓器以外の単一臓器の局限被曝	4 rem(13週) MPC	$\frac{1}{10}$ MPC	
数種の放射線同位元素の摂取による全身被曝	$(\frac{1}{10} \text{MPC})$	$\frac{1}{10} \times \frac{1}{3} \text{MPC}$	
全集団許容線量………主として遺伝的影響に関する考察によって制限される。 遺伝線量 5 rem (30年)			
事故による高度の被曝 ……25 rem (一生に一度)			
緊急被曝 ……12 rem (5年以内にD=5 (N-18) 内にする)			

(国際放射線防護委員会)は次の勧告を出しており、当然原子力船の乗組員に対してもこの基準が適用される。

(第1表参照)

次に原子炉プラントの各機器、計器への放射線損傷(熱的、機械的、放射能的)を防ぐことである。

この基準が原子力船のあらゆる条件に適用される。これは大別して炉の運転時と炉の停止時と事故発生時に分けて考えることができる。このとき予想される条件をまとめたのが第2表である。

第2表 運航上の放射線諸条件

1. 炉心耐圧容器の γ 加熱による損傷を起させない。
2. 原子炉の停止後ある時間経てば格納容器内の各機器系統の保守、点検、修理等のためにある期間接近することができる。
3. 炉心から出る中性子線は格納容器内の各機器系統を放射化しない程度まで減衰する。
4. 全出力運転時および燃料取替時の期間中、原子炉上部デッキ上で放射線量を規定レベルまで減衰する。
5. 原子炉底部から海中にもれる放射線量を制限し、船底ハルの放射化、海中散乱放射線の船室(人間のいる)への入射を許容量以下にする。
6. 機械室、倉庫等規定時間人の入室が許されること。
7. 原子力船の乗組員(旅客を含めて)が規定の許容線量以上各居室で受けけないこと。
8. 原子力船の入渠中、炉心底部への接近を許すこと。
9. 事故時に人間が過度の放射線を受けないことおよび放射性物質を船体にばらまかないこと。

このような諸条件に対して常に十分な防護がなされるのである。

それではこのようにしてでき上がった船用炉遮蔽は陸上炉遮蔽とどう異なるのか。それは船に設備するという事により制約を受けるということである。即ち船はこの遮蔽という無駄な積荷を年中背負って航海しなければならず、それだけ船の積荷量を減らし、さらにこの重量物が船体に集中的にかかり、これが船の振動、衝撃、重心、船速、曲げモーメント、船型に影響を与える。第3表には各種原子炉の設備費の割合およびその重量を示した^{1), 2)}。

これからわかるように原子力船では遮蔽コストと遮蔽

第3表 各種原子炉の設備費の割合およびその重量

設計様式	原 子 炉 型 式											
	減 速 材 冷 却 型									ガス冷却型		
	P W R			B W R			O M R			G C R		
炉 本 体 系 統	3			2			1			2~3		
機 器 装 置 系 統	2			1			2			3		
機 器 装 置 系 統	4			3			2			1		
炉 熱 出 力 MW	25	50	85	25	50	100	25	70	100	25	50	100
炉 本 体 遮 蔽 重 量 トン	201	256	301	222	288	341	206	267	313	718	831	1,050
機 器 装 置 遮 蔽 重 量 トン	374	471	609	457	558	699	432	592	656	60	113	190
全 遮 蔽 重 量 トン	575	727	910	679	846	1,040	638	859	978	778	944	1,240

重量（および遮蔽容積）を軽減することが特に大切である。船用炉遮蔽設計で考慮すべき第2点である。

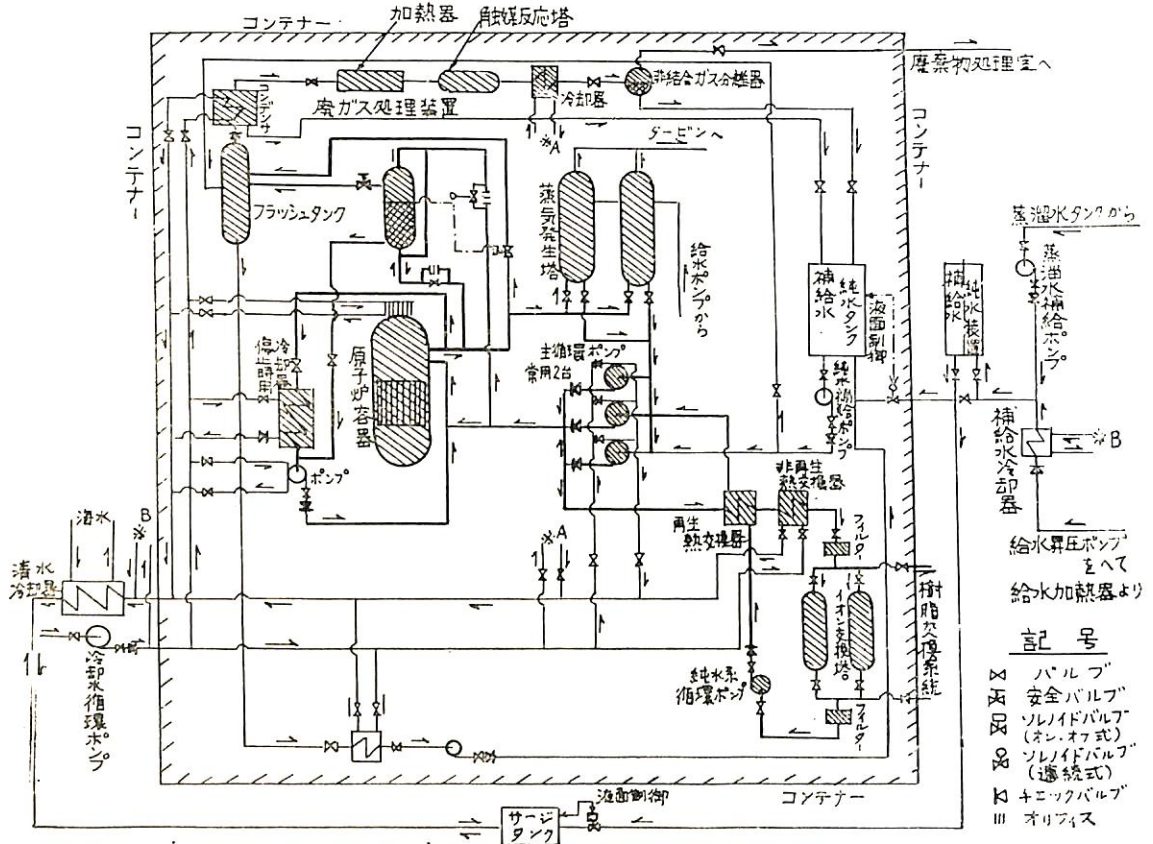
陸上炉では一般に十分な安全率と余裕をもって遮蔽設計を行なうことができるが船用炉では最少限の安全率と最少限の余裕をもって遮蔽設計を行なわねばならない。このように十分な放射線防護ができ、しかも限られた費用で最少重量容積を満足する遮蔽設計が船用最適遮蔽設計である。原子力船の遮蔽設計法は一言でいうならばこの最適遮蔽設計を見出すことにつぎる。これは船用遮蔽の構成についての綿密な検討から始まる。

2. 原子炉系統の放射線源の形成

原子炉系統の放射線源を形成する起源はすべて核分裂現象にある。核分裂によって中性子線、 γ 線、 β 線等が発生し、核分裂生成物が形成される。このうち中性子はさらに他の物質を放射化し、二次の β 線や γ 線源を作る。

従って原子炉系統の放射線源としては直接核分裂現象の起こっている原子炉炉心部と炉心外の構造物や機器と強い中性子照射を受けるものおよび炉心部を流動して中性子照射を受ける冷却材である。放射線遮蔽にとって特に重要なのは電荷を有しない γ 線と中性子線である。

炉心から出てくる運転中の γ 線と中性子線の強さは原子炉の熱出力に比例し最も強い。また流動冷却系の放射線は冷却材そのものの放射化とその中に含まれる放射化された不純物腐蝕生成物の崩壊から生じたものでICRPの勧告値よりもはるかに強い。炉が停止すると中性子



第1図 放射線源分布系統 (黒太線および斜線部は放射能の存在を示す。コンテナの枠線はその内部に格納する機器系統を示す。)

線はすぐ消滅するが、放射性物質から出るγ線はその崩壊に従って時間的に減衰する。第4表は遮蔽にとって重要な放射線源についてまとめたものである。第1図は原子炉系統の放射線源分布系統を示す。

第4表 重要な放射線源

線源の位置	起 因	放射線種類	存在期間	放射線強度
炉 心	核 分 裂	中性子, γ線	炉運転中のみ	~10 ¹⁴ γ/cm ² s
	核分裂生成物の崩壊	γ線, β線	運転中および停止後	
	冷却材構造材	中性子捕獲	運転中のみ	
炉心外構造材 機器	中性子捕獲	γ線	運転中および停止後	<~10 ¹³ γ/cm ² s
	放射性核の崩壊	γ線, β線	運転中および停止後	
炉容器外冷却材	放射性核の崩壊	γ線, β線	"	~10 ⁶ γ/cm ² s

事故時にはこれらの系統から外部に放射能がばらまかれる。

3. 船用遮蔽の構成とその設計

2節からわかるように、原子炉炉心部、主循環系統、純化系統、放射性物質廃棄系統が放射能をもち、これらについて運転時、停止時、事故時に対する放射線および放射性物質の防護が必要になる。この中で炉心部の放射線量は特別強い。また炉心部から使用済燃料の取替え等行なわねばならないので、この部分の遮蔽を炉本体遮蔽とする。主循環系統、純化系統、廃棄系統は放射線源が空間的に広範囲に分布しており、同程度の強度であるので必要に応じて全体を一括して遮蔽したり、一部だけ取り出して部分的に遮蔽したりする。この部分の遮蔽を機器装置遮蔽とする。これに事故時の放射能の拡張を防ぐために放射線源分布系統が一つの格納容器中に収納される。

炉本体遮蔽はその性格から次の4つに分けられる。その各々で次の作業を必要とする。

(1) 熱遮蔽

炉心からの放射線量が大きいので、そのままでは炉心を入れている耐圧容器内で過剰の熱発生を起こすのでこれを防ぐために炉心と耐圧容器間に普通不銹鋼と冷却水とからなる熱遮蔽層がもうけられる。この遮蔽の設計には高速中性子、熱中性子、γ線の減衰を求め、それによって発生するγ加熱を求めることが基本になる。ここでは冷却が必要で炉心冷却材が通る。

(2) 一次遮蔽

耐圧容器から出てくる放射線(中性子線やγ線)を規定の放射線レベルまで落とすもので、中性子線の減衰と1次、2次γ線の減衰評価が必要であり、通常中性子線は軽い物質(水、ポリエチレン等)で減衰し、γ線が重い物質(鉄、鉛等)で減衰する。2次γ線が大きな役割

を演ずるので、後で問題にする最適条件下での取扱いを複雑にしている。必要に応じて冷却する必要がある。

(3) 使用済燃料取替時遮蔽

耐圧容器内の炉心から使用済燃料を取出す時に必要とする遮蔽で一次遮蔽の取り出し部およびその外部でのγ線の減衰、もれ評価が必要である。必要に応じて使用済燃料のγ線の減衰用兼取出し用水槽がもうけられる。

(4) 一次遮蔽体部分遮蔽

炉本体から出ている循環系のダクト・管類および炉制御棒、計測器具類の一次遮蔽貫通部に対する遮蔽で

貫通部からの中性子線やγ線のもれ評価と遮蔽による減衰評価が必要である。通常ダクト・管類に一次遮蔽内で曲部を持たせるとか、鉛リング等の部分遮蔽を併用している。

機器装置遮蔽はその性格から3つに分けられ、それぞれ次の作業を必要とする。

(1) 二次遮蔽

一次遮蔽外面から出る放射線や循環系、純化系、廃棄系からの放射線(主としてγ線であるが一部中性子線)を規定の放射線レベルまで減衰する。各系統の線源分布、強度評価と減衰評価が必要であり、一般にはこの線源分布は空間的に広範囲であることと後の事故時対策のことを考えて一括して遮蔽することが多い。各機器の大きさ、配置・配管のやり方および自己遮蔽効果等が問題になる。大部分はγ線であるので通常鉛・鉄が使用されるが、一部コスト等の考慮から船用コンクリート等も併用されており、遮蔽面によってその遮蔽厚が異なっている。各系統からの中性子線(例えば水中のO¹⁶)はポリエチレン等が使用されている。

(2) 補助遮蔽

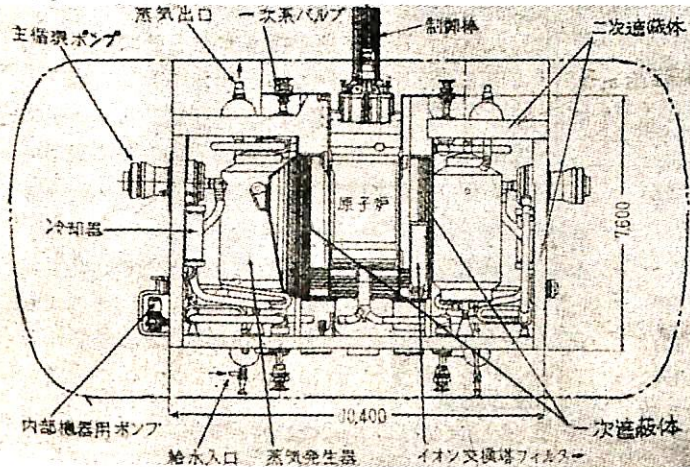
格納容器内のイオン交換塔や放射性廃棄物貯槽等は炉を停止した後も強い放射能をもっているため、これの取替え、保守等を実施するために接近する際には遮蔽を必要とする。線源の強度の時間変化とγ線減衰評価が必要である。この他船内各部分は放射線管理が行なわれるが、この区画境界で補助遮蔽を行なう。また、放射線に影響を受ける機器類の遮蔽や、距離による減衰を利用したシャドウ遮蔽も考慮する。あらゆる条件下での放射線分布と補助遮蔽の遮蔽効果の評価が必要である。

(3) 二次遮蔽体部分遮蔽

格納容器への人間の出入口、燃料の出入口、機器の出入口、ダクト管類の出入口等の二次遮蔽体貫通部の遮蔽で

ある。放射線のもれ評価、放射能物質のもれ評価それに対する防護が必要になる。通常、人間、燃料、機器の出入口には密閉式遮蔽扉が用いられ、ダクト・管類は曲部を二次遮蔽体内でもたせ、一部部分遮蔽を併用する。

以上が船用遮蔽の構成とその設計作業である。勿論上記の遮蔽が十分なされなくてはならない。限られた費用で最小重量容積の遮蔽はこの範囲内でその内部構成の中に求められることになる。第2図は船用遮蔽の概略図を示す。



第2図 船用遮蔽の概略図
(レーニン号の原子動力装置)

(一次遮蔽体の構造およびイオン交換塔、蒸気発生器、主循環ポンプ等の配置に最適遮蔽への考慮がわかる。)

4. 船用最適遮蔽

船用最適遮蔽を求めようという動き研究は既に始まっている^{4),5),10)}。これが内部構成が全体としてからまり、しかもそれぞれの内部に未知あるいは不確定の要素が多いために、この種の研究はきわめて行ない難い。現在まで完全に最適化された船用遮蔽あるいはどこまで最適化の実施ができ得るのかについて、満足な回答はどの原子力船についても与えられていない。ここでは最適条件をどこに求めるかについてまず明らかにしたいと思う。未知あるいは不確定の要素がどこにあるかから検討しよう。それには上記の個々の遮蔽についてその重量構成について検討することから始まるが、筆者らの行なった分析では次の5つの研究課題にまとめ上げられるのではないかと考えられる。

(1) 放射線レベルの分布、そのエネルギーおよび角度分布の算定の困難さ

これは理論計算からくる問題と複雑な幾何形状からくる問題がある。理論計算では、各機器系統の線源、強度、エネルギースペクトルの計算と遮蔽体中での中性子線、一次二次γ線の減衰計算をあらゆる原子力船の運航条件

下で実施しなければならない。こうした計算が実際の値を正確に予知し得ることであるが、現在これらは十分でない。それは計算の基礎となっている基礎物理常数の精度が十分でなく、これが減衰計算の時には大きく影響を与えることと減衰計算の方法が近似法に頼っておりこのやり方が不十分であることから起こる。そのためその計算にはそのような不確定な要素から入りこむ誤差を安全因子として遮蔽設計に見込まねばならない。当然安全因子が高ければ高いほど遮蔽に要する重量は大になる。従

ってこの安全因子を下げることでできる計算法を確立することが必要であり、現在物理常数と近似計算法を基礎遮蔽実験の結果と比較し、その計算に適した遮蔽物理常数を見出すという半経験的な常数を求めてこれによって減衰計算を行なう。また計算法もできるだけ近似法を高めて、例えばモンテカルロ法やモメント法等大容量高速電子計算機を駆使して行なう方向に向っている。

複雑な幾何形状線源からくる問題は計算で詳しく求めることは殆んど不可能に近い。こうした問題は、模型実験と実物試験結果との比較による解決法を見出すことが必要となってくるであろう。この中で機器系統配置による放射線の自己遮蔽効果(一次遮蔽体の形に影響)とか、空間各部での放射線分布を確立し、二次遮蔽体設計の資料を得ることである。部分遮蔽であるダクト・管類の貫通部、シャドウ遮蔽等も実験研究することが必要となる。これら実験研究は、SPR(遮蔽研究用原子炉)や放射性同位元素を使用しなければならない。

(2) 船用遮蔽構造上の自由度

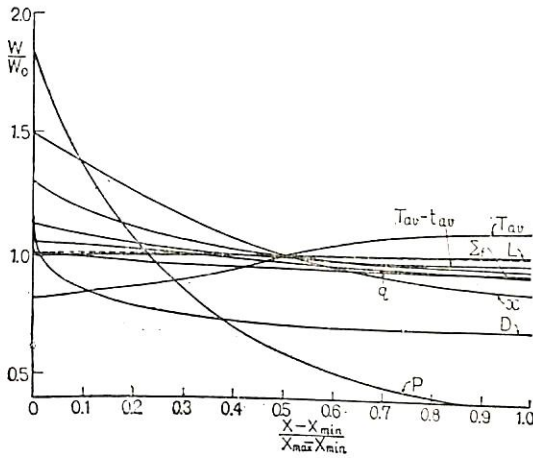
一次遮蔽体の内部構造は中性子線と一次二次γ線の減衰を必要とするので、重い物質、軽い物質、熱中性子吸収物質の混合、組合せにある最適条件が存在する。二次遮蔽体は各放射線源機器系統を一括して遮蔽するか、それぞれ個々に遮蔽するか、またその時の配置構成をどうするのか、これは前の自己遮蔽効果とも含めて最適配置構成を形成する。また各機器そのものの大きさ、言葉を変えればプラントの設計条件の自由度に伴う二次遮蔽体への影響がある。特に一次遮蔽体の大きさが、また二次遮蔽体に影響するので、一次遮蔽体の最適構造は一意的なものではない。

このような一次遮蔽体の最適条件(材料、構造)、系統機器の配置構成の最適条件は、それらについての理論の確立が必要であると同時に、またそのためにはそれらの保守点検、修理、建造上の問題も考慮した模型プラントによる研究が必要になるであろう。このような面での研究はきわめて立ちおくれている。

このほか部分遮蔽、補助遮蔽のやり方もある自由度を有している。

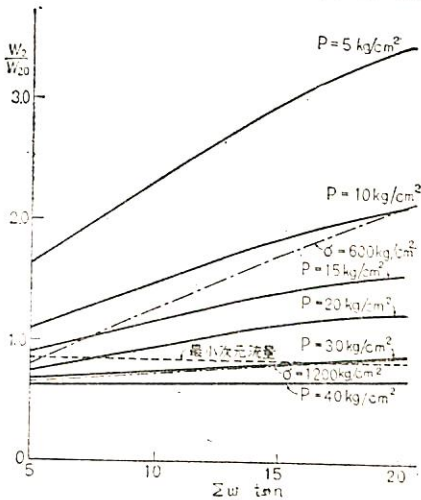
(3) 事故時対策の影響

放射能系統から放射性物質が放出される時、それらを特別の格納容器に収納するのか、あるいは船体構造上での収納を考えるのか、またその時の収納可能条件(最大事故想定)をどう決めるのか、また二次遮蔽体は格納容器の外側に設置することにするのか(現在) そうしなくともよいのかということによって二次遮蔽体は大きく影響される。この時には各機器系統の占める全体積と収納容



第3図 W_{coll} の変化率

設計パラメーターの変域変化による遮蔽重量の変化率を示す。コンテナの設計圧P、放射線管理の量D、一次遮蔽の大きさに対応するx、冷却材の平均温度 T_{avr} 、機器配置の因子L、が遮蔽重量に大きく影響している。



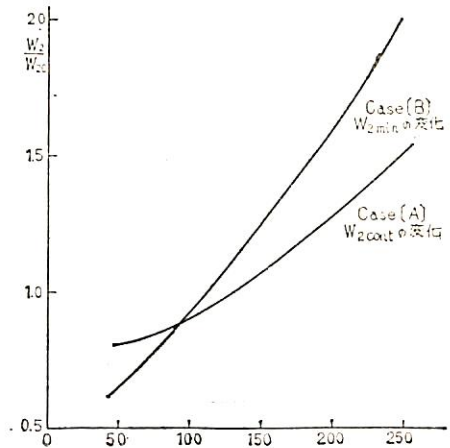
第5図 二次遮蔽重量変化と保有水量の変化

コンテナの圧力を低くして遮蔽重量を軽減するには保有水量をできるだけ少なくすることが必要である。またコンテナの設計圧を高めることが重要である。

器の形状が問題になる。こうした問題も理論と模型プラントによる実験研究を必要とする。

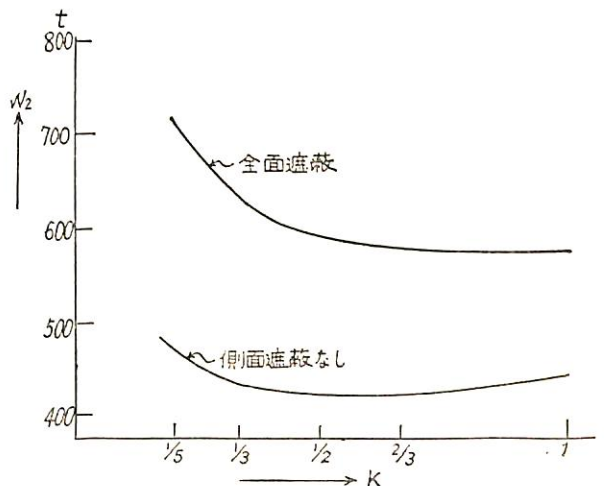
(4) 放射線管理

人間が受ける放射線量は放射線管理を確実にすることによって遮蔽設計の放射線レベルの設定に自由度が生まれる。それは船内各区画での人間の存在期間の規定例えば倉庫、ポンプ室等は人間のいる期間は短くてよく、放射線レベルも比較的に高くてもよい。船員室、客室等常時人間のいる所はプラントから遠ざけて放射線を受けば



第4図 二次遮蔽重量変化と一次遮蔽厚の変化

二次遮蔽重量 W_2 は一次遮蔽厚 Z によって極めて大きく変わる。



第6図 遮蔽体次元比と二次遮蔽重量の変化

遮蔽体次元比の0.5~0.8までの変化に対しては遮蔽重量は余り変化していない。

いようにすることが可能である。炉停止後、プラント機器の保守、点検、修理にはいる時間の規定もある程度変えうるし、許容線量の受けもつ中性子線と γ 線の割り振りもある程度自由である。こうした事柄は当然船用遮蔽に影響するし、船体設計、機器設計、遮蔽設計の三者が協力して解決すべき問題である。そして最終的にはこうした放射線管理は実際の長期にわたる経験を必要とする

考えられる。

(5) 固有遮蔽体軽減の可能性

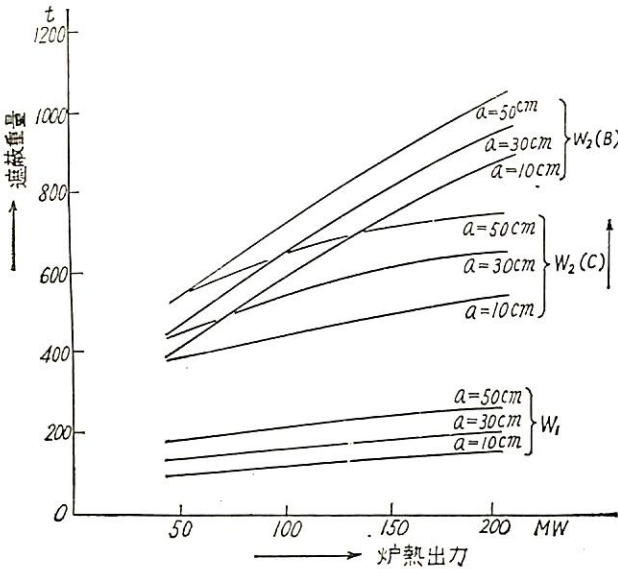
船体構造物や船固有のバラスト、燃料油、雑用水、積荷等を二次遮蔽体として利用し、固有の二次遮蔽体を軽減することである。油タンカーのように積荷原油を利用して二次遮蔽するような場合固有の遮蔽体は大幅に軽減される。これは原子炉の種類、原子力船の種類によってそれぞれ検討されなくてはならない問題であり、ここでも船体設計者と遮蔽設計者との協力が必要である。

筆者らはある仮定のもとにPWRについて船用遮蔽重量について以上の点の予備研究を行なった。その結果が第3図、第4図、第5図、第6図、第7図、に示されている。これからわかることは炉本体の遮蔽構成(特に一次遮蔽)と二次遮蔽との関連、格納容器設計圧の設定、機器系統の配置、放射線管理による許容線量の大幅な変更等が重量的には大きな意味をもつことがわかる。しかしさらに大きく軽減するには固有遮蔽体をなくするという手段に頼らねばならない。

このPWRの遮蔽重量に対する予備的な研究からも、船用最適遮蔽について指適した5つの点を解決することがきわめて重要であることがわかる。このような問題を原子炉の種類、原子力船の種類によってそれぞれ個々に研究されなくてはならない。今後さらに多くの理論計算と実験研究が必要であり、さらには実際の原子力船の巡航による資料が期待されるのである。

文 献

- 1) "Economics of Conventional and Nuclear Merchant Ships" by American Standard
- 2) 原動研1958年次報告書、放射線防護篇“船用遮蔽設計の問題点”
- 3) "Shielding Aspects of Nuclear Power Plants for Marine Propulsion" by B. Wolfe et al. S. N. A. M. E. annual meeting Nov. 1958
- 4) "A Note on the Theory of Minimum Weight Shield" by H. Jr. Hurmitz K A P L—1441, 1957
- 5) "Bestimende Faktoren für Grobe und Gervicht des Strohlunshutzes von Schiffs-Druckwasserreaktoranlagen" von K. Schleifenhelmer. Atomkern Energie, Nov. 1958
- 6) 海洋観測原子力実験船“原子動力装置設計計画報告書”(原船懇資料)
- 7) "Reactor Shielding Design Manual" by Theodore Pockwell III
- 8) BAW-1441-1 Nuclear Merchant Ship Reactor Shield Design Summary Report Aug. 1, 1959
- 9) "Atomic Icebreaker Lenin" by Alexander, et al.
- 10) "船用遮蔽重量軽減の問題点" 原子力工業 Vol. 6 No. 9 Sept. 1960



第7図 炉熱出力による一次遮蔽および二次遮蔽重量の変化

一次遮蔽は熱出力に対してゆるやかに変化するが二次遮蔽はかなり大きく変化する場合がある。

パラメーターの説明

記号	内容	代表値	変域
Q	熱出力	$80 \times 10^3 \text{kw}$	30~200
q	出力密度	80kw/t	50~150
Σ_f	核分裂断面積	1cm^{-1}	$\Delta \sim 20$
x	鉄—水体积混合比	$\frac{1}{2}$	0~ $\frac{2}{3}$
a	炉容器マージン	25cm	10~50
$T_{out}-T_{in}$	冷却材炉出入口温度差	40°C	10~80
$T_{av}-t_{av}$	熱交換温度差	25°C	10~40
T_{av}	冷却材平均温度	260°C	220~300
P_{cont}	格納容器設計圧	15kg/cm ²	5~40
βD_{out}	放射線許容線量	0.1mr/h	0.01~10
L	機器配置因子	150cm	50~250
X	設計パラメーターの変数		
X_{max}	Xの最大値		
X_{min}	Xの最小値		
W_{10}	一次遮蔽重量の代表値		
W_{20}	二次遮蔽重量の代表値		
W_0	全遮蔽重量の代表値		
[A]	コンテナ—格納遮蔽方式		
[B]	最小次元遮蔽方式		

2 領域 過熱 沸騰 水 型 原 子 炉

運輸技術研究所原子力船室

現在の軽水型原子動力装置は飽和蒸気を用いるか、化石燃料による過熱装置を併用するかしているので、効率が悪く(30%程度)原子炉の特長が充分生かされていない。効率を上げるため、中空燃料の中空部に蒸気を通して過熱する核過熱方式が方々で研究され、われわれのところでもその試算結果を昨年報告したのであるが、この方式は燃料と炉の構造が複雑になる割に、十分な過熱度が得られないということだった。そこで、新鋭タービンに直結できる効率の高い原子炉で、しかも燃料と炉の構造が簡単で建設費が安く経済性の良い新形式炉を探すために、われわれは同一圧力容器内で過熱部を独立させ、過熱部と沸騰部からなる2領域沸騰水型炉を計算の対象に選びその性能を調べることになった。2領域炉といってもその過熱部の核的性質の違いにより、いろいろの型式が考えられる。われわれはアリスチャーマ方式やG. N. E. 社のボーナス型と異なり、高速中性子炉的な組成を有する過熱部と通常の沸騰水炉を結合することを考えた。このような原子炉系を実現しようとすれば、多くの困難に出会うことは明らかであるが、他方、この方向の努力を促す資料もようやく整ってきたのである。すなわち高速一熱中性子組合せ炉が、増殖性において高速炉の特長をかなり保持しているのに加えて、中性子寿命、従って動特性において熱中性子炉の特性を有していることなどである。われわれの考えた炉心系で要求する蒸気過熱度は得られるか、臨界量は適当か、転換率ほどの程度か、等きわめて問題は多い。この種の問題に迫るときの定石として、われわれはまず、できるだけ単純化したモデルについて大まかな近似計算を行ない、系の一般的特性、傾向を窺うのである。以下に第1段階における計算結果の一例を上げてみよう。

炉心系モデルは2層同心球、反射体なし、高速アセンブリの位置は外側または内側とする。アセンブリの性状は表1のようである。なお高速部のウラン235濃縮度が100%のときはそれ独自では臨界半径が42.5cmとなり、沸騰部独自で臨界に達するときの半径と同じである。

表1 アセンブリの性状

	体 積 組 成 %				濃縮度%
	UO ₂	Fe	H ₂ O	ボイド	
高速部	28.8	28.7	0	42.5	100
高速部	28.8	28.7	0	42.5	10
BWR	33	12	38.5	16.5	4

炉の方程式は2領域3群拡散方程式、均質化、エネルギー区間 ∞ —9 keV (第1群), 9 keV~0.4 eV (第2群), 0.4~0 eV (第3群)とした。

結合系の臨界半径をみると図1のようである。高速部濃縮度100%の時には、高速炉の位置が内側の時臨界半径が小さくなり、外側のとき大きくなる。孤立系の臨界半径に比べて20%前後の変動がみられる。濃縮度10%の時には沸騰部の組成はそのままで変えてないので、簡単に100%の場合と比較できないが、傾向は高速部内側(独自では臨界半径256cm)の時は全系の臨界半径は入れた高速部の体積によって支配され、外側においたときは内側の沸騰部が支配的だといえよう。高速部と沸騰部の体積の割合はまず過熱度によって制限される。

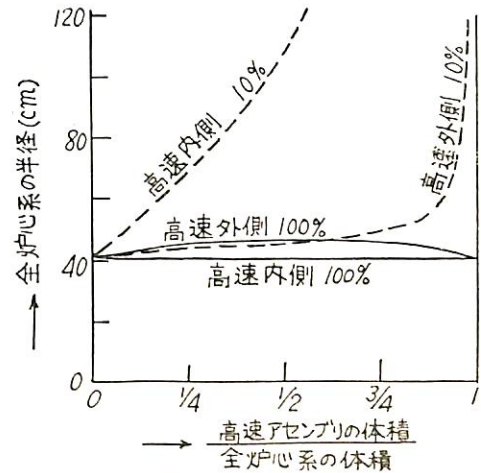


図-1 臨界半径

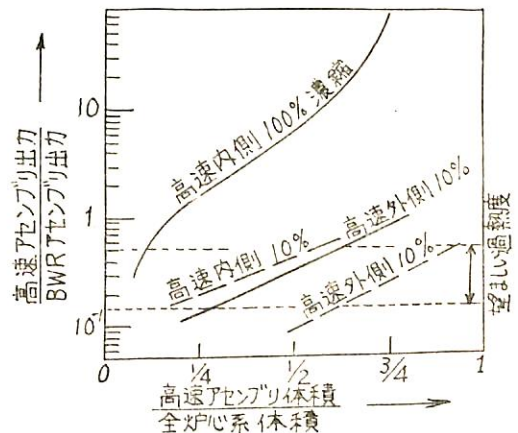
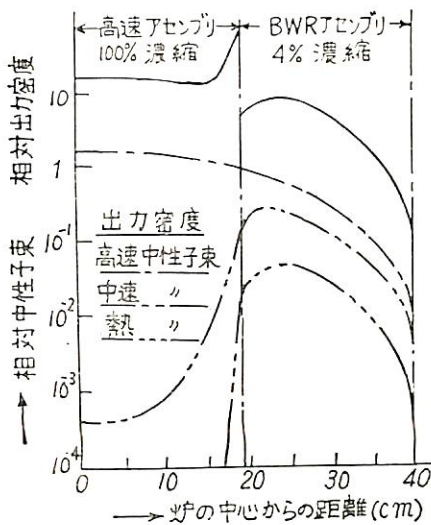
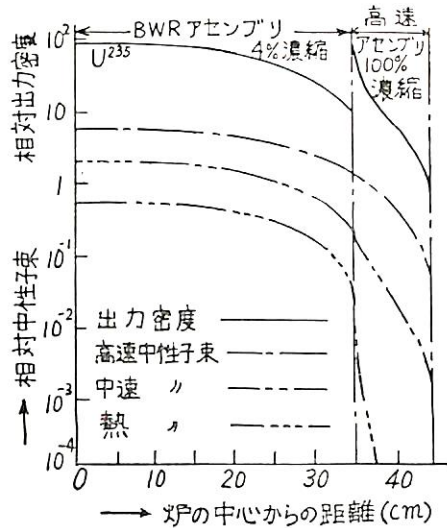


図-2 出力比(過熱度)



図—3 中性子束・出力密度



図—4 中性子束・出力密度

図2は過熱度が高速部の体積によってどう変わるかを示したものである。横軸に平行な2本の点線に挟まれた範囲が通常のタービンに要求される過熱度に対応するアセンブリ間の出力比である。

この図からみると高速アセンブリ内側で100%濃縮の場合は過熱度が高くなりすぎ、過熱度を適当な値に下げようすると高速部の体積が小さくなる。蒸気流速と出力密度が法外に大きくなるのが予想される。高速外側で10%濃縮の場合はやや過熱度が低くなるもようである。いま仮に(高速部出力)÷(沸騰部出力)が0.5~0.3の場合に対しては陸上炉とみなして、全出力200MWを要求し、0.3~0.1の場合に対しては船用炉とみて50MWを要求したときの出力密度をあたってみると表2のようになる。

表2

ケ ー ス	1	2	3	4	5	6	7
高速部出力密度 (100%濃縮) $\frac{\text{kw}}{\text{l}}$	2,200	250	65				
” (10%濃縮) ”				7.4	23	80	24
沸騰部出力密度 (4%濃縮) ”	160	300	180	14	43	470	260
要求出力 (MW) ”	200	200	50	200	50	200	50
高速部体積/全体系積	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{2 \cdot 3}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{1}{2}$
高速部位置	内	外	外	内	内	外	外

出力密度は30~100kw/l が望ましいのであるから、この表からすると高速内側、100%濃縮の場合に対して、過熱度が陸上炉のそれに近いというだけの理由で200MWを指定したのは大き過ぎたことがわかる。この程度の濃縮度ではもっと小出力のものでないといけない。図2, 表2からして、高速部の体積が全系の体積の $\frac{1}{4} \sim \frac{2 \cdot 5}{4}$ を占める範囲にあり、高速部出力が沸騰部出力の1~5割にはいるような場合には、高速—熱組合せ2領域沸騰水型原子炉の可能性が考えられるようである。なお高速度と沸騰部の境界面から高速側にはいったところで熱中性子の流入により出力密度が著しく切り立つのであるが(図3, 図4参照)、この切り立つ傾向は高速部の濃縮度を下げてもあまり改良されない。この領域は、中性子のエネルギー分布が空間的に激しく変化するので3群理論でこれ以上扱うのは差し控えている。

大体以上のようなことが先ごろまでわれわれの行なってきたことである。問題の性質上すなわち、きわめて広いエネルギーならびに空間分布を呈する中性子束を扱わねばならぬことから、計算費のあまりかからぬパラメータ計算ができないため、なかなか計算が進まないで困っているのが現状である。

鋼材の切欠脆性

東大教授 吉識雅夫・金沢武著
B5判 44頁 80円(〒8円)

船の科学ファイル

昭和32年度以降は大版を御利用下さい。
大版 12冊綴用 150円(〒不要)
昭和31年度までは並版を御利用下さい。
並版 12冊綴用 150円(〒不要)
申込みは直接船舶技術協会宛にお願いします。

燃料棒構成元素の空間分布を考慮した 中性子の透過に関する研究

運輸技術研究所原子力鉛室

船用原子炉を開発するに当り、各分野からの研究がなされるべきであることは明らかである。その中で、原子炉内中性子の働きを研究する部門も存在する。これは船用炉の安全性、経済性等の問題に大切な資料を提供するものであるが、このように基礎的な分野に至ると、特に船用原子炉に限ったことではなく、一般に原子炉共通のそして未解決の問題を必ず扱わなければならないのである。船用炉といえども、そのような多くの困難な未解決の問題からまぬかれることはできないのである。

実際の原子炉は、大部分が減速材中に燃料棒を格子状に配置した不均質原子炉である。燃料棒の中性子吸収率は、中性子エネルギーにより違っている。現象論的にいえば、この燃料棒の吸収作用により減速材中の中性子スペクトルが歪んでくる。その歪んだスペクトルが燃料棒中の各元素の各種反応断面積の実効値を決定させる。それにより中性子の増倍率が決定されてくるのである。

このように見ると、燃料棒内の構成元素の種類および空間分布状態が大量の中性子照射により変化してくることはうなずかれるだろう。事実、 10^{13} neutron/cm²secの中性子束の原子炉内で天然ウラン金属棒を400日間、中

性子に曝しておくとも各種元素の空間分布は図1に示したごとく分布をする。但しU²³⁵はその数が圧倒的に大で、ほとんど不変としておいた。またPuの同位元素はPu²³⁹だけを操り上げてみた。さらに図2にはその各元素の各種反応断面積を示した。このように、エネルギーに対する断面積の様子もまちまちである。注目すべきことは燃料棒といえども大量の散乱を含んでいることである。

このように複雑な構成をしている棒に対する中性子の透過確率を精度良く求めるにはどのようにしたらよいか？ この問題は数学的に扱いが難しく、いままで種々の近似法でつまされてきた。

即ち一番粗い近似では燃料棒の散乱は無視して、且つ各元素の空間分布も均一であるとして扱う手法であった。最近になって米国のStuartが空間分布は均一であるとして、三次元的な取扱いで散乱の効果を含めた透過の確率を変分法で求めた。それによると前者の近似のまじさが特に散乱の効果の無視し得ないことが良くわかるようになってきたのである。

そこで空間分布を考慮に入れた扱いをどのようにし、またその効果はどれほどのものであるかということが問題になってくるのは当然である。この問題に答えたのが

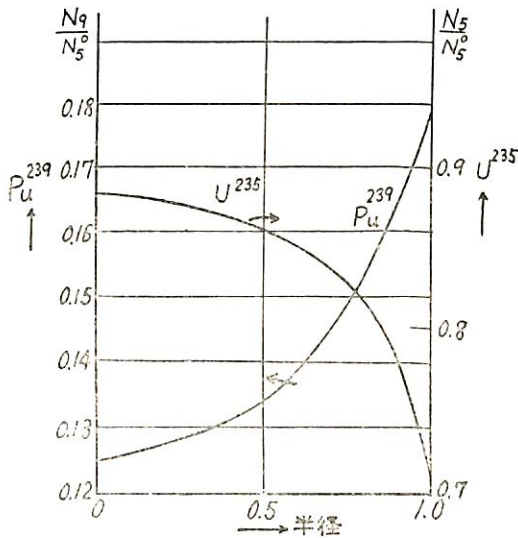


図1 燃料棒内の元素分布

1,600MW D/T N_5^0 はfreshの時のU²³⁵の数

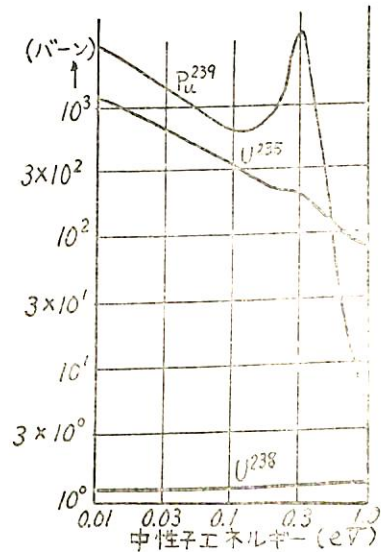
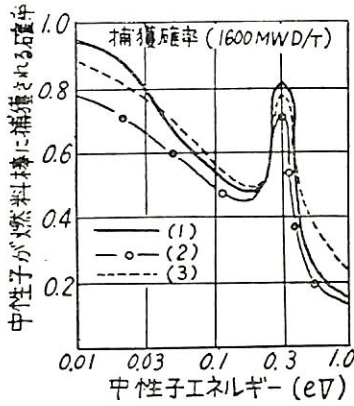
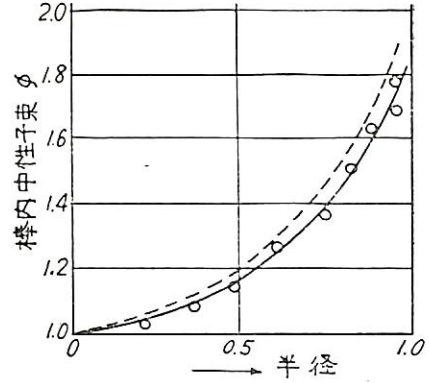


図2 各元素の全断面積



図—3 (1)は本法による値
(2)は均質化して本法を適用した値
(3)散乱無視, 均質化の近似



図—4 —本法を均一な棒に適用した値
--- P_{00} 近似の値
○実験値

運輸技研原子力船研究室で行なわれた研究なのである。これは単色の中性子束がみだす積分形の輸送方程式から出発し、物理的考察からいくつかの補助方程式を導入することにより、原方程式を変形して行き、結局変分法により透過の確率が変分問題の停留値になることを証明したものである。停留値を求める時は各中性子照射段階における輸送方程式の解を試験関数として用いるために非常に精度良い結果が得られる。本理論で特に構成元素の空間分布が一様とすると、Stuartの手法に一致するものである。本理論を直径4 cmの天然ウラン金属棒に適用し、 10^{13} neutron/sec.cm²の中性子束で400日の炉の運転を行なった場合につき、その結果を図3に示した。図3でわかるごとく、吸収の強い低エネルギー側では

空間分布の効果として散乱が中性子の透過をさまたげていることがわかるし、また中性子の透過の確率も前の2つの理論とはかなり異なっていることがわかる。但しこの計算ではPu²³⁹だけをPuの同位元素として考慮した。

なお燃料棒が真新しくして空間的な元素分布も一様で、元素もU²³⁵とU²³⁸とからなる天然ウランにつき計算した中性子束と、実験による棒内の中性子束の比較をしたグラフを示した。(図4)これによると両者の一致は相当に良いといえる。以上により一応中性子の燃料棒透過の問題も解けたことになる。しかしまだ前にものべた未解決の問題が多く存在するわけである。そこでわれわれの研究もそのような問題の解決をする方向へ進まなければならない。

商船基本設計の一考察(第1編)

元東京大学教授
渡瀬正麿 著

本著は船の科学に14回にわたって掲載されたものに、新しく追加および訂正を施して第1編としてまとめたものです。造船・造機の設計並びに現場に関係する方々にとっては本書の豊富な資料は極めて得がたい参考となる

と存じます。価格も特に本書を各人のお手許において頂きたいため廉価にいたしました。既に大口に教科参考書としての御希望もあり、また各造船所よりも大量の御注文をうけております。内容目次は次の通りです。

- | | | |
|-------------------------|------------------------------|---|
| 1. 貨物船の重量速数と載荷容積 | 11. 馬力の略算法 | 21. Newport News Shipbuilding & Dry Dock Co. の重量区分法 |
| 2. 就役速力 (Vs節) | 12. 船舶の推進機関(単螺旋船の特色) | 22. 鉸鉸船殻船と全熔接船との差異 |
| 3. 速長比 (V/√L) | 13. 船の安定 (Stability) | 23. 本邦客船設計について |
| 4. 船舶の種類と速長比 | 14. トリム (Trim) | 24. 船体形状と抵抗理論 |
| 5. 船の長さ (L) | 15. 商船の船型とトリム | 25. Hollows and Humps of Cw-Curves |
| 6. 船の幅 (B), 長幅比 (LBP/B) | 16. 貨物船船型の標準化と諸注意 | 26. 船体形状論 |
| 7. 満載吃水 (d), 幅吃水比 (B/d) | 17. 定期貨物船の高速化(Mariner型)の進出対策 | 27. 航洋船舶の Power Estimation と新傾向 |
| 8. 船の排水容積, 排水量および諸関係式 | 18. 大型客船の高速化と計画法 | |
| 9. 船体形態の諸係数 | 19. 船の重量予算 | |
| 10. その他の諸係数 | 20. 船の重量と推進機関 | |

B5判 上質紙128頁 定価 150円(〒24円)

船 船 技 術 協 会

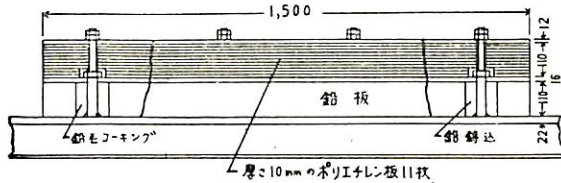
2次遮蔽材の振動実験

運輸技術研究所原子力船室

船用原子炉の2次遮蔽材はコンテナ周辺に取付け、冷却水管系や原子炉本体の1次遮蔽から漏出する中性子、 γ 線などを遮蔽するためのものでその型式には例えばソ連の原子力砕氷船レーニンは原子炉室壁がかなり厚い鋼板からできており、また原子力商船サパンナのコンテナには鉛とポリエチレン製の2次遮蔽材が取付けられている。

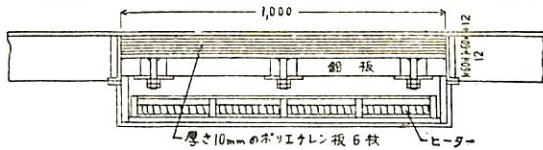
このサパンナの場合には大きな円筒状のコンテナに相当な重量物が取付けられているが、それらの製法、取付法などはわれわれにとって未経験のものであるため、これからの原子力船の計画のための資料を作製する意味で、その2次遮蔽材が船舶で予想される最大の振動に耐え得るものであるかの実験を行なった。

この実験は運輸技術研究所と日本原子力船研究協会との共同研究として行なったものである。



第1図 A型試験片

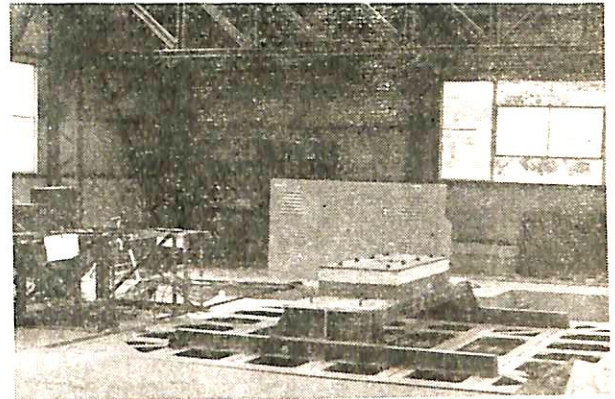
試験片はサパンナに用いられたものを模倣したもので第1図のA型試験片はコンテナの外側に一様に張るもので、鉛板の大きき1,500×650×110 (1,200kg)の上に厚さ10mmのポリエチレン板を10枚積層にしたものを乗せ、コンテナに溶接したボルトで締付けている。鉛板と取付けボルトとのすき間には鉛銑込みと、鉛毛充填との2方法を用いた。A型試験片の全重量は2,150kgである。



第2図 B型試験片

第2図のB型試験片はコンテナの肩にある支持構造部分の内側に取付るもので、ポリエチレン板6枚を積層にし、これを鋼板で押え端部を断続溶接により固定している。その下に1,000×600×60 (410kg)の鉛板をボルトで取付けている。さらにこの試験片では一次冷却管系や熱交換器の破損によりコンテナ内部の温度が上昇した場合の実験も行なうため加熱用ヒータおよび必要な熱絶縁を施した。

振動試験装置は第3図に示すようなもので主な要目は



第3図 振動試験装置

供試体最大重量	7トン
振動盤取付面積	4m×4m
振動方向	垂直または水平
振動波形	正弦波
振動数範囲	300~1,500 cpm
振巾範囲	0~4mm (片振巾)
最大加速度	4g (振動盤のみ) 2g (7トン搭載)
加振方式	不平衡重錘式
最大加振力	28トン
振動盤支持方式	空気バネ
駆動方式	50HP可変速電動機

振動条件はA型試験片で2.6g、常温、B型試験片で3.4g、常温から155°Cであるが、実験の結果、いずれの場合にも破損した部分はまったくなく、構造上十分な機械的強度を持っていることが判明した。また実験終了後、解体により各部の状態を観察したところ鉛銑込部では鉛と鉛、または鋼板との密着性は非常に悪く亀裂やズレが認められ組織もボイドが多くて好ましい状態ではなかった。鉛板は厚い1枚板よりもロール製の精々1"程度ものを互にずらせて重ね合せ、すき間には鉛毛充填を施した方がよいように思われる。ボルト周辺の鉛毛充填部は側面とのタイト性もよく、充填率85~95%で良好な結果が得られた。ポリエチレン板を積層するために用いた4種類の釘はいずれもその用を果していたが、打込みが容易なこと、自由な方向に打込めること等から火薬によるドライビット用の釘が最適であろう。ここでは短時間の実験を行なったが、実船の場合には長時間にわたって衝撃とか繰返し応力を受け各部の疲労が問題になる。この実験では歪み測定点の数も少なく、その上試験片の構造も複雑であるため数値解析を行なう段階まで進まず定性的傾向を見るだけに止ったが、今後この種の実験を行なうためには形状を簡単にし、繰返し応力による疲労、衝撃に対する強さなどの検討を加え、放射線透過実験も併せて行なう必要がある。

試作コンデンサ型ボイド計について

運輸技術研究所原子力船室

1. まえがき

沸騰水型原子炉やボイラ等のように沸騰蒸発を伴う現象の研究には、水管中の蒸気の量、蒸気体積率（以下ボイド率）の測定が非常に大切である。従来ボイド率の測定はガンマー線の透過率がボイド率により変わることを利用して測定するガンマー線ボイド計が使用されてきた。しかしガンマー線ボイド計は静的特性の測定にはよくその機能を発揮できるが、動特性の測定は不能であり、かつ高価で大きな装置を必要とし、取扱いも危険が伴う。

ここに試作したボイド計は船用原子炉の加熱ループ実験装置で動特性測定に使用するために、特に応答が早く、取扱い簡便、同時多点測定が可能等の要求をみたすために、コンデンサ型ボイド計を試作してみた。

2. 動作原理

蒸発管（加熱ループ実験装置ではガラス製。金属管の場合には測定不能。）の外側側面に図-1のように向かいあわせに金属箔を貼り、コンデンサを作れば、このコン

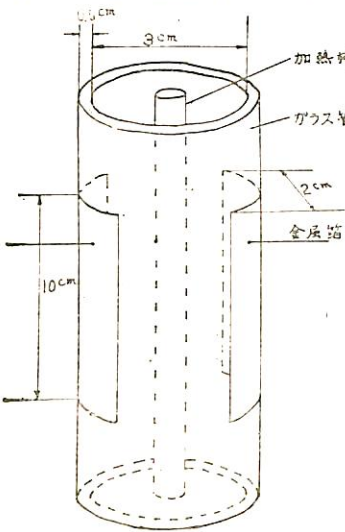


図-1

デンサの静電容量は蒸発管中のボイド率の関数であるからコンデンサ容量を測定することにより管中のボイド率を知ることができる。

管中のボイド率とコンデンサ容量間の関係は、検出箔の横巾が充分せまく、かつ気水混合体の誘電率がボイド率に対して直線関係であると仮定するならば次のような式が成り立

$$C = \frac{C - C_{f=1}}{C_{f=0} - C_{f=1}}$$

f はボイド率, A は材質, 寸法等で決まる定数で

$$A = \frac{1 - \epsilon_2/\epsilon_1}{1 + d_0/d_3 \cdot \epsilon_3/\epsilon_1}$$

ϵ : 誘電率,

添字は 1: 水, 2: 空気または蒸気, 3: 蒸発管 (この場合はガラス)。

d_0 : 蒸発管の等価直径

d_3 : 蒸発管の肉厚 $\times 2$

3. ボイド計検出部, 記録部

検出部の一例を図-2に示す。静電容量検出回路は井上回路を用いている。この回路は安定度の点で難があるが、単純で感度が高い特徴がある。指示には検出出力を一段直流増巾してメータで、または電磁オシロで記録する。

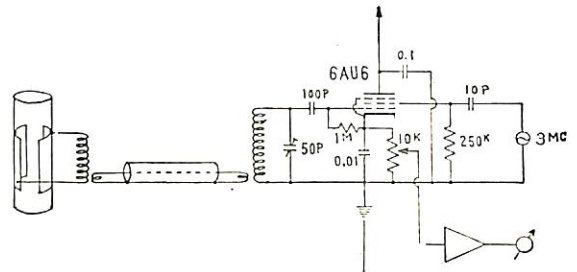


図-2

4. 検 定

このボイド計の検定は加熱ループ実験装置の蒸発管と同質, 同寸法のもを作り, 管中に水と圧縮空気を吹き込み, 任意のボイド率の状態を作りこれを測定した。一方実際のボイド率は蒸発管の両端のコックを同時に閉め, その時の水面の高さより求める。

5. あとがき

コンデンサ型のために, 安定度に難があるが, 応答が早いために瞬時値や分布状態での動特性測定が可能になり, 初期の目的は充分達した。

$$C = \frac{1 - f}{1 - Af}$$

ここで C は静電容量の変化分を基準化無次元化したもので,

炉心の巡回冷却の研究

運輸技術研究所原子力船室

船舶推進用原子炉としては加圧水型原子炉が利用されているが、商船としての採算を考慮に入れると一般に改良型沸騰水原子炉あるいはガス冷却型原子炉の開発が進められないと在来の機関に対抗することができないのではないかと考えられている。このように原子炉の冷却方式が原子動力の経済性には重要な役割を持っている。

この研究は沸騰水型原子炉の新しい冷却方式の一つとして冷却水がクーラントチャンネル内を巡回しながら流れるような方式を採用した場合の流体力学的・熱的諸性能を調べることを目的としている。

一般にボイラなどの蒸発管では水に巡回力をあたえて流すことは熱的利益に比較してポンプ損失があまりにも大きく、重要視されていなかったが、原子炉炉心のように比較的短いチャンネルで非常に大きな熱出力を出し得る場合にはポンプ損失の増加に比較して最大熱流束、熱

伝達などの熱的な面で利益をもたらす可能性がある。

図-1は空気と水を利用して大気圧下での2相流の流動について調べるために用いた装置であり、本体は管の傾斜による影響を調べるため角度を任意に変えられるようになっている。図-2は流入空気量と管内を占める空気の割合を示したものである。巡回流では管の角度により影響されることなく、空気は早い速度で通り抜けていることになる。図-3は巡回流とストレート流の2相流

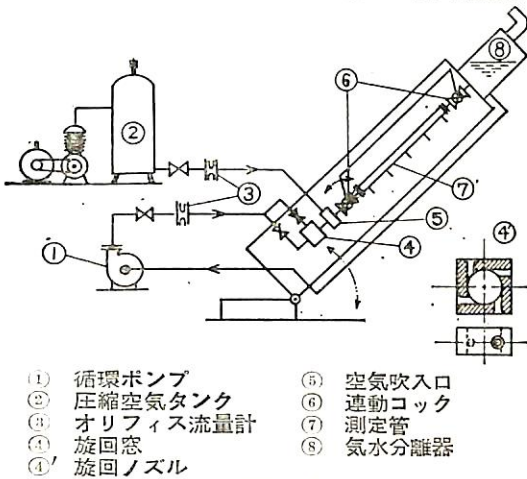


図-1

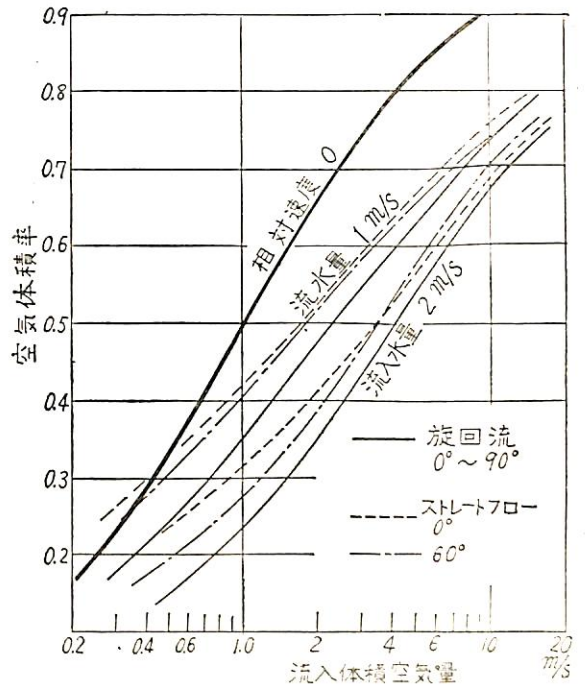


図-2 流動空気量と空気体積率の関係



図-3 (a) ストレート流の流動様式

図-3 (b) 巡回流の流動様式

の流動様式を示す写真である。ストレート流では空気と水の分布が一様でなく、不安定な流動様式に見えるが旋回流では管壁より吹込まれた空気が中心部に集まり、水と分離されて空気の渦柱を形成しているのが見られる。

このように旋回流は大きな遠心力の効果により、①スラッグフローのような不安定な流動を生じない。②管壁で発生した気泡は水と完全に分離されて管の中心部に集まり、水との相対速度を増す。③従って、船の振動・動揺などにより、反応度に影響を及ぼすボイド体積率の変動は生じないものと考えられる。

また、熱的には次のような利点が考えられる。(1)同一体積流量に対する見かけ上の流速が増したことになり、冷却効果が大きくなる。(2)比重差により冷たい水が外側に押しつけられる。(3)発生した蒸気泡が管壁から離れ易くなり、バーンアウト熱流束が大きくなる。(4)熱伝達率が良くなる。

このように多くの長所が考えられるが、熱的な研究は大気圧下で内径20mm長さ600mmのステンレス管を直流電気により加熱し、沸騰熱伝達・バーンアウトについての実験を行なっている。

船用蒸気プラントの過渡特性

運輸技術研究所原子力船室

船用蒸気タービンプラントの動特性を把握することは原子力船プラントの解析や合理的な設計、機関室の自動化等には是非必要なものである。本研究では補機個々の動特性を理論的に導き出し、浦賀船渠との共同で行なった実船試験の結果とをアナログ・コンピュータを使用して比較検討して、プラントの動特性を確立しようというものである。

試験に使用したタービン船のプラント線図のうち、補

機的主要部分を図-1に、またシグナルのブロック線図を図-2に示す。アナ・コンに使用した理論式は、主コンデンサやアレータ水位特性は積分型に、熱交換器群は各々集中二容量型に近似している。

計測、計算の結果を比較すると、流量水位系はよく合い、熱系も時定数を流量の関数とする非線型のあつかいをすれば、良く表わし得ることがわかった。

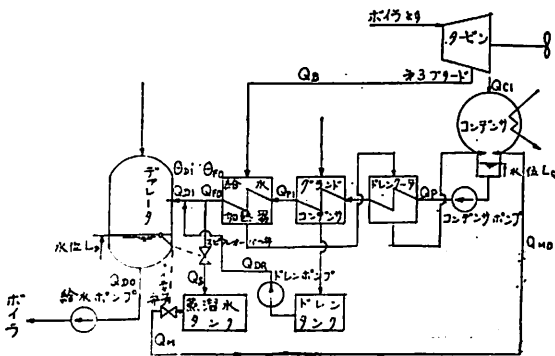


図-1

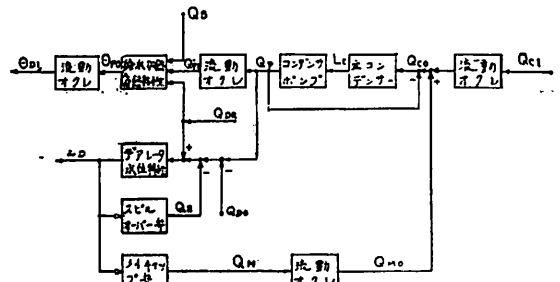


図-2

新刊 船舶写真集 1960年版 発売!

長らくおまたせしました。12月より発売しております。御希望の方は直接当会宛お申込み下さい。
最近2年間の新造船 274隻 144頁 アート紙印刷
船舶会社 249社の船名要目一覧表付、上製ケース入り
定価 600円

既刊	船舶写真集	1952年版	96頁	350円
	船舶写真集	1954年版	104頁	480円
	船舶写真集	1956年版	112頁	500円
	船舶写真集	1958年版	180頁	600円

船舶技術協会

船用原子炉の加熱ループ実験装置について

運輸技術研究所原子力船室

船舶に原子炉を搭載してそれを動力源とする場合、この原子炉は船舶の始動や急停止にともなう急激な負荷変動に耐え、また波浪その他の機械的外力による大きな動揺や振動を受けた状態においても安定に作動することが必要である。

ところでシステムが簡単でかつ効率がよいという点から、近い将来の船用原子炉として沸騰水型原子炉は非常に有望なものであるが、現在の段階では安全性が正しく評価されるまでには至っておらず、経済的な面に考慮をばらうまでにはまだまだデータが不足である。

そこで沸騰水型原子炉の安定性と動特性を多くの観点から解析し研究することが必要であるが、このため当所三鷹分室に次のような諸装置を設置し、理論的および実験的研究を行なっているのでその概要を述べることにする。

1. アナログコンピューター

低速型を中心として特殊演算部、繰返し型、スペースシュミレーターがあって、原子炉プラントの動特性、中性子束分布、その他諸特性の理論的解析に役立っている。

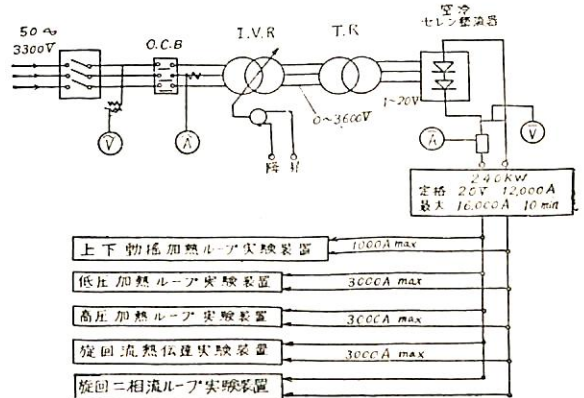
2. 加熱ループ実験装置

1) 電源装置

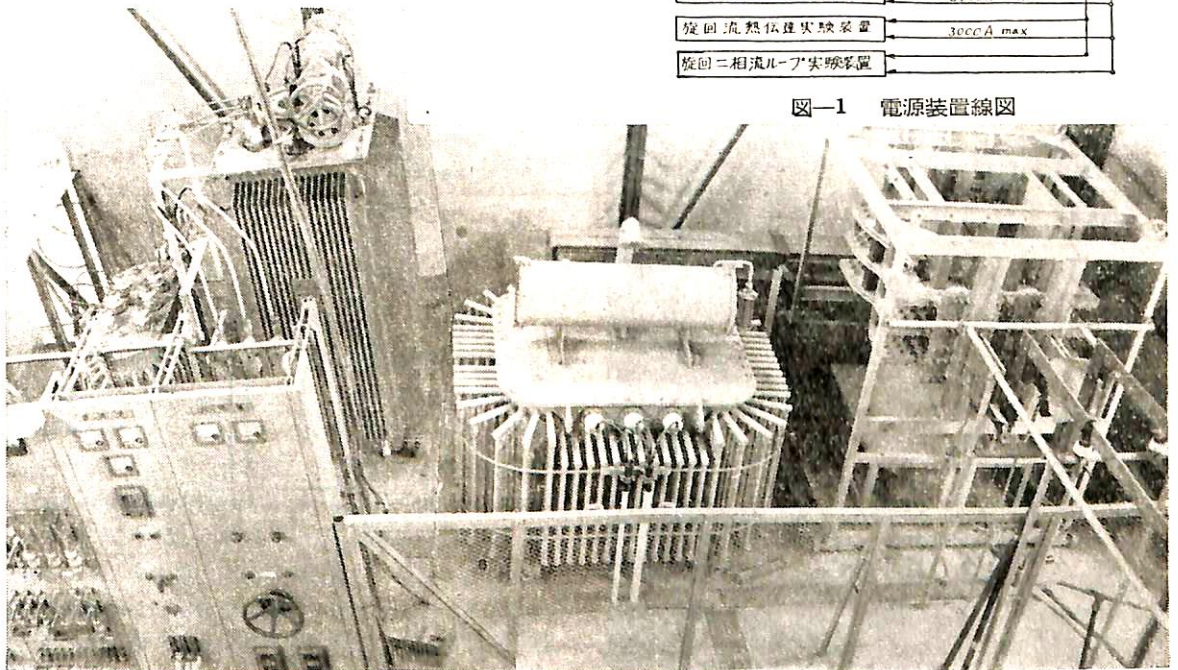
各ループの燃料棒に相当する部分を発熱させるための電源装置で、写真—1と図—1にその概要を示すように3,300Vの三相交流を直流に整流し大電流を供給できるようにした整流器で、出力端の電圧は0から20Vまで任意に変えることができ、電流は定格12,000A、書大16,000A出すことができる。

2) 上下動揺加熱ループ実験装置

自然循環式の船用沸騰水型原子炉の炉心では気泡が船舶の上下動によって脈動し、そのため炉の出力の不安定な振動を誘起するおそれがある。その点を解明するため



図—1 電源装置線図



写真—1

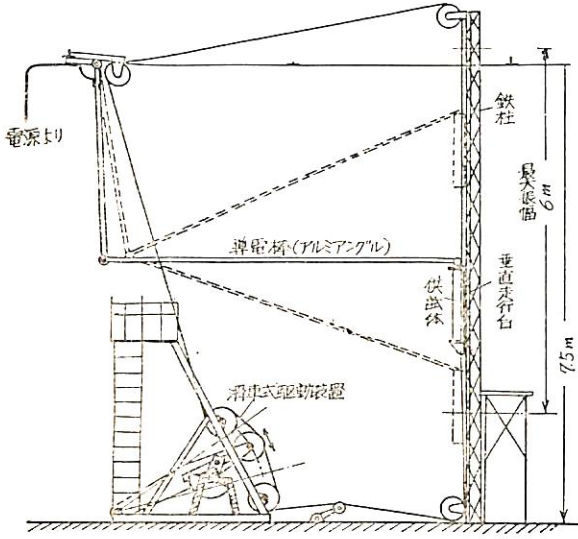


図-2 上下動揺加熱ループ実験装置

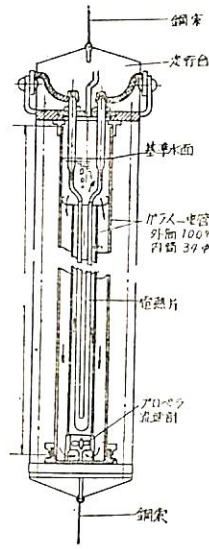


図-3 上下動揺加熱ループ供試体

図-2、図-3に示すように滑車によって供試体を走行台に沿って上下に動かして船の上下方向の動揺をシミュレートし、上下動揺中の供試体ループ内の気泡の状況、ボイドの分布、流速の変化等を解析する。

3) 低圧高圧加熱ループ実験装置

沸騰水型原子炉の安定性、動特性および熱限界は核的な問題のほかには水力学的特性、伝熱特性、バーンアウト等によって支配される。それらの諸特性の実験的解析を行なうために低圧および高圧の加熱ループ実験装置が設置された。その概要を図-4に示す。低圧ループは図-5、写真-2に示すように主として水力学的特性解明のためのもので、図-6に示すような水力

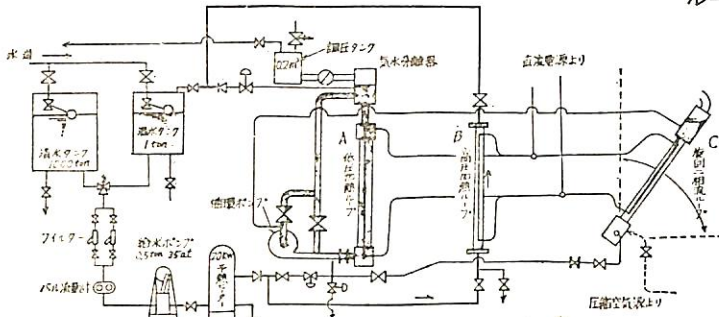


図-4 低圧高圧加熱ループ実験装置線図

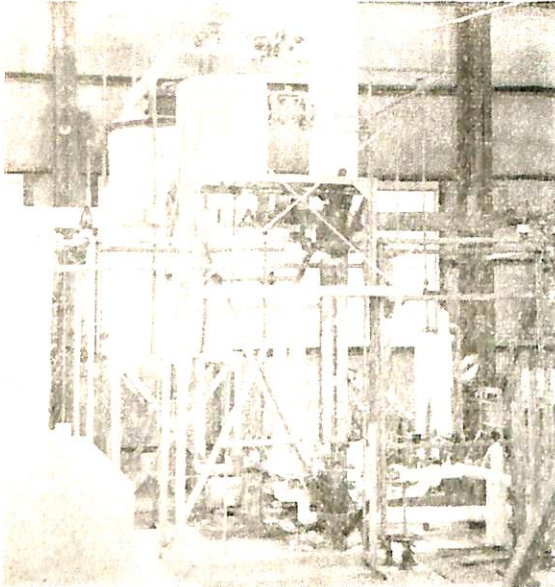


写真-2

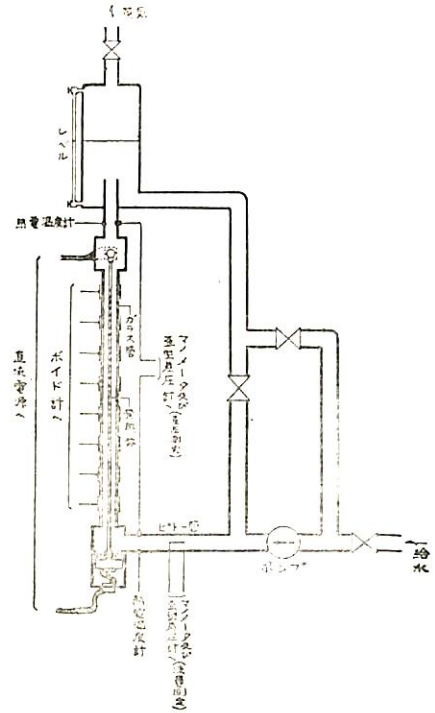
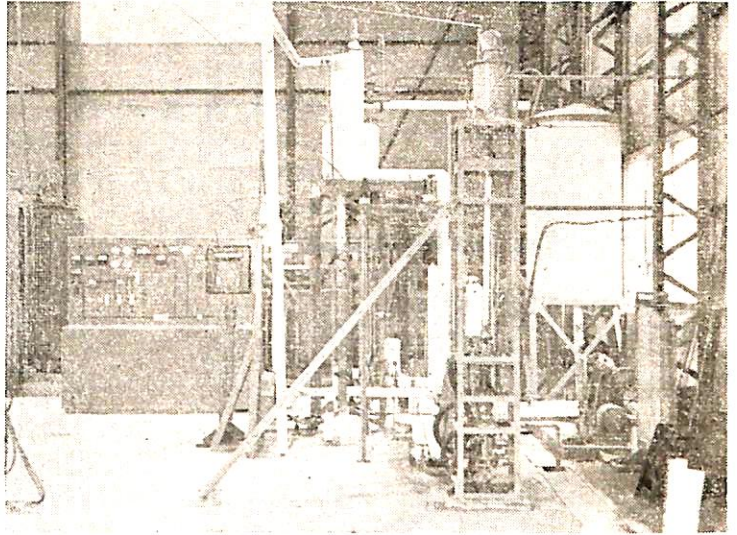


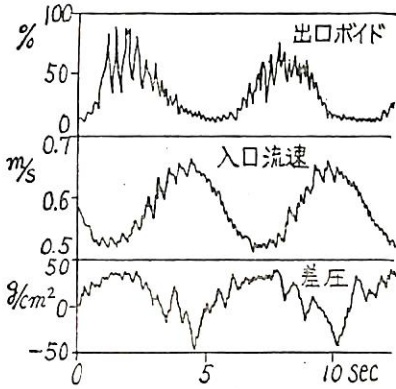
図-5 低圧加熱ループ実験装置

的不安定の原因を調べるために、蒸発管1]のボイド分布, 2相流の圧力損失(図—8)を求めるなど解析を行なう。

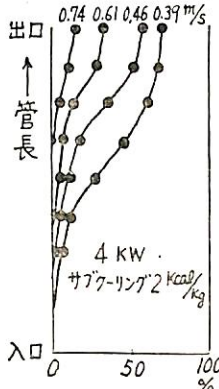
高圧ループは伝熱特性, パーンアウトなどの実験解析も行なうためのもので写真—3のようになっている。



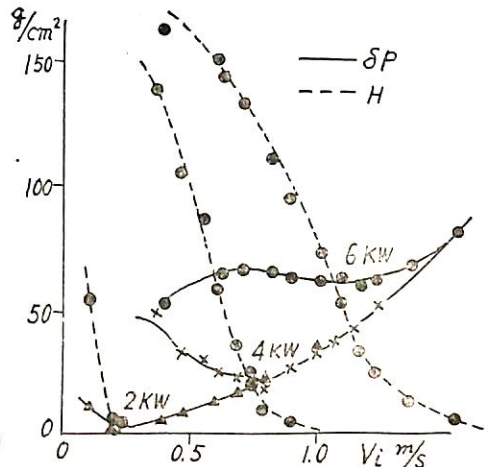
写真—3



図—6 水力的不安定



図—7 蒸発管内ボイド分布



図—8 二相流圧力損失と循環力

＝製品紹介＝

JRR-2 (CP-5型)原子炉の
重水タンクと軽水タンク

日本原子力研究所が第2号実験用原子炉として設置したJRR-2原子炉は濃縮ウラン(20%)重水減速冷却炉で米AMF Atomics社の設計により、その国内製作部分を三菱グループが担当した。重水、軽水を入れる重水タンク(内径1,524,厚さ12.7,高さ1,950mm)、軽水タンク(内径2,438,厚さ12.7,高さ2,515mm)、はいずれもアルミニウム製円筒容器である。アルミニウムが使用される理由は、中性子をあまり吸収しないこと、水に対し耐蝕性であること、材料の性質がよく理解され、値段も高くないこと等であり、三菱造船下関造船所での軽合金溶接の技術経験がいかされた。

重水は高価であり放射能を帯びた水が外部にもれることを非常にきらうので重水タンクは高度の気密が要求され溶接組立完了後ヘリウム・リークテストを施行し 10^{-5} cc/sec以上のもれないことを確認した。軽水タンクの目的は、核分裂によって発生した中性子の一部およびγ線は重水タンクより外部に出てくるので、これをそのまま外部に逃がすと周囲のコンクリートに熱が発生し不都合となり、これを防止するため重水タンクの周囲および底部にそれぞれ1吋厚さのステンレスチール板(サーマル・シールド)6枚と軽水の層をつくり放射線を遮断するためである。そして発生した熱を除去するために軽水タンク内の水を循環させて冷却する。

両タンクは昭和33年完成し、JRR-2炉は34年秋よりfunctional testを三菱側で施行し、35年10月無事臨界に達した。(三菱造船 第36号 1960年)

原子力船安全基準について (2)

船体構造の部 (2)

運輸省船舶局原子力船管理官付補佐官
能 美 耕 一 郎

第5章 船体防護構造の基準概案

5.1 船体防護構造についての考え方

一般に船体に発生する損傷としては海難によるものと、それ以外の例えば通常航海中、船体動揺等に附随して生ずる普通には海難とは見做さない破損事故の二つが考えられるが、以下海難の場合のみに限定して問題を扱う。

海難としては具体的には、衝突、坐礁、火災および爆発の4項目を挙げ、さらにそれらに附随して顛覆、沈没等が生ずると考えるのが普通である。

いま船体防護構造の点より考えるならば、衝突および坐礁に際して、他に危険を及ぼすおそれのある原子炉および附属する系統をいかにこれらの事故より防護するかということが主要な目的となり、これは結局耐衝突構造としての船側構造および耐坐礁構造としての船底構造、さらに船体側で考慮すべき原子炉支持構造等の調査研究を行ない、適切な方法を見出しそれを実施することであると考えられる。もとよりかかる防護構造を効果的ならしめるため構造上原子炉動力装置に要求すべき必要な安全性確保のための諸条件は別に充分検討されなければならない。

5.1.1 耐衝突構造

海難の中で最も大きな被害を与えるものとしてまず衝突が考えられる。既に1958年12月に公表された米国のSNAME報告書(註1)中には原子力船に設置すべき耐衝突構造としてまずなんらかの格納装置を設くべきことを定め、次いで格納装置の被害防止上船体内での好ましい位置として

- (a) 船体中央付近より後方、但し船尾部を除く。
- (b) 舷側より充分の距離にある船体中心線上。
- (c) 船底より適当な高さの位置。

を推奨し、且つ舷側よりの充分な距離として具体的には、格納装置のすべての部分は満載吃水線上で中心線に垂直に測って船側よりも最小 $1/4$ B離れた垂直面の内側に置かなければならないことを規制し、さらに格納装置の外側の構造は主甲板の下に多くの甲板を備えた従来の旅客船と同等とすべきことを定め、また次に記すような防護措置を行なった配置でも良いとしている。

- (a) 船側の保護距離を増すこと。
- (b) 外板と格納装置の間に附加甲板または部分甲板を設けること。
- (c) 格納装置の外側に(衝撃を吸収するために)圧潰し得る材料を置くこと。
- (d) 固いに(撥ね返すための)弾力性を持たせること。

一方サブナ号の建造に当ってその設計を担当したG. G. Sharp社もこの問題の検討を進め、在来船での衝突事故を解析してひとつの理論式(註2)を作り、それに基づいてサブナ号の防護構造の安全性を評価し、かなりの安全性があることを述べている。しかしながらこのMinorskyの方法はまだ多くの点で問題があり、これによって耐衝突構造を規制することは困難であろう。

また英国でも1959年6月に公表した“原子力商船の設計および構造についての暫定規則”並びにその後の改正で(註3)原子炉装置は格納構造の内部に置くべきことを定め、さらにその格納構造は実行可能な限り協力的な構造およびその他の用意の施されたスペースによって囲まれ、且つ搭載された原子炉装置外の事故から生ずる損傷を有効に防護するように構造、および配置しなければならず、なおその構造の設計は沈んだ船から原子炉装置を引揚げることがある時はそれができるよう考慮して置かねばならない、と規定され、耐衝突報告書の中でこれらの規制を行なった理由について種々の考え方を述べている。

斯様にいままでも諸外国で原子力船の耐衝突構造として検討されてきた結果、並びにそれに基づいて行なわれた試設計等を調査すると、現状ではまだ衝突現象の解析的把握はきわめて困難であり、従ってこの面より完全な規制はでき難く(勿論実験研究は今後とも続けらるべきであるが)やはり米、英の暫定規則で行なっているごとき規制を定めることが適当と考えられよう。

5.1.2 耐坐礁構造

海難としての坐礁は衝突の場合よりもさらにその現象は複雑である。各国の原子力船に対する諸規制でも耐坐礁構造としては原子炉格納構造が坐礁により直接の危害を受けぬよう船底より適当な距離を離すべきことを抽象的に定めている程度で、具体的な距離につい

ては単に現行の二重底の深さ以上は必要というような表現である。

耐坐礁構造については各種の資料を比較検討することにより、二重底設置の範囲、その高さ、構造方式等についていまだし具体的な規制を行なうべきであろう。

5.1.3 支持構造

支持構造は原子炉および格納構造、附属諸装置等を衝突、坐礁その他の海難事故発生時に船体内所定の位置に安全に保持することにより附加的災害を生ぜしめない目的に必要なものである。具体的には衝撃、あるいは転倒等に対して管系が切断したり、機器、諸装置等が転落、破損したりすることがないように方式が検討実施されねばならない。特に支持構造は衝突、坐礁のみではなく、火災、爆発、さらに顛覆、沈没等あらゆる事故に対してそれぞれその作用の仕方を考え、そのおのおのに有効なごとく考えねばならぬ。この点についても現在各国での規制は例えば米国のそれは(註1)顛覆時でも充分に支持し得るべきことを定め、また英国(註3)でも同様なことをきわめて抽象的に規制しているが、実際にはやはりある程度より具体的な規定を設くべきであろう。

5.2 基準概要

以上述べたところに従い、原子力船の海難に対する安全性確保のため必要と考えられる防護構造の暫定規準として、各国の動向、その他諸資料等を参照しつつ、次のごとき基準概要を作成した。

もとよりこれは充分なものではなく、前記各項における諸問題点に対しても完全な解答を与えてはいない。しかし現在、諸実験、研究等も併せ実施中であり、それらの結果等を参考としつつ修正を加えることにより安全基準として必要な精度が得られて行くものと考えられよう。

原子力船における船体構造上の安全規準概要

5.2.1 格納装置の設置

[基準] 船用原子炉には格納装置を設けねばならない。

ここで言う格納装置とは、原子力船にて予想し得る内のおよび外的事故に際し、他に危害を及ぼすごとき程度の高いポテンシャルを持つ放射性物質を外部に放出せしめぬために設ける容器をいう。

[解説] 原子力船にて生ずる恐れのある各種海難に際し、内蔵する放射性物質の飛散、流出等により、人的あるいは物的損傷を他に及ぼさぬよう設計、構造上の規制を行なうことは重要である。

このためには、そのような危害を及ぼす恐れのある各種機器類その他の危険物は所要の格納装置内に格納することを強制するのが適当である。

またこの場合所要の格納装置としては現在の段階では耐圧、気密の Container, または気密の Containment を設置することが望ましく、単なる囲いとしての Enclosure, あるいは Compartment をもって代えるのは時期尚早と見做すべきである。

(註): SOLAS 改定条約案によれば要求条件を満足する Enclosure を設くべきことを勧告している。

5.2.2 格納装置の構造

[基準] 船用原子炉格納装置の構造は次に述べるごとき内のおよび外的原因による定常、または事故的な外力等に耐え、放射性物質の放出を確実に防止し得るものでなければならぬ。

- (1) 船体運動その他による外力
- (2) 衝突、坐礁、擦過等による衝撃
- (3) 格納装置外の火災による高熱
- (4) 格納装置外の爆発による圧力
- (5) 固体飛散物による打撃
- (6) 沈没時水圧並びに着底による衝撃
- (7) 原子炉事故時に発生する最高内圧
- (8) 原子炉事故時に発生する最高温度
- (9) 止むを得ぬ貫通物の破損による影響

[解説] 船用原子炉に対し格納装置の設置を規制する以上、その構造基準を明確にしなければ初期の目的を達し得ぬばかりでなく、不必要に過重な構造の採用を余儀なくされて、原子力船の発展を阻害する恐れがある。それ故、ここに構造設計上必要な範囲の設計条件を明示した。

(7)項以降は本来原子炉部門の要求として挙げられるべきものであるが参考までに記して見た。

戦時あるいはその他、不可避的な事態に対する要求ないし考慮は現在不必要と考える。

5.2.3 格納装置の位置

[基準] 格納装置の船体内での据付位置は原子力船にて発生する予想し得る海難に際し、受ける損傷をなるべく少なくせしめるよう考慮して定めねばならない。

具体的には船首より0.25L以内、船尾水タンク内、船側より0.2B以内、並びに二重底タンク内にその一部でも設置してはならない。

また装置のすべてを強力甲板上に配置してはならず、且つ一部でも露出させてはならない。

[解説] 原子力船では海難時、格納装置の保護が重要な問題であり、このため据付位置として危険の多い場所の使用は禁止するのが当然である。

上記各位置に対し異論はあろうが、いずれも海難統計、その他実例によっても被害の多く生じている場所

であり、且つ試設計の結果から見ても必ずしも苛酷な要求ではないことが判明しており、暫定的な規準としては妥当な規則と見做し得よう。

5.2.4 格納装置の附属装置

〔基準〕

- (a) 原子力船が沈没した場合でも、格納装置の構造が水圧等によって圧潰し、内蔵する放射性物質が流出することがないように、水圧平衡弁等の適当な装置を設けなければならない。
- (b) 格納装置構造を貫通する管系には、構造囲壁になるべく近い位置に適当な隔離弁を設けなければならない。これらの弁は非常の際に所要の安全措施を迅速に採り得る性能を持たなければならない。

〔解説〕 格納装置の構造を規制する章において設計上の要求条件として9項目を挙げたが、そのうち沈没後の水圧による圧潰、および貫通管系の破損に対しては単に構造上考慮を払うべきことを規制するだけでは不十分と認められるので、附属装置として水圧平衡弁および隔離弁の設置を明示した。

5.2.5 格納装置の支持構造

〔基準〕

- (a) 船用原子炉の格納装置は動揺、傾斜、沈没横転、転覆等船体の異状姿勢時にも有効に、且つ強固に支持されなければならない。
- (b) 格納装置の支持構造は以下述べるごとき内的または外的原因による事故あるいは外力に耐え、装置を有効に支持できるような構造としなければならない。
 - (1) 格納装置の静的、並びに動的集中荷重
 - (2) 事故時に格納装置内部に発生する高温
 - (3) 格納装置外部の火災による高温
 - (4) 周囲船体構造より伝達される衝撃的外力

〔解説〕 原子力船の格納装置はそれのみの独立した構造とはなし得ず、各種管系、線系等を介して他の装置と配置上密接な関連を持って初期の性能を発揮することができるものである。これら各装置、系統の相対位置の逸脱は重大な事故の原因ともなり得るものであり、この点支持構造は各種の擾乱外力によって有効な支持が阻害されることがないように、充分な考慮が払われなければならない。

本章では支持構造の設計に当って考慮すべき条件の幾つかを具体的に規制した。

5.2.6 格納装置の防護構造

〔基準〕

- (a) 船用原子炉の格納装置は原子力船にて予想し得る

衝突事故に際し、適当な船側耐衝突構造によって被害を少なからしむるよう防護されなければならない。具体的には次に示すごとき設計上の要求条件に適合することが必要である。

- (1) 耐衝突構造は起こり得る衝突事故において、被衝突側として衝突のエネルギーをなるべくその構造内で効果的に吸収できるよう考慮しなければならない。
- (2) 耐衝突構造は衝突の発生に際し、なるべく水密性の保てるものでなければならない。
- (3) 耐衝突構造は衝突の発生に際し、格納装置および支持構造等に危害を及ぼし易い要素を含んでいてはならない。
- (4) 耐衝突構造は少なくとも格納装置の全長以上の範囲に設けなければならない。
- (b) 船用原子炉の格納装置は予想し得る坐礁事故に際し適当な構造の二重底構造により防護されなければならない。この二重底は次に示すごとき要求条件に適合することが必要である。
 - (1) 起こり得る坐礁事故に対し、なるべく内底板以上に被害を及ぼさぬよう考慮しなければならない。
 - (2) 二重底は少なくとも格納装置の全長以上の範囲にわたり設置しなければならない。
- (c) 船用原子炉格納装置の周辺は耐衝突構造並びに二重底で囲まれる範囲を除き、予想し得る火災、爆発事故等に際し、その及ぼす被害をなるべく少なからしめるよう考慮された適当な構造により防護されなければならない。コッファードム、またはそれと同様な区画はこの目的に対し適当なものの例である。
- (d) 格納装置の防護構造は原子力船の沈没事故に際し原子炉装置の引揚げが必要となった場合に、それが可能のごとく考慮されていなければならない。

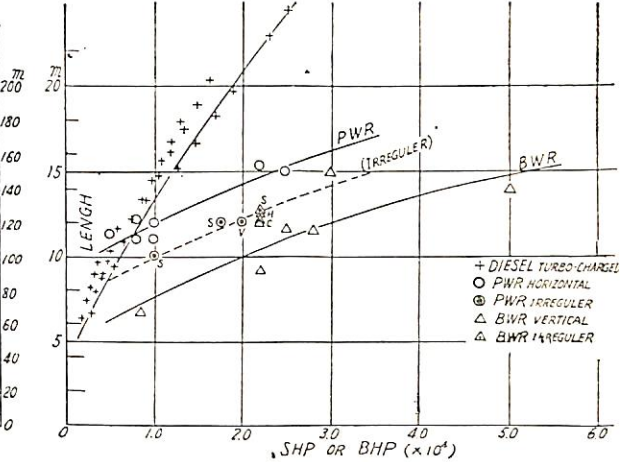
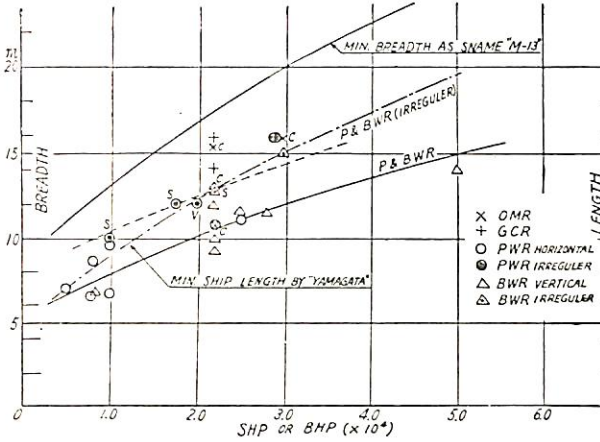
〔解説〕 原子力船では原子炉格納装置のみによって内蔵する放射性危険を防止しようとするのは勿論適当でない。もとより構造上の見地から安全上最も大きな影響を与えるのは格納装置の構造規制ではあるが、船体構造上からも予見し得る衝突、坐礁、火災、爆発等の諸海難事故に際し、格納装置構造の保全を有効にバックアップする目的でそれぞれ適当な構造の設置を強制することは必要と考えられる。

前記諸点はかかる考えにより記したものであるが、現在の段階では構造設計の方針程度しか示し得なかった。今後諸研究、実験等を進めることにより、より適切な具体的規制ができるようになることが望まれる。

5.3 参考資料

参考資料1としていままで各国で行なわれた試設計の中で特に船体防護構造の面で特徴があり、参考となるものを簡単な切断図として示した。おのおの図の下にそれぞれ注意すべき事項を記入したので参照されたい。

参考資料2として引用文献(註1)中で規制される $1/5B$ の値について、コンテナの幅と船幅との関係を示した図表を第2分科会資料(註4)より転載した。この図表から $1/5B$ の防護距離は苛酷な要求ではないことがわかるであろう。(下図参照)



SHP~Breadth of Container~Min B_m & L_{pp}

SHP~Length of Container

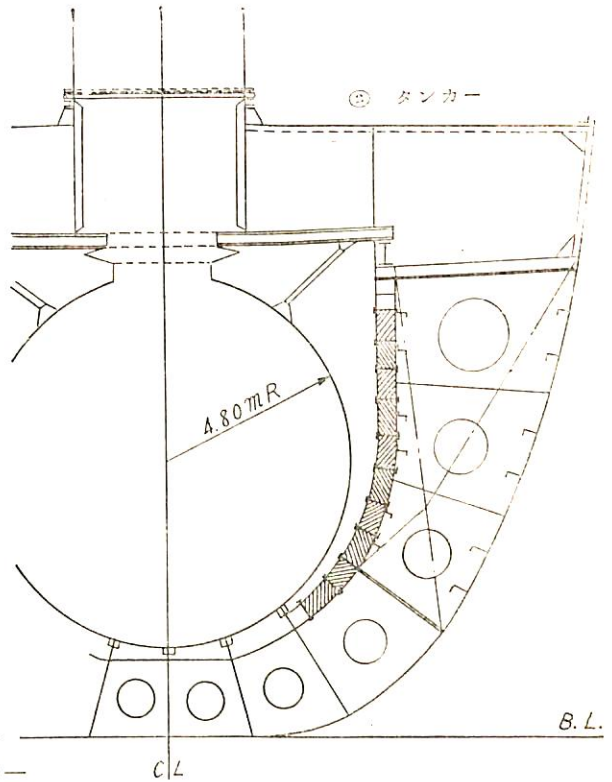
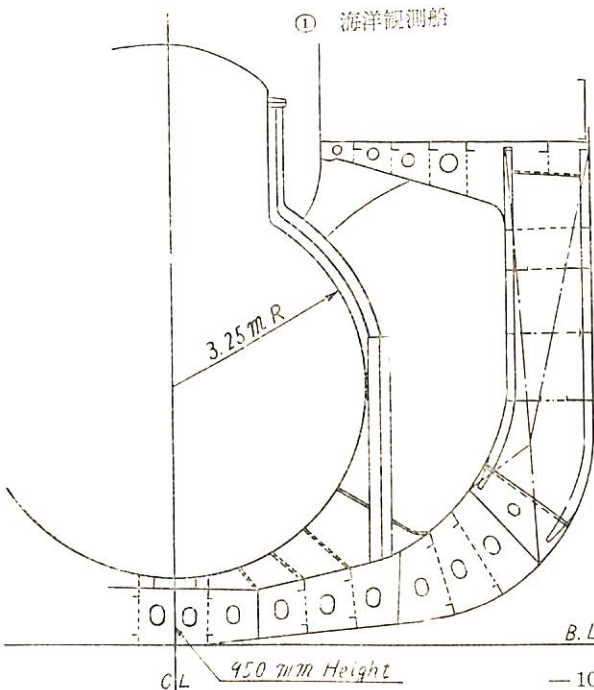
参考資料1：耐衝突構造概略図集

① 海洋観測船

求堅：原子力産業会議，原子力船懇談会の決定により川崎重工業株式会社にて設計せるもの
 年次：1958年12月公表
 船種：原子力実験船兼海洋観測船
 要目：平甲板型遠洋区域航行第1級船
 $L_{pp} : 90.0m \times B_{mta} : 14.2m \times D_{mt} : 8.2m \times$

$d_f : 5.08m \triangle_f : 3,460Kt$ PWR : 35MW \times 1
 8,000SHP \times 200R.P.M 単螺旋船 V : 約19kn
 コンテナ寸法 : Dia.6.5m \times Length 11.0m
 構造：舷側に Full tank を持つ二重船殻構造で二重底と連結した方式を採用。

② タンカー



来歴：Hannover 工科大学教授 K.Illies 博士が1956年に公表した原子力タンカーの試設計

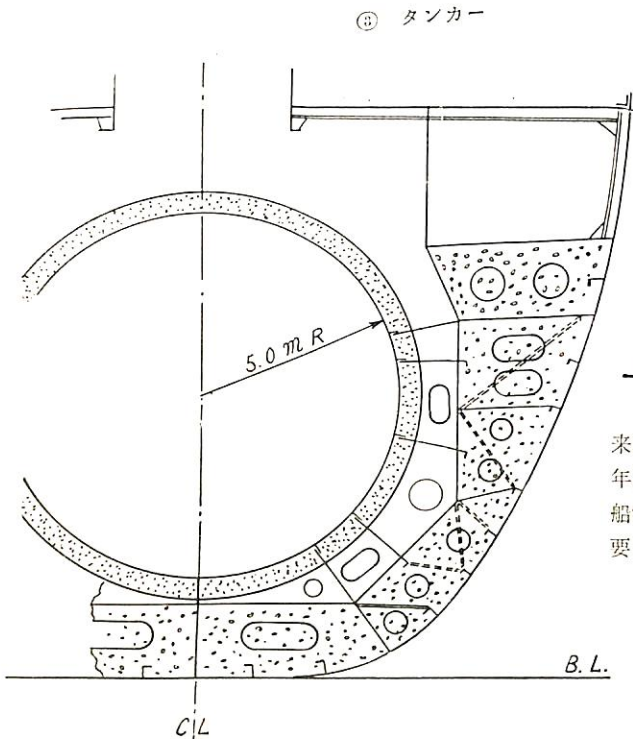
年次：J.S.T.G 1956年

船種：22,000D.W.T 型タンカー

要目：L_{ov}：182.0m B_{mtd}：22.5m d_f：9.60m
10,000SHP×108RPM 単螺旋船 V_{max}：16.6kn
船尾機関室の直前に原子炉区画を設置，コンテナはHorizontal cylinder 型，Dia 9.6m×Length 12.0m，PWR：30MW×1

構造：原子炉室は完全な Double hull system，底部は特に増厚，側部はバラストタンク，Red wood の Collision mat を備えコンテナは非弾性支持方式を採用。

③ タンカー



来歴：Hannover 工科大学教授 K.Illies 博士が1956年に行なった試設計を改良したもの。

年次：1957年試設計，(Atomkern Energie 12—1958 に公表)

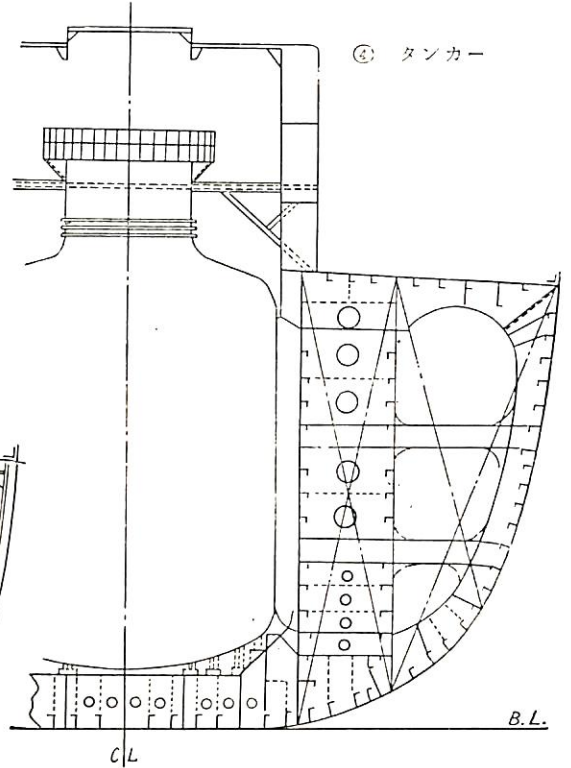
船種：22,000D.W.T. 型タンカー (1956年同様)

要目：1956年のものと同様，但し原子炉のみ，PWR：40MW×1，コンテナ型状を球型に変え小型にした。寸法：直径10.0m 位置は変わらず。

構造：前回同様原子炉区画は，Double hull system を

採用，但し Collision mat は止め Hull 内に衝撃緩衝材として Cork 片を充填，コンテナ外側に遮蔽を行ない内殻との間には板支材を入れ，支持はコンテナ付Bkt. とボルト締め方式を採用。

④ タンカー



来歴：A.M.F. 社が研究のために行なった試設計船
年次：1957年9月公表

船種：38,000D.W.T. 型タンカー

要目：L_{pp}：677'-0"×B_{mtd}：93'-0"×D_{mtd}：48'-6"×d_f：36'-6"

△_f：49,660T BWR 74.5MW×1

22,000SHP×105RPM V_n：17½ kn

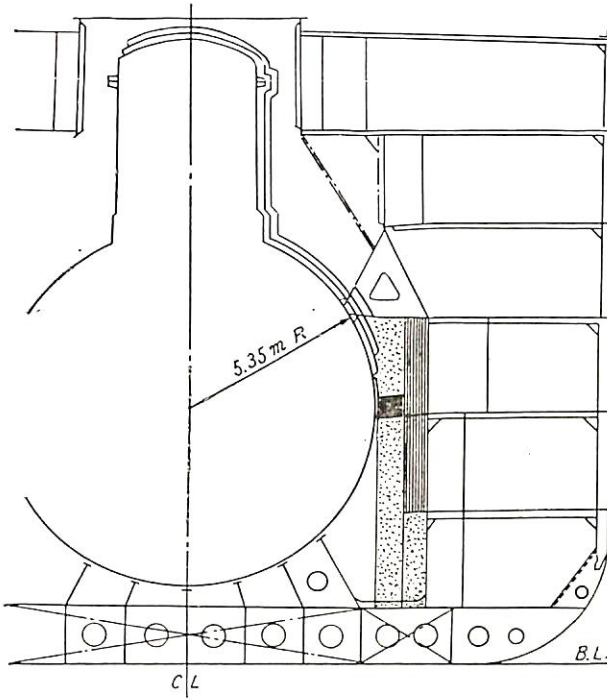
船尾機関室の直前に原子炉区画を設置，コンテナは Vertical cylinder 型

構造：S Longi. Bhd, ウィングタンク方式，原子炉室側部の油タンク内および直前の C.O.T. 内にさらに遮蔽を兼ねたバラストタンクを設け内部はすべて板構造とし，さらに各舷側タンク内に附加甲板を設置

⑤ N.S. SAVANNAH

来歴：U.S.A.E.C. および M.A.d の決定により米国の原子力商船第1号として G.G. Sharp 社が設計，New York S.B. Co. が建造に着手。

⑤ SAVANNAH



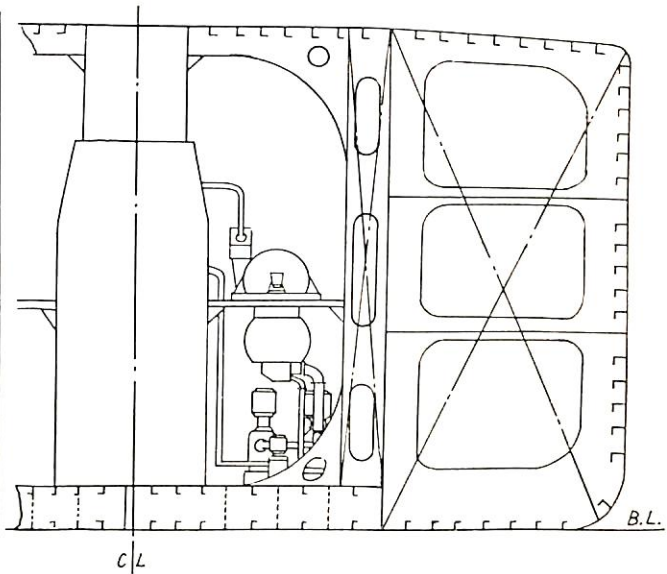
年次：1958年5月起工，1959年7月進水完了，現在艤装中
 船種：貨客船
 要目： L_{pp} ：545' \times B_{mld} ：78' \times D_{mta} (ADK)：50'
 d_f ：29'-6"
 Δ_f ：21,840T PWR. 74MW \times 1
 22,000SHPmax \times 110RPM 単螺旋船 V_{max} ：
 20 $\frac{1}{4}$ kn
 コンテナ寸法 Dia 10.7m \times Length 15.4m
 構造：舷側に Longi. Bhd. を持つ。コンクリート遮蔽壁，Collision mat (米松) を採用。

⑥ タンカー

来歴：Götaaverken 社がスウェーデン船主のために行なつた試設計
 年次：1958年6月公表
 船種：65,000D.W.T.型タンカー
 要目： L_{pp} ：775' B_{mld} ：115' d_f ：41'~5"
 Δ_f ：84,000t BWR 100MW \times 1
 30,000SHP \times 101RPM 単螺旋船 V_s ：17 $\frac{3}{4}$ kn
 原子炉および発電機を船体中央部へ置き，船尾機関室には電動機のみを置いた電気推進方式。船橋はすべて船尾にまとめる。
 構造：コンテナを持たず，格納区画の周囲にコフファードラムを配置した方法を採用。

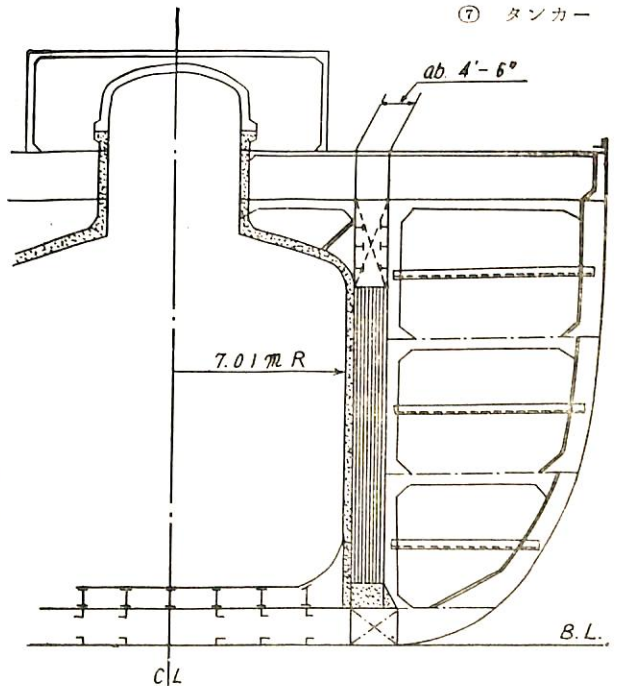
⑦ タンカー

⑥ タンカー



来歴：UKAEA が船用炉型式比較のために行なつた5種の試設計中の1例。
 年次：1959年5月設計終了
 船種：65,000D.W.T.型タンカー
 要目：65,000D.W.T, 22,000SHP の他は公表されず。下図のものは AGR 搭載のものを示す。
 コンテナ寸法：Dia 14.02m \times Height 14.33m
 Vertical cylinder 型

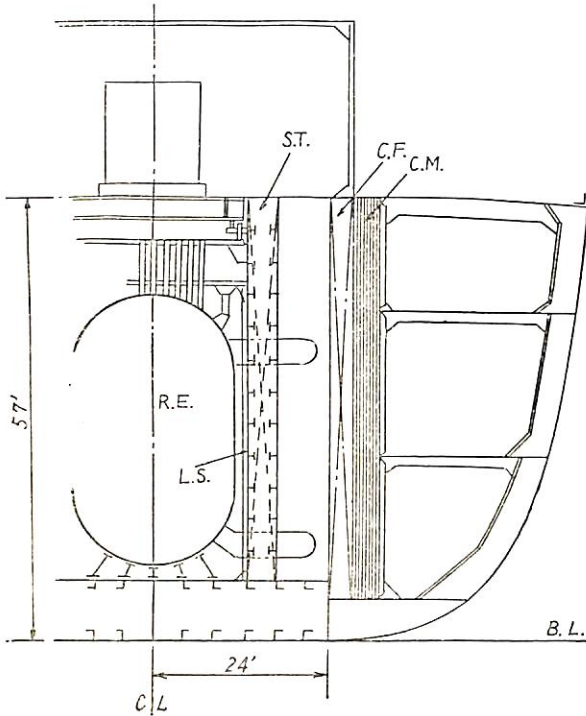
⑦ タンカー



構造：機関室前端に隣接して原子炉区画を設け、側部および前部にコフアーダムを配置、コンテナ外側に2次遮蔽を実施、側部 C.F. 内に Red Wood の緩衝材を充填。

各型式の炉も同様構造を採用。構造規則適用。

⑧ タンカー



来歴：1959年5月ガブレイス委員会が原子力船試設計を公募した際応募した8案の中の一つで UKAEA もの。

年次：1959年5月公表

船種：65,000D.W.T. 型タンカー

要目：公募条件は D.W. 65,000T 型で出力その他は実現可能なものということであり実際には各種のものが集った。

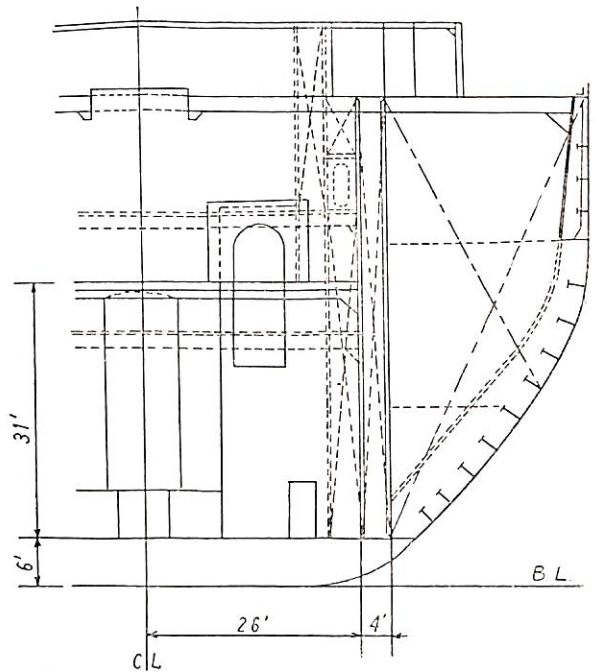
上記のものは、AGR. 100MW×1 35,000SHP S.T×1

原子炉室部の船幅：107'

構造：コンテナは設置せずコフアーダムで囲んだ区画を代用。

寸法：48'×48'×57'(Height) C.F. 外側に Red wood の Collision mattress を置き、さらに Side tank 内には2層の附加台甲板を置く構造を採用。遮蔽は2重円筒の空所内に水を入れ、さらに鉛板を張る方式。構造規則適用。

⑨ T-7 タンカー



来歴：USAEC が NAA 社に命じて行なわせた T-7 タンカー原子力化計画によるもの。

年次：1959年5月公表

船種：60,000D.W.T. 型タンカー

要目：L_{pp}：770' B_{mtt}：104' d_f：43' Δ_f：77,100T OMC R ×1

30,000SHP_{max}×113RPM V：18.2kn

船尾機関室の直前にコフアーダムで囲んだ原子炉区画を設置、寸法：52'×63'×31'(Height) コンテナ設けず。

構造：コフアーダムのみ、舷側タンク内に特に大型の Web frame を約10'間きに入れ、さらに特設 Longi. girder を使って補強する方式を採用。

引用文献

(註1) Safety Considerations Affecting the Design and Installation of Water-Cooled and Water-moderated Reactors on Merchant Ships, The SNAME Ship's Machinery Committee, Atomic Energy Panel, Dec., 1958.

(註2) Analysis of Collision with Reference to Protection of Nuclear Power Plants, G.G. Sharp, Inc. By V.U. Minorsky

(註3) Report of the Committee on the Safety of Nuclearpowered Merchant Ships Presented to Parliament by the Minister of Transport by Command of Her Majesty, Feb., 1960

(註4) 原子力船における区画の問題の考え方……………三井造船

|||||| 浪人の寝言 |||

超々大型船の建造 第17次計画造船と不定期船

つ い む こ じ

超々大型船の建造

戦前1万重量吨級に過ぎなかった油槽船が戦後どんどん大きくなって来た。重量吨でいって2万吨級、3万吨級、4万吨級と鰻のぼりに大きくなって来たが、ここを境に2万吨飛びとなり、6万吨級、8万吨級が現われ、さらに10万吨級が現われるに至った。ところが昨年暮にはさらに大きく飛躍して13万重量吨のものが建造される運びになったと伝えられている。この油槽船は出光興産の注文で全長291メートル、幅43メートル、深さ22.2メートル、機関は2万8千馬力で速力16ノットということだ。そうして第1船は佐世保船舶工業で本年8月起工37年10月に完成、第2船は1年遅れて石川島播磨重工が38年10月までに完成する予定だそうである。因に出光興産はN. B. C. 呉造船部で建造した世界最大の10万5千重量吨油槽船ユニバース・アポロ号およびユニバースマフニ号2隻を用船し、原油の輸送に用いている。

油槽船は次第に巨大になって来たものの、その設計にしても工作にしても、はたまた運航などの面にしても、従来のもののエクステンションでよいかどうかにはなはだしく疑問の点があったのは、識者の認めていたところであったのだ。そこで32年1月運輸大臣諮問「超大型船建造上の技術的問題点ならびにその対策如何」というのが運輸省造船技術審議会に出され、同会は同年3月および8月の2回に亘ってその問題点を明らかにし、その対策を求めめるために行なうべき研究内容の答申を行なった。そうしてその答申にもとづき、日本造船研究協会に各種の研究部会が設けられたのだが、昨年中にはそれぞれ概ね見るべき成果を得たといわれている。

この諮問には超大型船という言葉が用いられているけれど、諮問が出たとき超大型船とはどの位以上を指すのかというのが一応問題になった。当時4万5千重量吨級の油槽船はさらに建造されていたが、別に大して問題を起こしていないようだから、これ位までは普通の大型船と認め、境は明確ではないが常識的に6万重量吨以上を超大型船と見做し、いろいろの点に検討を加えなくてはならないだろうということになったと記憶している。そして研究の結果を総合して見ても、大体こんなところが妥

当だったようだ。

古い時代の鋼船はすべてトランスバース式で建造されたものである。木船から進化したためであろう。大正のはじめになってイッシュウッド式が現われたけれど、そう広くは用いられていなかったように思う。従って当時の油槽船は皆トランスバース・システムであったと思っているが、1万重量吨になって来ると、ロイドのエクステンション・ルールでは不具合の点がかなり出たように思う。そこで油槽船の大きいものはロンジチュージナル・システムに転換したのだが、ここに一つのエポックが作られたと見て差支えないだろう。ところで超大型船の出現によって設計に工作に変化を与えたのだから、これがまたいろいろの意味で一つのエポックになったと見てよいだろう。さて今ここに13万重量吨級のものが出て来るとなると、それは超々大型船というべきではないだろうか。そうしてここいらにまたエポックが出て来るのではなからうか。たとえ今度の船は全長が291メートルであって300メートルを越していないにしてもだ。従ってこれを単なる超大型船のエクステンションとして造るべきではないのでなからうか。日本造船研究協会の超大型船研究成果に、さらに大きな検討を加えて慎重な建造方案を立てる要があるように思えてならない。

船舶輸出組合から派遣された造船技術調査団は約1ヵ月半にわたり、イギリス、西ドイツなど欧州8カ国の25造船所を視察して昨年12月初め帰国したが、その視察談によると、西欧の造船所はコンベア・システムの採用などいろいろ企業の合理化を進めているとともに、船舶の大型化に備え、10万重量吨級の船舶が建造できる大ドックの整備を急いでいるということだ。そしてその大ドックの数は8カ国を通じ現在6基あり、建設中のものは4基、さらに計画中のものが4基という現状であったそう。特にデンマークのオーデンセン造船所の如きは既に2基が完成していたそう。このことは数年前の視察者談と大いに違って来たところだ。こんな話を耳にすると超大型船としては10万重量吨級をもって上限としてもよいだろうし、それ以上は超々大型船と唱えてもおかしくないであろう。そして超々大型船の建造に当っては、従来からの建造技術に新らしき観点にたった然るべき研究

成果を加えるべきであろう。かなり前のことだが、わが国に11万重量吨級船の引合があったことを耳にしたが、これはあちこちの造船国を持ち廻った末わが国に來たということだし、計画などもいささか見戯にひとしきものであったらしく、それに資金関係に不備の点があったらしく遂に立ち消えになったと聞いている。受け入れ態勢が整っていないところへ、唐突として巨大な船舶が飛び込んで来てはどうにもならないだろう。浪人はその立ち消えになったことを竊かに喜んでいたのである。ところで今度は確実に超々大型船の建造がわが国で始まるのである。調査団の話の中には欧州で、15万重量吨級用の超大型ドック建設を計画中のところもあったということだ。世界に先鞭をつけるわが国の超々大型船が見事に出来上がることを望んで止まない。

聞くところでは、今度建造する超々大型油槽船に用いる鋼板の厚さは、38ミリまでのものだという事だ。日本造船研究協会の第37部会が行なった「超大型船の建造に際しての厚板の切欠脆性に関する研究」の成果によれば、アルミ・キルド軟鋼や高張力鋼は大体厚さ50ミリまでなら切欠脆性がさまで悪くならないことになっている。これは浪人どもがはじめに予想していたのとは大分違ったよい結果が出たのであり、切欠脆性に関する限り厚板に対して一応安心ができた訳なのである。一体板が厚くなればなるほど、それを同じ鋼塊から作るとすればその圧延比は高くなるし、また圧延時の最終温度の相違も利いて来るだろうし、それにまた3軸応力にもかなりの相違が出て来るだろうと思っていたから、厚板になるほど切欠脆性は悪くなるものと思ったとて、おかしいことではないだろう。事実厚さが20ミリから30ミリになる位までは板が厚くなるほど、切欠脆性が悪くなって来ているのであるけれど、不思議なことにそれが30ミリの越すとさまで悪くならないし、用いた試験板50ミリのところでは、飽和したような状態になっていたのである。こういった結果は超大型船の設計にとって極めて有利であるけれど、脆性亀裂伝播の阻止ということを考えるならば、優良鋼材を使用するとともに、銲シームを置くことが必要になって来る。銲を絞めるとなれば、従来からの絞銲方法ではおのずから銲径に限度があるから、超々大型船だとて、そうそうは板厚の増加を考えられない。こんどの超々大型船が板厚を38ミリに押えているのに贅意を表す。現在完全な銲を絞め得る板厚は40ミリまでだと浪人は思っている。

銲シームの能率からいえば板厚と銲径とは同じようにするのが良いとされている。ところで現在完全な銲に絞め得られる銲径は32ミリまでである。36ミリになるとこ

れを銲め得る銲打工はほとんどいないであろう。ニューマチック・ハンマーを用いる絞銲法では、銲打工の能力で銲径の大きさが押えられているし、従って板厚も押えられているのである。また銲が径に比して長くなり過ぎると、銲焼方法が難かしくなるばかりでなく、ハンマーの打撃を銲心まで整一通すことが難しくなる。この点からも絞銲可能板厚に制限が出て来る。結局超々大型船になっても使用鋼材の厚さは、今まで絞銲経験を持っている38ミリに止めるのが最もよいことになるだろう。もしそれより厚いものを望むなら、そこには高張力鋼を用いるか、あるいはまたそこだけに脆性亀裂の発生および伝播を容易に起こさない極めて優秀な鋼を用いて溶接を行なうべきであろう。高張力鋼用の銲材は昔、ジュコール鋼用の銲材についていろいろと研究されたことがあるから、相手に応じて銲質を定めることは容易であると思ふ。

大型船小型船両者を建造している造船所では、設計から工作に至るまで両者の間に、かなりの差異のあることがわかるだろう。両者の差異を認識していないようなところでは経済的なよい船ができるとは思われない。小型船ばかりをやっていたところが大型船を手かけるには、そこにある差異をよく勉強してからでなくては、良い廉い船はできない。この関係は大型船、超大型船、超々大型船間にもあるし、同じ超大型船の中でも吨数のレンジが広いだけに、各段階で新しい型に進むときには、やはり一応の検討を行なうべきだと思う。ある段階の船の建造に経験があるからといって、高段階の船の建造を漫然と安易に考えるようでは間違いのものをつくる懸念が多分にあると思う。浪人は狎れることの危険をよく説くが、日に新たなりという気持ちをいつでも忘れてはならないと思う。

第17次計画造船と不定期船

第16次計画造船で決まったのは定期船が9社11隻101,590総吨、油槽船が2社2隻57,800総吨、不定期船が4社3隻32,350総吨、合計して見ても16隻181,740総吨の僅かのものであった。しかも定期船に重点が置かれて総花的に決まったためであろう、不定期船や油槽船の建造量はみじめなままであった。ところで36年度の第17次計画造船に対する運輸省の昨年8月における建造計画では25万総吨であり、その内訳は定期船89,000総吨、不定期船101,000総吨、油槽船60,000総吨ということで、不定期船の著しく増していることが眼立ったのである。この数字は36年度予算案決定に伴ない変ったようだけれど、定期船建造量はそのまま据え置き、増加量は不定期船、

油槽船にあてることとし、総建造量では25万5千総屯ということになったということだ。だがまだまだ不定期船増強に力が用いられるらしい。

第17次計画造船の船種割り当てに大きな変化が生じたのは、定期船は超高速船の問題を除くとしても、一応充実したのでいままでの定期船中心主義を改め、重点をバルク・キャリアとか油槽船、石炭専用船などに向けられたからだということだ。しかもこれらの船が世界的に大型化して来たことに対処するため、わが国でもそれらの大型化を狙っていることが反映しているともいわれている。不定期貨物船にしても第16次船に、日本油槽船の13,600総屯（日本鋼管・鶴見）、日鉄汽船と東邦海運の共有船12,350総屯（名古屋造船）という大型のものが決められているが、第17次計画造船ではさらにこれが大型化されて、1万5千乃至2万総屯程度までとする意向があるそうだ。いずれにしてもすべてのものが大型化される傾向にあることは事実のようだ。これらの事柄は昨年来タンカー協会が、最近の油槽船船腹需給の不均衡の打開策として、油槽船の計画造船枠の大幅拡大を要請していることや、石炭専用船の問題などが取り上げられたことを意味しているのだろう。しかし船主協会でもまとめた「国民所得倍增計画と海運企業」によれば、昭和45年度におけるわが国の外航船腹保有量は、貨物船985万総屯、油槽船350万総屯、計1,335万総屯となっているが、これを充たそうとするなら26万総屯程度の計画造船でスタートを切るようなことでは、なかなか及びもつかないことである。

最近石油、鉄鋼業界などでは将来の生産に対し非常に強気な見通しを立てていて、ますます殖えてゆく輸入原料の長期輸送対策をたてる動きが活発になっている。すなわち石油業界では出光興産が13万重量吨級油槽船2隻の注文を発したし、丸善石油はすでに自社船を持っているが、さらに関西電力、日立造船などに呼びかけて、自社船の大量建造計画を立て、自分の手で超大型船隊を持つようとしているそうだ。一方鉄鋼業者の外国船主による石炭と鉄石の専用船建造計画は、すでに契約したもの7隻27万重量屯を含めて15隻74万重量屯に達している。鉄鋼業者がこのように外国船主を利用するのは、これらの船が輸出船という形をとるので、輸出銀行の融資対象になるため建造金利が廉くなることから、石炭、鉄石の運賃が安くなるので鋼材のコスト引き下げが行なえるという理由からである。こうした動きに対してはアメリカ、カナダ系資本のほか、最近では華商や北欧系資本が眼をつけはじめているので、この傾向は今後ますます強まるものと見られている。しかしこれは外国の海運界を育成し

わが国の海運界を圧迫するものであるから、生産拡大に伴う輸入原料の増大に対処する便宜的な方法であるとしても、無条件でこれに賛意を表し得るものではない。運輸省としてこれが対策に本腰を入れるのは当然のことだが、新しい海運対策の方向としては、(イ)海運界への金利の引き下げ(ロ)外資導入(ハ)計画造船での従来の定期船中心主義を不定期船、油槽船重点への切り換え(ニ)償却前利益の範囲内で新造船を認めるという原則の再検討(ホ)一般不定期船隊の二国間輸送への進出(ヘ)外国法人を利用する輸出船型式による船舶建造の可能性、などを真剣に検討しているようである。第17次造船計画には僅かながらも、その片鱗が現われるものと見るべきか。いずれにしてもこれは単なる運輸行政だけの問題ではない。関係各方面が一致して国としての根本対策を至急立てるべきだと痛切に思うのである。とかくこういう問題の解決策は運輸業者なり造船業者を甘やかすように思われるけれど、決してそんなことではないと思う。

話は変わるけれど、いろいろの船が大型化してきている仲間に、浚渫船の大型化もはいつてきていることが目立っている。とはいうものの兎角ワキ役というものは目の目を見なかったり、後まわしにされ勝ちなものだけに浪人はむしろ、こういったものの大型化が遅れていることに対し遺憾の意を表したい位だ。しかもその大型化をアメリカのすばらしい超大型浚渫船がN. B. C. 興造船部で建造されたことに比べると、誠に月籠の差があるけれどそれは止むを得ないだろう。超大型油槽船が現われてきたら、石炭船をはじめ各種の船が大型化されてきたのだから、港の水深を深くしなければならぬのは当然のことだ。従ってこれまでの水深7.5メートル程度から9～12メートルあるいはそれ以上に深めなくてはならない。それは臨海工業用地に重化学工業の企劃集団ができるのに応じて埋め立ての規模と速度とは一まわりも大きくなってきているから、遅ればせながら浚渫船が大きくなってきたのは極めて当然のことである。ところで大型化の状況を見るのにこれまでの浚渫船といえば、僅かに数百馬力から千数百馬力のものであったが、最近では5千馬力の大規模浚渫船が石川島播磨重工などで3隻建造されているのをはじめとして、日本ドレッシングでは8千馬力のもの建造を計画しているということだ。また三菱日本重工では3,200屯の自航ポンプ船をこのほど建造した。これは船体の両側に直径62センチ、長さ85メートルのパイプを取り付けたもので、1時間に約4,800屯の土砂を吸いこむということだ。こんな程度のものできて来ると、浚渫もどうやら本格的なものとなって来るだろう。

車両航送施設の計画要領(その2)

山 本 熨

6 貨車航送の実施範囲

車両航送は一般に短距離の水路横断に実施しているが、近來は自動車による旅行者が多くなったので、自動車渡船もかなり遠いところまで航海している。

自動車渡船の多いのはデンマークであることはその国の地形がしからしめたのである。

自動車渡船でも、米国メイン州のバー・ハーバからノヴァ・スコチアのヤーマウスに至るブルーノース号(6,419GT)やノヴァ・スコチアのノース・シドニとニューファウンドランドのポート・オ・パスクス間のウィリアム・カーソン号(8,300GT)は、航行距離ともに180km(100海里)もある。またフロリダのキーウエストとキューバのハバナ間170km(93海里)にはシティー・オブ・ハバナ号という自動車渡船のほかに、LST型の同種渡船も運航している。このように近來は鉄道連絡船でなくとも自動車航送が遠距離航行にも行なわれるようになってきたのは注目すべき傾向である。

鉄道車両航送でも米国シートレーン会社のように、ニュージャシーのホボケンからハバナを経てニューオルリーonz間を往来するシートレーン型の大形船もあるが、これは貨車をコンテナとして使用し、甲板4層に起重機で積み卸しする船であるから、ここで取り扱う貨車渡船と少し違うのでこれを除くことにする。

ここで採り上げる貨車渡船は可動橋または他の方法で貨車を迅速に積み卸しする種類のものとする。この種船で現在最も航行距離の長いものはウェスト・インディア・フルーツ・アンド・スティームシップ会社が運営しているハバナ・ニューオルリーonz間、1,070km(585海里)、とハバナ・ウェストパームビーチ間約545km(300海里)間である。同社は相当良い収益を挙げていると見え、近年新船を増配し、現に昭和34年呉造船所で5,593GT、60st貨車58両を搭載する船を造った。

欧州では1919年、スウェーデン当局は同国と英国間に貨車航送を開設して両国間の通商貿易の発展を企図し、両国間の海運改善問題につきスウェーデン側の調査研究資料を小冊子として出版した。問題とした航路はゴータブルグから北海を横断して英国のイミンガムに至る920km(504海里)である。もちろん机上のプランであるが、結論として普通型貨物船によるよりも貨車渡船の方が両国間の海運問題改善になるものとされた。但しこの両国間の海運改善問題には定期旅客便を企画の一部の目途とし

ている点に純貨車航送問題を論ずるとの差異のある点であるが、貨車渡船をかくのごとき長距離航送に使用してみたらどうかという視点は一考に値する。

上記のウェスト・インディア・フルーツ・アンド・スティームシップ会社が長距離貨車航送を運営している事実から、運賃問題を棚上げして、渡船の輸送能力と運航費の面から普通型貨物船と比較してどの程度の距離まで採算的に立ち打ちができるかを探究することにする。

貨車渡船と普通型貨物船との比較は両端の基地、航路の実状、取扱貨物の品種および数量、両基地における労務関係等、実際の問題を把握して比較検討しなければならぬが、ここに問題を単純化し貨車航送と普通型貨物船による運送とが航路距離によって運航並びに経営上、いかなる傾向にあるかを比較して貨車航送を運用しうる大略の範囲をうかがいたいのが本問題を検討する目的である。

1 比較対照の基準

(1) 港湾

貨物の品種と数量のいかにかわからず、同一港で取り扱うものとする。貨車航送では一つの航送場で相当数量の貨物を取り扱いうるが、普通型貨物船では貨物の品種によって、また停泊地の関係から普通一つの港だけで満船積荷をすることはまれである。

(2) 航路距離と対比船型

航路距離の選定に当り、実際航路の実績をできうる限り取り入れるため、青函航路(60海里)、関釜航路またはミンガン湖横断諸航路(100海里前後)を基本にし、スウェーデン・英国間の計画航路(500海里)と遠洋航路として1,000海里的航路を考慮することにした。

船型については性能を明らかに区別した戦時標準船A、B、C、D型の貨物船を選び、貨車渡船は航路距離60海里の場合は青函連絡船の実績を採用するため、比較上狭軌車両を積載する渡船Fn型とし、150海里以上の場合は標準軌間の車両を積載する渡船Fs型を使用するものとした。

航路距離と対比船型の組み合わせを次のごとくにした。

航路距離(海里)	60	150	500	1,000
渡 船	Fn	Fs	Fs	Fs
貨 物 船	D	C	B	A

表一はこれら対比船型の主要項目を表示したもので、表二は表一に示した各船型に近似した実船の項目を示したものである。

表-1.

要目		船型		貨物船			
		Fn	Fs	D	C	B	A
主要寸法	全垂線間長	118.6	155.	87.06	97.97	118.33	135.9
	間幅	113.2	145.	82.3	93.0	112.	128.
	水深	15.85	21.	12.2	13.7	15.8	17.8
	吃水	6.6	8.8	6.2	7.6	9.1	9.8
トン数積載量等	総積載積荷トン	2,860	6,000	1,900	2,700	4,500	6,400
	軌道積載積荷トン	1,300	2,700	2,800	4,300	6,800	9,300
	積載積荷トン	319	440	—	—	—	—
	積載積荷トン	15トン車41	30トン車40	—	—	—	—
主機	種類	G.T.2	G.T.2	T.R.1	T.R.1	G.T.1	T.R.1
	出力	3,800 S	6,000 S	960 I	1,500 I	1,800 S	1,800 I
	トン数	2	2	1	1	1	1
	トン数	2	2	1	1	1	1
ボイラ	型式	丸型6	丸型7	5号2	3号2	2号2	2号2
	圧力	16	32	16	16	16	16
	燃料消費量	石炭 69.6	石炭 87.	石炭 20.	石炭 30.	石炭 36.	石炭 46.
	航海ノット	24.	24.	4.	7.	12.	15.
速力	航海ノット	15.5	16.	10.	11.	11.5	10.5

G.T.—Geared Turbine, T. R.—Triple Expansion Engine
 T—船舶積量のトン, t—kg ton.

表-2.

要目		船型		貨物船			
		Fn	Fs	D	C	B	A
主要寸法	全垂線間長	118.01	158.59	87.	95.	121.2	137.41
	間幅	113.2	148.59	87.3	92.02	112.	130.94
	水深	15.85	21.34	12.2	13.7	16.	17.14
	吃水	6.8	7.79	6.2	7.6	8.9	10.91
トン数積載量等	総積載積荷トン	2,912	5,593	1,931	2,732	4,658	6,458
	軌道積載積荷トン	2,435	6,176	2,746	4,222	7,056	9,419
	積載積荷トン	343.7	—	—	—	—	—
	積載積荷トン	7ム型43	※70トン45	—	—	—	—
主機	種類	G.T.2	G.T.2	T.R.	レンツ	G.T.	T.R.
	出力	4,500 S	8,000 S	1,400 I	1,700 I	2,400 S	3,200 I
	トン数	2	2	1	1	1	1
	トン数	2	2	1	1	1	1
ボイラ	型式	丸型6	水管式 ₂	丸型2	丸型2	水管式 ₂	丸型4
	圧力	16	32.69	14	16	22	14
	燃料消費量	石炭 72.	油 61.17	石炭 14.	油 15.	油 18.	油 23.
	航海ノット	2.6	—	4.	4.5	6.5	5.
速力	航海ノット	14.5	18.15	10.5	11	11.5	12.

(注) 本船は二層車両甲板で下甲板にエレベーターで13両搭載するが、本表には上層車両甲板の積載量を示す。

(3) 貨物の種類と積載量

貨物の種類によって各船の輸送力に差のあるのは当然であるが、渡船による鉄道貨物は雑貨が多いので、比較対照を簡易にするため貨物船はすべて雑貨を輸送するものとする。

積載量については渡船は航送貨車に積みうる量をもってその船の積載量とする。

貨物船は40立方方呎(1.13m³)の容積を重量1tに満たざるも方量貨物として1トンとして取扱う。

また車両の容積と荷重との関係は、日本の有蓋車は100立方方呎(2.83m³)につき1トンとし、標準軌間の30トン有蓋車は80立方方呎(2.27m³)を1トンとしている。そこで鉄道で1トンとして輸送する雑貨を貨物船に積載する場合には、船の積載量によらずに、船舶の貨物容量を鉄道扱のトン数に換算して比較に便にする。

渡船の航送貨物実量は青函航路の実績(昭和32年度)によって、空車が航送貨車総両数に比し、上り便(函館→青森)で0.366%, 下り便で12.5%であるが、本論においては積み合せ方法によって空車航送をしないものとする。しかし航送車がすべて標記荷重トン数を満たすものではないが、ここでは標記荷重トン数通り積載するものとする。

貨物船についても同様で、貨物容量通り満載するものでない。これを関釜航路貨物連絡船新羅丸の実績によると、下り便(下関→釜山)は雑貨や機械器具類が主で、積荷は船舶容量の66%にとどまり、上り便は雑穀、海産物等で積荷は船舶容量の76.5%となっていた。そこで本論では往復とも貨物容量の70%を積荷するものとする。(各船型の積載量(次頁)参照のこと)

(4) 各船型の運航時間

各船型の運航時間は表-1に示す航海速力によって算出する。渡船Fnについては青函連絡船の実状によった。貨物船の速力はここに採用した速力よりももっと適切な速力を選ぶべきであると考えるが、採り上げた船型を戦時標準船にしたから別表(運航時間)のようになった。

(5) 各船型の停泊時間

渡船の停泊時間は車両の積み卸し時間と燃料並びに水の補給時間等の総和とし、乗組員の休養時間は上陸休養を主として、予備員制を採るものとする。

各船型の積載量

船型	渡 船		貨 物 船			
	Fn	Fs	D	C	B	A
積載量						
貨物容量 トン	660	1,200	1,220	2,230	4,050	5,440
積 載 量 "	660	1,200	854	1,561	2,835	3,808

対比船の船種船型別による運航時間 (単位 時間一分)

船種 船型	渡 船		貨 物 船			
	Fn	Fs	D	C	B	A
航海速力						
航 路 距 離	15.5節	16節	10節	11節	11.5節	10.5節
60海里	4—30		6—30			
150 "		10—0		14—0		
500 "		33—0			44—0	
1,000 "		64—0				96—0

青函航路では車両積み卸しの速度を4km/h以内としていて、車両積卸作業の基準時間を次表のようにしていた。

車両積卸作業の基準時間 (単位 分) (昭和13年)

作業別 船型と便別	引 揚		燃 料 積 込			積 込		車両積卸作業 所要時分	
	作業の 内 容	作業	差入	空車 取引	取卸 待合	作業の 内 容	作業	石炭の 積込せ ぬ場合	石炭の 積込す る場合
翔鳳丸型 客 計	荷物車 便 貨車	15	8	7	25	貨 車	15	58	98
		18					10		
		33					25		
翔鳳丸型 貨物便	貨 車	24	8	7	25	貨 車	21	45	85
青函丸型 貨物便		36	8	7	25	貨 車	31	67	107

ここに渡船の停泊時間を定めるに当り、航路距離60海里の場合は上記青函航路の実績に準じ、また150海里の場合は関釜連絡船の折り返し時間によって、前者は1時間30分(現在最短75分)、後者は2時間とした。航路距離が500~1,000海里になると、実績がないのと短距離の場合と事状が異なり、たとえ船員の交替制を採るにしろ勤務状態と船体機関の保守の点からも相当長時間の停泊を必要とするが、ここでは単に燃料の積み込みと車両緊締作業のみを考えることにした。Fs・1,000海里の場合は停泊時間が4時間でもよいが、運航ダイヤを考えると停泊時間を8時間としても大差なく、その方がダイヤが整然とするのでかく仮定した。(表一3の(1)参照)

貨物船の停泊時間は荷役を開始する前に、その準備としてリキングに30分から1時間を要し、また荷役終了後にはあと片付け時間、すなわちクローズハッチの時間を必要とする。これらの時間を総合して荷役準備時間と呼

表一3の(1) 渡船の停泊時間

航路距離	船型	停泊時間	備 考
60海里	Fn	1時間30分	青函丸型と同じ 関釜連絡船の実績より推定 燃料炭の量の多いことと、 車両緊締作業時間とを考慮 して推定す
150 "	Fs	2時間	
500 "	Fs	3時間	
1,000 "	Fs	8時間	

ぶことにし、この時間は各船と埠頭の設備によって異なるが、ここでは荷役準備時間を1時間と見積った。

貨物船の停泊時間は荷役準備時間を含めた荷役時間と、入港着岸から荷役準備に取りかかるまでの時間と、荷役終了から出帆までの間の時間との総和とし、乗組員の休養については前記と同様とする。

短距離航路の貨物船の荷役は昼間にこれを行なって、夜間に航海するのが常道である。運航ダイヤは航行距離と発着港の状況によって変わるが、ここでは図一4に示す運航ダイヤによるものとする。ただし、係留岸壁面は

所要配船隻数に応じた面数を有し、スケジュールに従って運航する場合は直ちに係船しえ、かつ港の出入港時の会航に対してなんら差し支えなきものとする。

以上の条件によって得たる各船型の停泊時間は後のページにある表一3の(2)に示す。

(6) 荷役力と労務要員

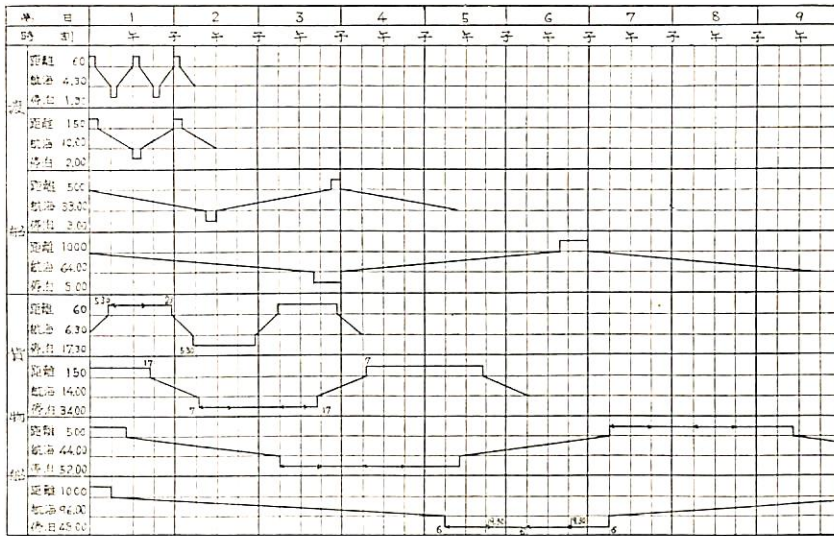
貨物船の荷役力についてはまず1日の基準荷役時間を8時間とし、運航時間の関係で13時間余に及ぶこと

もある。

遠洋および近海航路の貨物船、すなわちAおよびB型船は、航路状態が沿海区域以下の航行区域船に比較して悪いから、積み付けを完全にしなければならない上に船形がおおきいので、ハッチと船艙の奥との距離が小形船より遠いから、大形船の荷役時間は小形船のそれに比較して多くの時間を要するが、本比較においては同様の荷役力を有するものとする。

一般にハッチ1口の片舷荷役量は作業時間10時間で揚荷300トン、積荷250トンとされているが、鉄道託送の貨物は車扱のものがあって、1車1口のをまとめて積み付けなければならないので、一般の船扱貨物より面倒で、荷役力を阻害することが多い。関釜連絡貨物船新羅丸の実績からみると、大体1時間の荷役力は揚積を平均して、ハッチ1口当り50トンと見てよい。

一港における揚げおよび積み荷役に要する時間はその



図—4

船の貨物積載量をその船の1時間の荷役力で除したものである。

表—3の(2)には端数を繰り上げてラウンドナンバーとしたものを荷役時間とした。

しかし船艙の容量と貨物の品種によって各船の荷役時間に差異があって、揚荷作業が全部終了してから積荷作業を開始するのでなく、揚荷の終了した船艙より積荷を開始するから、揚荷と積荷は時間的にラップするのが普通であるが、問題の取扱を簡単にするため揚荷が全部終了してから積荷をするものとする。

荷役時間にダイヤによる荷役外の停泊時間を加算して、停泊総時間をみると次表のごとくなる。

表—3の(2) 貨物船の停泊総時間

船 型	D	C	b	A
ハッチの数	4	4	5	6
貨物積載量トン	851	1,561	2,835	3,808
1港の取扱量 a トン	1,708	3,122	5,670	7,616
1時間の荷役力 b "	200	200	250	300
a/b 時	8.5	15.6	22.7	25.4
1港の荷役時間 "	9	16	23	26
同上(含準備時間) "	10	17	24	27
荷役外の停泊時間 "	7.5	17.0	28.0	21.0
停泊総時間 "	17.5	34.0	52.0	48.0

上記のB型船の停泊時間はA型船のそれに比較して多いが、ダイヤ上荷役外の停泊時間が時間帯の関係上はなはだ不利であるためである。

労務要員については渡船の場合は、渡船の係離作業の陸上員、可動橋操縦員、航送車の緊締作業員と、以上の監督員のほかに、航送車の渡船への積み卸し並びに駅構内操車関係員であるが、後者の構内操車関係員は陸上鉄

道作業にも関係しているののでこれを考慮外とし、渡船に直接関係する者のみについて検討することにする。

青森と函館における航送関係の棧橋員は渡船床1基当り45名である。

本論における各港の渡船床の基数は1基であるから、棧橋係員はFnについては45名、Fs型型については積載車両数に応じて82名と見積った。ただしFs・1,000海里の場合は停泊時間が8時間もあるから、車両緊締作業時間が十分にあるから、Fnの場合と同数でよいと思われる。

貨物船関係の労務者は1日1人、鉄道扱トンで5トンを取扱い、1ハッチ15人(デッキマン1、ウインチマン2、ダウンピロメン8、監督1、陸上労務者3)1組と普通考えている。

(7) 可働日数

各船とも年間の可働日数を330日とした。従って、受検並びに入渠修理日数は35日とし、事故や荒天による欠航日数は一応見込まぬことにする。

(8) 港湾における潮差と渡船床または係船岸壁面の長さ

港湾における潮差が大であると渡船の航送場の設備が複雑困難になり、また潮差が異常に大であると、貨物船においてもウェットドックのような特殊設備を施さなければならないがここでは極端な潮差はないものとする。

船型による渡船の渡船床と貨物船の係留岸壁の1船1面当りの長さは大略港工学書によれば次表のようなる。

船型と岸壁面の長さ

要 目	船 型	渡 船		貨 物 船			
		Fn	Fs	D	C	B	A
総屯数 T		2,800	6,000	1,900	2,700	4,500	6,400
全 長 m		118.6	155	87.06	97.97	118.33	135.9
岸壁面長 m		150	200	100	110	130	150

3 比較対照の条件と結果

(1) 積荷と輸送力の比較条件

渡船と貨物船の経費の比較をするに当って、これら船舶の航路状況によって往路と復路の貨物の品種と数量が異なるのは当然であるから、選定航路毎に実状に合った比較をしなければならないことはここに述べるまで

もないことであるが、ここでは問題を簡単にしてある条件のもとに渡船が進出する航路範囲が大略どの程度であるかを知りたいのが目的である。

そこでまず航送場を甲乙兩地点に各1基を持つ場合に、渡船による輸送数量その他を算定し、これと同一の輸送力を持つために要する貨物船の隻数その他を算出して比較してみることにする。そうして実際には有りえないことであるが、輸送貨物はすべて雑貨とし、往航復航とも満載するものと仮定する。

(2) 各船型の1往復の所要時間または日数

各船型の片道の所要時間は航海時間と停泊時間の和である。ただし燃料と水等の補給は港の施設によって異なるが、ここでは停泊中にこれを行なうものとする。

各船型の1往復の所要時間または日数

船種	渡 船				貨 物 船				
	Fn		Fs		D	C	B	A	
要目	航路距離								
	60	150	500	1,000	60	150	500	1,000	
1 航海時間	時	4.5	10.0	33.0	64.0	6.5	11.0	41.0	96.0
1 港の停泊時間	時	1.5	2.0	3.0	8.0	17.5	31.0	52.0	48.0
荷役時間	時					10.0	17.0	24.0	27.0
荷役外停泊時間	時					7.5	17.0	28.0	21.0
片道所要時間	時	6.12	36	72	24	48	96	144	
1 往復の所要時間	時	12.24	72	144	48	96	192	288	
同上日数	日	0.5	1	3	6	2	4	8	12
1日当り往復回数	回	2.1	1/3	1/6	1/12	1/2	1/4	1/8	1/12

(3) 各船型1隻の年間片道輸送量

1隻の年間片道輸送トン数 = $\frac{\text{貨車荷重} \times \text{積載両数 または 貨物船の貨物積載量}}{\text{1往復の所要日数}} \times \frac{\text{可働日数 (330日)}}{\text{1往復の所要日数}}$

各船型1隻の年間片道輸送トン数

船型	Fn				Fs				D	C	B	A
	航路距離								60	150	500	1,000
要目	60	150	500	1,000	60	150	500	1,000	60	150	500	1,000
1 往復の所要日数	日	0.5	1	3	6	2	4	8	12			
年間の往復回数	回	600	330	110	55	165	825	41.25	27.5			
貨物積載量	トン	960	1,200	1,200	1,200	854	1,561	2,535	3,868			
年間片道輸送量	トン	435,600	396,000	132,000	66,000	140,910	128,783	116,944	104,720			

(4) 一つの航送場にて取り扱い可能な渡船の隻数

1航送場にて取り扱い可能な渡船隻数 = $\frac{X'}{T} = \frac{2V+2M}{M+a}$

V.....運航時間 X'.....1港における1日1渡船
 M.....係留時間 床よりの出帆回数
 a.....交差間隔 T.....1日1隻の運航回数

船型	距離 海里			
	60	150	500	1,000
Fn	48.5			
Fs		8	18	16

(5) 渡船の年間片道輸送量

船型	Fn				Fs			
	航路距離							
要目	60	150	500	1,000	60	150	500	1,000
1隻の年間片道輸送量	トン	435,600	396,000	132,000	60,000			
1航送場当り使用隻数	隻	5	8	18	16			
1航送場当り年間片道輸送量	トン	2,178,000	3,168,000	2,376,000	1,056,000			

(6) 渡船の輸送量に匹敵する貨物船の隻数と岸壁面数

船型	D				C				B				A			
	航路距離															
要目	60	150	500	1,000	60	150	500	1,000	60	150	500	1,000	60	150	500	1,000
渡船の1航送場当り年間片道輸送量	2,178,000 3,168,000 2,376,000 1,056,000															
貨物船の1隻当り年間片道輸送量	140,910 128,783 116,944 104,720															
貨物船の所要隻数 a/b	15.5 24.6 20.3 10.1															
配船隻数	16 25 20 10															
配船貨物船による年間片道輸送量	2,254,560 3,219,575 2,338,880 1,042,000															
対比船型による年間片道輸送量との差	+76,560 -37,120 -37,120 -8,800															

(註)この比較では予備船を考慮しないことにする。

貨物船の1港における岸壁所要面数は1港における停泊延日数÷1往復日数 であるから

船型	D				C				B				A			
	航路距離															
要目	60	150	500	1,000	60	150	500	1,000	60	150	500	1,000	60	150	500	1,000
貨物船の隻数 a	16 25 20 10															
荷役日数 b	0.73 1.4 2.16 2.0															
a×b	11.68 35.0 43.2 20.0															
1往復日数 c	2 4 8 12															
a×b/c	5.84 8.75 5.4 1.67															
所要岸壁面数	6 9 6 2															

(7) 荷役労務と船舶乗組員

荷役労務要員は、ハッチの口数と荷役数量との両面より算出すると、1ハッチには、普通1組15人を配し、労務者1人当りの取扱トン数を1日5トンとすれば、1港の労務要員は、1港の年間の片道輸送トン数 × 2 ÷ (5トン × 365)人となる。

船型	D				C				B				A			
	ハッチ口数															
要目	4	4	5	6	4	4	5	6	4	4	5	6	4	4	5	6
1船当りの要員	人 60 60 75 90															
年間片道輸送トン数	2,254,560 3,219,575 2,338,880 1,042,000															
1港の年間荷役トン数	4,509,120 6,439,150 4,677,760 2,084,000															
労務者延人員	2,470 3,528 2,563 1,148															
労務者出番 (2交替)	4,940 7,056 5,126 2,296															
岸壁面数	6 9 6 2															
1面当りの労務者	823 784 855 1,148															

船舶乗組要員は、渡船 Fn の乗組員数は実績を尊重す

る点から、青函航路の純貨車渡船青函丸型の実例によった。他の船型については合理的の推定配置として次のようにした。

要目		航路距離		60		150		500		1,000						
		船型		Fn	D	Fs	C	Fs	B	Fs	A					
乗組員	高級船員	甲板部	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4				
		機務部	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4				
	計	甲板部	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
		機務部	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3				
普通船員	甲板部	13	12	15	13	15	13	15	13	15	13					
		機務部	22	17	29	19	29	21	29	25	33	21	40	33		
	計	甲板部	6	5	8	6	8	6	8	6	8	7				
		機務部	61	43	77	49	77	51	77	65	74	55	92	62	92	64
予備員	高級船員	15	6	10	6	8	6	8	6	8	6					
		71	9	57	10	41	10	35	14	86	15	67	16	49	16	43
	計	28	18	25	19	23	19	23	19	23	19					
		132	52	134	59	118	61	112	79	160	70	159	78	141	80	135

(8) 各船型の運航費

燃料消費量は実績に根拠を置いた。近來は油燃料が船舶燃料の主体となっていて主機は大半がディーゼル機関となっているが、実績に重きを置いた関係上、青函連絡船の大部分が石炭燃料を使用しているの、はなはだ時代遅れの感はあるが、各船型を石炭だきの船として取り扱った。

実績を求めるために選んだ参考船は石炭だきのものなるべく拾いあげたが、油だきのものもあるので、これを石炭に換算するために、宇高連絡船の実績調査資料を基として、石炭 (6,800Cal) 消費量を油 (12,000Cal) 消費量の2倍とした。

F_nについては、青函連絡船(第六、第七、第八、第十二青函丸、石狩丸、渡島丸、日高丸および十勝丸)8隻の昭和33年度の実績によった。

F_sについては、昭和34年に呉造船所で建造した5,593GTのシティ・オブ・ニュー・オールリーズ号の試運転成績から推算し、F_sの航速16ノットに対し43.6t/日とした。

貨物船については、第一次戦時標準型船の推定石炭消費量と、同型実船の実績並びに日本船舶明細書による表示燃料消費量とを勘案して各型貨物船の石炭消費量とした。(別表参照)

停泊用炭についても実績を基とし、F_nに対しては、青函連絡船の実績より、停泊1時間当たり平均0.96tを1.0tと見込んだ。F_sについては、船形の大なることと、積載車両の多い点で多少F_nの場合よりも消費量が増すものと推測されるが、貨物船におけるほど船形によ

貨物船の航海用燃料消費量

準拠資料	船型	消費量			
		D	C	B	A
第一次戦時標準型船	船型	DRS	CRS	BT	ARS
船	石炭消費量 t/日	20	35	36	39
戦標型船	船名	富貴春丸	乾昌丸	神戸丸	日鉦丸
試験成績	石炭消費量	25.9	22.3	39.8	33.0
日本船舶明細書	船名	梅川丸	御影丸	那智丸	りぼぶ丸
消費量	石炭消費量	14	15	18	23
本論に採用した石炭消費量	石炭に換算して	14	30	36	46
	t/日	20	30	36	46
	t/h	0.83	1.25	1.5	1.92

る差異はないものとしてF_nと同一の消費量とした。貨物船については、日本船舶明細書に記載の1日当りの停泊用燃料消費量を参考としたが、その数量がまちまちで採用しにくいので、関西造船協会造船機研究会および同会造船設計便覧編集委員会の資料によるウインチ台数と石炭消費量との曲線よりウインチ10台と15台の場合の石炭消費量をそれぞれ600kg/h、825kg/hとを参しゃくし、上記実績と勘案して、1日の停泊用炭消費量を次のごとく推定した。

船型	D	C	B	A
停泊用炭 t/日	4	7	12	15

以上、各船型の年間石炭消費量を集計したものを表-4に示す。

炭価は昭和34年秋現在の青函連絡船の使用炭を基準とし、6,800Calで5,700円/tとして石炭費を計上した。

荷役費は、渡船については貨物船の荷役と違った方式をとっているから、青函連絡船の例によると渡船の発着の援助をする補助汽船(外国の渡船はほとんど補助汽船を使用していない)、綱取作業員と可動橋の操縦係員、航送車両の緊締開放に従事する係員等の経費のほか航送車両の渡船への積み卸し、および構内操車の経費を要する。これが渡船の荷役費というべきものである。

しかし構内の車両操作の経費は陸上の鉄道作業費との関連もあって簡単に区分しえないから、これを貨物船の岸壁背後の作業費とともにこの経費比較には考慮しないことにする。

昭和32年度において青函航路では青森側、渡船床3床(内予備1床)、補助汽船4隻、同乗組員と棧橋係員221名、函館側、渡船床4床(内予備1床)、補助汽船9隻、その乗組員と棧橋係員350名で、これらの経費は渡船1運航当たり平均38,480円である。しかるに本論における比較基準は各港の渡船床は各1基としたから、上記1運航当りの経費の%, 即ち15,000円を渡船の荷役費ともいうべきものとして見積った。(別表参照)

表—4 各船型の石炭消費量

要目	船型	航路距離 海里		50		150		500		1,000	
		Fn	D	Fs	C	Fs	B	Fs	A		
航海時間	時	4.5	6.5	10.0	14.0	33.0	41.0	64.0	66.0		
航海用炭 @ 日	t		20.	87.	30.	87.	36.	87.	46.		
1 航海の石炭消費量	@ 時	2.9	0.83	3.62	1.25	3.62	1.5	3.62	1.92		
1 隻 1 往復の航海用石炭消費量 a	”	13.	5.4	36.2	17.5	119.5	66.	231.7	184		
停泊内 荷役 荷役外 の時間	時	1.5	17.5	2.0	34.0	3.0	52.0	8.0	48.0		
停泊用炭 @ 日	t	1.5	10.0	2.0	17.0	3.0	24.0	3.0	27.0		
1 停泊用石炭消費量	@ 時	0	7.5	0	17.0	0	28.0	5.0	21.0		
1 運航の停泊用石炭消費量 b	”	1.0	4.0	1.0	7.0	1.0	12.0	1.0	15.0		
1 往復運航の石炭消費量 a+b	”	3.0	2.9	2.0	9.9	3.0	26.0	8.0	30.0		
1 隻年間往復回数 c	回	660	165	330	82.5	110	41.25	55	27.5		
1 隻年間石炭消費量 c(a+b)	t	19,140	2,739	25,212	4,521	26,950	7,590	26,367	11,770		
同上石炭費 c(a+b) × 5,700円	千円	109,098	15,612.3	143,708.4	25,769.7	153,615	43,263	150,291.9	67,089		
配給隻数	隻	5	16	8	25	18	20	16	10		
当該航路の総石炭費	千円	545,460	249,796.8	1,149,667.2	644,242.5	2,765,070	865,260	2,404,670.4	670,890		

渡船の荷役費（港内経費）

要目	船型	距離		Fs			
		60	150	500	1,000		
年間往復回数	回	660	330	110	55		
年間の運航回数	”	1,320	660	220	110		
年間の港内経費	千円	19,800	9,900	3,300	1,650		
配船隻数	隻	5	8	18	16		
総港内経費	千円	99,000	79,200	59,400	26,400		

貨物船の荷役費は運輸省の認可料率によりトン当り揚げ120円、積み144円、平均132円をベースとし、正子までのオーバータイムに対し50%増、正子以後は100%増とするも、本論の前掲ダイヤに示す通り、オーバータイムは最短30分、最長5時間半であるが、すべて正子前に終業するようにした。従って荷役時間の半分がオーバータイムとし、この間を50%増とし、 $(132+198) \div 2 = 165$ 円を平均の荷役料とした。

貨物船の年間総荷役費

要目	船型	D	C	B	A
年間片道輸送量	トン	140,910	128,783	116,944	104,720
年間取扱貨物量	”	281,820	257,566	233,888	209,440
年間荷役費 do × 165円	千円	46,500.3	42,458.39	38,591.52	34,557.6
配船隻数	隻	16	25	20	10
年間総荷役費	千円	744,004.8	1,062,459.7	777,183.4	345,576.

(5) 船艇経費

(a) 直接経費

(i) 船員費

船員の給与については昭和33年の国鉄青函連絡船と民間全グループ船の船員給与により、各職別、階級別、員数別の平均月給を求めたところ、高級船員給は渡島丸では24,917円、全グループ船では20,538円、これらの平均

22,727円となり、また普通船員給は前者は11,445円、後者は9,446円、平均10,445円であることを知った。そこで本論においては高級船員の平均給を23,000円、普通船員のそれを10,000円と見積った。

従って3の(7)によって給与を算出し、諸手当を給与の40%とし、食料費を1人1日平均200円と見積ると船員費の総計は表—5のごとくなる。

(ii) 各船型の船備と修繕費

各船型の船備については青函航路の貨車渡船は総トン数1T当り平均243,700円であるが、渡船は車両庫（車両甲板上の車両が占める所）がトン数に算入されていない。この程度の船であると、大体2,000Tを加えたものが普通船型とはほぼ同様の船体容積となる。そこで現存船の総トン数に2,000T加えたトン数で船備を除すると、総トン当り約15万円となる。この船備は渡船が特殊の設備を有し、大馬力の機関を有することを考慮に入れれば、普通型貨物船の総トン数当りの船備に比してリーズナブルの船備である。

そこで船備を総トン数1T当り、渡船は25万円、貨物船は13万円（昭和34年秋相場）と見積った。

修繕費については船舶の状況によって異なるが、ここでは年に船備の5%と見積った。国鉄の実績は大略船備の6%になっている。（次頁別表参照）

(iii) 物件費

船用品並びに備用品等の物件費は国鉄の実績ではほぼ船備の1.2%であるが、これを船備の1%と見積った。

(b) 間接経費

(i) 店費、金利、償却

表-5 各船型の船員費

要目	船型	60		150		500		1,000	
		Fn	D	Fs	C	Fs	B	Fs	A
船舶乗組員総計	人	160	70	159	78	141	80	135	98
内訳	高級船員	28	18	25	19	23	19	23	19
	普通船員	132	52	134	59	118	61	112	79
高級船員給料	単価 23,000円 千円	644	414	575	437	529	437	529	437
普通船員給料	10,000円 千円	1,320	520	1,340	590	1,180	610	1,120	790
各船型船員給月額	計	1,964	934	1,915	1,027	1,709	1,047	1,649	1,227
年間各船型船員給	計	23,568	11,208	22,980	12,324	20,508	12,564	19,788	14,724
諸手当	給与の40%	9,427.2	4,483.2	9,192	4,929.6	8,203.2	5,025.6	7,915.2	5,889.6
食料費	1人1日200円	11,680	5,110	11,607	5,694	10,293	5,840	9,855	7,154
各船型別1隻の船員費	千円	44,675.2	20,801.2	43,779	22,947.6	39,004.2	23,429.6	37,558.2	27,767.6
配船隻数		5	16	8	25	18	20	16	10
当該航路の総船員費	千円	223,376	132,819	350,232	573,690	702,076	468,592	600,931	277,676

各船型の船価、修繕費と物件費

要目	船型	Fn	Fs	D	C	B	A
船価	千円	700,000	1,500,000	247,000	351,000	585,000	832,000
修繕費	船	35,000	75,000	12,350	17,550	29,250	41,600
物件費	船	7,000	15,600	2,470	3,510	5,850	8,320

店費は経営主体によって異なるから、本論では考慮しないことにした。

投下資本の金利については本論で計上しない航送場並びに岸壁の設備投資に対しては考慮しないこととし、船舶に対してのみ年1割とした。

償却も船舶のみにこれを行ない、残存価格を10%と見込み、20カ年の定額法によることにした。

(B)保険料と税金

船舶税のうち、固定資産税のみを計上する。

$$\text{固定資産税} = \text{船価} \times \frac{1}{6} \times \frac{1.4}{100}$$

要目	船型	Fn	Fs	D	C	B	A
1隻当りの固定資産税	千円	1,631	3,495	575.5	817.8	1,363	1,938.6
配船の総固定資産税	60海里	8,155		9,268.3			
	150		28,000		20,225.7		
	500		63,000			27,300	
	1,000		56,000				19,412.4

表-6 目 一 覧 表

要目	船型	60		150		500		1,000	
		Fn	D	Fs	C	Fs	B	Fs	A
貨物容量	トン	660	1,220	1,200	2,230	1,200	4,050	1,200	5,440
積載容量	トン	660	854	1,200	1,561	1,200	2,835	1,200	3,808
年間片道輸送量	トン	435,600	140,910	396,000	128,783	132,000	116,944	66,000	104,720
1航送場	トン	2,178,000	2,254,560	3,168,000	3,219,575	2,376,000	2,338,880	1,056,000	1,047,200
運航時間	時分	4.30	6.30	10.0	14.0	33.0	44.0	64.0	96.0
停泊時間	時分	1.30	17.30	2.0	34.0	3.0	52.0	8.0	48.0
1往復所要日数	日	0.5	2.0	1.0	4.0	3.0	8.0	6.0	12.0
年間往復回数	回	660	165	330	82.5	110	41.25	55	27.5
就航船舶数	隻	5	16	8	25	18	20	16	10
岸壁面数	面	1	6	1	9	1	6	1	2
労務員数	人	45	4,940	82	7,056	82	5,126	45	2,296
船員総数	人	800	1,440	1,272	1,950	2,538	1,600	2,160	980
炭費	千円	545,490	249,796.8	1,149,667.2	644,242.5	2,765,070	865,260	2,404,670.4	670,890
炭役員費	千円	99,000	744,004.8	79,200	1,062,459.7	59,400	771,830.4	26,400	345,576
船員賃	千円	223,376	332,819.2	350,232	573,690	702,075.6	468,592	600,931.2	277,676
修繕費	千円	175,000	197,600	600,000	438,750	1,350,000	585,000	1,200,000	416,000
物件費	千円	35,000	39,520	120,000	87,750	270,000	117,000	240,000	83,200
償金	千円	157,500	177,840	540,000	394,875	1,215,000	526,000	1,080,000	274,400
金保	千円	350,000	395,200	1,200,000	877,500	2,700,000	1,170,000	2,400,000	832,000
税	千円	57,000	90,105.6	134,400	173,306.2	302,400	182,520	268,800	116,896
設備金	千円	8,155	9,208.3	28,000	20,225.7	63,000	27,300	56,000	19,412.4
船舶設備資金	千円	3,500,000	3,952,000	12,000,000	8,775,000	27,000,000	11,700,000	24,000,000	8,320,000

表-7 各船型並びに航路別経費一覧

航路距離		60		150		500		1,000	
要目	船型	Fn	D	Fs	C	Fs	B	Fs	A
		千円	31,500	11,115	67,500	15,795	67,500	26,325	67,500
一隻の年間経費	船船経費	70,000	24,700	150,000	35,100	150,000	58,500	150,000	83,200
	間接経費	11,515	5,631.6	16,800	6,932.3	16,800	9,126	16,800	11,689.6
	卸料	1,631	575.5	3,495	817.3	3,495	1,363	3,495	1,938.6
	税金	44,675.2	20,801.2	43,779	22,947.6	39,004.2	23,429.6	37,558.2	27,767.6
	船員費	35,000	12,350	75,000	17,550	75,000	29,250	75,000	41,600
	船修費	7,000	2,470	15,000	3,510	15,000	5,850	15,000	8,320
	物件費	109,098	15,612.3	143,708.4	25,769.7	153,615	43,263	150,291.9	67,089
	運航費	19,800	46,500.3	9,900	42,498.4	3,300	38,591.5	1,650	34,557.6
	石炭費	330,219.2	139,755.9	525,182.4	170,920.8	523,714.2	235,698.1	517,295.1	313,602.4
	荷役費								
総経費									
航路総経費	一隻船価	700,000	247,000	1,500,000	351,000	1,500,000	585,000	1,500,000	832,000
	配船隻数隻	5	16	8	25	18	20	16	10
	船隻下総資本千円	3,500,000	3,952,000	12,000,000	8,775,000	27,000,000	11,700,000	24,000,000	8,320,000
	航路年間総経費	1,651,096	2,236,094.4	4,201,459.2	4,273,020	9,426,855.6	4,713,963	8,276,721.6	3,136,024

(10) 結論

以上の諸条件(表-6に示す)の基に、各所定距離航路における渡船と貨物船との船舶経費と運航経費を集計したものが表-7に示す結果となり、図-5はこれを見やすくグラフで表わしたものである。

船舶経費のうち船員費は機関の種類と馬力並びに運航状況によって乗組員と予備員の員数に変化するが、他は大体船価に定率(22.5%)を乗じたものであるから、船価と隻数の函数になっている。

運航経費のうち、石炭費は距離と航海速力とによって

大半が決定し、これに荷役量と運航時刻の設定による停泊時間の関係からくる停泊炭費を加算したものである。荷役費は積載量に従って決定される。

総経費の結果からみると、大略船舶経費が総経費の65%で、運航経費は総経費の35%になっている。

なお船舶経費中、間接経費が総経費の40%を占めているのを見ると、いかにかに船舶設備資金が重大な経費要素になっているかがわかる。

渡船は短距離航路でも貨物船に比較して船形が大で、従って船価の高い点で不利であるが、その回転率がよい

ために貨物船を使用するよりも使用隻数が少なくてよい。貨物船はこの点で渡船に劣り、渡船と同一の輸送力を持つには多くの隻数を保有しなければならぬので、結果的に多額の設備資金を要する。しかるに航路距離が長くなると、貨物船の本来の船腹が物をいって、渡船に比して配船隻数が距離の増大に従って低減し、1,000海里では渡船の配船数を下まわることになる。もっとも本論において航路距離の増大に対し適当な輸送力を配すべきであって、本論の結果のみで判断することは妥当でないと思うが、渡船の輸送力を増すと船形が大になり、従って船価を増し、かつ運航費も多くなるから、貨物船との比較において有利になるとは考えられない。

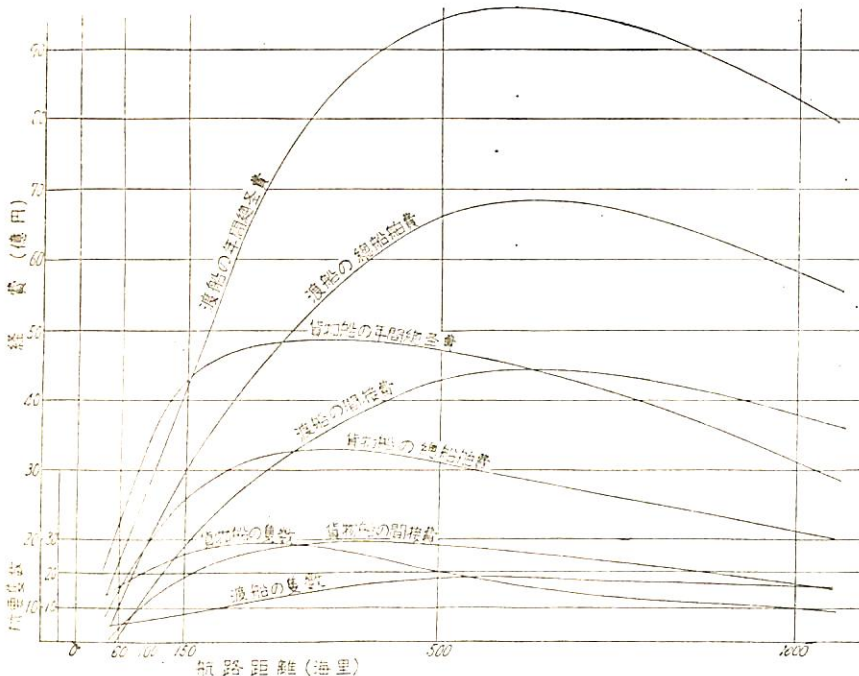


図-5 各船型並びに航路別経費図

渡船は従来の青函連絡船の多くが行なっている石炭だきタービン船をディーゼル船に替えることによって、経費を節減することができる。現に石炭だきタービン船第六青函丸（昭和19年建造）とディーゼル船楡山丸（昭和30年建造）との年間経費の差は、後者が1億3千9百万円余少ない。同様のことが貨物船についても言い得ることはもちろんである。従ってディーゼル機を双方が採用した場合でも、相対的の経費の開きは上記と同様の傾向にあるものと予想される。

本論における比較対照の条件を基とした計算の結果、渡船による貨車航送の経済的実施範囲は150海里が限度で、下関一釜山間（122海里）には実施可能であることを知りえた。従ってスエーデンが計画したゴータブルグ

—イミンガム間航路には普通の経済計算では採算にあわない。しかし現在キューバのハバナとフロリダのウエスト・パーム・ビーチおよびニューオーリンズ間に貨車航送を行なっているが、要するに特種貨物の輸送による運賃収入の点で収支が償って、なお相当の利益を挙げ得るから企業として成立しているものと思われる。運賃については貨車航送の利点（「車両航送」第1章第5節記載）において十分カバーし得る点が多いので、一般貨物船の運賃を上まわっても、荷主、荷受人の得る利益が多いところから渡船は貨物船と競争し得る。

近来、貨物船のコンテナ使用の傾向が表われたのも、貨車航送の利点を認めたものと思われる。

（以下次号につづく）

船舶の電気防食

運輸技術研究所
瀬尾正雄 著

船舶の電気防食の基本について平易に解説し、多数の実船実験の資料をとりいれて、電気防食の企画、設計、工事ならびに保船にたずさるる方にとり唯一の参考書。
A5判106頁 上製 250円（〒24円）

内容：腐食、電気防食、流電陽極法、船底の電気防食、船底防食の実例、タンクの防食、陽極試験法、電解被覆、外部電源法、JIS鋼船体用防食亜鉛板

船舶技術協会

— 解説付図書目録無料進呈 —

— 最新刊好評発売中 —

船内工作法

石原長生 著
船に必要な各種工具・備品・工作機械の性能・使い方・工作法等を具体的に船舶技術者・船舶機関士・艦装員の立場より説明せる類書なき実務参考書。

青木 健・森田 豊共著

船用交流電機

現在各種船舶に備付けられている交流発電機・電動機の理論・構造・取扱・修理・調整・関連装置・器具等と広範囲に亘り平易に説明せる実務参考書。

原 耕造 著

航海科受験問答

甲種航海士には口述受験用参考書、乙種船長・航海士には筆記試験用参考書として又海事関係者には航海百科事典の代用として至便。

日本海事新聞社編

月曜随想

海運各界の元老や第一線で活躍している名士六九人の懐古談・紀行記等よりなる随筆を集めたもの。各筆者の一人柄・経歴等は勿論体験からにじみ出る卓説は今更の如く一読に値する。

辻 安正 著

片山 幸作 著

巻婦 幸作 著

竹夫 幸作 著

海技試験官

海技試験官

甲種航海科

甲種機関科

甲種免状別試験問題解答

海難随想
コンテナ輸送
天文航法

松村総一郎監修
試験問題
八〇〇題
（36年版）
定価三〇〇円

辻 安正監修
試験問題
八〇〇題
（36年版）
定価四〇〇円

甲船長・甲機長
甲二航長・甲二機長
各冊
定価一五〇円

34・10
35・6

東京 東京都渋谷区代々木富ヶ谷町1564番地
本社 電話 代々木(467)3967 振替 東京 78174

成山堂書店

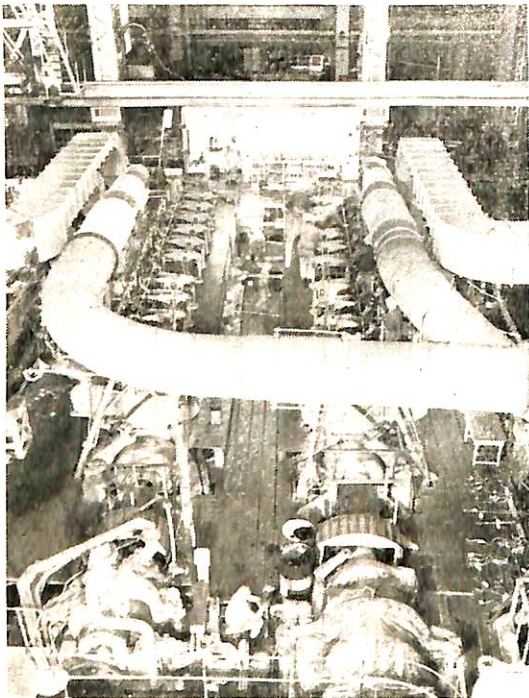
神戸 神戸市生田区三宮センター街一丁目
出張所 流泉書房内 電話 三宮 (3) 7390

技術 短 信

艦艇用高出力三菱 UE ディーゼル
9UET52/65型完成

三菱造船長崎造船所で建造中の昭和34年度護衛艦もがみ(1,490排水屯)の主機9UET52/65型ディーゼル機関がこのほど完成した。本機は昭和35年7月18日起動以来種々の試験運転を重ねてきたが、昨年暮より諸種の公試運転に入り、左舷機は100%24時間(1月4日)および引続き110%2時間の耐久力運転を終わり、右舷機は本年1月7日から100%100時間の運転を行ない、引続き12日から110%の運転を終了したが、いずれも良好な成績をおさめた。本機関の要目および特長は次の通りである。

型式	三菱UEディーゼル機関9UET52/65型
シリンダ径	520mm
行程	650mm
毎分回転数	330RPM
定格出力	8,060PS
正味平均有効圧力	8.78kg/cm ²
平均ピストン速度	7.15m/S
機関全長	10,900mm



三菱UEディーゼル9UET52/65型機関

台板幅	1,790mm
機関全高	3,920mm
機関重量	94トン(11.8kg/PS)

特 長

- (1)小型軽量高出力機関で本体は全溶接構造、一気筒当り出力889PSでこれはトランクピストン型では世界最大出力である。また重量もPS当り11.8kgという軽量でこの種機関としては最も軽い。
- (2)独特のオイルクッションを装備しているので機関の振動騒音は著しく低く、かつ機関の信頼性を増している。
- (3)全油圧方式による遠隔操縦装置を有し、エヤコンディションを施した別室から機関を操縦する方式を採用。
- (4)主機関には全補機を直結装備しているので停電しても運転を続行することができる。
- (5)排気ターボチャージャは特に圧力変動に適した丸頭翼を採用しているので三菱独得の蓄圧式燃料系統の採用と相まって高負荷域より極低負荷域まで常に完全燃焼が得られる。
- (6)本機は高回転、高出力であるので艦艇用のみならず、一般商船、陸上発電プラント、ドレッジャー用ポンプ原動機用等広い範囲に適合する。

1960年度 B&W 型機関生産実績
100万軸馬力突破

デンマークB&W本社から三井造船にはいった情報によると、1960年度にB&W本社およびそのライセンサーにより製作されたB&W大型船用ディーゼル機関の生産実績は1,018,000軸馬力に達し、これは全世界船用ディーゼル機関生産高の27.99%で第1位を占めたが、これは同型ディーゼル機関の生産実績としては世界初めての記録である。因みにB&W型機関を装備した船舶は138隻で、昨年中に竣工した2,000DW以上の総船舶の24.8%に当たっている。(以上の数字はいずれも英誌モーターシップによる)

石川島播磨重工業13万トンタンカー主機
28,000馬力超大型タービン設計開始

石川島播磨重工業では34年末佐世保船舶工業建造の7万トンタンカー Oriental Giant 号用主機22,000PS大

型タービンを完成、その後の航海も予期以上の成績で船主の賞讃を拍しているが、その同型第2番機を昨年11月日本鋼管より受注しており、このほど出光興産13万トン超大型タンカー2隻に搭載する28,000PSタービンを製作することになり設計に着手した。

要目比較	28,000PS	22,000PS
(1)出力 常用	25,500 "	20,000 "
連続最大	28,000 "	22,000 "
後進	8,600 "	7,300 "
主軸回転数	101.5	101.5
(2)概算重量	295,850kg	271,500kg
(3)蒸気状態(kg/cm ² ×°C)	60×48.2	40×44.5
(4)蒸気消費量(kg/SPS/h)	2.58	2.73
(5)復水器冷却面積m ²	2,250	2,000
	(発電機タービンの排気も導入する単流式)	(復流式)

特長

- (1) 22,000PSに比べ出力27%アップに対し重量は14%しか増加せず重量軽減をはかっている。
- (2) 現在世界の標準は圧力40kg/cm²、温度450°Cで、今回はこれを一段と向上せしめ、蒸気消費率 2.58kg/SPS/hで燃料消費率は約 230g/SPS となり、これは標準蒸気状態のタービンに比べると蒸気消費率が46%、燃料消費率が38%節減された。
- (3) 高压タービンの特長は回転数をできるだけ上げてタービンを小型にすると同時に、蒸気室および車室壁の形状を独特の設計にして高温高压化による熱応力を下げて安全性の増加を計っている。

(4) 低压タービン

大馬力になると蒸気流量が多くなり低压タービン最終段に行くに従い蒸気比容積の増加とともに翼節円径および翼高さが急速に大きくなるので、蒸気を中央より導入して船首尾両方に流すいわゆるダブルフロータイプとし、最終段の節円径および翼高さを小さくして回転数を上げ効率の向上を計っている。

(5) 減速装置の特長

減速歯車は大馬力とタービン回転数の上昇に伴い22,000PS型に比較しさらに周速を増し、より高硬度歯車を採用することによりロードファクターが高くとも充分安全性のあるものとした。

車室は上、中、下三つに分かれ、特に剛性に留意した。

(6) 復水器の特長

冷却方式を単流型とし、冷却面積を小さくし復水器は従来のスプリングにより支持する方法をやめて復水器本体に支持脚をつけ復水器全体を船体に設けられた機械台の上に支持するようにした。また低压タービンは排気口フランジで復水器上に支持されており、従来のご

とくタービン自体を支持する脚は設けていない。このような構造を採用することにより復水器の振動を防止すると同時に低压タービンと復水器間の相互の干渉力を解消できるのであって、これは22,000PSタービンにて実施し好成績を得ている。

三菱日本重工業冷凍式大型LPG運搬船受注

三菱日本重工業(株)はこのほどブリヂストン液化ガス(株)より2万GTの冷凍式大型LPG運搬船1隻を受注した。本船は同社横浜造船所で建造されるが、冷凍式LPG船としては世界最初の新造船であり、また高度の建造技術を要する船なので各方面より注目されている。船価は約27億円である。

船主 ブリヂストン液化ガス(株)(ブリヂストンタイヤ(株)の子会社)

船種 液化石油ガス運搬船(冷凍式)

垂線間長	175m
型幅	25m
型深	16.7m
総屯数	約20,000T
貨物搭載容積	約28,600m ³
速力(公試最高)	18.25kn
主機関 横浜MAN K9Z 78/140C型ディーゼル	
出力	13,000PS
納期	昭和36年12月末
運航	日本郵船(株) 積地 クニイト 揚地 川崎

日立造船大型ドレッチャー4隻受注

最近全国の臨海工業地帯造成計画の推進に伴いドレッチャーの需要が増加しているが、日立造船では今回大型ドレッチャー4隻を受注し、うち1隻は阪神築港、3隻は新設会社(仮称東洋建設設備会社)からである。いずれもディーゼル機関を原動機とするポンプ式で、他の甲板機械や船内補機類は電動で船内のディーゼル発電機から送電される。操縦は船橋操舵室の操作盤で行なう。

船体は全溶接構造で振動には十分考慮され、曳航のときの抵抗を少なくする船尾形状をしている。

主要目 L52.8m×B14.7m×D4.6m×d約2.6m

ポンプ能力 送水時 4,700~6,800m³

送泥時 4,000~6,000m³

浚渫能力(ラダー傾斜 37°にて水面下よりサクシオンマウス下端まで) 20m

排砂管口径 吸入管 680mm 吐出管650mm

排送距離(計画) 1,000~3,000m

浚渫ポンプ ディーゼル駆動式片吸込一段渦巻ポンプ
3,000馬力×200回転 1基

船型 非自航式 3,000馬力

造船用設備新設等処分状況月報

本省報 (35年9月分 1工場 1件 4,000千円)

運輸省船舶局監理課 (工事費単位千円)

造船所	工事内容	工事費	調達区分	完了予定	許可月日
三保造船	20t走行ジブクレーンおよび同軌条100m新設	40,000	借入	35—12	9—10

(35年10月分 2工場 2件 280千円)

大幸船渠 播磨造船	施設の借受(蓬萊ドックより) 第1船渠拡張(20,000GT→25,000GT)	280	自己	35—10	10—18
--------------	---	-----	----	-------	-------

(35年11月分 4工場 4件 72,454千円)

飯野重工	第1船台の拡張(長さ6.18m延長)(能力不変)	454	自己	35—12	11—21
石川島重工	施設の譲受(播磨造船との合併による)				11—28
四国ドック	施設の譲受(四国船渠工業所よりドック 3,200GT等)				11—29
新三菱重工	100t天井走行クレーン1基および同軌条54m× 2新設(大型部品加工工場H棟)	47,500	自己	36—6	11—29
	50t " " (" I棟)	24,500	自己	36—3	"

地方海運局報 (35年9月 7工場 7件 25,300千円)

海運局	造船所	工事内容	工事費	調達区分	完了予定	許可月日
東海	三保造船	1. 5t走行ゴライアスクレーン1基新設	5,500	借入	35—11	9—15
		2. " " 用軌条100m新設	2,000			"
		3. " " 1基および同軌条100m新設	5,000			36—1
		4. 受電能力626kW増強	2,500			35—12
近畿	向井造船	工期変更承認(対近海監設許第35—2号)		自己	36—1	9—30
		(対中海監設許第34—13号)				35—9
" "	常石造船	第2船台の新設(1,000GT)	800	自己	35—10	9—12
		1. 第1船台の拡張(800GT→1,200GT)	1,200			35—10
四国	来島船渠	2. ブロック組立定盤84m ² 増設	100	自己	35—10	9—24
		1. 20t吊塔型水平引込式走行クレーンの軌条20m延長	6,500			自己, 借入
九州	林兼造船	2. 5t " " 45m延長		自己	35—11	9—20
		7t塔型固定クレーン新設および25tジブクレーンの軌条30m延長	1,200			

(35年10月分 9工場 10件 74,600千円)

関東	日立神奈川 内田造船	6t クローラークレーン1台新設	8,500	自己	35—10	10—3
		受電設備403kWの新設	900			"
" "	日鋼・清水	ラジアルポール盤1台新設	8,000	借入	36—8	"
		第3引揚船台1,500GTの新設	36,000			"
" "	静浦造船	第2船渠の拡張(700GT→1,300GT)	2,000	自己	36—4	"
		第6引揚船台700GTの新設	11,000			借入
神戸	播磨造船	クレーンの改造3基(1.5t~3t塔型走行クレーン を3t~6tに)(鉄構工場用2基,鋼材倉庫用1基)	700	自己	35—11	10—25
		工期変更承認(対中海監設許第35—6号)				
中国	三井・玉野 林兼造船	組立定盤434m ² 新設線焼用260m ² および野書用174m ²	500	自己	35—11	10—24
		120t(60t×2)天井走行クレーン軌条126m (63m×2新設)	7,000			"

(35年11月分 8工場 8件 72,608千円)

北海	函館ドック 橋崎造船	受電設備の増設(3,000kW→4,550kW)	36,000	自己	36—4	11—2
		溶接用定盤の増設および拡張 (66m ² ×2および42m ² ×3)	480			"
東海	下田船渠 日鋼・清水	工期変更承認(対東海監設許第35—3号)		借入	36—1	11—18
		1. 8tクレーン・カー3台増設	26,250			"
神戸	播磨造船	2. 組立定盤の拡張(造船工場東側2,700m ²)	8,960	自己	35—11	11—2
		天井走行クレーンの改造(鉄木倉庫用5tを7.5tに)	70			"
" "	瀬戸田造船	10t走行クレーン軌条10m延長(第1船台右側)	350	"	35—11	11—11
		15t天井走行クレーン1基増設(第2溶接工場)	498			"
" "	日立・因島 芸備造船	工期変更承認(対中海監設許第35—11号)		"	35—11	11—11

予約購読案内 種々の御都合で市販は極く少数に限られますので、本誌確保
御希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。

予約金 { 6カ月分 1000円(送料共)
1カ年分 2000円 }

運輸省船舶局監修
造船海運総合技術雑誌

船の科学

昭和36年2月5日印刷 {昭和35年12月3日}
昭和36年2月10日発行 {第3種郵便物認可}

禁転載 第14巻 第2号 (No. 148)

定価 180円 (〒12円)

発行所 船舶技術協会
東京都港区麻布筈町79
振替口座東京 70438
電話 青山 (401) 3994

編集兼発行人 朝永信雄
印刷人 株式会社新栄堂
東京都千代田区神田猿蓑町2の4

A	尼崎製鉄株式会社	7	日本ビストンリング株式会社	5
	浅野物産株式会社	表 3	日本ペイント株式会社	30
D	ダイヤボンド工業株式会社	20	日本冷蔵株式会社	34
	ダイハツ工業株式会社	19	日本船舶機器株式会社	31
	大日本塗料株式会社	23	西芝電機株式会社	1
F	富士電機株式会社	36	O 株式会社大沢商会	表 3
	富士製鉄株式会社	33	オーバル機器株式会社	10
G	株式会社ガゼリウス商会	6	R リーベルマン株式会社	2
H	ヒエン電工株式会社	35	理化精機工業株式会社	21
I	有限会社井上商会	9	理研ビストンリング工業株式会社	36
	石川島芝浦タービン株式会社	20	S 株式会社成山堂書店	121
K	萱場工業株式会社	22	神鋼電機株式会社	21
	株式会社小林武雄商店	8	新光機械工業株式会社	6
	株式会社河野鋳工所	32	株式会社瑞西時計輸入商会	1
	栗田化学工業株式会社	表 2	ソニー株式会社	126
	香洋工業株式会社	38	T 太平工業株式会社	37
M	三菱金属鋳業株式会社	125	大洋電機株式会社	表 2
	三菱日本重工業株式会社	表 1	田島応用化工株式会社	表 4
N	長瀬産業株式会社	3	東京貿易株式会社	33
	新潟ウォシントン株式会社	32	東京電機製造株式会社	7
	日本アスベスト株式会社	5	株式会社東京計器製造所	10
	日本ビテイ株式会社	8	東京計装株式会社	126
	日本ヘルメチック株式会社	9	巴工業株式会社	10
	日本アイ・イー・シー株式会社	22	東西商事株式会社	19
	日本無線株式会社	4		

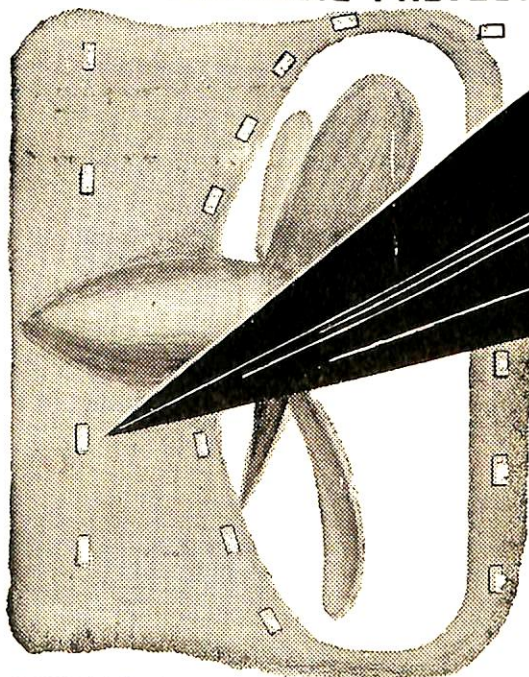


三菱防蝕亜鉛

CATHODIC PROTECTION ZINC

鉄材の腐蝕を

CPZで防ぎましょ



CPZ

用 途

船舶外板・スクリュー
海水中の鉄構造物

三菱金属鋳業株式会社

東京都千代田区大手町1丁目6番地 (大手ビル)

電話 (231) 2431・3321・4311番

総代理店 三菱商事株式会社

電話 (281)1021・1031・2021番

設計施工 日本防蝕工業株式会社

電話東京 (281)6807・6808

Bondmaster

G527



不燃性の造船用接着剤!

ポリエーテル及びポリウレタンフォームの接着
金属、プラスチック、木材などあらゆる硬質
半硬質の材料の接着にボンドマスターG527

ボンドマスターはアメリカの工業用接着剤専門メーカー
ラバー・エンド・アスベスト社の接着剤で、あらゆる用
途に数百種の製品があります。

その他の造船用接着剤

ボンドマスターG458, 459	ポリスチレンフォーム用
ボンドマスターG360	天然ゴム / スチル
ボンドマスターG596	コルク / 鉄板 不燃性



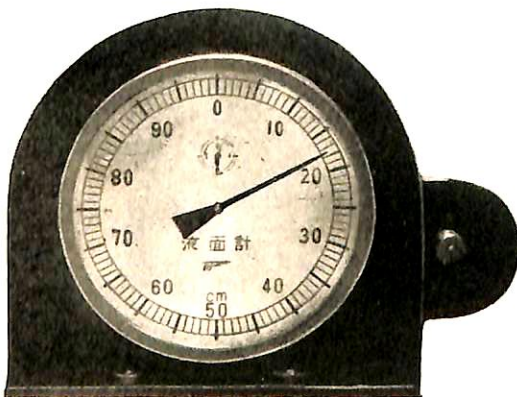
ラバー・エンド・アスベスト社日本総代理店

ソニー株式会社 ・ 東京都品川区北品川6の351
(441)0161

SONY

液面計

船舶用液面計



- L S 型... 密閉型で、フロートによって液面変位を滑車式で測定し、ウェイトおよびスプリングによってバランスを取り、テープ目盛により深さを計る。
- L M 型... 上記と同一方法であるが、磁気結合式で測定するものである。
- L A 型... 開放式で空気をバージして、背圧により測定するものである。
- L P G 用... フロートによる測定方法であるが、特殊型に液化ガス用に設計されたものである

その他各種液面計

東京計装株式会社

本社 東京都港区芝田村町6-10(創和ビル)
電話 東京(501)7414・(431)8947
営業所 大阪市北区西扇町17(日扇ビル)電話(36)7462
工場 横浜・目黒



〜 営 業 品 目 〜

- ◇東京機械株式会社製品
中村式浦賀操舵テレモーター
浦賀電動油圧舵取装置(型各種)
全密閉型汽動揚貨機
揚錨機、揚貨機、繫船機
(各汽動及電動)
(テンションウインチ)
- ◇北辰電機株式会社製品
C-プラー特転輪羅針儀
単、複式オートパイロット
コースレコーダー及ログ
- ◇株式会社御法川工場製品
船用自動石炭燃燒機
船用重油噴燃装置
- ◇岡野バルブ製造株式会社製品
船用一高温、高圧バルブ
- ◇品川機械株式会社製品
テラバル型船用油清浄機
- ◇東方電機株式会社製品
船用氣象模写受信装置
- ◇日本ヴィクトリック株式会社製品
ヴィクトリックジョイント各種
- ◇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 東京281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

HAMILTON

CHRONOMETER WATCHES



2 日 捲
2 1 石
特殊エリンパヒゲゼンマイ付
高級仕上げムーブメント



ハミルトン マリナクロメーター

総代理店

株式会社 大澤商會

産業機械部 東京都中央区銀座西2の1 山田ビル2階 TEL (535) 3271-4

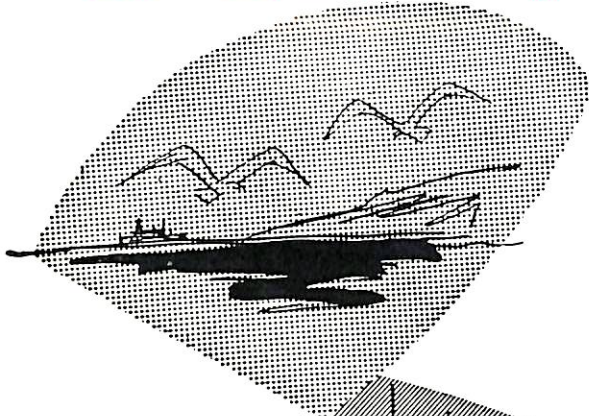
昭和三十六年二月十五日印刷
昭和二十六年十二月三日第三種郵便物認可



快適な船旅にソフトな床材

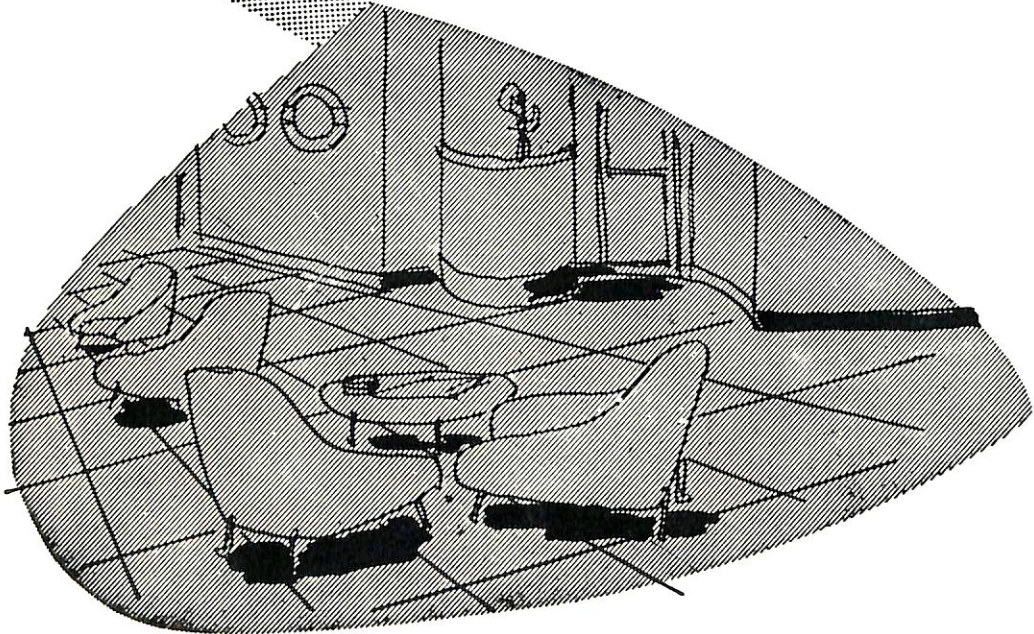
高級弾性床タイル

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水持ちします。



三星ルーフィングの **田島応用化工株式会社**

東京・東京都千代田区神田岩本町13 TEL 浜 町(866)代 6148
大阪・大阪市西区京町堀上通 1-14 TEL 大 阪(44)代 5951

船の科学

定 価 一八〇円

東京都港区麻布拜町七九
船舶技術協会
電話青山三九九四番