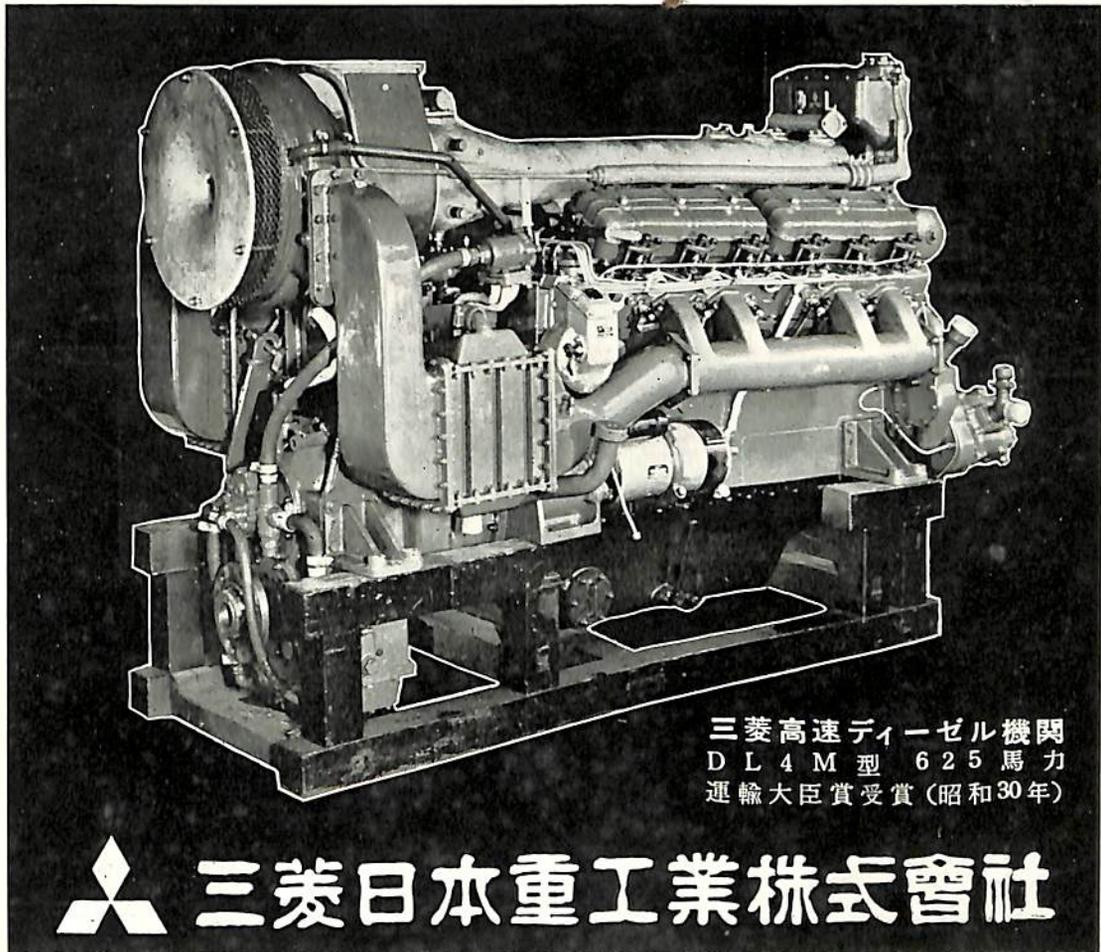


# 船舶

# 7

## VOL.30

昭和五年三月二十日 発行  
昭和十二年七月七日 印刷  
昭和十四年三月二十八日 運轉省特別承認  
昭和三十三年七月十二日 発行  
昭和四十四年三月二十八日 運轉省特別承認  
誌号四〇六号



三菱高速ディーゼル機関  
DL4M型 625馬力  
運輸大臣賞受賞(昭和30年)

 三菱日本重工業株式会社

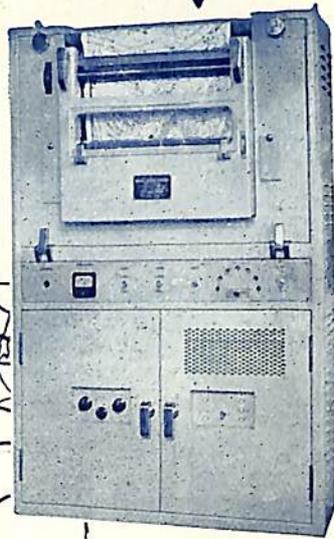
天 然 社



# NEC



(カタログ呈)



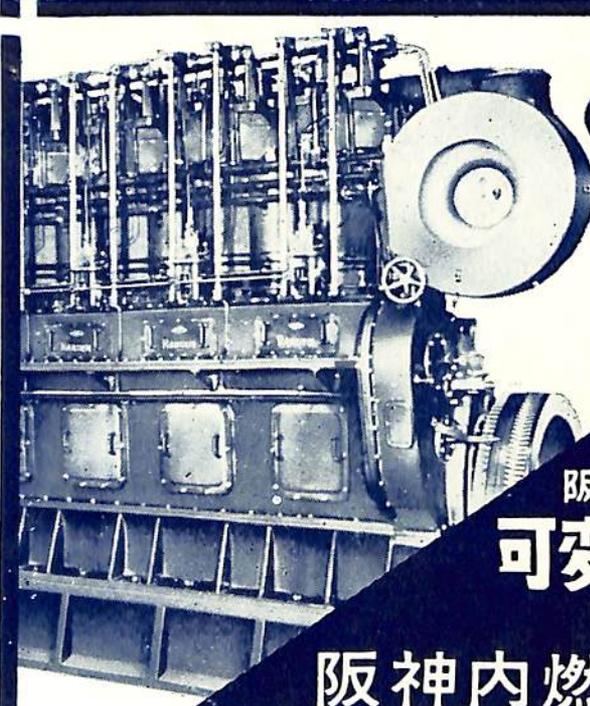
船舶運航の安全には!!

## 船舶用氣象圖模写受画装置

弊社では模写、写真電送装置の製造については、わが国最古の歴史と最新の技術を有しておりますが、昭和29年より本装置の製作に着手し、航空実験の結果、予期以上の大成果をおさめました。

### 日本電氣株式會社

本店—東京都港区芝三田四国町2番地  
電話 東京45局-1171(代), 5121(代), 5221(代)  
支店・営業所—大阪, 札幌, 仙台, 金沢, 名古屋, 広島, 福岡



# ハンシン

## 船舶

主機・補機

## 陸用各種

50~3500 BHP

阪神三菱横浜

製造販売

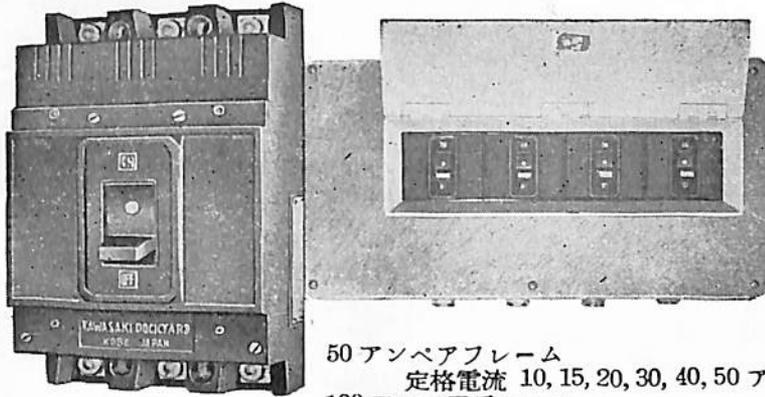
## 可変ピッチプロペラ



## 阪神内燃機工業株式会社

本社・工場 神戸市長田区一番町三丁目一番地 TEL: 湊川 (5) 1531~6  
東京支店 東京都千代田区丸ビル601 TEL: 和田倉(20)3640~1  
下関出張所 下関市豊前田町第一ビル TEL: 下関 7 6 8

# 川崎AM型 ノーヒューズブレーカー



小型軽量  
取付簡単

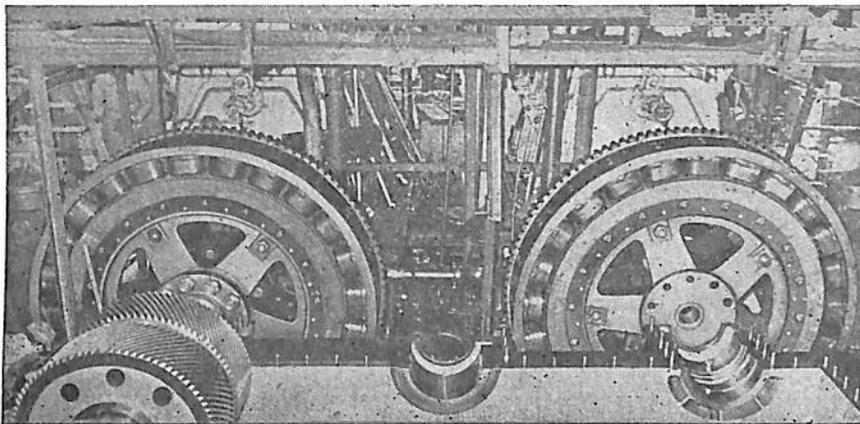
50 アンペアフレーム  
定格電流 10, 15, 20, 30, 40, 50 アンペア  
100 アンペアフレーム  
定格電流 60, 75, 100 アンペア  
225 アンペアフレーム  
定格電流 125, 175, 200, 225 アンペア



## 川崎重工の船用電機品

船舶用ディーゼル機関の高速化と小型軽量化に

# 川崎式電磁滑り接手



御一報次第（広告宣伝係宛）カタログ送呈

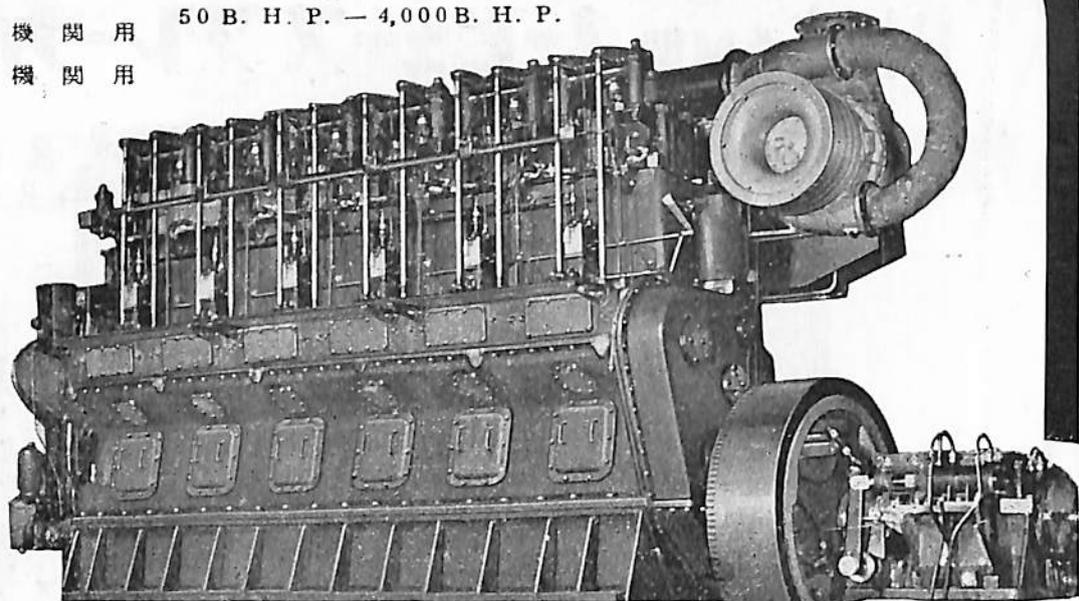
# 川崎重工業株式会社

本社 神戸市生田区東川崎町2丁目14  
支店 東京都港区芝田村町1丁目1の1(日比谷ビル7階)

# AKASAKA DIESEL

船 舶 主 機 関 用  
船 舶 補 機 関 用

50 B. H. P. — 4,000 B. H. P.

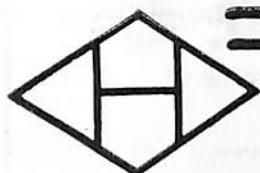


創 業  
60 年



株式 赤阪鉄工所  
会社

本 社 東京都中央区銀座1の9 電話 京橋(56)4902, 4903  
出 張 所 大阪市西区奥美町30 電話 新町(53)3602  
工 場 静岡県焼津市中392の1 電話 焼津2121-2125



株 式 會 社

## 播 磨 造 船 所

社 長 六 岡 周 三

東京本部 東京都中央区八重洲 6の3

本社及工場 兵庫県相生市相生 5292

神戸事務所 神戸市生田区浪花町 64



DE LAVAL

Aktiebolaget Separator  
Stockholm, Sweden

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

タービン油用

其他 各種遠心分離機

瑞典セパレーター会社日本總代理店

長瀬産業株式会社機械部

大阪市西区立賣場南通1丁目1番地

電話 新町(53)40~1-950~6-3101~5

東京支店 東京都中央区日本橋小舟町2の3の12

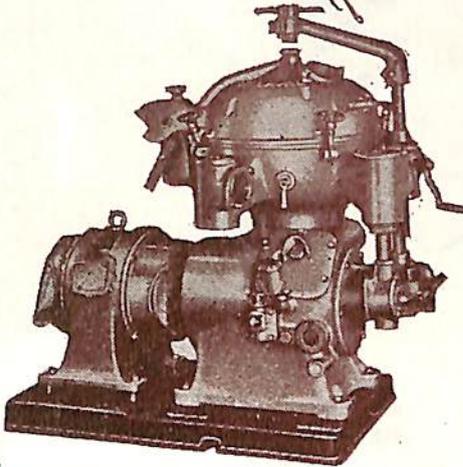
電話茅場町 970

東京支店

整備工場

京都機械株式会社分庫機工場

京都市下京区宮野院路1丁目50



船舶造修

化学工業用機械

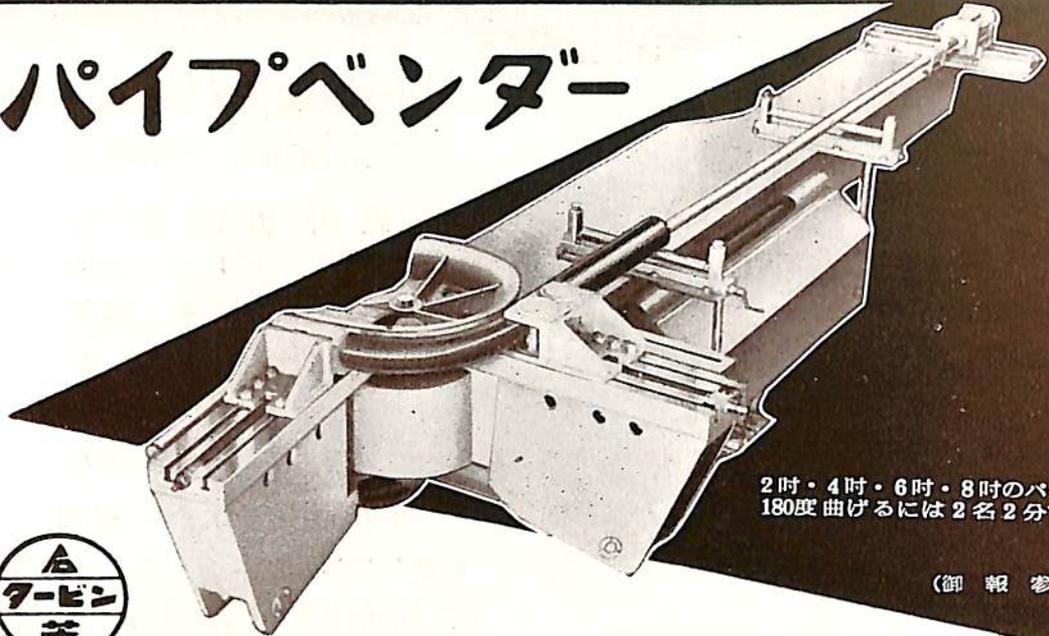
三井B&Wディーゼル機関

三井造船

本社 東京都中央区日本橋室町二ノ一

工場 岡山県玉野市玉一〇

# パイプベンダー



2吋・4吋・6吋・8吋のパイプを  
180度曲げるには2名2分で充分

(御報参上)



石川島芝浦タービン株式会社

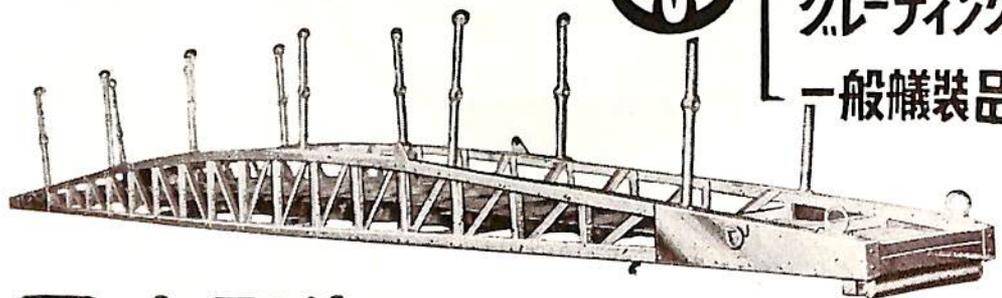
本社 東京都中央区宝町1-1 電話京橋(56)8736~9  
 鶴見工場 横浜市鶴見区末広町2-4 電話鶴見 5131~5

特殊軽合金製

# 船舶部品



舷梯  
 岸壁梯子  
 クレーンク  
 一般機装品



日本アルミニウム工業株式会社

大阪市東淀川区宮原町四七二番地  
 東京支店 東京都中央区日本橋通三丁目七番地

# 船舶

第 30 卷 第 7 号

昭和 32 年 7 月 12 日 発行

天 然 社

## ◇ 目 次 ◇

超大型船における熔接施工上の問題点 ..... 木原 博・増淵 興一 (661)

炭酸ガス関口線材アーク熔接法概説 ..... 関口春次郎 (666)

アークエアーガウジングについて ..... 梅住 剛・雨宮保彦 (678)

最近における熔接技術の発達 ..... 吉田兎四郎 (684)

南極調査船宗谷第 2 次改造の概要 ..... 水品 政雄 (689)

ガス・タービンとガス・タービン船 ..... 須之部量寛 (692)

[文献] 20,000 S. H. P. 原子力推進装置 ..... (699)

單螺旋大型油槽船の船中が推進装置におよぼす影響  
 に関する水槽試験 (第二報) (波浪中試験) ..... 伊藤達郎・田崎 亮 (707)

船舶用受信空中線共用器について (下) ..... 徳永 勇・岡 秀起 (711)

スラミング (船首底波浪衝撃) について (6) ..... 越智和夫 (715)

[水槽試験資料 78] 大型油槽船の高速時の抵抗試験 ..... 船舶編集室 (719)

鋼船建造状況月報 (昭和 32 年 5 月末現在) ..... 船舶局造船課 (721)

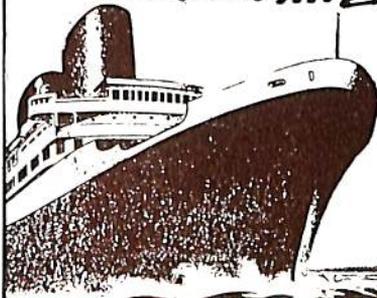
[特許解説] 船舶駆動装置・空気ケイソンによる撃船柱の沈没工法  
 ・船舶用積荷移動装置 ..... 大谷幸太郎 (723)

写真竣工—☆ 民星丸 ☆ 昭隆丸 ☆ 玉宝丸 ☆ 名古屋丸 ☆ 珠島丸 ☆ 明晏丸 ☆ ちこそ丸  
 ☆ わか丸 ☆ RIO SACRAMENTO ☆ WORLD IDEAL

進水—☆ AELLO ☆ NAESS CHIEF ☆ WORLD JAPONICA ☆ ATLANTIC QUEEN  
 ☆ THAIS HOPE ☆ 日宏丸 ☆ 錦光丸 ☆ あやなみ

## 最高水準を行く!! 船舶用熱管理資材

\* 国 XZIT CHEMICAL CO.  
 QUIGLEY CO. INC. 日本総代理店  
 BIRD-ARCHER CO. LTD.  
 HUBEVA MARINE PLASTICS, INC.



- ブリックシール\*バンゴ・モルタル (耐火煉瓦保護塗料)
- サーピロン\*バスコート-S (船用各種タンク類防錆塗料)
- インシュラグ\*パネラグ (高熱保温材、成型自在)
- エキジット 助燃剤 (重油・石炭・ディーゼル用各種助燃剤)
- コード・ボンド (船舶各部常温修理材)
- ボイラー・ウォーター・トリートメント (米國バード・アーチャー社の各種清濁剤)

横浜市中区尾上町 5-80  
 神奈川県中小企業会館39号室

井上商會  
 井上正一

電話 (8) 4022, 4023  
 5141 (交換)

# 新時代の先端を行く

純国産合成繊維

## 倉敷ビニロン

### タレモサ

# ハッチカバー

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

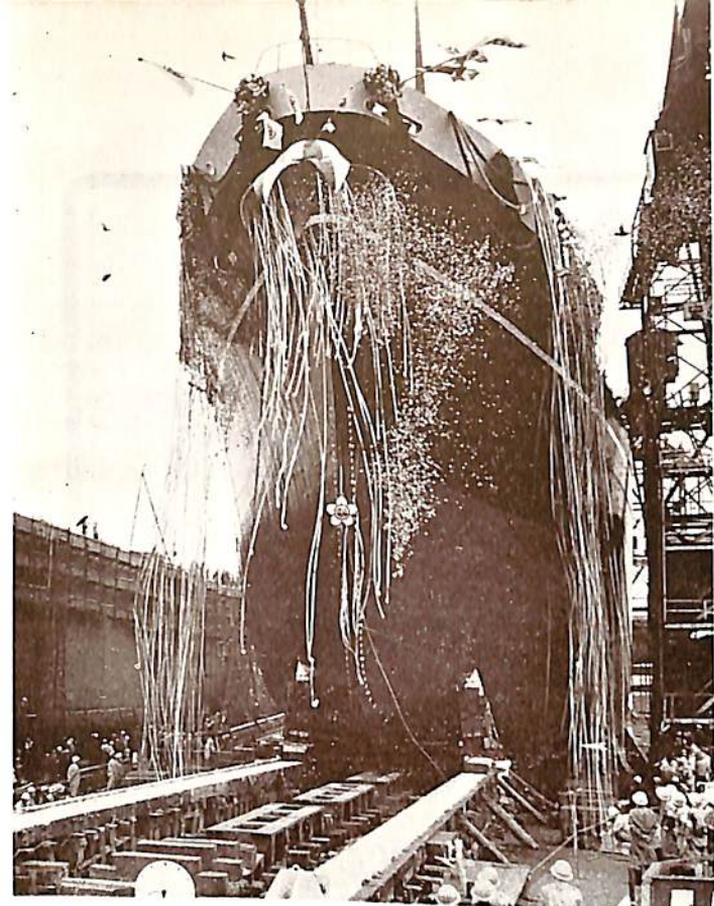


### 特長

1. 破断強力、摩耗強力が極めて強い。
2. 海水、油、バクテリア等に侵されず、強力が持続する。
3. 軽くて運搬に便利。乾きが早く、水排けがよい。
4. 高度防水加工により長期の使用に耐える。
5. 耐酸、耐アルカリ性が強く、煤煙による脆化がない。
6. 紫外線に強く耐候性がよい。
7. 難燃性で、寒暑に対して安定。



## 倉敷レイヨン株式会社



錦 光 丸

船 主 三光汽船株式会社  
造 船 所 日立造船・桜島工場

全長 149.32 m 長(垂) 138.00 m 幅(型) 18.80 m  
深(型) 11.85 m 吃水 8.85 m 総噸数 約 8,750 噸  
載貨重量 12,650 噸 速力 17.2ノット 主機 日立  
B&W排気ターボ給機式ディーゼル機関(574-VTBF-160  
型) 1基 出力 6,250 馬力 船級 NK 起工 31-1  
-21 進水 32-5-25 竣工 32-8 未予定



あ や な み

船 主 防衛庁海上自衛隊  
造 船 所 三菱造船・長崎造船所

長(垂) 109.00 m 幅(型) 10.70 m 深(型) 8.10 m  
吃水 3.60 m 基準排水量 約 1,700 噸 速力 約  
32ノット 主機 三菱エッシュアウイス型タービン 2基  
三菱長崎CE型ボイラ 2基 出力 軸馬力 約 35,000 馬力  
満水 32-6-1 主要武器 3吋連装速射砲 3基, 爆  
雷投射機Y砲 2基, ヘッチホッグ 2基, 4連装魚雷発射  
管 1基

重 油 添 加 剤

P.C.C.

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

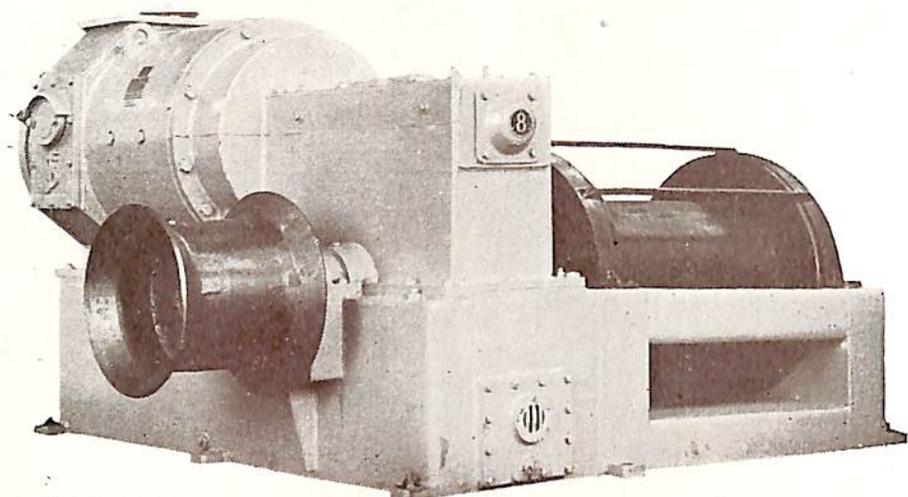
製 造 品 目

P.C.C. NO. 101 重 軽 油 添 加 剤  
P.C.C. NO. 210 燃 燒 促 進 剤  
P.C.C. NO. 220 低 質 重 油 添 加 剤  
P.C.C. NO. 250 親 水 性 重 油 添 加 剤  
P.C.C. NO. 270 "

P.C.C. NO.1000 エマルジョンプレーカー  
防 錆 剤 「ラ ス ト リ ン」  
コーキング材「ファインコーク」  
(船舶用高級充填剤)

日 本 添 加 剤 工 業 株 式 会 社

本社工場 東京都板橋区志村前野町 8 8 4 番地 電話 東京(96)1738・7737 番  
営業所 東京都千代田区神田旭町 2 番地(大蓄ビル) 電話 東京(25)83・6・9136(代表), 7910(直通)  
支 店 大阪市西区江戸堀北通 1 丁目 10 番地 (日々会館ビル) 電話 大阪(44) 5 5 5 1 ~ 5 番  
荷置場 横 浜, 神 戸, 広 島, 下 関, 若 松



堅牢で故障がない  
保守が簡単である  
消費電力が少ない

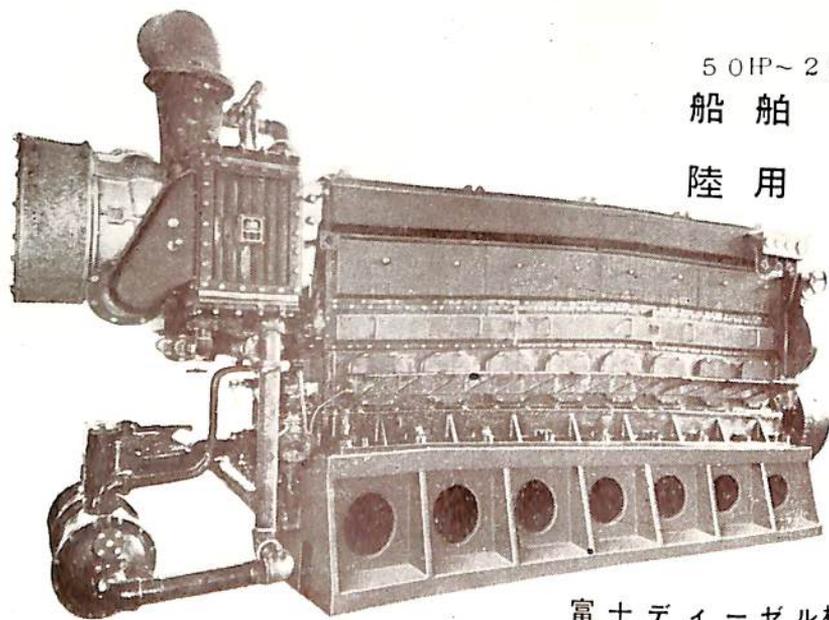
富士電機製造株式会社  
東京都千代田区丸の内2の6



# 富士

交流揚貨機

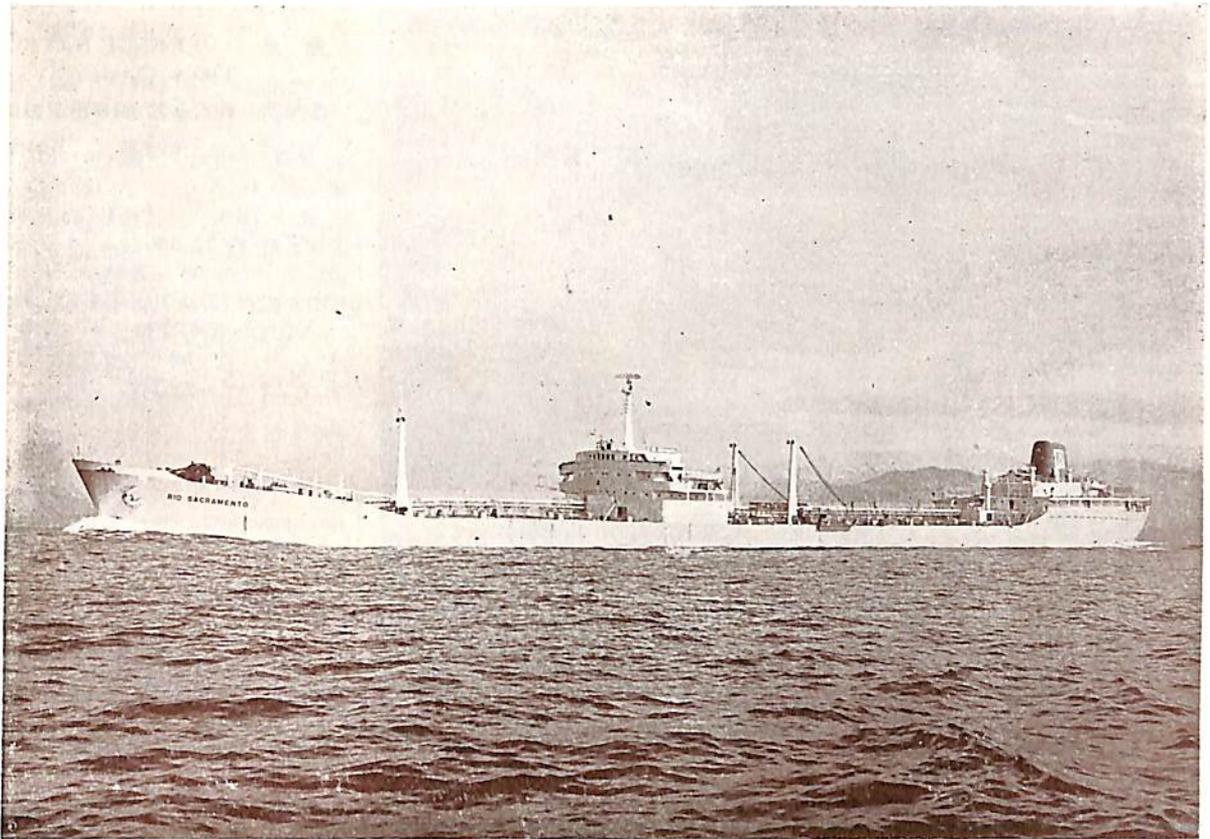
ディーゼル機関



50HP~2500HP

船舶 主機関用  
補機関用  
陸用 各種

富士ディーゼル株式会社  
東京都千代田区丸の内3の2 TEL (28) 1251~6

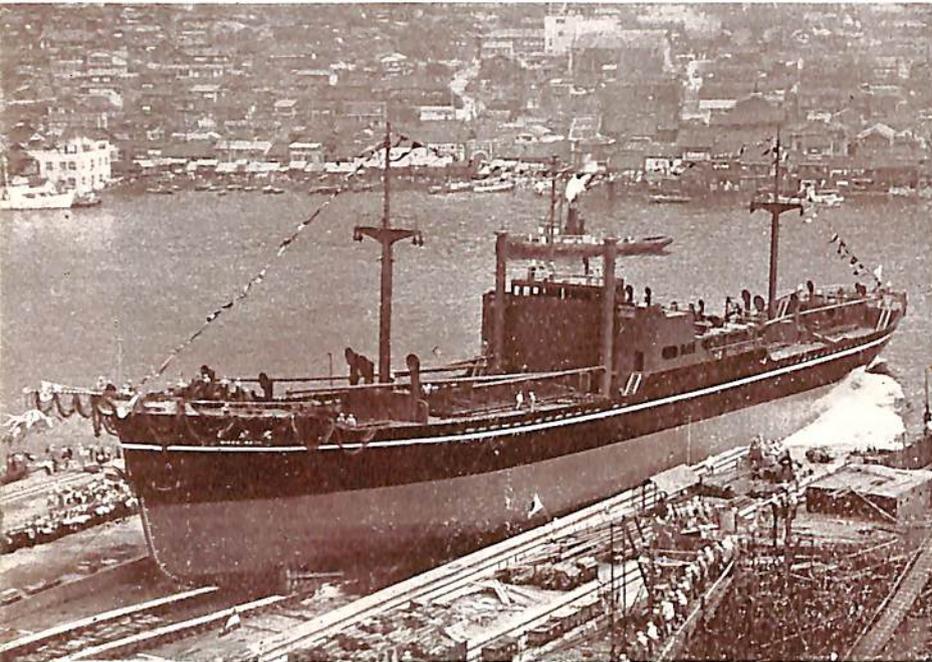
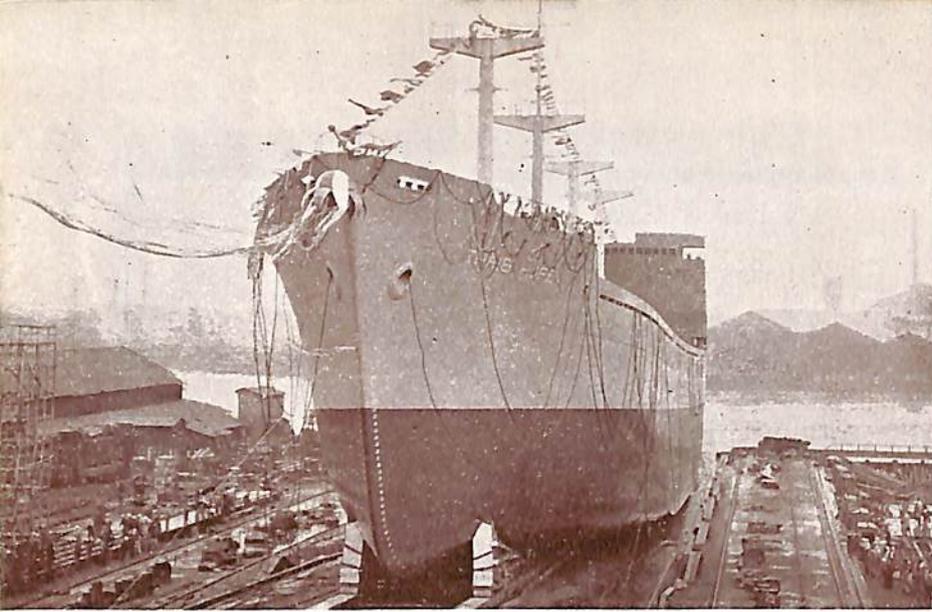


RIO SACRAMENTO

船 主 TRANSWORLD CARRIERS, INC.

造船所 新三菱重工業・神戸造船所

全	長	約 669.0'
長	(垂)	637.35'
幅	(型)	87.35'
深	(型)	46.00'
吃	水	34'-2 $\frac{3}{8}$ "
総	噸 数	20,463.99 噸
載	貨 重 量	33,310.00 噸
速	力	17.26 ノット
主	機	三菱神戸ウェスチングハウス マリンステームタービン1基
出	力	15,000 SHP
船	級	AB
進	水	32-3-5
竣	工	32-6-6



THAÏS HOPE

船主 TORRENCE NAVIGATION COMPANY

造船所 株式会社 藤永田造船所

全長 147.48 m 長(垂) 137.59 m  
 幅(型) 18.90 m 深(型) 11.74 m  
 吃水 8.76 m 総噸数 約 8,550 噸  
 載貨重量 約 12,500 噸 速力 14.25 ノット  
 主機 川崎 M.A.N. ディーゼル機関(K7270/120C) 1基 出力 6,300BHP×128RPM 船級 LR  
 起工 31-12-26 進水 32-5-30  
 竣工 32-8-31 予定

日 宏 丸

船主 日正汽船株式会社

造船所 日立造船・向島工場

全長 120.73 m 長(垂) 112.50 m  
 幅(型) 16.70 m 深(型) 9.10 m  
 吃水 7.30 m 総噸数 約 4,950 噸  
 載貨重量 約 7,600 噸 速力 14.25 ノット  
 主機 日立 B&W 排気ターボ給気式ディーゼル機関(650-VBF-90型) 1基 出力 3,261馬力 船級 NK  
 起工 31-11-10 進水 32-6-12 竣工 32-8- 未予定

8 つの

船舶塗料

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

大阪市大淀区浦江北4  
 東京都品川区南品川4



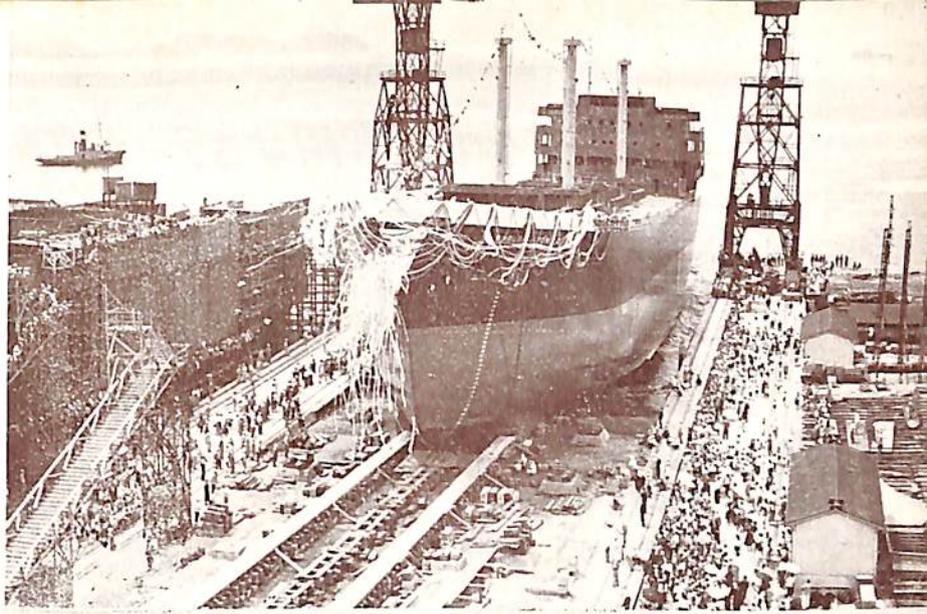
日本ペイント

WORLD JAPONICA

船主 LUDLOW CORPORATION

造船所 三菱造船・広島造船所

長(垂) 143.30 m 幅(型) 20.30 m  
深(型) 12.50 m 吃水 9.144 m  
総噸数 10,200 噸 載貨重量 15,000 噸  
速力 17 ノット 主機 三菱エンジン  
タイプ 出力 7,150 馬力  
進水 32-6-1

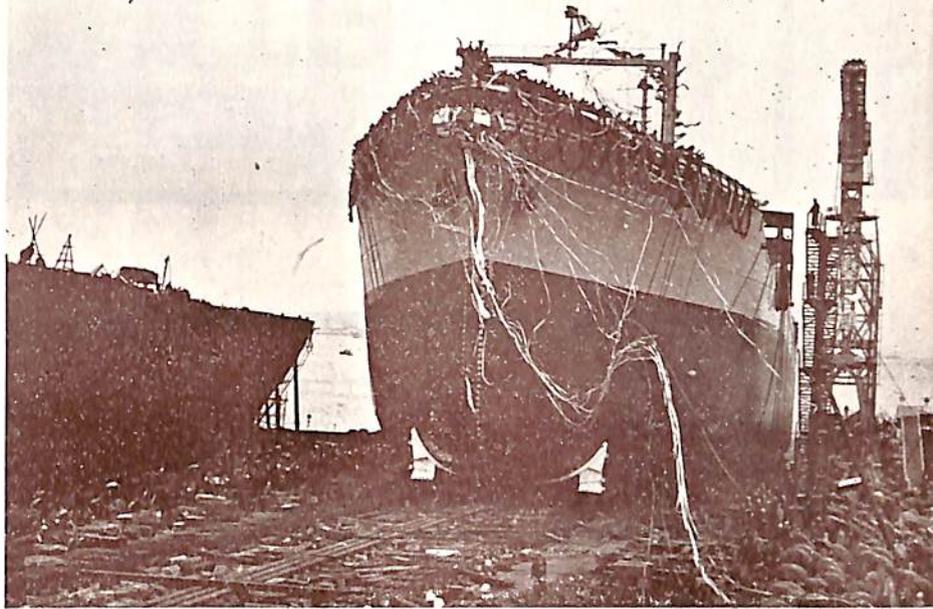


ATLANTIC QUEEN

船主 OCEAN TANKERS LTD.

造船所 三菱日本重工業  
・横浜造船所

全長 211.70 m 長(垂) 204.00 m  
幅(型) 28.80 m 深(型) 14.70 m  
吃水 10.78 m 総噸数 約 25,000 噸  
載貨重量 約 40,000 噸 速力 約 17.5  
ノット 主機 二段減速歯車付蒸気タービン 1 基 出力 19,000SHP ×  
105RPM 船級 LR 起工 32-1-25 進水 32-5-30 竣工 32-9 予定



ノンチョーキング型合成樹脂船舶塗料

タイコーTM

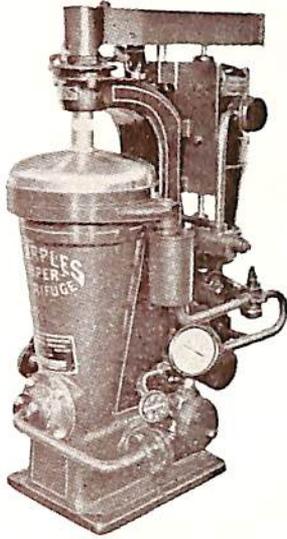
(マリーンペイント)

本社 大阪市此花区西野下之町 38  
支店 東京都中央区八重洲 3ノ5

大日本塗料

バンカーオイルを常用するディーゼル船に.....

# 新型 シャープレス油清浄機



処理能力 (L/H)

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

米国シャープレス・コーポレーション日本総代理店

セントリフューガス・リミテッド日本総代理店

## 巴工業株式会社

本社 東京都中央区銀座1の6(皆川ビル内)

電話 京橋(56)8681(代表), 8682-5

神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル内) 電話三宮(3)0288-9

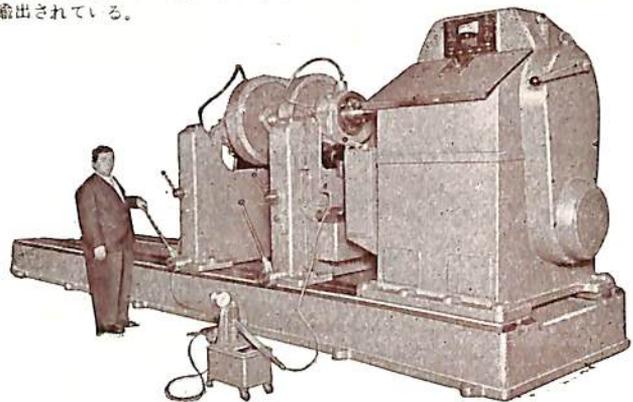
工場 東京都品川区北品川4の535 電話白金(44)4131(代表) 4132, 1321



材料試験機  
動釣合試験機  
振動計  
電子顕微鏡  
ねじ造盤

### 明石動釣合試験機

タービン・発電機・電動機等高速で回転する物体の動釣合を電氣的に巧妙な方法で取るもので、感度頗る良く極めて短時間に不釣合量(瓦)と角度が測定出来る。国内需要の大部分を充しているばかりでなく海外へも輸出されている。

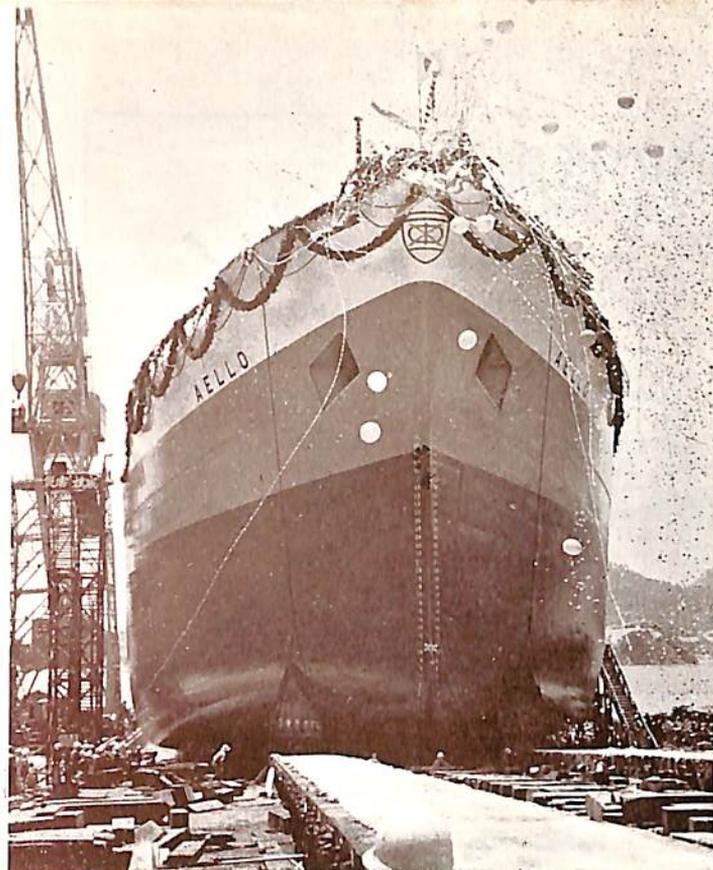


## 株式会社 明石製作所

本社 東京都千代田区丸の内仲八号館  
電話 (27) 7871 ~ 4

工場 東京都品川区東品川五丁目一  
電話 (49) 8146 ~ 9

大阪出張所 大阪市北区椿筈町五〇堂ビル六—一  
電話 (36)3815(直通)・1141(堂ビル代表)



AELLO

船主 VOTA STEAMSHIP CO., S.A.,  
-PANAMA

造船所 日立造船・因島工場

全長 207.00 m 長(垂) 197.00 m 幅(型) 26.40 m  
深(型) 14.00 m 吃水 10.50 m 総噸数 約 21,000噸  
載貨重量 約 33,000噸 速力 17ノット 主機 蒸汽  
タービン1基 出力 15,000馬力 船級 LR 起工  
31-11-28 進水 32-6-15 竣工 32-8- 未予定



NAESS CHIEF

船主 SAKURA SHIPPING CO., S.A.

造船所 三菱造船・長崎造船所

長(垂) 206.00 m 幅(型) 29.50 m 深(型)  
14.70 m 吃水 11.083 m 総噸数 26,500噸  
載貨重量 42,060噸 速力 17ノット 主機 三菱  
エツシャウイス型タービン 出力 17,600馬力  
進水 32-2-20 竣工 32-6-12

船舶用の最も進歩した

# 日本船底塗料

船底塗料 一号, 二号,  
デツキペイント  
ホールドペイント  
ボ一セイ  
ウオツシュブライマー  
ジंकクロメートブライマー  
マリンペイント  
水線塗料

(カタログ進呈)

本社工場 大阪市東淀川区三浦町1141  
東京工場 東京都大田区西六龜三丁目60  
名古屋, 福岡, 広島, 高松, 札幌



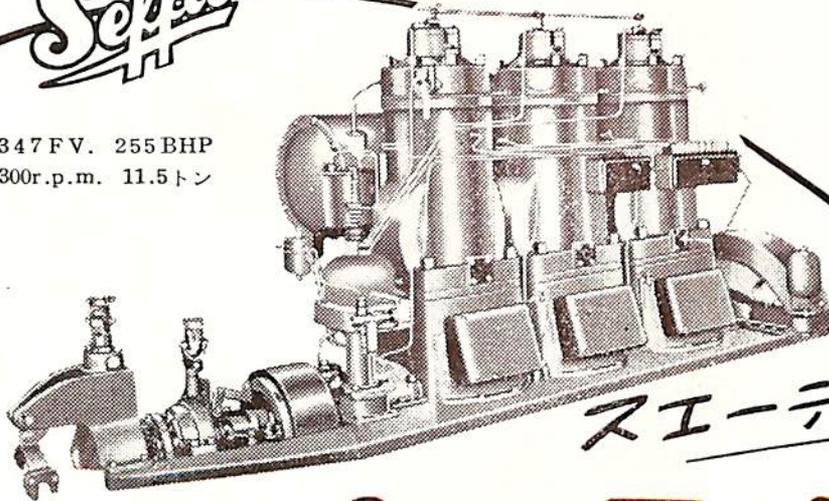
## 水谷ペイント

操作の簡便・価格の低廉は…

ディーゼルをしのぐ!

**Selle**

347 FV. 255 BHP  
300r.p.m. 11.5トン



スエーデンの

# セツフル 焼王エンジン

軸馬力	回転数	燃料消費量 gr/Hp /Hr	シリンダー 数及容積(ℓ)	重量 (Kg)
4~5	800	230	(1) 1.02	190
7~8	800	225	(1) 1.43	290
10	750	215	(1) 1.93	440
15	700	210	(1) 3.24	540
20	650	190	(1) 4.38	800
25	600	190	(1) 5.70	1000
40	650	190	(2) 4.38	1350
50	600	190	(2) 5.70	1650
35	500	190	(1) 9.80	1850
45	400	190	(1) 15.5	2550
60	350	185	(1) 22.9	3525
70	325	180	(1) 29.0	4050
85	300	180	(1) 37.6	6125

其の他510BHP迄各種あります

始動容易 (コールドスタート)  
遠心式ガバナー (変動率極少)  
可変ピッチプロペラー装備

最大出力迄使用出来ます  
操舵室でも操縦出来ます  
長時間微速航行が出来ます  
航行停止中も機関をとめる必要がありません  
其の他十数種の特長があります

国内各地区別販売  
サービス店募集中



日本総代理店

株式会社 **ガデリウス商会**

東京都港区芝公園七号地 電話(43)代表 8251(6)  
神戸市生田区京町六七番地(モーシェ・ビル) 電話(3)代表 6241(5)

傳 統 と 技 術

船舶新造, 修理・船用主機, 補機

# 三菱 新三菱重工業株式会社

本 社 神 戸 市 兵 庫 区 和 田 宮 通 7 - 1  
 東京船舶課 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 2 - 14  
 電 話 (東京28局) 代 表 1 1 8 1, 1 8 2 1  
 神戸造船所 神 戸 市 兵 庫 区 和 田 崎 町 3



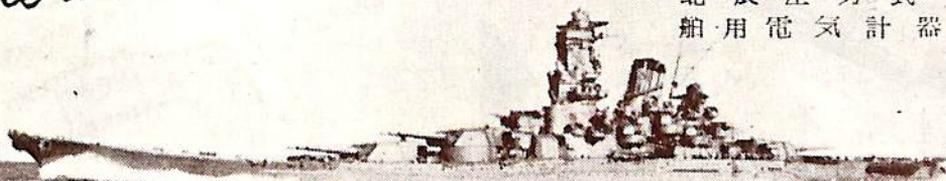
## HOKUSHIN GYRO-PILOT

日本特許第192363号  
 (昭和26年9月27日)  
 PATENTS UNDER APPLICATION TO  
 U. S. A. (No. 224506)  
 GREAT BRITAIN (No. 11081)

*Single unit & Two unit*

製造品目

アンシュツ ジャイロ コンパス  
 北辰式 ジャイロ パイロット  
 北辰圧力式 ログ  
 船用電気計器各種



### 北長電機製作所

本 社 東京都天田区下丸子町312 電話 藤田 (03) 2241~4  
 支 店 大阪市東区今橋4-1 三菱信託ビル電話 北浜 (23) 2101~2  
 サ ー ビ ス 神戸市生田区栄町通2-45 万成商会内電話 元町 (4) 32092  
 ス テ ー シ ョ ン 門司市 電話 3097 電話 門司 2090

# 無半田圧着端子\* 及び接続子



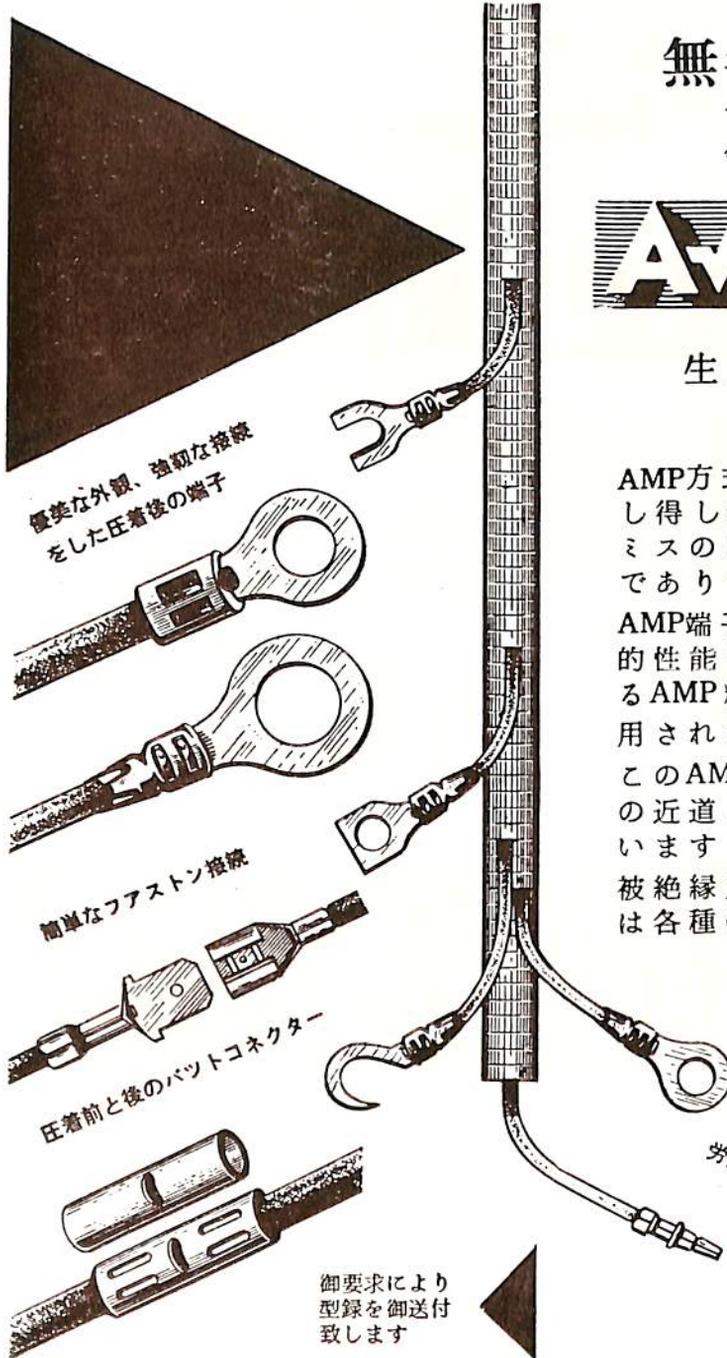
生産コストの大巾な  
引下げ

AMP方式は非常に速く生産をなし得しかもその接続は作業者のミスのない優秀且つ均一なものであります

AMP端子は卓越した電氣的機械的性能を有する均一性を保証するAMP精密圧着工具によつて使用されます

このAMP方式はコスト切下げへの近道として全世界で使はれています

被絶縁又は非絶縁端子及接続子は各種の御用途に応じられます



優美な外觀、強靱な接続  
をした圧着後の端子

簡単なファストン接続

圧着前と後のバットコネクター

御要求により  
型録を御送付  
致します

AMP 圧力調整式手工具

労力の要らないニューマチック工具

東洋總販賣店

## 東洋端子株式會社

本社・東京都中央区京橋2丁目1番地 (荒川ビル) Tel. (56) 0481 (代表)  
 大阪營業所・大阪市南区塩町通4丁目43番地 (大和ビル) Tel. (25) 0446, 4002  
 名古屋營業所・名古屋市中村区笹島町1丁目221-2 (豊田ビル) Tel. (55) 3181, 5111, 5121. 内線 383  
 福岡駐在員・福岡市渡辺通2丁目35番地 (九州電氣工事ビル) Tel. (2) 6231-6240

\* A trademark of AMP Incorporated

# いすゞ船用ディーゼル機関

## DH10S-MF6R型

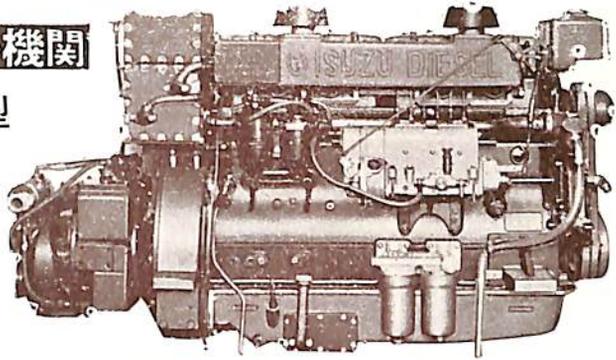
小型高速ディーゼルを主機とする半滑走型高速艇の建造は、速力の点で失敗に帰する場合があります。

その原因は、排水量の増加や主機関の出力低下が主なものとされており、基本計画がすでに無理な条件下に作成される場合もあるようです。

これは、小型で軽量の、信頼のできる適当な機関が得られなかったためですが、こんど製造された……

“いすゞ DH10S-MF6R” エンジンはこの種の目的にはじめて合致するものです。

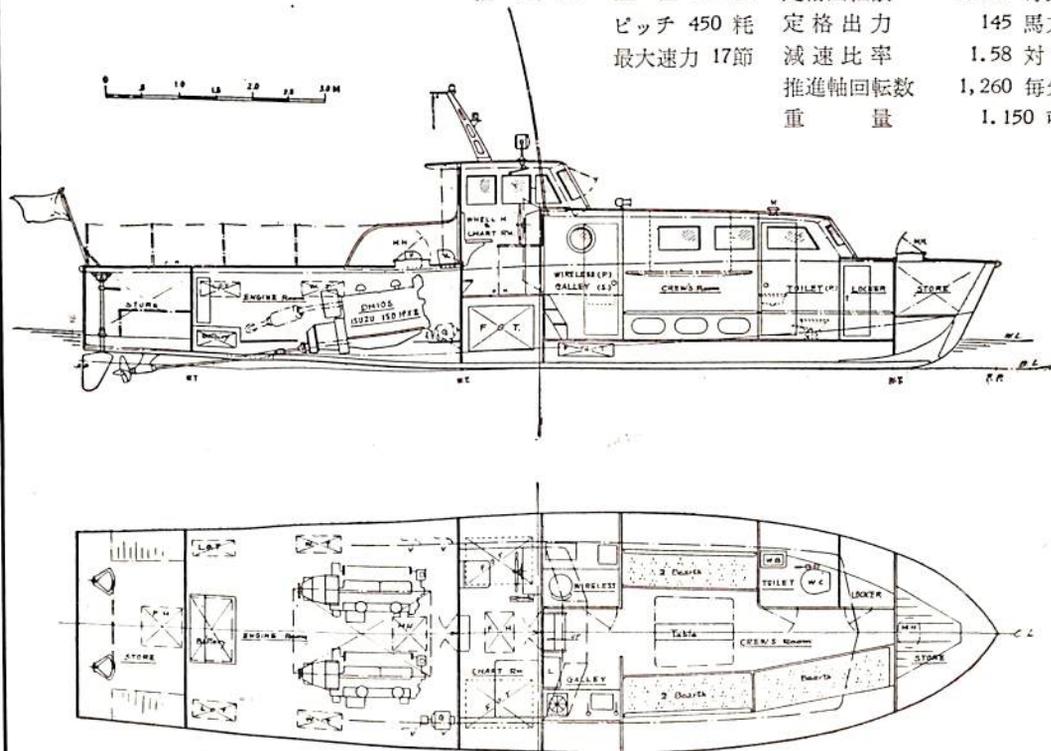
広く各方面の御採用を懇請致します



ここに、この種の艇として確実に成功し得る、見本的な計画の一つを御紹介致します。

船 体		主 機	
-----	--	-----	--

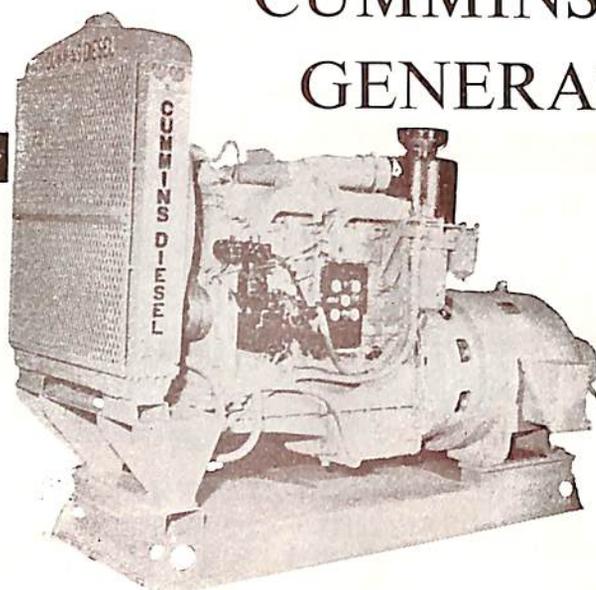
木造組立肋骨2重張軽量構造		DH10S 過給145馬力2台	
全長	13.500米	気筒数	6
全幅	3.600米	気筒径	115 耗
深さ	1.600米	衝程	150 耗
排水量	12.000 吨	総排気量	9,384 立
推進器	直径480 耗	定格回転数	2,000 毎分
	ピッチ450 耗	定格出力	145 馬力
	最大速力17節	減速比率	1.58 対1
		推進軸回転数	1,260 毎分
		重量	1.150 吨



東京都中央区銀座3の2 東京ボート株式会社 電話 (56) 5400, 5501 (5701)

# CUMMINS DIESEL GENERATOR UNITS

(30 ~ 300 KW)



補助発電機に定評のある そうして経済的且つ信頼性の高いカミンズ ディーゼル 発電機セットを御奨め致します

御一報下されば直ちに詳細型録を御送附申上げます

## GENERAL SPECIFICATIONS

Standard 60-Cycle and 50-Cycle Generator Units  
Continuous and Emergency Service Ratings

60 CYCLE					SET MODEL	50 CYCLE					NO. OF CYLS.	START VOLT	OVERALL DIMENSIONS (INCLUDING RADIATOR) (APPROX.)			SHIPPING WGT., LBS	
CONTINUOUS RATING		RPM	EMERGENCY RATING—2 Hrs.			CONTINUOUS RATING		EMERGENCY RATING—2 Hrs.		NO. OF CYLS.			START VOLT	H	W		D
KW	KVA		KW	KVA		KW	KVA	KW	KVA								
30	37.5	1800	33	41.3	HRC-4-GA-30	25	31.3	1500	27.5	34.4	4	24	76	13	51	3500	
40	50	1800	44	55	HRC-4-GA-40	33.3	41.6	1500	36.6	45.8	4	24	86	13	63	3800	
50	62.5	1800	55	68.8	HRC-4-GA-50	41.6	52	1500	45.8	57.3	4	24	88	13	63	4800	
60	75	1800	66	82.5	NHC-4-GA-60	50	62.5	1500	55	68.8	4	24	88	13	63	5000	
75	93.8	1800	82.5	103	H-6-GA-75	62.5	78	1500	68.8	86	6	24	106	13	63	5500	
100	125	1800	110	137.5	NH-6-GA-100	83.3	104	1500	91.6	114.5	6	24	109	17	72	6000	
125	156	1800	137.5	172	HRS-6-GA-125	104	130	1500	114	143	6	24	116	40	78	6500	
150	187.5	1800	165	206	NHRS-6-GA-150	125	156	1500	137.5	172	6	24	117	40	78	6800	
175	219	1800	192.5	240	NVH-12-GA-175	146	182.5	1500	161	201	12	32	143	54	84	13000	
200	250	1800	220	275	NVH-12-GA-200	167	209	1500	184	230	12	32	143	54	84	13900	
250	312	1800	275	344	VT-12-GA-250	208	260	1500	229	286	12	32	145	54	84	14000	
300	375	1800	330	412.5	VT-12-GA-300	250	312.5	1500	275	344	12	32	145	58	89	14800	

## AVAILABLE OPTIONAL EQUIPMENT

AUTOMATIC CONTROL PANEL...  
BATTERIES...  
BATTERY CHARGER...  
CIRCUIT BREAKER...  
COLD STARTING AID...  
CONTROL PANEL...  
EXHAUST SILENCER...  
EXHAUST TUBING...  
FILTER...

GENERATOR...  
GOVERNOR...  
HEAT EXCHANGER...  
HOUR METER...  
PARALLEL OPERATION...  
SAFETY CONTROL EQUIPMENT...  
STARTING EQUIPMENT...  
TACHOMETER...  
TRANSFER SWITCH...  
VIBRATION ISOLATORS...

東京  
(56) 3078 3267  
6035-7093

カミンズ ディーゼル日本総代理店  
日米自動車株式会社

大阪  
(34) 1582-2041

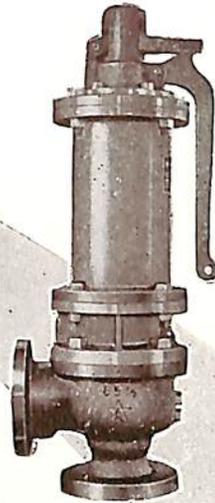
TRADE



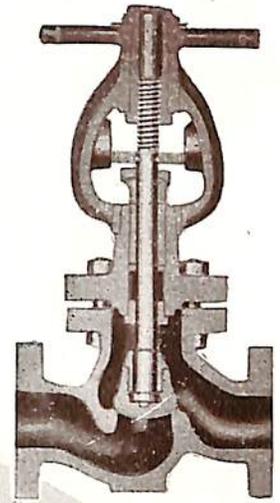
MARK

### 營業品目

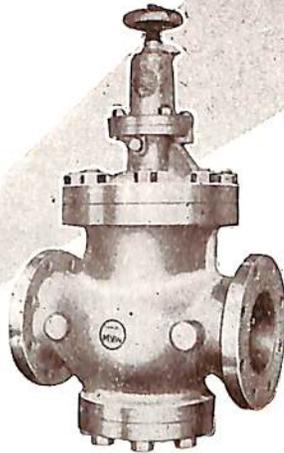
船舶用高温高压弁  
 安全減温装置  
 全压弁  
 化学用弁  
 弁置類



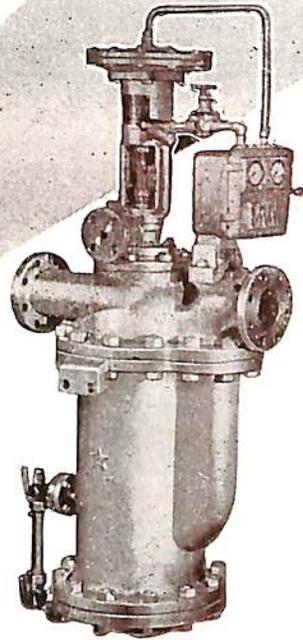
MH-3型高揚程安全弁



高温高压弁



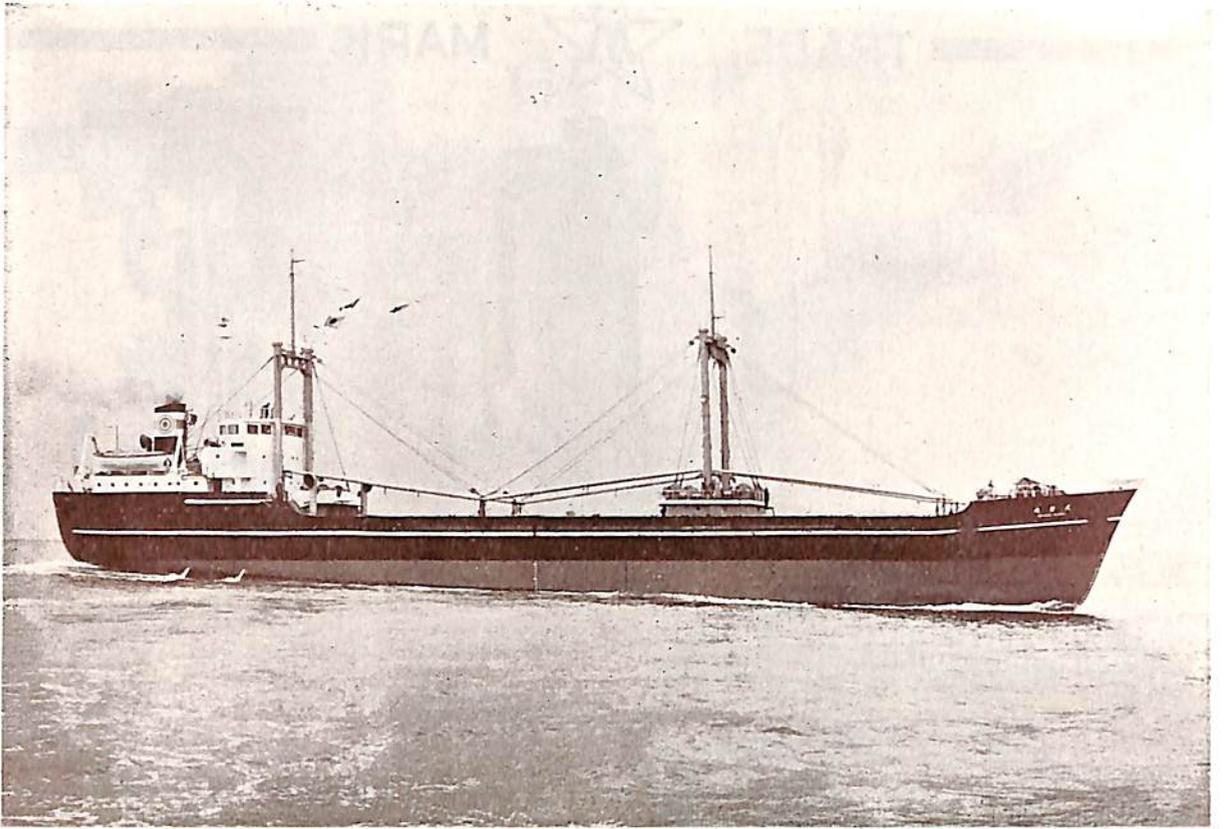
MRB-3型減压弁



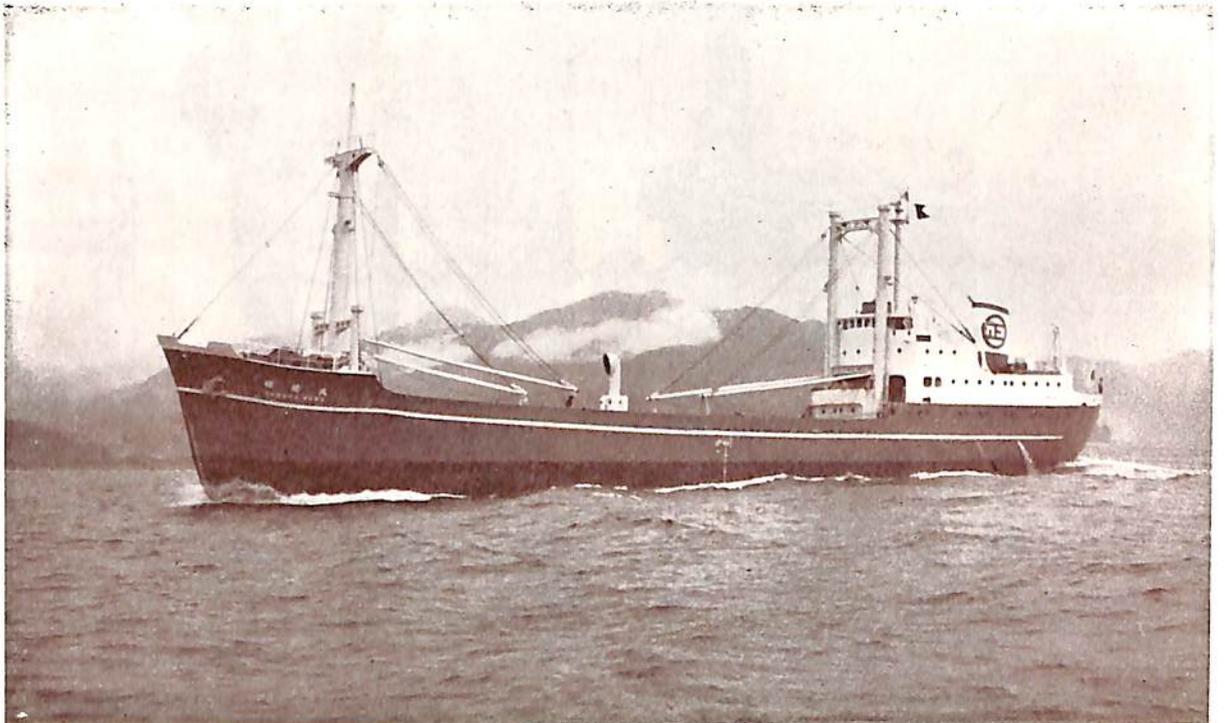
MAD-1型過熱蒸氣減温装置

# 株式會社 前中製作所

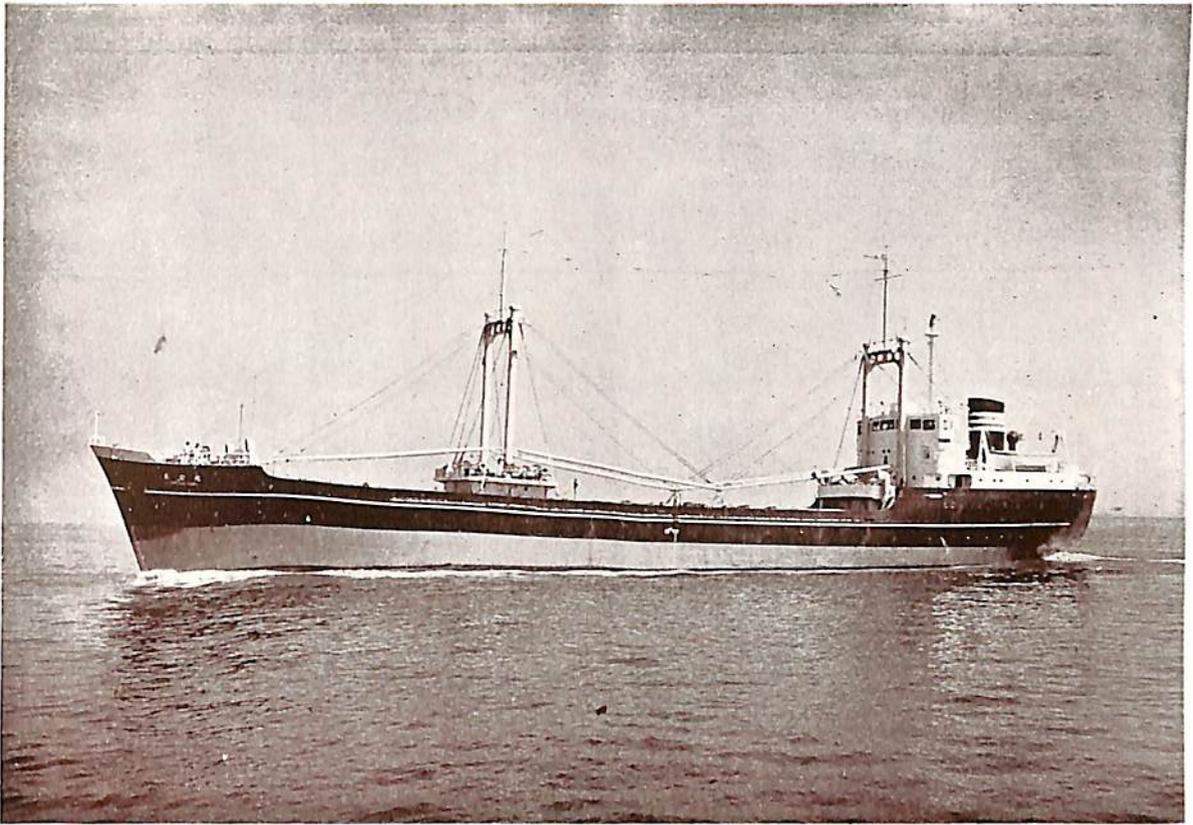
本社及工場 東京都大田区蒲田東六郷二ノ一  
 電話 蒲田(73)7151(代表)~5番  
 大阪營業所 大阪市北区會根崎新地三ノ一(深川ビル)  
 電話 大阪北(34)1683番



九 星 丸

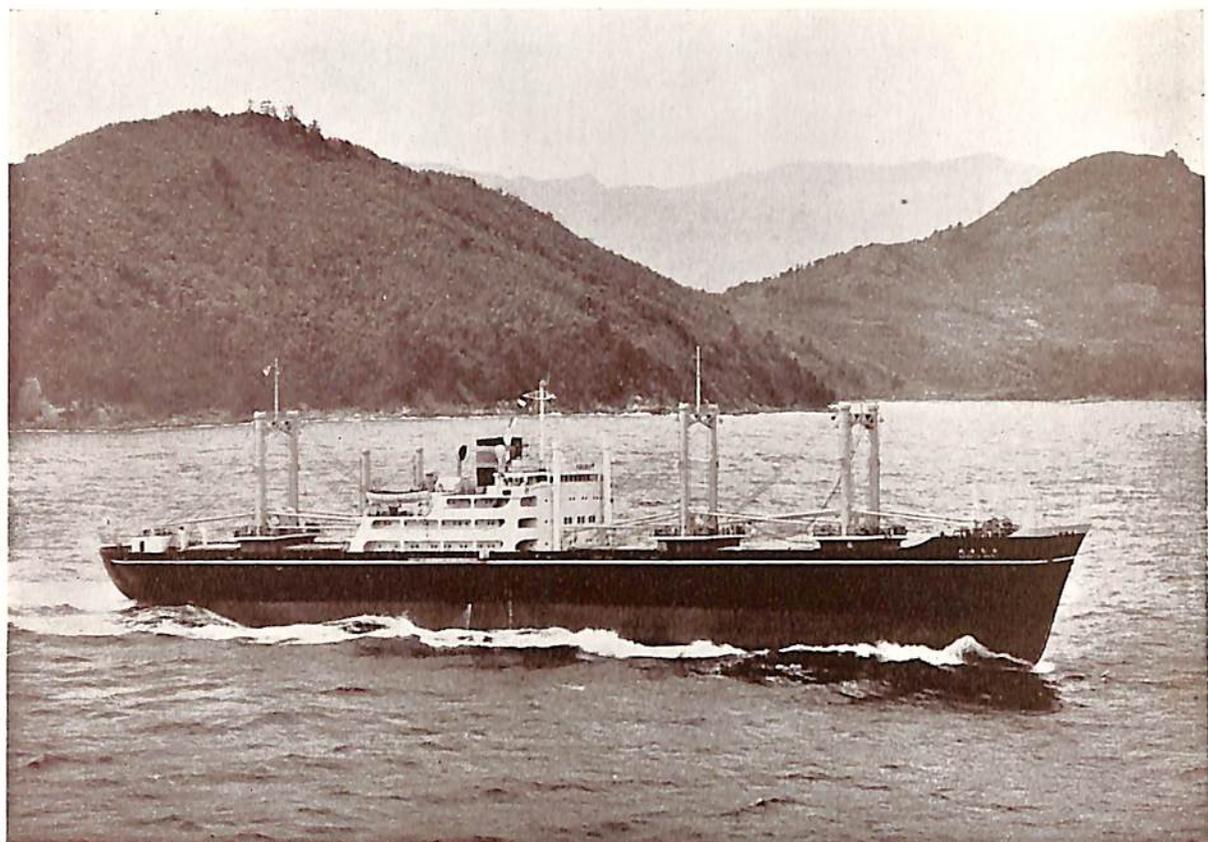


九 隆 昭



玉 宝 丸

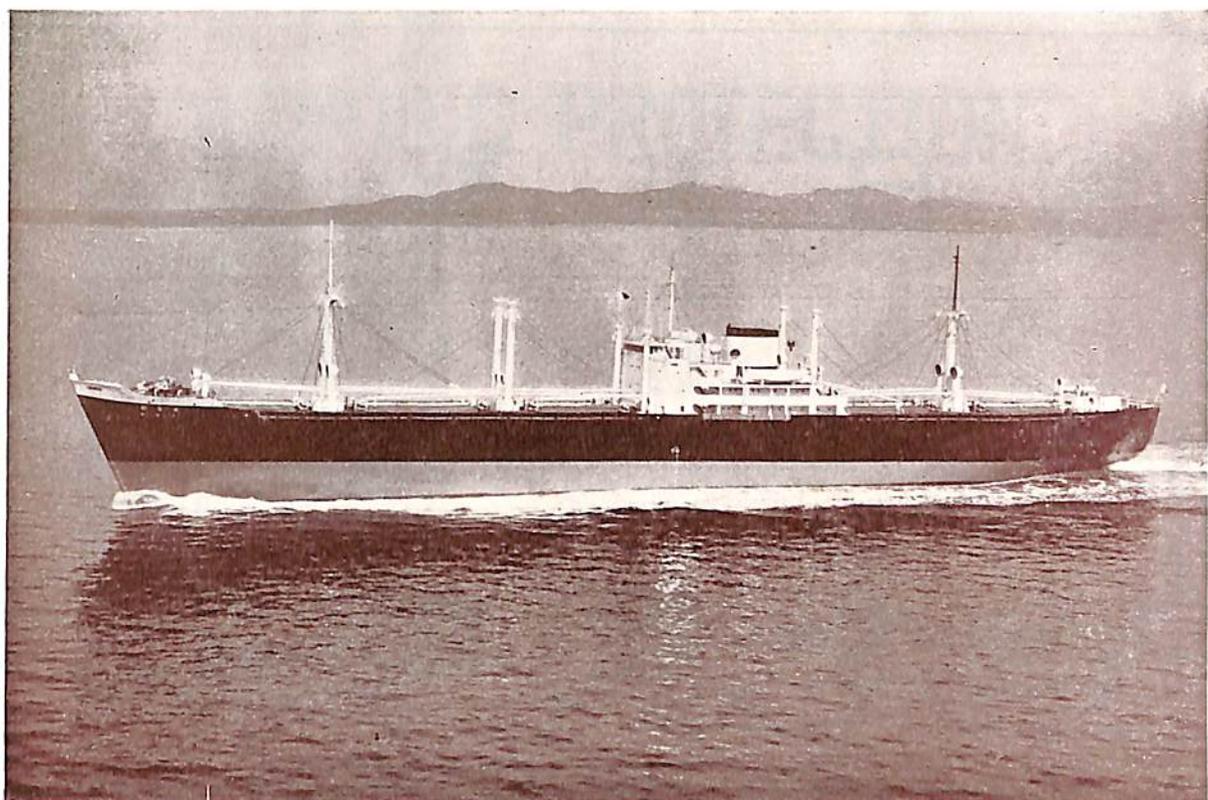
船 名		民 星 丸	昭 隆 丸	玉 宝 丸
要 目				
全 長		82.98 m	約 69.50 m	82.98 m
長 (垂)		77.50 m	65.00 m	77.05 m
幅 (型)		12.00 m	10.20 m	12.00 m
深 (型)		6.00 m	5.40 m	6.00 m
吃 水		5.148 m	約 5.00 m	5.148 m
総 噸 數		1,599.61 噸	約 999 噸	1,598.35 噸
載 貨 重 量		2,588.6 噸	約 1,600 噸	2,594.6 噸
速 力		13.87 ノット	約 14.5 ノット	13.9 ノット
主 機		伊藤鉄工製過給機付単働 4サイクル無気噴油ディー ゼル 1 基	伊藤 M, 436S 型ディー ゼル機関 (過給機付) 1 基	神戸赤過給機付単働4 サ イクル無気噴油ディー ゼル 1 基
出 力		1,400 BHP × 270 RPM	1,300 BHP × 260 RPM	1,400 BHP × 260 RPM
船 級		N K	N K	N K
起 工		31-12-20		32-2-13
進 水		32-2-23		32-4-26
竣 工		32-3-30	32-6	32-5-25
船 主		東光商船株式会社	正福汽船株式会社	三星海運株式会社
造 船 所		佐野安船渠株式会社	株式会社 三保造船所	佐野安船渠株式会社



名 古 屋 丸



珠 島 丸



明 晏 丸

船 名		明 晏 丸	名 古 屋 丸	珠 島 丸
要 目				
全 長		147.472 m	139.01 m	
長 (垂)		187.450 m	130.00 m	112.50 m
幅 (型)		18.90 m	18.20 m	16.70 m
深 (型)		11.735 m	11.30 m	9.10 m
吃 水		8.55 m	8.320 m	7.30 m
総 噸 数		約 8,600 噸	7,768.86 噸	4,888 噸
載 貨 重 量		約 12,500 噸	10,929.00 噸	7,813 噸
速 力		約 15.5 ノット	(滿載航海) 14.25 ノット	16 ノット
主 機		三井 B&Wターボチャージドディーゼル機関 662-VTBF-115型 1基	ハリマズルツァ 6 RSD 76 デーゼル機関 1基	日立 B&W 排気ターボ給気式ディーゼル機関 (650-VTBF-110 型) 1基
出 力		4,700 BHP×144RPM	6,000BHP×119RPM	3,450 馬力
船 級		NK,LR	N K	N K
起 工		31-6-4	31-11-12	31-11-7
進 水		31-12-20	32-1-10	32-4-17
竣 工		32-3-31	32-5-30	32-6-4
船 主		明治海運株式会社	東京船舶株式会社	国光海運株式会社
造 船 所		株式会社 藤永田造船所	株式会社 播磨造船所	日立造船・向島工場



# 日 本 郵 船

取締役社長 浅 尾 新 市

本 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 2 ノ 2 0 ノ 1

電 話 東 京 (23) (代表) 3 6 2 1 . 5 7 2 1 . 5 7 3 1



# 大 阪 商 船

取締役社長 伊 藤 武 雄

本 社 大 阪 市 北 区 宗 是 町 1

電 話 土 佐 堀 (44) 1 7 3 1 ~ 8 . 1 7 5 1 ~ 7

支 社 東 京 都 中 央 区 京 橋 1 ノ 2 ノ 7



# 三 井 船 舶

代表取締役社長 一 井 保 造

本 店 東 京 都 中 央 区 日 本 橋 室 町 2 ノ 1

電 話 日 本 橋 (24) 0 1 6 1 ~ 9 , 7 9 8 1 ~ 0

# IINO LINES

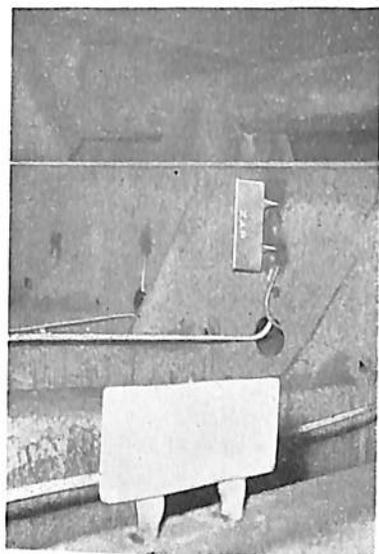
# 飯 野 海 運

取締役社長 俣 野 健 輔

本 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 ノ 内 3 ノ 6

# 電氣防蝕

## CATHODIC PROTECTION



バラストタンク内面に取付けたZAP(防蝕用亜鉛陽極)

### 船舶の防蝕

外板, バラストタンク  
推進器, シリンダージャケット  
オイルタンク, 艤装中の船体

### 港湾施設の防蝕

ドックゲート, 各種浮標  
鋼矢板岸壁, 港湾施設各種

### 営業品目

ZAP(高純度亜鉛陽極)

Mg(マグネシウム陽極)

外部電源法

防蝕用材料販売および設計施工

## 中川防蝕工業株式会社

東京都千代田区丸の内(丸ビル650区)  
電話 和田倉(20)0759.2842.4438



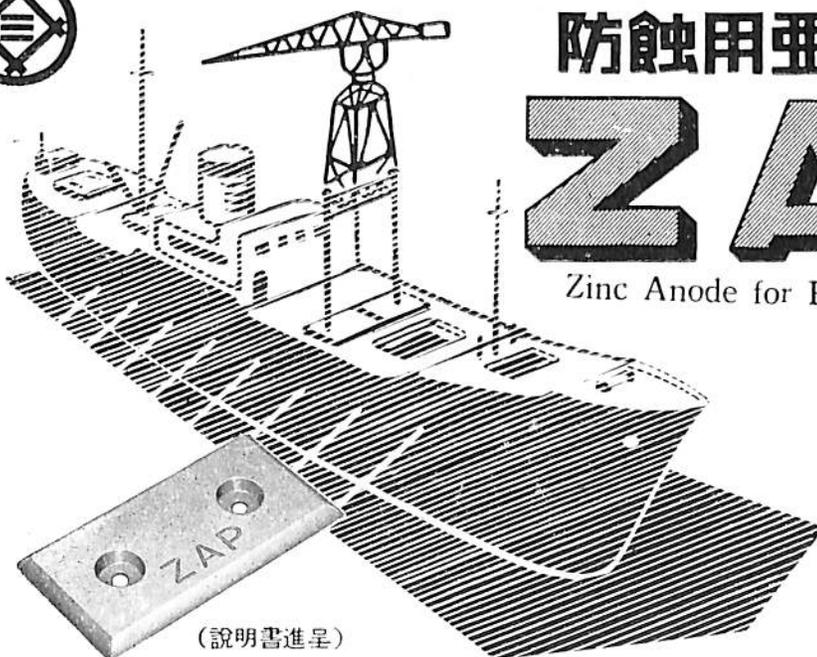
## 防蝕用亜鉛陽極

# ZAP

Zinc Anode for Protection

### ZAPの適用範囲

各種船舶の船底, 推進器  
軸, 船内のバラストタンク,  
重油タンク, 軸流ポンプ,  
浮標, 繫留ブイ, 浮ドック,  
港湾施設(鋼矢板岸壁・水門扉・閘門・棧橋)



(説明書進呈)

## 三井金属鉱業株式会社

東京都中央区日本橋室町二ノ一 電話 日本橋(24)4101~9

施工 中川防蝕工業株式会社

東京都千代田区丸の内二ノ二 電話 和田倉 2842・1438



各種船舶並ニ艦艇ノ新造・修理 陸船用諸機械製作  
 鉄構工事・土木建築業 浦賀スルザーディゼル機関製作

## 浦賀船渠株式会社

代表取締役社長 多賀寛

本社 東京都中央区日本橋通二丁目六番地

TEL. 代表 千代田(27)5751 5761

Cables. 和文ニホンパシウラドホ

英文 URAGADOCK TOKYO

### 浦賀造船所

横須賀市谷戸六番地

TEL. 代表 浦賀 8 0. 1 8 0

横須賀 2355-7

### 横浜工場

横浜市神奈川区大野町二番地

TEL. 神奈川(4)5331-5

### 神戸事務所

神戸市生田区明石町三二番地

TEL. 元町(4)2723-6651

### 大阪張出所

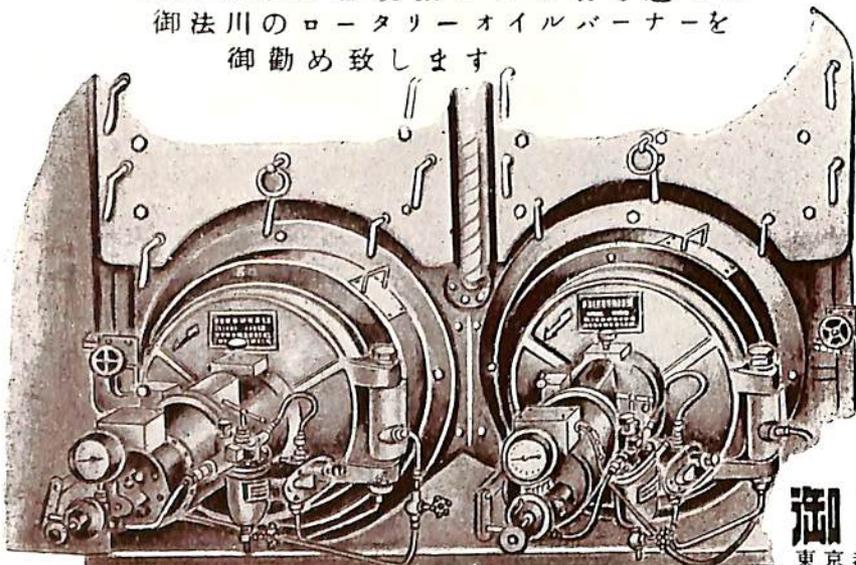
大阪市北区絹笠町五〇番地

TEL. 堀川(35)491

## MINORIKAWA 船用重油燃焼機

# ROTARY OIL BURNER

補助汽罐用燃焼機として最も適した  
 御法川のロータリーオイルバーナーを  
 御勧め致します



### 製作品目

全 自 働 式 油 焚 温 水 罐	ボ ー ル フ レ ー ム オ イ ル バ ー ナ ー	チ エ ット フ レ ー ム オ イ ル バ ー ナ ー	ロ ー タ リ ー オ イ ル バ ー ナ ー	御 法 川 式 マ リ ン ス ト ー カ ー
---	--	---	--	--

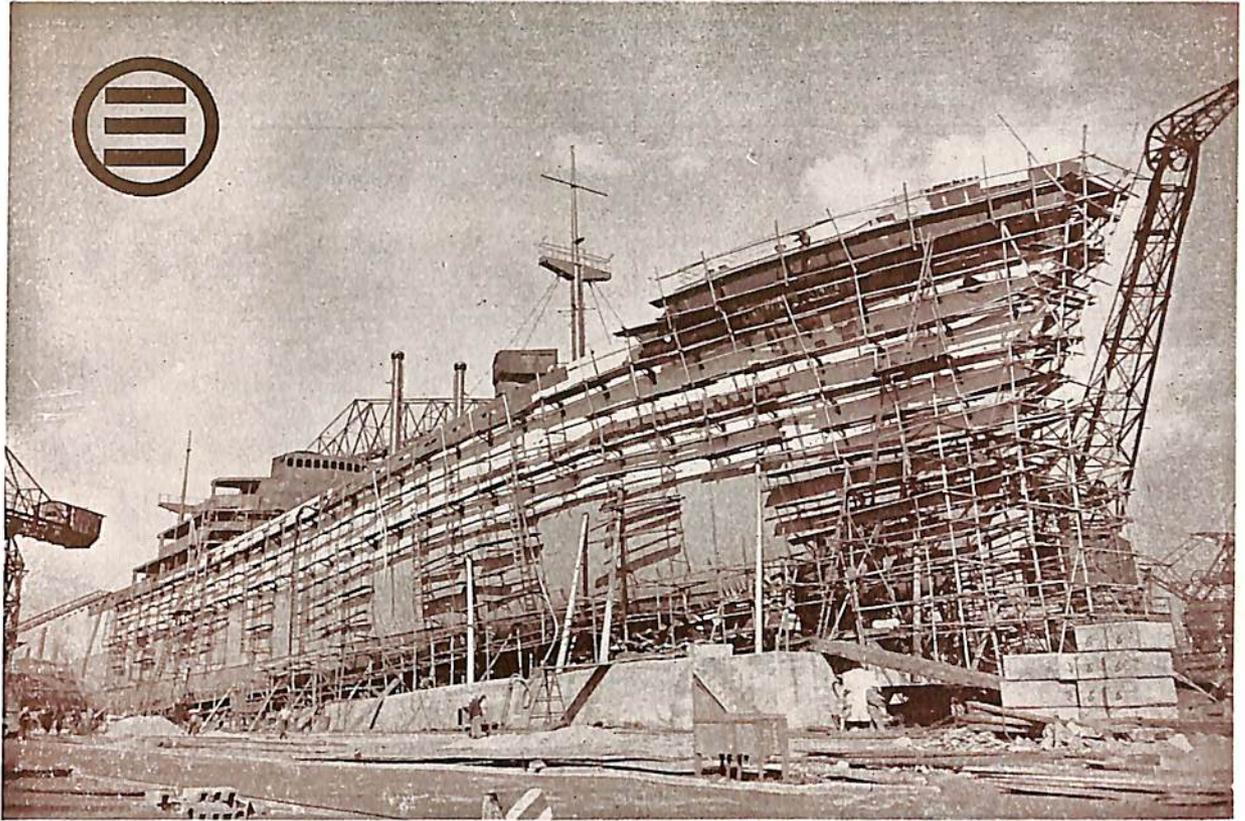
株式会社

## 御法川王揚

東京都文京区初音町4番地

電話(92)0241, 2206, 5121

總代理店 浅野物産株式会社



# 株式會社 藤永田造船所



各種船舶の建造並修理  
船用汽機汽罐の製造並に修理

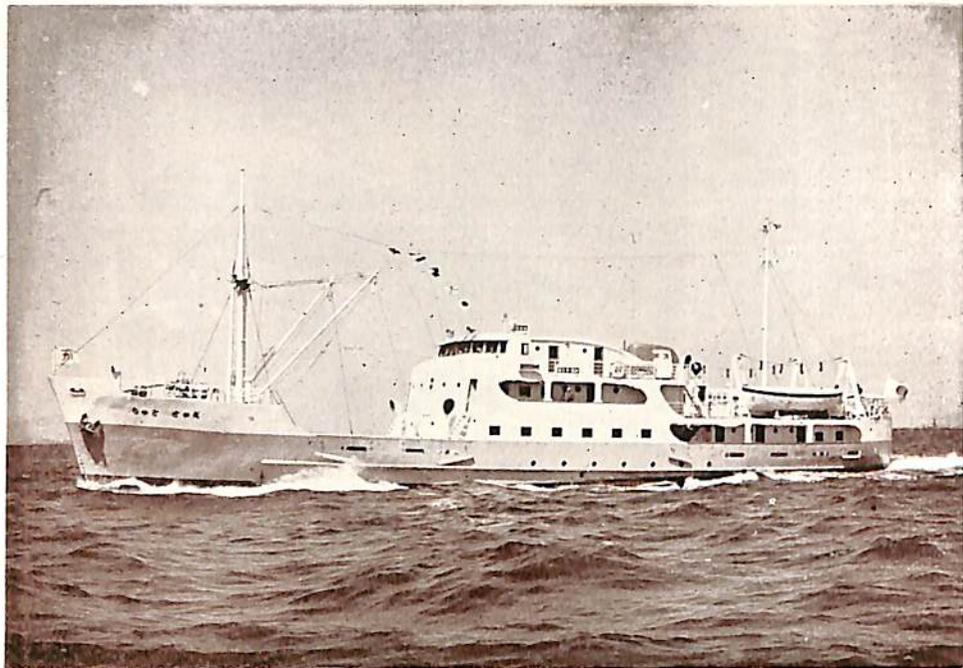
# 株式會社 名村造船所

取締役社長 名 村 源

本社・工場 大阪市住吉区北加賀屋町四丁目五番地

(電話住吉(67)2744-9)

東京事務所 東京都中央区京橋一丁目二ノ七(商船ビル) (電話東京(28)4877)  
神戸事務所 神戸市生田区海岸通五(商船ビル) (電話三ノ宮(3)4810)  
大阪出張所 大阪市北区宗是町一(大ビル) (電話土佐堀(44)1286)

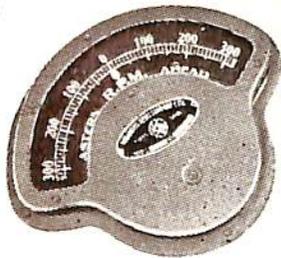


ち と せ 九

船 主 加藤海運株式会社  
 造 船 所 佐野安船渠株式会社

全長	長	49.629 m	主 機	神戸発動機製過給機付単働 4サイクル無気噴油ディーゼル1基
幅	(垂)	46.00 m	出 力	750BHP×310RPM
深	(型)	8.50 m	船 級	J G
吃水	(型)	3.70 m	起 工	31-10-12
総噸載	噸 数	491.86噸	進 水	32-2-4
速 力	噸 量	262.27噸	竣 工	32-3-25
		14.4ノット		

船舶用の計器は  
 信頼性ある倉本計器で!!



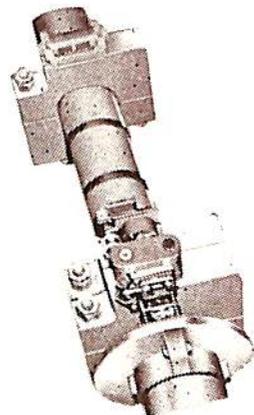
主機, 補機用  
 電気回転計

- 回 轉 計 類
- ◇遠心力式回転計
  - ◇電氣式回転計
  - ◇振動式回転計
  - ◇マグネット回転計
  - ◇時計式回転計
  - ◇超高速電子式回転計
  - ◇ストロボスコープ
  - ◇特殊回転計

- 積 算 計 類
- ◇回転動
  - ◇往復動
  - ◇隔測電気式

トーション メーター類

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



創業30年



株式 倉本計器精工所

研野式光学振計

本 社 東京都大田区原町6 電話蒲田 (73) 2093・2629・1640  
 柏工場 千葉県柏市柏 電話柏2番

わか丸(客船)



船主 南海汽船株式会社  
 造船所 日立造船・向島工場

長	(垂)	46.54 m
幅	(型)	8.10 m
深	(型)	3.60 m
総	噸	約 498 噸
速	數	約 15.2 ノット
主	力	ディーゼル機関 1 基
出	機	1,040 馬力
起	力	31-9-26
進	工	32-1-18
竣	水	32-4-20
旅	工	
	客	特別2等 約41名 3等 約342名
		普通2等 約64名 計 約447名

URAGA-SULZER



浦賀玉島スルZER

代表取締役社長 多賀寛

本社 東京都中央区日本橋通二丁目六番地  
 電話千代田(27)八七〇五・八七八四・六八五〇  
 工場 岡山県玉島市乙島八三二〇番地  
 電話 玉島二一一一(代表)



WORLD, IDEAL

船 主 ATLANTIC TRANSPORTATION CO., LTD.

造 船 所 三菱造船・長崎造船所

長(垂) 206.00 m 幅(型) 29.56 m 深(型) 14.7 m  
吃 水 10.82 m 総噸数 約 26,000 噸 載貨重量  
約 40,500 噸 速 力 17 ノット 主 機 三菱エツ

シャウイス型タービン 1 基 出 力 17,600 馬力  
進 水 32-2-16 竣 工 32-6-11



## 名古屋造船株式会社

取締役社長 福 原 敬 次

本 社 名古屋市昭和町13番地 電話 南(32)代表 5531-8

東京事務所 東京都千代田区丸の内1-6-1 東京海上ビル新館4階1432号室

電 話 (28) 局 6982-4

神戸事務所 神戸市生田区明石町32 明海ビル7階 電話 三宮(3)6651-2713

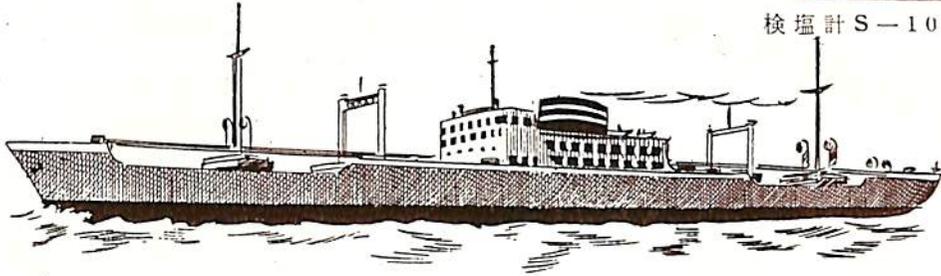
# SALINITY INDICATOR

造氷装置にはS-101C型を

復水用にはS-105B~6B型を



検塩計S-101C型



## 理化電機工業株式会社

東京・大田・田園調布3-50 TEL. (72) 2083. 6297

# 電気防蝕法 CATHODIC PROTECTION



施工直后



3ヶ月后



9ヶ月后

油槽船油槽に設置した  
マグネシウム陽極の  
防蝕活動の足跡

保護 Mg 陽極の取付で水中部鉄面の腐蝕は  
停止し従来の錆も脱落します

油槽船油槽 } に  
船 殻 } 電気防蝕法  
プロペラ }

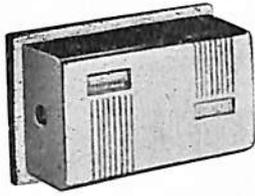


## 日本防蝕工業株式会社

東京都千代田区丸の内三ノ二 (三菱東七号館)  
電話 東京二八局 (28) 6807・6808  
大阪事務所 大阪市東区今橋四ノ一 (三菱信託ビル内)  
電話 (23) 4783

総代理店 三菱商事株式会社

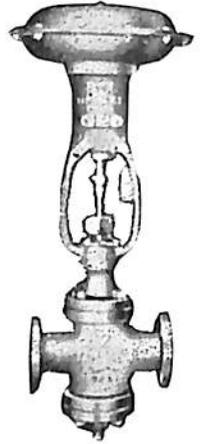
調 査  
設 計  
施 工  
材 料



器  
種  
各  
の  
節  
節  
各  
の  
調  
節  
各  
の  
温  
度  
節  
温  
湿  
調

機関の自動制御 船室船艙の空気調和に  
Yamatake-Honeywellの製品

計  
計  
計  
他  
節  
節  
節  
の  
調  
調  
調  
そ  
度  
面  
力  
動  
温  
波  
圧  
自



山武ハネウエル計器

東 京・丸の内（八重洲ビル）電 話 (2) 6751-9  
支店—大阪 出張所—名古屋・小倉 工場—東京浦田

船舶用軽量不燃壁材

# 朝日マリライト

(超 軽 量)  
(保 温 材) 朝日フェザーライト

(高 温 級)  
(保 温 材) 朝日シリカカバー・シリカボード



朝日石綿工業株式会社

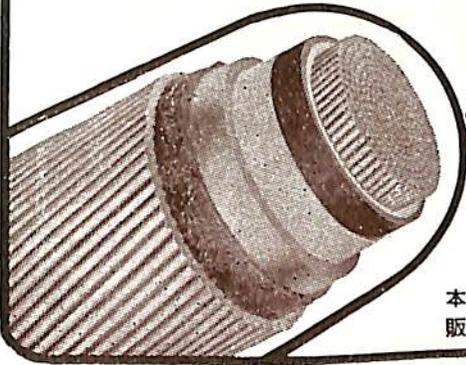
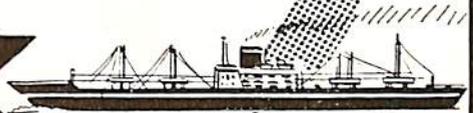
本 社 東京都中央区銀座七の三 TEL. 東京五七局 (57) 9361 代表～5  
3392, 1039



伸びゆく業績

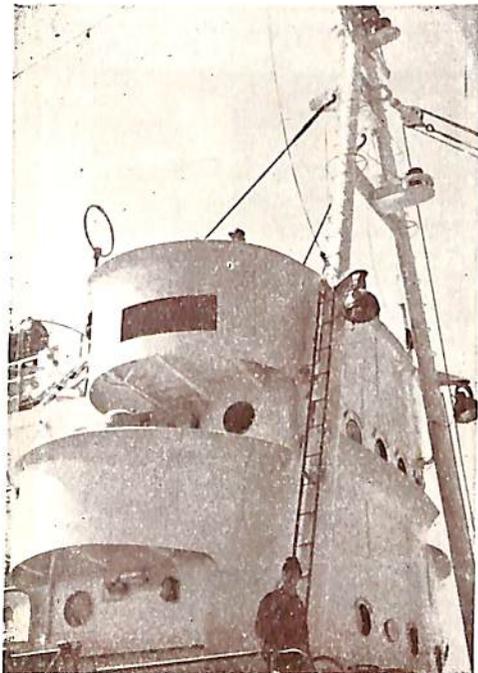
定評ある!

藤倉の船用電線



藤倉電線

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



古河の  
軽合金板・管・棒

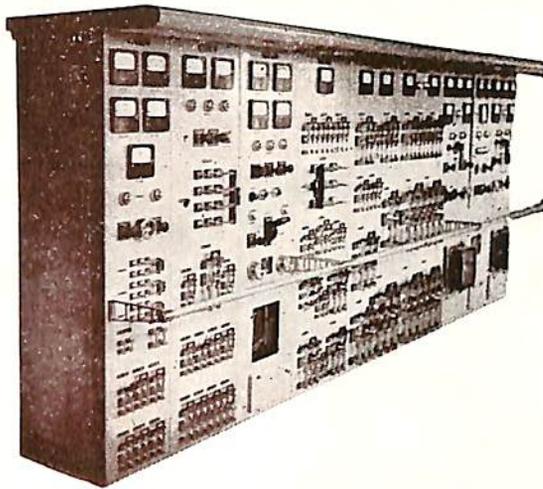
各種異型材も製造しています

- 船舶用古河エパーラス  
(コンデンサーチューブJIS4種)
- 古河のネーバル黄銅板 (JISH3203)
- 古河の導波管
- 各種船用電線



古河電気工業株式会社

本社 東京 丸の内 2 の 8



## 各種船用配電盤

分電盤及強電弱電特殊機器  
各種規格合格

# 光洋電気

代表 高尾 清

事務所 清水市鍛冶町一六二番地

電話(清水)3524

工場 清水市江川町三一番地

新製品

# イビツト

ボイラー熱交換器，化学装置等の酸洗に必須の  
画期的理想腐蝕抑制剤

- (1) 腐蝕抑制性能優秀
- (2) 短日時に洗滌完了稼働率向上
- (3) 各部均一完全に除去熱効率向上，燃料節約
- (4) 曲管部或は煙管式のものも此の方法にて解決出来る  
詳細は本紙 Vol. 7 No. 1 P 54 を参照のこと

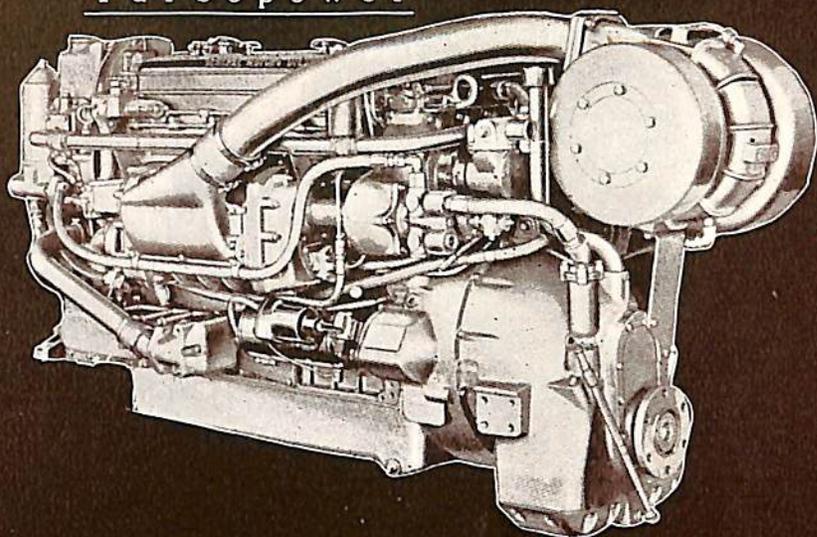


## 住友化学

本社 大阪市東区北浜 5-22 (住友ビル)  
東京本社 東京都中央区京橋 1-1 (B.S.ビル)

# GMディーゼル

Turbopower



## MODEL

4120 T	197 HP (1820 LBS)
4121 T	" ( " )
4122 T	" (1470 LBS)
4123 T	" ( " )
4087 T (アルミ)	" (1888 LBS)
4088 T (アルミ)	" ( " )
6120 T	300 HP (3025 LBS)
6121 T	" ( " )
6122 T (アルミ)	" (2555 LBS)
6123 T (アルミ)	" ( " )

日本総代理店

## 富永物産株式会社

東京 中央区日本橋小舟町2-7 (67) 9955-9.  
大阪 北区箱笥町堂ビル (36) 3836-9.

# 探方光电

# Koden の ロラン



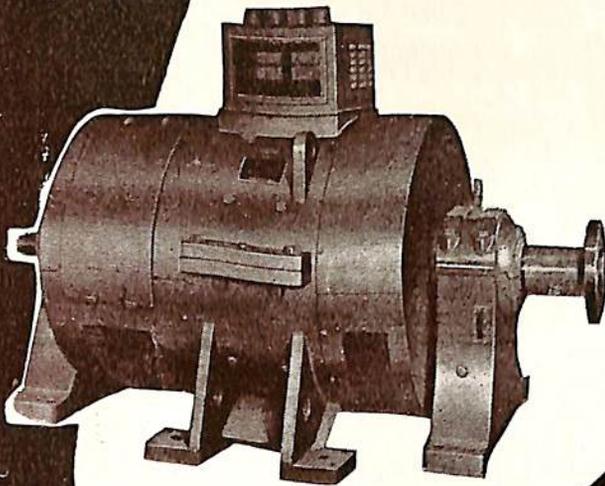
株式 光電製作所  
會社

東京都品川区上大崎長者丸284の1

電話 白金(44) 代表 1131~7

*Koden Electronics Co., Ltd*

交流・直流各種補機用電動機・管制器・制御器・配電盤



信用と技術

大洋電機



大洋電機株式会社

本社 東京千代田区神田錦町3-16  
 TEL. 東京 (29) 5916~9  
 工場 岐阜県羽島郡笠松町如月町18  
 TEL. 笠松 810・811  
 出張所 下関・札幌・函館

ABC

營業品目

- ◇東京機械株式会社製品
  - 中村式浦賀操舵テレモーター
  - 浦賀電動油圧舵取装置(型各種)
  - 全密閉型汽動揚貨機
  - 揚錨機、揚貨機、繫船機、
  - 各汽動及電動
- ◇北辰電機株式会社製品
  - C-プラート轉輪羅針儀
  - 單、複式オートパイロット
  - コースレコーダー及ログ
- ◇株式会社御法川工場製品
  - 船用自動石炭燃燒機
  - 船用重油噴燃裝置
- ◇岡野バルブ製造株式会社製品
  - 船用一高温、高圧バルブ
- ◇株式会社小野鉄工所製品
  - サインカーブ齒車唧筒各種
  - 汽動、電動船用唧筒各種
- ◇東方電機株式会社製品
  - 船用氣象模寫受信裝置
- ◇日本ヴィクトリック株式会社製品
  - ヴィクトリックジョイント各種

浅野物産株式会社 機械部

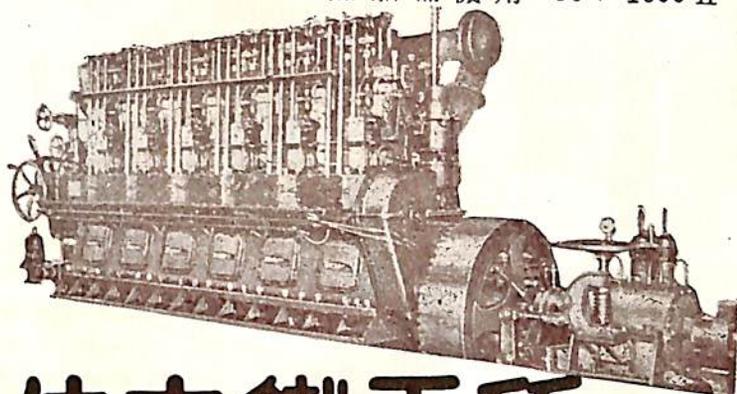
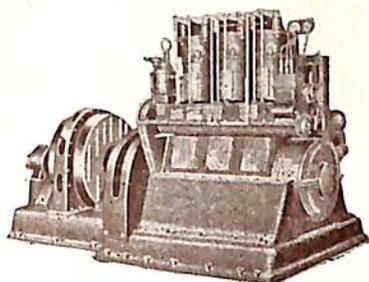
東京都丸の内一丁目六番地の一 東京海上ビル新館8階  
 電話 東京28局(代表)4521, 4531, 4541(直通)9103-5  
 大阪・名古屋・門司・仙台・札幌・横浜・神戸・高松・広島・熊本・長崎・釧路



# スズキディーゼル

JIS表示許可工場  
(運AO-16号)

船舶主機用 75—1000 HP  
船舶補機用 50—1000 HP



## 株式会社 住吉鐵工所

本社及工場：静岡縣榛原郡吉田町 電 吉田 102—103, 113—114

東京出張所：東京都港区芝三田同朋町 4 電 (45) 0503



# 船舶用耐震型電球

◊ 営業品目 ◊

船内灯用電球  
投光器並に探照灯用電球  
各種計器用電球  
船灯用電球  
各種漁業用の集魚灯電球

船用ランプ

防衛庁指定 運輸省型式承認

## 船用電球株式会社

東京都目黒区下目黒1~105 電話 大崎 (49) 1750, 7926

# 日鋼の

# 船舶用部品

船体廻り鑄鍛鋼品・タービン部品  
ディーゼルエンジン部品・抽力軸  
勢車軸・中間軸・推進軸  
揚貨機・揚錨機・繫船機  
その他甲板補機

クランクシャフト 重量60 ton  
8気筒ディーゼル機関用

スタンフレーム重量15 ton800  
7,000 ton級船舶用

## 日本製鋼所

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

# 超大型船における熔接施工上の問題点

木原 博  
東京大学 教授  
増淵 興一  
運輸技術研究所 熔接 技官

## は し が き

近年船舶の大型化が著しく 65,000 T あるいは 80,000 T ~ 100,000 T のマンモスタンカーが建造される傾向がある。このような超大型船は従来の船級協会規則の対象とする限界をこえるものであるから信頼性のある超大型船の建造を達成するためにはその構造法ならびに建造技術を早急に確立しなければならない。かかる見地から超大型船に関しては造船技術審議会においても早急に研究すべき重要な問題として取上げられており、運航性能、構造、材料、建造法、艤装、機関等各方面から検討が行われているが、このような超大型船では使用板厚が 38 mm 以上にも達するので材料の選択、熔接施工条件の選定に関して多くの問題がある。そこで熔接の問題を中心にして主要な研究事項の概要を以下にのべることにする。

## § 1 厚板の自動熔接

サブマージド・アーク熔接は手熔接にくらべて熔接速度が速く、変形が少いなどの利点があるので下向突合熔接には広く用いられているが、このような特徴は厚板においてこそ発揮されるものであるから、サブマージド・アーク熔接は本質的には厚板に極めて適した熔接施工法であるといえる。しかし厚板に対して少い層数でサブマージド・アーク熔接を行うと熔着金属の切欠靱性が低下するという現象があらわれる。

サブマージド・アーク熔接においては熔着金属量が大きく第1図に示すような樹枝状の dendritic 組織が明



第1図 ユニオンメルト熔着鋼のマクロ写真  
(註) 凝固に際し結晶が樹枝状に成長しているのが分る。

トを生じ熔着金属の切欠靱性は板厚の増加とともに一般に低下する。一方厚板においては脆性破壊の危険が増大する関係上母材にはより靱性のすぐれたものが要求されるので、その結果母材にくらべて熔着金属の靱性がかなり劣ることとなる。したがって厚板に対してサブマージド・アーク熔接を使用する際にはまずこの問題に留意し、切欠靱性のすぐれた熔着鋼をうるような施工条件を定めることが必要である\*。なおこの場合心線と溶剤の組合せ、開先形状など施工条件を決定するに当つては以下にのべるような問題についても考慮しておく必要がある。

例えば層数に関しては層数を多くすればあとの層の熔接によつて前の熔着金属の組織が細粒化されるので熔着金属の切欠靱性は概して改善される。Oxweld No. 20 の如き溶剤を用いた場合は開先の中でスラグを除去することはかなり困難であつて、3層あるいは4層熔接を採用することは工数の点で著しく不利であり、また変形も生じやすくなる。このほか No. 20 フラックスは  $\text{SiO}_2$  を多量に含有する関係上層数を多くすると Si 量が増加して亀裂が生じやすくなるなど多くの問題があるので、これらについても充分な検討を行い、厚板に適した熔接施工条件を確立する必要がある。

自動熔接では通常は1本の心線を用いるが、2本あるいはそれ以上の心線を使用して熔接作業能率を向上しようという試みがなされている。これを多極自動熔接法というが、太径の心線1本よりはその半分の断面積の心線を2本引出す方がモータのトルクが少なくてすむこと、心線の相対位置を変化させることによつて種々の形状の熔着金属がえられることなどの理由から厚板の自動熔接には適していると考えられている。例えばこの方法によつてえられた巾の広い熔着金属は靱性がすぐれているといわれている。このほか自動熔接の高性能化の方法の一つとしてはイナートガスとフラックスの併用ということも考えられる。アルゴン、ヘリウム等のイナートガス気流中で熔接を行うと酸化を防止することができるので軽

\* 熔着鋼に対しどの程度の靱性を要求すべきかということ自体が現在でははつきりしておらず、早速に研究を要するものであるが取敢えずの方法として施工上これを出来るだけ向上するような方法を考案することが必要である。なおこの問題については後述する。

瞭にあらわれるが鋼板がそれほど厚くない場合にはこのような組織であつても母材よりも切欠靱性の点で特に劣るようなことはない。しかし厚板では粗大な dendritic

合金、不銹鋼の溶接等には広く用いられているが、自動溶接に際してこのイナートガスとフラックスとを併用することによつて溶接部の性能を向上することが出来るのではないと思われる。

厚い大きな板の自動溶接においては亀裂にも問題がある。サブマージド・アーク溶接では供給熱量が大きいいため甲板や外板等の長い突合接手や交叉接手にサブマージド・アーク溶接を行うと大きな収縮応力のため溶着鋼に屢々亀裂を生ずるが、厚板の自動溶接に際しては使用電流の増大、層数の増加等によつてその発生が助長されるおそれがある。したがつてその発生機構を検討するとともに溶接方法、溶接条件等がこれにおよぼす影響を調査してその防止対策をたてることが必要である。

## 2 厚板の手溶接施工法

手溶接の場合には多層溶接が採用されるから前項のべたような溶着金属の靱性低下ということは起らないが、供給熱量が少ないため第1層に亀裂を生ずる危険が増大する。この防止対策としては予熱等が考えられるからこの効果を検討しておくことが必要である。

亀裂防止対策の一つとしては低水素系溶接棒の採用ということが考えられる。特に高張力鋼を使用する場合には低水素系によらざるをえないが、この系統の溶接棒は一般に作業性が乏しく、ブローホールが生じやすいという欠点があり特に溶接の開始部分はブローホールを生じやすい。これは溶接の開始時においてはガス被包が充分に行われていないからであつて溶接開始時において瞬間的に大電流を流すとか、あるいは溶接棒の先端を尖らせておいて溶接開始時だけ電流密度を高めるようにするとブローホールの発生はかなり抑制することができる。しかし溶接棒の先端を尖らすという方法では一旦アークを切つた後は効果が失われるからアークブラスターといつてアークを発生した瞬間のある時間だけ高い電流を流すような装置を用いることも考えられる。このような装置は米国においても作られているが、わが国では電気試験所で研究されている。

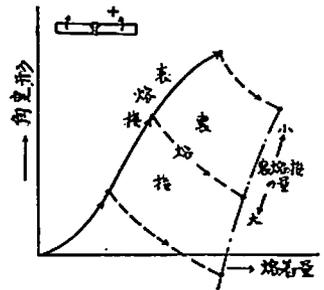
厚板では剛性が大きいいため溶接による変形は一般に少く、隅肉接手の角変形に起因する疝馬なども殆んど問題にならないが、突合接手の角変形は施工の如何によつては生ずるおそれがあり、(例えば補修溶接の場合は変形の発生は免がれない)一旦発生するとその除去は極めて困難であるからその防止については充分対策をたてておく必要がある。

厚板の突合溶接においては層数が多いから、開先形状、溶着順序等の施工条件によつて変形の状況は相当

に異り、これらを如何に選定するかが実際には大きな問題となる。特に開先形状はこれに大きな影響を与えるものであつてその選定には研究を要する。

溶接の進行に伴う角変形の発生状況を概念的に示すと第2図に示す如くで角変形の初層附近においては発生

することは少く途中の層において著しく増加し、最終層に近づくとき再び増加傾向が減ずるものである。裏溶接を行うと勿論反対側に変形を生ずる。よつて表裏面の開先の比率を如何に選定するかが問題となる。



第2図 突合接手の角変形 (概念図)

開先形状に関しては開先角度についても検討してみる必要がある。溶接々手の開先角度はX型、V型のいずれを問はずわが国はもとより諸外国とも60°が広く用いられているが、船舶における厚板溶接ではより小角度とする方が適當ではないかと考えられる。すなわち中厚板においては開先角を少くすると、開先底部に溶接棒を接近させることが困難となり、初層において充分なけ込みがえられなくなるおそれがあるが、厚板ではこのような心配もないし、開先角を少くすると溶着量も少くなるので、工数、変形のいずれの面でも有利となる。したがつてポイラー等においてよく用いられるU型、H型開先に代るものとして開先角のやや少いV型あるいはX型開先を用いることを考慮してみる必要があると思う。

変形防止についてはピーニングの採否についても検討を行つてみる必要がある。ピーニングを行う目的としては①亀裂の防止、②残留応力の軽減、③変形の除去があり、第1の目的のためには第1層、第2の目的のためには最終層にピーニングを行わないと効果がないと言われている。しかし第1層にピーニングを行うと表面をつぶして亀裂の発見を困難ならしめたり、あるいはピーニング操作自身によつて亀裂を生じたりすることがある。また最終層ピーニングは接手の延性を害うおそれがある。これらのことから現在わが国の造船工作においてはピーニングは殆んど用いられていないが、中間層ピーニングにはかかる悪影響はないし、前述したように角変形はおもに中間層において発生するものであるから、厚板の溶接において変形防止のための中間層ピーニングを行うことは別段差支えないものと考えられる。よつてこの施工条件等について検討を行つてみる必要がある。

う。このほか大脚長の隅肉接手に対する大径棒の使用あるいはその自動化といったことも経済的には重要な問題である。構造の如何によつてはサブマージド・アーク溶接の使用も考えられないわけではない。

また二重張の溶接施工法にも問題があり、構造上二重張が広く用いられるようになった場合には相当大きな問題となる。二重張に関しては銲接施工に多くの問題があり、これが船体を使用する板厚の限界を定めるおもな要因の一つとなつてゐる。例えば船台上において銲接可能な銲径の最大値、大径銲の皿の形状、寸法等には未解決の部分が多いので検討を行う必要がある。

なお超大型船の建造について必ずしも不可欠のものとはいえないが、適当な型材がないため gunwale connection に隅肉接手（レ型接手）を採用するなど特殊な事情から強度上重要な部分に隅肉接手を採用しなければならぬことが起りうる。このような場合にはその施工法および非破壊検査法について検討を行うておくことが必要である。

### § 3 高張力鋼の採用

高張力鋼を構造物に使用して重量の軽減と材料の節約をはかり、特に輸送機関では自重を減じて積載量の増加と性能向上を狙うことは最近の世界的傾向であつて諸外国においては車輪、橋梁、ペンストック、ガスホルダー等に広く用いられている。船舶では艦艇用には相当広く用いられており、わが国でも防衛艦艇にはかなり広範囲に使用されるに至つてゐる。商船では鋼材の価格の問題から殆んど用いられていないが、大型船においてはその採用が技術的に有効な手段となり得るものと考えられる。すなわち超大型船においては軟鋼では著しく厚い板を要することになり場合によつては二重張り等の手段を取らざるを得ないこともあるが、高張力鋼を使用すればこのようなことがなく構造設計の自由度が増し、船体重量の軽減をはかることができる。したがつてその可能性を検討しておくことが必要である。

高張力鋼にはその種類、性能に種々のものがあるが、一般に硬化性が著しいものであるから、溶接性良好なる鋼種の選定、施工条件の確立などに関連して多くの問題がある。

高張力鋼は引張強さおよび降伏点を向上させるために適当な合金元素を少量加えた低合金鋼であつて、最も手軽に強度を高めるには炭素を増すことであるが、それとともに伸びが激減し、溶接熱影響部の硬化性が増大し、熔着金属割れやビード下亀裂を起しやすくなるなど溶接性が低下する。そこで溶接用高張力鋼には低炭素（C≤

0.18%）のものが用いられ、炭素の代りに Mn, Si, Cu, Ni, Cr, Mo, V, Ti などの元素が添加される。

一般的にいつて引張強さ  $52 \text{ kg/mm}^2$  程度のものは軟鋼の延長ともいえる Mn-Si 系のもので間に合うが、 $60 \text{ kg/mm}^2$  あるいはそれ以上になると、V, Ni, Cr, Ti, 等を添加したいいわゆる Vanity 系のものなどに行ふことが必要で、価格も高価になつてくる。

高張力鋼の性能向上には上記の如く合金成分によることが多いが、これに熱処理を併用することによつてさらに高性能のものを作ることができる。ドイツの HSB 鋼は圧延時の温度を調整して特に降伏点の高い材料を与えようとしたものであり、焼入れ、焼もどしによつても高性能の鋼材がえられる。例えば  $52 \text{ kg/mm}^2$  高張力鋼級の Mn-Si 系高張力鋼について水焼入を行つたのち  $600 \sim 650^\circ\text{C}$  に焼もどしすると引張強さ  $60 \text{ kg/mm}^2$  以上、降伏点  $50 \text{ kg/mm}^2$  以上の特に降伏点の高い材料が得られる。このような調質鋼においては合金成分が少い関係上溶接性が良好であるので有望視されている。しかしかかる鋼材では熱を加えると機械的性質が低下するから熱間加工を行うことが甚だ困難となる。また溶接部の近傍には軟化した組織があらわれるが、その強度におよぼす影響についても検討を行う必要がある。

### § 4 厚板溶接構造物の脆性破壊

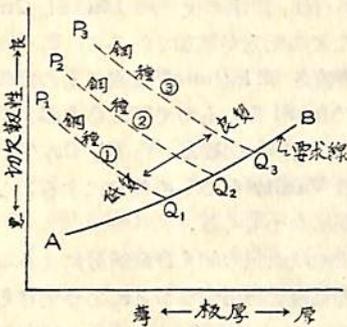
超大型船において材料の選択、溶接施工上に関連して最も重要なことは脆性破壊の防止問題である。脆性破壊は瞬時に船体が真二つになることすらあつて瞬間的に大きな事故をひき起すという点からして極めて重大なものであるが、厚板を用いた超大型船においては次に示すような理由から脆性破壊の危険が増大する。

(1) 厚板においては応力の 3 軸性がまし脆性破壊を生じやすくなる。(厚板ほど severe な要求をする必要がある)。

(2) これに対し厚板では圧延比が少くなることなどから鋼材そのものの性質が低下する。

この二つの効果が重畳される結果厚板を用いる超大型船では脆性破壊の危険がより小型の船舶より遙かに大きく、使用鋼材の厚さにこの点から限界がでてくる公算が大きい。

この状況を概念的にあらわすと第 3 図の如くである。図において実線 AB は各板厚について使用鋼材に対して要求すべき値を示し、 $P_1Q_1$ ,  $P_2Q_2$ ,  $P_3Q_3$  はそれぞれ ①, ②, ③の鋼種について板厚と靱性との関係を示している(概念的には①がリムド鋼, ②がキルド鋼, ③は焼準したキルド鋼と考えてもよい)。上述したように厚板



第3図 板厚と切欠靱性との関係(概念図)

では脆性破壊の危険がますます要求線 AB は右上りの曲線となる。また鋼材の靱性は板厚の増加とともに低下するから  $P_1Q_1$ ,  $P_2Q_2$ ,  $P_3Q_3$  は右下りの曲線となる。したがって厚板になるほど

①→③とより良質の鋼材を使用しなければならなくなる。

さて超大型船に使用する鋼材について検討するに当たり各鋼種について  $P_1Q_1$  等の曲線を求めることは大して面倒でないが、問題は超大型船に対して要求線 AB を如何に設定するかということにある。

ここで従来からの状況を振りかえつてみると、シャルビあるいはテーパー試験等によるある種の基準が使用されている。しかしこれらは船体における脆性破壊時の応力状態などに関する認識に基づいて定められたものではなく、小型試験においてどの程度の性質を示した鋼材では実際に損傷が起きており、どの程度以上であれば脆性破壊を生ずる可能性が小さいといった工合に小型試験結果と事故統計との比較検討を基礎にして定めたもので、図の要求線 AB は経験的に仮りに定められているに過ぎない。したがって現在までに航海の実績のある船に用いられる板厚に対しては以上のような方法によつても何とか材料の判定が出来るが、超大型船のごとく経験のないものについては何等か別の方法で基準を定めなければならないわけである。

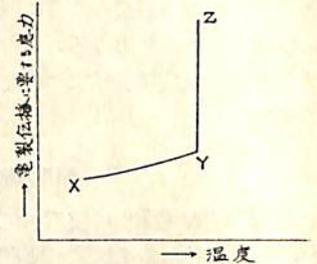
この基準線の設定の問題については最近盛んに研究されている脆性破壊の伝播に関する実験によつて一応の目安がえられるのではないかと考えられているが、これは脆性破壊に関する次のような基礎的な事項についての検討が基本となつている。

すなわち切欠靱性に関する研究では切欠のついた試験片がひろく用いられているが、かかる試験片では一般に平均応力が降伏点程度の高い値に達しないと破断を生じない。これに対し実際の構造物ではこのような高い応力は設計上作用せずこれより相当低い応力下(例えば  $7 \text{ kg/mm}^2$  程度)で破壊がおきている。試験片と構造物の破壊の間にこのような大差の存在する理由を明らかにすることは脆性破壊伝播の本質を解明するうえに極めて重

要なものであつて各方面で盛んに研究が行われたのであるが、その結果脆性破壊の発生にはかなり高い応力を要することが明らかになつた。こうした問題について大きな貢献をしたのは Robertson の実験で、その後 Feely 等は S.O.D. test を提案し、広範な実験を行つている。またわが国では二段引張試験が東大で研究されている。

紙数の関係もあるのでこの問題について詳述することは出来ないが、この種の実験によつてえられる結果を要約すると以下のごとくである。すなわち脆性破壊が伝播するためには温度がある値より低く、かつ応力がある値より高くなければならない。この状況を概念的に表わすと第4図の如くて荷重と温度との組合せが図の曲線 XYZ の左上の領域になれば脆性破壊は伝播しない。

この場合限界になる温度および応力の値は鋼種によつて勿論異なるが、これらの値は実船においてあらわれうる温度(例えば  $-10^\circ\text{C}$ )と応力(例えば  $10 \text{ kg/mm}^2$ )の値にかなり近いものであつて前述の試験片と実物との間の相違という疑問に関しかなりはつきりした解答を与えるものである。例えば第4図において実船で遭遇すると予想される最低温度ならびに最高応力の組合せが XYZ の左側にくるような状態であれば脆性破壊の危険があると解釈されるわけである。よつてこのような実験をもとにして第3図に示した要求線 AB を推定することがある程度可能であると考えられる。かかる見地から厚板に対する大掛りな S.O.D. 試験および二段引張試験が計画されている。なおこの場合商用鋼について一々かかる大規模な試験を行うことは出来ないからかかる試験の結果を小型試験から推定するための研究を併行的に行う必要がある。



第4図 亀裂伝播に要する応力(概念図)

ききに自動溶接に関係して熔着金属の靱性低下の問題のあることをのべたが熔着金属の靱性として如何なる値を要求すべきかという点についても鋼材の場合と同様明らかにされていない。したがつてこの問題についても早急に研究を行う必要がある。鋼材における脆性破壊の伝播の問題が最近ようやく少しずつ明らかになつてきた状態であるから、ただちに溶接々手の安全性の問題について解決をみる事が出来るとは考えられないが、いずれは解明されるようになるものと思われる。

この場合横縁と縦縁とでは熔着金属の影響がかなり異なることが考えられる。すなわち横縁については熔着金属あるいは熱影響部のある長さに亘って亀裂が進展しうるわけにかかる部分の特性が直接作用する可能性がある。一方縦縁の場合は亀裂は熔接線を横切つて進展するから横縁の場合とは異つた影響を与えるものと思われる。例えば良質の鋼材の中に一部低質の熔着金属が入っているときにこれが如何なる影響を与えるかということが当然問題となる。またこの場合には以下にのべる残留応力の影響の問題と関連し、脆性亀裂の発生という見地からの検討も必要となる可能性がある。

脆性破壊の伝播に関して残留応力がどのような影響をおよぼすかということも研究を要する問題である。構造物が脆性破壊をするときには残留応力は殆んど影響を与えないことが明らかになっているが、脆性破壊に対しては悪影響をもつおそれがある。例えば建造法を甚だしく誤つたため甲板に広範囲に拘束応力を残留するような場合これが破壊の伝播時に悪影響を与えることは充分予想されるのであるが、熔接部に残留している高い引張応力は以下にのべるごとく脆性亀裂の発生と進展に複雑な影響を与えることがありと考えられる。

前述したごとく脆性破壊は低い応力下でも伝播しうるが、これが進展を開始するにはかなり高い応力を要するわけで、学問的にはなぜ構造物において低い外的応力下で亀裂が発生しこれが大きな破壊にまで成長して行くかということが基本的に重要な問題である。これには多くの問題があるが、残留応力もその一つの原因をなしていると考えられる。例えば熔接部の近傍の高い引張応力の存在している部分に熔接欠陥等の切欠がある場合を考えると、構造物全体としてうける応力は低くても残留応力の存在のため切欠の附近の応力は高くなり亀裂が発生しかつ伝播するというケースが起りうるものと想像される。

このような現象のおこる可能性は英国で最近行われた実験からもある程度説明することができる。すなわち第5図のごとく亀裂を内蔵した熔接々手について温度をかえて引張試験を行うと、低温では少しの外的荷重でその亀裂は進展するが外部の応力が低いため亀裂は少し進展しただけで停止してしまう。そして一旦停止した亀裂が再び進展するためには降伏点程度の高い応力が必要であつて結局接手の破断強度は降伏点よりやや高いものとなる。また高温では脆性破壊をするから初期亀裂の進展という現象はあらわれず、降伏点以上の応力に達しないと破断を生じない。

これに対してある温度範囲においてはある荷重に達しないと初期亀裂は成長しないが、一旦成長すると外部の応力が高くなつているため亀裂は停止せず瞬時に試験片全体が降伏点以下の低い外的応力下で破断する。

このような考察からすると高い残留応力が存在する部分に欠陥がある場合には低い外的応力下においても

脆性破壊が発生しかつ進展しうるものと考えられるが、かかる現象が如何なる機構により如何なる材料ならびに応力状態の時に発生するかは未だ明らかになつていない。例えば上述の英国における実験では低応力下で破断を生じたのはただ一例に過ぎず、この現象の説明もはつきりつけられていない。

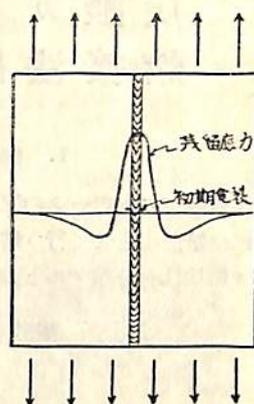
以上述べた如く、脆性破壊に関しては鋼材そのもの相のほかにも熔接々手としても数多くの問題があり、今後における研究の発展が望まれる。

## §5 非破壊検査

超厚板の熔接々手においては非破壊検査技術上にも種々の問題がある。すなわち船体における熔接々手の検査にはX線検査がひろく用いられているが、現在船上で使用されている可搬式のものでは電圧も余り高くないため40~50mm厚板の現場接手の検査に際して鮮明な欠陥像を迅速に得ようとするためには不十分であつて、これに改良進歩を加える必要がある。このためには高電圧の可搬装置の試作、増感紙の工夫などもあるが、可搬式β-tron, Van de Graaf 電子加速装置、あるいは放射性同位元素の使用等も考慮してみることが必要であらう。

隅肉熔接は一般に放射線透過検査を行うことが困難であるとともに、船体構造においては隅肉接手は強度上主要でないので隅肉接手の放射は行われていない。しかし前述のレ型熔接の場合のように構造上重要な箇所に隅肉熔接を採用した際には非破壊検査を行うことが必要となる。したがつて隅肉接手の非破壊検査技術というものを確立しておくことが望ましい。

現在の段階では非破壊検査は熔接完了後に行つていますが、厚板熔接においては接手完成後に非破壊検査を行うと欠陥があつた場合その補修に多大の工数を要するだけ



第5図 初期亀裂をもつ接手の引張

# 炭酸ガス関口線材アーク 熔接法概説

関口 春次郎  
名古屋大学教授・工学博士

## 1. 緒 言

炭酸ガスをアークの周囲および熔融金属プールの近傍に供給流出させて行う熔接法すなわち炭酸ガス被包アーク熔接法を分類すると、第1表のようである。そして消

第1表 炭酸ガス被包アーク熔接法

1. 炭酸ガス被包消耗電極アーク熔接法 (炭酸ガス被包アーク・スポット熔接法をも含む)	1.1 普通熔接法	被包ガス：炭酸ガス
	1.2 炭酸ガス関口線材アーク熔接法	被包ガス：炭酸ガスまたはこれに酸素を添加した混合ガス 鋼線材：「熔接用鋼線材についての関口提案」によるもの
2. 炭酸ガス被包非消耗電極アーク熔接法	2.1 炭素アーク法	被包ガス：炭酸ガス 電 極：炭素電極
	2.2 タングステン・アーク法 (TIG 法)	ノズル：二重ノズル 被包ガス：アルゴンおよび炭酸ガス

耗電極を用いる方法中、被包ガスとして炭酸ガスまたはこれに酸素を添加した混合ガスを用い、鋼線材としていわゆる「関口線材」を用いる方法が、炭酸ガス関口線材アーク熔接法 (CO<sub>2</sub>-Sekiguchi Arc Welding Process) である。

本法によれば、機械的性質良好で緻密な熔着部が得られ、作業能率は高く熔接費は著しく低廉である。なお熔接部の水素吸収が極めて微量であることが特徴である。従って実用化が急速に進展している。

この概説では、本法についての概略を述べたい。詳細は私が既に公にした諸文献<sup>1)~4)</sup>について吟味あるいは理解されたい。

## 2 本法創始の着想

私は昭和10年(1935年)前後の約5ヶ年間に亘って、軟鋼用被覆アーク熔接棒の研究を行った。そして従来のアーク熔接棒の心線が、他の諸元素含量の少い極軟鋼線であることを不思議を感じた。その後軟鋼用ガス熔接棒についても研究したが、従来のものはこれまた他元

素含量の少い極軟鋼線であることに疑問を持った。そして酸素との親和力が鉄よりも大きい元素例えばマンガンや珪素を、心線またはガス熔接棒あるいはその他の熔接用鋼線材中に含ませて置くことが、適当であろうと主張した。そしてこれを国の内外で公表した<sup>2,3,4)</sup>。

しかしこの主張はアーク熔接方面で未だ充分に受け入れられていない。けれどもガス熔接方面では次第に認められ、今日では DM 型として実用されていることは、熔接界の大抵の人々が御承知のことと思う。私は欧米に渡航したとき、到る処でこの主張を繰り返したのであるが、スイスやアメリカでは特に耳を傾けて戴き、悦んだものである。その後もガス熔接棒の研究をして、いよいよ自説に確信を得たのであった<sup>5)</sup>。

アメリカの熔接学会誌に掲載した私の主張<sup>6)</sup>は、その後アメリカで時々引用されているのであるが、鋼の潜弧熔接およびシグマ熔接には、私のその主張が事実役立つ<sup>7)</sup>。

私は数年前、年来の主張を何とかして大仕掛にアーク熔接に活用できぬものかと考えた。非鉄金属へのシグマ熔接法が我が国に輸入されて間もない頃であった。

炭酸ガスはアルゴンガスに較べて著しく廉価である。これをアークの周囲に送って大気を排除し、熔接を具合よく行うことができれば、その利得は大したものである。こんなことは誰でも一寸考えられるのであつて、アメリカでは既に1890年に考えた人があつた。日本でも試験した人がいる。しかしこのままではうまくゆかない。

炭酸ガスは熔融鋼に対し不活性ではなく、酸化性であるからである。そこで私は考えた、「この酸化性によつて熔融鋼中に生ずる酸化鉄 (FeO) を還元するような元素いい換えると脱酸性元素を、裸鋼線材中に合金させて置き、これを炭酸ガス被包アーク熔接に使えば酸化鉄は減じ、凝固に際しての残留熔融鉄中における一酸化炭素 (CO) の発生は少くなり、熔着部は緻密になろう」と。

これは要するに、私が長く主張して来た考えが、また頭をもたげて来たに過ぎない。そしてここまで来て「炭酸ガス関口線材アーク熔接法」の構想<sup>7-9)</sup>がまとまつた。それは次の通りである。

1) アークの周囲またはその近傍に、炭酸ガスまたはこれを主とする混合ガス例えば炭酸ガスと酸素との

混合ガスを送給する。

ロ) 電極材兼充填材として、脱酸性元素の適量を含む鋼線材(俗に関口線材といわれている)を用いる。

かくすると、大気中の酸素や窒素がアークおよび熔融金属プール附近から排除されるので、これらの害を避けることができる。フラックスを用いないから、雰囲気中に水分が入って来る源が殆んどない。結局窒素も水素も熔着部には殆んど入らない。酸素も入らないと簡単に申したい処だが、これには特に説明を要する。前述した通り炭酸ガスそのものは高温では解離し、 $\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{O}_2$ 、酸素が遊離するので酸化性である。

1890年以降人類がこの  $\text{CO}_2$  を使って失敗したのは、この事実によるのである。

脱酸性元素を含む鋼線材(関口線材)を用いると、熔融熔着鋼中でマンガンや珪素が作用して、

$\text{FeO} + \text{Mn} \rightarrow \text{MnO} + \text{Fe}$ ,  $\text{FeO} + \text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 + \text{Fe}$   
酸化鉄(FeO)を減じ、次式の反応は起り難く、従つて



この熔着鋼中に一酸化炭素(CO)による気孔が生ずる機会が減るかあるいは無くなるのである。

私は鋼線材に含ませる脱酸性元素の種類および含量に注意を払えば、関口線材を用いて炭酸ガス被包金属アーク熔接法が可能なことを、予想することができた。

### 3. 予想の実現および研究の意外な進展

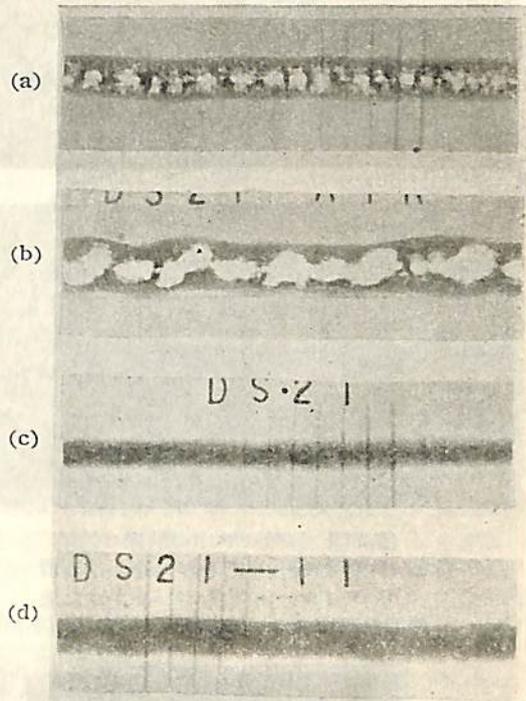
マンガンおよび珪素を種々の割合に含む鋼線材多数を試作した<sup>7,8</sup>。そしてシグマ熔接用ヘッドおよびトラベラーと容量 500 A セレン整流定電圧直流 熔接機とを採用し、この試作鋼線材を用いて、炭酸ガス被包アーク熔接を行った。また特に試作した熔接用ヘッド、トラベラーおよび上昇特性の直流熔接機をも用い、この種鋼線材を使って炭酸ガス被包アーク熔接を行った結果、極めて良好な熔接部が得られることを知った<sup>7,8,9</sup>。しかしスパッターがやや多く、熔着現象は良好とはいえない難い状況であった。

その後被包ガスとして炭酸ガスに故意に酸素を加え、更に鋼線材の組成についても改良して、上記と同様の試験を行つてみたところ、意外にも電弧熔着状況は著しく良好となり、スパッターは著しく少くなった。また少量生ずるスラッグはビード表面から容易に剝離し、ビード外観も良好となった。なおアークおよびその近傍を被包するため送給するガス中の添加酸素の割合を加減することによって、熔着鋼の機械的性質を、ある範囲内で調節できることが解つた<sup>7,8</sup>。これによって自働熔接または半自働熔接は著しく容易となつた。

これらの方法を、私は炭酸ガス関口線材アーク熔接法( $\text{CO}_2$ -Sekiguchi Arc Welding Process)あるいは略して炭関アーク熔接法(C.S. Arc Welding Process)と呼んでいる。そしてこれを国の内外で公表している次第である<sup>7,8</sup>。

ここには実験結果の数例を紹介するにとどめよう。

第1図は突合熔接部の X 線透過写真を示す。従来一



第1図 厚さ 6mm リムド鋼板の I 型突合熔接部(シングル・パス)の X 線透過写真

- (a) 普通の熔接用鋼線材を用い、 $\text{CO}_2$  被包中で熔接
- (b) DS 型鋼線材を用い、空気中で熔接
- (c) DS 型鋼線材を用い、 $\text{CO}_2$  被包中で熔接
- (d) DS 型鋼線材を用い、 $\text{CO}_2$ - $\text{O}_2$  混合ガス被包中で熔接

備考: 透過写真を 2分の1に縮尺し撮影した写真

般に使用されている鋼用被覆熔接棒の鋼心線や普通の鋼用ガス熔接棒のような鋼線材を用いては、炭酸ガスでアークおよびその近傍を被包するも、(a)の如く熔接部は孔だらけである。また私が永く主張して来た鋼線材すなわち関口線材の一種(DS型)を使用するも、適当な被包ガスを用いず大気中でアーク熔接しては、得られる熔接部は(b)の如く孔だらけである。しかるに適当な関口線材(DS型)を用い、被包ガスとして炭酸ガスを

採用するか、または炭酸ガスと酸素との混合ガスを用いる場合には、(c) または (d) の如く、熔接部に気孔はなく緻密である。

被包ガス中に適量の酸素を添加すると、ビード表面に生ずるスラッグは自然に剝離する傾向を示し、ブラッシュで容易に除去できる。第2図はこの状況を示している。

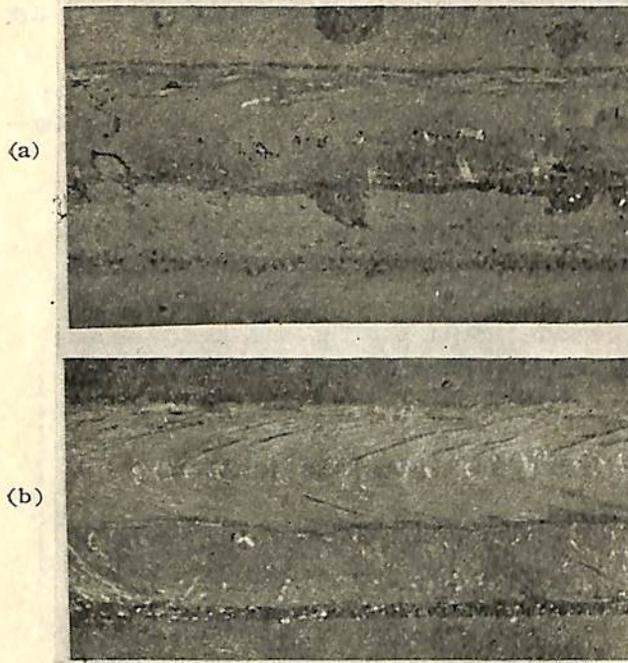
炭関アーク溶接法によるときは、一般に熔込みが良好である。第3図からこの状況が解る。

第2表および第4図には、従来のアーク溶接用普通鋼線材および関口線材中の DS 型線材の化学組成の実例が示してある。線材 O を用いて炭

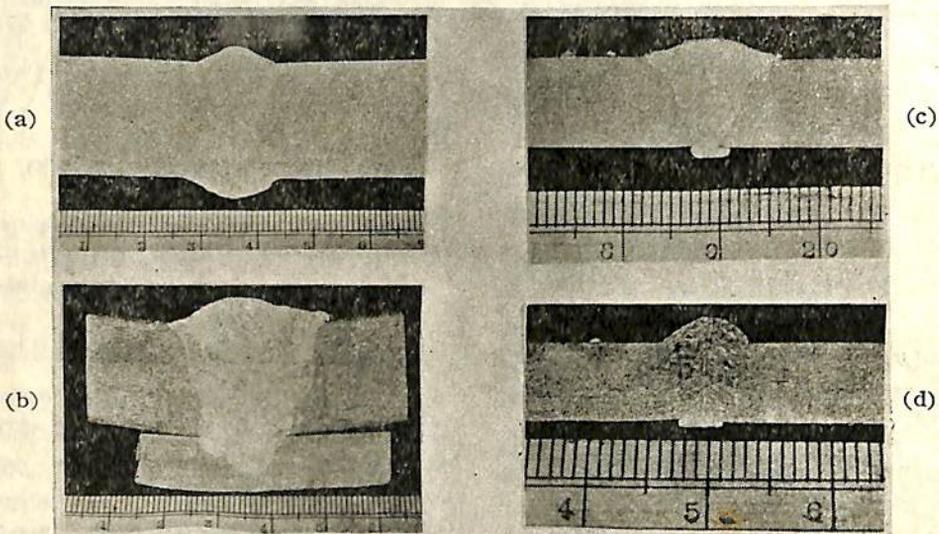
第2表 充填用鋼線材の化学成分

鋼線材	記号	化学成分 %			
		C	Si	Mn	Ti
アーク溶接用普通鋼線材	O	0.05	0.03	0.46	—
炭関アーク溶接用 DS 型鋼線材	DS1-X	0.04	0.59	1.64	0.21
	DS1-Y	0.06	0.75	1.78	0.19

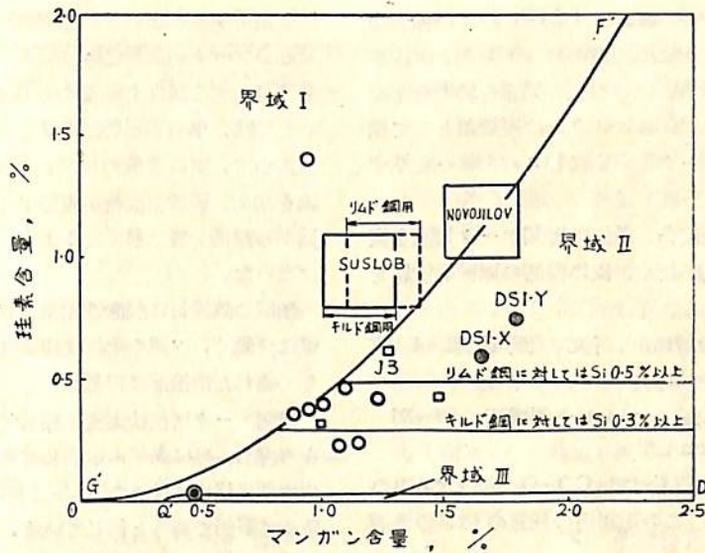
酸ガス被包アーク溶接すると、第1図 (a) の如く熔接部に気孔が多く満足な熔接部とはならない。DS 型鋼線材 DS1-X または DS1-Y のような線材を用いると、熔接部には気孔がなく、熔着鋼の機械的性質も良好である。第3表によりこれが明瞭である。なお被包ガスとして炭酸ガスを用いた場合と、炭酸ガスに酸素を添加した場合とでは、熔着鋼の機械的性質に差異がある。すなわち被包ガス中に酸素を添加することにより、熔着



第2図 送給ガス中の酸素の効果  
(a) ワイヤ・ブラッシュをかける前  
(b) ワイヤ・ブラッシュをかけた後  
生じた薄いスラッグは容易に除去される



第3図 炭関アーク溶接による接手のマクロ写真  
(a) 板厚 20 mm, I 型突合 2 パス溶接, 接手間隙 1 mm  
(b) 板厚 20 mm, V 型突合多層溶接, ルート間隙 10 mm  
(c) 板厚 9 mm, I 型突合 1 パス溶接, 接手間隙 1 mm  
(d) 板厚 6 mm, I 型突合 1 パス溶接, 接手間隙 0 mm



第4図 炭酸ガス被包金属アーク溶接法に用いられる鋼線材のマンガンおよび珪素含量 (関口, 益本)

備考1: 一線材の組成

◎: 従来の被覆アーク溶接棒心線の一例

●: DS型関口線材の数例

○: 米国の実例

□: 英国の実例

三つの矩形: ソ連の実例

備考2: 1510°Cの熔融鋼において

界域I内の点で表わされる熔融鋼からは脱酸生成物として、固態の無水珪酸(SiO<sub>2</sub>)が生ずる。  
 界域II内の点で表わされる熔融鋼からは脱酸生成物として、SiO<sub>2</sub>に不飽和のFeO-MnO-SiO<sub>2</sub>融液が生ずる。

界域III内の点で表わされる熔融鋼からは脱酸生成物として、FeO-MnO固溶体が生ずる。

曲線G'F'およびQ'D'はこれら界域の境界線である。

第3表 リムド鋼板をDS型鋼線材で炭関アーク溶接して得られた全熔着鋼の機械的性質

送給ガスおよび流量 ft <sup>3</sup> /h	充填用鋼線材	引張強さ kg/mm <sup>2</sup>	伸び %	シャルピー衝撃値 kgm/cm <sup>2</sup> , 20°C
CO <sub>2</sub> , 38	DS1-X	54.6	27.9	21.9
	DS1-Y	49.1	32.7	25.8
{ CO <sub>2</sub> , 29 O <sub>2</sub> , 11	DS1-X	46.3	33.0	19.5
	DS1-Y	43.6	36.3	20.1

備考: 母材鋼板厚さ 19 mm, V型突合溶接, (開先角度 60°, ルート間隔 10 mm), 引張試片の標点間距離 50 mm, 同直径 12.5 mm

鋼の引張強さを低下し, 伸びを大とすることができる。結局溶接部の機械的性質を調整できることは, 第3表で理解し得るであろう。

#### 4. 炭関アーク溶接用鋼線材の特徴

第4図は, 縦座標として珪素含量をとり, 横座標としてマンガン含量を図示したものである。図中の◎点を

除く他の諸点は, CO<sub>2</sub>被包アーク溶接用として諸国で使用されあるいは文献に現われている鋼線材の化学組成を示している<sup>9)</sup>。また図中の三つの矩形は, ソ連で発表された鋼線材の化学組成範囲を示す。

私は先年「溶接用鋼線材についての新提案」を国の内外で公表し<sup>2,3,4)</sup>、曲線G'F'と曲線Q'D'との間の界域すなわち界域II内の点で表わされる組成の鋼線材を溶接用に供すると、清浄な熔着鋼が得られること、また溶接に際して熔融熔着鋼中に侵入する酸素が多い場合ほど、鋼線材の組成点を界域II内で右上方に位置させることが、気孔生成防止の観点から重要なことを力説して置いた<sup>2,3,4)</sup>。鋼線材の組成点を界域II内に制限しているのは、この界域内に組成点を有する熔融鋼が酸化雰囲気に触れて生ずる脱酸生成物は、SiO<sub>2</sub>に不飽和のFeO-MnO-SiO<sub>2</sub>融液で、熔融鋼より分離し易く、清浄な凝固鋼を期待できるからである。

私はこの見地に立つて、炭関アーク溶接用鋼線材(DS

型)を研究した。DS1-X および DS1-Y はこの種実用鋼線材の例である。なおこの程度のマンガンおよび珪素を含み、更にチタンあるいはその他の元素を特に含ませた鋼線材も、実用されている。チタンは脱酸剤として働くのみでなく、またアークを安定にしスパッターを減ずる。

この程度の鋼線材を用い、軟鋼の炭関アーク熔接を実施すると、清浄で気孔がなく、次の程度の機械的性質を有する熔着鋼が得られる。

引張強さ: 44~51 kg/mm<sup>2</sup>, 伸び (標点距離=4×直径): 26~35%,

断面収縮率: 61~71%, シャルピー衝撃値: 16~26 kgm/cm<sup>2</sup>,

そして被包ガスとして送給する CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> 混合ガス中の O<sub>2</sub> の割合を変ずれば、この範囲内の任意の強さの熔着部を与え得る。

なおこの上限以上の引張強さを有する熔着部を得るには、DS1 に更に合金元素を添加した鋼線材を使用すれば、容易に目的を達成できる。そして高張力鋼の炭関アーク熔接は容易である。

私達の実験によると、一般にキルド鋼、セミキルド鋼の熔接には 0.3% 以上の珪素を含み更に適量のマンガンを含む鋼線材を用いれば、気孔のない熔着鋼が得られる。そしてリムド鋼熔接には 0.5% 以上の珪素および適量のマンガンを含む線材が、必要である。炭関アーク熔接法では、これを基準としている。尤もこれらのすべての鋼に適用し得る鋼線材としては、DS1-X, DS1-Y 程度のもが宜しいと考えられる。

ソ連の Novojilov および Suslob 等は、炭酸ガス被包アーク熔接用として、第 4 図中に示した矩形範囲内の組成の線材がよいと述べているが、これらの組成は曲線 G'F' の上方に在り、熔融凝固に際し固態の無水珪酸 (SiO<sub>2</sub>) が生じ、これが凝固鋼に含まれるに至り、清浄な熔着鋼は得られないはずである。それ故私はこれらは適当組成ではないと考えている。

アメリカでは、第 4 図中の ○ 点で示されている鋼線材が、CO<sub>2</sub> 被包アーク熔接用として文献に現われ、使用されているようである。そしてこれらではリムド鋼を満足に熔接できないと報ぜられている。これは私の前述したところと一致している。すなわち米国で使われている鋼線材は、CO<sub>2</sub> 被包アーク熔接用としては、脱酸性元素が不足である。

英国では □ 点で示される組成の鋼線材を用いた実験報告がある。そして J 3 を用いて得られた熔着鋼は、衝撃値および伸びが不充分的由である。

私達の実験によると、珪素含量のみ高い鋼線材を用いると、アークが荒れてスパッターが多く、気孔も却て多く発生する傾向すら認められる。充填線材の組成としては、単に必要な珪素量を含ませただけでは不満足であつて、更に適量のマンガンおよびその他の脱酸性元素を加え、脱酸生成物が固態でなく液状を呈し、熔融金属から浮揚分離し易くなるよう、冶金学的考慮を払わねばならない。

米国の鋼線材は脱酸性元素含量が不足で、緻密な熔着鋼は得難く、ソ連のそれは珪素含量が高過ぎて、清浄にして優れた熔接部は得難い。

炭関アーク熔接法実施に際しては、被包ガスの酸化性を考慮し、私は先年来主張して来た提案に基づく鋼線材中の適当組成すなわち DS 型の線材を使用することが極めて妥当であると信じている。そしてこの種鋼線材は炭酸ガス被包アーク熔接用として、世界的に優秀なものと断定して差しつかないであろう。

## 5. 本法による熔着鋼の超低水素含量

鋼材をイルメナイト系被覆棒でアーク熔接する場合には、熔接部に水素が比較的多く含まれる。これは被覆剤中に水分が吸収または吸着されあるいは結晶水として含まれていて、使用に際しアークの近傍で水蒸気となり、アークおよび熔融金属プール附近の雰囲気中に、これが存するに至るからである。そしてアーク雰囲気中の水蒸気の濃度 (体積百分率) が大きいほど、熔着鋼中の水分含量は多いといわれている。

熔着鋼または熔接変質部の水素含量が多いほど、他の諸因子と相俟つて、線状組織や銀点が生じ易く、また亀裂も発生し易い傾向にある。

自硬性のやや大きい構造用鋼の熔接には、水素含量の少ない熔接部を生ずるような熔接法を採用することが望ましいと考えられている。そこで近年この目的で低水素型熔接棒が出現し、努めて使用されるようになって来た。しかし熔接棒としての使用性は、一般に良好とはいえない。兎に角これによる熔着鋼の水素含量は第 4 表<sup>8)</sup>に示す通り、イルメナイト型熔接棒による場合の約 10 分の 1 程度である。これは一般に被覆剤中に炭酸塩を含み、使用に際しアーク近傍でこれが分解して炭酸ガスが発生し、水蒸気の百分率を低下することが主因であると考えられる。

潜弧熔接法による場合の水素含量は、同表に示す如く更に低い。これは粒状フラックスすなわちユニオンメルトは一度熔融した後凝固し、粉碎されたもので、水分含量が少いからであろう。アルゴン・ガスでアークを被包し消耗電極として裸鋼線材を用いて熔接する場合には、

第4表 種々の熔接法による熔着鋼の水素含量

熔接法	熔接直後48時間に45°Cのグリセリン中で、捕集した水素 cm <sup>3</sup> /100 g	800°Cの真空中で捕集した水素* cm <sup>3</sup> /100 g
イルメナイト型熔接棒によるアーク熔接	21.9	10.0
低水素型熔接棒によるアーク熔接	3.15	1.1
潜弧熔接	2.71	—
アルゴン被包金属アーク熔接	0.67	1.9
炭関アーク熔接	0.05	0.5
乾燥処理を行った被包ガスによる炭関アーク熔接	0.00	—

\* 引張試験片の端部を切り取り試料とした。

熔着鋼の水素含量が一層低いことは、第4表で明かである。これは裸線材を用い、水分を保有する被覆剤が用いられないからであろう。しかしアルゴン・ガス中に水素が含まれ勝たためであろうか、なお水素がある程度熔着鋼に含まれる傾向にある。

しかるに炭酸ガス関口線材アーク熔接によつて得られる熔着鋼の水素含量は、0.03 cm<sup>3</sup>/100 g 程度である。イルメナイト型熔接棒による場合の約1000の1、低水素型熔接棒による熔接または潜弧熔接による場合の約100分の1、アルゴン被包金属アーク熔接による場合の約20分の1に過ぎない。また炭関アーク熔接法実施に際し、使用する炭酸ガスまたは炭酸ガスと酸素との混合ガスを特に乾かし湿分を除去すると、第4表に示す通り0.00 cm<sup>3</sup>/100 g であり、小数点以下2桁には有効数字が現われていないほどである。

第5表 炭酸ガスの露点と熔着鋼の水素含量

記号	炭酸ガス		熔接直後48時間に45°Cのグリセリン中で、熔着鋼から捕集した水素 cm <sup>3</sup> /100 g <sup>#</sup>	引張試験片の破面に現われる銀点の発生頻度	
	日本工業規格種*	露点 °C			水分重量%
A	—	-0.5	—	4/4	
B	—	-2.8	—	4/4	
C	—	-5	—	0/4	
D	第1種	-16	0.082	0.03	0/4
E	第2種	-30	0.027	0.03	0/4
F	第3種	-47	0.005	0.03	0/4

備考: \* 日本工業規格, JIS (K 1106), 3種の炭酸ガスに対する水分の最大許容量は次の通りである。第1種: 規定していない, 第2種: 0.05% (重量), 第3種: 0.005% (重量)

# 3つの測定値の平均

かくして炭関アーク熔接法の重大な特長の一つは、得られる熔着鋼が超低水素含量を示すことである。尤もこの特長を確保するには、使用する炭酸ガスの水分含量が、一定値以下でなければならない。

第5表<sup>9)</sup>には、この実例を示している。すなわち炭酸ガスの露点が高い、換言すれば水分含量が少ければ、熔着鋼中の水素含量は低く、引張試験片には銀点は現われないことが解る。水素含量を 0.03 cm<sup>3</sup>/100 g 程度に制限するには、日本工業規格の2種または3種炭酸ガスを使うことが安全である。1種炭酸ガスでもよい場合もあるが、1種品については許容水分含量が規定されていないので、第5表の A, B または C のような炭酸ガスも1種品として取扱われるので熔着鋼水素含量の低値を確保できないからである。

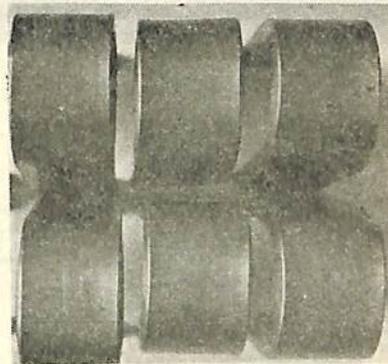
## 6. 本法特長の総括

本法の主な特長を総括すると次の如くである。

- (i) 熔込みが深い。
- (ii) 熔着鋼の水素含量は、他の熔接法による場合に較べ著しく低い。そして全熔着鋼引張試験片の破断面には、銀点は現われない。
- (iii) 熔着鋼は極めて健全で、気孔は殆んど存しない。
- (iv) 一般に熔着鋼の伸びおよび衝撃値は高い。そして適量の脱酸剤を含む充填線材を選び、かつ炭酸ガスに



(a)

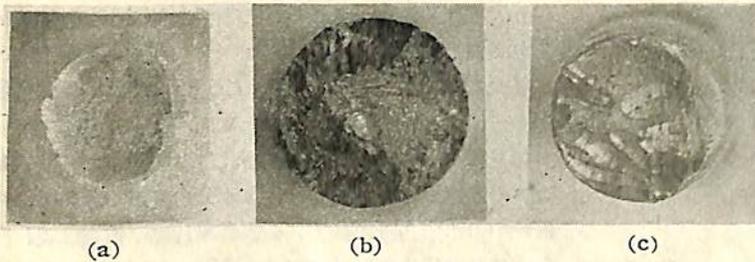


(b)

第5図 炭関アーク熔接部の機械的試験片

(a) 全熔着鋼引張試験片、優れた伸びと絞りを示す。

(b) 厚さ 10 mm リムド鋼板熔接部の曲げ試験片、上は表曲げ、下は裏曲げを示す。



第6図 同一鋼線材を用い、V型溶接して得られた全熔着鋼引張試験片の破断面

- (a) 炭関アーク溶接した場合、欠陥なし。
- (b) 空气中で裸棒でアーク溶接した場合、気孔が多く認められる。
- (c) アルゴン・アーク溶接した場合、銀点と気孔が現われている。

添加する酸素の割合を調節すれば、ある範囲内のほぼ任意の引張強さを有する熔着鋼を得ることができる。第5図には、本法によつて溶接して得られた熔着鋼引張試験片および溶接部曲げ試験片が示されている。また第6図には、同じ充填線材を用い、異なる溶接方法で得られた全熔着鋼試験片の破断面が、比較されている。炭関アーク溶接法による試験片には、同図(a)の如く何等の欠陥も認められない。しかし裸棒によるアーク溶接またはアルゴン被包消耗電極アーク溶接によるとき

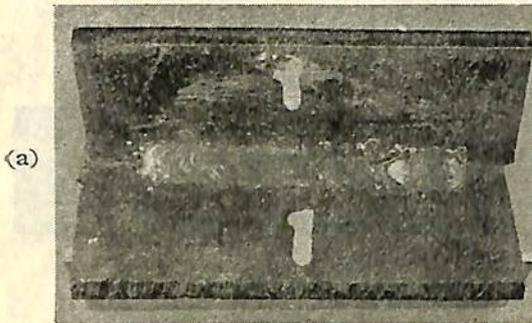
は、それぞれ同図(b)および(c)の如く、気孔または気孔および銀点が現われ勝である。

なお本法には次のような多くの特徴がある。

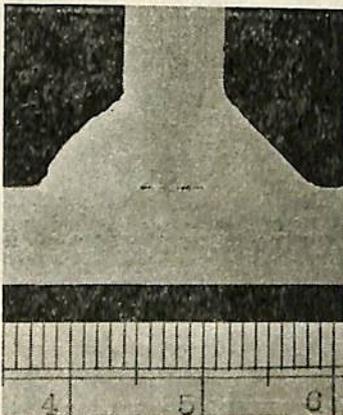
- (1) 本法は一般に自動的あるいは半自動的に実施される。なお手動溶接としても実施できる。
- (2) この方法で下向溶接、水平隅肉溶接および立向または横向溶接ができる。第7図は水平隅肉の外観(a)およびその横断面の肉眼写真(b)

を示している。この肉眼写真によつても、熔込みの深いことが解る。

- (3) 本法による場合は、潜弧ではなく可視アークである。従つてアークを精密に所望の線に沿つて導くことができ、正しい位置に熔着させ得るのである。
- (4) 溶接すべき母材金属に応じ、適量の脱酸剤を含む鋼線材を用いることができる。そこで低合金鋼、キルド鋼、セミキルド鋼およびリムド鋼をこの方法で溶接できる。
- (5) 母材の溶接すべき局部に、スケールすなわち酸化物が付いていると、気孔が発生しやすいが、本法はこのスケールに敏感ではない。従つてある程度の錆またはスケールの付いた鋼板を、この方法で隅肉溶接することができる。
- (6) 閉じた容器を溶接する場合、被覆棒によるアーク溶接法、あるいは潜弧溶接法を採用できないことがある。これはスラッグあるいはフラックスが接手の近傍に分散し、種々の支障を来たすことを恐れてである。しかるに炭関アーク溶接法は、かような場合にも採用できる。フラックスは用いられず、生ずるスラッグは極めて少量に過ぎないからである。
- (7) 被覆棒によるアーク溶接および潜弧溶接の場合には、溶接後接手近傍を清掃せねばならない。しかし炭関アーク溶接法では、前記の諸法に較べこの清掃が甚だ容易であるか、あるいは清掃の必要がないことすらある。
- (8) シグマ接溶法すなわち不活性ガス被包消耗電極アーク溶接法を採用する場合、アルゴンまたはヘリウムのガス費は著しく高い。また潜弧溶接に用いられる粒状フラックスの費用もかなり大きい。しかるに炭関アーク溶接法で採用される炭酸ガスまたは炭酸ガスと酸素との混合ガスの費用は著しく低廉である。
- (9) この方法では高い電流密度を採用できる。そして熔



(a)



(b)

第7図 半自動式炭関アーク溶接によるT型水平隅肉の外観および横断面のマイクロ写真

備考: 板厚 8 mm

着速度は大きい。従つて 熔接作業を速かに実施できる。

(10) かくして炭関アーク熔接法による 熔接費は、他の諸法のそれに較べ著しく低廉である。

### 7. 熔接時の衛生

前節では炭関アーク熔接法の特長を列挙したが、本節では本法実施の際の衛生上の問題に触れてみたい。

(i) 潜弧熔接法では、アークは粒状フラックス内で保持されるので、輻射線が外にもれることは稀である。従つてこのための支障は少い。しかるに本法では、アークは透明なガスで被包されているに過ぎない。そこで潜弧熔接の場合には問題とならない輻射線に対して、この場合には作業者は眼を保護せねばならない。また炭関アーク熔接法では、被覆棒によるアーク熔接の場合より作業場に射出する輻射線が強いような感がする。

従つて本法実施に当つては、ハンドシールドまたはヘルメットに附する色硝子の色および濃さを吟味して、適当なものを使うことが望ましい。

(ii) 送給ガスおよびその分解生成ガス

本法では、アークおよび熔融金属プールを被包する目的で、炭酸ガスを送給するかあるいは炭酸ガスと酸素との混合ガスを送給する。

炭酸ガスのみを送給する場合、アークの近傍は極めて高温であるから、次式は右方に進行して一酸化炭素



(CO) と酸素 (O<sub>2</sub>) とを生ずる。そしてこの O<sub>2</sub> は移行中または熔着した熔融鋼に作用し、FeO, MnO および SiO<sub>2</sub> 等の酸化物を生じ、スラッグとなつて浮揚分離し、熔融鋼の表面を蔽うに至る。従つてアーク雰囲気中では CO ガスは過剰となる傾向にある。尤もこのアーク雰囲気を圍繞する大気中には、多量の酸素がある。そこでアーク附近から CO が次第に離れ大気中に拡散しようとすると、これは大気の酸素によつて酸化される、すなわち燃焼して CO<sub>2</sub> となる。アーク雰囲気中に残存した当量の CO と O<sub>2</sub> とが、温度の降下につれ結合して CO<sub>2</sub> となる、すなわち上式の反応が左方に進行し常温では殆んど CO<sub>2</sub> に戻ることもいうまでもない。

しかし極めて少量の CO は大気中に拡散し残存するかも知れない。そこで私は協力者と共にこの濃度を調べたことがある<sup>9)</sup>。

第6表には、アークからの距離と CO ガスの濃度とを調べた結果が示してある。40坪の実験室の窓をわざと閉めて試験してみた。アークの近傍では CO が 0.12 ~ 0.20% もあるが、20 cm 離れると 0.001% 程度であり、1

第6表 炭関アーク熔接中、アークよりの距離と雰囲気中の CO 含量 (%) との関係 (関口、益本)

アークよりの距離 cm	CO (体積 %)
100	<0.001
20	0.001
10	0.003
5	0.056~0.063
0 (アーク近傍)	0.12 ~ 0.20

備考: 650 立方メートルの実験室の窓を特に閉めた場合、アーク発生後約 1 時間継続したとき

第7表 炭関アーク熔接中、アーク発生後の時間と雰囲気中の CO 含量 (%) との関係 (関口、益本)

アーク発生後の時間 分, 秒	CO (体積 %)
0	0
7' 30"	0
25' 26"	<0.001
56' 24"	<0.001
89' 09"	<0.001
110' 46"	<0.001

備考: 650 立方メートルの実験室の窓を特に閉めた場合、アークよりの距離 1 m の位置

第8表 CO<sub>2</sub> 被包金属アーク熔接中、種々の位置における雰囲気中の CO 含量 (%), (Hummitzsch u. Mersmann)

試料採取の位置	CO (体積 %)
頭の 高 さ	<0.001
床 面 附 近	<0.001
ヘルメット内	0.001
ヘルメット前	0.016
熔接フェーム	0.020
アーク近傍	0.030~0.040

米も離れるとこれ以下である。またアークより約 1 米の距離における CO 濃度が、アーク熔接時間の長くなるにつれ、如何なる程度に増すかを調べた結果が、第7表である。

ドイツの Hummitzsch および Mersmann<sup>10)</sup> も CO<sub>2</sub> 被包金属アーク熔接の場合、種々の位置における CO 濃度を測定して、第8表を公にした。これによるもヘルメット内の濃度は 0.001% 程度である。

第9表 COによる中毒作用 (Van Dassel 1932)

CO 濃度 (%) × 呼吸時間 (時)	中毒作用
0.03	作用が認められない
0.06	丁度作用が認められる
0.09	頭痛および不快
0.15	危険

Van Dassel<sup>11)</sup>によると、COガスによる中毒については、第9表の如き値が示されている。これによると、COガスの濃度と呼吸時間との積が0.03程度では中毒に至らない。0.06程度になると、中毒症状が始まることである。アークよりの距離50cm程度でヘルメットをかぶっているとすればCO濃度0.001%程度であるから、1日8時間作業しても、この積は0.001×8=0.008であつて、Van Dassel氏の中毒限界0.06の8分の1程度であり、安全のように思われる。

第10表 COによる中毒 (Koelsch)

作用	CO (体積%) 以上
健康に有害	0.01
中毒作用起る	0.02~0.05
数時間呼吸すると危険	0.1
30分以上呼吸すると死亡の恐れがある	0.2

Koelsch<sup>12)</sup>は第10表の如き値を公表し、CO濃度0.01%以上は健康に危険であるとしているが、上記の如くCO濃度0.001%程度ではこの限界値の10分の1であつて、これからみるも安全と思われる。

尤もこの種の溶接を行うに作業場を閉じることは殆んどないのであつて、窓をあけるかあるいは必要に応じ他の有効な換気法を講ずることができる。従つて実際作業時のCO濃度を前記の値より著しく低くすることは容易であらう。

炭関アーク溶接法では、炭酸ガスに酸素を故意に添加して進んで熔着現象を改良し、また熔着鋼の性質を調節するのであつて、この場合には次式の右辺に酸素を添加したことになるので、平衡はかなりに左方に移行するこ



ととなり、アーク近傍の雰囲気におけるCOガスの濃度は小となる傾向にある。従つて作業場に拡散し残存するCO濃度は送給ガス中に酸素を加えない場合に較べ幾分低下するものと思われる。

一方送給したCO<sub>2</sub>ガスまたはアーク附近で解離したガが再び結合して生じたCO<sub>2</sub>ガスは、換気に留意しなけ

れば作業場に蓄積するかも知れない。このガスは有毒ではないが、この蓄積により、酸素の濃度が著しく減ずれば、人体によくはないことは明らかである。従つて炭関アーク溶接法実施に当つては、換気に留意せねばならない。

尤もCOガスやCO<sub>2</sub>ガスが問題になるのは、ただ炭関アーク溶接法のみではない。酸素アセチレン・ガス溶接においては、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>が分解してCOが生じ更に燃焼してCO<sub>2</sub>を生ずるのであつて、この場合のCO、CO<sub>2</sub>が気にかかるのはいうまでもない。また被覆アーク溶接棒による溶接においては、被覆剤中の可燃物質が燃焼してCOおよびCO<sub>2</sub>が生じ、あるいは被覆剤中の炭酸塩が分解してCO<sub>2</sub>が生じ、更にフラックスより生ずるガスが飛散する。そしてこれらが衛生上問題になることはいうまでもない。この立場から低水素型溶接棒が真先に検討されているのであるが、この場合は微粒ダストが生物に障害を与えるらしいことである。炭関アーク溶接法ではフラックスを用いず、スラッグの生成も少ないので、この種ダストは少いであらう。

従つて炭関アーク溶接法実施の場合の衛生上の留意は、他の諸溶接法の場合と本質的に異なるものではない。しかし本法実用化の進展に伴い、保健上の対策を考へて置くことは有意義であり、私は目下大学および工場の関係医学者と連絡をとり、この問題の検討を御願ひしている次第である。

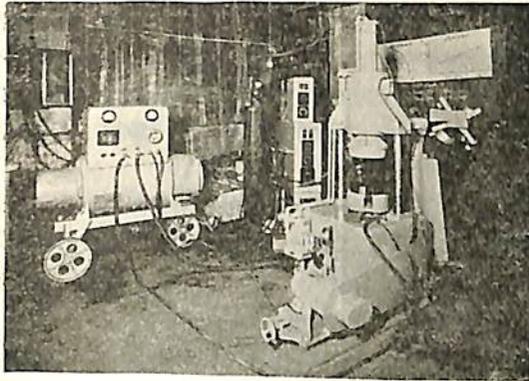
## 8. 本法実用化の趨性

ある冷蔵庫製造会社は、既に炭関アーク溶接法に属する自働溶接装置によつて、冷蔵庫内のコンプレッサー・ハウジングを多量生産し、作業能率の増進および溶接費の低下に成功している。第8図は溶接装置の全景および作業中の状況である。この場合の作業速度は従来の手動アーク溶接速度の約3倍に上昇したとのことである。

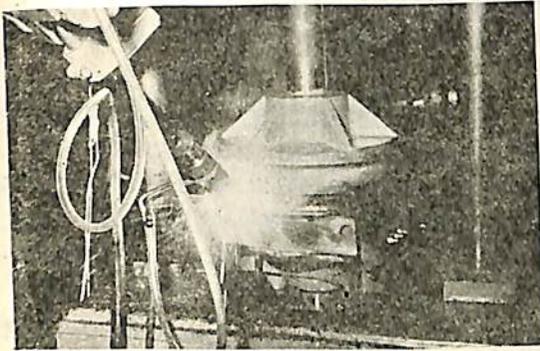
二、三の自働車製造会社もまた、炭関アーク溶接法による自働溶接装置数台を同時運用して、リーア・アクセル・ハウジングの組立溶接を計画し、既に予備試験を完了した様子である。そして鋼線材1kg熔着するに要する経費を比較すると、潜弧溶接525円、アルゴン・ガス被包による金属アーク溶接650円に対し、炭関アーク溶接法では255円程度とのことである。

次に某造船所では、

- i) 船殻用小物組立工場における隅肉溶接、
- ii) 熱交換器用放熱管組立におけるフィンと管との隅肉溶接、
- iii) 蒸気罐の水管とフィンとの隅肉溶接、



(a)



(b)

第8図 冷蔵庫用コンプレッサー・ハウジングの炭関アーク溶接による組立状況  
(a) 装置の全景, (b) 作業中の状況

iv) 管やヘッダーの周接手の高速自働溶接,  
v) その他の多くの組立溶接,  
に対する試用をめざし、適切な溶接条件を確立するため、種々の調査が行われた。そして溶接費についての比較も行われ、概ね次の程度に経費を節減し得ることが解った<sup>13)</sup>。

(a) 脚長 9 mm 隅肉溶接の場合の比較

	アーク溶接	半自働による炭関アーク溶接
溶接棒費または鋼線およびガス費	1	1
人工費	1	0.5
全溶接費	1	0.75

(b) 板厚 12 mm 鋼板の突合溶接の場合の比較

	手働アーク溶接	潜弧溶接	半自働による炭関アーク溶接
溶接材料費	1	1.25	1.20
人工費	1	0.57	0.45
全溶接費	1	0.85	0.78

結局半自働炭関アーク溶接法によるときは、他の溶接実施の場合の経費の 92 ~ 75% で溶接できるとのことである。そして近く本法が大仕掛に应用されようとしている。

またある工場では、炭坑用鉄支柱の組立溶接に自働式の本法を採用し、多量生産を期している。板厚 12 mm の突合溶接長 1 m 当りの溶接費は、被覆棒による手溶接の場合 32 円、潜弧溶接では 45 円、炭関アーク溶接では 22 円かかるとのことである。

次に某工場ではブルドーザーその他の土木機械の溶接に本法を利用する計画を進め、またある会社では鋼板を曲げて大径の直管を溶接で作る場合の縦接手および周接手を、この方法で実施する準備を進めている。

なお鉄道および電鉄関係工場においても、本法による肉盛溶接作業の能率向上に注目し、近く利用計画に着手しようとしている。橋梁製作会社も本法による自働式結合溶接に注目し、その利用につき攻究中である。

米国では General Electric 社が、炭酸ガス被包消耗電極アーク溶接機につき、しばしば発表してその性能を推奨し<sup>14)15)</sup>、A. O. Smith 社では C-OMANUAL なる名称で、炭酸ガス被包アーク溶接法を公表し<sup>16)</sup>している。米国では単位容積の炭酸ガスの値段はアルゴンのその 9分の1であり、被包ガスとしての炭酸ガスの必要量はアルゴンのその 2分の1といわれている。従つてガス費は 18分の1に過ぎない。また同社の述べる所によると、 $\frac{1}{4}$ " 隅肉を 100 ft に互り溶接するに要する経費は、E-6013 被覆棒による手働アーク溶接の場合は 13.46 \$, E-6024 被覆棒による場合は 10.64 \$, 潜弧溶接によるときは、9.56 \$ であり、C-OMANUAL の場合は 6.54 \$ とのことである。すなわち炭酸ガス被包金属アーク溶接法による場合は、最も溶接費が低く、前記の諸溶接法による場合に較べ、49 ないし 69 % である。

被包ガスの流出口の寸法および形状並びに被包ガスの送給速度については、なお研究の余地があるが、炭酸ガスのレーノールズ数を顧慮し、乱流とならず層流として流出させるよう心掛ける必要がある<sup>9)</sup>。

炭関アーク溶接法では、特殊の鋼線材 (DS 型) を用い、炭酸ガスまたは炭酸ガスと酸素との混合ガスを送給して実施するのであるが、線材およびガスともに高価なはずはなく、溶接費は低い。また作業能率は著しく高いのである。尤も従来の溶接諸法の代りに炭関アーク溶接法を採用した場合、溶接費をどの程度節減し得るかは、溶接すべき構造物または品物および生産数量等に応じ、半自働方式をとるかまたは自働方式を採用するかによつて異なるものと思われる。自働方式による場合は作業能

が高く、熔接費は一層低廉である。

炭酸ガス被包アーク熔接法は、米国、ソ連、ドイツおよび英国等の文献にも見られ、各国ともこの種の熔接法の進展に注目している。

熔接結果が質的に良好であり、作業能率が高く、作業費が低廉なので、炭関アーク熔接法の実用化は急速である。

本法は現在、直流逆極性で実施されている。そして未だ交流熔接器は使われていない。直流熔接機として上昇特性のものを用いれば、アーク長を特に短く一定に保つことができるので、スパッターを減じ得るようである。尤も実際には電動発電機式熔接機(MG)とセレン整流による直流熔接機とが使用されていて、現在は未だその得失をにわかに論評し得ないようである。

## 9. 結 語

炭酸ガス関口線材アーク熔接法(CO<sub>2</sub>-Sekiguchi Arc Welding Process) 略して炭関アーク熔接法(C.S. Arc Welding Process) は、種々の鋼材の熔接に便宜に適用できる。これは他の熔接諸法に較べ多くの特長を有し、これによつて得られる熔接部は優秀である。また熔接速度が大きく熔接費が低廉である。従つて本法は甚だ有望視されている。

近頃わが国では、炭関アーク熔接法を自動化して、熔接による多量生産品の製造が開始された。また船舶、自動車、車輛、鉄橋、諸機械の熔接に利用されようとしている。なおわが国熔接工業における本法利用範囲の拡大は、著しく急激なものと思われている。

炭関アーク熔接法は、諸外国の炭酸ガス被包アーク熔接法に比し、使用鋼線材について優れ、また被包ガスには好んで酸素の適量を加えることを特徴とし、その効果を利用してあるのであつて、私はこの方法そのものが、諸国のCO<sub>2</sub>被包アーク熔接法に較べ、遙かに優れていると思つている。

わが国では、外国で創始し実用された熔接法のみを優秀と考え勝であるが、本法については慎重に検討の上進んで応用するの意欲を持つて戴きたいものである。

そして本法の実用化が益々促進され、わが国熔接工業に寄与できることを、私は念願してやまない。

## 10. 感 謝

炭関アーク熔接法発生の下地は、20余年に亘る私の一貫した熔接研究に培われたものでありまして、その初期において村上武次郎先生(東北大学名誉教授、日本学士院会員)の御指導を仰ぎ、その中期において田中豊先生

(東京大学名誉教授、日本学士院会員)の御支持を忝うすることができましたことは、誠に幸でありました。そして今日なお時々両先生の御指導と激励の御言葉を戴くことができますことは誠に有難く、感激致しておる次第であります。

数年前本法の実験的攻究を開始した当初より、工学士益本功君は熱烈に協力を続けておられます。また錦織清治博士は本研究を重要視せられ、力強く激励しかつ支持して下さいのであります。

大同製鋼株式会社は熔接用鋼線材の製造について努力せられ、大阪変圧器株式会社および東亜精機株式会社は熔接用機器の製造につき熱意を示しておられます。二、三の炭酸ガス製造会社がまた協力して下さいしております。

日本熔接協会々長木原博博士は、早くより本研究に注目せられ、多大の期待を御掛け下さつていたのであります。また日本熔接研究会議第12専門分科委員会は、本法に関心を示され、種々の便宜を与えられました。

なお熔接工業関係の各方面の学者および技術者多数から、厚意的な質問と激励の辞を忝うしつつあります。

私は、これらの関係機関および各位に対し、深く感謝の意を表してやみません。

## 文 献

- 1) 村上武次郎、関口春次郎著：軟鋼用電弧熔接棒の研究、日本學術振興会発行(1939年)
- 2) 関口春次郎著：熔接用鋼線材についての新提案、熔接学会発行、単行論文(1952年)
- 3) H. Sekiguchi: A New Proposal for Steel Filler Wire for Welding, (Full text), Memoirs of the Faculty of Eng., Nagoya University, Vol. 3 (1951), No. 2 (October).
- 4) H. Sekiguchi: A New Proposal for Steel Filler Wire for Welding, (Outline), Welding Journal (Official Publication of the American Welding Society), Vol. 30 (1951), No. 12.
- 5) 関口春次郎、森本泉：脱酸剤を含む鋼用ガス熔接棒の化学組成および熔接諸条件について(第1~3報)、熔接学会誌, Vol. 23 (1954), No. 11-12; Vol. 24 (1955), No. 1; No. 2-3.
- 6) 関口春次郎、安藤精一著：熔接棒(熔接叢書第1巻), 147頁および150頁、日本熔接協会発行(1955年)
- 7) 関口春次郎、益本功：炭酸ガス関口線材アーク

熔接法について

- a) 第1報, 本法の着想, 熔接学会誌, Vol. 25 (1956), No. 11.
- b) 第2報, 炭酸ガス被包金属アーク熔着鋼の多孔性とその防止に対する脱酸剤の効果, 熔接学会誌, Vol. 25 (1956), No. 12.
- c) 第3報, 炭酸ガスの被包効果と閉口線材の効用, 熔接学会誌, Vol. 26 (1957), No. 1
- d) 第4報, リムド鋼の熔接並びに熔着金属の遷移温度〔昭和32年度春季学術講演概要 (13)〕 熔接学会誌, Vol. 26 (1957), No. 3.
- e) 第5報, 被包ガス中の酸素の効果〔昭和32年度春季学術講演概要 (14)〕, 熔接学会誌, Vol. 26 (1957), No. 3.
- 8) H. Sekiguchi & I. Masumoto: A Japanese Process for CO<sub>2</sub>-Shielded Arc Welding of Steel, British Welding Journal (Official Journal of the Institute of Welding and the British Welding Research Association), Vol. 4 (1957), No. 5.
- 9) 関口春次郎: 炭酸ガス被包アーク熔接法に関する最近の諸研究, 熔接学会誌, Vol. 26 (1957), No. 4.
- 10) W. Hummitzsch u. Fr. Mersmann: Schutzgasschweissen Unlegierter Stähle, Schweißen u. Schneiden, 8 (1956), Heft 3.
- 11) 石川知福著: 環境衛生学, 吐鳳堂発行 (1956)
- 12) F. Koelsch: Lehrbuch der Arbeitshygiene, Band I, Verlag Ferdmand Enke, Stuttgart, (1954), S. 293.
- 13) 新三菱神戸造船所: 炭酸ガスアーク熔接について, 日本熔接協会造船部会第10回熔接施行委員会資料, S-137-57 (1957).
- 14) R. W. Tuthill: Fillerarc Welding Process, Welding Journal, 32 (1953), No. 8.
- 15) R. W. Tuthill: Arc Characteristics for Consumable-Electrode Gas-Shielded Welding, Welding Journal, 33 (1954), No. 2.
- 16) Welding Correspondents visit A.O. Smith: What about C-OMANUAL?, Welding Journal, Vol. 36 (1957), No. 1.

天然社・海技入門選書

商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 130頁 ¥220 既刊 船の保存整備	商船大学助教授 野原 威男 A5 未定 船の強度と安定性
商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 160頁 ¥300 既刊 船舶の構造及び設備属具	前東京高等 小方 愛朔 A5 未定 商船教授 内 燃 機 関
商船大学助教授 上坂 太郎 A5 160頁 ¥280 既刊 沿岸航法	商船大学助教授 賀田 秀夫 A5 未定 横田 利雄 A5 140頁 ¥230 既刊 航海法規
商船大学教授 田中 岩吉 既刊 海上運送と貨物の船積	海抜試験官 西田 寛 A5 指 庄 図
(前篇)海上運送概説 A5 140頁 ¥260	商船大学助教授 伊丹 潔 A5 未定 船用電気工学(上巻)
(後篇)貨物の船積 A5 160頁 ¥290	商船大学助教授 伊丹 潔 A5 未定 船用電気工学(下巻)
商船大学助教授 豊田 清治 A5 160頁 ¥280 既刊 推測および天文航法	商船大学助教授 宮嶋 時三 A5 未定 燃 料・潤 滑
商船大学助教授 野原 威男著 A5 110頁 ¥180 既刊 船用プロペラ	商船大学教授 賀田 秀夫 A5 未定 船用材料
商船大学助教授 中島 保司 A5 未定 以下 運 航 実 務	商船大学助教授 小山 正一・真田 茂 機械の運動と力学
商船大学教授 浅井 栄資 A5 未定 海 事 象	商船大学助教授 小川 正一 A5 未定 機械工作・材料力学
商船大学教授 横田 利雄 A5 未定 海 事 法 規	商船大学助教授 清宮 貞 A5 未定 蒸 気 機 関
商船大学助教授 庄司 和民 A5 未定 航 海 計 器	商船大学教授 真壁 忠吉 A5 未定 船用汽 罐
商船大学教授 米田 謹次郎 A5 未定 操 船 と 応 急	商船大学助教授 小川 武 A5 未定 船用 補 機
商船大学教授 鮫島 直人 A5 未定 電 波 航 法	

# アーケエアガウジング法について

梅 佐 剛  
雨 宮 保 彦  
三菱造船K.K. 広島造船所

## 緒 言

従来溶接部の裏掘りには主として Penumatic Air Chipping 法が用いられていたが、最近 Arc Air Gouging 法が種々の点で優つていることが判つて来たのでわが国造船所間に急速に普及しつつある。

この方法は昭和 28 年頃アメリカにおいて発案され、その後 NBC 呉造船部が、始めてわが国造船界に導入したものである。広島造船所でも昭和 30 年から使用し始め最初は Chipping 作業の困難な船内の工事に応用し、その効果を認めたので、現在では使用範囲を拡げ、地上組立場でも使用している。造船関係では、Stainless Stell の切断等に好結果を得ており、益々、用途は開けるものと思われる。

この方法の原理は極めて簡単で、溝掘りをしようとする金属と炭素電極棒との間に Arc を発生させてその金属を熔融し、同時に電極の外側にこれと平行して高速の空気でジェットを噴射し、熔融金属を酸化すると同時に吹き飛ばして除去するものである。

NBC で使用し始めた頃は専ら輸入電極棒を使用していたが、われわれは何とか国産品を使用したいと考え、映画の映写用 Carbon に目をつけた、これでも結構使用に耐えたが消耗が烈しく、やはり Gouging 専用の棒にはおよばなかつたので、1,2 の炭素棒 Maker に研究を依頼した結果、現在では、輸入品に劣らぬ国産の Arc Air Gouging 専用の炭素電極棒が市販されるようになったのは御同慶の至りである。

## 装 置

装置としては直流電源と、圧縮空気、および Gouging 用の特殊 Holder が必要である。

まず Holder であるが米国の Arc Air Co. から数種類のものが発売されており、G 型、J 型 L 型等があるが、造船用としては G 型が適当のようである。これにも大きさによつて G-2 G-3 G-4 G-5 があり、この数字は使用する電極棒の径を示している。

すなわち G-2 は  $\frac{1}{8}$ "  $\phi$  G-3 は  $\frac{3}{16}$ "  $\phi$  G-4 は  $\frac{1}{2}$ "  $\phi$  までの電極棒の使用に耐えることを示している。

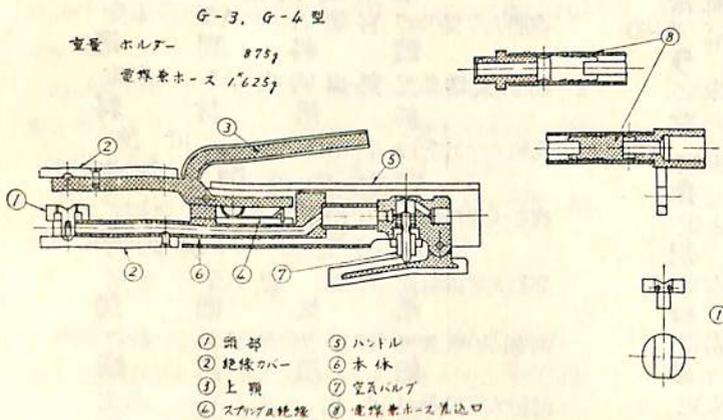
第 1 図は G-3, G-4 型を示すもので Holder は電極をはさむ上顎および下顎、空気弁、および Handle とから成つている。

下顎には、Head と称する円盤状の金具がついており、炭素電極棒は上顎とこの Head との間にはさむようになつている。またこの Head は、自由に回転でき、従つて電極棒も自由に向きを変えられる。この Head には、図に示すように、2 つの穴が明けられてあり、常に電極棒に平行に空気を噴出する。この空気量は Handle の根元にある空気バルブによつて自由に加減出来る仕組みである。その他の構造は普通の溶接用 Holder と大差ない。

従つてこの Holder には電流と、圧縮空気を同時に Feed する特殊なゴム被覆導線が接続されており、電流は中心の銅線を、空気はゴム被覆と銅線の間を通るようになつているが、われわれ日本人にはこの構造のものは重すぎるので Air Hose と、Cabtier Cord とを別々につけた方がよいようである。

電極炭素棒の先端から 15 cm 位の所を、この Holder で掴み空気弁を押して Air を出しながら Arc を飛ばす。母材が熔融したら、出来るだけ速い速度で、溶接の場合と反対の方向に棒を押し進める。電極は消耗するに従つて押し出して Holder で適当な長さの処を掴み直す。

次に電源であるが、出来るだけ平滑な直流が望ましい、出来れば M. G.



第 1 図 アークエアホルダー略図

式が欲しいが、セレン整流方式でも充分実用になる。この場合3相全波整流とし、極力Lippleを少くすることが必要である。

われわれは国内三社のセレン整流型電源を比較してみたが安定した操作の得られたものはやはりオシログラフに現れた図形が一番Smoothなものであつた。

最近交流熔接器に整流装置を付し、単相全波整流を行いこれに位相の異なる直流小電流を重畳したArc Air専用の整流装置が考案され、また6相全波整流方式でLippleのごく少い殆んどM.G.式に近い成績のものが現れて来たようである。

このいずれの方式にしてもGouging用としては逆極性として使用する。正極性の場合にはArcが不安定でうまく行かない。

電極棒としては、炭素棒を使用するのであるが、現在われわれが使用しているものは厚さ0.07mm~0.10mm程度の純銅被覆を施した純粋な炭素棒である。アメリカの商品には裸棒もあるが消耗が早く使用中、赤熱あるいは白熱して噴出する空気で酸化され、鉛筆を削るように先端がとがつて来る場合がある。この場合は削られるGrooveが太くなつたり細くなつたりして一定の形状が得られない。銅被覆をすると電流の相当量が銅被覆部を流れ、かつ炭素を酸化から防ぐので高電流に耐えこの欠点は完全に防止出来る。写真1は両者の比較である。

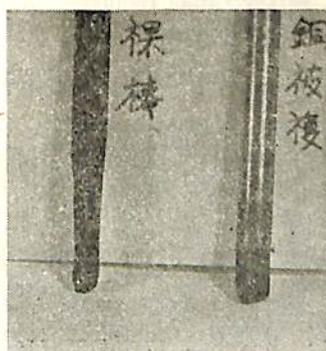


写真 1

電極に使用されるCarbonは純粋なもので高度に黒鉛化した人造黒鉛質のものを原料とし、黒鉛化の相当進んだ材質のものと黒鉛化の少い材質のものを適当に混合して製造する由である。この混合の割合で電極の消耗度とGrooveの形状の変化がみられる。写真2は電極棒に使用されるCarbonの電子顕微鏡写真である。黒鉛化の相

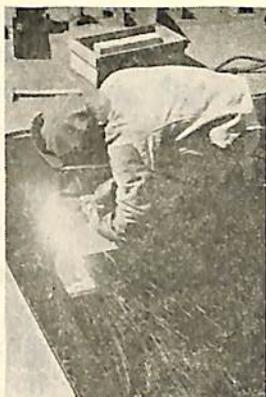


写真 2

当進んだものとそうでないものが明らかに判る。またこのCarbonは見掛け比重が大きく電気比抵抗の小さいことを必要とする。

前述したように最近国産の電極棒が二三のMakerから市販されるようになったが、これらを米国のNational Carbon Co.のそれと比較してみたが甲乙ないように思われる。表1は、その比較表である。

第 1 表

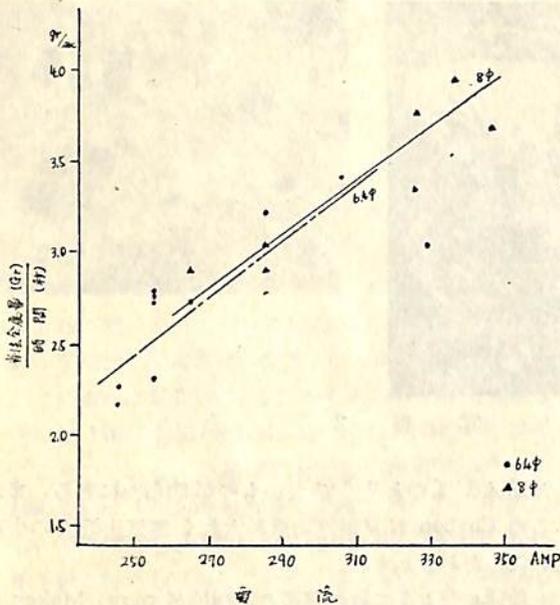
Carbonの種類	電気比抵抗 m <sup>2</sup> -cm	ショアー 硬 度	見掛け比重	灰分%
National Carbon (米)	1.2	70	1.90	0.44
国産 A 社	1.6	65±5	1.89±0.02	0.7
国産 B 社	1.3±0.2	60±5	1.84±0.02	1.0

### ※ 操 作 法

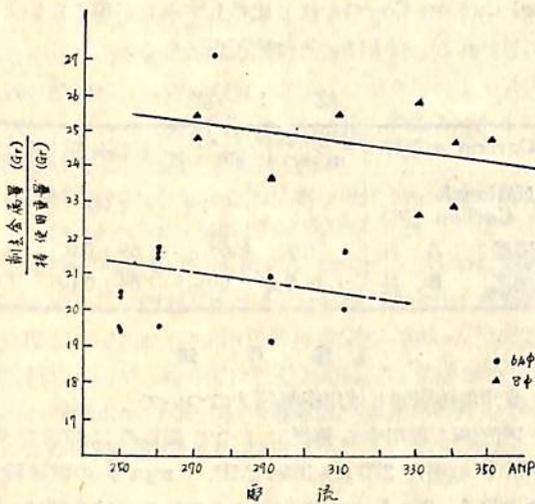
まず電流範囲と使用空気圧力について

電流値は使用する棒径によつて異なるのは勿論で6.4mmφの場合270A~320AMP、8mmφの電極棒では300A~350A位が適当と考えられる。第2図は、棒径6.4mmφ、および8mmφの電極棒を使用した場合の各電流値に対する毎秒当りの削去金属量を示し、第3図は電極棒消耗重量当りの削除金属量を表したものである。これによると低電流より高電流の方が速度は早くなり削去金属量も多くなる。

また6.4mmφと8mmφとのArc Timeに対する削去金属量は8mmφのものが同一電流に対してはやや多いと考えられる。しかし同一削去金属量に対する棒使用重量は8mmφの方が大であり、消耗量は8mmφの方が大であると考えてよい。また前述したように高電流の方が作業時間は速くなるが棒の消耗も大となる。このような諸性質を考慮に入れて適正電流値を選ぶべきで



第 2 図



第 3 図

ある。空気圧力は普通造船所で使用されている  $7 \text{ kg/cm}^2$  で良好に作動するが、恐らくその  $\frac{1}{2}$  位まで下げても充分使用に耐えるのではないと思われる。筆者等の実験の手違いから今回は正確な数字を発表することが出来なかつたが余り高い圧力でもまた低過ぎる圧力でも操作は不安定となる。

#### 棒の保持角度と運棒速度

電極棒は通常溝掘する鋼板の平面に対して  $15^\circ \sim 30^\circ$  傾け Gouging 線に対して  $30^\circ$  位作業者側に傾ける必要がある。

特別に Groove を深く掘りたい場合は  $30^\circ$  以上に角

度を大にするかまたは速度を緩くしなければならぬがこの場合は Groove が Sharp な V Shape となり熔接する場合 Slag Inclusion を起す恐れがある。

また  $6.5 \text{ mm}$   $\phi$  の電極棒で深い V Shape Groove を作ると Arc 電圧の低下によつて過大電流が流れ Groove の底部に相当厚い Carbon の層を残すことがある。また被覆の銅が Groove の表面に接触すると鍍金のように銅が Groove の表面を覆つて附着することがある。この Carbon の層は Wire Brush で除去することが出来るが鍍金された銅はある程度残る。しかし分光分析を行つても銅の輝線スペクトルが母材のそれよりもわずかに強くなつた程度で大した量でないから心配はないと考えられる。

写真3は電極棒の角度の差によつて生じた Groove

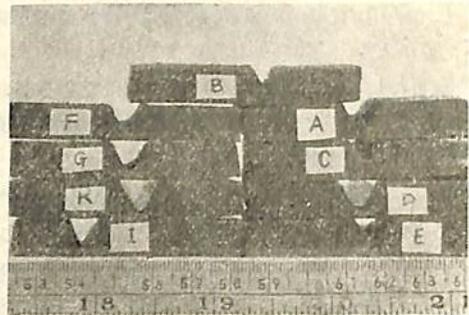


写真 3

の形状を示したものである。また写真4は写真3の中深い V Shape の Groove “K” に対して立向溶接をしたものの X 線写真で Slag Inclusion がみられる。写真5は写真3の中正常の Groove と思われる “D” に対して同様な溶接を行つたものの X 線写真で欠陥はみ

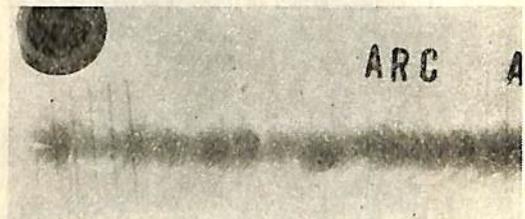


写真 4

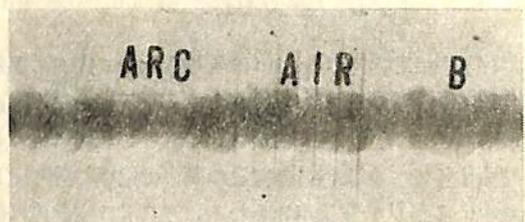


写真 5

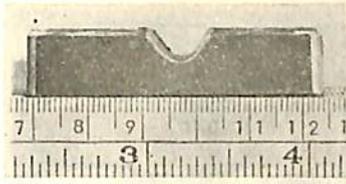


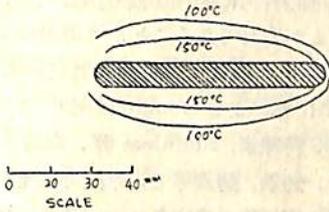
写真 6

られない。

運棒速度は、電流値、空気圧力、溝の深さ等によつて当然異なるが、6.4 mm φ 棒を用い下向で深さ 6~5 mm 電流 260~270 AMP. 空気圧力 7 kg/cm<sup>2</sup> の場合 22 mm/sec 位である。

### ※ Arc Air Gouging による熱影響

Arc Air 法の特徴の1つとして Flame Gouging や Gas 切断に比較して母材に与える熱影響が極めて少いことである。一般に Gouging 直後母材は手で触れ得る程度の温度上昇しかなく、熱影響は極めて少いと想像される。厚さ 12 mm の鋼板に Thermopencil を塗り、鋼板を Gouging し温度変化を調べたのが第4図で、こ



第4図 Groove 附近の温度上昇分布

れによると温度上昇の範囲は極めて小範囲であることが判る。またこの Gouging 部分の Groove 断面の顕微鏡写真は写真7および写真8である。これらの位置は第5図に示す。

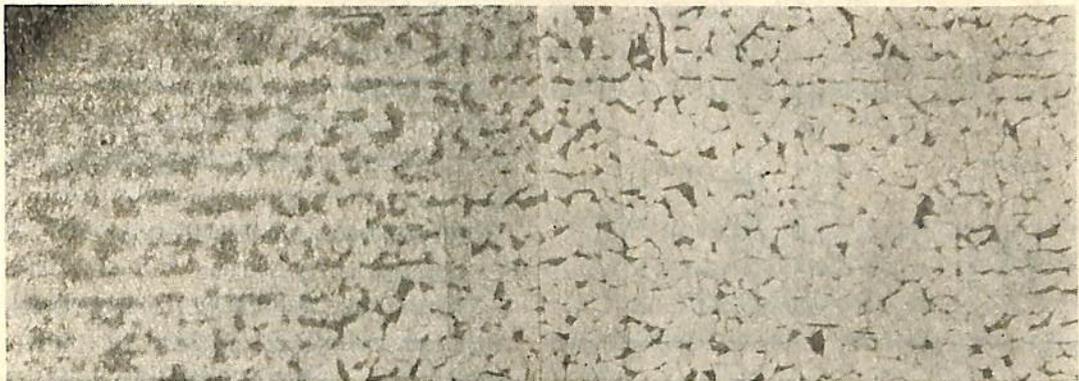
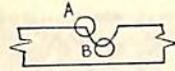


写真 7 (A)

これによると微細な組織は巾 0.1 mm 程度、母材よりやや細い組織は 0.3 mm 巾程度である。従つ



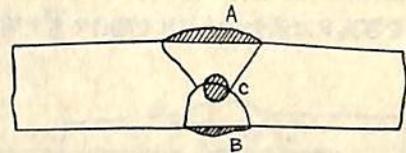
第5図 Groove の顕微鏡写真位置

て母材の組織の変化は極めて小範囲に留まるものと推定される。従つて Stainless Steel 等耐食性の点で熱影響の少いことが望ましいものの切断には特にこの方法が Powder Cutting や Austenite 溶接棒による電弧切断より優れている。

Groove の表面の滲炭の状況は極めて薄い層に止まるものと思われるがこれら Carbon の層は Gouging 後熔接された熔着金属によつて稀釈される。この熔着金属中の炭素の増加量については Welding Journal (1957年6月号) に A.R. Hard によつて平均増加率は 0.04% であると報告されている。この Carbon の増加量を知るために X 開先で裏面を Arc Air による Gouging を行い裏熔接したものの熔着金属の化学成分と Arc Air を行わぬ熔接部の熔着金属を比較したのが第2表

第 2 表

成 分		C %	Si %	Mn %
符 号				
A	Deposit Metal	0.12	0.07	0.43
B	Back Weld の Deposit Metal	0.11	0.05	0.44
C	Gouging Part の Deposit Metal	0.17	0.11	0.50
D	Groove の Slag	0.53	0.91	2.01



第6図 Depsit Metal の採取位置

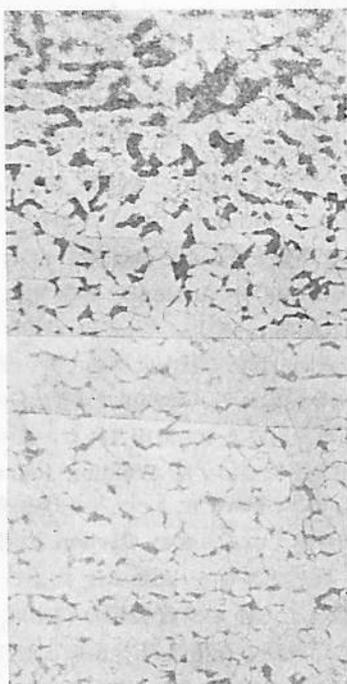
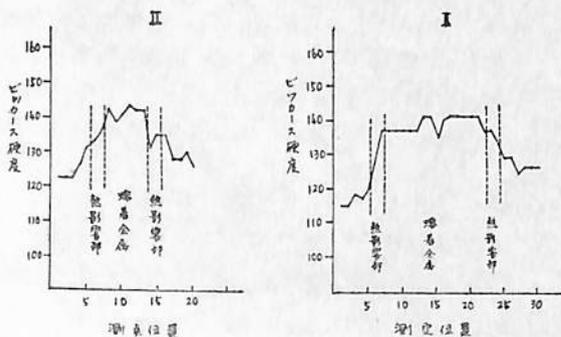
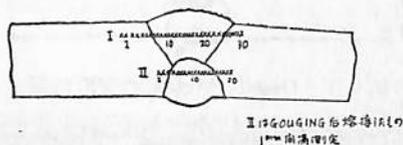


写真 8 (B)

で、試料の採取位置を第6図に示す、やはり Gouging を行わぬ Deposit Metal に比較して Carbon の含有量は高くなっているが鋼材の化学成分規格値より遙に低い。また Arc Air を行つた後熔接した熔着金属と Arc Air を行わぬ熔着金属とその溶接影響部の硬度を比較したのが第7図で、両者を比較すると、殆んど差異はない。また Arc Air を行つた立向、水平熔接の側曲げ試験結果を写真9に示す。いずれの場合でも欠陥はみられない。



第7図 Gouging の硬度比較

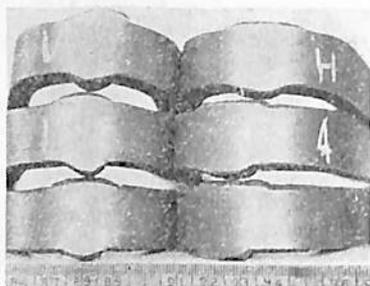


写真 9

### § アークエア法の特徴と船殻工事に対する使用実績

この方法は高速であること、母材や熔接部の欠陥を Chipping のように押しつぶすことなく、掘つた面の小さな Pin Hole Slag の巻き込み等を作業者は完全に認識出来るので、熔接欠陥を完全に除去出来ること、また一部だけの掘り出しが可能で X 線写真によつて発見された不良部の掘り出しが簡単に出来ること。また騒音がなく静かであること、Pneumatic Hammer では掘り出し出来ないような狭い場所でも完全な作業が可能であり、二枚重ね板の片方に開先を掘り出したり、隅肉熔接を削り取ることが容易であること、等従来の空気 Hammer による Chipping に比較して優れている。

この Arc Air 法による Gougingあるいは切断出来る材質は、軟鋼、特殊鋼、Stainless 鋼、真鍮、ブロンズ、モネルメタル、鋳鉄、鋳鋼等で、米国ではそれぞれの金属に対し専用の電極棒が発売されているようであるが、軟鋼用の電極棒でも、電源として M. G 式、あるいはそれに近い6相全波整流方式等を用いれば充分操作は可能である。

当社において最近普通の炭素電極棒を用い、Clad Steel の Gouging を行つたが結果は良好であつた。なお Stainless 鋼の切断においては Powder Cutting に比し切断面が美麗で、熱影響部が少く、これによる耐食性の劣化が最も少いことも分つた。

工員の養成が極めて容易なことも特徴の一つで、極めて短時日、すなわち熔接の経験工なら2,3日、全くの素人でも2週間程度の養成で作業させることが可能である。

当所では昭和30年より船殻熔接の裏ホリに実用化した。船台現場における Gouging は二重底内の作業を除いて全般的に用い、地上組立場では主として厚鋼板および大 Block の Gouging に用いている。

空気 Hammer と能率を比較すると、下向では余り差異がないが、立向きでは50%上向きでは40%という

第 3 表

船 種		輸 出 貨 物 船	油 送 船	A 型 貨 物 船
船 型		Shelter Deck Aft Engine	Flash Deck Aft Engine	Shelter Deck Mid Ship Engine
L × B × D		143.7 M × 20.3 M × 12.5 M	164.0 M × 22.4 M × 12.3 M	128.0 M × 18.6 M × 11.4 M
D. W.		15,000 Ton	21,000 Ton	7,550 Ton
鋼 材 重 量		5,700 Ton	4,600 Ton	2,550 Ton
熔 接 長		126,000 M	128,000 M	84,000 M
地 上	Arc Air Gouging 長	1,441 M	575 M	487 M
	使用電極 棒量	48.3 kg	32.4 kg	12.0 kg
	工 数	59 d*	32 d	11 d
船 台	Arc Air Gouging 長	3,392 M	3,651 M	2,589 M
	使用電極 棒量	80.4 kg	75.3 kg	58.2 kg
	工 数	113 d	139 d	88 d

注\* 1d=7 時間

風に工数が減少する。

次に当所の船設工事に使用した実績 (Gouging 長さ, 使用電極棒重量, 工数) を地上, 船台別に示したのが第 3 表である。

前述したようにこの方法の特徴は種々あり, 特に造船所においては Gouging の高速, 熔接欠陥の完全認識と Air Chip に比較して優位性多く, 国内各造船所がこの方法に興味を持ち実用化に努力しておられることは誠に当然なことと思われる。

最後に, それではこの方法には全然欠点がないのかといえは答は否である。第一に直流電源が必要なことで相当の Initial Cost を要することは, この方法を採用す

るに当つて第一の悩みである。一日も早く低廉優秀な直流電源の出現を切に望むものである。

第二に作業者の健康の問題である。銅被覆の燃焼ガスは多少なりとも作業者にとって有害ではなからうか, 筆者等は広大医学部の御助力を得て調査を試みたが, 完全な結論は未だ得ていない。作業者のある者は作業後のけん怠感を訴えているが, この説明は未だ行われておらず, 更に Gouging 時に発する Arc は電気熔接のそれより強く感ぜられ, これに対する対策は今の処考えられていない。これらの二点については読者諸氏にお願いして一日も早く解決したいものと考えている。

(655頁よりつづく)

でなく, 補修熔接による変形も著しい。また欠陥は熔接の初期において発生することが多いものである。したがって現場ブロック接手のように船体構造上極めて重要な接手については熔接完了後の試験のみでなく中間層まで熔接を行った時に接手全長にわたって検査しておくといった方式も場合によつても採用することが必要であろう。

なお非破壊検査関係では装置の改良, 試作ということが研究を遂行させる主要な手段となることがしばしばあり, 場合によつては企業上の採算を無視しなければならぬことやあるいは多少疑問のある装置を輸入して見る

必要のあることが出てくると思われるが, このような場合の解決策の一つとして国家機関において試作あるいは購入するといったことも必要であろう。

## む す び

以上超大型船の建造に関し熔接の問題を中心にして技術上検討を要すると思われる事項についてその大要を述べた。これらの中には多額の経費を要するものや学問的に解決困難なものもあるが, 出来る限りの努力を払つてその解決を画り信頼性ある超大型船の建造を完遂しなければならない。

# 最近における造船熔接技術の 発達

吉田 兎 四 郎  
三菱日本重工・横浜造船所

## 1. は し が き

“Determined not to be left behind by the Japanese or anybody else!”とは、昨1956年英国の大造船所である Camell Laird Co. で Shell 社註文の 3800 T Tanker “Zenja” 号が進水するに際しての Camell 社の manager J.C. Mather 氏の演説の一部である.\*

昭和 31 年度においてはわが国は新造船の起工、進水、引渡の各屯数において遂に世界の首位を占め会社単位に見ても上位の一、三、五位を占めることとなつた。尤もこの屯数に表われたものについては、わが国のものはその大きな部分が大型油槽船によつて占められており、客船、定期船、特殊船等の比率が、英独等とは異つているので、船価、船質においては同一視することが出来ない。しかし兎も角わが国の造船が、世界の造船国各国の注目する所となり、遂に真剣に前述のような叫びを起させた次第である。

それ以来、前のロイドの駐日監督であつた Ibson 氏の論文\*\*を始め外国の造船雑誌には毎号、日本に関する記事をのせ、各国造船所の首脳者は次々とわが国造船所の視察に來り、\*\*\*前記 Camell Laird および Swanhanter 社では 6 年計画で、大型 Tanker の建造設備への躍進を伝えている。

このような、世界的反響を捲き起した、日本の造船能力の躍進の原動力の一つに、熔接工作法の著明な進歩があつたことは今や衆人の認める所であろう。

わが国造船界、熔接界の協力一致した態勢により、急激な発達を遂げたこの熔接技術、工作技術は、昨年度においても絶えない進歩のあとを示し、造船工作法の合理化に、質的向上に、原価の低減に明日への飛躍の潜勢力に資しつつあることは誠に力強いものがある。その主なもの若干について振り返つて見たい。

## 2. 一 般 的 傾 向

船体の鋼材の接合の 97% までが熔接となつた現在においては船殻工作法の殆んど大部分が、熔接を主とする

註 \* Shipbuilding and Shipping record Nov. 8 1956

\*\* “ ”

\*\*\* Eriksberg, Camell Laird B & W, Deutsche Werft 等

か、または熔接を前提としたもので、極端ないい方をすれば、船殻施工法即熔接施工法ともいえるほどである。このような情勢の下において当然のことながら、社会一般の熔接についての関心と理解が著しく高まつて来たことは、発達の項目の第一に数えねばならないであろう。

その一つの表われとして、熔接工の不足が全国的問題として大きく取り上げられ、公共施設等による熔接工の指導養成が遅まきながら着々と実行に移されて来た。既に主要都府県においては造船向熔接工の養成に地方協会の全面的な協力がなされている。

また熔接関係の諸施設は優先的に取り上げられてその整備を急がれ、熔接に関する専門書も、続々と発刊されており、技術試験、技術コンクール、講習会、講演会、展示会等も常に予想を超える関心をもつて迎えられ、関係者を間諝つかせた程である。また本誌昨年 9 月号を始め種々の技術雑誌はそれぞれ熔接特集号を企画し何れも好評を博しているようである。

これらの情勢が昨年度の熔接工作法の発展の背景として、また前景としてかなりの影響を持つたことをまず心に留めて置く必要がある。

## 3. 熔 接 方 法

熔接方法の基本的要項についてはあまり発展はないようにも考えられるが、振り返つて考えてみると、各部門において著々と進歩改良が行われている。その中には、温故知新ともいふべき過去の方法の改良もあり、また将来への大きな飛躍力を内蔵するものもあり、実に力強い動きをしているとも考えられる。

### 3.1 手熔接および自動熔接について

このような主要な題目を（原稿依頼者はあるいはこの項目についてののみを期待しておられたか、とも思われるが）この一小項目に纏めて申し述べる事が出来る程、熔接技術は著実な発達をしていると云つては云いすぎであろうか。

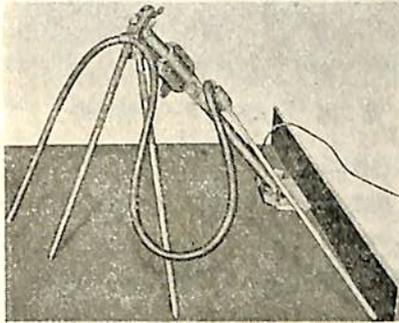
取付担当者は、開先精度の重要さを自覚して、遺憾なき仕事をなそうとし、工程管理者は熔接順序を乱さないよう、熔接姿勢に無理のないように工程を管理し、熔接技術者は熔接棒の撰択、熔接条件の調整等に万全を期し、熔接作業者は、自己の良心に恥じぬような熔接をし、これらのことが事新しくあげつらわなくても造船家

一般の常識となり切つたということは大きな発達の一つと考えられるであろう。

### 3.2 半自動熔接法 (Gravity Welding)

戦争中呉船式\* または横船式\* として知られた大径、長尺棒の半自動熔接法が Contact weld, One pass Fillet 熔接棒の発達とともに Gravity Welding として再現して来た。

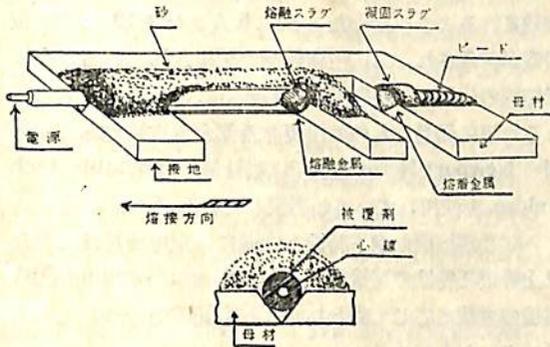
この方式はまず船級協会に制約されることの比較的小さい N. B. C 社において始められ、昨年度においては、棒メーカーおよび造船所において各船級協会の承認を取るまでに発達し、内業小組立の隅肉熔接等に実用され始めた。使用棒径、使用棒長が現在のものではその成果はあまり期待されないが、これが増加すれば実用価値は飛躍的に増大するであろう。



第1図 Gravity welding

### 3.3 赤崎式熔接法

歴史はくり返すというが、赤崎式の横置熔接法が再



第2図 赤崎式熔接法

註 \* 呉海軍工廠造船部方式、および三菱横浜造船所方式、何れも 13mmφ 長さ 1m 程度の心線を用い、戦艦船等の下向、突合熔接に使用した。良好な心線が得られず、鋸材を使用する等苦心したが、仲々良い結果が得られている。前者は棒角度が一定、後者は熔接の進行につれ棒角度は変化する。

び脚光を浴びて来た。これはオースタリーのエリン社の E. H. V 熔接棒の輸入に刺戟されて再燃したということにもなるが、E. H. V 式が車輛等の薄板熔接等に相当大巾に採用されるとともに、赤崎式はペンストック等を使用すべく研究され、造船界にも室壁の熔接、簡単な隅肉熔接に利用されることになるかも知れない。

### 3.4 Inert gas shielded arc welding

特殊鋼や非鉄金属の熔接は殆んど TIG または MIG のアルゴン熔接になり上部構造、ハッチカバー、諸重装品の熔接に一般に用いられ、小型舟艇に用いられて、その実績を確認されたが、造船に特に関係の深い軟鋼の熔接については、各国の研究とは独自に、関口博士が年来の熔接棒理論を基として幾多の実験を重ね、炭酸ガス関口心線熔接法 (炭関熔接) を公表された\* ことは非常に大きな意味のあることと思われる。

同法については現在ではなお幾多の問題があると思われるが、被包材料である炭酸ガスの安価なこと、arc を視認出来る熔接であること、等幾多の特徴を含んでいるので、将来においては自動熔接の一角を占めるものとしてその発展は大いに注目されている。

### 3.5 その他

木甲板締付ボルトの熔接に期待された Stud welder は、木甲板が Deck Composition や Dex-O-Tex 等に置き換えられてその用途を、防熱材押えの Stud 熔接等に転換し非常に有効に使用され Stud の形状等にも幾多の改良が行われている。

## 4. 材 料

### 4.1 軟 鋼

造船用鋼材は、急に増大した需要に対しては不足勝であり、船台線表も鋼材入手を睨み合せて決めなければならない状況もあるため、時には板耳での偏析や Lamination の甚しいものも発見されて熔接工作に支障を来すこともあつたが、正確な補修技術により、その未然発見、補修に絶対の確実性を維持している。

一方、厚板の採用に際してその板厚、材質の変化による熔接性の良否や製材時のロールの温度の差異による熔接性の差異等もかなり深く研究されて\*\*、船体大型化への着実な歩みを示している。

### 4.2 高張力鋼

註 \* 熔接学会誌 25 卷 11, 12 号. 26 卷 1 号, 3 号  
関口氏他の論文

\*\* 熔接学会誌 Vol 25 No. 2 渡辺, 出口, 井上  
" Vol 25 No. 8, 11 吉田俊, 松永,  
寺井

第1表 脚長 7 m/m の水平隅肉熔接における経済性比較の一例

棒 種 類	棒 径 m/m	熔接電流 Amp	熔着速度 g/sec	熔 着 率 %	熔着鉄 100 kg を得るに要する				
					作業時間 H	熔接棒重量 kg	工 賃 円	棒 費 円	合計工費 円
E 6027 鉄 粉 系	5.5	300	1.13	68	62	164	20,400	20,300	40,700
E 4320 高酸化鉄系	6	280	0.90	70	78	161	25,600	16,500	42,100

抗張力 52 kg/mm<sup>2</sup> 以上の高張力鋼は既に前年以來防衛庁艦艇の船体等に使用され、熔接性も良好であり、熔接棒も改良されて、その性能を損わないで操作性も良好となり各姿勢の熔接が出来るようになって姿勢の制限をする必要がなくなりつつある。

60 kg/mm<sup>2</sup> 高張力鋼についてはその 熔接性の検討、熔接棒の撰択に過ぎて昨年中には実用に入ることは出来なかつた。まだ種々の未解決の問題もあり検討を続行せねばならない。

#### 4.3 熔 接 棒

イルメナイト系、高酸化鉄系、鉄粉系等各種熔接棒に対して品質の改善が行われて来た。特に鉄粉系のものについては進歩のあと著しいものもあるが、まだその緒についたという所であろう。造船所においては 熔接の種類、板厚、姿勢に応じて適棒、適所の使い分けの方針が漸く一般的の常識となり、熔接の品質、能率をあげて来たことは喜ばしいことである。

興味のあるのは、熔接棒メーカーが協力して各種の棒について標準的成分の被覆を制定してモデル棒として、これを基準として熔接棒の諸種の基準的 DATA を作るうとする試である。熔接の操作性というような personal error の入り易い、主観の問題とされ易い性質をさへ数値的に表わそうとするもので、良好な結果が出れば、熔接棒の選定の上に画期的なものとなるであろう。

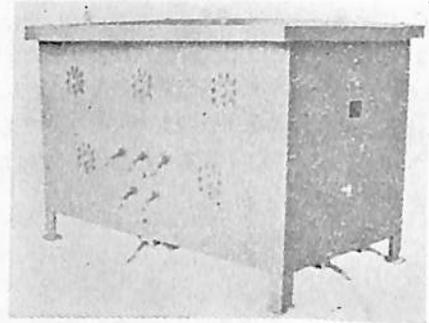
### 5. 器 材

#### 5.1 熔 接 機

大径熔接棒の採用が叫ばれて 500 A の大容量熔接機が造船所に採用され始めてから既に数年を経過するが、昨年度においては各造船所ともこの機種を整備を大体完

第2表 熔接機台数表

造 船 所	H	N	Y	K	T
熔接機所有台数 (船体関係)	778	1001	951	825	1034
500A 熔接機台数 (内 数)	257	426	461	372	457



第3図 複式交流アーク熔接機

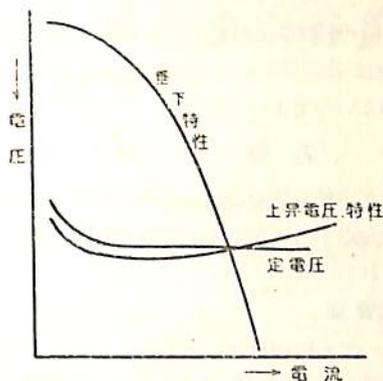
了し、必要台数に近い所まで充足されたのではないかと思われる。型は小さくなり性能は益々研究向上の一途を辿っているのは喜ばしいことである。

船体構造の組立中の仮付熔接を取付工、鉄木工が行うのが一般的傾向となり、そのため熔接機の台数を多く必要とするようになった。各造船所ともに旧来の熔接機の中で小容量のもの、老朽に近いものをこれにあてるようにしているが、設置場所の広さ、電力の損失、維持経費等が大きいので、簡易、小容量、小負荷の仮付専用機が要望されるようになった。既に 5 人または 10 人用の仮付機が試作され、二、三造船所で採用されている。今後老朽機の代換はこの機種で行われることが多いと考えられる。更に簡易なものの出現を希望する次第である。米国の Newport News 造船所は自社製の portable tack welder を使用していると発表している。\*

一般手熔接機の垂下特性とは逆に、定電圧特注、または上昇電圧特性の熔接機が、Inert gas welding 閉口熔接の要請に応じて表われたことも発達の一つとしてあげてよいかも知れない。

arc air gouging の普及につれて、また各種熔接棒の性能に応じて直流熔接機の必要性が感ぜられ始めて主としてセレン整流器形式の直流熔接機が発表された。昔の交流がよいか、直流がよいかという議論とは別な観点からではあるが直流の見直しという面でやはり一つの進歩ともみられるであろう。

\* 同社 Catalogue による



第4図 垂下特性曲線

## 5.2 溶接機の附属品

先にいつた溶接機の数の充足とともに、溶接機の質的向上が考えられ始め、かつ、電力不足の緩和、電源設備の不足の緩和、電力料金の節約、安全施設の完備等の面から、附属品の充足が漸く本格的に問題にされて来た。(一部の造船所では既に終戦後逸早くこれに着目して努力して来た所はあつたが一般の工業水準の低下していた当時とて満足すべき附属品が仲々なかつた訳である。)

特に注目されたのは電撃防止器である。昨年においては造船所の感電死亡者は遂に21人に達し当事者を狼狽させた結果、注目されることとなつたともいえようか、マグネットスイッチを利用して、溶接アークを飛ばしていないときは自動的に一次電路が開くもので、安全であることは勿論、電力節約にもこの上ないものである。\*取急ぎ多数購入した所もあるようであるが、機構上リレー等を多数使用しているの、その接点等の信頼性を充分に検討せねばならぬが、二、三社が競争で製作しているので早期に満足なものが得られるであろう。

溶接機の力率改善\*\*のための進相コンデンサーについても、二、三のメーカーが積極的の動きをみせ始めたことは喜ばしいことであり、絶縁材料の改善により満足すべきものが出来てやつと世界並な交流溶接機を持つることになりそうである。

溶接用キャブタイヤコードのJIS規格も制定の運びとなり、不良品の出廻りを防ぐこととなり、キャブタイヤコードの接続片も、便利(取付け、取外しに)、确实(取扱中、引張廻し中外れない)、安全(感電等のとき迅

\* 溶接器の負荷損失は500Aの溶接機で1台当り300~500Wが普通であるが、悪いものでは1kw以上になるものもある。

\*\* 普通交流溶接機の力率は50%程度であるので、これをコンデンサーにより80~90%引き上げる。

速に切断出来る)なものが続々発表され、実用される趨勢となつた。

溶接棒ホルダーについても安全軽量の面から、種々の改良の加えられたものが発表された。

## 5.3 その他

溶接棒の管理の面からなかつく低水素系棒の取扱から乾燥炉の必要に迫られ各造船所で設備されるようになった。

## 6. 溶接準備および補正

一般の項で述べたように、溶接に対する関心の高まるとともに、良好な溶接は良好な準備から生れることが認識されて、それに対する設備、施設は大々的に増強された年である。

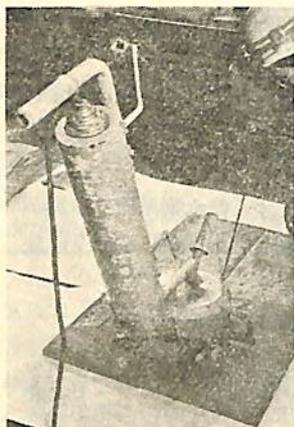
### 6.1 切断設備

直線切断のためのFlame planerの設置は既に大部分完了し、曲線自動切断器の設置へ大きく動いたのが昨年である。H造船所のUnigraphは写真原板の曲線を肉眼でtraceして鋼板を切断するものであるが、昨年のI.I.W(国際溶接会議)で発表されるや、各国から紹介が来たそうであるし、写真原板の曲線を光電的にtraceするドイツのMonopoleは各社が争つて採用し、二、三社では据付を終り実用に入っている。本機の狙とする所は現図、罫書工数の節減が主たるものであり、溶接とは直接の関係はないようであるが、工程の簡易化は工程の円滑化となり、溶接能率の上にも好影響あらんことを期待する次第である。国内でも二、三のmakerがこの種類の機構の研究を始めた模様であるのでやがては国産機の出現も期待出来るであろう。

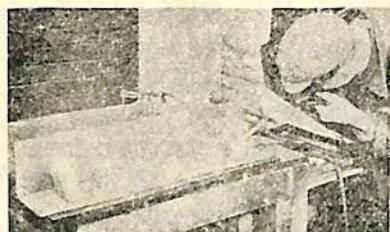
### 6.2 取付、組立法

地上組立Blockの大型化、部材の方法および重量の増加に伴い、取付方法も機械力を大いに活用せざるを得なくなつた。ワンドルやオイルジャッキエンブロックの改良および使用量の増加を招き、これ等の使用法や、ストロングバックの使用法も段々巧になつて来た。一時米国の造船法として紹介され、その後消滅した形となつたジャッキクランプ等もまた見直される時期に来たのではなにかと思われる。

完成時の外観をよくし、またその重要性が益々認識され始めたnotchの発生防止のため、不必要な仮付を極力少くすることが重視されるようになった。船主、船級協会両者ともそれぞれの立場からこれを強調している。造船所としても仮付のdeposit metalをはつり取り、undercutを補修溶接して更にこれをはつり取り、グラインダー掛けする等をすれば、工数の無駄はもとより工



第5図 magnetic chuck



第6図 Parmanent magnet chuck

程上も大きな不利となるので、これ等を極力少くする必要がある。また一方熔接後の歪取を極力避けるために熔接時充分に拘束するなり、逆歪をつける必要がまじってくる。そのために種々の治具や piece が考案され実用されることになった。

鋼板の突合接手や防塵材の取付のためには強力な電

磁石の治具を使用して、psiece の仮付をさけ、簡単な隅肉熔接には永久磁石の fitter を用い、大きな panel block の周辺には補強の srip をはさみ、

防塵材の隅肉熔接には逆歪の楔を打つ等が、以前から室壁等の熔接に用われた clamping press とともに用いられている。

### 6.3 溝掘り

突合熔接の裏はつり、熔接欠陥部の掘取りに Flame gouging はいまや最も普通な工作法となつて来たが、arc air gouging の有利性が認められるや急速に普及の勢を示し、直流機を使用せねばならないという欠点を超越して盛々になる勢を示し、カーボンメーカーは争つて電極カーボンを、熔断器メーカーはトーチを、熔接機メーカーは直流機を製作宣伝し、各県の講習会では何れも主要な講演および実習の題目となる状態にまでなつた。資料の節約、能率の向上、出来上りの良好さから有力な工作法となろうとしている。この前にいささか影はうすくなつたが、flux から発生する gas の吹付を利用して溝掘をする arc gouging も良好な電極棒が発表されてその手軽なことから利用する価値を認められて来たが、まだ開路電圧の比較的高い熔接機を使用せねばならない欠点があるのでこれを解決せねばならない。

### 6.4 歪取

熱収縮による歪は熔接にとって表裏の関係にあつて終生つき纏う問題であろう。熱による歪の理論が段々と究明されるとともに歪取の理論も同様にはつきりして、拘束、逆歪の発達とともに、要求に応じては歪のみえない船体を提供出来るようになつた。このためには仮付も歪取も許さない高張力鋼を用いた防衛庁艦艇の建造経験

が与つて大いに力あるものといえる訳である。

兎に角、一船 2000 工数を要した歪取が今では 500 ~ 1000 工程度に各造船所とも下つていることはやはり歪取法の進歩といつてよいであろう。

## 7. 管 理

熔接工数が造船工数の最大を占め、熔接の良否が、船の出来栄を左右する現在ではその管理状況も技術的進歩の対象とされねばなるまい。

### 7.1 能率管理

能率といつても熔接を含む全職種についての能率の集計において論じねばならぬのであるが、今狭義に熔接工のみの能率について考えてみる。

熔接工事を請負形式にするか、常備形式にするか、請負形式も Block 請負にするか、熔接長請負(尺請という)か棒数または棒重量請負にするか、今なお議論紛々として尽きない所であり、その事業所の性格、その地方の人情風土立地条件にも関係するもので何ともいえないものでそれぞれ失敗成功との経験を記録しているが例え同一程度の能率を保つているとしても膨れ上つた工事量を処理している事を考えれば全般としては進歩の段階にあり更に次の進歩を約束されているといえるであろう。

### 7.2 質管理

熔接工の配置を工場、地上、船台、艦装等に専門化し、適当な技倆を適当な位置に、適当な棒種、棒径をそれぞれの適応した熔接に指定し、指導し、監督するという面では先にもいつたように各造船所とも非常な進歩を遂げたとみるべきである。従つて船体の質としてはその安定度、熟練度により一段と進歩した船体を提供しているということが出来よう。

熔接検査の面においてはこの質の向上に対応して X 線検査においても心配する所は少なくなつたようである。ただ、外国船主監督の X 線検査に対する無智から起因するかとさえ思える、極端に嚴重な、また時には意味の判らぬ要求に悩まされている造船所は少なくないであろう、これら等は熔接技術の進歩とはいいい難いであろうが、世界的な造船技術の向上からみればこの監督教育はその第一歩でもあろうか。

## 8. 結 び

限られた紙面に関連した事項を羅列したので、進歩の表われとみられる項目を羅列するに止まつたので判りにくい点もあつたことであろうが要すればそれぞれ専門方面で研究して頂きたい。要するに大観して造船熔接技術は大巾な発展期を終り細かい仕上時期に入つていると思われる。この状態は画期的事態の生ずるまで当分続くことであろう。(終)

# 南極調査船宗谷第2次改造 の概要

水 品 政 雄  
海上保安庁船舶技術部長

## 1. 氷中航海の概要

宗谷は昭和31年10月10日改造工事を完了し11月8日東京港を出港、同月23日「シンガポール」入港27日出港、12月19日「ケープタウン」に入港し最後の補給整備を行い、29日出港した。昭和32年1月24日青氷に接岸、観測器等の揚陸、昭和基地の建設を行い、2月15日離岸、3月10日「ケープタウン」入港、15日出港し4月6日「シンガポール」入港、13日出港同月24日東京港に帰着した。

この間宗谷は昭和32年1月16日東経40度南緯67度附近から「プリンスハラルド」海岸に向つて密群氷に進出した。18日には早くも厚さ2.5米の定着氷を突破しなければならぬ状態になり、前後進を反復繰返して砕氷しこれを突破した。翌19日往航における最大難所に遭遇した。そこには径10ないし500米、厚さ3.9米の層を成した氷盤の氷量9ないし10の密群氷が約8連続していた。宗谷は全力をつくして約4.5漙前進し一時待機したのであるが、翌20日には氷盤がやや移動し密群氷にゆるみが出来たので、その期に3.5漙前進して開放水域に出た。更にその水域を南進して同日午後1時過ぎ南極大陸に続く白氷の定着氷の外縁に到着した。白氷の外縁から5漙内側に青氷の外縁があつてそこまで進入しなければならぬことになり21日以降その砕氷に當つた。特に23日および24日の両日は全能力を傾け、前後進を反復繰返し、時には「トリミング」や爆破を併用して砕氷した。宗谷が全力で前面の氷に激突すると1回に100ないし150米砕氷前進出来た。24日には最後の行程400米を進むのに6時間を費し同日青氷着岸に成功した。東経39度08分南緯69度01.8分である。宗谷の砕氷した白氷はその厚さ0.80ないし1.20米であつた。

宗谷は観測器材等を陸揚げし、基地の建設を終り2月15日午後0時30分青氷を離岸し帰途についた。

15日は開放水域を約30漙北上し、その北端で仮泊した。翌16日も天候回復を待った。17日には約2.8漙前進したが氷状悪化のため停船した。18日には殆んど前進出来なかつた。当時の氷状は厚さ4米以上径10ないし15米の氷盤で氷量は7ないし8であるが氷盤間には小さい氷塊が一杯に詰つていてこれが氷盤間より高く盛りあがつていた。19日には夜晩くなつて氷盤にゆるみが

出来たので行動を開始翌20日早朝までに1.5漙前進した。当時の見透しでは20日午後3時頃までに氷海を脱出出来そうであつたが20日正午頃から氷状は再び悪化し行動出来なくなつた。21日から氷状が少しく好転し22日には1.1漙前進したが、同日夕方から再び非常に悪化した。当時の氷状は厚さ5米の大氷盤の上に雪が2米載つていて氷の丘のようになった密群氷であつた。23日から26日までは宗谷は全く行動出来ない状態に置かれたが27日に至つて氷盤にゆるみが出来たので前進を開始し同日中に開放水域に出た。翌28日はこの水域から外洋に出るに最も良いと思われる箇所を探して密群氷に突入4.5漙前進しそのほぼ中間に達した所で救援にかけつけた「オビ」号に落ち合い、以後その航跡に入り28日午後11時45分氷海を脱出した。

以上の航海の経過を詳細に検討するに宗谷はその有する砕氷能力等の一切の性能を充分に発揮しその使命を果たしたものと思う。

しかし南極の氷海は宗谷の能力をもつてしては如何とも致し難いことを現実をもつて教えて呉れた。そこで本観測に備えて宗谷に対しては可能な限りその能力を高めるための改造をほどこすは勿論であるが一方航海においても氷状の最も良い時機に脱出をするとともに氷海に閉ざされた場合は変化極りない氷海であるから気永に氷状の好転を待つて脱出すべきであらう。

## 2. 氷中航海に対する改造

今回の氷中航海の実績に鑑み次の改造工事を行う。

### (1) 船体関係

#### (イ) 外板2重張の増加

前回は氷厚1米を目途として外板の補強工事を行つたが、実際には厚さ数米にも達する密群氷を突破する必要があり、かつ船首部水線下に凹損部が若干発見されたので、補強範囲を増すこととする。すなわち船側外板の中2重底のない部分および船首部に2重張を施し、板厚が合計25耗以上となるようにする。

#### (ロ) 氷海中の回頭能力の増大

今回の経験によれば氷中航海においては全力前進をかけても船速は1節にも達し得ない場合が多く、かつそのような状態で進入出来そうな方向に回頭しなければならぬが、このような船速では操舵による回頭は

推進器による後流が舵にあたる面積が小さいので困難である。

よつて船首部は揚箒機を電動60馬力のものに新替し、その「ワーピングエンド」を10吨の牽引力に耐えるようにする。船尾部には2合の揚貨兼繫船機が5吨の牽引力に耐えるので、同時に同方向に索を引き得るようにする。この改造により氷に索を取ることによつて船首、船尾何れでも、約10吨の旋回力が与えられるようになる。この回頭偶力は最低約100t-m以上になると考えられる。一方推進器を片舷前進(210RPM)反対舷は後進(155RPM)とし、船速1節と仮定した場合の回頭偶力は約44.5t-mであるので、回頭性能を相当に改善し得ると思う。

なお他に舵に両側に小舵を取つけること、船の船首部または船尾部に横方向に船側から船側に「パイプ」を通しその中に推進器をつけて内燃機関によりこれを駆動して横方向の推力を出すこと等を検討している。

#### (ハ) 吃水の増大

帰航時においては前部船艙より約350吨の観測器材等の荷物が卸されて、前部吃水が浅くなつたが、これを架めるために前部釣合タンクに漲水すると後部吃水が浅くなつて推進器に対する氷のあたる危険が増すので、やむを得ず前部釣合タンクに漲水を取止めた。このため前部吃水は約3.85米に減少し若干砕氷能力の低下を来した。今回積貨量増加に伴う改造にあつては「トリム」および吃水の増加を計ることを考慮し後部の准士官および科員室を前部にうつし船艙に改造しこの船艙には陸揚しないものを多く搭載するようにする。また軸室には約40吨の固定「バラスト」を、「バルジ」前後端には約67吨の水「バラスト」を搭載する。各状態の排水量および吃水は概略下表の通りとなる。

		満載状態 (ケーブタウ ン出港時)	往 航 氷海進入時	帰 航 離 岸 時
排水量		4,637.9 吨	4,472.6 吨	4,000.7 吨
吃 水	前部	5.31 米	4.95 米	4.47 米
	後部	6.19 米	6.20 米	5.72 米
	平均	5.75 米	5.58 米	5.10 米
トリム		後へ 0.88 米	後へ 1.24 米	後へ 1.25 米

## (2) 機関関係

### (イ) 推進器の改造

砕氷能力増大のため、推力を増すよう推進器を改造

しピッチ比0.64にする。「定格トルク」(正味平均有効圧力4.67kg/cm<sup>2</sup>)において船速0の時183RPMにて約48吨の推力を発生する、

### (ロ) 振り振動の調整

#### (a) 2節12次振動を小さくすること

155ないし165RPMの間に許容以上の2節12次振動があつたので連続使用を禁止していたが、次の航海には推力増大に伴い氷海中において、この範囲の回転数を使用する機会が多くなるので「ダイナミックダンパー」を装備する、すなわち「掃気ポンプ」の「クランク軸」を新替し、機関側「クランク軸」との結合「フランジ」を大きくしてこの部分に「ダンパー」重錘4ヶを装備する。この改造により2節12次振動は殆んど完全に減衰する。

#### (b) 1節2次振動の移動

1節2次振動は上記「ダンパー」の装備により定格回転数(210RPM)以下に発生する恐れがあるのでその位置を定格回転数以上にもつて行くよう中間軸を太くする。

### (ハ) 機関の加速性の迅速化

密群氷を突破するため、機関起動後の回転を急速に上昇させることが強く要望されたが、起動後の急速なる回転上昇に際しては揺動部に部分的過熱を生ずるので、独立の「潤滑油ポンプ」および「冷却水ポンプ」を増設する。

## 3. 一般改造

### (1) 前部「ウエル」の閉鎖

本観測時には約100吨の観測器材等の増載が必要となるので船首後と船尾後間を連続させて船の容積を増大する。この部分は船艙並びに准士官および科員の居住区とする。この部の構造については甲板外板とも強度は充分にする。また船首より船橋後に至る舷橋を設けるとともに、船橋後前壁は波浪の衝撃に耐えるよう補強する。

### (2) 居住区の改造

後部船艙新設に伴う准士官および科員居住区の移設、機関室開口部新設に伴う調理室の移設、糧食小出庫の拡大並びに冷蔵小出庫の新設に伴う観測隊居住区の変更および観測隊寢室を最大4人室を一応の目途として区画変更を行う。なお通風装置は次のように改造する。

前部居住区新設に伴い、3馬力「サーモタンク」付機動通風装置をこの区画に増設しかつ前回の給気系統

を整理し通風量の増加をはかる。居住区の換気回数は毎時13回以上となると思われる。また上甲板中央部の諸室通路および科員室には7.5馬力の排気通風装置を新設する。

### (3) 観測設備

電離層観測を取止め海洋観測を行うこととなつたので、電離層観測設備は撤去し新に海洋観測装置を設ける。(5馬力採水用電動捲揚機2台、電磁海流計等)

### (4) 航海関係

(イ) 推進器改造後の航海性能は次の通りである

航海速力 11節 (190 RPM, 2,200 BHP)

航続距離 10,000 浬以上。

(ロ) 動揺性能

砕氷船の動揺性能は、その船型上非常に悪いことは止むを得ないことで幾分でも改善するために「ビルジキール」を取付ける。前回の改造前は長さ39米深さ0.25米のものを有していたが今回の外板前部の凹損等を参考にし、なるべく後方に長さ約26米の間に4等分し深さ0.30米の新「ビルジキール」を取付ける。同構造は万一氷の衝撃をうけて、おしつぶされることがあつても外板より外れることのないよう板厚は動揺時の水圧にたえる最低を目標として6耗~8耗程度とする。6耗とした場合の取付部の水圧による曲げ応力は動揺周期9秒動揺角30度の場合5.23 kg/mm<sup>2</sup>となる。この「ビルジキール」を取付けた後の効果については旧「ビルジキール」取外し前後の動揺性能が運輸研究所で模型実験がなされているのでこの資料より計算すると次の通りとなる。

減減係数を「ビルジキール」の深さおよび長さそれぞれ直線的に変ると仮定し波傾斜角( $\theta_w$ ) 0.5°, 1.0°, 1.5°, 2.0° および 3.0° に対する拡大率(同調絶対横揺角  $\theta_n$  / 最大波傾斜角  $\theta_w$ ) を求めると次表に示す通りとなり概ね拡大率は60%前後に減少する。

		$\theta_w$				
		0.5°	1.0°	1.5°	2.0°	3.0°
$\theta_n / \theta_w$	I「ビルジキール」なし	21.4	14.5	11.8	10.6	9.6
	II「ビルジキール」あり	13.3	9.4	7.7	6.7	5.5
II / I × 100		62.2	64.8	65.2	63.2	57.3

またSverdrup-Munkの波浪予報理論を用い、波の不規則性を考慮し同調時、同調横揺角の70%横揺れをすと仮定し、風速15米/秒 20米/秒 25米/秒 30米/秒毎の波による横揺角を求めると次表の通りとなり現状の約60%に減少する。

風速 米/秒	15	20	25	30
I「ビルジキール」なし	37.1°	37.3°	42.0°	44.7°
II「ビルジキール」あり	18.5°	22.9°	25.8°	27.4°
II / I × 100	61.5°	61.5°	61.5°	61.4°

### (5) 観測器材等運搬関係

(イ) 散貨容積の増加

現船艙容積約13.2立方メートル(バール)に対し約1740立方メートル(バール)となる。

(ロ) 荷役装置の改造

搭載航空機が大型(「セスナ」を「ビーバー」とする)になるので、「アウトリーチ」1.5米を取るため前櫓を鳥居型とする。

(ハ) 冷凍および冷蔵糧食庫の増設

越冬隊員の増加(総員20名と予想)等に伴い、-180°Cの冷凍糧食庫および0°C~-5°Cの冷蔵糧食庫をそれぞれ増設する。冷凍庫用として30馬力冷凍機を2台増設する。

予備観測の実績より計算すると本観測に必要な量は冷凍物は約50立方メートル、冷房物は約67立方メートルとなる。冷房物の中には0°C~-5°Cに冷蔵する必要ありと認められるものもあるので冷蔵庫を設ける。実際に積み得る量を有効内容積の60%として次表の通りに増設することとした。

	温度	有効内容積 米 <sup>3</sup>	記 事
冷凍庫	-18°C	22.9	旧冷蔵庫
〃	〃	30.6	新 設
〃	〃	24.0	〃
冷蔵庫	0°C~-5°C	20.8	旧冷蔵庫
〃	0°C	13.5	新 設
〃	〃	5.9	廊 室
冷蔵小出庫	〃	4.5	新 設
冷房庫	+15°C	65.8	従 来 通 り

### (6) 機関関係

(イ) 開口部新設

機関室の通風および採光を改善するため、上甲板より端艇甲板に達する開口部を新設する。

(ロ) 右舷推進軸の新替

推進軸を抜出しの上曲り検査を行つたところ、右舷軸は「プロペラ」嵌合部において0.3耗曲つていることが発見されたので新替する。

### (7) 電気計器関係

(イ) 極深海音響測深儀の装備

海洋観測並びに極地における航海に必要があるので1万米の極深海音響測深儀を1基新設する。(以上)

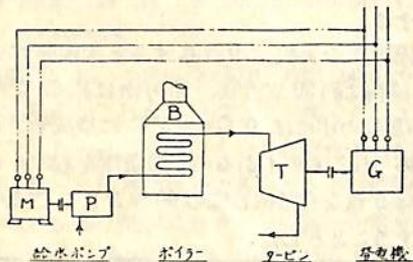
# ガス・タービンとガス・タービン船

## 須之部量寛

運輸技術研究所

ガス・タービンは燃焼ガスをタービンに直接吹て当てる機械仕事をうるエンジンでその思想は古くからあつたが能率のよい圧縮機がなかつたり高級な耐熱鋼がなかつたりして仲々実現しなかつた。第2次大戦の末期に航空用ピストンエンジンの出力が極限に達し、更に大出力のエンジンをうるためガス・タービンの開発に非常な力が注がれたのでまず航空用ターボエンジンとして成功し、終戦後発電用、工業用原動機として実用されるに至つた。

ガス・タービンの原理を理解するには蒸気タービンと比較するのが近道である。第1図の蒸気プラントにおいて、水は給水ポンプにより高圧となつてボイラーに送られる。ここで燃料により加熱されて蒸気となりタービン

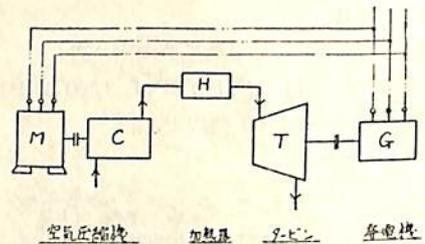


第1図 蒸気タービン・プラント

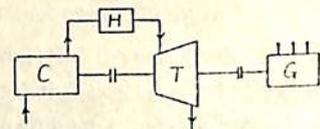
にゆく。タービンでは大気圧またはコンデンサー真空圧まで膨脹して仕事を発生し発電機を廻すことができる。給水ポンプは電動機で廻すのが普通であるがその電気は発電機から取るので間接的にタービンで廻しているものであり、従つて有効出力はタービン出力と給水ポンプ入力の差である。給水量を1 kg/secとしボイラー圧を30 at, ポンプ効率を70%と仮定すると給水ポンプ入力は約6 HPとなる。ボイラー出口の蒸気状態を30 at, 450°C, タービン効率を75%としてタービンの出力は約1200 HPとなる。従つてタービン出力と給水ポンプ入力の比は200:1でタービン出力の方が格段に大きくそのまま有効出力と見做して差支えない程度である。

蒸気プラントの場合は作動流体が水であつたが、これを空気に代えてみよう。するとタービンを通過する流体が燃焼ガスとなるのでガス・タービン・エンジンと呼ばれることになる。第1図と第2図を比較するに給水ポンプの代りに空気圧縮機が置かれ、ボイラーの代りにボイラーまたは空気加熱器が置かれる。空気は圧縮機で加圧されたのち燃焼器で燃料を噴込まれその燃焼によつて加

熱され、高圧高温ガスとなつてタービンにゆく。タービンでは蒸気の場合と同様に大気圧まで膨脹して仕事を発生し、その仕事の一部は圧縮機の駆動に費され、残りは有効仕事となる。第2図では圧縮機を廻すのに蒸気プラ



第2図 ガス・タービン・プラント



第3図 ガス・タービン・エンジン

ントの給水ポンプと同じく電動機を用いた図を書いたが実際には第3図のようにこの両者は直結しておき有効出力のみが発電機に伝えられる。

このようなガス・タービンの出力は如何程になるか。タービン出力、圧縮機入力の関係を知るため少しく計算を行つてみよう。

作動流体の流量を毎秒1 kg とすると、圧縮機入力とタービン出力はそれぞれ次の如くなる。

$$N_c = \frac{T_1}{\eta_c} \cdot \frac{C_p}{75 \cdot A} (r^m - 1) = \frac{T_1}{\eta_c} l_c \quad (\text{IP}) \quad (1)$$

$$N_r = \eta_r \cdot T_2 \cdot \frac{C_p'}{75 \cdot A} \left(1 - \frac{1}{r^{m' r}}\right) = \eta_r \cdot T_2 \cdot l_r \quad (\text{IP}) \quad (2)$$

ただし  $T_1$  = 圧縮機入口温度 (絶対)  $^{\circ}\text{K}$

$T_2$  = タービン入口温度 (°)  $^{\circ}\text{K}$

$\eta_c$  = 圧縮機効率 %

$\eta_r$  = タービン効率 %

$r$  = 圧力比

圧縮機の圧力比を  $r=40$  とすると  $l_c$ ;  $l_r$  はそれぞれ 0.664 および 0.454 となる、従つて大気温度  $t_1$  を  $15^{\circ}\text{C}$  とすれば圧縮機入力は

$$N_c = \frac{273 + t_1}{0.80} \times 0.664 \approx 240 \text{ IP} \quad (3)$$

でありガス流量を  $t_2 = 156^{\circ}\text{C}$  とするとタービン出力は

$$N_T = 0.85 \times (273 + 650) \times 0.454 = 360 \text{ IP} \quad (4)$$

よつて差引の有効出力は

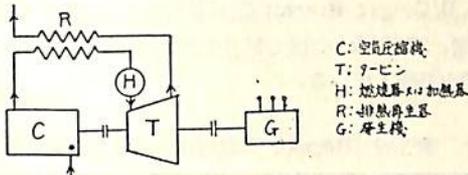
$$N = N_T - N_C = 360 - 240 = 120 \text{ IP} \quad (5)$$

となる。(3)(4)(5)からタービン入口のガス温度が650°Cの場合には、タービン出力、圧縮機入力、有効出力の比は3:2:1であつて、蒸気タービンの場合に1:0:1であつたのに比較して圧縮機入力の大きいのが目立っている。このように圧縮機のマイナス仕事がタービンのプラス仕事の7割に近いので、圧縮機、タービンの効率が悪かつたり、タービン入口のガス温が低かつたりするとタービン仕事は圧縮機のマイナス仕事に喰いつぶされて熱機関として成立しなくなつてしまう。たとえば前記の蒸気タービンの場合のようにタービン効率を75%、ガス温を450°Cと仮定するとタービン出力は

$$N_T = 0.75 \times (273 + 450) \times 0.454 = 245 \text{ IP}$$

となり、圧縮機入力の240IPを差引けば有効出力は僅か5馬力に下つてしまう。このためガス・タービンを開発するためには、圧縮機効率を上げてそのマイナス仕事を減らすことと、タービン効率、ガス温度を上げてタービンのプラス仕事を大きくすることに非常な努力が払われてきたのである。

熱効率については、蒸気タービンの場合にはマイナス仕事が殆んど零でタービン出力がそのまま有効仕事となるのに対し、ガス・タービンでは出力の約7割を圧縮機に喰われて3割が有効仕事となるからガス・タービンの方が損のように考えられる。しかし加熱過程で流体に供給する熱量を計算すると、前記の例で蒸気タービンの場合にはボイラーで約770 kcal/kgの熱が与えられる、その



第4図 排熱再生式ガス・タービン

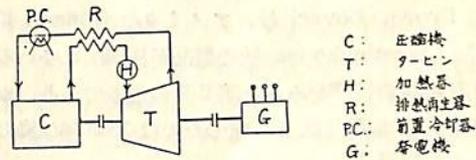
うち60%の450 kcal/kgは蒸発潜熱に費されている。ガス・タービンの場合には圧縮機出口温度が190°Cとなつているため約110 kcal/kgであり、更に第4図の如く排熱を回収する熱交換器をつけてやると75 kcal/kg位

第1表 蒸気タービンとガスタービンの比較

	正味出力 1000 IP 当りの流 量 kg	最高温度	最高圧	効率	パワー分配比		
					タービ ン出力	圧縮機 入力	正味 出力
蒸気タービン	0.8	450°C	30 at	27%	100.5	0.5	100
ガスタービン	8.0	650°C	4 at	27%	300	200	100

になる。従つて正味出力当りの供給熱量はそれぞれ  $\frac{770 \text{ kcal}}{1200 \text{ IP}}$  と  $\frac{75 \text{ kcal}}{120 \text{ IP}}$  となつて殆んど同じになつてしまひ従つて熱効率も上記の例では同一である。すなわち蒸気タービンでは流体1kg当りの仕事も大きい供給すべき熱量も大きい。ガス・タービンでは有効仕事が少いが与える熱量も少く両者の比は殆んど変わらないのである。蒸気タービンでは熱効率を上げるために再熱したりブリードしたりすると同様にガス・タービンでも大型のものは圧縮過程中に中間冷却を行つたり再熱したりして熱効率を上げている。今まで述べたところを一覧表にまとめると第1表のようになる。

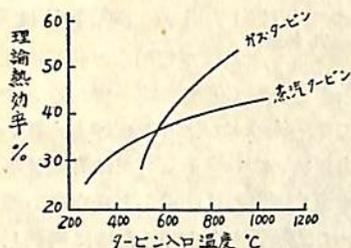
第1表によればガス・タービンは蒸気タービンに比較して流量が10倍も多い、従つて機械の寸法はそれだけ大きくなり、大出力のエンジンを作る場合には圧縮機もタービンも大きくなりすぎて設計できなくなり現在のところ30,000馬力位が最大限と考えられている。この欠点を補うために第5図の如き密閉サイクルが考案された。こ



第5図 密閉サイクル式ガス・タービン

れは今までの開放サイクルが大气から空気を吸込んで大気中に排気を放出するのに対し、管路を密閉して加圧し、圧縮機入口圧を既に8at程度に高めておく方式である。こうすれば流体の容積は加圧しただけ小さくなるので機械容積はそれだけ小さくなり大出力タービンの設計が可能となる。そのほか熱力学的にも種々の利点があるので密閉サイクルは大いに期待のもてる型式である。

ガス・タービンの性能の良否は、圧縮機効率、タービン効率の良否によるとともにタービン入口のガス温度にひどく左右されることを繰返して述べて置こう。蒸気タービンの時には150°Cか200°Cの蒸気温度でもタービンが廻つて何がしかの仕事が得られ、熱効率はプラスであるがガス・タービンでは少くとも450°C以上でなければプラス仕事は得られず、加えた燃料は徒らに排気ガスを温めるにすぎない。タービン入口温度と理論熱効率の関係を図示すると第6図の如くなり、蒸気プラントでは温度と効率上昇の割合が緩いのに反して、ガス・タービンでは450°C位からプラスになつて急激に上昇する。よつてガス温度を上げることによつて得られる利



第6図 蒸気タービンとガス・タービンの熱効率の比較

益は蒸気タービンの比でなく特殊の高級耐熱鋼を要望する所以である。

上記のようにガス・タービンは流体力学的にも、耐熱材料の点でも蒸気タービンより難点があつたため発達が遅れ原動機として実用になり始めたのは割合に新しいことである。従つてその経済性や保守については未だ確定的な結果が出ていないが、最近の情勢を述べ実用上の諸問題を検討してみる。現在世界中で17の会社により約160万k.w.のガス・タービンが製造されている。そのうちスイスのBrown Boveri社、アメリカのGeneral Electric社、Westinghouse社の製品が圧倒的に多いのでこの3社の製造状態をみると第2表の通りであり、ガス・タービンの製造が軌道に乗つたのは1953年以降のことであるのが判る。

第2表 陸上用ガスタービンの製造状況 (Power 1956年9月号による)

年次	Brown Boveri Co.	General Electric Co.	Westinghouse Electric Co. Clark Brothers
1939	4,000 kw 1台		
43	1,500 kw 1		
48	23,000 2		
49	53,500 8	3,500 kw 1台	
50	5,400 1	3,500 1	
51	—	30,000 6	
52	—	60,500 6	6,350 kw 2台
53	4,000 1	134,300 34	8,100 1
54	20,900 4	22,200 5	10,000 2
55	31,500 6	37,800 7	16,250 4
56	178,300 12	140,600 14	72,900 14
57	202,000 15	21,500 2	83,600 17

斯界ではB.B.C.とG.E.が一流メーカーと見做されているので両社のタービンのレベルを調べてみる。

### B.B.C.のガス・タービン

- i) 1基の容量 5,000 kw~25,000 kw

- ii) 熱効率(発電機端子において) 19~27%  
 iii) タービン入口ガス温 1950年まで 1100°F(600°C)  
 1955年まで 1200°F(650°C)  
 1956年以降高炉ガスを燃料とする場合 1400°F(760°C)  
 その他の場合 1200°F(650°C)  
 iv) 燃料の種類 ガス燃料を使用するもの 60%  
 重油燃料を使用するもの 40%

### G.E.のガス・タービン

- i) 1基の容量 4,000~16,000 k.w.  
 ii) 熱効率(発電機端子において) 16~28.6%  
 iii) タービン入口ガス温 1949年まで 1400°F(760°C)  
 1951年まで 1500°F(815°C)  
 1952年以降 1450°F(785°C)  
 iv) 燃料の種類 ガス燃料を使用するもの 80%  
 重油燃料を使用するもの 20%

この表からガス・タービンの現状としてガス温は650°Cから780°C位であり、熱効率は熱交換器のない簡単なもので18%、大容量の複雑なサイクルを用いるもので28%位であることが判る。燃料の種類としてはガス燃料の方が重油を焚くものより多い。これは開放サイクルで或る種の重油を用いると燃料中の灰がタービン翼に附着して流路を塞ぎ出力の低下を来したり、タービン翼を腐蝕したりしたからである。この問題は恰も初期の蒸気タービンが給水中の不純物のためタービン翼にスケール附着を起しその処理に悩んだのと同様の問題でありガス・タービンの実用を阻害する大きな原因であるのでこの数年来種々の研究が行われて対策の見通しが得られた。B.B.C.ではBeznavu発電所にある同社製13,000k.w.機、27,000k.w.機で試験を行い対策として次の水洗滌法を提唱している。

第3表 Beznavu 発電所における重油の成状

発熱量	9,930 kcal/kg
粘度	25°Cにおいて 425 cst
比重	20°Cにおいて 0.924
硫黄	1.9%
固型アスファルト	1.25%
灰分	0.026%
灰分中のV <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	26.5%
" Na <sub>2</sub> O	18.5%
" 水溶性分	63.3%
" 非水溶性分	36.7%

- i) 第3表に示す燃料をそのまま使用するとタービン翼にかんがりの灰が附着するので300時間乃至400時間毎に

水洗いをして灰を落した。

- ii) タービンの洗滌は停止後約 20 時間放冷しタービンの温度が約 100°C に下つたとき行う。
- iii) 洗滌の際は起動モーターでタービンを約 400 r.p.m. に廻し、スイッチを切るとともにノズルの周囲から水を霧状にして吹付け、タービンが停るまで噴射を続ける。タービンが停止したら 15 分放置して灰を軟化させる。
- iv) 以上の操作を 7 回繰返すと灰は洗落される。洗滌後は直に運転してタービンを乾燥し、酸、アルカリでタービンが腐蝕されるのを防ぐ。

この水洗滌法は同発電所で数年来適用して何等の不都合を生じないのでよい対策の一つであるが、洗滌のたびに停めなければならないので、長時間の連続運転を必要とする場合には支障をきたす。G. E. ではガス・タービン用重油に次の規格を定め規格外の燃料は使用前に処理してから使うようにしている。

#### 燃料規格

- i) 灰分中の Na 対 V の重量比は 0.3 を超えてはならない。
- ii) 燃料中の Na 量は 10 p.p.m. 以下であること、5 p.p.m. 以下であれば、i) の制限をつけない。
- iii) 灰分中の Mg 対 V の重量比は 3.0 以上であること、燃料中の V が 2 p.p.m. 以下であればこの制限をつけない。
- iv) 燃料中の Ca 量は 10 p.p.m. 以下がよいが、20 p.p.m. まで許し得る。
- v) 燃料中の Pb 量は 5 p.p.m. 以下がよい。

この規格に合わない燃料の処理法としては次のようにする。

#### 燃料処理法

- i) 洗滌水または洗滌液 (Mg SO<sub>4</sub> の 5% 溶液) を燃料の 2~5% 加える。
- ii) Emulsion Breaker として Tretolit を 0.005~0.02% 加える。
- iii) 燃料温度は 80~95°C とし、洗滌液を混合してから遠心分離機で水分を取去る。

この方法による処理費は燃料の予熱を含めて約 300 円 /kl であり、Union Pacific 鉄道会社はこの方法で 27 台のガス・タービン機関車を動かし、また Central Vermont Public Service Corp. でも 5000 k.w. 級のタービン 5 台を運転し、既に合計 80,000,000 ガロンの残留重油を消費したが別条のないことが報告されている。

ガス・タービンの保守法に関してはタービンの型式容

量により様々であるが、ベネゼラの Pertigaite セメント工場に据附けた B. B. C. 製 1650 k.w. × 2 台のガス・タービン発電所の例をのべよう。ここは灰分 0.04% で Na, V の含有量の多い重油を燃料としているのでタービンには灰の附着が避けられず水洗いを施している。保守の主な項目は、

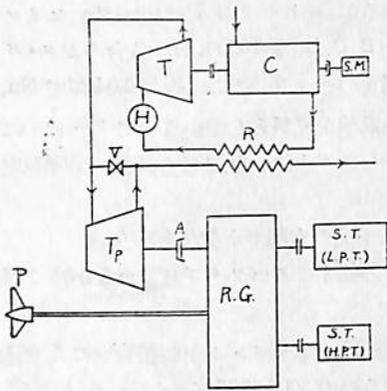
- i) 900 時間毎に前述の方法で水洗滌を行う。
- ii) 運転中に熱交換器に スーツ・ブローアを掛けて煤を吹払う。
- iii) 空気炉器をつけてもセメント粉が圧縮機に入り込み、これを汚損するので 3000 時間毎に水洗いをする。
- iv) 燃料噴射弁は約 3500 時間毎に交換する。燃料油で潰蝕された部品を交換すれば再使用できる。
- v) 燃焼器内筒部品は 250 個のセグメントからなるが 1949 年末から 1953 年春に至る 18,000 時間の運転で約 45 個が焼損した。
- vi) 滑油消費量は問題にならぬ程少く、18,000 時間の運転後でも清浄であつた。

このような発電用ガス・タービンの保守費について B. B. C. ではガスを燃料とする場合に 0.072 円 /k.w. Hr, 重油を燃料として周期的に洗滌を行う場合に 0.12 円 /k.w. Hr. であるとしている。G. E. では 560,000 時間の運転における平均保守費として、ガス燃料のガス・タービンの場合に 0.083 円 /k.w. Hr であり、重油を燃料とする場合には 0.111 円 /k.w. Hr なる数値を出し、前者とほぼ一致している。この値を用いて熱効率 25% のガス・タービン発電の (燃料費) + (保守費) を算出すると約 3.50 円 /k.w. Hr となる。

ガス・タービンが陸用の原動機として実用されたのが比較的新らしいので、商船の主機として用いることは未だ試験期にあり、現在運航しているのは運輸省練習船北斗丸、英国の Auris 号と米国の John Sergeant 号の 3 隻のみである。

練習船北斗丸のガス・タービンは三菱造船 (株) が製造したもので運輸技術研究所が寄贈をうけて北斗丸に据付け現在運輸技術研究所と航海訓練所の協同により航海実験が行われている。

本船は主機として 1400 馬力の蒸気タービンをもち、その横に 500 馬力のガス・タービンを併置したもので、ガス・タービンの出力軸は第 7 図の如く蒸気タービン減速歯車の低圧軸にクラッチを介して連いてあり、蒸気タービンで航海中はクラッチを外し、ガス・タービンで航海するときはクラッチを入れ蒸気タービンはコンデンサーの真空中で空転する。ガス・タービンの型式は 2 軸式で圧縮



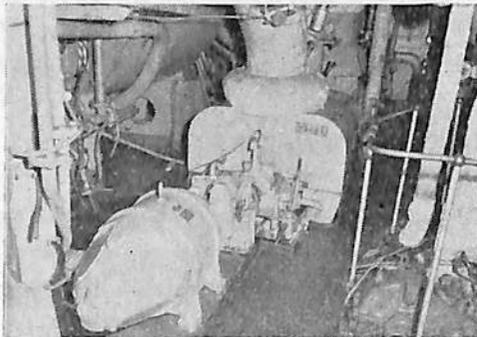
C: 空圧圧縮機  
 T: 正転タービン  
 T<sub>P</sub>: 逆転タービン  
 H: 燃焼器  
 R: 排熱再生器  
 S.M.: 起動電動機  
 A: フラフチ  
 S.T.: 発電タービン  
 R.G.: 再熱発電機  
 P: 推進器  
 V: バイパス弁

第7図 北斗丸 500馬力ガス・タービン

機は高压タービンにより駆動され、出力は低压タービンから取り、主要目は次の如くである。

出力 500 HP.  
 圧力比 3.5  
 ガス温度 650°C  
 圧縮機型式および廻転数 軸流 19段, 10,000 r.p.m.  
 高压タービン 型式および廻転数 軸流 5段 10,000 r.p.m.  
 低压タービン 型式および廻転数, 軸流 3段 5,000 r.p.m.  
 燃焼器型式および個数 円筒直流型, 1個  
 熱交換器型式および再生率 管束型, 50%  
 燃料 B 重油

ガス・タービンの運転をはじめるときは低压タービンのクラッチを嵌入し蒸汽タービンで走りながらガス・タービンを起動したのちバイパス弁 V を段々に閉じ蒸汽タービン側の主塞弁を閉めて負荷を蒸汽からガス・タービンに移し換えてゆき、ガス・タービンのみで約7~8 哩/時の速力を得る。現在までに約 800 時間の海上運転が行われ、気象変化と出力の関係、海水飛沫中の塩分による圧縮機性能の変化等幾多の実用上の資料を得ている。第8図は船内の写真で向って左側に蒸汽タービンがある。第9図は運転台で手前のハンドルが燃料制御ハン



第8図 北斗丸機関室内のガス・タービン

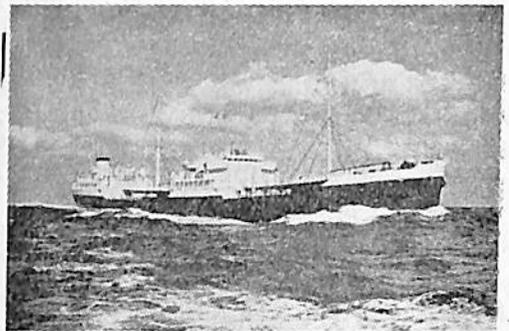


第9図 北斗丸用ガス・タービン運転台

ドルで起動、停止の際は運転員が動かすが航海中は自動的に動いてガス温度を一定に保つ。

Shell 石油会社は自社の 12,000 噸タンカー Auris 号によつて船用ガス・タービンの実用試験を行つている。この試験は2期に分たれ、第一期試験では 1,200 馬力のガス・タービンを据えて海上におけるガス・タービンの運転、保守に関する資料を得た。

Auris 号は本来は 4 基の 900 k.w. ディーゼル発電機をもつ電気推進船であつたが、この試験のため、そのうちの 1 基を陸揚げして、British Thomson Houston 製の 860 k.w. ガス・タービン発電機に入換えた。ガス・

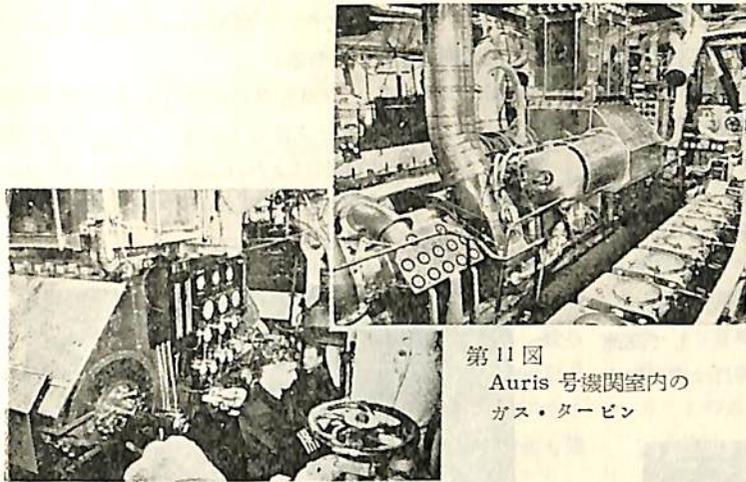


第10図 シェル石油会社のタンカー Auris 号

タービンの型式は前記北斗丸のエンジンと同一型式の 2 軸型で低压タービン発電機が直結してある。

航海実験は 1951 年 10 月に始まり 1951 年 11 月に終わった。その間の運転時間は 16,000 時間で航海距離にして約 160,000 哩におよび、ガス・タービンの運転成績は次の如くである。

- i) ガス・タービンのみで約 7 ノットを得、熱効率は 21% であつた。
- ii) 起動には約 3½ 時間をかけ、その後 6 k.w./分の割合で負荷を増していつた。
- iii) 停止の際、タービンのターニングを 20 時間行つた。



第11図  
Auris号機関室内の  
ガス・タービン

- iv) 熱交換器のスーツ・ブローアは24時間毎にかける。その所要時間は約10分である。
- v) 運転中は時々燃料噴射弁を交換するだけで余り手数はかからない。
- vi) 入港中の保守は圧縮機の水洗い、燃料噴射弁の分解手入れ、フィルターの点検等でディーゼル船に較べて20%以下の時間で済み、蒸気タービン船より少い。
- vii) 圧縮機の水洗いは水とTeepolを噴込み、400 r.p.m.で20分間廻しながら行う。
- viii) 滑油の消費量は問題とならぬ程少い、交換は4年間に一度行つた。
- ix) 荒天の際もガス・タービンの運転には差支えなかつたが海水が圧縮機に入って塩水が附着するので洗滌が必要となる。
- x) 風向によつて機関室の換気が圧縮機に吸込まれ翼の汚損をきたした。これは吸気管、排気管の位置を直したら大分よくなつた。
- xi) 低質重油 (Residual Oil) を使用することは、Kaolinを加えることにより可能となつた。
- xii) 燃焼器の部品交換は内筒耐火物は15,000時間毎、Nimonic製の内筒は5,000時間毎、燃料噴射弁ノズルは5,000時間毎に行ふ必要がある。
- xiii) タービンの洗滌時間については未決定であるが、3,250時間で未だ再洗滌の必要を感じない。
- xiv) 騒音は余り甚しくなく耳栓は不要である。
- xv) 機関室内の温度は高くなる

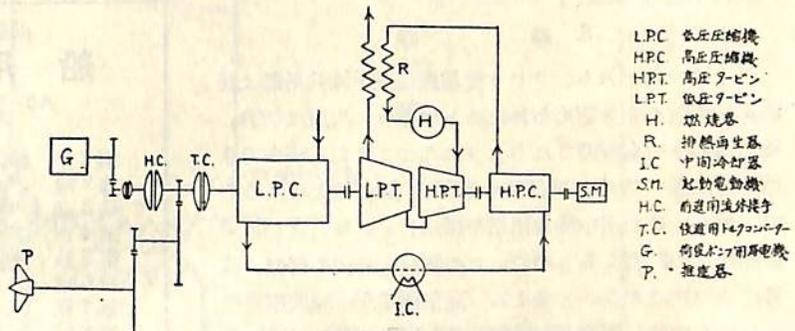
ので今後のエンジンの据付に注意を要する。

以上の結果からガス・タービンの信頼性は充分にあり保守に要する経費も低いことが判つてきた。また低質重油の使用も見込がいたので現在のように熱効率が21%程度で燃料消費量が割高となつても船全体の熱経済を考えると他のエンジンと競合してきると考えられるので第2期の試験が計画された。

第2期試験は Auris 号のエンジンを全部陸揚げして、B.T.H. Co. 製の5,500馬力のガス・タービン1基を入れるもので、主機補機の主要目は次の如くであ

主機	出力	5,500 HP
	ガス温度	650°C
	燃料消費量	9,100 B.T.U./HP/Hr (熱効率 27.6%)
		高圧タービン系 低圧タービン系
	廻転数	5,800 r.p.m. 3,840 r.p.m.
	圧縮機段数	16 段 12 段
	タービン段数	5 段 8 段
補機	200 k.w. ターボ発電機	
	120 k.w. ガス・ターボ発電機 (Allen 社製)	
	500 k.w. 荷役ポンプ用発電機 (主機駆動)	
	450 HP 非常用蒸気タービン (推進器駆動用)	
排気ボイラー	蒸気圧	50 p.s.i
	蒸気量	5000 lb/Hr

主機のサイクルは第12図のように2軸型であるが圧縮機も2基に分割して中間冷却を行い推進器は低圧軸で駆動している、パワーの伝達には第12図のように前進用の流体接手と逆転用のトルクコンバーターを用いこれに減速歯車を組合せた機械的方式である。図中の左上方にあるのは500 k.w. 発電機で碇泊中に主機で駆動し荷

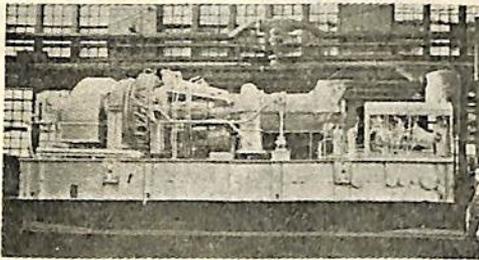


- L.P.C. 低圧圧縮機
- H.P.C. 高圧圧縮機
- H.P.T. 高圧タービン
- L.P.T. 低圧タービン
- H. 燃焼器
- R. 排熱発生器
- I.C. 中間冷却器
- S.M. 起動電動機
- H.C. 前進用流体接手
- T.C. 逆転用トルクコンバーター
- G. 荷役ポンプ用発電機
- P. 推進器

第12図 Auris号用5,500馬力ガス・タービン

役ポンプの電源になる。このエンジン換装工事は1956年末から Cammel Laird 造船所で行われているので間もなく航海試験が始まるものと期待している。

米国では海運局によつてリバテ型戦艦船を改装して性能を上げるとともに新しい船用エンジンの開発を行うことが企画され、その一環として8,870噸のリバテ船 John Sergeant 号に General Electric 社の6,000馬力ガス・タービン を据付けて試験を行つている。John Sergeant 号は2,500馬力の蒸汽機関をもつていたので、その補機はなるべく使用し、船体は25呎長くして高速に適するように改造した。主機、補機の要目は次の如くである。



第13図 John Sergeant 号用  
6,000馬力ガス・タービン

主機	出力	6,000 IP
	圧力比	4.9:1
	ガス温度	1450°F (785°C)
	圧縮機廻転数	6,900 r.p.m.
	出力タービン廻転数	5,320 r.p.m.
	排熱再生率	80%
補機	170 k.w. ターボ発電機	
	750 IP 非常用蒸汽タービン (推進器駆動用)	
排気ボイラー	蒸汽圧	220 p.s.i.
	蒸汽量	5,200 lb/Hr

主機の外観は第13図の如くでサイクルは2軸型を採用し低圧タービンで推進器を駆動している。後進はプロ

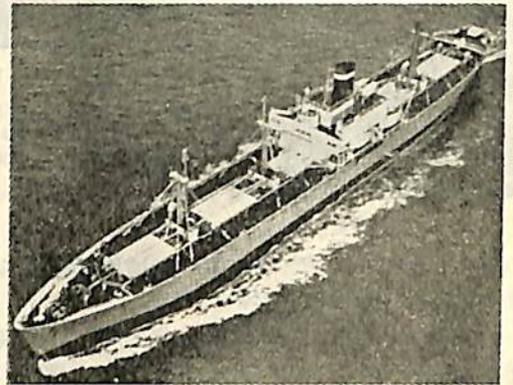
(714頁よりつづく)

## 8. 結 論

以上述べたとおり、ラジオ受信機用空中線共用器は既に实用価値も充分認められたことであり、当所は勿論、他の造船所でも設備されるようになってきた。現在では特に輸出船でラジオ受信機の設備を多く要求されるので、進んでこの空中線共用器を採用している。また将来客船などの計画もあるので、この装置も今後の研究、改善にまつ処は大きいと考える。通信機用空中線共用器は未だ航海実績が出ていないが、これで十分な成果が認められたら今後大いに活用して行きたいと考えている。

ペラのピッチを変えて行い、Morgan Smith 社の4翼可変節推進器を備えてある。

本船の改装工事は1956年9月に完了し試運転ののち10月14日にニューヨークからサウザンプトンまで初航海を行つた。当時の報告によれば運転は静粛で17ノットの速度を得、燃料消費量も0.51 lb/SIP/Hr (227 gr/IP/Hr) で好成績を取めた模様である。



第14図 John Sergeant 号

第14図は航海中の同船の写真で煙突の後方に白く空気が取り込まれるダクトがみえる。

船用ガス・タービンは上記の如く昨年から実用試験に入つたばかりであるが、燃料消費量は蒸汽タービンのそれと互角になり、保守が容易なこと、機関室のスペースが小さくて経済的に有利であることが立証された。

ガス・タービンの実用化にはさきに述べた低質油の使用法を確立することが先決問題で、Auris 号でも John Sergeant 号でもこのために種々の装置を備えている。その他運転制御装置、後進法に対する信頼度、船全体のバランスを考えたガス・タービン船としての熱経済など今後の工夫によるところが多いので今後これらの研究の進捗と相俟つて広く実用に供せられるに至るであろう。

## 海技入門選書

商船大学助教授 野原威男著

# 船用プロペラ

A5 上装 110頁 ¥180円 (¥30)

### 目次

第1章	船体の形状・抵抗および馬力
第2章	プロペラの種類
第3章	プロペラに関する術語
第4章	プロペラの効率
第5章	キャビテーション試験
第6章	プロペラ的设计
第7章	プロペラの構造
第8章	事故の原因とその対策
附	練習問題

## 20,000 S. H. P. 原子力推進装置

ガスタービン装置；大型油槽船用の最初の完全設計；  
窒素を作動流体とするガス冷却原子炉；補機の配置。

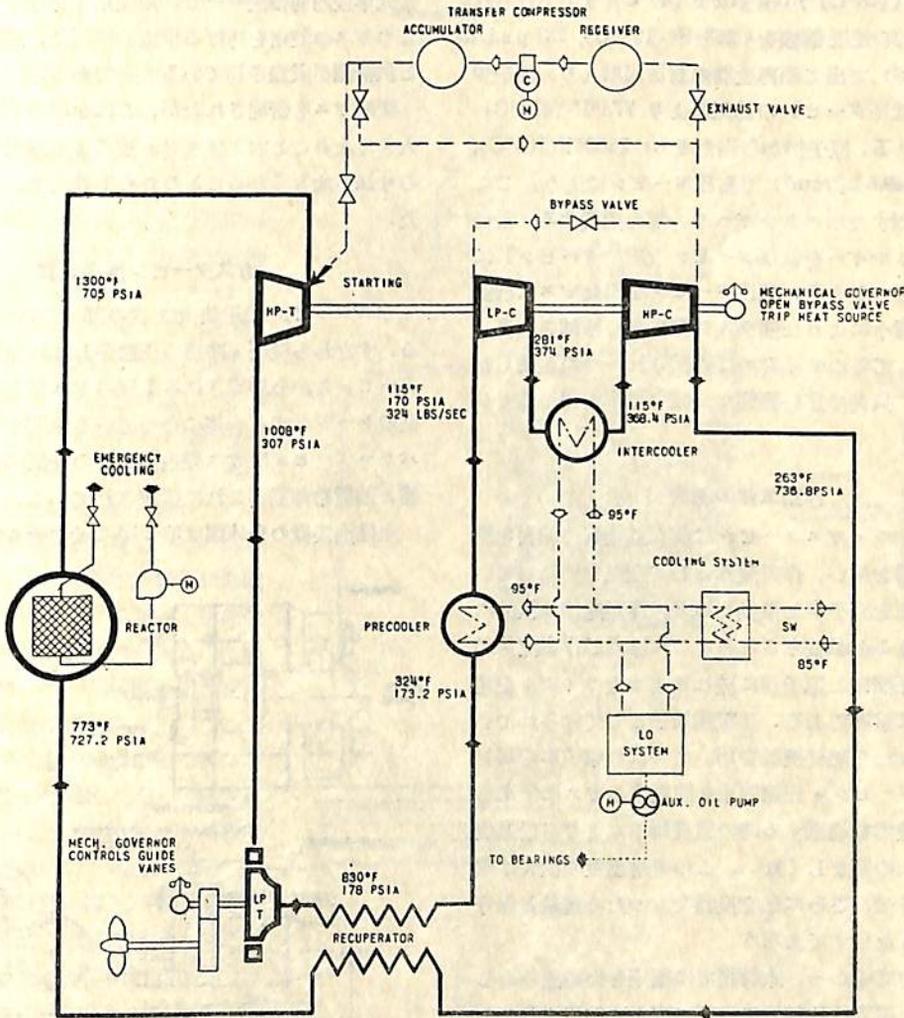
R. P. GIBLON および G. H. KURZ

(The Motor Ship March 1957)

原子炉燃料は安価であるから、効率は第二義的に考えればよいなどということがありますが、これは明らかに誤解である。実際にはこの反対が正しいのであつて、一般の傾向は原子炉の温度を上昇するようにすなわち効率を上げる方向に進んでいる。ガス冷却炉と組合せた密閉サイクル・ガスタービンは効率の点ばかりでなく、構造も簡単な原子力動力装置である。

20,000 S. H. P. の船用機関の詳細な研究を行つてみたが、この程度のエンジンは油タンカーに手頃のものである。この型式の船を選んだ理由は高出力の推進機関を必要とし、また航海時間が他の商船よりも長いからである。この高出力と航海時間の比率の高いという特徴は原子力機関に対して有利となる。

原子エネルギーは高価につくため、現在の低い圧力の



第1図 系統図, 20,000 S.H.P. 密閉サイクルガスタービン原子力推進装置

蒸気を使用する原子力機関に替るべきさらに効率の良い原子力機関が要求されることは必然的である。この理由から原子力委員会は最近 Aerojet General Corp. と高温度のガス冷却動力炉の開発・建造および運転について契約を結んだ。さらにまたガス冷却炉を持つ密閉サイクルガスタービン推進機関の設計について、ゼネラルモーターズ会社の Cleveland Diesel Division, Ford Instrument 会社、および General Dynamics 会社と契約を結んだ。

### ガスサイクルの基礎概念

第1図は本計画の推進装置系路図および出力 20,000 S.H.P. に対する各点の圧力、温度を示すものである。ガスは低圧圧縮機へ 115°F (46°C), 117 p.s.i.a (11.95 kg/cm<sup>2</sup> abs.) に入る。圧縮の後ガスは中間冷却器に入り温度は 281°F (138°C) から 115°F (45°C) まで下げられる。ガスは高圧圧縮機を 263°F (128°C), 737 p.s.i.a (51.8 kg/cm<sup>2</sup>) に出て熱再生器の高圧側に入り、原子炉に入る前に低圧タービンの排気により 773°F (412°C) まで加熱される。原子炉から出たガスは 1300°F (705°C), 705 p.s.i.a (49.5 kg/cm<sup>2</sup>) で高圧タービンに入り、ここで圧縮機を廻すためエネルギーの一部を消費する。最後に残ったエネルギーを低圧タービン (出力タービン) により有効出力にかえる。低圧タービンを出たガスは前置冷却器内で清水により圧縮機入口温度まで冷却される。このようにしてこのサイクルは完結され一つの連続した流れとなり、負荷の広い範囲に一定の効率を保つことができる。

### 作動流体の選択

密閉サイクル・ガスタービンは現在鉱物質の燃料を燃焼する加熱器を用い、作動流体として空気を使用している。この熱源を原子炉と置換えると、作動流体は核的にも適性のあることが要求される。これは同じ作動流体がタービン・圧縮機と原子炉に流れるようなサイクルを用いた場合特に重要である。二重循環法として知られている方法、すなわち熱交換器を用いて一次の原子炉冷却材のもつ熱をタービン・圧縮機系を流過するガスに伝える方法は熱交換器を通過する時の温度降下により有効温度が低くなるため望ましくない。この有効温度の損失は熱効率を低下させ、さらに熱交換器をもつため重量と保守の複雑さをもたらすであろう。

原動機側の立場から、本計画では窒素を作動流体として選択した。窒素は比較的安価で直ちに使用することが出来る。また原子炉およびタービン装置の金属に対し

化学的に安定である。このガスの比重は空気に近く、タービン・圧縮機系の設計に都合よい値である。放射線に対する安定性は良いように思われ、適宜に浄化処理を施され定期的に交換されるなら、ガスを直接に原子炉とタービン・圧縮機系とに循環させてもタービン・圧縮機系に二次遮蔽を必要としないと考えられる。作動流体が故障のために洩れたとしても、機関室の排気の換気装置が早くガスを排除するから、強力な放射能に機関員がさらされることはないであろう。窒素の性質から出力タービンは単段の輻流タービンとすることができこのため逆転も制御も確実かつ容易となった。その上小型の窒素発成器を船内に取り付けることも出来る。

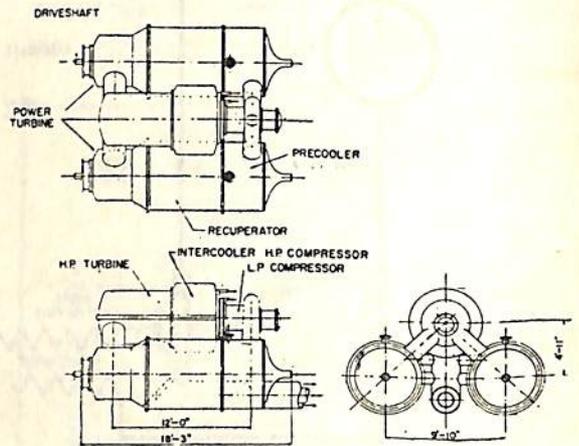
ヘリウムは核的および熱伝達の両方の性質から最良の作動流体であるが、廻転機および減速歯車の設計に関して二三の問題がある。さらに船用機関として便利な可逆転式単段内向輻流タービンの使用を妨げている。しかしこのガスの使用を妨げる根本的原因は、高価であることと供給源が限定されていることである。

炭酸ガスも研究されたが、これを用いると伝熱面積の大きくなることおよびマツハ数による制限のため廻転機の寸法が大きくなることのため不適当であることが判つた。

### ガスタービン推進装置

ガスタービン推進装置は次の部分から構成されている。すなわち低圧・高圧の圧縮機とこれを駆動する高圧タービンとから形成される1組のガス発生器と高圧圧縮機のケーシングと一体になっている中間冷却器、2台のパワータービンはガス発生器の下の両側にあり、熱再生器と前置冷却器がこれに接続されている。

主推進装置の全体図は第2図に示す通りで、全体の寸

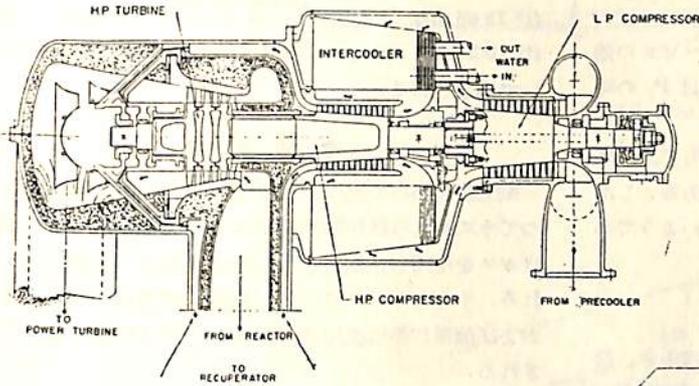


第2図 主推進機関の外形図

法は 20,000 S. H. P に対する値である。パイプの接手を減らしたこと、軸端の露出する部分を最少にしたことで非常にまとまっていることに注意されたい。これは装置の内圧が大気圧以上で運転されしかも漏洩を防止しなければならぬので重要なことである。

### 圧縮機タービン系

圧縮機タービン系を第3図により説明するとローター



第3図 圧縮機、タービン系

は3個の軸受を持つ構造で、低圧圧縮機のローターが入口側の端で平軸受で支持され、他端は高圧圧縮機と高圧タービンの共通軸に接続されている。この高圧系は2個の軸受で支持されている。推力軸受は低圧圧縮機入口側の端にある。圧縮機タービン系のタービンおよび圧縮機はともに軸流型に設計してあり、この系は7200 r.p.m. の定速で運転される。

低圧圧縮機は円筒状の構造でこの高圧系と接する半径方向の接手は低圧圧縮機の出口圧力を受けることになる。中間冷却器の構造は高圧圧縮機にかぶさった形をしているので、低圧圧縮機を出たガスが高圧系の外を覆っている。

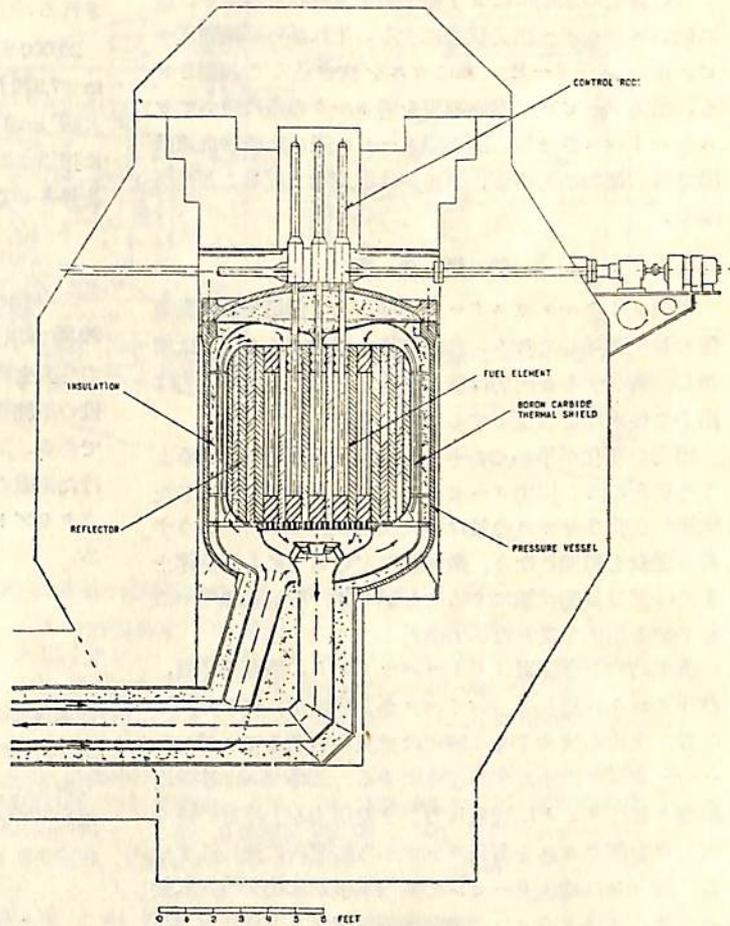
窒素は2個の前置冷却器から二岐の入口を通って低圧圧縮機に入る。圧縮された後、ガスは半径方向に流れ、内向輻流型のフィン附板の中間冷却器の外側へ出る。この中間冷却器は高圧圧縮機を囲んでいる。次にガスは高圧圧縮機で圧縮され、高圧タービンの高温側を囲む環状の部分に流れ出る。圧縮された窒素は二重管の外側を通って熱再生器に入る。

圧縮機タービン系の効率は控え目に選んで、低圧圧縮機が86%、高圧圧縮機が85%、高圧タービンが89%である。低圧、高圧両圧縮機の圧力比はそれぞれ2.2:1と2.0:1に選んである。

### 出力タービン系

出力タービン、排熱再生器、前置冷却器の組合せは第2図の如く二組ある。内向輻流タービンからの排気は排熱再生器に入り、さらに前置冷却器に入り、ここから低圧圧縮機に入る。二組にして使用すると、出力タービン内の応力を低くすることができる上にダブルの高速小歯車を用いることができたのでより小型でより軽い減速歯車が得られた。

この型式の装置では特にそうであるがガス・タービンを船に使用すると問題になる点は簡単で確実な逆転方法である。この方法として次の三方法がある、すなわち可変



第4図 原子炉の断面および炉心

ピッチプロペラ、逆転用歯車および調節可能の入口案内羽根を持つ逆転可能の内向輻流タービンである。

密閉サイクルの固有の特性により内向輻流出力タービンが可能になった。この型式のタービンを用いると前進、後退の操作ができる上に操船中に零トルクでガスを流すこともできる。

これらの回転速度と方向の変化は、もし出力の変化が必要でない時は、原子炉の制御をしないで行うことができる。

エッシャー・ヴィスの試験結果に基づき出力タービンの効率は86%を用いている。回転数は20,000 S.H.P.の時9,900 r.p.m.である。

出力タービンからの出力軸はこの装置のうちで漏洩防止を良くしなければならぬ唯一の廻転軸である。しかしこの漏洩に関する問題はあまり重要ではないようである。

### 起 動 装 置

この装置の起動にはまず原子炉を臨界状態に置き、次に低いエネルギー出力状態にする。それから圧縮機タービン系の高圧タービン翼にガスを吹き込んで起動させる。出力タービンは案内羽根を零トルクの所に置いてガスをバイパスさせる。圧縮機タービン系が比較的低速低温で自力運転に入ると、原子炉は温度を上げることが出来る。

### 制 御 装 置

密閉サイクル・ガスタービンの出力は循環する作動流体の量を加減して行う。作動流体を増加すると出力は増加し、減少すると出力は減少する。よって装置の圧力は出力の要求により上下することになる。

出力の変化が早かつたり、部分負荷が短時間かかるような場合には、出力タービンの案内羽根を出力に応じた状態に変化させガスの量は最大出力状態に保つ。こうすると逆転も可能となり、数秒間にどの方向にも完全停止または部分負荷状態にすることができ、しかも操縦中に原子炉の出力を変えないで済む。

基本的な制御装置はレシーバータンク、移送圧縮機、蓄圧タンク、流入弁、バイパス弁、排気弁、絞り弁からなる。出力を減少させる時には排気弁を開きガスがレシーバータンクに流入するようにする。このガスは移送圧縮機で蓄圧タンクに送られる。また出力を上げたい時は流入弁を開きガスを蓄圧タンクから装置内に流れ込ませる。絞り弁は低圧タービンの案内羽根が零出力の所へ動いた時、高圧タービンの廻転数を制限するために適当な背圧を与えるように働く。この弁をのぞいてすべての弁

は低温側にある。これらの弁と出力タービンの入口案内羽根はブリッジや機関室からの信号に応じて働く。移送圧縮機はレシーバータンクにある受圧部により自動的に運転される。レシーバータンクの容積は移送圧縮機の馬力に関係し、蓄圧タンクの容積は系の平均容積に関係する。移送圧縮機は出口圧力3000 p.s.i (210.9 kg/cm<sup>2</sup>)で流量は40 ft<sup>3</sup>/min (1.13 m<sup>3</sup>/min)で25 H. P.である。レシーバータンクは40 ft<sup>3</sup> (1.13 m<sup>3</sup>)で蓄圧タンクは200 ft<sup>3</sup> (5.66 m<sup>3</sup>)である。レシーバータンクは標準型の8.6 ft<sup>3</sup> (0.24 m<sup>3</sup>) 4000 p.s.i (281.2 kg/cm<sup>2</sup>)のポンペをつないで構成出来る。

### 冷 却 装 置

動力装置からの熱は前置冷却器および中間冷却器によつて水に捨てられ圧縮前のガスの容積を減少する。清水はガスを冷却し、加熱された清水は船内の加熱に用いられる。すなわちバタワース加熱器、蒸溜用加熱器コイルおよび油槽加熱に使用され、残つた熱は海水により除去される。

20,000 S.H.P.の出力の時、冷却回路の流量は2000 g.p.m (7,570 l/min)、冷却熱量は100 × 10<sup>6</sup> B.T.U/hr (25.2 × 10<sup>6</sup> kcal/hr)これは大体100,000 pounds/hrの蒸気に相当する。この熱量で冷却系の温度を100°F (38°C)上昇させる。

### 作 動 流 体 調 節 装 置

この推進装置に作動流体として使用している窒素は99.95%以上の純度のものであるが、燃料棒からガス状の分裂生成物が洩れ出て装置を汚損する。これらの揮発性の不純物は沃素、テルル、クセノンおよびクリプトンである。沃素およびテルルは高圧タービン入口に備えつけた高温の銅のトラップにより除去され、クセノンおよびクリプトンは低温のトラップで固形化されて除去出来る。

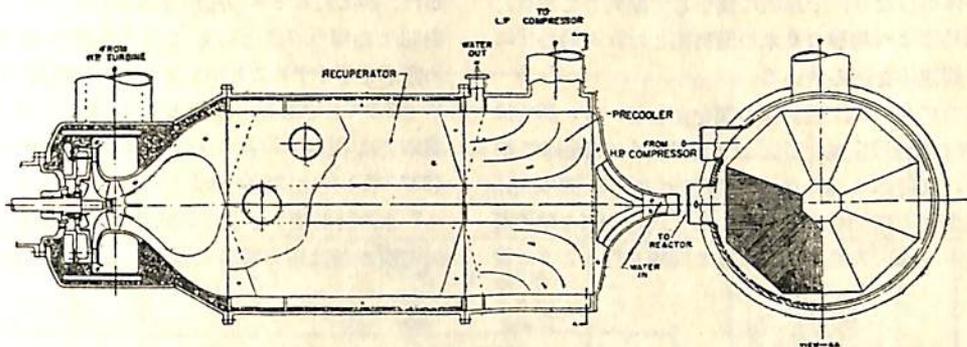
### 原 子 炉

#### 原 子 炉 の 概 念

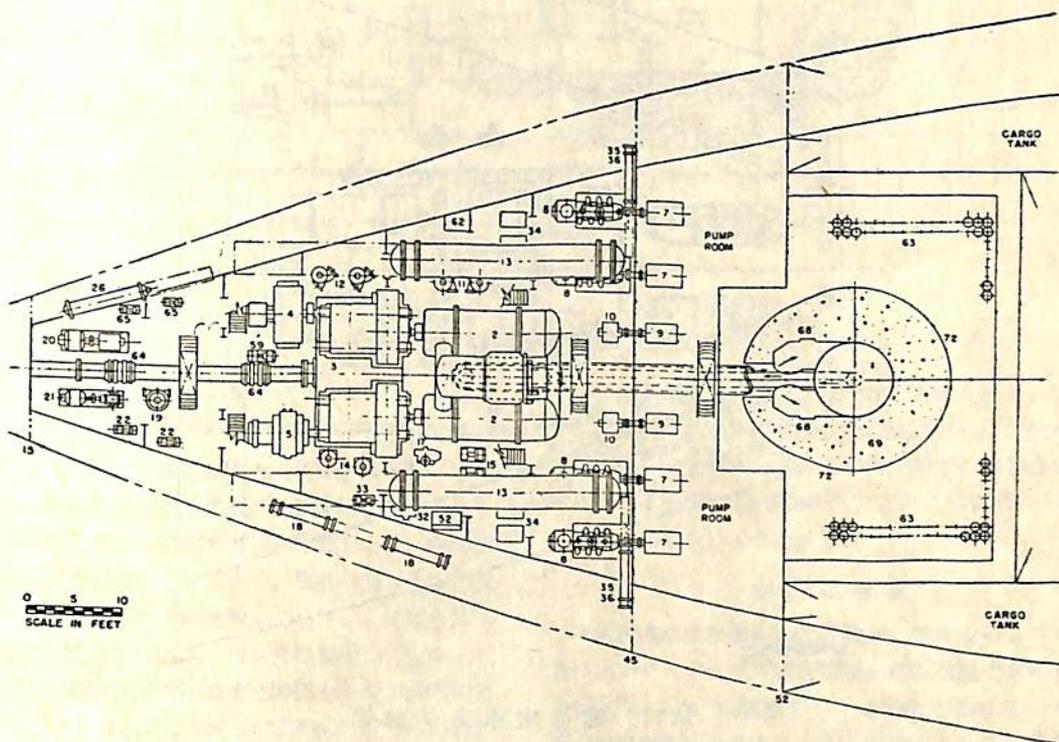
本論文は原子炉の最終的の設計を示すものではないが、大体の大きさ、重量を予想するに足る研究は行われており従つて性能を予想することも可能である。この研究により高温のガス冷却原子炉は船用の装置として使用可能であることがわかつた。

#### 原 子 炉 の 構 造

ガス冷却原子炉の予備設計を第4図に示す。炉心は19



第5図 出力タービン、熱再生器および前置冷却器



第6図 20,000 S. H. P. の機関の油槽船内の配置 (機関室床面の平面図)

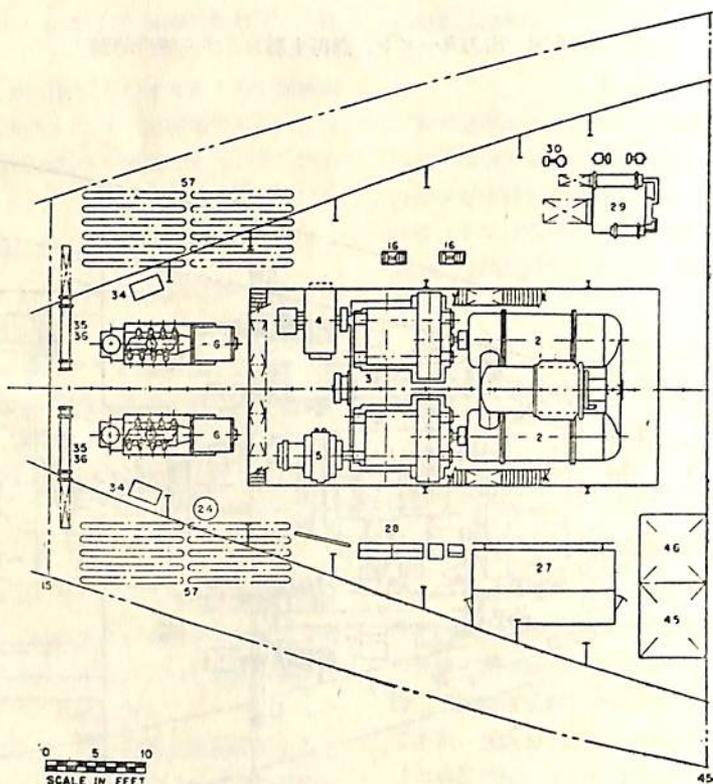
1. 原子炉 2. 推進用ガスタービン 3. 主減速歯車 4. 補助モーター 5. 補助発電機 6. ディーゼル発電機 7. 荷役油ポンプ 8. 同上用ディーゼル機関 9. ストリッピングポンプ 10. 同用モーター 11. 海水循環ポンプ 12. 清水循環ポンプ 13. 熱交換器 14. 歯車用滑油ポンプ 15. タービン用滑油ポンプ 16. タービン用滑油ポンプ 17. 滑油濾過器 18. 歯車用滑油冷却器 19. 消火用ポンプ 20. パタワースポンプ 21. ビルジポンプ 22. サニタリポンプ 24. サニタリ圧縮タンク 26. パタワース加熱器 27. 主配電盤 28. 主運転台 29. 蒸溜器 31. 加熱ボイラー 32. ディーゼル油濾過器 33. 移送用ポンプ 34. 滑油清浄器 35. 滑油冷却器 36. 清水冷却器 38. 空気調節用コンデンサー 39. 冷凍機用圧縮機 40. 同用コンデンサー 41. ガス移送圧縮機 45. 滑油タンク 46. 滑油セトリングタンク 47. 滑油溜 48. 旋盤 51. 作業台 52. 清浄器用作業台 55. 滑油重力タンク 56. ディーゼル油供給タンク 59. 海水供給タンク 62. 主冷却海水溜 64. 軸承 65. ディーゼル発電機用ブラスターポンプ 68. 作動ガス遮断弁 69. コンクリートの原子炉遮蔽 71. 上部遮蔽蓋 72. 金属遮蔽 73. トランク

本の燃料体からなり、千鳥型に集中して配列してある。各々の燃料体は六角形の6本の燃料棒とこれを同心状に六角形の減速体を囲んでいる。

減速体のブロックは燃料体の間を充している。炉心は大体15%の燃料15%の空間および70%の減速体で構成される。反射体は1.5 feetの厚さで炉心を囲み大体5 feetの直径の内筒を構成している。炭化硼素の熱遮蔽は内筒と炉の圧力容器との間に互に間隙を作るように置

かれ、炉に入るガスの流路を構成している。このガスの空間は内側の遮蔽とともに圧力容器の温度を下げるため肉厚を薄くすることができた。この温度降下は約150°F (65.5°C)である。(1例としてA.S.T.M. 212 Bの許容応力は常温の17,500 p.s.i (1230 kg/cm<sup>2</sup>)から1000°F (537.7°C)では2500 p.s.i (176 kg/cm<sup>2</sup>)に減少する)

7本の制御棒とその駆動装置は炉の上部に置かれ、燃料交換の時は圧力容器の蓋とともに上に持ち上げられ



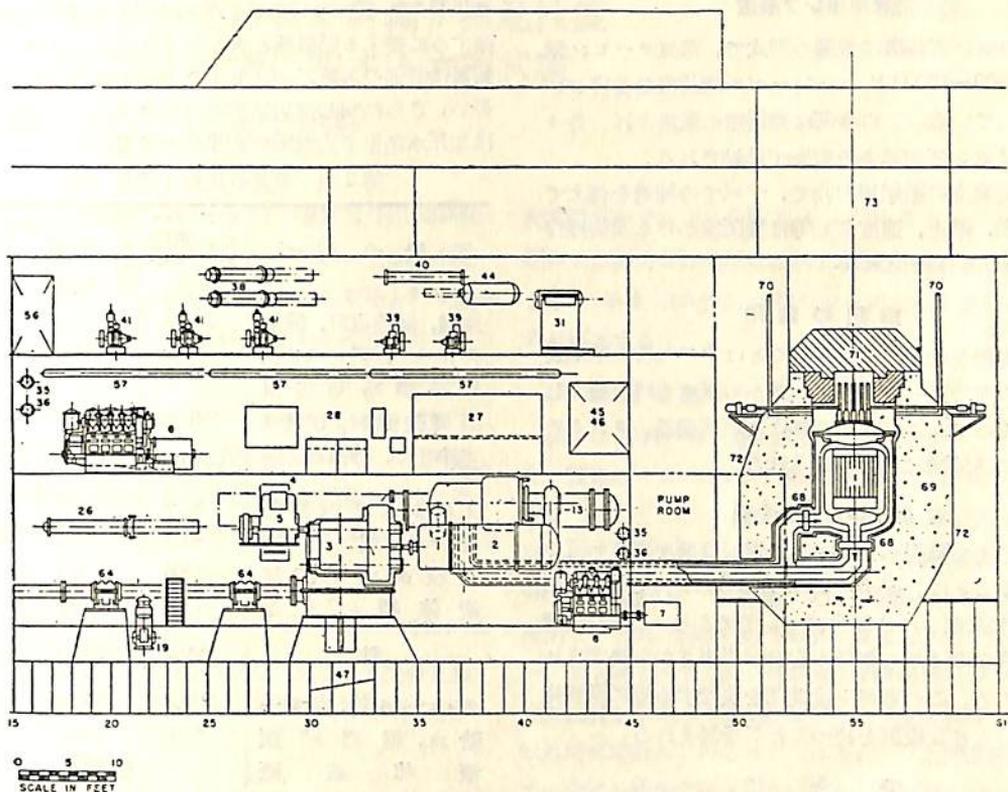
第7図 補機室床面平面図

る。

排熱再生器を出たガスは炉の圧力容器の底から入り、炉心の周囲を通って上昇する。さらに炉心に入り下向きに流れて773°F (412°C)から約1300°F (705°C)まで加熱される。次に二重管の内側を通って高圧タービンに向けて出て行く。流量は20,000 S. H. P. のとき325 lb/sec (147 kg/sec)である。

現在考えている原子炉の燃料型式を撰択する際に次の二つの要素が設計を制限する。第一は20%以上のU<sup>235</sup>

を含んでいる燃料の輸出は禁止されていることで油槽船は外国航路に行くから20%濃縮の燃料で設計するようにの方が賢いように思われる。第二に現在製作されているサーメット型の燃料棒は30%のUO<sub>2</sub>をステンレス鋼の内に入れるように制限されている。この制限を用い酸化ベリリウムを減速体に使用し、約9ヶ月で燃料交換するようにすると炉の大きさは直径約5呎になった。炉の圧力容器は制御棒とともに中性子とγ線から保護する遮蔽物の内に入っている。



第8図 20,000 S. H. P. 原子力機関配置正面図

船内配置  
機械類の代表的配置

中級の出力の船では動力炉とその遮蔽物は別として、すべての主機および補機は共通の機関室に据付けるようである。第6,7,8図は代表的的の機械配置を示す。機関室の広さは機械の要求するより広く、機械の据付ける容積は同出力の蒸気プラントに比較して小さい。装置の操縦装置は補機と同じ床面にある運転台に集中してある。

この計画の機械の配置に要する容積を他の20,000S.H.P.の蒸気プラントおよび加圧水型原子炉機関と比較すると第I表の如くである。この表より、普通の蒸気プラ

第I表 機関部容積の比較 (容積立方呎)

装置の型式	ガスタービン 密閉サイ クル原子炉	蒸気タービ ン加圧水型 原子炉	蒸気タービン 油 ボイラー
主機および補機	136,000	230,600	162,000
機関室の外壁	2,500	37,400	57,700
原子炉および遮蔽	59,900	28,700*	—
蒸気罐および補機	—	—	104,500
全容積	198,400	296,700	24,200

\* 燃料油および給水遮蔽タンクは含まない。

ントの全装置は他の装置より大きな容積を要し、また原子炉とガスタービンの装置は他の設計より比較的小さな容積であることがわかる。この計画の船の場合全体の機械の占める容積は総噸数の減少を計るに必要な13%よりももつと小さくなるであろう。

主減速歯車

主減速歯車は非逆転、二段減速、ダブルヘリカルで2台の出力タービンの速度を正規の前進状態で9,900r.p.mから102r.p.m.に減速する。中間歯車軸のおのおの補助の発電機と非常用モーターが接続される。非常用モーターは正規の状態ではクラッチで切離されている。

発電装置

船内の使用電力は補助の450 volt, 三相交流。750 kwの発電機で供給される。船が航海中の力率は80%である。この発電機はプロペラ軸が正規の102r.p.m.で廻っているときは120r.p.m.で廻り60サイクルの電気を発生する。

船の発電用ディーゼル機関は各々約600 kwで船内の給電と非常の際の帰港用発電の両目的に使用される。非常の際には両発電機は並列運転される。

### 荷役用ポンプ装置

荷役用のポンプ装置は普通の型式で、蒸気タービン駆動でなく 500~750 H.P. のディーゼル機関直結荷役ポンプを使用している。この機関は機関室に配置され、各々のポンプはポンプ室にあり長軸で連結される。

機関は高速度の船舶用の物で、すべての補機を備えている。起動、停止、速度調節等は機関室からも遠隔操作でデッキからも操縦出来る。

### 排熱の利用

主機の排熱を船内に使用することはすでに前の推進装置の説明の所で述べたように主機から清水で熱を除去して利用するのであるが、この熱は更に蒸溜器、タンクの清浄用および油槽加熱に用いられる。

### 原子炉の燃料交換

本計画ですでに説いた原子炉の燃料交換を約9ヶ月の間隔で行うことは、船が平均 20,000 S.H.P. で全時間の88%の時間運転される場合についてである。しかし最短の燃料交換期間は炉の細部の設計が出来てから決定されることである。この燃料交換期間を決定する際に燃料棒の製造所が大きな役割を持つことが予想される。

### 安全性

今までに米国では約50台の実験用、生産用、動力用の原子炉が運転され、外国では約23台の原子炉が運転されている。今日までにごくまれに事故が発生したが、原子炉の暴走による災害は発生していない。これらの記録から、原子物理学者は原子炉を運転する際に直面する安全性に関する問題を十分に処理出来ることは確実である。物理的性質から来る事故があるがこれは予防策を立てて防止出来るだろう。

### 価格、重量、人員および性能の資料

#### 製作費および運転費

原子力推進装置の最も興味ある重要な事項の一つは、製作費と運転費の額である。残念ながら密閉サイクル・ガスタービンの原子力装置が、製作され運転されなければ確認出来ない。また最初の装置の製作費はかなりの額の試作費が入っているのが高価となり、その後の装置はかなり安くなるであろう。

### 重量の比較

20,000 S.H.P. の油槽船用密閉サイクル・ガスタービンの重量の概算値を加圧水型原子力機関および油焚き蒸気タービン装置と比較すると第2表の如くなる。この表を見るとガスタービン使用の原子力機関は油焚き蒸気タービン装置より約285 ton 重く、加圧水型原子力機関よ

り 525 ton 軽い。しかし、8500 mile を 17.5 knot で航海するに要する燃料油と水とを考えると、ガスタービン装置は普通の蒸気プラントより 206 ton すなわち 45% 軽い。さらに同じ使用状態ではガスタービン原子力機関は加圧水型原子力機関の約半分の重量となる。

第2表 重量の比較 (重量 ton)

装置の型式	ガスタービン密閉サイクル原子炉	蒸気タービン加圧水型原子炉	蒸気タービン油焚きボイラー
主機、減速歯車、補機	254.9	354.0	317.0
プロペラ、プロペラ軸	72.6	84.0	97.5
原子炉冷却装置			
制御装置および遮蔽	746.0	9 1.0	
ボイラー、補機および配	9.5	129.5	316.2
工場および道具類	55.9	61.4	75.7
発電機	45.5	59.7	24.2
荷役ポンプ装置	13.8	6.1	6.1
液体類の重量	71.0	149.7	147.0
計	1,299.2	1,795.3	983.7
ディーゼル油、燃料油	390.0*	50.0+	2,710.0+
給水、雑機械類	50.0	75.0	75.0
液体遮蔽	—	1,720.0	—
機関重量+燃料・遮蔽	1,708.7	3,638.4	3,768.7

\* 非常用の 8,500 哩帰港用ディーゼル油+20%の余裕 + セットリングタンク内の燃料・遮蔽タンク内の燃料油は非常帰港用および港内運転に使用。

+ 17.5 ノットで 8500 哩航海の燃料+20%の余裕

与えた熱量と軸馬力との比率から得た全効率は第3表の如くなる、

第3表

型式	効率%
ガスタービン、密閉サイクル原子炉	32.0
蒸気タービン、加圧水型原子炉	20.4
蒸気タービン、油焚きボイラー	26.8*

\* 使用蒸気は絞弁の所で 600 p.s.i.g. 850°F 背圧 28.5 inch (Hg). 蒸気タービン発電機は 475 kw, 蒸溜器から 1日 8,050 ガロン・水を作る。燃料消費率を 0.514 lb/shp-hr とする。

### 結論

これまでの研究からみて密閉サイクルガスタービンの原子力機関は油槽船に有利であると考えられる。この型式の推進機関の基礎的開発が完了すれば、最初の建造費と運転費は現在の加圧水型原子力機関よりも安く、また多くの場合に一般の蒸気プラントよりも良いことが証明されるであろう。

# 単螺旋大型油槽船の船幅が推進性能 におよぼす影響に関する水槽試験 (第二報)(波浪中試験)

伊 藤 達 郎  
田 崎 亮

本誌1月号(第30巻第1号)に、載貨重量約32,000噸の油槽船を対象として、その長さ、吃水および排水量を一定として幅従つて肥瘠係数を系統的に変化した4隻の模型船についての平水中試験の結果が報告されている。これらの模型船のうち2隻については、波浪中における模型試験が実施され、またそのうちの1隻については更に4.5米および3米の相似模型船についての尺度影響に関する研究が平水中および波浪中で実施された。ここでは2隻の6米模型船についての波浪中試験結果の概要を報告する。

## (1) 模型船

試験に使用された模型船は前回報告した4隻のうちの M. No. 1126 および M. No. 1127 の2隻で、方形

第 1 表

模型船番号	M. No. 1126	M. No. 1127
垂線間長(米)	190.50 (6.000)	
満載吃水線の長さ(米)	195.25 (6.150)	
満載吃水(外板を含む)(米)	10.536 (.3318)	
排水容積(米 <sup>3</sup> )	42,770 (1.3361)	
幅(外板を含む)(米)	26.60(.8378)	25.34(.7981)
$C_b$	.800	.840
$C_{\alpha}$	.900	.991
$C_{VP}$	.910	.925

( ) 内の数字は模型船の値を示す

第 2 表

模型推進器番号	487
直 径 (米)	.2110 (6.700)
ポ ス 比	.210
ピッチ比(0.7 R にて)	.770 (一定)
展 開 面 積 比	.405
最 大 翼 幅 比	.229
翼 厚 比	.050
翼 数	4

( ) 内の数字は実船の値を示す

肥瘠係数がそれぞれ0.80および0.84のものである。線図および船首尾形状等は前回と重複するので、省略するとして、船体主要寸法、推進器要目等を第1表および第2表に再掲する。

## (2) 試験状態

試験は満載状態(第1表参照)のみについて実施した。波長は4米、6米、7米、8米および10米、波高は8種、速度はフルード数で  $F = 0.18 \sim 0.20$  (実船換算約15.3~17節)の範囲を主眼とした。抵抗試験には Gravity 式動力計を、自航試験には箔歪計型自航試験機を使用し、なお自航試験における摩擦修正は行わなかつた。波浪中試験において模型船の縦揺固有周期  $T_p$  を如何に選定するかは重要な問題で、実船の固有周期と出来るだけ対応せしめるべきであるが、大型油槽船についての適当な資料が充分でないので、今回は一応実船で約8.5秒程度を狙つて、両模型船とも静止時における固有周期が1.5秒となるように調整した。この際の上下動の固有周期  $T_H$  および空気中で実測した縦方向の環動半径  $k$  を一括して第3表に示す。なお試験結果の比較を

第 3 表

模型船番号	状 態	$T_p$	$T_H$	$k/L$
M. No. 1126	I	1.50	1.58	.285
"	II	1.37		.254
M. No. 1127	—	1.51	1.61	.297

L は垂線間の長さ

容易にするために、両模型船の固有周期を合わせたか、実船の場合では船型が異なる以上固有周期も異なるはずで、幅が大きく  $C_b$  の小さい M. 1126 に対応する実船の方が M. 1127 に対応するものより当然周期が小となると考えられる。この際の比較の参考とするために M. 1126 については約1割小さい固有周期での試験を抵抗測定の場合についてのみ実施した。これが第3表中の M. 1126 の状態である。

### (3) 試験結果

測定結果の一例として、第1図に M. 1126 の total thrust の無次元値をフルード数  $F$  を横軸として示した。このような表現法により抵抗および自航試験の結果をまとめ、更にこれらの図面から、両船の比較の便宜上第2図の (a) および (b) に示す如く、縦揺の固有周期を用いた Tuning factor  $\Lambda_D (= T_P/T_E; T_E$  は船と波との出合周期) を横軸とし、 $F = 0.18$  および  $0.20$  をパラメーターとして、クロス曲線の形で試験結果を整理した。第2図中の横軸に平行な実線および点線はそれぞれ M. 1126 および M. 1127 の平水中における値である。この平水中の線からクロス曲線までの値が波浪による抵抗・推力等の増加分 ( $r_{ma} \cdot t_a$  等) である。この増加分のみを同様に  $\Lambda_D$  に対して書き直したのが第3図 (a) および (b) である。

つぎに縦揺および上下動はバンタグラフ式動揺計で記録したが、その結果は第4図に示した。ここでは縦揺はその振幅を波の最大傾斜角で除した無次元値で、上下動はその振幅を波高の半分で除した無次元値で表わしている。これらの動揺の結果については、抵抗試験および自航試験の両方の場合に計測された値の間に差が認められなかつた。

### (4) 両模型船の比較

#### (i) 縦揺固有周期がほぼ等しい場合

M. 1126 の状態 I と M. 1127 を比較すると、縦揺および上下動は M. 1127 の方が若干小さかつたが、計器の精度を考えれば縦揺の場合は実質上差がないとみるのが妥当であろう。

波浪による抵抗等の増加分  $r_{ma}$  等については、 $\Lambda_D$  が 1.0 より大きい範囲 (この実験速度では波長が船長より短い範囲) では、船幅の大きい M. 1126 が小さいが、 $\Lambda_D$  が 1.0 の近傍およびそれより小さい範囲 (波長が船長より大きい範囲) では逆に船幅の小さい M. 1127 の値が小さかつた。

平水中では M. 1126 の方が M. 1127 より抵抗等が少いので、波浪中でも今回の実験範囲では、全抵抗等は M. 1126 が低い。しかし波高が増加すれば抵抗従つて推力の増加分はほぼ波高の2乗に比例するから、更に大きな波高の場合は  $\Lambda_D$  が 1.0 の近傍ないしはそれより小さい範囲では、全抵抗等は M. 1127 の方が低くなり

得ると考えられる。従来一般に  $C_b$  の大きい船型の方が波浪中における推進性能が悪いと考えられていたが、今回の試験の如く  $C_b$  が大きく、かつ排水量が一定で幅を変えた場合には、必ずしも  $C_b$  の大きい方が不良であるとはいえない点は興味がある。ただしこの場合は両船の縦揺固有周期が同一であるとした場合であることは勿論である。実船では前記の如く船型が異なれば当然  $T_P$  も異なるはずで、M. 1126 の方が重量の分布は船体中央部に比較的多いと考えられるから、環動半径  $k$  は M. 1127 に比して小さく、従つて  $T_P$  も小さいと考えられる。

#### (ii) 縦揺固有周期が異なる場合

$T_P$  を約1割小とした M. 1126 の状態 II では、抵抗試験のみであるが、動揺、抵抗ともに状態 I より低く、M. 1127 と比べても大體有利となる。従つて実船の場合の優劣は  $T_P$  も併せ考慮しないことには簡単に結論は下せないであろう。なお以上の比較は  $\Lambda_D$  ベースで行っているが、 $T_P$  が異なる場合には波長ベースの比較も検討してみる必要がある。

### (5) 記号

$R_m$  ; Resistance of model

$T$  ; Thrust

$Q$  ; Torque

$N$  ; Number of revolutions of propeller

$\nabla$  ; Displaced volume

$V$  ; Speed

$F$  ; Froude number based on load water line length

$\rho$  ; Density of water

$\psi$  ; Pitching amplitude

$z$  ; Heaving amplitude

$L_w$  ; Wave length

$H_w$  ; Wave height

$\theta_w$  ; Wave slope

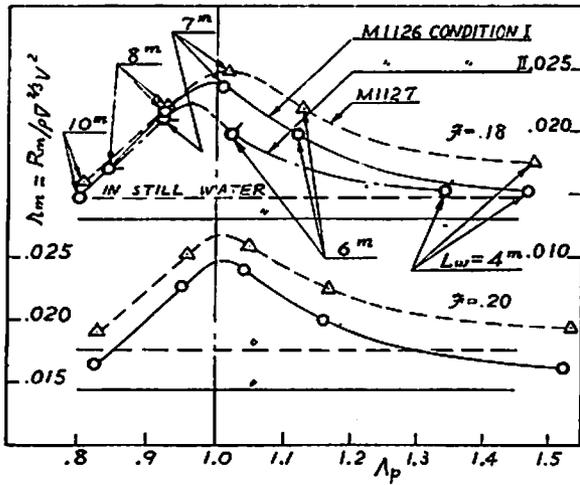
$k$  ; Longitudinal radius of gyration

$\Lambda_D$  ; Tuning factor of pitch

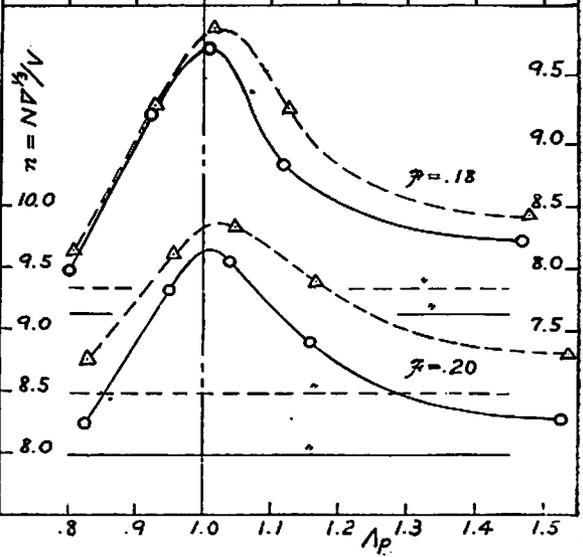
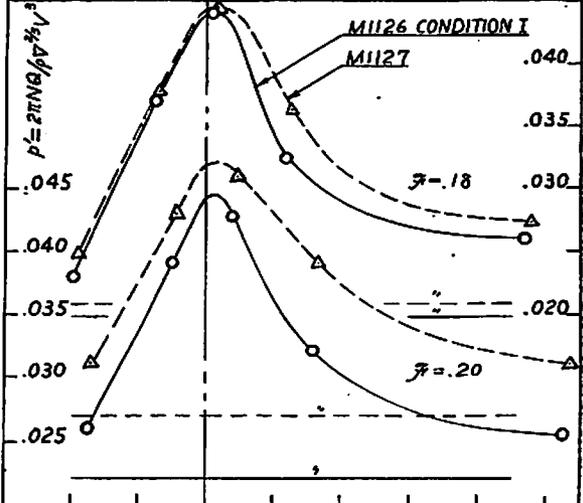
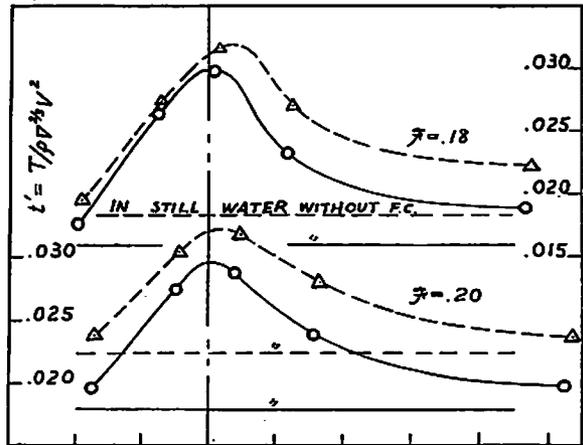
$T_P$  ; Natural pitching period

$T_H$  ; Natural heaving period

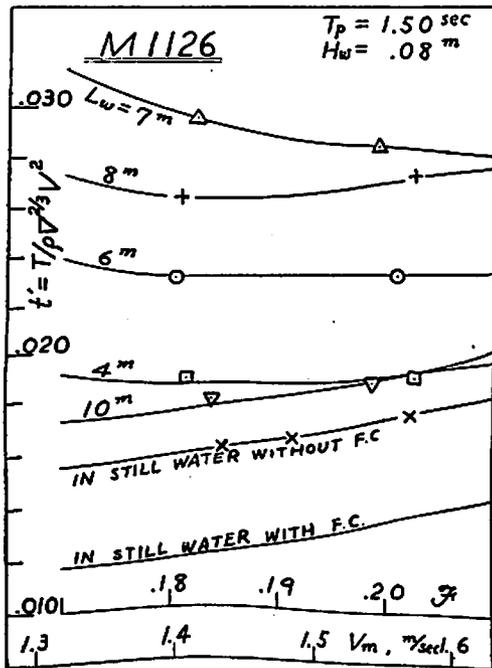
$T_E$  ; Period of encounter



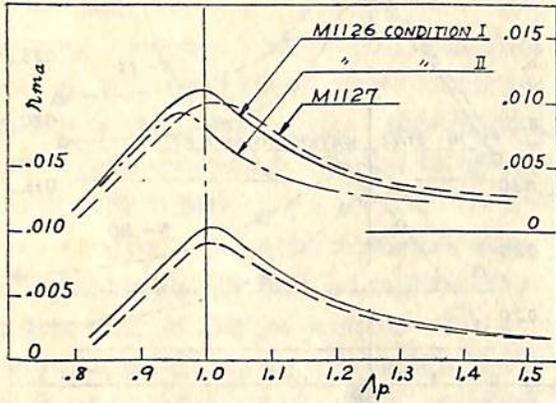
第 2 图 (a)



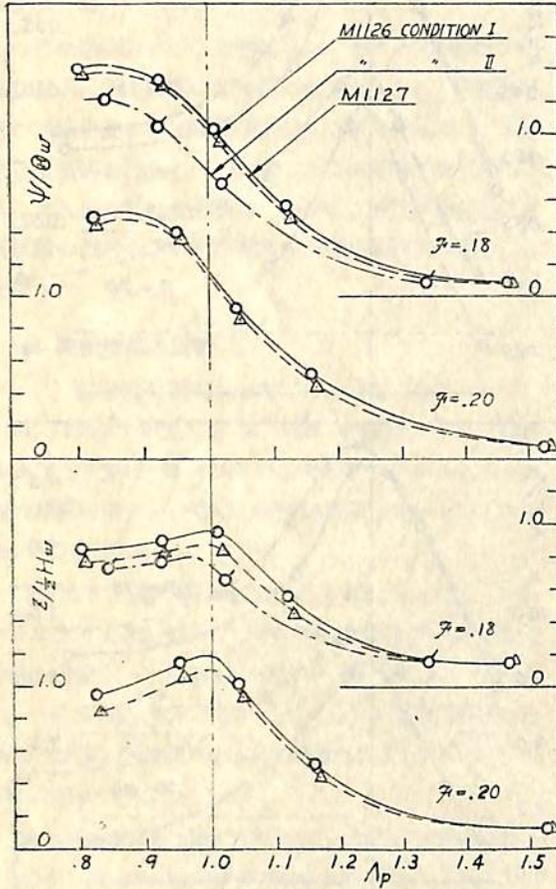
第 2 图 (b)



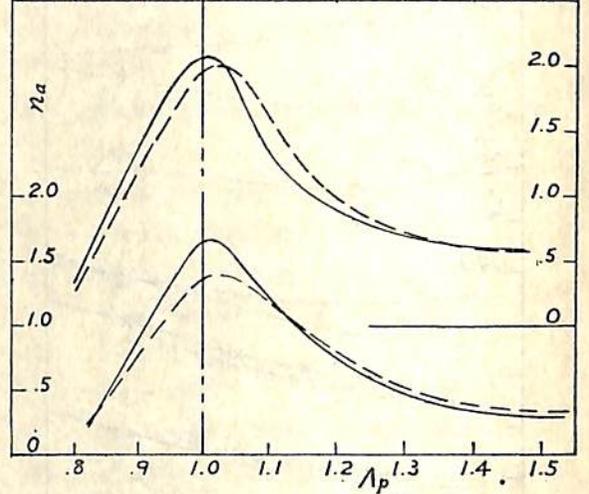
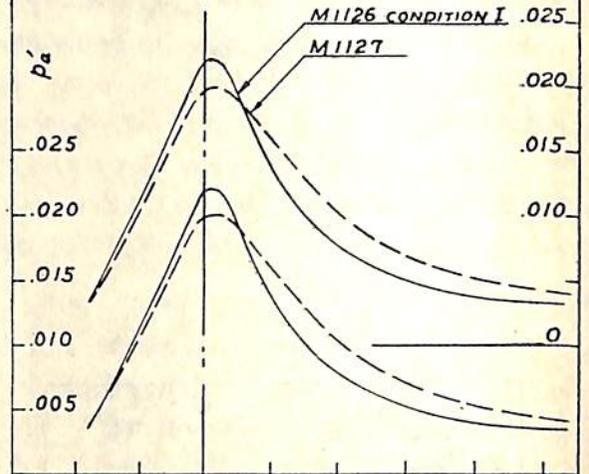
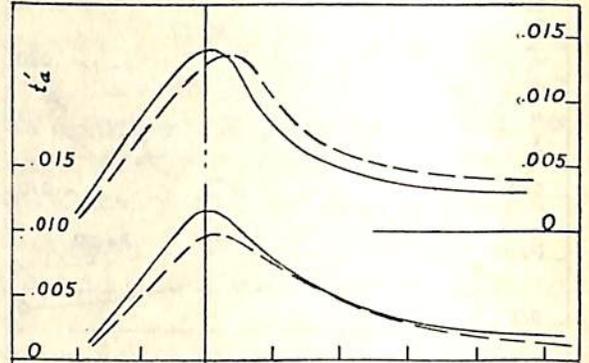
第 1 图



第 3 图 (a)



第 4 图



第 3 图 (b)

# 船舶用受信空中線共用器について (下)

徳永 勇・岡 秀 起  
三菱日本重工業株式会社横浜造船所

## 5. 外国製受信空中線共用器の概要

外国製空中線共用器のラジオ受信機を対象としたものなど二、三、資料を拾って、それぞれの特徴とする処を

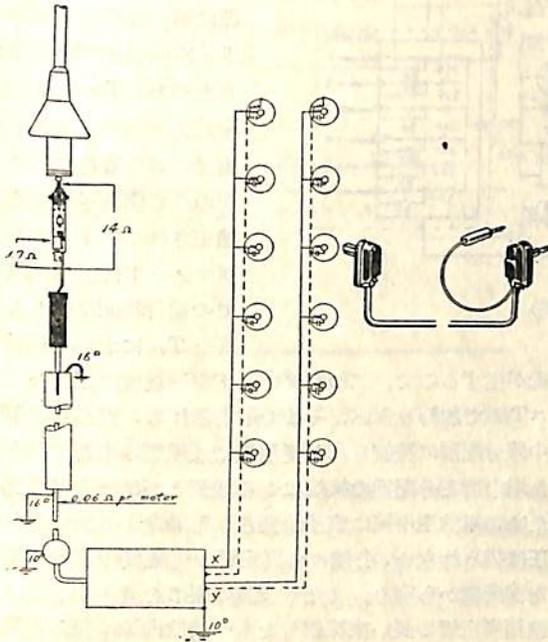
参考のため記載する。

### 5. 1. Anti-interference Aerial system for multipoint operation (DANSK RADIO)

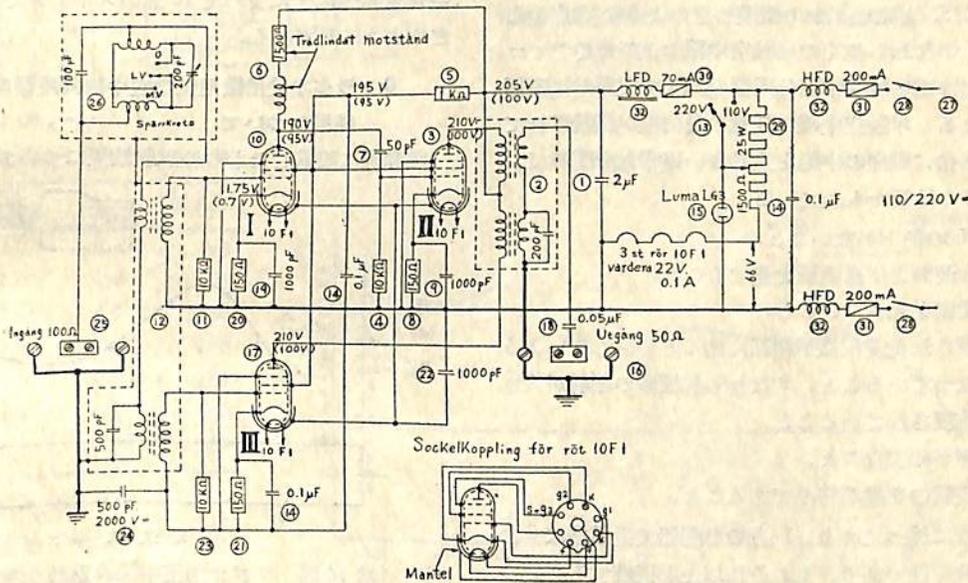
本器は船舶を対象としたラジオ受信機用のものである。“Skyrod”と称するホイップ空中線を約3米の高さに展張することを条件としている。本空中線はいわゆる水平に展張した空中線に対して、つぎのような利点があると説明している。その一文を挙げる。

The use of a “Skyrod” aerial system has the following advantage compared with a horizontal aerial as follows:

- (a) The “Skyrod” aerial is at right angles to prevailing field of interference and receiver less interference than a horizontal aerial.
- (b) In a congested area, in a ship, it is easier to find a space for a 3 meter “Skyrod” (vertical aerial) than a horizontal aerial.
- (c) The “Skyrod” vertical aerial is nondirectional and receiver equally well in all directions.
- (d) The problem of “fading” on medium and



第11図 系統図



第12図 接続図



(1) 増巾度特性. 第14図はその特性曲線を示し, ラジオ周波数帯全域にわたって普通の受信空中線共用器と違って, 利得が得られることを示している.

(2) 混変調特性. 第15図は混変調係数を測定したもので, その値は大体所期の数値におさめることができた. 実用試験においても混変調らしきものは全く見出せなかつた.



$$E_{det} = \delta \cdot E_1 \cdot E_2$$

$$E_{det} = E_1 + E_2 + \delta \text{ (db)}$$

$f_1$ (MC)	$f_2$ (MC)	$f_{det}$ (MC)	$\delta$ (db)
1.0	0.4	1.4	161
8.8	1.2	10.0	154
11.2	1.2	10.0	151

$$E_1 = 100 \text{ db とす}$$

第15図 ラジオ用受信空中線共用器 混変調特性 (陽和丸に装備のもの)

(3) 航行の実績, 本船が太平洋航路を一航海した結果, 本器は極めて有効に動作し, アメリカ西海岸近くなると単独空中線では通常聴取困難な日本の放送も連日充分な感度で聴取できたといわれ, 船からも大変嬉ばれている.



$$E_{det} = \delta \cdot E_1 \cdot E_2$$

$$E_{det} = E_1 + E_2 + \delta \text{ (db)}$$

$f_1$ (MC)	$f_2$ (MC)	(MC)	$\delta$ (db)
0.4	1.0	1.4	143
0.4	1.0	0.6	132
8.8	1.2	1.0	148
8.8	1.2	7.6	148
0.3	0.5	0.8	124
0.3	0.5	0.2	163
0.12	0.1	0.22	163

$$E_1 = 100 \text{ db}$$

第18図 通信機用受信空中線共用器 混変調特性 (駿河丸に装備のもの)

out freq	1	2	3	4	5	6	7	8
14KC	12	12	12	12	12	12	12	12
25KC	13	13	13	13	13	13	13	13
50KC	15.5	15	15	15	16	16	15	16
100KC	18.5	15.5	14.5	15	15	16	15	16
200KC	11.5	13	13	13	13	13	13	13
300KC	10	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
400KC	10	10	10	10	10	10	10	10
500KC	6	6	6	6	6	6	6	6
550KC	12	12	12	12	12	12	12	12
1MC	13	11	13	12.5	12	13	12	12
3MC	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
5MC	12	12	12	12.5	12.5	13	13	13
10MC	8	8	8	8	8	8.5	9	9
15MC	3.5	0.5	1.5	1	2.5	3.5	3.5	3.5
18MC	0.5	-1	-3	-4	-3.5	-2.5	-1.5	-1
20MC	2.5	1	-1	-3.5	-3	-2	-0.5	0.5
22MC	4.5	3	1	-2	-2	-1	0.5	1
24MC	5.5	4.5	2	-1	-2	-1	1	1.5
26MC	4	3	2	-2	-4	-2.5	-0.5	0
27MC	4	2	1	-2	-4	-2	0	2

(単位=db)

SG はインピーダンス 75  $\Omega$ .

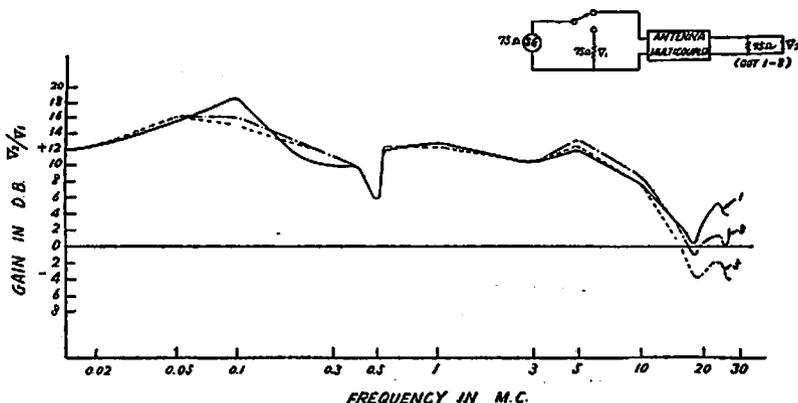
出力負荷 1~8 端子におのおの 75  $\Omega$

第16図 通信機用受信空中線共用器 利得測定記録 (駿河丸に装備のもの)

### 7. 通信機用受信空中線共用器の試験結果について

駿河丸に設備したものの試験結果について説明する. 本船は現在艦装中であるために航海実績は未だ得られないので工場試験の結果のみに止める. 中いずれ航海の成績は船の方をお願いして充分なる試験と検討を加えていただくこととなっている.

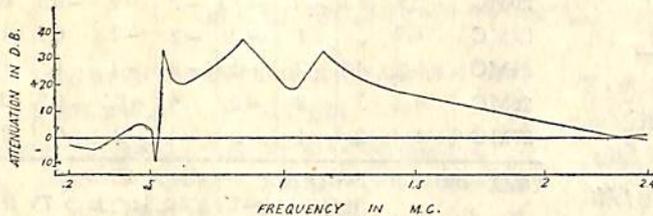
(1) 増巾度特性, 第16図は1~8端子について利得を



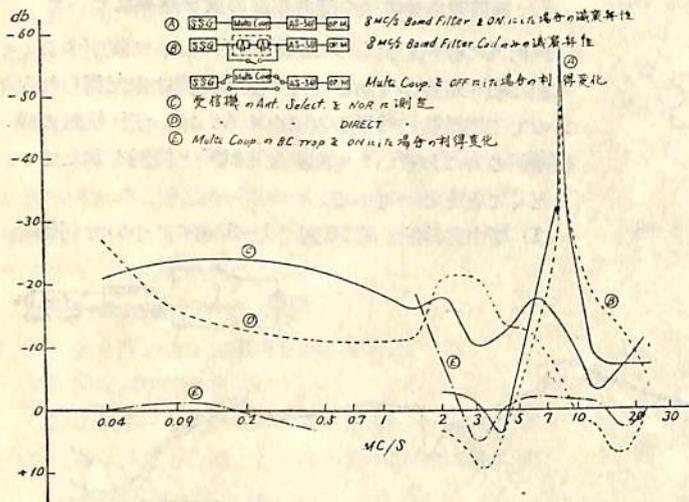
第17図 通信機用受信空中線共用器 増巾度特性 (駿河丸に装備のもの)

Trap freq Rec freq	4100C	500KC	4 MC	6MC	8MC	12MC	15MC	22MC	Radio Trap
410 KC	-73	-33	+ 2.5	+ 2.5	+ 1.5	+ 0.5	0	0	- 2.5
500 KC	-36	-80	- 3	0	+ 0.5	+ 0.5	0	0	- 3.5
2 MC	-12.5	-12.5	-14.5	- 9	- 1.5	- 3	- 1.5	- 1	- 5
3 MC	+ 7	+ 5.5	- 9	- 3.5	- 1.5	- 0.5	0	0	+ 4
4.2 MC	- 3	- 5	-59	- 5	+ 1.5	+ 4.5	+ 2.5	+ 1.5	- 0.5
5 MC	- 4.5	- 6	-27	-20	- 8	- 1	+ 2.5	+ 1.8	- 2
6.28 MC	- 6.5	- 7.5	-23	-64	-19	- 7.5	- 1.5	+ 0.5	- 3
7 MC	- 6.5	- 7	-21	-27	-20	-10	- 5	- 2	- 3
8.38 MC	- 6.5	- 6.5	-19	-26	-52.5	-14.5	- 7	- 3	- 2
10 MC	- 4	- 2.5	-15.5	-20	-25	-18	- 9	- 5	- 1.5
12.55 MC	- 0.5	+ 1.5	- 8	-10.5	-11	- 70	- 9	- 4	- 1
16.75 MC	+ 2	+ 1	- 1.5	- 4.5	- 6	-11.5	-43	+ 0.5	0
22.27 MC	+ 1.5	0	- 4	- 7	- 7.5	-10	-14	-60	0.5

(単位=db) 第19図 通信機用受信空中線共用器 除波器の特性 (駿河丸に装備したもの)



第20図 通信機用受信空中線共用器 ラジオ用トラップ特性曲線 (駿河丸に装備のもの)



第21図 通信機用受信空中線共用器 総合比較試験記録 (8mc/s) (駿河丸に装備のもの)

測定したもので第17図に1,5,8のそれぞれの端子の特性を曲線示した。周波数の高い処では回路の

Stray Capacity のために多少利得は負となる。しかし全般的に充分な利得を得ている。

(2) 混変調特性. 第18図は混変調特性を測定したもので工場試験では全く混変調は認められなかった。

(3) 除波器の特性. 第19図は自局送信周波数トラップの特性を測定した結果で、二重通信を行うために送信周波数に近接した周波数が曲線の裾に入らぬよう、極力シャープな特性をもたせた。第20図はラジオ周波数用トラップで、既に述べたとおり放送波による混変調を防止するために設けてある。曲線に示されているように 500 KC/S. の船舶遭難通信周波数がこの曲線の裾に入らぬよう、500 KC/S.~53 KC/S. の間に図のような特性をもたせている。

(4) 総合試験の結果、工場において、送、受信機を組合せて行った総合試験の結果は殆んど曲線が示しているとおほぼ満足な結果となり、感度は全周波数帯にわたって単独空中線の使用のときより増加し、除波器(ウェーブ・トラップ)も殆んど完全に作動する。第21図は総合試験において 8 MC/S. 帯について比較試験を行った結果の特性曲線を示したものである。(698 頁へつづく)

# スランミング (船首底波浪衝撃) について (6)

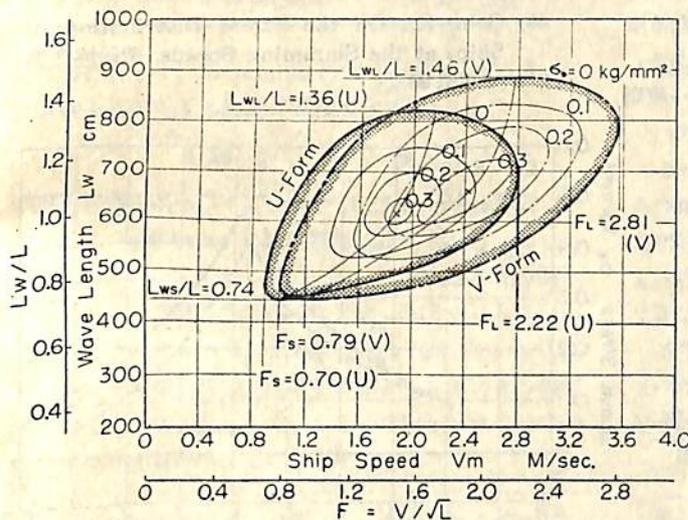
越 智 和 夫

## § 27 Slamming 領域

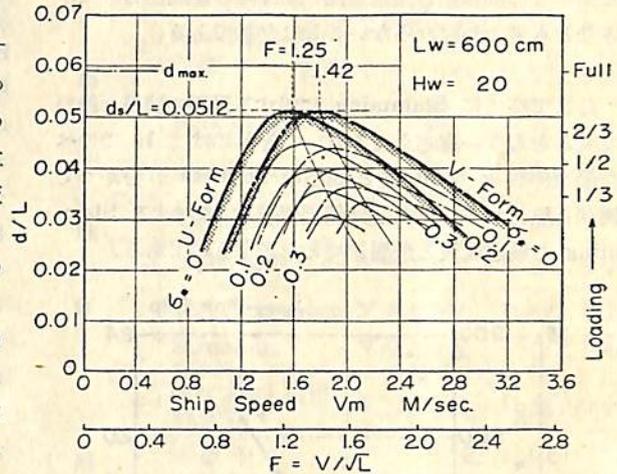
今までに述べたことによつて、Slamming を発生する船の速度範囲、波長範囲、吃水範囲がそれぞれ分かつたので、これらを一緒に考えた Slamming 領域を決めることができる。しかし、全部を一緒にすると複雑な立体曲線になってしまうので、吃水を一定としたときの波長と船の速度を考えた Slamming 領域、波長を一定としたときに船の速度と吃水を考えた Slamming 領域の二つに分けて求めてみることにする。

第1図は軽吃水状態について求めた U, V 両船型の Slamming 領域である。Slamming が起きたかどうか、また Slamming の強さを表すには船体の Slamming 応力の大小によつて判定するのが最もよいと思われるから、図に示す Slamming 応力  $\sigma_* = 0$  の線は Slamming を発生する限界線であつて、この領域内では Slamming が発生し、領域の中心に近づくに従つて Slamming の程度が強くなることを意味する。

図によつて、U 型船と V 型船の Slamming 領域の大きさを比較してみると、V 型船の方が領域がやや広く、しかも高速にずれていることが分かる。このことは、U 型船では Slamming が比較的はやく終焉するが、V 型船ではいつまでもだらだらと Slamming がつづいていることになる。では Slamming の終焉する速度はどの位であるかを求めてみると、U 型船で  $F = V/\sqrt{L}$



第1図 Slamming 領域 (i)



第2図 Slamming 領域 (ii)

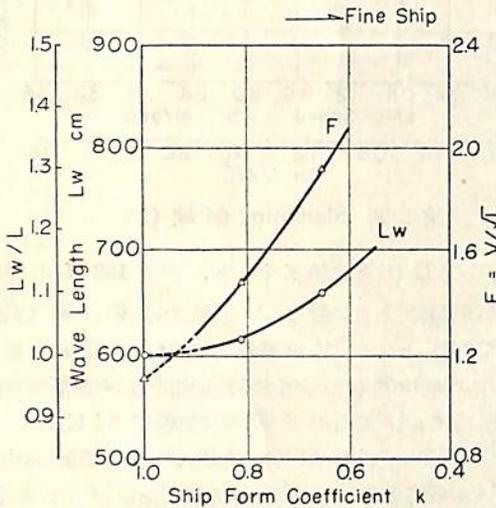
$\sqrt{L} = 2.22$  (実船に換算すると、長さ 132 M の商船で 25.5 K) であるに対し、V 型船では  $F = 2.81$  (実船で 32.3 K) となり、V 型船の方が遙かに高速になる。一方、Slamming の発生する最低速度は両船型でさほど差がなく、U 型船で  $F = 0.70$  (実船で 8.1 K)、V 型船で  $F = 0.79$  (実船で 9.1 K) である。従つて、Slamming の発生から終焉までの速度範囲は V 型船の方が大きく、殊に波長が船の長さを超えるような場合にはその差が著るしい。

上と同じような Slamming 領域を吃水について求めたものが第2図である。前と同様に、 $\sigma_* = 0$  の線が Slamming の限界線であつて、領域の下方が Slamming の強くなる場所である。図でみる通り、吃水が浅くなると Slamming 領域は極めて著るしく拡大し、かつその強さを増大する。しかし、領域の広さは U, V 両船型ともほぼ同じ位であるが V 型船の方が幾分高速にずれている。図によつて、Slamming の発生する最小限界吃水は、U, V 両船型とも値が一致して  $d_s/L = 0.0512$ 、載貨状態にして凡そ 3% 程度で、このことは既に述べた通りである。

以上二つの図によつて Slamming 領域が求められ、Slamming 領域の点から考えると U 型船の方が幾分良好である印象を受け

るが、もう少し詳しくみると  $F < 1.2$  (実船で 13.8 K) 以下の比較的低速では V 型船の方が良く、 $F > 1.8$  (実船で 10.7 K) 以上の高速では U 型船の方が良いようである。これは Slamming 領域の点からのみ判断したことで、この他に船の運動性能、衝撃時の船底圧力の大きさなども考えねばならないことは勿論である。

ここで序でに Slamming に対する最悪の波長と船の速度とをもう一度考えてみたい。それには § 14 のべた船型係数  $k$  を用いると船型の fineness が分かかって便利と思われる。第 3 図は船型係数  $k$  に対する Slamming の最悪波長と最悪速度とを示すものである。



第 3 図 船型と Slamming の最悪波長および最悪速度

まず波長についてみるならば、船型が fine になるほど Slamming に対する最悪波長が大きくなることである。一般商船の  $k$  の値は 0.60~0.83 位であるから、一般商船で Slamming を起す最悪波長の大きさを求めれば、 $L_w = 1.03L$  (full な船型)~ $1.13L$  (fine な船型)となる。この数値は実船における Slamming による損傷事故調査の結果<sup>44)</sup>、船の長さより幾分長い波長の波、すなわち  $1.0\sim 1.2L$  の波がきびしいといわれている事実と大体一致している。

また船型と Slamming に対する船の最悪速度の関係をみるに、船型が fine になるほど高速になることが明かである。前と同様に一般商船の  $k$  の値についてこの最悪速度を求めると、 $F = 1.43$  (full な船型)~ $2.08$  (fine な船型)、実船では 16.4 K ~

44) 前出文献 (2) (4) (5) 参照

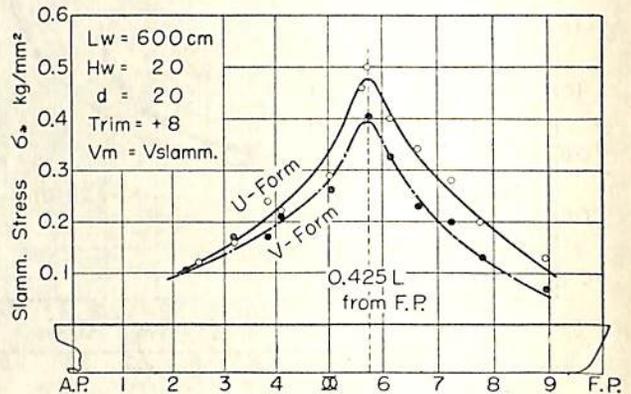
24.0 K となる。

### § 28 Slamming 応力の船体長さ方向の分布

一般に船舶設計上で慣用されている標準の船体強度計算法によると、Hogging, Sagging 応力は船体中央部で最大値をとるのが普通であるし、また実船によって Hogging, Sagging 応力を計測すると確かに船体中央部附近で最大値を示しているようである。しかし Slamming 応力は船首底部を波浪によって叩かれるために現われるものであるから、必ずしも船体中央部で最大値を示すとは限らないはずである。この点を明かにするために、水槽実験によって Slamming 応力の船体長さ方向の分布を求めてみると甲板上で第 4 図に示すようになる。Slamming 応力は甲板上ではどの位置でも負になるが図ではその絶対値だけを示してある。図によつて明かなことは、U, V 両船型とも ⑤ で最大値を示さず、それより前方の位置、すなわち船首から  $0.425L$  附近で最大値を示し、その値は ⑤ の値の凡そ 1.45 倍程度になっているのが特色である。箱型船でも同様な結果が得られ<sup>45)</sup>、船首部から  $0.42L$  の位置で最大値を示していることを併せ考えると、船型による差異に関わりなく Slamming 応力は甲板上船首から  $0.42L$  附近で最大となると考えて差支えないようである。

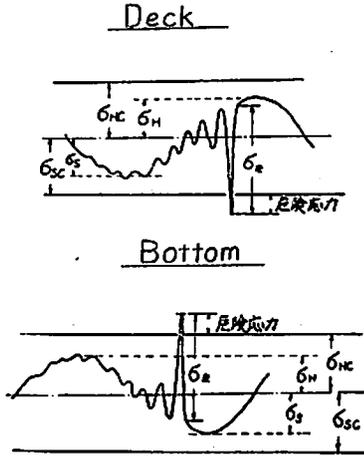
Slamming 応力が ⑤ で最大とならず、しかもその最大値は計算応力を超えるようなことさえあり得るのであるから、波浪による衝撃によつて生ずる船体応力の危険範囲を考えておく必要がある。かような危険範囲を求める基準として、ここでは ⑤ における Hogging, Sag-

45) Ochi, K.; On the Stress Distribution of Ships at the Slamming Speeds, 造船協会論文集第 98 号



第 4 図 甲板上の Slamming 応力分布

ging 計算応力を超える応力部分を危険応力と考え、船体長さ方向について危険応力が認められる甲板または船底範囲を危険領域と名付けることとする<sup>4)</sup>。すなわち危険領域内では甲板または船底で認められる衝撃応力が標準の船体強度計算法による  $\sigma$  の甲板または船底応力値を超える訳である。(第5図参照) こうして求めた甲



第5図 危険応力の定義

板および船底の危険領域は第1表に示す通りになる。これは波長が船の長さにひとしく、輕吃水状態でかつ Slamming の烈しい速度で求めたものである。

第1表 危険領域 (船首よりの距離)

	甲板 (圧縮応力)	船底 (引張応力)
U 型 船	0.52~0.30 L	0.33 L~船首
V 型 船	0.48~0.36 L	0.37 L~船首

本表によつて、Slamming による損傷の生ずべき、また補強を必要とする範囲が想像できる。

### § 29 む す び

以上各項目について、規則波中における実験を通して得られた Slamming の諸性質を述べてきた。しかし船型の比較において果たして U 型、V 型のいずれが優れているかという優劣の問題になると、凡そのことは分かっているけれども一概に断定し得ない微妙なことである。そこで最後の結論は拙稿をお読み下さる方々の御判断にお委せすることとして、今までに得られた二つの船型の総合的比較を第2表に示しておく。

4) 寺沢教授の御教示を載いたもので、厚く御礼申し上げます。

第2表 Slamming に対する U, V 両船型の総合的比較

項 目	U 型 船	V 型 船		
運 動 性 能	1 Pitching 運動	V型より小	U型より大	
	2 Heaving 運動	低速	V型より大	U型より小
		高速	V型より小	U型より大
	3 Surging 運動	差 な し		
	4 運動位相差	差 な し		
	5 船首部運動	V型より小	U型より大	
	6 船首底露出	V型より大	U型より小	
	7 船首部運動加速度	V型より大	U型より小	
	8 Slamming 加速度	V型より遙かに大	U型より遙かに小	
9 船首部波との相対速度	V型より大	U型より小		
船 底 圧 力	1 波浪圧力	大差なし		
	2 Slamming 圧力	V型より大	U型より小	
	3 船底 Slamming 圧力領域	V型より小	U型より大	
	4 最大 Slamming 圧力の位置	V型より船首に近い	U型より船首から遠い	
船 体 強 度	1 波浪応力	大差なし		
	2 有効波高比	Hog	大差なし	
		Sag	V型より小   U型より大	
	3 Slamming 応力	大差なし		
	4 Slamming 領域の広さ	V型より小	U型より大	
	5 Slamming を起す最低波高	全く同じ		
6 Slamming を起す限界吃水	全く同じ			

### § 30 将来に残された問題

今までに述べてきた事柄で、Slamming という未知の分野が僅かばかり解決されただけであつて、まだまだ不可解な点が極めて多く残されており、自説を主張して下した結論もこれからさき多くの人々の優れた研究によつて幾重にも書き改められてゆくことであろう。

それではこの方面の研究で将来どんな問題が解決されてゆかねばならないか、御参考までに思い付いた事柄を述べてみたいと思う。

#### (1) 不規則な海洋波中ではどうなるか?

最初にお断りしたように、求め得た事柄はすべて規則波中の実験によつたものであるから、その結果は海洋の

大きなうねりのなかでは成立するであろうが、荒天時の嵐の海洋 (Confused sea) においては適用出来ないかも知れない。しかし、§ 9 で不規則波中の船の運動について Lewis 氏の研究結果を引用して、規則波中の船の運動を拡張し、Wave spectra を用うれば荒天時の不規則な海洋波中の運動性能を求め得ると述べておいた。そしてこれと全く同じことが、船体の Hogging, Sagging 応力についてもいえるのである。しかし、Slamming の際の衝撃圧力や衝撃応力のような過渡現象については規則波中の実験結果を拡張して不規則波中のものに適用し得るかどうかは疑問である。不規則波中では時として異常に大きな衝撃圧力や応力が認められており、このような不規則波中の過渡現象は別個の問題として取り扱わねばならないのではないかと考えられる。

## (2) 応力頻度の問題

不規則な海洋波についての問題でいまい一つ大切なことは頻度の問題である。

船体 Hogging, Sagging 応力についてばかりでなく、Slamming による衝撃応力の頻度を求めておくことは、船体の疲労強度や船体損傷の問題と直結する極めて大切なことである。

## (3) 船型の問題

今までに述べた船型の比較は、Block coefficient  $C_b$  を一定にして船首部の船型を変えたときのものであった。船型の影響をもう少し広い視野から、 $C_b$  及び  $L/B$  の変ったときのものを調べてみるのも大切かも知れない。しかし、 $C_b$  は懸念するほどの変りはないようである。筆者の手許で最近  $C_b = 0.50$  というような非常に fine な船型について実験を委託されて Slamming の性能を調べた結果では、運動性能は予想通りかなり烈しい傾向が認められたけれども、Slamming の強さは非常に軽度のもので、その他の性質、例えば Slamming に対する最悪波長、最悪速度などについては船型係数  $k$  を用うることによって § 28 第 3 図が適用されるようである。

## (4) Slamming と速度低下の問題

荒天時の海洋における船の速度低下の問題は非常に大切なことである。

今までに挙げた速度の数字は、荒天時の海洋のなかでそれだけの速度が維持され得る。または出し得るとしたときのものである。実際には Slamming が起き始めると船の側で自発的に速度を低下させるであろうし、そうでなくてさえ静穏な海洋における速度が荒天時では自動的に低下してしまうであろう。大切なのは後者の方で、

その低下率は相当大きなものである。例えば Lewis 氏の調査によると<sup>47)</sup>、Victory 船で平水時 17.5 K のものが、荒天で 13.7 K (低下率 22%)、非常な荒天で 8.7 K (低下率 50%) に低下するようであるから、Slamming と速度低下の問題は充分調べる価値のある問題である。

それと関連していまい一つ大切なことに drifting の問題がある。Surging の問題は一寸触れておいた通り、Slamming が起きても大したものではないが、Slamming が起き始めると drifting があるようで、これはもつと詳しく調べねばならないと思われる。

## (4) 超高速船の問題

普通 Slamming が起きると船の速度を低下させて安全側を航行するのであるが、Slamming は度々述べたように、ある速度以上の高速では再び消えてなくなってしまう現象であるから、積極的に船の速度を上げて高速の安全側に入ってしまうことも考えられることである。Lewis 氏はこの超高速を "Supercritical speed" といっているが<sup>48)</sup>、確かにこの問題は考慮する余地があるように思われる。しかし、このような超高速で船が航行するとしても、その途中一度は Slamming 領域を通過しなければならぬのであるから、船の運動性能 強度の問題で Slamming を無視してよいという意味ではない。

## (5) Slamming と加速度の問題

Slamming と加速度の問題は今までに船首部の加速度について述べてきた。しかし、加速度の問題は乗り心地と直結する大切な問題であるから、それを考慮しながら加速度を検討してみる必要があるように考えられ、殊に fine な船型では加速度が重要な問題であろう。

## (6) Freeboard の問題

船の Freeboard は Rule によつて定められているものであるが、Slamming は浪波性能と結びつくから、Slamming を通して Freeboard の問題を再検討する必要があるのではないかと考えられる。

本稿を結ぶにあたって、絶えず御激励と御指導を賜わつた秋田博士、寺沢教授、吉識教授、太田教授、木原教授に深甚の感謝の念を捧げ、また困難な水槽実験とその解析に多大の労を煩つてくれた東、谷岡君の御尽力に厚くお礼申し上げます。

47) Lewis, E. V.; The Sea Speed of Cargo Ships in Rough Weather Services. Inter Ship. Progress (1956)

48) Lewis, E. V.; 前出文献 (7) 参照

— 大型油槽船の高速時の抵抗試験 —

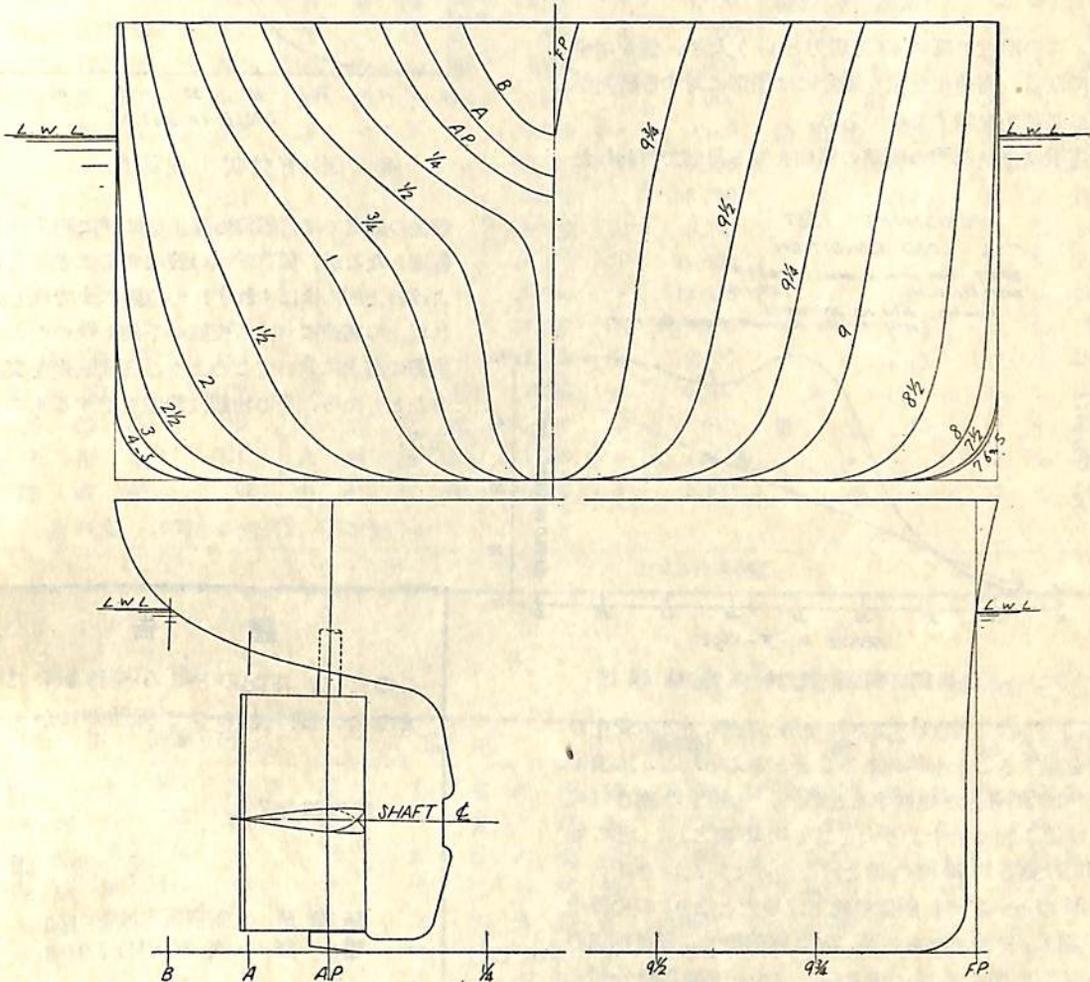
原子力機関の採用は船舶の高速化に対する大きい希望をいだかせるものであるが、現在の船型で超高速まで航走せしめた場合の抵抗はどの位の値に達するであろうか。このような興味から大型油槽船模型を 45 kt に相当する速度まで曳航して、その抵抗を測定した結果を紹介する。

M.S. 133 は載貨重量約 32,000 噸の油槽船に対応する 3 米模型船で、その主要目を実船の場合に換算して第 1 表に、正面線図および船首尾形状を第 1 図に示す。本模型は本誌 1 月号所載の「単螺旋大型油槽船の船幅が推進性能におよぼす影響に関する水槽試験」中に記述された 4

隻の 6 米模型船のうち方形肥瘠係数 0.8) のものと幾何学的に相似である。

試験は満載状態について実施された。その結果を剰余抵抗係数  $r_w$  の形でフルード数を横軸として第 2 図に、これに基づいて算定した有効馬力を第 3 図に示す。ただし摩擦抵抗の算定には模型、実船ともにフルードの抵抗係数を使用した。

第 2 図にみる如く、フルード数 0.35 附近に著しく高い抵抗曲線のハンプがあり、この山はフルード数 0.50 附近の最後のハンプより高い位である。このように大きいハンプを生じたことは意外のことで、有効馬力に換算す



第 1 図 M. S. 133 正面線図および船首尾形状図

第1表 要 目 表

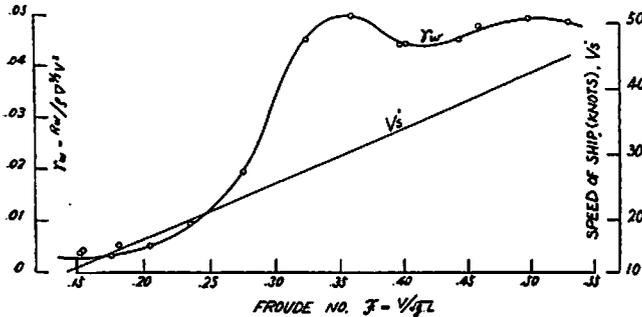
M. S. No.	133	
長 (L.B.P.)	190.50 米	
幅 (B) 外板を含む	26.60 米	
満 載 状 態	吃 水 (d)	10.535 米
	吃水線の長さ (L.w.L.)	195.0 米
	排 水 量 (Δ)	43,840 噸
	C <sub>v</sub>	.800
	C <sub>p</sub>	.808
	C <sub>W</sub>	.9904
	lcb (L.B.P. の % にて) (Δ より)	-1.50%
平均外板の厚さ	20 耗	
λ <sub>s</sub> *	.13922	
λ' <sub>s</sub> *	.15922	

\* 印 L.W.L. に基く

れば、この附近で既に 40 万馬力という大きい値を示すことになる。高速化を狙う場合には船型に対する研究が如何に必要かを示すものである。

本実験は抵抗曲線の概略の傾向を知る目的で行われた

RESISTANCE TEST  
FULL LOAD CONDITION  
DRAFT (ABOVE BIRTH OF MODEL) .1659 M  
DISPLACEMENT 167.1 T  
REMARKS: WITH ALL APPENDAGES  
WITH TRIP WIRE AT SQUARE STATION 95 (1-4)

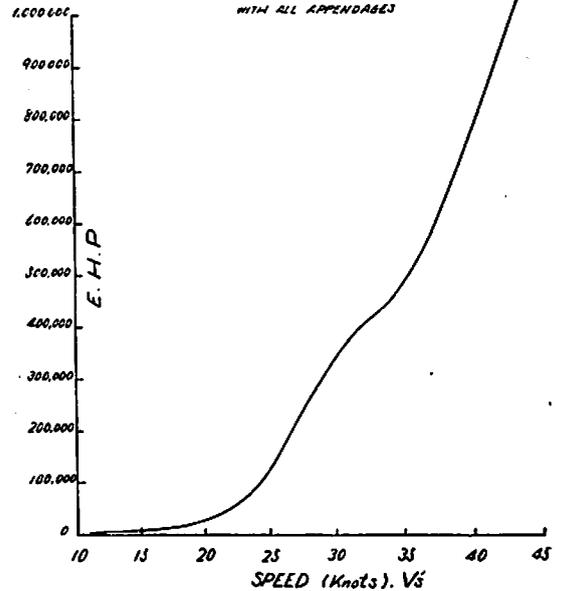


第2図 剰余抵抗係数曲線図

ため、トリムの計測は実施されなかつたが、トリム変化の大要を記することも興味あることと考えられる。本模型船は特に高速まで曳航するために、水線上の高さ(乾舷)は第1図に示すより大として約10種とし、更に船首部には高さ約20種の波よけをつけていた。フルード数0.35のハンプで、船首の沈下は最大となり、この時の沈下量は、目測ではあるが、7~8種前後で、船首前面の波の高さは15~20種に達する。フルード数0.45を越える附近で船首は沈下から浮上に変り始める。実験点の

E. H. P. CURVE  
FULL LOAD CONDITION

DRAFT (INCLUDING SHIP) 10.535 M  
DISPLACEMENT 43,840 T  
REMARKS  
WITH ALL APPENDAGES



第3図 有効馬力曲線図

最後の速度では、船首の浮上量は逆に約7~8種程度となるが、船首前面の波はますます高く、波よけの上面にほぼすれすれの位置にまで達し、それ以上の高速における曳航が不能となつた。もし実際の海上においてこのような高速航走を実現させたとしたら、その壮観は想像を絶するものがあるう。

謹 告

このたび、下記のところへ移転いたしました。紙上をもつて御通知にかえます。

昭和32年7月

天 然 社

新 住 所 新宿区赤城下町50  
電 話 東京(34)1908

# 鋼船建造状況月報 (32年5月)

船舶局造船課

## (イ) 起工船

(昭和32年5月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	主	総噸数	主機	関	用途	起工年月日
石川島重工業	762	協立汽船	汽船	7,900	D	5,400	貨物船	32. 5. 27
吳造	31	原商	商船	3,270	"	2,400	"	32. 5. 7
九州造船	229	日鉄汽船	汽船	2,100	"	1,70	"	32. 5. 22
鋼管、清水	145	飯野海運	海運	9,250	"	5,000	"	32. 5. 7
新潟鉄工	258	三栄汽船	汽船	2,275	"	2,200	"	32. 5. 21
三菱、神戸	891	飯野海運	海運	9,480	"	5,300	"	32. 5. 16
向島船渠	39	東海	海運	760	"	950	"	32. 5. 13
播磨造船	513	共栄タンカー	カー	13,200	"	9,100	油槽船	32. 5. 10
名古屋造船	143	上野運	運輸	2,700	"	1,800	"	32. 5. 7
三菱、下関	525	日魯漁業	漁業	1,460	"	1,600	漁船(冷凍運搬)	32. 5. 29
塩山船渠	236	第一物産	物産	900	"	1,200	" ( " )	32. 5. 7
金指造船	276	日本水産	水産	1,500	"	1,800	" ( " )	32. 5. 9
新潟鉄工	265	東都水産	水産	500	"	1,000	" ( 鮪 )	32. 5. 9
浦賀船渠	696	リベリア	ア	8,050	"	9,100	輸出船(貨)	32. 5. 16
"	711	バナ	マ	13,500	T	9,300	" (油)	32. 5. 29
函館ドック	231	"	"	8,150	"	8,200	" (貨)	32. 5. 17
日立、因島	3803	"	"	9,930	D	6,250	" (〃)	32. 5. 11
石川島重工業	757	"	"	14,300	T	12,000	" (〃)	32. 5. 22
三菱、長崎	1473	リベリア	ヤ	27,400	"	17,600	" (油)	32. 5. 21
鋼管、鶴見	729	"	"	24,000	"	19,250	" (〃)	32. 5. 15
名古屋造船	135	ノルウェー	一	12,500	D	9,100	" (〃)	32. 5. 29
日本海重工業	u-709	合	湾	7,550	"	6,300	" (貨)	32. 5. 31
向島船渠	38	大和海運	海運	740	"	650	貨物船	32. 4. 25
西井船渠	21	大星海運	海運	1,600	"	1,800	"	32. 4. 29
大洋造船	102	中村汽船	汽船	3,400	"	2,400	"	32. 4. 14
他25隻 (500トン未満)				5,929	総トン			
合計				50隻	192,344 総噸			

## (ロ) 進水船

(昭和32年5月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	主	総噸数	主機	用途	進水年月日	
函館ドック	217	立洋丸	東洋汽船	8,500	D	6,000	貨物船	32. 5. 15
鋼管・鶴見	733	宝洋丸	菅谷汽船	9,250	"	5,530	"	32. 5. 13
播磨造船	516	長門丸	日本郵船	8,400	"	6,000	"	32. 5. 8
日立・桜島	3817	錦光丸	三光汽船	8,750	"	6,250	"	32. 5. 25
来島船渠	8	三光丸	扶桑海運	2,450	"	2,000	"	32. 5. 13
林兼造船	897	中洋丸	(株) 林兼	1,590	"	1,600	"	32. 5. 16
吳造	30	初星丸	東光商船	3,270	"	2,300	"	32. 5. 28

三保造船	218	昭隆丸	正福汽船	999	D	1,300	貨物船	32. 5. 13	
佐野安船渠	154	星海丸	三星海運	700	〃	850	〃	32. 5. 29	
浦賀船渠	703	富士川丸	川崎汽船	13,750	〃	9,100	油槽船	32. 5. 27	
金指造船	—	第12金功丸	奥津政五郎	700	〃	1,200	漁船(鮪)	32. 5. 19	
〃	—	第1昭和丸	昭和漁業	1,000	〃	1,500	〃(〃)	32. 5. 29	
函館ドック	55	THAIS HOPE	リベリヤ	8,550	〃	3,300	輸出船(貨)	32. 5. 30	
川崎重工	943	SIRI	アメリカ	20,200	T	15,000	〃(油)	32. 5. 31	
三菱日本・横浜	812	ATLANTIC QUEEN	リベリヤ	25,000	〃	19,000	〃(〃)	32. 5. 30	
三井造船	613	MONTE LLANO	バナマ	12,400	D	8,750	〃(〃)	32. 5. 29	
三菱・長崎	1490	NAESS CHIEF	〃	26,500	T	17,600	〃(〃)	32. 5. 16	
名古屋造船	134	TORNES	ノルウェー	12,500	D	9,100	〃(〃)	32. 5. 28	
浦賀船渠	695	PACIFIC CCALLENGER	リベリヤ	8,050	〃	9,100	〃(貨)	32. 5. 14	
日本海重工	U-706	海明	台湾	7,550	〃	6,300	〃(〃)	32. 5. 25	
新三菱・神戸	879	EDDA	バナマ	9,350	〃	5,350	〃(〃)	32. 5. 15	
N. B. C. 呉	62	PETRO-LENE	リベリヤ	25,200	T	12,500	〃(油)	32. 5. 29	
岸上造船	—	福知山丸	森山海運	600	D	600	貨物船	32. 4. 2	
他11隻 (500トン未満) 2,844総トン									

合計 38隻 218,499総噸

(ハ) 竣工船

(昭和32年5月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	船主	総噸数	主機	用途	竣工年月日		
播磨造船	510	名古屋丸	東京船舶	7,800	D	6,000	貨物船	32. 5. 30	
日立・因島	3819	大天丸	大洋海運	8,750	〃	6,250	〃	32. 5. 10	
三菱日本・横浜	819	駿河丸	日本郵船	9,400	〃	12,000	〃	32. 5. 20	
三井造船	624	妙高丸	板谷商船	8,700	〃	5,400	〃	32. 5. 10	
三菱・広島	133	かれどにあ丸	三菱海運	7,550	〃	5,100	〃	32. 5. 25	
林兼造船	895	龍宝丸	日本船舶	3,400	〃	2,400	〃	32. 5. 31	
名古屋造船	132	海祥丸	日本海陸運輸	4,300	〃	2,650	〃	32. 5. 25	
新潟鉄工	255	新潟丸	新潟商船倉庫	2,300	〃	2,200	〃	32. 5. 20	
尾道造船	50	鳳晴丸	田淵海運	1,595	〃	1,490	〃	32. 5. 31	
佐野安船渠	145	玉宝丸	小谷汽船	1,600	〃	1,400	〃	32. 5. 25	
中村造船	145	いずも丸	近藤海運	800	〃	600	〃	32. 5. 1	
福島造船	142	第73辰己丸	辰己商会	560	〃	550	〃	32. 5. 10	
波止浜造船	53	第3日進丸	日進海運	650	〃	900	油槽船	32. 5. 10	
函館ドック	230	PANAGIOTIS L	リベリヤ	10,300	T	8,200	輸出船(貨)	32. 5. 15	
浦賀船渠	693	SANTA DESPOINA	バナマ	8,600	〃	8,100	〃(〃)	32. 5. 1	
鋼管・清水	132	TRINITY	〃	10,600	〃	7,000	〃(〃)	32. 5. 11	
〃・鶴見	725	ANNA	〃	25,000	〃	17,500	〃(油)	32. 5. 29	
日立・桜島	3785	ROSBORG	デンマーク	12,200	D	7,500	〃(〃)	32. 5. 17	
川崎重工	948	NAPIER	バナマ	24,200	T	20,250	〃(〃)	32. 5. 29	
三菱日本・横浜	810	SPEEDWAY	〃	21,000	〃	17,500	〃(〃)	32. 5. 14	
N. B. C. 呉	61	PETRO-SEA	リベリヤ	25,200	T	12,500	〃(〃)	32. 4. 27	
他10隻 (500トン未満) 2,191総トン									

合計 31隻 196,696総噸

# 特許解説

特許庁 大谷幸太郎

船舶駆動装置 (昭和32年特許出願公告第2812号, 発明者・ハンス, リーバーヘア, 出願人・ゲブリューダー, スルワー, アクチエンゲゼルシャフト—スイス)

本発明は過給用圧縮機と排気ガスタービンとを備えた船舶用可逆内燃機関に関するものである。一般に過給機を備えた内燃機関は可能な最高トルクが回転数が落ちると急激に減少する特性を持っている。船舶を後退させる時はまず機関を逆転の方に操作するが、船は慣性で依然として前進し水流によつて今まで通りプロペラを正転方向に廻そうとする力が働くので、機関は直ちに運転を始めずしばらくは正転方向に廻る。しかし機関はすでに逆転方向に操作されているから前記正転方向への回転を止めるような制動力が働き、機関の正転方向の回転は次第に速度が落ちて、ついには停止し、次いで逆転方向に廻り出し、船も後退を始める。すなわち後退運転時に機関の逆転操作によつてプロペラが正転方向に廻されようとするのに打勝つて逆向きに廻すだけの制動トルクを発生させることが必要である。しかるに過給機付内燃機関では速度が落ちた時のトルクは急激に減少するので逆転時に必要な前記制動トルクが小さく、従つて逆転を始めるまでの制動時間が長くなり、船が前方に進む制動距離が長くなる欠点がある。

本発明はこのような欠点をなくするために逆転時に発生するトルクを正転時のそれよりも大きくするようにしたもので、本発明装置を備えた船舶は従来より短い制動間で急速に後退することができる。機関の逆転時

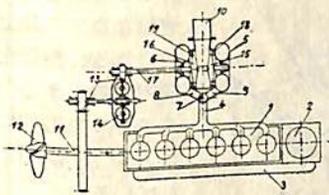
において発生するトルクを大きくするためには逆転タービンのノズルをある範囲内において絞つて吸込能力を減少させるような装置を設ければよい。ノズルを絞れば排気の時通路が狭められノズル前方の圧力が高くなるので機関の効

率は悪くなるが、気筒内の圧力は高くなり発生するトルクは大きくなるからである。

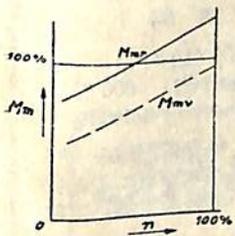
本発明の1つの実施形式を図面について説明すると、第1図に示したものは機関のクランク軸に直接取付けた過給用の往復動型圧縮機を備えた6気筒内燃機関である。4は排気管、5は正回転タービン、6は逆回転タービンである。7は回転弁で排気管4を前記タービンのいずれか一方と連絡する。排気ガスタービンの出力は流体接手14および減速歯車を経て軸11に合成される。逆回転タービン6の案内路19の断面積は正回転タービンのそれより小さく、そのため逆回転タービンの吸込能力は正回転タービンより小さい。従つて主機関1の背圧が上るためその気筒内圧力が高くなり、大きなトルクを発生する。第2図はこの装置の正回転トルク  $M_{mv}$  および逆回転トルク  $M_{mv}$  を示す。

空気ケーソンによる 繫船柱の 沈設工法 (昭和32年特許出願公告第2818号, 発明者・福田秀夫 出願人・鹿島建設株式会社)

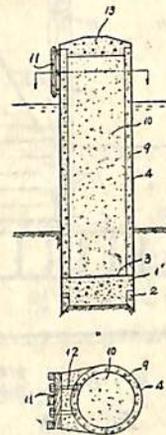
従来繫船柱において細い鉄管を杭打ちしその頭部を連繋したものは大型船舶に対してはその能力が不足し、またコンクリート製の大型のものとすると船渠を必要としたり運搬用クレーンなどの大規模な施設を必要としたものである。本発明は以上のような欠点を除去し安価な建設費によつて大型繫船柱の沈設を簡単に行うことができる方法に関するもので、以下図面について説明する。



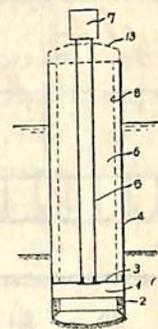
第1図



第2図



第1図

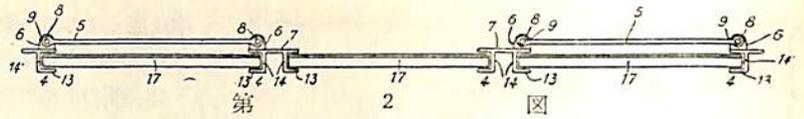


第2図

まず陸上において第2図に示す空気ケーソンの作業室となるべき部分1を鉄板により形成する。作業室1の双口2は鉄板またはコンクリート製とする。作業室の天井部2は鉄板製とし、これに繫船柱外壁4および空気ケ

ーソン立て管5を取付ける。これまでの部分は陸上において作るがすべて薄い鉄板を使用するため軽量で、簡単なクレーンにより吊り

上げることができ、また海上輸送は外壁4内の空気室6の浮力を利用して行うことができる。そして所定の場所においてこの空気ケーソンの空気室6に注水してこれを沈下し、双口2を底地盤上に到達させる。それから機械室7を空気ケーソン立て管5の上端に取り付けて掘削を行い所定の深度まで降下させた後、作業室1内の一部または全部にコンクリート1'を充填する。次いで空気室6内の水を排除し、立て管5、機械室7を取外す。外壁4に対し補強または防錆などの必要のある場合は鉄板4内にコンクリート壁9を形成する。次に空気室6内に土砂を充填し、上部構造体13を取付けて上端を封塞する。そして最後に船腹と接触する側板11をボルト12により外壁4に取り付けばよい。

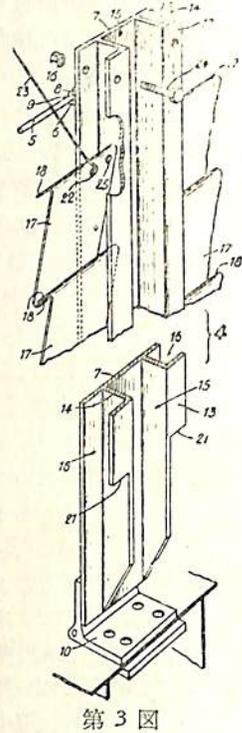


グレゴアー ジョセフ, マック, グレゴアー ジョームス, マック, グレゴアー—イギリス)

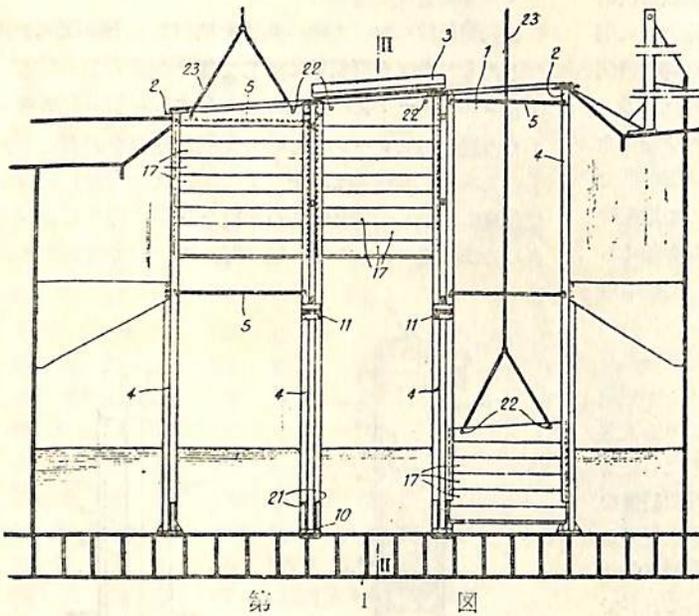
本考案は穀類のような移動し易い積荷が船艙内において移動しないようにするための装置に関するもので、迅速かつ容易に取り付け取外しができるような構造にしたものである。

図面において複数個の柱4を適宜の間隔を置いて一線上に並べ船艙の床にその下端を固着する。これ等柱のうち中間に位置するものにはその両側に溝を設け、また両端に位置するものにはその内方側のみ溝を設ける。従つてこれ等溝は互に向き合った状態に配置されている。これ等柱は2つの部材に分けられ受金およびピンによつて蝶番式に連結され、不使用時に折畳めるようになって

ている。前記対向溝間に多数の条板状金属鍍板17を挿入する。これ等鍍板はZ形断面を有し、その上縁および下縁18は互に引掛るように形成されている。そして是等鍍板は柱4の下端から板溝内に挿入され、その上縁を前に挿入した鍍板の下縁に引掛け、順次引上げるることによつて適当な高さに組立てられる。鍍板を溝内に挿入するために柱4の底部に切欠21が形成されている。



船艙用積荷 移動防止装置 (昭和32年実用新案出願  
公告第3536号, 出願人・考案者 ロバート, マック)



船 舶 第30卷 第7号

昭和32年7月12日發行  
定価150圓 (送8圓)

發行所 天 然 社

東京都 新宿区 赤城下町 50

電話 東京 (34) 1908

振替 東京 79562 番

發行人 田 岡 健 一

印刷人 研 修 舎

購 読 料

1 冊 150 円 (送 8 円)

半年 (前金予約) 800 円

1 年 ( " ) 1,500 円

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

工業技術院長賞に輝く!!

# JRC レーダー管

愈々量産軌道にのる

当社はレーダー並にレーダー用真空管の開発商品化には特に力を注ぎ、その製品には多大な自信を持つております。

現在、各種レーダー用真空管は整備された専門工場で厳重なる品質管理の下に量産が行われており、その高性能、信頼度につき各方面より好評を得ております。

当社の各管種は、米国製同名管と外形寸法、特性共に完全な互換性を有します。

## マグネトロン

	725A	2J24
発振周波数	9345~9105MC	9345~9405MC
尖頭出力	50 KW	10 KW
尖頭陽極電圧	12.0 KV	5.5 KV
尖頭陽極電流	12.0 A	4.5 A
磁界強度	5,400ガウス	
パルス巾	1μS	1μS
パルス繰返周波数	1,000 PPS	1,000 PPS
ヒーター電圧	6.3 V	6.3 V
ヒーター電流	1.0 A	0.5 A



725A



2K25



1B24

## TR管

	1B24	1B63A
周波数範囲	8490~9600MC	8564~9487MC
挿入損失	0.85~1db	0.7db
漏洩電力	30 mW最大	40 mW最大
回復時間	4μS(-3dbにて)	10μS(-3dbにて)
負荷時 Q	350 最大	
イグナイター電圧降下	325~400V(100μAにて)200~375V	
イグナイター電流	100~200μA	100μA

## クライストロン

	2K25
発振周波数	8500~9660 MC
発振出力	25 mW
空洞電圧	300 V
反射電極電圧	-85~2000 V
ヒーター電圧	6.3 V
ヒーター電流	0.44 A

## 変調管

	3C45	4C35
ヒーター電圧	6.3 V	6.3 V
ヒーター電流	2.25 A	6.0 A
格子入力電圧	175 V最少	175 V最少
尖頭陽極電圧	3,000 V最大	8,000 V
尖頭陽極電流	35 A	90 A
平均陽極電流	45 mA最大	100 mA



東京営業所 東京都渋谷区千駄ヶ谷4の693 電話東京(34)0111(8)0431(2)  
大阪支社 大阪市北区堂島中1の22 電話(34)0656~9

# 日本無線株式会社

# パロットエンジンオイル

第11回 特売!



7月1日  
9月30日

昭和石油

## 三機の鋼管と船舶用機材

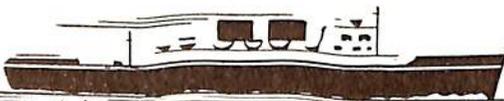
### 厨房設備

(ギヤレ・グリル・ベーカリー・バー・喫茶  
冷蔵設備・食品加工設備一式  
客船・貨物船・捕鯨船等何れにも  
適する様設計製作施工いたします)

鋼製家具・寝台

規格  
JIS ASTM BS  
LRS ABS API NK

ラインパイプ：艦船用鋼管  
化学工業用鋼管  
各種ボイラー用鋼管  
圧力配管用鋼管  
瓦斯水道用鋼管



# 三機工業

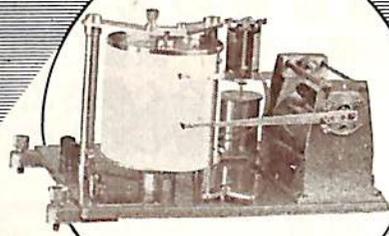
社長  
山田熊男

本店 東京都千代田区有楽町(三信ビル) 電話(59)代表5251~(10) 代表5351~(10)

支店 名古屋・大阪・福岡・札幌 工場 川崎・鶴見・中津

# 船用精密傾斜計

磁力制振器付  
一元式 ローリング一成分  
二元式 ローリング、ピッチング二成分



RM-1型 水銀 U 字 管 式

RM-3型 振り式、空気制振器付

# 船用動搖記録計

型録贈呈

服 部 時 計 店  
機 械 部

東京営業所 東京都中央区銀座四丁目 TEL (56)2111(10)

支 店 大阪市東区博労町四丁目 TEL (25)1251(5)

出張所 福岡市下名島町四七 TEL (4)2966(3)

# 伝統と実績!!

## スペリー式

★ MK14・MOD2

ジャイロ・コンパス

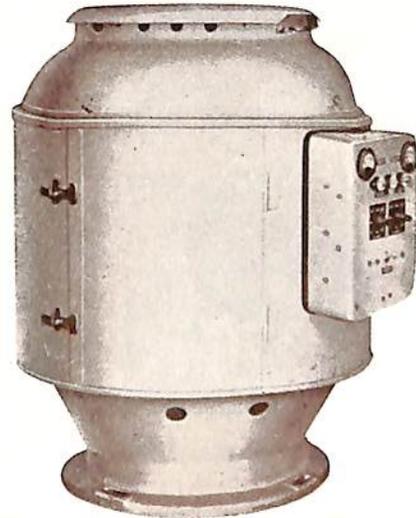
★ レート・ジャイロ・パイロット

★ MK2・マリン・レーダー

★ マリン・ローラン

★ その他各種航海計器

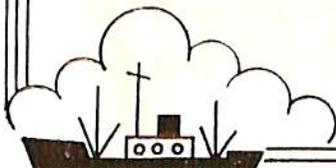
カービス・ステーションの充実



株式 東 京 計 器 製 造 所  
会 社

東京都大田区東蒲田4-31 電話 (73) 2211 (代), 7181 (代)

長崎・下関・神戸・大阪・名古屋・横浜・東京・函館



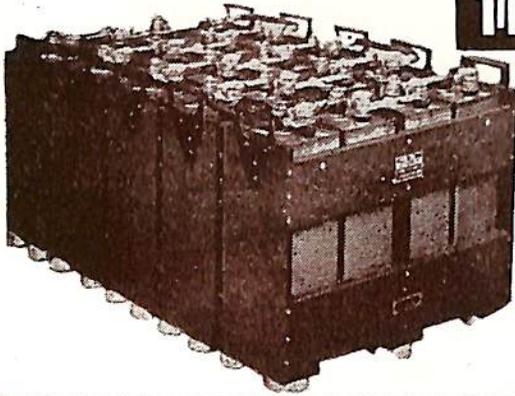
鋼鉄製の蓄電池!!

落しても、破壊しない。  
鉄鋼材を全く侵さぬ。  
長日月放置しても劣化しない。



これが……………GSアルカリ式

# 船舶用蓄電池



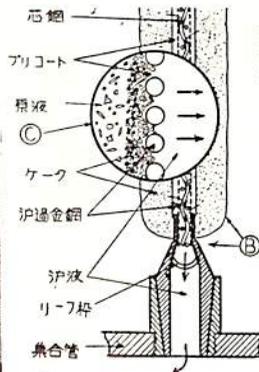
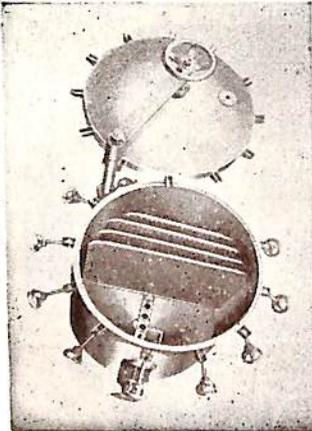
而も壽命は従来の蓄電池をはるかに超越した長大なものです。  
又電氣的にも乱暴な取扱いに十分に耐え、亦比重の測定記録の必要は全くなく、従つて保守容易で、船舶用として理想的の蓄電池です。

**日本電池株式會社**

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

## 特許ウルトラ・フィルター

標準型分解図



硅藻土汚膜により…  
潤滑油・燃料油循環濾過に  
**100%効果!!**

- 油中の0.1 $\mu$ 迄の極微粒子の完全濾過
- 脱酸・脱水による性能の向上
- 温度の高低自由
- ケークの排出迅速

(カタログ進呈)

飲料水の無菌濾過

## ミウラ化学装置株式会社

東京都目黒区下目黒3の543 電話大崎(49)0640  
大阪市住吉區帝塚山東2の17 電話大阪(67)0251~2

弊社あるいは……代理店を通じて御照会下さい

代理店 三菱商事・オ一物産・日協産業・尖戸商会

# 最新型



# 東芝 交流アーク溶接機

SWA-H500型 SWA-250型

東芝交流アーク溶接機は JIS 規格に準拠する H 種 (シリコン) 絶縁、可動コイル防滴型で、安定な溶接が出来ます。ファンを使用しないので故障の心配がなく、小型軽量で持運びも容易、しかも電流調整範囲が広く外函も特に頭丈で美しく出来ております。500 A 型は厚鉄板溶接の能率化に最適として造船所その他で非常な御好評を得ており、又 250 A 型は薄鉄板のきれいな溶接に好適です。



SWA-H500型  
A 500 ~ 80 A

Toshiba

東京芝浦電気株式会社

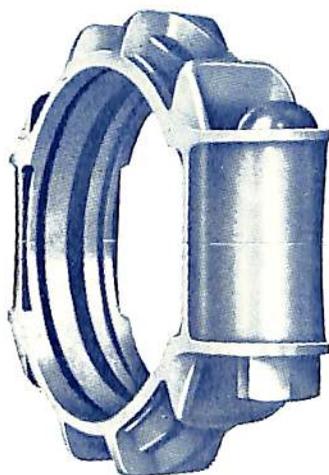
東京都中央区銀座西 5-2  
電話 (57) 5711・8131・8261・8271



日本ヴィクトリック株式会社

## VICTAULIC

LEAKTIGHT  
PIPE



FLEXIBLE  
JOINTS

販売代理店

浅野物産株式会社

東京都千代田区丸の内 1 丁目 6

東京海上ビル新館 8 階

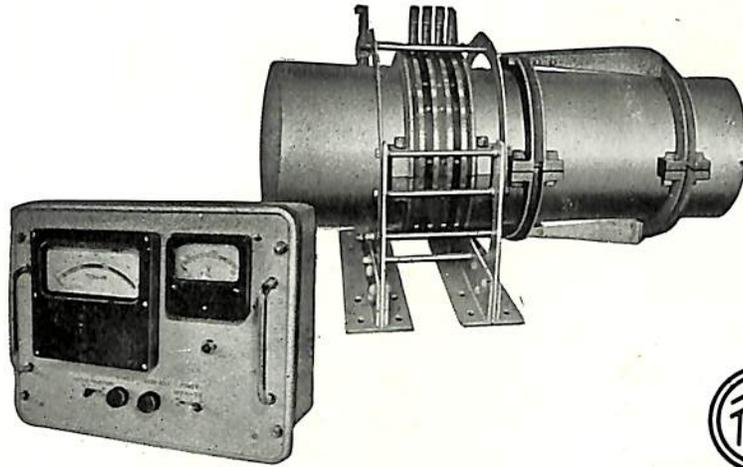
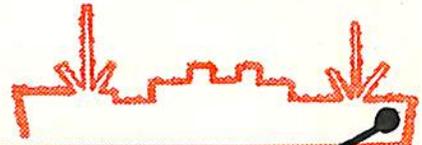
電話 東京 28 局 4521 (代) 4531 (代) 4541 (代)

大阪支店  
門司支店  
札幌支店  
支店  
出張所

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

ABC

# 電気式船用トルクメーター



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

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



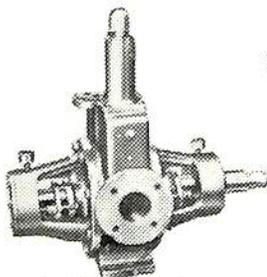
東京都品川区北品川4の516 • TEL 白金 (44) 1141 (代表)  
 大阪市南区八幡町6 • TEL 南 (75) 6140  
 福岡県宗像郡津屋崎町 • TEL 津屋崎 104

株式会社東京衡機製造所

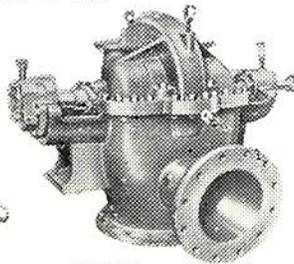
## 250,500バレルの荷卸しを 僅か12時間で完了する!

Socony 石油会社最大の油槽船 S/S Wapello はガソリン約1,060万ガロンに相当する重油25万バレルを積荷輸送できる能力をもっています。

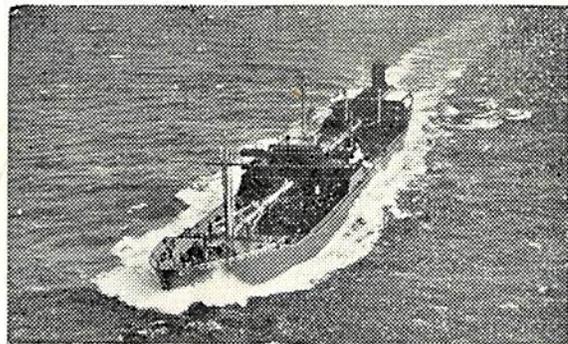
この巨大な油槽船にはウ社製の centrifugal main cargo pump と vane type rotary cargo stripping pump を設備して優秀な効率をあげています



ウ社製 vane type rotary stripping pump



ウ社製 centrifugal main cargo pump



ウ社は船舶用ポンプ、スチーム・タービンその他各種の船舶用機器の製造について110年の経験をもち常に優秀な製品を提供しています  
 これら船舶用機器については、どんな御用命でも承ることが出来ます

詳細は新潟ウオシントン株式会社へお問合せ下さい

### WORTHINGTON



世界に誇る有名品の商標

Worthington Corporation, Harrison, N.J., U.S.A.

技術提携 **新潟ウオシントン株式会社**

東京都千代田区神田須田町2丁目 電話(25)8351-4

IBM 5541

船舶 才三十卷 才七号  
 昭和五十二年三月二十日印刷  
 昭和五十二年七月十二日発行  
 (毎月一回) 郵政特種郵便物認可

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 新田岡健通 四  
 研 習 市 東 堀 通 四  
 修 舎

本号定価 一五〇円  
 発行所 天  
 東京都新宿区赤城下町五〇番地  
 然  
 振替・東京七九五〇八番  
 電話東京(03)八番  
 社