

SHIPPING

1967. VOL. 40

# 船舶 6

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可  
毎月一回 発行  
昭和四十二年六月七日 印刷  
昭和二十四年三月二十八日運輸省特別承認雑誌第四〇六号



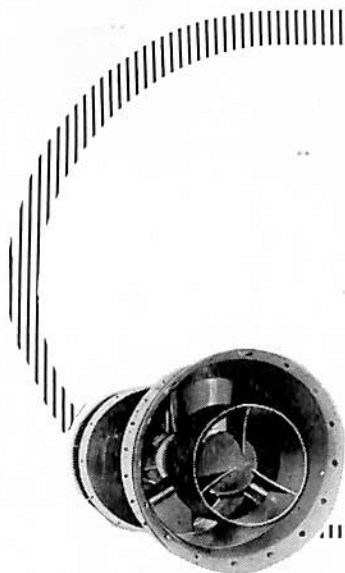
最大の輸出油槽船  
“ヤサンコア”

船主	コスモス社(ノールウェー)
載貨重量	157,448 t
速力	17.59ノット
引渡	昭和42年2月25日
建造	三菱重工長崎造船所

 三菱重工業株式会社

天 然 社

# エハラの舶用機器



各種 舶用 ポンプ  
送 排 風 機  
空 調 機 器  
甲板機械用油圧装置  
サイドスラスト装置  
ヒーリングポンプ装置



コンデンサ循環ポンプ

油圧駆動エハラサイドスラスト

**EBARA**

**荏原製作所**

本社：東京都大田区羽田旭町 支社：東京銀座西 朝日ビル・大阪中之島 新朝日ビル 出張所：名古屋・福岡・札幌・仙台・広島・新潟・高松

## 納入実績 20,000台!

こんな良さがあるからです!

- お求めになって、そのまま使えます
- いつでもどこでも使えます
- アフターサービス網が完備しています

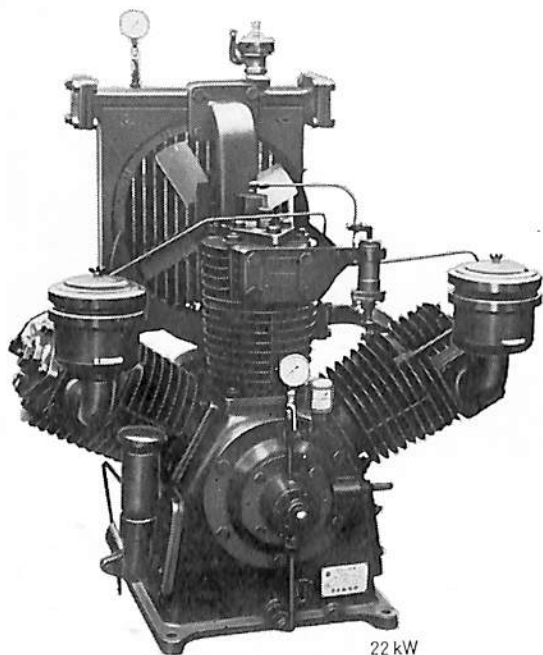
可搬式

**日立空冷VHC圧縮機**

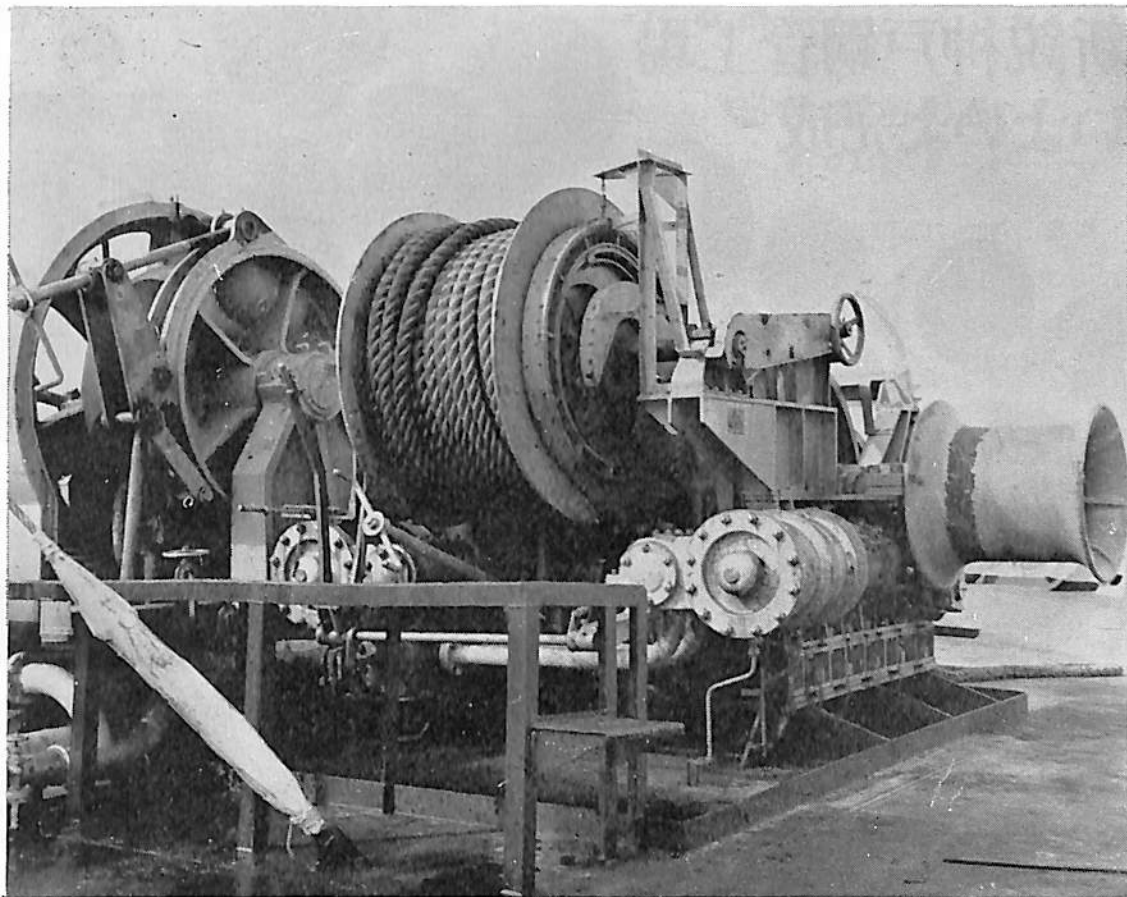


**日立製作所**

●お問い合わせは—もよりの営業所  
東京(270)2111・大阪(313)1401・福岡(74)5831  
名古屋(251)3111・札幌(24)2151・仙台(23)0123  
富山(31)3181・広島(21)6191・高松(31)2111  
または汎用機事業部へ  
東京都千代田区大手町2の8(日本ビル)  
電話・東京(270)2111〈大代〉



22 kW



## 係船作業の 人手をはぶく！

- いままで多くの労力と人員を必要としたホーサーの格納が1人で手軽にできます。
- ホーサーリールとウインチを一体構造にした便利な設計です。

# ロボロ ホーサーウインチ

### 《ワンマンコントロール》

お問い合わせは…… 機械営業部へ

本社・大阪市浪速区船出町2丁目 電631-1121

東京支社・東京都中央区日本橋江戸橋3丁目 電272-1111

九州支店・福岡市天神1丁目10番17号 電74-6731

北海道支店・札幌市北一条西4丁目 電22-8271

名古屋支店・名古屋市中村区米屋町2番地67 電563-1511

広島営業所・広島市基町5番44号 電21-0901

仙台営業所・仙台市東二番丁93番地 電25-8151

室蘭出張所・室蘭市輪西町1丁目7番7号 電4-3585





# 新鋭神戸鋼管工場 いよいよ完成!



神鋼・シームレス鋼管

## 世界に躍進する—— 神鋼のシームレス鋼管

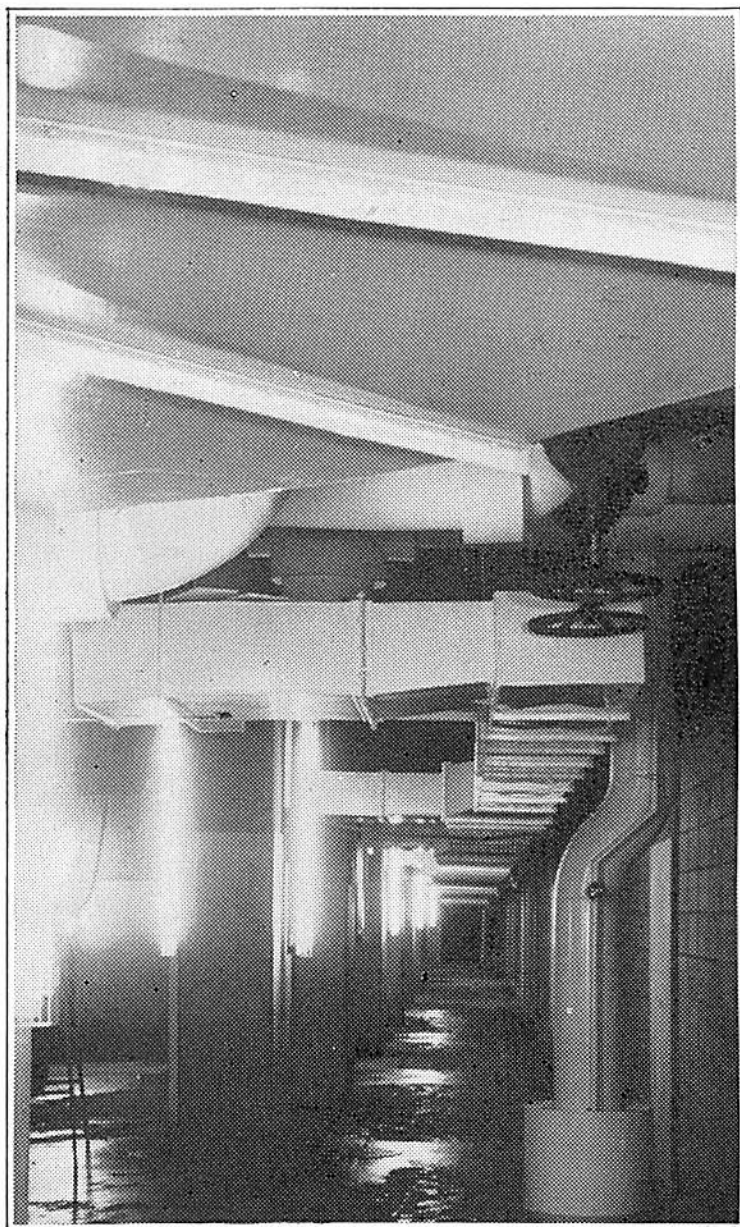
- 神鋼独自の技術が、ユジース・セジュールネ方式をさらに発展させ、世界最大の5,500トンプレスとストレッチ・レデューサーとの結合システムの採用により大量生産に成功しました。
- したがって生産スピードは倍加し、従来の長府北工場の生産能力をさらに拡大して、外径6～280mmの幅広いレパートリーの高精度シームレス鋼管が量産できます。
- 徹底した品質検査 — 完全な品質保証ならびに技術サービス体制を確立しました。

鉄鋼・機械・溶接棒・軽合金伸鋼の総合メーカー

# ◆ 神戸製鋼



「6フィート」にしてご希望にこたえました



わが国初の6フィート  
トものです

亜鉛鉄板にはじめて 6フィートの広幅ものができました。いままでの4フィートものにくらべ はるかに板取りも経済的。溶接その他の加工工数をはぶくことができ 加工後の仕上りをもいちだんと美しくする なにかと利点の多い広幅化です。

厚さでも新記録を  
しました

広幅ができるようになっただけではありません。厚さでも 3.2mmまでこれからはおとどけできます。とくに船内ダクトなど 塩害のはげしいところに使われる亜鉛鉄板としては この厚手ものをおすすめします。適正規格のものをおえらびいただければ 耐蝕性も大幅にアップされます。

新鋭ラインによる広幅・厚手材



# 亜鉛鉄板



マルエス  
八幡製鐵

本社 東京都千代田区丸の内1ノ1  
〈鉄鋼ビル〉  
電話・東京(212) 4111大代表

●ご用命・お問合せは/本社鋼板販売部まで

# 造船世界一をささえる鉄

船舶の大型化は造船界のレベルを示します。世界一を誇る日本の造船に適材、住友の厚鋼板。世界最大級のマンモスマイルから生まれ、4 m巾の巨大作です。厳しい品質管理をへた高精度の製品。世界の主要造船規格を取得し、住友の厚鋼板は、新しい造船に力します。

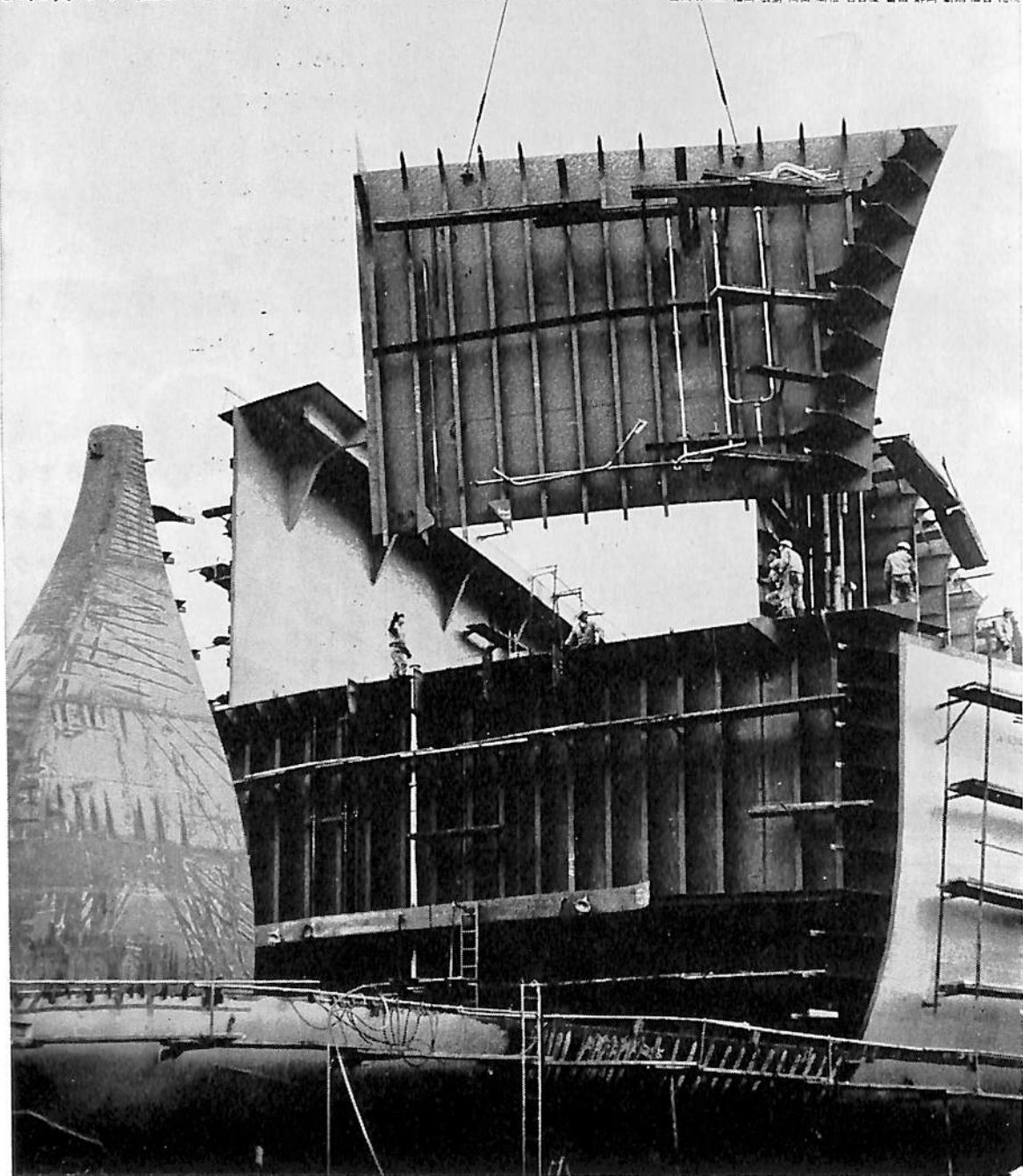
住友の

# 厚鋼板

◆ 住友金属

住友金属工業株式会社

大阪—大阪市東区北浜5の15(新住友ビル) 電(203)2201  
東京—東京都千代田区丸の内1の8(新住友ビル) 電(211)0111  
営業所—福岡・広島・岡山・豊松・名古屋・富山・静岡・新潟・仙台・札幌



# 船舶

第 40 卷 第 6 号

昭和 42 年 6 月 12 日 発行

天 然 社

## ◇ 目 次 ◇

設標船「みようじよう」について ..... 海上保安庁 船舶技術部…(41)

船用大形クランク軸の事故に関連する材料上の諸問題 (1) ..... 白石 圭一…(57)

ホーバークラフト SR, N5-MO1 実艇試験について ..... 藤瀬韶国・武藤碩夫・松尾日出男…(69)

ヒューズ付埋込しや断器 ..... 山本 啓一…(79)

RV-VV 40/54 型機関の開発 ..... J. S. MEURER…(85)

〔文献〕ガスタンカー ..... (94)

磁気的処理で罐水を除去する“ポーラー”水処理器について…チエルベル社株式会社機械金属部 (103)

〔提言〕横町の噂 ..... XYZ…(92)

〔水槽試験資料 197〕D. W. 約 15,000 トンおよび D. W. 20,000 トン  
程度の定期貨物船の模型試験 ..... 「船舶」編集室…(106)

NK コーナー ..... (110)

〔特許解説〕☆ 爆薬の推力を利用して船渠船台等の盤木を抜き出す方法  
☆ 船倉内の貨物中出装置 ☆ 冷蔵貨物空間用の甲板 ..... (111)

B&W 型高出力ディーゼル機関の開発と呼称変更 ..... (68)

写真解説 ☆ 世界最大の超起重機船  
☆ 三井造船・千葉造船所の超大型船建造ドック工事

竣工—☆ あまりりす ☆ 神山丸 ☆ 長者丸 ☆ 日豪丸 ☆ 千歳川丸 ☆ ランゲル丸  
☆ さんかるろす ☆ 東洋丸 ☆ 春星丸 ☆ ジャパン パーム ☆ ジャパン カウリ  
☆ 南星丸 ☆ WORLD NAUTILUS ☆ THORSKOG ☆ NORTHERN NAIAD  
☆ NORMANDIET ☆ MOSGULF ☆ BEDFORD ☆ OCEAN PRIMA  
☆ PASARGAD ☆ GRAFTON ☆ BRIGHT STAR ☆ TAIFONG No 2 ☆ SHINTAI



**船齢を延ばす**

**ダイメットコート®**

**塗る亜鉛メッキ**

弊社工事は最新の設備と優秀な技術によりサンドブラスト処理からスプレー塗装まで一貫した完全施工をしております。国内施工実績300万平方米。

米国アマコート会社日本総代理店

株式会社 **井上商会**

取締役社長 井上 正一

横浜市中央区尾上町5-80 TEL (68) 4021-3

修繕船 G. L. PARKHURST 号の外舷部に DIMETCOTE No. 3 (白色の部分) を施工中のもの



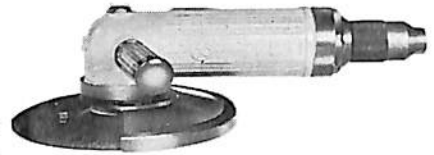
# FUJI air tools

エアーグラインダー  
日・米・英 特許



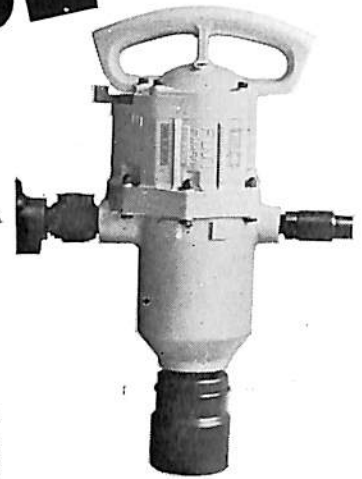
用途に応じ数十機種

乗員縮少の新造船の  
船内作業スピード化に



定評ある不二の  
**エアーツール** を

輸出船舶にも搭載され  
世界の海でも真価を発揮する



■エアーモーターは

タンカーのバルブ開閉、タ  
ラップ、ハッチカバー、ポ  
ートウインチの開閉巻上操

■インパクトレンチは

機器類のボルトナット着  
脱に

■エアーグラインダーは

船内装備機器の補修整備に

インパクトレンチ  
6mm~65mmまで各種

弊社のエアーツールは全国造船所に御採用を頂頂き我が国造船工業の発展に  
微力を盡して居ります。

造船作業に必須工具としての各種ツールを製作致して居り特にエアーグライ  
ンダーは日・米・英 特許を取得した独特の構造に依る高性能機であります。  
尚新設計等に関する御相談は弊社技術部に御相談下さい。御請求あれば、カ  
タログお送り致します。



## 不二空機株式会社

本社 大阪市東成区神路町二丁目十六番地 電話大 阪(981)代表3163~6・3153~4  
東京出張所 東京都港区芝三丁目六番12号 電話東 京(451) 3521・3726・3087  
名古屋出張所 名古屋市熱田区新尾頭町九番の十二 電話名 古屋(671) 4017・(681) 5137

## 世界最大の起重機船

浦賀重工業では、株式会社吉田組より受注製作中であった、吊上能力 1,200トン（最大荷重 1,500トン）の世界最大の固定ジブ型非自航起重機船“第23吉田丸”をこのほど完成した。

この起重機船は、3,000重量トン級貨物船を軽々と吊り上げる能力を有しており、そのクレーンの大きさは、ジブは、長さが60メートル、重さが320トンの大型構造物であるため陸上輸送ができないので、製作現場浦賀工場から組立現場の神戸港まで、海上を1週間がかりで回航されたのであった。

このジブに取りつけられる滑車は直径1.75メートル重さ1トン強のものが34個あり、さらにここに通されるワイヤロープは、直径7センチ、長さ2450メートル、その重さは46トン、この外の各種ワイヤロープを含めると総重量は100トン以上となる。

### 本船の主要目

#### 1. 起重機部

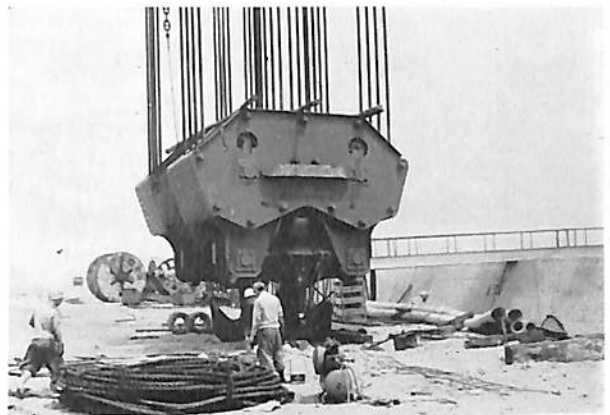
- |          |      |       |       |        |
|----------|------|-------|-------|--------|
| (1) 常用荷重 | 主巻上げ | 1200t | 最大荷重  | 1500t  |
|          | 補巻上げ | 150t  | 最大荷重  | 187.5t |
| (2) 張出距離 | 主巻上げ | 21m   |       |        |
|          | 補巻上げ | 28m   |       |        |
| (3) 揚程   | 主巻上げ | 甲板    | 45m,  |        |
|          |      | 甲板下   | 4m, 計 | 49m    |
|          | 補巻上げ | 甲板    | 48m,  |        |
|          |      | 甲板下   | 4m, 計 | 52m    |

#### 2. 船体部

長さ(垂線間) 74.0 × 幅 31.0 × 深さ 6.0 × きっ水



第23吉田丸



巨大な 1,200トンフローティングクレーンの吊り具(重量トン42×2)

3.6m (1,500トン荷重時平均)

#### 3. 機関部

- |       |         |    |
|-------|---------|----|
| 主発電機  | 500 KVA | 2台 |
| 同原動機  | 600馬力   | 2台 |
| 補助発電機 | 25 KVA  | 1台 |
| 同原動機  | 35馬力    | 1台 |



の  
船舶塗料

- C.R. マリーンペイント
- L.Z. プライマー
- 槌印船底塗料
- 槌印船底塗料R
- ニッペンジンキー
- エポタール
- Transocean Brand
- Copon Brand

大阪市大淀区大淀町北2  
東京都品川区南品川4



# 日本ペイント

航海して25ヵ月——

トップサイドの腐食防止のために、  
補修塗装をしたことがありません。



乗組員がRust-Ban® 191を気に入って  
いるのも不思議ではありません。

“Esso Zurich号”は、ラテン・アメリカから英国まで中近東からニュー・イングランドまでを就航している65,000DWTタンカーです。25ヵ月以上も激しい海上任務に携わってきましたが、船体の外装は、依然としてなめらかで、点食さえありません。腐食防止補修塗装は、全くその必要を認めないのです。

その理由は——Rust-Ban 191 プライマーでコーティングしてあるからです。

Rust-Ban 191は、タンク内部ばかりでなく、船体外部たとえば、ブート・トッピング、デッキ、その他の建造物など——をも、長期間、確実に防食する無機亜鉛“パーマネント・プライマー”です。

**エッソ・スタンダード石油**

石油化学販売部 東京都港区赤坂5丁目3番3号 TBS会館ビル 電(584)6211

腐食を強力に防ぎますので、維持費、鋼板交換費を節約することになります。

その上、自硬性ですので、硬化剤を必要としません。Rust-Ban製品にはその他、高性能塗料各種色の外装用上塗塗料がありますので、ご利用ください。

“Zurich号”は、Rust-Ban 191による防食コーティングの優秀さを実証した、数多くのEssoタンカーの一例です。あなたの船にもお使いになってはいかがでしょうか？詳しいことは、エッソ・スタンダード石油にお問い合わせください。





## 三井造船・千葉造船所の 超大型船建造ドック建設 工事



三井造船・千葉造船所の超大型船建造ドック建設工事は、写真に見られるごとく順調に進んでいる。

本年1月中旬より開始された工事は、現在ドック本体の掘さくを中心とした土木工事が施行されており、これと平行してドックの北側護岸線延長のための鋼矢板および波返し護岸のコンクリート構造物の打設工事ならびにゴライアス・クレーン軌条基礎工事が進められている。ドック本体の掘さく工事は、渠頭部、渠口部の両側から始められ、すでに中央部に至り、この4月末までに掘られた土砂の量は、1日につき4千立方メートルの割りで、すでに36万立方メートル(8屯積ダンプ車、約9万台分)に達しており、いかに大きな工事であるかが窺われる。掘さくされた土砂は、鋼矢板と現護岸との間の埋立に、また、一部は渠壁の周囲の埋戻しに使用する予定で造船所構内に仮り積みされている。

なお、完成後のこの超大型船建造ドックの主要寸法ならびに付帯設備はつぎのとおりで、今後の超大型船の主

流船型とみられる17万~30万重量トン級の船舶を最も経済的に建造できると共に、必要であれば50万重量トン型までは建造可能であり、現時点における既存または計画中のドックとしては世界最大のものととる。

1. ドック寸法  
(長さ) 400米×(幅) 72米×(深さ) 12.5米
2. ドック用クレーン  
船体ブロック運搬用 250屯吊  
ゴライアス・クレーン 2基  
(寸法 高さ 72米×幅 140米)
3. ぎ装工事用クレーン  
20屯吊塔型 2基
4. ブロック組立定盤 21,000平方メートル
5. 係船岸壁 400米  
(係船岸壁用20屯吊塔型クレーン 1基)



防蝕防錆のことならなんでもご相談ください

無機質高濃度亜鉛塗料  
**ザップコート**  
(ニッペジンキー #1000)

# 電気防蝕

性能のすぐれた新しい  
アルミニウム合金流電陽極  
ALAP

港湾施設・船舶・埋設管・地中海中鉄鋼施設・機械装置

調査 設計 施工 管理

## 中川防蝕工業株式会社

東京都千代田区神田鍛冶町2の1 (252) 3171(代)

テレックス：ナカガワボウショク TOK-222-2826

大阪(362)5855 札幌(24)2633 広島(21)5367 名古屋(962)7866 福岡(77)4664 仙台(23)7084 新潟(66)5584

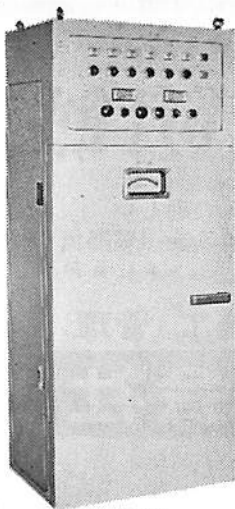
あまりりす  
(曳 船)



船主 東京海事株式会社

造船所 株式会社 来島どつく

総噸数 1,811.32 噸 純噸数 640.24 噸 船級 NK 載貨重量 1,828.57 噸  
全長 47.45 m 長(垂) 66.50 m 幅(型) 14.00 m 深(型) 6.70 m  
満載吃水 6.063 m 満載排水量 3,617.44 噸 主機 三井 B&W 642 VT 2 BF-90 型ディー  
ゼル機関 2 基 出力(連続最大) 3,300 PS×217 RPM×2 (常用) 3,000 PS×210 RPM×2  
燃料消費量 21.17 t/d 航続距離 18,002.4 海里 速力(試運転最大) 15.372 ノット  
(満載航海) 13.00 ノット 汽缶(補) 堅型コ克蘭型 5 kg/cm<sup>2</sup> 排気ガスボイラー  
7 kg/cm<sup>2</sup> 発電機 300 KVA×445 V×2 乗組員数 42 名 起工 41-7-10  
進水 41-10-13 竣工 42-2-3 特殊設備 50 T トーウィング フック×1, 50 T  
トーウィング ウィンチ×1, 100 T トーウィング ヒット×1, コルトノズル



FMA-26型

(カタログ文献謹呈)

## 光明可燃性ガス警報装置

(運輸省船舶技術研究所検定品)

LPG タンカー

プロパンガス厨房に

ケミカルタンカー

光明可燃性ガス警報器

オイルタンカー

FA型

の

爆発防止に活躍する



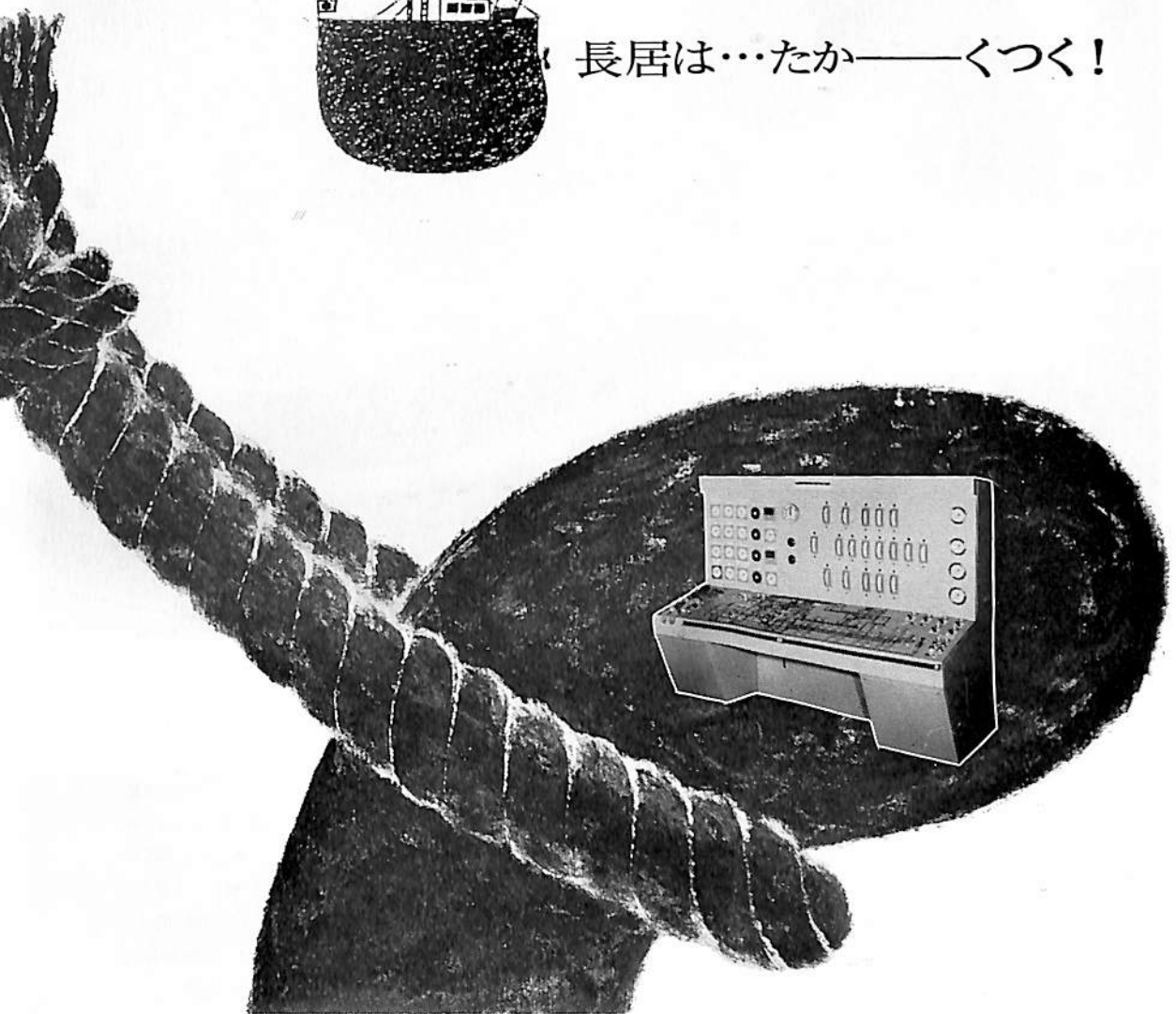
光明理化学工業株式会社

東京都目黒区中央町1-8-24 TEL (711)2176(代)

新製品



長居は…たか——くつく!



高度の技術が世界を結ぶ——



株式會社

東京計器製造所

東京都大田区南蒲田2-16 電話(732)2111(大代表)

当社は 長い伝統と信頼をもとに精密機械に新しい電子技術をとりにいれて船舶用計器 航空用計器 油圧機器 工業用計器をおもな製造品目にして世界に市場を拡げている近代的総合メーカーです

しめて——六〇〇万円也。これは二〇万トン級の大型タンカーが港に一日停泊するための費用。なにことも長居は高くつくものです。そこで、これではたまらないと、石油輸送の合理化を実現したのが東京計器の荷油遠隔縦装置。制御室にいるたった一人のオペレーターが、バルブの開閉を遠隔縦することによって、速く、安全に多量の石油を、自動的に積みおろすことができ、停泊時間はグンと短縮。長居するタンカーが、少なくなつたわけですが、ところでバーなどでの、あなたの長居はいくらにつきますか？

●営業所 ・神戸——大阪——名古屋——広島——北九州——函館——長崎 ●出張所・横浜——清水  
●提携会社・Sperry Gyroscopic Company (U.S.A.) Vickers Inc., (U.S.A.) Satchwell Controls Ltd (England) Robertshaw Contris Company (U.S.A.)  
Walter Kidde & Company Inc (U.S.A.) National Instrument Company (Australia) Sperry Products Company (U.S.A.) Bendix Aviation Corporation (U.S.A.)



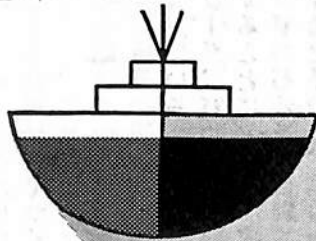


神 山 丸 (鉾石運搬船)

船 主 山下新日本汽船株式会社

造船所 日立造船・堺工場

総噸数 32,054.83 噸    純噸数 8,898.46 噸    航行区域 遠洋    船級 NK    載貨重量  
 55,228 噸    全長 219.86 m    長(垂) 210.00 m    幅(型) 32.30 m    深(型) 16.10 m  
 吃水 11.588 m    満載排水量 66,571 噸    船型 船首楼付全通一層甲板型    主機 日立 B&W  
 1074 VT 2 BF-160 型ディーゼル機関 1 基    出力(連続最大) 16,500 PS×119 RPM (常用)  
 14,025 PS×113 RPM    燃料消費量 52.9 t/d    航続距離 25,800 海里    速力(試運転最大)  
 17.232 ノット (満載航海) 15.0 ノット    発電機 675 KVA×1 575 KVA×1    貨物倉容積  
 (グリーン) 32,238 m<sup>3</sup>    燃料油倉容積 4,068.0 m<sup>3</sup>    清水倉容積 718.4 m<sup>3</sup>    旅客数 2 名  
 乗組員 37 名    起工 41-5-21    進水 42-2-1    竣工 42-4-8



船底塗装の合理化に!

**SR 船底塗料**

合成ゴム系



**東亜ペイント株式会社**

大阪府北区堂島浜通り2の4 電話(代) 362-6281  
 東京都中央区日本橋室町2の8 電話(代) 279-6441



**WORLD NAUTILUS** (ばら積貨物船) 船主 **CAPRICORN SHIPPING CO.** (リベリア)  
 造船所 石川島播磨重工・相生工場 長(垂) 184.0 m 幅(型) 28.2 m 深(型) 16.6 m  
 吃水 11.325 m 総噸数 25,800 噸 載貨重量 40,098 噸 速力 14.55 ノット 主機 IHI スルザ  
 ー 7 RD 86 型ディーゼル機関 1 基 出力 11,200 PS 船級 AB 起工 41-12-5 進水 42-2-21  
 竣工 42-4-24



**NORTHERN NAIAD** (ばら積貨物船) 船主 **AMBER SHIPPING CO.** (リベリヤ)  
 造船所 三井造船・玉野造船所 長(垂) 180.00 m 幅(型) 28.956 m 深(型) 16.750 m 吃水  
 11.430 m 総噸数 22,599 噸 載貨重量 41,653 噸 速力(試) 16.2 ノット 主機 三井 B&W  
 774-VT 2 BF-160 型ディーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 11,500 PS×119 RPM 船級 AB  
 起工 41-11-21 進水 42-2 竣工 42-5-12



THORSKOG (油槽船) 船主 A/S THOR DAHL (ノルウェー) 造船所 三井造船・千葉造船所  
 長(垂) 260.604 m 幅(型) 38.938 m 深(型) 18.593 m 吃水 14.112 m 総噸数 54,704.77 噸  
 載貨重量 101,469 噸 速力(試) 16.61 ノット 主機 三井 B&W 1084-VT 2 BF-180 型ディーゼル  
 機関 1 基 出力(連続最大) 23,000 PS×114RPM 船級 NV 起工 41-10-27 進水 42-3  
 竣工 42-4-24

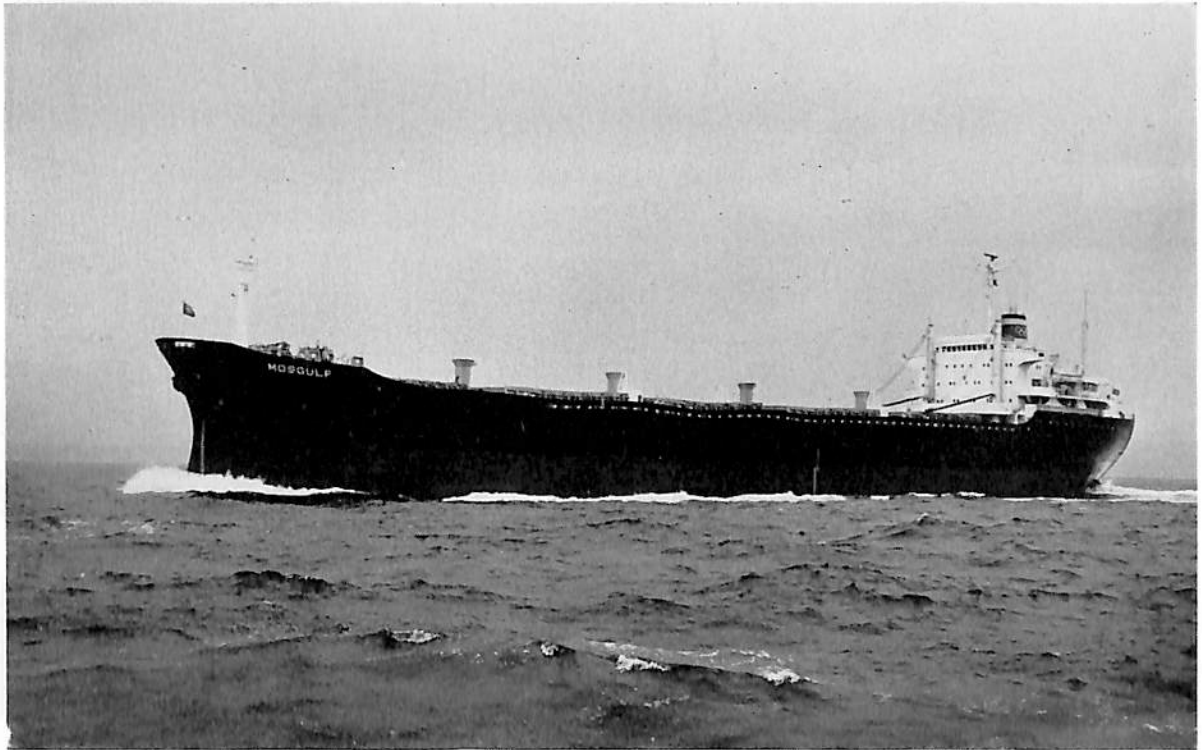


長者丸 (油槽船) 船主 シェル船舶株式会社 造船所 三菱重工・長崎造船所  
 長(垂) 256.0 噸 幅(型) 42.5 m 深(型) 20.6 m 吃水 15.815 m 総噸数 64,338 噸  
 載貨重量 122,811 噸 速力 16.4 ノット 主機 M.T.P. 出力 24,000 PS 船級 LR  
 起工 41-10-6 進水 41-12-25 竣工 42-4-26





NORMANDIET (ばら積貨物船) 船主 DET DANSK FRANSICE DAMPSKIPSSLSKAB (デンマーク)  
 造船所 株式会社 藤永田造船所 総噸数 15,572.23 噸 純噸数 8,997.75 噸 船級 LR 載貨重量  
 25,046 噸 全長 178.000 m 長(垂) 168.000 m 幅(型) 22.860 m 深(型) 13.700 m 吃水  
 10.175 m 満載排水量 31,935 噸 主機 三井 B&W 674 VT 2 BF-160 型ディーゼル機関 1 基 出力  
 9,000 PS×115 RPM 速力 15.0 ノット 貨物倉容積(グレーン) 31,430.31 m<sup>3</sup> 燃料油倉容積  
 1,644 m<sup>3</sup> 清水倉容積 268 m<sup>3</sup> 乗組員 40 名 起工 41-10-20 進水 42-1-28 竣工 42-5-8



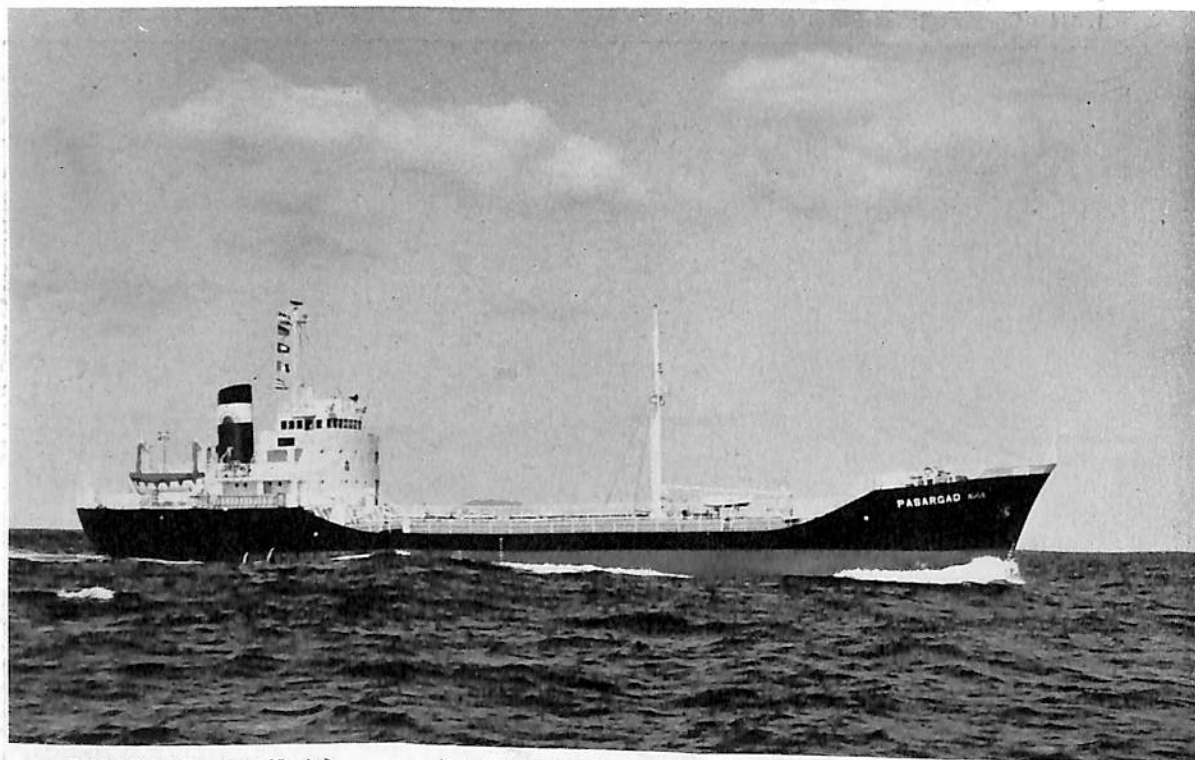
MOSGULF (ばら積貨物船) 船主 MOSBULKERS (ノルウェー) 造船所 浦賀重工・浦賀工場  
 長(垂) 158.0 m 幅(型) 24.8 m 深(型) 15.0 m 吃水 10.99 m 総噸数 17,345 噸  
 載貨重量 26,800 噸 速力(試) 16.73 ノット 主機 浦賀スルザー 7 RD 76 型ディーゼル機関 1 基  
 出力 10,500 PS×119 RPM 船級 NV 起工 41-11-1 進水 42-2-10 竣工 42-4-15





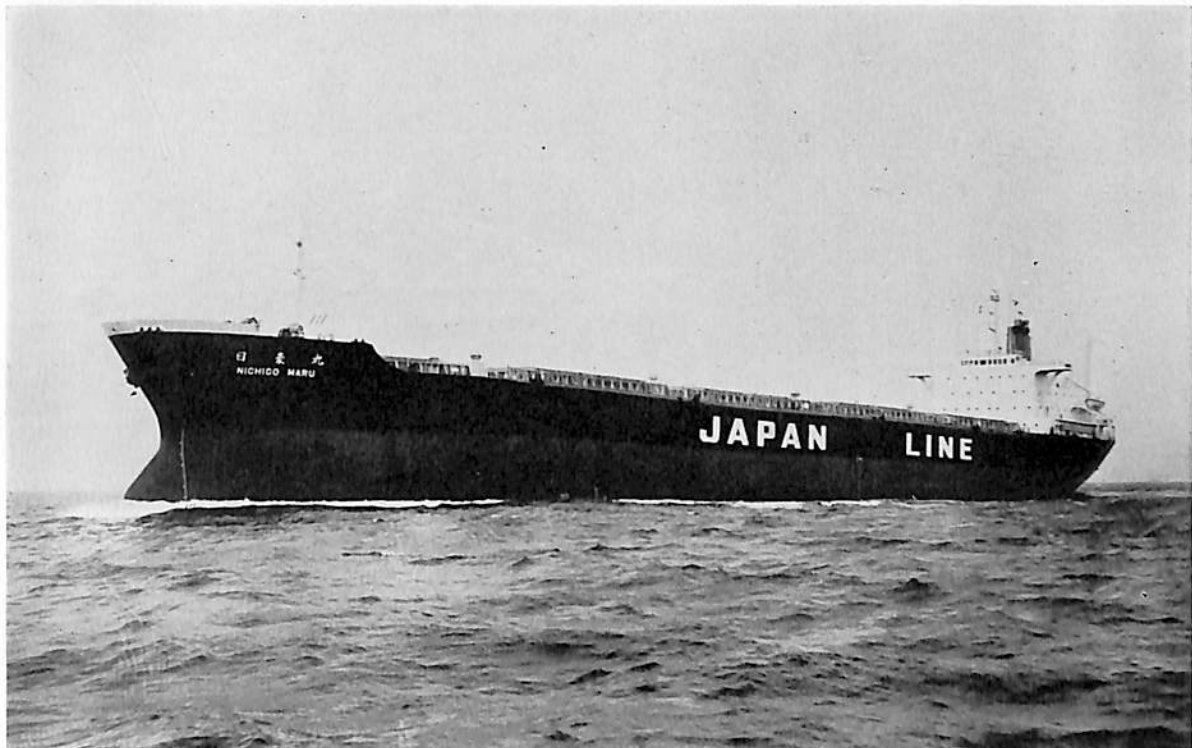
**BEDFORD** (油槽船) 船主 **BLANDFORD SHIPPING CO.** (イギリス)

造船所 佐世保重工・佐世保造船所 全長 270.00 m 長(垂) 260.00 m 幅(型) 39.00 m  
 深(型) 18.60 m 吃水 14.43 m 総噸数 54,059.95 噸 載貨重量 103,785.00 噸 速力 15.6  
 ノット 主機 IHI-GE タービン 1 基 出力(最大) 20,500 PS 船級 NV 起工 41-9-26  
 進水 41-12-29 竣工 42-4-26

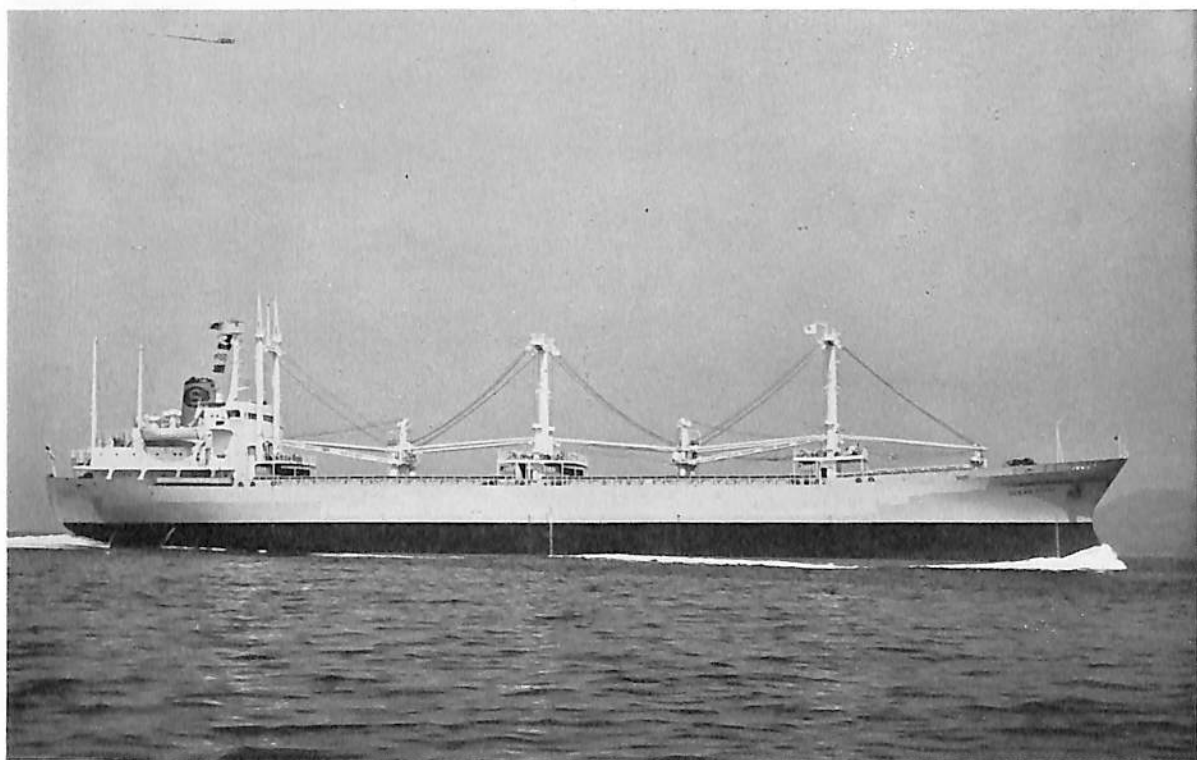


**PASARGAD** (油槽船) 船主 **NATIONAL IRANIAN TANKER.** (イラン)

造船所 林兼造船株式会社 下関造船所 総噸数 986.45 噸 純噸数 594.28 噸 船級 LR 載貨重量  
 1,647.05 噸 全長 68.00 m 長(垂) 62.00 m 幅(型) 10.20 m 深(型) 5.20 m 吃水 4.80 m  
 満載排水量 2,255 噸 主機 阪神ディーゼル製 4 サイクル単動可逆転式ディーゼル機関 1 基 出力  
 850 PS×313 RPM 速力 10.705 ノット 貨物油タンク容積 (グリーン) 1,901.20 m<sup>3</sup> 燃料油倉容積  
 106.41 m<sup>3</sup> 清水倉容積 66.14 m<sup>3</sup> 乗組員 24 名 起工 41-11-19 進水 42-1-12 竣工 42-2-28



日 豪 丸 (貨物船) 船主 ジャパンライン株式会社 造船所 三菱重工・神戸造船所  
 長(垂) 184.0 m 幅(型) 29.5 m 深(型) 16.7 m 吃水 11.10 m 総噸数 26,000 噸  
 載貨重量 41,000 噸 速力 16.6 ノット 主機 三菱スルザー 8RD 76型ディーゼル機関 1 基  
 出力 12,800 PS 船級 NK 起工 41-9-1 進水 41-12-28 竣工 42-4-28



OCEAN PRIMA (貨物船) 船主 OCEAN SHIPPING & ENTERPRISES (ホンコン)  
 造船所 三菱重工・下関造船所 長(垂) 129.0 m 幅(型) 20.0 m 深(型) 12.6 m 吃水 8.65 m  
 総噸数 9,250 噸 載貨重量 13,500 噸 速力 14.0 ノット 主機 三菱MAN K 6 Z<sup>60</sup>/105 C型ディーゼル機関 1 基  
 出力 5,600 PS 船級 AB 起工 41-10-6 進水 41-12-27  
 竣工 42-4-18



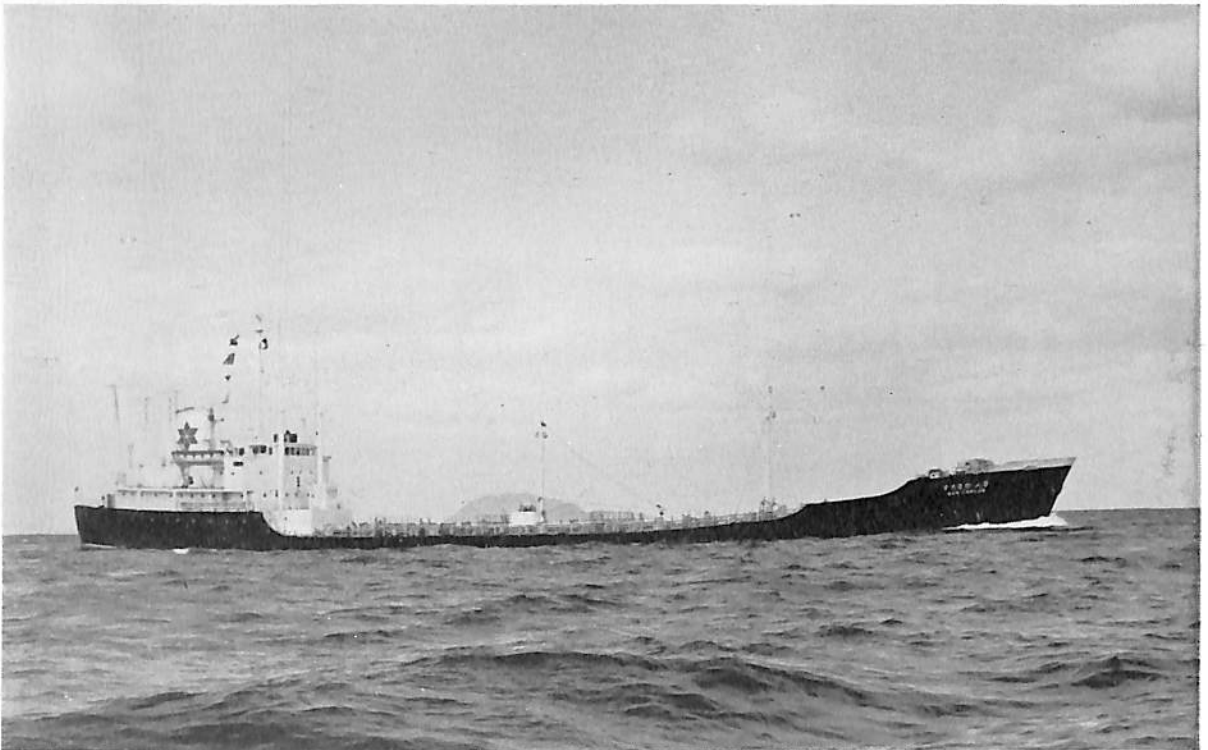
千歳川丸 (鉱石兼油運搬船) 船主 川崎汽船株式会社 造船所 三菱重工・広島造船所  
 長(垂) 226.0m 幅(型) 36.0m 深(型) 19.1m 吃水 12.8m 総噸数 45,000噸 載貨重量  
 72,900噸 速力 16.9ノット 主機 三菱スルザー 8RD90型ディーゼル機関1基 出力 18,400PS  
 船級 NK 起工 41-11-30 進水 42-2-26 竣工 42 5-15



GRAFTON (ばら積兼油運搬船) 船主 PENSULAR & ORIENTAL STEAM NAVIGATION(イギリス)  
 造船所 日立造船・堺工場 総噸数 43,329.79噸 純噸数 27,003.79噸 船級 LR 載貨重量  
 73,829噸 全長 251.0m 長(垂) 244.0m 幅(型) 31.70m 深(型) 19.05m 吃水 13.8495m  
 満載排水量 92,915噸 主機 日立B&W984-VT2BF-180型ディーゼル機関1基 出力 17,600PS  
 ×108RPM 速力 15.0ノット 貨物倉容積(グリーン) 82,520m<sup>3</sup> 燃料油倉容積 4,457m<sup>3</sup>  
 清水倉容積 517m<sup>3</sup> 乗組員数 71名 起工 41-8-2 進水 42-1 8 竣工 42-4-26



ランゲル丸 (パルプ兼木材運搬船) 船主 山下新日本汽船株式会社 造船所 日立造船・向島工場  
 総噸数 11,580.60 噸 純噸数 7,523.46 噸 船級 NK 載貨重量 15,830 噸 全長 149.50 m  
 長(垂) 140.0 m 幅(型) 21.80 m 深(型) 11.60 m 吃水 8.893 m 満載排水量 20,809 噸  
 主機 日立 B&W 662 VT 2 BF-140 型ディーゼル機関 1 基 出力 6,120 PS×132 RPM 速力(試) 14.2  
 ノット 貨物倉容積(ベール) 21,547 m<sup>3</sup> (グリーン) 22,673 m<sup>3</sup> 燃料油倉容積 1,085.9 m<sup>3</sup> 清水倉容積  
 602.7 m<sup>3</sup> 乗組員数 34 名 起工 41-9-1 進水 41-12-19 竣工 42-3-17

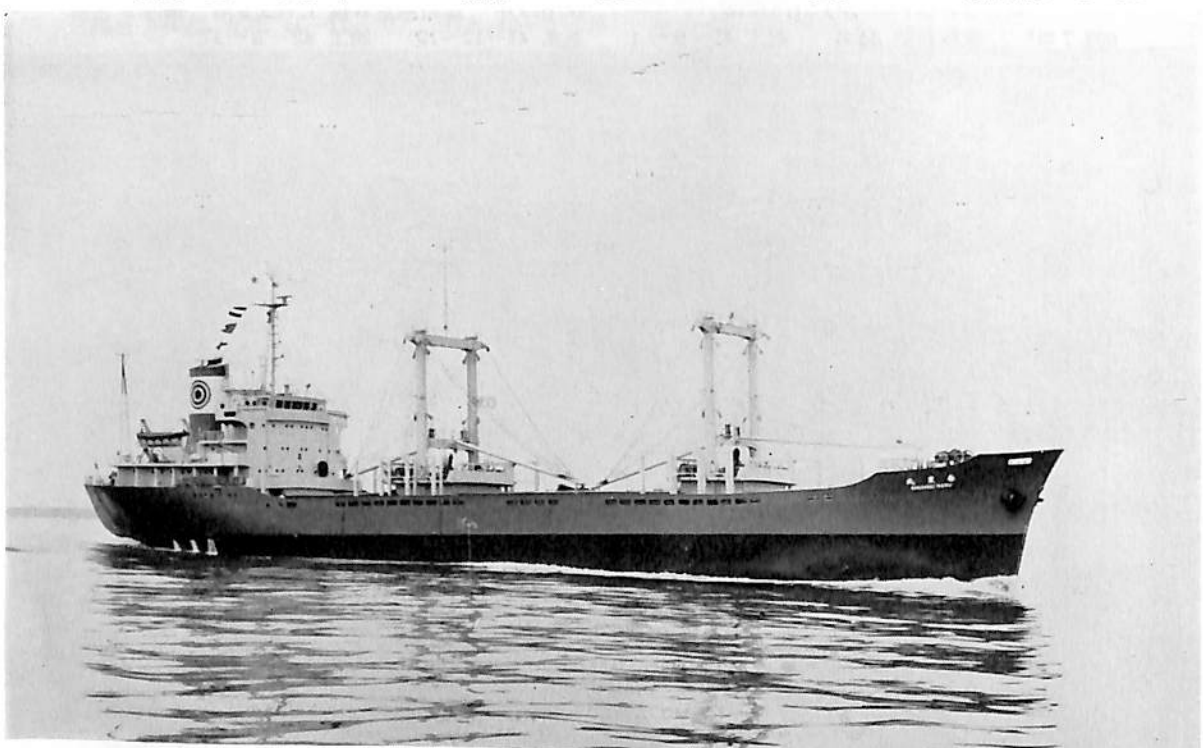


さんかるろす (ケミカルタンカー) 船主 永井海運・扶美海運 造船所 林兼造船・下関造船所  
 総噸数 3,585.66 m 純噸数 2,103.84 噸 船級 NK 載貨重量 5,809.79 噸 全長 109.75 m  
 長(垂) 102.00 m 幅(型) 15.20 m 深(型) 7.80 m 吃水 6.534 m 満載排水量 7,781.0 噸 主機  
 林兼造船製三菱 7 UET<sup>45/75</sup> 型ディーゼル機関 1 基 出力 2,680 PS×213 RPM 速力 12.25 ノット  
 貨物倉容積(グリーン) 6,482.295 m<sup>3</sup> 燃料油倉容積 642.07 m<sup>3</sup> 清水倉容積 241.48 m<sup>3</sup> 乗組員数  
 27 名 起工 41-9-27 進水 41-12-20 竣工 42-2-9

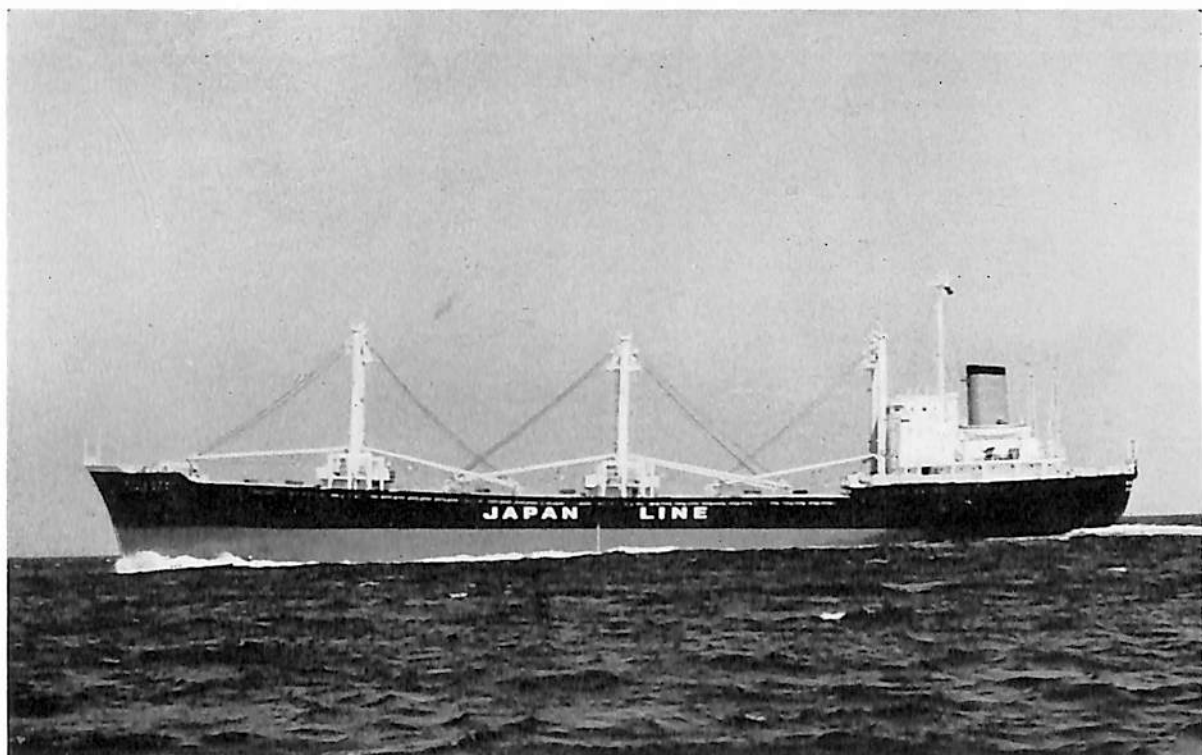




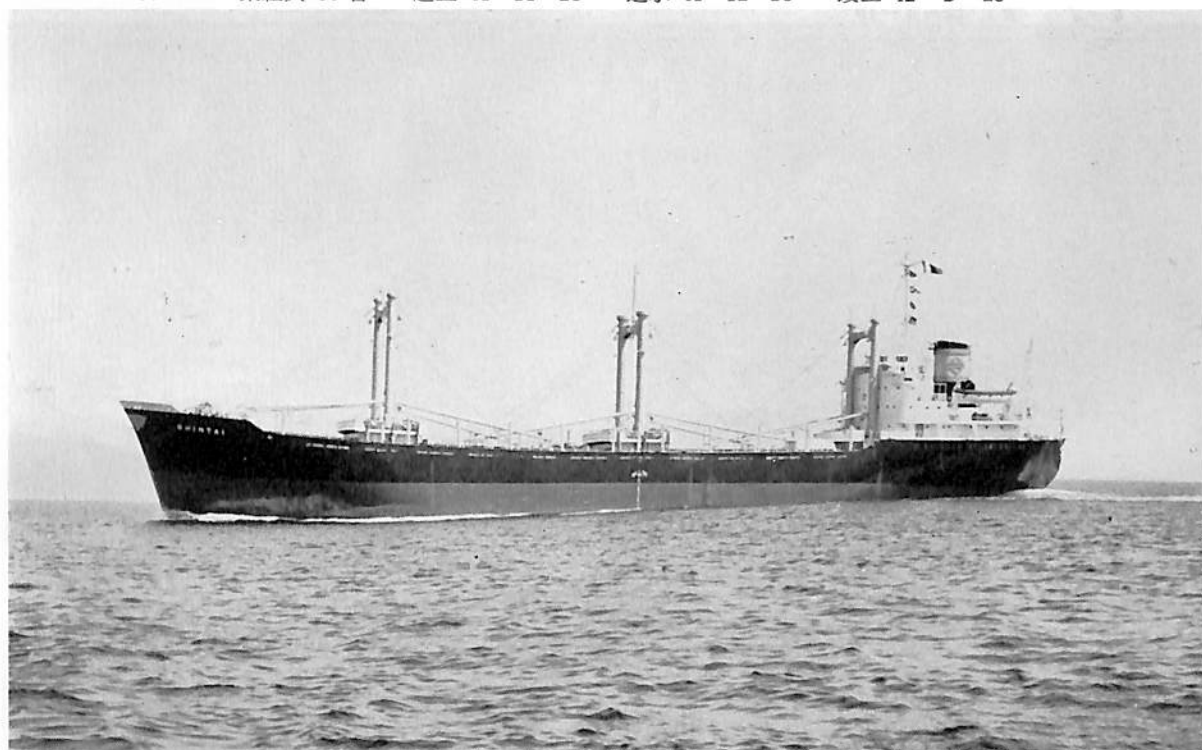
東洋丸 (木材運搬船) 船主 太平洋海運株式会社 造船所 佐世保重工・佐世保造船所  
 全長 139.80 m 長(垂) 130.00 m 幅(型) 21.00 m 深(型) 11.20 m 吃水 8.40 m 総噸数  
 8,581.19 噸 載貨重量 13,945 噸 速力(公試) 17.71 ノット 主機 三菱宇部 UEC<sup>65</sup>'<sub>135</sub> 型ディー  
 ゼル機関 1 基 出力 7,200 PS 船級 NK 起工 41-10-31 進水 42 2 竣工 42-4-24



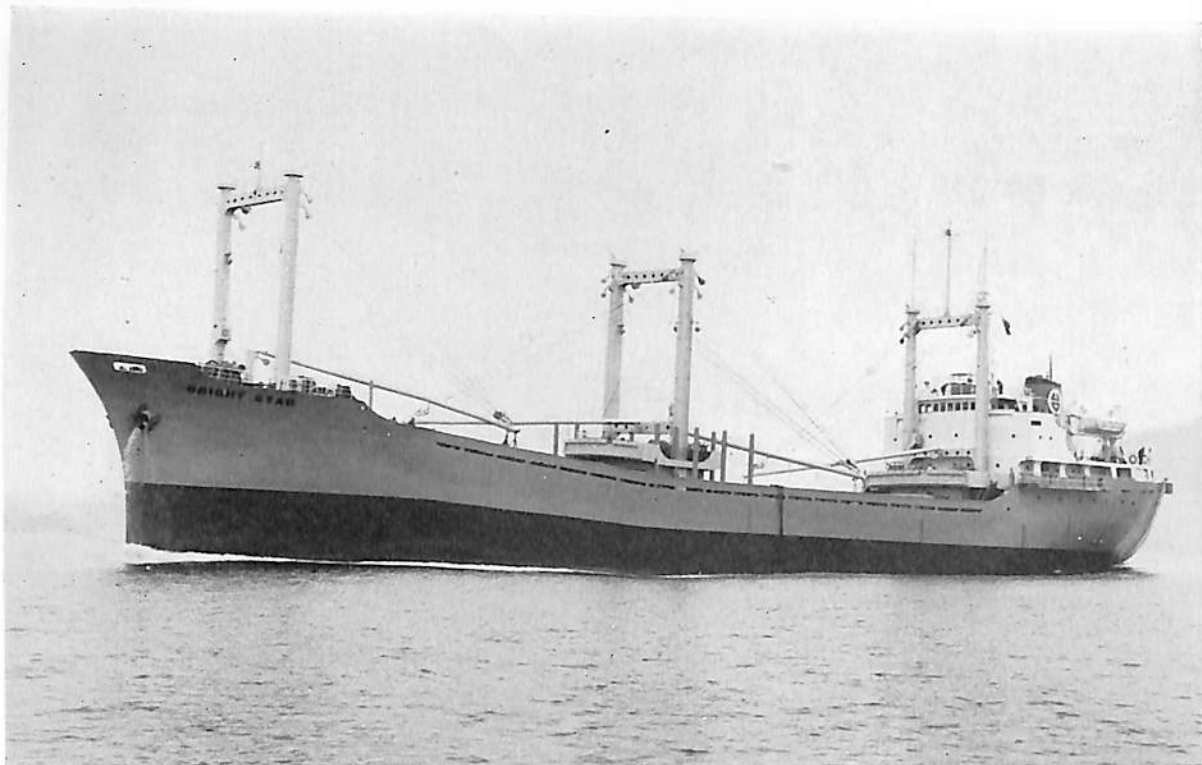
春星丸 (木材運搬船) 船主 三光汽船株式会社 造船所 林兼造船株式会社 下関造船所  
 総噸数 4,029.11 噸 純噸数 2,450.56 噸 船級 NK 載貨重量 5,998.30 噸 全長 108.70 m  
 長(垂) 100.40 m 幅(型) 16.40 m 深(型) 8.20 m 吃水 6.589 m 満載排水量 8,113.00 噸  
 主機 日立 B&W 642-VT 2 BF-90 型ディーゼル機関 1 基 出力 3,000 PS × 210 RPM 燃料消費量  
 12.6 t/d 速力 12.7 ノット 貨物倉容積(ベール) 7,730.06 m<sup>3</sup> (グレーン) 8,037.94 m<sup>3</sup> 燃料油  
 倉容積 665.03 m<sup>3</sup> 清水倉容積 165.95 m<sup>3</sup> 乗組員 28 名 起工 41-12-17 進水 42-2-10  
 竣工 42-4-4



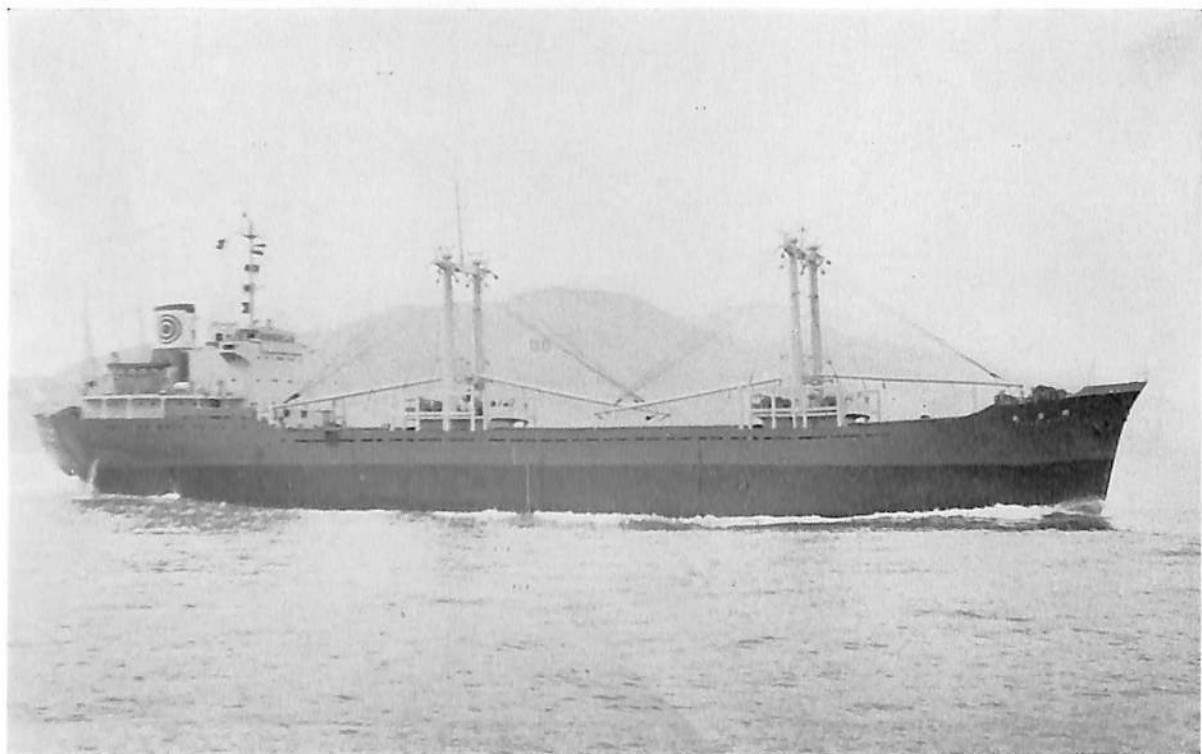
**ジャパン バアム (貨物船)** 船主 ジャパンライン株式会社 造船所 株式会社 臼杵鉄工所 佐伯造船所  
 総噸数 4,422.77 噸 純噸数 2,928.26 噸 船級 NK 載貨重量 6,585.38 噸 全長 114.24 m  
 長(垂) 105.00 m 幅(型) 16.60 m 深(型) 8.40 m 吃水 6.825 m 満載排水量 8,785.00 噸  
 主機 神発製 6 UET<sup>45/75</sup> C 型ディーゼル機関 1 基 出力 2,975 PS×218 RPM 速力 12.5 ノット  
 貨物倉容積(ベール) 8,418.30 m<sup>3</sup> (グリーン) 9,498.64 m<sup>3</sup> 燃料油倉容積 558.22 m<sup>3</sup> 清水倉容積  
 552.59 m<sup>3</sup> 乗組員 36 名 起工 41-11-25 進水 41-12-28 竣工 42-2-25



**SHINTAI (貨物船)** 船主 NEW TAIWAN MARINE TRANSPORTATION (リベリア)  
 造船所 臼杵鉄工所・佐伯造船所 総噸数 4,009.23 噸 純噸数 2,810.65 噸 船級 CR 載貨重量  
 6,174.05 噸 全長 109.80 m 長(垂) 101.90 m 幅(型) 16.00 m 深(型) 8.10 m 吃水 6.621 m  
 満載排水量 8,172.00 噸 主機 神発製 単動 2 サイクル トランクピストン ユニフロー掃気自己逆転式排気  
 タービン過給機付ディーゼル機関 1 基 出力 2,805 PS×227 RPM 速力 13.0 ノット 貨物倉容積  
 (ベール) 7,947.90 m<sup>3</sup> (グリーン) 8,536.91 m<sup>3</sup> 燃料油倉容積 433.54 m<sup>3</sup> 清水倉容積 440.40 m<sup>3</sup>  
 乗組員数 45 名 起工 41-11-3 進水 42-1-28 竣工 42-4-15



**BRIGHT STAR** (雑貨兼木材運搬船) 船主 明合輪船股份有限公司(中国) 造船所 常石造船株式会社  
 総噸数 2,998.54 噸 純噸数 1,944.17 噸 船級 CR 載貨重量 4,870.38 噸 全長 101.610 m  
 長(垂) 93.64 m 幅(型) 14.80 m 深(型) 7.50 m 吃水 6.2445 m 満載排水量 6,588.18 噸  
 主機 赤坂 KD 8 SS 単動 4 サイクル無気噴油トランクピストン型スーパー付ディーゼル機関 1 基 出力  
 2,433 PS×237 RPM 速力 14.783 ノット 貨物倉容積(ベール) 5,992.236 m<sup>3</sup> (グリーン) 6,284.608 m<sup>3</sup>  
 燃料油倉容積 280.68 m<sup>3</sup> 清水倉容積 396.33 m<sup>3</sup> 乗組員数 40 名 起工 41-12-15 進水 42-  
 3-7 竣工 42-4-19



**南 星 丸** (雑貨兼木材運搬船) 船主 三光汽船株式会社 造船所 株式会社 金指造船所  
 総噸数 4,009.03 噸 純噸数 2,449.59 噸 船級 NK 載貨重量 6,121.00 噸 全長 103.60 m  
 長(垂) 101.90 m 幅(型) 16.20 m 深(型) 8.20 m 吃水 6.50 m 満載排水量 8,165.00 噸  
 主機 IHI-ビールスライック 8 PC 2 U 型ディーゼル機関 1 基 出力 3,105 PS×410 RPM 速力 13  
 ノット 貨物倉容積(ベール) 8,374.65 m<sup>3</sup> (グリーン) 8,975.50 m<sup>3</sup> 燃料油倉容積 23 kt 清水  
 倉容積 997 kt 乗組員 28 名 起工 41-11-15 進水 42-2-6 竣工 42-4-13



ジャパン カウリ (貨物船) 船主 ジャパンライン株式会社 造船所 石川島播磨重工・相生工場  
 長(垂) 130.0 m 幅(型) 19.2 m 深(型) 11.5 m 吃水 8.7 m 総噸数 7,200 噸 載貨重量  
 9,555 噸 速力 16.2 ノット 主機 IHI スルザー-6RD68 型ディーゼル機関1基 出力 7,200 PS  
 船級 NK 起工 41-9-1 進水 41-12-3 竣工 42-2-21

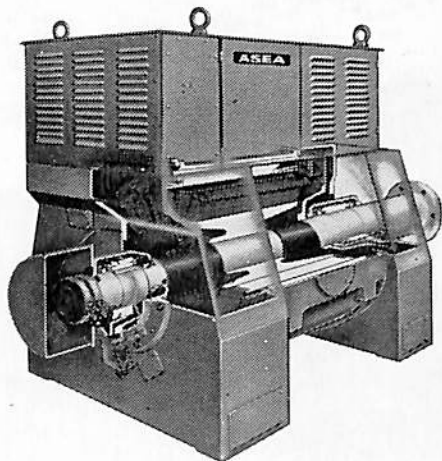


TAIFONG No.2 (貨物船) 船主 台湾海運股份有限公司(中華民國) 造船所 株式会社 来島どつく  
 総噸数 4,025.88 噸 純噸数 2,724.70 噸 船級 CR 載貨重量 6,353.97 噸 全長 110.90 m 長(垂)  
 101.00 m 幅(型) 16.40 m 深(型) 8.20 m 吃水 6.711 m 満載排水量 8,520.70 噸 主機  
 三菱 6UD-45 型 2 サイクル トランクピストン 型ディーゼル機関 1 基 出力 2,970 PS × 227 RPM 速力  
 13.2 ノット 貨物倉容積(ベール) 8,045.97 m<sup>3</sup> (グリーン) 8,451.19 m<sup>3</sup> 燃料油倉容積 553.77 m<sup>3</sup>  
 清水倉容積 205.97 t 乗組員 38 名 起工 41-11-16 進水 42-1-14 竣工 42-3-54



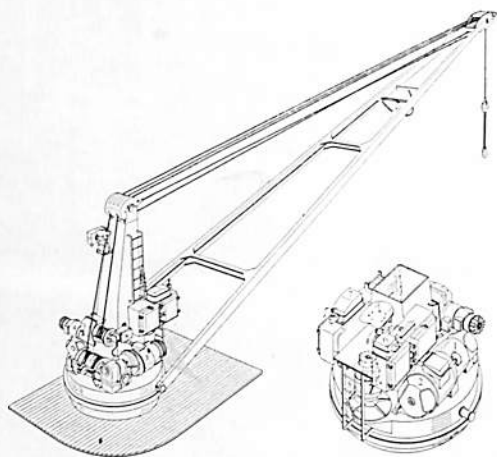
# ASEA — 船舶運航の合理化に

● マリン・ゼネレーター ● デッキクレーン ● リングトードクター



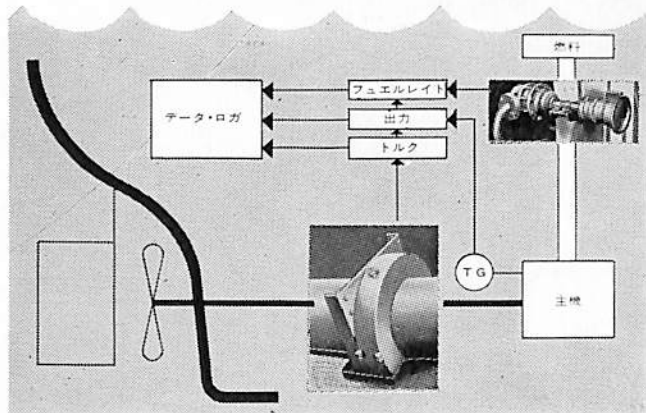
## ● マリン・ゼネレーター

ASEA船用交流発電機の新シリーズGADには、発電機分野におけるアセアの豊かな経験が結晶しています。ディーゼル・エンジンとタービン駆動のふたつに適する機能的な設計。

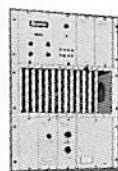


## ● 電動式デッキクレーン

抜群の信頼性を誇るASEAのデッキクレーンは、電気機器の単純化、制御装置の簡易化によるコンパクトな設計で、船舶の荷役作業時間を大幅に短縮します。



■ 詳細は、弊社船舶機械部へお問い合わせください。



## ● リングトードクター

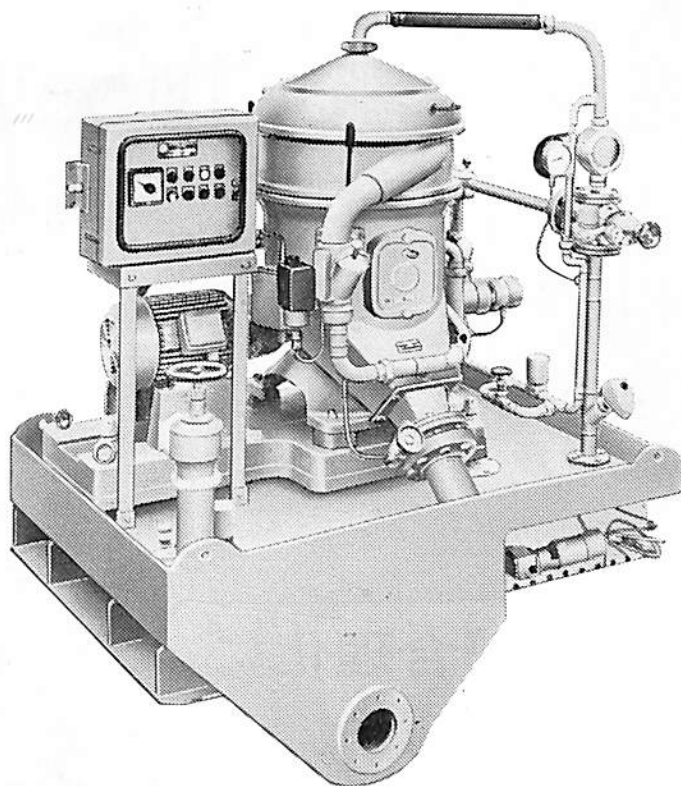
リングトードクターは、プロペラシャフトに加わるストレスを電磁的に検出し、トルクを測定する画期的な装置。可動部分がまったくなく高度の信頼性と再現性を備えています。

# ガ德里ウス

日本総代理店 ガ德里ウス株式会社  
東京都港区元赤坂 1-7-8 電話 03) 403 2141(大代)

神戸市生田区浪花町27 興銀ビル 電話 078) 39 7251(大代)  
● 出張所 — 札幌 ・ 名古屋 ・ 福岡

# THRIGE-TITAN 船用油清浄機



## コンパクトなパッケージ・ユニット 完全自動洗浄装置つき、TITANスーパージェクター

定評ある TITAN 船舶用清浄機に、新しく開発されたパッケージ・ユニットが登場。オイル・インレット及びアウトレット配管後、直ちに稼働できる新型です。造船所の据付けコスト節減の要望に自信をもっておこなえるデザインです。

■場所の節約—たとえば、スラッジタンク、オイルヒータの配管関係機器は、すべて共通台板に設置され、ウォーター・アウトレットはスラッジタンクに配管されています。

■先行機装の手間をはぶく—バルブ計器類は共通台にセット済みで、船体に溶接するだけ。

■据付け時間の短縮、設置失敗の防止—配管・配線をまとめた最も完成されたユニット。

■運転の問題、調整の問題を解決—完全自動制御装置及びオイルヒータを内蔵。

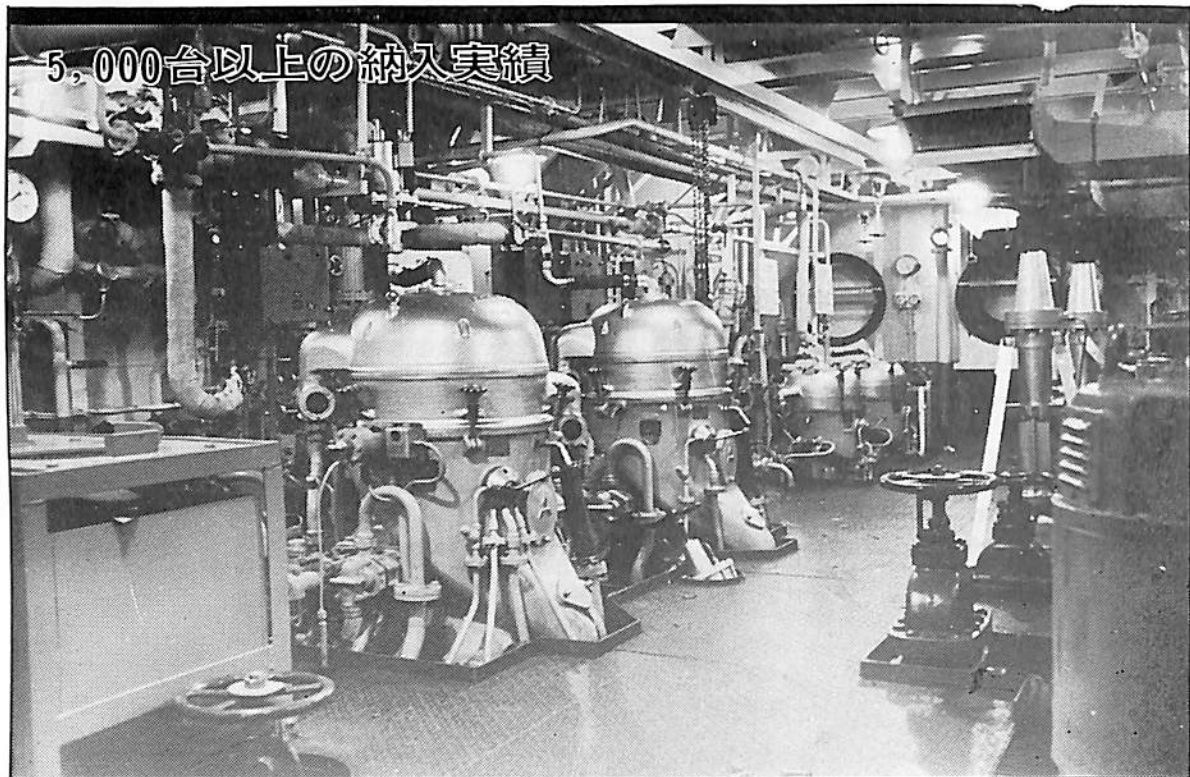
数々の長所をもつトリゲ・チタンのパッケージ・ユニットは、造船所経費を節減し、船主、乗船員の方に故障しらずのサービスをお約束します。

■カタログ、図面、価格など詳しいことは弊社船舶機械部へ

## ガデリウス

日本総代理店 ガデリウス株式会社  
東京都港区元赤坂1-7-8 電話(03)403 2141(大代)

神戸市生田区浪花町27 興銀ビル 電話(078)39 7251(大代)  
●出張所———札幌・名古屋・福岡



各船舶の機関部合理化に

# 三菱セルフジェクター

自動排出遠心分離機

回転体内に推積した固形分を運転を止めずに瞬間的に排出する，わが国で初めての分離板型連続遠心機であります。

(SJ-2型, SJ-3型, SJ-5型, SJ-6型)

遠心分離機の総合メーカー



三菱化工機株式会社

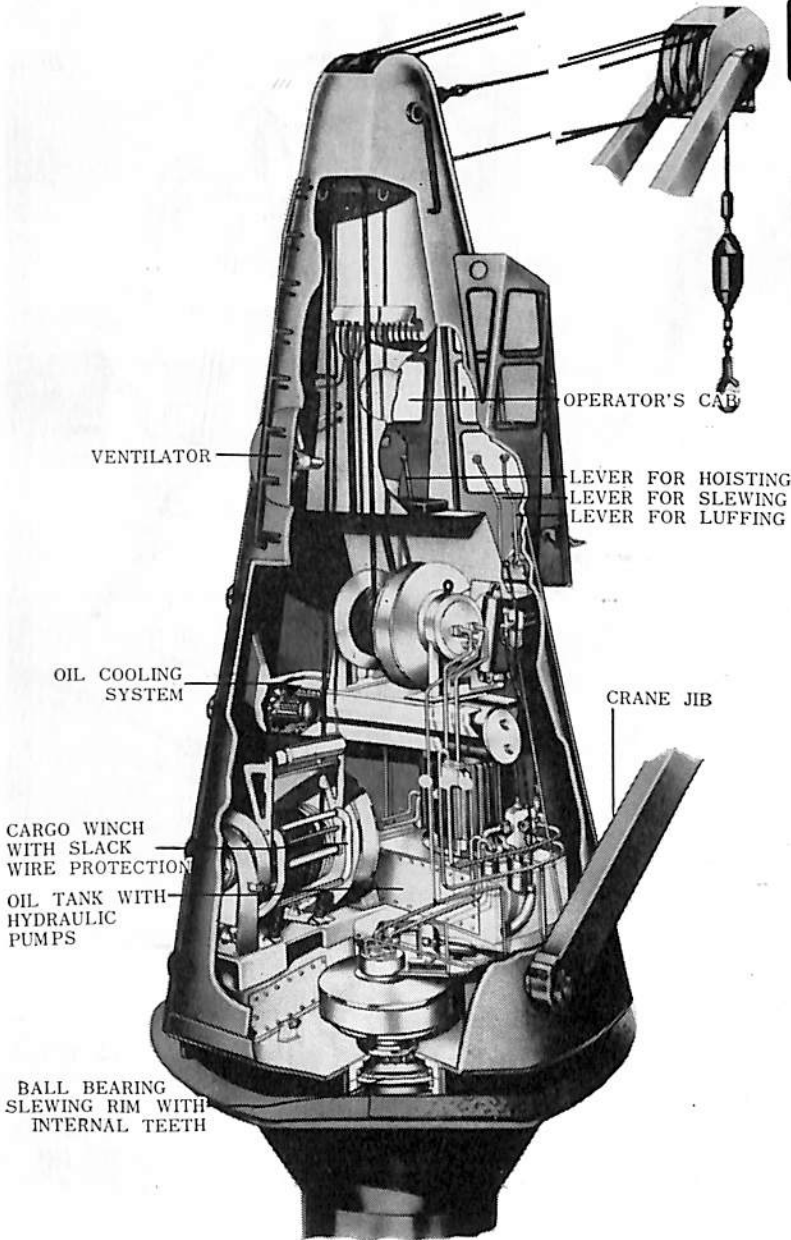
営業第2部

本社 東京丸ノ内 TEL (212)0611(代)

# Electro-hydraulic deck cranes

ヘグラント無段変速式 電動油圧 デッキ・クレーン

**NIKKO-HÄGGLUNDS**



ヘグラント電動油圧デッキクレーンは、標準型として、力量3 tonから15tonまで各種、ジブの最大半径12mから22mまで各種のがあります。

作動はすべてヘグラント製の高トルク 低速油圧モータによっており、減速用歯車装置は必要としません。

クレーンは水平に作動し、また過負荷に対する保護装置として簡単でしかも信頼性の高い安全弁を備えており全く安全であります。

駆動装置は連続定格、3相籠型電動機で、船内電源に対して起動時突入負荷を与えないよう設計されております。



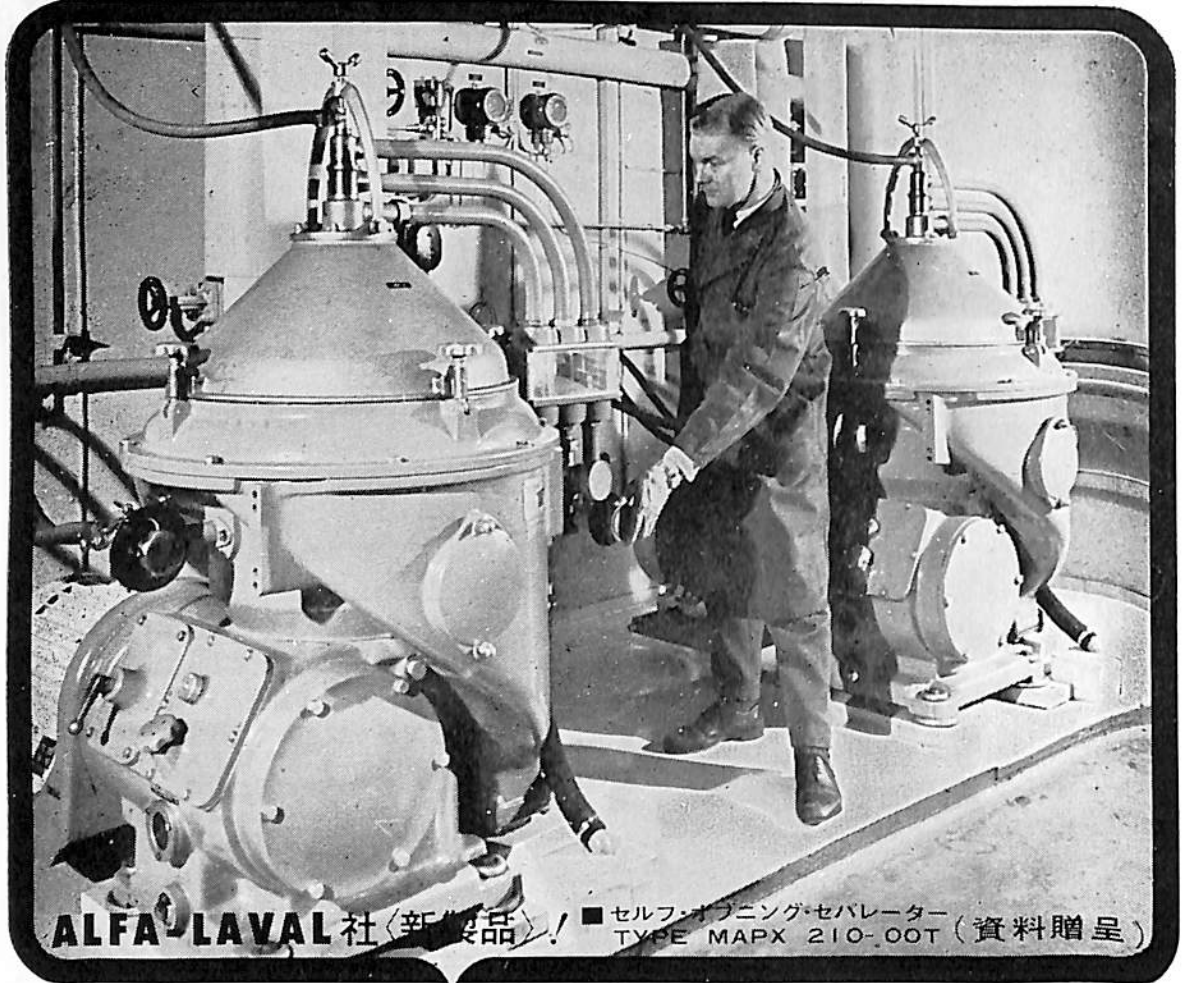
株式会社 日本製鋼所

東京都千代田区有楽町1-12日比谷三井ビル 電話(501)6111(大代表)  
 営業所 大阪市北区中之島22 電話(203)3661(代表)  
 福岡市天神町2-14-13・名古屋市中区錦1-4-5  
 出張所 札幌市南1条西3・新潟市東大通り1-2-5



# 油清浄機

技術提携先. **ALFA-LAVAL A.B.** Tumba S.Weden



ALFA-LAVAL 社 (新製品)! ■セルフ・オープニング・セパレーター TYPE MAPX 210-00T (資料贈呈)

□燃料油清浄機 (ディーゼル油用バ  
ンカー油用) / 潤滑油清浄機 (ディー  
ゼル及タービン用) / 各種遠心分離機



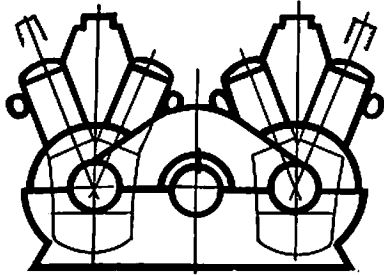
瑞典アルファラバル会社日本総代理店

**長瀬産業株式会社** / 機械部

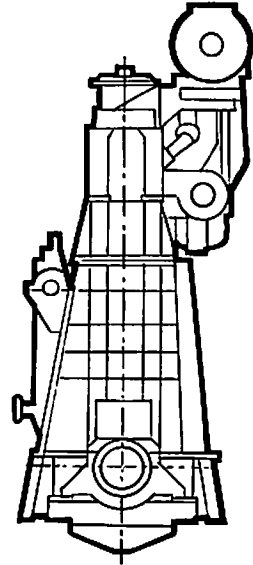
■本 社 大阪市南区塩町通4-26東和ビル  
電 話 (252) 1 3 1 2大代表  
■東京支店 東京都中央区日本橋本町2-20小西ビル  
電 話 (662) 6 2 1 1大代表

■製作及整備工場  
京 都 機 械 株 式 会 社 分 離 機 工 場  
京 都 市 南 区 吉 祥 院 御 池 町 3 1  
電 話 (68) 6 1 7 1 代 表

# ご計画の中の新造船にはどちらの粗悪油運転 ディーゼル機関を採用なさいますか？



MAN中速4サイクル機関減速機付き



MAN低速2サイクルクロスヘッド機関

今日の海運業界での成功には関係者皆さまの推進機関についての十分な研究が不可欠です。機関速度の選択は一つの重要な問題です。70年前に世界最初のディーゼル機関を世に出したMAN社は、皆さまが適切な決定をされるのにご協力できます。MAN社は粗悪油運転可能な中速および低速の両ディーゼル機関を船用主機として製造し、数年にわたる運航実績をもつ唯一の会社です。

したがって、MAN社は、その豊かな経験を通して皆さまのご要求に応じ、中正で正確な資料をもとに適格な機関をおすすめできます。この開発はMAN社が船主各位により良い機関を提供するための長年にわたる研究にもとづくものです。

# M·A·N

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AKTIENGESELLSCHAFT AUGSBURG WORKS

日本代表

P. フォンモーボーシ

東京C. P. O. Box 68

ライセンサー

川崎重工業株式会社 神戸／明石

三菱重工業株式会社 東京／横浜

# 新しい操船装置!!

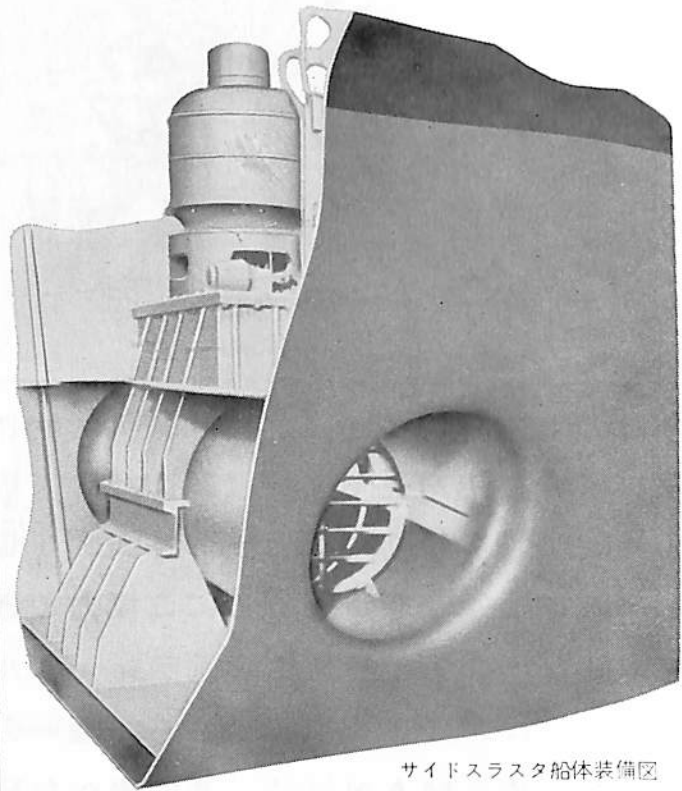
## 軽量・小型・高効率の 川崎ビッカーズ式 サイドスラスト

船舶の自動化、合理化に貢献する川崎重工は、新しい操船装置として注目を集めている川崎ビッカーズ式サイドスラストを製作しています。川崎ビッカーズ式サイドスラストは船体の水面下に設けられた横穴からジェット水流を噴出させ、その反動によって横推力を出します。これにより船舶の操船、離着岸を人手少なくしかも容易にします。

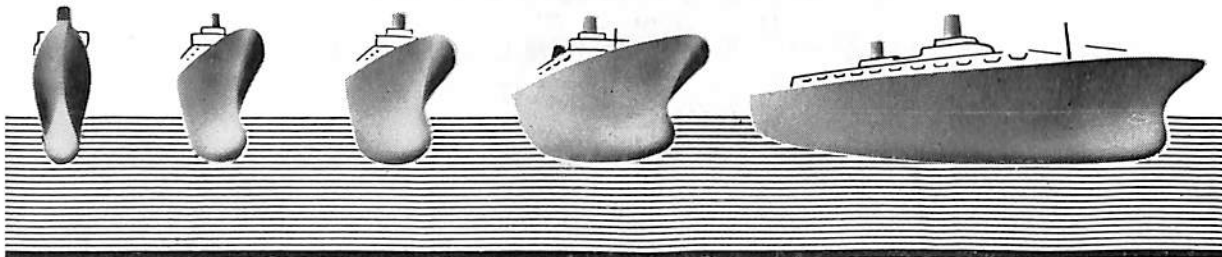
その性能は川崎重工の総合技術を結集していますので必ずご満足いただけます。

### 特長

- 構造が簡単
- 装置全体を海上で取りはずすことができる
- 効率がよい
- 操船が楽になる
- 左舷・右舷両方向とも同じスラストが得られる



サイドスラスト船体装備区



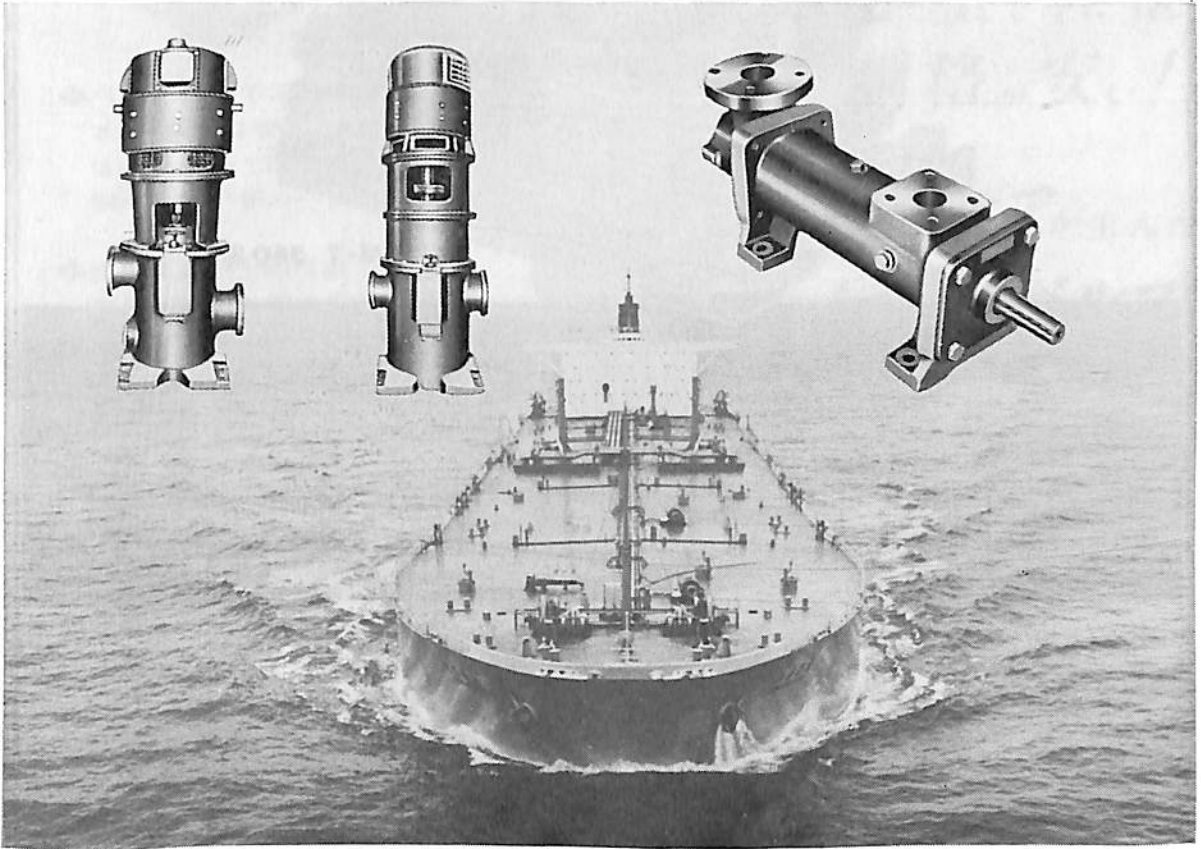
海と陸 世界に伸びる  
**川崎重工**

精機事業部  
明石工場  
本東支店  
名古屋営業所  
大阪営業所  
福岡営業所

明石市林字北窪り148 (913)2112  
神戸市生田区東川崎町2丁目14 (67)5001  
東京都港区新橋1丁目1-1 (503)1331  
名古屋市中区錦1丁目19-24 (201)6451  
大阪市北区堂島浜通2丁目4 (344)1271  
福岡市上呉服町10-1 (28)4126

# 川崎イモポンプ

世界の船舶の50%はイモポンプを使っています



川崎イモ (IMO) ポンプは簡単な構造ですぐれた性能を有する定容量型回転式ネジポンプで、他のポンプに比べ信頼性が高く、しかも故障は皆無です。

その性能は定評があり、主機関潤滑油・燃料油移送・燃料油サービス・燃料油ブースタ等のポンプに中広く使用され、世界の船の50%にイモポンプが搭載されています。イモポンプは、スウェーデン、アメリカ、イギリス、フランス、イタリア、ポーランドの各国に国際的サービス網がありますのでアフターサービスは完璧です。

## 特長

1. 構造はいたって簡単であり、高度の耐久性がある。
2. 高吸入能力を有しているため高粘度にも適している。
3. 吐出油は、脈動、泡立ちがない。
4. ノイズレスである。
5. ポンプは電動機に直結でき、減速装置、アキュムレータなどの装置を必要としないので据付面積が非常に小さくてすむ。
6. 高速回転が出来るのでポンプ、電動機とも小型で消費電力が少なく経済的である。

## 用途

- 主機関潤滑油ポンプ
- 過給機潤滑油ポンプ
- カムシャフト潤滑油ポンプ
- 燃料弁冷却ポンプ
- 燃料油ブースタポンプ
- 潤滑油移送ポンプ
- シリンダー油移送ポンプ
- 燃料油移送ポンプ
- 燃料油サービスポンプ
- 植物油移送ポンプ
- 可変ピッチプロペラ用油圧ポンプ



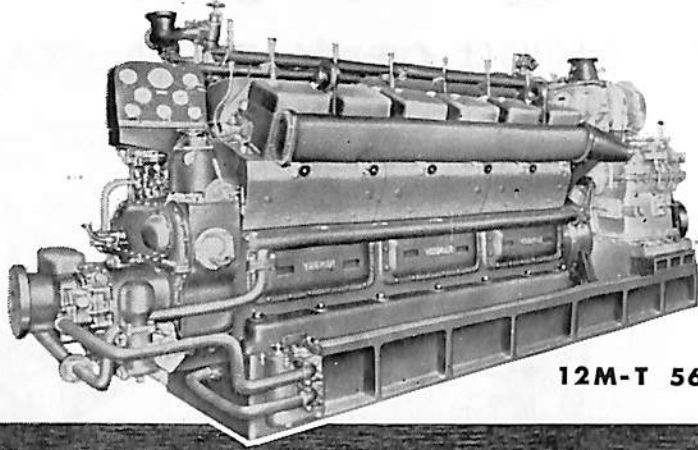
海と陸 世界に伸びる  
**川崎重工**

精機事業部  
明石工場  
本東支店  
名古屋営業所  
大阪営業所  
福岡営業所

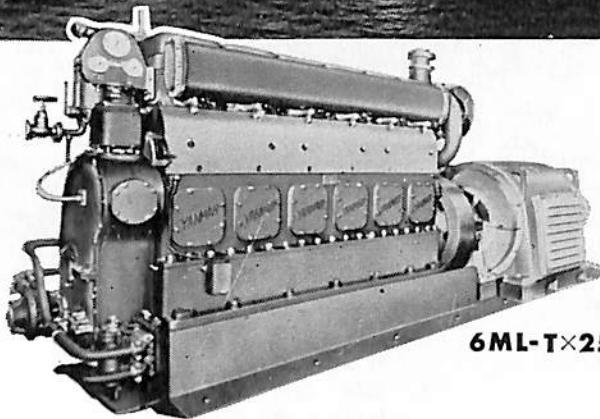
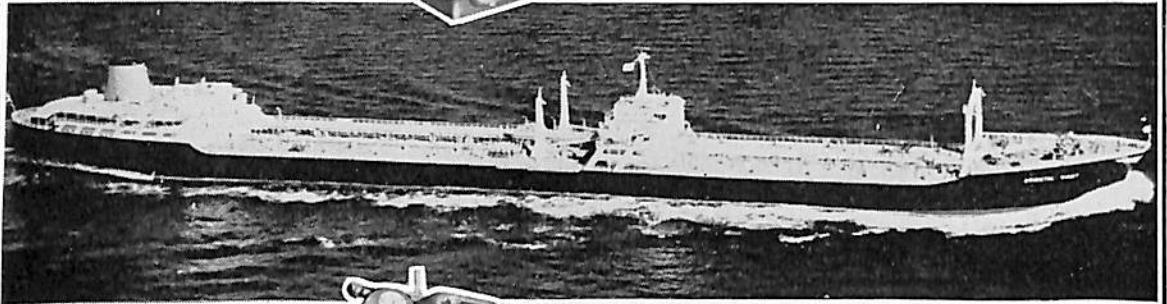
明石市林字北窪148 (913)2112  
神戸市生田区東川崎町2丁目14 (67)5001  
東京都港区新橋1丁目1-1 (503)1331  
名古屋市中区錦1丁目19-24 (201)6451  
大阪市北区堂島浜通2丁目4 (344)1271  
福岡市上呉服町10-1 (28)4126



● 船舶の主機、補機に！



12M-T 560馬力



6ML-T×250KVA

● 船舶主機用 3—800馬力 ● 船舶補機用 2—1000馬力

# ヤンマー ディーゼル



**ヤンマーディーゼル株式会社**

<本社> 大阪市北区茶屋町 62  
東京・福岡・札幌・高松・広島・金沢・仙台・岡山・旭川・大分



<国内補機総販売元>  
**日本船舶機器株式会社**

<本社> 大阪市東区南本町 4 の 20 (有楽ビル)  
<営業所> 東京都中央区銀座東 7 丁目 2 の 2

# 巴式バタフライバルブ

特許申請中

最高圧力 10<sup>k</sup>g/cm<sup>2</sup>



小型で軽量  
価格が安い!

アイデアが生んだ  
完璧なバルブ

日本海事協会(N.K.)…認定  
ノルウェー船級協会(N.V.)…認定  
ビュローベリタス船級協会(B.V.)…認定  
ロイド船級協会(L.R.)…使用許可  
アメリカ船級協会(A.B.)…使用許可

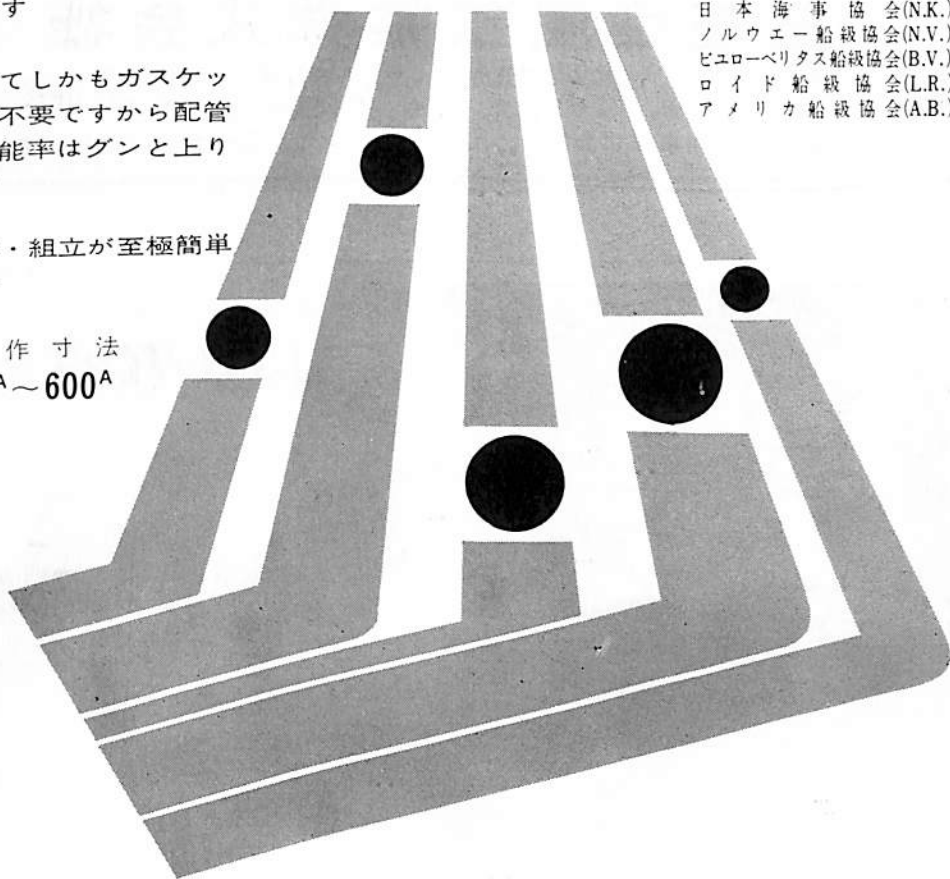
●バルブの中では最も小さく・価格は安く・圧力は完全閉止で耐久力は極めて強い夢のバルブ

●簡単なシートの交換で新品同様になりますから非常に経済的なバルブです

●軽くてしかもガスケットが不要ですから配管作業能率はグンと上ります

●分解・組立が至極簡単です

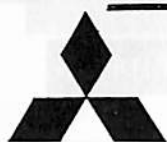
製作寸法  
50<sup>A</sup>～600<sup>A</sup>



## 巴バルブ株式会社

本社・工場 東大阪市鴻池704ノ14  
TEL. 大阪(781)代表2271～5  
大阪事務所 大阪市西区新町通4丁目51  
TEL. 大阪(541)代表2251～5

キリトリ  
カタログ請求券  
ハガキに勤務先・職種  
をご記入の上貼付  
してお送り下さい。  
船舶 42.6.



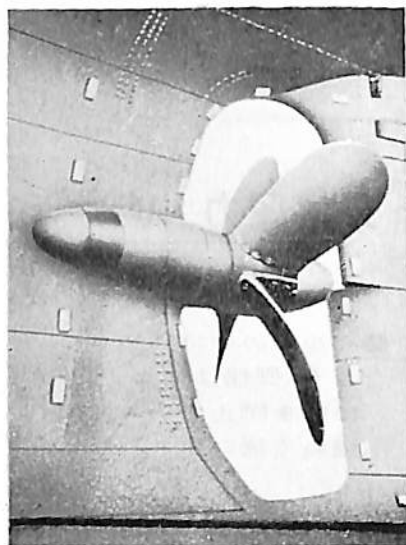
# 三菱防蝕亜鉛

## CATHODIC PROTECTION ZINC

# CPZ

### CPZの用途

各種船舶の外板、パラストタンク  
 推進器軸、繫留ブイ、浮ドック  
 港湾施設（鋼矢板岸壁、水門扉、閘門、棧橋）



船尾に取付けたCPZ-8F

## 三菱金属鋳業株式会社

東京都千代田区大手町1丁目6番地(大手ビル) 電話(270)8451  
 営業所/大阪, 札幌, 仙台, 新潟, 名古屋, 広島, 福岡

総代理店・三菱商事株式会社

設計施工・日本防蝕工業株式会社



# Kowa

## 総合監視装置

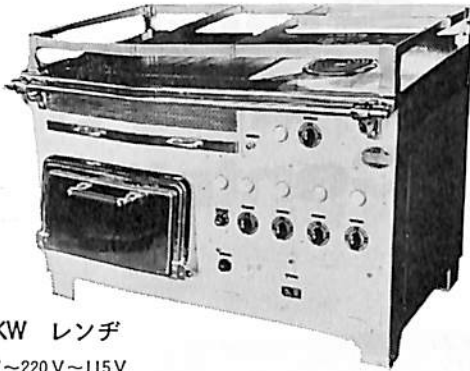
本装置は工業用テレビジョンカメラ、監視用モニター、操作卓より構成されており、用途としては工場、病院、ターミナル、船内等の監視用に、又、視聴覚教育用にも数多く使用されております。その他詳細はご仕様打合せにより設計製作させて戴きます。

興和株式会社

工場及び営業部：東京都調布市上布田町4-1-6番地 TEL (0424-83)4126 (代)  
 本店：名古屋市中区錦3丁目6番29号 TEL (971)9171 (代)  
 大阪支店：大阪市東区淡路町2丁目22番地 TEL (202)1341 (代)

# 船舶厨房調理機器全般

耐久力の長大 頑強な機器 厚鋼板の各種オイル・電気レンジ



24KW レンヂ  
440V~220V~115V



サロン・メス・パントリー・レンヂ

取締役社長 岩松一郎

**YKK**

本社・工場

横浜市中区新山下町1の1  
電話 横浜 (20) 9556代表  
電略「ヨコハマ」ワイケイケイ

株式会社横浜機器S.S

合成調理機・ライスボイラー・湯沸ボイラー・炊飯器・豆腐機・アイスクリーム機・薬焼オーターフィルター・耐熱プレート・バーナー

## 燃料添加剤

**カ C C**

NO.178013  
NO.192561  
PAT. NO.193509  
NO.238551  
NO.238552

### 日本添加剤工業株式会社

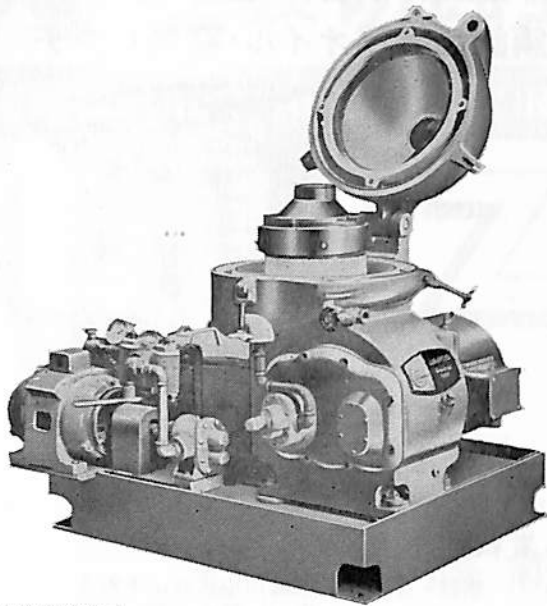
初めて燃料節減を立証された

重・軽油添加剤PCC!

東京支店 東京都千代田区内神田2丁目5番1号  
電話 東京 (252) 3881~4・5402  
大阪支店 大阪市西区江戸堀北通1丁目69番地  
電話 大阪 (443) 6231~2  
名古屋出張所 名古屋市中村区太閤通2丁目40番地  
電話 名古屋 (571) 6808・8632  
本社工場 東京都板橋区前野町1丁目21番地  
電話 東京 (960) 8621~4



# エンジン・ルーム自動化への一紀元！



■特許申請中■

完全自動式油清浄機の出現

## Sharples Gravtrol Centrifuge

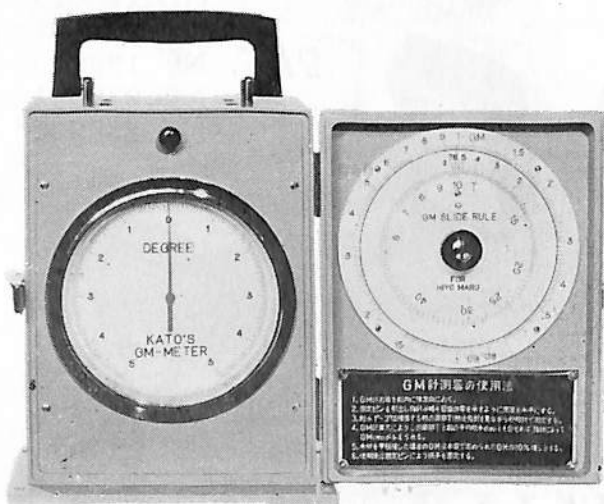
ペンソールト ケミカルズ コーポレーション  
シャープレス機器部 日本総代理店

### 巴工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋江戸橋3ノ2 (第二丸善ビル)  
電話 東京 (271) 4 0 5 1 (大代表)  
大阪出張所 大阪市南区末吉橋通り4ノ23 (第二心齋橋ビル)  
電話 大阪 (252) 0 9 0 3 (代表)

# あなたの安全を保証する

特許：加藤式GMメーター  
東京大学名誉教授 加藤弘先生御発明



## GMメーター

- 船に積荷をするとき、常に重心の位置を測定出来るので正しい位置に積荷をする判断が出来る
- 遊覧船、小型客船に大勢の人が乗るとき、科学的に安全な配置を指示することが出来る



株式会社 石原製作所

東京都練馬区中村 3-18  
電話 999局 2161 (代表) ~ 5 番  
電略ネリマ: イシハラセイサクショ  
TELEGRAMS: KKISHIHARASS/TOKYO

全国の船舶関係商社又は、有名船具店に御問合せ下さい。

# 営業品目

## ◇東京機械株式会社製品

中村式浦賀操舵テレモーター  
 中村式パイロットテレモーター  
 電動油圧舵取機(型各種)  
 (各汽動・電動及電動油圧駆動甲板機械)

揚錨機、揚貨機、繫船機  
 自動テンションウインチ  
 電動デッキクレーン

## ◇東京機械・北辰電機協同製作

北辰中村式オートパイロット  
 テレモーター

## ◇株式会社御法川工場製品

船舶用全自動ロータリーオイル  
 バーナー

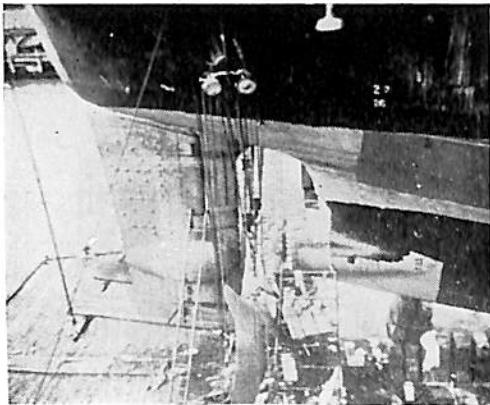


# 丸紅飯田株式会社

## 船舶機械課

東京都千代田区大手町1丁目4番地  
 電話(216)0111(大代表)  
 大阪市東区本町3丁目3番地  
 電話(271)2231(大代表)

# Devcon®

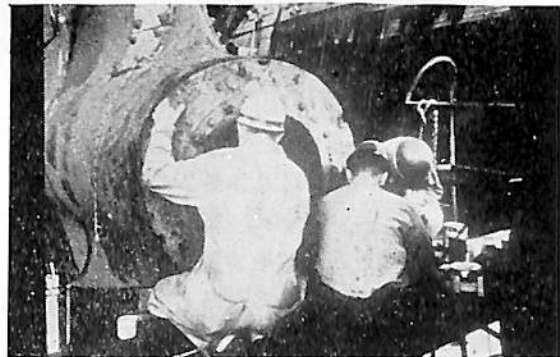


硬化が速い!  
 強い!  
 使い易い!



## を船舶修理に!!

*Plastic Steel*® は摩耗したポンプ、  
 亀裂を生じた鑄鉄・各種配管・油圧系統・  
 タンク等の漏れ、摩耗したバルブ・カム・  
 ギヤの変更等の永久修理ができます。



DEVCON CORPORATION DANVERS, MASS. U. S. A.

## 日本デブコン株式会社

東京都品川区東五反田5ノ10ノ18(岩田ビル)  
 TEL(447)4771(代)  
 大阪出張所 大阪市北区絹笠町9(大和ビル)  
 TEL大阪(364)0666・(361)8498

# 10,000時間無開放!!

## MDL OIL DX|UX

MDL OIL DX, UXは、過酷な運転条件下の漁船エンジンを強い油膜で守り、10,000時間長期無開放を可能にしました。漁船エンジンの潤滑油にはMDL OIL DX, UXをお使ください。



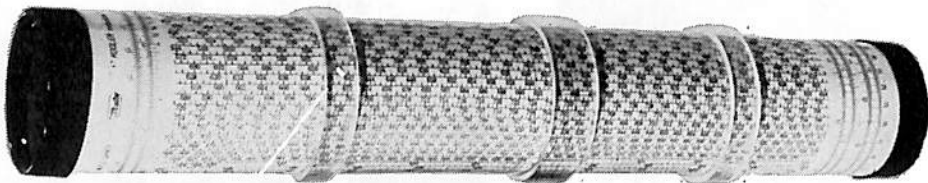
**日本石油**



- 1 エンジンをいつまでも清浄に保ちます。
- 2 燃焼中にできる硫酸の害を防ぎます。
- 3 高熱にたえ、酸化変質しません。
- 4 摩耗をふせぎ、水がまじってもわかれます。
- 5 サビの発生やアワ立ちをおさえます。

# クーラー円筒精密計算尺

## KOOLER CALCULATOR



考案者 倉持英之助

製造販売 株式会社 **武藤精密**

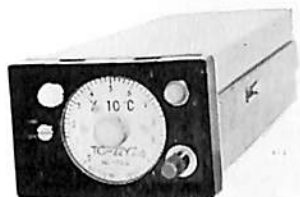
本社	東京都板橋区熊野町43番地 電話(956)5176(代)
西日本支社	岐阜県岐阜市西園町21番地 電話(0582)65-6041
北日本支所	札幌市川治町1613番地 電話(0122)58-220

# 船舶の自動化・集中制御に *Murayama*

## 排気・冷却水 電気温度計 軸受・冷蔵艦

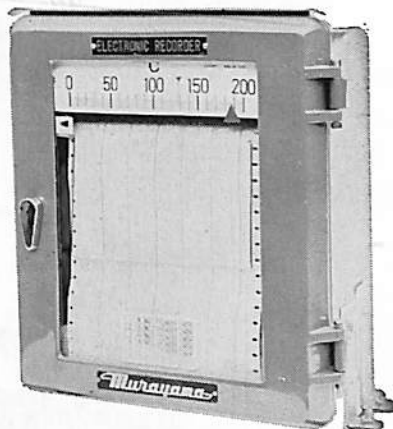


EC形 (調節)



TC形 (警報)

指 示  
記 録  
警 報  
調 節



MK形 (記録)



株式会社 村山電機製作所

本社 東京都目黒区中目黒3-1163

電話 (711) 5201 (代表) - 5

出張所 小倉・名古屋

監 修 者

上野喜一郎 小山永敏 土川義朗 原 三郎

実家のための  
世界最初の造船辞典

# 船舶辞典

A5判 700頁 布クロス装函入 定価 2,800円 千120円

**項目数** 独立項目数2,600。船体・機関・艤装・船種・法律規程その他造船技術者に必要な重要項目は余すところなく網羅されている。なおこの他に2,500の参照項目がありあらゆる角度から引くことができるように工夫されている。

**内容** 造船関係の現場の人にとって役立つよう、凸版・写真版を多数挿入して、平易に解説されている。執筆者数45名。斯界の才一線に活躍する権威者を揃えている。

**附 録** 欧文索引、船の歴史年表、世界及び日本の船腹その他の諸統計表、造船所・船主・関連工業会社の住所録等を収録してある。

東京都新宿区赤城下町50

天 然 社

電話東京(269)1908番  
振替東京79562番



# 定評ある大日本塗料の 船舶用塗料



プリマイト—金属表面処理塗料  
 ジンクライト7R—ジンクリッチペイント  
 DNT鋼船々底塗料—油性船底塗料  
 ズボイド—亜酸化鉛粉さび止塗料  
 SDCコート No.401—タールエポキシ系塗料  
                   No.402  
 タイコマーリーン—マリンペイント

★造船工程に革命をもたらした★

新発売の

●ダイマーマーキングプライマー

《電子写真感光乳剤》

新発売の

●ダイマーマーキングトナー

《電子写真現像液》

本社

大阪市此花区西野下之町38

支店

東京都千代田区丸の内3の2(新東京ビル)

**大日本塗料**

営業所

札幌・仙台・新潟・日立・高崎・千葉・横浜  
 静岡・浜松・富山・名古屋・堺・神戸・岡山  
 広島・小倉・福岡・長崎・高松



## 設標船「みようじょう」について

海上保安庁 船舶技術部

### I. ま え が き

昭和41年度建造の設標船「みようじょう」は、第六管区海上保安本部（広島）所属設標船「うじな」の代船として、主として第五（神戸）、第六管区所管海面、また必要に応じては第四管区（名古屋）所管海面において浮標作業に従事させるため計画された。

昭和41年7月27日契約、日本鋼管浅野ドックにおいて11月16日起工、翌42年2月27日進水、同年3月25日完工、引渡しを受けたので、その概要を説明する。

### 2. 灯台部の要求事項と計画概要

灯台部の要求としては、設標作業設備としては昭和28年度建造の500トン型設標船「ぎんが」と同等の性能を有するものであることと、乗組員を17名とするということが主要点であったが、その概要は次のとおりである。

- (1) L-1型灯浮標およびその附属物3基分搭載可能のこと。作業はL-2型も可能のこと。
- (2) 水深4~5m程度の浅海での作業が多いので、吃水は出来るだけ浅吃水とし、一応2.5m以下を希望する。
- (3) 航行区域は沿海区域
- (4) 主機関はディーゼル機関とし、船橋で操作するものとする。
- (5) 巡航速度は10ノット以上で航続距離は2000浬以上、連続行動日数を1週間とする。

(6) 定員は17名とする。

(7) 設標作業設備は設標船「ぎんが」の性能と同様の性能を有するものであつて、機器の配置の合理化、および集中制御方式の採用などにより、機器操作人員の節減について特に考慮し、捲揚機の操作台は遮蔽された構造内にあり、かつ作業全般が見通し得る位置にあること。

概略上記のような要求事項に対し、500トン型設標船「ぎんが」程度の設標作業能力を目標とし、L-1型灯浮標3組を搭載し（常備状態では2組搭載）、なお、L-2型灯浮標の作業も出来ることとし、特に浅吃水の要求（2.5m以下）があるので、船型の小さい割合に

(1) 甲板面積が大きくとれる。

(2) GMが大きく、そのため排水量が小さくても設標作業時ブームを舷外に振出した時横傾斜が小さい。

(3) 全幅の広い割に浅吃水にするのも容易である。

(4) 全幅が大きくて、船長が短い割合に造波抵抗が過大にならない。

などを特色とする双胴船型で計画された。前記の要求に対して、

(1) 設標作業時「ぎんが」と同じく、15トンの荷重を吊つたデリックブームを舷外に振出したとき、静的横傾斜角を甲板作業上必要と考えられる4~5°以下におさめ得るだけのGMと排水量を要する。

(2) 航海速度10ノット以上の要求に対して、双胴船でも抵抗上有利と考えられるフルード数0.33附近を考えると、長さは約24m程度となる。

(3) 作業甲板面積は従来の設標船と取扱う浮標が同じであるため、小さくすることは出来ず、従来の例から120m<sup>2</sup>程度（長さは11.5mとして）を要する。

(4) 居住区としては17名分の設備を設ける必要あり、また各室および各機関室等の間の通路を蔽囲できるよう、また操舵室、捲揚機操縦室その他をとるに十分な甲板室が船尾に要求される。

(5) 従来の設標船と同様な作業をするにかかわらず乗組員数が既成船の32名から17名と極端に少いで、機関室が二つの胴体に別れることをも考慮し、設標装置と主機関などの操作に十分な自動化をする

必要がある。

(6) 設標作業時のデリケートな操船を行なえるよう、低速時の十分な操縦性をもたせる必要がある。

以上が計画上の大体の要点であるが、設標装置においては、当初カーゴフック 15 トンおよび 10 トンの 2 箇（「ぎんが」に同じ）、ガイ用モーター 2 台を備え、1 人でガイを操作する案であつたが、灯台部よりカーゴフックについては 2 箇ともに 15 トンを要するとの強い要望があり、またガイの操作も 1 人では困難であり危険を伴うので、トッピング、カーゴフォールの能力に多少のぎねを強いてもガイ操作の安全をはかるべきであるとの意見がつよく、決定が難航したが、その後、ガイの操作における問題を解決する方法として、トムソン式デリッククレーン（アンチベンジュラム装置は設けなかつたので正確にはベレー式荷役装置）を採用することとなつたが、経費の節減上ウィンチ類は交流式で、スルーイングウィンチ用が 2 段変速の他はシングルスピードとなり、フックロードスピードが低くなつた。

また、設標時に必要な操縦性を確保するため、特に可変ピッチプロペラを採用するとともに、従来の双胴船では両舷プロペラとも同一回転方向であつたものをどちらとも外廻りとした。

かくして、日本鋼管本社基本計画室において基本設計が行なわれ、詳細設計および建造は前記の如く浅野ドックで行なわれた。

### 3. 主要目

種 別	250 トン型双胴設標船
基本計画番号	L-11
用 途	設 標
航行区域	沿海区域
船船救命設備規則の種別	第 4 種船
船 型	低船首楼付双胴型
総トン数	253.22 トン
純トン数	70.87 トン
全 長	26.535 m
垂線間長	24.000 m
全 幅	12.000 m
単 胴 幅	4.000 m
深 さ	3.91 m
平均吃水（常備）	2.58 m
トリム（ $\angle$ ）	A 0.22 m
排水量（ $\angle$ ）	302.6 トン
主 機 械	ディーゼル 300 ps $\times$ 1200 rpm $\times$ 2
推 進 器	可変ピッチプロペラ D1500 $\times$ 2

速 力	試運転最大 11.07 kt
$\angle$	常備状態 85% 定格 10.7 kt
航 続 距 離	10 ノットにて 3,697 浬
連続行動日数	7 日
発 電 機（航海用）	交流 60 サイクル 225 V 20 kVA $\times$ 1
$\angle$	（作業用）
	交流 60 サイクル 225 V 80 kVA $\times$ 1
燃料、清水など	
燃 料	42.56 m <sup>3</sup>
清 水	9.10 トン
バラスト海水	9.02 m <sup>3</sup>
乗 員	
士 官	6 名
科 員	11 名
合 計	17 名
甲板間高さ	
上甲板—低船首楼甲板	0.80 m
上甲板—一端舷甲板 前端	2.50 $\angle$
後端	2.20 $\angle$
端舷甲板—航海船橋甲板	2.20 $\angle$
航海船橋甲板—上部船橋甲板	2.20 $\angle$

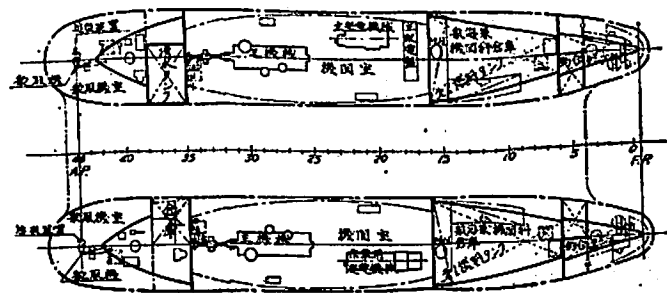
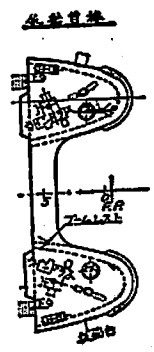
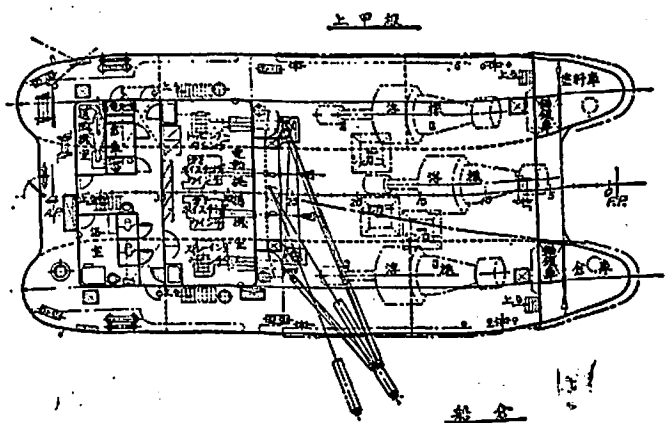
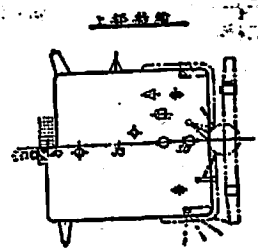
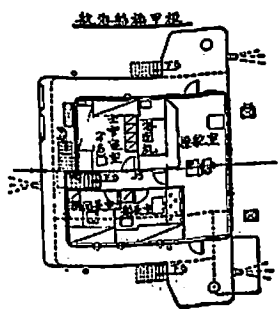
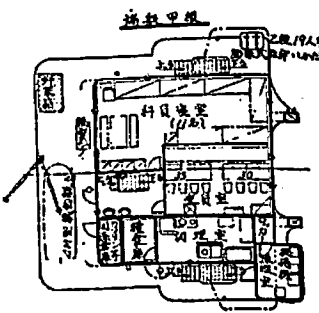
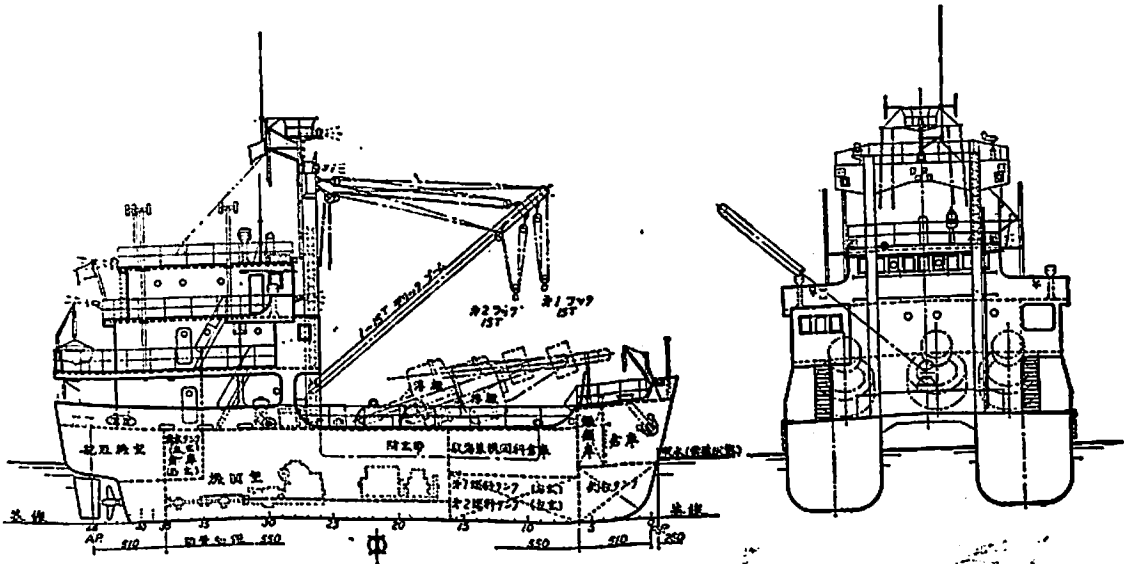
### 4. 船 体 部

#### 4-1 船体構造

4-1-1 概要 本船の構造は、全溶接、横肋骨式構造とし、構造部材の寸法等は「小型鋼船構造基準」に準拠した。その中央部切断図を別図に示す。本船は上甲板上で設標作業をするため、上甲板は厚さを 8% としカーリングを設けて強固とし、浮標および重錘という重量物の作業に耐える構造とした。外板は厚さを 7% とし、これもまた設標作業から外板を保護するために Fr. 9 から Fr. 26 まで厚さ 100% の木材を 4.5% の鋼板で覆つた防支帯を設けた。

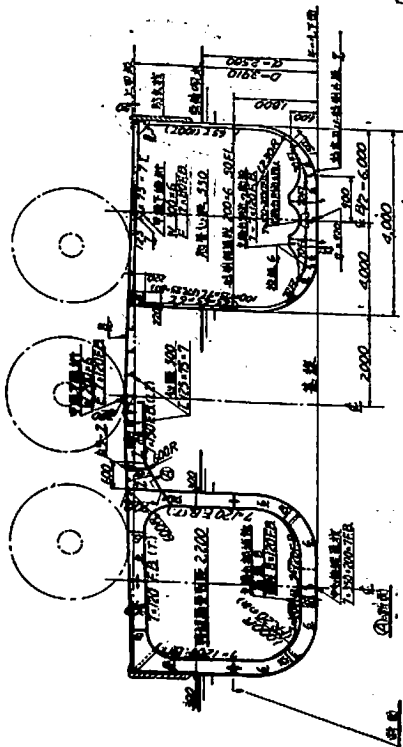
上部構造物は厚さが 4.5% のコルゲートプレート（下部は 6%）を使用した。Fr. 28, Fr. 35 および Fr. 42 の横方向の鋼壁は横強度部材として厚さ 6% の平板に防撓材を溶接した構造とした。

4-1-2 横強度 本船の構造強度上一番問題となるのは横強度であるが、双胴船の横強度については諸規則等も確立されていないようである。そこで、本船もこれまで建造された双胴船の場合と同様な設計条件によつて設計することにした。すなわち、外力としては片胴の前半および反対側胴体の後半が完全に水から離れた状態を考えた。この場合に生ずる振れモーメントに対し、双胴

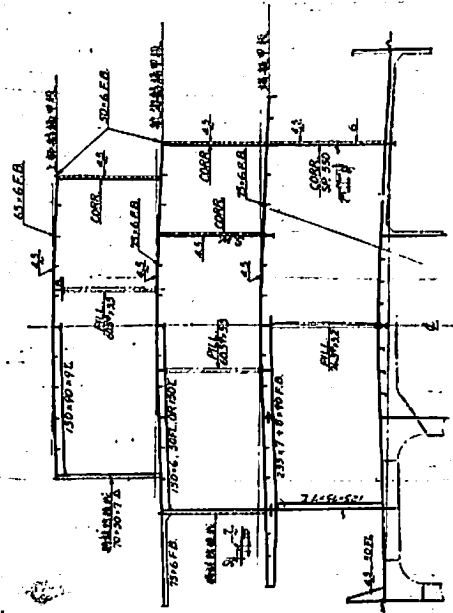




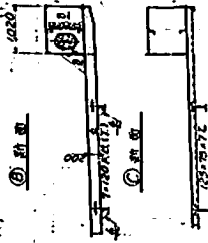
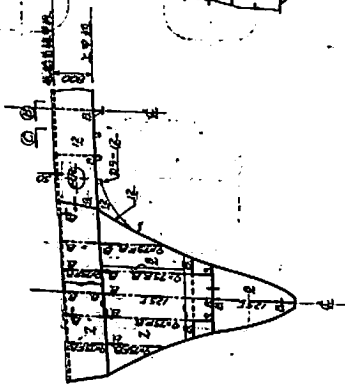
中央部断面



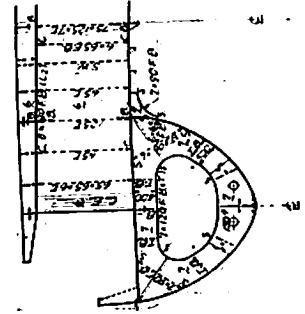
後部断面



FR. 6 断面



FR. 4 断面

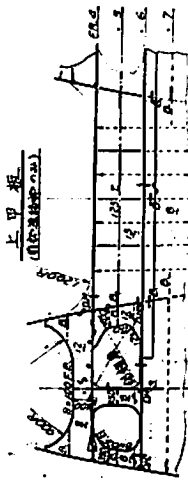
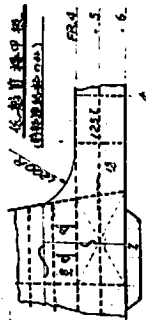


主要計法

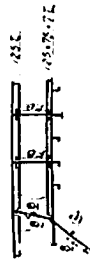
長さ(標準間)	24,000
高さ(標準間)	12,000
基礎幅(一)	4,000
高さ(一)	2,970
基礎幅(二)	2,970
高さ(二)	2,970

平均可容量

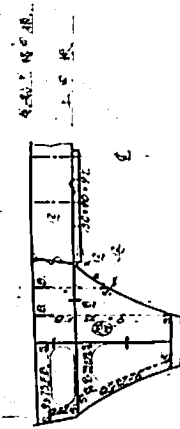
上甲板一階積置可容積(噸)	2,500
甲板下二階積置可容積(噸)	2,200
甲板下三階積置可容積(噸)	2,200
甲板下四階積置可容積(噸)	2,200



FR. 5 断面



FR. 4 断面



の連結部が十分な強度をもつよう設計した。

双胴の連結強度部材としては、前部で低船首楼後端に設けた幅 1020 ㎜、高さ 800 ㎜（厚さは 15 ㎜、12 ㎜）のボックスガーダーと、後部では上部構造物の鋼壁（Fr. 28, Fr. 35, Fr. 42）とした。勿論、深さ 350 ㎜のディーブームをもつ上甲板、端艇甲板も横強度に効いているが計算上には算入しなかつた。

4-1-3 建造法 船体は全溶接で輪切りブロックによる建造法を採用した。すなわち、主船体は前後部と中央部 2 箇の計 4 箇の輪切りブロックに分けて建造した。

できるだけ地上で溶接し、工数を節減しようとするこの方法も、本船のような薄板構造では歪の発生が大であり、ブロック接手ではかなり苦心させられた。

4-1-4 進水 本船の進水は 300 T フローティングクレーンを用いて吊り上げ着水させる方法をとつた。進水時の重量は 230 T となり、これを Fr. 16 と Fr. 35 の 2 カ所でロープにより吊り上げる作業は強度上心配されたが無事に着水できた。進水前に、吊り上げ時の縦・横・局部強度について検討し、一部補強を行なつた。

## 4-2 船体艦装

### 4-2-1 一般艦装

一般配置は別図に示すとおりであるが、全長 26 m 程度の短い船に 500 トンクラス以上の船と同様の設標設備を設けたため、前後部甲板面積が不足するので、揚錨、係留設備などは非常にきゆうくつとなつたが、幸い設標作業設備については「ぎんが」クラスにまさるとも劣らない艦装をすることが出来た。

また、居住設備も比較的大きな甲板室構造が設置可能であるので、建造途中で士官定数の変更によりきゆうくつとなつた士官寝室以外は、この大きさの船としては十分満足すべきものであつた。

設標作業設備を除く艦装は、当庁巡視船の艦装標準に準じた艦装を施してあるので省略し、要目を「表 1」に示す。

### 4-2-2 設標艦装

設標作業用デリック装置はトムソン式（アンチベンジラムを除く）で、甲板室直前に門型デリックポストを有する。全長 12.9 m（直径 380 mm）のブームには、それぞれ 15 トンの容量の No. 1, No. 2 カーゴフック

が先端にあり、甲板室内の蔽囲されたウィンチルーム中央に並ぶ 2 台の AC 18 kW 電動ウィンチにワイヤー取りされている。図 1 にデリック索取り図を示す。

ブームの俯仰、旋回はトッピングウィンチとスルーイングウィンチに捲込まれたエンドレスワイヤー（ペレー式）で行なわれる。トッピングウィンチは AC 10 kW（6.5 トン×7.2 m/min）でウィンチルーム内左舷にあり、スルーイングウィンチ（旋回用）は AC 5.5 kW（4 トン×7.2 m/min）で右舷にあり、

- 410φ鋼製1枚滑車
- 410φ鋼製2枚滑車

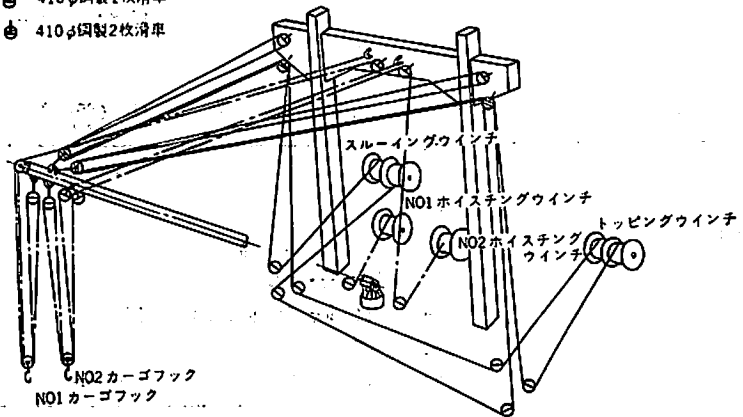


図 1 デリック索取り図

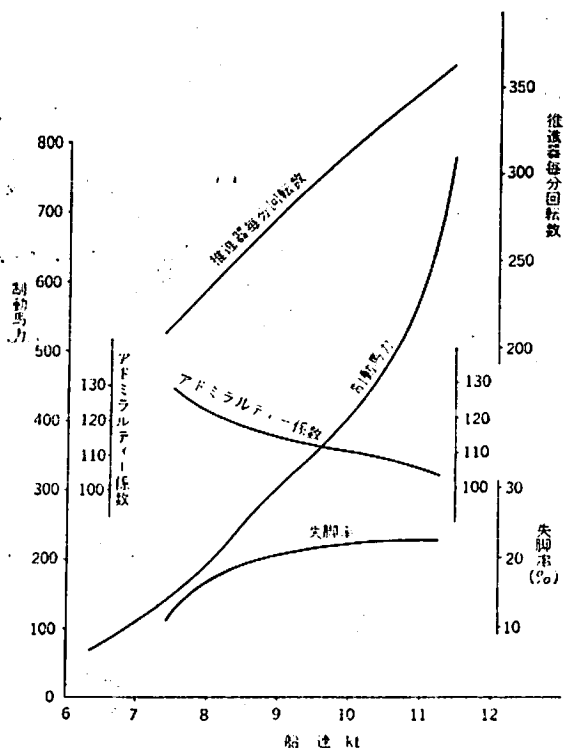


図 2 海上公試成績曲線

ン/2トン×6m/min/12m/min 二段変速)でウィンチルーム右舷にある。

上記4台のウィンチは端艇甲板右舷前部にある捲揚機操縦室で2名(習熟すれば1名)で作業状態を監視しながら容易に遠隔操作できる。

使用ワイヤーと滑車はすべて 24mm ワイヤーと 410mmφ 鋼製滑車である。

設標作業の内容は船舶25巻7号の(設標船「ほくと」について)の記事記載のものと同様変わらない。

デリック装置以外の設標用金物類は在来設標船の織装

にならつて、灯浮標3基分の固縛装置、32mm 鎖用スッターのためのアイプレート、防玄材その他をそなえている。その適否については実際に設標テストを行ない細部の手直しを行なつた。参考までに既成設標船との設標設備比較を「表-2」に示す。

表-3に「デリック捲揚、振回し試験成績」を示す。

4-2-3 海上公試成績など

表-4に海上公試成績表、「図-2」に海上公試成績曲線、表-5に復原性能表を示す。

表1 織装関係要目(船体部)

	名 称	規 格	な ど	数 量		
錨、錨鎖など	錨 装 敷	411				
	大 錨	365 kg	ストックレス	2		
	大 中 錨	21 mm	電接 2種	12 連		
	挽 索	115 kg	(ストックを除く)	1		
	大 索	鋼索 18mmφ		200 m		
		ポリエチレンロープ 28mmφ		200 m		
救命設備など	4 m 型 機 動 縦	5.5 ps	船外機付, プラスチック製	1 隻		
	膨 脹 式 救 命 い か だ	乙種	19 人用	1 箇		
	救 命 浮 環			2 枚		
	救 命 胴 衣			17 枚		
甲板機械など	舵 取 機 械	電動油圧式 0.5-t-m	0.75 kW	2 台		
	ウ ィ ン ド ラ ス	1 スプロケット, 1 ワーピングエンド	1.5-t-m×9m/min 5.5 kW	2 枚		
	キ ャ プ ス タ ン	横置電動懸垂式 1t×12m/min	3.7 kW	1 枚		
	No. 1 ホイスチングウィンチ	AC 18 kW	4.2t×22 m/min	1		
	No. 2	ク	ク	1		
	トッピング用ウィンチ	AC 10 kW	6.5 t×7.2m/min 2 ドラム	1		
スルーイング用ウィンチ	AC 5.5 kW	4 t/2t×6/12 m/min	ポールチェンジ 2 ドラム	1		
通風置暖房など	送 風 機 (居 住 区 用)	シロッコファン	AC 0.75 kW (給気)	1		
	排 気 扇 (調 理 室 用)	水防蓋付		1		
	排 気 送 風 機 (蓄 電 池 室 用)	ク		1		
	温 気 暖 房 器	五光ヒーター	30,000 kcal/h	1		
調理、衛生設備など	電 気 冷 蔵 庫	300 l		1		
	冷 水 器			1		
	調 理 レ ン ジ	軽油焚	1 ファーネス 1 オープン	1		
	電 気 釜	1.2 kW		2		
	電 熱 湯 沸 器	1 kW		1		
	清 水 澆 器			2		
	清 水 ポ ン プ	横型電動自吸式	ウエスコポンプ 1.7 t/h×18 m/min	1		
	サニタリーポンプ	ク	ク	ク	ク	1
	浴 槽 用 ボ イ ラ ー	軽油焚			1	
	浴 槽, 調 理 用 ボ イ ラ ー	電 動			1	

表2 設標設備比較表

項目	船名	ほく と	ぎん が	かい お う	み よ う じ よ う
LWL		43.800 m	39.200 m	48.000 m	24.830 m
B		10.250	9.500	10.100	12.000
B' (単胴幅)					4.000
D		4.650	4.220	4.600	3.910
d (常備)		2.712	2.420	2.450	2.580
△ (ク)		615.9 t	500 t	709.8 t	303 t
建造所, 建造年		川崎重工, 昭27年3月	大阪造船, 昭28年6月	名村造船, 昭30年3月	日本鋼管, 昭42年3月
デリック型式		ガイ付1本ブーム	同左	同左	アンチベンジュラムなしのトムソン式
デリックポスト		門型 六	門型 六	門型 六	門型 六
デリックブーム 径×厚		320φ×10 (頂端2.4 m 10 t 2重張)	320φ×10 (頂端2.6 m 10 t 2重張)	340φ×13 (頂端5 m 8 t 2重張)	380φ×12 (頂端5 m 16 t)
長さ		11.300 m	11.300 m	12.025 m	12.900 m
カーゴフック		No.1 15t, No.2 15t	No.1 15t, No.2 10t	No.1 15t, No.2 15t	No.1 15t No.2 15t
トッピングウィンチ ドラム荷重×捲取速度 同上用モーター		5 t×25 m/min 汽動	リモートコントロール 5.5 t×16.5 m/min DC 40 ps	リモートコントロール 5.5 t×22.5 m/min DC 40 ps	リモートコントロール 6.5 t×7.2 m/min AC 10 kW 定速
No.1 カーゴウィンチ ドラム荷重×捲取速度 同上用モーター		5 t×25 m/min 汽動	リモートコントロール 5.5 t×16.5 m/min DC 40 ps	リモートコントロール 4 t×22.5 m/min DC 40 ps	リモートコントロール 4 t×22 m/min AC 18 kW 定速
No.2 カーゴウィンチ ドラム荷重×捲取速度 同上用モーター		同 上	リモートコントロール 2.1 t×16.3 m/min DC 15 ps	リモートコントロール 5.5 t×22.5 m/min トッピングと兼用	リモートコントロール 4 t×22 m/min AC 18 kW 定速
ガイまたはスルーイン グウィンチ ドラム荷重×捲取速度 同上用モーター		汽動, 1本は ウインドラス	リモートコントロール ガイトルコン付 2 t×5 m/min DC 7.5 ps	リモートコントロール ガイトルコン付 4 t 不平衡荷重2 t×8 m/min DC 10 ps	リモートコントロール スルーイング 4 t/2 t×6/12 m/min AC 5.5 kW ポール チェンジ
設標作業甲板 長さ 幅 面積		11.5 m 10 m 115 m <sup>2</sup>	12.5 m 9.3 m 116 m <sup>2</sup>	13.5 m 9.2 m 124 m <sup>2</sup>	11.3 m 12 m 135 m <sup>2</sup>

表3 デリック捲揚, 振回し試験成績

試 験 荷 重 15 ト ン (No.1 フック)						
ブーム位置	時 間	船体横傾斜	ウィンチ モーター 回転数	電 流	電 圧	
(1ノッチ使用)	スルーイング 船体中心→右玄 70°	1'-41 1/4"	右玄 4° 57'	840 rpm	17 A	223 V
	右玄 70°→船体中心	1'-42"	0°	835	18.5	223
	船体中心→左玄 70°		左玄 5° 5'	843	17	223
	左玄 70°→船体中心	1'-42"	0°	832	18	223
トッピング (ブーム中心)	ブーム仰角 40°→70°	1'-39"		853	31	224
	ク 70°→40°	1'-33"		920	18	225



デリック	ブーム仰角	40°	両支	32 mm
ポスト挽み	ク	70°	両支	12 mm

試験荷重 15 トン (No. 2 フック)

ブーム位置		時間	船体横傾斜	ウインチ モーター	回転数	電流	電圧
スルーイング (1ノッチ使用)	船体中心→右支 70°	1'-40"	右支 4° 30'		850 rpm	16.5 A	224 V
	右支 70°→船体中心	1'-41"	0°		848	17.7	224
	船体中心→左支 70°		左支 4° 21'		853	16.8	224
	左支 70°→船体中心	1'-40"	0°		850	17.3	224
トッピング (ブーム中心)	ブーム仰角 40°→70°	1'-38"			862	27.8	224
	ク 70°→40°	1'-34"			905	17.8	225
デリック	ク	40°	両支	30 mm			
ポスト挽み	ク	70°	両支	10 mm			

試験荷重 7 トン (No. 1 フック)

ブーム位置		時間	船体横傾斜	ウインチ モーター	回転数	電流	電圧
スルーイング (2ノッチ使用)	船体中心→右支 70°	0'-58"	右支 2° 57'		1710	13 A	225 V
	右支 70°→船体中心	1'-12"	0°		1480	32	225
	船体中心→左支 70°	1'-05"	左支 2° 54'		1550	22	225
	左支 70°→船体中心	5'-59"	0°		1680	14	225
トッピング (ブーム中心)	ブーム仰角 40°→70°	1'-38"			860	24.3	224
	ク 70°→40°	1'-34"			905	17.6	225
ポスト挽み	ク	40°	両支	16 mm			
	ク	70°	両支	5 mm			

表4 海上公試成績表

負荷	速力	プロペラ 回転数	制動馬力	負荷	速力	プロペラ 回転数	制動馬力		
1/4	往	7.49 kt	218.5 rpm	172 ps	3/4	往	10.15 kt	320.5 rpm	442 ps
	復	7.85	218.0	148		復	10.42	321.5	446
	平均	7.67	218.3	160		平均	10.29	321.0	444
2/4	往	8.92	274.5	295	4/4	往	10.97	352.0	599
	復	9.05	279.5	301		復	11.17	352.0	592
	平均	8.99	277.0	298		平均	11.07	352.0	596

- (注) 1. 施行年月日 昭和42年3月16日  
 2. 施行場所 館山沖  
 3. 気象海象 曇, 南々西の風 3 m/s ややうねりあり  
 4. 標柱間距離 1.0007 哩  
 5. 吃水 F 2.589 A 2.634 M 2.611  
 6. 排水量 306.4 t

表5 復原性能表

項目	状態	常備状態	満載状態	軽荷状態	
排水量	屯	302.64	317.94	242.29	
吃水	相前	米	2.59	2.68	2.19
	相後	米	2.47	2.51	1.17
	平均	米	2.69	2.82	3.03
	ト	米	2.58	2.67	2.10
	リム	米	0.22	0.31	1.86
重心	KG	米	4.06	4.08	4.43
	GM	米	6.41	6.15	7.20
復原性能	GZ <sub>max</sub>	米	2.28	2.035	2.525
	GZ <sub>max</sub> を生ずる角度	度	26.7	25.2	26.4
	復原性範囲	米	64.9	62.0	63.1
	最大動的復原力	屯-米	451.61	405.86	382.54
	風圧側面積	米 <sup>2</sup>	123.6	121.3	133.5
	ク偶力挺	米	3.68	3.55	3.85
安全示数		2.03	1.78	2.15	

(注) 安全指数計算に用いた N および A はシーバレス型、くらか丸型、消防艇の各双胴船模型の動揺試験成績から推定したものを使用

5. 機関部

5.1 概要

機関部の主要目および機関室の機器配置は表6および別図に示す如くである。

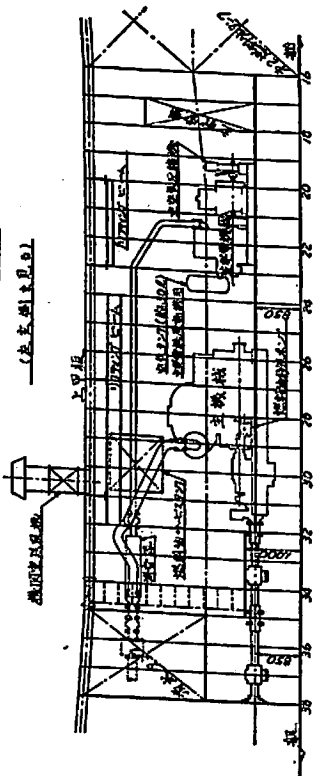
機関部としては特に目新しい設備は設けていないが、しいて挙げれば、低速時における操縦性向上のため可変

表6 機関部主要目

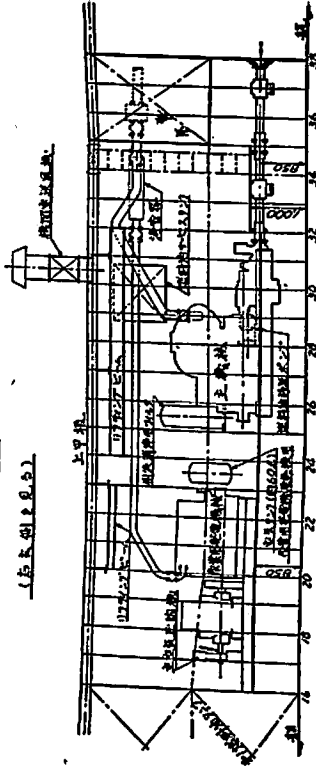
区分		
主機関 (2基)	機関名称	ニイガタ 6 MG 16 HS (新潟鉄工・浦和工場)
	形式	水冷4サイクル立形過給ディーゼル
	定格出力	300 ps
	ク回転速度	1200 rpm
	シリンダ数	6
	ク直径	160 mm
	ク行程	200 mm
	燃焼方式	予燃焼室式
	使用燃料	軽油
	始動方式	空気式
	逆転機名称	ニイガタ MGC 230-2 形
	形式	一段ハスバ歯車方式変節シリンダ内蔵形
	減速比	3.41:1
	クラッチ形式	湿式多板油圧操作式

区分	名称	数量	形式	力量
軸系	中間軸	2		
	プロペラ軸	2	リグナムバイト軸受使用	
	プロペラ		可変ピッチ式	翼数 3 直径 1500 mm 基準ピッチ 900 mm 展開面積比 0.4 翼傾斜 0 ボス比 0.279
機関室補機	空気圧縮機	2	立形水冷2段圧縮式(電動機駆動)	8 m <sup>3</sup> /h × 30 kg/cm <sup>2</sup> × 1200 rpm
	非常クク	2	手動式	
	燃料油移送ポンプ	2	横形電動歯車式	1 m <sup>3</sup> /h × 2 kg/cm <sup>2</sup> × 1200 rpm
	ビルジ兼雑用水ポンプ	1	横形電動自吸式	15 m <sup>3</sup> /h × 35 m × 3600 rpm
	ビルジポンプ	2	手動式	
	機関室送風機	2	立形電動	50 m <sup>3</sup> /min × 30 mmAq × 1800 rpm
タンク類	空気タンク	2	主機用	90 l × 30 kg/cm <sup>2</sup>
		1	発電機および雑用	60 l × 30 kg/cm <sup>2</sup>
		1	ク	30 l × 30 kg/cm <sup>2</sup>
	側流清浄フィルター	2	JGP K-3514 L	
	燃料油サージタンク	2		450 l
	潤滑油	ク		130 l
	ク		30 l	

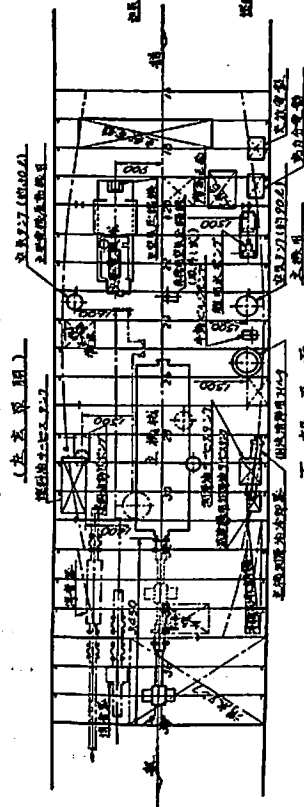
左舷單側剖面



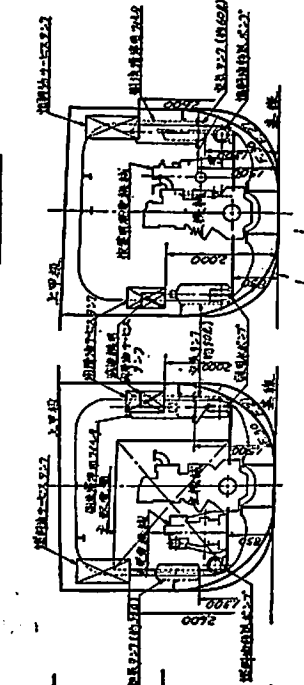
右舷單側剖面



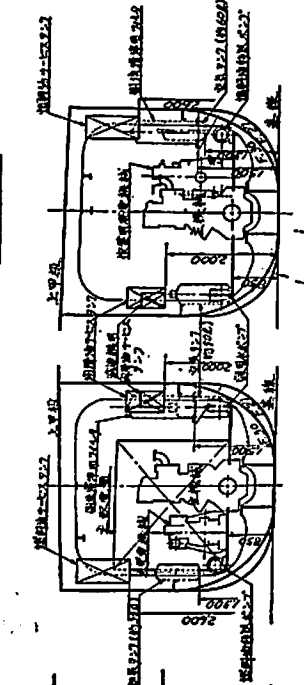
下部平面



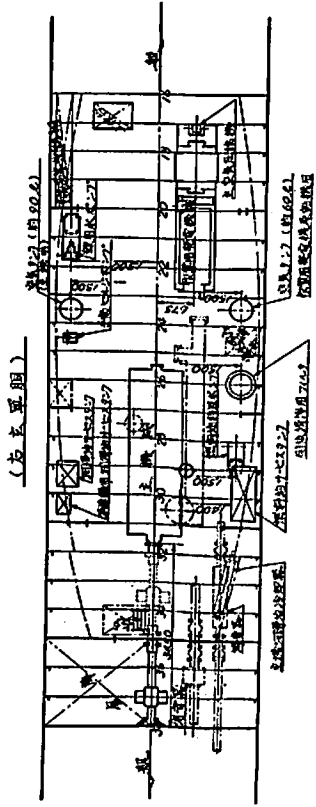
右舷單側



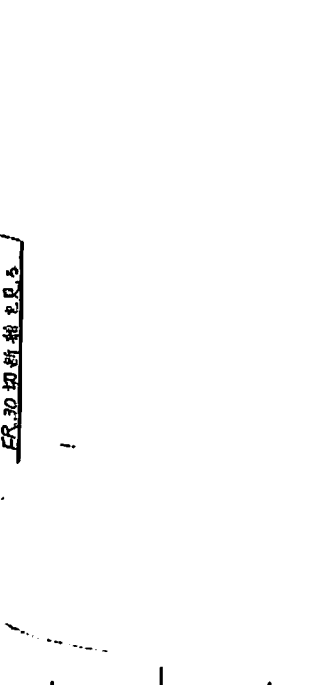
左舷單側



下部平面



FR-30切齒箱



機 房 室 全 體 裝 置 圖

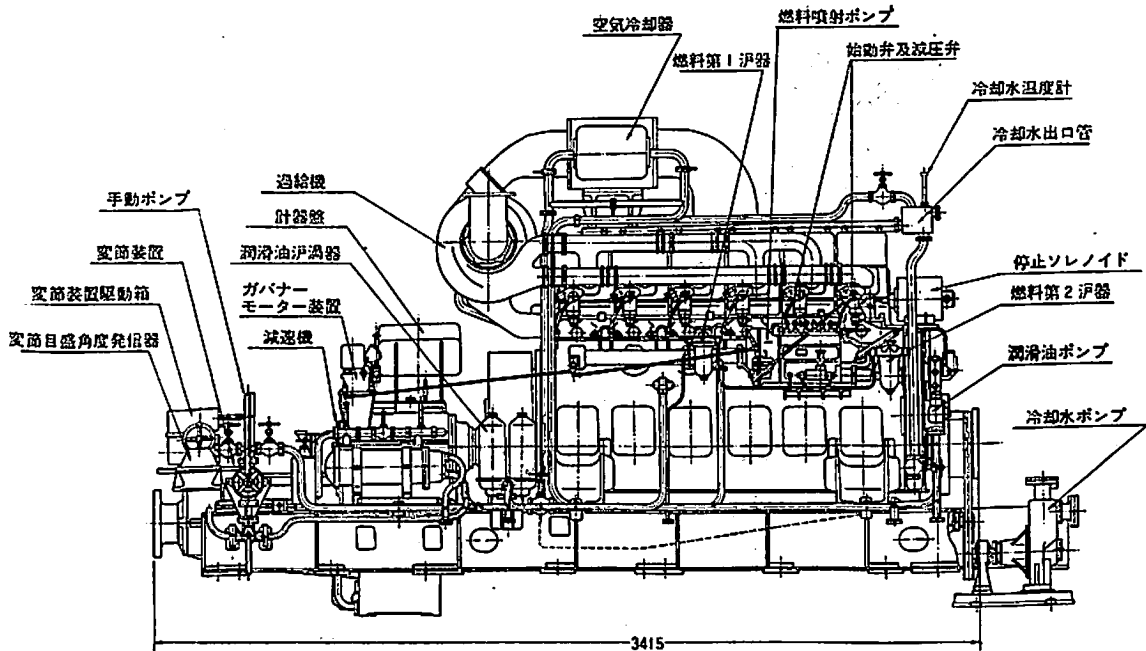


図3 主機外形図

ピッチプロペラを使用したこと、設標作業のためにウィンチを設備したこと、および、これに関連して発電機用原動機の容量をやや大きくした位のものである。

むしろ双胴形であることが左右胴体をなにかば独立の形にし、装置の細部と機器の配置、配管に多少の特異性をもたらしたと言えるであろう。

以下各機器についてふれてみる。

### 5.2 主機および可変ピッチプロペラ装置

主に船価の点より、主機として過給高速機関（吊りメタル式）を変節シリンダ組込みの減速機と組合わせて使用することとした。

上甲板の大半は作業および標体の格納に占められ、また上部構造物の囲壁は双胴を連結する強度部材の一部となつているため、機関出し入れの開口を設けることが困難であつたので、このような高速機関の船内整備には特に留意した。すなわち機関は機関台上に横転の上分解が行なわれるので、機関のまわりに空所を大きくとることの外、横転作業が容易に行なわれるように各胴体ともチェーンブロック4個を同時に使用しうる如くしてある。

減速機筐には油圧分配機構、作動油ポンプ、油圧クラッチ、潤滑油クーラ、計器類その他変節に必要なすべての装置が完備されている。上記の作動油ポンプは、油圧クラッチより手前（機関側）の入力軸より直接駆動されており、減圧弁を使用することにより潤滑油ポンプを兼ね

ている。

機関および減速機の外観を図3に示す。なお左胴体の減速機内には、逆転歯車を追加しプロペラの回転方向を外廻りとしたが、外観は左右胴体ともほぼ同一である。

軸系として、プロペラ軸の外に中間軸を設けたが、変節用シリンダが減速機内に同軸に組み込まれているため、中間軸内も中空となりこの中に変節軸が納まっている。変節軸もまた途中2個所に接手を有するため、マフカップリングを使用したものに比べれば、分解組立がいくらかやつかいである。この点に対しては、特殊スパナ類を完備させることによつて負担を軽減している。

片胴航行時のプロペラによる軸の誘転止めには、減速機軸直後の軸接手鋸を利用し、また変節装置故障時のプロペラピッチの固定には、減速機内にストッパを挿入するようになっている。

主機の性能は図4および図5に示す如くであるが、図5は特に海上運転における出力推定を主眼として行なつた力率試験の結果であり、機関ごとに同様の測定を行なつた。

図6は上図を用いて画いた可変ピッチプロペラの特特性曲線である。

クランク軸端には、ダンバを装備しており、応力上は使用全域にわたり問題はないが、2節6次が850rpm附近（プロペラピッチを0としたときの2節6次は約900rpm



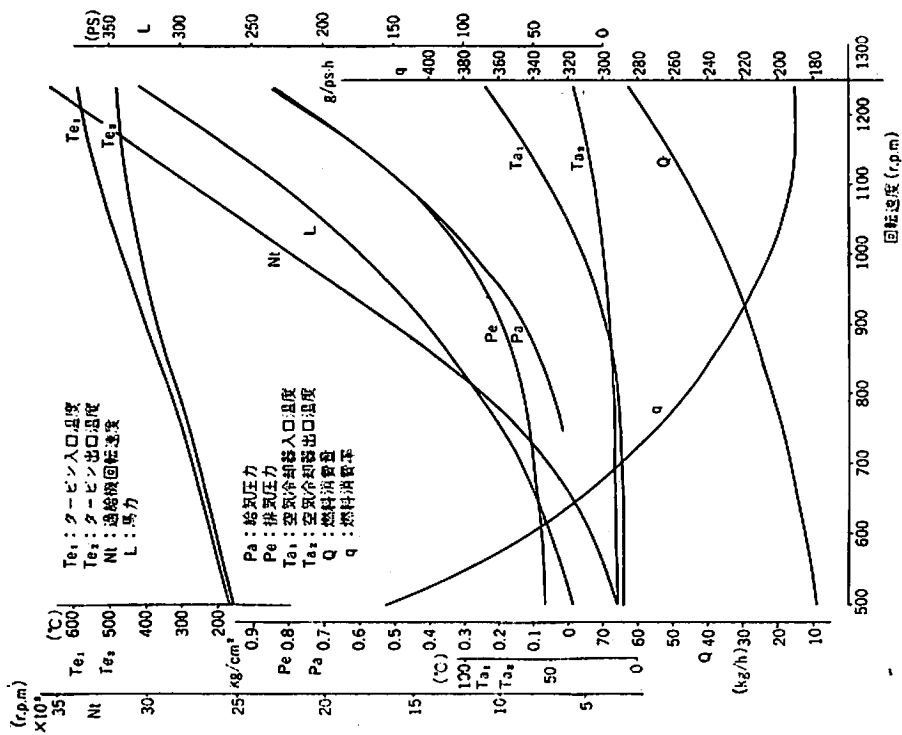


図 4 機関性能曲線

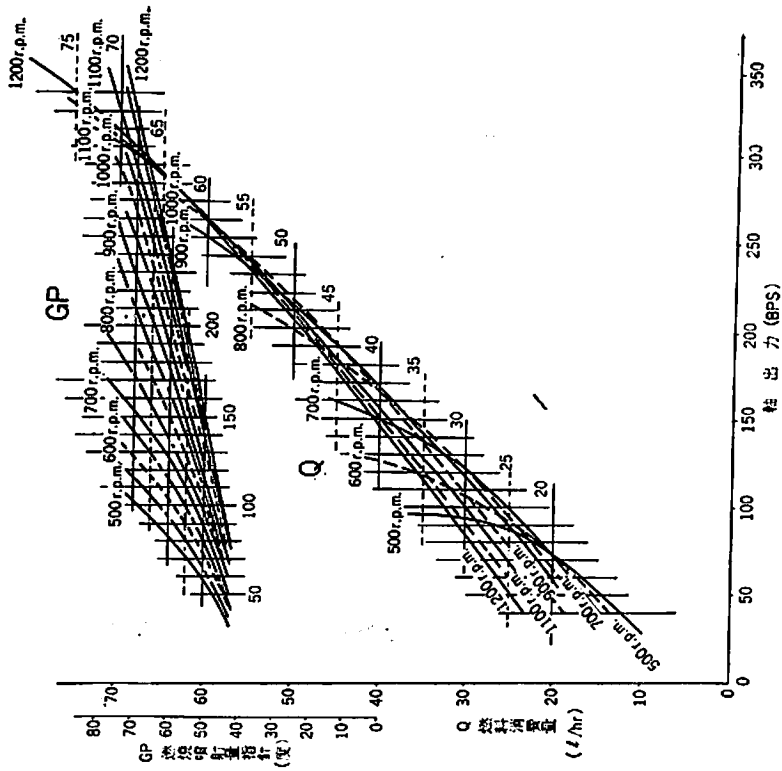


図 5 力率曲線

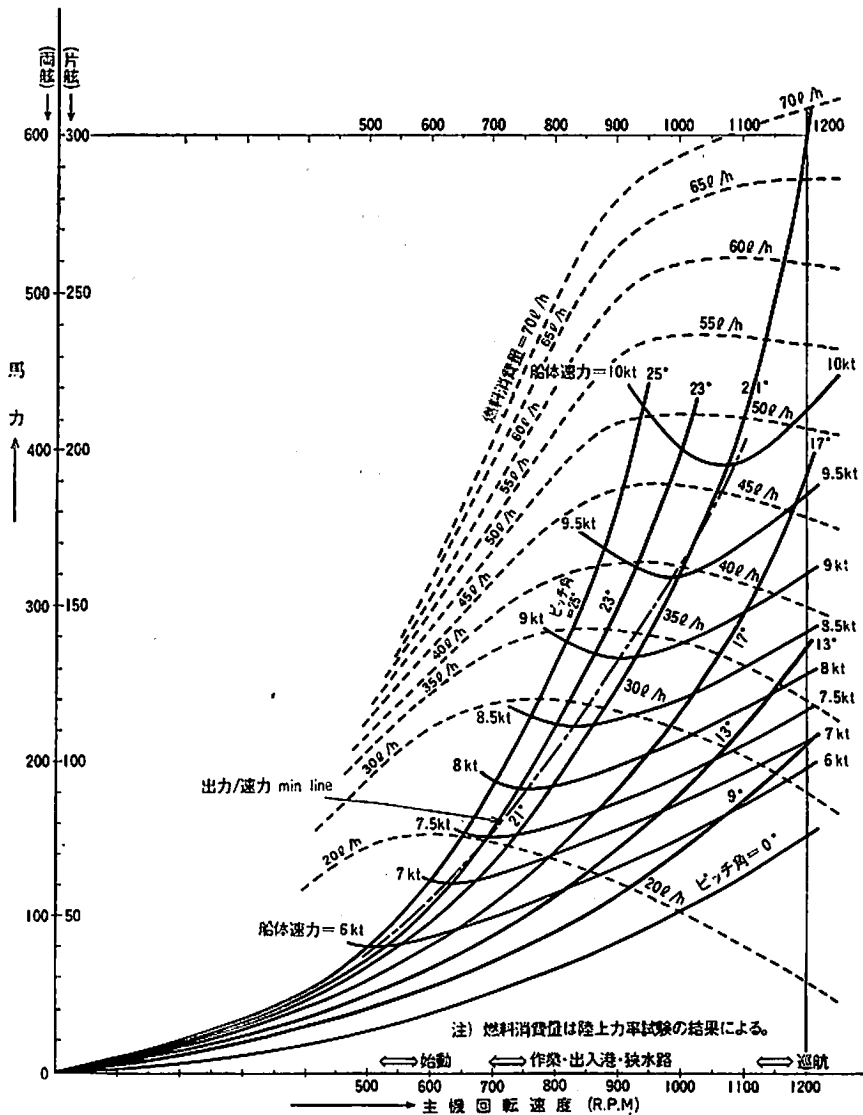


図6 馬力—主機回転速度—推進器翼ピッチ角—船体速力—燃料消費量  
(昭和42年3月17日海上運転結果)

にあがる)にあるため、この附近の長時間使用は避けている。

また図6よりわかるように、ピッチ角0においては、プロペラ入力回転速度のほぼ2乗に比例して増加するため、長時間にわたり0ピッチおよびその附近を使用する本船においては1100~1200rpmの巡航基準回転の外に700~750rpmを作業時の基準回転としている。

なお始動および遠隔機側の切替え時の基準回転は500~550rpmに選んでいる。

### 5.3 操縦装置

本船の操縦は遠隔操作をたてまえとしている。従つて

操舵室には操縦スタンドを設けてあるが、操舵用スタンドとは分離し機関科員の手により操作する如くなっている。

操縦スタンドには変節用ハンドル、回転調整用押ボタン、応急変節用押ボタン、非常停止用押ボタン等の外に、回転計、プロペラピッチ計、負荷指示計、排気温度計等の計器および運転表示ランプ、各種警報装置が組み込まれている。変節および回転調整はともに電気式であり、前者はポテンシオメータ式である。負荷指示計は燃料ポンプのラックの移動量を取り出し、定格回転における負荷の割合で目盛つてある。

なお主機の始動および遠隔機側の切替えは機側のみに  
て行なうごとくしてあるが、このようにしたのは、装置  
の簡略化による価格の低減の外に、始動前後の点検を徹  
底させ、遠隔操作で起り易い点検の不備に基く事故を少  
しでも防ぐことに重きを置いた結果である。

#### 5.4 舵取機

舵取機は油圧電磁弁式であり、左右胴体に各1基ずつ  
独立して設けてある。

操舵スタンドは勿論1基にまとめられ、舵輪の操作に  
よつて同時に左右の舵取機を操作しうが、切替えスイ  
ッチによりそれぞれの操舵機を独立に操作することも可  
能となつている。本船の如く可変ピッチプロペラ装備の  
2軸船にあつては、プロペラピッチの操作のみによつて  
操船する場合、簡単に舵を逆八字形にセットすることが  
可能である。

操舵スタンドには、舵角指示器の外に警報装置が組み  
込まれている。なお舵角指示器は左右支別に取りつけら  
れ、舵角のずれを生じないように常に監視出来る如くして  
ある。

#### 5.5 揚錨機

揚錨機も舵取機同様各胴体ごとに独立して設けられて  
いる。

#### 5.6 捲揚機

捲揚機は前述の如く、捲揚機室に4台が並置されてい  
る。

捲揚機の構造は、容量と減速比の相異のみでは同様  
である。モータとドラムはチェーンで連結され、減速に  
はサイクロ減速機が使用されているので、小型にまとめ  
つている。ブレーキには、バンド式の電磁ブレーキが使  
用されている。

ワイヤの捲込みは図1の如くスルーイング、トップ  
ングおよびホイステングそれぞれに異なるが、ワイヤさばき  
を用いながつたので、約3°のフリートアングルに多少  
の懸念もあつたが、実用試験の結果、荷重時の捲込みに  
特に支障のないことが確かめられた。

### 6. 電気および計器部

#### 6-1 発電機

左胴体に主発電機を、右胴体に作業用発電機を各1台  
備えており、主発電機は航海中の船内一般負荷の電源と  
して、また、作業用発電機は出入港時の負荷および設  
備作業中の捲揚機の電源として使用する。

各発電機の主要目は次のとおりである。

発電機要目

		主 発 電 機	作業用発電機
原 動 機	名 称	クボタ 3LKE (久保田鉄工)	クボタ 6LG (久保田鉄工)
	型 式	立型単動無気噴油 式ディーゼル	同 左
	気 筒 数	3	6
	気筒径×行程	115%×150%	240%×200%
	定格出力× 回転速度	35 ps×1200 r/m	130 ps×1200 r/m
	始 動 方 式	空 気	同 左
発 電 機	燃 料	軽 油	同 左
	型 式	ディーゼル直結同 期発電機 防滴閉鎖自己通風型	同 左
	出 力	20 kVA, 225 V, 3 φ, 51.4 A	80 kVA, 225 V, 3 φ, 205.5 A
	極数, 周波数	6 P 60 c/s	同 左
	力 率	0.8 (遅れ)	同 左
	励 磁 方 式	自 励 式	同 左
定 格	連 続	同 左	

発電機の容量については、同容量のものを2台とし、  
捲揚作業時に並列運転を行なうことも検討したが、通常  
の航海中の消費電力は約 10 kW 程度であるため、航海  
専用の小容量の発電機 (20 kVA) と捲揚作業用の発電  
機 (80 kVA) の異なる容量のものをを用いることとした。

#### 6-2 配電盤および陸電受電装置

配電盤は左胴体に設けられており、デッドフロント箱  
型で、発電機盤、220 V 給電盤、100 V 給電盤および充  
放電盤より構成されている。給電用開閉器はすべてノー  
ヒューズブレーカーを使用し、また点検修理を容易にする  
ため前面扉式とした。

陸電は 220 V 3 相交流および 100 V 単相交流の受電  
が可能で、100 V 単相交流に対しては 5 kVA の手動電  
圧調整器を設けて陸上電源電圧の変動に対処するものと  
した。

#### 6-3 二次電源装置

照明装置および小型電力機器等の電源として 15 kVA  
変圧器を用い、AC 220 V を AC 100 V に降圧して  
いる。

蓄電池は SR-200 型クラッド式蓄電池 24 V 2 群を備  
え、予備灯、船内通信、無線並びに警報装置等の電源と  
している。

#### 6-4 照明装置

一般照明装置は AC 100 V とし、居住区の天井灯、  
卓上灯、寝台灯、鏡灯等はすべて蛍光灯を用い、その他

電動機名	要目	台数	備考
捲揚機用電動機(ホイスチング)	18kW AC 220V 3φ 60 <sup>o</sup> 865 r/m	2	シングルスピード
〃 (トッピング)	10kW AC 220V 3φ 60 <sup>o</sup> 855 r/m	1	シングルスピード 上限リミットスイッチ付
〃 (スルーイング)	5.5kW AC 220V 3φ 60 <sup>o</sup> 1670/800 r/m	1	左右限リミットスイッチ付 高速運転は 7.5t まで
ウィンドラス用電動機	5.5/3kW AC 220V 3φ 60 <sup>o</sup> 800/365 r/m	2	
キャプスタン用電動機	3.7kW AC 220V 3φ 60 <sup>o</sup> 865 r/m	1	
舵取機械用電動機	0.75kW AC 220V 3φ 60 <sup>o</sup> 1130 r/m	2	
居住区送風機用電動機	0.75kW AC 220V 3φ 60 <sup>o</sup> 1730 r/m	1	温気暖房器付
機関室送風機用電動機	0.75kW AC 220V 3φ 60 <sup>o</sup> 1710 r/m	2	
雑用水ポンプ用電動機	3.7kW AC 220V 3φ 60 <sup>o</sup> 3520 r/m	2	
燃料移送ポンプ用電動機	0.4kW AC 220V 3φ 60 <sup>o</sup> 1150 r/m	2	
清水ポンプ用電動機	0.4kW AC 100V 1φ 60 <sup>o</sup> 1730 r/m	1	
サニタリーポンプ用電動機	0.4kW AC 100V 1φ 60 <sup>o</sup> 1730 r/m	1	

は白熱灯を使用した。なお、要所には 24V の予備灯を設けた。

### 6-5 動力装置

主要なる動力装置は上表のとおりであるが、清水ポンプ等碇泊中にも必要なるものは AC 100V 1φ とし、陸電にても容易に使用出来るものとした。

### 6-6 船内通信装置

操舵室、機関室、舵取機室およびジャイロルームにトランジスター増幅式電話器を設け、その他電鈴やブザー等により船内要所相互間の通信連絡の便を図っている。

### 6-7 航海設備

航海設備は下記の要目どおりである。

名称	形式	数量	要目
磁気コンパス	反映式	1	
ジャイロコンパス	ES-2型	1式	AC 100V レベーター4個
音響測深機	極浅海	1	AC 100V
旋回窓	350mm センタモータ式	2	AC 220V 8mm 強化ガラス
探照灯	30cm キセノン灯式	1	AC 220V 500W
回転速度計	電気式	2組	
舵角指示器	セルシン式	1組	AC 100V
風向風速計	プロペラ式	〃	AC 100V
モータサイレン	急発急止余韻防止型	1	AC 220V <sup>1</sup> 1.1kW
エアホーン	85スーパー型	1	
双眼望遠鏡	8cm 水平式	1	15倍
マスト灯	甲一重式	1	AC 100V
玄灯	〃	1対	AC 100V
船尾灯	〃	1	〃

停泊灯	〃	1	〃
航海灯表示盤		1	
海図台灯		1	AC 100V ダイヤ付
傾斜計	置針式	2	
作業標識灯		1	AC 100V
気圧計		1	
温度計		1	
時計		8	

## 7. 通信施設の概要

設標船「みようじょう」は任務の特殊性と行動も主として内海に限られるため通信方式は特技(無線電話用)取得者にて運用できる簡便な無線電話を主装置としたこと、および装備場所も操舵室としたこととあいまって、電氣的踏性能も満足する結果を得たので十分活用出来ることを期待している。

### 7-1 装備機器および性能

7-1-1 送受信機 (MS-CM 10 D・SSB) 1台  
出力 A 3 J 10 W, A 3 H 2.5 W 周波数 2131.5 kc  
2246.5 kc 2326.5 kc 現装 3 波ただし 5 波組込み可能。  
長野日本無線 K. K. 製

7-1-2 電気指令装置 (全トランジスタ型) 1台

出力 15 W 長野日本無線 K. K. 製  
附属スピーカ 船外 1 個 15 W ホーン型  
船内 7 個 2 W 型。ただし船外、船内切替使用

### 7-1-3 空中線

8 米ホイップ 1 本 川村精管工業 K. K.  
2.5 米ホイップ 1 本 加藤電気 K. K.  
半波長ダブレット 150 MC 帯 1 本 長野日本無線  
K. K. 製



### 7-1-4 その他

送受信機 (MS-CVO3A ボデートーキ) 27 MC  
出力 0.3 W 2台 国際電気 K.K. 製  
船内ラジオ 1台 日立製

### 7.2 機装について

7-2-1 主設備である送受信機 (SSB 無線電話) は操舵室内海図台上の左舷側に装備した。電源 DC 24 V は船内電源 (蓄電池 24 V AH) より甲板通路分電筐 (CB) を経て供給される。使用空中線はマスト頂部に装備した 8 米ホイップ (傾斜部 8 米) である。この空中線の特性は  $f_0$  3350 kc また、2183.5 kc における空中線定数  $R_0$  18  $\Omega$  C. 260 P<sub>F</sub> であった。同周波数における輻射特性として、能率 9.8%、抵抗 1.2  $\Omega$ 、電力 0.98 W、電界強度 1.4 km 地点において 76.5 dB を得た。

7-2-2 電気指令装置本体は操舵室内部 左舷側内壁に壁掛型構造として装備した。

船外スピーカは上部船橋甲板に装備し、操舵室内部より 360 度方向回転操作可能としてある。

船内スピーカは甲板通路、食堂および各居室に取付けであり、調理室用は防滴型を採用している。

7-2-3 送受信機 (MS-CVO3A ボデートーキ) は携帯型ではあるが、ボデートーキ操作箱を使用することにより、外部電源および外部空中線の使用を可能とした、

外部電源 DC 12 V は送受信機 (MS-CM 10 D・SSB) 用電源部より 12 V を安定化して供給する。また、空中線は 2.5 米ホイップとし 27 MC に整合している。

7-2-4 船内ラジオは船内 AC 100 V にて作動し音声出力を電気指令装置に接続可能である。

7-2-5 その他、空中線半波長ダブレット二面はマスト頂部に取付けてあるが VHF 本体は瀬戸内海の VHF 通信体勢の整備に合わせ後日装備する予定である。また、レーダーも後日装備の予定である。

### 8. あとがき

本船は双胴型作業船の第一船であるが性能的にも設備的にも十分所期の目的を達成できたものと考えている。

引渡し後の 3 月 30 日に東京湾内で、700 トン型設標船「はくと」の応援の下に実際に L-1 型標体を使用して設標試験を行なったが順調に終了した。

4 月上旬東京より基地広島まで自力で回航した際、風力 4 ないし 6 という風に遭遇したが、前部釣合タンクの水を捨てて船首吃水を浅くすることにより、双胴連結桁に波が当ることがなくなり、平均航海速力約 10 ノットで無事航海できた。

終りに本船の設計ならびに建造を担当された日本鋼管 (株) 本社と浅野船渠の方々に深く感謝の意を表します。

## 成山堂



# 船舶法規の解説

登録測定等編

上野喜一郎著

A5  
¥1200

東京都渋谷区富ヶ谷一丁目三番(四六七)七四七六(八)  
振替口座東京七八一七四  
▼解説つき総合図書目録呈▲

海運六法  
運輸省海運局監修・¥1200

船舶六法  
運輸省船舶局監修・¥1500

運輸省地方海運局の船舶部に関係あるすべての法令を網羅した、親切・正確モットーに生まれた法令集。  
海事法令シリーズ・三冊そろえると大変便利!

# 船舶六法

A5・¥1800

■ 権威を誇る! 運輸省船舶局監修



古き歴史と  
新しい技術を誇る

## 三ツ目印 清罐剤

登録 罐水試験器  
実用新案 一般用・高圧用・特殊用・各種

最新の技術、40年の経験による  
特許三ツ目印清罐剤で汽罐の保護と  
燃料節約を計って下さい。  
罐水処理は何んでも御相談下さい。

### 営業品目

三ツ目印清罐剤 三ツ目印罐水試験器  
罐水試験試薬各種 燐酸根試験器  
BR式PH測定器 試験器用硝子部品  
PTCタンク防蝕剤

## 内外化学製品株式会社

本社 東京都品川区南大井5丁目1番2号  
電話 大森(762) 2441-3  
大阪出張所 大阪市西区本町1の3 電(54)1761  
札幌出張所 札幌市北二条西十丁目1 電(4)5291-5

# 船用大形クランク軸の事故に関 連する材料上の諸問題 (1)

白石圭一  
日本海事協会機関部調査課

## 1. 大形クランク軸のすう勢と事故

### 1.1 大形クランク軸のすう勢

ディーゼル機関のクランク軸は、昔は、2サイクル機関、4サイクル機関ともほとんど鍛造による一体形のものであつたが、大形になるに従つて鋼塊の大きさに制約を受け、全組立形のものになつた。しかし、これも機関行程と焼ばめ把握力との関係から設計上に無理が生じ次の段階として半組立式のものになつたが、その後機関が巨大化してクランク軸が益々大径となり、より一層大形の鋼塊とプレスを必要とすることになつたので、いきおい製作費も高くつくので、この対策として鍛鋼製半組立式クランク・スローに代つて鋳鋼製半組立式クランク・スローが登場するに至つた。

全組立クランクの腕は、従来から鋳鋼で製造されており、わが国でも多くの経験を有している。それに反して、鋳鋼製大形半組立クランク・スローは、欧州においては早くから MAN や FIAT など採用していたようであるが、わが国では比較的新らしく、僅か10年ほどの実績しかない。初めは、MAN・KZ 70/120型機関用の試作研究が行なわれ、この範囲のものが製造されるにとどまつていたが、その後、製造技術の大幅な進歩と機関の大形化の気運と相まつて次第に大形となり、今では一スローの鋳込重量が約50トン(KZ 70/120型の場合、約10トン)にも達する巨大クランク・スロー(B&W 98 VT 3BF型)が製作されている。表1(1)は、わが国

表1 わが国で製作される代表的な大形クランク・スローの材質

機関の種類		クランクスローに使用される割合 (%)		備考
名称	型式	鍛鋼クランクスロー	鋳鋼クランクスロー	
B & W	84 VT 2 BF 180 74 VT 2 BF 160	0	100	全組立形のものが多い。
MAN	KZ 84/160 KZ 74/140	50	50	—
SULZER	RD 90 RD 76	50	50	—
三菱 UEC	UEC 85/160 UEC 75/150	100	0	—
Göta-verken	DM 85/170	0	100	—

で製作される代表的な大形クランク・スローとそれに使用される材質の関係を示したもので、UEC 機関を除くと、他の型式の機関では、漸次鋳鋼製に変わつていくことがわかる。

### 1.2 大形クランク軸の事故

大形クランク軸の折損または大きき裂事故は、一体形クランク軸に比して非常に少なく、日本海事協会の船級船では、戦後僅か7件にすぎない。しかし、事故頻度が僅少であるといつても機関が大形であるために、これに附随する損害は、莫大なものとなるので軽視するわけにはゆかない。表2にこれらの損傷の概要を示す。表でわかるように、損傷クランク軸の大部分は、昭和30年以前に製造されたもので、調査の結果では、いずれも材料欠陥が損傷の原因となつている。現在の製造技術や検査方法と比較して、当時のそれは、かなり程度の低いものであつたので止むを得なかつたと思うが、比較的最近製造された C<sub>1</sub> 丸および C<sub>2</sub> 丸にも損傷を生じていることは、たとえ C<sub>1</sub> 丸が縦振動の共振点で使用されていたという特殊な事情があつたとしても、今なお、製造方案や検査方法そのものに問題を残しているといわざるを得ない。

他方、材料面とは別に、A<sub>2</sub> 丸、A<sub>3</sub> 丸、C<sub>1</sub> 丸には、設計当時としては考えつかぬような高い振動応力がクランク軸内に発生していることが判り、損傷がこれにも起因していることがほぼ判つたので、現在、これらについて鋭意研究中であるので遠からずこの問題も解明されるものと思われる。しかし、振動応力の理論的解明は仲々むづかしく応力実測の助けをかりることがもつとも早道であるので、正確な応力実測を行なうことが急務である。この意味において、本会技術研究所では、特にこの点に重点を置いて測定法の開発を行ない機会あるごとに計測を行なつて解明につとめつつある。

以上のように大形クランク軸の損傷原因は、大形であるために出現しやすい材料欠陥と大形機関特有の振動応力が主要因であるが、このほかに不注意な溶接補修や工作不良等も見逃すわけにはゆかない。以下、最近のわが国の製造技術についての概要を紹介しながら問題点をあげるとともに、末尾に、特に問題となつている補修溶接についても述べることにする。

表2 損傷大形クランク軸の一覧表

船名	機関型式	クランク軸型式	材質	製造年月	損傷年月	損傷位置	損傷原因	備考
A <sub>1</sub> 丸	B & W	全組立	鋳鋼(腕)	26年11月	31年 8月	No. 3 シリンダ船首側腕中央(切損)	材料欠陥、(内外面ピンホール、非金属介在物多数)(繰り返し曲げ応力)	
A <sub>2</sub> 丸	B & W	〃	鍛鋼(ジャーナル)	27年 8月	33年 5月	No. 5 シリンダ前部ジャーナル油孔(切損)	ねじり振動共振点での使用、油孔仕上不良(繰り返しねじり応力)	
A <sub>3</sub> 丸	B & W	〃	鍛鋼(ピン)	27年 8月	40年 7月	No. 6 ピン船首側腕つけ根(切損)	縦振動共振点での使用 フレットイングコロージョン (繰り返し曲げ応力)	
B <sub>1</sub> 丸	Sulzer	半組立	鍛鋼(Block Forging)	14年	26年 8月	No. 5 ピン付根(大き裂)	材料欠陥(鋼塊と鍛造方法に問題、およびねじり振動共振時での使用)(繰り返し曲げとねじりの合成応力)	外国製
B <sub>2</sub> 丸	Sulzer	〃	鍛鋼(Bend Forging)	26年12月	30年 8月	No. 8 船尾側ピン付根(切損)	材料欠陥 (繰り返し曲げ応力)	
C <sub>1</sub> 丸	MAN	〃	鍛鋼(Die Forging)	36年 9月	38年10月	No. 5 船首側ピン付根(き裂)	材料欠陥(異状偏析きず)および縦振動共振点での使用 (繰り返し曲げ応力)	
C <sub>2</sub> 丸	MAN	〃	鋳鋼(平込法)	39年 8月	40年 9月	No. 5 船首側ピン付根(切損)	不注意な溶接補修 (繰り返し曲げ応力)	

2. 大形クランク軸の製造方法

2.1. 製造方法

2.1.1. 鍛鋼クランク・スローの鍛造方法

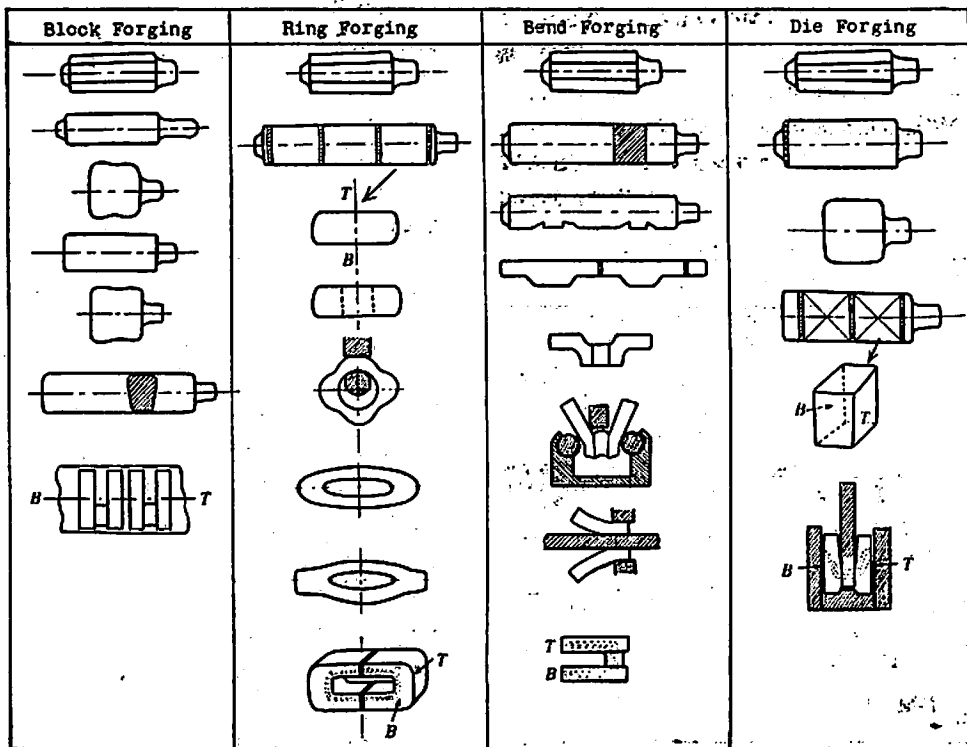
大形鍛鋼スローは、表3に示す種々な方法によつて熱

間鍛錬される。

(1) Block Forging

この方法は、初期のもので、わが国においても採用された例があるが、今はほとんど顧られない。本質的に鋼

表3 各種鍛造方法



塊の不良部分がクランク・スロー最重要部に表われる欠点(図1参照)がある。しかし真空脱ガス技術の進歩した今日においては、致命的な欠陥、例えば白点、異状偏析きず等の発生をある程度防ぐことができるようになったので、十分な Up Set を行なえば、再び実用されるのではないかと思う。現に欧州方面では、今なおこの方法が広く採用されていると聞いている。表2の B<sub>1</sub> 丸は、この方案によつて製造されたものであるが、材料の欠陥が折損の原因となつている。

#### (2) Ring Forging

次に述べる Bend Forging と同様、よい方法であるが、Ring 状に鍛造するという点で、経済的にもいろいろ問題があり、現在では採用されていない。

#### (3) Bend Forging

これは、わが国ではもとより、世界的に広く採用されているもつともふつうの方法で、比較的容易に鍛造でき、かつ、鋼塊内部に存在する欠陥を表面に出すことなく内蔵させることができる利点がある。図2は、この方法によつて製造されたクランク・スローのサルファープリントの一例である。図1と比較すると、この方法の利点のはつきりする。欠点は、成形性や歩留りがよくないことである。

#### (4) Die Forging

この方法は、わが国のあるメーカーが開発した独自のものである。精密鍛造が可能であり削り代が減少し歩留りが向上する結果、健全性の高い小形鋼塊を使用することができる利点がある反面、図3に示すように、Bend type に比してピン部内側にゴーストが露出し易い弱点を有している。従つて、品質の良好な鋼塊が用いられる条件の下においては、非常に優れた方法であるので、将来、各社もこれに近い方法に向うものと思われる。

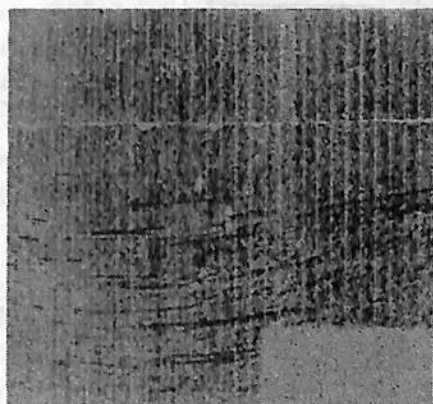


図1 Block Forging によるピンすみ肉部に発生した顕著なゴーストの一例



図2 Bend Forging によるスローのサルファープリントの一例

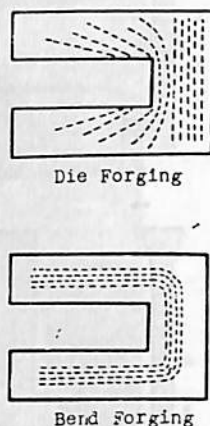


図3 Die Forging と Bend Forging のゴースト露出の傾向の比較

表2の C<sub>1</sub> 丸は、この方法によつて造られたものであるが、不幸にしてピン部内側に異状偏析きずが現われ、これが原因で損傷を生じたものである。

#### 2.1.2. 鋳鋼クランク・スローの鋳造方法

鋳鋼クランク・スローは、鍛鋼クランク・スローのように品質を改善する熱間加工工程を持たないので製造方法や製造管理により多くの工夫をこらす必要がある。製品の品質を決定づける主要な因子としては、(1) 溶湯の品質、(2) 鋳造方法、(3) 熱処理、(4) 化学成分などがあげられる。このうち(1)、(3)、(4)については、後述する。

現在、わが国で一般に用いられている鋳造方法には、次の3種類があるが、いずれの方法も押湯の効果を製品全域にゆきとどかせること、ピンすみ肉部の健全性を確保すること、鋳造応力の軽減を計ることの諸点に考慮が払われている。

#### (1) 横込法

図4は、横込法の一例である。押湯はピンの真上に1個、ジャーナル焼嵌め孔の上に各1個配置している。この方法は、平込法にくらべて、鋳造応力が少なく、かつ、スロー全体に対する溶湯の供給が優れている反面、押湯のために押湯下の仕上面に微小欠陥が出やすい欠点がある。図5は、この方法で鋳込んだ場合のサルファープリントおよびマクロ組織の一例を示す。写真から明らかな



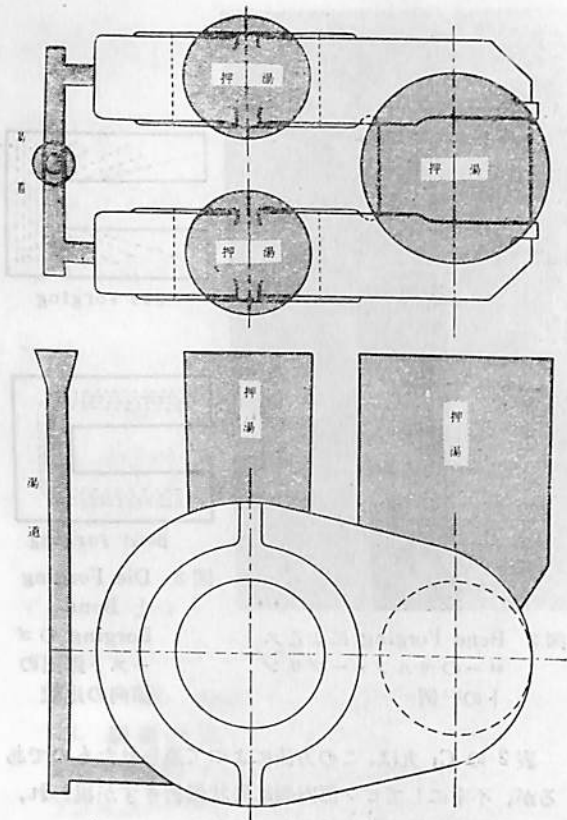
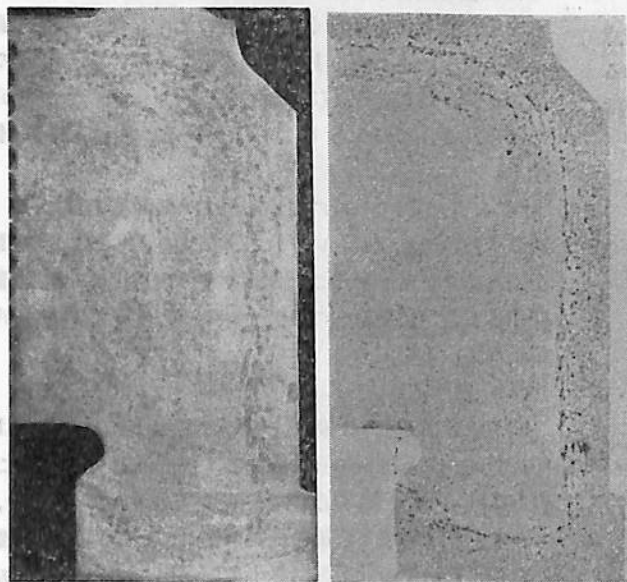


図4 横込法の一例



マクロ写真                      サルファープリント  
図5 横込法によるフィレット部断面の写真の一例

ようにクランクの最重要部であるすみ肉部は、押湯および冷し金の効果が十分に現われていて、その部分の健全性が確保されている。また偏析帯も重要部分からじゅう分離れている。

### (2) 平込法

図6は、平込法の一例である。この方法は、ピン部に対する溶湯の供給が良好であるので、この部分については、横込法よりも優れているが、腕部に対しては、不完全となりやすい欠点を有するので、一般には腕部にも押湯が設けられる。図7は、この方法で铸込んだ場合のサルファープリントおよびマクロ組織の一例である。これらから、すみ肉部に接近して、比較的大きな偏析帯のあることがわかる。表2のC<sub>2</sub>丸は、この方法によつて製造されたものである。

最近、この方法は廃止され、次の竖込法が採用されている。

### (3) 竖込法

図8は、竖込法の一例である。この方法は、横込法よりも優れているが、その後、クランク・スローが大形化してきたために铸型作業が繁雑なことから、铸型が高く不安定なことなどから、平込法に変えたところもある。こ

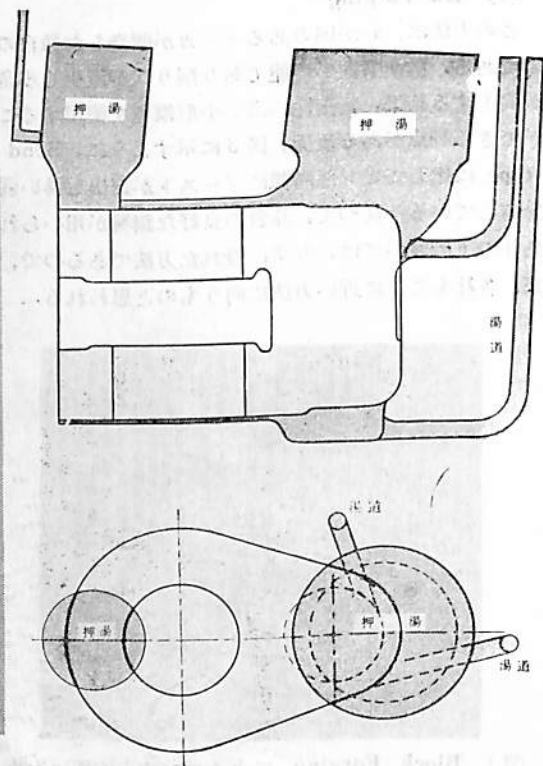


図6 平込法の一例



マクロ写真

図7 平込法によるフィレット部断面の写真の一例



サルファープリント



図9 堅込法によるすみ内部のサルファープリントの一例

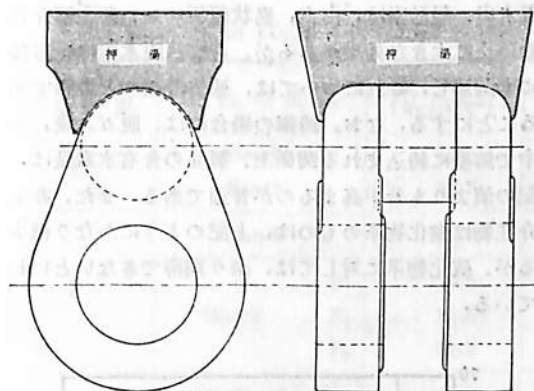


図8 堅込法の一例

の方法は、図9でわかるように比較的安定した材質が得られるので、この方法をやめて、平込法に戻ることに疑問がある。

以上述べたように各種の鈎込方法には、それぞれ、一長一短があり、クランク・スローが大形化すれば、この消長の傾向は更に強くなるであろう。

## 2.2. 熱処理と化学成分

### 2.2.1 大型鍛鋼クランク・スロー

大型鍛鋼クランク・スローは鋳鋼スローと異なり特殊合金元素は、それ程多く添加されないで、普通的大型鍛鋼品に対すると同様の熱処理操作が行なわれるが、最重要部であるすみ内部の横目方向の材力強化のため、次の3段階の焼鈍法が一般に採用されている。

**第1段階** (800~850°C) は、いわゆる焼ならし操作であつて、鍛造仕上げ後の予備処理として実施されるのみでなく、最終の材力の確保、組織の粗大化の防止を目的とする。

**第2段階** (730~750°C) は、セメントナイト粒子の一部を球状化させ、パーライト組織を分散させ、鍛造方向のみでなく、横目方向の靱性を向上させるために実施される熱処理である。

**第3段階** (600~670°C) は、焼戻し効果を与えるとともに内部応力の除去をねらっているものである。

### 2.2.2. 大型鋳鋼クランク・スロー

鋳鋼スローは、鍛錬の工程を持たないので、本体強度を確保するために熱処理、化学成分の選び方に各社とも慎重を期している。

熱処理については、各社とも次に掲げる3段階の熱処理操作を行なっている。**第1段階** (1050~1100°C 長時間加熱) は、拡散処理、**第2段階** (850~920°C 長時間加熱) は、結晶粒を微細化し、強靱性を与えるための結晶粒微細化処理、**第3段階** (650~700°C 徐冷) は、熱処理による応力歪を完全に除去するとともに強靱性を付与する目的の焼戻しである。

化学成分については、鈎込重量が10 ton を越えると、組織の均一化が熱処理だけでは困難であり、また、優秀な内部強度を確保するためにも、基本成分である C, Si, Mn のほかに特殊元素の利用が必要条件となる。V, Al, Cb は、結晶粒度の調整のために、Ni, Cr は、内部

表4 化学成分の一例(%)

例	化学成分	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	V	その他 Mo/Cu
A	目標値	≤ 0.30	≤ 0.50	≤ 1.20	≤ 0.03	≤ 0.025	≤ 0.80	≤ 0.30	≤ 0.15	—
	実際値	0.20	0.34	1.03	0.01	0.01	0.13	0.07	0.06	0.05/0.17
B	目標値	0.18~0.25	0.15~0.45	0.50~0.80	< 0.04	< 0.04	—	—	—	—
	実際値	0.25	0.39	0.69	0.016	0.010	0.28	0.19	0.09	—/0.23

強度の確保のためにそれぞれ添加される

表4は、鉤鋼スローに採用されている化学成分の一例である。

### 2.3. 溶鋼の品質

以上のようにクランク・スローの製造方法については、各社ともあらゆる注意深い配慮を払っているが、そのほかに鉤込まれる溶鋼が清浄であること、溶製される鋼塊が健全であることも根本的な必要条件である。

従来、溶鋼は、大気圧下において処理されていたため、溶鋼中に含まれる有害なガスは大気圧に平衡する平衡値以下に低減させることは不可能であった。このため、とかく、水素に起因する白点や異状偏析きず、酸素に起因する酸化物系の非金属介在物(砂きず)の発生等により製品の廃却率を高めていたが、7~8年前から真空脱ガス法の導入により、この種の問題は、大幅に解決するに至った。

真空脱ガスの方法にはいろいろある。図10は大型鍛造用鋼塊の製造に専ら用いられる方法で、真空に近い低圧で造塊作業が行なわれる

図11は、大型鉤鋼に専ら用いられる方法で、流滴脱ガス法と呼ばれる方法である。

脱ガス効果は、各種文献によれば、次のとおりである。

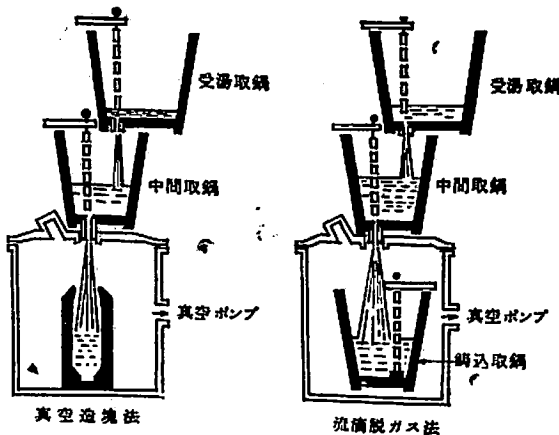


図10 大型鋼塊の脱ガス方法 図11 大型鉤鋼の脱ガス方法

(1) 水素: 通常大気中鉤込方法によると、いかに慎重な溶解精錬を行なつても、表5<sup>2)</sup>に示す程度の水素は含有されるが、これを真空脱ガスすると図12<sup>3)</sup>の如く約50%減少する。

(2) 酸素: 大気鉤込の場合と違つて、鉤込中溶鋼が酸化されないため溶鋼中の含有酸素および非金属介在物の大幅な低減が期待できる。

脱ガスによる酸素含有量の減少は、図13<sup>4)</sup>のごとく、約40~70%である。また、含有非金属介在物の量は、図14<sup>5)</sup>のごとく、これも約50%減少することがわかり、砂疵発生防止に多大の効果が期待される。

脱水素、脱酸素は、白点、異状偏析ワレ、非金属介在物の防止に大きな効果があるが、更に、脱水素は、溶接性にも関連し、これについては、補修溶接のところで述べることにする。なお、鉤鋼の場合には、脱ガス後、大気中で鉤型に鉤込まれる関係上、製品の含有水素量は、上記の値よりも若干高まるのが普通である。また、非金属介在物は酸化物系のものは、上記のようにならかなり減少するが、硫化物系に対しては、余り期待できないといわれている。

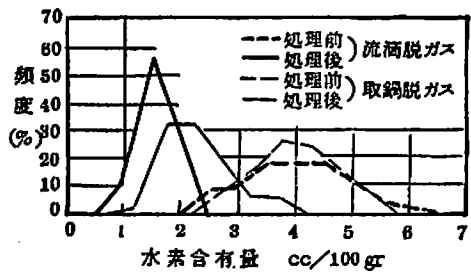


図12 真空脱ガスによる水素含有量の変化

表5 大気圧処理鋼の水素含有量

	水素含有量 cc/100 gr
塩基性平炉鋼	6~8
酸性平炉鋼	4~5
塩基性電気炉鋼	5~7

### 3. 材料の強度

#### 3.1 クランク・スロー本体各部の静的強度

##### 3.1.1 鍛鋼スロー

鍛鋼の好ましくない特長の一つは、鍛造繊維の方向により機械的性質や疲労強度が均一性を欠くことである。このため、クランク軸のように非常に重要なものに対しては、鍛造繊維を作用応力に対して横目としないような鍛造方法（例えば Bend Forging, Die Forging）をとるとか、または、鍛造繊維の方向性をできるかぎり無くするために up set を併用して鍛造比を小さくするなど、の考慮が払われる。また、強度は、熱処理で確保する。

わが国では、もっぱら Bend Forging, Die Forging 法がとられていることは 2.1 で述べたとおりである。

鍛鋼スローの引張り強度は、ふつう、鍛造繊維方向で 45~65 kg/mm<sup>2</sup> である。表 6<sup>(2)</sup> は、Bend Forging（鍛造繊維は、作用応力に対して縦目となる）によつて製造された大形クランク・スローの本体各部、各方向の機械的性質を示す一例である。比較のために Block

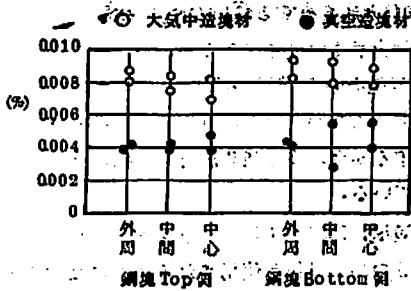


図 13 脱ガスによる酸素含有量の変化

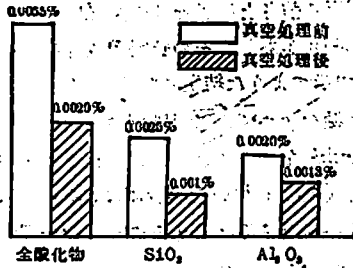
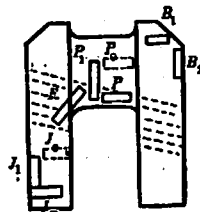


図 14 含有非金属介在物量の変化

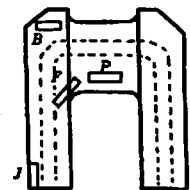
表 6 Bend Forging と Block Forging によるクランク・スロー各部の機械的性質の比較

試験片採取位置	鍛造の型式	降伏点 (kg/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	絞り (%)	衝撃値 (kg m/cm <sup>2</sup> )	
F	Bend	30.1	54.5	31	54	9.0	
	Block	31.2	59.5	30	46	5.6	
P	Bend	32.5	58.8	28	52	7.2	
	Block	P <sub>1</sub>	32.5	57.2	33	54	8.7
		P <sub>0</sub>	31.5	57.8	30	49	7.3
B	Block	B <sub>1</sub>	31.2	57.8	31	56	9.9
		B <sub>2</sub>	31.2	57.8	31	56	9.9
	Bend	39.0	57.8	29	53	6.2	
J	Block	J	39.7	57.8	31	61	8.7
		J <sub>1</sub>	30.5	56.9	32	56	8.4
		J <sub>0</sub>	32.5	57.5	31	57	7.9
	Bend	32.8	59.5	28	49	6.2	

- (注) (1) 試験片採取位置は右図のとおりである。  
 (2) クランク・スローの大きさは、ピン径で、Bend type の場合 500 mm, Block type の場合 450 mm である。  
 (3) 化学成分は、両者は同じで、0.35 C, 0.65~0.69 Mn, 0.26~0.29 Si である。  
 (4) 鍛造比は Bend type で 4.7~8.1 S, Block type で 3.1 S である。



Block Forging



Bend Forging



Forging で製造された大形クランク・スロー本体各部の機械的性質の一例も合わせ示したが、これによると、Bend Forging では、各部の機械的性質のばらつきが比較的少ないことが明らかに認められる。一方、Block Forging の場合、試験片採取位置 F では、鍛造繊維が横目となり、このため、この部分の延性が相当低下していることに注目する必要がある。Block Forging が好まれない一つの理由はここにある。

### 3.1.2. 鋳鋼スロー

鋳鋼スローには、引張り強さ 42 kg/mm<sup>2</sup> 以上のものと 50 kg/mm<sup>2</sup> 以上のものの 2 つがある。鋳鋼スローの強度は、本体と同時に鋳込まれた付着試験片で確認されるが、本体と付着試験片とは、肉厚、大いさ、形状、鋳込条件等が必ずしも同一でないで、試験片の諸性質が本体のそれを表わしているとはいえない。このため、本会では、新しい鋳造法を採用しようとするときは、特に確性試験を行なつて本体各部の強度を確認するとともに本体と付着試験片との諸性質の関連を把握するように努めている。

表 7 は、横込法によつて鋳込まれた本体とこれと同時に鋳込まれた付着試験片の機械的性質の関連を示す一例である。

表 7 から付着試験片の方が質量効果の影響がない等のために概して良好な性質を有していることがわかる。また、本体各部から切り出した試験片は、それぞれ異なつた方向から採取しているにもかかわらず、諸性質の差は余りみとめられない。これは、鋳鋼の特長の一つで、機械的性質に方向性のないことを示すものである。

### 3.2. 材料欠陥を有する鋼材の疲労強度

以上は静的強度の問題であるが、クランク軸に限らずすべての機械部品の破壊が疲労によるものであることは、既に常識になつており、特に、大形部品では、材料欠陥を有する場合、疲労強度が特に大幅に低下することが知られている。

最近、鍛鋼、鋳鋼いずれのクランク・スローも次第に引張り強さの高い材料が使用されるようになって来ているが、これは、それなりに疲労強度の向上を期待し、許容応力を高くとらうとするためである。

鋼材の引張り強さと疲労強度の関係については、多くの実験的研究があり、その資料<sup>9)</sup>を纏めると図 15 および図 16 で示すような結果になる。

クランク軸を含めて、船用機関の軸頭では、引張り強さ 42 kg/mm<sup>2</sup> をベースとして、これよりも引張り強さの高い材料 ( $\sigma_B$ ) を用いた場合には、次式に示す割合だけ疲労強度が向上すると考えるのが一般の習慣である。

$$K = \frac{42 + \frac{1}{3}(\sigma_B - 42)}{42}$$

図 15 および図 16 から、この式は、ほぼ妥当であることが判り、大体ふつうの熱処理を施した 70 kg/mm<sup>2</sup> 程度の材料まではこれを適用し得ると考えてよい。なお表 8 は上式を用いて計算した各種の高張力鋼材に対する疲労限の増加率を示す。

しかし、これはあくまで、欠陥を有しない完全材に対する資料であることに注意する必要がある。

実際のクランク軸は、形状が複雑で、大形であるため、いかに製造、品質管理にあらゆる努力を払つても、常に

表 7 横込法によつて製造された大形クランク・スロー各部の機械的性質の一例

	降伏点 (kg/mm <sup>2</sup> ) ≥25	抗張力 (kg/mm <sup>2</sup> ) ≥42	伸び (%) ≥25	絞り (%) ≥40	衝撃値 シャルピー (kg m/cm <sup>2</sup> )	屈曲 180°×25 R	備考		
付着試験片	32.8 34.4	52.3 53.9	30A 30A	56F 61F	5.6 9.1	good 〃			
本体から切り出した試験片	ピン外周	30.9	51.3	30A	57F	8.1	〃		
	ピン内側	27.6	47.1	32B	52F	8.7	〃		
	すみ肉部斜方向	27.6	47.8	30B	44F	9.8	〃	砂かみ有り	
	軸孔周	軸孔上水平方向	27.6	49.1	28A	44F	8.8	〃	砂かみ有り
		軸孔横上型上部	27.9	48.7	31A	52F	7.9	〃	
		軸孔横上型下部	29.2	49.4	32A	54F	6.4	〃	
		軸孔下外周水平	27.0	49.4	30A	48F	10.5	〃	
		軸孔下内側水平	31.2	50.7	31A	56F	7.9	〃	
	辺	軸孔横下型上部	27.6	48.1	28B	43F	8.5	〃	砂かみ有り
軸孔横下型下方		27.0	47.8	30B	52F	8.1	〃		

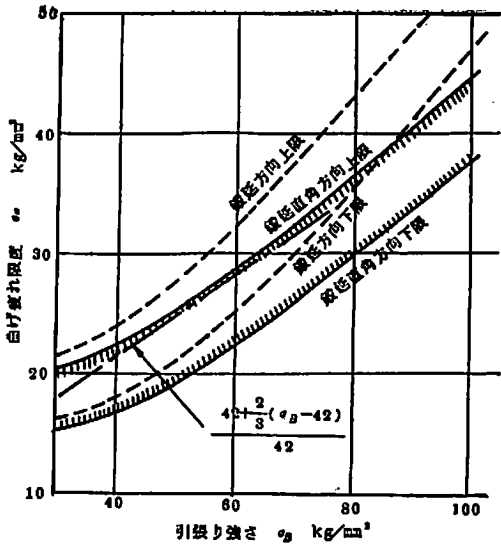


図15 曲げ疲れ強さと引張り強さの関係

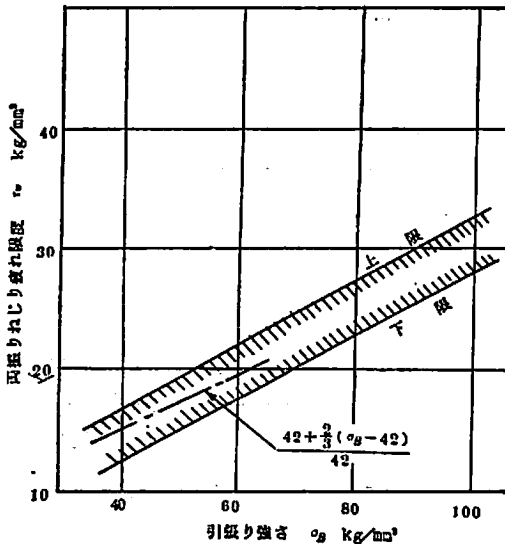


図16 ねじり疲れ強さと引張り強さの関係

何等かの欠陥を保有しているのが現状であり、事故は、常にここから発生する。従つて、前述のような静的強度の向上による疲労強度の向上をそのままのみにすることはできず、材料欠陥が疲労強度にいかなる影響を与えるかを知ることがまず第一の問題である。

欠陥を有する大形鋼材の大形試験片による疲労強度の

表8 各種高張力鋼に対する疲労限の増加率

材料	42k 材	45k 材	50k 材	55 k 材	60 k 材	70 k 材
K	1.0	1.07	1.13	1.21	1.28	1.44

研究は、最近、各方面で、かなり行なわれるようになり、その結果も比較的多数発表されているのでこれを取りまとめてみる。

### 3.2.1. 鍛鋼材

鍛鋼材については、日本鍛鋼会 DSL 委員会の<sup>10)</sup>が、実際の材料きずで廃却となつた大形クランク 軸鍛鋼材 (SF 55 相当材) から鍛錬方向と直角に切り出した 60~120 mm φ の大径試験片を用いて実験を行なつている。

図17はその結果を取り纏めたもので、最大 2mm φ の砂きずを含むものと、2~15mm の偏析われを含むものの曲げ疲労試験結果である。図18は、2mm 程度の偏析われを含むもののねじり疲労試験結果を示したものである。図17によれば、疲労限は、それぞれ曲げの場合、18 kg/mm<sup>2</sup>、9 kg/mm<sup>2</sup>、ねじりの場合、10 kg/mm<sup>2</sup> であり、無欠陥材の曲げおよびねじり疲労限はそれぞれ、19 kg/mm<sup>2</sup> および 12 kg/mm<sup>2</sup> であるから、偏析われが疲労限に及ぼす影響が特に著しいことがわかる。

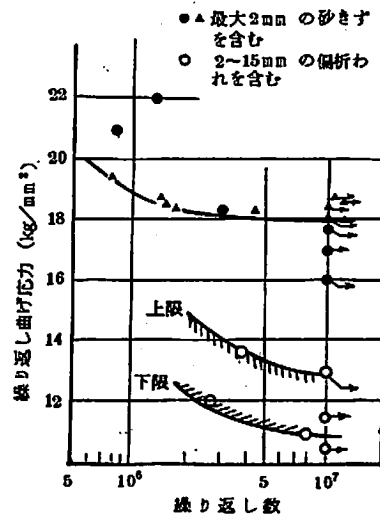


図17 砂きずまたは偏析われを含む鍛鋼材の曲げ疲労強度

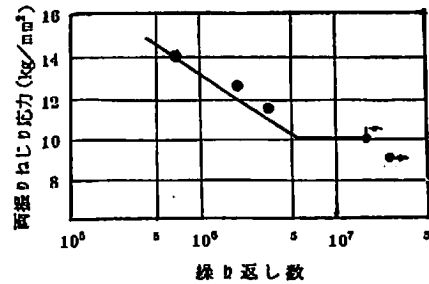


図18 2mm 程度の偏析われを有する鍛鋼材のねじり疲労強度

表 9 材料欠陥を有する鍛鋼品の疲労強度

欠陥の程度	欠陥の方向	曲げ疲労強度	ねじり疲労強度
無欠陥材	L	$20 \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{\sigma_B}{42} - 1 \right) \right\}$	$12 \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{\sigma_B}{42} - 1 \right) \right\}$
	T	$19 \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{\sigma_B}{42} - 1 \right) \right\}$	$12 \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{\sigma_B}{42} - 1 \right) \right\}$
非破壊試験で検出されるが顕微鏡的な大きさの欠陥を有するもの	L	$19 \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{\sigma_B}{42} - 1 \right) \right\}$	$12 \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{\sigma_B}{42} - 1 \right) \right\}$
	T	$18 \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{\sigma_B}{42} - 1 \right) \right\}$	$12 \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{\sigma_B}{42} - 1 \right) \right\}$
肉眼で認められる 0.5~2 mm の砂きず、砂かみを有するもの	L	$18 \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{\sigma_B}{42} - 1 \right) \right\}$	$11 \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{\sigma_B}{42} - 1 \right) \right\}$
	T	15	$11 \left\{ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{\sigma_B}{42} - 1 \right) \right\}$
0.5~2 mm の偏析われを有するもの	L	17	9
	T	11	9
2~15 mm の偏析われを有するもの	L	15	8
	T	9	8

(注) L: 欠陥の長軸 (鍛造繊維方向) が最大主応力と 45° 未満の角度で交わる場合  
 T: 欠陥の長軸が最大主応力と 45°~90° の角度で交わる場合

なお、試験片の破壊の起点は、すべて、実際のクランク軸の破壊の場合と同様に材料欠陥であった。

このように鍛鋼材の材料欠陥は、欠陥の種類、大きさによつて疲労強度を著しく低下させるが、前記の委員会では欠陥材の疲労強度を表 9 のごとく推定している。

なお、大形クランク・スローは、2.1 で述べたようにもつばら Bend Forging で製造されるので、疲労強度は、L 方向の値を考慮してよいが、ままた T 方向に欠陥が出ることもあるので、このような場合には、その評価を特に慎重に行なわなければならない。

### 3.2.2 鋳鋼材

鋳鋼クランク・スローは、いかに十分な製造、品質管理を行なつても、微小なピンホールやマイクロポロシティ等の欠陥の出現はまぬがれないものである。このため、これら欠陥が疲労強度に与える影響については、いろいろ研究されている。

図 19 は、鋳込重量 26 トンの B & W 84 型および MAN 84 形の大形鋳鋼スロー (引張り強さ 50 kg/mm<sup>2</sup>) を切断して作製した大形試験片 (70 mmφ) で曲げ疲労試験を行なつた結果である。

試験片には、5 mm 以下のピンホールやマイクロキャビティが存在していたが、疲労限は 13 kg/mm<sup>2</sup>~16 kg/mm<sup>2</sup> の範囲であった。

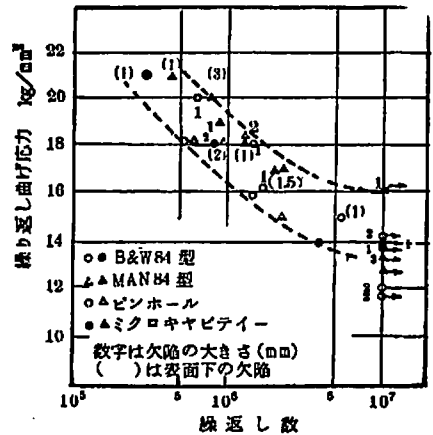


図 19 大形クランク・スローから切り出した大形試験片による曲げ疲労強度

欠陥の大きさと疲労限度の関連は、大きさが 2~3 mm の場合は、下限応力 (13 kg/mm<sup>2</sup>) に、1 mm 以下の場合は、上限応力 (16 kg/mm<sup>2</sup>) に近いものと推定される。なお、ピンホールとマイクロキャビティの差は、この実験では認められなかつた。

図 20 は、上記試験における試験片の破断面であつて、左は表面、右は表面直下の鋳造欠陥が起点となつている。

起点 (表面直下 5×1 ミクロポロシティ)

起点 (表面 2mm プロホール)

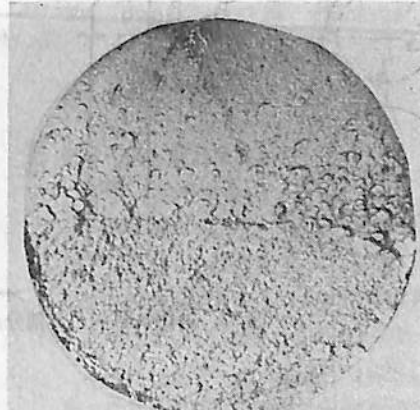


図 20 表面または表面直下の欠陥を起点として破断した破面

図 21 (a) は、SC 46 相当のキールブロックから 50 mmφ の試験片を切り出して曲げ疲労試験を行なった結果である。また、図 21 (b) は、プロホールと疲労強度との関係を示すもので、疲労強度はプロホールの直径が大きくなるにつれて直径の対数値に比例して低下するこ

とがわかる。

以上の結果およびその他の資料<sup>9)10)</sup>から、欠陥を有する鋳鋼材の曲げ疲労強度を推定すると表 10 のとおりとなる。

表 10 欠陥を有する鋳鋼材の曲げ疲労強度

欠陥の程度	曲げ疲労強度
健全材および 0.2 mmφ 以下のピンホール、ポロシティ	16 (kg/mm <sup>2</sup> )
0.4~1.5 mmφ の	13
1.5~3 mmφ の	12
3~5 mmφ のプロホール	10
5~8 mmφ のプロホール	7
1~4.5 mmφ のひげ割れ	9

(註) 健全材に 0.2 mm 以下のピンホール、ポロシティを含めたのは、これらの欠陥が疲労破壊の起点にならないという実験結果によつた。

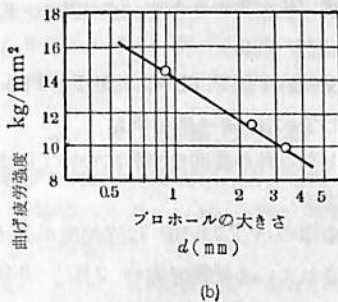
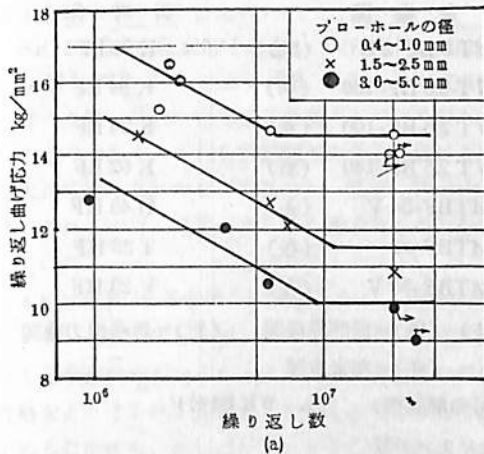


図 21 プロホールの大きさと曲げ疲労限の関係<sup>8)</sup>

なお、鋳鋼クランク・スローに機械的性質に方向性のないことは、3.1.2 に述べたが、疲労強度についても同様であることが、図 22 に示す実験結果<sup>11)</sup>から実証される。

なお、引張り強さの高い鋳鋼材の疲労強度の向上については、資料がないので何ともいえないが、恐らく鍛鋼の場合と同程度であると思われる。しかし、より大形になると質量効果の影響をうけるので疲労強度の向上は余り期待できないであろう。また、ねじり疲労強度に関する実験結果も殆んどない。しかし、これも、鍛鋼の場合の曲げ疲労強度とねじり疲労強度の比率に等しいと考えて大差ないであろう。

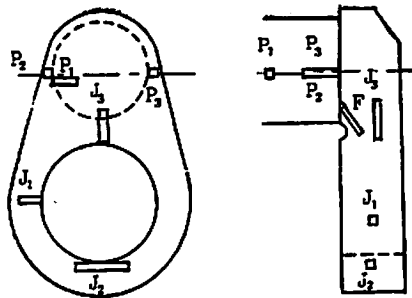


図 22 鈎鋼スローの各部分から採取した疲労限の資料<sup>1)</sup>

	10φ 小野式回転曲げ 疲労限度 kg/mm <sup>2</sup>	曲げ疲労限 引張り強さ
付着試片	21.5	0.41
F	19.5	0.40
P <sub>1</sub>	19.2	0.40
P <sub>2</sub>	19.5	0.39
P <sub>3</sub>	19.0	0.40
J <sub>1</sub>	19.4	0.40
J <sub>2</sub>	17.9	0.37
J <sub>3</sub>	19.0	0.40

(未完)

### B & W 型新高出力ディーゼル機関の 開発と呼称変更

デンマーク国 B & W 社 (Aktieselskabet Burmeister & Wain's Maskin-og Skibsbyggeri) では、かねてより B & W ディーゼル機関の Rating-up について検討中であつたが、先に巨大船用主機として同社において開発された超大口径高過給大出力機関 98 型に次いで、この程在来の 84 型、74 型および 62 型機関を Rating-up した「新高出力機関」を開発した。

そして、この機会に在来の機関のうちの一部 3 機種と 98 型および新高出力機関 (84 型、74 型、62 型) の呼称の変更をつぎのとおり実施することになった。

#### 1. 出力の増加

B & W 社では他社の大口径高過給大出力機関に先がけて 98 型 (98-VT 3 BF-200) 機関の開発に成功し、現在その一番機を製作中で、本年夏頃運転に入る予定であるが、このたびの 84, 74, 62 型機関の出力増加は、98 型機関の開発過程において得られた研究調査の成果を織り込んで、大きな設計変更を行わず、一部の設計改良により現在の構造と外形寸法を保持したまま出力の増加をはかつたものである。

新高出力機関は在来の VT 2 BF 機関に比較して、連続最大出力時における平均有効圧力をつぎのとおりレベルアップしている。

シリンダ数	在来の機関	Rating-up 機関
6, 9, 12 シリンダ機関	9.1 kg/cm <sup>2</sup>	10.2 kg/cm <sup>2</sup>
5, 7, 8, 10, 11 シリンダ機関	9.1 kg/cm <sup>2</sup>	9.9 kg/cm <sup>2</sup>

この結果新高出力機関は在来の機関に対し連続最大出力において、84 型は 8%~12% 強、74 型は 13%~17% 強、62 型は 11%~15% 強の出力増となつた。

#### 2. 機関呼称の変更

このたびの呼称変更の対象となる機関と、その新呼称はつぎのとおりである。

対象機関	新呼称
98-VT 3 BF-200 (既)	K 98 FF
*84-VT 2.5 BF-180 (新)	K 84 EF
*74-VT 2.5 BF-160 (新)	K 74 EF
*62-VT 2.5 BF-140 (新)	K 62 EF
45-MTBF-54 V (在)	U 45 HF
23-MTBF-30 (在)	T 23 HF
23-MTBF-30 V (在)	V 23 HF

(注) (既)=既開発機関 (新)=新高出力機関  
(在)=在来機関

(記号の解説例) 例. 9 K 84 E F

9...シリンダ数

K...機関の型式 (K=2 サイクル, クロスヘッド型)

84...シリンダ直径 (cm)

E...開発段階を表わす記号 (E=2.5 B, F=3 B)

F...用途を表わす記号 (F=推進用)

(注) 1. 上記以外の機関の呼称については現行のまま。

2. ※印の VT 2.5 BF は過給度が現在使用されている機関呼称の 2 B と 3 B との中間にあることを示したもの。



# ホーバークラフト SR. N 5-MO 1 実艇試験について

藤 瀬 留 国  
武 藤 碩 夫  
松 尾 日 出 男  
三菱重工株式会社神戸造船所  
造船設計部ホーバークラフト課

## 1. ま え が き

当社は昭和 35 年から ホーバークラフトの開発に着手し、昭和 37 年末、長崎造船所で全備重量 3t の実験艇を建造したが、その後ホーバークラフトの浮揚原理そのものが、イギリスの HDL (Hovercraft Development Ltd.) の特許に属し、また技術的にもイギリスの Westland 社が非常に進んでいることがわかつたので、昭和 38 年この両社と技術提携を結んだ。

(注) 昭和 41 年春、Westland 社のホーバー部門および HDL は、Vickers 社のホーバー部門と合併して新会社 BHC (British Hovercraft Corp. Ltd.) を作り、Westland 社の子会社として発足したので、現在当社の技術提携の相手は BHC である。

さて昭和 39 年夏、九州商船(株)ではホーバークラフトの運航を決意され、その旨当社に申し入れがあつたが、同年春に技術提携の政府認可を得たばかりであり、国産の準備が間に合わないの、とりあえず Westland 社から輸入することとした。

SR NS5 (全備重量 7t) というのは、Westland 社が SR. N1, SR. N2 および SR. N3 の 3 形式の実験艇を作つた後、最初に実用量産機種として売り出したばかりのものであり、これら実験艇での貴重な経験を十分採り入れて設計されたものであつた。当時、Westland 社は、これを軍用、民用いづれにも適するものとして宣伝していた。

本艇は昭和 40 年春神戸に到着したが、当時はホーバークラフトに関する法規がいつさいなく、認定試験を受けて商業運航を行なうためには、まず安全法や乗組員の資格をどうするかが問題となり、そしてこれらの法規を定めるためにも、ホーバークラフトの性能確認を必要とした。そこで当社は運輸省の御協力を得て、昭和 40 年 3 月から 8 月にかけて、神戸造船所で種々の角度から性能確認試験を実施した。以下はその記録である。

## 2. 試験の目的

本試験は、次の 5 項目を主目的とした。

(1) 運輸省のエアクッション艇に関する安全規準作成への協力

船でもなく、また航空機でもないホーバークラフトの特性については不明の点が多かつたので、本艇の運転ならびに試験を通じてこれらを解明し、安全

規準作成に協力する。

(2) 形式承認の取得

前項に基づく結果、運輸省から暫定的に“水上用エアクッション艇の検査の方法”が出され、これに基づき形式承認を得るに必要な試験を行なう。

(3) 一般的性能をは握するための試験

ホーバークラフトの基礎的な特性については、当社で建造した 3t 実験艇の経験からある程度知られてはいたが、さらに実用艇として使用する場合の新たな問題点を明らかにし、同時に諸性能を確認する。

(4) ホーバークラフト性能計測技術上の問題

ホーバークラフトはその固有の性能のため、在来の船舶や航空機の計測方法をそのまま踏襲できない部分もあるので、今回の計測でホーバークラフトに適した計測方法を確立する必要があつた。しかしこの問題は、今後とも経験を重ねて満足なものに改良する必要がある。

(5) 性能解析上の問題

在来理論をベースとした性能解析法の適用の可否

## 3. SR. N5 の概要

SR. N5 という形式名は、現在の BHC の一員である旧 Westland Aircraft 社の Saunders-Roe 工場で設計製作された機種のうち、第 5 番目にあたるものであることを示している。SR. N5 には、軍用として装備されたものもあるが、当社が輸入したのは旅客用である。

### 3.1 SR. N5 の主要目

全 長	11.8 m
全 幅	7.0 m
全 高	4.6 m
全備重量	
通 常	6.8 t
最 大	7.9 t

### ペイロード

旅 客	15~20 人
または貨物	2.0 t

機 関	Bristol Siddeley "Marine Gnome"
	ガスタービン 1 基
	最大連続馬力 900 軸馬力

プロペラ Dowty Rotal 4翼  
 可変ピッチプロペラ (逆ピッチ可能)  
 直径 2.75 m 1基  
 浮揚ファン Westland 製 遠心12翼 直径 2.14 m  
 1基

燃料搭載量 1,200 l 航続時間 3.5 h

### 3.2 SR. N 5 の構造

SR. N 5 の一般配置図を図1に、鳥かん図を図2に、  
 走航中の状態を図3に示す。

#### 3.2.1 材 料

主要構造部は高力アルミニウム合金 (アルクラッド) を使用し、部分的には高力アルミニウム合金と発ぼう (泡) 材とのサンドウィッチ材や、強化プラスチックなども使用した軽量構造である。

#### 3.2.2 一般配置

SR. N 5 は、大別して中央区画と、その両  
 玄にある玄側区画の三つのブロックから成つ  
 ている。中央区画は、前方から縦首部兼乗降  
 口、操縦席を含む客室、燃料タンク、浮力タ  
 ンク、浮揚ファン区画および最後部の尾翼構  
 造 (ラダーおよびエレベータ) から成つてお  
 り、上方には前部から客室吸気口、エンジン  
 吸気口、エンジンおよびトランスミッション  
 機構、プロペラが装備されている。

玄側区画はすべて浮力タンクの働きをし、  
 中央区画とピンで結合され分解できるよう  
 になっている。中央区画から玄側タンクの上  
 方に玄側甲板が張られており、この甲板と玄側

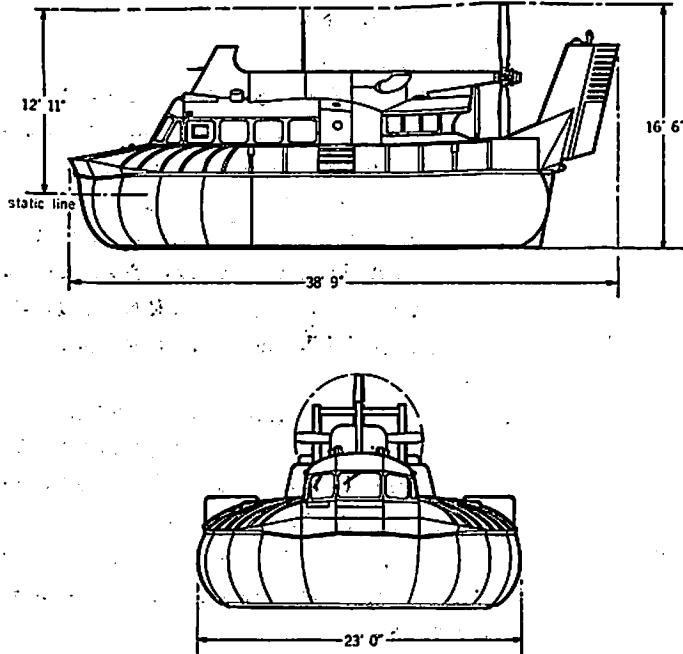


図1 SR. N5 一般配置図

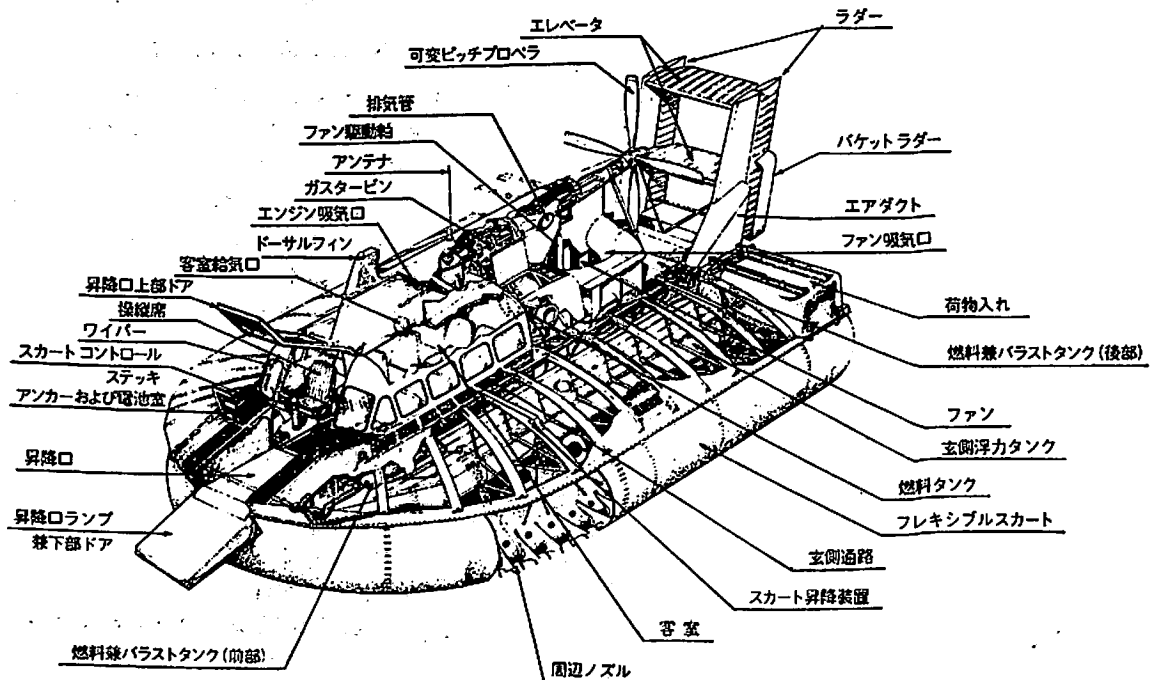


図2 SR. N5 の鳥かん図

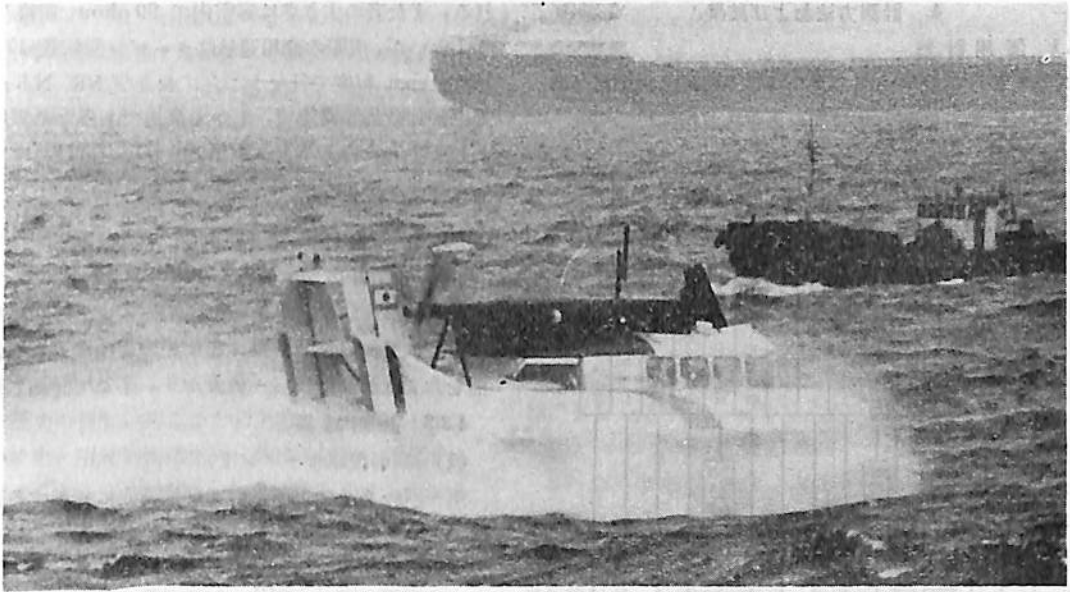


図3 波浪中を走航するSR. N5-MO1

タンクとの間のスペースは、浮揚ファンからの空気の通路になつている。この風路の先端には、艇体の底周囲に沿つてバッグ状のフレキシブルスカートが取付けられており、ファンを通してこのバッグ内にためられた空気は、スカート下端のノズルから外気へ噴出される。このフレキシブルスカートは、りょう(凌)波性、障害物乗越性能、安定性および操縦性能を増すために取付けられたもので、浮力タンクの下面から約1.2mの深さをもっている。

### 3.2.3 動力およびトランスミッション機構

機関出力軸は、一次・二次ギヤボックスに連なっている。一次ギヤボックスはエンジン出力軸に直接取付けられ、さらに二次ギヤボックスに連なる。二次ギヤボックスからは、出力軸が後方水平に出て可変ピッチプロペラを駆動し、またカサ歯車を介して垂直軸を下方に分岐させ、浮揚ファンを駆動する。したがつてプロペラピッチを変えることにより、プロペラとファンの馬力の配分を変えることができる。

### 3.2.4 操縦系統

#### (1) 浮揚高サおよび速力の制御

艇の浮揚高サ、前進速力のコントロールは、エンジンスロットルおよびプロペラピッチの調整で行なう。SR. N5に搭載しているGnomeエンジンはフリータービンなので、スロットル一定でプロペラピッチを増すとプロペラの吸収馬力が増加するためタービン回転数は低下し、したがつて浮揚ファン回転数も下がる。このため艇

の浮揚高サが下がり、プロペラが出す推力が増す。(この場合、海面がかなり平たんならば速力が増すことになるが、波があれば、浮揚高サの減少による水面接触抵抗の増加がプロペラ推力の増加より大きくなり、必ずしも速力を増さない。)

#### (2) 軸姿勢の制御

艇の方向制御は、軸尾の2枚の垂直安定板後部に取付けた2枚のラダーで行なう。しかし、低速時および静止浮揚時にはこのラダーのききが減少するので、これを補うため、浮揚用空気の一部をラダーの下部に取付けたバケットラダーに吹付けてラダーを補う。また、過大な風見安定性を殺し、旋回性を増すため、各室天井の上部にドーサルフィンを付けている。しかしこのままでは、旋回中特に高速旋回中の求心力が不足するだけでなく、旋回中心の外側に横転する傾向が生じるので、フレキシブルスカートを両舷各2か所で引上げ(スカートリフト)、艇にバンク角を与えるようにしている。スカートリフトは旋回中だけでなく、静止浮揚時または低速時バケットラダーと併用し、その場回転、横ばいなどの操縦にも使われる。艇はその載荷状態により、前後方向重心位置がかなり変動し、トリム角が変化する。一方、艇には前進抵抗、安定性の面から最適トリム角が存在するので、トリム角の調整が必要である。艇首尾部にある1組の燃料バラスタタンクの油を、ポンプで前後方向に移動させることにより初期トリムを設定し、航走中は艇尾のエレベータにより調整する。

## 4. 計測方法および結果

### 4.1 使用計器

試験の種類、計測方法の詳細は以下各項目毎に述べるが使用した諸計器等の系統図をまとめて図4に示す。

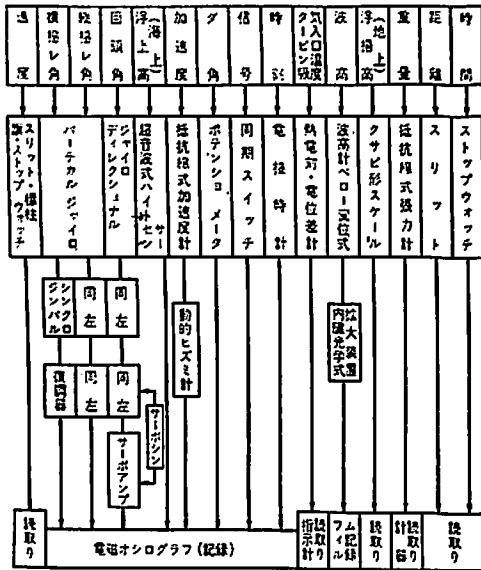


図4 SR. N5-MO1 使用計器系統図

### 4.2 騒音計測

#### 4.2.1 計測方法

エンジン起動前後および運転中において客室内外部での騒音の大きさおよびスペクトラムを携帯用騒音計 (Brüel & Kjaer) で計測した。

#### 4.2.2 計測結果

SR. N5-MO1 が地上で静止浮揚時に、艇内外で計測した騒音のスペクトラムおよび音の大きさを図5に示す。図5はタービン回転数約 20,500 rpm (プロペラ回転数 1,950 rpm, ファン回転数 930 rpm) のときのものである。図中 130 c/s を中心とするなめらかなピークは、ファンおよびプロペラ翼の回転による騒音、また 10,000 c/s 付近のピークはエンジンタービン翼の騒音と推定さ

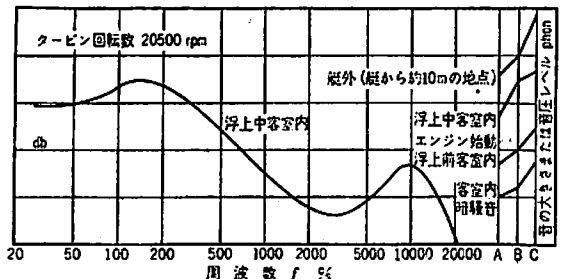


図5 SR. N5-MO1 客室内外の騒音

れる。また音の大きさは客室内で 90 phon 前後でかなり大きい、実際の商用運航はタービン回転数 17,500~18,500 rpm 程度で行なうこと、および SR. N5 の就航航路が比較的短距離で、しかも高速であるため乗艇時間が短いことを考えると、実用上それほど問題にはならないと思われる。

### 4.3 傾斜時復原モーメント

#### 4.3.1 計測方法

ピッチおよびロール角と復元モーメントの関係を静止浮揚時に計測した。また、ピッチおよびロールの自由動揺をおこなわせて、パーチカルジャイロで計測した。

#### 4.3.2 計測結果

##### (1) 傾斜復原モーメント

ホバークラフトが縦および横方向に傾斜すると、艇底面に加わる空気圧力 (cushion pressure) の分布に変化が起こり、艇姿勢を復原しようとする作用が生じる。このときの復原モーメントと傾斜角との関係を図6に示す。図6の曲線は、ピッチ、ロールともに最大傾斜角 (傾

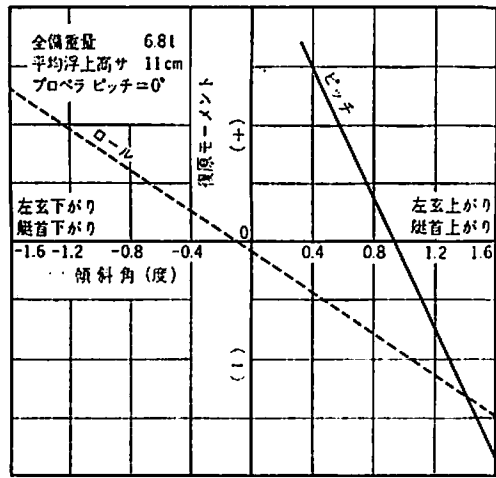


図6 縦横傾斜時の復原モーメント

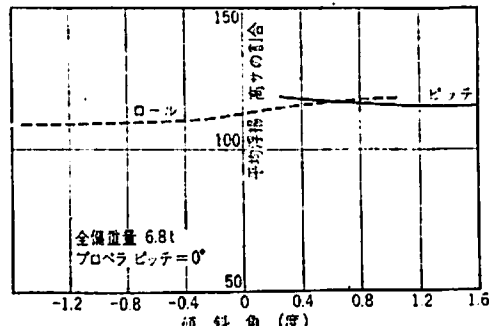


図7 傾斜時の平均浮揚高サ

斜により艇体の下端が地面に着くときの傾斜角)の60%程度の傾斜範囲に相当するが、この範囲ではほぼ直線性が存在することがわかる。また傾斜に伴う平均浮揚高サの変化を図7に示す。

## (2) 自由動揺試験

艇に初期傾斜を与えた後、自由動揺をさせ記録したものが図8である。ロールのほうは減衰が大きく周期運動をするに至っていない。ホーバークラフトの動揺に対する減衰力については不明な点が多いが、主として振動中に空気ジェットカーテンの平衡が破れて、空気クッション内への空気の入出が起り、振動速度にほぼ比例したクッション圧力の変化が起るためと考えられる。しかしこのほかにも、減衰特性はファン特性と密接な関係をもつのではないかとも思われ、今後研究を要する点が多い。

またピッチのほうは、静的な平衡位置からずれた位置のまわりで周期運動を行なっているが、これも艇固有の特性か、計測技術上のものか、さらに検討する必要がある。しかしホーバークラフトの動揺では、周辺ジェットが地面に近づくときと遠ざかるときとは、かなり値の異なる減衰係数を持つことが考えられるので、このような傾向が出る可能性は考えられる。

ピッチの周期のほうは、減衰のない質量-バネ系と考えて、図6の傾斜をバネ定数として用いて計算すると、ほぼ実測値と一致する。

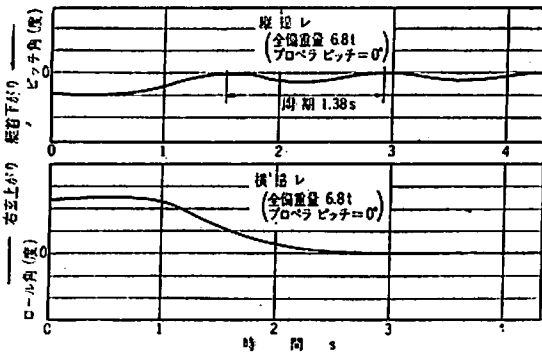


図8 自由動揺試験

## 4.4 浮揚性能試験

### 4.4.1 計測方法

静止浮揚時の浮揚高サ(スカート下縁と地面との間隙)と艇重量、エンジン回転数(浮揚ファン回転数)の関係を調べた。

### 4.4.2 計測結果

#### (1) 浮揚高サ

艇をロープで軽く固縛しておいて、艇周辺4点での浮揚高サ(フレキシブルスカート下端と地面との間げき)を計測し、平均浮揚高サを求めた。この結果を図9に示す。浮揚高サとファン回転数および艇重量との関係は、実用ファン回転数範囲(750 rpm 以上)ではほぼ直線的になつている。(図9はプロペラピッチ0°の時の結果であるが、他の場合にもほぼ同様のことが言える。)

次に、浮揚高サに及ぼすプロペラピッチの影響は、ファン回転数一定のとき、プロペラピッチを増すと浮揚高サが若干低くなる傾向にある。これは、プロペラピッチの増加とともに、その前面にあるファン吸気孔付近の流線が影響を受け、ファン特性が変化したためと思われる。

#### (2) エンジン作動曲線

SR. N5 が搭載している Gnome エンジンは、前述したようにフリータービンであるため、同じ出力でもコンプレッサ回転数、タービン回転数の組合せはある程度任意に採れる。この組合せは、実際にはエンジンスロットル開度とプロペラピッチの選び方を変えることにより実現される。参考のためタービン回転数、コンプレッサ回転数、プロペラピッチの関係を図10に示す。図10は地上で前進速度0で艇重量6.7tのときのものであるが、速度、重量がこの曲線に及ぼす影響は小さく、実用上は

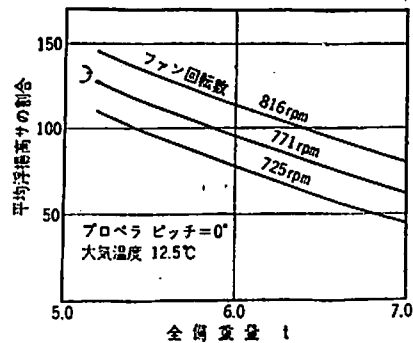


図9 平均浮揚高サとファン回転数および全備重量との関係

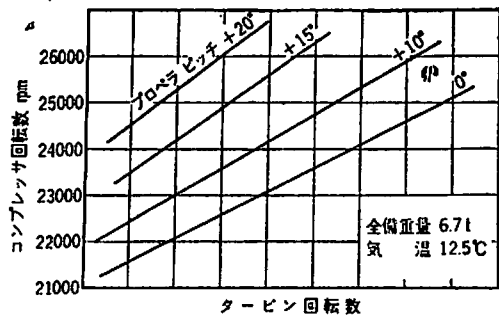


図10 コンプレッサ回転数、タービン回転数、プロペラピッチの関係



無視してよい。しかしガスタービンエンジンの出力は吸気温度により非常に異なるので、温度が異なる場合はこの曲線の関係は変わってくる。

#### 4.5 速力試験

##### 4.5.1 計測方法

艇重量、エンジン回転数（コンプレッサ回転数およびタービン回転数）、プロペラピッチと艇速力の関係を調べた。艇の速力は、風、波浪、気温等によりかなり大きく影響され、本試験中最も時間をさいた部分である。

計測は、防波堤上に約 300 m 離して 2 個のスリットを設け、これに沿って艇を走らせ、対地速度を計測した。また風向、風速を測り対空速度を求めた。これと同時に艇装備の速力計の指度（対空速度）を読み、この校正を行った。

##### 4.5.2 計測結果

SR. N 5 では前に述べたように、1 本のエンジン出力軸から 2 本の軸を分岐させて、プロペラとファンを駆動しているが、プロペラピッチの採り方により両者への馬力の配分が変わり、艇の性能はやや複雑になる。

今回の計測では、エンジン出力の実測は行なわなかったため精度には欠けるが Gnome エンジンの特性曲線から大気温度、タービン回転数、コンプレッサ回転数をもとに出力を算定した。これと速力（対空速度）との関係を図 11 に例示する。

##### (1) タービン回転数の影響

馬力一定で、タービン回転数を増すと速度は減少している。（タービン軸は減速歯車でファン、プロペラへ結合

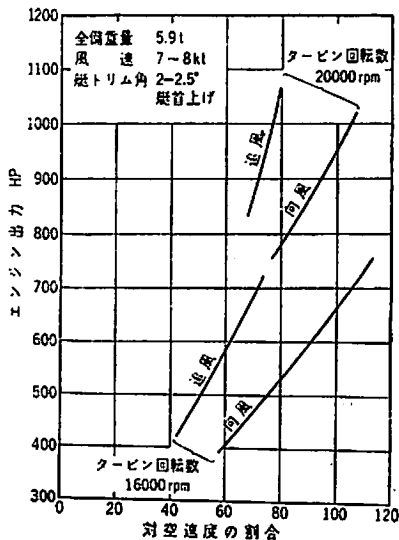


図 11 対空速度とエンジン出力の関係

されているので、タービン回転数の大小はファンおよびプロペラ回転数の大小を示すと考えてよい）これはプロペラピッチを小さくするため、プロペラ吸気馬力すなわちプロペラ推力が減り、その分だけタービン回転数すなわちファン回転数が増した結果になっている。

これは、タービン回転数を大きくして走ることは、浮揚高さを高く、推力を小さくして走ることに相当し、浮揚高さの増す分だけ水抵抗は減るが、それ以上に推力の減少、さらにファン回転数の増加によるモーメント抵抗の増加の方が大きく全体として、速力が低下しているわけである。ここでモーメント抵抗とは、進行中、艇に対して水平前方より来る空気の流れをファンで垂直下方へ吸い込み、流れの方向を変える際に受ける抵抗で、艇速および吸入空気量に比例するものである。したがってファン回転数が増せば吸入空気量が増し、モーメント抵抗も増加する。一方タービン回転数を小さくすることは、浮揚高さを小さく、推力を大きくして走ること、浮揚高さの低下による水抵抗の増加とファン回転数の減少によるモーメント抵抗の減少の両者より定まる最終的な抵抗の増加量が推力の増加より小さい範囲では、速力は増すことになる。したがって、ホーバークラフトには海面の状況に応じて最適タービン回転数が存在する。

##### (2) 追風時と向風時との差違

図 11 を見ると、タービン回転数、馬力が同じでも、追風で走るときと向風で走るときとは、対空速度で約 14% の差がでている。言い換えると、同じ対空速度を得るためには、追風のほうが 1.3~2 倍の馬力を必要としている。これは二次的な理由はいろいろ考えられるが、もつとも大きな理由は、ホーバークラフトの前進抵抗として対地速度に関係する成分、すなわちハイドロダイナミックな抵抗成分が大きな割合を占めているということである。

この様子をもう少し詳しく調べるために描いたのが図

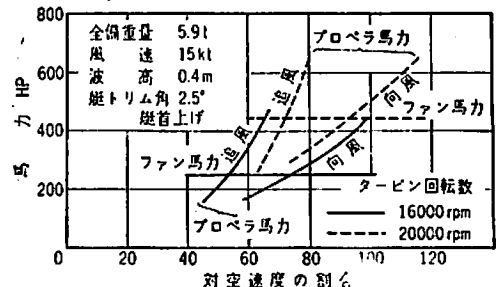


図 12 吸収馬力と対空速度の関係

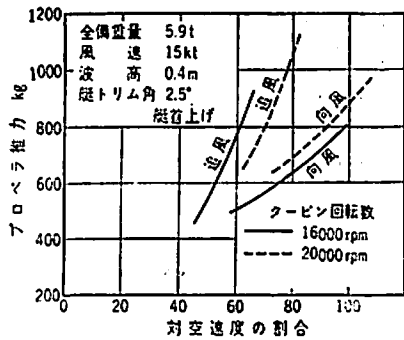


図13 プロペラ推力と対空速度

12, 13 である。ここでプロペラ馬力および推力はプロペラ特性曲線から、ファン馬力は図11の馬力からプロペラ馬力を差引いたものである。図12からファン馬力は前進速度に無関係に、しかも追風、向風に無関係にはば一定であり、プロペラ馬力だけが追風、向風で大きく変わっていることがわかる。図13を見ると、追風と向風でプロペラ推力、すなわち前進抵抗が大きく異なることがわかる。

従来 ホーバークラフトの初期設計や一般的な理論では、ハイドロダイナミックな抵抗としては、低速での造波抵抗だけが大きく取りあげられてきたが、実際のホーバークラフトでは、これがエアロダイナミックな抵抗に比べて決して無視できない程度存在することがわかったわけである。

ハイドロダイナミックな抵抗が生ずる原因としては、走航中にフレキシブルスカートの下端が水面に接触（断続的ないし連続的に）すること、周辺ジェットにより吹上げられた水しぶきがスカートをたたくことなどが考えられる。いずれにしても理論的にその量を求めることは非常に困難である。しかし、その大きさの程度は実験的に図13をもとに逆算することができるが、精度があまり良くないのでここでは述べない。

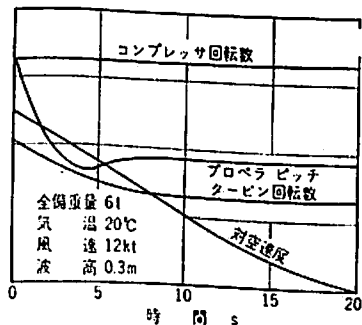


図14 減速中の艇操作 (通常減速)

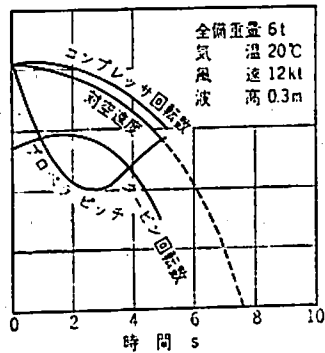


図15 減速中の艇操作 (緊急停止)

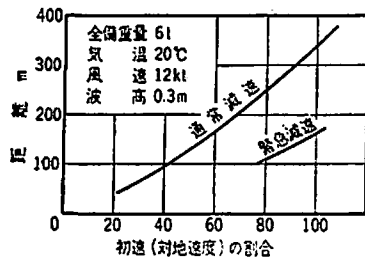


図16 停止に要する距離と初速度の関係

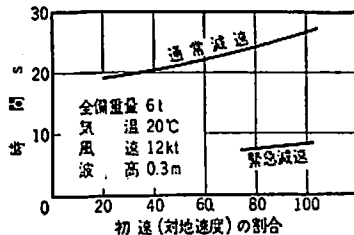


図17 停止に要する時間と初速度の関係

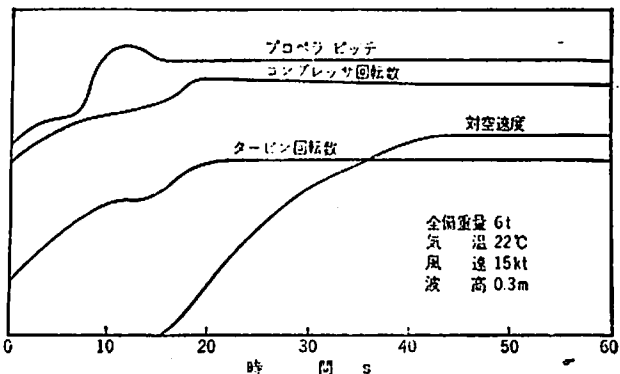


図18 加速中の艇操作

## 4.6 加速性試験

### 4.6.1 計測方法

ホーバークラフトの加速性能は、低速時の造波抵抗によつて左右される（ハンプ時の抵抗値は、50~60 kts で巡航中の空気力学的な抵抗の60%程度に相当する）。加速試験では、艇が水面上に船として浮かんでいる状態から一定の速度に達するまでの時間、距離等を計測した。これらの計測は、防波堤上3点にスリットを設け、加速操作開始と同時に5秒間隔で艇の位置を追跡しておこなつた。この方法によつて艇の加速特性をつかむとともに、精度は良くないが、2回微分をおこなうことによつて、対地速度、加速度の変化を求めた。

一方艇内では、操縦席の前面の計器板を約3秒おきに撮影し、プロペラピッチ、タービン回転数、コンプレッサ回転数、指示対空速度の変化を調べた。また、本試験では参考のため艇中央部の前後方向加速度を抵抗線式加速度計で計測した。

### 4.6.2 計測結果

加速中のプロペラピッチは小さ過ぎると推力が小さいし、大き過ぎるとプロペラ翼が失速するので、最適角度が存在する。図18はプロペラピッチ10°で加速中のエンジンおよび計器指示速度の様子を示したものである。図19は、これに対応する艇の進行距離とその微分によつて求めた対地速度および加速度の変化を示す。

25s付近に表われている加速度曲線のピークは、造波抵抗のハンプの後に続く抵抗曲線上のホロー（hollow）に一致している。図18, 19の計測は横風を受けながら行なつたので、図18における対空速度と図19における対地速度はほぼ一致している。

## 4.7 減速性試験

### 4.7.1 計測方法

一定の初速から減速し、停止するまでの距離、時間を

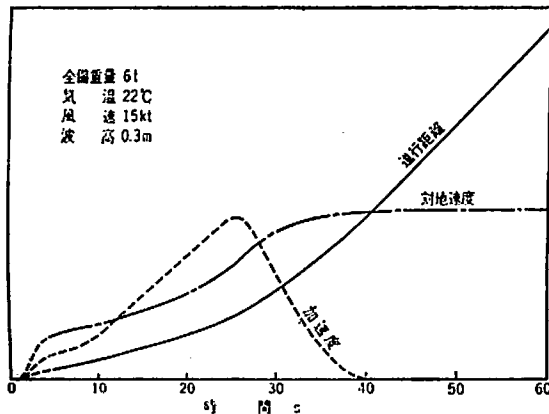


図19 加速試験結果

計測した。減速の方法としては、通常の比較的ゆるやかな減速と、緊急時を想定したかなりの過酷な急停止とをおこなつた。計測方法は加速試験と同じ3個のスリットで、減速操作発令時と完全停止時の2点で艇の位置を求めた。減速に要する時間は加速のそれに比べ短いの、減速の途中での艇位置の追跡はやらなかつたが、今回の計測で、実際はこれも可能であることがわかつた。一方艇内では3~4秒間隔で計器板の撮影を行ない、タービン回転数、コンプレッサ回転数、プロペラピッチの変化を求めた。また、減速中の、前後方向および上下方向（艇首、中央部、艇尾の3点）の加速度を抵抗線式加速度計で計測した。

### 4.7.2 計測結果

減速中の操作状況の一例を図14.15に示す。これは通常減速時には逆ピッチを与え、タービン回転数をほぼ一定に保つて（浮揚高さはほぼ一定で）負推力のみで減速しているのに対し、緊急停止では負ピッチを与えるとともに、エンジンスロットルを絞つてファン回転数を急速に落し（したがつて、浮揚高さをしだいに0にし）、艇を着水させて停止した場合のものである。

図16, 17に減速から停止までの距離、時間を初速（対地速度）ベースに示す。図のように対地速度をベースに採ると、追風と向風に関係なく、ほぼ1本の曲線となつた（対空速度をベースに採ると両者はかなりずれる）。

これは、減速中に艇に加わる外力のうち対地速度に関係したものが主力を占めるためと思われるが、図14でもわかるように、減速中にはタービン回転数が低い値であるため、浮揚高さがわずか4cm程度しかないので、水抵抗が全抵抗の大きな部分を占めること、および低速時の造波抵抗がきいてくること等によるのではないかとと思われる。

緊急停止を行なうと停止距離は約 $\frac{1}{2}$ 、時間は約 $\frac{1}{4}$ になる。このとき艇が受けた上下方向最大加速度は艇首で約0.45gで、空気クッションの作用を無視してこの時の衝撃荷重を計算すると、艇首に全備重量（この場合6t）の $\frac{1}{2}$ の力が作用していることになる。

## 4.8 旋回性試験

### 4.8.1 計測方法

ホーバークラフトでは、旋回中の偏角をどの程度許すかによつて、異つた旋回径を得ることができる。この操作はスカートとラダーの与え方を種々組合わせて用いることによつて実現される。今回の試験では、偏角に制限を付けずに最短時間、最短距離で方向転換をする場合について計測した。その後、SR. N 5は後で述べるプラ

ウイン(Plough-in) およびそれに伴って起こる可能性のある転覆を防ぐため、旋回中の偏角を速力に応じる値以下に押えるべきであることがわかったので、現在では、実際の運航上、このような旋回はおこなわない。計測は、旋回前後の4時点、加速試験および減速試験と同じスリットを用いて、艇の位置を追跡した。(図20で④～⑤間は、旋回進入速度を計るための助走で、⑤点で発令、⑥点は発令点からもつとも遠い距離にある位置、④点は方向転換を完全に終了した点である。)また旋回中艇に加わる前後方向加速度(艇中央部)、上下方向加速度(艇首、中央部、艇尾)、左右方向加速度(艇中央部)を抵抗線式加速度計で計測した。

#### 4.8.2 計測結果

図20に旋回中の艇位置を追跡した結果の例を示す。ここで言う旋回とは、比較的低速から方向転換を主目的とした急回転で、旋回中の偏角に制限を与えずに行なつ

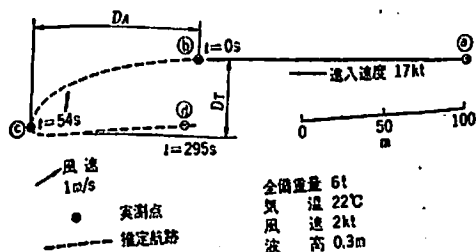


図20 旋回中の艇航跡

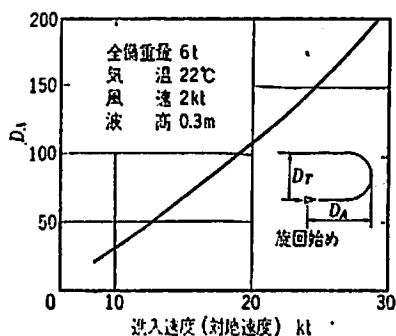


図21 旋回試験結果(Da)

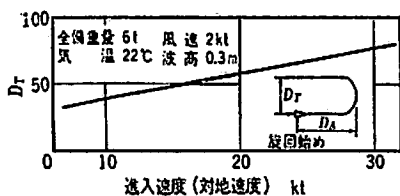


図22 旋回試験結果(Dr)

たもので、実際の運航時何かの危険に出会わせたとき、まず減速して急速に方向転換を行なう場合を想定したものである。図20 Dr および Da は操縦方法ならびに風や波との出合方向により複雑に異なってくるが、一例として示すと図21, 22のようになる。この場合も対地速度をベースに探ると追風、向風の差は小さくなる。

#### 4.9 ブラウイン試験

フレクシブルスカート装備したホーバークラフトでは、直進走航中の艇になんらかの原因で過大な艇首下げモーメントが加わると、艇首部のスカートが水中に没し、ちようど、つまづいたようなかっこうになつて、ますます前のめりになることがある。これは、スカートが水中に没つたため水抵抗が急激に増加し、艇に大きな減速力および艇首下げモーメントが働くためである。しかしブラウインが起きても艇が完全な直進状態にあれば、単に急速な減速を感じるだけで特に危険はないが(むしろ、このような減速法を緊急時には故意に用いることがある)、これが旋回中などにかなり大きな偏角をもっている時に起こると、減速だけでなく横転を招く可能性もある。ブラウイン特性に影響をもつものは、没水中のスカート前進抵抗、スカート材料のタワミ性、スカート内部空気圧力など種々のものがある。SR. N5 では、これらのことを十分検討し、たまたま SR. N5-MO1 の試験中に外国で起きた転覆事故を機に、根本的なスカートの改造を行なつた。このスカート改造によりブラウインが起こりにくくなつたか、または起こつても危険な状況へ連なることはないかを見るため、次のような過酷な試験を行なつた。

- (1) 直進走航中、急速にラダーを艇首下げ位置にとり、燃料バラストを全部前方タンクへ移動、プロペラピッチを増加する。(プロペラ推力線は重心より上方にあるので、推力は艇首下げの方向に作用する。)
- (2) 旋回中に旋回中心の外側舷のスカートを引上げ、その方向に艇を傾ける。傾斜角が大きくなつたところで旋回をやめ、そのまま直進コースにはいる。

この結果いずれの場合にも危険性は全くなく、スカート改造が成功したことを確認したが、その後の海外での実績をも含めて、ブラウインおよびそれに伴う転覆の危険性は、正しい運転法を行なう限り完全に解消したものである。

#### 4.10 波浪試験

波浪中の性能については、操縦性、運動性、艇に加わる外力等を調査の予定であつたが、時期的に適当な波浪

海面が得られず、十分な計測は行なえなかつた。波高を計測するため、三菱重工長崎研究所で開発したものに光学的記録方法を採用した。大阪府立大学田口助教授御試作の波高計を準備していたが、前述のような理由で今回は使用しなかつた。波浪の計測、艇の応答特性の調査は今回の SR. N 6 で行なう予定である。

しかしながら、たまたま風速約 30 kt、波高 1~1.5 m の波浪中を走つた際、艇の運動、加速度を計測した結果によると、平均縦および横揺れ角約 5~6° (両振幅) 最大上下方向加速度 1.5 g を記録した。このときの艇の運動はコログラム解析を行なつたが、波の計測が行なえなかつたのでここには述べない。

#### 4.11 続航試験

波浪試験を中止した某日、代わりに神戸造船所から出航、大阪湾を南下して洲本沖である計測を行なつた後、友ガ島水道を出て和歌山港北西の海浜へ寄り、その後西行して沼島北を経て鳴門の渦潮の真上をほとんどショックもなく通過、播磨灘を北上して明石海峡から神戸に帰投する淡路島一周を行なつた。

全航程約 100 海里、燃料消費、ブロッグ速力、その他の計測を行なつた。

#### 4.12 障害物飛越試験

障害物飛越性能、砂浜での走航性能等を調べるため、神戸市須磨の砂浜で海岸線に対し直角に突出している高さ 80 cm、幅 1.5 m のコンクリート製砂止めを海岸線に沿って走り、3 回連続に飛び越した。この時の初速は 17 kt であつたが、最大上下方向加速度は 0.5 g 以下であつた。この状況を図 23 に示す。



図 23 障害物を飛び越える SR. N 5-MO 1

このほか、水面上高さ 0.8 m、直径 2 m の円筒形パイを飛び越したこともあつた。また、和歌山海岸で海面上 0.5 m ぐらいの鋭い小岩が約 5 m<sup>2</sup> にわたって分散している上を、35 kt の速度で乗越えたこともある。このときにも衝撃はほとんど感じられなかつたが、岩がスカートをかすめる有様がはつきりと感じとられたので帰投後調べたが、スカートの損傷はなかつた。

## 5. あとがき

今回の試験で、ホーバークラフトの性能全般にわたつて、計測技術および性能は握のうで最少限度のことがらは握むことができたのではないと思われる。

従来ホーバークラフトは、地面または水面から、ほぼ完全に縁を切つて走航するので、その性能は航空機的に対空速度によつて議論できるだろうと考えられていたが、今回の試験によりホーバークラフトは、たえず水面の影響を不規則かつ断続的に受けながら走航しており、その影響が決して無視できないことが明らかになつた。このことは、実際にホーバークラフトを運航させる場合、その運用および操縦技術を独特のものにしていると思われる。

なお上述の試験の結果、SR. N 5 は軍需用、民需用としてはきわめて優秀であるが、期待した 70 kt の速力が得られないため、商業艇としては採算性の確保が困難であることが判明した。

Westland 社でもいち早くこの点に気付いたとみえて、昭和 39 年秋ごろから、ひそかに商業向きの改良に着手し、昭和 40 年春 SR. N 6 (全備重量 9.3 t) を発表した。SR. N 6 は主機、ファン、プロペラなど動力機構が SR. N 5 と全く同一であるが、艇長を延長し、乗客定員を約 2 倍にしたものであり、かつその後のスカートなどの改善により波浪中の性能が著しく良くなり、運航採算を飛躍的に向上させることができた。

しかし、当社が SR. N 5 を発注したときは、この改良計画は厳秘に付され知る由もなかつたので、その後当社は Westland 社に要求して SR. N 5 と SR. N 6 とを交換して貰うことになつた。

新しい SR. N 6 は昭和 41 年 11 月イギリスで引渡され、昭和 42 年 1 月 12 日神戸に到着して、現在神戸造船所においてテストを実施中であり、近く九州商船(株)へ引渡すことになつている。



# ヒューズ付埋込しや断器

山 本 啓 一  
三菱電機・福山製作所  
遮断器技術課

## 1. ま え が き

最近、船舶の電気設備の大容量化は目を見はらせるものがあり、a-c 450 V 1,000 kVA 級の発電機が複数台並列運転されている。このような電源容量の増大に伴ってしや断を要求される地点の短絡事故に対して埋込しや断器が十分なしや断容量をもっていない場合には、従来はしや断容量不足の埋込しや断器群を後備保護する目的で気中しや断器が設置されていたが、後備の気中しや断器によつて事故がとり除かれた場合でも埋込しや断器が保護されることは期待できなかった。また電気設備のメベースと重量に厳しい制限を受ける船舶においては埋込しや断器の後備保護のみのために気中しや断器を設置することは好ましいことではない。

この欠点を除去するためにヒューズ付埋込しや断器が国内で昭和 39 年に開発され 船用配電盤に多く取り付けられている。諸外国においても米・英・仏・伊等で製作され大きな実績をあげている。

ヒューズ付埋込しや断器の特長は下記の点である。

- (1) 限流ヒューズを内蔵することにより a-c 500 V 100 KA 非対称 (80 KA 対称) のしや断容量をもつ。
- (2) 従来の埋込しや断器のもつしや断容量以内の短絡および過負荷事故においては限流ヒューズは動作せず、埋込しや断器と同じ時延および瞬時引はずし動作によりしや断する。
- (3) 限流ヒューズの限流作用により短絡時に加わる回路および接続機器への熱的および機械的衝撃が軽減される。
- (4) 大きいフレームのヒューズ付しや断器は埋込しや断器群を後備保護できる。

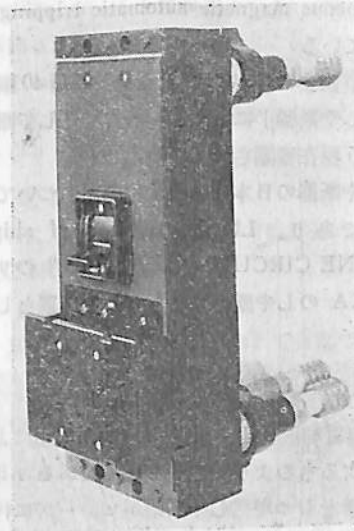


図 1 ヒューズ付埋込しや断器 NFT 形 600 A フレームの外観

- (5) 大電流短絡しや断時のアークエネルギーは内部の密閉形限流ヒューズ内で大部分消滅されしや断器外部に放出されることはなく、しや断時の 2 次的災害はない。
- (6) 重量および取付スペースは埋込しや断器並である。
- (7) 3 相回路の欠相の心配はなくまた取扱いの上で安全である。

## 2. 規 格

ヒューズ付埋込しや断器に関する規格は NEMA AB-1 7964 "MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER" および NDSXXF 8804 C 「艦船用埋込しや断器 AQB および

表 1 ヒューズ付埋込しや断器定格および NK 認定一覧

形名および極数	定格電圧 (V)	定 格 電 流 (A)	しや断容量 (A)	認 定 番 号
NFT 100 2P 3P	AC 500	15, 20, 30, 50, 60, 75, 100	100,000 (非対称) 80,000 (対 称)	NK 認電第 4090 号
NFT 225 2P 3P	AC 500	125, 150, 175, 200, 225	100,000 (非対称) 80,000 (対 称)	NK 認電第 4098 号
NFT 400 2P 3P	AC 500	125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400	100,000 (非対称) 80,000 (対 称)	NK 認電第 4091 号
NFT 600 2P 3P	AC 500	450, 500, 600	100,000 (非対称) 80,000 (対 称)	NK 認定申請予定

よび NQB」があり、製品はそれらに準拠して製作されている。また I.E.C の “Recommendations for molded case circuit breakers” にも “Integrally, fused circuit breakers with inverse automatic tripping and instantaneous magnetic automatic tripping” として規定されている。

日本海事協会の鋼船規格、電気設備編 40 編 第 4 付属規定「しや断器」にもヒューズ付埋込しや断器が規定されるよう現在審議されている。

このしや断器の日本海事協会の認定については表 1 に示す通りであり、Lloyd's register of shipping の “MARINE CIRCUIT BREAKERS” のリストには対称 82 KA のしや断容量をもつしや断器として記載されている。

### 3. 構造

3 相誘導電動機焼損の原因のうちで欠相によるものが過負荷によるものより相当多く起つている。3 極共通引はずし機構をもつ埋込しや断器がヒューズに代つて使用されるようになったのも欠相防止の完全なことが一つの理由である。

ヒューズ付埋込しや断器のヒューズが動作することは大電流短絡のときのみでめつたにないが、ヒューズをしや断器に付加したためしや断器 3 極共通引はずし機構と各ヒューズとの間に機械的連動機構を設けヒューズが 1 相でも溶断した場合必ずしや断器接点は 3 極とも開路するようになっていたのでヒューズの溶断による欠相の心配は全くない。

ヒューズは着脱自在であり、ヒューズをしや断器からははずす際は必ず電源側に位置したしや断器接点が開路する機構を有するのでヒューズ取扱いの上で安全である。

埋込しや断器の構造上の利点をあげると次のようになる。

- (1) 欠相防止が完全である。
- (2) 全体が絶縁箱で囲われているため取扱い上安全である。
- (3) ヒューズを付加したにもかかわらずコンパクトに出来ている。
- (4) 軽量である。

図 2 に構造概略を示す。

ヒューズ付埋込しや断器の重量および外形については表 2 に示す。

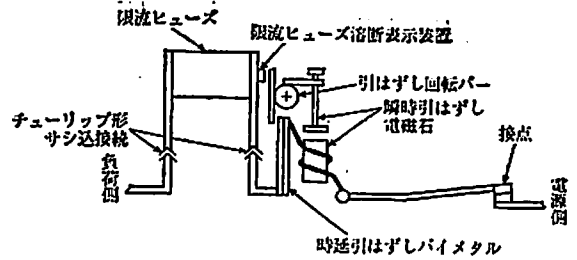


図 2 ヒューズ付埋込しや断器の構造概略図

表 2 ヒューズ付埋込しや断器の外形および重量

形 名	NFT 100	NFT 225	NFT 400	NFT 600
フレームの大きさ (A)	100	225	400	600
外形寸法 (mm)				
A	118	210	210	210
B	301	384	511	531
C	122	138	138	155
D	97	97	103	103
E	123	139	139	158
製品重量 (kg)	4.6	12.5	19.2	25.0

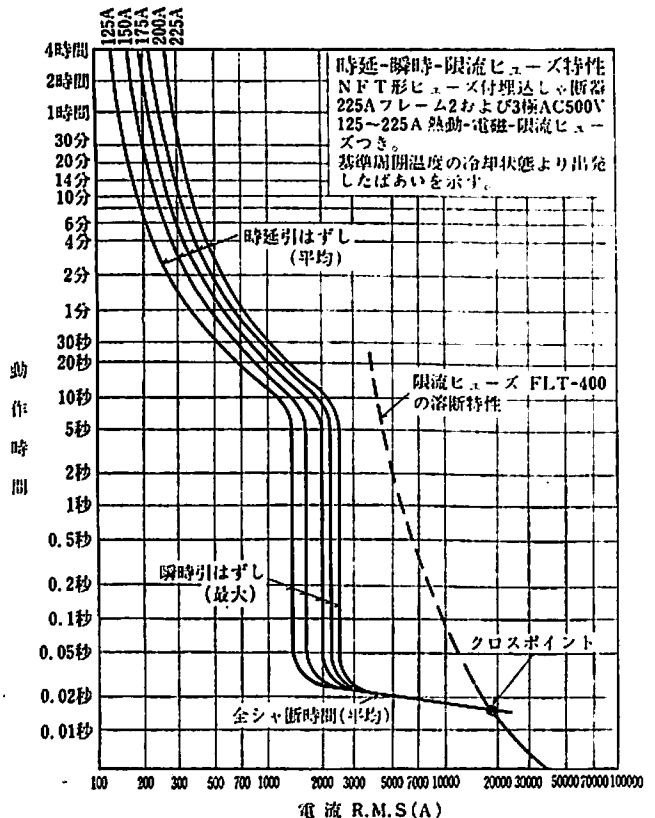


図 3 ヒューズ付埋込しや断器, NFT 形 225 A フレームの動作特性曲線

#### 4. 動作特性

時延・瞬時引はずしおよび限流ヒューズの動作特性の間には、限流ヒューズが不必要に溶断しないよう協調がとられている。(図3参照) しゃ断器の瞬時引はずし全しゃ断電流-時間特性と限流ヒューズの溶断電流-時間特性と交叉する点の電流をクロスポイント電流値と呼んでいるが、この電流値未満の事故電流では限流ヒューズは動作しない。埋込しゃ断器の後備保護を目的とした気中しゃ断器では、埋込しゃ断器のしゃ断容量の約80%の電流に瞬時引はずし設定をしなければならず回路選択性に対して望ましくない。ヒューズ付埋込しゃ断器では内部限流ヒューズがバックアップするので回路の選択保護については優れたものが得られる。これらの観点からクロスポイント電流値は気中しゃ断器のバックアップの場合と同様しゃ断器自体のしゃ断容量の80%程度にとることが望まれる。

クロスポイント電流値についての試験はクロスポイント  $\pm \alpha$  の電流値によるしゃ断試験を行ない、一方は限流ヒューズが溶断せず、他方は限流ヒューズが溶断していることを確かめればよい。

#### 5. しゃ断特性

ヒューズ付しゃ断器のクロスポイント以上の大短絡電流しゃ断における特長は、限流ヒューズの動作およびしゃ断器接点の開路の共同作用によりしゃ断を行なっていることである。短絡発生後電流立上り途中において限流ヒューズエレメントが溶断し蒸気化する。その際発生するヒューズ筒内の内圧により気化したエレメントは拡散され内部消弧材に付着して急冷されるためにアーク抵抗が著しく大きくなり電流はその固有の尖頭値に達する前にカットされ、アーク電流は消滅してゆく。

しゃ断器接点はその瞬時引はずし動作により独特の非常に速い動きをするのでヒューズ筒内のアーク電流がまだ継続中に開路し始める。

しゃ断時のアークエネルギーの大部分はヒューズ筒内で消去されるが、しゃ断器接点も多少アークエネルギーの分担が加わっている。しゃ断器を通過する電流は限流ヒューズにより小さくカットされ

たものであり、熱的、機械的衝撃力はしゃ断器が十分耐え得る程度に小さく制限されている。

限流ヒューズはしゃ断後絶縁回復に時間がかかることから、再発弧あるいは残留電流が流れることが懸念されることがあるが、しゃ断器接点の速い開路により短絡回路は断路されるのでしゃ断は完全となる。しゃ断容量を決定するしゃ断試験はもつとも苛酷な回路条件で行なわなければならない。しゃ断の苛酷さを決める要因およびそれに対する試験は次によつて行なつた。

##### (1) 電源電圧

NK規格は AC 500 V であるが、より苛酷な AC 550 V で試験した。

##### (2) 短絡回路電流

100 kA asym. (3相平均) で行なつている。

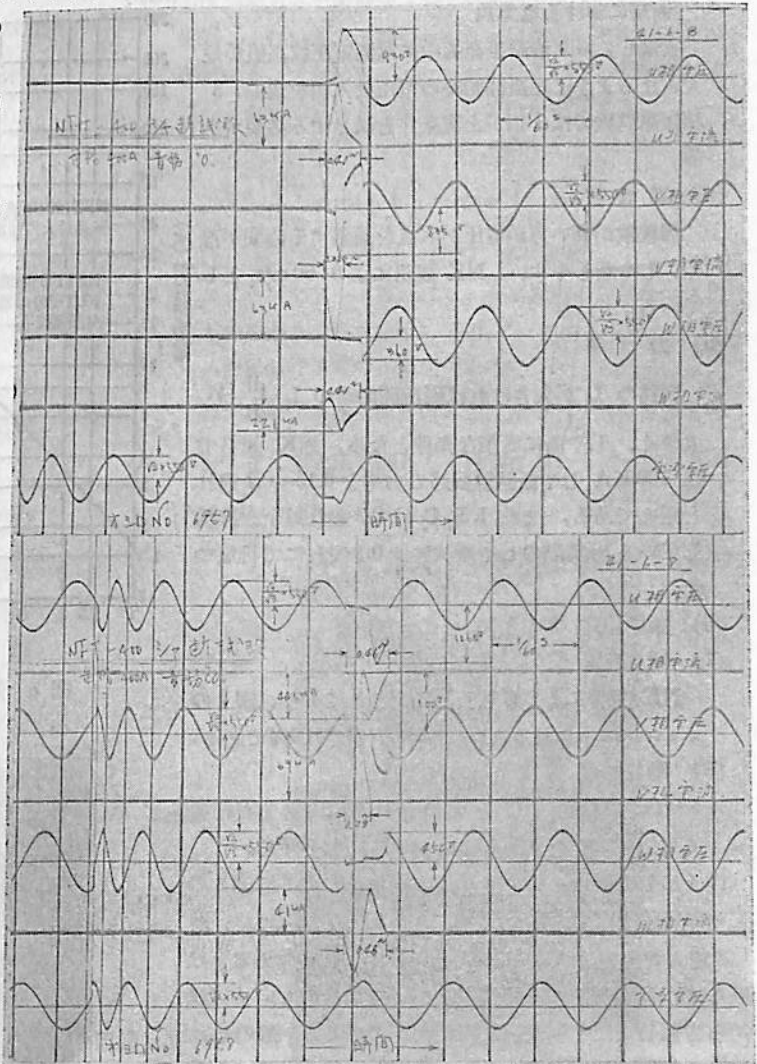


図4 NFT 400 しゃ断試験オシログラム (3相 550 V, 100 KA 非対称 Rf 0.1 log)

表3 しや断試験データ(図4のオッシュログラムによる)

行番	供しや断器	限ヒューズ	3相短絡回路				動作責務	しや断試験データ										
			電圧(V)	電流(kA)	力率	周波数(c/s)		相	電圧投入角	ヒューズ発弧開始時の電圧	回復電圧(%)	ヒューズ溶断時間(m sec)	全しや断時間(m sec)	通過電流尖頭値(A)	通過I <sup>2</sup> .t(A <sup>2</sup> sec)	アーク電圧尖頭値(V)	オッシュロNo.	
1	NFT 400 400 A	FLT 400	550	100	0.1	60	O	U	49°	40°	100	1.8	6.8	63,000	6.5×10 <sup>6</sup>	930	6957	
2								V	109°	43°	100	1.8	3.9	63,000	5.2×10 <sup>6</sup>	835		
3								W	169°	ヒューズ溶断せず	100	溶断せず	6.8	22,600	0.9×10 <sup>6</sup>	360		
4								CO	U	11°	86°	100	2.3	7.7	44,500	5.1×10 <sup>6</sup>	1060	6958
5									V	71°	40°	100	1.7	4.7	69,000	7.4×10 <sup>6</sup>	1100	
6									W	131°	ヒューズ溶断せず	100	溶断せず	7.7	41,000	3.2×10 <sup>6</sup>	450	

(3) 短絡開始時の電圧投入角および限流ヒューズ溶断時における電角

限流ヒューズ溶断後発弧中に電源電圧波高値が最大となるように短絡開始時の電圧投入角を選ぶ。3相短絡試験では1相が上記条件を満足する必要がある。

(4) 周波数

周波数が高い方が電圧が零点を通過する時間が速く、しや断しやすい。NK規格により60c/sとしている。

(5) 力率

回路のLが大きければ限流開始時のL  $\frac{di}{dt}$  が大きく、しや断に苛酷な条件となる。NK規格では100KAしや断試験回路の力率を0.15~0.2遅れと定めてある。またI.E.Cは0.2遅れ以下を推奨している。実際のしや断試験は0.1遅れにて行なつた。

(6) 短絡相数 3相短絡

(7) 回復電圧

NK規格に100%以上と規定されており、図4のオッシュロにみられるように回復電圧は100%である。

(8) 動作責務

“O”-“CO” OとCOとの間ではできるだけ速くヒューズをとりかえるに要する時間とする。

図4にしや断オッシュログラムの一例を、表3に図4のしや断特性を示す。

3相大電流短絡時にヒューズが3本とも動作するとは限らず、2本動作するが多い。未動作のヒューズは何ら劣化してなく引続いて再使用ができる。一般のヒューズの子備の数はNK規格40編19章第194表「配電盤、制御盤および区分電盤に対する予備品」によると、

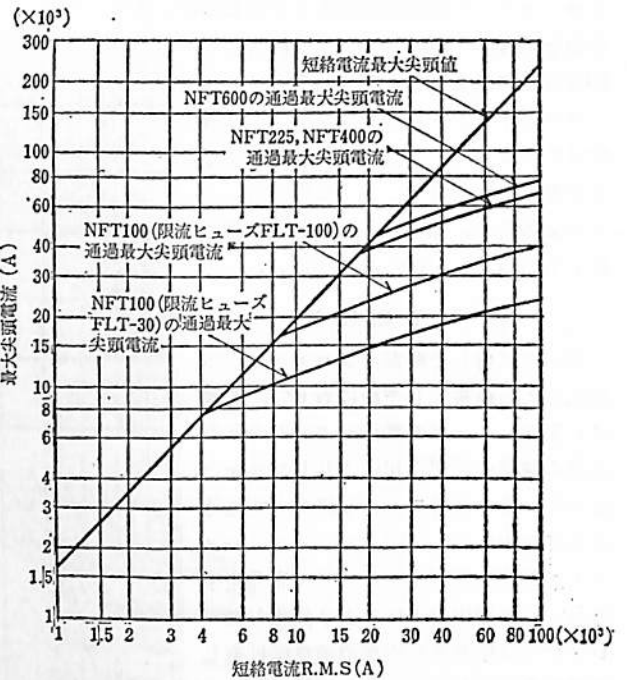


図5 短絡電流—通過最大尖頭電流特性

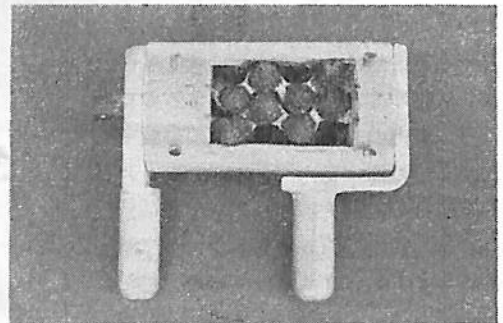
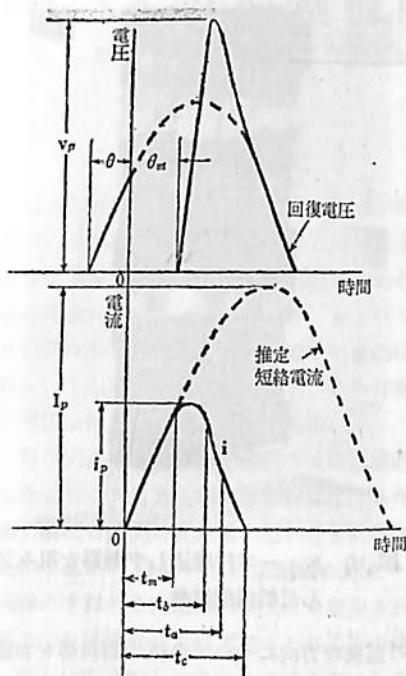


図6 限流ヒューズ FLT-30 しや断後の内部





- $V_p$ : アーク電圧尖頭値
- $\theta$ : 電圧投入角度
- $\theta_m$ : ヒューズ発弧開始時の角度
- $I_p$ : 推定短絡電流最大値
- $i$ : 通過電流
- $i_p$ : 通過電流尖頭値
- $t_m$ : ヒューズ溶断時間
- $t_b$ : 埋込しや断器の開極時間
- $t_a$ : ヒューズ付埋込しや断器の開極時間
- $t_c$ : 全しや断時間

図7 CO 責務しや断時の電圧電流波形

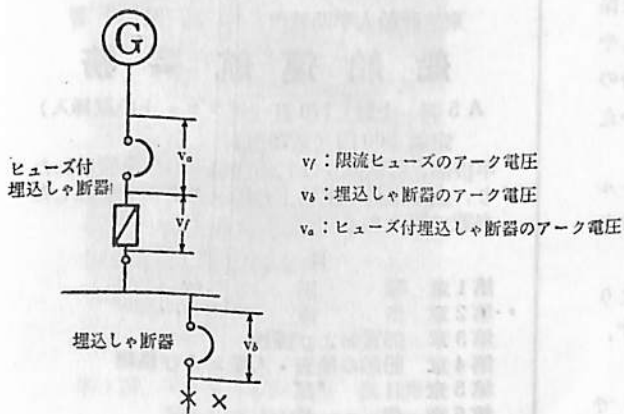


図8 ヒューズ付埋込しや断器の後備保護回路図

最大20本もつておればよいとなつているが、ヒューズ付埋込しや断器のヒューズは過負荷および普通の短絡時には何ら動作しないので一般のヒューズよりもはるかに少数の予備をもてばよいと考えられる。

## 6. ヒューズ付埋込しや断器による埋込しや断器の後備保護

ヒューズ付埋込しや断器を主回路に、埋込しや断器を分岐回路に使つたばあい、図8のX点での埋込しや断器のしや断容量を越えた短絡に対して埋込しや断器の後備保護が可能である。

このような短絡事故の場合短絡発生後まずヒューズ付埋込しや断器内部の限流ヒューズが溶断しアーク電圧を発生し限流を開始する。ヒューズ内のアークが継続中に分岐の埋込しや断器接点はその瞬時引はずし装置により開路しつつ主回路のヒューズ付埋込しや断器接点が開路する。すなわちヒューズおよび2つのしや断器の接点の3点にてアークを発生ししや断を完了する。

このばあいに発生するアークエネルギーEは

$$E = \int_{t_m}^{t_c} v_{ridt} + \int_{t_b}^{t_c} v_{bidt} + \int_{t_a}^{t_c} v_{aidt} \quad (1)$$

(1)式で表わされる。(図7, 図8参照)

ヒューズのアーク電圧はヒューズ独特の急俊かつ大きなものであり(図4参照), 発生アークエネルギーもヒューズ内におけるものが最大である。

(1)式のアークエネルギーのなかで  $\int_{t_m}^{t_c} v_{ridt}$  がもつとも大きな値を示し埋込しや断器に加わるアークエネルギー  $\int_{t_b}^{t_c} v_{bidt}$  は軽減されたものとなり埋込しや断器自

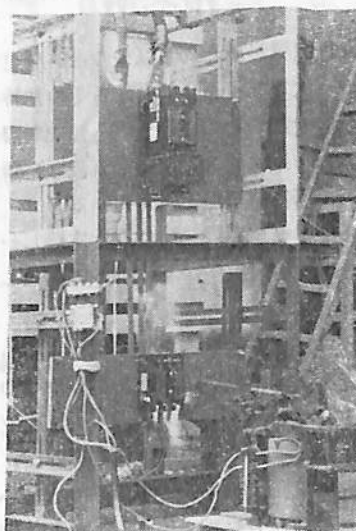


図9 ヒューズ付埋込しや断器による埋込しや断器の後備保護しや断試験



表4 ヒューズ付埋込しや断器による埋込しや断器の後備保護しや断可能限界

A.C 500 V 単位 A

後備ヒューズ付埋込しや断器 NFT 形	NFT 100 限流ヒューズ (FLT-30)	NFT 100 限流ヒューズ (FLT-100)	NFT 225	NFT 400
NF 50 B, NF 60	100,000	20,000	13,000	13,000
NF 100 E	100,000	100,000	20,000	20,000
NF 100 B	100,000	100,000	30,000	30,000
NF 225 F, G	—	—	60,000	60,000
NF 400 B	—	—	—	100,000

身のしや断能力以内の値であれば埋込しや断器は損傷を受けずにしや断する。もちろん埋込しや断器は通過する熱的エネルギー  $\int_0^{t_c} i^2 dt$  に対する熱容量がなければならぬ。

表4に1例として三菱電機製ヒューズ付埋込しや断器と埋込しや断器との間のバックアップしや断可能限界を示す。

### 7. む す び

大量の物資の輸送を目的とする船舶にあつては電気設備の重量およびスペースを節減することが重要であり、一方船内の電力需要は増加の一途をたどり電源容量は増大し保護機器も大きなしや断容量のものが望まれるようになった。小形・軽量・大しや断容量の保護機器を経済性をも加味して製作するためには短絡電流がその固有の尖頭値に達する前に限流しや断を行なう方法を採らねばならない。

ヒューズは電気が現われて以来の永い歴史をもつた保護機器であり大電流短絡時におけるその独特の限流しや断は他の追随を許さない。一方埋込しや断器は取扱時の便利・安全性・過負荷および短絡事故しや断後の繰かえし再使用の優秀な諸特性をもっている。

この2つの保護機器の長所のみを抜粋し一つのモールドケース内に納めたものがヒューズ付埋込しや断器である。

ヒューズ付埋込しや断器を船舶に使用することにより大容量電気回路での良い選択性が得られるのみならず、重量・スペース・コストの節減に大いに役立つ。

このしや断器のしや断容量は AC 550 V 100 KA であるが直流発電機 220 V 500 KW×6 台といった電源容量が船内に現われており今後 D・C のしや断についても考察実験を進めなければならない。



図10 ヒューズ付埋込しや断器を組み込んだ船用配電盤

将来の進展の方向について各位の御指導をお願いする次第である。

### 参 考 文 献

- (1) 高野ほか：NFT形トライバックしや断器「三菱電機技報」40, 5月号, 1966.
- (2) 和田：配線用しや断器「オートメーション」12月号, 1966.
- (3) 高野ほか：NFT形トライバックしや断器「電気公論」7月号, 1966.

### 海 技 入 門 選 書

東京商船大学助教授 中島保司 著

## 船 舶 運 航 要 務

A5判 上製 170頁 (オフセット色刷挿入)  
定価 300円 (送70円)

甲板部、機関部をはじめ通信その他全般にわたり、全乗組員の実務上心得べき事項を集録した必読の書である。

### 目 次

- 第1章 職 別
- 第2章 当 直
- 第3章 部署および操練
- 第4章 船舶の検査・入渠および修理
- 第5章 日 誌
- 第6章 信 号
- 第7章 船 燈
- 第8章 信号器具
- 第9章 船内衛生および救急医療

# RV-VV 40/54 型機関の開発

— 1967年2月東京および神戸にて講演 —

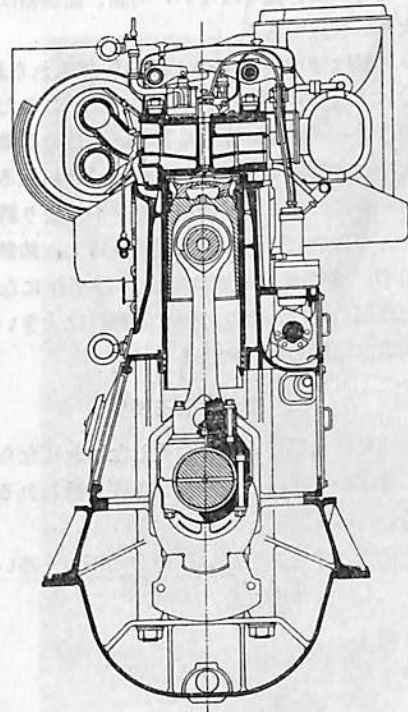
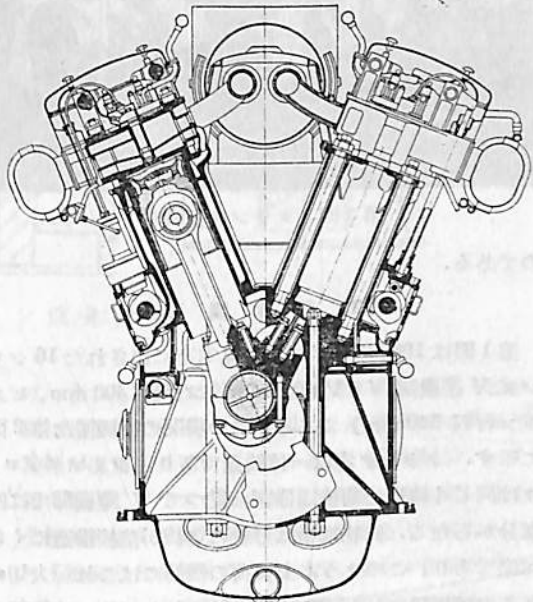
J. S. MEURER

工学博士 西独 MAN 社

## 1. はじめに

船用、定置用機関としての中速機関の利点が明らかになつた時、その開発は実際に使用する時の要求、市場からの要求に合致するという方針で進められた。機関構造の詳細については既に MAN およびライセンサーより公表されている、今日の講演\*の目的はこの機関の特長というべき部分につき説明し、その背後にある諸問題、対策を明らかにすることである。

今日、競争力ある新型機関を開発するには設計者は技術的可能性をその限界まで取り入れなければならない。一つの高出力機関の開発に設計者の思い付きに頼れる時代は過ぎたのである。MAN が高速機関の開発<sup>4)</sup>に用いたのと同様の手段が中速機関の場合にも採用され、基本的に出来上つた設計の妥当性確認または改善の資料が得られた。厳しい試運転がなされたのは当然である。その他にも模型試験、新しい解析法——これは電子計算器によつてのみ可能である——等々が行なわれた。このような近代的方法が必要欠くべからざるものであるので、現在よい機関を設計する能力のあるのは限られた少数の大会社のみであることになつとくが行く。今日の講演の目的はこれらの方法の例をお話し、機関構造の説明のみでは不可能な機関に対する信頼感を持つていただくことである。信頼感の開発の背景を知つて初めて得られるも

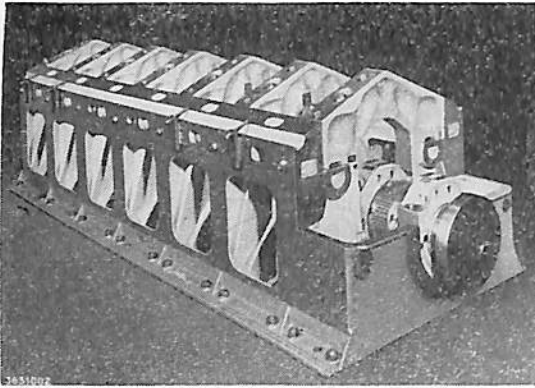


第1図 V8V 40/54 型機関  
N=8,690 BHP, n=400 rpm

第2図 (上下とも) VV 40/54 型機関断面図

<sup>4)</sup> は参考文献<sup>4)</sup> 参照、以下準ず

\* 1967年2月東京、神戸にて講演会



第3図 クランク室組立

のである。

## 2. 基本構造

第1図は1966年ハノーバー見本市に出された16シリンダV型機関 V 8 V40/54 (シリンダ径 400 mm, ピストン行程 540 mm) である。この機関の断面図を第2図に示す。クランク室は一体鋳造であり、シリンダブロックは同じく鋳造で前後二分割、従つて V 型機関では四部分からなる。鋳物構造は形状の選択が溶接構造にくらべ楽であり、このように高負荷の機関にはこれが大切であるので採用された。うまく設計された鋳物は溶接部品にくらべてそれほど重くはない。勿論、低価格は鋳物の一つの大きい利点である。

クランク軸はクランク室の上部から組入れられる。(第3図) このための利点は後に述べる。このための開口は鋳鋼のガードにより閉じられる。全体の構造は垂直および水平の植込みボルトにより締め付けられる。シリンダブロックはこのガードにタイロッドにより締め付けられる。この構造により大きな引張り応力は鋳鉄部分にはかからず、力の流れる道は短く、好都合になっている。また機関の曲げ、振りに対する剛性は大きい。直列機関の構造は同様の原理による。

## 3. 要求される特質

機関の開発は市場の要求に合致しなければならないと述べた。まず何が市場の要求か、重要と思われるものを列挙する。

高い比出力 すなわち高い平均有効圧力と高い平均ピストン速度

高い信頼性

長い寿命

容易な設置および保守

広い速度および出力範囲

小さい燃料消費率

粗悪油運転の可能性

船用主機としてこの級の機関に対しては粗悪油運転の可能性は非常に重要である。比出力が大きくとも粗悪油運転をした場合の信頼性がなかつたり、寿命が短かつたりすれば船用には適さない。

## 5. 4サイクル機関の採用

MAN では早い時期にこのような機関は4サイクル機関によつてのみ可能であると確信した。2サイクル機関の場合、空気交換における多く、機関回転数および平均ピストン速度に制限が大きいという事実の他にも、経験によれば部分負荷における性能が劣り、燃料消費率が大きいことがこの級の2サイクル機関では予想される。その理由は主として4サイクル中速機関の方が同じ出力に対し熱負荷が小さく、粗悪油運転に適することによる。

熱応力に対しては広範囲にわたる理論解析がある。平均有効圧力  $16 \text{ kg/cm}^2$  の4サイクル機関と  $8 \text{ kg/cm}^2$  の2サイクル機関を比較する。行程容積も機関回転数も同じとする。過給圧力あるいは排気圧力はシリンダ内の空気過剰率がほぼ同じになるよう選ぶ。すなわち4サイクル機関で過給圧力  $2.4 \text{ kg/cm}^2$ 、2サイクル機関で  $1.7 \text{ kg/cm}^2$  となる。爆発最高力はおのおの  $110 \text{ kg/cm}^2$ 、 $75 \text{ kg/cm}^2$  となる。以上の条件で熱負荷を比較すると2サイクル機関においてシリンダライナ全表面で30%、ピストンおよびシリンダヘッドで50%高い。ここにいう熱負荷とはある面を通過する熱量である。その結果4サイクル機関の方が熱応力の制御がやりやすい。

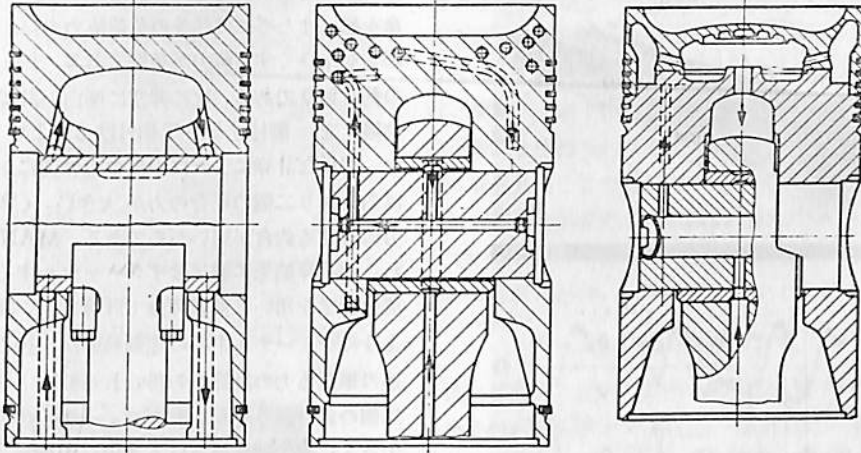
2サイクル機関にシリンダ油はある一定量以下しか供給出来ない。さもないとポートに炭素が堆積する。4サイクル機関では任意量の潤滑油を供給し、これによつて燃料残滓をクランク室へ洗い流すことが出来る。この残滓は分離器または細かい濾過器によつて取去られる。

シリンダライナの摩耗率という面から4サイクルトラックピストン型機関は2サイクル機関より秀れている。RV-VV 40/54 型機関のライナ摩耗率は高過給、粗悪油運転にもかかわらず  $0.005\%/1000 \text{ h}$  以下である。これはシリンダ径に対する摩耗量の比で表わしてある。この値は低速2サイクル機関の場合の約半分である。ライナの許容摩耗量を  $2-2.5 \text{ mm}$  とすれば、ライナの交換はもはや不必要と考えることが出来る。

## 6. ピストンの開発

高い比出力という要求はピストンに対し厳しい条件となり、その開発は従つて多くの段階を経て進められた。





第4図 ピストン開発段階

第4図の左は軽合金のピストンで冷却および無冷却で試験された。中央のピストンも軽合金であるが冷却管が鈑込まれておりピストン頂部、リング溝部分の冷却が効果的である。右は現在用いられているピストンで二部分に分れている。スカートは鍛造アルミニウム、冠は鋼であり、互いに長いボルトで締め付けられている。

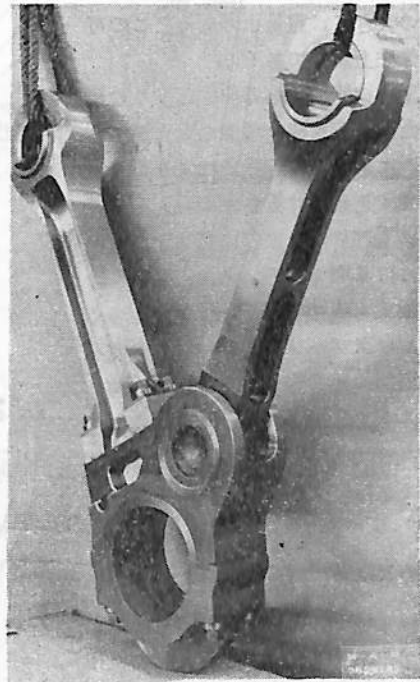
冷却油は接続棒の穴を通じて供給される。冷却効果を増すために冷却油は冷却室内で振動するよう計画されている。第一ピストンリングの温度は左のピストンで無冷却の場合  $228^{\circ}\text{C}$ 、中央のピストンが  $160^{\circ}\text{C}$ 、現在のものが  $140^{\circ}\text{C}$  である。この低温度は粗悪油燃焼の場合特に重要である。

軽合金の場合と異なり鋼製ピストンではシリンダライナとのスキマを全ての速度、出力状態で小さく保つことが出来る。その結果第一ピストンリングが保護される。リング部分の加熱、腐蝕が減少する、鋼製ピストンの特長は従って厳しい運転条件——全負荷あるいは長時間にわたる無負荷——の下で発揮される。12時間にわたる粗悪油無負荷運転の後にもピストンは全く清浄であつた。上記の低ピストン温度に加え第一ピストンリングが部分的に焼入れしてあるのでこの部分の摩耗は粗悪油運転においても非常に少い。測定された値はいずれも  $0.01\text{ mm}/1,000\text{ h}$  以下であつた。許容されるリング溝の摩耗量を  $3.3\text{ mm}$  であるとするとピストン冠の寿命は少なくとも30,000時間となる。ピストンリングの摩耗率は同じく粗悪油運転で  $0.02\text{--}0.04\text{ mm}/1,000\text{ h}$  であつた。

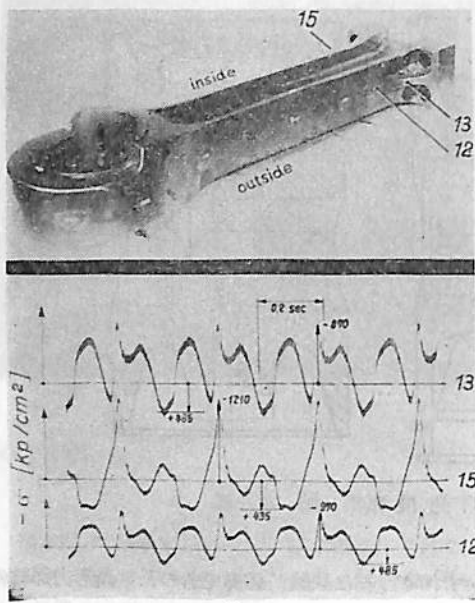
## 7. 接続棒

高い信頼性に対する要求から高い応力のかかる部材に

はいずれも詳細な試験が必要であつた。高応力部材の一例は接続棒である。(第5図) この機関では関節形の接続棒が採用されている。その結果、直列機関にもV型機関にも同じクランク軸の使用が可能になつた。またV型機関が全く対称な部材で製造されるようになり、何よりも機関全長が短くなつた。18シリンダ機関の全長は約2mである。直列機関の接続棒も似た構造である。V型



第5図 V型機関 関節型接続棒



第6図 V型機関 連接棒応力測定

機関でも直列機関でも大端部は連接棒にボルト締めされているので、クランクピン軸受は開くことなく大端部を残して連接棒とピストンをシリンダライナを通じて上部へ抜き出せる。この級の機関の連接棒の大きさ、重量を考えるとこの可能性は保守上重要である。

関節型連接棒にかかる曲げと振りの複合応力は各負荷状態、可能な点火順序、回転方向に応じ電子計算器によりかなりの程度まで正確に計算される。しかし光弾性実験も部材内に実際に発生する応力を知るには必要である。また実機における応力測定も大切である。第6図は多くのストレインゲージを張り付けた機関へ組込む直前の連接棒である。下部の図は平均ピストン速度 7.2 m/s、最高爆発圧力 120 kg/cm<sup>2</sup> で運転されている時の応力変化である。

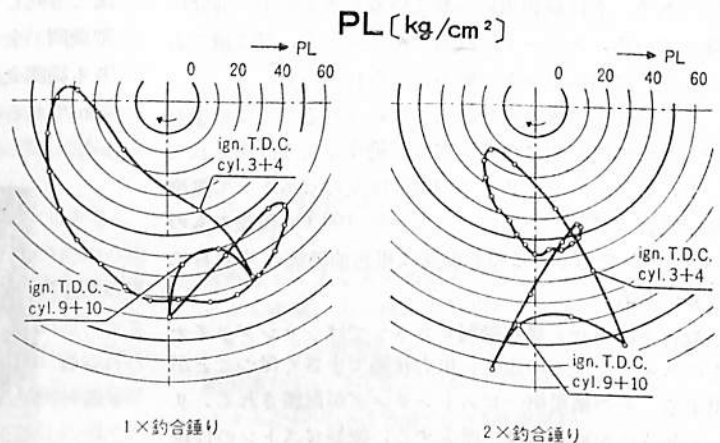
### 8. 軸 受

長い寿命は特に軸受の設計に注意を要請する。今日ではこの級の機関にも最上部は薄いメッキ層である三層軸受を使用することが常識となった。この軸受は高い軸受負荷に耐える。このような軸受の

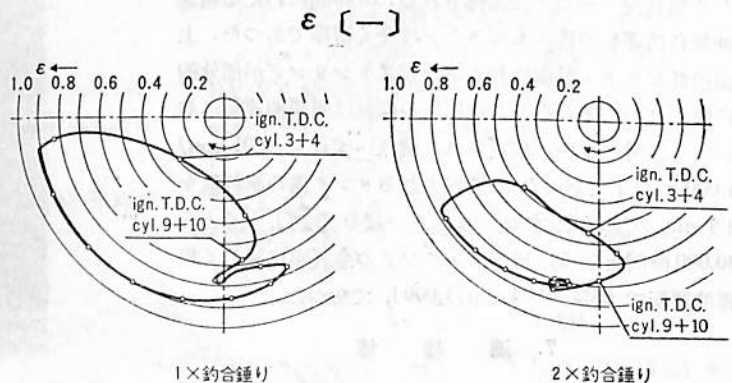
採用に必要なのは勿論高い精度の工作である。軸受の寿命を延ばすためには軸受の負荷能力のほか軸受にかかる応力を小さくする努力が必要である。例えばクランク軸の釣合錘りである。次に非常に面白い計算例を示す。釣合錘りを一個付けるか二個付けるかという問題が起つた。簡単な計算によれば中央の主軸受にかかる最大の力は釣合錘り二個の場合の方が大きい。(第7図) 爆発圧力に対する釣合が悪いからである。MAN はしかしながらこの計算結果に満足せずジャーナル中心の運動軌跡を流体力学を用いた油膜理論で計算した。第8図から判るようにジャーナル中心の運動軌跡から得られる結論は前述の単なる力の計算から得られる結論と全く逆である。二個の釣合錘りを用いればジャーナル中心の最大偏心は小さく、最小油膜厚さは大きい。結局、二個の釣合錘りが採用されずばらしい性能をあげている。

### 9. クランク室

各部材の容易な組立、保守は特に重要である。ボルト締めの油圧器具、タイロッド用の電気加熱器具等<sup>2)</sup>が用



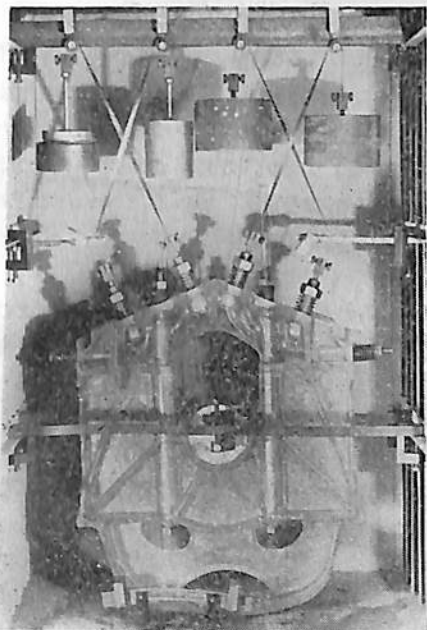
第7図 V6V 40/54 型機関 主軸受負荷曲線図



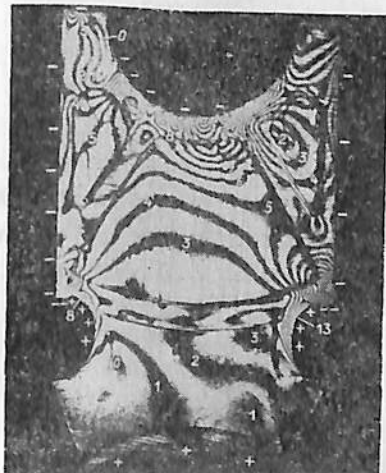
第8図 V6V 40/54 型機関 主軸中心偏心曲線図



されている。保守に必要な時間は他の文献にくわしいの同様の要求から MAN はクランク軸をクランク室上部より組み入れる構造——ある他社の機関では下部より入れる構造——を採用した。そのためクランク軸の交換は——たとえ必要な事態が発生しても——船内で簡単に行なえる。前述のガードの採用は必然的なものである。複合部材内の応力は直観によつても解析によつても正確には求められない。光弾性試験のみが利用出来る手段である。非常に経験豊富な設計者でさえ試験の結果には度々驚かされる。しかし光弾性模型のおかげで設計変更は簡単であり、改良型の試験は迅速、安価である。第9図



第9図 クランク室 光弾性模型 (負荷状態)



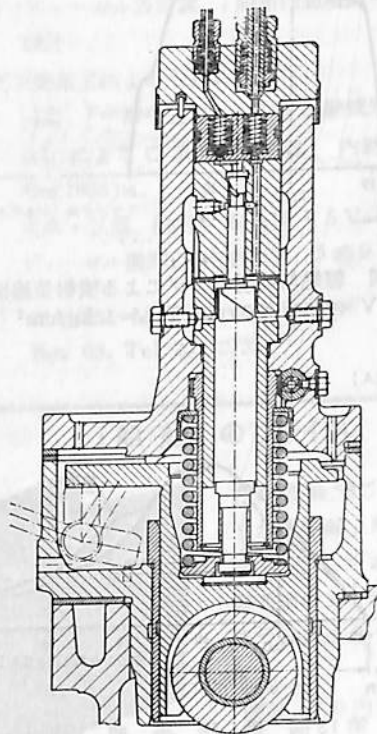
第10図 クランク室 光弾性模型 等応力縞

はクランク室組立の合成樹脂鑄造模型である。実機の場合と似た状態が得られるよう模型は炉の中で徐々に冷却される。応力はバネと錘りでかけられる。応力は凍結され、模型は切断されて応力が測定される。第10図がこの一断面より得られた結果である。主剪断応力の線が明白に見られる。この線がタイロッドの附近で密であるのはこの部分で引張応力の許容出来ぬほど大きいことを示している。設計初期にこの事実が判つたので設計変更すなわち部材の形状、曲率の変更は全く容易であつた。

## 10. 燃料噴射ポンプ

広い速度および出力範囲を可能にするため MAN は串型燃料噴射ポンプを開発、採用した。第11図に示すように一つのポンプケーシング内に径の小さいプランジヤと大きいプランジヤが串型に連結されて組込まれる。各プランジヤが制限用切欠き (Control Edge) を持ち、おのおのから独立の燃料管噴射管が出、各自の逆止弁を経て合流、噴射弁へ接続される。串型噴射ポンプは四つの大きい特長を持つ。

高過給機関では全負荷の場合と無負荷または低負荷の場合で噴射される燃料の量に大きい差がある。串型ポンプはこれを完全に制限することが出来る。その結果、全負荷速度の20% 約 80 rpm で無負荷運転が出



第11図 串型燃料噴射ポンプ

来る。また高い全負荷平均有効圧力にもかかわらず低負荷運転は能率よく出来る。これは発電機を船用主機から(補機を用いず)直接駆動する際特に重要である。

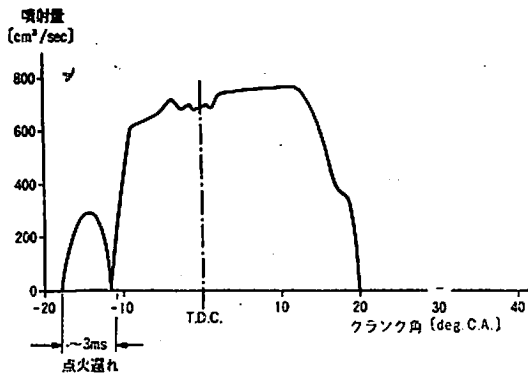
小径プランジヤからの噴射は大径プランジヤのそれより先行させることが出来る。この先行噴射は各負荷における燃焼を滑らかにするのに役立つ。

使用燃料がディーゼル油から粗悪油になった時、この先行噴射は両燃料の着火遅れの差を吸収する。先行噴射の量、割合はこの時変えなくとも着火遅れに差は認められない。いずれの燃焼も良好で燃料消費率も変わらない。

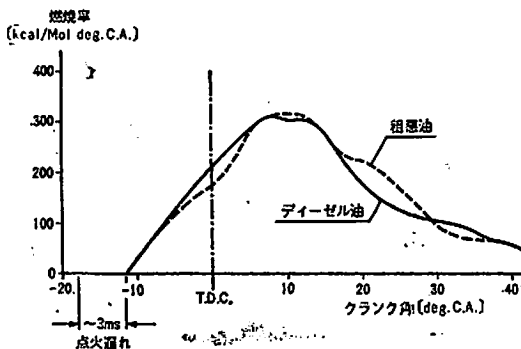
最後に多燃料機関の場合、小径プランジヤは点火用ディーゼルの噴射を能率的に制御する。

先行噴射の効果は第12図から明白に判る。小径、大径プランジヤからの分離した噴射がよく判る。

串型ポンプは滑らかな燃焼が得られ小さい燃料消費率が得られる一つの大きい理由である。今日、燃焼の状態は圧力曲線から想像するのみでなく、圧力曲線を基礎として電子計算器を用いて計算した各瞬間の燃焼率曲線が



第12図 軽燃料噴射ポンプによる噴射量線図  
R 8 V 40/54, 400 rpm,  $P_{me}=18\text{kg/cm}^2$



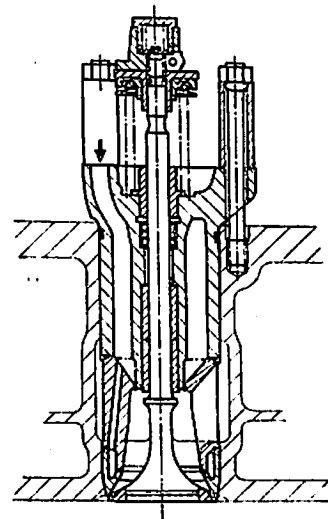
第13図 燃焼率曲線  
R 8 V 40/54, 400 rpm,  $P_{me}=18\text{kg/cm}^2$

ら見る事が出来る。更にこれから如何なる燃焼率曲線が好都合で、良好な燃料消費率を得るにはどうしたらよいかを知ることが出来る。第13図はディーゼル油の場合と粗悪油の場合の燃焼率曲線である。先行噴射の結果、燃焼率曲線の立上りは円滑である。どちらの燃料の場合にも本質的差は認められない。燃焼率に影響を与え得るのは噴射弁が大部分である。しかしながら現在まで噴射弁の設計は経験に頼る以外方法はなかつた。今日では高速度写真によりノズルの噴射性能を目で見ることが出来る。現在はこれが普通の設計手段であり、燃焼率は制御出来るとも云える。

## 11. 排 気 弁

粗悪油運転における信頼性という意味から排気弁、その寿命は大きな問題である。ガスタービンの粗悪油運転の経験は高温腐蝕は燃焼残滓の中のバナジウムとナトリウムの化合物により起り、これがガスタービンの開発をある程度阻害したことを示している。幸いなことにディーゼル機関の排気弁はこの問題を解決するにずっと多くの可能性を持つていた。

バナジウム-ナトリウム化合物による腐蝕は次のようにして起る。スケールが弁座に付着し、時間とともに成長する。何らかの原因によりその一部が欠けて落ちる。燃焼ガスが欠けた後の割れ目を吹き抜ける。温度が上り腐蝕がはじまる。弁がさに耐熱材を用いること、燃料に油溶性の酸化珪素を加えること、弁を回転させて温度分布を一様にする事等は効果ある対策である。しかし弁座または弁を冷却することは絶対に必要である。スケールの堆積する速度は温度が高いほど大きく、またたとえ



第14図 排気弁(水冷弁座)

スケールが付着しても高温腐蝕は冷却により防がれる。可動体の弁自体を冷却するには弾性冷却水管が必要になり、水もれがしばしば問題を起す。弁がさに割れが入っても同様である。MAN はそのため弁かごの冷却を採用した。その方が安全であり、また弁の回転が可能である。(第14図)

弁かごの冷却は弁がさの温度に大きな影響を与える。弁がさの平均温度はこの冷却により少くとも約 100 deg C 下り 380°C となつた。温度の低下自体よりも重要なのはスケールの成長速度の低下である。バナジウムの含有量が 210 ppm ナトリウム、60 ppm の粗悪油を用いている時冷却をしなければスケールの弁上に成長する速度は 70 μ/1000 h、冷却すれば 9 μ/1000 h であつた。この値は弁の寿命に直接影響を与える。

## 12. 結 論

以上に上げた例は MAN が新しい機関を開発するに当り非常に多く、注意深い研究をするかという説明となる。この機関の信頼性は主として次の三点から得られる。

- 1) 非常に基礎的な研究が設計段階でなされ、理論解析、模型試験が行なわれた。
- 2) 2 シリンダ V 型機関、12 シリンダ V 型機関、8 シリンダ直列機関と多くの試験機関が使用された。試験運転時間は既に 15,000 時間を越えている。過負荷試験としては回転数 450 rpm、平均有効圧力 21 kg/cm<sup>2</sup> を長時間にわたり行なっている。試験は現在も続けられます。低質の燃料へ移っている。摩耗率は 400 rpm を越える回転数、18 kg/cm<sup>2</sup> を越える平均有効圧力あるいは非常な粗悪油にもかかわらず低い。
- 3) 以上のように十分な準備の上で実機を製作したので実船上での成績が良好であつても驚くには当らない。摩耗率は試験台上の厳しい条件の場合にくらべ小さいことが確認された。

開発および試験の段階で集められた全ての経験は更に大型の機関の開発に利用されることは当然である。大型機関は比較的短時間のうちに完成するであろう。

## 参 考 文 献

(MAN によるもの)

- 1) Hirt-Vögtle 「MAN 4 サイクル・トランクピストン型機関の粗悪油運転について」 船舶, 39 巻 12 号 (1966)

- 2) Luther 「MAN 新形 40/54 形機関の設計と運転結果」 内燃機関, 6 巻 1 号 (1967)
- 3) Dr. Meurer 「最近開発された MAN 4 サイクルディーゼル機関二種について」 船の科学, 20 巻 1 号 (1967)
- 4) Dr. Meurer 「船用主機としての中速ディーゼル機関」 船舶, 40 巻 5 号 (1967)
- 5) Dr. Groth 「新形高速高出力ディーゼル機関 MAN VV 23/23」 内燃機関, 6 巻 7 号 (1967) (予定)
- 6) V. Schnurbein 「Vorteilhafter Einsatz des Rechenautomaten bei der Konstruktiven Entwicklung von Motorenlagern」 MAN-Forschungsheft Nr. 11 (1963/1964)

(川崎重工によるもの)

- 7) 津田 「内燃機関の最近の進歩、ギヤードディーゼル機関」 第 246 回日本機械学会講習会, 1965 年 12 月
- 8) 中野 「青函連絡船主機関の防振支持」 川崎技報, 29 号 (1966)
- 9) 遠藤 「マルチプルエンジンに関する考察」 機械設計
- 10) ディーゼル設計課 「船用内燃機関の据付」 機械設計

(三菱重工によるもの)

- 11) 狩野 「中形中速単シリンダ試験機関 RIV 40/54 AL による C 重油燃焼試験」 内燃機関, 5 巻 3 号 (1966)
  - 12) 大西・三橋 「横浜 MAN V 5 V 40/54 AL 型ディーゼル機関」 内燃機関, 5 巻 9 号 (1966)
- 訳) 三村道夫 MAN 日本代表事務所 東京 C.P.O. Box 68. Tel 231-2734

## 「船舶」のファイル



左の写真でごらんのような「船舶」用ファイルを用意してあります。御希望の方には下記の価格でおわかちいたします。

頒価 230 円 (〒50)

「今日は、御隠居さん。」

「おや、Kさんか。しばらく顔を見せなかつたが病気でしておられたか。」

「飛んだ御無沙汰を……実は一寸月に遊びに行つてまして……」

「これは恐れ入つた。Kさんもなかなか気のきいた挨拶をするようになったな。これもこの頃はやりの、テレビの寄席ブームのせいかも知れん。しかし全く当節世の中の進歩は目まぐるしい。今の挨拶が本当のことになるのも、そう長い先のことではないかも知れない。」

「時に、お宅の商売の造船の方では何かニュースはありませんか。」

「船なんてものは天地開闢以来あつたようなものだから、別段珍らしいことは無いはずだが、今日の新聞に日本造船技術センターが設立認可されたとあるが、興味がおありかな。」

「良くはわかりませんが、どうせ暇つぶしですから勉強させて頂きましょう。」

「これは財団法人という組織で、東京の目白にある運輸省の船型試験水槽を私下げてもらつて、船主や造船所などに船型試験のサービスをするのが手始めらしい。」

「という、他の仕事にもおいおい手を広げようという訳ですか。」

「そんなに先の計画までは発表されていないが、初めの仕事が順調に行くようになれば、そうなるのが自然の流れというものだろう。」

「それが順調に行くものでしょうか。」

「それが問題だ。」

「聞いたようなせりふですよ。あれはオムレツ……ハムサラダ……」

「何しろ日本では初めての試みだから、調子が出るまでには多少の時間がかかるだろう。」

「財団とやらにすると、余程良いことがありますか。」

「その辺で、もう議論が分れる訳だが、とかくお上の仕事では、いろいろな枠があつて臨機応変の運用ができないということがあるだろう。」

「臨機応変というと。」

「例えば、急に仕事がふえた時とか、特に急ぎの仕事があるというような場合だ。お役所の仕組みで

は1年も前から計画した予算というものでしぼられるから、材料や人手の按配も不自由、残業すら思うにまかせないという。」

「そういう点が全部解決しますか。」

「やろうと思えばできるだろう。しかし何といても運営する人の心遣いが肝心だと思う。比較の相手がないから何ともいえないが、お役人の仕事の方が案外まじめだと見る人もいる。民営では売手買手の強さ加減が一寸変ると態度一変する例がよく見られる。仕事を頼む度にゴルフに御招待しなければならないということでは反つて厄介だ。」

「急ぎの仕事があるというような時に、ストライキを打たれるかも知れませんね。」

「だから、人材を集めるのに、お役所より自由が利く点をもつとも活用しなければうそだ。今、一部の団体について伝えられるように、多少でも養老的に利用されると何にもならない。」

「それで思い出しますけど、昨今人間の寿命も延びて来たといえますから、働ける老人の仕事を考える必要がありますね。」

「それは勿論だ。まあ、今度のセンターは珍らしい試みだから、皆さんで大いに創意工夫をこらして効果を上げて頂きたいと思うよ。」

「私もそうお願いしときましょう。所で日本の造船所は近頃馬鹿でかい船を造るので評判のようです。」

「さよう。この所11年続いて世界一沢山船を造っているが、大きな船を造ることで先頭に立っている。」

「船の大きさはこの先際限も無く大きくなるでしょうか。」

「際限無いことはあるまいが、しかし過去数年の傾向でも、専門家の予想を超えて大きくなってきているから、残念ながら何とも申上げかねる。もつとも、こう大きくなるのは原油を産地から精油所のある所へ運ぶタンカーに限るようだが。」

「そう大きくなると、何か事故でも起つたら大損害でしょうから、余り大きくしないでおこうということになりませんか。」

「それがまた何ともいえないのだ、大体機械文明の進歩というのか、経済の発展というのか知らんが、何でもむやみに大きくなつたり、量が多くなつたり、早くなつたりするものらしい。」

「それは、その本になる生物が大きくなつたり、数がふえたりする性質があるのと同関係がありませんか。」

「これはまた珍説だが、案外そんなこともあるか

も知らない。この頃子供の世界では怪物がはびこっているが、あのお手本になつた恐龍などは実在のものだ。生物の始めは虫けら同然というより、もつと小さいものだつたというから、何億年かかつたか知らないが、大変な大きくなりようだ。しかし、それがある時自らを持て余したか、絶滅した所が面白い。”

”大男総身に知恵が廻りかね、といった具合になつたんでしょね。”

”そんなこともあるだろう。ところで教がふえるのもお説の通りだが、これもどこかでつかえるものらしい。動物が集団自殺をするという話を聞いたことがある。がんは人間の中で、非常な早さでふえるらしいが、結局土台の人間が死ぬから、きつと自分も死んでしまうに違いない。コレラ、チフスなんか、バスターが予防注射を発明する前の大昔からいたと思うのだが、あれだけ簡単にふえるものが今地球を占領していないのは不思議だ。”

”何か妙な話になつたようですが。”

”別段衛生に害はあるまい。ここにある新聞によるとアメリカは超音速旅客機（SST）の試作を始めることに決めたという。英仏共同のものや、ソ連のものの後を追うわけだが、乗客数300ないし350、速度は毎時2,800 km、値段は百数十億円に当る大層なものだ。手近な所を見ても、東京の人口が1千万、100万の桁の人が朝な夕なに寄せては返す。旅行も1列車単位の団体になる。宿屋もこれを何組も収容するものになる。遊覧船の規模も同様、箱根の芦の湖のようなせまい所に何百人乗りの船が何隻も行き交う。デパートもスーパーマーケットも大きくなる。そこで事故が起ると被害も当然大きい。去年沢山あつた例のように今の飛行機でも一週に百人位の人が死ぬ。東京に大地震があつたとすると、被害は想像に余る。それでも大ききの成長が止る気配はない。どうも不思議な気がする。”

”もつと極端まで行くと、止る所があるのかも知れませんね。”

”そうかも知れない。船の成長が止る点も大分先の方にあるのだろう。”

”当分の間、事故があると被害は大きくなりつ放しということになります。”

”傾向としてはそうだと思う。しかし最近二三の実例に刺激されて、事故を減らすとか、被害が大きくなるようにする研究が始まつている。まず第一は衝突の機会を無くするように、海上の交通規則を考え直すことだ。陸上では鉄道と道路とが平面交叉する場合、鉄道の方が絶対優先ということで、自動車などとの衝突を防いでいる。”

”それでも時々ダンプと派手にやつていますね。”  
”人間は神様でないから、必ずある率で間違いを起す。”

”すると海上で特別大きな船の優先通行路を定めても、衝突は無くならない。東海道新幹線のように完全立体交叉にできると良いでしょうね。”

”今の船は水面に浮く所に特徴があるのだから、それが出来ないで困る。何はともあれ、衝突の機会が今より減る可能性のある方法が考え出されるだろう。”

”次は、万一事故が起つても被害が大きくなるような船の仕掛けを考える段取りでしょう。”

”衝突で油のタンクが破れると、発火したり爆発したり、また油だけ流れても水産業などに被害を与える。これを防ぐにはいろいろなアイディアがあると思う。”

”外側を二重壁にする手ですね。”

”その考え方は坐礁した時に浸水を防ぐ二重底や、軍艦の水雷防御区画と新類筋だ。最近わが国でも建造を始めることになつた原子力船の原子炉附近を防護するのも似たようなことが考えられている。”

”これは月並みだという訳ですね。他に良い考えがありますか。”

”そう簡単に良い智慧が湧けば世話ない。二重壁だと、その間は商売に使えない容積になる。そこで、問題になりそうな部分のタンクは万一を考えて適当に小さく仕切る一方、中にはゴムのように良く伸びるもので造つた袋を入れ、油はこれに入れるなんていうのは面白そうだ。”

”なる程、柔能く剛を制すの流儀だが、高いものにつきそうですね。”

”このほか、こういう物騒な船は東京湾とか、瀬戸内海など、周囲に飛ばつ散りを受けそうなものが多い所にはなるべく入れないような仕組みも当然考えられるだろう。”

”精油所を外海に面した所に移転させるのは大変でしょう。”

”だから、積換える所だけ外海につくつてあとは小廻りの利く小さい船に積取つて運ぶ案がある。”

”それでは折角大きな船を使う御利益がへりませんか。それに小さな船でも衝突しないものではない、それに教がふえてそれがウヨウヨしたんでは……”

”かえつてあぶないかな。しかし危険は分散されるように思う。いやそれでも事故の回数かふえれば同じことかな。ハテサテ……。”



〔文 献〕

## ガ ス タ ン カ ー \*

1964年末において、100隻以上のガスタンカーが存在し、それらの積載容量の総計は約 400,000 m<sup>3</sup> に達している。それらの大多数はブタン、プロパン等あるいは石油産出時に副生するこれらのガスの混合物のような LPG (液化石油ガス) あるいはアンモニアを輸送する。わずかに数隻の船のみが LNG (液化天然ガス)、すなわち他の天然ガスと混在することもあるが、主として乾燥したガス鉱脈から得られるメタンを輸送するように艦装されている。

液化ガスの輸送には、船体の構造、タンクの材料、防熱方法、安全装置その他に高度の要求がなされており、これらについて、これまでに実に種々なアイデアを適用するように研究がなされて来た。ガスタンカー相互を比較すれば、造船所も船主も、“どのような船型とし、どのような艦装を施せば与えられた輸送問題に対する最良の解決となるか” について解答を得ることに成功していない (もつとも同じ種類のガスを輸送する同程度の大きさの船についてではあるが) ことが容易に確かめられる。従来ブタン、プロパンあるいはアンモニアを圧力容器に入れて常温で輸送する小型の LPG タンカーのグループについてのみ、実際にまとめられている。

文献〔5〕では、LPG タンカーを3つのタイプに分けている。すなわち

1. 圧力式、貨物の温度は 113°F (≒45°C) を超えない。
2. 半冷却式、貨物の温度は 41°F (≒5°C) 以下に保たれ、圧力容器を使用する。
3. 冷却式、種々のガスをその液化温度において圧力なしの状態として運ぶ。

これら3つの LPG 輸送方法間の差別は、実質的に船の大きさにより、経済性を考慮することという理由に落ちつく〔5〕。

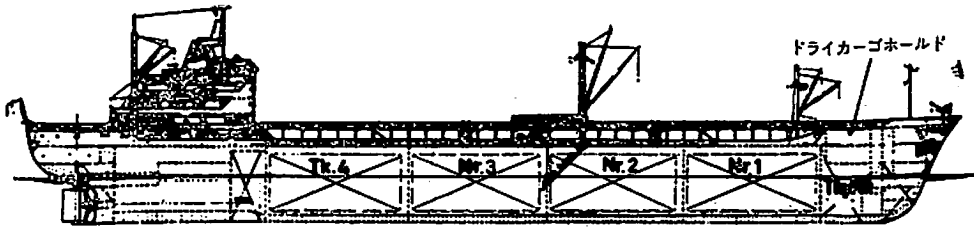
LNG (メタン) タンカーに最適のタンク型式を選ぶことはさらに難しい。これまでに公表されたメタンタンカーのコスト計算は、航海中に気化するメタンを別に利用するための装置に関するものに限られている〔8〕。試

験船 “Methane Pioneer” の運航によつて得た経験が、英国の2隻の大型 LNG タンカー “Methane Princess” および “Methane Progress” の計画に広範囲にわたつて活かされている。すなわちこの両船では試験船で証明済のアルミニウム壁の自己支持タンクを装備した。しかしフランスで建造された、ほぼ同じ大きさの “Jules Verne” (第4図) はニッケル鋼の直立円筒形タンクを備えており、“Pythagore” (第2図) のタンクは貨物の重量は船体構造で支持するようにした、厚さわずか 1 mm の高級鋼メンブレンからできている。

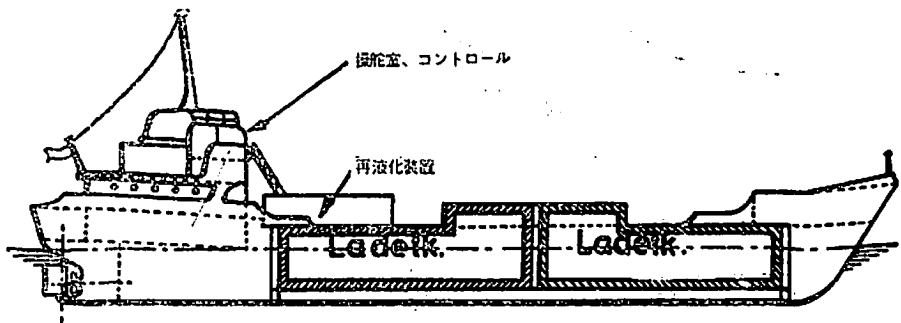
“Pythagore” のタンク構造は、一見したところメタン輸送における “コロンブスの卵” といった印象を与える。温度変化に伴うタンク寸法の変化は、メンブレンのコルゲーションによつて充分に吸収されるので、貨物を満載した場合に発生する応力が 0.4 kg/cm<sup>2</sup> を超える点はまつたくない (“Jules Verne” では、タンクを +20°C から -160°C に冷却すると、タンク直径 18.35 m に対し 31 mm, タンク高さ 18.62 m に対し 31.5 mm ずつ寸法が小さくなる)。さらによいこととして “Pythagore” の設計者の意図に従えば、温度ショックに対する鈍感さと冷却すべき質量の小さいことがあげられる。もし “Pythagore” 方式で建造した 25,000 m<sup>3</sup> の +20°C の温いスペースへ -160°C のメタンをポンプで供給したとしても、そのうちわずか 1.6% が気化するにすぎない。さらにこの建造方式による L=175 m の LNG タンカーでは自己支持型タンクを備えた船よりタンクスペースを約 25% 大きくとれると見積られている。それにもかかわらず、このタンク型式が確かな地歩を占めているとは決していえない。監視および補修が簡単であるかどうか、すべての船級協会が安全性の面でこの設計方法を受け容れるかどうか、および高価すぎはしないかについてはなお将来にまたなければならぬ。

ガスタンカーの復原性は普通タンカーの復原性と同様の要求を充たさなければならぬ。隔壁を節約するため (ここでは主として防熱についてであるが) 大きなタンクを作ろうとする努力と、液体貨物の自由表面を小さくしようとする努力の間に妥協を見出すことが大切である。そのため平面壁タンクを備えたガスタンカーの多くは、航海中液化ガスが何ほどか気化しても液面が幅広い貨物タンクの範囲に来ないように、トランク部を設けている。さらに液化ガスを1つのタンクから他のタンクへポンプで移すことにより、自由表面の数が最小であるように制御することができる。船体外板とタンク内壁の間の水線部残面積の慣性二次モーメントが、船を港におい

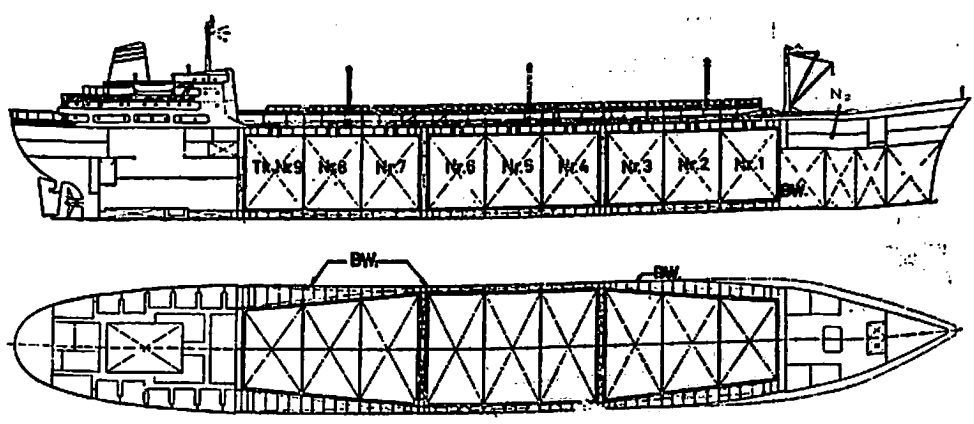
\* J. Isensee “HANSAS 1965 Nr. 6 “Gastanker”



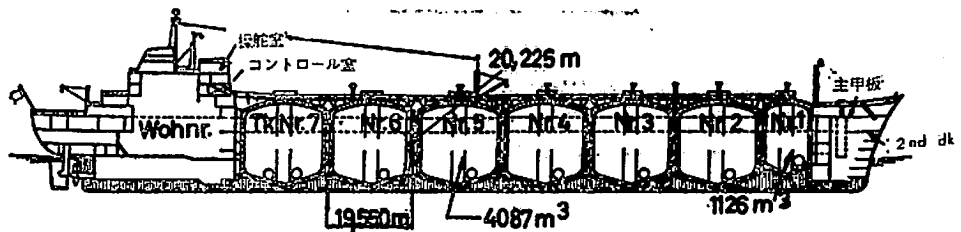
第1図 "William R. Grace"



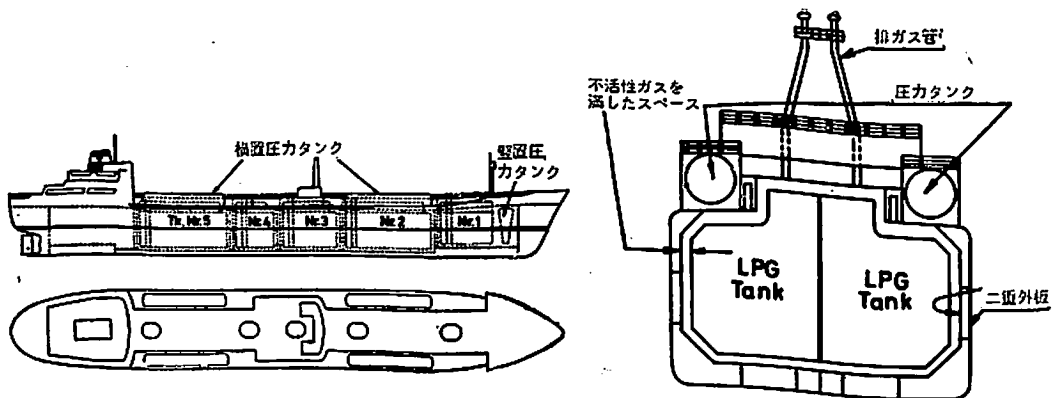
第2図 "Pythagore"



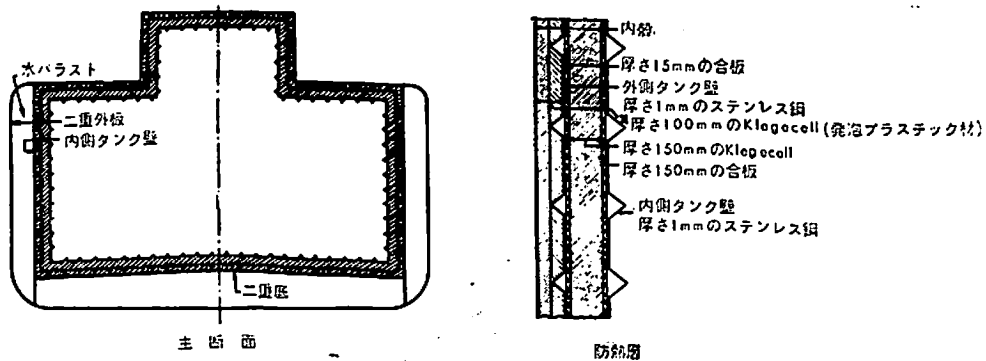
第3図 "Methane Progress" と "Methane Princess"



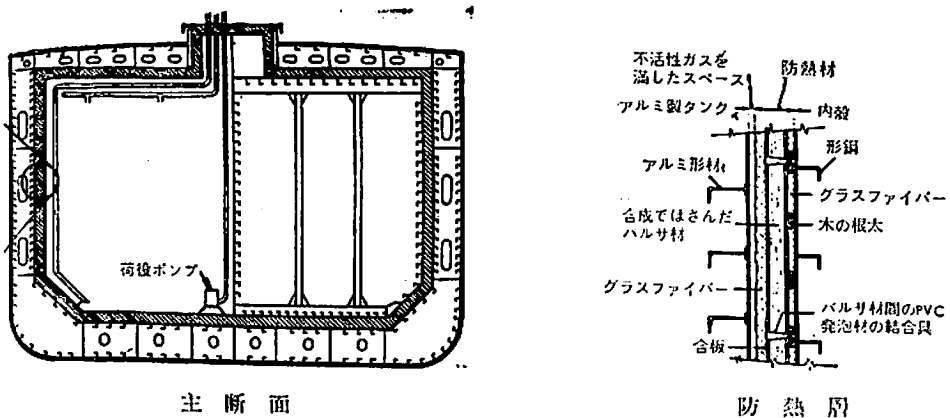
第4図 "Jules Verne"



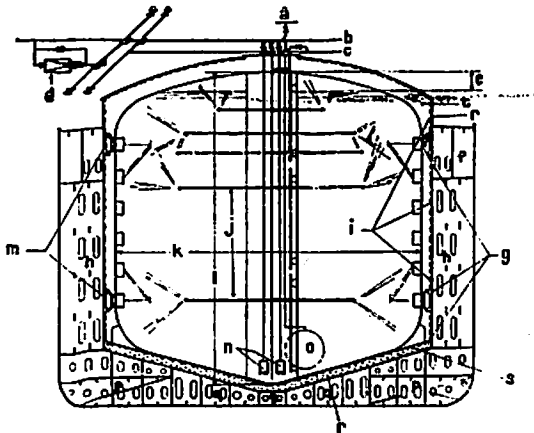
第5図 “Paul Endacott”



第6図



第7図



カーゴタンクの断面

- o = N<sub>2</sub> 主管
- b = 液化ガス主管
- c = ガス主管
- d = アースクーポンブ
- e = 1.160 m = 2% の膨張 = 81.7 m<sup>3</sup>
- f = 縦過歩路
- g = ステンレス鋼の二次防壁
- h = 側部バラストタンク
- i = 組立材の二次防壁
- j = 冷却用ノズルパイプ
- k = 18.350 m φ (20°C)、-160°C における収縮は 3.1 mm
- l = 18.618 m (20°C)、-160°C における収縮は 3.1.5 mm
- m = タンクの横方向支持具
- n = 容量 425 m<sup>3</sup>/h のサブマージドポンプ
- o = N<sub>2</sub> タンク
- p = 燃料
- q = バラスト水
- r = Klog cell
- s = 9% クローム鋼の二次防壁
- t = バーライト (粉末状防熱材)

第 8 図

て安定させるのに充分である。

安全装置および運航経済性上の計算に関して“Methane Princess”と“Methane Progress”では普通のガソリンタンカーより保険料が高くないことは興味深い。その上乘組員にも他の船より高給を支払っているわけではない (20 d)。これら両船は船価約 475 万ポンドであった (20 f)。液化ガス輸送関係設計者に対する課題が文献 (3) (8) (11) および (14) に示されている。

ガスタンカーの建造と運航の問題については、これま

でも実に多くのことが公にされている。概観を得るために、この論文の結びに参考文献の総括を加えておこう。これらによつてこの短い論文を補うこととしたい。5 隻の最新ガスタンカーの特徴を表にして、比較してあるが、これにより船で液化ガスを輸送するのに如何にさまざまな方法があるかがわかる。これはそれぞれ与えられた使命を果すためにどのような型のタンカーがよいかを見出すには、なおなすべきことが如何に多いかも示している。

	LNG (メタン) タンカー	
	“JULES VERNE”	“METHANE PROGRESS”/ “METHANE PRINCESS”
船主	Gaz Marine (Gaz de France および Gaz Ocean), フランス	Methane Tanker Finance Ltd./Conch Methane Tankers Ltd., イギリス
建造年および建造所	1964/65 Le Trait, Ateliers et Chantiers de la Seine Maritime, フランス	1964/Harland & Wolff Ltd./Vickers Armstrong (Shipb.) Ltd., イギリス
設計所	Ateliers et Chantiers de la Seine Maritime, フランス	Conch International Methane Ltd. および Henry Co., New York, アメリカ
船級	BV, ガスタンカー	LR および ABS
航路	Port Arzew /アルジェリア—Le Havre	Port Arzew/アルジェリア—Convey Island/イギリス
貨物ガス	メタン (LNG)	メタン (LNG)
L <sub>oa</sub> /L <sub>pp</sub>	約 201 m/188.25 m	188.36 m/175.26 m
B	24.70 m	24.84 m
D	16.50 m	17.83 m
d <sub>fruit</sub>	7.30 m	7.92 m
DW		24,270 t
バラスト	18,200 m <sup>3</sup>	13,900 t
GT		21,875.5 T
NT		
乗組員数	44 人	55 人

船体構造	外板は二重構造。上甲板下に縦通路を設けてある。サイドタンクは水バラスト用。二重底は水バラストあるいはディーゼル油用。各貨物タンクは検査の際、切断作業なしに 0.85 m だけ持ち上げることが可能。内殻も普通の造船用鋼材を使用	甲板、側外板、底部外板のいずれも二重構造。これらのタンクはすべて水バラスト用。貨物タンクは、3つずつのグループに分れ、グループ間のコファードームは水バラスト用。貨物タンク内船体中心には、制水隔壁がある。
機関	常用出力 13,200 PS/112 r.p.m. 最大出力 15,200 PS/124 r.p.m. のタービン。 ボイラはガスおよび油の混燃式。	常用出力 12,650 PS/107 r.p.m. のタービン。 ボイラはメタンおよび油の混燃式（油は少くとも10%含める）。
航海速度	17 kn	17.25 kn
燃料油	2,170 m <sup>3</sup>	1,390 t
発電機	700 kW×2+340 kW×1	600k W×2+100 kW×1
貨物タンク内状態	メタン積付後: -160°C から -175°C 大気圧に対し +0.9 kg/cm <sup>2</sup> から -0.03 kg/cm <sup>2</sup>	-161°C (メタンの沸点) 大気圧よりやや高い程度
貨物タンク数	7	9
貨物重量	13,600 t (比重 0.46 において)	12,400 t (比重 0.42)
貨物タンク内容積	25,500 m <sup>3</sup>	27,400 m <sup>3</sup>
タンク構造材料	Ni 9% および微量の C を含むニッケル鋼。 許容引張応力: 26.25 kg/mm <sup>2</sup> =0.375 σ <sub>B</sub> (常温において σ <sub>B</sub> =70 kg/mm <sup>2</sup> , σ <sub>T</sub> =60 kg/mm <sup>2</sup> ) -195°C における値は、σ <sub>T</sub> =85 kg/mm <sup>2</sup> , σ <sub>B</sub> =100kg/mm <sup>2</sup> , 衝撃強さは長手方向で 6m-kg/cm <sup>2</sup>	Mg 5% を含むアルミ合金 (MG 5/s あるいは 5083-0)。 MIG 法で溶接。この合金は -160°C において強度が常温より 30% 上昇する。
タンク形状	自立型。各タンク重量は 120 t。 直立円筒で頂板は回転楕円面、底板は円弧、直線および楕円をつなぎ合わせたものの回転面。 高さ 18.62 m 直径 18.35 m。 補強材は中心に直径 3 m の柱と側壁付の 6 本のスチフナのみである。	自立型。全タンクの合計重量は 1,200 t、もつとも重いものは 130 t。 角柱形、中心線に制水隔壁、トランク付、平面壁。アルミ形鋼使用、支柱付。
タンクの支持方法	タンク重量は底部防熱層により支えられている。(独立気泡の PVC, すなわち Klegecell 厚さ 45 cm のものであり、圧縮荷重に対する安全率は 3。この材料については繰返し振動試験と低温試験が行われた。) 各タンクは 2 つの異つた高さにおいて 8 つの支持具で側方より支えられており、船体長手方向支持具はおのおの負荷が 100 t になるように、また船体横方向支持具はおのおの負荷が 350 t になるようにしてある。熱伝導の経路はない。	タンク重量は底部防熱層によつて支えられている。タンクが自由に伸縮できるように支持されている。バンティングやローリングに対して安全であるようにしてある。
タンクの防熱	側方 (最小 0.54 m) および上方は、タンクを側方および上方から検査できるように、圧縮空気によつて除去できる粉末状防熱材を使用。さらに内殻壁には厚さ 6 cm の Klegecell を取り付けてある。底部防熱についてはタンクの支持方法の項を見よ。	底部は厚さ 30 cm のバalsa材、デッキ下方は厚さ 30 cm のグラスファイバー。 内殻とタンク壁の間はグラスファイバー—ベニヤ板補強のバalsa材—グラスファイバー。 これらの防熱はタンクから漏洩したガスを約 10 日間抑止する。
再液化あるいは再冷却	行わない。気化するのは 1 日当り積荷の約 0.27% であり、気化ガスはボイラの燃料に使用される。	行わない。1 日当り積荷の 0.3% から 0.5% が気化するが、気化ガスは圧縮されてボイラで燃焼させられる。これは出力の約 1/3 をまかなう。さらにメタンを大気中に放出することもできる。
安全対策	防熱材は N <sub>2</sub> の雰囲気中におかれている。(N <sub>2</sub> はタンク底部の球形容器に 16kg/cm <sup>2</sup> で貯えられている。)タンク内圧力が低下すると球形容器付のスプリング弁が開いて圧力を回復する。タンクのガス排出は低温状態でボイラへの導管のバジによつて行われる。タンクおよび断熱スペースには過圧および負圧安全弁がある。上方および側方は組立材の、また下方は 9% ニッケル鋼の二次防壁が施されている。タンクおよび支持具にサーモエレメントを取りつけてある。メタン検知器 (紫外線によつて作動するもの) を備えている。	全タンクおよび配管は、外部から空気が侵入しないようにわずかに過圧としてある。防熱はタンクの漏洩によるガスを 10 日間抑止できる。空気の侵入を防ぐため、防熱を乾燥状態におくためおよびタンクの漏洩を発見するために、タンクとホールドの間の空間には不活性ガスとして N <sub>2</sub> を充してある。タンクおよび船体の 300 カ所に温度計を常設計測している。圧力についても同様で全データを自動記録する。警報装置設備。



積荷および揚荷

船外から1本の管によりタンクへと積荷可能。本船からは10時間以内に揚荷可能。各タンクに容量 450 m<sup>3</sup>/h のサブマージドポンプ2基を装備。これ以外に曝露甲板に容量 800 m<sup>3</sup>/h の汽動遠心ポンプ3基を装備。非常の場合には陸上タンクに発生しているガス圧により、液化ガスを揚荷することも可能 (0.9 kg/cm<sup>2</sup>)。バラスト航海中はタンクに液化ガスの少量を残し、タンクを低温に保つ。

各タンクに容量 245 m<sup>3</sup>/h のポンプ1基を装備。電動機はタンク底部に装備したポンプに結合されている。従つてより安全な環境で作動している (空気に接する可能性もなく、タンク内圧力が大気圧以下になるやいなや自動的にスイッチが切れる。) 甲板上にガス排出用“ガス抜ポンプ”が装備され、タンク内ポンプの予備ともなっている。揚荷後タンクは液化 N<sub>2</sub> によつて低温に保たれる (N<sub>2</sub> は船首部の2つのタンクによつて運ばれ、その量は 2×11.3 m<sup>3</sup>)。

参 照 文 献 [21] a-g

[20] a-g

	LNG/LPG/ケミカルタンカー “PYTHAGORE”	LPG/アンモニアタンカー “PAUL ENDACOTT”	LPG/アンモニアタンカー “WILLIAM R. GRACE”
船 主	Gasozean S. A. (Technigas, フランス)	Trelleborg Angfartygs AB, Trelleborg, スウェーデン	Oswego Chemical Carriers Corporation (Marine Transport Lines)
建造年および建造所	1964/Duchesne et Bossiere, Le Havre, フランス	1963/64 Kockums Mekanisla Verkstads, Malmö, スウェーデン	1964/Verolme Dock & Scheepbouw MlJ., Rozenburg
設 計 所	Bennet Group, U.S. A.	Marine Service GmbH, Hamburg, ドイツ	
船 級	BV, 液化ガスタンカー最高船級	ABS + AI(E) + RMC “Ice strengthening”	ABS + AI (E) + AMS, Tanks for LPG by atmospheric pressure and -46°C
航 路		アラビア湾—日本	トリニダット—USA/東岸—イギリス
貨物ガス	メタン (LNG), エチレン, プロパン, プロピレン, ブタン, ブタジエン (LPG) 等, 腐蝕性液体 (比重 0.9 以下)	LPG (プロパン, ブタン), アンモニアその他のガス. 4種の異つた貨物を同時に積載可能.	アンモニア (NH <sub>3</sub> ), プロパン (LPG)
Loa/L <sub>pp</sub>	56.50 m/52.11 m	180.53 m/166.70 m	156.45 m/142.65 m
B	8.50 m	25.00 m	21.15 m
D	4.60 m	14.70 m	12.50 m
draul	3.56 m	8.84 m (積荷 15,000 t) 10.63 m (夏期乾舷に対する吃水)	7.53 m (最大)
DW		22,445 t	9,980 t
バラスト		8,600 t	
GT	499 T	19,077 T	10,001 T
NT			6,061 T
乗組員数	13人 (液化ガス技術者を含む)	44人	38人 (他に旅客4人)
船体構造	側外板は二重構造. バラスト積載の二重底構造.	側外板は二重構造. その中間には各舷ともバラストタンクと縦通路を設けてある. 安全性上の理由から貨物に接する内殻下部は耐低温鋼で構造してある.	
機 関	2×600 PS/1200 r.p.m. Baudouin Diesel, 減速機つき, 可変ピッチプロペラ	10,480 PS/118 r.p.m. Kockum-M.A.N. K8Z 78/140D	9,720 PS/135 r.p.m. M.A.N. KZ 70/120 D
航海速度		16.7 kn (d=8.85 m)	16 kn
熟 料 油		1,460 t	1,000 t
発 電 機	2×300 kVA (主機関に直結) +1×45 kVA	4×500 kW + 1×132 kW 大型油圧装置	3×580 kVA

貨物タンク内状態 温度 圧力	ガスの種類により異なるが $-161^{\circ}\text{C}$ まで	ガスの種類によつて異なるが $-51^{\circ}\text{C}$ まで $0.3\sim 0.05\text{ kg/cm}^2$	冷却式タンク 加圧式タンク -46 $^{\circ}\text{C}$ まで (沸点は $\text{NH}_3$ -33 $^{\circ}\text{C}$ , プロパン: -42 $^{\circ}\text{C}$ 大気圧よりやや高い。
貨物タンク数	2	冷却式タンク 5 加圧式タンク 6	4
貨物重量	最大比重 0.9	プロパン 15,035 t, アンモニア 16,000 t	アンモニア 8,165 t (比重 0.68)
貨物タンク内容積	630 $\text{m}^3$ (270 $\text{m}^3$ + 360 $\text{m}^3$ )	冷却式タンク 24,757 $\text{m}^3$ 加圧式タンク 4 $\times$ 300 $\text{m}^3$ (横置) 2 $\times$ 106 $\text{m}^3$ (縦置)	12,720 $\text{m}^3$ 他の貨物用として 510 $\text{m}^3$ あり、これは硫安約 300 t に相当する。
タンク構造材料	ステンレス鋼 (メンブレン)	冷却式タンク: 熟処理した, C 含有量の低いキルド鋼 (マンガン鋼). 衝撃強さは $-57^{\circ}\text{C}$ において 2.8 $\text{kg-m/cm}^2$ . Esab 溶接棒 OK 70 P (モリブデン 0.4% 含有) により溶接.	
タンク形状	両タンクともトランク部をもつ。タンク側壁は船体内設に平行。タンク自体は荷重を受けもたない。厚さ 1 mm の縦横に 310 mm のスペースでコルゲートを設けたメンブレンからできており、これにより温度変動にもとづく形状変化を緩和している (温度変化による応力を 0.4 $\text{kg/cm}^2$ 以下に保っている)。	冷却式タンク: 平面壁, トランク部あり。No. 1 タンクを除き中心線隔壁 (両側交通弁付) あり。 圧力式タンク: シリンダー形。	平面壁。船幅全体にわたるタンク幅としその間に隔壁はない。
タンクの支持方法	全面 (底面および側面) にわたり防熱材で支持。	鋼に硬木 (Azobé) を取りつけた支持具および縦横方向の伸縮による変形のガイドにささえられている。その固定点にサブマージドポンプを据えつけてある。トランク部分には水平方向の支持具を設け、さらにホールドに浸水した場合タンクの浮上を防ぐストッパを設けてある。	
タンクの防熱	厚さ 150 mm の Klegecell (独立気泡の PVC) を両メンブレン間に、厚さ 100 mm の Klegecell を外側メンブレンと内設あるいは甲板・底部の間に配置。防熱材は船体へ加わる積荷荷重を受けもつ。	冷却式タンク: 内設内面に 50 mm 厚さのポリウレタンフォームを 2層貼付。配管もポリウレタンフォームで防熱し、その上をアスベストで防湿し、厚さ 2 mm の亜鉛鍍鋼板で包んである。No. 3 & 4 タンクは不燃性材料で防熱してある。	
再液化あるいは再冷却	エチレンを毎日 7.2 t 液化できる再液化装置を設備。メタンは再液化せずに大気中に放出する。タンクの再冷却はブリッジフロントにあるハウス内の別の装置により行われる。	プロパンを積載した場合、毎日の気化量は約 0.5% である。ガスは集められて容量おのおの 1.6 t/h の 3 台の再液化機 (2 段式, 冷媒はフロン) に送られる。液化された後再びタンクへかえされる。主タンクである No. 3 & 4 タンクは、タンクと船体の間に冷却した $\text{N}_2$ を循環させることにより $-7^{\circ}\text{C}$ に保つことが可能。(再液化に適していないガスに対して)	再冷却装置は電動。
安全対策	電動機とコンプレッサは水に囲まれているので、外部へ火花の出ることはない。	タンクと内設の間に $\text{N}_2$ を充填させてある (温度は $30^{\circ}\text{C}$ , 大気圧より 0.03 $\text{kg/cm}^2$ 過圧)。 $\text{N}_2$ 発生機の容量は 2 $\times$ 750 $\text{Nm}^3/\text{h}$ であり、 $\text{N}_2$ はポンペに蓄えられる。全スペースにスプリングラシシステムを装備。温度が異常に上昇すればデッキ上にウォーターカーテンを張る。 $\text{CO}_2$ 消火装置あり。 全バルブをコントロールスタンドから空気圧で遠隔操作できる。	防護ガス (不活性ガス) を二次防御とタンク壁間およびタンク間に充してある。

積荷および揚荷	各タンク底部に容量 60 m <sup>3</sup> /h の遠心ポンプを装備。この他甲板上に容量 120 m <sup>3</sup> /h のポンプを1台設備。揚荷は5時間で可能。容量 600 m <sup>3</sup> /h のガスポンプ(60 PS)により、積荷中発生するガスを、タンクに過圧を生じないように陸上へ戻す。	冷却式タンク：揚荷は10台の油圧駆動うず巻サブマージドポンプ(各タンクに100 m <sup>3</sup> /hのもの2台)宛により、サンプから排出する。横置圧力式タンク：それぞれ油圧駆動、容量 36 m <sup>3</sup> /h のウォッシュポンプによる。堅置圧力式タンク：それぞれのタンクの気化ガス圧により排出するか、または N <sub>2</sub> による。	アンモニアのかわりに LPG を積む場合には、前もつて N <sub>2</sub> によりタンクを掃除しなければならない。
参照文献	(40) a, b	[30] a-g	[31] a, b

## ガスタンカー文献

### A 運航技術

- [1] F. Jacob: „Kältetechnische Fragen beim Überseetransport verflüssigter Gase.“ „Hansa“ 1953, Nr. 4, Seite 344/359. Grundlagen über Erdgasverflüssigung. Rückverflüssigungsanlagen und deren Energieverbrauch. Erdgasverflüssigungsanlagen. Energiebilanz.
- [2] H. Schierack: „Verfahrenstechnische Anlagen auf Flüssiggastankern.“ „Hansa“ 1963, Nr. 22, S. 2287/2270. Verschiedene Transportzustände: Unter Druck ohne Rückverfl., unter Druck mit Rückverfl., ohne Druck mit Rückverfl. Verfahren. LPG- und LNG-Tanker.
- [3] Dipl.-Ing. M. Volger: „Seetransport von flüssigen Gasen bei tiefen Temperaturen.“ „Hansa“ 1962, Nr. 22, S. 2317/2322. Schiffstypen. Konstruktion. Material. Relative Kosten für Transport von Öl, Kohle, LPG und LNG, Kühlsysteme und Rückverflüssigungssysteme für LPG. LPG Ammoniak-Tanker „Esso Centro America“.
- [4] Dipl.-Ing. M. Volger: „Der Seetransport von flüssigen Erdgasen.“ „Hansa“ 1960, Nr. 21/22, S. 1043/1058. Erdgas als Energiequelle. Spez. Rauminhalt, Entzündungs- und Siedetemperaturen der Erdgase, Heizwerte usw. Behälter-Konstruktionen. Projekt der AG „Weser“ (Methantanker). Gas/Öl-Tanker, Kosten. Schrifttum!
- [5] Loïc de Talhouët: „Carrying LPG by sea.“ Shipbuilding and Shipping Record 1964, 10. Dez., S. 769/771. Gastankerslotte, Einteilung, Bestimmungen, Landanlagen.
- [6] Dipl.-Ing. W. Sainkoff: „Schiffstransport von Flüssiggas.“ „Hansa“ 1960, Nr. 20/21, S. 1512/1518. Transportformen. Transport in Druckbehältern. Umschlag-Prinzip. Druckloser Transport. Isolierung. Rückkühlung-Wirtschaftlichkeit. Umschlag-Prinzip.
- [7] Baudirektor Dr.-Ing. H. Laucht, Hamburg: „Schiffstransport und Umschlag von flüssigen Gasen aus der Sicht der Hafenverwaltungen.“ „Hansa“ 1960, Nr. 50/51, S. 2541/2543. Allgemeine Betrachtungen zur Sicherheit.
- [8] J. W. van Solingen: „The Transport of Natural Gas (LNG).“ International Shipbuilding Progress, No. 125, Vol. 17, Jan. 1955, S. 3/10. Preise für Schiffe. Genaue Angaben über Verdampfen, Verwendung des verdampften Methans: 1. Ablassen in die Luft, 2. Verbrennen im Kessel, 3. Rückverflüssigen, Aggregate dazu, Kostenrechnung für 1., 2. und 3.
- [9] C. P. Coppack: „What is the Future for the Sea Transport of Methane?“ The Motor Ship, 1965 Februar, S. 480. Gefühlsmäßige Abschätzung des Bedarfs an Methan-Tankern in 10 Jahren, Techn. Fortschritt.
- [10] Egil Abrahamsen, Det Norske Veritas: „Special Ships for the Transport of Liquefied Gas, from the Classification Viewpoint (Part I).“ Norwegian Shipping News 1960, Nr. 20, S. 1214/1225. Physikal. Eigenschaften der Gase. Material für Behälter auf Fe-Basis und Alu-Legierungen. Eine Explosion-Isolationsmaterialien und seine Kennziffern. Verdampfen des Gases. „Part 2“, 1960, Nr. 21, S. 1305/1314. Belastung der Verbände. Schiffsfestigkeit, Verformungen. Rohrleitungen. Sicherheitsvorkehrungen. Schnellschlußvorrichtungen für Röhre. Explosionsgefahr. Gasleckagen. Schrifttum! (besonders über Sicherheit und Material).
- [11] J. Alleaume: „Transport by Sea of LPG.“ The Motor Ship, Sept. 1962, S. 277/278. Baukosten, Betriebskosten für Transport unter Druck und drucklosen Transport.
- [12] H. L. Lorenzen, O. Lorenzen, B. Bengtsson: „Handling of Refrigerated LPG Cargoes.“ Marine Engineering/Log. 1961, August, S. 56/59. Geringes spez. Gewicht von LPG; Hauptspann trapezförmig mit kleinem β. Entwurf kugelförmiger Tanks. Material für Tanks. Isolation. Rückverflüssigung. Laden und Löschen; Pumpen. Am Beispiel „Mundogas Brasilia“.
- [13] R. Leroux: „The Application for Multilobed Reservoirs to the Sea Transport of Liquefied Gas.“ The Motorship, Sept. 1962, S. 278/280. Anstelle von Kugeln od. Zylindern hier Tanks aus Zylinder- und Kugelabschnitten zusammengesetzt.
- [14] Dr. John J. McMullen: „Technical and Economic Aspects Covering the Ocean Transportation of Liquid Methane.“ International Shipbuilding Progress 1960, Nov., Vol. 7, No. 75, S. 472/494. Heizwerte verschiedener Sorten, Preise ab Quelle, für Verflüssigung und Transport. Physikalische Eigenschaften. Metalle bei niedrigen Temperaturen. Verflüssigung von Gasen. Pipelinekosten. Takertypen. Energieverbrauch in USA und Europa. Schrifttum! (besonders über Wirtschaftlichkeit, gebaute Schiffe).
- [15] D. Douady: „Aluminium bei tiefen Temperaturen.“ Aluminium Suisse 1962, Nr. 4, S. 162/166. Mech. Eigenschaften der Alu-Legierungen bei tiefen Temperaturen. Behälter für flüssiges Erdgas. Eine Methanverflüssigungsanlage. „Methane Pioneer“ Aufnahme-Station für LNG. Behälter für verflüssigte atmosphärische Gase. Leitungskupplungen. Isoliermittel aus Alu-Folie. Schrifttum.
- [16] Karl H. Duelle: „Sicherheitstechnische Maßnahmen beim Transport von Flüssiggas auf Tankschiffen.“ „Hansa“ 1964, Nr. 12, S. 1263. Schaltprinzip einer Warnanlage. Schematische Darstellung des M-S-A (R)-Gasalarm-Gerätes mit Angabe der Abmessungen des Gerätes. Messung von brennbaren Gas/Luftgemischen und von brennbaren Bestandteilen im Inertgas.
- [17] E. Abrahamsen, Det Norske Veritas: „The Carriage of Special Liquid Cargoes.“ European Shipbuilding, 1964, Vol. XIII, No. 6, S. 130/144. Produktion von Öl, Gas, Ammoniak, Chlor. Diagramm: Tankraum/L x B x H über L aufgetragen für verschiedene Tankformen. Einfluß von Kaltverformungen auf die Kerbschlagzähigkeit von 9% Nickel-Stahl. Temperaturverteilung um einen kalten Punkt einer Stahlwand. Diagramme für spez. Gew. und Druck als Funktion der Temperatur für alle für Tankertransporte wichtigen Gase.
- [18] D. R. Thorneycroft und D. J. Heath: „Further Aspect of the Welding of 9% Ni-Steel.“ International Shipbuilding Progress 1964, Februar, Vol. II, No. 114, S. 73/84. Festigkeit und Kerbschlagzähigkeit von Schweißnähten von verschiedenen Elektroden. Metallurgische Grundlagen. Schweißelektroden. Vorbereitungen für das Schweißen. Schweißverfahren.
- [19] „Tentative Requirement for the Transportation of Liquefied Inflammable Gases at or Near Atmospheric Pressure.“ United States Coast Guard.

B 既建造船

1. メタン (LNG) タンカー

- [20] „Methane Progress“, „Methane Princess“ (siehe Tabelle): a) The Motor Ship 1963, Juli, S. 142/144; b) The Shipping World 1961, 22. Nov., S. 406/407; c) Maritime Reporter/Engineering News 1964, 1. Mai, S. 12/15; d) Shipping World & Shipbuilder 1964, 26. Nov., S. 527/538; e) Marine Engineer and Naval Architect 1964, Dez., S. 560/566; f) Shipbuilding and Shipping Record 1964, 5. Nov., S. 601/605 / 4. July 1963; g) Shipbuilding International 1964, Dez., S. 20/24.
- [21] „Jules Verne“ (siehe Tabelle): a) The Motor Ship 1964, Oktober, S. 276/279; b) Shipping World & Shipbuilder 1964, 1. Oktober, S. 11 + 34; c) Chaudronnerie-Tolerie 1964, Oktober; d) Druckschrift der Association technique maritime et aéronautique von M. J. Grilliat; e) Shipbuilding and Shipping Record 1964, 1. Oktober, S. 438/439; f) Navires, Ports et Chantiers Nr. 173-1964, Oktober, S. 879/880; g) The Marine Engineer and Naval Architect 1964, Oktober, S. 458/461.
- [22] „Methane Pioneer“ (Umgebauter Tanker, Versuchsschiff): a) Shipping World & World Shipbuilding 1959, 11. März; b) Marine Engineering/Log 1961, August, S. 61/62 + 70; c) Marine Engineering/Log 1959, April
- [23] „Pythagore“ (Siehe [40]).

2. LPG/アンモニアタンカー

- [30] „Paul Endacott“ (siehe Tabelle): a) The Motorship 1964, März, S. 568/569; b) Shipping World 1963, 11. Dez., S. 928/930; c) The Motorship 1964, July, S. 142/143; d) Marine Engineering/Log 1964, Dez., S. 83; e) Shipbuilding Equipment 1964, Januar (Vol. 6, Nr. 9), S. 10/11; f) Shipping World and Shipbuilder 1964, 2. Juli, S. 15/17; g) Schip en Werf 1964, September, S. 527/532.
- [31] „William R. Grace“ (siehe Tabelle): a) Shipbuilding and Shipping Record 1964, 3. Sept., S. 310/311; b) Marine Engineering/Log 1964, Oktober, S. 62.

- [32] „Fred H. Billups“ (Lpp x B x H x T = 92,00 x 14,15 x 7,50 x 5,10 m Tankinhalt: 2860 m<sup>3</sup>, Drucktanks): a) „Hansa“ 1960, Heft 27, S. 1371/1373; b) Shipbuilding and Shipping Record 1960, 16. Juni, S. 771/773; c) Schip en Werf 1960, Nr. 9, S. 259.
- [33] „Vinci“ (Lpp x B x H x T = 58,90 x 9,95 x 5,85 x 4,58 m, Tankinhalt: 1245 m<sup>3</sup>, Drucktanks): The Motorship 1963, Okt., S. 309/311.
- [34] „Galileo“ (Lpp x B x H x T = 73,51 x 11,80 x 5,40 x 4,70 m, Tankinhalt: 1820 m<sup>3</sup>, Drucktanks): The Motorship 1963, Februar, S. 534/537.
- [35] „Agipgas Terza“ (Lpp x B x H x T = 71,37 x 10,8 x 5,5 x 4,32 m, Tankinhalt: 1730 m<sup>3</sup>, Drucktanks): The Motorship 1959, Juni, S. 131 und Oktober, S. 232/233.
- [36] „Ninja Tholstrup“: Neubauten 1964, Dezember, S. 342.
- [37] „Neviges“, „Langenberg“, Ammoniak, Propan, Butan (Lpp x B x H x T = 87 x 12,60 x 6,45 x 4,50 m, Tankinhalt: 2590 m<sup>3</sup>, Drucktanks: a) The Motorship 1955, Oktober, S. 300; b) „Hansa“ 1956, S. 141.
- [38] „Esso Centro America“, Propan, Ammoniak (Lpp x B x H x T = 111,58 x 14,69 x 9,99 x 6,05 m, Tankinhalt: 5580 m<sup>3</sup>, Rechteckige Tanks): „Hansa“ 1962, Nr. 22, S. 2326/2328.

3. 特殊ガスタンカー

- [40] „Pythagore“ LNG, LPG, Chemikalien (siehe Tabelle): a) The Motorship 1964, März, S. 568/567; b) Shipbuilding and Shipping Record 1964, 13. Februar, S. 214/216.
- [41] „Esso Puerto Rico“ kombinierter Gas-Erdöl-Tanker (Lpp x B x H = 201,16 x 27,43 x 14,32 m, Verdrängung: 49 725 t, Drucktanks): International Shipbuilding Progress 1958, July, Nr. 47, S. 342/343.
- [42] „Mundogas Brasilia“, Propan, Butan, nicht korrodierende Chemikalien mit spez. Gew. 1,0 (Lpp x B x H x T = 119,48 x 19,51 x 10,67 x 6,58 m, Laderaum: 7500 m<sup>3</sup>, Drucktanks): The Motorship 1961, August, S. 202/204.

鉄鋼技術講座  
第 6 巻  
6 月中旬発売

# 鉄鋼規格便覧

日・米・英・独・ソ連等十数ヶ国集録

日本鉄鋼協会  
編集  
B 5 判特製クロース  
上製本  
8 ポイント活字  
690 余頁 定価 6,500 円

鉄鋼材料並にその二次製品全般について、特に日本工業標準規格に重点をおき、世界十数ヶ国の標準規格、各社内規格、団体規格、軍需規格等を比較対照し得るように集大成した。日本鉄鋼協会が数ヶ年に亘って苦心蒐集した全世界の莫大な資料を整理統合して、機械、船舶、車輻、建築、貿易など、鉄を扱う総ての人の為に、内容の正確と使用者の便利を期して、苦心編集した座右必備の良書。

〔内容の大要〕 1. 鉄鋼の分類…鉄、フェロアロイ、鋼、鋼材の分類。2. 外国規格…アメリカ、イギリス、ドイツ、ソ連、フランス、イタリア、スウェーデン、ブルガリア、その他の欧州諸国、カナダ、および南米諸国。3. 日本工業規格…鉄、フェロアロイ、棒鋼、形鋼、鋼板、鋼帯、表面処理鋼板、鋼管、線材、線材二次製品、構造用合金鋼材、機械構造用炭素鋼鋼材、ステンレス鋼、耐熱鋼、工具鋼、特殊用途鋼、鋳鍛鋼、レール及び付属品。4. 国内団体規格…日本溶接規格、日本高圧力技術研究会規格、基準、日本海事協会鋼船規則、石油学会規格、日本電機工業会規格、自動車工業会協定規格、日本国有鉄道規格、防衛庁規格。5. 外国規格…I S O…A S T M…S A E…A I S I A S M…A M S…B S…D I N…V D E h…P O C T…船級協会規格他

鉄鋼技術講座〔鉄鋼協会編集〕

- 1. 製 鉄 製 鋼 法 A 5 判 函 入 340 頁  
¥1,200 千50
- 2. 鋼 材 製 造 法 A 5 判 函 入 300 頁  
¥1,200 千50
- 3. 鋼 材 の 性 質 と 加 工 A 5 判 函 入 430 頁  
¥1,500 千50
- 4. 鋼 材 加 工 法 A 5 判 函 入 260 頁  
¥ 800 千50
- 5. 鋳 鉄 の 性 質 と 加 工 A 5 判 函 入 290 頁  
¥ 900 千50

〔内容見本進呈〕

金属材料加工技術の講座

- 6. 機械材料の特性と選択 A 5 判 函 入 370 頁  
¥1,500 千50
- 7. 鑄造技術と設計・製作・検査 A 5 判 函 入 380 頁  
¥1,900 千50
- 8. 切削・研削技術と材料及設計 A 5 判 函 入 320 頁  
¥1,500 千50
- 9. 熱処理技術と材料及試験 A 5 判 函 入 270 頁  
¥1,500 千50
- 10. 金属防食技術と表面処理 A 5 判 函 入 410 頁  
¥2,000 千50
- 11. 粉末冶金の技術と材料及性能 A 5 判 函 入 410 頁  
¥2,000 千50

東京都新宿区中町15  
私書函 新宿牛込56号

地 人 書 館

振替口座 東京 1532 番  
電話 (260)7161 ~ 3 番

# 磁氣的処理で罐石を除去する “ポーラー”水処理器について

チェルベルジ株式会社  
機械金属部

産業界の大きな失費の一つであるスケールに対しては、今日まで数多くの戦いが繰り返されて来た。“奇跡の水処理器”といわれた種々の装置も売出されたが、成功例はごく僅かである。

もちろん、一般的には清罐剤と併用して化学反応に基いた硬水軟化法が行なわれている。しかしこれらの多くは、初期の投資額が大きく、しかも絶え間ない管理と保守を必要とする。また清罐剤を効果的に用いるには、適合品種の選定と正確な投入間隔および投入量に大きな配慮を要するのである。

ボイラ給水に必要な以上の清罐剤を投入すれば、全溶解固形分は増加し、ブライミングやキャリーオーバーの一要素ともなる。それゆえに正しい化学的処理法は常に人的要素に影響される。

今やこれらの問題は、ノールウェーの Polar Water Conditioner Ltd. で開発された新型完全自動式“ポーラー”(POLAR)水処理器(英国特許番号 878525, 日本特許番号 294335)を使用することによつて簡単に解決される。

処理されるべき液体は、この水処理器の中では磁場を通つて流れるようになってゐる。この方法は硬度塩類に影響を与え、その結果硬度塩類は硬い附着物を形成するかわりに、こまかい動かしやすい堆積物として凝集するので、この系統から容易に取り除くことができるのである。この過程はもちろん化学反応を含む“水の軟化”とは明らかに区別すべきものである。

## 理 論

磁氣的水処理法には問題があるという数年前のアメリカのレポートにもかかわらず、据

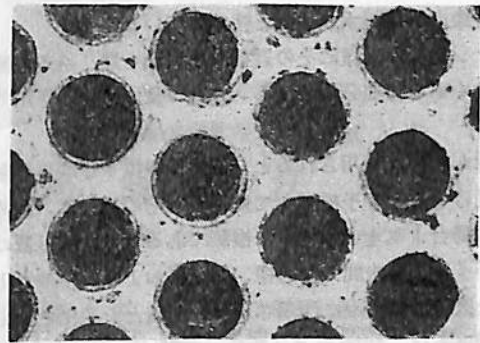
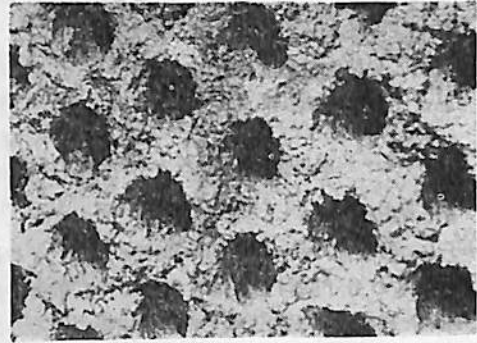


写真-2 写真上は“ポーラー”水処理器を取りつけない前の熱交換器の状態を示す。写真下は取りつけてから一カ月後の状態で、スケールの除去がはっきりわかる。

付けられたシステムからの後日の数多くの経験は肯定的な結果を示している。また最近発行のロシア誌“Teploenergetika”の記事は、そのシステムの効果を確認し、理論に基いたかなり詳細な取り扱いをしている。

水の分子中の水素原子は、近くの分子の酸素原子と相互に作用して、水素結合として知られているところのものを形づくっている。水の分子はこのような水素結合を極限まで増加するような状態に配合されている。

磁場の影響下では原子の電子殻に変化が生じる。すなわち水素結合のエネルギーが変化し、それらの部分崩壊が始まる。これが水分子をより緻密な充填物とする。すなわち密度が大となり、界面張力および粘度が増し、ガスの溶解度が落ちる。水の構造におけるこの変化は不安定で、磁場を離れると、すぐに普通の状態にかえつてしまう。

硬度塩類を含む水の場合は、安定分子構造は純粋な水

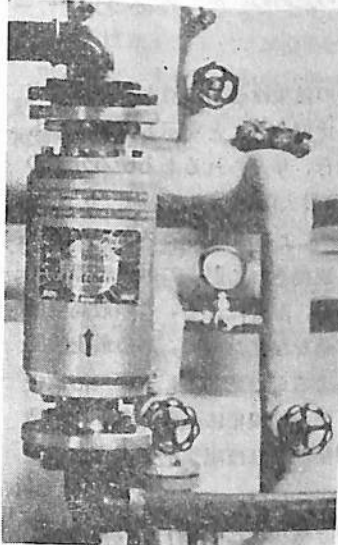


写真-1 ボイラ給水管に取りつけられた“ポーラー”水処理器



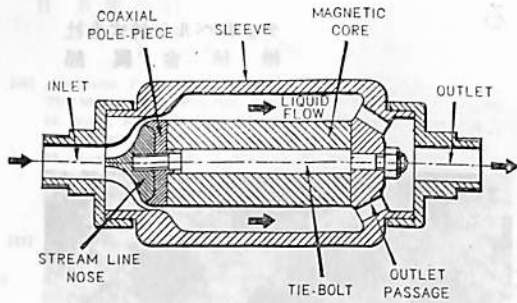


図-1 “ポーラー”水処理器のゼネラルアレンジメントにおけるそれとは異なる。

水分子と、存在するイオンの間に価標が作られ、これらの価標は水の分子間同士で作る価標よりも強力である。それゆえに各イオンの近接した周囲を形づくるところの分子は、イオンにがつちりと結びつけられやすい。この現象は短距離水和作用と呼ばれている。

イオン場でも同様にその近接した周囲を通り越えて純水構造をある程度分裂させる。これは長距離水和作用である。

磁場が溶液に適用されると、水原子の電子殻は再び影響を受けるが、分子構造中で変化したその結果は、純粋な水の場合よりもより以上に複雑である。これは影響の度合いがイオン同士間と同様、短距離および長距離水化された区域とイオンに作用されない区域とを変化させるためである。

磁場により影響を受けた変化の確認は、実験的に粘度、界面張力、電導度、pH、溶解度、溶解率常数、溶解の熱効果、光学密度その他物理化学的性質等によって

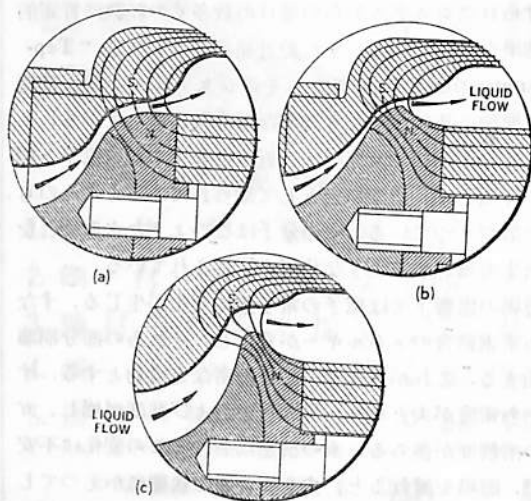


図-2 水処理器内にある磁場の液体通路を示す。詳細は本文“設計”の項参照

示される。これらの変化は溶器中のスケール形成を減少させる原因となつている。

変化の測定は下記の方式による。

$$f = Kev H \cdot \sin a$$

ただし

f = イオンにかかる力

K = 比例因子

e = 分子エネルギー

v = 流液方向における分子の速度

H = 磁場の強さ

a = 流液の方向と磁場の方向との角度

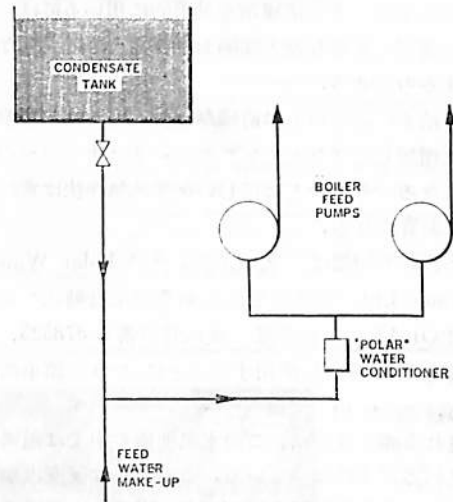


図-3 ボイラ給水処理のための“ポーラー”の位置を示す。

前記の方程式は、磁場の効果は磁場に対して垂直な方向における分子の速度に比例することを示している。もし(a)が90度である場合、与えられるあらゆる分子の速度(v)すなわち効果は最大限となる。

実際上は、水速(Vw)による漸進的なスケール形成の減少はある速度内のみ観測されるが、これは容器のデザイン、磁場の強さ、水量、湿度による。この最高限度は、分子が完全な構造改革をなすために、ある最少時間磁場にとどまる必要性によるものである。実際の溶液中の構造変化の効果は、イオンの凝集に必要な条件を創造することである。この凝集は、ほぼ磁氣的動水学の影響によって生じる。

磁気および水圧の影響の作用に従う液中においては妨害が生じる。すなわち波として拡がり、密度の変動を生ぜしめ、イオン結合による結晶作用中心の形成を促進させる。このような中心の数多くの形成は、懸垂粒子

slurry という形で、スケール形成成分の無害な分離を保証する。このような点から、磁気的水処理による効果は、磷酸塩、石灰またはソーダ等の如きスケールを生じさせない粉末を添加することにより得られた結果と全く同じである。

### 設 計

図-1は代表的な“ポーラー”水処理器の装置を示している。基本的にはこの装置は、軟鉄スリーブに囲まれている磁鉄心と、それらの間の環状通路を流れるようになされている水とでなりたつている。磁気を帯びていない入口片と出口片がスリーブ上に取りつけられている。軟鉄磁極片と流線型にした突出部は、磁鉄心の入口端に取りつけられている。

これに反して、若干の出口通路は、出口端の磁鉄心とスリーブの間に設けられている。装置の入口端の磁鉄心の磁極とスリーブの間を流れる液体は、磁場に対して直角に流れるように設計されている。

図-2aは、その通路の拡大図である。図-2bは、不純物を含まない低粘性の液体に対する修正設計を示している。図-2cは、それ以上の修正、すなわち固い粒子や多少の不純物を含んでいるかも知れない液体の場合に適した修正設計を示している。磁鉄心には最新の高安定性永久磁石が使われている。磁鉄心の全囲いをそのスリーブの中に結合させたことは、通常の使用では、非磁化が全く不可能であることを保証する。

図-3は、ボイラ給水系統に適した“ポーラー”の位置を示している。給水ポンプの吸込側にこの“ポーラー”を取りつけることによつて、いくつかのボイラ用の全部の水は処理によつて保証される。

現在では、水処理の標準範囲は、6インチ径までのパイプに適した寸法がある。それ以上の寸法は顧客の要求に従つて作られる。

### サイズの選定

“ポーラー”水処理器のサイズは、通常どんな用途のものでも取りつけるべきパイプの径と全く同じものである。種々のサイズと最大流量は次表のとおりである。

Unit Size	Maximum Flow Imp. gal./hr.	Flow ft. <sup>3</sup> /hr.	Length inches	Length mm.	Diameter inches	Diameter mm.	lb.	Weight kg.
Screened connections (No. S.P.)								
3/8"	100	455	4.3	110	2.0	50	2.2	1
1/2"	200	910	4.9	124	2.5	64	3.7	1.7
3/4"	395	1,800	8.3	210	3.5	90	14	6.25
1"	790	3,600	9.8	250	4.3	110	22	10
1 1/4"	1,580	7,200	9.8	250	4.3	110	25	11
Flanged connections (Unfilled)								
1 1/2"	2,100	9,600	15.9	405	5.9	150	73	33
2"	3,160	14,400	17.9	455	5.9	150	84	38
2 1/2"	4,200	19,200	23.0	586	7.9	200	165	75
3"	6,600	30,000	25.0	635	7.9	200	183	83
4"	8,600	39,000	29.7	755	9.8	250	325	147
5"	15,800	72,000	33.5	850	11.8	300	440	200

各ユニットは 600 p. s. i (42 kg/cm<sup>2</sup>) で圧力テストをされている。

LR または NV の証明書は必要に応じて時価で供給することができる。

### 用 途

一般産業界、船舶、公共施設、ホテル、調理設備等のボイラ、ウォーターシステム、冷却水装置、蒸留器、熱交換器、ボトリングプラント等の保護用に。

### 特 長

- 取付容易
- 取換不要
- 動力不要
- ランニングコスト不要
- 管理不要
- 薬品不要 (pH コントロールのみ必要)
- 維持不要

(ポーラー水処理器 日本総代理店 チェルベルジ 株式会社  
社：東京都港区赤坂3丁目2番6号 tel 582-7171)

### 海技入門選書

東京商船大学教授 鼓島直人 著

## 電波航法入門

A5版 200頁 ¥480 (〒70)

### ＝目 次＝

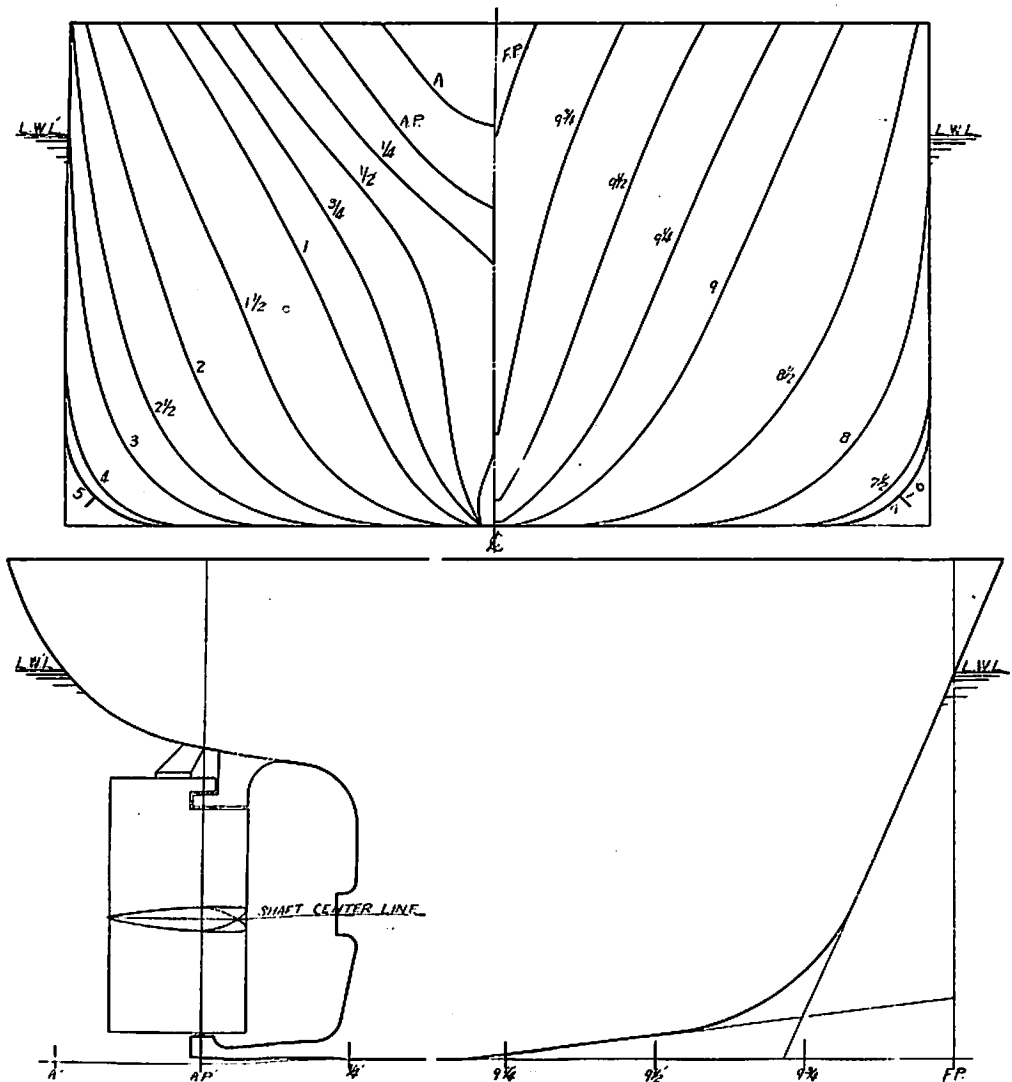
- 第1章 序 説—1. 電波航法の種類、2. フラウン管 3. 電波の伝播 4. 双曲線 5. 船位の誤差
- 第2章 無線方向探知機—1. 方位測定の方法 2. センズ決定法 3. ベリニオン式ラジオメーター 4. 自動方向探知機 5. 方向探知機の誤差 6. 航法 7. 無線方位信号所の種類
- 第3章 ロラーン方式—1. ロラーンの原理 2. 時間差の測定 3. ロラーン受信器の操作部 4. 地表波と空間波 5. ロラーンニャートおよびロラーンニャート 6. ロラーンの精度
- 第4章 デッカ=ナビゲータ方式—1. デッカ=ナビゲータの原理 2. デコモータ (指示器) 3. 受信装置 4. レーン校正器 5. 起動および調整 6. デッカ=チャート 7. 誤差
- 第5章 コンソル方式—1. コンソル方式の原理 2. コンソル方位の測定法 3. コンソルニャートとビーコン局 4. 有効距離と精度
- 第6章 レーダ—1. レーダの原理 2. レーダの作動概要 3. レーダ各部の機構 4. レーダの取扱法 5. レーダの性能 6. 物標の種類によるエコーの強さと探知距離 7. 映像の妨害現象と偽像 8. レーダ航路標識とレーダニャート 9. レーダ航法 10. レーダ=プロットイング 11. 今後のレーダ

D.W. 約 15,000 トンおよび D.W. 20,000 トン  
 程度の定期貨物船の模型試験

船舶編集室

M. S. 355 は垂線間長さ 140 m・載貨重量約 15,000 トンの、M. S. 356 は同じく 164 m・20,000 トンの貨物船に対応する模型船で、模型船の垂線間長さおよび縮率はそれぞれ 5.5m・1/25.455, 6.0m・1/27.333 である。その

主要寸法等を、試験に使用した模型プロペラの要目とともに、実船の場合に換算して第 1 表に示し、正面線図および船首尾形状を第 1 図および第 2 図に示す。両模型船とも普通の船首形状のもので、M. S. 355 には反動舵



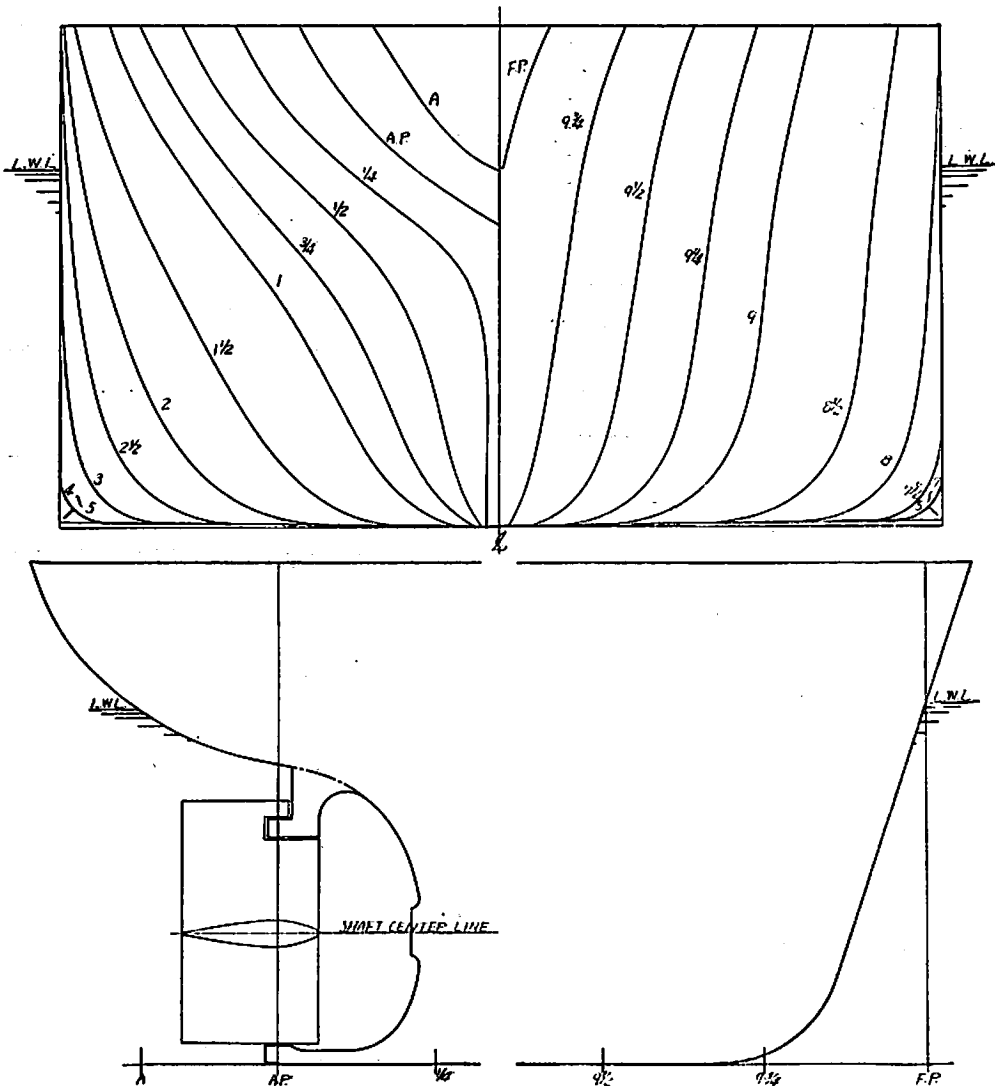
第 1 図 M. S. 355 正面線図および船首尾形状

第1表 要 目 表

M. S. No.		355	356
長さ (L <sub>PP</sub> )	(m)	140.00	164.00
幅 (B) 外板を含む	(m)	20.536	22.638
満 載 状 態	喫水 (d)	(m) 9.338	9.269
	喫水線の長さ (L <sub>w.l.</sub> )	(m) 143.312	167.611
	排水量 (∇ <sub>s</sub> )	(m <sup>3</sup> ) 19,638	26,547
	C <sub>B</sub>	0.732	0.772
	C <sub>P</sub>	0.742	0.784
	C <sub>M</sub>	0.987	0.985
i <sub>CB</sub> (L <sub>PP</sub> の%にて取より)		-1.50	-1.12
平均外板厚 (mm)		18	19
摩擦抵抗係数 *		λ <sub>s</sub> = 0.14073 λ <sub>s'</sub> = 0.1426	シエソヘル ΔC <sub>r</sub> = 0.0002

M. P. No.		306	307
直 径 (m)		5.371	5.589
ポ ス 比		0.210	0.194
ピ ッ チ (一定) (m)		4.136	4.331
ピ ッ チ 比 (一定)		0.770	0.775
展 開 面 積 比		0.405	0.625
翼 厚 比		0.050	0.055
傾 斜 角		11°~0'	10°~0'
翼 数		4	5
回 転 方 向		右	右
翼 断 面 形 状		エーロフファイル	エーロフファイル

\* L<sub>w.l.</sub> に基づく

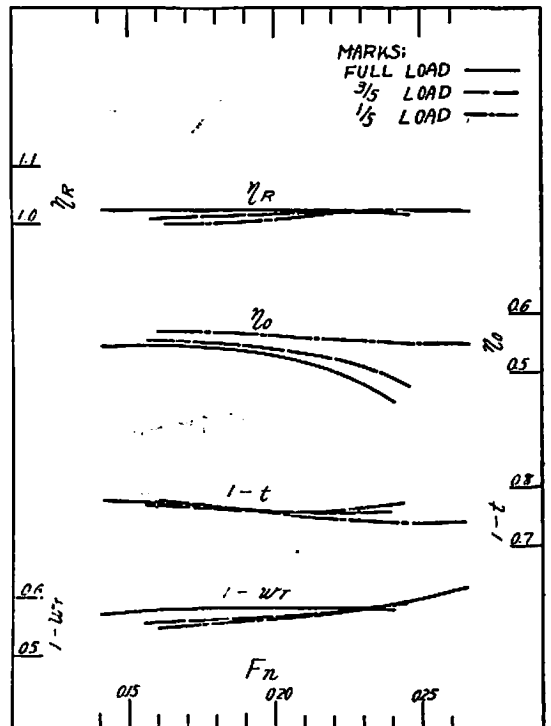
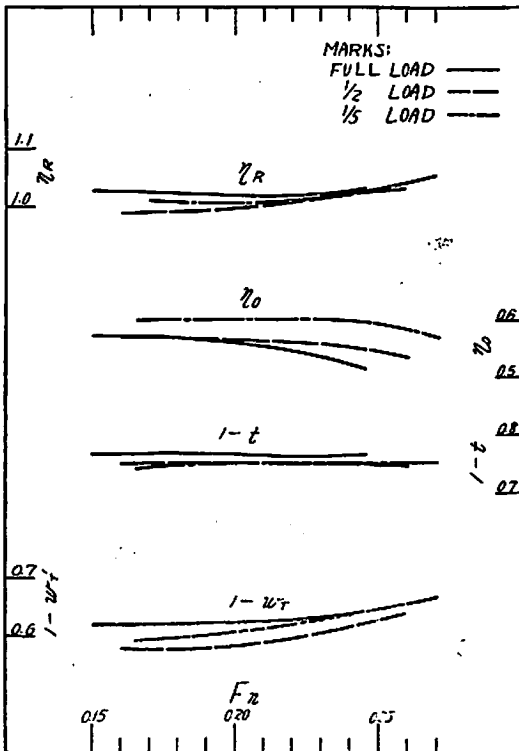
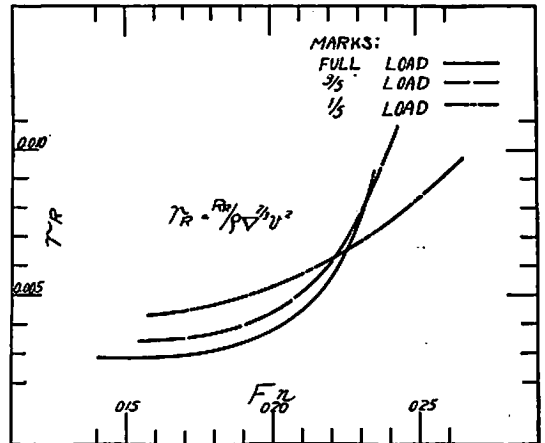
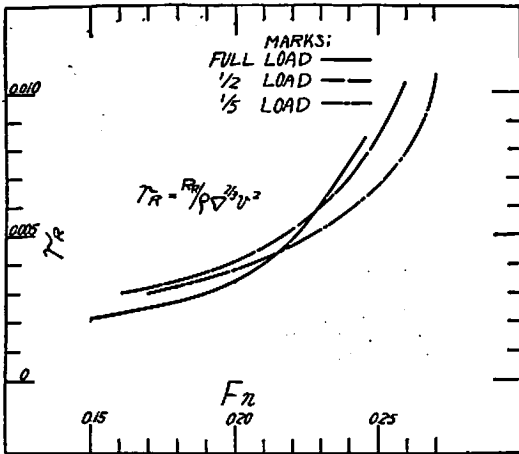


第2図 M. S. 356 正面線図および船首尾形状

が、M. S. 356には流線船が採用された。なお、主機として、前者には8,500 BHP×118 RPMの、後者には10,700 BHP×118 RPMのディーゼル機関の搭載が予定された。

試験は、両船とも満載ほか2状態で実施された。試験により得られた剰余抵抗係数および自航要素を第3図および第4図に示す。これらの結果に基づき実船の伝達馬

力等を算定したものを第5図、第6図に示す。ただし、試験の解析に使用した摩擦係数は、M. S. 355に対してはフルードのもの（シェーンヘルに換算すれば実船に対する粗度修正量 $\Delta C_F$ が約0.0004に相当する）を、M. S. 356に対してはシェーンヘルのもの（実船に対する粗度修正量 $\Delta C_F=0.0002$ ）を使用し、実船と模型船との間の伴流の尺度影響は考慮されていない。

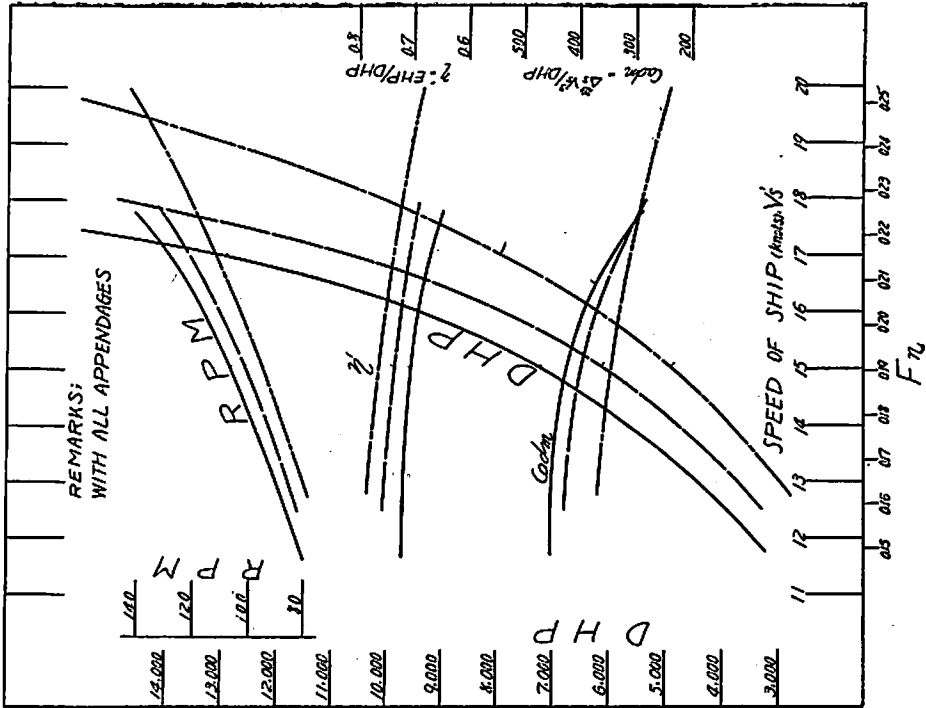


第3図 M. S. 355 剰余抵抗係数および自航要素

第4図 M. S. 356 剰余抵抗係数および自航要素

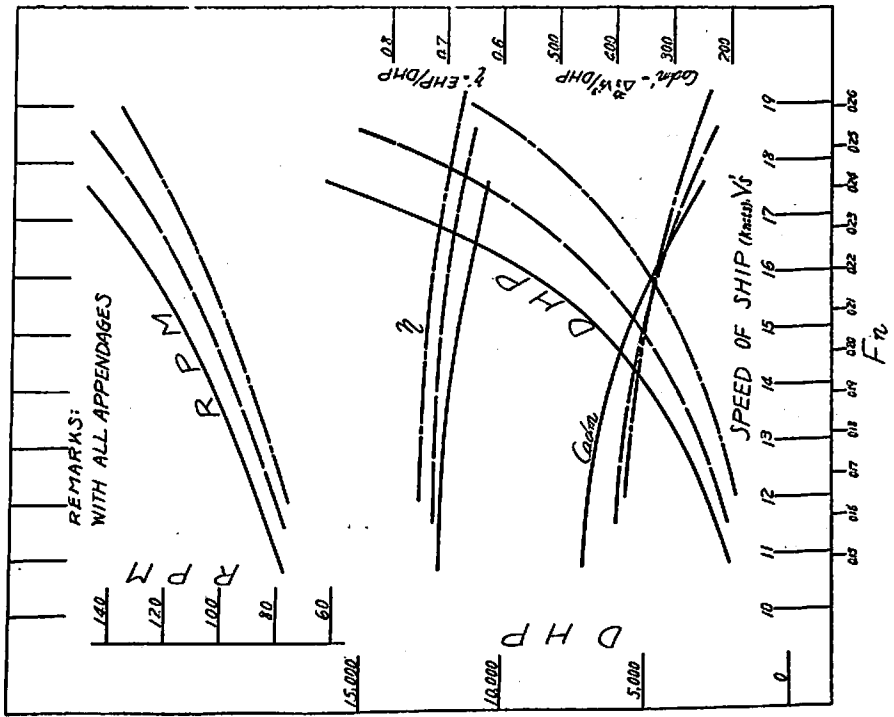


CONDITION	D.P.A.F. $\frac{1}{100}$ in		TRIM $\frac{1}{100}$	DISPLACEMENT $\Delta$ (ton)		MARK
	A.P.	M.S.		F.P.	$\Delta$ (ton)	
FULL LOAD	9.269		0	26,527	27,211	
$\frac{1}{2}$ LOAD	7.951	6.721	2.460	18,663	19,130	
$\frac{1}{5}$ LOAD	6.136	4.086	4.700	10,771	11,020	



第6图 M.S. 356 x M.P. 307 DHP 等曲线图

CONDITION	D.P.A.F. $\frac{1}{100}$ in		TRIM $\frac{1}{100}$	DISPLACEMENT $\Delta$ (ton)		MARK
	A.P.	M.S.		F.P.	$\Delta$ (ton)	
FULL LOAD	9.337		0	18,683	20,129	
$\frac{1}{2}$ LOAD	6.829	6.129	1.400	12,193	12,500	
$\frac{1}{5}$ LOAD	5.332	4.082	3.500	7,707	7,900	



第5图 M.S. 355 x M.P. 306 DHP 等曲线图

# NKコーナー



## 連続鍛造による船体用鋼板の製造法承認

神戸製鋼所のスラブ用垂直連続鍛造法については、このほど承認試験を完了し、NKの承認を取得した。

試験の結果は、非常に良好で、材質の均一な点に特徴があることが認められた。NKの承認の内容は、同社神戸工場で連続鍛造によつて製造された鋼片を同社尼崎工場で圧延するもので、A級キルド鋼に限られている。なお、同社は引続きD級鋼までの承認を得るために準備中である。

日本鋼管見製鉄所および大和製鋼においても、4月末および5月中旬に連続鍛造による鋼板の承認試験が行われる予定である。

## プロペラ軸のコンパートのき裂の補修について

3,600総トンの石炭運搬船が、最近、建造後第1回目のプロペラ軸抽出検査を受けた所、プロペラ取りつけコンパート大端部軸身にき裂が検出された。き裂は、全周にわたつて断続しており、プロペラ軸の船尾端面からの超音波探傷の結果、約 $\frac{1}{4}$ 周にわたり円弧状に深く進展し、もつとも深いところは軸中心に達していることが認められた。新たな軸の製造には約50日を要するので、き裂部を除去して溶接で補修し、新品ができるまで、使用することになった。

補修は、軸を250mm切り上げ、き裂補修溶接部がプロペラボス内のレセス部に来るようにした。このため、プロペラを船首側に100mm移行させ、かつ、プロペラ軸と中間軸との間に150mmの中間ライナを設ける方法がとられた。また溶接は次の要領で行なわれた。

予熱……150°C、1時間（プロバンバーナ）

溶接……軸横置き、下向き溶接、層毎ビーニング  
施行

溶接棒…神鋼 LB-52 5φ

焼鈍……600°C、12時間（プロバンバーナ加熱後、  
電気加熱にて保温）

焼鈍は補修部分焼鈍とし、スリーブの弛緩を少しでも防ぐために、先に250mm切上げたほか、外周に布を巻き、これに水をかけて冷却する方法がとられた。

上甲板の二重張り自動溶接継手に発生したき裂について

17,362総トンの貨物船の後部4番倉口の倉口側部甲板の二重張鋼板（厚さ32mm）の突合せ継手に長さ1,150mmに達するき裂を生じた。

本船は、従来タンカーであつたものをバルクキャリアに改造したもので、改造工事は昭和39年11月に行なわれ、き裂は昭和41年5月に発生された。

き裂は二重張鋼板の溶接継手の真中を溶接線方向に走り、一端は、隣りの二重張鋼板内まで達している、き裂の両端は自然消滅の形で停止している。

二重張鋼板を撤去して下部の鋼板をダイチェックで調査したが、き裂は下板には達していなかつた。またき裂を発生した継手と下板との間には、長さ350~700mm程度のせまい板がところどころに挿入されていた。

二重張鋼板の溶接は、二、三層手溶接の後カットワイヤを用いて自動溶接したとのことである。き裂の破面にはスラグまたはブロー・ホールがかなり認められ、石炭粉も混入していた。二重張鋼板は板厚が大きいため、下板との肌付が悪く、さらに開先精度も悪いようで、二重張継手のビードは開先間隙のせまい個所では下板にとけこまず、広い個所でも肌付きが悪いため、裏ビードが流れている状態であつた。肌付きの悪い二重張りの手溶接では、初層に熱間き裂を生じることがあり、自動溶接を行なつてもき裂は消滅しない場合もある。

本船の縦強度は、規定の値よりも若干余裕があるから、このき裂は縦強度不足によるものではなく、溶接不良部から発生したき裂が徐々に成長したものと推定される。二重張りの突合せ溶接部は、肌付きが悪いこと、現場継手となり開先間隙が不整となりやすいこと、裏溶接ができないこと、さらに板厚が大となつてX線検査が手軽にできないこと等、種々の悪条件が重なるから、施工に際して十分な注意が必要と考えられる。

## インドネシア船級協会（BKI）との研修協定の成立について

NKとBKIとの間の研修協定は、このほどインドネシア政府の承認を得、正式発効を見るに至つた。協定の主な内容は次のようなものである。

- (1) NKは、BKI技術職員の研修に当たるものとし、その人数は、適宜とするが、研修期間は1年未満とはしない。
- (2) NKは、BKIの要求があれば技術者1名を6ヶ月以内の期間、インドネシアへ派遣する。
- (3) NKは、BKIがNKルールを使用したり、利用したりすることを認める。
- (4) 国際航海に従事するインドネシア籍の船舶および日本で建造するインドネシア船舶には出来るだけNK船級を附す。
- (5) 研修の費用は、開発基金またはインドネシア船の船級検査手数料のうちから賄う。

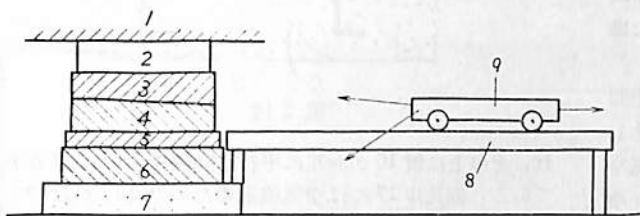
# 特許解説

爆薬の推力を利用して船渠船台等の盤木を抜き出す方法（特許出願公告昭42-5775号，発明者，小椿誠，出願人，川崎重工業株式会社）

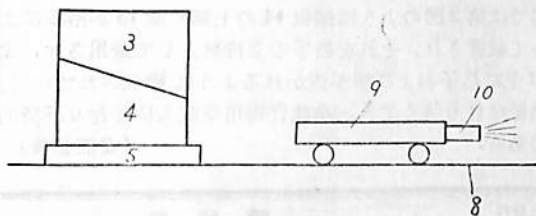
従来船舶の進水工事等における盤木抜き取り作業は船体を支えている多数の盤木を1本ずつ抜き出して行なうのが普通であつた。しかもこれらの盤木の抜き出しには1本の盤木について20人位の人が40～50分の時間を要し，多大の工数と時間を費やしていた。そこで，この発明では船台，ドック等の大構造物の重量を受けている盤木を取り外す場合には爆薬の推進動力を利用して隣木に衝撃を与えて抜き出す方法を採用して上記の欠点を改良し，この種の作業を能率的に行なうようにしたわけである。

図面について説明すると，第1図は従来の盤木の抜き出し方法を示したもので，船体1はコンクリート基台7上に置かれた米松盤木2，楔盤木3，4，5，6で支えられている。盤木抜き出しの場合には盤木5の上面に高さ合せた滑り台8を設け，その滑り台8上に重量ある台車9をおき，それに紐をつけて15，16人で紐を引いて反動力をつけ，楔盤木4の端部に台車9を打ちつけることによつて打撃し，盤木4を抜き出すもので，一つの盤木当り約40～50分を要する。

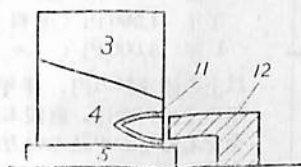
これに対してこの発明では第2，3図に示すような方



第1図



第2図



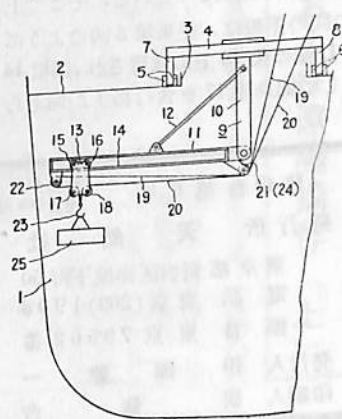
第3図

法を採用している。第2図は重量車9にロケット10を取り付けてロケット10の爆発により滑り台8上の重量車9を発車させ，楔盤木4を打撃しその楔盤木4を抜き出すようにしたものである。第3図は楔盤木自体に爆薬を仕込んだもので，盤木4を断面砲弾型にくりぬいて金属容器11を形成しその中に火薬をつめ込んであり，反動受け12によつて爆発時の反動を受けもつとともに楔盤木4を瞬間的に推進させるようにしたものである。その他発射砲から重量物を発車させて盤木を打撃して抜き出す方法などもある。

船倉内の貨物中出装置（特許出願公告昭42-7943号，発明者，青山慎治外1名，出願人，神鋼電機株式会社）

船倉に積み込まれた貨物を陸揚げする場合，船倉内の甲板下にある貨物はその甲板がじやまになり，甲板上に直接吊り上げて取り出すことはできないから，まずハッチの中央下に当る所に運搬しておいてから吊り上げねばならない。この作業は従来人力に頼つていたが，それでは能率も悪く，危険性もあるものであつた。そこでこの発明では，上記作業を機械化することによつて従来の欠点を除去せんとしたわけである。

図面について説明すると，船倉1の中央部に当る甲板2上に設けられたハッチ3の両側にわたつて架けられた梁4の両端には車5，6を備えた脚7，8が取り付けられ，船舶の前後方向に移動できるようになっている。その梁4には垂直部10が回転自在に取り付けられ，先端に横腕部11が回転自在に取り付けられ，連結棒12で両者が連結固定される。自由移動車13は横腕部11に設けられた軌道14上を滑車15，16で移動でき，移動車13の下部には滑車17，18が設けられ，ワイヤ19，20はそれぞれ横腕部11の基端下部の滑車21を通過させられ，ワイヤ19は横腕部11の自由端下部の滑車22および移動車13の滑車17を張架され，ワイヤ20は移動車13の滑車18を張架された後，一端で両者はフック23につながれる。そしてそのフック23にリフティング



マグネット25が吊り上げられる。ワイヤ19，20の他端は甲板上等のウインチを利用して巻取り，巻戻しが行なわれるようになっている。そこでワイヤ19，20をウインチの運転により同時に同速度で巻取り，あるいは巻戻しを行なえば，移動車13は軌

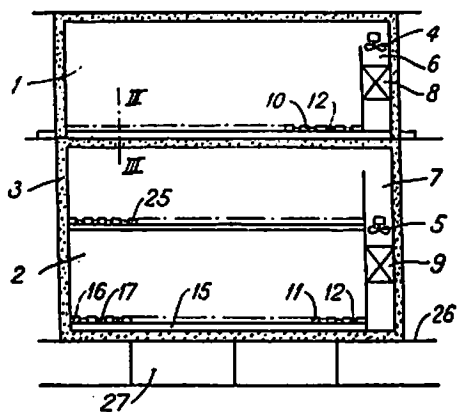
道14上をほとんど移動せず、従つてリフティングマグネット25は垂直方向に上昇あるいは下降する。次にリフティングマグネット25を横腕部11の自由端の直下にある状態から、ワイヤ20を巻取り、ワイヤ19を同時に巻取速度と同速で巻戻せば、移動車13が軌道14上を横腕部11の基部に向かつて走行する。従つてリフティングマグネット25は倉内の側部から中央に移動する。なお、リフティングマグネット25の上昇あるいは下降過程で、ワイヤ19、20相互の巻取り、巻戻しの速度を適宜異ならせしめればリフティングマグネット25は上昇あるいは下降しながら横行する。

冷蔵貨物空間用の甲板（特許出願公告昭42-8575号、発明者、ヘンリック・コンラディ、出願人、スタール・レフリデエレエション・アクチボラグスウエーデン）

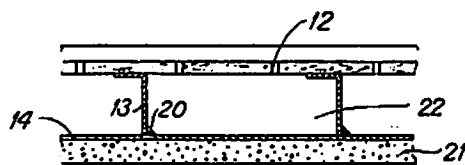
従来冷蔵貨物用の甲板は甲板用鋼板の下側に梁を溶接し、その梁を埋め込むように鋼板の下側部分には熱絶縁材を張りつけ、その鋼板の上側には間隔をおいて設けた支持材の上に、格子を設け、更にその上に板をお互に間隔をおいて載せて構成していたが、そのような構造のものでは熱伝導の点を考えれば熱絶縁材の厚さを梁より厚くする必要があり、貨物空間も減らされる等の欠点があった。

この発明は、上記の点を改良することを目的としたもので、甲板用鋼板の上側に梁を溶接し、梁を支持材としても兼用し、その上に格子を設け、更にその上に板を載置し、鋼板の下側に熱絶縁材を張りつけるようにした構造の冷蔵貨物用の甲板を提供せんとするものである。

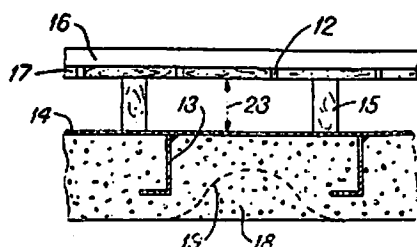
図面について説明すると、冷蔵貨物倉は冷蔵貨物空間1、2からなり、熱絶縁材3で周囲から隔離される。そして貨物によつて温まつた空気は通路6、7を通つて空気冷却器8、9に送風機4、5によつて送出され、そこから冷却された空気が10、11の下方に導かれ、格子の孔12を通して貨物空間に置かれた貨物に向かつて導かれ、貨物の周りに冷たい空気が流れるようになってゐる。そこで上下の冷蔵貨物空間の間の甲板は、従来第3図のように甲板用鋼板14を断面L型の梁13上に載置され、鋼板14上には支持材15を介して細長片17を含む格子が備えら



第1図



第2図



第3図

れ、その上に板16がお互に平行に間隔をおいて置かれている。細長片17には空気流通のための孔口が設けられ、鋼板14の下側には梁の深さより深く熱絶縁材18が張りつけられて構成されていたが、それに対してこの発明では第2図のように鋼板14の上側に梁13が溶接によつて載置され、それを格子の支持材として兼用させ、梁13上に格子および板が置かれるように構成されていて、熱絶縁材も薄くでき、冷蔵貨物用空間も広くなり経済的である。  
(安部弘教)

船 舶 第40巻第6号 昭和42年6月12日発行  
定価800円(送18円)

発行所 天 然 社  
東京都 新宿区赤城下町50  
電 話 東京(269)1908  
振 替 東京79562番

発行人 田 岡 健 一  
印刷人 研 修 舎

購 読 料

1 冊 300円(送18円)  
半年 1,500円(送料共)  
1 年 3,000円(〃)

以上の購読料の内、半年及び1年の子約料金は、直接本社に前金をもつてお申込みの方に限ります

宇宙開発の  
一翼を担ふ

NIBECO

F.R.P製品



▲製作品目 ○ヘルメット ○エンジンカバー ○ゴンドラ ○計器ボックス ○コンテナ  
○ホッパー ○蒸風呂 ○ライフボート ○醸造槽 ○その他

## 日本ベロー工業株式会社

営業所 東京都世田ヶ谷区経堂町485 TEL (420) 4 2 2 1 代  
本社工場 東京都八王子市東浅川町360 TEL (0426)(61)3261代

内容見本／図書目録進呈

貴重なデータの集大成

### 機関艤装 第五卷

自動化および遠隔操作 (上)

造船協会艤装研究委員会編 B5 一九二頁 一八〇〇円

内容目次：ディーゼル船の自動化／主機の遠隔操作／主機用諸装置の自動操作／ディーゼル発電機の自動化／補助ボイラおよび排ガスエコノマイザの自動化／タービン船の自動化／主機の遠隔操作と自動化／主ボイラの自動制御／諸装置の自動操作／発電機関係の自動化および遠隔操作（一章から三章まで）

四章から八章まで機関艤装（第六卷）自動化および遠隔操作（下）に収録。発行は未定

好評既刊書内容：第一卷・軸系 ¥1000 / 第二卷・タービン主機・ディーゼル主機・ボイラ ¥1600 / 第三卷・補機・床板・風路・諸装置 ¥1500 / 第四卷・管装置 ¥2300

6月下旬発行予定

### 小型ヨットの作り方

西川 広著 カラー版 一二〇頁 予価 一〇〇〇円

日本においても年々ヨット熱が盛んになっている折柄、本書は各種ヨットの中でもスナイプ艇にポイントをおき誰にも楽しみながら、しかも安価にヨットが製作できるように工夫された。設計図を実物大に描き、当て木できるようにしたところに特徴がある。設計図・建造計画・現図と型組・組立・塗装・ぎ装の各章に詳しい解説がついている。  
(著者は横須賀工業高校教諭)

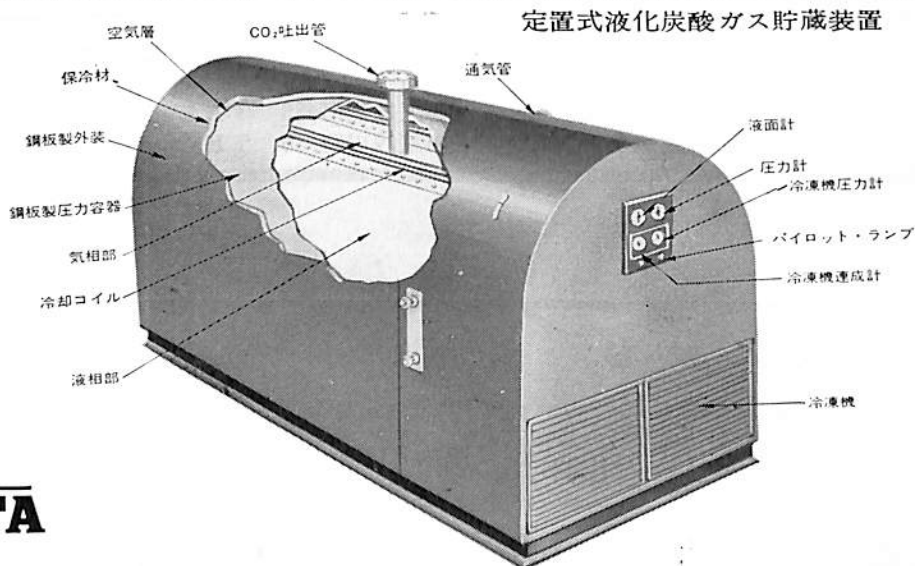
神戸・神戸市生田区元町3-146  
電話 (33) 2664 振替神戸 815

海文堂

東京・千代田区神田神保町2-48  
電話 (261) 0246 振替東京 2873



# 船舶用消火装置に最適な ニイガタ・カルドックス 低圧式液化炭酸ガス消火装置



## NIIGATA

炭酸ガス消火装置のトップメーカー・米国カルドックス社と技術提携、わが国で初めて国産化したものです。

船舶用として、1966年にNK, AB, LR, NVなど船級の承認を得ており、すでに造船会社から多数の引合を受けております。

製造元



株式会社 新潟鐵工所

本社 東京都台東区台東2-27-7 電話(833)3211(大代表)  
支社 大阪・新潟 営業所 札幌・仙台・焼津・名古屋・広島・徳山・下関・福岡

### ■特長

1. 炭酸ガスを $-18^{\circ}\text{C}$ ,  $21\text{kg}/\text{cm}^2$ の低温、低圧で貯蔵、放出の際45%がドライアイスとなり、冷却効果が大きく抜群の消火力を發揮。
2. ボンベ方式に比べ、設備面積、総重量が大幅に減少。
3. 取付及び検量用架台が不用、配管材も低圧配管ですむため、1船当り80~100万円のコストダウン。
4. 炭酸ガスの補給、貯蔵量の点検が容易、定期的耐圧検査、充填時の容器証明書も不用。

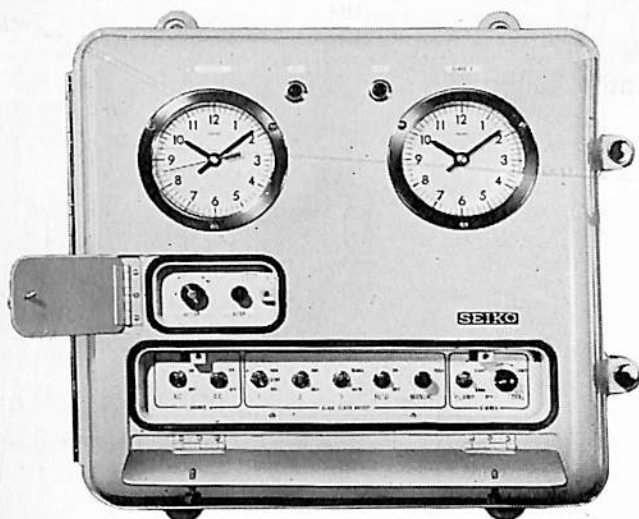
販売代理店



大寶産業株式会社

本社 東京都港区西新橋3-4-2 TEL.(432)4521-5  
東京営業所 東京都江戸区小松川3-95 TEL.(682)8581-3  
横浜営業所 横浜市鶴見区新町四ツ田527 TEL.(52)2741-3  
名古屋営業所 名古屋市瑞穂区明前町1-5 TEL.(81)7023  
大阪営業所 大阪市浪速区稲川町1-1059 TEL.(561)7601.6495.6496

この「精度」に信頼がよせられています



QC-6TM 450mm×430mm×200mm

## セイコー船用水晶時計 QC-6TM

日差±0.2秒以内。オールトランジスタ式。安定した精度を持っています。グリニッジ標準時と日本標準時の両方を表示。従来のマリンクロノメーターにかわって、航海に必要な数かずの時刻をコントロールします。セイコーが最新のエレクトロニクスの技術を結集して、特に船舶用に設計しました。



QC-951-II 200mm×160mm×70mm

## セイコー クリスタルクロノメーター QC-951-II

小型で、精度が高く、しかも自由に持ち運びのできる水晶時計があれば……そんな要望をすべて満たしたセイコー クリスタルクロノメーター。平均日差±0.2秒以内。オールシリコントランジスタ式。乾電池で作動します。マリンクロノメーターとしても、理想的な機能をそなえた標準時計です。

世界の時計  
**SEIKO**

発売元 株式会社 服部時計店

東京本社 東京都中央区銀座4丁目  
特器部 電話 東京 (535)2211

大阪支店 大阪市東区博労町4丁目  
特器課 電話 大阪 (252)1321

特約店 有限会社 宇津木計器製作所

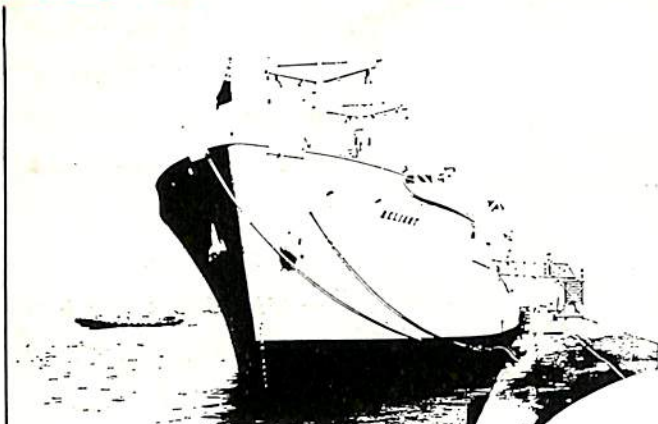
本社 横浜市中区弁天通り6丁目83番地  
電話 (20)0596(代)-8番

大阪出張所 大阪市港区三条通り3丁目31番地  
電話 (573)0271番

# カワサキ

船舶用として最も秀れた

## 船舶用炭酸ガス消火設備



《カワサキ船舶用消火設備》は20余年にわたる各種消火設備の経験と、最高度の航空機工業の技術により日夜あくなき改良と進歩を加え多数の特許、実用新案をとり入れた充分の信頼性と優秀性を持っております。

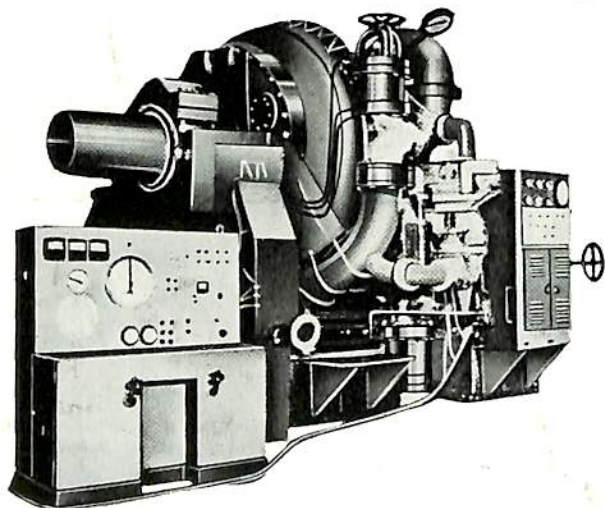
お問い合わせ、  
カタログの  
ご請求は……



### 川崎航空機工業株式会社 機械事業部

東京 東京都港区芝公園25号地(協立ビル) TEL 434-5211 代表  
大阪 大阪市北区曾根崎中1の64(梅田第一ビル) TEL 312-6161 代表

## Water-Brake Dynamometer



写真は我が国最大の 30,000 HP測定用超大型水制動力計で、給排水量は電動バルブで調節し、シリンダーは油圧力に置換して振子式動力計で計測します。  
また電動バルブと電気回転計を連動させる自動安定装置を備えています。

容量最大	150r. p. m	30,000 HP
中心高さ	2,350mm	± 10 mm
軸全長	5,330mm	全高 3,865mm
床寸法	4,200mm × 3,410mm	
総重量	約 80 ton	

誌名記入の上  
カタログを御  
請求下さい。



### 株式会社 東京衡機製造所

東京都品川区北品川5丁目6-6 TEL (442) 8251 (大代表)  
大阪支店 大阪市北区堂島上3-17(都ビル) TEL (362) 7821 (代)

保存委番号: IBM 5541  
052/00

船舶 舟四十卷 舟六号  
昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可  
昭和四十二年六月七日 印刷(十二月発行)  
昭和四十二年六月十二日 発行(毎月一回)

編集発行 兼印刷人 東京都新宿区赤城下町五〇番地  
印刷所 田岡健一  
研修舎

本号定価 三〇〇円 発行所 天

東京都新宿区赤城下町五〇番地  
振替・東京七九五六二番  
電話(東京池)一九〇八番  
社