

運輸省船舶局監修

造船海運綜合技術雜誌

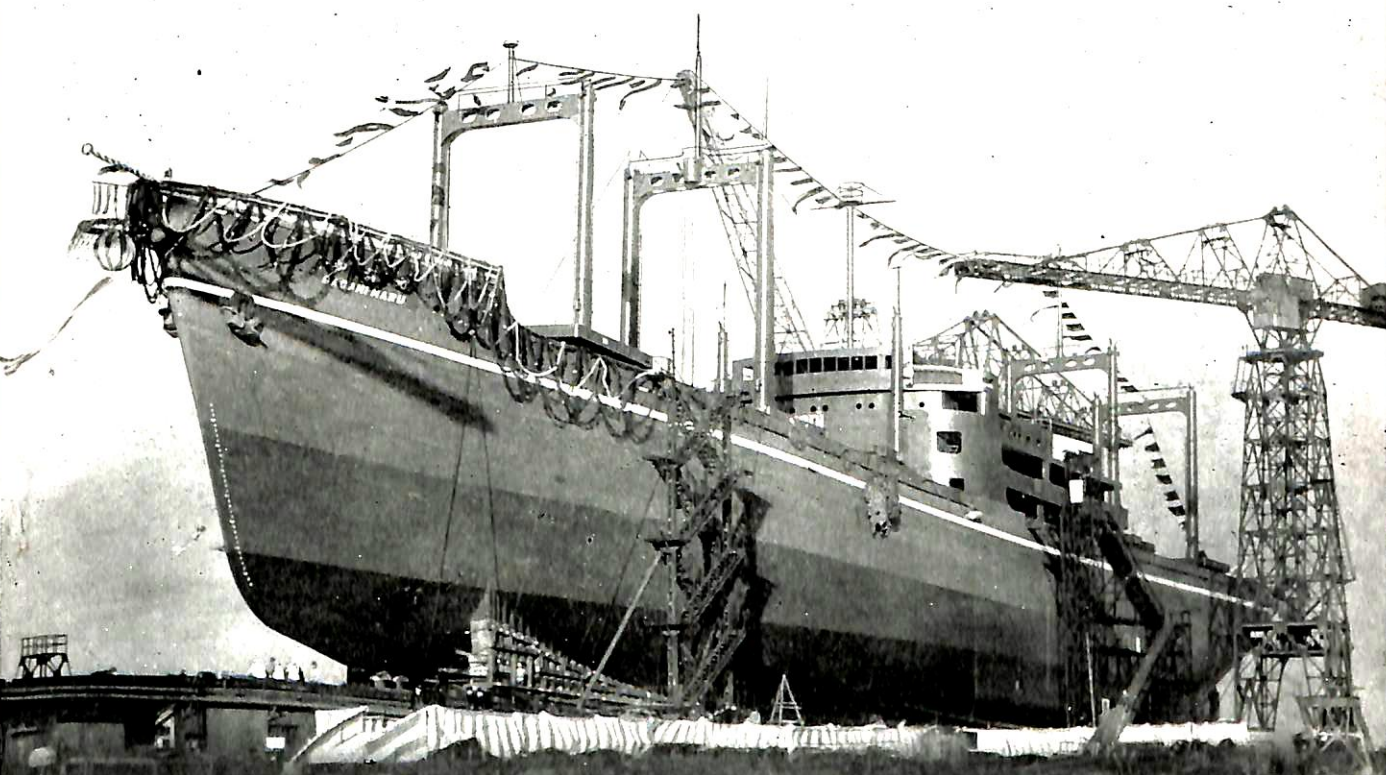
昭和三十年三月五日印刷
昭和三十年三月十日發行
昭和三十年十二月三十一日
昭和二十三年五月三十一日
昭和二十一年一月一日
雜誌才一五五六号
才八卷才三号
才三回才十號
才三號
特別承認

船の科学

VOL.8 NO.3 MAR. 1955

日本郵船株式会社 貨物船「相模丸」

11,000 D.W.T. 昭和30年1月24日進水



 **三菱日本重工業株式会社**

船舶技術協会

3

熱効率の増進

DIESEL FUEL



OIL TREATMENT

燃料費の節約

BRICKSEAL

REFRACTORY COATINGS

重油・石炭用
SOOT-SLUDGE
FIRESALE & SLAG
REMOVERS

横浜市中区桜木町
読売ビル 電話2-2844

井上商会

東京 銀座東8の4 湯浅ビル
電話 (57) 1032番

三機の船舶用機材

厨房設備

(ギヤレ・グリル・ペーカリー・バー)
(喫茶・食品加工設備一式)

冷蔵設備

客船・貨物船・捕鯨船等何れにも適する様

設計製作施工いたします

洗濯設備



伝統を誇り

電縫鋼管



瓦斯管
空気予熱管
ボイラーチューブ
ラジエーターチューブ
其他 艦船用鋼管

三機工業

社長 山田熊男

支店 大阪・名古屋・福岡・札幌・広島
工場 川崎・鶴見・中津

本社 東京都千代田区有楽町(三信ビル) 電話東京59局(59) 代表5251(10) 代表5261(10) 代表5351(10)



佳友の船舶用電線

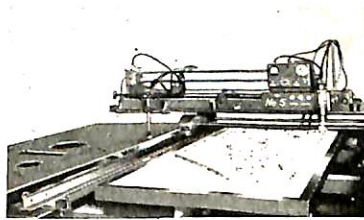
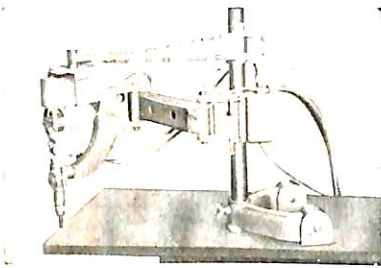
井ゲタロイ
熔接棒芯線

伝統と技術
不断の研究
良品の増産

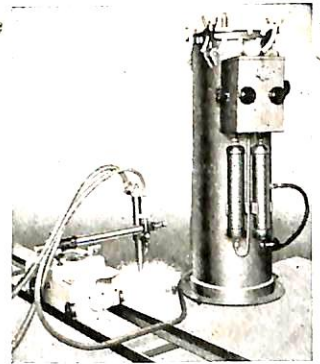
住友電気工業株式会社

大阪 名古屋 大東 名福

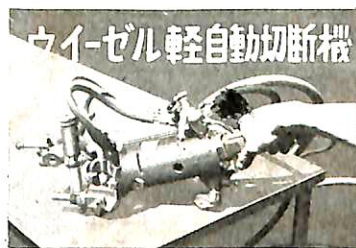
尖端を往く注目の新製品



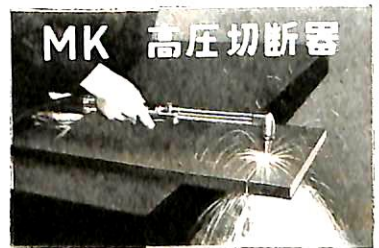
カタログ進呈



MK 高圧溶接器



レーザー軽自動切断機



MK 高圧切断器

電子管トレーサーも
30年1月完成
乞御期待



小池酸素工業株式会社

本社 東京都墨田区太平町3の14 電話本所(63)代表4181~5
大阪営業所 大阪市西区阿波座下通1の19 電話新町(53)4010

PARROT
ENGINE OIL

パロット

エンジンオイル



益々好評

第二回

特売!!

期間

30.2.1~30.4.30

昭和石油

オルガノ式純水製造
硬水軟化装置

水はボイラーの血液です!

- イオン交換樹脂
- アンバーライトの用途
- 学 術 研 究 用
- ボイラー給水処理
- 糖類・グリセリンの精製、
- ストマイ・ビタミン・ア
ルカロイドの抽出・精製
- フォルマリンの脱蟻酸
- 工場・鉱山廢液処理

☆誌名記載お申込みに
詳細カタログ送呈



株式会社

日本オルガノ商会

東京都千代田区神田鍛冶町1の1 TEL.(25)8661(代表)



各種船舶並に艦艇の新造・修理
鐵構工事・土木建築業

陸船用諸機械製作
浦賀スルザー・ディーゼル機関製作

浦賀船渠株式会社

代表取締役社長 多賀寛

本社 東京都中央区日本橋通二丁目六番地
Tel. 代表 千代田 (27) 5751・5761

浦賀造船所 横須賀市谷戸六番地
Tel. 代表 浦賀 80. 180
横須賀 2355~7

神戸事務所 神戸市生田区明石町三番地
Tel. 元町 (4) 2723. 6651

横浜工場 横浜市神奈川区大野町二番地
Tel. 神奈川 (4) 533.1~5

大阪出張所 大阪市北区絹笠町五〇番地
Tel. 堀川 (35) 491



石綿スレート
石綿製品一般
保温保冷工事
米国式コンクリートブロック

マリライト

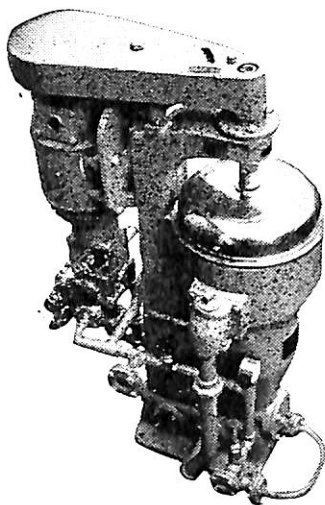
(船舶用軽量耐火耐熱壁材)

朝日石綿

朝日石綿工業株式会社

本社 東京都中央区銀座7の3 電話銀座 (57) 9361 代表
営業所 北海道・宮城・東京・横浜・名古屋・大阪・岡山・福岡

バンカーオイルを常用するディーゼル船に.....



新型 シャープス油清浄機

処理能力 (L/H)

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

米国シャープレス・コーポレーション日本総代理店

セントリフューガス・リミテッド日本総代理店

巴工業株式会社

本社 東京都中央区銀座1の6(皆川ビル内)

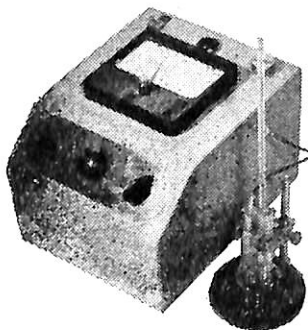
電話京南(56)8631(代表), 8682~5

神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル内) 電話寝合(2)0288

工場 東京都品川区北品川4の535 電話大崎(49)4679・1872

RDK

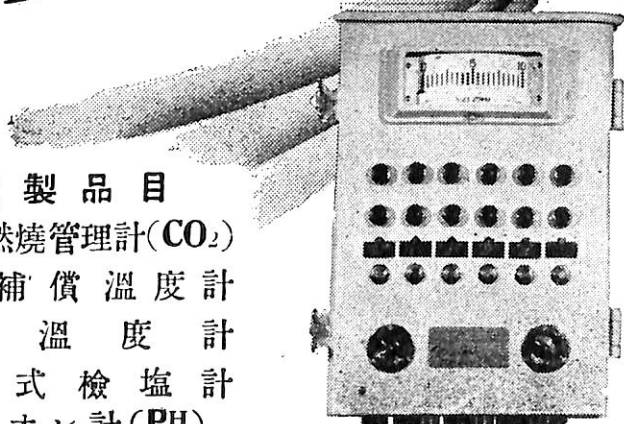
100隻突破!!



船用PHメータ

主製品目

- 電気式燃焼管理計(CO₂)
- 熱電補償温度計
- 抵抗温度計
- 電気式検塩計
- 水素イオン計(PH)

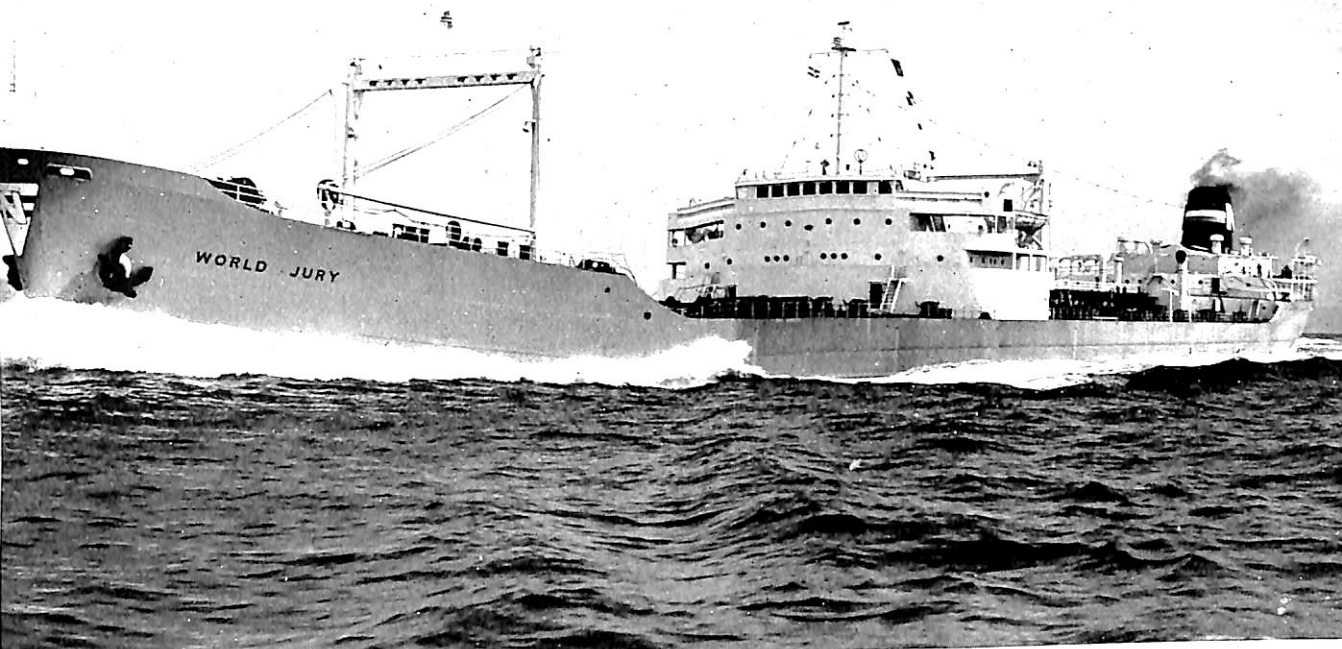


電気式自動切換検塩計

理化電機工業株式会社

本社 東京都大田区田園調布3丁目50番地

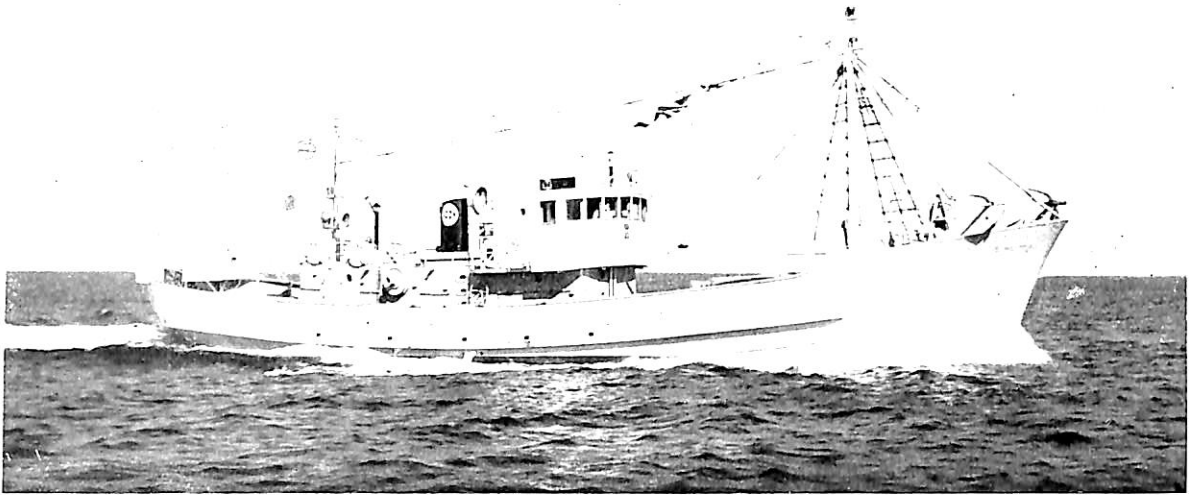
研究所 電話田園調布(72)2083・6297番



輸出油槽船 **WORLD JURY**

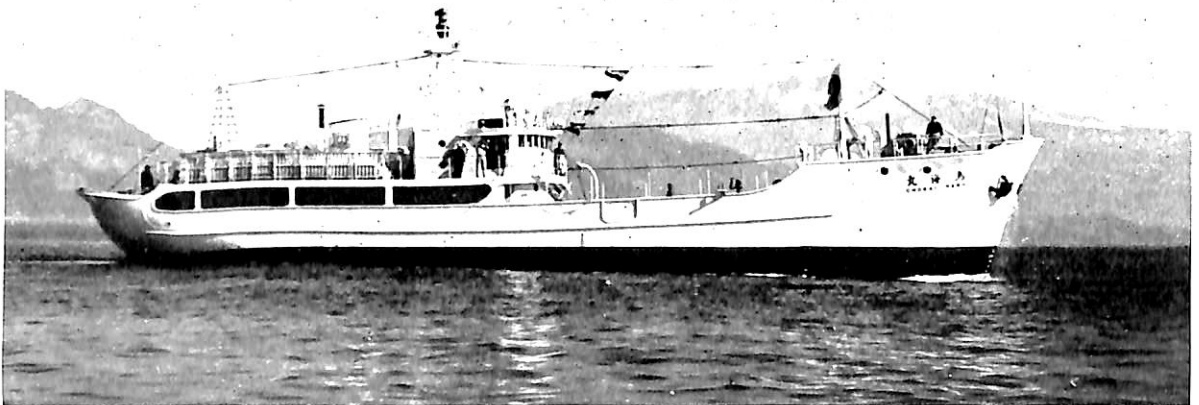
注文主 Dean Shipping Co., Inc. (アメリカ)
 船主 Intermarine Navigation Co. (リベリア)

三菱造船株式会社長崎造船所建造	起工 29—3—11	進水 29—9—30	竣工 30—2—26
全長 659'—11"	垂線間長 630'—0"	型幅 88'—0"	型深 (上甲板迄) 45'—0"
総噸数 20,135.31T	純噸数 12,504.91T	載貨重量 33,046Lt	貨物油艙容積 約 43,700m ³
主機械 三菱長崎複汽筒クロスコンパウンド二段減速蒸気タービン1基			出力(定格)15,000SHP
蒸気圧力 575 lb/in ² , 蒸気温度 840°F	主汽罐 2胴式水管罐 2 罐		速力 (満載最大) 17.665Kn
(満載航海) 16.5Kn	船級 LR	乗組員 60名	



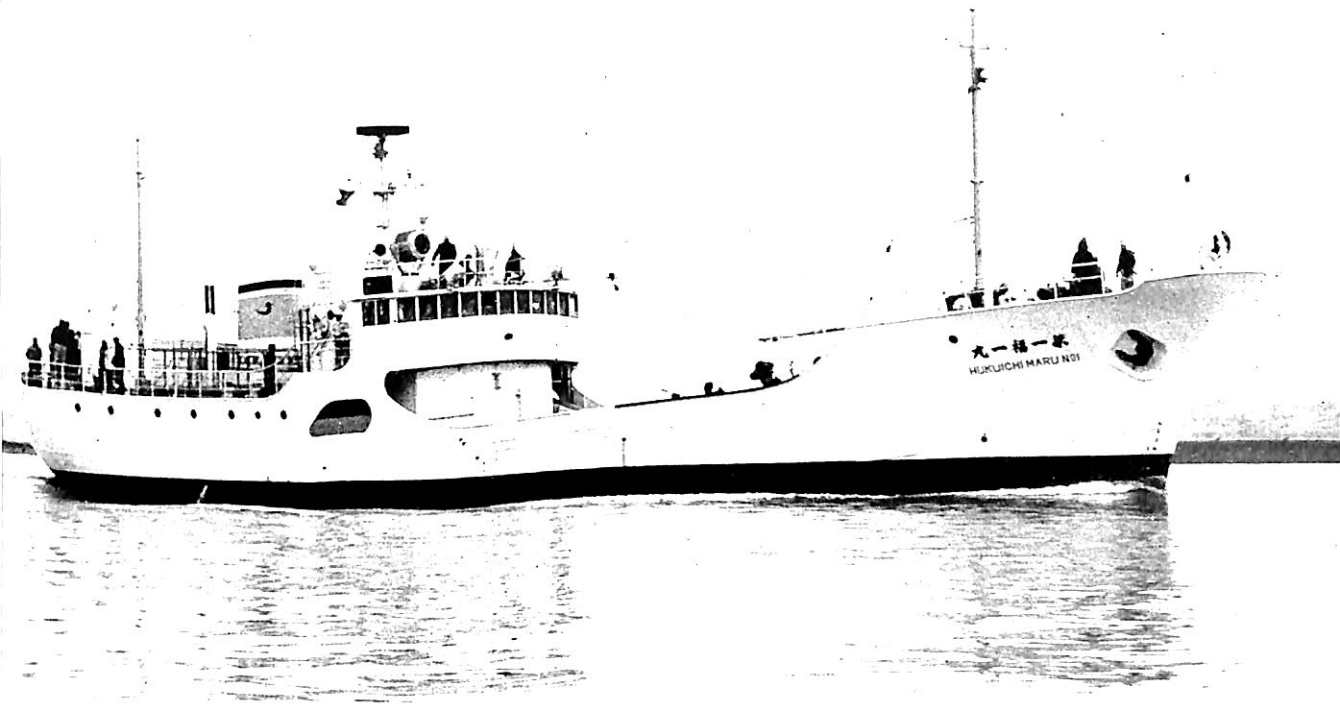
底曳網漁船 大 宝 丸 新出新三郎

林兼造船株式会社建造	起工 29-12-1	進水 29-12-27	竣工 30-1-31
長 (漁船法) 25.80m	型幅 5.30m	型深 2.40m	総噸数 80.98T
純噸数 34.76T	主機械 新潟鐵工所製4サイクルディーゼル機関1基	出力(定格) 265 BIP	
速力 (最大) 10.83Kn	本船は北洋鮭鱈流網獨航船としての諸裝備を有している。		



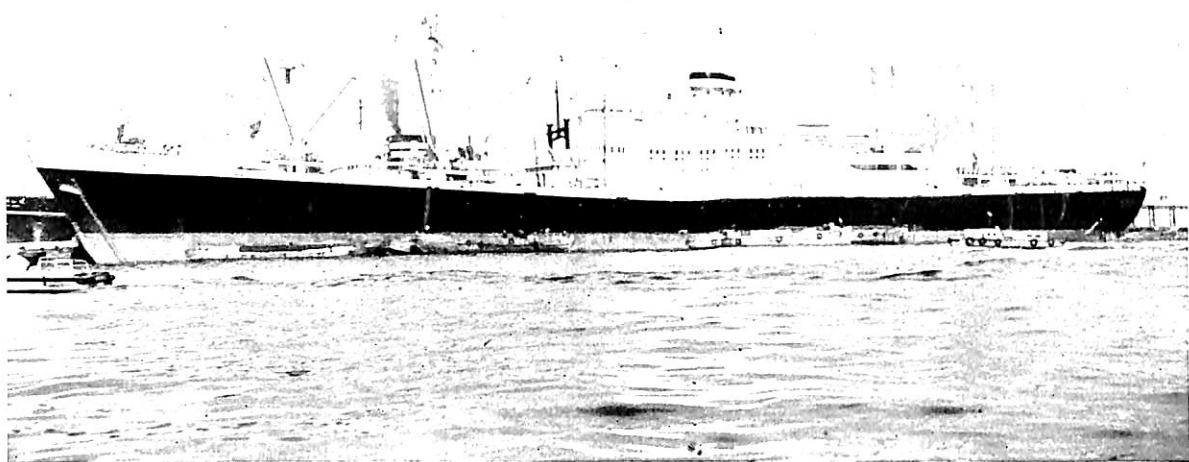
漁業練習船 鳥 海 丸 山形縣

日本鋼管株式会社清水造船所建造	起工 29-9-25	進水 29-12-25
竣工 30-1-31	全長 40.75m	垂線間長 36.00m
型深 3.55m	総噸数 277.56T	純噸数 141.64T
4サイクルディーゼル機関1基	出力(定格) 500BIP(320RPM)	主機械 阪神内燃機製
補機 65BIPディーゼル機関2基	速力 (最大) 11.064Kn (航海) 9.5Kn	乗組員 52名
レーダー、ローラン、無線装置、音響測深儀、電動測深儀、ラインホーラー、漁獲裝備、鮭延繩及び流し網漁業設備		



鮪延縄漁船 第一福一丸 近藤三吉

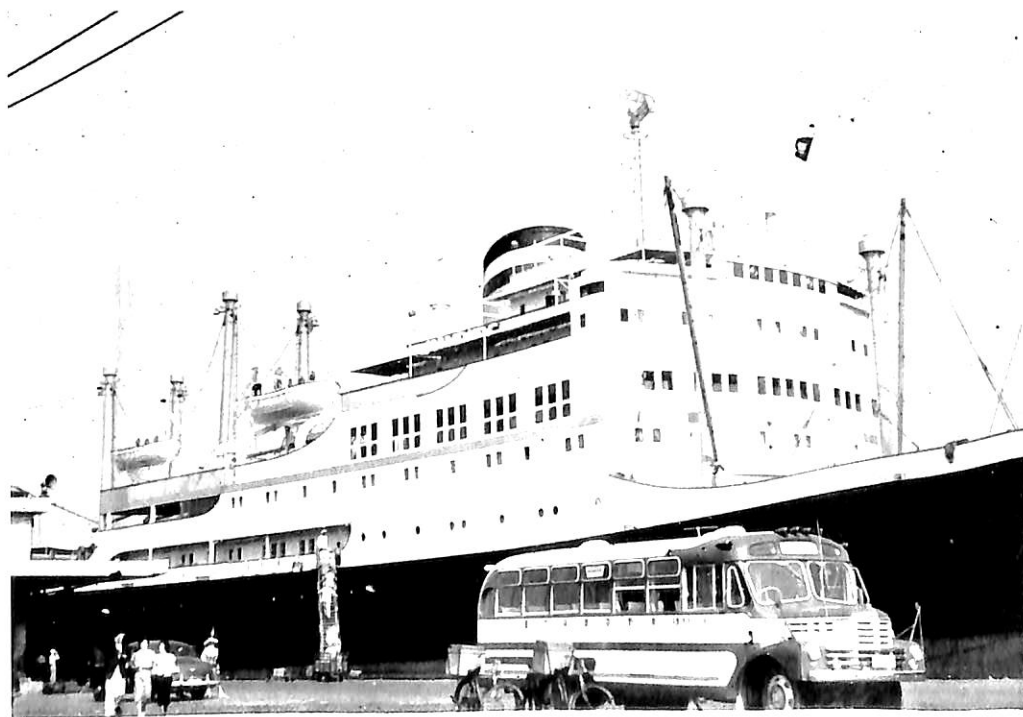
株式会社新潟鉄工所建造	起工 29-10-11	進水 29-12-10	竣工 30-1-30
長(漁船法) 41.00m	垂線間長 40.50m	型幅 7.20m	型深 3.60m
純噸数 234.44T	漁艙容積 378m ³	燃料油艙容積 130m ³	清水艙 22.2m ³
主機械 新潟鉄工所製過給機付ディーゼル機関1基	出力(定格) 700BHP	速力(最大) 12.01Kn	
乗組員 30名	冷凍機 アンモニア式 5"×5" 1台, 6"×6" 1台	発電機 交流80KVA, 40KVA 各1台	
レーダー, 方向探知機, 魚群探知機, 主送信機 250W, 補 75W, ラインホーラー 2台			



H A M B U R G

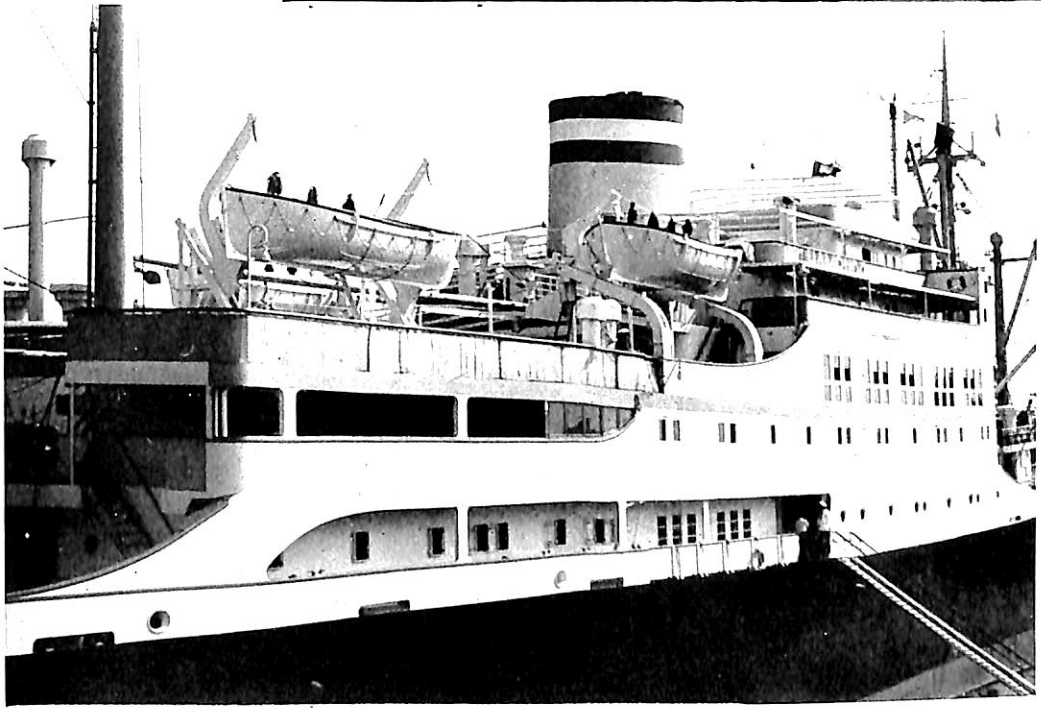
船主 Hamburg-Amerika Line

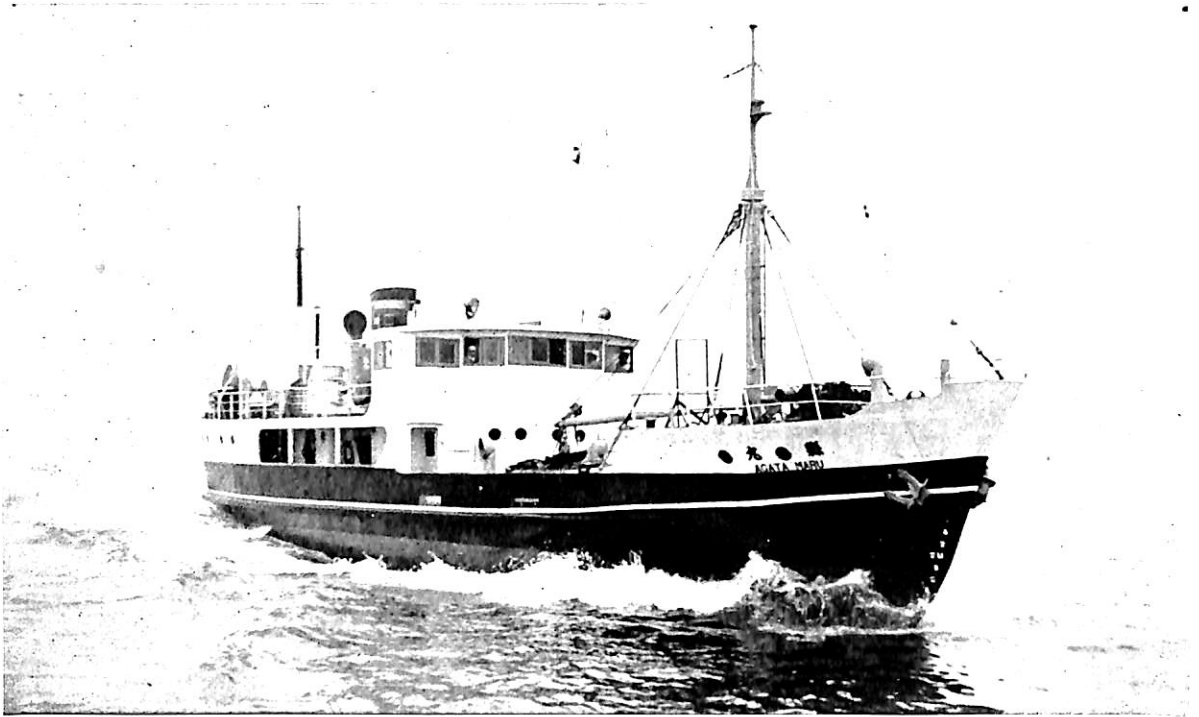
Bremer Vulkan建造	1954年9月竣工	垂線間長 521.0'	型幅 63.8'
型深 27.0'	総噸数 9,008T	純噸数 5,278T	載貨重量 9,400Kt
主機械 Bremer Vulkan-MAN 2 サイクル復動ディーゼル機関 2基	出力 (定格) 13,000BHP		速力 (満載航海) 17Kn



HAMBURG 号
の外観

横浜港にて
梅澤春雄氏撮す





貨客船 縣丸 九州郵船株式会社
あがた

佐野安船渠株式会社建造	起工 29-9-18	進水 29-11-11
竣工 29-12-1	垂線間長 29.61m	型幅 6.00m
満載吃水 2.20m	総噸数 154.56T	載貨重量 101.41Kt
主機械 阪神内燃機製ディーゼル機関1基	出力(定格) 310BHP	速力 12.8Kn
旅客 2等 12名 3等 80名		



つの

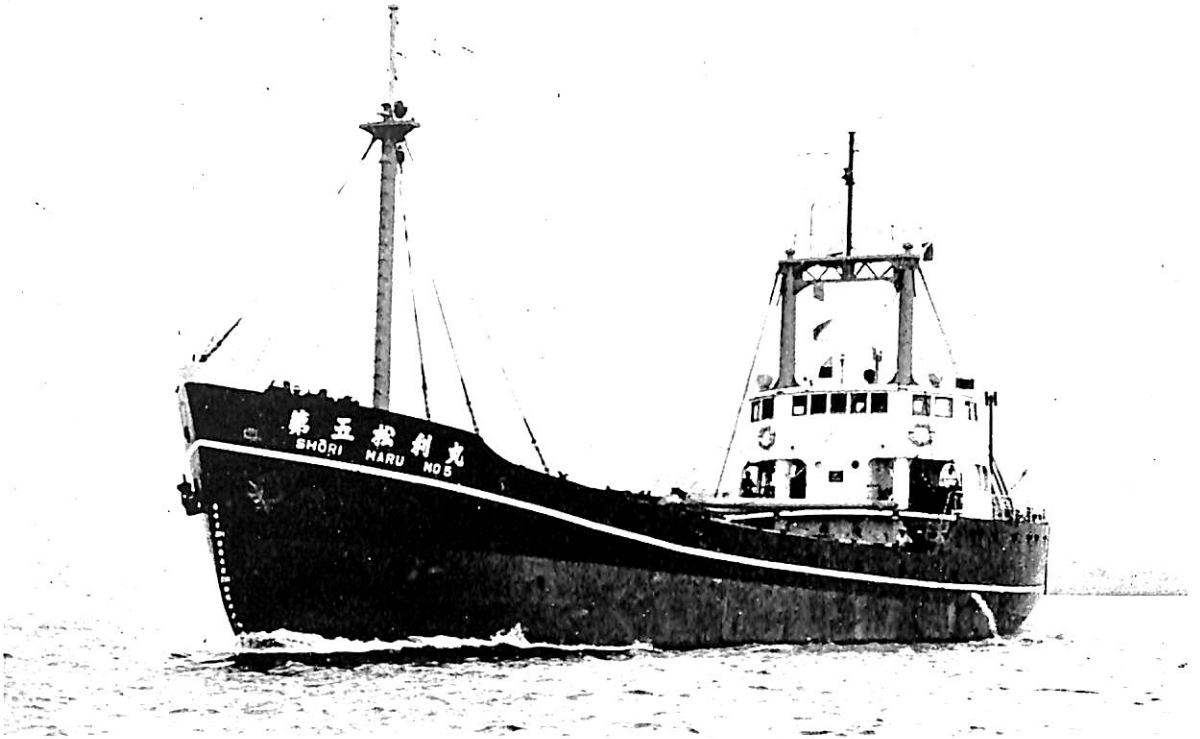
船舶塗料

- ビニレックス (塩化ビニール樹脂塗料)
- L.Z. ブライマー (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)
- 槓印船舶用調合ペイント (船舶用特殊塗料)
- 槓印無水銀鐵船々底塗料 (鉄船々底塗料)
- タイカリット (防火塗料)
- ノン・スリップ (滑止塗料)

大阪市大淀區浦江北 4
東京都品川區南品川 4



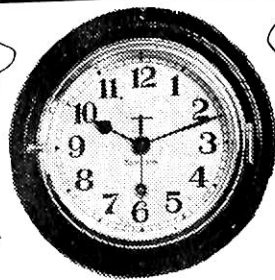
日本ペイント



貨物船 第五松利丸 松尾汽船株式会社
しょうり

金川造船株式会社建造		起工 29-4-13	進水 29-10-11
竣工 29-11-27	全長 46.65m	垂線間長 43.50m	型幅 8.00m
型深 3.60m	満載吃水 3.20m	同排水量 856Kt	総噸数 415.75T
純噸数 258.88T	載貨重量 603.90Kt	貨物艙容積 (ベール) 643.85m ³	水艙容積 65.30m ³
(グレーン) 836.60m ³	燃料油艙容積 19.10m ³	出力(定格) 300BHP (320RPM)	
主機械 三井B&Wディーゼル機関1基		速力(最大) 10.0Kn	(航海) 9.0Kn
補機 伊藤鉄工式10HPディーゼル機関1基	船級 第三級船	沿海區域	乗組員 14名
航続距離 2,800浬	船口 25.50m×4.00m(長尺物搭載用)	デッキ 5t×1, 3t×2	ウインチ 5t×1, 3t×2

セイコーシャの
船時計



一週間捲 一中三針式
同 一秒針付
毎日捲 同



株式会社 服部時計店

本社 東京都銀座4ノ5 電話京橋2111~4, 3196~8

支店 大阪市博労町 電話船場 2531~4

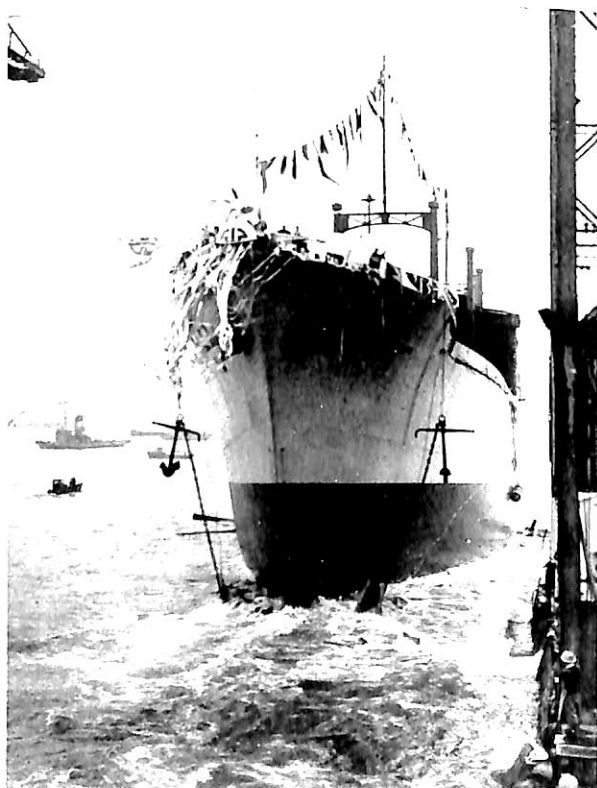
第10次船 **らぶらた丸** 大阪商船株式会社

新三菱重工業株式会社神戸造船所建造 起工 29-11-13
 進水 30-2-26 垂線間長 140.00m 型幅 19.20m
 型深 12.30m 満載吃水 9.10m 総噸数 約 8,800T
 載貨重量 約 11,100Kt 主機械 三菱神戸9 RSD76型
 デイゼル機関1基 出力(定格) 8,500BHP
 速力 (最大)約20Kn (航海)16.25Kn 船級 NK. AB



第10次貨物船 **建川丸** 川崎汽船株式会社
たてかわ

川崎重工業株式会社建造 起工 29-11-11
 進水 30-1-26 全長 142.90m 垂線間長 132.40m
 型幅 18.20m 型深 11.70m 満載吃水 約8.10m
 総噸数 約 8,150T 載貨重量 約 10,750Kt
 貨物艙容積 (ベール)約15,750m³ (グレーン)約17,230m³
 主機械 川崎MAN K5Z⁷⁵/₁₄₀A過給機付デイゼル機関1基
 出力(定格) 5,490BHP 速力 (満載定格) 15.25Kn
 船級 NK: NS*, MNS* 乗組員 59名

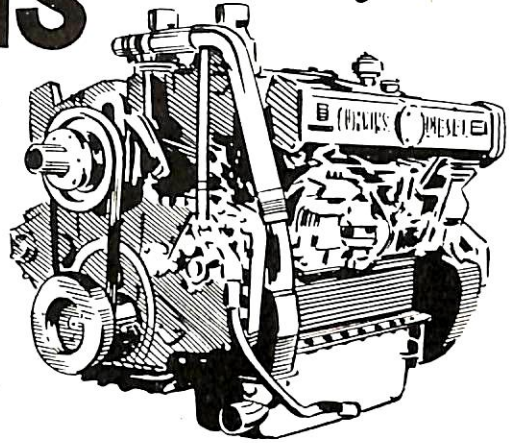


CUMMINS DIESEL

CUMMINS *diesel engines*



船 用 →
 土木建設用 →
 発電機用 →
 車 輛 用 →



各種モデル
60~600HP

日本総代理店 **日米自動車株式会社**

詳細当社
型録進呈

本店 東京都中央区京橋2丁目5ノ1番地
 京橋(56) } 3078, 3267
 } 6035, 7093
 支店 大阪市北区曾根崎新地2丁目24番地
 福島(45) 1534, 2971



西独ダイムラー・ベンツ社製

船用 高速ディーゼル・エンジン
陸用

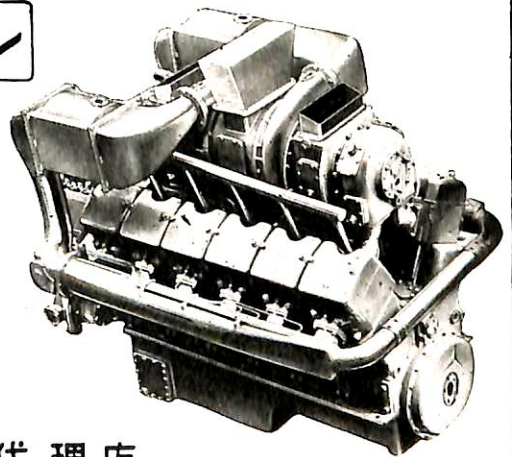
2,500 馬力以下各種

軽量・強力 - 2.0 尙/馬力

取扱簡易 確實

経済的

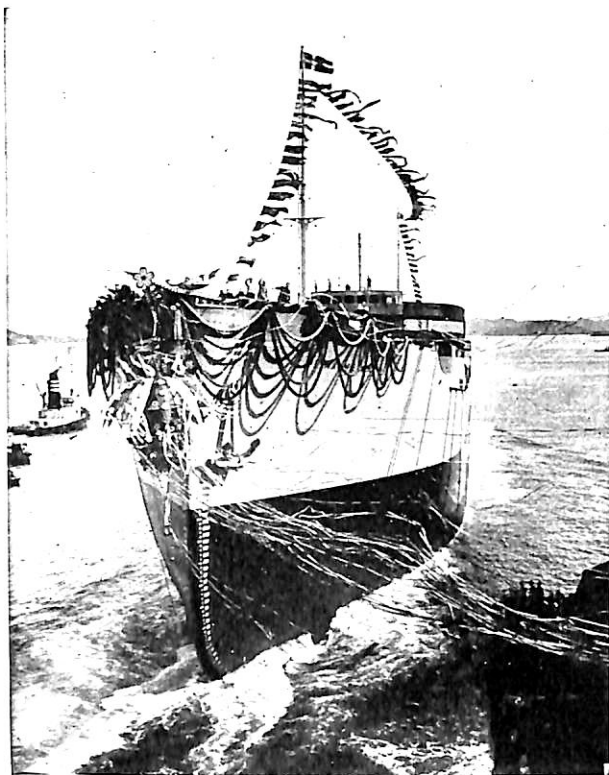
燃料消費 170 瓦/馬力/時間



日本総代理店
ウェスタン・トレーディング株式会社
 (WESTERN TRADING CO. Ltd.)

東京都港区麻布車箭町五十八番地

電話 赤坂(48) 2789, 4541, 6453



輸出油槽船 **PRIMA MAERSK**

注文主 メルスクライン(デンマーク)

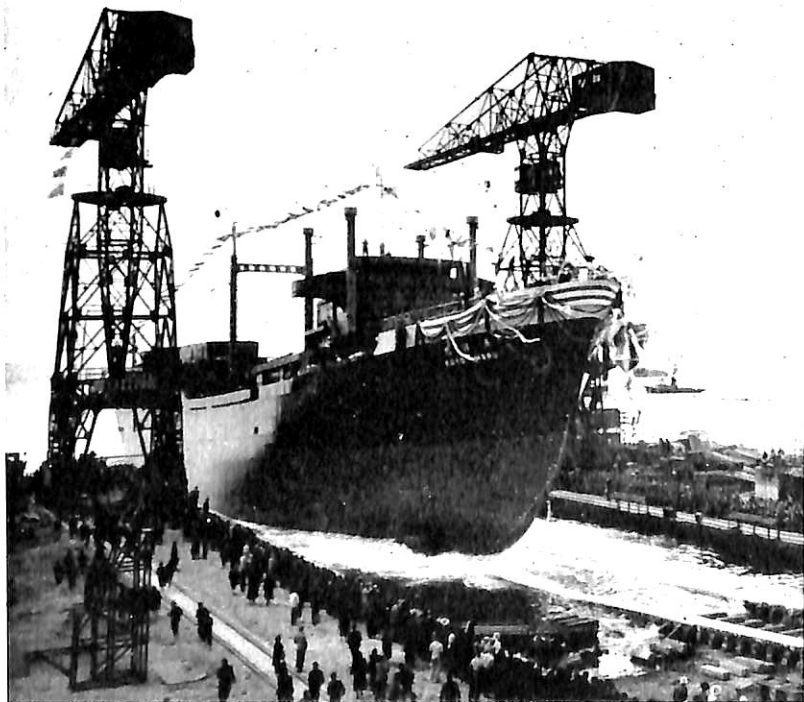
三井造船株式会社玉野造船所建造 起工29-8-12
 進水 30-1-26 竣工予定 30-5-10 垂線間長 527'-0"
 型幅 71'-10" 型深 39'-6" 満載吃水 30'-6"
 総噸数 約 12,700T 載貨重量 約 18,600Lt
 貨物油艙容積 約 920,000ft³ 主機械 三井B&W 774-
 VTBF-160型ディーゼル機関1基 出力(定格) 8,250
 BHP(115RPM) 速力(満載航海)15.25Kn 船級 LR:
 ✪ 100A1 "Carrying Petroleum in bulk" 乗組員 59名

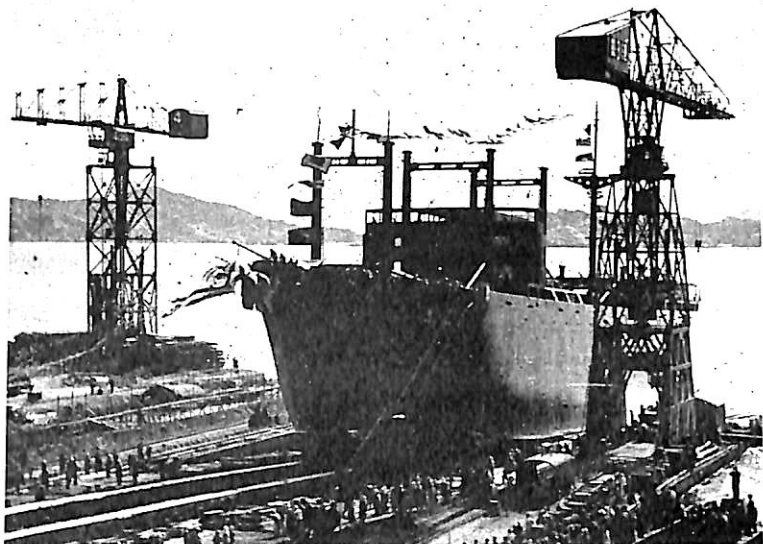
冷凍母船

広洋丸

大洋漁業株式会社

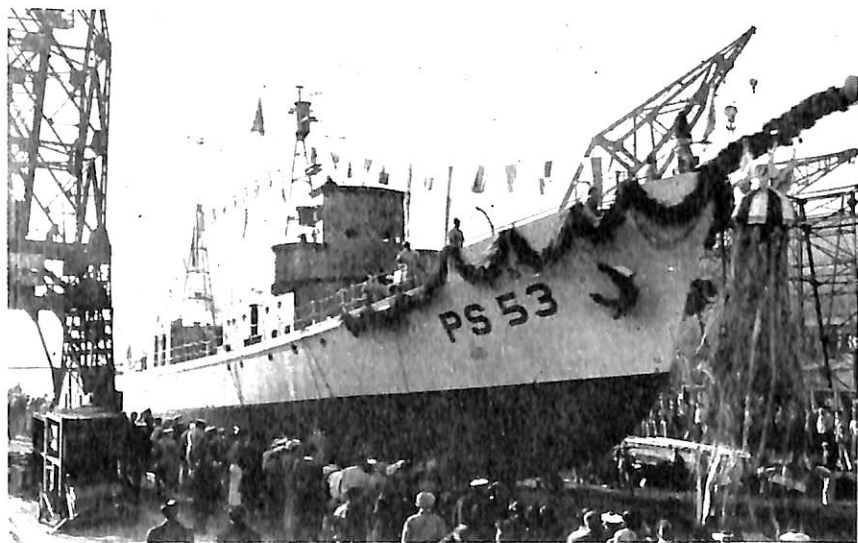
三菱造船株式会社廣島造船所建造
 起工 29-11-11 進水 30-2-11
 垂線間長 130.30m 型幅 18.20m
 型深 10.00m 満載吃水 8.01m
 総噸数 約7,400T
 載貨重量 約 8,400Kt
 主機械 新三菱神戸ブルツアーデー
 ーゼル機関1基
 出力(定格) 5,000BIP
 速力(航海) 14.0Kn
 船級 NK: NS*, MNS*
 冷凍能力 1日150冷凍噸
 冷蔵艙容積 約7,470m³





冷凍工船 巖 嶋 丸 日本水産株式会社
いづく しま

日立造船株式会社因島工場建造 起工 29-11-6
進水 30-2-11 竣工予定 30-4-中旬 垂線間長 105.00m
型幅 17.20m 型深 11.70m 計画満載吃水 8.00m
総噸数 約5,700T 載貨重量 約6,950Kt 冷蔵貨物艙容積 約6,000m³
主機機日立B&W850VF-90型ディーゼル機関1基 出力(定格)3,280
BHP(200RPM) 速力(公試最大) 約13 $\frac{3}{4}$ Kn 船級 NK, 資格貨
物船及び第三種漁船 乗組員 80名 作業員 200名 急速冷凍1
日鯨肉120t, 罐詰工場1分間100個 レーダー, ローラン, ジヤイロコ
ンパス等装備



巡視船 て し お 海上保安廳

浦賀船渠株式会社浦賀造船所建造 起工 29-9-15 進水 30-1-12
垂線間長 48.50m 幅(被外板) 7.00m 深(龍骨下面) 4.20m
吃水(計画常備) 2.40m 常備排水量 約400Kt 主機機 新潟鉄工
製過給機付堅型4サイクル単動自己逆転式ディーゼル機関(6MSB31S型)2基
出力(定格) 700HP 速力 15.5Kn 兵備 40mm 機銃 1基

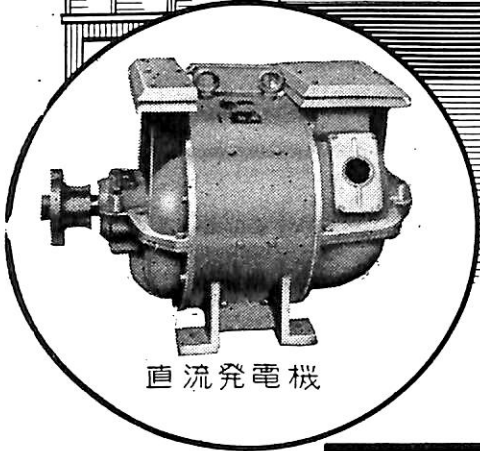


伝統と独特の技術を誇る



交流
直流

電動機・発電機



直流発電機

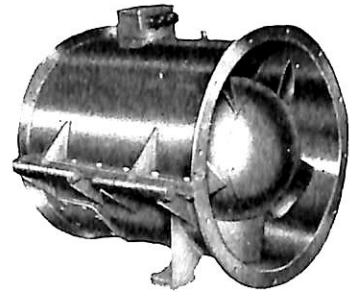
送風機・油清浄機・揚錨機
揚貨機・繫船機・ポンプ用電動機
無線電源用・高周波並低周波電動発電機
自動・手動管制器配電盤

株式会社 東電機製作所

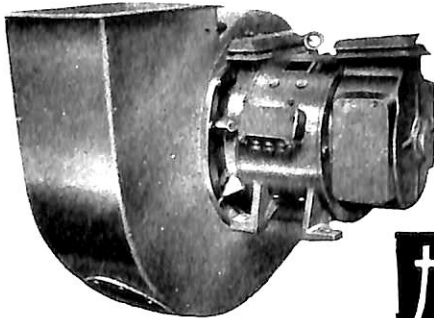
本社 東京都大田区糀谷町三ノ九四二番地
電話 羽田(74) 0631・0736・0737・0942
工場 東京都品川区東品川五ノ三四
電話 大崎(49) 4682



交流 電動機 直流 発電機



軸流型電動送風機



多翼型電動送風機

揚貨機・揚錨機用電動機
多翼型・軸流型電動送風機
自動・手動管制器・配電盤

旭電機製造株式会社

東京工場 東京都荒川区三河島町1-2965
電話 下谷(83) 1723. 4849. 5065

新造船写真集 (No. 77)..... 5

竣工船.....WORLD JURY, 大宝丸, 鳥海丸, 第一福丸, 県丸, 第五松利丸

進水船.....らぶらた丸, 建川丸, PRIMA MAERSK, てしお, 巖嶋丸, 広洋丸

外国船.....HAMBURG 8

2月のニュース解説.....(米田博).....18

米国造船界短信.....(清水勉).....21

海外短信 Roll-On Roll-Off 型車両運搬船22

水管ボイラ用新形式給水加減器について.....(葛野定雄).....24

文献紹介.....31

海外短信 デンマーク鉄道連絡船 KONG FREDERIK XI32

【折込み】 KONG FREDERIK XI 号一般配置図

 アメリカ標準型 C1-B 型貨物船容積図33

浪人の寝言.....大きすぎる間接費, 海外の好況と日本の造船.....(ついでこじ).....39

新機構をもつ模型嚮導装置について.....(菊池義雄).....42

タンク内の新しい化学洗滌法.....(井上正一).....46

出合週期から波長を求める図表.....(田宮真).....48

艦艇短信.....50

海外文献 原子力推進潜水艦ノーチラス号.....52

艦艇の初期設計 (5).....(八代準).....55

鋼材の切欠脆性 (4).....(吉識雅夫, 金沢武).....61

新造船工事月報.....69

一用一船

渦巻ポンプ
軸流ポンプ
タービンポンプ

軸流送風機
ターボ及シロツク送風機
蒸気直動ポンプ



東京丸ビル

大阪朝日ビル

株式会社
荏原製作所

2月のニュース解説

米 田 博

海運造船日誌

○印は海運造船関係

●印はその他一般

1月

25日(火)●鳩山首相、元ソ連代表部首席ドムニッキー氏から日ソ復交に関し文書受領

2月

1日(火)○閣議でプラント輸出振興策を原則的にきめる

2日(水)○国鉄青函連絡船発注に関し発表(浦賀、新三菱重工各一隻)

3日(木)○造船工業会常任理事会を開き鋼材補給金の実現につき関係当局に要望を決定

4日(金)○経団連主催で輸出船振興対策懇談会開かる

5日(土)●仏、マンデス・フランス内閣不信任され、総辞職す

8日(火)●マレンコフ、ソ連首相辞職す。後任はブルガーニン元帥

○輸出会議船舶部会初会合

○運輸省海運局、経済審議庁に6ヶ年計画海運部門につき意見申入れ

11日(金)○三木運輸相海運造船界代表と懇談会、席上海運界、輸出船と国内船との価格のアンバランス是正を主張

14日(月)○チリー海上輸送公団むけ船舶輸出につき、通産、大蔵、運輸各省打合せ会

●日本生産性本部発足、石坂泰三氏会長

15日(火)○貿易外輸出会議海運部会開く

16日(水)●在京旧ソ連代表部ドムニッキー臨時首席鳩山首相を訪問、日ソ国交調整に関するソ連政府の意向を明らかにした文書を手交

○経団連船主協会と海上運賃問題で懇談

○通産省首脳部会議で鉄鋼価格安定策の一つとして鉱石専用船3ヶ年間に12隻建造の目標を立てる

○輸出入銀行の融資割合、75%から80%(市銀20%)に引上げ

17日(木)○造船工業会常任理事会で、高鉄価問題で陳情することを決定

18日(金)○八幡製鉄鋼材新建値を発表。厚板の値上り3,000円

22日(火)○貿易外輸出会議海運部会

23日(水)○運輸省鉄鋼価格につき通産省と打合わせ

昭和30年度造船計画

運輸省海運局では2月8日経済審議庁に総合経済6ヶ年計画海運部門につき意見を申入れましたが、これは建造計画については先月号で述べたとおり、貨物船建造を30、31年度16万総トン(経審は14万総トン)、32、33年度は17万総トン(経審は19万総トン)とすることを再申入れしたもので、その他に海運に関連して、総合6ヶ年計画を達成するための方策を呈示しました。

運輸省は最近の海運市況の好調は当分持続するものとみていますが、長期観点よりすれば一時的なものにすぎないと予想し、市況の沈静時にも耐え得るように海運企業の経営基盤を確立し、国際競争力を培養強化しなければならぬとして、その方策を次の要領に従って行なうとしています。

1. 海運企業の合理化再編成を更に徹底強化する。
2. 外航船舶建造のための資金については、財政資金と市中資金との協調融資によって調達する。
3. 海運企業の借入過多の現状に鑑み、市中融資の返済を促進し、且つ今後の市中融資の導入を容易ならしめるため、次の措置を講じ、もって海運企業の資本構成の是正に資する。
 - (イ) 市中資金については、優先弁済制度を樹立し
 - (ロ) 財政資金については、据置期間の延長等投資的運用をはかる。
4. 財政資金の投資的運用のため、海運に対する国の投資機関を設ける。
5. 第三国間輸送を奨励するため、必要な報償措置を講ずる。
6. 外航船腹を最高度に活用するため必要な措置を講ずる。

この第6項の邦船の利用効率向上のための必要措置としてはその後貿易外輸出会議海運部会で更に詳細に検討した結果を発表していますが、あまりに専門的にわたりますので、ここにはふれないこととします。

実際問題としてはこのような諸措置の完全な実現を期待することは非常に困難なので、昭和30年度の造船計画は総選挙後の新内閣で30年度予算を決定し、財政資金が出されることになっても、市中資金がちゃんとつかは疑問で、運輸省が考えている財政資金比率7割(既往融資の肩替りにより、実際の財政資金比率は8割)の

実現はなかなか容易ではないといえます。

しかし、一方最近の運賃市況の好調は素晴らしいものがある、英国海運集合所の不定期運賃指数に例をとると27年平均を基準として、昨年12月の115.1に続いて、本年1月も115.5を示し、穀物、石炭、世界情勢等をみるとまだまだ軟化しそうな様子がなく、各社とも増資が可能となってくるのではないかとさえ考えられており、この面が更に強調されるならば、特別な制度の改正がなくても2割程度の市中資金はついてくるのではないかと考えられています。

1月18日閣議決定された昭和30年度予算編成大綱によりますと、国および地方の財政において、その収支の均衡を厳に確保することをその筆頭にうたっており、財政投融资資金については、前年度程度を確保し、その重点的効率的使用をはかることとし、財源の調達は、租税等通常の収入によって賄うこととし、新たな公債の発行は行なわないとしていますので、これに伴って開発銀行の30年度貸付資金もほぼ29年度並みの600億円前後に止まることになるのではないかと見られています。

29年度の開銀融資は回収ならびに収益などの自己資金275億円、財政からの新規追加資金315億円、合計590億円ですが、29年度ですでにデフレ経済の影響を受けて回収が予定通り進まず、同年度中の貸付は繰越の使用で一部をうめ合わせてもせいぜい580億円前後と推定される実情で、30年度もこの状態が続くと予想されており、したがって30年度の開銀資金は財政出資の枠がふやせない上に開銀自体の回収難が見込まれるのでは29年度並みの約600億円を確保できれば上々との見方が強いようです。従って海運設備資金も今年度並みの170億円がやっと期待されるということになり、30年度20~22万総トンの建造はなかなか容易ではないようです。

船舶輸出振興策

先月号で船舶輸出助成策について説明しましたが、2月は計画造船に関してよりも船舶輸出に関しての方がはるかに大きな動きをみせました。

即ち政府は2月1日の閣議で運輸、通産両省の提案にかかるプラント類の輸出振興対策について閣議了解しました。これは砂糖の補償リング制の廃止に伴って今後のプラント類の輸出振興については次の諸対策を強力に推進することとしたものでその要領は次に示す通りです。

1 国際競争力を速かに培養するためプラント工業及びその関連産業の徹底的合理化をはかり、コストの引下げを行なうため必要な措置を講ずるとともに合理化資金の確保をはかる。

2 プラント類の輸出にあたって過当の競争を排除し、プラント類の輸出価格取引条件等の適正化をはかるため、速かに共同受注等受注態勢の整備をはかる等必要な措置を講じる。

3 海外市場の調査開拓等のため、重機械類技術相談室の機能を拡充強化するとともに使節団の派遣、在外公館に対する専門官の駐在等の措置を講じる。

4 以上のほか、わが国のプラント工業の現状に鑑み、プラント類の価格を引き下げするため、さしあたり次の措置を講じる。

(イ) 日本輸出入銀行の資金源を確保し、その金利の負担の軽減をはかる。

(ロ) 輸出意欲を一層増進しうよう現行租税特別措置法による輸出所得控除制度を拡充する。

(ハ) 輸出のための経費を節減するため、輸出保険の保険料の引き下げをはかる。

(ニ) プラント類に占める鉄鋼製品価格の重要性に鑑み、鉄鋼業を合理化し、関係業者の協力を得て、プラント向鉄鋼価格の長期安定化、発注態勢の整備等価格抑制に必要な措置を講じる。

このうち第4項(イ)(ロ)(ハ)は所謂間接助成(製造コスト外の輸出助成)ということが出来、(イ)は現行輸銀(金利4%)75%、長銀(金利11%)15%、市銀(金利11%)10%で平均金利が5.75%となっていたものを輸銀90%、市銀10%として平均金利を4.7%までに下げようとするものですが、輸出入銀行では差当って2月16日から融資協調比率を輸銀80%、市銀20%とすることに同意したと伝えられています。(ロ)は企業が利潤を上げて、法人税の対象となる場合のみに問題となりますが、現行租税特別措置法では輸出所得の50%又は売上総額の5%のうち低い方を法人税をかける場合の所得から控除していたものを、輸出所得の80%又は売上総額の8%に引上げようとするものです。(ハ)は現行では最初の3ヶ月の保険料率は100円につき80銭で、3ヶ月以上は3ヶ月毎に100円につき40銭となっていたものを、最初の3ヶ月の基本料率は据置すが、3ヶ月以降は3ヶ月毎に100円につき15銭に引下げようとするものです。これらが実施された場合、通産案では(イ)で0.84%、(ロ)で1.008%、(ハ)で3.4%のコスト低減となり、これに第3項の重機相談室拡充による効果3.38%を加えて約8.6%のコスト低下が見込め、運輸案では(イ)で1.27%、(ロ)で0.74%、(ハ)で1.37~1.83%、計3.4~3.8%のコスト低下が見込めるとしています。

第4項の(ニ)の鋼材価格については運輸省は鋼材トン当たり7,500円の直接助成を考慮し、これにより3.8%のこ

スト低下を見込んでいますが、これは閑議了解されるに至りませんでした。造船工業会ではこれを異として、2月3日常任理事会を開き鋼材補給金の実現につき関係当局に要望することを決定しております。

海運、造船、鉄鋼各市況の好転とその影響

海運市況の好転については先に述べましたが、これに伴って造船市況も好転してきており、2~3ヶ月前までは33,000D.W.程度のタンカーがD.W.当り114ドル程度の市況だとされていたものが、135ドル程度にまで上昇してきたと伝えられています。上に述べた船舶輸出振興策は製造コストが135ドル程度であるのに市況は114ドル程度だからその差を企業合理化、直接・間接の助成措置によってうめようとしたものですが、一見これらはもう不必要となったかの感をいだかせます。ところが、世の中はうまく行かないもので、丁度同じ期間に造船の主材である鉄鋼価格も驚くべき価格の上昇を示し、造船コストは到底従来通りに据置くことは出来なくなり、依然として市況との開きが出来ています。

輸出船向け鋼材基準価格は昨秋はトン当り3万4~5千円でしたが、最近では4万2千円以上の声が出ています。

船舶建造原価のうち鋼材価格の占める割合は大型タンカーで約22%ですから鋼材価格がトン当り1,000円上がれば平均0.6~0.65%船価が高くなることとなり、したがって1万円近くも高くなった最近の鋼材価格では軽く5%程度も船価が高くなっています。

このように鋼材価格高によってコスト高を招いて困っている産業は造船ばかりではなく、程度の差こそあれ鉄道車両、自動車、自転車、一般機械、建設の各業界も似たような状態にあります。これら鉄鋼需要産業では、鉄鋼業は世界の鉄鋼の好況の波に乗って輸出を偏重し、国内への出荷を絞って故意に国内価格をつり上げていますが、これは基礎産業としての地位を忘れた態度ではないかと非難していますが、鉄鋼業界ではこれに代えて、現状では日本の鉄鋼価格は特定国の特定品種を除けば一般には諸外国にくらべて決して高くはないといっており、また近い将来に予想される一層の値上げについては国内価格の安定に対して全く手の打ちようのない日本の現状ではやむを得ないとしており、更にまた現在国内の高鉄価や鉄鋼入手難の原因になっている鉄鋼業者の輸出偏重の問題については国内の需要回復が不十分で輸出取引の方が有利な過渡的現象としてある程度はやむを得ないとしています。

もっとも鉄鋼業界は製鋼コスト自体が最近急激に上昇し、30年度上期の鋼材コストは29年度下期の平均コストにくらべて約7%高くなっており、その原因は海上運

賃高による輸入鉄鉱石および粘結炭その他副原料の値上り、及び国内購入分を含めた屑鉄価格の高騰によるものだとはい先を他に向けています。

これに対し運輸省では鋼材コストに占める運賃部分の比率は従来は9.7%で3月まではこのままで推移するはずで、4月以降少し高くなっても海運業者の言い分がそのままおっても13.7%となり、その差は1500円程度にすぎず、一万円近くもの値上り原因はコスト以外のところにあるとしています。かくて、丁度26~7年頃に盛んに論議された各産業間の物価高の悪循環が再び問題になって来たようで、今後はこの間を如何に調整するかが大きな問題となってき、造船にとっては輸出船の面でも国内船の面でも鉄鋼業界とどのように話合って世界水準で鋼材を買うかということが極めて重要な問題として浮び上がってきたようです。

あたかも八幡製鉄は2月18日、4~5月圧延分で6月積み分までの鋼材価格を現在よりトン1~3千円方引上げるとを発表しました。日本鋼管及び富士製鉄もこれにならうこととなり、各方面の反響をよんでいます。

通産省では鉄鋼価格の値上り抑制と安定に乗出していますが、今回は鉄鋼首脳との話合いの上値上げを認められたもので、新建値を標準品について国際価格とくらべると

	厚板	薄板	棒鋼
日本	113ドル/トン	141ドル/トン	105ドル/トン
英国	86	92	90
米国	94	90	97
西独	118	144	103
仏国	122	150	107

となっており、英米両国には及ばないまでも、西欧大陸諸国とくらべて高いとはいえず、この水準ならば素材の価格面から機械、プラント類の輸出を阻害することにはなるまいと見ていると伝えられています。

もともとこの建値という制度は八幡・富士・鋼管の三社が一昨年末に設定し、その後市況の悪化のため一部の品種を除いては実際の販売価格は建値をかなり下まわっていて有名無実となっていました。最近の鉄鋼市況の強調とともにこの3月積から復活したものです。これは輸出ブームを背景としてメーカーが市況をリードする自信をとりもどしたことを意味するとされており、今回の建値引上げもこの反映ということが出来ます。

今回の発表では「輸出プラントなど特別なものについてはその都度話合いで協力を強める」と交渉の余地を残していますが、国内船にも輸出船にも大きな影響を与える鋼材価格に関連し2月23日運輸省船舶局では通産省・重工業局と懇談して造船、鉄鋼両業界のなっとくの行く線を出す交渉を始めました。(30—2—23)

米 国 造 船 界 短 信 (1)

Ben Shimizu (清水 勉)

—1955 年の見とおし—

筆 者 紹 介

Ben Shimizu 兄は私の高等学校(広島)の同級生です。兄は大阪大学造船工学科を卒業されて後帰米されミシガン大学造船造機学科に入学し、卒業後サンフランシスコのサータースポイント海軍工廠勤務海軍技師となっております。さきほど来、私および船の科学編集部から、米国造船界短信とでもいうものを寄っていただくよう頼んでいましたが、このたび次のような通信を送って下さいました。通信中にあるように今後も時々送っていただけるものと思っておりますが、米国造船界の第一線に働いておられる兄の御意見は必ずや諸兄の御参考になるものと信じます。

(運輸省船舶局監理課 米田 博)

永いこと失礼しました。原稿のことが気に掛っていましたが思うにまかせず遂々に遅くなりました。何か書こうと始めたのはよいが、なかなか材料が集まらずあれこれとかき集めて見ました。到底毎月とは行きません、三ヶ月に一回か悪く行けばそれ以上にもなりましょう。

ではとりとめもなく書いて見ます。「1955年の見とおし」とでも題して下さい。

1955年の米国造船界は昨年比して少しは楽な立場にあるようです。勿論 Mariner (マリナー) を除外しては一般会社からの貨物船の注文はまだ1隻もありません。年頭 American President Line (A.P.L.) が真先に政府から 1.75 億弗の Construction Subsidy を承認せられ将来 10 年以内には保有船全部を代替する計画を建てています。A.P.L. 側としては政府の 1.75 億弗に対して 1.05 億弗の予算を見積っています。以上の政府保証の契約のうちには Mariner 級 4 隻、大型貨物船 8 乃至 10 隻、貨客船 4 隻、外多数が含まれています。以上の外、A.P.L. は President Wilson と Cleveland の代替を 1965 年以前に始める模様です。

Oceanic Steamship 会社は米濠遊覧航路を再開しようとして One-Class Passenger Liner を Mariner 2 隻を改造してつくるよう計画中で、政府の承認あり次第 1956 年中には 360 人乗客船を処女航海に就航させる予定です。目下の計画では Mariner 級を 1 隻当り 510 万弗で購入し、1,074 万弗の改造費のうち 591 万弗が会社負担となり、残りは政府補助となるようです。

さてタンカーの方面を見ますと、終戦後以来続いて来た景気は止む所なく続き、目下 6 隻のスーパータンカー建造が Trade-in-and-build 法により計画されています。すでに 3 会社より船齢 14 年のタンカーの代替として申請が出されています。他会社も本法の適用を考慮しています。Esso Shipping 会社が T2 タンカー 5 隻の代替として 2 隻のスーパータンカーを計画中で、新タンカーは船長 690 呎、載貨重量 35,600 噸、航海速力 16.3 ノットとなっています。これは政府が約 500 万弗で T2 を購入し、Esso が約 1,600 万弗負担して代替船を建造する予定です。Cities Service 会社の提案も事実上承認

され、T2 タンカー 5 隻の代替としてスーパータンカー 2 隻を契約しており、更に同契約のうちには第 3 のスーパータンカーの建造を 2 隻の T2 が船齢に達し次第始めることになっています。初期計画としては、605 呎沿海タンカー航速 17.5 ノット、800,000 バレルとなっており、3 隻合計 2,400 万弗かかる予定です。第 3 番目の会社は The Texas 会社で 2 隻の T2 に対して 1 隻、載貨重量 19,200 噸のタンカーを計画中です。

海軍の莫大な建造計画第 1 隻の大型航空母艦 U.S.S. Forrestal の進水を昨年 12 月 11 日 Newport News 造船所にて見、更に世界最初の原子力潜水艦 U.S.S. Nautilus の竣工があり、次いで目下その試運転期に入っています。(General Dynamics 会社) その他主なる所を見てみると、Forrestal 型大型空母 2 隻が Newport News 造船所で、2 隻が New York 海軍造船所で、原子力潜水艦 1 隻が Portsmouth 海軍造船所で、更に 1 隻が General Dynamics 会社で、その他 Portsmouth では、Radar Picket Submarine 1 隻、Submarine Attack 1 隻、Mare Island 海軍造船所にて 1 隻となっており、その他小艦艇を含めて目下 463 隻建造中となっています。さらに 1956 年には本年の予算 11 億弗を上まわるものと見られ、第 5 隻目の大型空母が計画されています。

次に Military Sea Transportation Service (M.S.T.S.) より大型タンカー 4 隻が、1 隻は Sun Shipbuilding 会社、3 隻が Ingalls 造船所にて建造中で、約 3,000 万弗の予算が当てられています。要目は長 614 呎巾 83.5 呎、吃水 31 呎、載貨重量 25,000 噸、航海速力 18 節となっています。

新しい所では Roll-On Roll-Off Ship が M.S.T.S. の注文により目下 George G. Sharp 造船事務所にて設計されています。甲板間に Ramp (傾斜路) を有し戦車、ジープ等の積載に容易ならしめており、前後車輛船艙には 130 呎の大艙口がある。要目は長 475 呎、巾 78 呎、深 48.75 呎、吃水 22 呎 (車輛) 27 呎 (貨物)、排水量 14,094 噸 (車輛) 18,100 噸 (貨物)、航海速力 18 節、航続距離 13,000 哩、乗組員 22 名です。

海外短信

Roll-On Roll-Off 式車兩運搬船

米国国防省ではかねて自動車、戦車等の車兩が自力で棧橋から迅速に積込み積卸し出来て、しかも一般貨物も搭載し得るような特殊の運搬船の必要を認めていたが、海軍省ではこの設計を George G. Sharp 造船設計事務所に依頼した。

基本的な考えとしては、車兩が船の舷側及び(又は)前後端から自力で船内に roll-on 又は roll-off することが出来、車兩艙内の各甲板には ramp (傾斜路) で交通出来るようにする。車兩艙は長方形がよく、艙の長さは二つの相反する要求に制約される。即ち一つには傾斜路の長さや車兩の回転半径等のため少なくとも艙の長さは 130 呎必要である。一方、艙が大きすぎるとは浸水、損傷時の復元性が問題である。また強度の関係からも大きなハッチや、ramp のための甲板開口等が当然重要な問題となる。

Sharp 事務所ではこれら種々の重要点を考えて一連の設計を準備したが、海軍で決められた長さ、幅、吃水、速度は同じものである。MSTS、海軍省、陸軍輸送部隊の代表者達によって推せんされた設計によると次のような特長を有している。

- (1) 機関部は船体中央部におく。
- (2) 乗組員は全員を中央部 house 内に居住させる。
- (3) 長さ 130 呎の車兩艙を機関室の前後 2ヶ所に設け、小さい一般貨物艙を前部車兩艙の前方に設ける。
- (4) 傾斜 14° の固定傾斜路を機関室上部に中心線にそって設ける。
- (5) main deck は車兩搭載及び貨物搭載の何れの場合も 2 区画に分け、second deck は 1 区画とする。
- (6) girder line の外側に切口が出ないようにして 2 層の強力甲板をもうける。
- (7) 貨物用デリックは 10 本とする。
- (8) 舷側及び後端入口よりすべての甲板にゆけるように傾斜路を配置する。

本設計による運搬船の主要要目は次の通りである。

全長	499'-0"
垂線間長	462'-0"
幅	78'-0"
計面吃水 (車兩搭載時)	22'-0"
" (一般貨物搭載時)	27'-0"
排水量 (22'-0" 吃水時)	14,094kt
深さ (main dk. まで)	48'-9"

" (second dk. まで)	34'-3"
" (first platform まで)	22'-3"
No. 1 Hold (bale)	49,000 cub. ft.
No. 2 Hold (")	87,500 "
No. 3 Hold (")	355,000 "
No. 4 Hold (")	275,000 "
合計	766,500 "
航海速度	18kn.
航続距離	13,000 miles
機関出力 (定格) (二軸合計)	12,000SHP
乗組員	甲板部士官 9名 機関部員 11名
	機関部士官 7 司厨部員 11
	準士官 5 車兩操作員 12
	甲板部員 14 計 69名

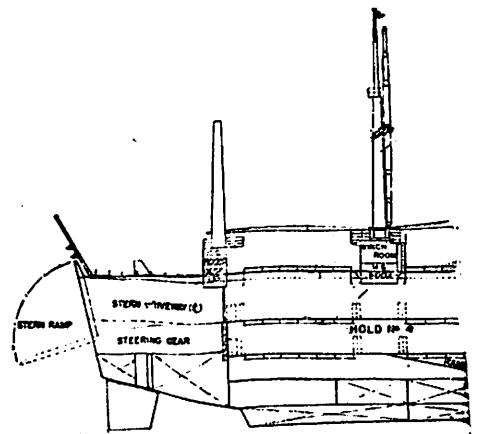
Hatch の大きさ

No. 1 Hold 19'×18' No. 2 Hold 29'×17.5'

No. 3 " {前29'×42.5'
後29'×40' No. 4 " {前29'×40'
後29'×37.5'

出入口は左右両舷に各 2ヶ所と船尾端に 1ヶ所ある。車兩はまず 2nd. dk. に入る。ramp により上下甲板に適当に移動する。車兩は駐車する以外は後進する必要なく移動出来る。Weather dk. 上では house の中のトンネルを通過して前後に移動出来る。2nd dk. 上を前後の艙に交通出来るように hinged plate (右舷) がある。車兩操作員が下層で駐車発車を急いで行なうためにセルフサービスエレベーターが各艙にある。

一車兩艙についての実物模型を作り種々の操作を検討した結果、予定の搭載車兩が格納出来、その結果より推



測して全車両を搭載又は揚陸するのに1日以内で出来るようである。

本船の船級は AB 最高級で、横肋骨式、広範囲に溶接を採用するが gunwale angle, sheer strake 及び bilge strake のみは鉄接とする。

2nd. dk. と 1st. platform には 120,000 lbs の重量の車両を搭載出来るように計画し、車両の運動による衝撃を考慮して静的荷重より 30 % 増しの計算で甲板厚さを決めている。

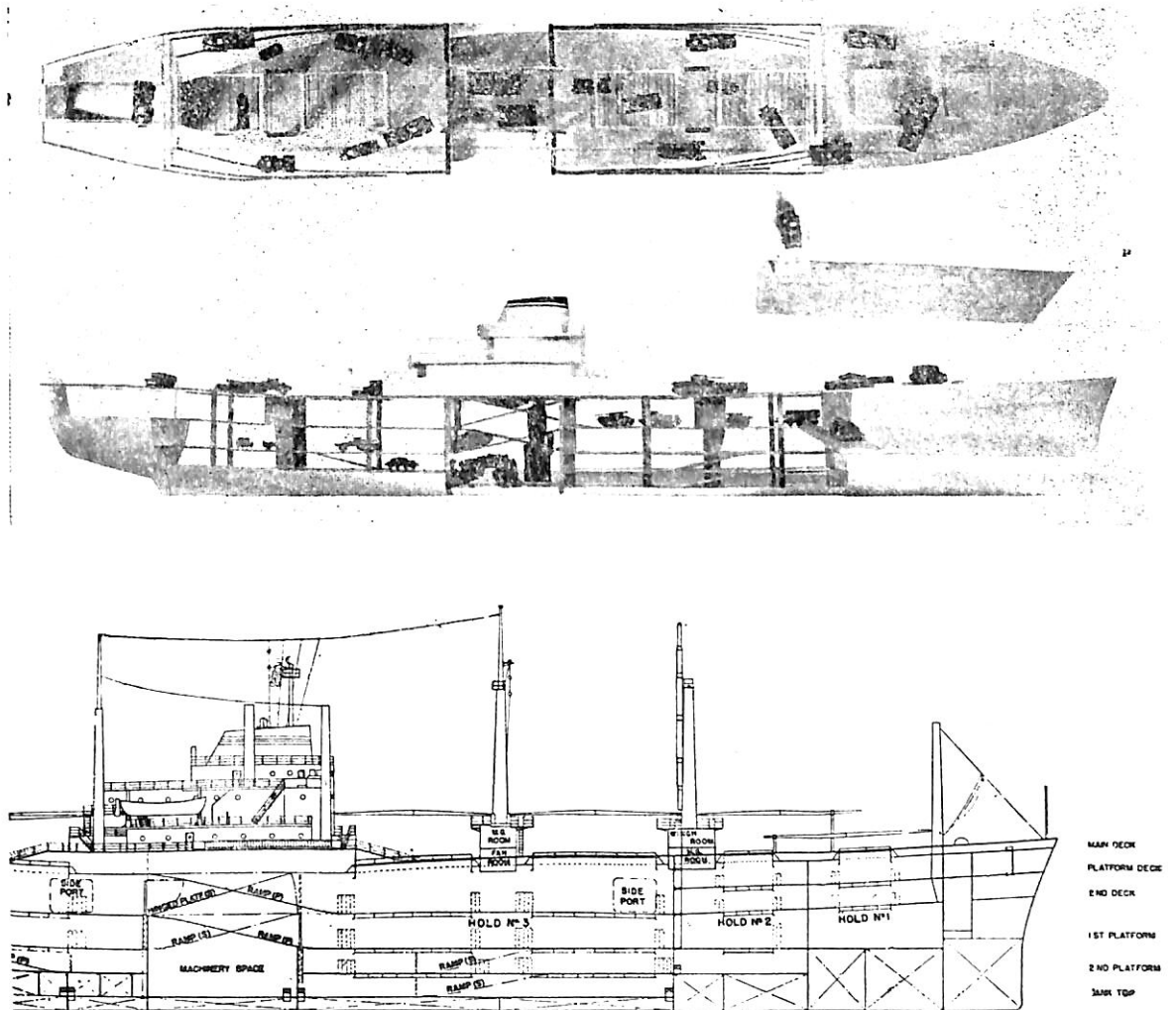
一般貨物の揚卸し用のために 10T デリック 4 本、15T デリック 16 本、60T ヘビーデリック 2 本を備えている。ウインチはすべて電動で直流を使用する。またデリ

ック使用の他に、各車両入口を利用してフォークリフトトラック又はコンベヤー操作で貨物の揚卸しも出来る。

ハッチカバーはすべて電動油圧式で急速に開閉出来、下層甲板のハッチカバーは非水防でその上部を車両が自由に交通出来るようにしてある。

居住設備はマリナークラスと同様の標準で設備し、1室に最大 2 人を入れる。2つの船員室には夫々便所、シャワーが附属している。

主機関は高速二段減速ギヤードタービン 2 基で、夫々 6,000SHP, 120rpm で合計 12,000 SHP, 蒸汽缶は 2 胴水管缶 2 基、ターボ発電機 600 KW 2 基。



水管ボイラ用新形式給水加減器について

飯野重工業株式会社

葛 野 定 雄

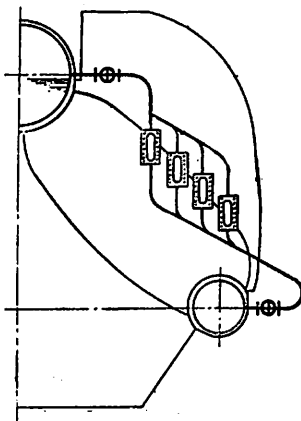
本自動給水加減器（特許申請中）は「ウエヤーロボット」式を新規着想により改造したものであって、日之出汽船（株）発注の飯野重工業（株）舞鶴造船所建造貨物船春日丸にて実用実験を行なった。結果が良好であったので本船に正式採用せられ、以後きわめて好調に作動している。

1. 考案の目的と経過

保有水量が少なく蒸発量大きく負荷が急変する船用水管式ボイラ用として、構造が簡単で、しかも実用性十分な自動給水加減器は極めて少ない。かようなボイラの蒸気ドラム内水準は上昇循環する蒸発管内に発生する気泡のため真の水準を示さずあくまで見掛の水準を示すにすぎない。負荷または圧力が急変する場合、循環水中の気泡量が増加するため蒸気ドラム内の水準のみをもって管制する既往の方式では到底満足に作動せず、脈動をくりかえす傾向がある。すなわちこの場合は蒸発量の変化に相当する外力をもって修正作動せしめる必要がある。

ここにおいて蒸発量変化に相当する外力として構造簡単にしてしかも故障頻度最も少ない方法を適用することと従来の自動給水加減器（以下単に加減器と称す）の必然的な性質として高負荷時給水弁のリフトが増すことよってドラム内水準位置が低下することに対して、新形式加減器においては高低負荷を通じて保持水準位置の変位を極小にする性能を得ることを目的とするものである。

筆者が元舞鶴海軍工廠機関実験部に在勤中、駆逐艦用の常用圧力 30kg/cm^2 、最大蒸発量 100T/h 、蒸発管受熱面積 787m^2 、三胴式ヤーロー水管式ボイラについて諸般の性能試験を実施した際、第1図に示すような全水面計を装備してその水面計に表われる水準位置（これは水ドラムで有する缶水の有



第1図
三胴式ボイラ全水面計装置

効な循環水飽和水頭である）を各負荷、各圧力、整定時または負荷急変中などあらゆる操作を通じて調査したことがある。この水準を数回調査したところ蒸発水量との関係が常に一定であってなんらかの影響で蒸発量が増加する場合、蒸気ドラムの水準とは殆んど関係なく突に鋭敏にしかも蒸発量に即応して変位することを確認した。このことが以下に述べる新形式加減器の作動の根幹となったのである。

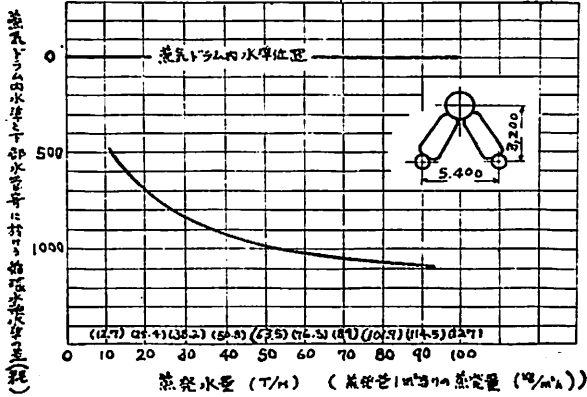
2. 新形式加減器の原理と構造

前記 100T/h 、 30kg/cm^2 ボイラにおける全水面計水準位置は第2図に示す通りである。水管式ボイラでも降水管の数などが変ることによる循環の良否、圧力などによって本水準は多少変化することも考えられるが、蒸発管 1m^2 当りの蒸発量対 H/H の関係においては大差ないものと考え、この関係を春日丸ボイラ（要目後述）に適用して第3図を得た。給水加減器は「ウエヤーロボット」式そのものを一部改造したものであって、第4図において①は蒸気ドラム、②は下部水ドラム、③は加減器である。加減器は蒸気ドラムと蒸気連絡管④、缶水連絡管⑤にて連絡し、水ドラムとは水管⑥にて連絡する。③なる加減器浮子箱内水準は⑤なる連絡管付流量調節弁の開度を調節することによって蒸気ドラム内水準と第3図に示す水ドラムにて有する循環水頭水準との合成せられる位置を示す。この水準は高低負荷を通じて浮子箱深さ一杯に収まる程度に⑤調節弁にて調節される。（一旦定められた⑤弁開度は常にその開度のまま保持される）なお⑤調節弁は流量を広範囲に調節し得る絞弁形式である。

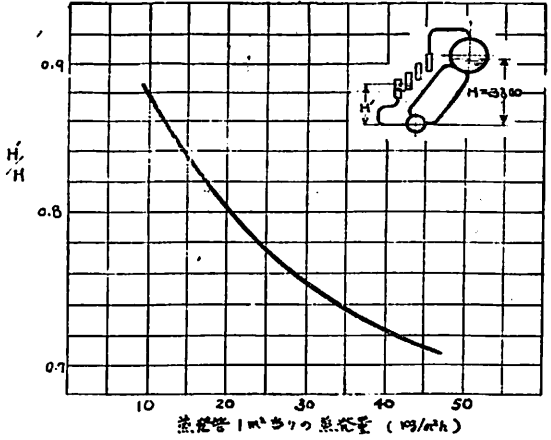
浮子箱内水準位置は蒸発量の増減により第5図に示す如く変位するものと想定して、浮子軸の支点位置を第6図に示す通りとして加減器給水弁のリフトが第5図（上）の曲線に極力沿うよう、給水弁形状を第7図に示すハイリフトのものに変更してある。すなわちかような構造とすることによってボイラ負荷が増すに従って浮子箱内水準はボイラ水面計水準より下ってこの水準で浮子が作動して加減器用給水弁の開度が増加するので、ボイラ水面計水準は常に一定位置を保持せんとするものである。

3. 供試ボイラ及び試験方法

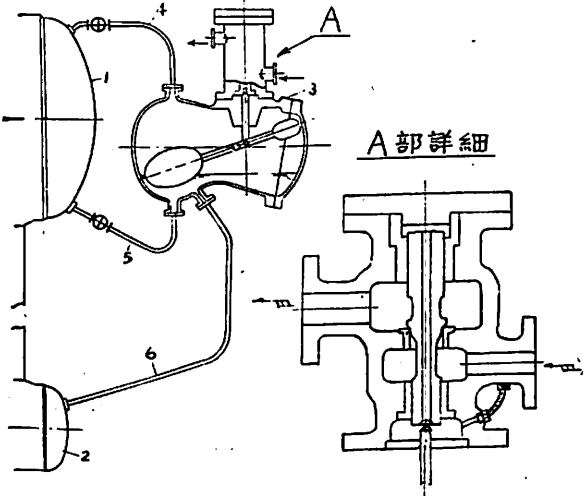
飯野重工業（株）建造の総噸数約 $8,000\text{T}$ 貨物船春日



第2図 三胴水管式ボイラの全水面計水準

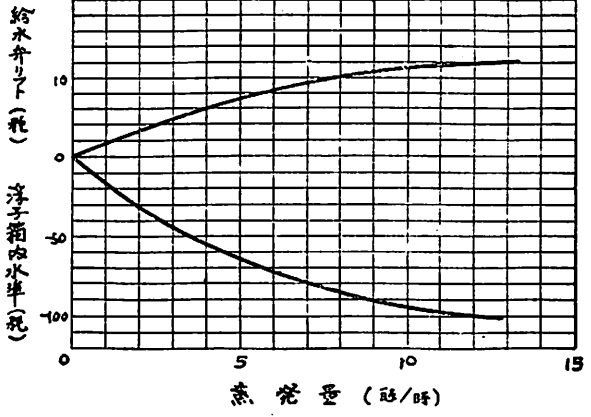


第3図 春日丸ボイラにおける予想全水面計水準位置

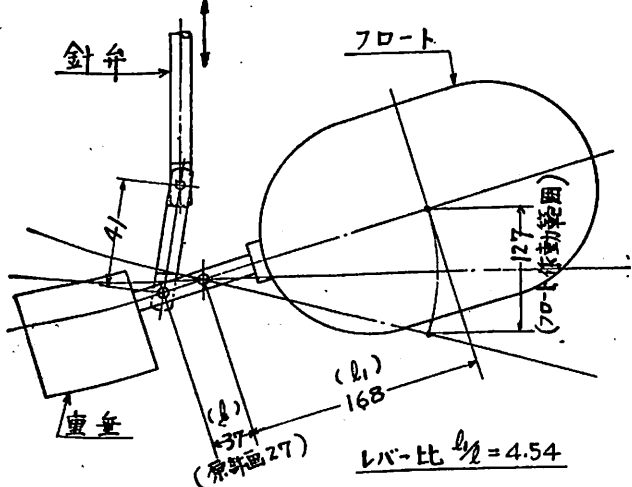


第4図 給水加減器内部構造

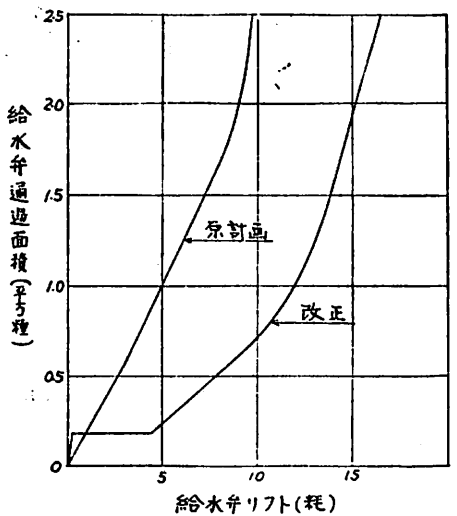
給水加減器給水弁内部構造



第5図 蒸発量対浮子箱水準及び給水弁リフト



第6図 浮子軸支点位置



第7図 給水加減器用給水弁形状

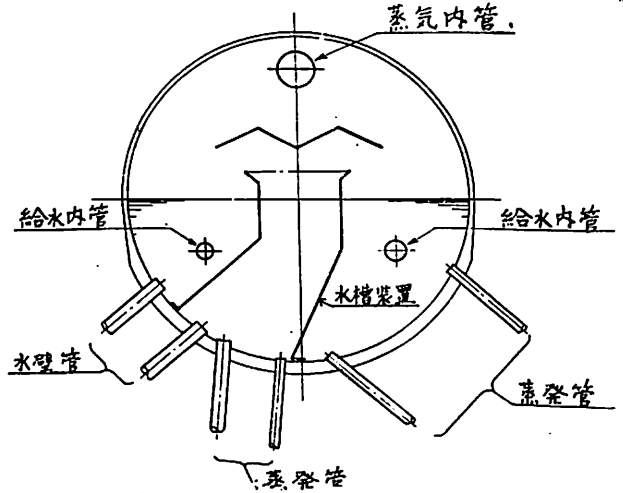
丸の1号缶(ボイラ数2缶)に装備して行なわれた。なお2号缶には「ウエヤーロボット」式給水加減器が装備された。供試ボイラは

型式	重油専焼三胴水管ボイラ(過熱器及び緩熱器付)	
寸法	蒸気ドラム	1,300φ
	水ドラム	900φ
	水壁ドラム	500φ
伝熱面積	蒸気管(水壁管を含む)	340m ²
	過熱器管	91m ²
	空気予熱管	211m ²
給水温度	110°C	
蒸気圧力及び蒸気温度	20kg/cm ² (過熱器出口)×380°C	
蒸発量	常用	9,500kg/h 連続最大 10,500kg/h
燃料消費量	同上	732kg/h 連続最大 817kg/h
ボイラ重量	50t	
主給水ポンプ型式	横電動渦巻式	
同上容量×総揚程	28m ³ /h×300m(計画は300mなるも実際は340m)	
同上電動機馬力×回転数	65HP×3,600rpm	
給水加減器出入口口径	60φ	
同上給水弁口径	38φ	

(イ) 主給水ポンプはボイラ2缶分の容量を保持しているので運転中は2台の内常に1台のみを運転した。同ポンプは吐出圧力の制禦装置は何も設けていない。

密閉給水装置を使用して給水加減器を作動せしめた場合のこのポンプの性能曲線は第8図に示す通りであって、吐出圧力はポンプ計画に比して余程高かった。

(ロ) 蒸気ドラム内の構造は第9図に示す通り上昇循環部と下降循環部とを仕切板にて区分する装置として下降



第9図 蒸気ドラム内仕切板

循環部の缶水には気泡の混入することを防止することとした。給水はこの下降循環部に奥行方向に一樣に放出せられた。給水加減器浮子箱との缶水連絡管はこの下降循環部より導かれた。

(イ) 主給水ポンプよりボイラにいたる給水送管系には清水蒸溜器、第一段給水加熱器、第二段給水加熱器があり、常用負荷においてこれらの抵抗損失は 3.9kg/cm²である。常用負荷時給水加減器入口圧力は 31.6kg/cm²、出口圧力(蒸気ドラム内圧力)は 20.8kg/cm²であって、圧力差は 10.8kg/cm²あり過大であった。

(ロ) 1号缶の新型式給水加減器と2号缶の「ロ」式給水加減器は2缶使用の場合には常に併用して用いられた。

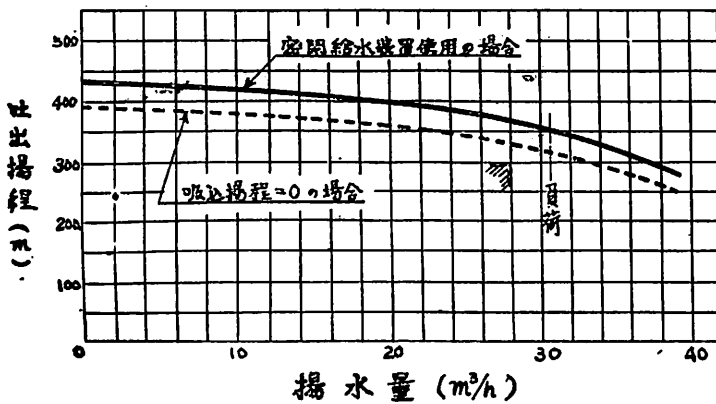
両給水加減器とも装備前十分に整備された。なお1号缶用新型式給水加減器の⑤(第4図)缶水連絡管付流量調節弁の開度は3/4(全開は4回)に保持した。

給水加減器の作動試験を行なった負荷と船の運転状態を示すと第1表の通りである。

4. 成績

(イ) 負荷整定時

負荷が整定にいる場合、水準の変動は「ロ」式加減器は多いが新型式のもののごく僅少であって、その比較は第2表及び第10図に示す通りである。また保持される水準位置は第11図に示す如く新型式においては高低負荷を通じてあまり変位を認めないが、「ロ」式にお



第8図 主給水ポンプ性能曲線

第 1 表

年月日	試験種類	ボイラ 使用数	給水方法	記 事				
29-7-19	繫留運転	1	1及び2号缶 加減器使用					
7-21	同上	1	2号缶 同上					
7-22	出港後 $\frac{3}{4}$ (常用)に増速中	2	1及び2号缶同上					
"	$\frac{1}{2}$ 負荷 整定中	2	同上					
"	$\frac{3}{4}$ より $\frac{1}{4}$ に減速中	1	1号缶 同上					
"	$\frac{1}{4}$ 整定中	1	同上					
"	$\frac{1}{4}$ より $\frac{1}{2}$ に増速中	2	同上					
"	停止より $\frac{3}{4}$ に増速中	2	同上					
"	$\frac{3}{4}$ より $\frac{1}{4}$ (連続最大)に増速中	2	同上					
"	$\frac{1}{4}$ 整定	2	同上	2号缶水準過降するにつき手動給水弁微開				
"	$\frac{11}{10}$ (過負荷) 整定	2	同上	同上				
"	前後進及び停止惰力試験	2	同上	2号缶加減器作動不安あるにつき手動給水弁を微開してこれにて調節す				
"	停止より $\frac{1}{4}$ へ一挙増速中	2	同上	これ以後2号缶加減器は作動不良につき手動給水とする				
"	ボイラ消火状態より起火して $\frac{3}{4}$ に増速	2	同上					
"	$\frac{3}{4}$ 巡航中	2	同上					
"	入港中	1	同上					
備考	各負荷における運転諸元は次の通り							
	負 荷	常用 計画	出力 $\frac{1}{4}$	出力 $\frac{1}{2}$	常用 $\frac{3}{4}$	連続 最大 $\frac{4}{4}$	過負荷 $\frac{10}{11}$	後進
	主軸回転数	110	70.7	91.3	109.1	114.9	117.65	82
	軸 馬 力	4,500	994	2,415	4,253	4,785	5,250	2,320

水準位置が過降したことがあるが、解放検査の結果給水弁形状の加工が設計とくい違っていて通過面積不足であることがわかった。水面の過降は弁形状を修正することによって防止することは可能である。

加減器作動状況は第 12 図及び第 13 図に示す通りで、新型式加減器は浮子箱内水準は蒸発量の変化に即応して変位しており、給水弁開度を追及して補正していることが窺われる。(一例 第 12 図※印参照)

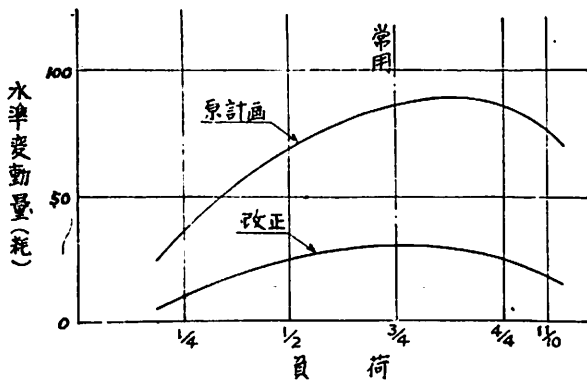
(ロ) 負荷急変時

新型式は余程の負荷急変に対しても即応し得る。すなわち第 17 図の通り前後進及び停止惰力試験の際消火状態より 6 分後に後進全力として 4 分後前進常用を発令して 6 分後前進常用負荷に整定せしめたところ、加減器の作動状況は第 14 図に示す如く水準の脈動軽微であって、缶圧力の変動も少なく実用上なんらの不安をも認めなかった。浮

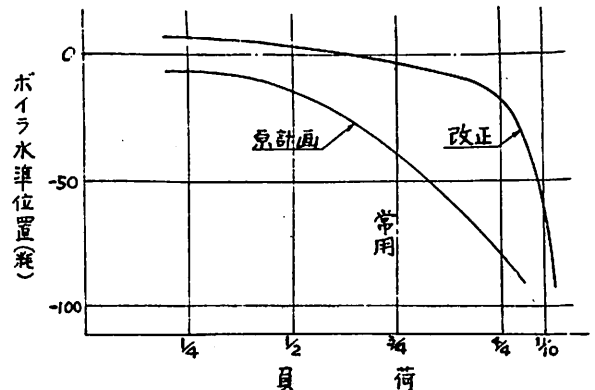
いては高負荷時水準が過降するため手動給水弁を微開して使用する必要に迫られた。

(注) 新型式加減器で連続最大及び過負荷時保持される

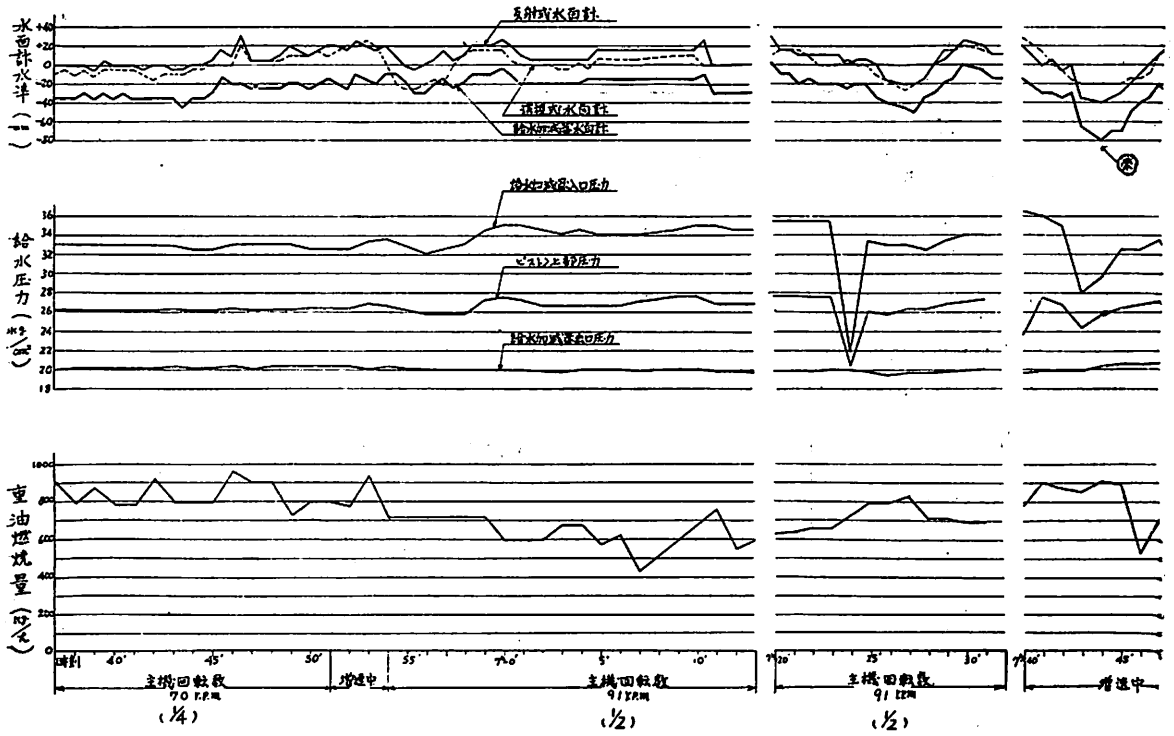
子箱内水準は図中※印に示す如く蒸発量が急激に増加する場合、ボイラ水準に比して急激に低下して加減器給水弁開度を追及補正していることが窺われる。



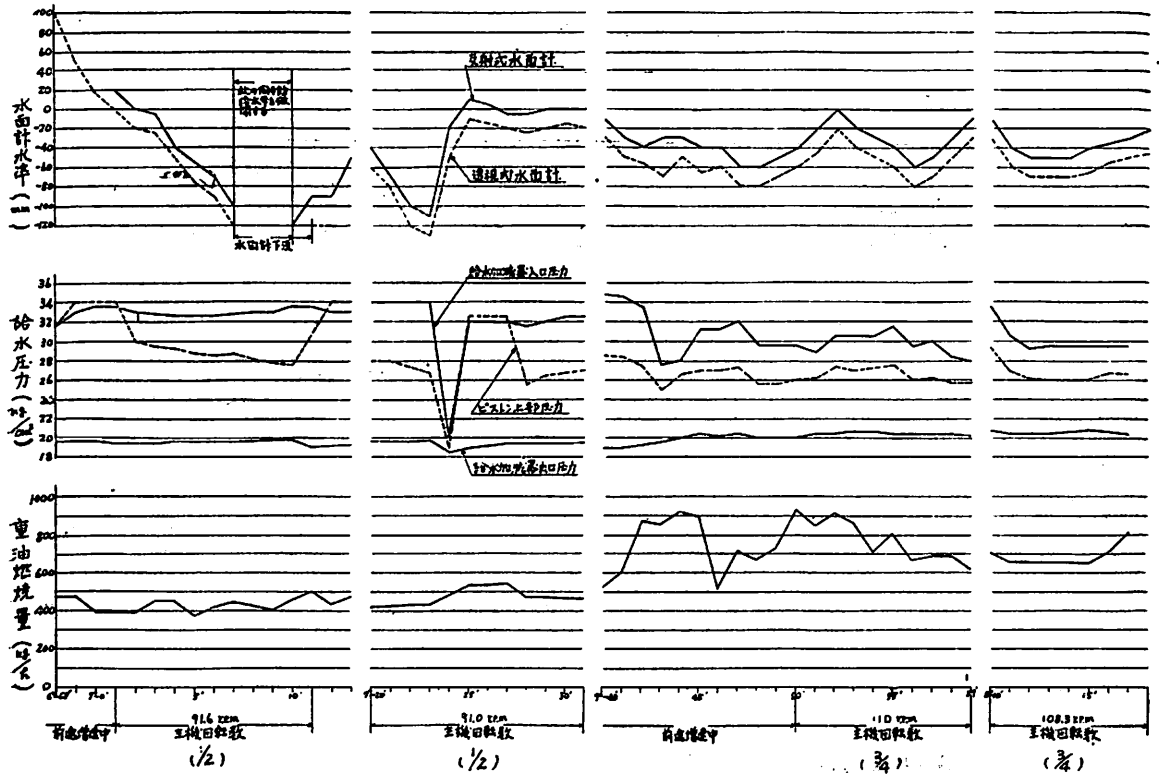
第 10 図 負荷対水準変動量



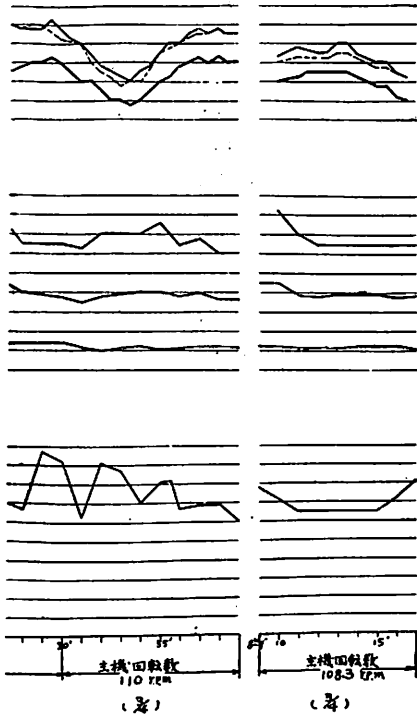
第 11 図 負荷対ボイラ水準位置



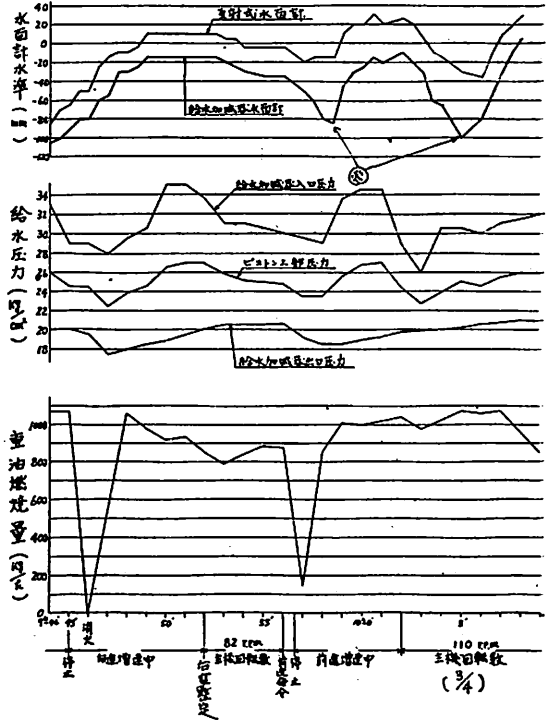
第12図 新形式加減器作動状況



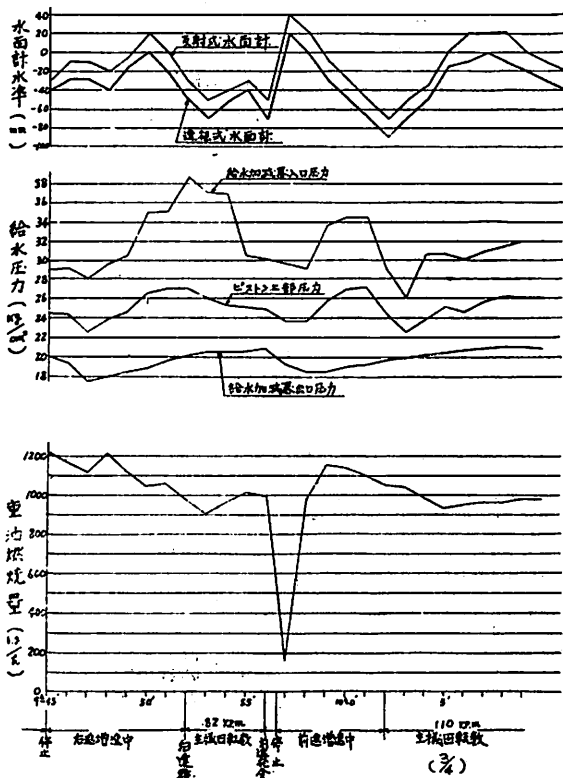
第13図 「ウェアロット式」加減器作動状況



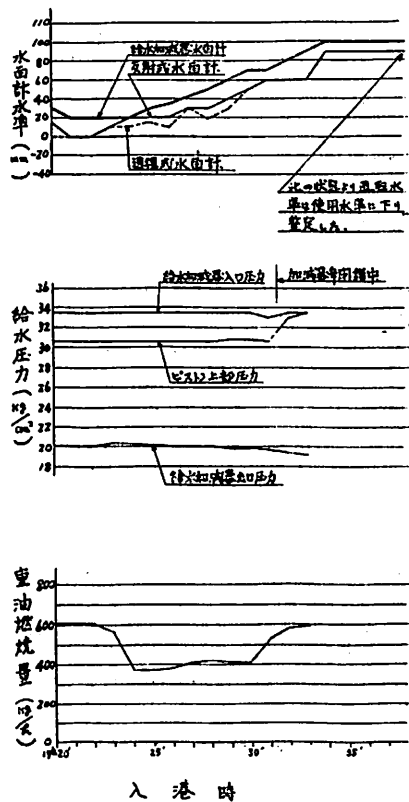
第 12 図



第 14 図 新型式加減器前後進及び惰力試験成績



第 15 図 「ロ」式加減器前後進及び惰力試験成績



第 16 図 新型式加減器入港時の成績

第 2 表

型式 項目 負荷	新 型 式 (1号缶)			「ロ」式 (2号缶)		
	水準変動量	水準位置	ドラム圧力変動 kg/cm ²	水準変動量	水準位置	ドラム圧力変動 kg/cm ²
1/4	(+)10~0 (10m/m)	(+)5	0.1	(+)10~(-)20 (30m/m)	(-)10	1.0
1/2	No. 1 (+)10~0 (10)	(+)5	0.2	(-)10~(-)120 (110)	(-)10	1.0
	No. 2 (+)20~(-)20 (40)	(+)5	0.5			
常用 3/4	No. 1 (+)10~(-)40 (50)	(-)10	0.4	(-)10~(-)70 (60)	(-)40	0.5
	No. 2 0~(-)30 (30)	(-)15	0.3			
	No. 3 0~(-)20 (20)	(+)10	0.4			
連続最大 4/4	No. 1 (-)75~(-)90 (15)	(-)90	0.4	(+)30~(-)60 (90)	(-)80 ※	0.4
	No. 2 0~(-)30 (30)	(-)10	0.4			
記 事	※時水準下没するおそれあるため手動給水弁を微開して加減器を作動せしめたるに水準 (-)15m/m にて整定する。					

鎖しているにもかかわらず水準は過昇して (+)90 耗に達して、それ以後は低下し始めた。すなわちこの場合加減器入口圧力 33.5 kg/cm²、出口圧力 20 kg/cm² であって加減器出入口圧力差 13.5kg/cm² であり、これが過大であるため給水弁漏洩水量が相当あることを意味している。のち程この圧力差を 5kg/cm² に保持 (補助給水ポンプ使用) して作動状況を調べたところ最低燃焼度で水準は略使用水準附近で整定した。

5. 結 論

春日丸に装備した主給水ポンプは電動式で吐出圧力の制裂装置はなく、必然的な性能として揚水量が増すに従って吐出圧力は低下すること、本船の場合吐出圧力が計画より多少高過ぎ加減器通過前後の圧力差がボイラ高低負荷を通じて多過ぎたせいか「ウエヤーロボット」給水加減器は概して水準が変動しかつ

「ロ」式加減器は作動上不安があったので、手動給水弁を終始微開して水準過降する場合はこれを調節して作動せしめた。その成績は第 15 図に示す通りである。両加減器の成績を比較すると第 3 表の通りである。

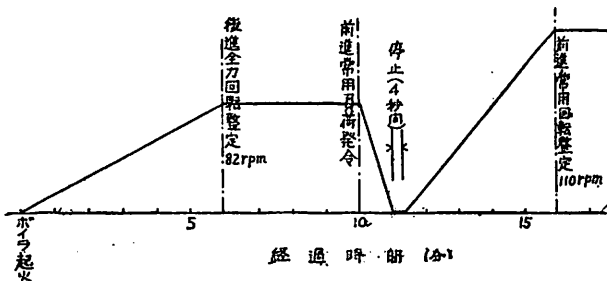
(ハ) 低負荷時

新形式加減器について入港時のボイラ 1 缶使用しての最も少ない燃焼度の際、作動状況を調べた結果は第 16 図の通りであって給水弁上部圧力より推定して給水弁は閉

ボイラ高負荷時水準が過降して作動が良好でなかった。弊社で考案した新形式加減器は上記の通り給水圧力の苛酷の条件の下においても作動は良好で前後進時の急激な負荷変化の際も順調で実用性十分であることを確認した。春日丸引渡に際して船側の要望により両缶とも新形式に換装して本年 8 月以降現在まで極めて順調に作動している。最後に本試験に終始御援助と御助言を戴いた日之出汽船株式会社の監督阿部氏と春日丸機関長東石氏に衷心より謝意を表する次第である。

第 3 表

新形式加減器 (1号缶)		「ロ」式加減器 (2号缶)		記 事
水準変動量	ドラム圧力変動量	水準変動量	ドラム圧力変動量	
(+)30 ~(-)40 (70)	17.5 ~21.0	(+)30~ (-)180 (110)	17.5 21.0	蒸気は 1, 2 号缶とも併用しているため蒸気圧力の変動は両缶とも同じ



第 17 図


~~~~~文 献 紹 介~~~~~

船体上部構造物の空気抵抗に関する研究

木下昌雄, 岡田正次郎

現在もっとも多数建造されている貨物船に対して風圧抵抗を組織的に行なわれた実験研究ははなはだ少ないので、吃水線以上部分に対する風圧抵抗減少の方法および具体的減少量を明示するため風洞実験を行なった。実験は大別して三部よりなり、

- (1) 第一の部分では船の上部構造物の形状、配置、高さなどの変化が空気抵抗におよぼす影響、甲板上の主な艦装品が全空気抵抗中において占める割合などを真正面および斜前からの風に対して求めた。
- (2) 第二の部分では相対風向角度の変化が、この種の貨物船型の空気力学的諸力におよぼす影響を、 $0^\circ$  から  $180^\circ$  にわたって求めた。
- (3) 第三の部分では船体周囲の風速分布状況を明らかにした。

供試船としては吃水線下の部分に対する船型、動揺試験の行なわれている D. W. 9, 900t 型貨物船日聖丸を原型として選び、また船橋の形状を論ずるには D. W. 11, 800t 型貨物船日光丸の船橋を選んだ。模型はいずれもヒノキ製ラッカ塗で一部に金属を使用し、日聖丸模型は  $L_{pp}$  を 1.707m、日光丸の船橋は前者と同じ幅に造り、これらを大阪大学の 3.5m および 1m 風洞で実験した。

測定結果からえられた主な結論を列举すると次の通りである。

- (1) 現在の航洋貨物船の空気抵抗は、風向が真正面の時はあまり大きくないが、斜前  $45^\circ$  附近からの風では、他船種にくらべて増加率が大きい。
- (2) 風圧抵抗をへらすには船橋を低くするのが最善で、前面に水平方向の丸味をつけるのが次善である。またこの効果は  $0^\circ \sim 15^\circ$  の相対風向角度で著しい。
- (3) 艦装品を減少すると風向に無関係に抵抗はへり、前半部のブルワーク、手すりなどをなくするのが最有効である。
- (4) 上部構造物の形状にわずかな注意を払うと、海上で多く遭遇する風の下で、船速で 1kn、BHP で約 26% の利得がある。
- (5) 風向風速計は、前マスト頂部におくのが理想的である。

(日立造船技報 Vol. 16, No. 1, 1955年2月)

銲接手と熔接接手の振動に  
対する減衰力の比較

北田甲子郎, 松村喜美

戦後の熔接構造の船が戦前の銲構造の同型船に比し、船体強度に大差ないのに振動が非常に大きいことが屢々報告されているので、振動に対して両構造の差異が大きくなっていくものと思われる。川崎重工において昭和27年2月~11月迄に両構造の振動に対する基礎実験についてのべている。

船体が共振を起した時の船の任意の位置の振幅について考え、一般に減衰の量が小さい場合は近似的に所謂相当粘性減衰でかえらる。結局この相当粘性係数が両構造の振動に対する減衰力に相当の差異があるものと思われる。この性質を実船実験する前に簡単な試験片で基礎的性質の比較実験をした。

即ち、長さ5米、 $125 \times 65 \times 6/8$  溝形鋼に熔接及び銲接接手を作りこれらの梁を2点で支持して梁を自動振動させ、その振幅の減少状を記録し、これより計算で相当粘性係数を出して比較した。

これによると一般に銲接手の梁は早く減衰し、熔接接手の梁は接手のない梁に減衰状況が非常に似ていることが分る。

相当粘性係数の相違は各接手の種類、位置、数の差異によると考えられる。

この結果からみて熔接船の振動の大きい原因の一部を掴むことが出来た。

試験片では銲接手の梁の相当粘性係数は接手なしの梁の約4~5倍の値で、熔接接手の梁の3~4倍である。船体はこれら性質を有する多数接手から出来ており、その相当粘性係数は両構造船で数10倍以上の差が考えられるが、実際に相当粘性係数の増大に影響する接手は船体中心附近のもので船首尾のものは殆んど影響しないから想像程の差はないようである。

英国で戦後同型の銲接船と熔接船の振動試験を行ない熔接船の方が約2倍の振動が発生したと報告されているが、川崎重工建造の戦後の同型熔接船についての実験でも同様の結果を示している。

(川崎技報 第3号, 1955年1月)

× × ×

海外短信

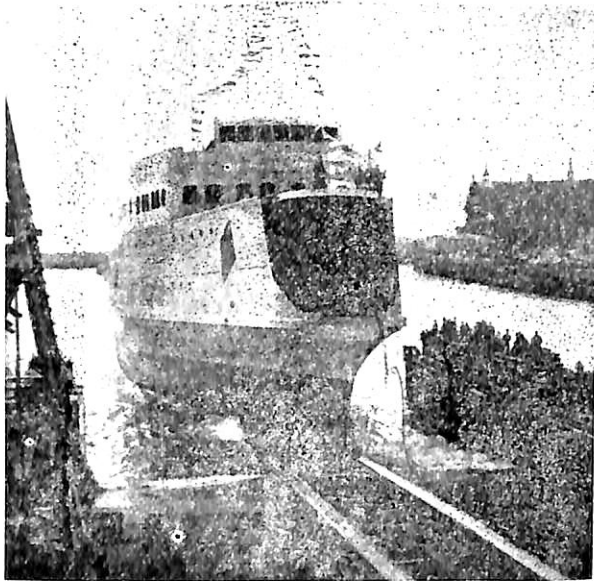
デンマークの新造鉄道連絡船  
KONG FREDERIK IX 号

デンマークの国有鉄道ではかなり多数の鉄道連絡船を有しており、ディーゼル機関使用が大部分を占めている。そして最近の大型連絡船はこの KONG FREDERIK IX 号と同様な一般配置をしている。(写真下左)

本船は昨年 10 月 Helsingør Skibsværft で進水し、本年初頭に完成した。2,000T 以上の大型の鉄道連絡船では本船は 8 番目に建造されたもので、先に建造されたものには、Dronning Ingrid, Fyn, Korsør, Nyborg, Siaelland, Storebaelt 等があり、これらの建造の経験によって種々の改良が加えられている。

本船は総噸数約 3,600 噸あり、デンマークの Great Belt (大ベルト海峡) 間に就航出来るもので、その際は約 2,000 人の乗客が収容出来る設備をもっているが、本船は Gedser-Grossenbrode 間のバルチック航路連絡船として就航することになっており、旅客数も 1,200 人程度である。

本船の主要目は、長さ 114.25 m, 幅 17.21 m, 深さ 7.1 m (車両甲板まで)、満載吃水 4.5 m, 速力は 18 kn. 主機は Elsinore-B. and W. 型ディーゼル機関 2 サイクル 10 気筒 (シリンダー直径 500 mm, ピストンストローク 900 mm) のもの 2 基である。出力は 9,200 IHP, 180 rpm である。補助機関室は主機関室の前方に別箇に仕切られてあり、補助機関はディーゼル発電機 5 シリンダー 2 基, 6 シリンダー 2 基がある。



船首尾共に hinge で回転する部分があって車両の出入の際は一般配置図にみる如く開閉される。船首部の入口は 1 本のレールで、これが 3 本のレールに分れる。車両は約 100 両搭載出来る。前後部に舵を有して、2 台の電動操舵機で夫々の操作をする。

食堂、ホール、各等喫煙室は遊歩甲板にあり、ホール中央部は円型になって、船客事務室、荷物室、食器室等がある。船橋甲板には前後端に夫々操舵室があり、無線室、士官室及び食堂、乗客用特別サロン、烹炊室、女給仕人食堂等がある。

中間部甲板には、甲板、機関部士官及び属員の居住室が機関室前部に、後部にはロンスジ、旅客用居室等がある。

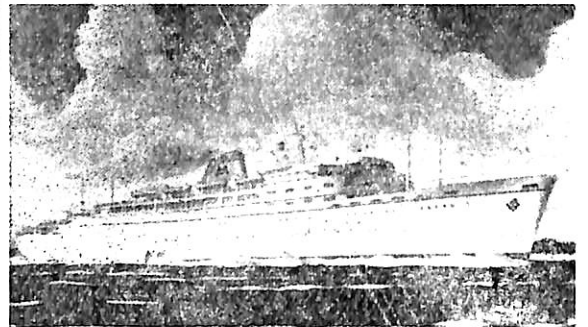
二重底タンク中には数ヶ所にトリミングタンクを設置して車両の出入時のトリムの調整を行なう。

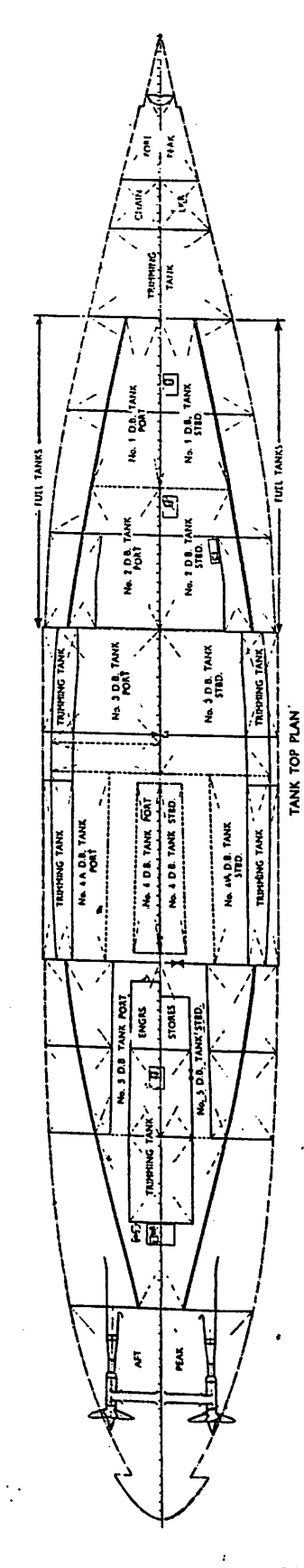
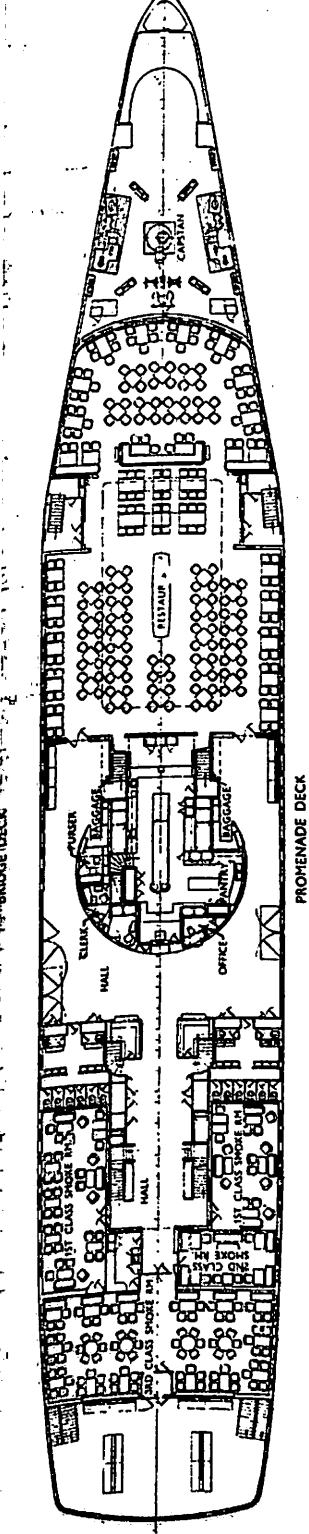
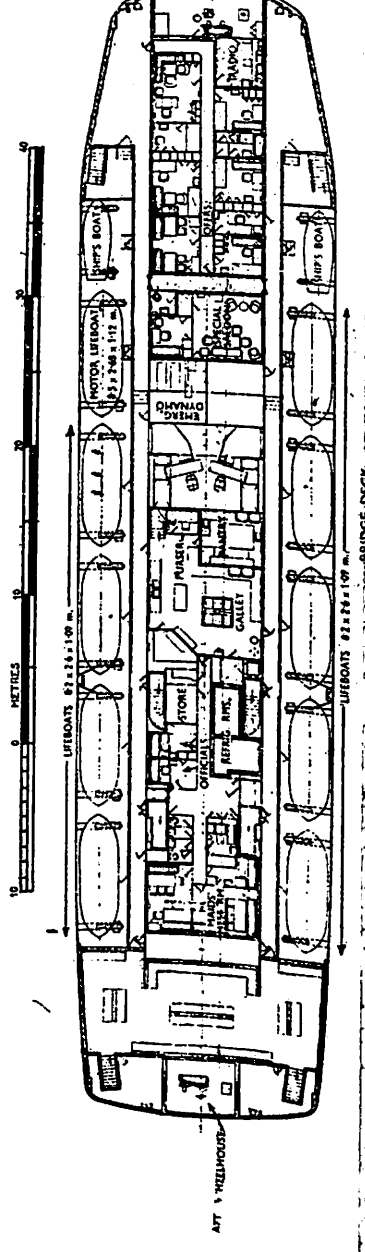
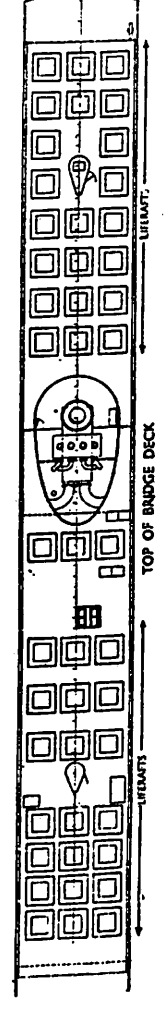
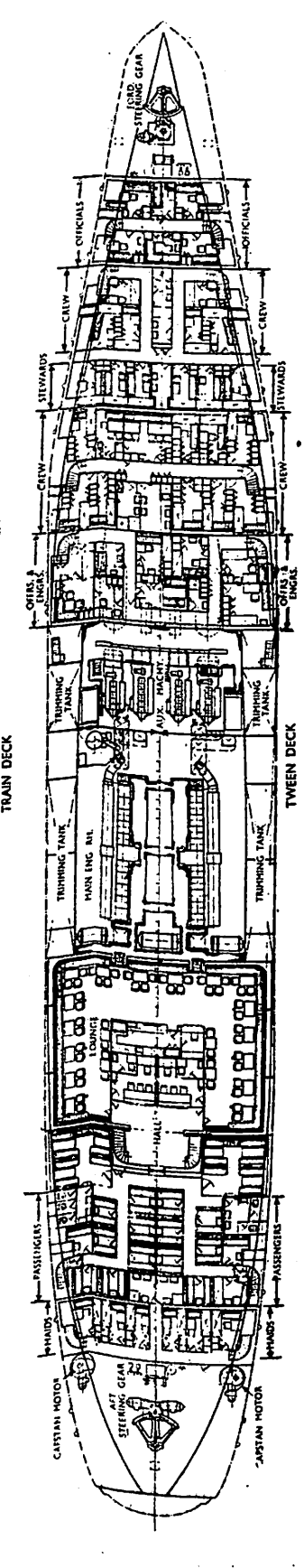
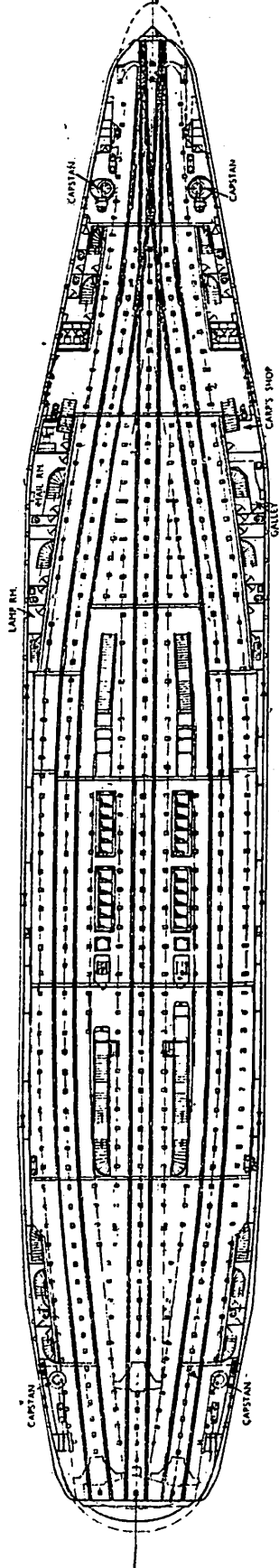
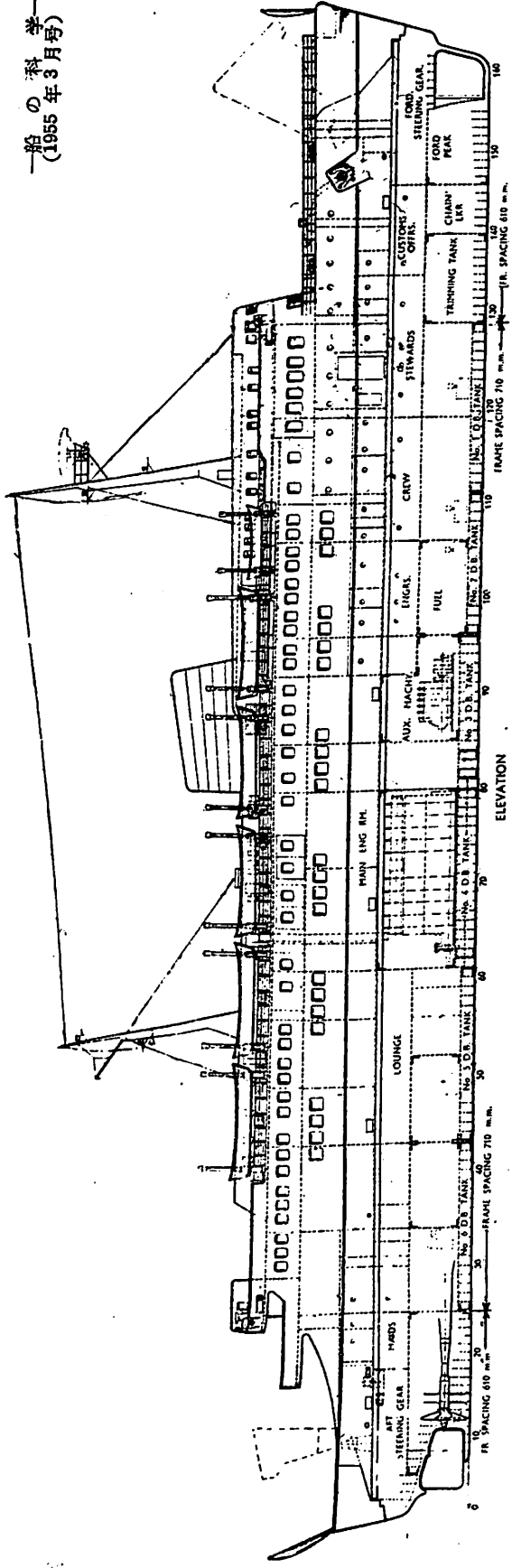
米濠間の定期航路に豪華客船配船計画

清水氏のアメリカ通信にもあったように、2 隻のマリナー級貨物船を改造して米濠間に定期客船 2 隻を配船する計画が目下すすめられている。この 2 隻の船名は、Mariposa, Monterey と名付けられ、総噸数 14,000 トンの単一等級の客船で 360 名の乗客を収容し、平均 20 ノットの速力で米サンフランシスコからホノルル、パゴパゴ、フィジー諸島スヴァ、ニュージーランドのウエリントンを経てシドニーに 17 日半の航海をし、5 日滞在の後、オークランド、タヒチ島、ホノルル、ロサンゼルスを経て帰港する。タヒチでは丸 1 日島を見物出来る。

遊歩甲板、主甲板、第二、第三甲板の 4 層の甲板に旅客、乗組員等の諸室を配置し、1 人当りのスペースは大西洋の客船よりも広くとるように設計されている。

貨物搭載容積も旅客設備のため最少限にし、約 200,000 立方呎 (内冷蔵艙容積 28,000 立方呎) である。乗組員はマリナー級標準 52 名に対して本船は 250 名である。本船は 1956 年のメルボルンオリンピックまでに就航させるべく改造の計画がすすめられ、改造費の 40~50% は政府で負担される。(下は本船の完成予想図)

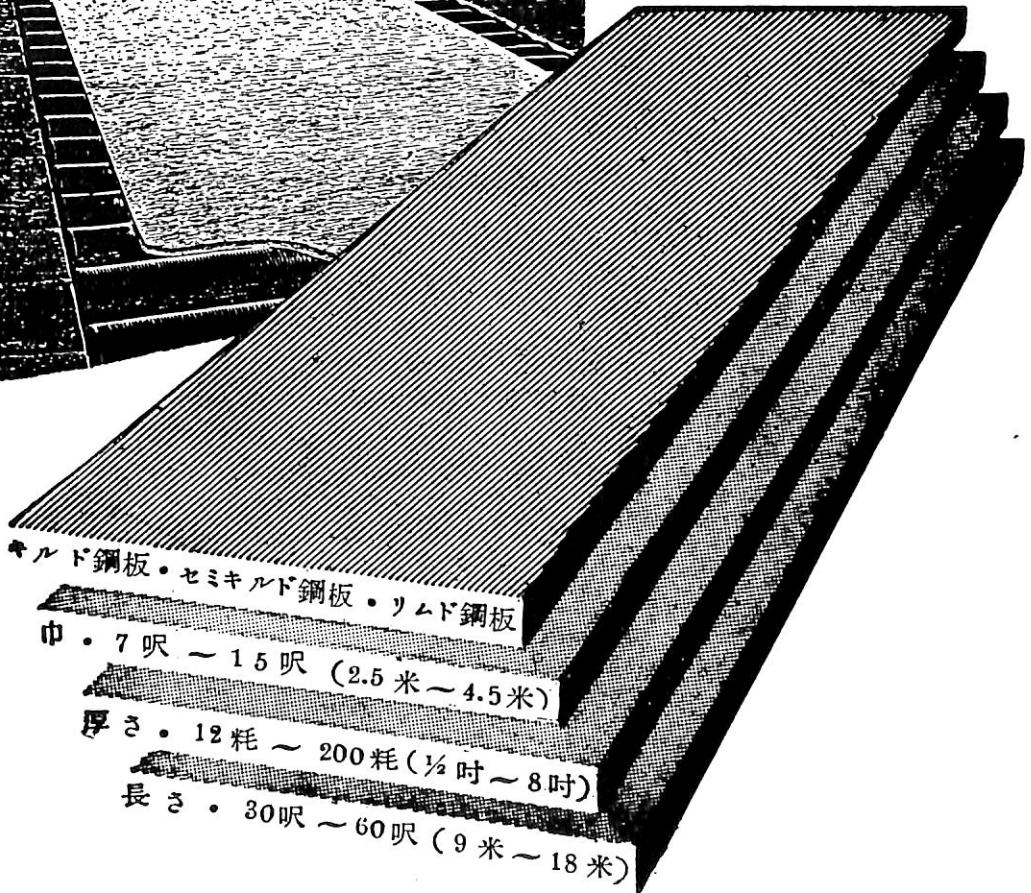
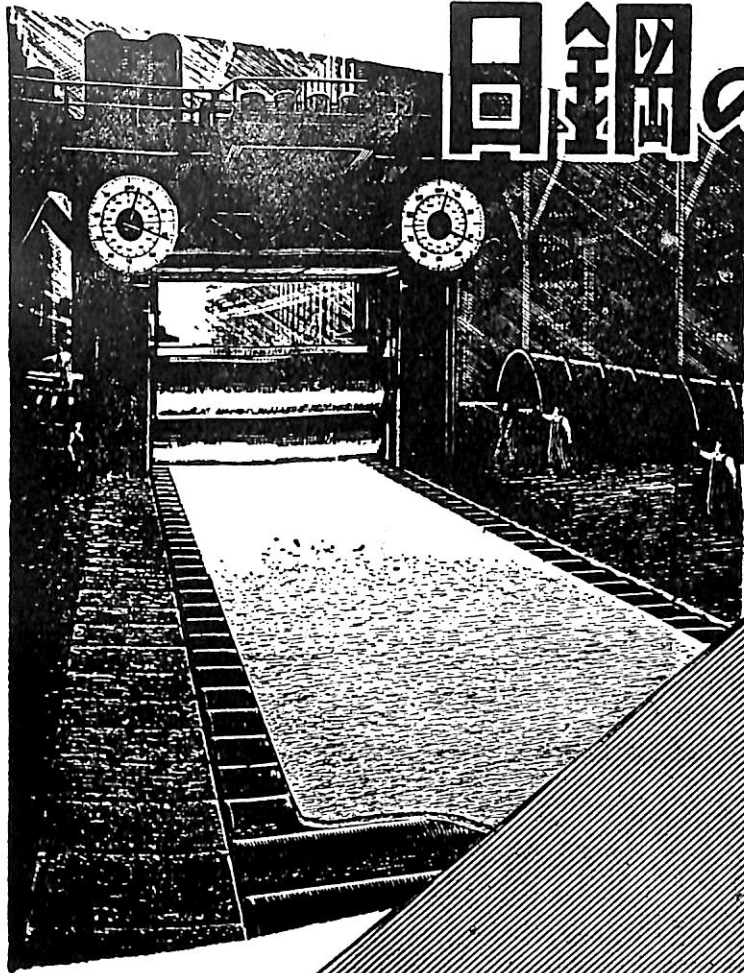




GENERAL ARRANGEMENT PLANS OF THE "KONG FREDERIK IX"



# 日鋼の厚鋼板



キルド鋼板・セミキルド鋼板・ソムド鋼板

巾・7呎～15呎 (2.5米～4.5米)

厚さ・12耗～200耗 (½吋～8吋)

長さ・30呎～60呎 (9米～18米)

厚み12耗以下6耗まで如何ような寸法にても御求めに応じます。

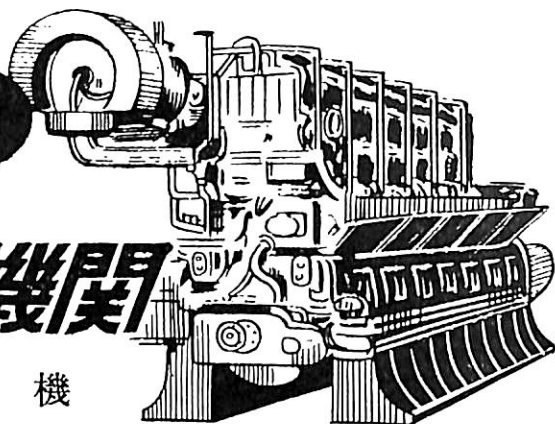
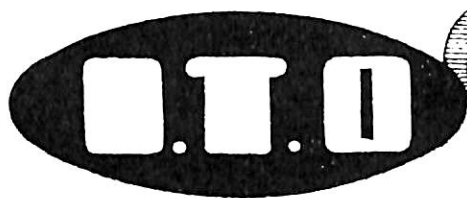


## 日本製鋼所

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



許可番号運A0-X5



# デーゼル機関

船舶用主機・補機

發電機用・一般動力用

過給機付850馬力

## 株式会社伊藤鉄工所

本社 静岡県清水市清開139 電話 清水 8, 9, 10

出張所 東京都千代田区丸ノ内 岸本ビル 電話 (28) 8151~3

1954年版

### 船舶寫真集

發賣中!

1952年版船舶寫真集につき新造船112隻の寫真及び要目を掲載し、船主別、船名、要目表を集録してあります。賣切れぬうちに早く御申込み下さい。B5版、寫真特アート、上製、ケース入。

定價 480円 円 50円

1952年版

### 船舶寫真集

1951年版船舶寫真集は賣切れてしまいましたので、本版は是非お求め下さい。1954年版とは重複せず、関連して御覧になると便利です。

B5版 寫真特アート、上製、ケース入り、定價 300円 円 50円

### 第二次大戦におけるドイツ海軍艦艇

深谷 甫 編

戦艦以下小艇に至るまでの貴重な寫真、船型及び全艦艇の要目表を詳細にまとめてあり、設計研究のためまた愛好者にとつて参考になりますから是非お求め下さい。

B5版 美麗印刷、上製、定價 800円 円 50円

### 船舶技術協會

東京都港区麻布弁町79番地  
電話 赤坂 (48) 3992番  
振替 東京 70438番

浪人の寝言

# 大きすぎる間接費 海外の好況と日本の造船

つ い む こ じ

## 大きすぎる間接費

出血輸出租糖リンク制による補償措置のために、昨年4月から12月にかけて41万5千総噸8千5百万ドルに及ぶ輸出船の受注があり、造船界の景気は一応回復したけれど、リンク制の中止で後が続きかねている。外国船主からの引合はなおも引続いて盛にあり、現在大小合せて100万総噸近くにも及んでいるということだが、本当に纏ったものの話は未だに聞かない。日本の船価が欧州諸国に比して平均1割乃至1割5分程度高いということが、契約を纏めかねている根本的な原因であり、これに対しいろいろと助成政策が論ぜられているが、すべては新内閣が出来てからの問題であろう。一方造船所の船舶建造量が山をなしているのは4月から5月までであり、先は次第に細まって9、10月には大型船台の大部分が空いて来る状態となるので、造船所の中では政府の輸出船助成対策の決定を待ちきれず、受注に乗り出す動きがあらわれ出しているようだ。すなわち新三菱重工はギリシャ系会社と11,000重量噸貨物船2隻の輸出を仮契約し、藤永田造船は香港の船会社との間に同じような貨物船1隻の建造仮契約をしたということだし、その他米国商社との間に新三菱重工は32,500重量噸油槽船1隻、三菱造船は同じような油槽船3隻輸出の商談を纏めつつあるということである。勿論これらの助成なしの輸出船船価は海運界の好況がものをいって昨秋の受注船価より当然高目に契約されるだろうけれど、今のところ出血なしというわけには行かない。造船所自体の合理化を計るとともに助成策の確立が強く要望されるゆえんである。

ところで輸出船の受注増をはかるには、助成策にすぎるもさることながら、何とせも自らが船価の引き下げに一層努めることが先決問題であるだろう。運輸省の資料によって日英船価の構成を比較して見たものにつぎの如きものがある。この比較に取り上げられた英国船は10,000重量噸4,500馬力ディーゼル機関、速力13.5ノットの貨物船であり、日本船は11,200重量噸4,700馬力ディーゼル機関、速力13.25ノットの貨物船で、大体同型と見てよい新しい船なのである。

これを見て直ちに気のつくことはイギリスに比し材料費が非常に高いことであり、間接費が無暗に高いことで

日英船価構成比較表

|               | 英国(%) | 日本(%) |
|---------------|-------|-------|
| 材料費           | 54.3  | 64.3  |
| 鋼材、鋳鍛鋼        | 16.4  | 17.3  |
| 甲板機械、舷装関係     | 15.6  | 18.1  |
| 主機、補機、電気関係    | 22.3  | 28.9  |
| 工費            | 25.5  | 9.0   |
| 間接費           | 10.6  | 17.3  |
| 直接経費、一般管理費、利益 | 9.6   | 9.4   |
| 合 計           | 100.0 | 100.0 |

あり、その差を工費が少ないことで相当量補っているという特異の現象なのである。材料費がイギリスに比してはなほだしく高い主なる原因は鋼材が割高だということにあることはいうまでもないが、内わけを見ると主機、補機、電気関係に著しい差のあるのは、これら関連産業に合理化の余地が大いにあることを示しているものであり、それらの合理化を強く叫ばずにはいられないわけである。だがその問題はしばらくおき、造船所が自分で相当左右し得られる間接費低下の問題をここに取り上げて見よう。

一つの企業単位としてそれ相応の工事量を常に保有していれば、間接費を一定率に低く押えることが出来るけれど、日本の造船所の如く計画造船にせよ輸出船にせよその消化しようとする工事量に年間を通じ増減が著しく、しかも閑散なときに生ずるアイドルを常に抱えていなくてはならないところでは、勢い間接費の率が高くなるのはやむを得ないことである。すなわち工事量を常に飽和状態かそれ以上につめ込み得さえすれば、間接費の率を簡単に下げ得るけれど、工事量よりか造船能力の方が平均的に大きい現状にあってはそのことは困難なことであり、それを容易ならしめるためには、造船所の大乗的な整理統合をまっ先きに必要とすることはいまさら論ずるまでもない。その外に間接費率の大きくなる原因をさぐって見るとその中には、造船所が意識してなり意識せずしてやっている無駄にかなり大きなものがあるように思われる。造船所が必要以上の政治献金をしたり、いくら競争だといえ防衛庁あたりの艦艇をとるために目にあまるような巨額の運動費を陰で動かし、むやみに派

手な御馳走政策をやたらにやったり、顔を利かす連中に相当額をわけもなくしぼり取られたりしては間接費はあがる一方で、そこにはいろいろ理屈があるにしろいたずらに工場の現業員を泣かすのが結局の落ちである。

現場の合理化は大分進んでこの造船所でも噸当りの所要工数の低下には最近著しいものがあるけれど、間接費を喰っている人員はどこへ行って見てもまだまだ多すぎるような感じがする。制度の改革を行なったところはあるけれど、事務的の面から見ると一向に人は減っていないような気がする。役所とか工業会とかが要求する書類の多いことが事務人を減らし得ない因の一つとなっているけれど、造船所自体でも生産上からはあまり必要と思われぬ書類の作製に忙殺されているようなふしがある。造船所は良い船をやすく造るのが本業であって、すべての制度機関はそれを助けるために動かなくてはなるまい。監理部門あたりは工事施行上絶対必要な資料の写しだけうまくいじれば目的を達し得るのであって、何も特別な資料の作製を現場に要求する必要はないと思う。

材料管理にしたって作業管理にしたって必要な台帳がすべてのもとしてあり、その台帳をしっかりと握ってさえおれば、何も余計な紙屑の製造に力をつくすことはないのである。役所にも造船所の事務にでも人が多すぎるといことが、そこにいる人達に何かしなくてはという焦燥観念をうえつけるもとしてあり、いたずらな要求が出て来て大して役にも立たない仕事かふえるのである。しかも苦勞して作られた書類が一つのもわけもなく積み重ねられ、あげくの果ては場所ふさぎだけに止まっている例は随所に見受けられるのである。要求があるのかも知れないけれど、小船に対し大艦艇並の取扱をするが如きもみんな間接費を上げるもとしてである。

日本で船舶建造に要する間接費率がイギリスにくらべて6.7%も高いということは、この際棄ててはおかれない問題であろう。しかも造船所単独で、あるいは造船所全体が協力してやろうという意志さえもてば、直ちに間接費の低下をはかり得る点が多々あるのに、それには手をつけずして単に他方本願的のこのみを望むとしたら、造船所というものは随分身勝手なものと批評を世の中からあびることになるだろう。猛省すべき時期ではないかと思う。

それはそれとして間接費を下げるためには日本の金利税金などの特に高いのを下げる要がある。砂糖などの補償リンク制が廃止されたからには、輸出助長のためにどうしてもこの問題は取り上げなくてはならない項目であり、プラント輸出助成策として関係官庁間で目下いろいろと考えられているのは当然である。これは閣議了解事

項ともなったようだ。その方策としては船舶輸出に対する輸出入銀行の金利は平均4分2厘、融資期間は10年以内ではほぼ世界水準並であるけれど、市中銀行との協調融資を行なう結果金利は平均6分2厘弱程度の高率となるので、輸出入銀行の金利を3分程度に引き下げて全体として世界水準並にする。また輸銀の市中銀行に対する融資比率を75%から90%まで増大させる。現在法人税課税に当っては輸出所得に對輸出の5%、もしくは輸出収益の50%のどちらか小さい方の率で所得控除を行なうことになっているのを、それぞれ8%、80%にひめる。輸出代金保険料は3ヶ月を越える分について現在100円につき40銭の加算料をとっているが、これを11銭に引き下げるなどが上げられている。そうしてこれらがみな実現するなら船価を5%程度引き下げ得られる見込だというのだから、決して小さいこととはいわれない。

材料を余計に保有していることはまさかの時に便利であり資産の保有には違いないけれど、いたずらに金利を支払わなければならないと間接費を上げるもととなるから、材料管理には特に意を用いなければならない。

海運界の活潑化は造船意欲がますます増すことで結構なことだが、海上運賃の値上がりはそろそろ物価に響き始めたことは苦手だ。原料を海外に仰がざるを得ない鉄鋼価格の如きは既に上昇して来ているが、それだからといってそれに比例して日本の船価を簡単に上げるわけにはゆくまい。この際直ちに間接費率を欧米並に引き下げることに造船界は率先力を致すべきであり、それが出来ればそれだけ直ちに船価を引き下げ得られるのである。そうしてこのことはプラント輸出助成と相まって外貨をかせぐよいよすがとなるに違いない。(30—2—7)

### 海外の好況と日本の造船

海外の市況は好転し海運界は活潑な動きを見せているし、戦時急造船の代替もそろそろ出始める時分であるから、世界における本年の造船高は恐らく昨年を凌駕することになるだろう。従ってわが国に対する船舶の引合は更に多くなるに違いない。ところが物価引下げ政策によりわが国の物価は下って来たといえ、造船関係の何を見てもまだまだ欧米諸国に比して高水準にあるから、船価の引き下げも造船界の努力だけではなかなか難かしく、このままではそれらの受注は到底おぼつかないような気がする。しかも海上運賃の値上がりは直ちに海外に仰ぐ原料の高騰となって現われるから結局造船材料の値上がりとなり、船価の引き下げどころかその引き上げに拍車をかける傾向を生ずるので造船界の苦悩は一層甚たしくなることだろう。現に造船用鋼材の如きは既に噸当



り7千円からの値上がりが見えられているのである。

造船界がこういった障害を乗り越えてさらに船価の引き下げをはかるといふことは容易な努力では達成し得るものでない。しかし造船界としては前項で述べた間接費の問題ばかりでなく、まだまだ無駄をはぶき得る余地があり、合理化をはかり得る余地があるように思える。

そこでこの難局を切り開くために造船界は、おのれの尽すべきことにまず一層の努力を尽すべきであり、しかして後に国としての合理的な輸出助成策に訴うべきだと思ふ。政府としても何とか速かに手を打たないと造船界は甚だしい苦境に陥り、引いては日本の経済界に大きなひびがはいることになりかねないだろう。浪人は日本の造船が減る時は日本が破産する時だと信じている。尽すべきを尽す誠意が造船界にありさえすれば、如何なる助成策に対してもいたずらに造船を甘やかす施策だなどといわれる気づかいはなかる。

造船界が望む大きな問題としては鉄鋼価格の値下げがある。日本で建造の船には例がないけれど溶接船の折損がときどきおこるのは未だに続いているようだ。イギリスの船にも折れたのが出来たし、アメリカの船にも最近上甲板に重大な亀裂が生じたもののあることを耳にしている。それやこれやで溶接船に用いられる厚さ12ミリ以上の鋼材には優良なものが要求されるようになり、キルド鋼、セミキルド鋼の使用範囲がかなり広がって来ている。当然のことと思うが、問題は日本におけるこれらの鋼がリムド鋼に比し甚だしく高いことにある。1944年前ロイドの冶金関係主任検査員ルイス氏が来朝した時、キルド鋼とリムド鋼との価格の差はイギリスでは噸当たり僅かに3千円に過ぎないのに、日本におけるその差が甚だしいのはその理由が全くわからないと同氏は聞いていたが、それに対する日本の製鉄業者の弁明は一向に聞いている人達の腑に落ちなかったことを思い出すのである。鋼材価格が欧米に比し高い理由が原料高にある分は止むを得ないとするも、それ以上に差があり過ぎるのは、合理化が大分進んだ今日納得が出来ない点である。

製鉄業者の価格引き下げに対する努力に足りないところがあるような気がする。鋼材の需要者は供給者を呼び倒して作ってもらっているような傾きがあるようだ。そこに製鉄業者の強腰があり、需要者の上にあぐらをかいていられるのではないかと思える。まずあぐらを解いて真剣に価格引き下げに努力してもらわないと、輸出産業は振わないことになるだろう。

浪人は随分前の話だったが日本全体を潤すという点からは望むべきではないけれど、こう鋼材価格に差があるのなら、輸出船に対しては面倒でも鋼材船主持ちとい

うことで契約したらどうかと、2, 3の造船所に話をしたことがある。2月1日の協議にはこの問題が採り上げられ、今後鋼材価格対策の1つとして、輸出船の発註船主が自ら造船用鋼材を欧米から調達して国内に持ちこむことを緩和する方針を明らかにしたということである。

早速一時の方便として今からの商談にこの手を用いだしてはどうだろう。鉄鋼業の合理化を側面から推進することになるに違いない。

最近の鋼材価格の値上がりは海上運賃の強調ばかりでなく、肩鉄需給の見透し難の影響を多分に受けている。

肩鉄は今迄噸当たり1万2千円程度であったものが現在1万7, 8千円に上っている。通産省では肩鉄の価格抑制と輸出用造船鋼材の価格引き下げのため、呉、横須賀工廠の老朽国有機械約30万噸を、噸当たり1万1千円見当で肩鉄として業者に払い下げて輸出用材に用いさせることと、鉄鉱石粘結炭など輸入製鉄原料の海上運賃及び国内運賃を25%程度割引くなどの措置を講ずることとし、大蔵省運輸省との折衝を始めたということである。こういうことは即効薬としての効能が直ちに現われるものであるが、とかく良い案と思われるものでも、いざ実施となるまでにはあっちにぶつかり、こっちにぶつかって中々思うようにことが運ばない弊がある。生産に高能率を発揮させなくてはならない今日、老朽機械などいまさらどこにも利用するようなところはあり得ない。さつきを肩鉄として輸出振興の資にあてるべきであろう。

また通産省では30年度の外貨予算編成に際し、鉄鉱石を中心に鉄鋼原料の輸入市場を東南アジア及び中共に転換することにし、この程試案を作製したということがある。この市場転換はなるべく近くから原料を輸入し鉄鋼価格を低くするという目的と、東南アジア・中共地域の貿易規模を拡大する目的で行なわれるということだが、中共からということは試験輸入の程度であり、これが本格的になるというのは容易なことではあるまい。海南島の鉄鉱石は露頂から麓までどこから採っても、鉄分64.5%であったと肥醴している優良鉄石で、しかも燐、硫黄、銅の如き不純物の極めて少ないものであったし、その量も露出しているだけで既に莫大であり、地下の埋蔵量は想像以上のものがあると推定せられ垂涎おく能わざるものがあるのである。採鉄設備や輸出港たる楡林の埠頭設備を完備したら、それこそ日本にとって持っている鉄石供給地なのである。世界の情勢は刻々変化している。日本の海外政策がここいらで一大転換をしてもおかしいことはないと思う。海外の好況に日本の造船が乗りおけないためには、政府としてもなすべきことがたくさんある。

(30-2-13)

# 新機構をもつ模型嚮導装置について

菊池 義 男

一般に水槽試験においては模型に所要の姿勢を与えるため模型嚮導装置が使用される。最近東京大学試験水槽において新しい試験研究に因ずるため新しい機構をもつ模型嚮導装置（水平曳行用ガイドと称す）が完成された。これは乾崇夫助教授の御依頼により筆者が設計し、山口機器研究所によって昭和 28 年 8 月に完成したもので、本文はその概要の紹介である。

## 1 水平曳行抵抗試験

通常の抵抗試験では模型船の航走による重心の沈下（稀に浮上）及びトリムの変化を全く拘束しない状態で試験を行なうのがよく、従ってそのような機構をもつガイド（いわゆる複式ガイド）が古くから慣用されている。しかし基礎的研究では往々にして模型重心の上下方向の浮沈は自由にこれを許しつつ、しかもその姿勢、即ちトリムの変化は全くこれを許さぬような状態で試験を行なう必要を生じてくる。この種の試験を水平曳行抵抗試験と称し、東大水槽では本ガイド完成後今日まで約 1 年間に乾助教授の理論船型による浅水時及び深水時の実験がこの方法で行なわれてきたが、その間本ガイドは造波抵抗研究に不可欠の実験手段としてその特長を遺憾なく究揮し、すでに多くの興味ある結果が得られている。第 1 図はその一例であって、模型 S-201 に対する浅水時の造波抵抗係数曲線の変化を示す。これに対応する理論計算は未だ完了していないが、例えばこれを木下昌雄博士及び乾助教授の別の模型に対する計算結果<sup>(1)(2)</sup>と比較すれば、その大体の傾向は極めてよく酷似しており、通常の方法で大きなトリムを許した場合の実験<sup>(3)</sup>とはかなり著しい相違を示している。第 2 図は水平曳行抵抗試験の概要を示す側面図である。図において記号 (A, B, C, A', B', C' 及び D) の系は水平曳行用ガイド、また (F, G, H 及び I) の系は抵抗動力計であって、夫々曳引車の縦桁 Q に装備される。ガイドの自由端 a 及び a' はピンによって模型 M に接続され、また抵抗動力計の自由端 g と模型の曳行点 f とは曳行棒 E によって連結される。今曳引車が速度 V を以て矢印の方向に走るときは、模型は抵抗動力計及び曳行棒を介して曳行され、模型の

姿勢は水平曳行用ガイドによって水平に維持され、その際模型が水から受ける所謂水抵抗の水平分力 r が抵抗動力計によって測定される。

## 2 水平曳行用ガイドの機構

第 2 図において前後の平面枠 A と A' 並びに十字形の枠 B と B' とは夫々同一の形状及び寸法に作られ、かつ模型の yawing 及び rolling を完全に押さえること並びに十分な強度を与えるため紙面と垂直の方向に約 30 cm の枠幅がある。枠 B 及び B' は曳引車の縦桁 Q に固定される脚 C 及び C' の夫々の下方にある球軸承を有する軸 d 及び d' の周りに、また枠 A 及び A' は枠 B 及び B' 上の球軸承を有する軸 b 及び b' の周りに夫々回転自由である。枠 B 及び B' の上方の自由端 e 及び e' は連結棒 D 及びピンによって連結され、枠 A, A', B, B', 及び D の 1 系は夫々の枠に付属する可動錘を用いて、軸 b, b', d 及び d' に関し可及的精密にバランスがとられている。枠 A 及び A' の下方の自由端 a 及び a' はその距離 aa' が連結棒 D の支点 e 及び e' 間の距離 ee' に等しくなるようにピンをもって模型 M に取付けられる。即ちこのガイドの機構は脚 C 及び C' を用いて曳引車に固定されている軸 d 及び d' の周りに可動で、且つ相対する枠腕の長さが夫々相等しいから、相対する部分即ち  $\overline{ob}$  と  $\overline{a'b'}$ ,  $\overline{bd}$  と  $\overline{b'd'}$ ,  $\overline{de}$  と  $\overline{d'e'}$  及び  $\overline{ee'}$  と  $\overline{aa'}$  とは夫々完全な平行運動をすることになり、また夫々の回転軸の摩擦は可及的に小さくなるように注意され、かつ各回転軸に関して各部分材は極めて精密にバランスがとられている。従って枠 A 及び A' の下方の支点 a 及び a' が重さのない棒で連結されたらと仮定すれば、この線分  $\overline{aa'}$  は図と同じ面内において前後及び上下の方向に無抵抗（軸承の摩擦を無視すれば）で自由に動くことができ、同時に連結棒 D に対し平行を維持するように制限される。もっともガイド機構が加速運動をする際にはこの機構の質量に基づく慣性力が点 a 及び a' を介して模型に力を及ぼすことになるが、本ガイドは定常運動をする模型について使用されるので、ガイド機構に加速運動を与えることがなく、従って上記の慣性力に関する考慮は要らない。

## 3 水平曳行用ガイドの作用

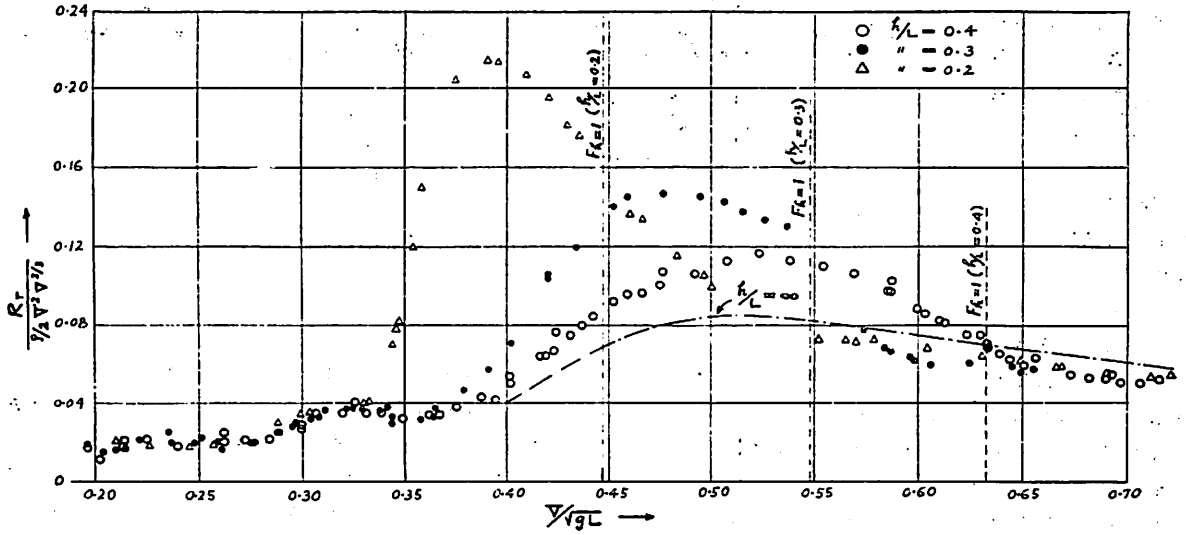
本ガイドが模型に及ぼす性質即ち作用について考察する。まず模型の線分  $\overline{aa'}$  が水平となるように模型を静水

- (1) 造船協会会報 75 号 (119)
- (2) 同上 76 号 (1)
- (3) 同上 68 号 (193), 69 号 (47), 75 号 (173)

M. No S-201 ( $L=175m, B/L=0.1229, T/L=0.05$ )

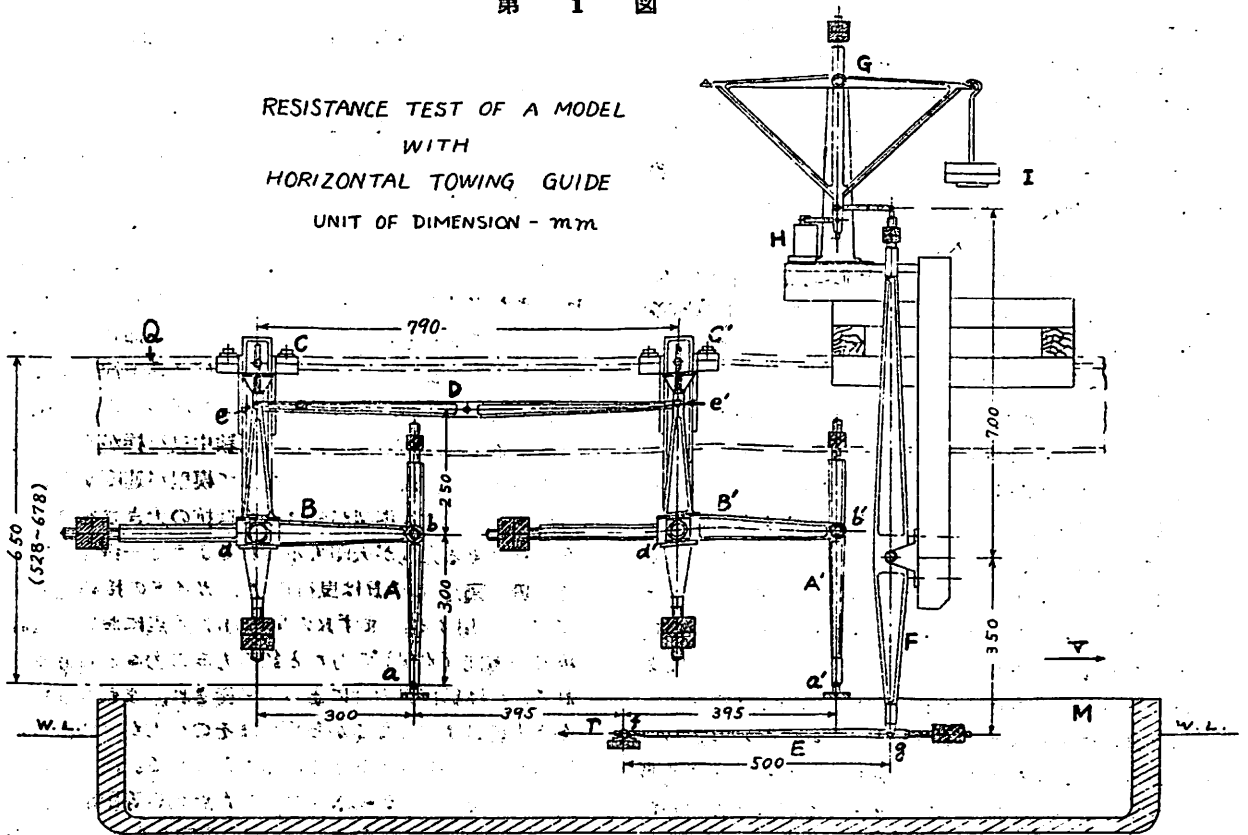
RESIDUARY RESISTANCE COEFFICIENT IN SHALLOW WATER

(Horizontal Towing Guide was used in the Test)



第 1 図

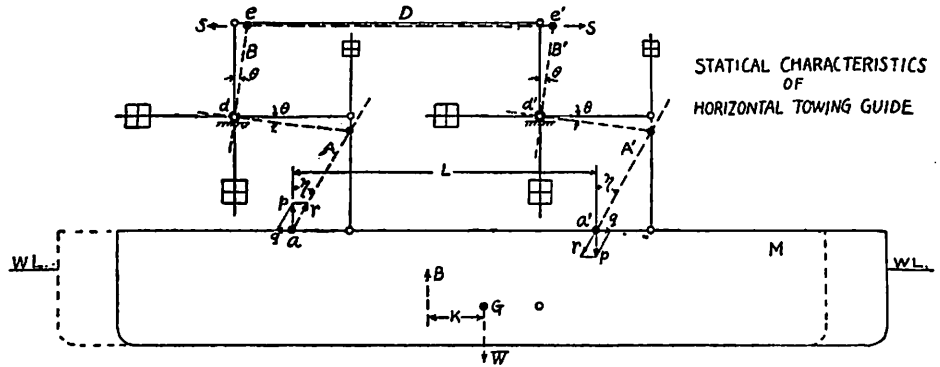
RESISTANCE TEST OF A MODEL  
WITH  
HORIZONTAL TOWING GUIDE  
UNIT OF DIMENSION - mm



第 2 図

上に浮べ、これを第2図のように連結棒Dが水平となるように調節されているガイドに取付けるならば、模型上の線分 $\overline{aa'}$ は連結棒D上の支点を結ぶ線分 $\overline{ee'}$ に平行であるから、ガイドは模型の前後及び上下の方向並びに縦傾斜に対し少しの力の作用を及ぼさない。従って模型を前後の任意の位置に移しても模型の状態(吃水及び縦傾斜)には変化を生じない。

次に模型上の線分 $\overline{aa'}$ が水平に対し傾斜するように模型を静水上に浮べ、これを前述と同じように調節されているガイドに取付けるならば、ガイドの作用によって模型上の線分 $\overline{aa'}$ は水平となるように強制される。更にこの模型が第3図に示すように正規の位置(実線)から左方(点線)に置かれた場合に、ガイド及び模型の間に作用する力の関係について考える。まず模型の縦傾斜がガイドによって水平に強制された結果として両者の接合点 $a$ 及び $a'$ にはある大きさの反力が生ずる。しかるに模型は上下及び前後の方向には自由に動き得るから、模型はそれの重量 $W$ に等しい大きさの浮力 $B$ を与える吃水で静止しなければならない。従って上記の点 $a$ 及び $a'$ に作用する力は模型の浮力 $B$ の作用線が模型の重心 $G$ を通らないために生ずる偶力に基づくものであることがわかる。今第3図のように浮力 $B$ が重心からの距離 $K$ の位置に作用していると仮定し、このために生ずる偶力( $B \times K$ )によって点 $a$ 及び $a'$ に及ぼす力の大きさを $p$ とすれば、夫々の点に作用する $p$ の方向は矢印のようになる。また $p$ は夫々点 $a$ 及び $a'$ において水平及び粋 $A$ 及び $A'$ の方向に分解することができるから、これらの分力を図のように夫々 $q$ 及び $r$ で表わせば、点 $a$ 及び $a'$ に作用する水平分力 $q$ は等大で方向が相反するから相殺して模型を動かす力とはならない。また他の分力 $r$ は夫々軸 $d$ 及び $d'$ の周りに作用し、かつ相対する粋腕が夫々同じ傾斜角 $\eta$ 及び $\theta$ を有するので、 $e$ 及び $e'$ 点において反対方向の等大なる力( $s$ で表わす)となって連結棒Dに作用するが、これも相殺されガイド従って模型を動かす力とはならない。以上によってこのガイドの特性と見らるべき作用は「このガイドを使用するとき模型にその自重及び静的ならびに動的浮力のみが作用するとき



第3図

は模型はそれに等大な浮力を与える吃水で浮び、かつ模型の縦傾斜は常に一定であるように維持される。またこれらの関係はガイド系が傾斜するように模型が前後の方向に動かされた場合に変わらない」ということができよう。また最後に述べた性質は模型が例えば発条を介して曳行され前後に動くような場合には重要なことになる。

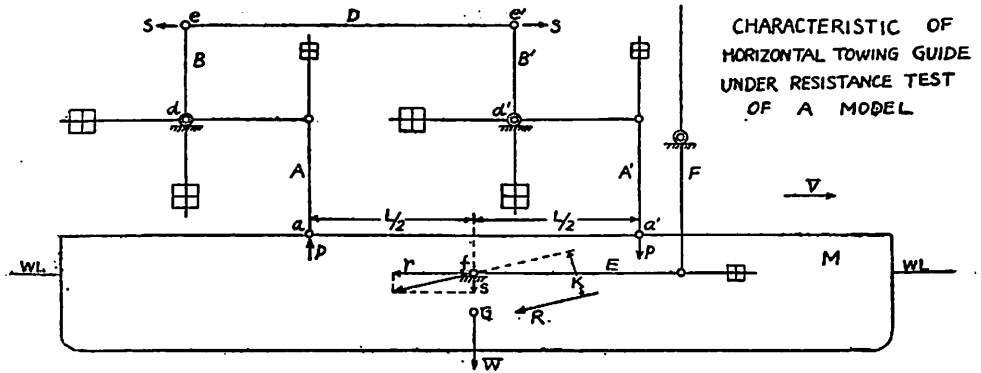
#### 4 水平曳行用ガイドの用途

本ガイドを利用しうる試験種目を挙げて見る。

##### (1) 水平曳行抵抗試験

この試験については第1節でその概要を述べたが、第4図を用いて次の補足をしたい。まず模型が静水上に与吃水で浮ぶとき模型上の線分 $\overline{aa'}$ は水平であるように調節され、模型の曳行点 $f$ は支点 $a$ 及び $a'$ の中央におかれ、またガイドの各腕が水平或は鉛直となり、連結棒D及び曳行棒Fが水平となるように各部が調節されているものとする。また曳行試験中に曳行棒は模型沈下に従って僅か傾斜するが、その量は予め見当がつくので、動力計を上下方向に調節しておき、試験中曳行棒が水平を保つようにする。以上の注意をもって模型が速度 $V$ を以て曳行され、その際模型が受ける水抵抗の大きさを $R$ とし $R$ の作用する方向が矢印で示されるような一例を仮定する(第4図)。この $R$ は曳行点 $f$ 、ガイドの接合点 $a$ 及び $a'$ に作用する。まず $R$ の平行力は $f$ 点において曳行棒Eの方向(水平)の力 $r$ と鉛直方向の力 $s$ とに分解される。 $r$ は抵抗動力計によって平衡され、また $s$ は模型を下方に押す力となるから模型はその浮力が( $W + s$ )に等しい力を与える吃水で浮ぶことになる。次に $R$ の $e$ 点に関するmoment( $R \times K$ )は $f$ 点から等距離にある支点 $a$ 及び $a'$ に夫々同大で矢印の方向をもつ力 $p$ となって作用し、更にこの $p$ は回転軸 $d$ 及び $d'$ の周りに作用し曳行棒の両端 $e$ 及び $e'$ において方向の相反する等大の

力  $q$  を与えるが、この  $q$  は互に相殺しガイド従って模型を動かす力とはならない。かくてこの試験においては重量  $W$  を有する模型が常に水平な姿勢で浮ぶように維持されて曳行される時、曳行速度  $V$  に対応する模型の水抵抗の水平分力  $r$  が測定されることになる。



第 4 図

CHARACTERISTIC OF HORIZONTAL TOWING GUIDE UNDER RESISTANCE TEST OF A MODEL

(2) 没水体曳行試験

最近没水体の水平抵抗を測定する目的で没水体支持装置が完成された。この支持装置は第 4 図の水平曳行用ガイドの自由端  $a$  及び  $a'$  に取付けることができる。この組合せにおいて連結棒  $D$  を取外し、枠  $B$  及び  $B'$  の上方の自由端  $e$  及び  $e'$  に加わる力を測定し、同時に曳行点  $f$  に作用する水平抵抗  $r$  を測定すれば、これら 3 つの力の測定値から没水体に作用する水抵抗の合力  $R$  と、その作用する方向とが容易に求められる。

(3) 平板の抵抗試験

第 4 図において連結棒  $D$  を曳引車に固定するときは枠  $A$  及び  $A'$  のみが回転可能となる。次に枠  $A$  及び  $A'$  の下端に例えば平板のように安定な姿勢を維持することの出来ない物体を吊せば、このような物体が受ける水抵抗の水平分力を抵抗動力計によって測定することができる。

5 水平曳行用ガイドの強度等

本水平曳行用ガイドの大部分には、重量による軸承摩擦を少なくするため、強度高く比重の小さい（ヒドロナトリウム）即ち Al-Mg 系合金を使用した。本ガイドの許容最大強度は第 2 図の  $a$  及び  $a'$  の位置に夫々上下方向に作用する力 15 kg 及び横方向（紙面に垂直）に作用する力 4 kg を対象としたが、更に約 25% の余裕が見込まれている。本ガイド完成後第 2 図に示すように各枠腕及び連結棒が水平又は鉛直となるように組立て、自由端  $a$  又は  $a'$  に約 1 瓦重の錘を加えたときこのガイド系は動き始めた。これは本ガイドが使用目的に対し十分な感度をもつことを示している。更に各部の撓度は最大許容外力に対し 0.5 mm 以下に、また各接続部の間隙は 0.05 mm 以下に取られているから、模型の姿勢は非常に正確に維持されることになる。

6 抵抗動力計

第 2 図に示す抵抗動力計は機能的に見れば、従来の抵抗動力計の発条の代りに磁歪管  $H$  が用いられているということができ、この磁歪管の使用によって従来出来なかった非定常な抵抗の測定も可能となった。これらの詳細の紹介は他の機会にゆずるが、ここに使用されている磁歪管に関する複雑な電気回路は岩田達三工学士の御研究により完成されたもので、同氏の熱心なる御協力に対し厚く御礼を申し上げます。なお東大水槽では他の大水槽における実用的研究とは対蹠的にその基礎的研究への独自の使命の重大さを考えて、なるべく多種類の試験研究に応じうるように、下記の如き装置がいずれも筆者の設計により完成または計画されているが、これらについては別の機会にゆずることとしたい。

- (1) スイングフレーム (昭和 25 年 7 月)
- (2) 単式ガイド (昭和 27 年 3 月)
- (3) 小型磁歪式自航動力計 (昭和 28 年 5 月完成)
- (4) 同上検定装置 (同上)
- (5) 高感度磁歪式微検力計 (製作中)
- (6) ユニバーサル・レジスタンス・ダイナモメーター (90%設計完了)
- (7) ダイナミック・プロペラ・オープンテスト・ダイナモメーター (今春設計着手の予定)

最後に山県昌夫教授、乾崇夫助教授、並びに研究、製図、実験等に熱心なる御協力を忝うしている同室内の岩田達三、増永公明、三浦豊昭、大越章三郎及び柴田あいの諸氏に対し深く御礼を申し上げます。

また磁歪管材料について御高配を賜った運輸技術研究所の安積健次郎博士、および優秀なる技術と細心なる注意を以て高精度を有する本ガイドを完成して戴いた山口広美氏並に種々御高配を賜った田宮真助教授の諸氏に対し厚く御礼申し上げます。

# タンク内の新しい化学洗滌法

井 上 正 一

## 1. 緒 言

商船のバンカー及びディーブタンク又は油槽船のカーゴタンクは定期検査、違った種類の油の積込、又は修理の際完全にクリーニングしなければならないが、これがなかなか時間と人手のかかる厄介な仕事である。殊に燃料タンクとして使用していた船のタンクに荷物油として諸種の植物油を積んだりすることは掃除に莫大な費用がかかって不得策であったが、以下に述べる掃除法によればこれら極端な場合でも経済的に立派に引合うのである。この方法は多年米国で燃料に関する研究を積んだ XZIT CHEMICAL 会社によって完成されたもので、従来の如何なる方法よりも完全に掃除が出来、且つ短時間で最も廉価に出来るものである。

## 2. 化学洗滌の原理及び薬品

油の中で最も厄介なものは油滓 (Sludge) である。これがタンクに附着すると Steaming や普通の掃除ではなかなかとれず、どうしても Scraping しなければならない。油滓の出来る一番主な原因は油が水の混合により乳化して泥状の乳化物になるため、これを除去するには一旦乳化した油をもとの水と油に分離させてやればよい。乳化剤の中には乳化を進行させるものと、反対に分解するものがあり、この後者を選べば油滓を水と油に分解してやすく Pumping out 出来るようになる。XZIT 社の清浄剤はこの原理を利用したもので、次の如き種類のものが販売されている。

- (a) XZIT SPECIAL TANK CLEANER
- (b) XZIT DOCKSIDE FUEL OIL TREATMENT
- (c) PETROFLO
- (d) XZIT DEGREASING SOLVENT

## 3. タンク掃除における化学洗滌の効果

前記4種の薬品はいずれもタンククリーニングに使用して非常に効果があるが、次にXZIT SPECIAL TANK CLEANER を使用した実例を一、二あげて見よう。

ある貨物船で Deep Tank に今までバンカー C 重油を積んでいたところに潤滑油を荷物として積むこととなった。この会社の見積では Deep Tank の掃除に 2,300 弗乃至 2,800 弗かかるとのことであった。これを XZIT SPECIAL TANK CLEANER を使って掃除したとこ

ろその費用は材料費に 462 弗、船員の超過勤務として 426 弗の計 888 弗で普通の掃除費用の三分の一であった。しかもこのタンクを検査した保険会社の検査員によれば、今までこのようにきれいに掃除されたタンクを見たことがないそうであった。

もう一つの例は T2 タンカーの 26 ケのタンクを掃除した例である。この船主はタンク掃除に 10,000 弗乃至 15,000 弗の入札を得ていたが、XZIT の SPECIAL TANK CLEANER 15 缶を買い、労務費とあわせて 2,500 弗以下でまかなえた。26 ケのタンクを掃除するにはパワーワースを利用し、総合計時間は僅か 78 時間 (3日間) を要しただけであった。

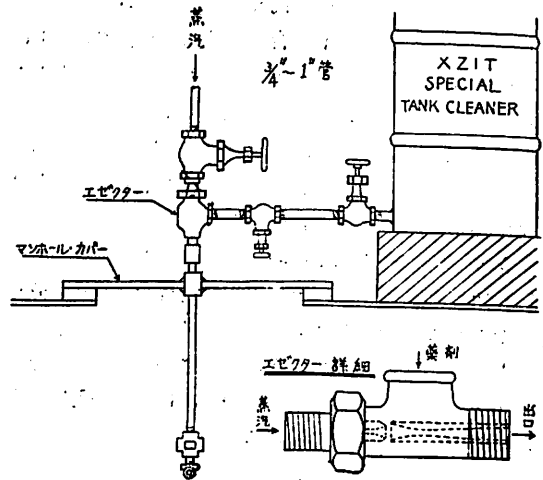
## 4. Tank Cleaning の実例

以下に第2項で述べた各種の薬品を使う実際の方法を記述する。

### (a) SPECIAL TANK CLEANER を蒸気加熱によって使用する方法

これはタンク内を蒸気加熱すると共にインセグターによって SPECIAL TANK CLEANER を蒸発混入せしめてタンク内に導入し、油滓その他を完全に溶かして Pump out して清掃する方法である。Pump out した後は海水で洗い落とすと汚れが容易に落ちて完全にきれいになる。

最初にタンク内を調べて Sludge がどの程度あるかにより薬品の量、加熱方法をきめねばならない。蒸気は船の Smothering steam を使用しても、他から導いて



もよいが、圧力は  $5\text{kg/cm}^2$  以上が望ましい。別図の如く配管して最初に蒸汽のみを送る。この際タンク表面を手で触れて快よい温かさまで加熱するが、 $55^\circ\text{C}$  以上は決して温度を上げてはならない。何故ならば高温では油の揮発がおこってタールが残り、ますます掃除が難しくなるからである。またタンク内のガスは開放して中のガスを抜くと共に火気には十分注意する。タンク内が十分あたたまったら薬品のインセクターに入る弁を開き、蒸汽によりタンク中に噴射する。薬品は予め必要量を算出してドラム缶に入れ一度に送ってしまう。薬品送入後、蒸汽圧力を約半分にしてさらに 3~4 時間送汽して後蒸汽を止め、冷えるまで放置する。タンク内に溜った油はポンプで汲出し、さらに海水をホースで噴射して洗い流すと油分は完全に落ちる。時として、Beam やその他の Strength Member のすみに油が残ることがあるがこのような個所にはもう一度薬品をスプレーかブラシによってつけて放置し、後で水洗いすればきれいになる。薬品の標準使用料はタンク容積の 1,000 分の 1 である。

(b) 蒸汽のない場合-SPECIAL TANK CLEANER の使用法

蒸汽を使う方が仕事も早く経済的であるが、どうしても蒸汽のない時は次のようにして洗い落さねばならない。

小型の移動用ポンプを使って薬品をホースで噴射させ、タンク内を洗滌する方法である。

ホースの先にノズルをつけ、ポンプ圧力  $3\sim 5\text{kg/cm}^2$  でタンク壁に吹付ける。ポンプの吸入口は最初は薬品のドラム缶内に入れ、タンク内に相当溜ったら今度はタンクから吸って薬品を循環させる。薬品の量は蒸汽加熱の場合と同じく Tank Capacity の 1,000 分の 1 である。

タンク内を洗う時は天井を中央から端へとホースで追って行き、天井がすんだら側壁、最後に床を洗う。薬品洗滌が一応終わったらポンプで吸出せるだけ出して、あとを海水で洗い流す。

(c) XZIT DOCKSIDE FUEL OIL TREATMENT

これは油の Sludge の上に撒いて乳化物を分解し、流動性を与えるものである。Sludge の量を予め推定し、その 500 分の 1 の量の薬品を油の上に均等に撒く。そのまま暫く放置すると薬品は除々に反応して油と水の二層に分れる。分れた油はそのまま立派に使用出来る。

(d) バターワースにおける XZIT SPECIAL TANK CLEANER の使用法

Butterworth System を有するタンカーでは、これに XZIT SPECIAL TANK CLEANER を使用すると非

常に効果的である。パンカータンクをどれか一つつけてこれに海水又は清水に XZIT SPECIAL TANK CLEANER を 25 分の 1 乃至 50 分の 1 混ぜたものを入れる。船のホースで接続して Butterworth Pump でこのパンカータンクから引き、Stripping Pump でまたここへ戻るようにする。薬品の濃度はタンク内の汚れ具合で変えるが、混合液の量はタンク内を洗って Oil Stripper で回収した時十分な循環量を得るだけ必要である。

まず Butterworth heater で液を  $55\sim 65^\circ\text{C}$  に熱して送り、1 タンクにつき合計約 3 時間レベルを変えて洗滌する。各タンクを全部液で洗い終わったらポンプの吸入を切換えて海水を冷いままで送り、前と全く同様に (但し時間は 4 分の 1 程度でよい) 洗滌を繰返すのである。この結果は普通のバターワースによる場合よりも遙かによい結果が得られた。

(e) XZIT DEGREASING SOLVENT

これは元来 Tank top やその他ひどく汚れたところの掃除に用いるものであるが、タンク掃除にも甚だ有効である。方法は Dockside Fuel Oil Treatment と殆んど同じくタンク内に撒いて暫く置いてから海水で洗い流すか、またはスプレーで薬を吹付けておき、Butterworth であとを洗い落とすのである。時間は Special Tank Cleaner よりも稍々かかるが、航海中に船員の手で行なうことが出来る場合は薬を撒いて相当長い時間放置しても少しの損害にもならないから、このような場合には有利である。

(f) タンク掃除前の準備

次回清掃の必要あるタンクは油を積んだ時 XZIT の PETROFLO を入れると Sludge がつかない許りでなく、今までの Sludge もある程度とれてタンクの掃除が非常に簡単になる。薬品の量は油の 2,000 分の 1 でよい。さらにタンクを空にした時 PETROFLO を推定 Sludge 量 (又は残油量) の 2,000 分の 1 入れておけばタンク解放までに Sludge は全部なくなり、入港後速かに掃除が出来る。

5. 結 語

わが国において筆者が XZIT PEGREASING SOLVENT を実験して見た結果は非常に良好であった。Tank top に附着した油やゴミの類はなかなか落ちないものであるが、DEGREASING SOLVENT を振りかけて一時間位放置すると白い乳状となり、これを水で洗うときれいに流れ去って完全な汚れのない金属面が露出した。SPECIAL TANK CLEANER も近くわが国に入るが、必ずこれ以上の効果があるものと確信している。これらによりタンク掃除がより経済的に、より早くより完全に出来ることを期待している次第である。

(井上商会)

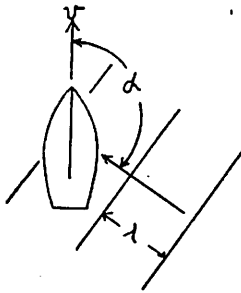
# 出会周期から波長を求める図表

田 宮 真

出会角度  $\alpha$ 、出会周期  $T$ 、船速  $v$  (第1図) を知って波長  $\lambda$  を求めるには、周知の関係式

$$\begin{cases} \lambda = (c + v \cos \alpha) T \dots \dots \dots (1) \\ c = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}} \end{cases}$$

を利用すればよいが、船の上でいちいちこれを計算するのは面倒である。船によって  $v$  は大体一定の場合が多いから、数種類の  $v$  ごとに  $\alpha$  および  $\lambda$  を座標とし、



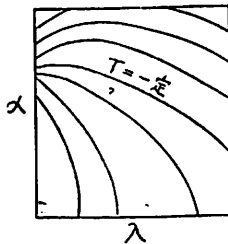
第1図

$T$ —一定のコントロール曲線を用意すれば便利で、とくに  $\alpha$ 、 $\lambda$ 、 $T$  の間の一般的関係がよくわかる。(第2図)

しかし、(1) 式を

$$\epsilon = \frac{\lambda}{T} - c(\lambda) = v \cos \alpha \dots \dots \dots (2)$$

の形に書き直して、共線図表を作ると、ただ一つの図表で  $\lambda$ 、 $T$ 、 $\alpha$ 、 $v$  の関係があらわされてさらに便利である。この種の図表の作り方はたとえば、岩波全書“計算図表”



第2図

(小倉金之助) にくわしいから、ここには筆者が本年1月航海訓練所北斗丸乗船を機として作成した図表(第3図)をかかげると共に、その一般的作図法をのべてみる。(第3図は次頁参照)

直角座標  $xOy$  をとり、 $(-\delta, 0)$ 、 $(+\delta, 0)$  を通り  $y$  軸に平行に  $\xi$ 、 $\eta$  軸をとる。 $\eta$  軸の正方向は  $y$  軸と同じく、原点は  $\delta$ 、 $x$  軸上にとる。(第4図) この時、 $\eta$  軸

は  $T$ 、および  $v$  尺となり、その尺度は

$$\eta = \frac{n}{T} = n'v$$

である。

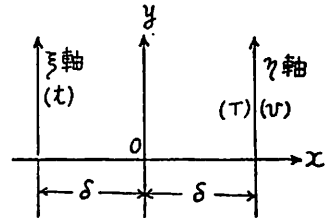
また  $\lambda$  尺の座標は

$$\begin{cases} x_\lambda = -\frac{n+m\lambda}{n-m\lambda} \delta \\ y_\lambda = -\frac{mn}{n-m\lambda} \cdot \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}} \end{cases}$$

であたえられ、 $\alpha$  尺の座標は

$$\begin{cases} x_\alpha = -\frac{n'+m\cos\alpha}{n'-m\cos\alpha} \cdot \delta \\ y_\alpha = 0 \end{cases}$$

であたえられる。 $m$ 、 $n$ 、 $n'$  は  $T$ 、 $v$ 、 $\lambda$  の単位と変域に応じて、実際の図面寸法を適当な大きさにするようきめればよい。第3図の原図



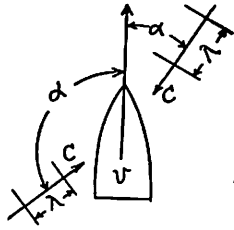
第4図

では、 $\delta=5\text{cm}$ 、 $m=-1$ 、 $n=20$ 、 $n'=2.5$  とし、 $\lambda$  は米、 $T$  は秒、 $v$  は米/秒(図面ではこれを節に換算した)で計算した。 $\eta$ 、 $x$ 、 $y$  の数値は厘単位である。 $m$  は1としても差支えない。 $\xi$  軸は(2)式の  $\epsilon$  尺になるのであるが、目盛する必要はなく、図計算の際の補助線として用いられる。

第3図の使用法は、(2)式の第二式、第三式内の変数がそれぞれ対になっていること、即ち  $(\lambda, T)$ 、 $(v, \alpha)$  が対をなすことを知っていれば直ちにわかる。 $\lambda$  が未知であるときは、まず  $v$ 、 $\alpha$  の数値をそれぞれの函数尺の上に求め、この二点を結ぶ直線と  $\xi$  (t) 軸との交点  $P$  を見出す。次に  $T$  の数値を  $T$  尺上に求め、 $P$  と  $T$  とを直線でむすぶと、この直線と  $\lambda$  尺との交点で、求める  $\lambda$  の値がわかる。かりに  $v$  が未知であれば、 $\lambda$  と  $T$  とを結んで  $\xi$  軸に交点をきめ、この交点と  $\alpha$  とをむすんで  $v$  尺との交点を求めれば、 $v$  の値が読めるのである。

船速の異なる船では  $n$ 、 $n'$  等を適宜変更してやればよい。最後に船が高速で  $180^\circ \geq \alpha > 90^\circ$  の時に波を超越す場合には(1)式で  $T$  を負と考えればよいことを注意しておく。但しこのような場合は商船では多くない。





例 1

$v=10\text{kn}$

$\alpha=40^\circ$

$T=3.5\text{sec}$

$\lambda=42\text{m}$

$v$  と  $\alpha$  とを結び  $P$  を  $t$  軸上に求める。

$P$  と  $T$  とを結び  $\lambda$  がきまる。

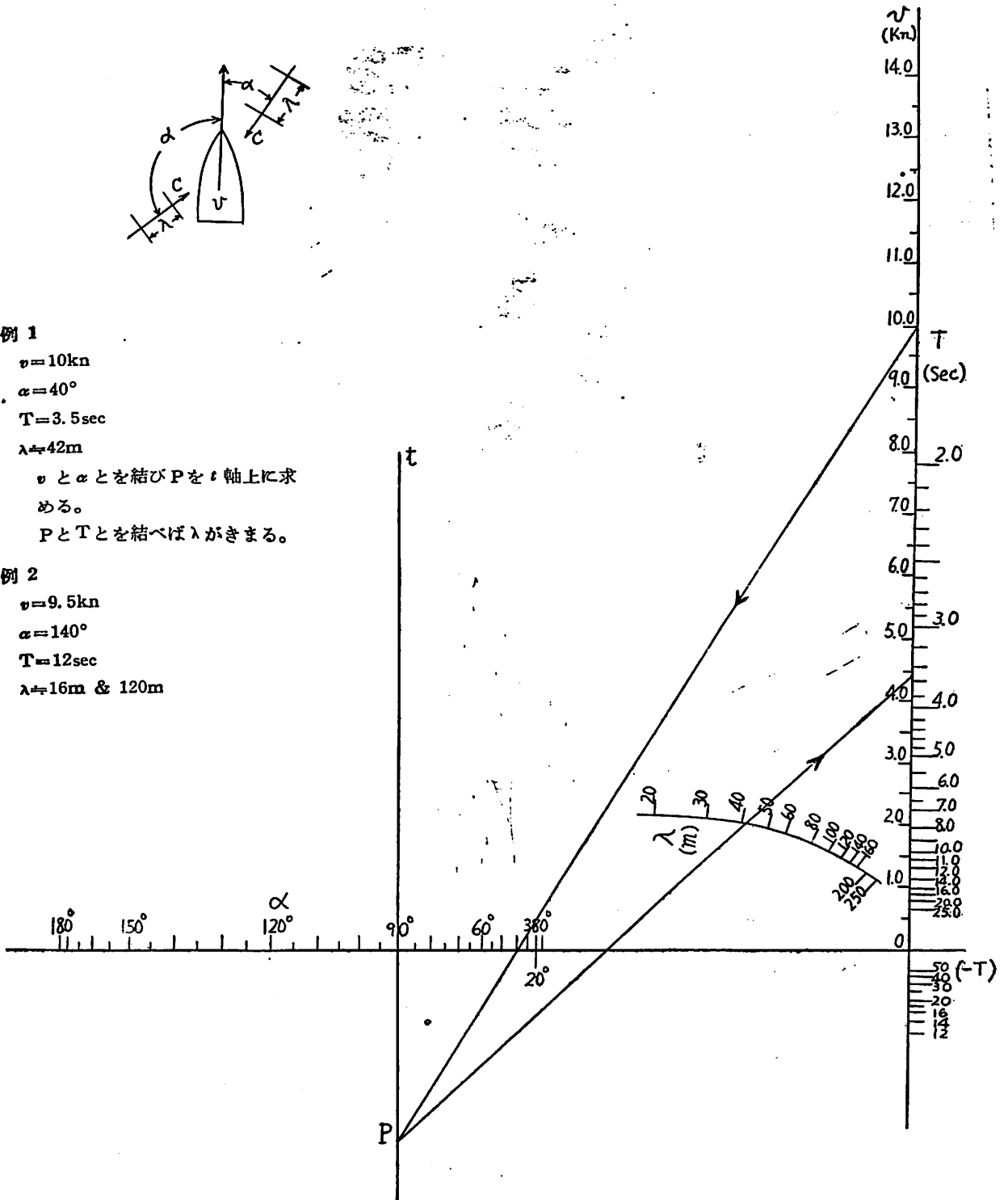
例 2

$v=9.5\text{kn}$

$\alpha=140^\circ$

$T=12\text{sec}$

$\lambda=16\text{m} \ \& \ 120\text{m}$



第 3 図 出会週期  $T$ ，出会角度  $\alpha$ ，船速  $v$  より波長  $\lambda$  を求める図表

# 艦艇短信

## 英国海軍の艦艇建造

### H.M.S. Keppel (Anti-submarine frigate)

Yarrow 造船所では数隻の対潜フリゲート艦を建造しているが、第1番艦 H. M. S. Hardy は1953年11月に進水し目下續装中であるが、第2番艦 H. M. S. Keppel は1954年8月31日に進水した。全長310呎、垂線間長300呎、幅33呎、兵装はBofors砲3基の他に、対潜用爆雷2基があり、これは従来のものよりすぐれた性能を有している。主機はタービン。

### H.M.S. Grafton (Anti-submarine frigate)

Keppel と同型艦、J. Samuel White 造船所で9月13日進水した。

### H.M.S. Isham (Inshore minesweeper)

Haversham と同型艦、J. Samuel White にて9月13日進水。

### H.M.S. Axford (Seaward defence boat)

Brayford と同型艦、William Simons 造船所にて、9月30日進水。

### H.M.S. Letterston (Coastal minesweeper)

Hexton と同型艦、Harland & Wolff 造船所にて10月26日進水。

### H.M.S. Dilston (Coastal minesweeper)

Letterston と同型艦、Cook, Weltons & Gemmell にて11月15日進水。

### H.M.S. Dark Adventurer (Fast Patrol Boat)

Saunders-Roe 社 Beanmaris 造船所で10月28日進水した。

Dark Hunter と同型艦。

全長71呎4吋、垂線間長67呎、型幅19呎、最大吃水6呎1吋、満載排水量64噸、乗員12名、

主機は、Napier Deltic Diesel 機関(2サイクル)2基で、1基の出力は2500SIP(2000rpm)、輔機はFoden-F.D.4型2サイクルディーゼル機関1基。

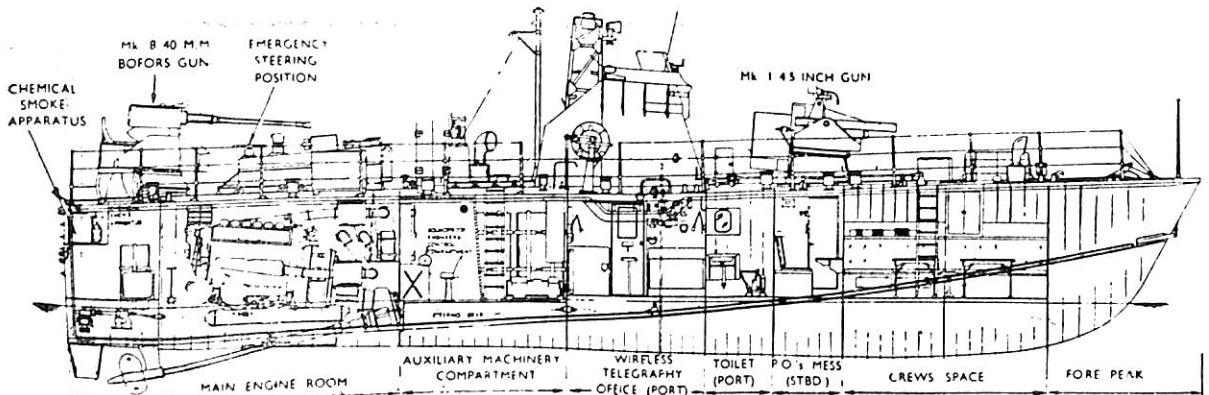
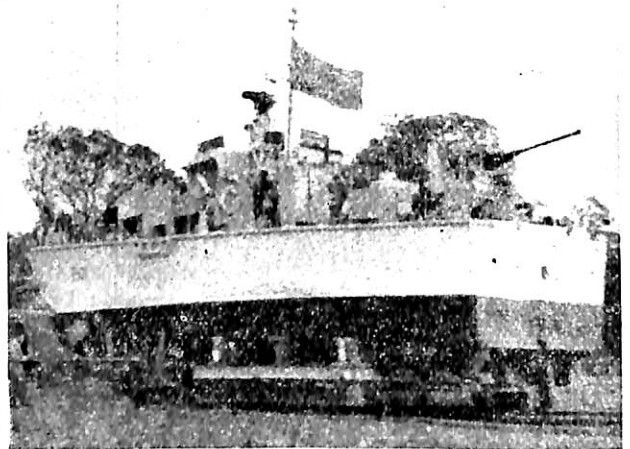
肋骨はアルミニウム合金製で鋸接とし、外板はマホガニー板のダイアゴナル2重張りである。

砲艦としても、魚雷艇としても、又はその両方の役目も果しうるように兵装される。砲艦としては4.5吋砲1基と単装Bofors砲1基か又はBofors砲2基、魚雷艇としては水上発射管4基と小型砲1基を備える。ロケット閃光弾発射器や爆雷投射器も備えている。

### 世界最大の米海軍空母 Forrestal 進水

昨年12月11日 Newport News Shipbuilding and Dry Dock Co. で米海軍の世界最大航空母艦 Forrestal が進水を終えた。なお同型の航空母艦は目下同造船所で建造中の第3番艦 Ranger と New York の海軍工廠で建造中の第2番艦 Saratoga の2隻がある。

本艦は全長1,036呎、飛行甲板の最大幅252呎、基準排水量59,900トン、満載排水量は70,000トン以上と



進水する Dark Adventurer 号 (写真) と側面図

## 信 艇 艦

いわれている。速力(計画)は約 33 ノット、主機は、ウエスティングハウス製ギヤードタービン 280,000 馬力 4 基、プロペラは 5 板翼 4 個直径約 8.5m 乗組員約 3,500 名。

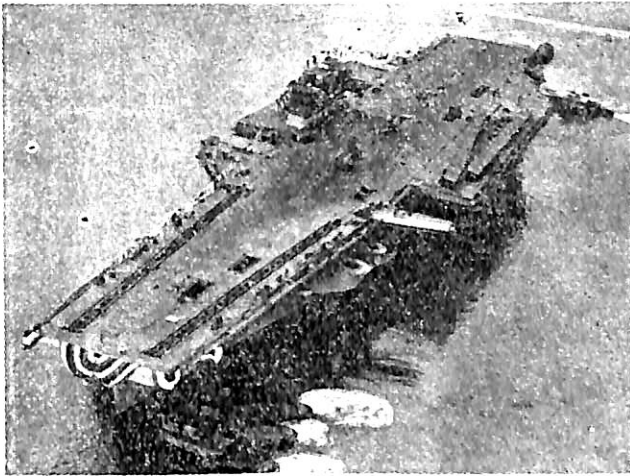
搭載航空機は機種により変更はあるが少くとも 90 機以上である。

構造上の新機軸の中には重装甲の飛行甲板が一般の場合と異なり連続縦通強力甲板の役目を果していることである。本艦の飛行甲板は  $1\frac{3}{4}$ " 厚さの銅板で、ジェット機の出す排気熱にも十分たえ得るものである。

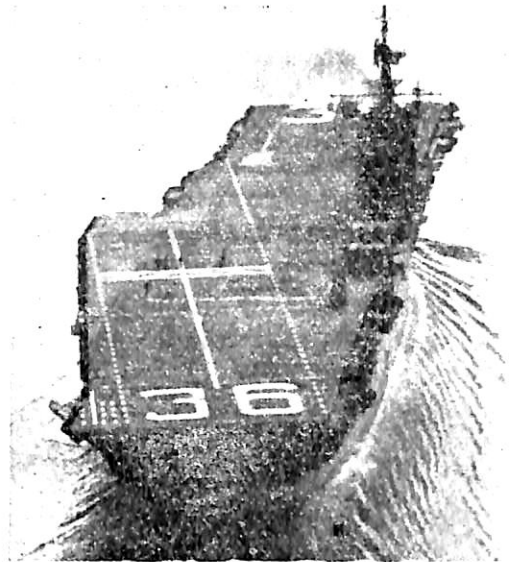
斜めに張り出した飛行甲板 (Canted flight deck) と新型蒸気式カタパルト 4 基が設備せられた。この使用蒸

汽圧力は 550 psi のものを用い、約 33,200,000 ft-lbs のエネルギーを出して飛行機を射出させる。従ってカタパルト用の特別な油、ガス、圧縮空気等は不要で、艦の蒸気缶から蒸気圧力槽にためた蒸気を使用するだけですむ

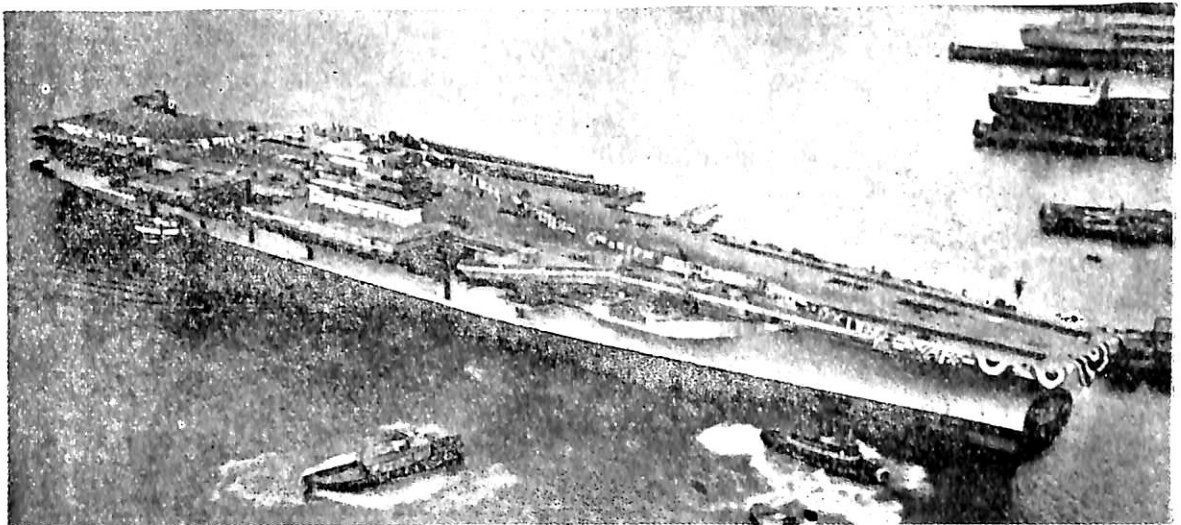
この Canted deck は最初は空母 Antietam (27,100 トン) で 1953 年に設けられたもので (写真参照) 中心線に対して  $8\sim 10^\circ$  の方向に離着艦するようにしてあり、飛行甲板の前半部が parking space で、従来のものより landing space が大きくこの部分だけの発着で他の部の邪魔をしない利点がある。Forrestal の場合は  $10.5^\circ$  の角度をとっている。飛行機用昇降機は deck-edge 型が 4 基ある。



米空母 FORRESTAL 号



米空母 ANTIETAM 号



進水した米空母 FORRESTAL 号

# 原子力推進潜水艦ノーチラス号

## 1

原子力推進による世界最初の船、すなわち米国海軍の潜水艦ノーチラス号 (U.S.S. NAUTILUS 約 2,500 排水トン、速力 20kn 以上) が試験運転に成功し、2 月末頃に深海潜航も行なわれたと報ぜられたが、以下は米国造船造機学会 (SNAME) で昨秋発表された同艦についての論文からその概略をお知らせするものである。

原子力を船舶の推進に利用することについて、米国では原子核の分裂が発見された 1939 年頃から関心もたれていたが、実際の計画が開始されたのは陸上プラント用実験原子炉 (ダニエルパイル) の築造が始められた 1946 年からである。ダニエルパイルの築造には海軍からも研究員が参加した。

1948 年、原子力委員会 (AEC) は潜水艦用原子炉 (STR, Submarine Thermal Reactor) の計画を正式にきめ、ウエスチングハウス会社が設計、製造に当ることになり、同年 6 月に海軍と、同年 12 月に AEC と契約した。この計画では STR Mark I を製造して陸上で実験研究を進めると同時に同型の STR Mark II を計画して Mark I の研究結果を取り入れ、ノーチラス号に搭載することとした。

1949 年に研究が開始されて以来研究は続行され、1953 年 5 月 31 日 STR Mark I が初めて運転を開始し、6 月 25 日に全力運転が達成された。

ノーチラス号自身は 1952 年 6 月 14 日 Groton の Electric Boat Division, General Dynamics Corp. で起工され、1954 年 1 月 21 日進水したが、その時には主要機関部は既に積込みを終っていた。

## 2

ウランウムの同位元素 U 235 に低速中性子が吸収されると原子核分裂をおこし、この時高速でかつ高運動エネルギーを有する核分裂物質が生ずる。核分裂物質はこれを取り囲んでいる物質 (元のウランウウムや構造用材料など) に衝突してその運動エネルギーを熱に変える。また核分裂時に  $\beta$  粒子、 $\gamma$  線、中性子などの放射性物質を生ずるが、これらも重

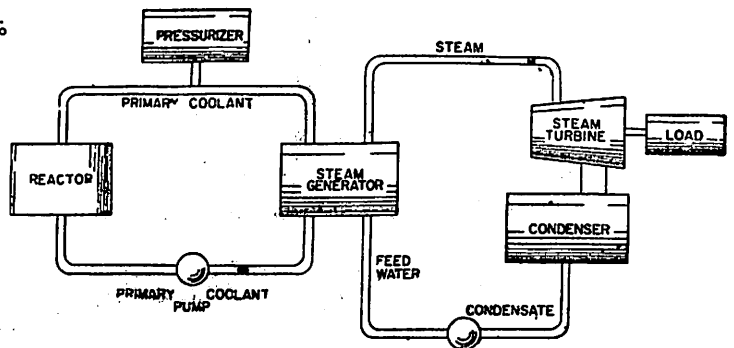
要な熱源となる。

統計的研究によると熱量 1BTU を発生するのに必要な核分裂は  $3 \times 10^{13}$  であり、また 1ポンドの 235 が核分裂すると石炭 2,300 トンまたは石油 300,000 ガロンに相当する熱量を発生する。しかもこの膨大な放出エネルギーも保有全エネルギーの極く一部分にすぎない。

普通の核分裂では中性子  $2\frac{1}{2}$  を放出するが、1 個の原子核の分裂を起動するには 1 個の中性子があればよいので、一定量の U 235 があれば自動的に連鎖反応を継続させることができる。この場合、放出中性子と吸収中性子の平衡を保つことが必要であって、しかもこれは高度の技術を必要とする。核反応には種々の方法があるが、ノーチラス号では中性子を普通の水の有する水素原子をモデレータとして使用して緩速しており、同時にこの水は一次流体 (Primary coolant) として作用し、原子炉内でウランウウムの発生した熱を外部に運び出す役目をしている。

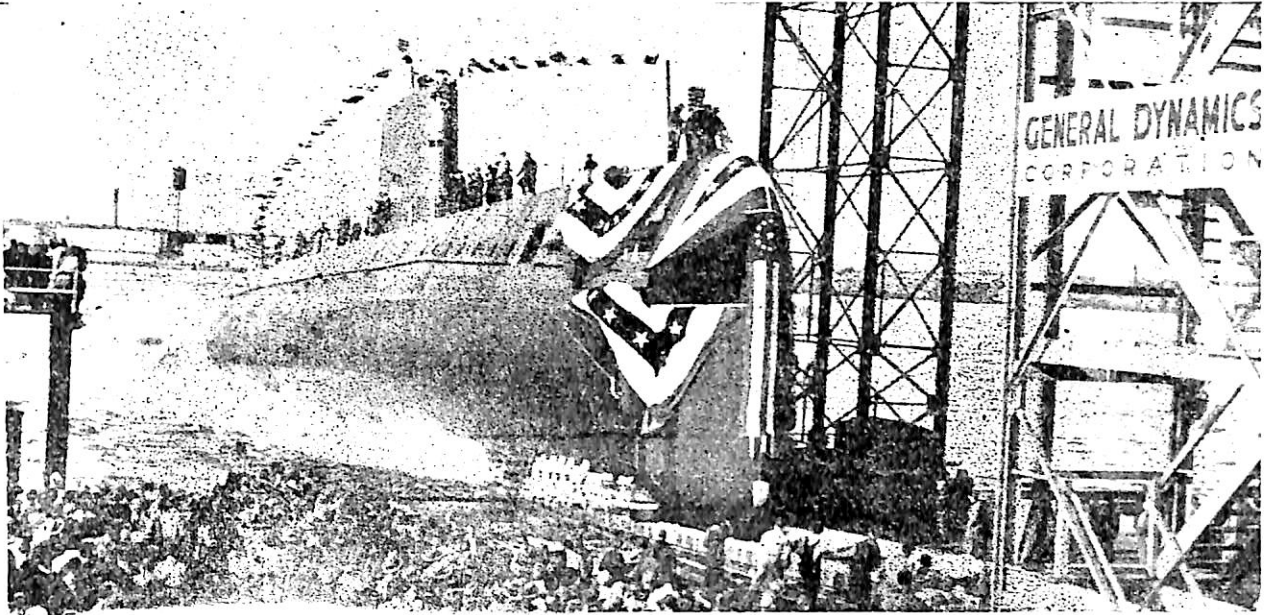
核分裂は原子炉の温度とは無関係に行なわれるので、希望する温度を取出すことができる。従って問題は熱を発生する方法ではなくて、熱を取出す方法にある。もしエネルギーを取出すことができれば、いかなる大きさの炉からも数ワットから数十万ワットの出力も得ることができる。

取出された熱は普通の熱力学サイクルで有効出力となし得るが、化学燃料サイクルによる場合と必ずしも同様ではない。STR では有効出力を得るに必要ななるべく



STR の系統図

\* "The Nuclear Propulsion Plant of the U.S.S. Nautilus SSN-571" By Commander L.H. Roddis, Jr., and John W. Simpson.

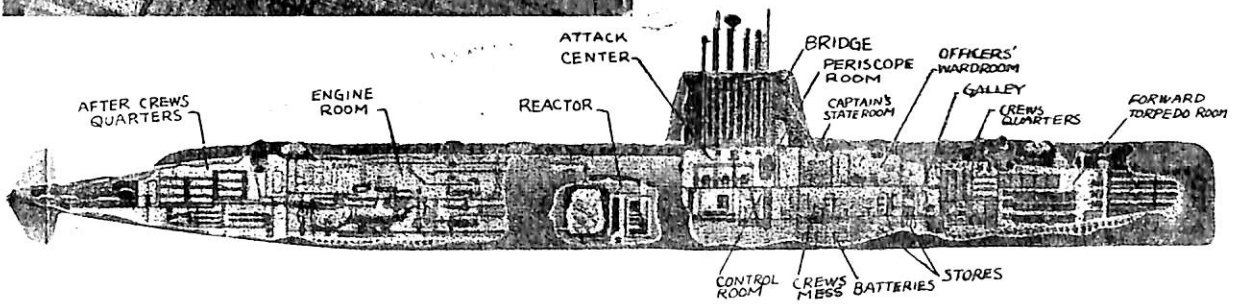
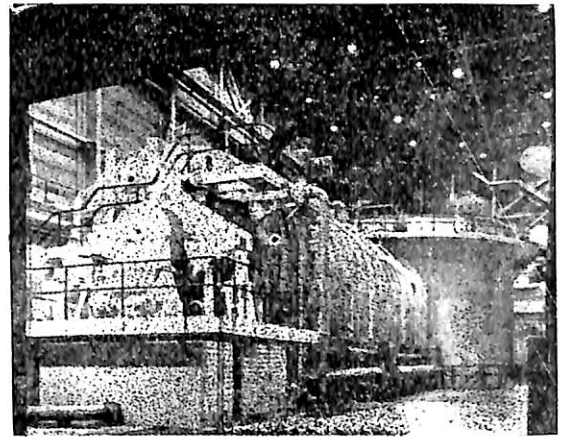
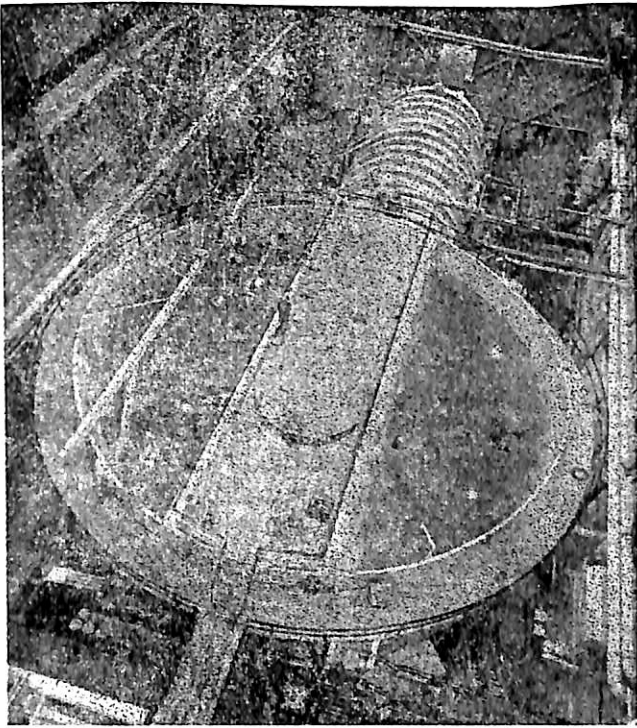


(上) 進水する Nautilus 号

(中左) 上方からみた STR Mark I

(中右) 床面からみた STR Mark I  
手前にあるのは Load Absorber

(下) Nautilus 号断面スケッチ



低い温度のサイクルが選ばれ、一次流体は高圧で使用されるので気じょう(酸)されないで蒸気発生機に熱を伝える。蒸気発生機はシエルチューブ型給水加熱器の一種である。蒸気発生機から先の駆動方法は蒸気タービンによる。

3

ノーチラス号に搭載された STR はブロックダイアグラムに示されたような組成であって、戦闘時の損傷を考慮して二つの水密区画に分離して装備された。反応炉区画には反応炉、蒸気発生機及びその補機が、また機関部区画には推進機関、その補機、操縦盤などがおかれた。

反応炉区画の下部におかれた一次流体用循環ポンプで一次流体(この場合水)を循環回路内に循環し、反応炉から得た熱を上部の蒸気発生機に伝える。蒸気発生機で発生分離された二次流体(水)からの蒸気はパイプにより機関部区画に導かれる。反応炉は炭素銅板熔接製で防熱がなされている。蒸気発生機では一次流体の放射能は二次流体には伝えられない。重量の過大な増加を伴わないような、放射能の絶縁は重要な問題の一つであったが、最終的には解決された。パイプ、電線の貫通部は水密のみならず気密が必要である。絶縁により放射能は人体に宇宙線以下の影響しかあたえない。一次流体用主循環ポンプは遠心式ポンプで、完全密閉型三相誘導電動機で駆動され、モーター内に自蔵する補助扇車で一次流体をモーター内に循環させ得る。一次流体の圧力は昇圧機で調

整される。一次流体システムの運転を確実ならしめるために多数の補助装置が要求された。

推進機関及びその補機は普通型で、主機はギヤードタービン2基、ターボ発電機、その他の補機を有している。潜水艦では深海潜水時の海水圧に対するように、循環水システムを設計しなければならない。

出力は減速歯車、クラッチ、推進電動機を介してプロペラに伝えられるが、普通にはプロペラに直接に伝達され、非常の場合は、タービン、減速歯車をクラッチで切離して非常用ディーゼル発電による蓄電池からの電力で電気推進される。

安定の観点から重心は船の下部にあることが必要である。普通には鉛のバラストで重心位置を調節するが、原子力機関の重量は極めて重要な意義をもっている。

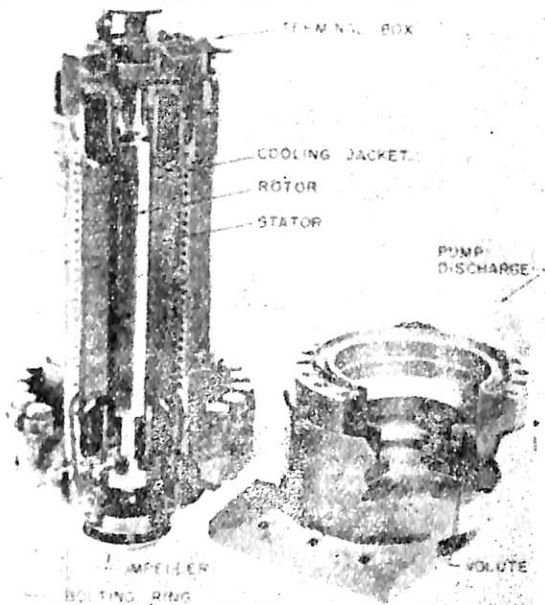
4

STR の計画に当っては、ある仮定を設けた。潜水艦の艦体直径及び速度は海軍の指示に従い、これに要する出力と STR の大きさとをにらみ合せて計画を進めたが、浮力の関係から従来の艦体直径では STR を収めきれなかった。

原子力機関は燃料の補給間隔が長い程よいが、小容積、軽量、単純、信頼性、安全性などもまた等しく必要で、これらによって反応炉の基本計画がなされた。まず蒸気サイクルが考えられ、重量容積の点から最も適した一次流体温度が定められ、これに従って反応炉の熱負荷が決定された。発熱部(fuel element)表面の最高温度はいくつかの要素の制限をうける。一次流体は作動圧力で沸とう点以下になるような温度でなければならない。また温度は発熱部の腐蝕の観点から長い寿命を保証し得るものでなければならない。熱効率の点からは高温である程よい。発熱部金属の温度は耐蝕性の高いジルコニウムによったが、必要とする純度のジルコニウムがはじめの中は得られなかったので、とうとうジルコニウム製造プラントをつくって高純度のものを得た。一次流体の温度を高めると、実際には大型の反応炉が必要となるが、ボイラー部は小型となるので、重量、容積、価格の点から最適点を求めた。一次流体を高速循環すると反応炉コアは単純化されるが、流速は 40ft/sec 以下に制限された。発熱部の設計では腐蝕と熱応力の点から高温度(hot spot)が生じないように注意された。

材料問題と関連して設計上非常に重要であったのは、放射性物質が反応炉外に出てこないようにすることで、一次流体はきわめて純度の高いものとすると同時に、この系統の材料がおかされて流体中に混入し、これが放射能を運び出さないように万全の努力をはらうと同時に、絶えず精密な計器でチェックを行ない得るようになった。

(I. K.)



一次流体用主循環ポンプ

造 船 講 座

艦 艇 の 初 期 設 計 (5)

八 代 準

12. 船 体 強 度

艦艇の船体構造及び部材寸法を定めるには、商船のような構造規定や Lloyd Rule とか B. C. Rule のようなものはない。しかし商船の構造規定の成立に、船体強度の静的基準計算法と長年月の経験が基礎となっていると同様に、軍艦においても設計者が Type Ship の構造及び部材寸法を参照して製図設計したものを、静的基準計算法で計算し、これに経験戦訓等による訂正を加え、その構造と部材寸法とを定めるのであるが、艦艇は商船に比して構造がすこぶる複雑で、戦傷後も相当な船体強度を保つ必要があるから、設計は一層困難な技術となるのである。

一般に船のような海上波浪中で動揺運動する構造物は、その船体にうける Strain と Stress が不明であるから、あまり複雑な理論的計算をやっても、それは実用上の役には立たない。かつ部材寸法なるものには船体の保存や腐蝕に対するある余裕を持たせておかなければならないから、船体強度部材の寸法を定める計算は、重点主義で必要な部材についてのみこれを行なう。すなわちある一定の静的基本状態において計算した新艦部材の内応力が、成功的であった既成の Type Ship の同じ状態における計算上の内応力と比較して、如何なる関係にあるかを見て部材寸法を定めるのであるから、この計算した内応力なるものは実艦の部材が海上でうける内応力とはなんら直接の関係はないものである。故に出来得れば試験的にある部材の寸法を減じて経験を積み、そのために万一実艦が海上で故障をおこすようなことがあったならば、その原因等を十分に研究して、船体構造設計の改良進歩の資とするように心がけなければならない。

それで艦艇の船体強度を考える時には、次のような分類に従ってその計算を行ない、内応力を検して部材寸法を定めるのである。

- I. 構造上の強度
- (1) 船体縦強度
  - (2) 船体横強度
  - (3) 船体捩強度
  - (4) 船体圧潰強度

- II. 部分的の強度
- (5) 肋材、梁、縦梁、補強材等
  - (6) 水圧をうける外板等
  - (7) 耐圧材としての柱、鋼板等
  - (8) 開口部、不連続構造部等
  - (9) 砲塔、砲廓、砲座承、甲鉄等の支持部
  - (10) 缶、主機、補機等の承座部
  - (11) 船首尾懸垂部

これらの強度計算の内 (3)、(4) の計算は、一般艦艇においては強度以外の要求から多くの縦横隔壁が設けられるので、問題のおこることが殆んどなく常に省略される。

艦艇の船体強度の内、最も重要なのは (1) の縦強度である。これが十分でない艦の致命的故障の原因となることがしばしばある。他の強度や部分的の強度に多少の欠陥があっても、それが艦に致命的であることは殆んどない。(2) の横強度の計算も、艦艇は多くの横隔壁を持っているから、舷側に重い甲鉄を装した大艦以外に対しては多く省略される。部分的強度の内、(11) の船首尾懸垂部が大きな船型を有する艦は、入渠の時にその重量のために床板や縦通材に不当な歪を生ずることがあるから、この種の艦艇のそれらの部の設計は注意して強度計算を行なう必要がある。その他の部分的強度は個々別々に必要なものを計算して部材寸法を定め、艦全体としての部材寸法の調和を検討すればよいのである。

次に本問題の説明に用いる一般的の記号の定義を与えて記述を簡単明瞭にしようと思う。

M = Bending Moment,

$Z = \frac{I}{y}$  = Section Modulus,

I = Moment of Inertia of the Section,

$\mu = \frac{S}{t}$  =  $\frac{\text{Spacing}}{\text{Thickness}}$ ,

P = Normal Force,

Q = Shearing Force,

f = Ultimate Stress,

$p = \text{Normal Stress} = y \frac{M}{I}$ ,

q = Shearing Stress,

$\delta$  = Deflections,

$E = \text{Modulus of Elasticity,}$

$\epsilon = \text{Strain,}$

(1) 船体縦強度

船体の縦強度は前に述べたように、静的基準縦強度計算法により算出した強度を、成功的な Type Ship の同計算法による強度と比較し、船体構造とその部材寸法を検算しながら設計を進めるのであるが、その静的基準強度の計算法は、波長が艦の長さ $L$ に等しく、波高が波長の  $\frac{1}{20}$  である波に艦が浮んでいる時の船体強度を計算するのである。そしてその時の艦の載荷状態は、艦種や艦内の一般配置にもよることではあるが、一般に Hogging に対する強度計算に対しては、Hogging に対して最も苛烈な載荷状態、すなわち艦は軽荷状態で、艦の中央部における燃料庫、倉庫、水槽等は空で、艦の船首尾に近い弾火薬庫、倉庫、水槽等は満載状態とした艦が、丁度波頂に乗っているような場合を想定して計算する。Sagging に対しては前記の反対に、艦は満載状態で、船首尾に近い載荷がない場合を探り、艦が波谷に沈坐したような状態を想定して計算する。

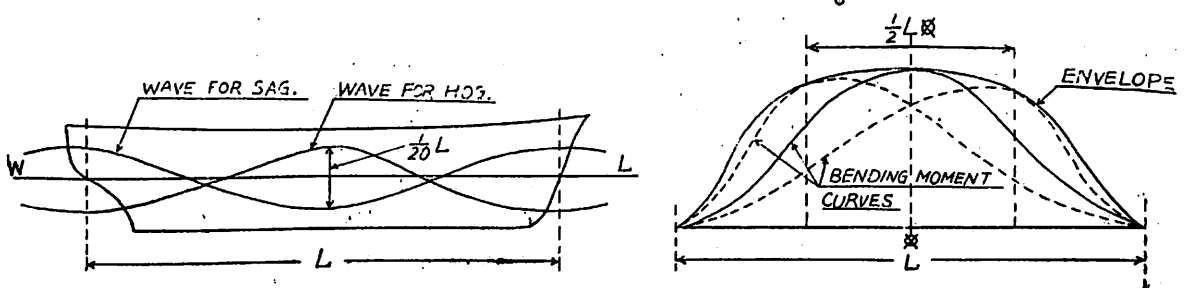
このような静的状態で強度を計算すると、船体の Hogging Bending Moment は常に船体中央部において最大となり、首尾部においては急減した形となる。しかし艦が波浪中で縦動揺する時には、船体と波頂との関係位置が変化するから、基準波型を艦の前後方に動かして、艦の排水量と波形水面の浮力とを合せて艦に Trim をつけ、その場合の Bending Moment 曲線を書いて見ると、Bending Moment の最大値の位置は艦の中央部より前後に移動し、艦の首尾より艦の長さの  $\frac{1}{3}$  から  $\frac{1}{4}$  位の位置までこの最大値の位置が動く。故に艦の構造及び部材の寸法は、これら Bending Moment 曲線の Envelope 曲線に対して十分強度であるように設計されなければならない。即ち艦の中央部における部材寸法を、単独の Bending Moment 曲線に従って首尾の方向に

急激に減少することは出来ないこと、この Envelope 曲線に従って減少しなければならないから、実際問題としては艦の中央部の部材寸法は、少なくとも艦の中央部前後に艦の長さの  $\frac{1}{2}$  位は同一に保っておかねばならないことになる。(第 10 図参照)

基準波を静的な水と考えず、水の分子が Orbital Motion をする水と考えて、浮力に対する Smith 氏の訂正 (W.E. Smith:—T.I.N.A. 1883, p 135) を加えると、Hog の場合も Sag の場合も、艦の Bending Moment は 10~12 % 位は少なくなるが、一方において艦が横動揺して傾斜した時には、艦が正常に浮んでいる場合より Stress が 10~15 % 位大きくなることが、駆逐艦 Wolf の実験 (J. Biles:—T.I.N.A. 1905, I, p 80) によって知られている。故に差引して考えると船体の横傾斜に対して特に部材寸法を増大する必要はないが、艦が正常に浮んでいる場合のみを考えて甲板や船底の部材だけを強くし、これらと隣接して作用する舷側甲板や彎曲部外板を、急に弱いものにしてはならないことは明かである。

以上の外に艦の Heaving その他の運動に対する影響も考えられるが、これらはいずれも強度上に大なる影響はないものであるから、これを要するに艦の縦の強度は、上記のような静的基準強度計算法によって設計して差支えないことになる。

艦の初期設計においてはいずれの部材も寸法未定で、船体重量自身がわからないのであるから、艦のうける Bending Moment を知ることは出来ない。しかしこれがわからなければ部材寸法の定めようがない。そこで始めは成功的であった Type Ship の縦強度静的基準計算によって得た Bending Moment から導いた撓力係数 (Bending Intensity Factor) を借用して、新艦のうける Bending Moment を略算し、これに耐える構造材料の配置や部材寸法を定めて、新艦の静的基準強



第 10 図



第 32 表 Bending Intensity Factor  $C = \frac{\Delta L}{M}$  (呎屯単位)

| 艦種                                                    |      | 戦艦        | 巡洋戦艦      | 巡洋艦       | 駆逐艦       | 航空母艦      |
|-------------------------------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $C = \frac{\text{常備} \Delta \times L_{pp}}{M_{max}}$  | Hog. | 24.7~29.6 | 25.0~25.3 | 17.5~24.8 | 16.5~17.8 | 22.0~     |
|                                                       | Sag. | 32.7~44.0 | 38.0~41.4 | 14.0~19.5 | 16.3~18.1 | 24.0~33.7 |
| $C = \frac{\text{最苛烈} \Delta \times L_{pp}}{M_{max}}$ | Hog. | 24.0~29.2 | 23.5~25.7 | 19.5~24.3 | 17.5~19.7 | —         |
|                                                       | Sag. | 36.0~48.0 | 40.5~45.5 | 15.8~20.4 | 16.9~18.5 | —         |

度計算が出来るようにする。そしてその計算結果が始めの略算と大なる差を生じるようなことになったならば、材料配置や部材寸法を更訂して、艦の強度材にうける Stress が合理的な値となるように、Trial and Error の方法で設計を定めるのである。

撓力係数 C というのは、船体の Bending Moment M は  $\Delta \times L$  に比例するものであるから、 $C = \frac{\Delta L}{M}$  とおいてこの C を多くの既製艦艇について計算しておき、これを用いるのである。その各艦種に対する平均値範囲を第 32 表に示す。

艦艇の船体構造縦強度材は、戦闘により船体が損傷をうけても、なお十分縦強度を保ち得るよう、船体の防禦材と関連してその配置を考えなければならない。甲鉄や防護板で防禦された船体の部分は、損傷を比較的小区域に止め得るから、甲鉄は重量の許すかぎり全水線帯甲として、水線上の艦の Raft Body (防禦甲板以上の防禦された船体部分) と水中にある二重底構造によって、艦の縦強度を保つように設計する。しかし Raft Body は一般に艦の縦強度の中性軸に近いので、このように設計された船体は歪曲が大きく、上甲板構造を軽くし得てもそこにはある伸縮接手を設けなければならないことになる。

主甲板以上にある縦隔壁・泡廊隔壁、船底にある Bilge Keels のような縦通材で、その長さが少なくとも艦の長さの  $\frac{1}{2}$  以上あるものは、その構造に注意して皆縦強度材となるようにするが、泡廊等は縦に長く続くものは少ないから、部分的の防禦にしか役に立たないようである。しかし主甲板以下にある縦強度材の防禦としては相当に役に立つのである。

薄い鋼板は引張りに対しては役に立つが、圧縮に対しては役に立たない。たとえそれが防撓材で補強されておいても、防撓材と共に大きく曲るかまたは防撓材の間で小さく屈曲する。この後者のような曲り方は船体縦強度の中性軸より遠い所にある部材におこる。このように屈曲した板は耐圧強度材としては役に立たない。

これに反し甲鉄や木甲板等は引張には役に立たないが圧縮には有効である。甲鉄は有効に結合出来ないものであるから、耐張強度材として用いない。耐圧強度材としてもその割合が正確に出来ないから有効ではない。しかし艦が損傷して強度材が延びてしまった後では有力なる耐圧材として役に立つ。故に甲鉄は直接の強度材としては計算に入らず、ただ損傷の場合の予備的強度材として扱う。

甲板や魚雷防禦縦通隔壁等に張られる防護鋼板は、その厚さが余り厚くない場合は結合部の設計仕事を十分に注意して行えば、有効な耐張耐圧材となる。

木甲板・甲鉄背材・木被覆材で相当の長さに張られるものは、その割合の結合や横線避距を注意して設計工作すると、引張に対しては鋼板の  $\frac{1}{25} \sim \frac{1}{50}$ 、圧縮に対しては  $\frac{1}{16} \sim \frac{1}{30}$  の相当強度を有するものとして扱ってよい。

縦強度材が相当の長さ通っている途中に大きな艙口や入口等のある場合、または縦強度材の末端の結合が十分でないような場合は、これを強度材としてとらない。

肋材・梁・縦通材等を鋼板に結合する鉸鉸の心距は鉸径の 7~8 倍で、その鉸列線が船体横断面の不可避的弱断面である。他の鉸列線はこの線より強度に設計されるから、引張に対してはこの線で強度を考えなければならない。すなわち圧縮に対してはこの線の材料全断面積を有効と考え、引張に対しては全断面積の  $\frac{1}{6}$  を減じた断面積を有効と考えて計算を行なうのであるが、ただ材料全断面積の中性軸に関する慣性性能率や中性軸そのものの位置に対してはこれら小孔の影響ははなはだ僅かであるからこれらの更訂は加えない。

以上に述べた注意により明かであるが、船体縦強度の計算結果は、その計算の条件を詳細にしなければ、ただ結果だけを比較しても意味がないことがわかる。故に各海軍国は自国の定めた基本的条件に従って船体強度を計算し、新艦設計上の資料としている。次に示す第 33 表は各艦種の使用応力の平均値を示す。

第 33 表 各種艦種強度基本計算による使用応力平均値

| 艦 種                          |       | 戦 艦                                                                     | 巡洋戦艦                | 巡洋艦                 | 駆逐艦                 | 航空母艦                |
|------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Hogging                      | 甲板の引張 | Tons/□''<br>8.1~9.8                                                     | Tons/□''<br>7.3~9.2 | Tons/□''<br>4.9~7.9 | Tons/□''<br>7.0~9.0 | Tons/□''<br>6.5~7.3 |
|                              | 龍骨の圧縮 | 6.0~6.7                                                                 | 5.9~6.6             | 4.8~6.5             | 6.1~7.3             | 4.0~5.5             |
| Sagging                      | 甲板の圧縮 | 4.6~6.5                                                                 | 2.9~5.3             | 5.6~7.0             | 5.8~9.1             | 3.9~5.8             |
|                              | 龍骨の引張 | 4.3~6.1                                                                 | 3.9~4.9             | 6.4~8.0             | 6.5~8.6             | 3.2~5.9             |
| $C'' = \frac{I}{B \times d}$ | 甲 板 側 | 32~38                                                                   | 42~47               | 24~42               | 8~12                | 20~30               |
|                              | 龍 骨 側 | 36~49                                                                   | 45~55               | 23~35               | 6~11                | 28~33               |
| 近 似 計 算 式                    |       | $p = \frac{M}{I}, M = \frac{1}{C} \Delta L, C'' = \frac{I}{B \times d}$ |                     |                     |                     |                     |

英国の駆逐艦 *Cobra* は海上で船体が折れて沈没した。この例で船体縦強度計算をして見ると、船体の波谷における龍骨引張の強度は 9.6Tons/□'' となった。また同国のある水雷艇は海上で甲板が Buckle した。この例で計算して見ると、同艇の計算上の甲板圧縮強度は 7Tons/□'' となった。ところが同型の水雷艇で他の会社が設計したものに対して同じ条件の下に計算した強度は 5.75Tons/□'' となって、この艇は故障を起さなかった。日本の駆逐艦にも荒天に海上で船体が折れた例がある。故に船体のうける実用上の応力 (Working Stress) は適当な範囲に納まるように設計しなければならないことがわかる。英国ではその適例として通報艦 *Pathfinder* の縦強度計算値である次のような値を適当と見ている。

- 実用引張力 { 軟鋼 6Tons/□''
- { 高張力鋼 8 "
- 実用圧縮力 { 軟鋼 4.5 "
- { 高張力鋼 6 "

近年軍艦の船殻構造には高張力鋼 (H. T.), 超高張力鋼 (H.H.T.), デューコル鋼 (Ducol Steel 又は D.S.), ニッケル鋼 (Nickel Steel 又は N. S.) 等の特種鋼が広く用いられる。これらの材料は軟鋼より引張強度が大きく高価である。しかしその E の値には大差はなく約 13,000Tons/□'' 位で、皆同じと見做して差支えない。しかるに船体のような剛性構造物において、E の同じ材料を構造物の中性軸から同じ距離の場所におけば同じ歪をうける。故に中性軸からの距離に比例して強度の高い材料を用いれば、船体が軽く構造出来る理である。例えば上甲板を軟鋼で構造すれば 1 吋の板を必要とする場合に、高張力鋼を用いれば 7/8 吋ですむということになる。従って中性軸よりの距離が同じである場所に異った性質の材料を混用することは意味のない設計である。また補

強のための二重張等に異った材料を用いる等も意味のないやり方である。すなわち船体構造に特殊鋼を使用する大体の目安は、船体各断面の最大応力を  $p = \frac{M}{I}$  の式で計算し、これを座標として張力と圧縮力の最大応力曲線を中性軸 N.N. の上半と下半とに別々に書き、軟鋼に対する実用上の応力  $p_m$  線を第 11 図に示すように引くと、船体の如何なる部分に特殊鋼を使うべきかという目安が定まって来る。この場合におこって来る軟鋼と特殊鋼の結合をいかにするかという問題は、別に研究しなければならない。

艦艇において大艦は一般に Hogging Strain をうけており、駆逐艦のような高速大馬力の艦艇は Sagging Strain をうけているのが常である。Hogging をうける場合の龍骨側の圧縮応力は、甲板側の引張応力より遙かに小さいので、圧縮に対しては E が同じならば I の大きな方がよいのであるから、載荷状態の変化、または波浪中での船体強度上、圧縮側が引張側に変化しても、その引張応力が  $p_m$  で十分耐えられるような場合には、艦底部を H.T. にする必要はないので、M.S. で十分であるというような場合もおこり得るのである。

また船体の一部分が支柱のような作用をする部分は、長支柱の強度が EI に比例するものであるから、E が同じ材料なら I を大きく出来る材料を用いる方が強くなる。故に長支柱となるような船体部分は H.T. より M.S. で構造する方がよいということになる。これに反し短支柱は引張に対する応力  $f$  が大きな H.T. を用いた方がよいことになる。

このように船体の設計構造には、それぞれの場所による利害得失を考えて適材を適所に配置し、検算を行ないつつ設計を進め、軽くて十分に強い船体構造を得るようにならなければならない。

特殊鋼を船体構造に用いると、上記のように部材寸法を減少し得るから、船体は軽くなって、IがM.S. 構造の場合より小さくなるから応力は大きくなる。しかるに船体の歪曲は  $\int \frac{M}{EI} dx^2$  に比例するから、特殊鋼を用いた船体は歪曲が幾分大きくなる傾きがある。前述のようにEの値は特殊鋼も軟鋼も殆んど同じであるが、特殊鋼のEを高める実用的なよい方法がない。鋼材の熱処理や冷工作により、多少Eを高めることは出来るが実用的ではない。故に船体断面のIや中性軸を算出する場合には、鋼材を皆同じに扱って差支えない。

Eの値が非常に異なる材料、例えば木材のEは軟鋼のEの  $\frac{1}{17}$  位であるが、船体強度計算上では木材断面の  $\frac{1}{17}$  の断面を有する軟鋼材と同じ値を有するものとして取扱う。このようにしてもしもしも中性軸から同距離にある甲板が軟鋼と木甲板で張ってある場合を考えると、Eの点からは上記のように扱ってよいとしても、理論上は前述の通り好ましくない構造である。しかし木甲板はその接手が強度上十分な工作が出来ない材料であるから判断によって断面積を軟鋼の  $\frac{1}{30}$  として計算することもある。

(2) 船体の挫屈

高速大馬力の小艦艇は多く Sagging をうけており、船殻または甲板等に圧縮力が加わり、それがある限界を越えると鋼材に挫屈 (Buckling) がおこる。この限界圧縮力を定める準度としては、

- (1)  $\mu = \frac{s}{t} = \frac{\text{肋材または梁材間の距離}}{\text{鋼材の厚さ}}$
- (2) 縦補強材  $\left\{ \begin{array}{l} (a) \text{ 縦補強材附近の挫屈板を直接支える場合,} \\ (b) \text{ 横補強材と共に } \frac{\text{縦補強材間隔}}{\text{鋼材の厚さ}} \text{ なる比に従って支える場合,} \end{array} \right.$

なる二つの準度から別々に考えて構造を設計しなければならない。

肋材または梁材間の鋼板で縦補強材のない鋼板は、その肋間または梁間に等しい長さの両端固定の鋼支柱と見なしてよいから、これに Euler の支柱式を応用すると、

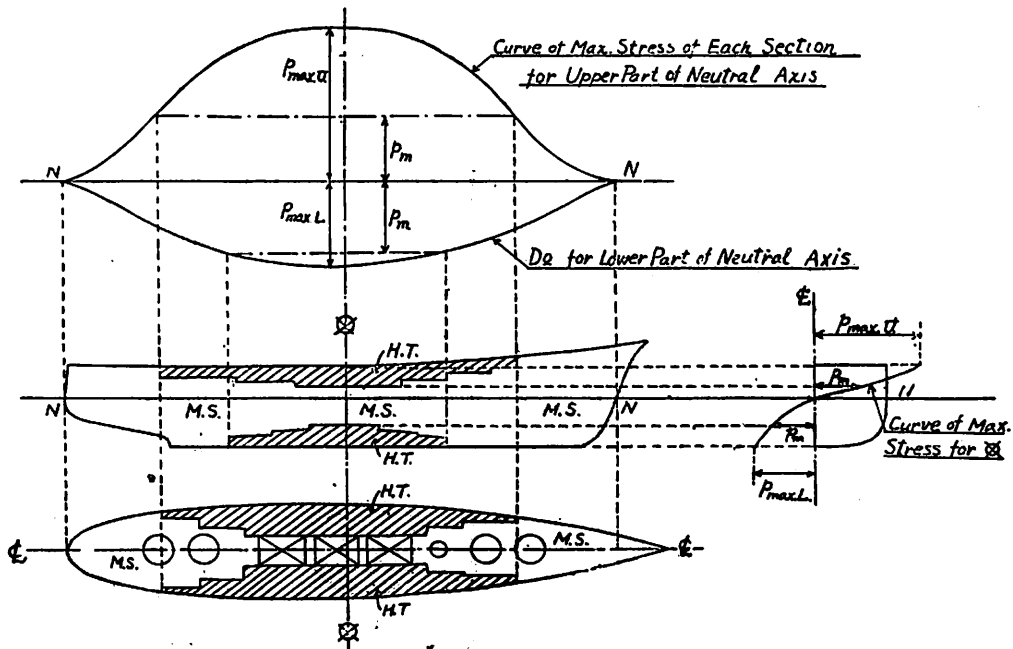
$$\text{限界単位荷重 } p = \frac{4\pi^2 E}{\mu^2} = \frac{44400}{\mu^2} \text{ Tons/ft}^2$$

ここに、 $\mu$  は  $\left( \frac{\text{支柱の長さ}}{\text{支柱断面の環動半径}} \right)$  に相当する。

今前に説明した英国海軍が用いている実用応力の値を上記の式の  $p$  に入れて  $\mu$  の値を計算して見ると、軟鋼に対しては  $\mu=99$ 、H.T. に対しては  $\mu=86$  となる。この  $\mu$  の値を大艦に対して調べて見ると、

|                |               |
|----------------|---------------|
| 中間支持肘板のある平板龍骨, | $\mu < 20$ ,  |
| 舷側厚板, 梁上側板,    | $\mu = 48$ ,  |
| 外板,            | $\mu = 80$ ,  |
| 内底板, 軽構造甲板,    | $\mu = 150$ , |

位となっているから、船体の厚鋼板の部分、即ち龍骨、舷側厚板、梁上側板のような場所は安全であるが、外板は略限界値に達しており、内底板や軽甲板部は縦補強材なしでは圧縮力に耐え得ないと考えられる。



第 11 図

外板は水の静圧に耐える計りでなく、波浪の動圧にも耐えなければならないから、以上のような静的考察に対しては十分であるとしても、それだけでは勿論安全ではない。故に船体の中性軸から遠い所にある外板には縦補強材を十分につける必要がある。

駆逐艦のような高速な小艦艇について  $\mu$  の実例を求めて見ると、

- 外板,  $\mu > 30$ ,
- 舷側厚板, 梁上側板,  $\mu = 50$ ,
- 軽甲板板,  $\mu > 120$ ,

材であるから、外板関係は安全であるが、軽甲板関係には縦補強材が必要である。

すなわち船殻の構造設計にあたっては、船体の縦強度計算を行なった後で、圧縮力により挫屈しそうな場所を、このような方法で検算し、もしも横補強材の間隔が大きく  $\mu > 100$  となるような場所があれば、そこには縦補強材をつけなければならない。

いまここに鋼板に結合されて単独に存在する縦補強材が圧縮力をうける場合を考えると、縦補強材と共に鋼板のある幅が共同作用して圧縮力に耐えるものと考えられる。その共同作用をする鋼板の有効幅 (Effective Breadth of Platings) は  $\mu$  のある函数であると考えられるが、信頼出来る実験方法及び実験成績が沢山ないので、目下は有効幅がただ鋼板の厚さ  $t$  のある函数であると仮定せられ、大略 30 $t$  位が有効幅であると考えられている。

船体のような構造梁材は、船体の鋼板が全体として一様な圧縮力をうけ、縦補強材が単純梁の Web のように作用せず、ただ鋼板を圧縮に耐えるような位置に固定しておく作用をするものであると考えるならば、鋼板の有効幅はなお一層広いものではないかと考えられる。j Bruhn :-T. I. N. A 1905, の論文、及び英国駆逐艦 Wolf の実験成績から推論すると、船体構造における鋼板の有効幅はおそらく 50 $t$  位と考えるのが適當ではないかといわれている。

船体において縦補強材が鉄の挫屈予防のために用いられている場合は、補強材自身は船体の縦強度材ではないのであるが、補強材が船体中央部に相当の長さの間隔いられているような時には、その構造結合等を注意深く設計して、これらを耐張力材として兼用出来るようにするがよしい。補強材は Intercostal 構造であっても耐圧力材としては役立つものと考えてよいようである。

船体縦強度の耐圧材として、縦補強材間の間隔を考えに入れずに、補強材の全断面積及び鋼板の全断面積をとるのは実情に即せざる仮定のように思われる。縦補強材

間の間隔が大なる鋼板の耐圧面積は、鋼板の 50 $t$  位の有効幅に対する断面積をとるのが合理的であるように考えられる。

土木工学の方で橋梁の耐圧材の実用応力は 7Tons/0' 位にとっているが、Rider Plate の鉄列線の幅を 40 $t$  位にとっているのを考えると、船体の耐圧鋼板が全幅に有効であるためには、縦補強材間の間隔を約 80 $t$  位としなければならないことになる。このように考えると船体の内底板にはなお多くの縦補強材をつけ、Hogging に対して内底板を一層強くする必要があるように思える。

(以下次号につづく)

前月号の訂正

- 74 頁左 13 行  $\frac{A_{r_0}^3}{\Delta K^2} \propto \frac{A_{r_0}^3}{\Delta P}$  は  $\frac{A_{r_0}^3}{\Delta K^2} \propto \frac{A_{r_0}^3}{\Delta B^2}$  に訂正
- 73 頁左図) は天地逆 (一部刷り間違い)
- 74 頁右図)
- 77 頁第 30 表 10 項の Fig 6 は Fig 7 に訂正
- 79 頁右下より 2~3 行目増加した、定めるに訂正
- 79 頁右下より 5 行目 5,400SIP,  $\epsilon\Delta=900$ 噸は  
6,480SIP,  $\epsilon\Delta=1,080$ 噸に訂正
- " 4 行目 900 噸は 1,080 噸に訂正
- " 3 行目 5,400 増加は 6,480 増加に訂正

## 船内装飾

設計・施工

家造窓敷電金

具作掛物燈物



東京・日本橋

# 高島屋

装飾部



電話千代田(27)4111

# 鋼材の切欠脆性 (4)

東京大学教授 吉 識 雅 夫  
 東京大学助教授 金 沢 武

## 第3章 脆性破壊機構に関する諸説

### 1. 脆性材料の破壊

材料の破壊に関する研究は古くから多くの研究がなされて来たが、現在において破壊の機構を完全に説明出来る理論は未だ確立されていない。特に延性を示す金属の破壊についてはその感が深いのであるが、一方ガラスのような脆性材料の破壊に対しては、Griffith<sup>(1)(2)</sup>の理論が発表せられ、それによると種々の破壊現象が比較的よく説明せられるので、現在では一般に妥当なものとして受入れられている。この Griffith の理論は軟鋼のような延性材料の脆性破壊機構をそのままでは説明することは出来ないが、重要な示唆を与えるものであるので、その大要を述べることにする。

脆性材料の破断強度を原子間の吸引力より計算すると実験値に比べて非常に大きい値を得る。この計算値と実験値の差異を説明するために Griffith は脆性材料には最初から微小な亀裂が存在しているために（普通は表面亀裂）荷重を受けるとその先端に大きな応力集中を生じて、その部分の原子間の吸引力に打勝って亀裂が進展するものと考え、次のような解析を行なった。

無限に広い物体中に第3-1図に示すような長さ  $2x$  の亀裂が存在し、亀裂の長さ方向に垂直に無限遠で一律な引張応力  $\sigma$  を受けているものとする。平面応力状態として、亀裂の有無によるエネルギーの増減を計算する。亀裂が存在すると、亀裂のない場合に比べ弾性歪エネルギーは、 $\pi\sigma^2x^3/E$  (但し  $E$ =材料のヤング係数) だけ小さくなり、一方亀裂の存在により表面エネルギーを生じ、 $T$  を亀裂単位面積当りの表面エネルギーとするとその値は  $4xT$  であたえられる。従って全エネルギーは  $-\pi\sigma^2x^3/E + 4xT$  だけ増加することとなる。Griffith は亀裂が進展することによってこのエネルギーが減少する場合に材料は破断するものとして、破断を生ずるための応力条件式を次のように求めた。

$$\sigma \geq \sqrt{\frac{2ET}{\pi x}}$$

ガラスの場合には亀裂の長さ  $2x$  は  $10^{-6}$ cm のオーダーとするとこの式による計算値は実験値とよく一致する。一方 Andrade 及び Tsien 等<sup>(3)</sup> はガラスの表面にこのような微小亀裂が存在することを明らかにしている。

この Griffith の理論によると脆性材料（例えばガラス）の破壊現象として表われる寸法効果<sup>\*\*</sup>、破壊強度のパラッキ等をもよく説明することが出来る。その後 Sack<sup>(4)</sup>、Elliott<sup>(5)</sup>等によって3次元の場合にまで拡張されている。また Mott<sup>(6)</sup> は脆性材料の破壊の進行速度を求めるために、亀裂の進展に伴う材料中の物質の運動エネルギーの変化率を示す項をも考慮して

$$v^2 = \frac{2\pi E}{k\rho} - \frac{4T}{k\rho(\sigma/E)^2x}$$

但し  $v$ =亀裂の進行速度

$\rho$ =材料の密度  $k=1$  のオーダーの常数

なる式を導いている。この式によると右辺の第2項は亀裂長さ  $2x$  が大となると次第に小さくなり、亀裂の進行速度は応力の値には無関係に材料中の音速に近づくことが知られる。

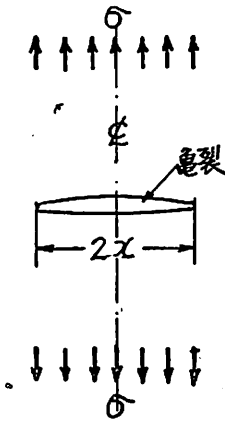
### 2. 脆性破壊の発生機構に関する諸説

軟鋼のような常温において延性を示す材料の脆性破壊の原因について Zener 及び Ludwik<sup>(7)(8)</sup>等はわり応力曲線 (Flow Stress Curve) 及び破壊応力曲線 (Fracture Stress Curve) の概念によって説明を試みた。即ちわりの発生する限界状態を与えるわり応力曲線及び破壊を生ずる限界状態を与える破壊応力曲線を考え、延性材料では常温ではわり応力曲線の方が破壊応力曲線より低い値を示し、従って応力の上昇と共にわりが先に生ずる。しかし温度の低下につれて両曲線は共に上昇するがわり応力曲線の方がより早く上昇し、遂にはわり応力曲

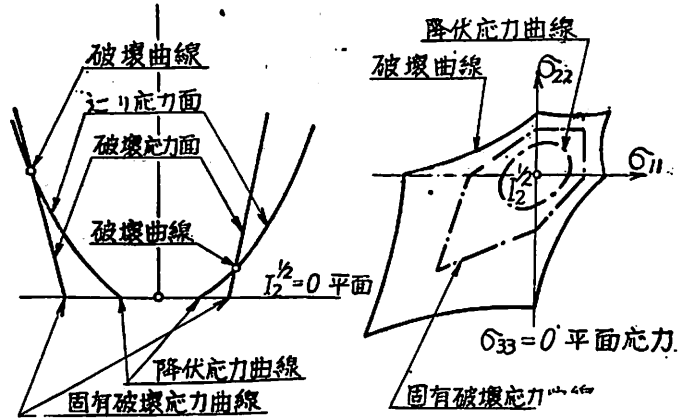
\* 厚板 (平面歪状態) の場合には  $\sigma \geq \sqrt{\frac{2ET}{\pi x(1-\nu^2)}}$  但し  $\nu$ =ポアソン比

\*\* 非常に細いガラス繊維の強度は非常に高い。

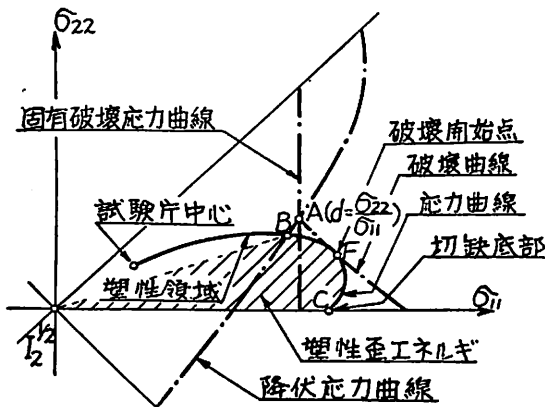
\*\*\* Griffith 亀裂の分布についての統計学的研究によって破壊強度のパラッキを説明しようとする試みが Weibull, Kontrava 等多くの研究者によって行なわれている<sup>(9)</sup>。



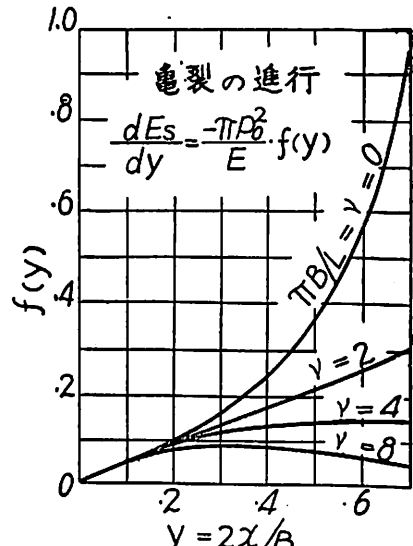
第 3-1 図 亀裂を有する材料の引張



第 3-2 図 入り応力面, 破壊応力面及び破壊曲線(吉識及び金沢)

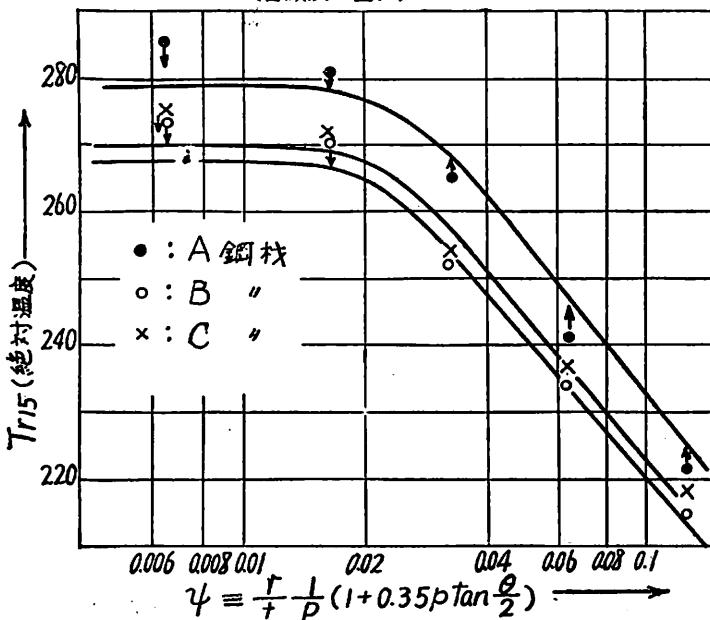


第 3-3 図 切欠試験片の脆性破壊 (吉識及び金沢)



亀裂の進行  
 $\frac{dE_s}{dy} = -\frac{\pi P^2}{E} \cdot f(y)$   
 $\pi B L \nu = 0$   
 $\nu = 2, 4, 8$   
 $y = 2x/B$   
 $2x =$  亀裂長さ,  $E =$  ヤング係数,  $B =$  幅  
 $L =$  長さ,  $T = 1$  (板厚),  $P =$  亀裂が存在しないと仮定したときの全一の伸びを生ずるに必要な荷重  
 $E_s =$  解放される弾性歪エネルギー

第 3-5 図 弾性歪エネルギー解放の割合と亀裂長さの関係 (Irwin 及び Kies)



第 3-4 図  $Tr_{15}$  と  $\psi$  との関係—V-型 Charpy 試験 (吉識及び金沢)

線が破壊応力曲線よりも高くなり、従って迂りを伴わない破壊即ち脆性破壊を生ずることになる。又三軸応力状態、過弾性現象 (Elastic Super Stressing) によっても迂り応力曲線が上昇する。即ち温度の低下、三軸応力状態等が脆性破壊発生の原因となると論じている。その後、迂り応力曲線、破壊応力曲線の種々な特性について Hollomon<sup>(11)</sup>、Mc Adam<sup>(12)(13)</sup> 等によって数多くの研究がなされて来た。

吉識及び金沢<sup>(14)</sup> は上述の Zener 及び Ludwik の理論を三次元に拡張して迂り応力面 (Flow Stress Surface) 及び破壊応力面 (Fracture Stress Surface) を考えることによって切欠脆性の発生の説明を試みた。即ち迂り応力面、破壊応力面を応力及び歪テンソルの二次の不変量函数として次のように仮定した。

$$\text{迂り応力面: } J_2 = A \left( \frac{dI_2}{dt} \right)^m e^{2S/T} + a^2 I_2^2$$

破壊応力面:

$$\sigma_{11} - \frac{1}{2}(\sigma_{33} - |\sigma_{33}|) = \left\{ B_0 - \frac{1}{2} B_1 (\sigma - |\sigma|) \right\} \cdot \left( \frac{dI_2}{dt} \right)^m e^{U/T} + b I_2^2 \quad (\sigma_{11} > \sigma_{22} > \sigma_{33})$$

他に同様な型の二式

$$\text{但し } J_2 = \frac{1}{6} \{ (\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + (\sigma_{22} - \sigma_{33})^2 + (\sigma_{33} - \sigma_{11})^2 \}$$

$$I_2 = \frac{1}{6} \{ (\varepsilon_{11} - \varepsilon_{22})^2 + (\varepsilon_{22} - \varepsilon_{33})^2 + (\varepsilon_{33} - \varepsilon_{11})^2 \}$$

$$I_{20} = \frac{1}{6} \{ (\bar{\varepsilon}_{11} - \bar{\varepsilon}_{22})^2 + (\bar{\varepsilon}_{22} - \bar{\varepsilon}_{33})^2 + (\bar{\varepsilon}_{33} - \bar{\varepsilon}_{11})^2 \}$$

$\sigma_{11}, \sigma_{22}, \sigma_{33}$  = 主応力,  $\varepsilon_{11}, \varepsilon_{22}, \varepsilon_{33}$  = 塑性主歪  
 $\bar{\varepsilon}_{11}, \bar{\varepsilon}_{22}, \bar{\varepsilon}_{33}$  = 全主歪 (即ち塑性主歪と弾性主歪との和)

$$\sigma = \frac{1}{3}(\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33}) \quad |\sigma| = \frac{1}{3}(|\sigma_{11}| + |\sigma_{22}| + |\sigma_{33}|)$$

T = 絶対温度, t = 時間

A, B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, S, U, m, n, a, b, は材料による常数 (S > U, n > m)

いま x, y 軸上にそれぞれ  $(\sigma_{11} - \sigma_{33})$ ,  $(\sigma_{22} - \sigma_{33})$  をとり、z 軸上に塑性歪量  $I_2^{\frac{1}{2}}$  をとると、上式は夫々曲面をあらわし、この二面の交線として破壊曲線が得られる。(第 3-2 図)

これらの曲面は温度が低下するに従い、また歪速度が増大するにつれて次第に外方へと拡って行くが、S > U, n > m の関係によって、迂り応力面は破壊応力面よりも速かに外方へと拡り、遂には  $I_2^{\frac{1}{2}} = 0$  の平面上で両者は接触することになる。このような応力状態では破壊は脆性歪を伴わない完全な脆性破壊を示すことになる。

Maier<sup>(15)</sup>、金沢<sup>(16)</sup>等の内圧を受ける薄肉円筒の引張試験、その他の諸実験結果より上式中の諸常数を求めると軟鋼に対しては、

$$S = 160 \sim 180, U = 60 \sim 75, \bar{B}_0 b/a^2 = 1/2 \sim 1/4$$

$$(\bar{B}_0/A)^2 = \begin{cases} 25: \text{静的試験} \\ 10: \text{衝撃試験} \end{cases}$$

$$\text{但し } \bar{A} = A \left( \frac{dI_{20}}{dt} \right)^n, \bar{B}_0 = B_0 \left( \frac{dI_{20}}{dt} \right)^m$$

なる値が得られる。

さて以上の基本的関係式から切欠のある場合の脆性破壊機構を説明するために、まず切欠底部附近に生ずる応力状態を考える。しかしこれを理論的に求めるのは困難であるので、試験片の厚さ方向に生ずる主応力を次のように仮定する。

$$\sigma_{33} = \frac{1}{2}(\sigma_{11} + \sigma_{22})(1 - e^{-s/r})$$

但し  $\sigma_{11}$  = 試験片軸方向に生ずる主応力

$\sigma_{22} = \sigma_{11}$ ,  $\sigma_{33}$  に垂直方向に生ずる主応力

t = 試験片厚さ, r = 切欠尖端半径

s = 材料, 試験法等によって定まる常数\*

主応力がいずれも引張応力の場合に対しては以上の仮定から迂り応力面と破壊力底面はそれぞれ次のようになる。

迂り応力面:

$$(3 + e^{-2s/r})\sigma_{11}^2 - 2(3 - e^{-s/r})\sigma_{11}\sigma_{22} + (3 + e^{-2s/r})\sigma_{22}^2 = 12\bar{A}e^{2S/T} + a^2 I_2^2$$

破壊応力面:

$$\sigma_{11} = \bar{B}_0 e^{U/T} + b I_2^2$$

これらを図示すると第 3-3 図のようになり、両者の交りとして破壊曲線が求められる。いま切欠底部を通る断面の応力分布を示す応力曲線が図のように画かれたとすると、この曲線が破壊曲線と接触する点(図の F 点)より破壊が開始されることになる。温度が低下するか、または r/t が小となるにつれて、降伏開始を示す降伏応力曲線と固有破壊応力曲線との交点 A は次第に  $d \left( \frac{\sigma_{22}}{\sigma_{11}} \right) = 0$  に近づき、ある r/t に対してある温度以下では切欠底部附近に僅く僅かの塑性変形を生ずるのみで、破壊が開始し、その破壊は脆性破壊を示すことになる。切欠底部を通る断面の応力曲線をあらゆる場合について理論的に求めることは困難であるが、試験法が一定ならばある一定の応力状態、即ち d も一定の値で遷移温度に達するものと考えたと上式より r/t と遷移温度 T<sub>r</sub> との関係式として

\* s はこのほか切欠深さ、切欠角度等によっても異なると思われる。

$$12 \frac{\bar{A}^2}{E_s^2} e^{2(s-U)/T_s} = (1+d^2)(3+e^{-2s \frac{t}{r}})$$

$$-2d(3-e^{-2s \frac{t}{r}})$$

なる式が求められる。この式中  $\bar{A}^2/\bar{B}_s^2$ , S, U, 等に対しては上述の値をとり, Charpy 衝撃試験では平均エネルギー遷移温度に対して  $d=0.09$  とし  $s$  の値を適当にとると第2章第2節で述べた Bagsar<sup>(17)</sup>, 池田<sup>(18)</sup>, 秋田<sup>(19)</sup>, 等の実験結果とよく一致する曲線が得られ(第2-7図参照), 静的引張試験に対しては  $d=0.42$  とし  $s$  の値を適当にとると, Thomas<sup>(20)</sup> Roodberg<sup>(21)</sup> 等の実験結果とよく一致する曲線が得られる。(第2-6図参照) また吉識及び金沢<sup>(22)</sup> は切欠角度, 切欠深さ等をも変化せしめた Charpy 衝撃試験及び静的曲げ試験を行なったが, その場合には  $s \frac{t}{r}$  の代りに

$$s_0 \cdot \frac{r}{r} \cdot \frac{p}{1+0.35p \tan \frac{\theta}{2}}$$

(但し  $p$ =切欠深さ mm,  $\theta$ =切欠角度,  $s_0$ =材料, 試験方法による常数)を用いると実験結果と計算値はよく一致する。<sup>\*</sup>(第2-8図参照)

また歪速度と遷移温度との関係として Mc Gregor 等<sup>(23)</sup>(第2章第3節参照)の得た実験結果即ち歪速度の対数と遷移温度(絶対温度)の逆数とは比例することも上式より簡単に導き出される。<sup>\*\*\*</sup>(第2-4図及び第2-10図参照)

この理論は脆性破壊の発生機構に関するもので, 脆性破壊に関する各種の現象を可成り良く説明し得るが, 脆性破壊現象のうち重要な一つである寸法効果を説明し得ない欠陥がある。また発生後の亀裂伝播には触れていない。なおこの理論は破断遷移温度よりもむしろ延性遷移温度を説明すべきものと考えられるが, 結果はむしろ逆の傾向にあり破断遷移温度の方が理論とよく一致する。<sup>\*\*\*\*</sup>これは延性遷移温度の標準として採られている 15ft-lbs エネルギー水準, 1%横収縮等の標準が不適当なためではないかと考えられる。

脆性破壊の発生機構の説明として, この外延性材料には剪断強度と劈開強度の二種が存在するものとし, これらの相対的大さによって説明することも行なわれているが, 定性的な説明に止まっているようである。<sup>(24)</sup>

Schnadt<sup>(25)</sup> は材料の塑性変形能  $\pi$  (Plastifying Power) を

$$\pi = \sqrt{1 + \eta_2^2 + \eta_3^2 + \eta_2 \eta_3 - \eta_2 - \eta_3}$$

$$\text{但し } \eta_2 = \frac{\sigma_{22}}{\sigma_{11}}, \quad \eta_3 = \frac{\sigma_{33}}{\sigma_{11}}$$

$\sigma_{11}, \sigma_{22}, \sigma_{33}$ =主応力,  $\sigma_{11}$ =最大主応力

のように定義し,  $\pi$  と最大主応力との関係を示す二つの曲線, 即ち降伏応力曲線と, 破壊曲線との相対的關係によって脆性破壊の説明を行なっているが, その思想は前述の Zener 及び Ludwik のそれと同一であり, これも定性的な説明をあたえるにすぎない。

### 3. 脆性破壊の伝播機構に関する諸説

切欠底部に発生した亀裂が如何なる条件の下で脆性破壊となって伝播するかについては, 先に述べた Griffith の理論が重要な示唆をあたえる。しかし Griffith の式を適用するに当って表面エネルギーの値として従来鋼材について測定されている値に比べて非常に大きな値を用いなければ, 伝播の限界亀裂長さが非常に短くなり, 切欠脆性の亀裂伝播現象を説明するには不適当である。しかし脆性破壊をなす結晶粒状破面でも破面に極く近い薄い層にはかなりの塑性変形を生じていることが Orowan, Vanderbeck, 及び Gensamer 等によって明らかにされている<sup>(27)</sup>。この塑性変形層を生ぜしめるためには大きなエネルギーが吸収されねばならず, その結果表面エネルギーが見掛け上非常に大きくなるものと考えられる。Orowan<sup>(26)</sup>はこのような考えによって脆性破壊の伝播に要する応力を次の形で求めた。

$$\sigma \geq \sqrt{\frac{2E_p}{\pi x}} \quad \text{*****}$$

但し  $\sigma$ =亀裂を進展せしめるに要する平均応力

$2x$ =限界亀裂長さ

$E$ =ヤング係数

$p$ =単位面積の破面を新に形成するに要するエネルギー

(表面塑性変形層の形成に要する仕事)

この式によると脆性破壊の伝播に要する応力は材料による一定の値のものでなく, 亀裂の長さが大となれば次第に減少する。従って材料中に最初から大きな亀裂が存在

\* 遷移温度は5%剪断破面率遷移温度である。

\*\* 平均エネルギー遷移温度である。

\*\*\* Mc Gregor は遷移温度として断面に繊維状破面のあらわれる温度をとっている。

\*\*\*\* 吉識及び金沢<sup>(24)</sup> が3種の鋼材について V型 Charpy 衝撃試験を行ない,  $r/s$  (切欠半径/試験片厚さ) と吸収エネルギー 15ft-lb 遷移温度(延性遷移温度)との関係を求めた結果を第3-4図に示してある。 $d=0.05$  (破断遷移温度に対する値  $d=0.09$  より小) とすると, 図の実線のような曲線が得られるが, 実験値と多小の差が認められる。

\*\*\*\*\* この式は前述の Griffith の式と同じ型で, 表面エネルギー  $T$  の代りに  $p$  を代入して得られる。またこの式は平面応力の場合で, 平面歪の場合には  $E$  の代りに  $E/1-\nu^2$  ( $\nu$ =ポアソン比) を代入すればよい。



ば非常に低い応力でも脆性破壊となって伝播する。この式は無限に広い物体について求めた結果であるが、Well<sup>(28)</sup> は試験片寸法の影響を考慮し、両側切欠附試験片(切欠底部間距離  $b$ ) について Griffith と同じ思想の下で

$$\sigma \geq \sqrt{\frac{\pi E p}{2b}} \quad (\text{切欠の深い場合})$$

$$\sigma \geq \sqrt{\frac{3E p}{b}} \quad (\text{切欠の浅い場合})$$

なる式を導き、脆性破壊に要する平均応力は  $1/\sqrt{b}$  に比例することを示し、これによって試験片幅が広くなると脆化の傾向が強くなることを説明した。

又 Irwin 及び Kies<sup>(29)</sup> は長さ  $L$ 、幅  $B$ 、厚さ  $t$  の物体の中央部に長さ  $2x$  の亀裂が幅方向にある引張試験片に対して、Greenspan の軸方向剛性 (Axial Rigidity)  $K$  を用いて、亀裂進展による弾性エネルギーの解放の割合を計算し次のような式を求めた。

$$\frac{dE}{2Bdx} = -\frac{\pi P_0^2}{BEt} \cdot \frac{y(y^2+2)}{y^3-2(\nu-1)y^2+(\nu^2-2\nu-3)y^4+4(\nu-1)y^2+4}$$

$$= -\frac{\pi P_0^2}{BEt} f_1(y)$$

但し  $y = \frac{2x}{B}$ ,  $\nu = \frac{\pi B}{L}$ ,  $E$ =ヤング係数

$P_0$ =亀裂が存在しないと仮定した時に同一の伸びを生ぜしめるに要する荷重

$f_1(y)$  と  $\frac{2x}{B}$  の関係は第 3-5 図に示す通りであり、

$\nu = \frac{\pi B}{L}$  が小さい程、即ち試験片の長さが幅に比して大きい程、また亀裂の相対的長さ  $\frac{2x}{B}$  が大きい程、エネルギーの解放される割合が大きく、従って脆性破壊は容易に進行する。しかし  $\nu$  が大きい場合は  $y$  がある値より

大となるとかえってその割合が減少して脆性破壊は伝播し難くなる。これは第 2 章第 7 節に述べた、試験片長さが大となると延性破壊より脆性破壊へと移行し、脆化の傾向が強くなるという Leris<sup>(30)</sup>、Tipper 等<sup>(30)</sup> の実験結果を説明するものと考えられる。脆性破壊強度を求めると、

$$\sigma \geq K \sqrt{\frac{2p}{B}} \sqrt{\frac{E}{\pi f_1(y)}}$$

但し  $K = \frac{2-y^2-y^4}{2+(\nu-1)y^2-y^4}$  (Greenspan の軸方向剛性)

となる。この式は亀裂長さが小さい時、即ち  $y \rightarrow 0$  のときには  $f_1(y) \rightarrow \frac{y}{2} = \frac{x}{B}$ ,  $K \rightarrow 1$  となり Orowan の式と

一致する。 $y$  が大となると  $\sigma$  の値は  $\nu$ 、即ち試験片の幅と長さとの比によって異なることを示している。

以上脆性破壊の伝播並びに破壊強度に関する二、三の説について述べたが、これらの関係式で鋼材の見掛けの表面エネルギー(表面塑性変形層の形成に要する仕事)の値如何が問題である。Wells<sup>(28)</sup> は脆性破壊時に生ずる温度上昇を測定して軟鋼に対して 5.75 ft-lb/□" (=12.3 kg-cm/cm<sup>2</sup>) の値を得た。また Tipper, Robertson, Bagsar, Thomas 等の実験を解析して 2.61~4.77 ft-lb/□" (5.6~10.1 kg-cm/cm<sup>2</sup>) なる値を計算により求めている。温度によって脆性破壊面の表面塑性変形層の厚さ、変形量が異なることから、この表面エネルギーの値も温度により変化することが予想され、また材料によっても変化するものと考えられる。一応見掛けの表面エネルギーの値が上記のオーダーであるとすれば、脆性破壊強度が降伏応力に等しくなり脆性破壊の生ずる限界亀裂長さは mm のオーダーになる。

一方、脆性破壊が進行し得ないある限界の応力  $\sigma_c$  (材料によって定まる) が存在するものとして、その限界応力を求める試みが種々行なわれている。Gensamer<sup>(31)</sup> は限界応力  $\sigma_c$  と脆性破壊を生ぜしめる平均応力  $\sigma$  との関係を次のようにあてている。

$$\sigma^2 = \sigma_c^2 + \frac{4xE}{LB} p$$

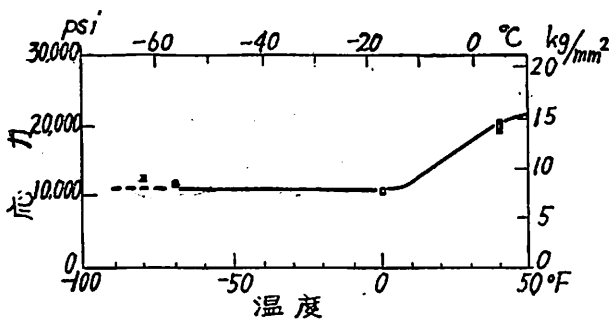
但し、 $2x$ =亀裂長さ、 $L$ =試験片長さ、 $B$ =試験片幅、 $E$ =ヤング係数、 $p$ =表面塑性変形層を形成するに要するエネルギー

この式は試験片寸法が大なる程脆性破壊強度は減少し  $\sigma_c$  に近づくことを示しているが、亀裂長さ  $2x$  が大なる程破壊強度も上昇することになり、この点検討の余地があると思われる。

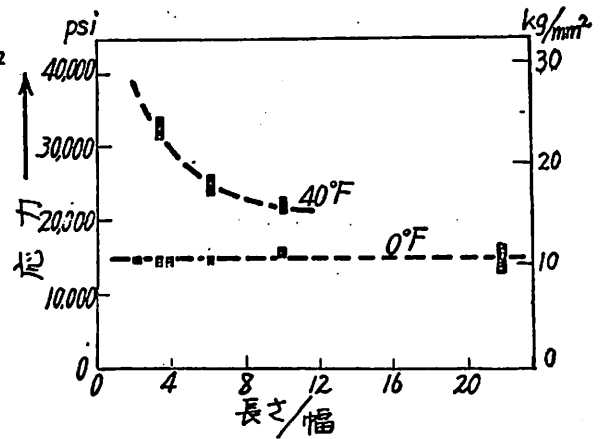
また  $\sigma_c$  を実験によって求めんとする試みは Robertson<sup>(32)</sup>、Robertson 及び Hunt<sup>(33)</sup>、Feely 及び Hrtko<sup>(34)</sup> 等によって行なわれた。Feely<sup>(34)</sup> 等は SOD 試験(第 1 章第 4 節参照)を種々の温度下で行ない、脆性破壊の伝播の限界応力を求めたが、その結果の一例を第 3-6 図に示す。図によると 0°F (-16.5°C) 以下の温度では脆性破壊伝播の限界応力  $\sigma_c$  は殆んど一定で約 10,000psi (=7kg/mm<sup>2</sup>) であるが、40°F (4.5°C) では約 20,000psi (=14kg/mm<sup>2</sup>) に上昇している。即ち  $\sigma_c$  の値は低温では殆んど一定であるが、温度が上昇すると急激に上昇し所謂遷移現象のあることが知られる。Robertson 等の研究<sup>(32)(33)</sup> でもこのような現象があら

\* Well の求めた式は  $p$  の代りに表面エネルギー  $T$  を用いている。

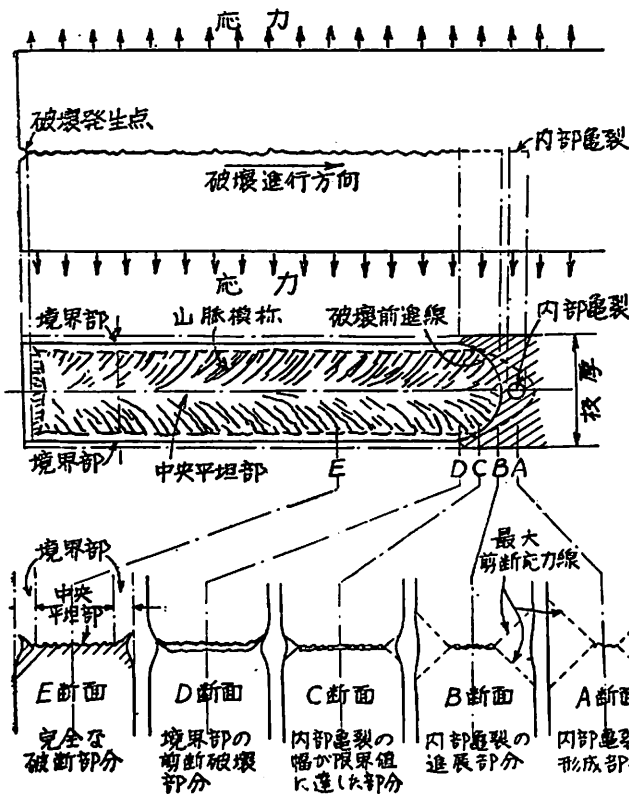
\*\*  $K$  はある荷重  $P$  と、亀裂が存在しないと仮定した時これと同一の伸びを生ぜしめるに要する荷重  $P_0$  との比をいう。



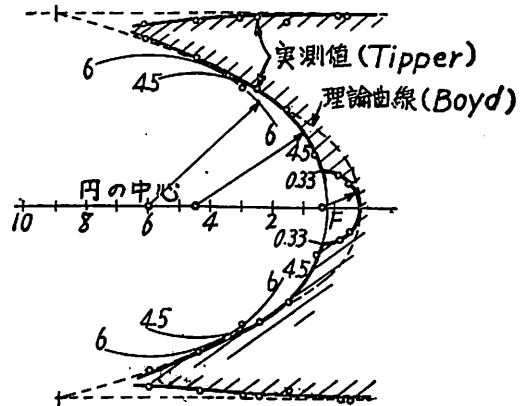
第 3-6 図 脆性破壊伝播限界応力と温度との関係—SOD 試験 (Feely 及び Hrtko)



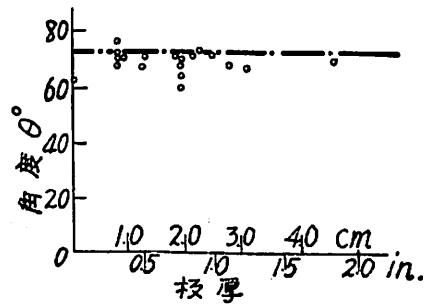
第 3-7 図 脆性破壊伝播限界応力と試験片縦横比の関係—SOD 試験 (Feely 及び Hrtko)



第 3-8 図 脆性破壊面の特徴 (Boyd)



第 3-9 図 脆性破壊尖端形状の実測値と理論値の比較 (Boyd)



第 3-10 図 山脈模様が板厚表面となす角 (Boyd)

われており、低温における  $\sigma_0$  の値も大体上記の値に近い値が得られている。Feely 等はこの  $\sigma_0$  の遷移温度を SOD 遷移温度と呼んで鋼材の切欠応力判定の規準にえらんでいる。しかしこの実験によると脆性破壊強度に対して SOD 遷移温度以下では寸法効果は見られず、また遷移温度以上でも試験片の長さとの比が同一のものは同じ値を示したことが報告されている(第3・7図)。このことは脆性破壊の寸法効果として知られている事実と一見相容れないことであり、将来この点についてさらに検討を要すると考えられる。また破壊の発生には爆薬を使用しており、この実験によって得られた限界応力の値についても疑問がある。

実船の脆性破壊面には多くの場合いわゆる山脈模様が見られることは既に述べた所であるが、脆性破壊の伝播機構と山脈模様の特性について次に述べることにする。脆性破面の代表的例を第3・8図に示してあるが、その特徴は

- (1) 破断面の板厚中央部は結晶粒状外観を示す部分と、それよりは幾分鈍い光沢を示す蕈状外観を示す部分とが混合して嶺と谷とを表わしている。そしてその尖端は破壊の開始点の方向を指示する山脈模様となる。この模様は結晶粒状外観が多くなるにつれて消失する。
- (2) 板の表面部と中央部との間には繊維状外観を示す境界部があり、その部分は大体中央平坦部と45°の傾きをなしている。この部分の厚さは破壊の状況が完全な脆性に近づくほど薄くなる。
- (3) 破壊の前進線は曲線であり、板厚中心部では板の表面に近い部分よりも先行している。
- (4) 山脈模様は各瞬間の破壊前進線に略々垂直である。
- (5) 脆性破壊には内部亀裂(劈開による)が常に先行し、不連続的に進行する。

これらのことは Leris, Boyd 等によって明らかにされている所であるが<sup>(36)</sup>、山脈模様は脆性破壊の不連続的進行と関係があるものと考えられている。さらに Boyd は先行内部亀裂が板厚中心線にそって、一様速度  $V$  で進み、山脈模様は破壊前進面に垂直であるとして

破壊前進線:

$$y^2 = \frac{c}{f\pi V} \left( x + \frac{1}{4} \frac{c}{f\pi V} \right)$$

山脈模様:

$$y_1 = \frac{c}{2f\pi V} e^{-\frac{2x}{\sigma_0} f\pi V}$$

但し  $c$  = 亀裂を進展せしめるに要する仕事の割合

$f$  = 亀裂が単位長さ進行するに要する力

なる式を導いているが、この式は Tipper によって実験的に求められた形状とよく一致している。(第3・9図)。

また板表面における山脈模様と板表面とのなす角  $\theta$  は

$$\tan\theta = \pi \left( 1 - \frac{2r}{t} \right)$$

但し、 $t$  = 板厚、 $r$  = 境界部厚さ

であらわされる。この実測値の平均は  $\theta = 69^\circ$  であり上式の値とよく一致している。(第3・10図) 山脈模様の発生についてはその他 Irwin 等の研究<sup>(36)</sup>があり、近い将来さらに細かい機構特性が明らかになるものと考えられる。

以上現在までの脆性破壊に関する諸説の概要を述べたが、この外、脆性破壊には双晶の発生が重要な役目をはたすものと考え、この観点より脆性破壊機構を論ずるものもあるが<sup>(37)(38)</sup>、現在のところあまり受け入れられていないようである。(以下第4章は次号に)

### 参考文献 (第3章)

- (1) A.A. Griffith: The Phenomena of Rupture and Flow in Solids. Phil. Trans., Vol. 221, 1921.
- (2) A.A. Griffith: The Theory of Rupture. The 2nd. Inst. Congress App. Mech., Delft 1924.
- (3) E.N. Andrade and L.C. Tsien: On Surface Cracks in Glasses. Proc. Roy. Soc. London. A 159, 1937.
- (4) R.A. Sack: Extension of Griffith's Theory of Rupture to Three Dimensions. Proc. Phys. Soc., Vol. 58, 1946.
- (5) H.A. Elliot: An Analysis of the Conditions for Rupture due to Griffith Cracks. Proc. Phys. Soc., Vol. 59, 1947.
- (6) A.M. Freudenthal: The Inelastic Behavior of Engineering Materials and Structures. Part B, Chapter 11. John Wiley & Sons, 1950.
- (7) N.F. Mott: Fracture of Metals, Some Theoretical Considerations. British Iron & Steel Research Ass., 1945
- (8) G. Irwin: Fracture Dynamics, Fracturing of Metals. Am. Soc. Metals, 1948.
- (9) C. Zener: Fracture Stress of Steel, Rev. of Mod. Phys., Jan. 1945.
- (10) J. H. Hollomon and C. Zener: Problems in Fracture of Metals. Journ. App. Phys., Feb. 1946.

- (11) J.H. Hollomon : The Problem of Fracture. Am. Weld. Soc., 1946.
- (12) D.J. McAdam, G.W. Geil and W.D. Jenkins: Influence of Plastic Extension and Compression on the Fracture of Metals. Proc. Am. Soc. Test. Mat., Vol 47, 1947.
- (13) D.J. McAdam : The Fracture Stress of Metals as Affected by Plastic Deformation, the Stress System and Size. Cold Working of Metals. Am. Soc. Metals, 1949.
- (14) M. Yoshiki and T. Kanazawa : Theory of Notch Sensitivity of Mild Steel. Brittle Fracture in Mild Steels and their Welded Joints. Weld. Res. Comm., Soc. Nav. Arch. Japan, Oct. 1953.
- (15) A. Maier: Der Einflußmehrachziger Spannungszustände auf das Formänderungsvermögen metallischer Werkstoffe. Vereins Deutsch. Ingen., Bd. 77, Nr. 51, 1933.
- (16) 金沢武: 二軸応力状態下における軟鋼の破壊について 造船協会 昭和 29 年 秋季講演会で発表 (未印刷)
- (17) A.B. Bagsar : Notch Sensitivity of Mild Steel Plate. Weld. Journ., Oct. 1949.
- (18) 池田一夫: 鋼材の切欠脆性に及ぼす衝撃試験片の幅及び切欠形状の影響, 運研八幡支所報告 No8 昭和 27 年 6 月
- (19) 秋田好雄: 未発表, 私信による.
- (20) H.R. Thomas and D.F. Windenburg: A Study of Slopped Tensile Specimens for Evaluating the Toughness of Structural Steel. Weld. Journ., April, 1948.
- (21) A. Boodberg, H.E. Davis, E.R. Parker and G.E. Troxell: Causes Cleavage Fracture in Ship Plates—Tests of Wide Notched Plates. Weld. Journ., April 1948.
- (22) M. Yoshiki and T. Kanazawa : Effect of Notch Geometry on the Notch Sensitivity of Mild Steel. Brittle Fracture in Mild Steels and their Welded Joints. Weld. Res. Comm., Soc. Nav. Arch. Japan, Oct. 1953.
- (23) C.W. MacGregor and N. Grossman : The Effect of Combined Stresses on the Transition Temperature for Brittle Fracture. Weld. Journ., Jan. 1948.
- (24) 吉織雅夫, 金沢武: 鋼の含有量の変化した軟鋼の切欠脆性試験 熔接学会 昭和 29 年 秋季學術講演会発表 (未印刷)
- (25) E. Orowan : Fracture and Strength of Solids. Report on Progress in Physics. Phys. Soc. London, 1949.
- (26) R. Weck : An Account of M. Henri, M. Schnadt's Ideas on the Strength of Materials, and his Testing Methods Trans. Inst. Weld., April, 1950.
- (27) E. Orowan : Fundamentals of Brittle Behavior in Metals. Fatigue and Fracture of Metals. Edited by W. M. Murray, M. I. T. Tech. Press and John Wiley & Sons, 1952.
- (28) A.A. Wells : The Mechanics of Notch Brittle Fracture. Weld. Res., April, 1953,
- (29) G.R. Irwin and J.A. Kies : Fracturing and Fracture Dynamics. Weld Journ., Feb. 1952
- (30) C.F. Tipper : Dimensions in Testing. West Scot. Iron & Steel Inst. May, 1953,
- (31) M. Gensamer : General Survey of the Problem of Fatigue and Fracture. Fatigue and Fracture of Metals. Tech. Press of M. I.T. and John Wiley & Sons, 1952.
- (32) T.S. Robertson : Propagation of Brittle Fracture in Steel. Journ. Iron & Steel Inst., Dec. 1953.
- (33) T.S. Robertson and D.M. Hunt : The Propagation of Brittle Fracture. West Scot. Iron & Steel. Inst., May, 1953.
- (34) F.J. Feely, D. Hrtko, S. R. Kleppe and M. S. Northup : Report on Brittle Fracture Studies. Weld. Journ., Feb. 1954.
- (35) G.M. Boyd : The Propagation of Fractures in Mild-Steel Plates. Engineering, Jan. 16, 23 1953.
- (36) J.A. Kies, A.M. Sullivan and G.R. Irwin . Interpretation of Fracture Markings. Journ. App. Phys., July, 1950.
- (37) D. Rosenthal and C.C. Woolsey : Effect of Strain-Rate on Twinning and Brittle Fracture. Weld. Journ., Oct. 1952.
- (38) G.W. Geil and N.L. Carwile : Deformation Twinning in Charpy V-Notch Specimens of Ingot Iron. June, 1953.

# 新造船工事月報

(運輸省船舶局造船課)

造船所別工事中船舶 (鋼船) (鉄道連絡船はなし、曳船は雑船に含まれる) (昭和30年1月末現在)

| 造船所  | 貨物船                | 油槽船              | 客船              | 漁船                | 雑船               | 輸出船                 | 合計                  |
|------|--------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| 藤田   | —                  | —                | —               | 1 1,300           | 2 548            | 1 380               | 4 2,228             |
| 館    | —                  | —                | —               | 1 175             | 3 465            | —                   | 4 640               |
| 永下   | —                  | —                | —               | —                 | —                | 5 42,434            | 6 55,634            |
| 館兼立  | —                  | 1 13,200         | —               | 6 805             | —                | —                   | 6 805               |
| 林日   | —                  | —                | —               | —                 | —                | 4 11,350            | 4 11,350            |
| 田ク   | 2 14,550           | —                | —               | 1 5,700           | 1 200            | 2 9,500             | 6 29,950            |
| 船船   | 1 7,900            | —                | —               | —                 | —                | 59 5,220            | 60 13,120           |
| 島島   | 1 620              | —                | —               | —                 | 10 200           | —                   | 11 820              |
| 島島   | 2 16,300           | —                | —               | —                 | —                | 2 48,200            | 4 64,500            |
| 工船   | —                  | —                | —               | 5 1,570           | —                | —                   | 5 1,570             |
| (横)野 | 2 17,000           | —                | —               | —                 | —                | —                   | 2 17,000            |
| 崎崎   | 3 21,850           | —                | —               | —                 | —                | 1 12,300            | 4 34,150            |
| 関船   | 3 26,820           | —                | —               | —                 | —                | 2 48,400            | 5 75,220            |
| 船見   | 1 7,750            | —                | 1 1,080         | 1 7,400           | —                | —                   | 2 15,150            |
| 水屋   | —                  | —                | —               | 3 550             | 2 165            | —                   | 6 1,795             |
| 船具   | —                  | —                | —               | 3 760             | —                | —                   | 3 760               |
| (船)安 | 1 9,900            | —                | —               | —                 | —                | 56 22,875           | 56 22,875           |
| 渠他   | 1 7,700            | 1 1,050          | —               | 2 730             | 1 60             | —                   | 4 10,690            |
| 古造   | —                  | —                | —               | —                 | —                | —                   | 2 8,750             |
| C造   | —                  | —                | —               | —                 | 3 1,000          | —                   | 3 1,000             |
| (神)安 | 2 18,100           | —                | —               | 3 725             | 4 377            | 1 17,000            | 1 17,000            |
| 渠他   | 1 1,595            | —                | —               | —                 | —                | —                   | 7 1,102             |
| 賀船   | 1 6,600            | —                | —               | —                 | —                | 1 1,950             | 2 3,545             |
| の    | 7 1,730            | 3 1,130          | 1 120           | 20 3,615          | 10 662           | 1 3,150             | 3 10,020            |
| 保管   | —                  | —                | —               | —                 | —                | 3 324               | 44 7,581            |
| 三鋼   | —                  | —                | —               | —                 | —                | —                   | —                   |
| 名名   | —                  | —                | —               | —                 | —                | —                   | —                   |
| N.大  | —                  | —                | —               | —                 | —                | —                   | —                   |
| 新佐   | —                  | —                | —               | —                 | —                | —                   | —                   |
| 浦そ   | —                  | —                | —               | —                 | —                | —                   | —                   |
| 合 計  | 隻 G. T. 28 158,415 | 隻 G. T. 5 15,380 | 隻 G. T. 2 1,200 | 隻 G. T. 46 23,330 | 隻 G. T. 37 3,947 | 隻 G. T. 138 223,083 | 隻 G. T. 256 425,785 |

起工船 (一般) 46隻 59,229 総噸 (内2隻, 42総噸省略) (昭和30年1月中に報告のあつたもの)

| 造船所 | 船番       | 船主 | 総噸数    | 主機 | 馬力     | 用途      | 起工年月日    |
|-----|----------|----|--------|----|--------|---------|----------|
| 福尾  | 51       | 原田 | 120    | H  | 200    | 貨       | 30-1-20  |
| 崎道  | 31       | 淵海 | 765    | D  | 600    | "       | 30-1-28  |
| 尾磨  | 495      | 大淵 | 13,200 | T  | 9,000  | 油       | 30-1-28  |
| 名古  | 115      | 上野 | 1,050  | D  | 1,100  | "       | 30-1-9   |
| 藤永  | 39       | 京東 | 1,300  | "  | 2,100  | 漁(練習)   | 30-1-11  |
| 尼金  | 111      | 田代 | 350    | "  | 650    | "       | "        |
| 指   | 202      | 京東 | 250    | "  | 600    | "       | 30-1-28  |
| "   | 197      | 山口 | 350    | "  | 650    | "       | 30-1-11  |
| "   | 198      | 山原 | 300    | "  | "      | "       | 30-1-7   |
| 三保  | 202      | 長島 | 175    | "  | 450    | "       | 30-1-20  |
| 山具  | 300      | 阿部 | 345    | "  | 650    | "       | 30-1-17  |
| 東林  | 12       | 代庄 | 85     | "  | 300    | "(蛙, 鱈) | 30-1-19  |
| 深   | 29026, 8 | 平野 | 80×2隻  | 各  | 310    | "       | 30-1-17  |
| 兼堀  | 850      | 井三 | "      | "  | 270    | "       | 30-1-11  |
| "   | 22       | 稻三 | "      | "  | "      | "       | 30-1-20  |
| "   | 20       | 大  | "      | "  | "      | "       | "        |
| "   | 18~19    | 米  | 85×2隻  | 各  | 220    | "(さんま)  | "        |
| "   | 21       | 田源 | 80     | "  | 270    | "(底曳)   | "        |
| 藤永  | 37       | 運輪 | 470    | —  | —      | 練(波曳)   | 30-1-21  |
| 佐世  | 111      | 運國 | 75     | D  | 310    | "       | 30-1-11  |
| 函三  | 222      | 現有 | 120    | —  | —      | "(土運)   | 30-1-17  |
| 野下  | 504      | 山口 | 120    | D  | 800    | "(曳視)   | 30-1-20  |
| 飯野  | 505      | 防口 | 45     | "  | 270    | "(監視)   | 30-1-11  |
| 日川  | 12~21    | ナ  | 20×10隻 | 各  | 160×2  | "(押船)   | 30-1-24  |
| 立立  | 3753     | ナ  | 7,200  | T  | 6,600  | 輪(貨油)   | 30-1-20  |
| 立立  | 937      | ナ  | 24,000 | "  | 20,250 | "       | 30-1-11  |
| 日保  | 3751     | ナ  | 7,200  | D  | 6,250  | "       | 30-1-22  |
| 三保  | 493~4    | 米宮 | 17×2隻  | 各  | 140×2  | "(波曳)   | 29-12-15 |
| 鋼波  | 199      | 子館 | 225    | "  | 450    | 漁(練習)   | 29-11-25 |
| 止   | 198      | 山生 | 198    | "  | 650    | "       | 29-11-18 |
| 浜   | 118      | 山生 | 260    | "  | 550    | "       | 29-11-29 |
| 船   | —        | 鹿見 | 100    | "  | 270    | 貨客      | 29-10-1  |

進水船 121隻 81,492総噸

Table with columns: 造船所, 船番, 船名, 総噸数, 船主, 主機, 馬力, 用途, 進水年月日. Lists 121 ships with details like ship names (丸, 丸, 丸), ship numbers, and specifications.

竣工船 18隻 37,545総噸

Table with columns: 造船所, 船番, 船名, 総噸数, 船主, 主機, 馬力, 用途, 竣工年月日. Lists 18 completed ships with details like ship names (丸, 丸, 丸), ship numbers, and specifications.

運輸省船舶局監修 造船海運綜合技術雜誌

船の科学

昭和30年3月5日印刷 (昭和23年12月3日) 昭和30年3月10日発行 (第三種郵便物認可)

禁転載 第8巻 第3号 (No. 77)

特別定価 130円 (〒8円)

発行所 船舶技術協会

編集兼発行人 朝永信雄

東京都港区麻布笈町79 振替口座東京70438 電話赤坂(48)3992

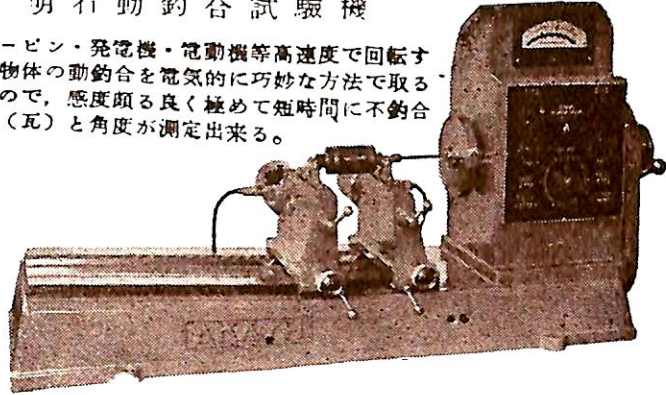
印刷人 株式会社松本精喜堂 東京都文京区湯島三軒町93



材料試験機  
 動釣合試験機  
 振動計  
 電子顕微鏡  
 ねじ転造盤

### 明石動釣合試験機

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



## 株式会社 明石製作所

本社・工場

東京都品川区東品川五丁目一

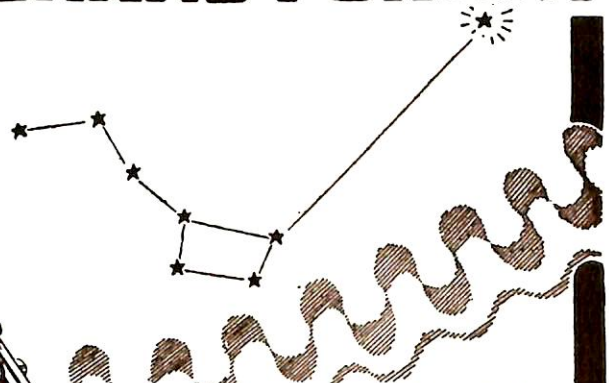
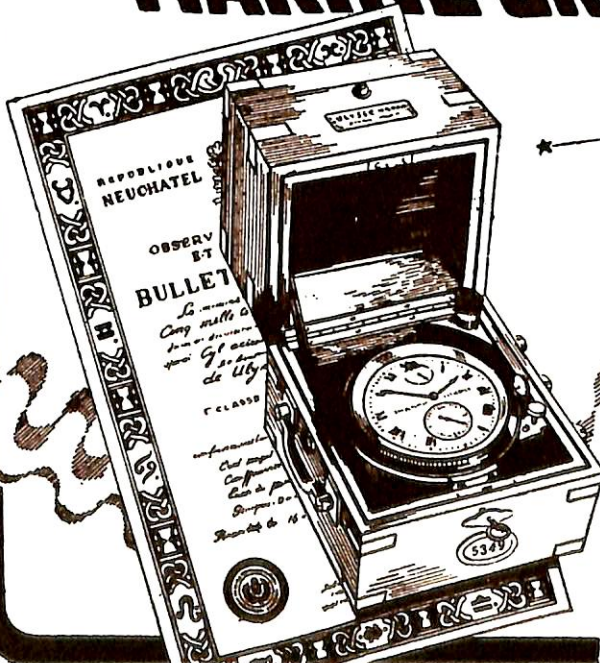
電話 大崎 (49) 8146 (代表) 8147-8148-8149

大阪出張所

大阪市北区絹笠町五〇 堂ビル 六一一号

電話 岸川 (35) 0951-1820-6650・(直通) 9815

# CHRONOMETRE DE MARINE GRAND FORMAT



ULYSSE NARDIN SA.

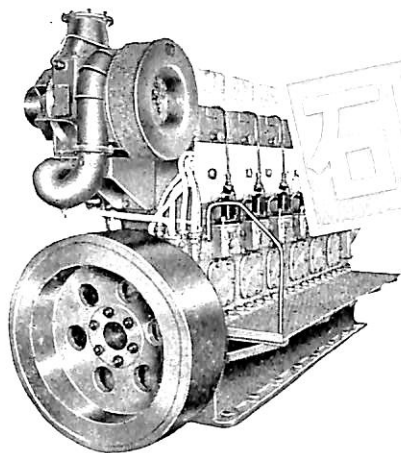
代理店 株式会社 大沢商會

中央区銀座西二ノ五  
 電話京橋 (56) 8351-5

カシオ マイクロメーター

軽量・堅牢・高性能

凡ゆるディーゼル機関に……



石川島スーパーチャージャーの  
装備されたディーゼル機関

— 機関出力の50%~100%増加 —

石川島スーパーチャージャーの型式

| 型式     | 無過給時機関出力<br>B・H・P | 過給時機関出力<br>B・H・P | 過給機重量<br>Kg |
|--------|-------------------|------------------|-------------|
| IEG-22 | 160~240           | 240~360          | 130         |
| IEG-24 | 230~350           | 345~530          | 200         |
| IEG-27 | 240~400           | 360~600          | 270         |
| IEG-33 | 400~550           | 600~830          | 400         |
| IEG-38 | 490~750           | 740~1,150        | 530         |
| IEG-42 | 710~1,100         | 1,000~1,650      | 900         |
| IEG-47 | 1,050~1,500       | 1,600~2,250      | 1,100       |

石川島重工業株式会社

船の科学

地方賣價  
一三〇圓

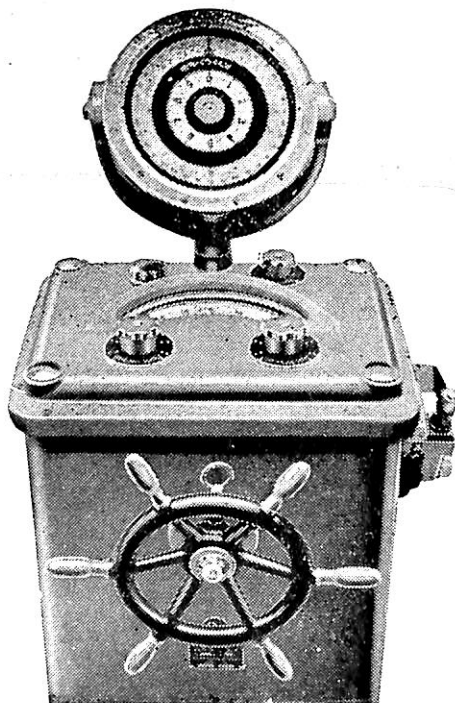
Single unit & Two unit

日本特許第19236號  
(昭和26年9月27日)

二重空冷式  
ジャイロ・コンパス  
プレッシュア・ログ  
コース・レコーダ  
計計計計計計計計計計  
報警報報報報報報  
度温度度度度度度  
示式示式示式示式  
塩氣塩氣塩氣塩氣  
直電直電直電直電  
煙示煙示煙示煙示

株式会社 北辰電機製作所

本社 東京 大田区 下丸子 町 電話蒲田 (73) 2241 (代表)  
支店 大田 東區 今橋 4の1 三菱信託ビル 電話北蒲 (23) 2101~2  
サービス 神戶市 生田區 浪花町 60 朝日ビル 電話元町 (4) 7429  
スーション 門司市 入船町 2の3097 電話門司 2099



東京都港区麻布新町七九  
船舶技術協會  
電話赤坂(48)三九九二番