

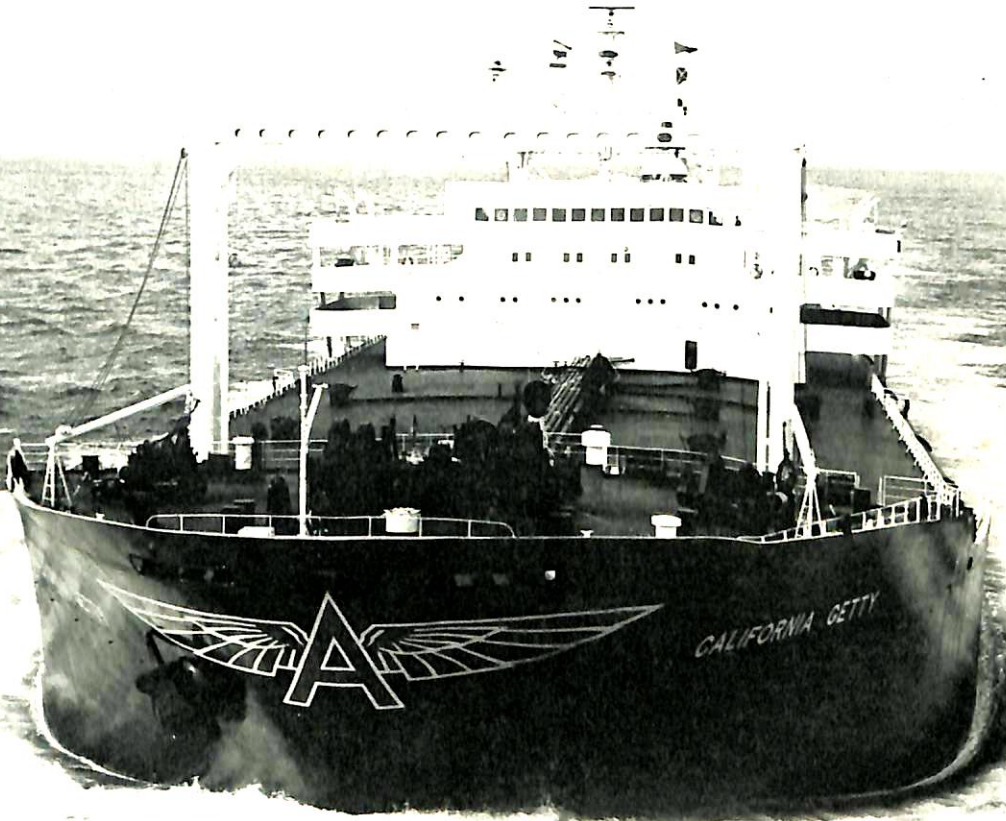
船の科学 2

1964

昭和39年2月5日印刷 昭和39年2月10日発行 第17巻 第2号 (毎月1回10日発行)
昭和23年12月3日 第3種郵便物認可 昭和24年5月21日 日本国登録商標特許承認誌 第1156号

VOL. 17 NO. 2

リベリヤ国向け輸出油槽船
CALIFORNIA GETTY
88,000 DW タービン 24,000 PS
三菱造船・長崎造船所 建造



MITSUBISHI
SHIPBUILDING
&
ENGINEERING
CO., LTD.

三菱造船株式会社

ここにも **アクリライト** が……



京丹内海航路 観光旅客船 <くれいす号<アクリドーム>

青い空 星のきらめき アクリドームを
通してあおぎみる大観……アクリライト
の新しい用途です

アクリライトは優れた素材としてここにも
輝きを添えています

特性 ● われない ● 軽い ● 耐久性がある ● 透明
● 加工が自由 ● 美しい

用途 窓ガラス 照明 船内の仕切 名札

光と色のプラスチック

アクリライト®



三菱レイヨン株式会社

本社 東京都中央区京橋2-8 電(281)5551
大阪支店 大阪市北区中之島2-22 電(202)2241
名古屋支店 名古屋市中村区堀内町4-1 電(55)7131



三菱防蝕亜鉛

CATHODIC PROTECTION ZINC

鉄材の腐蝕を
C P Z で防ぎましょう

C P Z

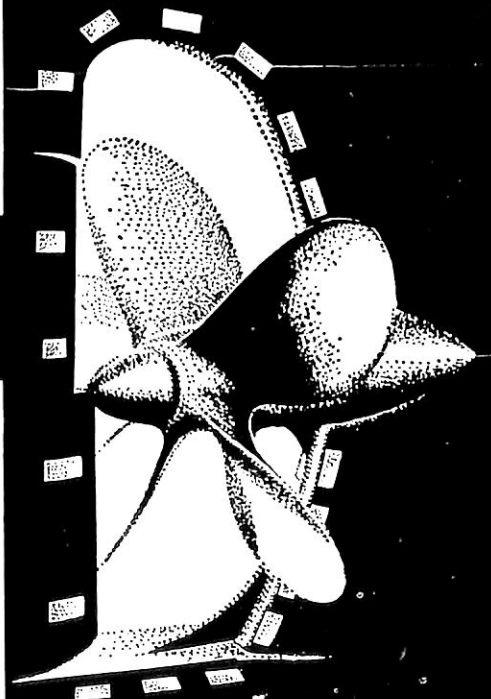
用途 船舶外板・スクリュー
海水中の鉄構造物

三菱金属鋳業株式会社

東京都千代田区大手町1丁目6番地(大手ビル)
電話 (231) 2431・3321・4311 番

総代理店 三菱商事株式会社
電話 (281) 1021・1031・2021 番

設計施工 日本防蝕工業株式会社
電話 (431) 3795 代表



Zenith Marine Chronometre, Switzerland



**ゼニット
マリンクロノメーター**

二日巻検定証付

瑞西ニューシャテル天文台コンクール六ヶ年間最高賞連続受領

販売特約店 日本漁網船具株式会社
三洋商事株式会社
日興海事株式会社

ZENITH

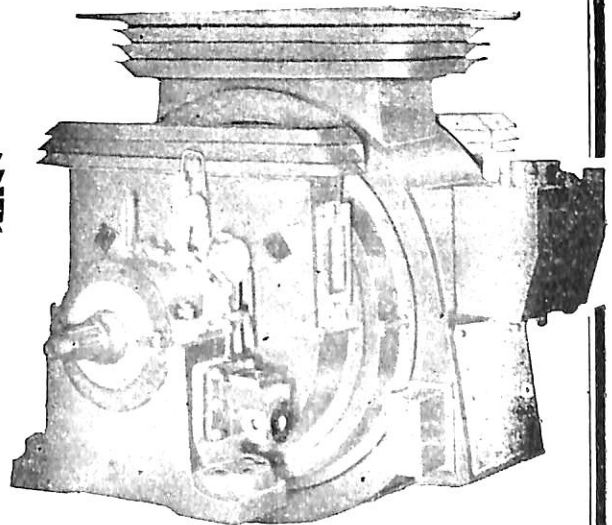
輸入元 **K. K. 瑞西時計輸入商会**

Tokyo Central P. O. Box 1355

NSDK

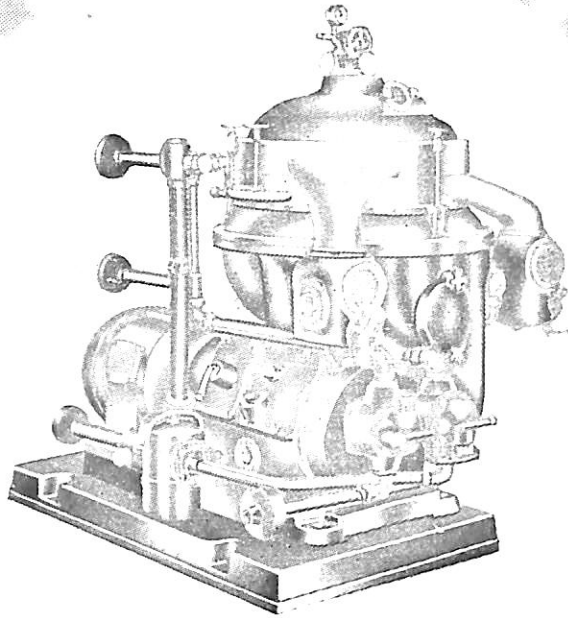
**船用
自勵交流発電機**

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



西芝電機株式会社

本社、工場 姫路市網干区浜田1000番地 TEL 網干 (72) 1261 (代表)
東京営業所 東京都中央区銀座西8の6 (第3秀和ビル) TEL 東京 (571) 4078, 6864, 6865
大阪営業所 大阪市北区曾根崎新地2の17 (成見ビル) TEL 大阪 (312) 2158 (代表)



セルフ・オープニング・セパレーター
TYPE PX 309.00F

油清浄機

技術提携先

Aktiebolaget Separator
Stockholm, Sweden

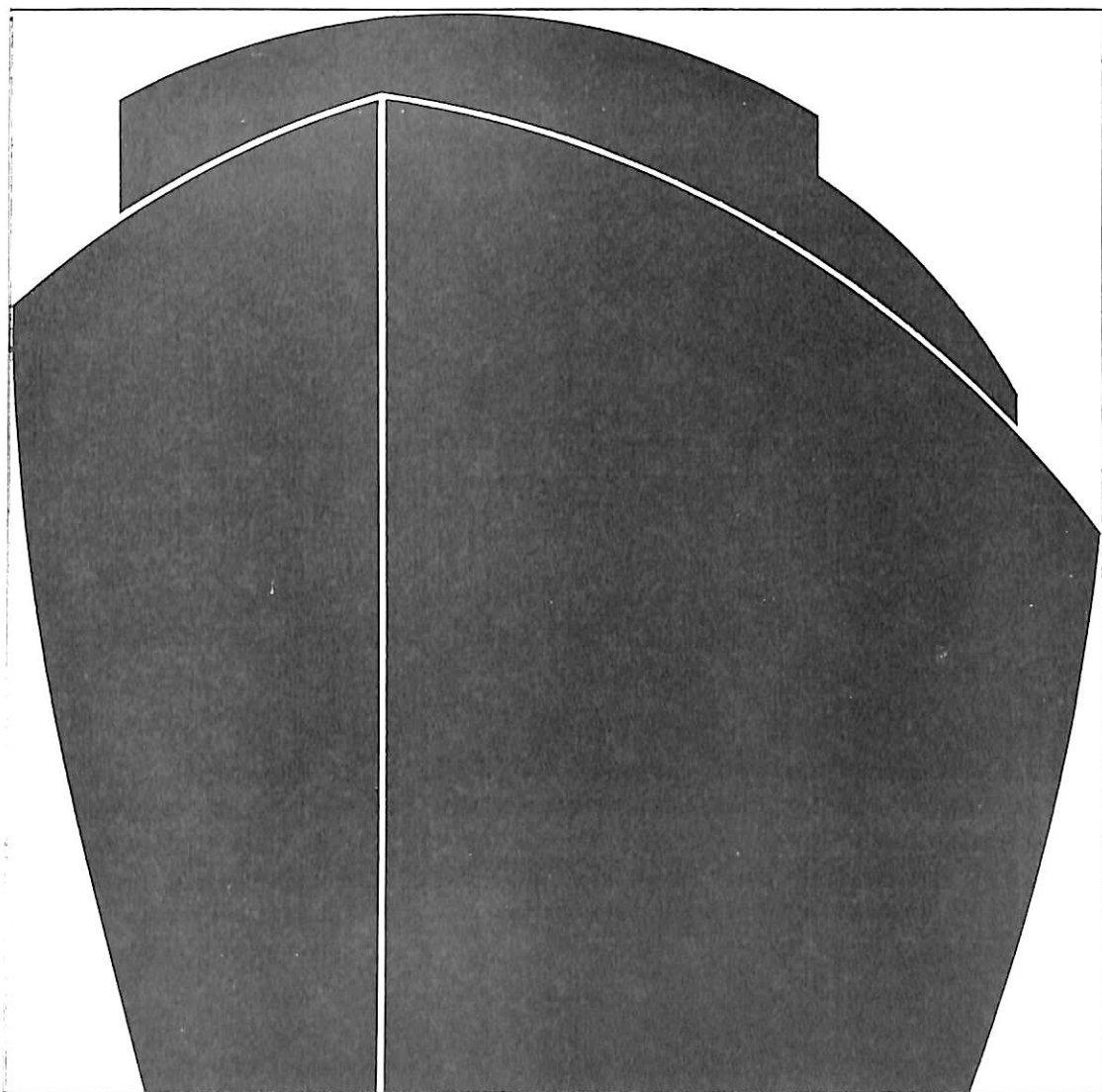
燃料油清浄機
潤滑油清浄機
其他各種油用
各種油用
各種油用
各種油用
各種油用

瑞典セパレーター会社日本総代理店



長瀬産業株式会社機械部

本社 大阪市西区立売堀南通1-19 電話(541)1121 大代表
 東京支店 東京都中央区日本橋小舟町2-3 電話(860)6211 大代表
 支店 京都・名古屋・福山
 製作工場 京都機械株式会社分離機工場 / 京都市南区吉祥院船戸町50



推進力を

潤滑する！

沿海漁船から超大型タンカーまで：

あらゆる船舶を進める力を潤滑する

もの——それがシェルです

耐摩耗性 防錆性が高く どんな

荷重にも耐える潤滑油！

シェル タルバ オイル

シェル メリナ オイル

そして完全な技術提供！

シェル テクニカル サービス

これらの製品とサービスが

そろったとき

船舶の進むところには

見事な航海が約束されるのです

詳細はお近くのシェルへどうぞ

東京支店 - 591 - 4371 9

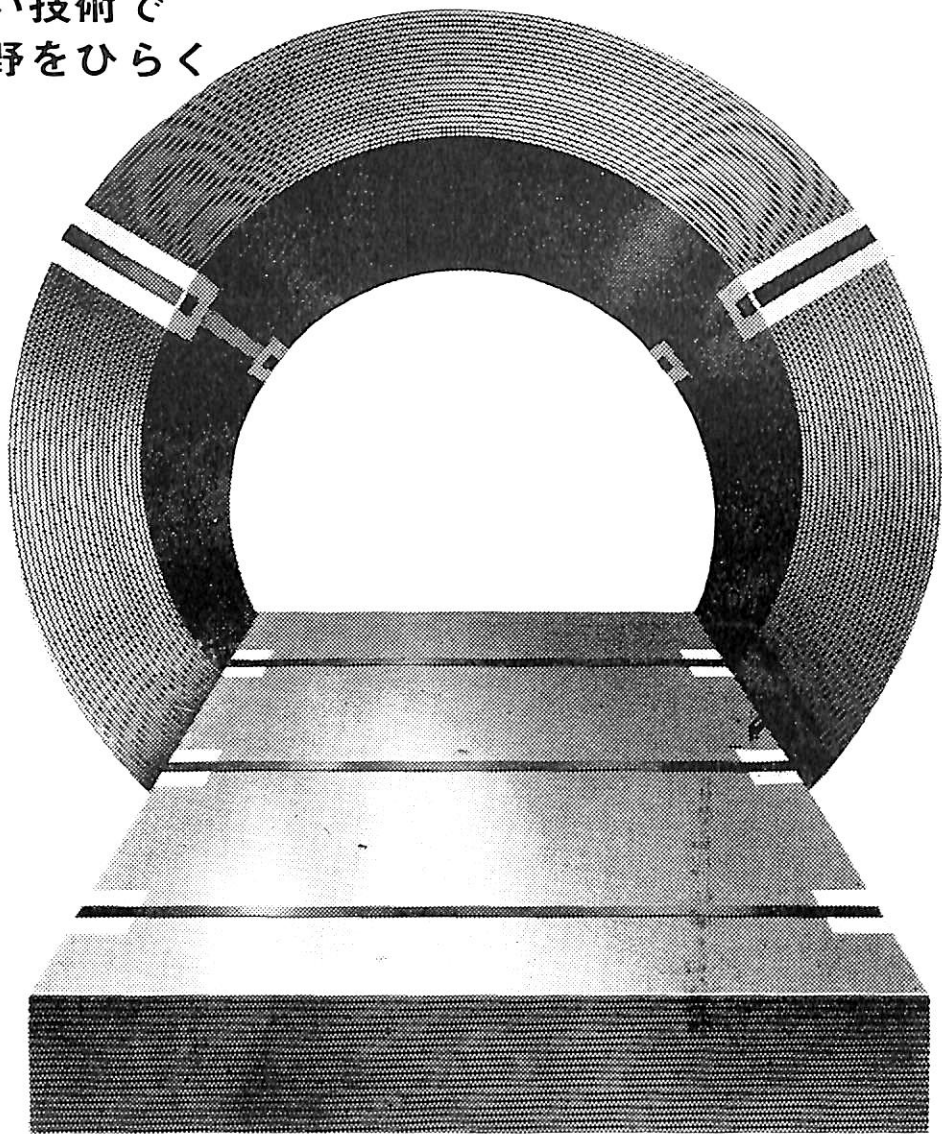
札幌営業所 2 - 0141 4

東北営業所 仙台 3 - 7147 5
名古屋営業所 54 1151 5
福岡営業所 3 2536 9

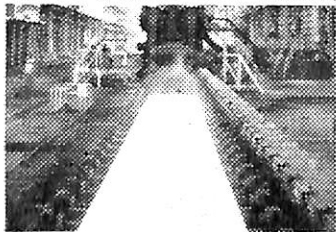


シェル石油

新しい技術で
新分野をひらく



“鉄をつくり 未来をつくる” 住友金属



住友の鋼板

住友金属

住友金属工業株式会社

本社 大阪市東区北浜5の15 (新住友ビル)
支社 東京都千代田区丸ノ内1の8 (新住友ビル)
営業所 福岡・広島・高松・名古屋・新潟・仙台・札幌

長い間の研究と技術の研さんが
見事に開花—“住友の鋼板”が脚光
をあびてデビューしました。新鋭
圧延設備から ぞくぞく生まれる

“新しい鋼板”——

■すぐれた寸法精度 ■申し分のな

い表面状況 ■JIS規格やNK規
格にもパス ■最大巾 1830mm
最大板厚12.7mm 最大重量15t
までコイルにできます。

品質管理は厳格そのもの。充分信
頼できる製品だけが出荷されます

溶接に…純度の高いタングステン

イナート・ガス・アーク溶接による溶接部は、他のアークまたはガス溶接の溶接部に比較して延性、強度、気密性、耐蝕性がすぐれていますので、最近には特にアルミニウム合金、ステンレス鋼などに広く利用されて、すぐれた成果を上げています。タングステンは溶融点が高く消費量が少ないのでTIGのような非溶融性の電極材料として最も適しております。東芝のタングステンおよびトリエラッド・タングステン（略称トリタン）は電灯、電子管材料として、すでに豊富な経験を有し、合理的な設備と蓄積された研究によって、ゆきとどいた品質管理のもとに量産しておりますが、特に各種用途に応じ最適な材質調整を行なうことを最大特長としております。東芝タングステン電極棒はイナート・ガス・アーク溶接用として安定した溶接ができる、すぐれた性能をっております。

■純タングステン

高純度のタングステン（純度99.95%以上）で、直流正極性、直流逆極性および平衡形交流の一般用です。

■1%トリタン

高純度のタングステン（トリヤを除いたタングステン純度99.95%以上）に0.8～1.2%のトリヤを含有するもので、直流正極性、平衡形交流、不平衡形交流、および直流逆極性用です。純タングステンに比較して電子放射性が著しくすぐれておりますからアークの発生が容易で、かつ動作中の電極温度が低いので、母材への電極棒のつけこみが起りません。したがって、電極棒の消費量が少なく、溶接部へのタングステン巻き込みがなく、特に欠陥数の少ない溶接を行なうのに適しております。

■1.7%および2.0%トリタン

高純度タングステン（トリヤを除いたタングステン純度99.95%以上）に1.5～1.9%および1.8～2.2%トリヤを含有するものです。1%トリタンとおなじ利点をもっておりますが、さらに広い電流量範囲で安定なアークが得られるのが特長です。

■寸度・公差

標準品の直径および長さは次の通りですが、ご要求により特殊サイズのものも製造いたします。

標準規格品 直径 (mm)	直径公差 (mm)		長さ (mm)
	ホーニング仕上	グラインダー仕上	
1.0	±0.1	+0.03	150 ± 0.5
1.6	±0.1	+0.03	
2.4	±0.15	+0.05	
3.2	±0.15	+0.05	
4.0	±0.15	+0.05	
4.8	±0.15	+0.05	
6.3	±0.20	+0.08	

Toshiba
東芝

TIG用電極棒

東京芝浦電気株式会社

●お問合わせは 東京都千代田区有楽町1の12(日比谷三井ビル) 東京芝浦電気株式会社 照明営業部へ Tel.(501)6211

● TIG用電極棒特約店

植木商店(株) 東京都大田区久ヶ原町498

Tel. (751) 7135 ~ 8

BREITLING

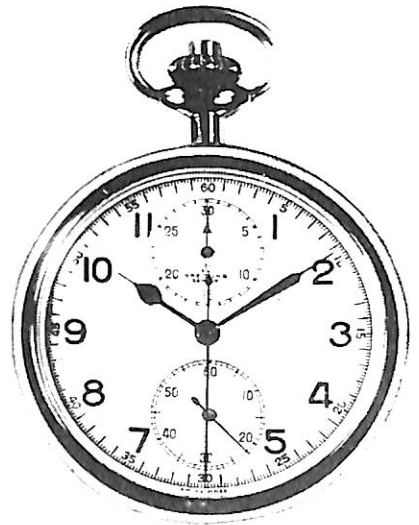
ブライトリング ポケットクロノグラフ

スイスの世界的高級特殊時計メーカー ブライトリングの航海用補助経線儀

高精度、完全なアフターサービスが誇り。放送、運輸、スポーツ関係にも使用されています。

- 17石 プレケットヒゲゼンマイ使用。
- 高級ムーブメント組込。
- 18型クロームケース入り表示 白ダイヤル。
- 国際保障付、ナルダン等各種取り揃えております。

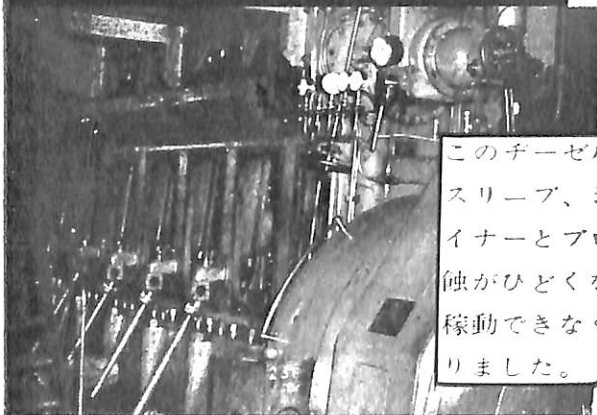
カタログ贈呈、誌名ご記入の上お申し込み下さい。



輸入販売元 株式会社 大沢商会 精機販売課
東京都中央区銀座2の4 銀富ビル (561) 7 9 8 1 - 5

デブコン

このディーゼル発電機の修理に使いました*
(*同様の修理はNYK浅間丸)



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

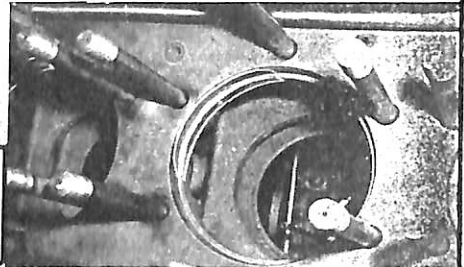
デブコンは各港の著名船具店でお求め下さい。デブコンは世界中の主要港で売っています。外航船には海外代理店名簿をお送りします。

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

プラスチック・スチールA(パテ状)を腐蝕部に塗り、2時間硬化させてから、平滑に研磨しました。

加熱・溶接もしません。修理後2年、現在でもこのブランドは完全な運転を続けています。

(*登録商標)

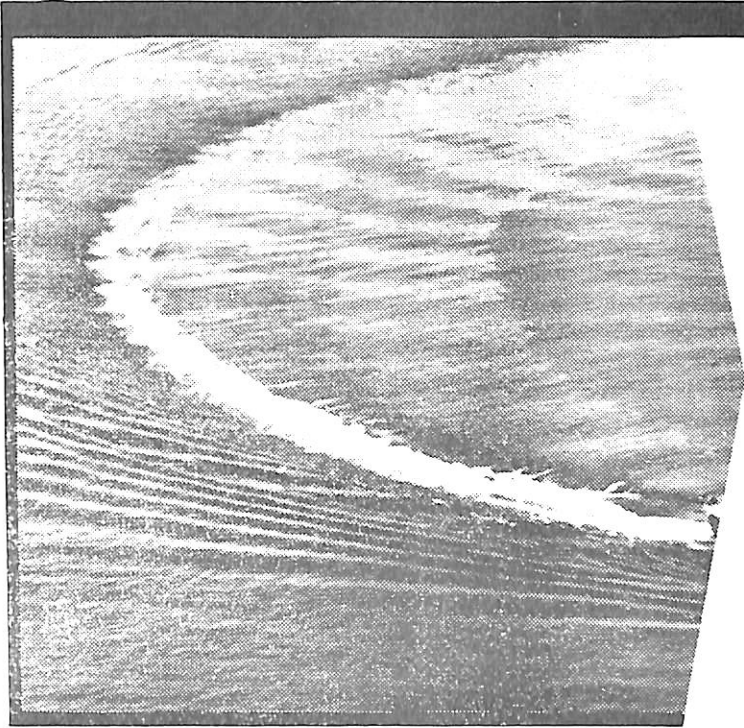


米海軍のアブルーブした(Mil Spec. MIL-C-15202)現在世界で最も強く頑丈で最も万能な永久修理用材料。

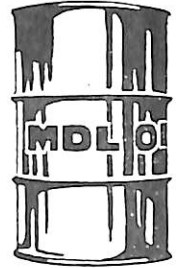
摩耗したポンプ・亀裂を生じた鋳鉄・各種配管・油圧系統・タンク等の漏れ・摩耗したバルブ・カム・ギアの変更等、送油・送水中にでも修理でき、しかも修理は永久的です。

日本デブコン株式会社

東京都品川区五反田5-1-108 岩田ビル4階
電話 442 5461・5608
支店 東京都大田区青木2-4 電話 738 4038



エンジンは
快調 !!

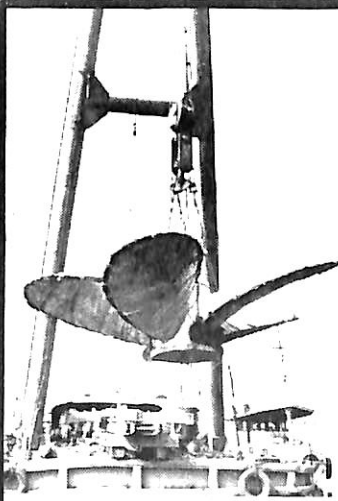


MDL
OIL

船用ディーゼルエンジンの潤滑油に……



日本石油



写真は岡山港積出中の
直径6米、重量25トン
単体5翼プロペラ

営業種目

貨物船・専用船
油槽船・客船
漁船・水中翼船
モーターボート用各種

生産能力

溶解能力70吨(40吨炉他)
鑄造用ピット最大直径10米
製品最大重量 35吨
製品最大直径 8米
製産量(年間) 1500吨

技術と信用を誇る

中島プロペラー

■技術と信用を誇る中島鑄工業は創業以来、船用プロペラにおいて業界第一位の製産量を維持し船用関連メーカーとして、関係業界に貢献してまいりました。

■弊社はたえず技術の精究に、また生産設備の拡充と合理化に意を尽し、高い生産性を打出して国内はもとより海外にも躍進を続けております。



中島鑄工業株式会社

本社 岡山市中島田町3丁目21番地 電話岡山 3 6221-5
東岡山工場 岡山県上道郡上道町北方 電話長岡 1 4 2
東京事務所 東京都中央区日本橋蛸薬町2丁目10和孝ビル 電話 671 1697

性能と技術を誇る



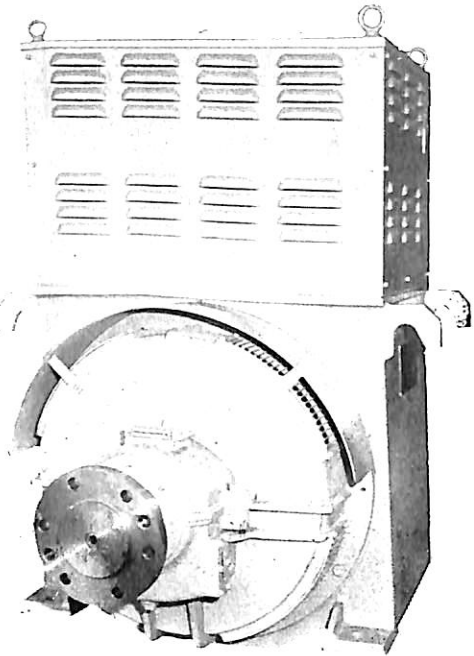
100 kw ~ 5000 kw

東電製

船舶用電気機器

主要営業品目

各種	交流	発電機	無線電源用	電動発電機	機盤
	直流		配電		
各種	交流	電動機	制御	装置	ポンプ
	直流		各種電動		



東京電機製造株式会社

本社工場 茨城県上浦市中高津950 電話上浦(2)5140(代)
 営業所 東京都台東区御徒町3-50電話(832) 4261(代)
 出張所 大阪市 / 下関市 / 石巻市

トンボ印船舶用



パッキング
保温材

日本アスベスト株式会社

本社 東京支店 東京都中央区銀座西6-3 (572) 0321(10)
 大阪支店 大阪市南区塩町通4-25 (251) 5491-8
 九州支店 福岡市薬院大通2-8 1(74)1747-2827
 名古屋支店 名古屋市中区下前津町117 (32) 6591-5
 札幌出張所 札幌市北四条西2丁目宮田ビル6階 札幌(3)0520

目次

1月のニュース解説	(編集部)	47
自動化定期貨物船みししっぴ丸について	(川崎重工業・造船設計部)	50
機関室の無人運転を行なえる第五十五希望丸について	(来島船渠・技術部設計課)	63
自動化船第五十五希望丸主機関の操縦方式について	(池貝鉄工・エンジン事業部 技術部 黒滝哲成・吉川文夫)	70
〔溶接特集〕		
溶接と技術開発	(新三菱重工・神戸造船所 金山正明)	74
船殻構造組立工事への One-side Unionmelt 溶接法の適用について(三菱造船・長崎造船所)		77
高張力鋼の溶接	(日本鋼管・鶴見造船所 荒木陸郎・野村博一・上野常裕)	81
FN法—新しいサブマージ・アーク溶接法	(富士製鉄 中央研究所 堀田知道・馬田豊昭)	87
“カットワイヤ” 潜弧溶接法について	(八幡溶接棒・研究部 岡田 寛・猿渡昌一 戸倉 基・三浦寿夫)	98
溶接による生産性の向上に対する反省と見解 (1)	(松永和介・寺井 清・上村郁夫)	105
最近における軽合金溶接工作法	(三菱造船・下関造船所舟艇部)	120
建艦秘話 (1) 巡洋艦の巻 (その1)	(庭田 尚三)	127
〔技術短信〕		
☆八幡製鉄船体用F級鋼 (41,50kg/mm ² 級 I N 処理鋼) について		86
☆浦賀重工業建造最大のタンカーにディーゼル主機の排気利用ターボ発電機搭載		104
☆三菱造船で大型専用船の経済船型を開発		104
☆日本鋼管フランスSEM T社と船用中速ディーゼル機関の技術援助契約		104
☆新しいシーリング・コンパウンド“デュアリボン・シーラント”(ソニー・ケミカル)		126
☆Cunardの新巨船Q4 (速水育三)		133
〔新造船工事月報〕(昭和38年9月末現在)		134
昭和38年度・新造船建造許可実績(昭和39年1月分)		136
〔世界の客船〕 SS CARMANIA & SS FRANCONIA } SS MICHELANGELO }	(速水育三)	23
〔一般配置図〕 みししっぴ丸, 第五十五希望丸		

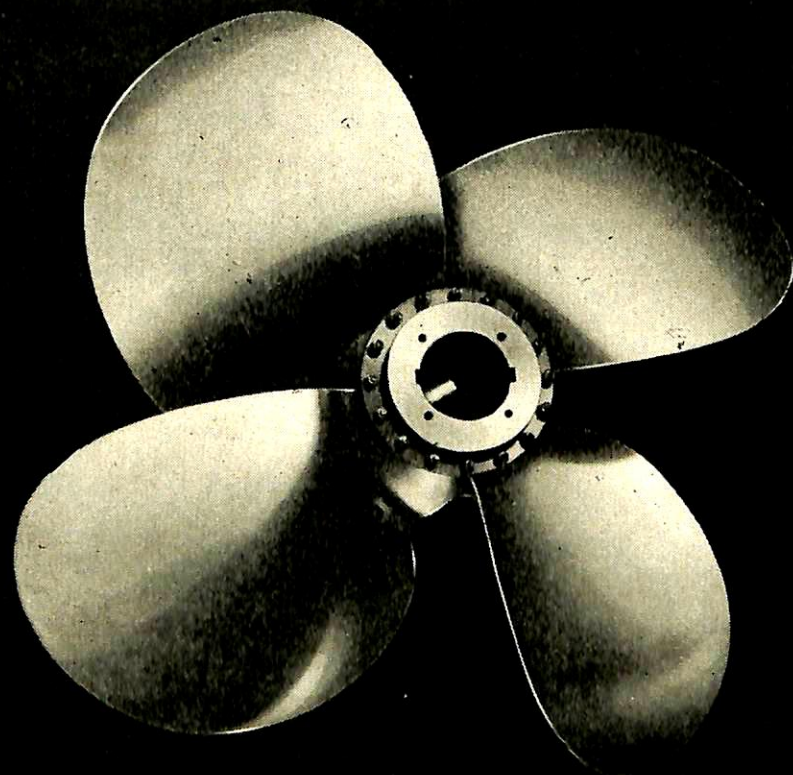
新造船写真集 (No. 184)

竣工船…星光丸, あらびあ丸, 金星丸,
和竜丸, 新夕張丸, おおい, 陽周丸,
若鳥丸, 第六十八日宝丸, あさかぜ,
第二宝栄丸, 第八十八辰巳丸,
恒洋丸, 第五満丸, 第八遣芳丸,
富士徳丸, 第五西武丸, 第五むろと丸,
第二八重川丸, 吞龍,
第五十五希望丸と船内写真
ARANETA MA-AO, ARIRANG,
CALIFORNIA GETTY,
IONIAN MARINER,
KANISHKA JAYANTI

進水船…八洲川丸, 第三松島丸, 宝永丸,
菱光丸, 美洋丸, 吉公丸, シーバレス,
HALCYON BREEZE,
KING CADMUS,
WORLD INHERITOR

☆ 三井造船のパーシライシステムによる
押船および底開式土運艇船

〔表紙写真〕 リベリヤ国向け輸出油槽船
CALIFORNIA GETTY
(88,000DW; 24,000PSタービン)
三菱造船・長崎造船所建造



STONE-MANGANESE
MARINE LIMITED

HELISTON, SCIMITAR

NOVOSTON & NIKALIUM

日本総代理店
株式会社 井上商会
井上正一

本社 横浜市中区尾上町 5-80 TEL(68)4021-3 テレックス: 215-53 INOUYE YOK

TOKYO KEIKI エンジン モニター

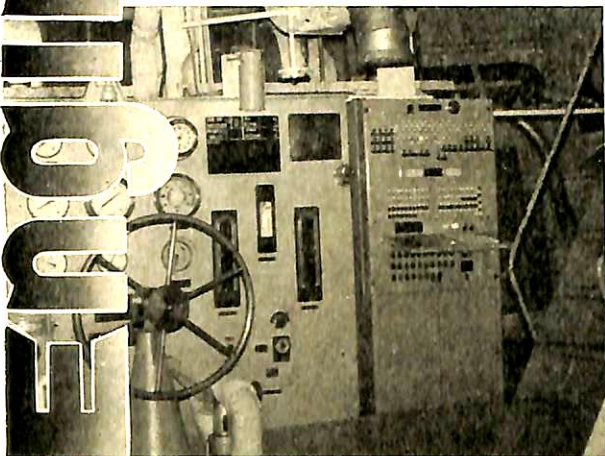
東京計器

船用自動制御機器

■エンジンルーム関係の総合計測装置です。

エンジンリモートコントローラ
操舵室・制御室いずれからでも遠隔操縦ができます。

バルブコントローラ
タンカーの荷油に際し制御室より集中監視と遠隔操縦ができます。



株式会社 東京計器製造所

■カタログ進呈

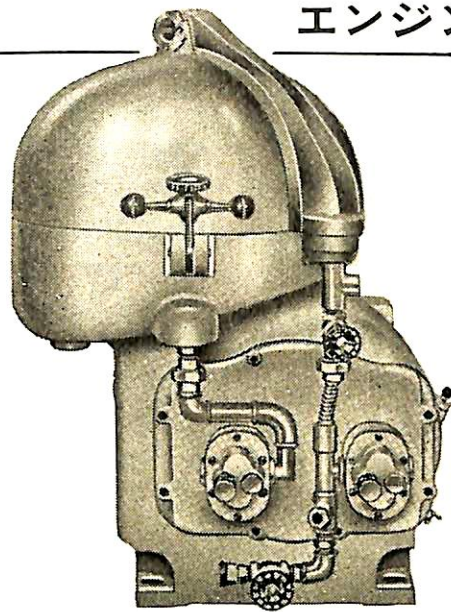
営業管理課 A12係

東京都大田区東蒲田4の31 TEL (732) 2111 (大代表)

営業所 神戸・大阪・名古屋・北九州・広島・函館・長崎

エンジン・ルーム自動化への一紀元!

完全自動式油清浄機の出現



■特許申請中■

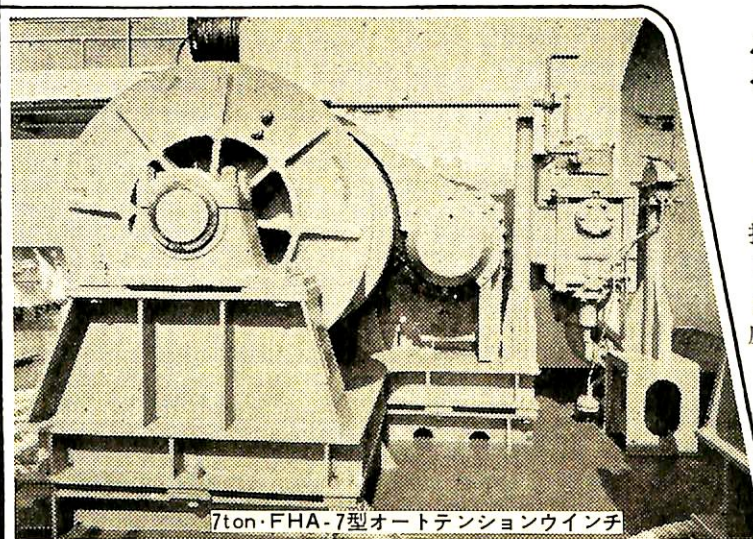
Sharples Gravitrol Centrifuge

米国シャープレス・コーポレーション日本総代理店

巴工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋江戸橋3ノ2(第二丸善ビル) 電話 東京(271)4051(大代表)
神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル) 電話 神戸(39)0288(代表)

●250隻が実証する優秀な性能!



7ton・FHA-7型オートテンションウインチ

油圧駆動 甲板機械

揚貨機・揚錨機・繫船機・オートテンションウインチ・デッキクレーン・トロールウインチ・底曳用ウインチ・操舵機

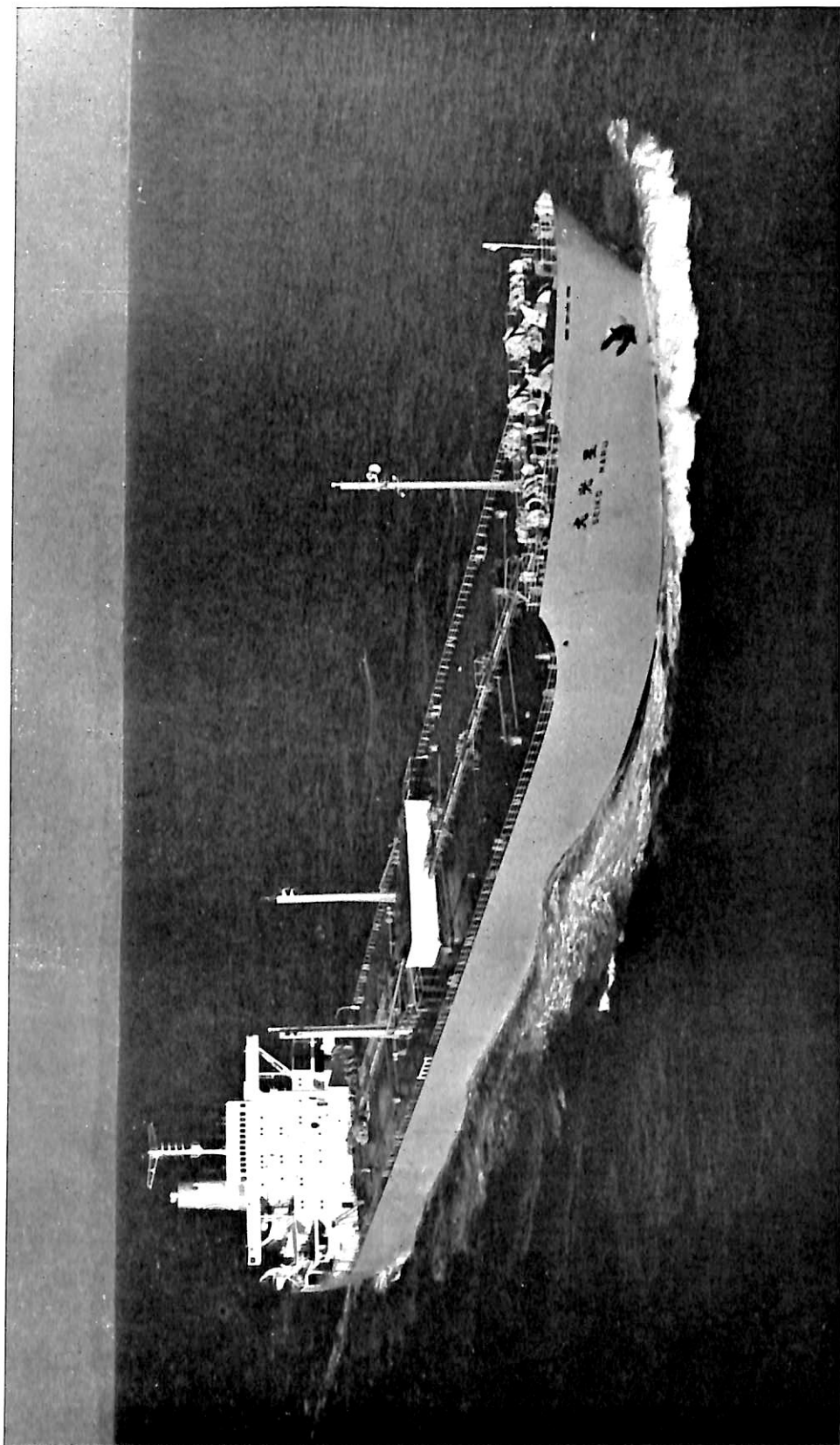
Fukushima

株式会社 福島製作所

株式会社 エクマン商会

東京・銀座7-1(銀座ヤマトビル) TEL(571)9246(代)

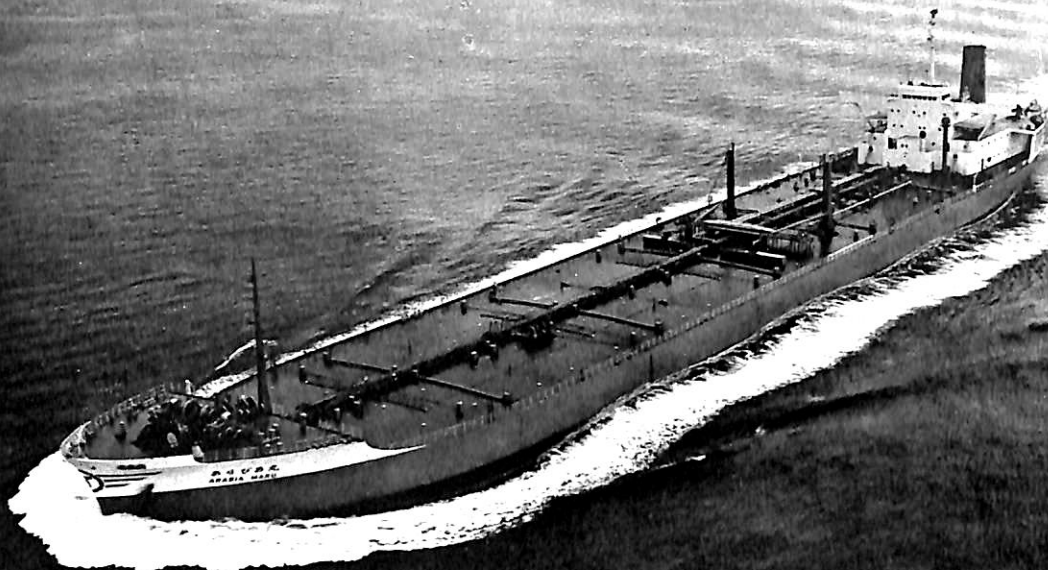
東京・有楽町(三信ビル) TEL(591)1206-8



油槽船 星 光 丸 三光汽船株式会社
SEIKO MARU

石川島播磨重工業株式会社相生第1工場建造
全長 242.50m 垂線間長 230.00m 型幅 33.00m
純噸數 29,937.65T 載貨重量 79,750kt
主機 右川島播磨スルザー1台 ディーゼル機関 1基
補汽缶 2胴水管缶 1台 発電機 650kVA AC450V 2台
受信機 全波 短波 長中波 各1台 速度 (試運転最大) 16.644kn
船型 船首尾楼付四甲板型 乗組員 37名、予備 8名
船名 船名利根川丸と同じ大きさであるが、吃水を深くしDWTを増大した。本船はペルシヤ湾-日本間の原油輸送にあたる。同社が昨年未完成した川口月ガロを設備。オートトレンションで、および居住区と機関室を結ぶエレベーターを設けている。また計測点約90点のデータ

竣工 39-1-14 総噸數 46,607.57T 竣工 38-11-6
満載吃水 15.16m 主荷油ポンプ 2,000m³/h×85m 3台
燃料消費量 76.0t/day 燃料消費量 17,600PS (113RPM) (常用) 17,600PS (113RPM)
送信機 中波 500W, 短波 1kW, 補助 50W 各1台
船舶距離 17,000哩 船級 NK



18次油槽船 **あらびあ丸** 日本油槽船株式会社

ARABIA MARU

川崎重工業株式会社建造
 全長 234.00m 垂線間長 223.00m 型幅 33.20m 型深 16.40m 満載吃水 12.00m
 満載排水量 73,354kt 総噸数 34,215.65T 純噸数 24,335.57T 載貨重量 60,550.46kt
 貨物油艙容積 75,489.09m³ 主荷油ポンプ 1,500m³/h×100m 3台 艙口数 16 デリックブーム 7t×2
 燃料油艙 3,105.02m³ 燃料消費量 56.6t/day 清水艙 325.04m³ 主機械 川崎MAN K9Z 84/160c 2サイクル
 単動クロスヘッド型ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 17,600PS (115RPM) (常用) 14,960PS (109RPM)
 補汽缶 船用2胴水管缶 1基 発電機 (主) 550kVA A.C. 445V 2台 (補) 25kVA A.C. 105V 1台
 送信機 (主) H.F. 800W M.F. 500W (補) 75W 各1台 受信機 全波 2台 速力 (試運転最大) 16,761kn
 (満載航海) 15.6kn 航続距離 18,447浬 船級 NK遠洋1級 船型 船尾船橋船尾機関 乗組員 40名
 旅客 2名 貨物油艙の長大化, フリーフローシステムの採用, 貨物油荷役の遠隔制御, 機関室の集中制御等自動
 化をはかり, また係船に複胴式ホーサーウインチを採用する。日本一ベルジャ湾原油輸送にあたる。

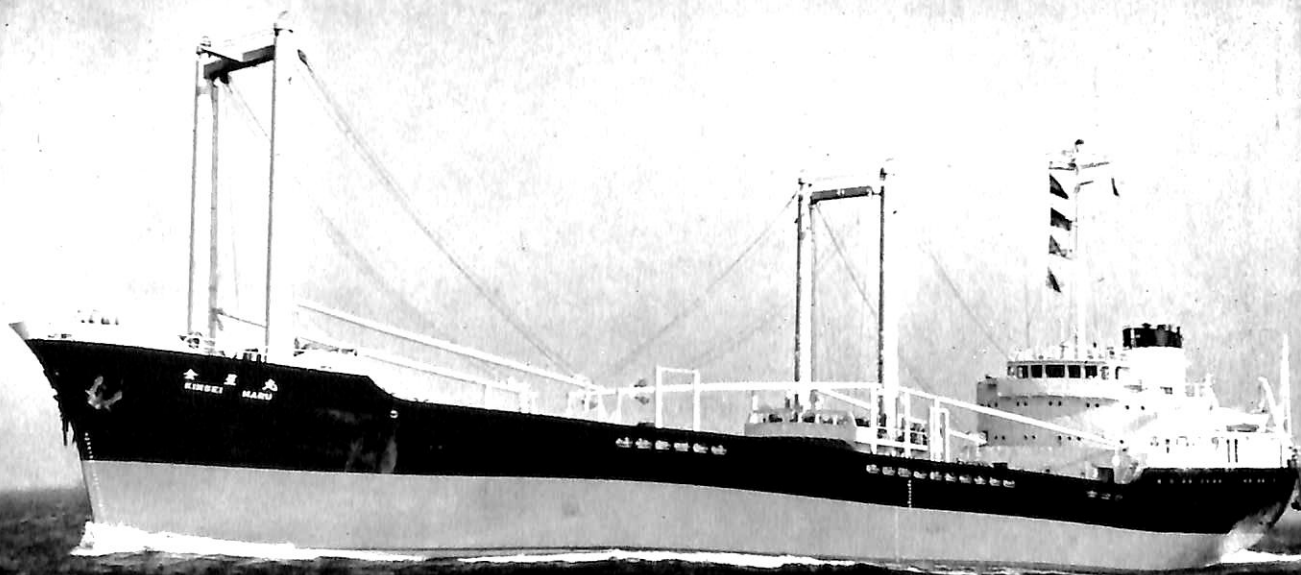
— 12 —

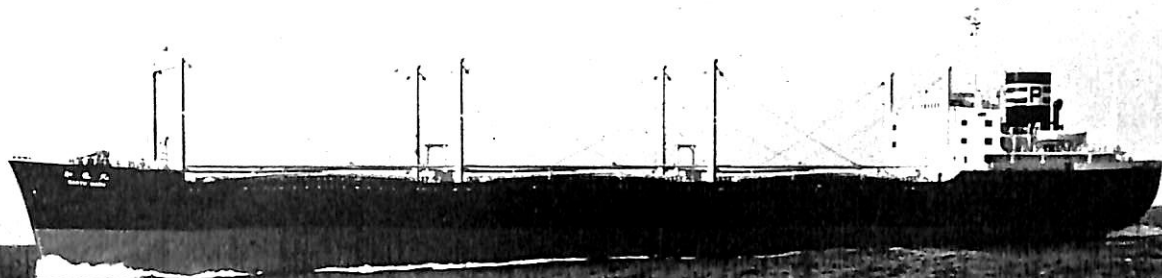
木材運搬船 **金星丸** 新光海運株式会社

KINSEI MARU

特定船舶整備公団

名古屋造船株式会社建造
 全長 95.75m 垂線間長 88.00m 型幅 14.50m 型深 7.40m 満載吃水 6.129m 6.466m(木材)
 満載排水量 5,898kt 6,278kt(木材) 総噸数 2,785.92T 純噸数 1,724.14T 載貨重量 4,421kt 4,801kt(木材)
 貨物艙容積 (ペール) 5,507.71m³ (グリーン) 5,912.98m³ 艙口数 3 デリックブーム 10t×6
 燃料油艙 472.34m³ 燃料消費量 10.26t/day 清水艙 114.03m³ 主機械 日立B&W642VBF75型
 排ガスターボ過給機単動2サイクルランクピストン型ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 2,700PS
 (248RPM) (常用) 2,460PS (240RPM) 補汽缶 乾燃式船用丸ボイラ 1基 発電機 AC445V 100kVA
 送信機 中短波 250W 中波 50W 各1台 受信機 全波, 短波 各1台 速力 (試運転最大) 15.35kn
 (満載航海) 12.60kn 航続距離 11,380浬 船級 NK 船型 凹甲板型 乗組員 32名
 同型船 銀星丸 日本一フィリピン, ボルネオ間の木材運搬に従事する。





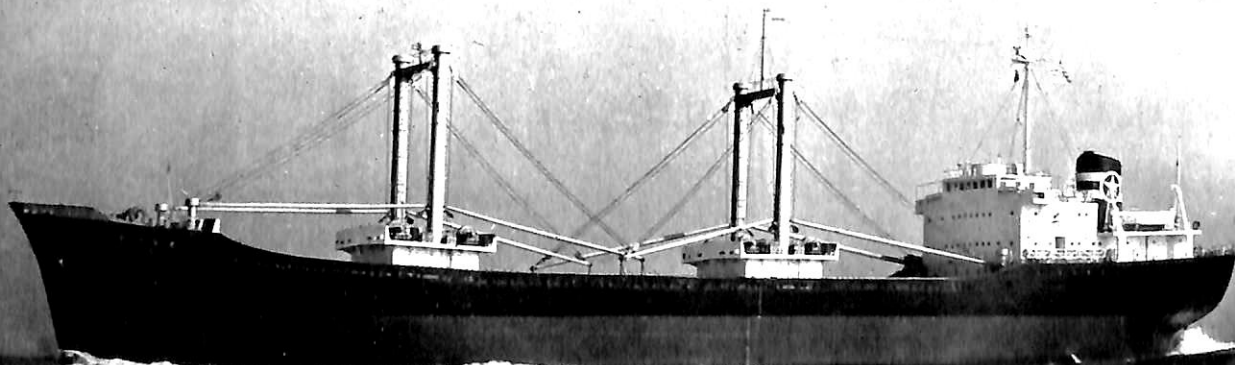
18次ボーキサイト兼
ニッケル鉱石専用船 **和 龍 丸** 太平洋汽船株式会社
WARYU MARU

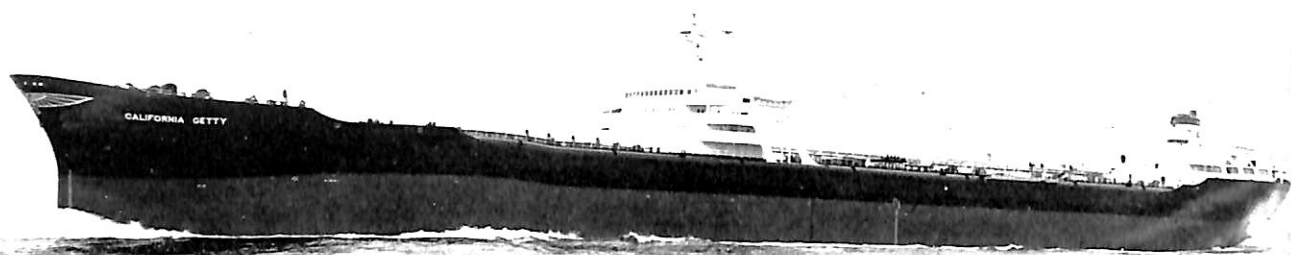
株式会社名村造船所建造 起工 38-3-30 進水 38-10-21 竣工 38-12-25
 全長 154.23m 垂線間長 146.00m 型幅 20.50m 型深 11.35m 満載吃水 (型) 8.180m
 総噸数 10,420.76T 純噸数 4,956.65T 載貨重量 15,426kt 貨物艙容積 (グリーン) 15,916.33m³
 艙口数 3 デリックブーム 10t×1 6t×5 5t×6 燃料油艙 1,616.86m³ 燃料消費量 22.7t/day
 清水艙 1,014.81m³ 主機械 三菱神戸スルザー6RD68型ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 6,600PS
 (135RPM) (常用) 5,610PS (128RPM) 補汽缶 平野鉄工製乾燃室4号円缶 1基 発電機 AC 445V
 230kVA 2台 送信機 中短波 500W×2台, 短, 中, 50W×1台 受信機 短17球, 全12球,
 長中6球 各1台 速力 (連続最大) 16.54kn (満載航海) 13.7kn 航続距離 20,710浬
 船級 NK遠洋第1級 船型 船首楼付長船尾楼甲板船 乗組員 36名 旅客 2名
 ボーキサイト積 ワイパー/横浜, ニッケル積 ニューカレドニア/宮津

— 13 —

木材専用船 **新 夕 張 丸** 北星海運株式会社
SHINYUBARI MARU

大阪造船株式会社建造 起工 38-9-7 進水 38-12-7 竣工 39-1-30
 全長 10.8924m 垂線間長 101.000m 型幅 15.800m 型深 7.900m 満載吃水 6.487m
 満載排水量 7,761.8kt 総噸数 3,946.90T 純噸数 2,310.19T 載貨重量 5,872.7kt
 貨物艙容積 (ベール) 7,267.72m³ (グリーン) 7,621.16m³ 艙口数 3 デリックブーム 10t×4 15t×4
 燃料油艙 456.89t 燃料消費量 9.94t/day 清水艙 253.40t 主機関 三井 B & W 642VBF75型ディ
 ーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 2,700PS(248RPM) (常用) 2,460PS(240RPM) 補汽缶 重油専焼船
 用乾燃室円缶(5号缶) 1基, 排ガス加熱器 1基 発電機 AC 135kVA×445V (自己通風防滴横型自動式) 2基
 送信機 中波 500w, 短波 500w, 補助送信機 50w 受信機 長中波オートダイナ, 全波スーパーヘテロダイナ,
 短波ダブルスーパーヘテロダイナ 各1台 速力 (試運転最大) 15.04kn (満載航海) 13.25kn 航続距離
 13,000浬 船級 NK 遠洋1級 船型 凹甲板船尾機関 乗組員 35名 同型船 第二東洋丸・福崎丸





カリフォルニア ゲティ
輸出油槽船 **CALIFORNIA GETTY**

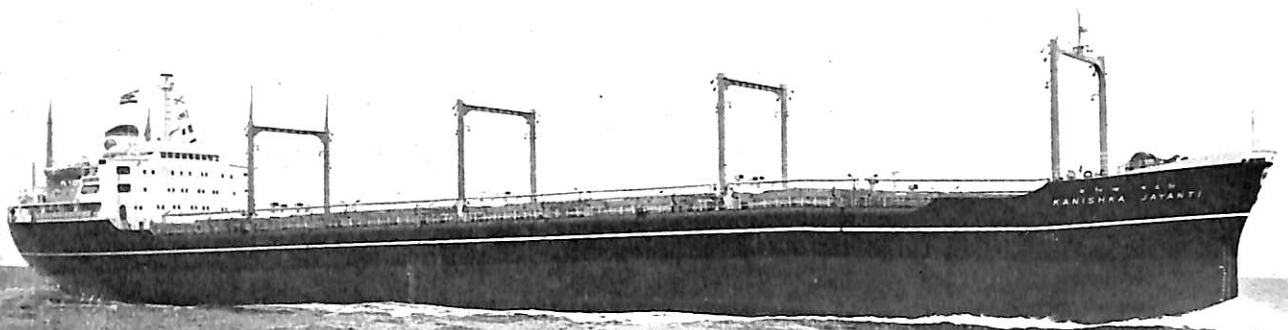
船主 Hemisphere Transportation Corp. (Liberia)
 三菱造船株式会社長崎造船所建造 起工 38-3-29 進水 38-8-6 竣工 38-12-20
 全長 255.300m 垂線間長 242.000m 型幅 37.200m 型深 19.900m 満載吃水 14.856m
 満載排水量 110,145Lt 総噸数 47,431.19T 純噸数 32,647T 載貨重量 90,324Lt
 貨物油艙容積 658,065bbl 主荷油ポンプ 2,000m³/h×4 油槽数 20 デリックブーム 6t×2, 5t×2
 燃料油艙 62,529bbl 清水艙 560.0Lt 主機械 三菱造船製クロスコンパウンド衝動式二段減速蒸気タービン1基
 出力 (連続最大) 24,000SHP (105RPM) (常用) 22,000SHP (102RPM) 主汽缶 2 胴水管缶 2 基
 発電機 A.C450V 880kW 1100kVA×2 台 送信機 500W 受信機 40W 速力 (試運転最大) 17.26kn
 (満載航海) 16.3kn 航続距離 約30,000浬 船級 AB 船型 凹甲板型 乗組員 56名
 旅客 4名 (Ownerを含む)

— 14 —

アラネタ マアオ
輸出租糖撒積貨物船 **ARANETA MA-AO**

船主 Panamanian Ma-Ao Corp. (Panama)
 三菱日本重工業株式会社横浜造船所建造 起工 38-7-5 進水 38-10-17 竣工 39-1-30
 全長 149.605m 垂線間長 140.00m 型幅 20.50m 型深 12.60m 満載吃水 9.35m
 総噸数 10,014.29T 純噸数 5,893.78T 載貨重量 15,426.2Lt 貨物艙容積 (ベール) 19,154.3m³ (グレーン) 20,461.9m³
 艙口数 4 (マックグレゴア艙口蓋付) デリックブーム 5t×8, 30t×1 燃料油艙 1,646.2m³
 燃料消費量 26.6t/day 清水艙 393.0m³ 主機械 横浜MAN K6Z78/140C型単動2サイクル排気タービン
 過給機付ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 8,500PS (118RPM) (常用) 7,200PS (112RPM)
 補汽缶 平野鉄工製乾燃室丸缶 (5号) 5.7t/h 1基 発電機 3 相交流300kVA (240kW)
 送信機 (主) 中短波500W (補) 中短波50W 各1台 受信機 全波 2台 速力 (試運転最大) 17.84kn
 (満載航海) 15kn 航続距離 19,000浬 船級 LR 船型 船首尾楼付平板型 乗組員 50名
 船主 2名 見習 4名 同型船 BACOLOD, TALISAY 本船は租糖撒積専用船としては最大級のもので比国
 ネグロス島より米國に租糖を運搬し、帰路は小麦、雜貨等の輸送に使用される。砂糖運搬に適する設備を備えている。



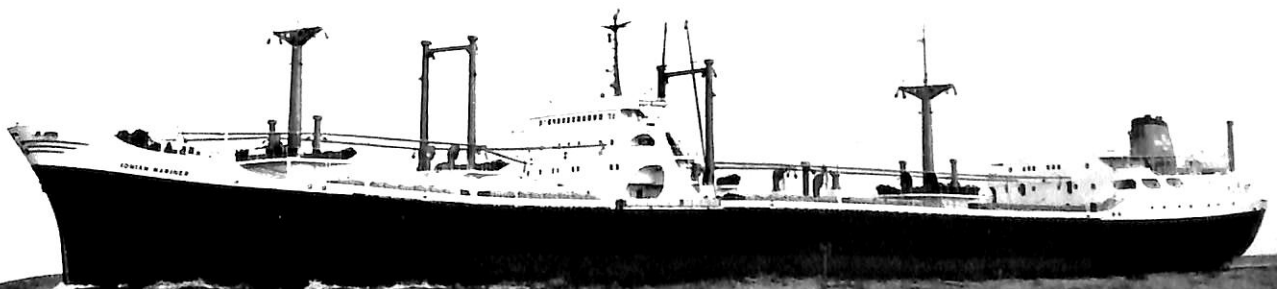


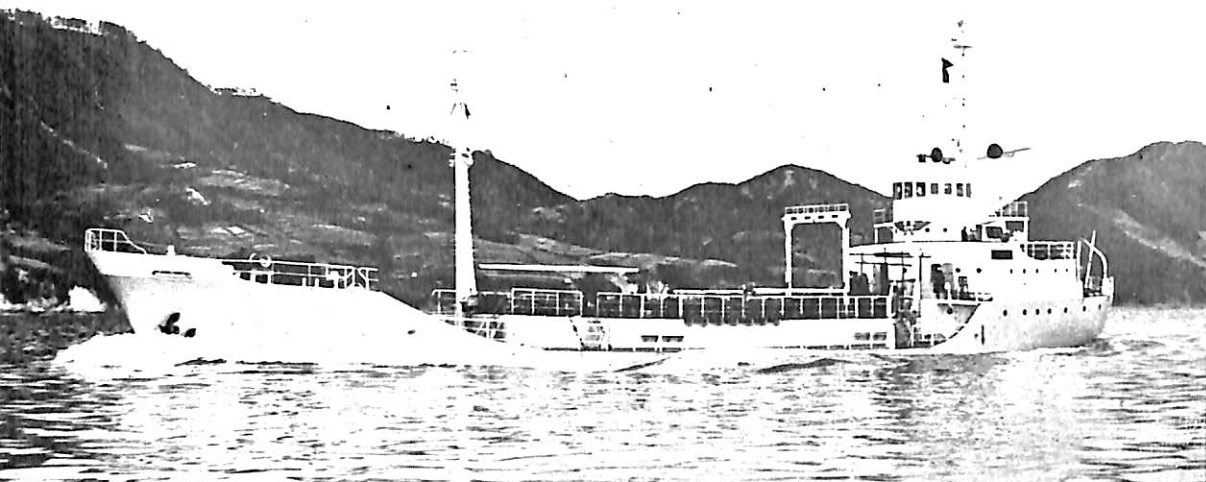
カニスカ ジャヤンティ
輸出撤積貨物船 **KANISHKA JAYANTI**

船主 Jayanti Shipping Co., Private Ltd. (India)
 三菱造船株式会社長崎造船所建造 起工 38-2-18 進水 38-5-11 竣工 39-1-21
 全長 191.11m 垂線間長 183.00m 型幅 27.40m 型深 14.80m 満載吃水 10.243m
 満載排水量 41,718Lt 総噸数 21,635.30T 純噸数 13,800.23T 載貨重量 32,649Lt
 貨物艙容積 (グリーン) 42,693.2m³ 艙口数 7 デリックブーム 6t×4 燃料油艙 2,038 m³
 燃料消費量 153.4g/PS/h 清水艙 504.9m³ 主機械 三菱広島スルザー6RD76型ディーゼル機関 1基
 出力 (連続最大) 9,000PS (119RPM) (常用) 7,650PS (113RPM) 補汽缶 コ克蘭缶、
 排ガスエコマイザー 各1基 発電機 438kVA 3台 送信機 中波 250W, 長波 100W, 短波 400W,
 補助中波 25W 各1台 受信機 (主) 15KC~28MC 1台 (補) 190~520KC, 1.6~4.5MC, 5.6~12.2MC 1台
 速力 (試運転最大) 16.07kn (満載航海) 14.0kn 航続距離 22,000浬 船級 LR遠洋1級
 船型 凹甲板型 乗組員 68名, 船主 2名, パイロット 1名 同型船 SHAHJEHAN JAYANTI

アイオニアン マリナー
輸出撤積貨物船 **IONIAN MARINER**

船主 Berkeley Steamship Co., Ltd. (Liberia)
 日本鋼管株式会社清水造船所建造 起工 38-6-26 進水 38-10-23 竣工 39-1-10
 全長 177.816m 垂線間長 166.116m 型幅 22.758m 型深 13.411m 満載吃水 9.547m
 満載排水量 27,995.7Lt 総噸数 13,516.02T (リベリア) 純噸数 8,607T (リベリア) 載貨重量 21,277.9Lt
 貨物艙容積 (グリーン) 992,687ft³ 艙口数 7 デリックブーム 5t×14 燃料油艙 (パンカー油) 2,135Lt
 (ディーゼル油) 222.8Lt 燃料消費量 36.3Lt/day 清水艙 219.2Lt 主機械 三井B&W774-VT2BF-160型
 ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大) 10,500PS (115RPM) (常用) 9,450PS (111RPM)
 補汽缶 サイクロザームMC-4000オートマチック缶 1基 堅コ克蘭排ガス缶 1基 発電機 AC344kW 3台
 (ディーゼル515PS 3台) 送信機 (主) 中波A₁ 200W A₂ 280W 1台, 短波A₁ 250W A₂ 250/200W 1台
 (補) 短波50W 1台 受信機 (主) 全波1台 (補) 全波1台 速力 (試運転最大) 17.884kn
 (満載航海) 16.6kn 航続距離 25,900浬 船級 AB遠洋1級 船型 凹甲板船尾機関中央船橋型
 乗組員 48名 旅客 2名 同型船 IONIAN SKIPPER 船殻は貨物をはき集めやすいホッパー型でトップ・サイド
 ・タンク付である。マック・グレゴリー鋼製ハッチ・カバーを装備している。北米-欧州間の小麦及穀物の輸送にあたる。





油槽船 第五十五希望丸

来島船渠株式会社建造
全長 61.60m
満載排水量 1,814.5kt
貨物油艙容積 1,630.018m³
燃料消費量 2.89t/day

KIBO MARU No.55
起工 38-9-4
進水 38-11-6
竣工 38-12-20
型幅 9.60m
型深 4.80m
満載吃水 4.46m
総噸數 827.80T
純噸數 449.79T
載貨重量 1,299.61kt
主荷油ポンプ 500m³/h
清水艙 52.95m³

株式会社上野商会
特定船舶整備公団
38-11-6
38-12-20
449.79T
1,299.61kt
500m³
52.95m³
主機機 池貝メルセデスベンツ
単動4サイクル無気噴油過給機
空気冷却機付ギヤード高速ディーゼル機関 2基
出力(連続最大) 530PS×2 (519RPM) (常用) 505PS×2 (495RPM)
補汽缶 豎型多管式 1 缶
発電機 DC 45kW×225V 2 台
送・受信機 SSB式無線電線 1 式
速力(試運転最大) 12.228kn (満載航海) 10.00kn
航続距離 3,800浬 船級 JG
船型 凹甲板型 乗組員 15名
主機, 補機, 遠隔操縦装置 (本文参照)

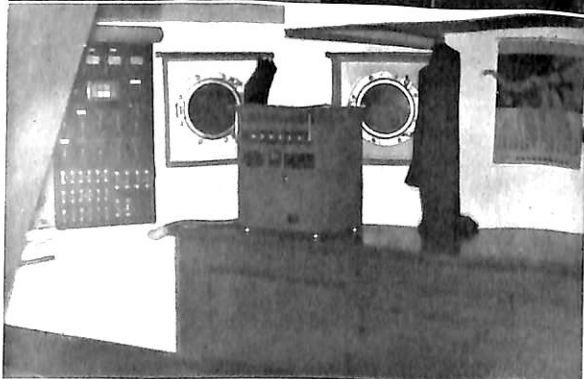
船橋操縦盤

左より 円型船橋と煙突をみる

- A 面
- B 面
- C 面

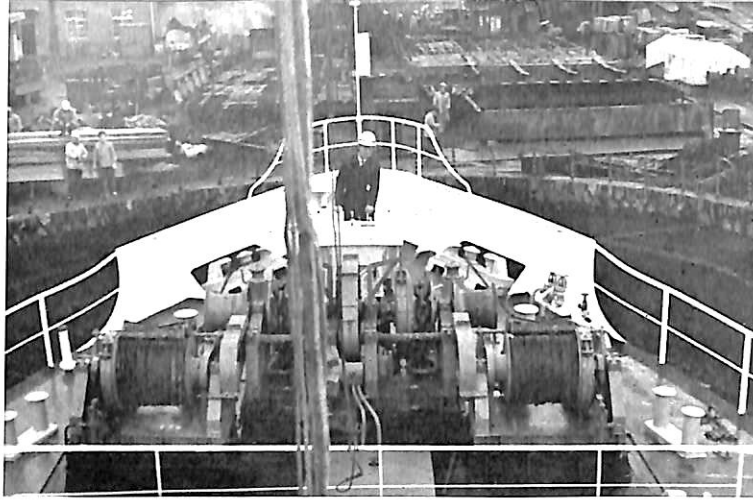


C 面と
エンジン
テレグラフ
および
レーダー



海 図 室

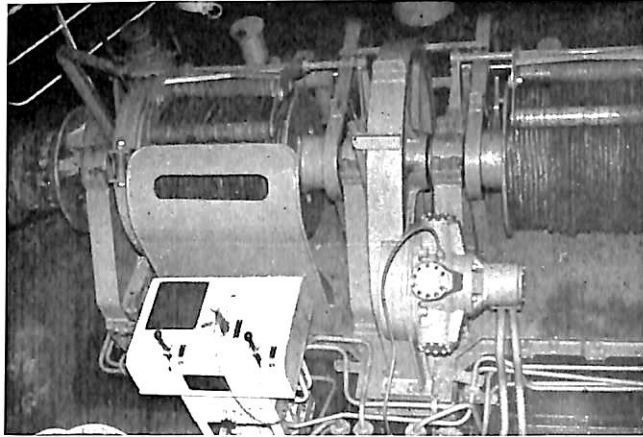
第五十五
希望丸



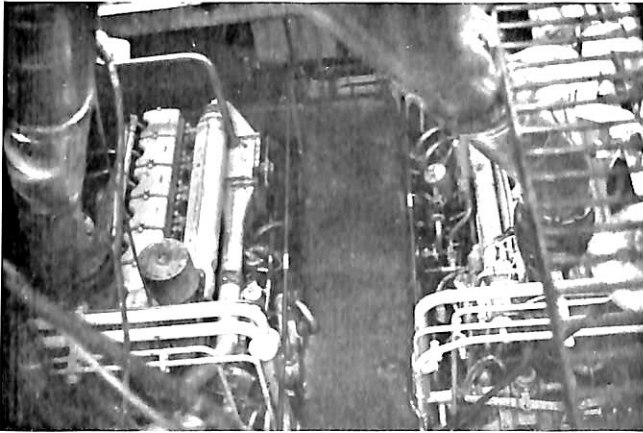
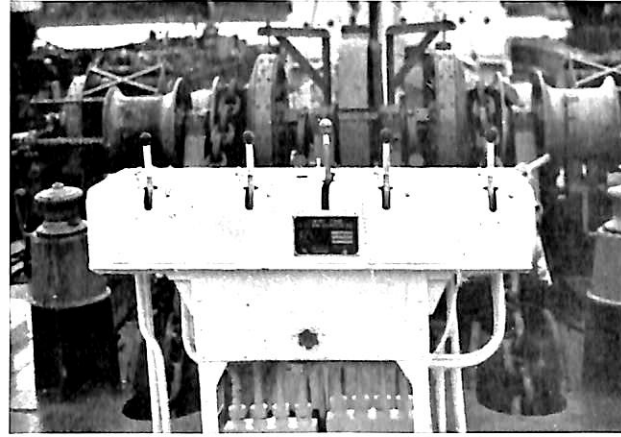
船首側の
ウインドラ
スおよび
ムアリング
ウインチを
操作中



ウインドラスおよびムアリングウインチ操縦盤

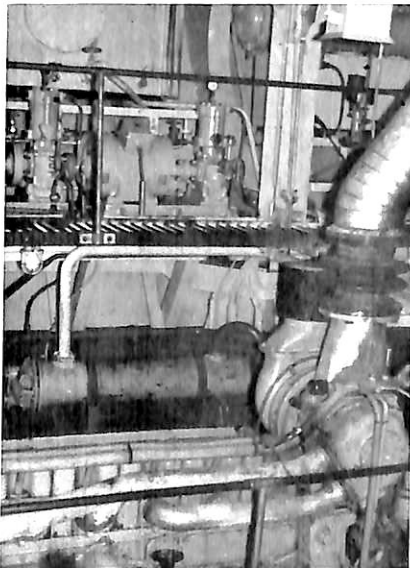


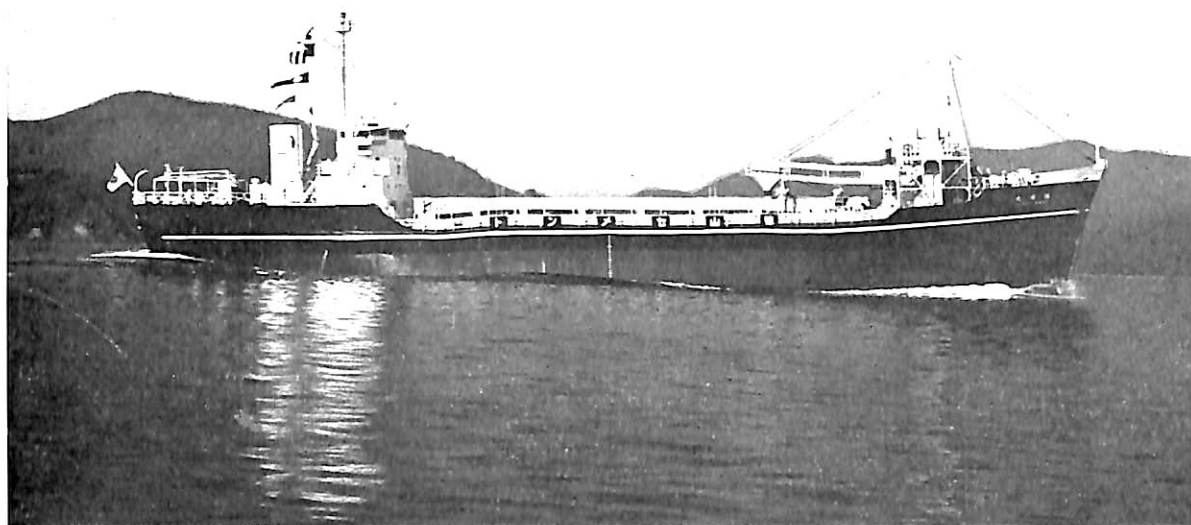
船尾側ムアリングウインチ



機関室内
主機および
補機

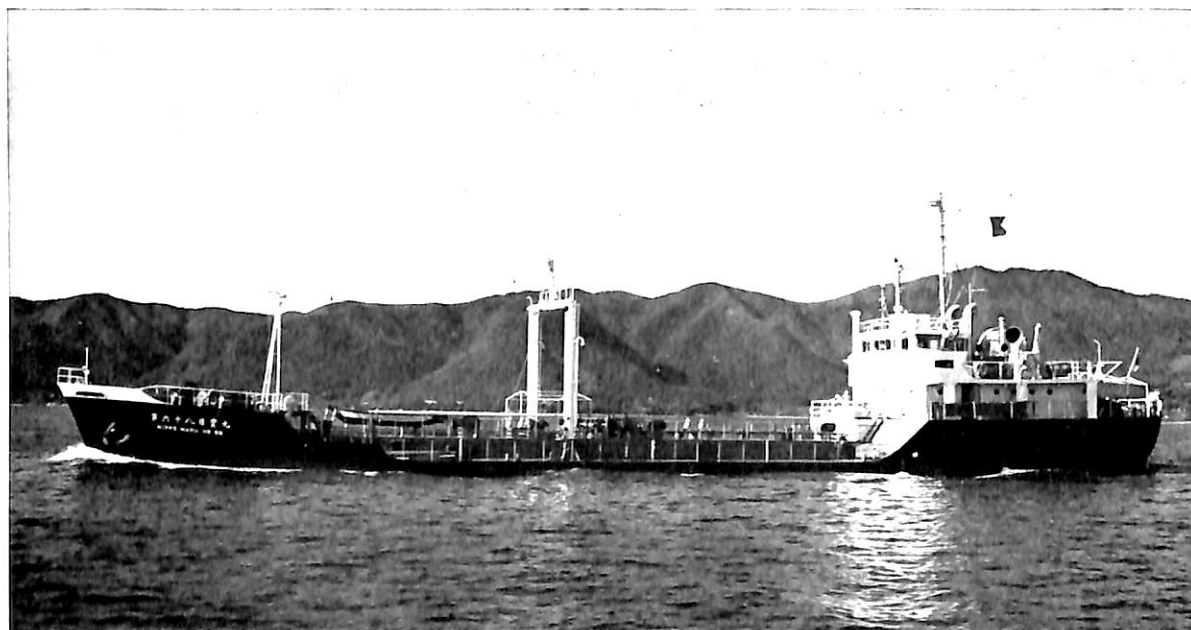
機関室
操縦盤





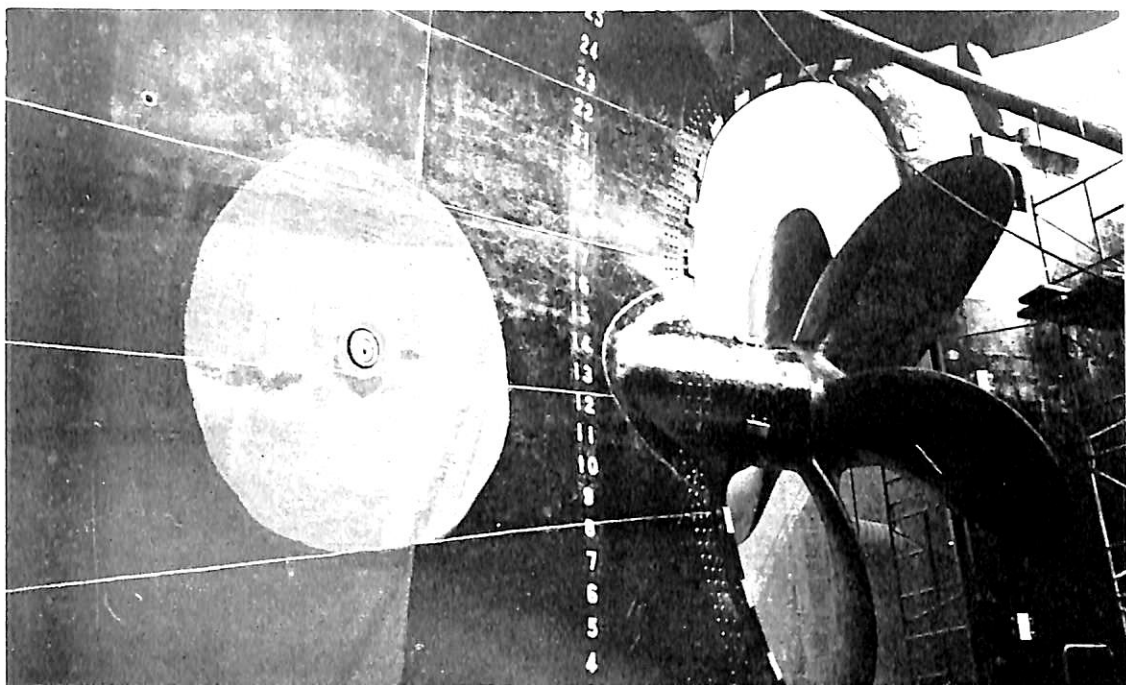
セメント撒積運搬船 陽 周 丸 三井信託銀行

笠戸船渠株式会社建造
 全長 77.30m 垂線間長 72.00m 起工 38-5-13 進水 38-8-26 竣工 38-11-25
 満載排水量 3,635.30kt 総噸数 1,596.52T 型幅 12.00m 型深 6.35m 満載吃水 5.60m
 貨物艙容積 (グリーン) 2,474.08m³ 燃料油艙 50.76m³ 燃料消費量 5.44kt/day 載貨重量 2,719.83kt
 主機械 木下鉄工6UKNS単動4サイクル無気噴油過給機付トランクピストン型ディーゼル機関 1基 清水艙 23.86m³
 出力 (連続最大) 1,650PS (250RPM) (常用) 1,400PS (237RPM) 発電機 AC75kVA 230V 2台
 無線電話 10W 1台 速力 (試運転最大) 14.355kn (満載航海) 11.4kn 航続距離 2,200浬
 船級 JG 沿海 船型 凹甲板型 乗組員 21名 セメント荷役設備一式装備。



油 槽 船 第六十八日宝丸 島津海運株式会社

笠戸船渠株式会社建造
 全長 61.30m 垂線間長 56.50m 起工 38-9-4 進水 38-10-22 竣工 38-11-29
 満載排水量 1,905.59kt 総噸数 863.82T 型幅 10.00m 型深 5.05m 満載吃水 4.576m
 貨物油艙容積 1,582.53m³ 主荷油ポンプ セントル型 350m³/h×7kg/cm² 2台 載貨重量 1,363.70kt
 燃料油艙 68.80m³ 燃料消費量 4.28kt/day 清水艙 41.16m³ 主機械 横浜MAN G6V 23.5/33AL
 単動4サイクル過給機付トランクピストン型ディーゼル機関 2基 (減速機を経て一軸とする減速比^{1/2.73})
 出力 (連続最大) 600PS×2 (600RPM) (常用) 510PS×2 (568RPM) 補汽缶 コクラン型 1基
 発電機 AC 40kVA×445V 2台 送・受信機 S.S.B.式無線電話 10W 1台 速力 (試運転最大) 12.163kn
 (満載航海) 11.2kn 航続距離 3,500浬 船級 NK 沿海区域 船型 凹甲板型 乗組員 16名

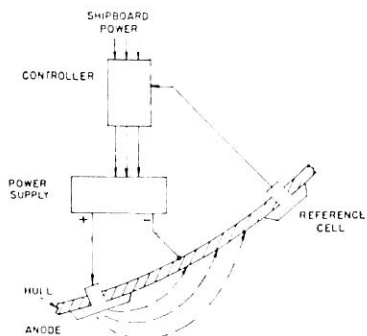


ENGELHARD

Capac[®]

CATHODIC PROTECTION AUTOMATICALLY CONTROLLED

船体電気防蝕



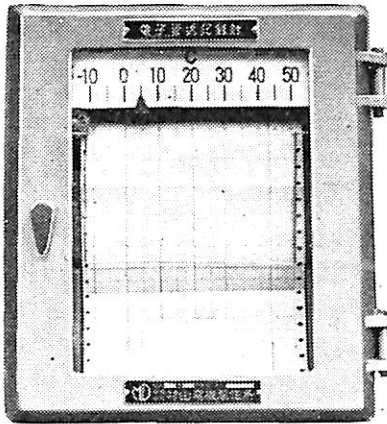
白金電極による荷電流方式
自動制御による完全防蝕

- 船底保守修理費の軽減
- 塗装作業の簡易化と塗料耐久性の向上
- 舳装具の耐用命数の延長
- 本装置は半永久的に使用できるので他装置より経済的

日本総代理店  **日製産業株式會社** 輸入部輸入二課

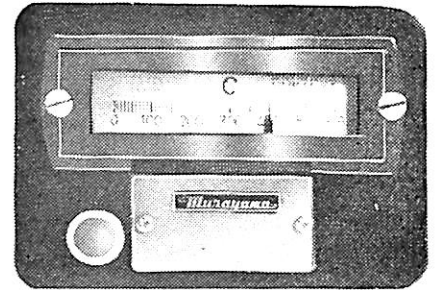
東京都千代田区神田鎌倉町2番地3 電話 東京 (231) 8 1 1 1 (大代)

船舶の自動化・集中制御に *Murayama*



M K 形 (記録)

排気・冷却水 電気温度計
軸受・冷蔵倉



C Q C 形 警報

指 示
記 録
警 報



株式会社 村山電機製作所

本社 東京都目黒区中目黒3~1163

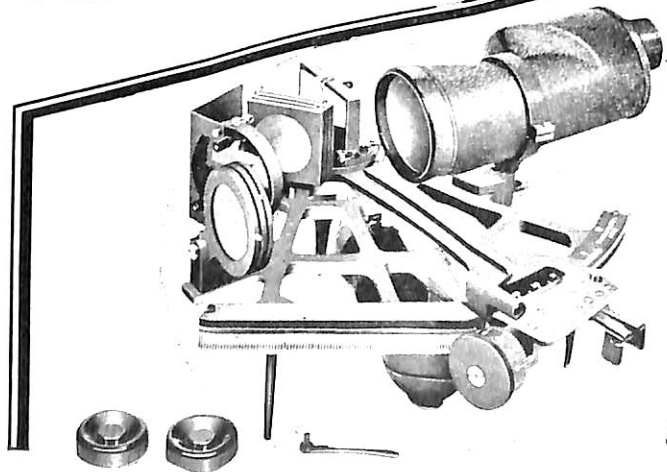
電話 (711) 5 2 0 1 (代表) - 4

出張所 小倉・名古屋

安全なる航海は正確なる器械による

♡ 夜間でも水平線のみえる六分儀

營業品目
海図用万能製図器
三杆分流速度
潮風トバインイプ
リメグテニメ
ムレーグター
タラター
儀計計計
器一フー

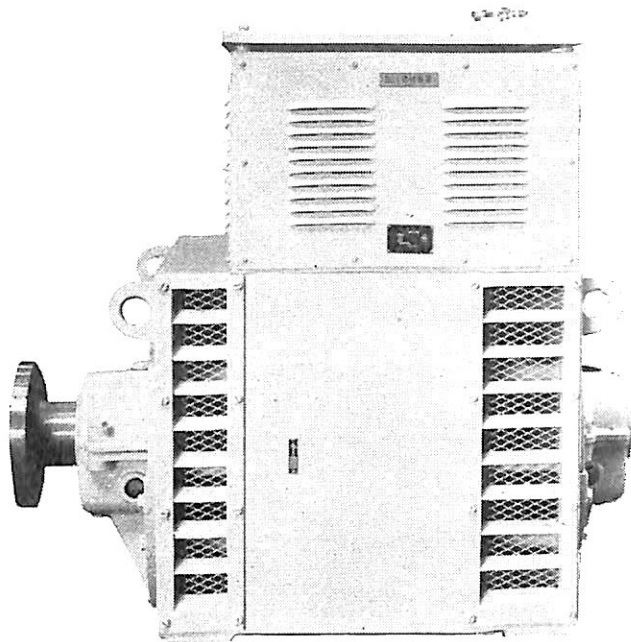


632-D

登録 商標

株式会社
玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4-4 電話 (561) 3829・4271・7723・2805・5560・8270
支店 大阪市南区順慶町4-2 電話 (251) 3 3 2 8・5 1 2 1
工場 東京都大田区池上本町2-2-6 電話 (752) 3 4 8 1・3 4 8 2



神鋼

船用電気機器

自励・他励交流発電機／直
流発電機／交直流電動機／
交流ポールチェンジウイン
チ／変圧器／配電盤／制御
装置

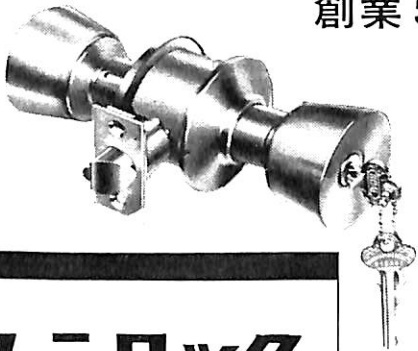


神鋼電機

SHINKO ELECTRIC CO., LTD.

本 社 東京都中央区西八丁堀 1-4
営業所 東京 大阪 名古屋 神戸 小倉
広島 札幌 富山 仙台

創業 50 年



ユニロック

(T 型 ・ P 型 ・ M 型)

《 種 類 》

玄関・事務所用、廊下通路用、間仕切
用、連接せる間仕切用、浴室、個室、
便所用、倉庫用、学校教室用、出口専用、

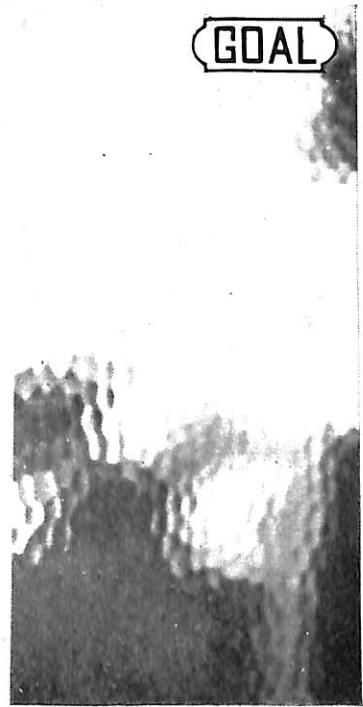
《 材 質 》

砲金・真鍮・硬質アルミ・ステンレス
バックセット 51mm・57mm・64mm
砲金・真鍮・硬質アルミ・ステンレス

ゴール
ロック



GOAL



株式会社 谷山製作所

本社・工場 大阪市東淀川区三津屋北通 4-44 電話 ⑥ 代1771-5
東京営業所 東京都港区芝沙嘴 1-3-5 電話 ⑧ 7344 ⑧ 3742
名古屋営業所 名古屋市中区大池町 3-6 電話 ② 代9281-9744
札幌営業所 札幌市南三条西 6-1-3 電話 ④ 5241 代表 内線 21
福岡営業所 福岡市中堅町 3-5-1 電話 ③ 0796



断熱材として

STYROPOR

(発泡ポリスチレン粒)

冷蔵庫、冷凍車、冷凍船、冷凍倉庫等に使用されています。

船舶用として

STYROPOR JF (難燃性)

STYROPOR JH (耐油性)

新製品 難燃耐油性

STYROPOR FH420

油化バーディッシュェ株式会社 販売代理店

カラケミ一貿易株式会社

東京 中央区日本橋本町4-9 (東山ビル)

大阪 東区安土町2-10 (新トヤマビル)

名古屋 東区下笠杉町1-1

TEL 270-1461~5

TEL 261-7891~5

TEL 97-3829



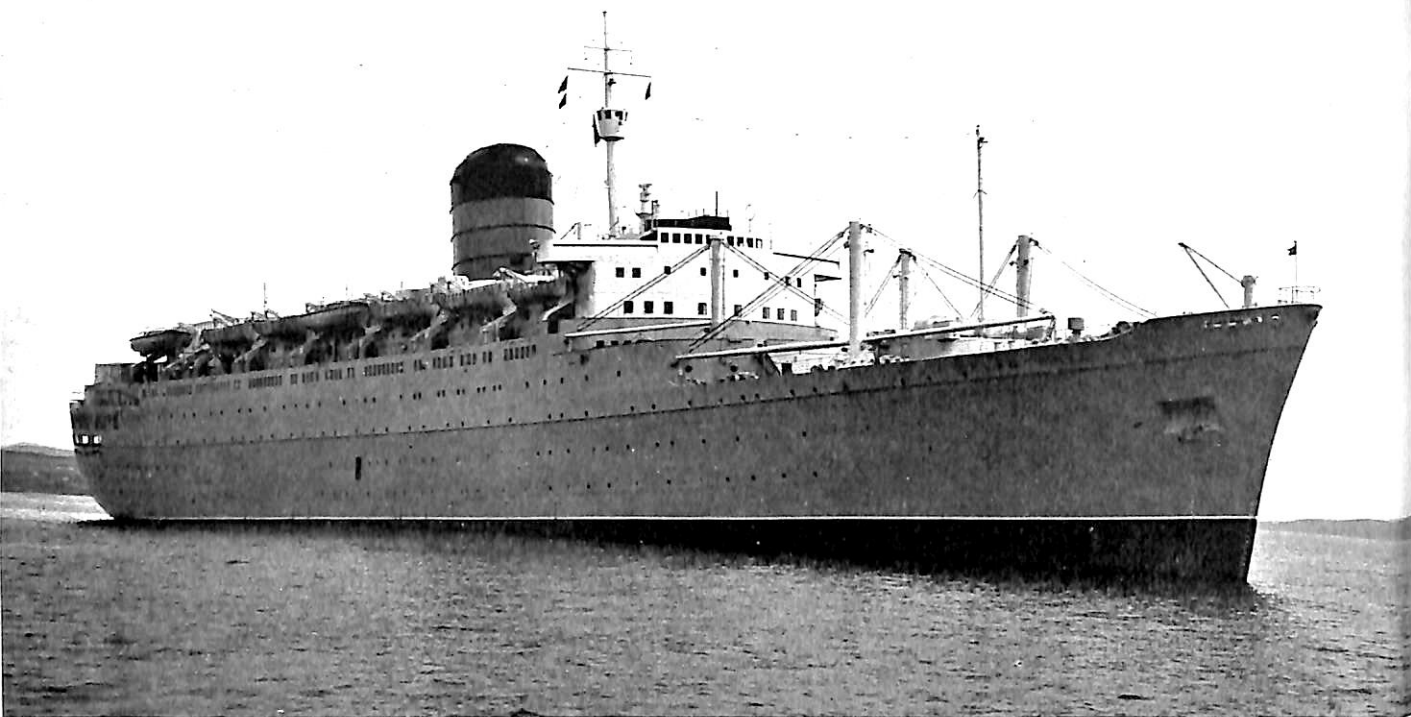
護衛艦 おおい 防衛庁
O O I

舞鶴重工業株式会社建造 起工 37-7-10 進水 38-6-15 竣工 39-1-22
 長さ 94.00m 幅 10.40m 深さ 7.00m 吃水 3.80m 基準排水量 1,490kt
 主機械 三井パーマイスター型ディーゼル機関 4基 出力 (連続最大) 4,000PS×4 軸数 2軸
 速力 25kn 艦型 平甲板型 乗組員 180名
 主要兵装50口径3インチ連装速射砲2基, 魚雷発射管3基, 爆雷投射機1基, 爆雷投下機1基, ボホースロケットランチャー1基 本艦は36年度計画で, わが国初のボホースロケットランチャー (対潜水艦攻撃兵器—一度に4発の対潜弾を発射) をそなえ全艦冷暖房, 完全自動操縦の新鋭艦である。大湊総監部に配属される。

アリラン
輸出貨客船 ARIRANG

船主 大韓海運公社 (韓国)
 株式会社土佐造船鉄工所建造 起工 38-2-10 進水 38-10-5 竣工 38-12-24
 全長 61.00m 垂線間長 55.00m 型幅 9.50m 型深 4.15m 満載吃水 3.30m
 満載排水量 986.0kt 総噸数 969.68T 純噸数 466T 載貨重量 304.147kt 貨物艙容積 (ベール) 360m³
 艙口数 2 デリックブーム 3t×4 燃料油艙 72.80m 清水艙 70.36m³ 主機械 石川島掃磨
 4-TD-36型ディーゼル機関 2基 出力 (連続最大) 750PS×2 (300RPM) 発電機 150kVA 2台
 送信機 125W 1台 速力 (試運転最大) 14.737kn (満載航海) 12.0kn 船級 AB 船型 二重甲板型
 乗組員 30名 旅客 278名 (特等 4名, 1等 16名, 2等 46名, 3等 212名) 同型船 DORAJI





S S FRANCONIA (ex-IVERNIA)

船主 THE CUNARD STEAM-SHIP COMPANY LIMITED
 造船所 (改造とも) JOHN BROWN AND COMPANY LIMITED
 処女航 1954-9-2 (SAXONIA) 1955-7-1 (IVERNIA)
 改造後の第一次航1963-4-8(CARMANIA)1963-6-4(FRANCONIA)
 全長 608'3" 垂線間長 570' 幅 80' 深さ 46'3" 吃水 28'
 総噸数 (C) 23,000T (F) 22,600T キール上面よりマスト頂部まで 166'
 キール上面より煙高頂部まで 137'

船客定員 (C) 1等 117名 ツーリスト 740名
 (F) 1等 119名 ツーリスト 728名

乗組員 (C) 421名 (F) 425名
 クルーズ用連絡艇 37'×11' 1/2" 定員60名のフ
 アイバークラス製発動機艇 4隻

貨物艙 136,000 ft³
 Air Conditioning 完備 Denny-Brown stabilizer 装備

— 24 —

S S CARMANIA (ex-SAXONIA)



SS CARMANIA & SS FRANCONIA

速水育三

Cunard は1隻当り10億円を投じて、建造者であった John Brown & Company に SAXONIA および IVERNIA の改造を行なわせ、CARMANIA、FRANCONIA と改名、航路を延長して Rotterdam-Southampton-Montreal とし、Cunard としてはかなり大胆な New Look の客船として披露したが、これは、やがて Q4 に盛るべき新しい抱負の試作と見てよいであろう。(Q4 についての最新ニュースは本誌別掲 133 頁を参照のこと)

後部のハッチやホールド、荷役装置を撤去し、後部甲板全部をリドデッキに開放、劇場を除く各公室の内装と配色も一新、さらに船室を増備し、エアコンディショニングを充実した。1等とツーリストの全船室がバスタブまたはシャワーバスとトイレつきとなり、客船としてのグレードも向上した。

公室の模様替は、さきに Union-Castle Line の旗船、SS WINDSOR CASTLE (37,640GT) や SS TRANSVAAL CASTLE (32,697GT) を手がけた女流のインテリアデザイナー、Miss Jean Monro に一任された。彼女は国際的に活躍し、USA, Canada, West Indies, South Africa, France にすぐれた作品がある。どちらかといえば、英国風の重厚よりも軽快で、清新な感覚と色彩に溢れる作風を示し Union-Castle の両船でも好評であった。

新設の Sun room はスポーツデッキにあつて日光浴と展望に用いられ、壁は green-gold と turquoise の soft plastic、椅子覆いは apricot 色の皮と green の裂地とし、ステンレスのテーブルと椅子はこの小室のため特にデザインした現代色ゆたかなもの、プリントの cotton カーテンも、green で、床は black-white の Traverline vinyl tile である。

St. Lawrence bar は遊歩甲板の前部でやはり眺望がよい。左舷のホースシュー形バーは satin 塗り brass のワクをはめた cane の棚があり、壁は straw 色の soft plastic、カーペットは seaweed 色とし、椅子や長椅子は brown の花柄入 pale blue の linen や、caral と pale gold の leather で覆い Coral の tweed も使用されている。ひだつきのランプシェードは white の silk で、カーテンは無地の gold 色 shantung である。

Albany room は St. Lawrence bar の後方で、ダンス、キャバレーや午後のお茶を楽しむ公室、壁は grey の plastic で、light-charcoal のカーペットは淡く模様が入り、椅子張りは yellow の linen と tweed、caral の tweed と grey の silk を用い、yellow の linen カーテンは花柄で、なかなか華やかな色調である。Black と gilt のシャンデリ2個と壁灯は雅致を添える。中国風の yellow linen 製天幕がオーケストラ席にかけられ、その前方にダンスフロアがある。

【写真説明】上より

- ☆ First class restaurant
- ☆ Tourist class restaurant
- ☆ First class lounge



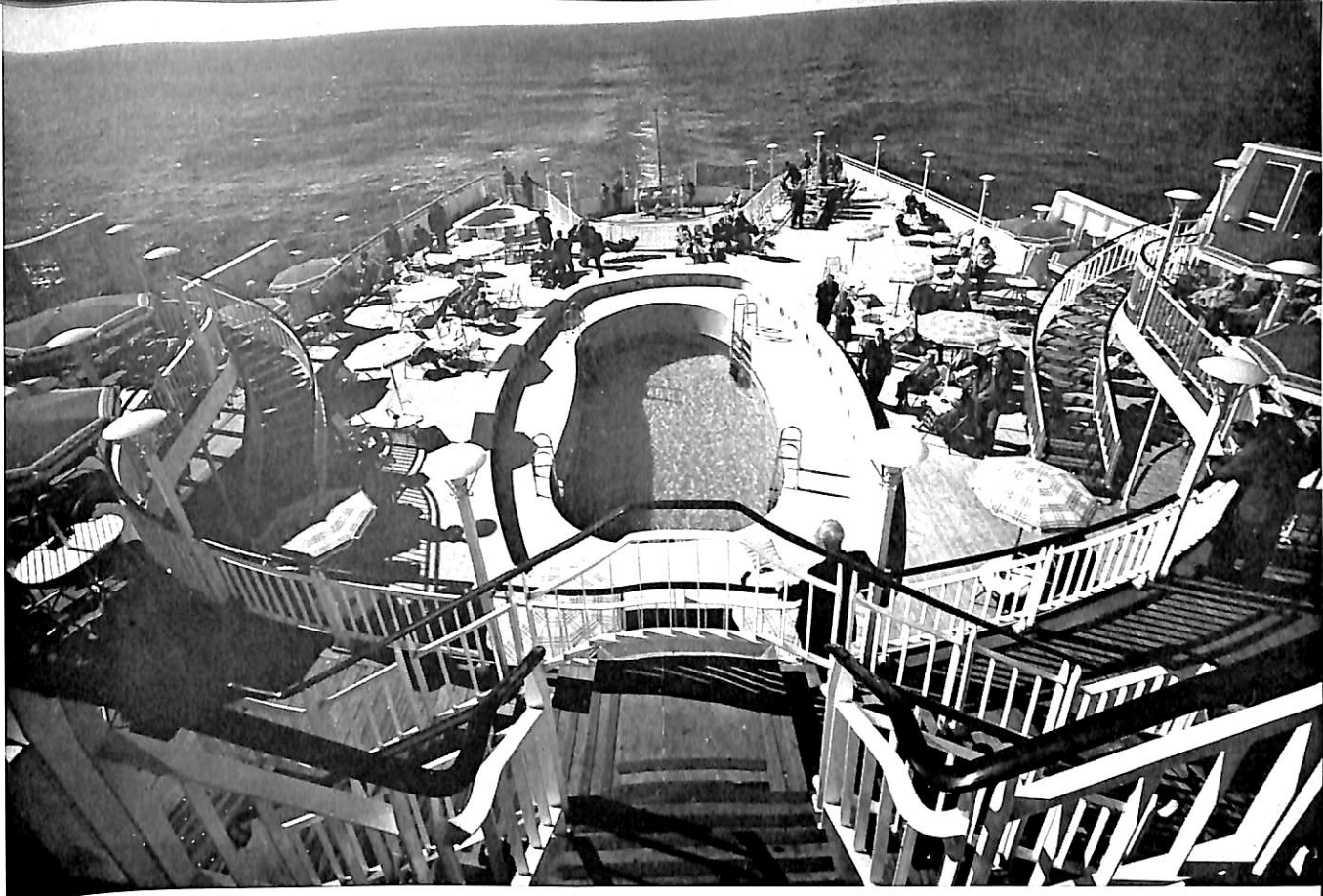


FRANCONIA

Tourist class lounge & night club

CARMANIA





Lido deck (F) ↑ (C) →

Garden restaurant は white の格子棚と moss green の別織 Acrilan のカーペットが野外のような快さをそそる。壁は lilac の Vicerex vinyl で、一部は polar white の formica を使っている。Rosewood の椅子は imperial pink と deep bronze 色の皮張り、white 地のカーテンには red の Miniver 図案を描いている。

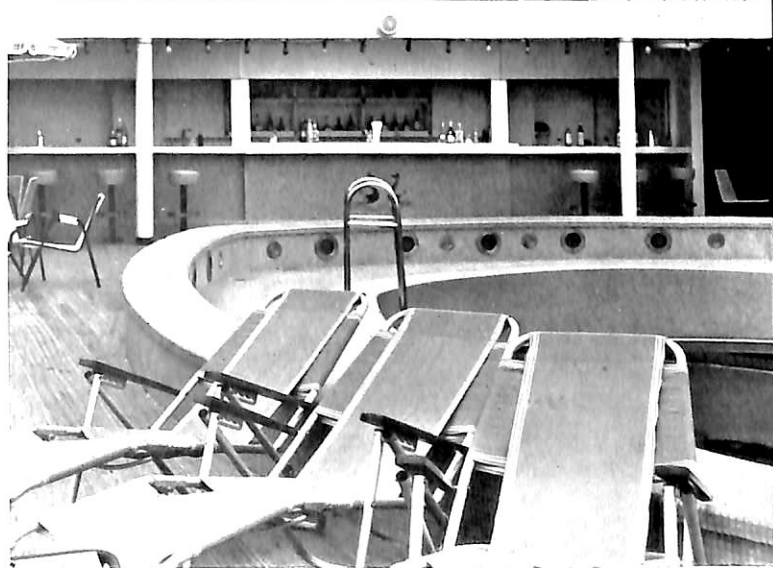
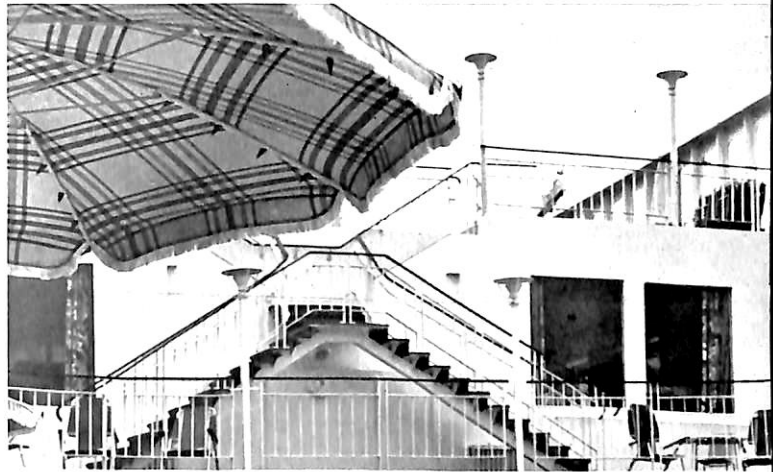
Library の椅子は green の皮とつぶした strawberry 色の裂地で張り、模様入りのカーペットは olive green、pink のカーテンは magnolia の柄がつく。

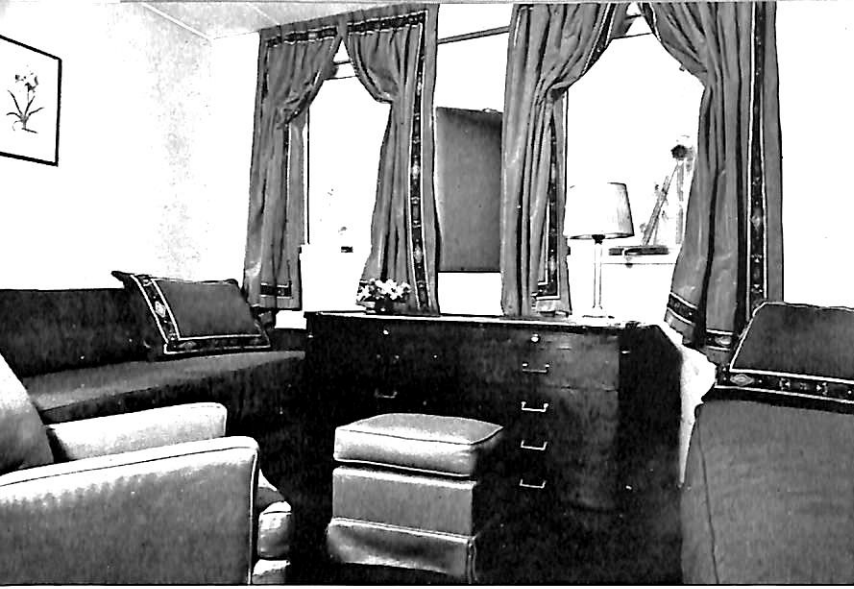
Theater は 300 のシートが目さめるような red の皮張りで、3 甲板を抜く高さであり、洋上で最も天井の高い劇場として喧伝されているが、改装していない。

Shop は新設で、壁、ショーケース、造作には sycamore と漂白の French elm を充ててある。

Tourist の Nantucket room はもともと本船最大の公室であったのをさらに拡大し、船の全幅にまでのぼした。室の後方にハッチが貫通していたのも取外し、大階段で階上の Island club と結びつかせ 2 万トン型の客船としては劇場同様他に比類のない広大さである。両翼の床は中央部のダンスフロアよりやや高くし、300 人が着席できるようにしてある。

壁は cherry blossom 色の plastic で、椅子覆いは blackberry と blue-turquoise の tweed と yellow の linen とし、カーペットは green、カーテンは blue の縮み silk を採用している。階上の Island club も同じ色彩と材料の家具やカーペットとし、壁は forest green の canvas で、3 面の大窓にかけられるカーテンは昼間は blue の chintz、夜間は blackberry 色チェックの silk と 2 種が用意されている。





左舷寄りに silver-grey の driftwood づくりのバーがあり、オーケストラ席の前方にダンスフロアをつけ、オーケストラの背面にFelix Kelly 作の壁画が光っている。18世紀風の建物が整然と並んだ Nantucket 島の本通り冬景色を描写したものである。

階上のバルコニーから Nantucket room のダンスや催し物を観覧することができ、夜おそくはここをキャバレーとしてにぎわう。後部の扉からリドデッキを見下すポートデッキに行ける。

Nantucket room と Island room は照明を薄暗くし、着色灯やスポットライトでムードを变える。

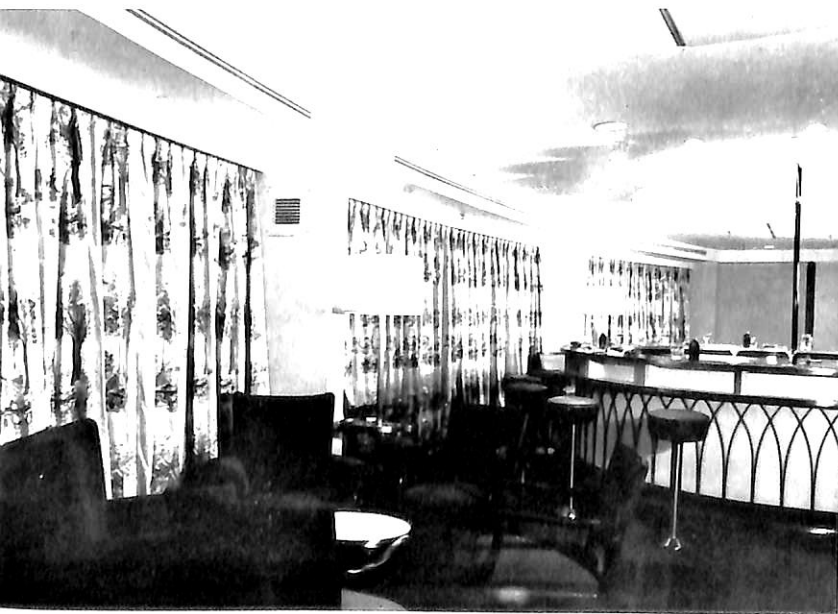
Tivoli restaurant の壁面は pale blue の plastic に統一され、鏡のパネルに取りつけた barley-sugar の柱が感興を加える。椅子は wedgwood blue, mimosa, pink の皮張り、カーペットは blue と gold に織出され、カーテンは多色の chintz である。1等の Garden restaurant と同じく、照明に心にくい配慮を示し、朝が最も明るく、昼はやや減光し、夜は石油ランプを象った卓上灯に切替える。

Drawing room & Library の壁は straw と white の Dutch plastic で、カーペットは grey の check, 椅子の裂地には grey, blue と bright red が取入れてある。



【写真説明】

- 左上より ☆ First class stateroom (F)
 ☆ First class stateroom (C)
 ☆ First class Cocktail bar (F)
 右下 ☆ Sun room (F)



Ten Pin club はティーンエージャ向きに新設した公室で、ジュークボックスやダンスフロア、自動飲料販売機もあり、16'のボーリングアレー2個、サイクリングマシン、ピンポン3台、室外にデックテニスコートがある。

Lido deck & Swimming pool は改造の主眼となったところで、3カ所のハッチとホールド、荷役装置、ドッキングブリッジが廃止された。水槽はいわゆるキッドニー型で、33'×16' とかなり大きく、周囲をさくとベンチ兼用のタイルでかため、水は加熱の設備がある。水槽と平行して硝子張りのスクリーンをめぐらし、寒風を防ぐ。

ボートデックが両側に張出しているので、風をさえぎり、この下の甲板天井に赤外線ヒーターが並んで涼しすぎる日に備える。この付近にバーもある。外にダンス場2カ所と子供の水浴場も含まれる。

ボートデックからの階段は優美な曲線状の鋼製で、white の nylon でつつみ、teakの踏板をつけてある。スポーツデックにも硝子のスクリーンがあり、防風は万全である。

40' のピュッフェを右舷の遊歩甲板に常設し、いろいろと飾りつけや料理の陳列台を取揃え、クルーズのときに軽装のまま昼食をとりたい船客の便宜をはかる。

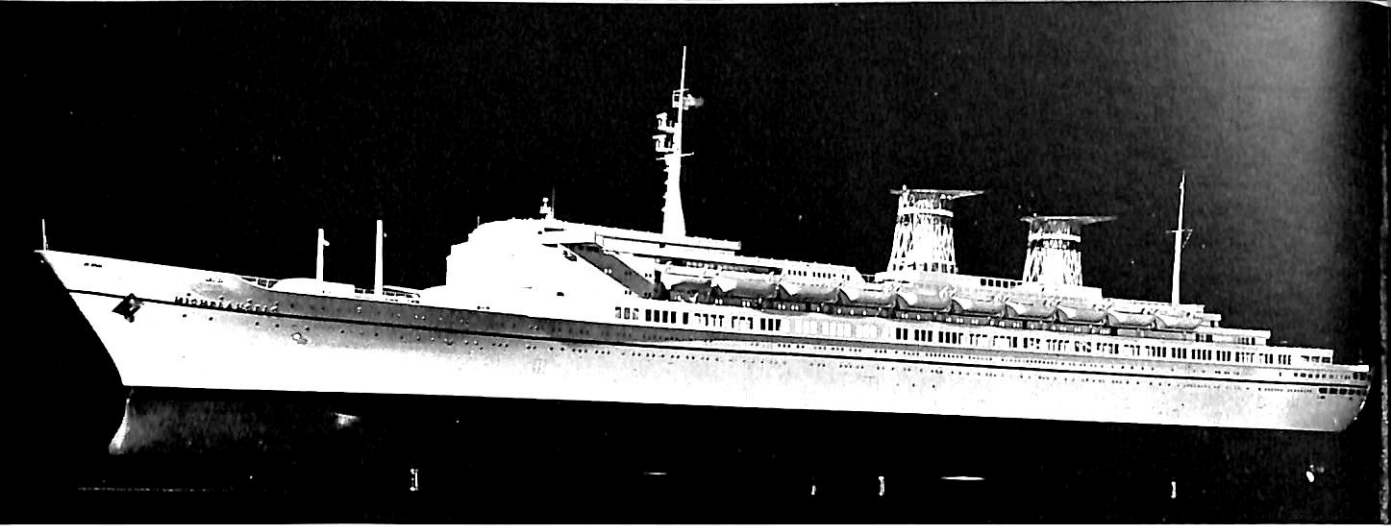
船室は1等とツーリストの全部を刷新、1等だけで33室を増設し、多数の1等室はアメリカ式のソファベッドと改めたが、英国の客船では最初の試みであるとさく。



【写真説明】

- 右上より ☆ Library (F)
- ☆ Hairdressing salon (C)
- ☆ Tourist stateroom (F)
- 左下 ☆ Tourist stateroom (F)

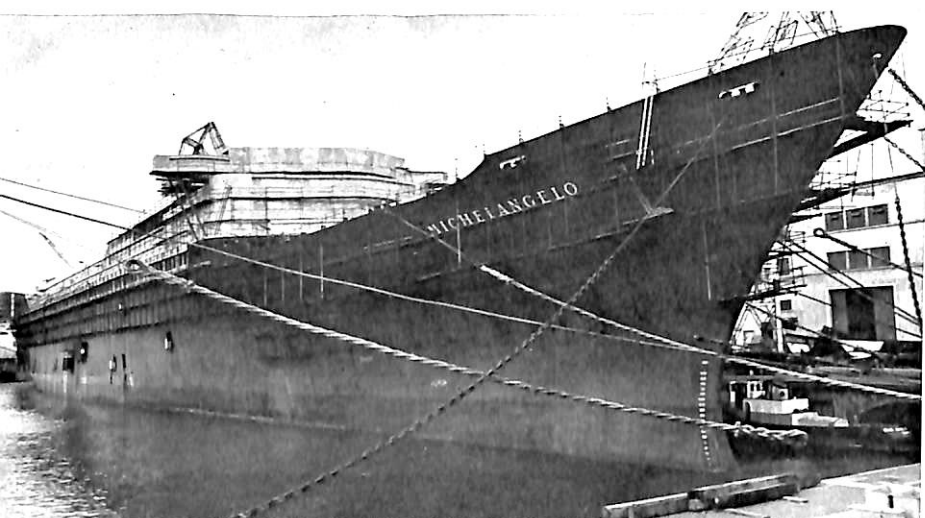




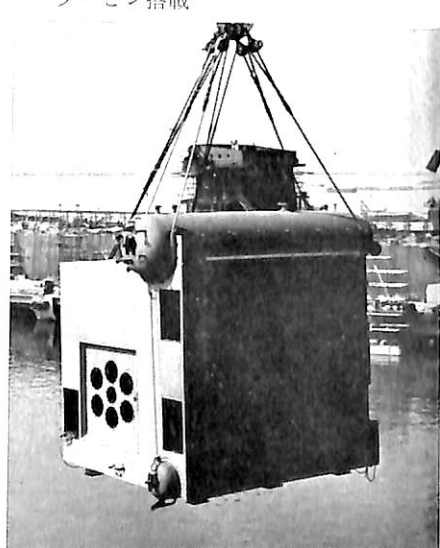
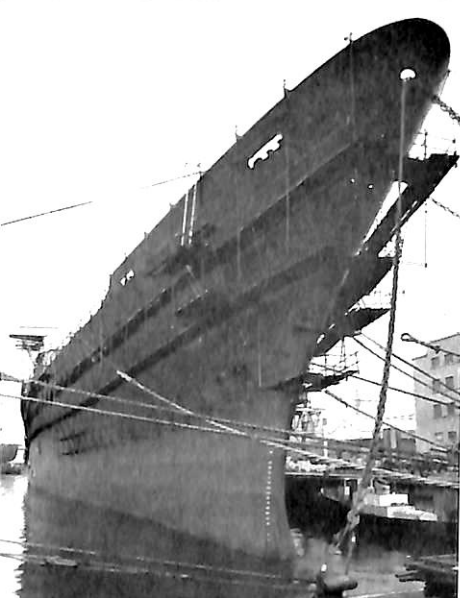
S S MICHELANGELO

イタリアの豪華客船、MICHELANGELO の艤装写真が最近到着した。注目すべきことは始めて公開されたモデルの写真で、いままでの誇張的な想像図では精確なアピアランスをつかみにくかった感みがすっかり解消した点である。特に煙筒の形状が独特の試みでもしる。就航は本年末と予想される。

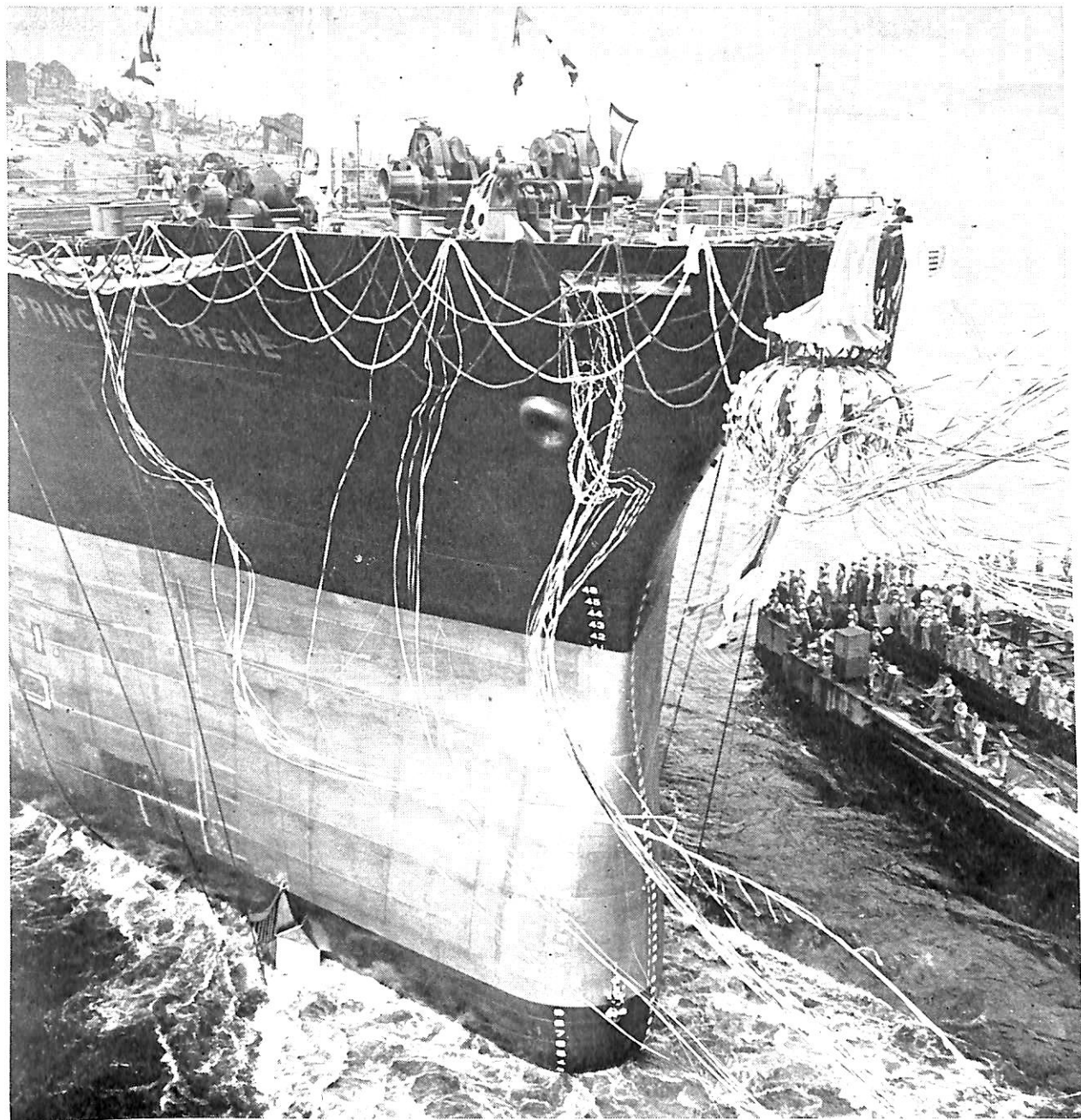
船主 ITALIA SOCIETA DI NAVIGAZIONE, GENOVA
 造船所 ANSALDO SOCIETA ANONIMA, SESTRI, GENOVA
 総噸数 45,000T
 全長 902'
 幅 102'
 深さ(上甲板まで) 70' 甲板数 11
 速力(最大) 30kn (航海) 27kn
 船客 1等 530 キャビン 466 ツーリスト 854 計 1850
 船室 760 公室 30 乗組員 720



タービン搭載



ボイラ搭載



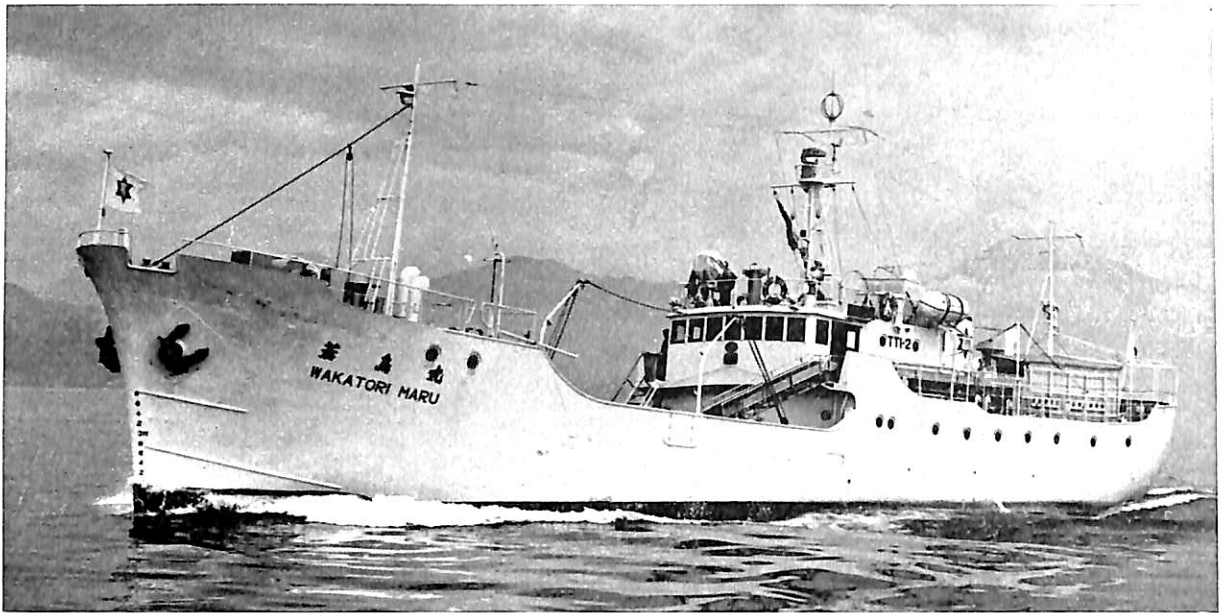
相生・東京工場に加えて、すでにブラジルに進出し、横浜根岸・シンガポールにも新鋭工場を建設中です。

またアメリカに8カ所の造船工場をもつトッド・ブレイクヤードと提携ならびにオースロのオーバーシーズ・トレイディング・カンパニーとも代理店契約を結ぶなど修繕サービスの万全を期しております。

IHI

石川島播磨重工業株式会社

船舶事業部	東京都千代田区大手町1の2	電話 (211) 2171 (代)
東京第二工場	東京都江東区豊洲2の6	電話 (531) 5111 (代)
相生第一工場	兵庫県相生市相生5292	電話 相生 14 (代)
海外事務所	ニューヨーク・サンフランシスコ・リオデジャネイロ・ロンドン・デュッセルドルフ・ホシロン・シンガポール・ニューデリー・カルカッタ・カラチ	

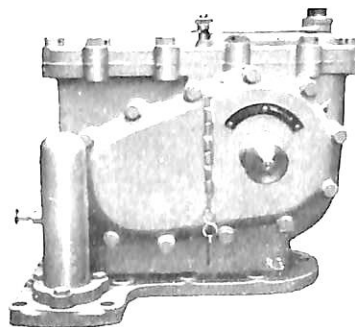
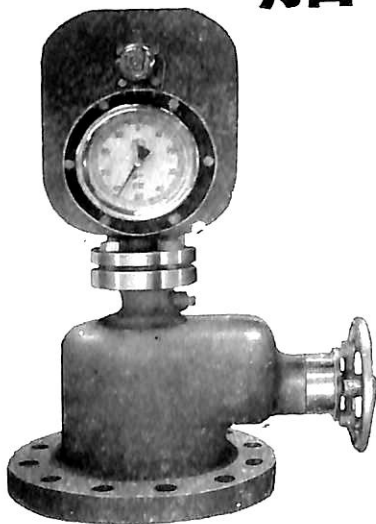


鳥取県 若鳥丸 漁業練習船 延縄船

日本鋼管株式会社清水造船所建造 起工 38-10-25 進水 38-11-26 竣工 39-1-11
 全長 40.907m 垂線間長 35.65m 型幅 7.20m 型深 3.40m 満載吃水 (型) 2.90m
 満載排水量 538kt 総噸数 273.06T 純噸数 112.68T 載貨重量 235.93kt 漁船数 2
 魚艙容積 (ベール) 113.37m³ 燃料油艙 139.62m³ 燃料消費量 175 g/ps/h 清水艙 42.13m³
 主機械 赤阪鉄工所製MK6S単動4サイクルクランクピストン過給機付ディーゼル機関 1基 出力 (連続最大)
 550PS (370RPM) (常用) 412PS (336RPM) 発電機 大洋電機75kVA 2台 (ヤンマー6LDL
 ディーゼル96PS 2台) 送信機 A₁ 250W A₂ 75W 1台, A₁ 125W A₂ 35W 1台 受信機 15球全波 2台
 速力 (試運転最大) 11.444kn (満載航海) 9.75kn 航続距離 13,600哩 船型 凹甲板船尾機関型
 乗組員 士官7 船員14 教官1 調査員1 予備1 生徒24 計48名 鳥取県立境水産高校の漁業練習船として生徒
 の実習に使用される。

液面計

船舶用液面計



FTC型…フロートによる測定方法で広範囲に測定でき精度が極めて高い。耐振構造で船用計器に適する。
 FMP型…密閉タンク用液面計で腐食性、揮発性のある液体で圧力、温度の高いタンク内測定に適する。
 STC型…タンカーの油槽液面測定用に特に設計されたもので、フロートを使用し精度は極めて高い。
 AP型…開放式で空気をパージして背圧により測定するもの。

その他各種液面計

東京計装株式会社

本 社 東京都港区芝田村町6-10 (創和ビル)
 電話 東京 (501)7414, 7909, (431)8947, (581)6901
 営 業 所 大阪市北区西扇町17 (日扇ビル) 電話 (361)7462
 工 場 横 浜 ・ 目 黒 (312) 0785



来島船渠株式会社建造
 起工 38-9-10 進水 38-11-14
 竣工 38-12-15 全長 43.30m
 垂線間長 38.00m 型幅 7.60m
 型深 3.40m 満載吃水 2.26m
 満載排水量 469.50kt
 総噸数 365.88T 純噸数 193.31T
 載貨重量 181.97kt
 貨物艙容積 (ベール) 246.10m³
 (グリーン) 275.55m³ 艙口数 1
 デリックブーム 1 台 燃料油艙
 20.64m³ 燃料消費量 3.54t/day
 清水艙 63.27m³ 主機械 神戸
 発動機 4 サイクル単動過給機空
 気冷却器付ディーゼル機関 1 基
 出力 (連続最大) 1,000PS (310
 RPM) (常用) 850PS (294RPM)
 発電機 65kVA×225V 2 台
 速力 (試運転最大) 13.822kn
 (満載航海) 12.000kn 航続距離
 2,000浬 船級 J.G 船型 長船
 尾楼型 乗組員 13名 旅客 212名
 可変ピッチプロペラ装備, 高知,
 室戸→阪神間, 定期船



貨客船 第五むろと丸 室戸汽船株式会社
 MUROTO MARU No.5 特定船舶整備公団

株式会社宇品造船所建造
 起工 38-10-12 進水 38-11-20
 竣工 38-12-20 全長 27.87m
 垂線間長 25.00m 型幅 5.90m
 型深 2.40m 吃水 1.62m
 満載排水量 133.5kt
 総噸数 123.28T 純噸数 56.55T
 載貨重量 約 28kt
 燃料油艙 6.16m³ 燃料消費量
 1.68t/day 清水艙 4.21m³
 主機械 赤阪鉄工所製ディーゼル
 機関 1 基 出力 (連続最大)
 350PS (420RPM)
 発電機 AC 105V 5kVA 1 台
 速力 (試運転最大) 11.8kn
 (満載航海) 10.5kn
 航続距離 920浬 船級 沿海 3 級
 船型 平甲板型 乗組員 6 名
 旅客定員 平水区域座席 35名, 椅子
 席 177名, 立席 38名, 計 250名
 沿海区域座席 21名, 椅子席 121名
 計 142名



旅客船 あさかぜ 長崎汽船株式会社
 ASAKAZE 特定船舶整備公団

合資会社木村造船所建造
 設計・監督 香洋工業株式会社
 起工 38-7-10 進水 38-8-5
 竣工 38-8-25 全長 17.00m
 垂線間長 15.00m 型幅 3.90m
 型深 1.70m 満載吃水 1.40m
 総噸数 26.71T 純噸数 9.62T
 載貨重量 7.37kt
 燃料油艙 2.63m³ 燃料消費量
 185g/ps/h 清水艙 1.50m³
 主機械 楨田鉄工所製 DR423型 4
 サイクル単動ディーゼル機関 1 基
 出力 (連続最大) 140PS (400RPM)
 発電機 DC 1kW 35V 1 台
 速力 (試運転最大) 9.06kn
 船級 平水区域第 4 級 船型 平
 甲板型 乗組員 4 名 旅客 35 名
 本船は 第四港湾建設局の作業員
 35 人を運ぶのが主任務で, 曳船は
 従となるため 充分なる 復原性を
 持ち 関門の急流にも 安全に航海
 できる 最小限度の 船として 設計
 されている。



旅客船兼曳船 第五満丸 塩田幸久
 MITSU MARU No.5

MOBIL
MARINE
LUBRICANTS
&
BUNKER
FUELS

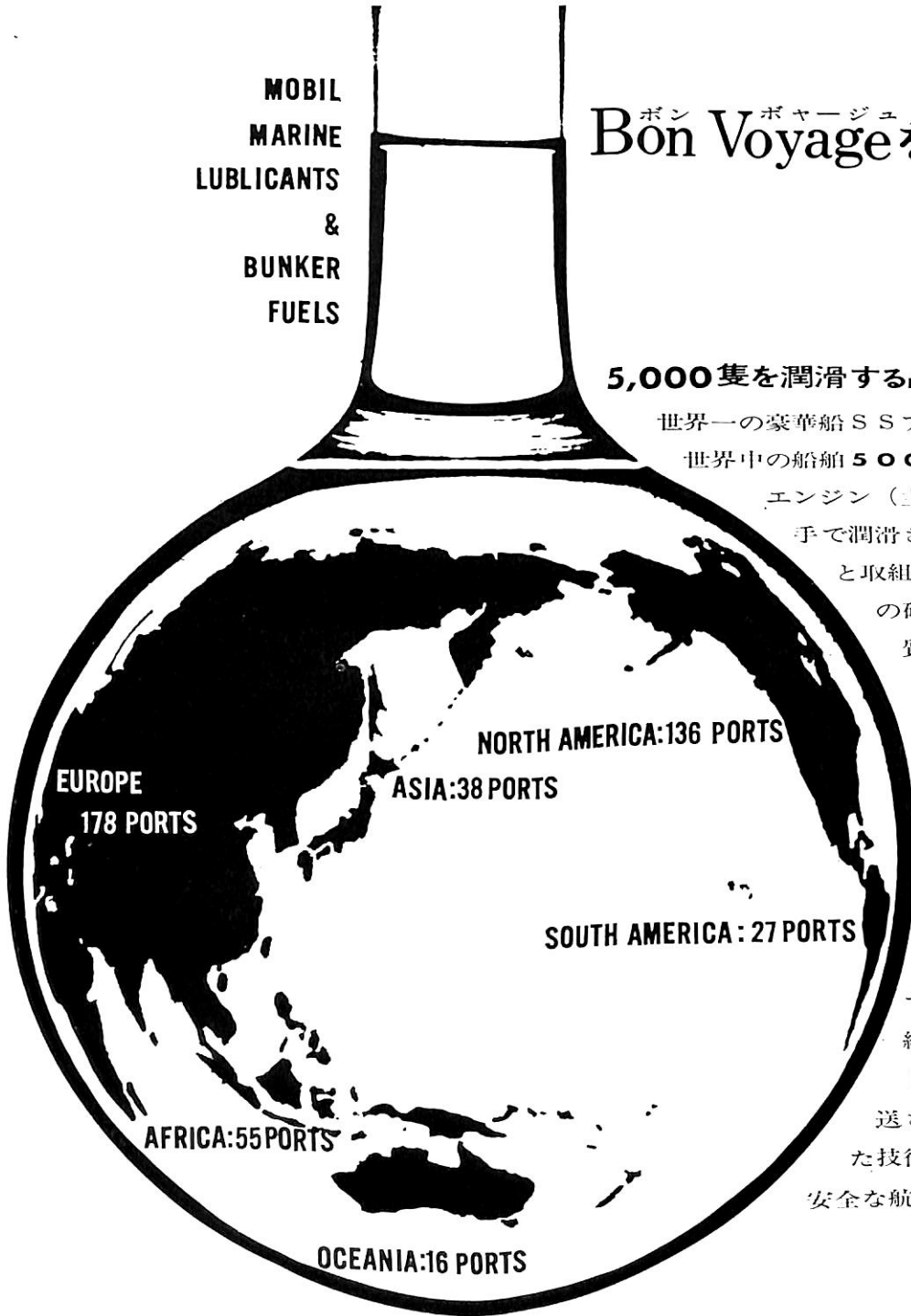
Bon Voyage^{ボンボヤージュ}を約束する

5,000隻を潤滑する品質

世界一の豪華船 S S フランス号をはじめ、世界中の船舶 5000 隻以上のメイン・エンジン（主機関）がモービルの手で潤滑されています。オイルと取組んで 94 年、世界有数の研究陣から生まれた品質が、彼女のボン・ボヤージュを約束しているのです。

450 港を結ぶ 技術サービス網

世界中の港にはモービルの船舶部員が彼女の入港を待ち受けています。入念な点検給油がすむと、レポートがつぎの寄港地に直送されます。この完備した技術サービス網が彼女の安全な航海を約束するのです。

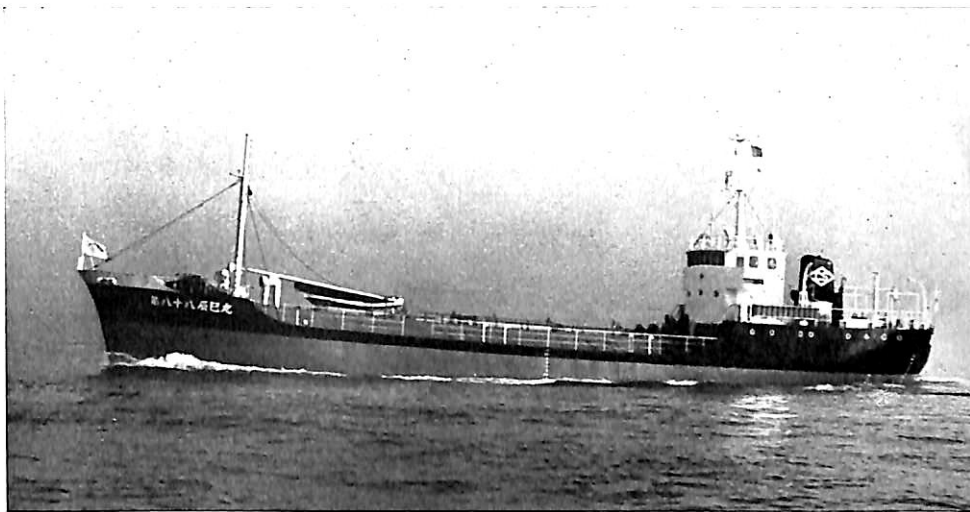


MOBIL WORLD WIDE MARINE SERVICE



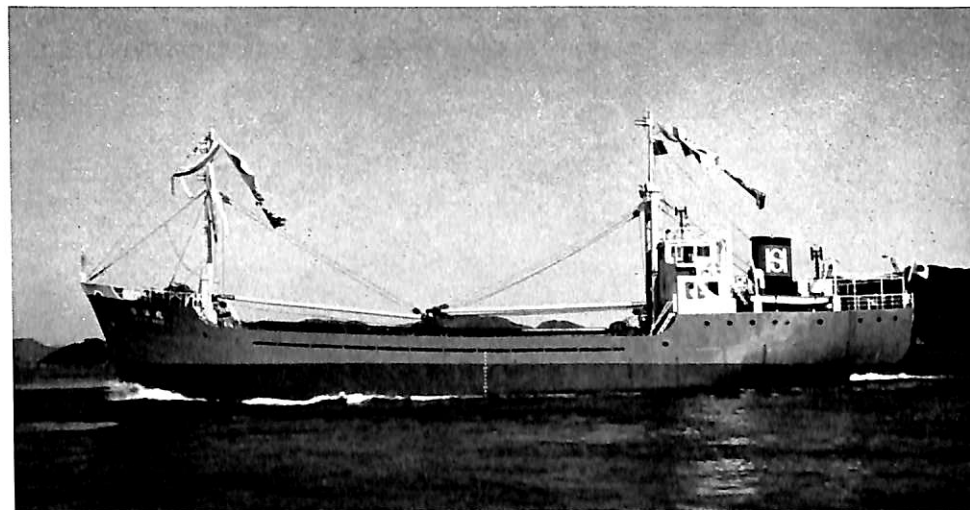
モービル石油

株式会社大阪造船所建造
 起工 38-9-16 進水 38-12-11
 竣工 38-12-27 全長 46.00m
 垂線間長 42.50m 型幅 7.20m
 型深 3.35m 満載吃水 3.05m
 満載排水量 690.0kt
 総噸数 329.99T 純噸数 140.19T
 載貨重量 455.72kt 濃硫酸タンク
 ク容積 111.478m³×2船 (荷役は
 陸上設備を使用のため 荷油ポン
 プなし) 燃料油艙 13.14t 燃
 料消費量 1.6t/day 清水艙 14.01t
 主機械 楨田鉄工所製 DRE 6-27
 型ディーゼル機関 1基 出力
 (連続最大) 350PS (390RPM)
 (常用) 298PS (369RPM)
 発電機 AC 5kVA×105V (自己
 通風型) 受信機 AC100V トラ
 ンジスターラジオ受信機 1台
 速力 (試運転最大) 11.219kn
 (満載航海) 9.5kn
 航続距離 1,766浬 船級 沿海第
 3級 船型 低船首楼付凹甲板型
 船尾機関船 乗組員 12名
 航路 大阪-東北地方



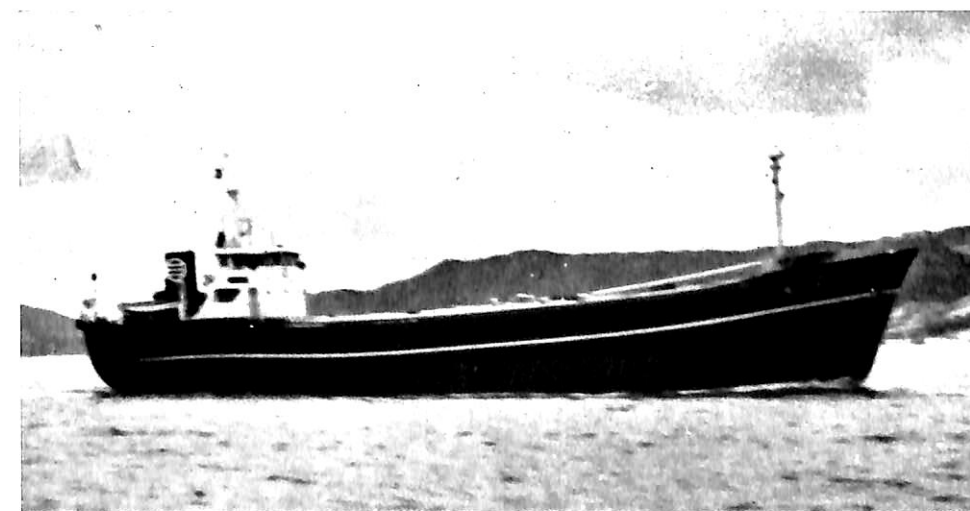
濃硫酸タンク船 第八十八辰巳丸 株式会社辰巳商會
 TATSUMI MARU No. 88

来島船渠株式会社建造
 起工 38-7-22 進水 38-10-9
 竣工 38-12-1 全長 47.55m
 垂線間長 43.00m 型幅 8.00m
 型深 3.80m 満載吃水 3.50m
 満載排水量 897kt
 総噸数 436.28T 純噸数 236.06T
 載貨重量 608.60kt 貨物艙容積
 (ベール) 651.06m³
 (グリーン) 698.51m³ 艙口数 1
 デリックブーム 3台 燃料油艙
 28.17t 燃料消費量 2.02t/day
 清水艙 18.80m³ 主機械 日本発
 動機製型4サイクルスーパーチ
 ャージャ付ディーゼル機関 1基
 出力(連続最大) 605PS (392RPM)
 (常用) 550PS (380RPM)
 発電機 DC 3kW 105V 1台
 速力 (試運転最大) 11.74kn
 (満載航海) 10.00kn
 航続距離 3,110浬 船級 JG
 船型 凹甲板型 乗組員 10名

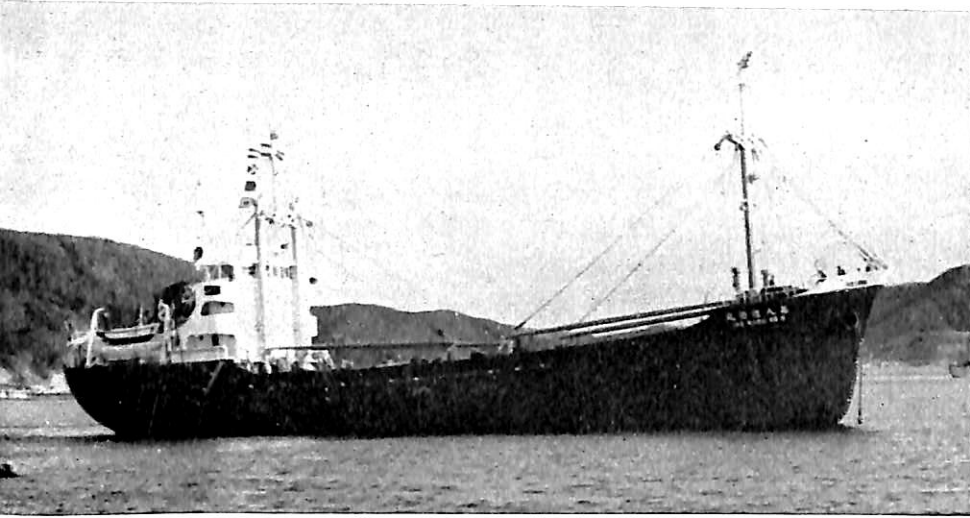


貨物船 恒洋丸 恒見海運株式会社
 KOYO MARU

株式会社吉浦造船所建造
 起工 38-7-26 進水 38-12-22
 竣工 38-12-31 全長 47.70m
 垂線間長 43.00m 型幅 8.10m
 型深 4.10m 満載吃水 3.70m
 満載排水量 890kt 総噸数
 499.92T 純噸数 302.76T
 載貨重量 670kt 貨物艙容積
 (ベール) 774.3m³ (グリーン)
 926.5m³ 艙口数 1 デリックブ
 ーム 1t未滿 1台 燃料油艙
 30.4m³ 燃料消費量 117kg/h
 清水艙 22.46m³ 主機械 楨田鉄
 工所製ディーゼル機関 1基
 出力(連続最大) 650PS (350RPM)
 (常用) 487.5PS (318RPM)
 発電機 5kVA 1台
 速力 (試運転最大) 12.37kn
 (満載航海) 11.27kn
 航続距離 1,600浬 船級 JG 3級
 船 沿海区域 船型 凹甲板型
 乗組員 11名 線鋼材輸送船につ
 き一般的貨物船に比し艙口の巾、
 長さ、同コーミングの高さをい
 ずれも大きくしている。

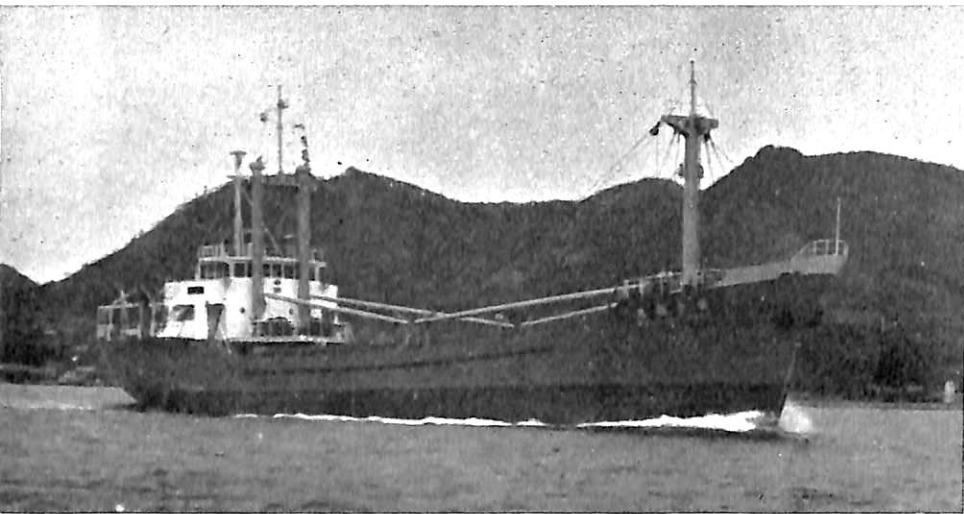


貨物船 第二八重川丸 八重川海運企業組合
 YAE GAWA MARU No. 2



貨物船 第八遣芳丸 小林海運株式会社
IHÔ MARU No.8

常石造船株式会社建造
起工 38-8-31 進水 38-12-15
竣工 39-1-15 全長 57.97m
垂線間長 52.50m 型幅 9.20m
型深 4.65m 満載吃水 4.176m
満載排水量 1,496kt
総噸数 685.25T 純噸数 390.83T
載貨重量 1,086.351kt
貨物艙容積(ベール)1,319.151m³
(グリーン)1,423.844m³ 艙口数 1
デリックブーム 4 基 燃料油艙
31.896m³ 燃料消費量 278g/PS/h
清水艙 35.751m³ 主機械 日本
発動機製 HSN V-325 型ディー
ゼル機関 1 基 出力(連続最大)
836PS(361RPM) (常用) 570PS
(331RPM) 発電機 DC 15kW
105V, DC7kV 105V 各 1 台
送信機 主150W, 補30W 各 1 台
受信機 全波 1 台 速力(試運
転最大) 11.635kn (満載航海)
10.993kn 航続距離 2,500 浬
船級 近海 2 級 船型 長船尾樓
型 乗組員 15 名



貨物船 富士徳丸 富士徳汽船株式会社
FUJITOKU MARU

幸陽船渠株式会社建造
起工 38-10-5 進水 38-12-5
竣工 39-1-16 全長 57.55m
垂線間長 52.00m 型幅 9.00m
型深 4.40m 満載吃水 4.20m
満載排水量 1,498.00kt
総噸数 653.72T 純噸数 395.92T
載貨重量 1,083.36kt
貨物艙容積(ベール)1,442.30m³
(グリーン)1,529.30m³ 艙口数 1
デリックブーム 5t×4 燃料油艙
47.645m³ 燃料消費量 3.12t/day
清水艙 20.63t 主機械 日本発動
機製 HS6 NV-325 型堅型車動 4
サイクル無気噴油過給機 および
空気冷却器付ディーゼル機関 1 基
出力(連続最大)800PS(350RPM)
(常用) 600PS(318RPM)
発電機 AC110V 12.5kW900rpm
AC110V12.5kW 1,200rpm 各 1 台
送信機 無線電話 1 式
速力(試運転最大) 12.0kn
(満載航海) 10.96kn
航続距離 3,800 浬 船級 沿海 2 級
船型 凹甲板型 乗組員 14 名

8

つの

船舶塗料

- C. R. マリーンペイント (ノンチョーキング型)
(合成樹脂塗料)
- アクチブ プライマー (ウレタン プライマー)
- ビニレックス (塩化ビニル樹脂塗料)
- L. Z. プライマー (鉄面用下塗料)
- 植印鉄船々底塗料 (鉄船々底塗料)
- 鉄船々底 O. P. 2 号塗料 (有機毒物型・油性系)
(並びにビニル系)
- タイカリット (防火塗料)
- ボデラック (フタル酸樹脂塗料)

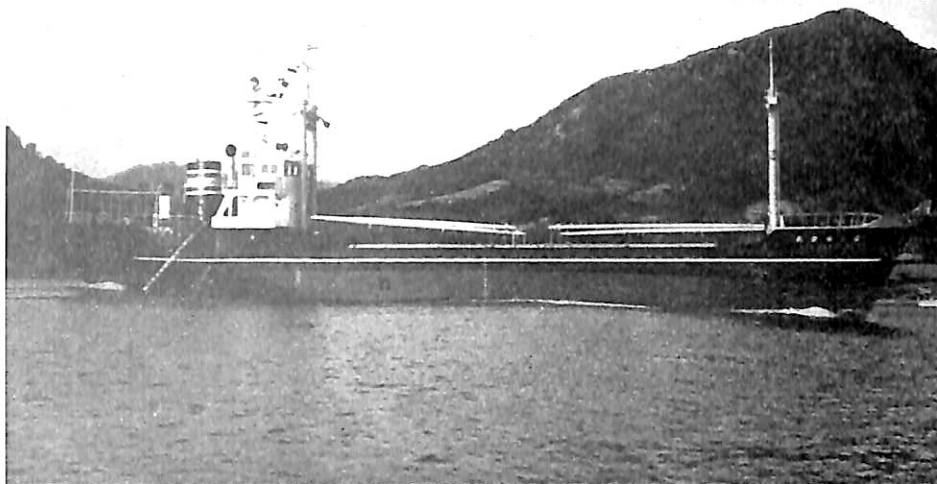


日本ペイント

大阪市大淀区浦江北 4
東京都品川区南品川 4

渡辺造船株式会社建造

起工 38-8-13 進水 38-11-29
竣工 38-12-4 全長 53.95m
垂線間長 49.00m 型幅 8.60m
型深 4.30m 満載吃水 4.00m
満載排水量 1,230.49kt
総噸数 492.43T 純噸数 291.77T
載貨重量 888.09kt 貨物艙容積
(ベール) 1,009.15m³ (グリーン)
1,053.28m³ 艙口数 1 デリッ
クブーム 5t×2,3t×2 燃料油艙
26.78m³ 清水艙 30.22m³
主機械 日本発動機製 S6NV-325
型単動 4 サイクル無気噴油過給
機付ディーゼル機関 1 基
出力 (連続最大) 700PS (350RPM)
(常用) 650PS (325RPM)
発電機 DC 5kW 105V 1 台
送信機 中短波 10W 1 台
受信機 中短波 10W 1 台
速力 (試運転最大) 11.71kn
船級 JG 第 2 級 船型 凹甲板型
乗組員 13 名



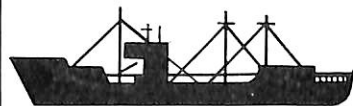
貨物船 第二宝栄丸 山岡 森雄
HOEI MARU No.2

株式会社 臼杵鉄工所佐伯造船所
建造

起工 38-9-18 進水 38-11-12
竣工 38-12-10 全長 40.35m
垂線間長 37.00m 型幅 8.00m
型深 3.80m 満載吃水 3.51m
満載排水量 791.30kt
総噸数 319.54T 純噸数 131.59T
載貨重量 576.95kt 貨物艙容積
(グリーン) 511.96m³ 燃料油艙
21.58m³ 燃料消費量 2.16t/day
清水艙 6.50m³ 主機械 赤阪鉄
工所製堅型単動 4 サイクル無過
給気ディーゼル機関 1 基 出力
(連続最大) 500PS (330RPM)
(常用) 425PS (313RPM)
発電機 DC 3kW (35V) 86A 500
rpm 1 台 速力 (試運転最大)
10.801kn (満載航海) 9.20kn
航続距離 1,500 哩 船級 沿海第
3 級 船型 低艙首尾楼型
乗組員 8 名



砂利運搬船 第五西武丸 岳南海運株式会社
SEIBU MARU No.5



造船間仕切に



ノボパンは世界各国に於て10数年来の歴史をもつ造船隔壁材で、我国に於ても主要造船所で使用された実績が数多くあります。



安価……………182cm×400cmから適寸にカットします

強度……………ベニヤ合板に劣りません。また狂いは驚くほど僅少です

耐水性……………木口面を塗装すれば充分です

NovopanB…航海安全条約によるB隔壁 (アスベスト入り)

厚み 8 mm ~ 25 mm

寸法 910 × 1820 mm
910 × 2420 mm

遮音・断熱・難燃材
J I S 表示許可工場

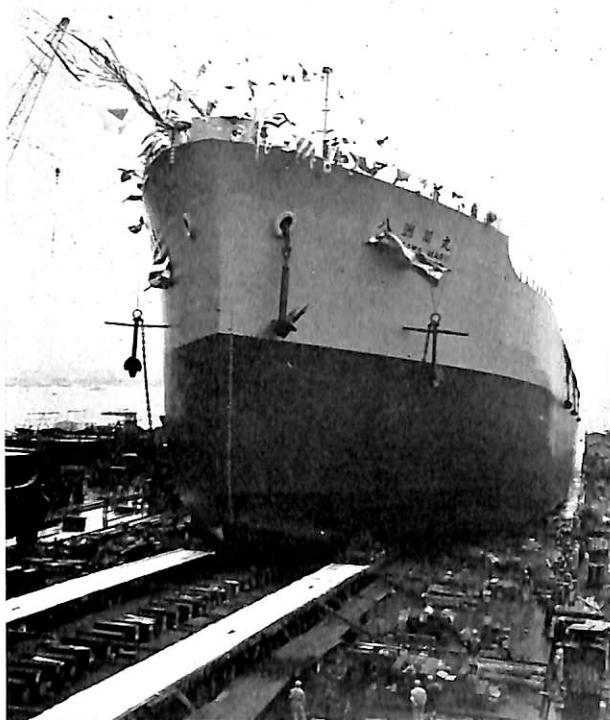
NOVO pan

日本ノボパン工業株式会社

(カタログ請求は企画係へ)

営業部 大阪府堺市築港南町 4 番地
TEL 堺 (3) 2121 1395
本社 東京都中央区新川 2 丁目 4 番地
TEL 東京 (552) 0661-3

石川島播磨重工業株式会社相生第1工場建造
起工 38-11-8 進水 39-1-20 竣工 39-5 末予定
全長 約 242.70m 垂線間長 230.00m 型幅 33.00m
型深 20.50m 満載吃水 14.00m 総噸数 約 45,400T
純噸数 約 28,000T 載貨重量 約 73,100kt 貨物油艙
容積 約 89,600m³ バラスト専用艙容積 約 20,290m³
貨物油艙数 16 主機械 石川島播磨重工製蒸気タービ
ン 1 基 出力 (連続最大) 20,000PS (105RPM)
(常用) 18,000PS (101.5RPM) 主汽缶 石播製 2 胴水
管缶 2 基 速力 (満載航海) 16kn 航続距離 19,500浬
船級 NK 船型 船尾楼付一層甲板型 乗組員 37名
完工後はペルシャ湾-日本間の原油輸送にあたる。カー
ゴ・フリーボードを採用した油槽船としては利根川丸に
続く第2船目で、突出型球状船首を採用している。船尾
楼前端に貨物油荷役集中制御室、機関室に集中制御室を
設けている。



18次鉄石運搬船 八州川丸 川崎汽船株式会社
YASUKAWA MARU

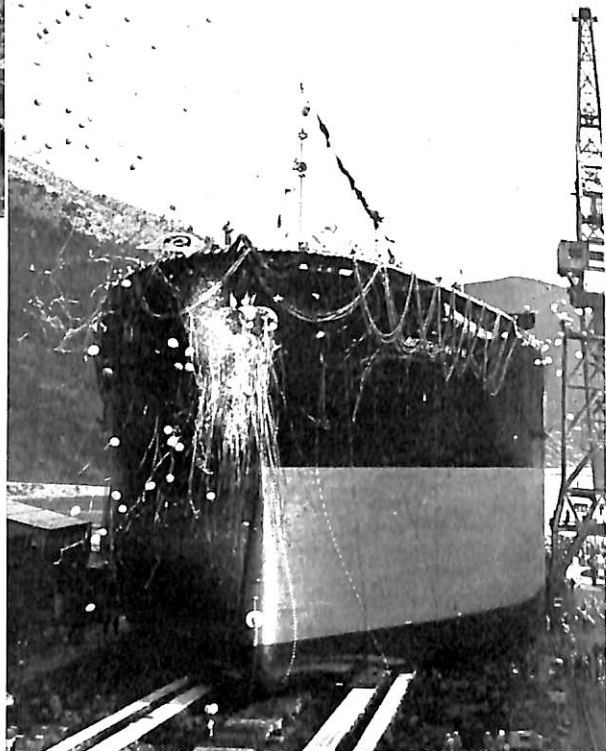
川崎重工業株式会社建造

起工 38-9-29 進水 39-1-17 竣工 39-3-31 予定
全長 220.57m 垂線間長 210.00m 型幅 30.40m
型深 17.40m 満載吃水 11.80m 総噸数 約 32,100T
載貨重量 約 50,800Lt

鉄石船 約 31,000m³ (長さ 140m, 巾 14.40m 全通一區画)
燃料油艙 約 5,530m³ 清水艙 240m³ 主機械 川崎
MAN K9 Z78/140C 型ディーゼル機関 1 基

出力 (連続最大) 13,500PS (118RPM)
速力 (試運転最大) 16.5kn 船級 NK 連洋区域第1級
船型 船首楼付平甲板型 乗組員 32名

本船は日本-南米、太平洋岸間の鉄石輸送にあたり、船
内作業の合理化等高自動化採用。貨物船乾舷の採用。鉄
石船は巨大な全通一區画とし、岸壁クレーンだけでほと
んど荷揚できる。居住区は船尾に集約している。



ラテックスタイプ デッキ舗床材

カタログ呈
tightex
タイテックス

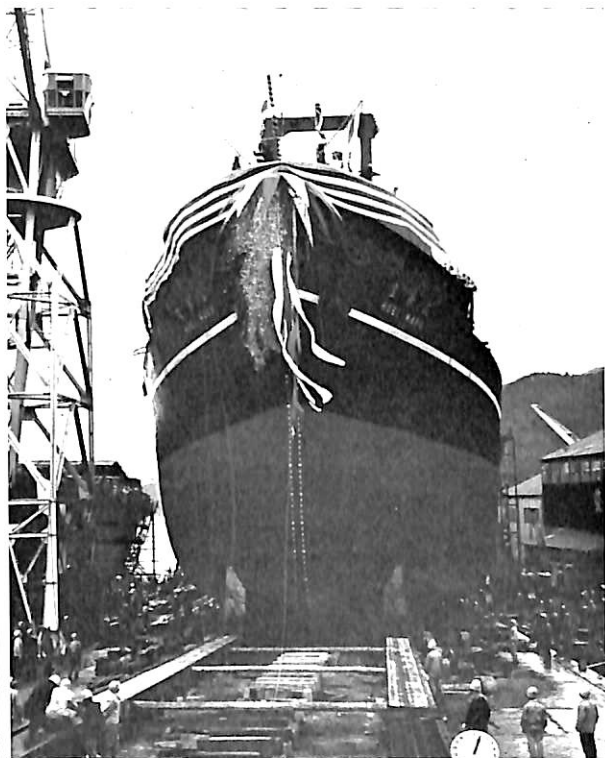
防水・防火
耐化学薬品
施工簡易
速硬・廉価

太平工業株式会社

本社 京都市三条西大路西 電話 82-1101 代表
出張所 東京都千代田区神田錦町1-3 電話 291-8287
出張所 神戸 長崎

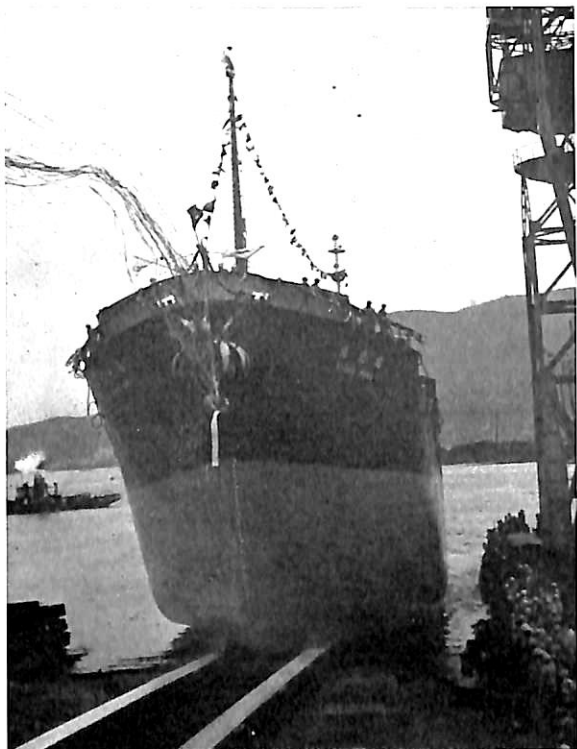
石炭専用船 **菱光丸** 千代田汽船株式会社
特定船舶整備公団
RYOKO MARU

三菱造船株式会社下関造船所建造
起工 38-12-5 進水 39-1-16 竣工 39-3-17 予定
垂線間長 94.00m 型幅 14.40m 型深 8.40m
満載吃水 6.92m 総噸数 約 3,430T 載貨重量
約 5,500kt 主機械 伊藤鉄工製ディーゼル機関 1 基
出力(連続最大) 2,800PS 速力(公試最大) 15kn
船級 NK 乗組員 24名(予備含む)
竣工後は京浜-北海道航路に就航し、北海道石炭の輸送
にあたる。陸上荷役設備で荷役できるよう長大な全通艙
口とし、船殻はホッパー式とし荷役能率の増強をはかっ
ている。三菱式シングル・プル・タイプ鋼製ハッチカバ
ーを採用。機関部、船体部等に自動化、合理化を採用し、
オートテンション・ウインチ 4 台を設置している。



木材専用船 **宝永丸** 小谷汽船株式会社
HOEI MARU

笠戸船渠株式会社建造
起工 38-9-30 進水 39-1-17 竣工 39-3-30 予定
全長 138.50m 垂線間長 130.00m 型幅 19.80m
型深 10.45m 満載吃水 7.70m 満載排水量 15,277kt
総噸数 約 7,500T 載貨重量 約 11,700kt
貨物艙容積(ベール) 14,600m³ (グリーン) 15,700m³
艙口数 4 デリックブーム 10t×8, 10t×6
燃料油艙 748t 燃料消費量 20.6t/day(主機のみ)
清水艙 396t 主機械 横浜 MAN K7Z60/105C型ディ
ーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 6,300PS(165RPM)
(常用) 5,360PS(156RPM) 補汽缶 3 号缶 1 基
発電機 AC 445V 230kVA 2 台 送信機 500W, 50W
各 1 台 受信機 3 台 速力(試運転最大) 16.9kn
(満載航海) 約 14.3kn 航続距離 約 10,300哩
船級 NK 遠洋区域 船型 凹甲板型 乗組員 38名



一体型製品の重量 5 吨まで
高耐蝕性の材質と

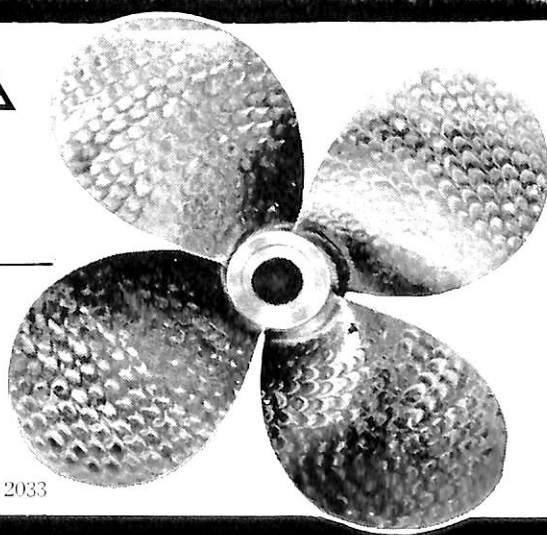


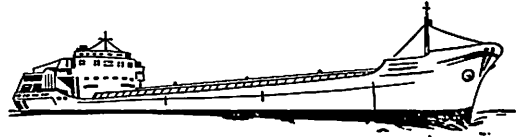
仕上精度に定評ある

ミカド
プロペラ

株式会社 **河野鑄工所**

大阪市東住吉区加美絹木町 1 - 28 電話 (791) 2031 ~ 2033





Teyon-100A

〔低温用アルミキルド鋼板〕

この鋼板は、プロパンなど -60°C から -105°C の低温で液化された、各種ガスの輸送船や、貯蔵容器用に好適な材料として、当社が独自の技術により、開発したものです。特に低温における切欠きじん性と溶接性にすぐれ、焼準を施してあり、特別の合金元素を必要としません。

規 格

引張り及び曲げ試験

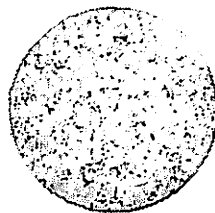
引 張 り 試 験					曲 ゲ 試 験	
降伏点 kg/mm^2	引張強サ kg/mm^2	板 厚 mm	使 用 試 験 片	伸 び %	使 用 試 験 片	曲 ゲ 半 径 t = 板厚
33 以上	45 以上	13 以下	JIS 5号	22 以上	JIS 1号	曲 ゲ 角 度 180° において $1.5 \times t$
		13 超 38 以下	JIS 5号	28 以上	JIS 1号	

化学成分 (%)

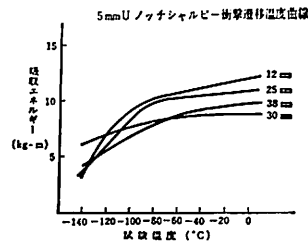
C	Si	Mn	P	S
0.14以下	0.15~0.35	1.50以下	0.030以下	0.035以下

衝撃試験 WES低温構造用鋼板判定基準案 G種

試験温度 °C	使 用 試 験 片			3 コ の 試 験 の 最 低 吸収エネルギー kg-m
	種 類	板 厚 mm	厚×幅×長 mm	
1種 -75	JIS 5号 (5mm Uノッチ)	6以上 8以下	5×10×55	1.0以上
		8 超 11以下	7.5×10×55	
2種 -120	シャルピー衝撃試験片	11 超 38以下	10×10×55	1.4以上



オーステナイト結晶組織
×100



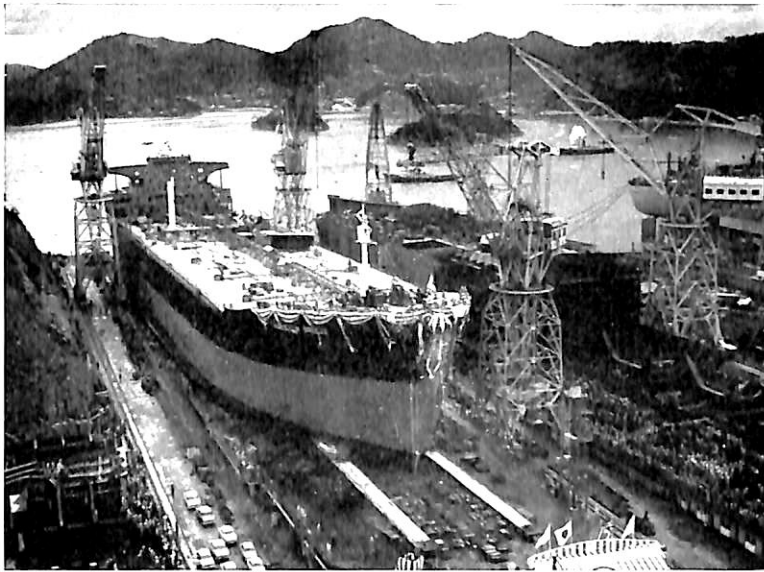
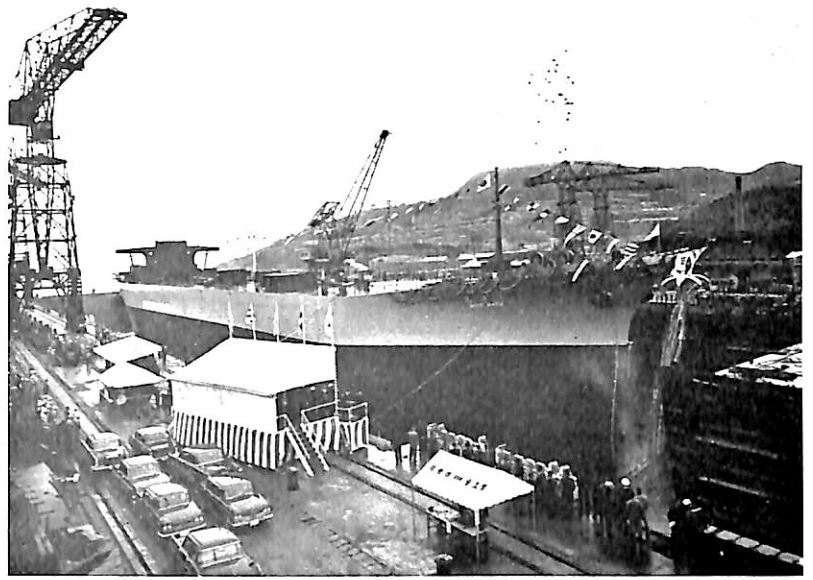
株式会社 日本製鋼所

東京都千代田区有楽町1-1-2 日比谷三井ビル
電話(03) 6111 (六代線)
支社 大阪市北区中之島2-22
営業所 福岡市天神町・名古屋市中区登島町
出張所 札幌市南一条・新潟市東大通

18次油槽船 美洋丸 日本郵船株式会社
BIYO MARU 大洋商船株式会社

佐世保重工業株式会社建造

起工 38-6-5 進水 39-1-13
竣工 39-5-下予定 全長 244.50m
垂線間長 232.00m 型幅 34.80m
型深 20.80m 満載吃水 13.85m
総噸数 約 47,000T 載貨重量 約 75,000kt
貨物油艙容積 100,500m³ 主荷油泵
1,500m³/h 3台 浚油泵 200m³/h 2台
主機械 横浜 MAN K9 Z86/160C 型ディー
ゼル機関1基 出力(連続最大) 20,700PS
(119RPM) 補汽缶 水管缶, 排ガス缶
各1基 速力(試運転最大) 16.5kn
(満載航海) 15.50kn 船級 NK 船型 平
甲板型 乗組員 34名 予備 6名 旅客 1名
カーゴ・フリーボードの採用。主ポンプ室
上にバルブコントロール室を設け、荷油タ
ンクおよび主ポンプ室内の主要バルブを遠
隔操作する。フリーフロー・システムの採
用。機関室に防音・防熱の制御室を設け、
また自動係船機7台をも装備するなど大幅
な自動化、合理化が採用されている。本船
は九州石油が大分県鶴崎地区に建設中の製
油所とペルシャ湾間の原油輸送にあたる。



ハルシオン ブリーズ
輸出油槽船 HALCYON BREEZE

船主 Caribbean Tankers Ltd. (Bahama)
日立造船株式会社因島工場建造
起工 38-10-10 進水 39-1-18
竣工 39-4-末予定 全長 242.50m
垂線間長 232.80m 型幅 35.80m
型深 16.85m 満載吃水(型) 12.16m
総噸数 約 41,400T 載貨重量 約 67,000Lt
貨物油艙容積 約 88,600m³ 貨油艙数 17
主機械 日立 B&W 984-VT 2BF-180型デ
ィーゼル機関1基 出力(連続最大)
20,700PS 速力(試運転最大) 16.7kn
(満載航海) 15.7kn 船級 LR 乗組員 64名
本船は同工場建造船のうちでの最大で、貨
油艙数も従来の同型タンカーに比し約半分
の17である。中央部の船橋をやめ前方に
見張台を設け、備付の電話で操舵室に連絡
する。大型タンカーにははじめての波型隔
壁を採用、従来の平板隔壁より経済的で、
タンクの洗浄も容易である。

船舶用ケーブル

JIS (N.K.) ・ AB ・ BV規格

特長

社内試験の徹底的励行
アフターサービスの充実
価格の需要家本位
納期の確実な励行

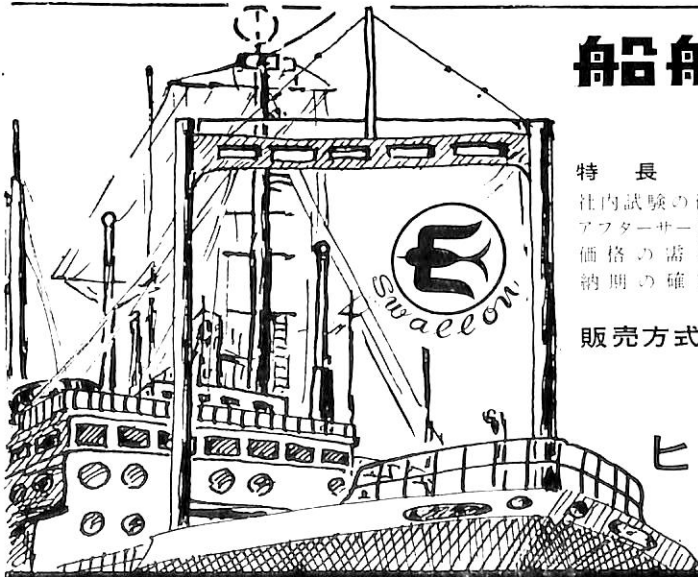
RV ・ ECX
配電盤用クロロプレーン
STW・STWP DNP, DNP, FNP

販売方式 ORDER & SELL SYSTEM

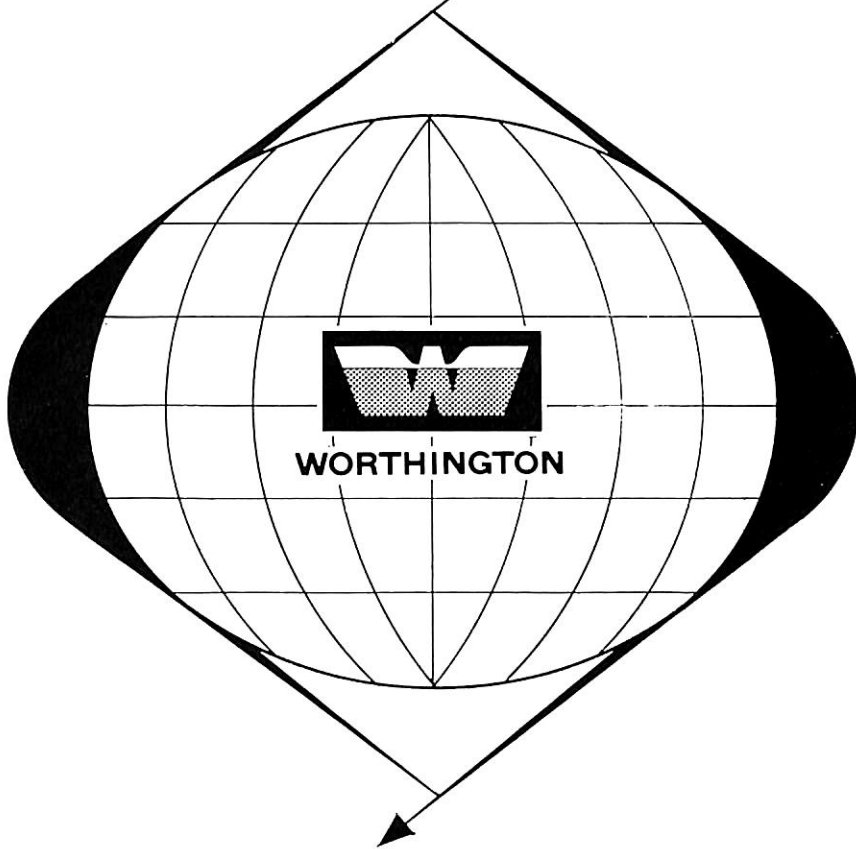
ヒエン電気株式会社

本社営業部 大阪市西区江戸堀北通2-3 新阪ビル
TEL 大阪(443) 2256代

工場 堺・支店 東京・福岡



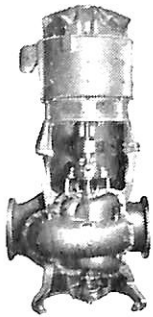
●全世界を網羅する → ウオシントンのサービス網



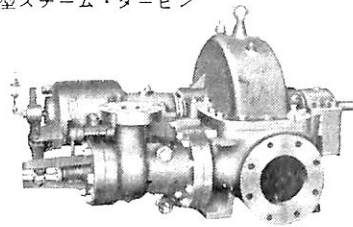
全世界同一設計………完全な規格による互換性………

ウオシントンの船用機器は米国を初め、日本、英国、ドイツ、カナダ、フランス、イタリア、スペイン、アルゼンチン、メキシコ、ブラチル等主要港の所在する世界10数カ国において、同一設計の下に完全な互換性を持つ機器が製作されておりますから、緊急の場合、短期間の入港期限内に充分なサービスが受けられます。

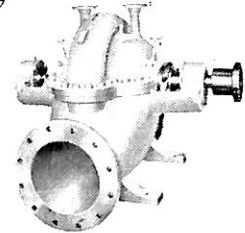
堅型循環ポンプ



横型スチーム・タービン



荷油ポンプ



詳細につきましては下記弊社にお問合せ下さい。なお新潟ウオシントンでは米国ウオシントン製品の輸出入業務も併せて行っております。

技術提携

新潟ウオシントン株式会社

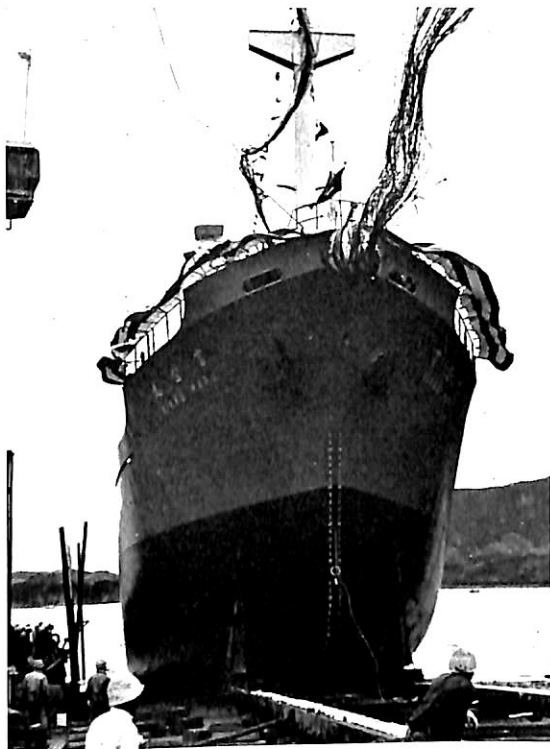
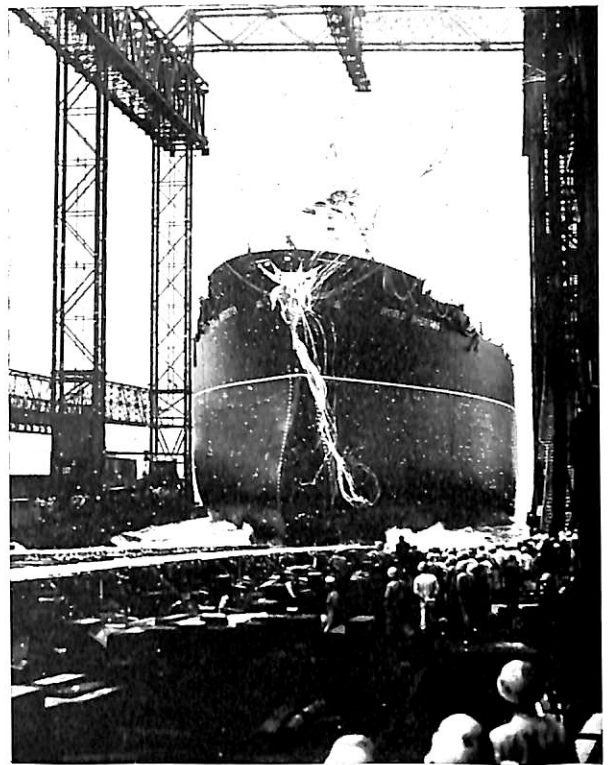
東京都港区赤坂新坂町
営業所 大阪市北区梅田町
福岡市東中州
広島市小冊

赤坂国際館
新阪神ビル
花の関ビル
共電ビル

電 (402) 6211 大代表
電 (361) 9013
電 (3) 7574
電 (41) 8461

ワールド インヘリター
輸出油槽船 **WORLD INHERITOR** →

船主 Orpheus Tanker Corp. (Liberia)
三菱造船株式会社 長崎造船所建造
起工 38-9-20 進水 39-1-14 竣工 39-3-末予定
垂線間長 225.00m 型幅 32.20m 型深 16.70m
満載吃水 11.58m 総噸数 約 35,200T
載貨重量 約 55,000Lt 主機械 新三菱重工製蒸気タービン 1基 出力(連続最大) 18,000PS
主汽缶 三菱長崎製水管缶 2基
速力(満載航海) 16.5kn 船級 LR
同型4隻のうちの第1船で、荷役時の係船作業の軽減を図って、オート・テンション・ウインチ6台を設けている。

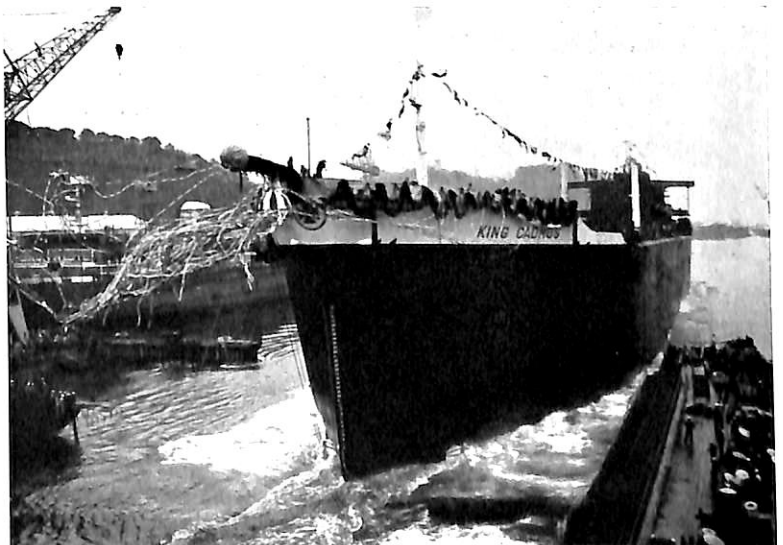


← 貨物船 **吉公丸** 特定船舶整備公団 佐藤国汽船株式会社
KIKKO MARU

瀬戸田造船株式会社建造
起工 38-9-10 進水 39-1-26 竣工 39-2
全長 90.10m 垂線間長 82.50m 型幅 12.80m
型深 6.50m 満載吃水(計画) 5.50m
総噸数 約 1,998T 載貨重量 約 3,100kt
貨物艙容積(グリーン) 約 3,950m³
荷役装置 電動油圧式ウインチ 11台
主機械 神戸発動機製 UET ディーゼル機関 1基
出力(連続最大) 2,350PS 発電機 交流 120kVA 2台
速力(試運転最大) 14.25kn (満載航海) 12kn
船級 NK 近海1級 主航路 北海道-京浜-阪神間

キング カドマス
輸出油槽船 **KING CADMUS** →

船主 Cadmus Shipping Co., Ltd. (Liberia)
浦賀重工業株式会社建造
起工 38-7-23 進水 39-1-28
竣工 39-3-末予定 全長 229.00m
垂線間長 218.00m 型幅 32.20m
型深 16.20m 満載吃水 11.55m
総噸数 約 33,000T 載貨重量 約 53,000Lt
貨物油艙容積 約 71,090m³
主機械 浦賀スルザー 8RD90 型ディーゼル機関 1基 出力(連続最大) 17,600PS (119RPM) 速力(試運転最大) 16.5kn (満載航海) 15.5kn 船級 AB



わが国初めての海洋双胴型客船

シー・パレス 進水

SEA PALACE

瀬戸内海汽船株式会社・特定船舶整備公団

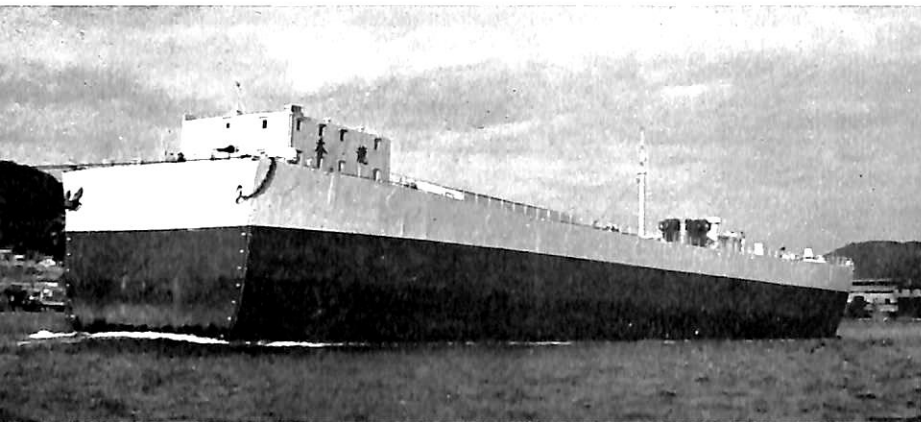
日本鋼管・清水造船所建造

日本鋼管・清水造船所で建造していたわが国初の海洋双胴型客船「シー・パレス」は去る1月20日進水を終えた。本船は乗客317名、乗用車15台を搭載し、広島―音戸の瀬戸―呉―高浜―三津浜間に就航するもので、円型の展望室や浴室、レーダー、無線電話、冷暖房装置などを備えたデラックス双胴船となる。

本船は海洋を航走するはじめての双胴船であるため、波による振れの力を十分計算し、さらにこれを運輸省船舶技術研究所での実験で確認したうえ、安全な強度をとった設計を行なっている。本船では将来のテストケースとして、展望室の外回りにすべてプラスチックを採用し、船体重量の軽減化をはかっている。



起工 38-12-5 進水 39-1-20 全長 41.50m 全巾 12.80m
片舷船体の長さ(垂線間) 38.00m 片舷船体の幅(型) 3.60m
深さ(型) 3.90m 船体心距(中心間) 9.20m 吃水(型) 2.50m
総噸数(約) 410T 主機 ダイハツ製ディーゼル機関 2基
出力 650PS×2 最大速力 15kn



船体 旧タンカー船体8区画分使用 長さ 約 93m 幅 約 20m
深さ 約 11.90m 泥艀容積 約 8,000m³ 主原動機 3,000PS ディーゼル機関 1基 主発電機 2,500kVA 2,000kW 主ポンプ(排送ポンプ) 4,000m³/h 1台 船価 25,800万円

わが国初のサンプ・リハンドラー

呑 竜

DONRYU

日立造船・向島工場建造

運輸省伊勢湾港湾建設部向けサンプ・リハンドラー呑竜は1月11日名古屋港稲永第2埠頭で引渡され、鍋田沖で作業を始めるが、名古屋港航路浚渫に従事している浚渫船海竜丸の浚渫土砂を集積し、鍋田干拓地埋立のため排水ポンプによりパイプを通じて輸送される。サンプ・リハンドラーは旧タンカー船体部を改造利用した土砂中継基地である。

フ リ ン ト コ ー ト (バラストタンク用塗料)

バ ラ ス ト コ ー ト (バラストタンク用塗料)

S P マ リ ン ペ イ ン ト (マ リ ン ペ イ ン ト)

各 種 船 底 塗 料

好評の船用塗料!

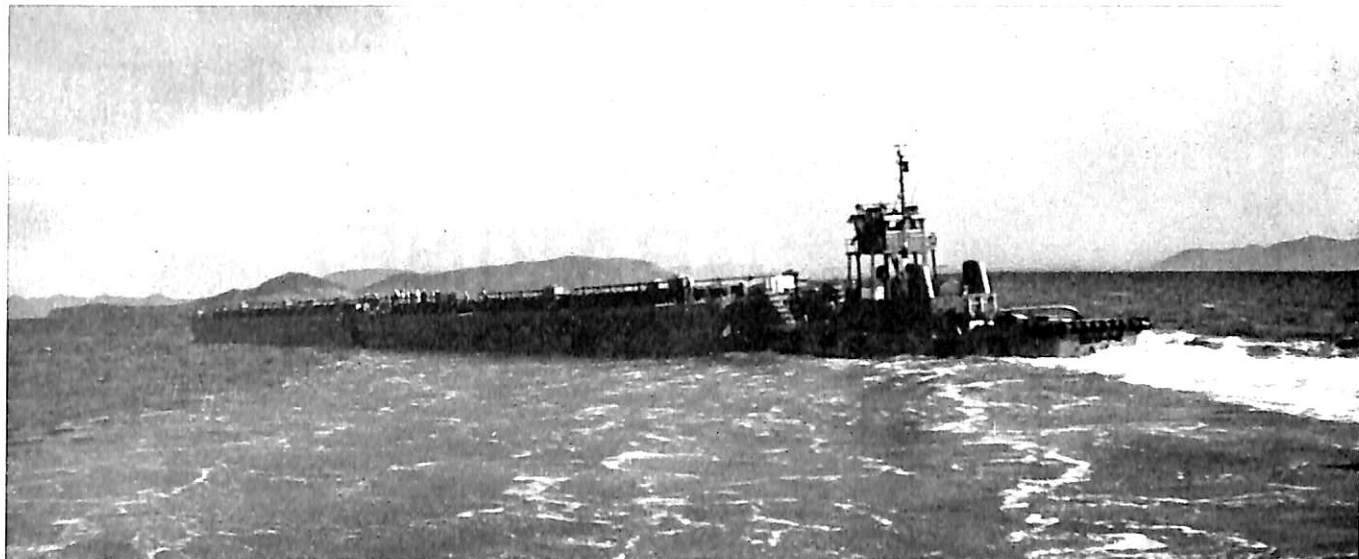


シ ン ト ー 神 東 塗 料

本社・尼崎市尾浜国広1ノ1 支店・東京都江東深川木場3ノ13

札幌・仙台・富山・名古屋・大阪・岡山・広島・福岡

三井造船のバージラインシステムによる押船および底開式土運解船完成



三井造船の浮揚機器事業室ではかねてより沿岸、港湾、河川における貨物の輸送能率の飛躍的向上と輸送費の低減のため採用されている「バージラインシステム」と呼ばれる新しい海上輸送方式に適した押船、解船、ポンツーン、タンクおよびフローター等の設計、試作建造ならびに研究を重ねてきたが、(本誌昨年第16巻12月号にて紹介)昨年神戸港臨海工業地帯埋立工事用として、ブルドーザー工業(株)、日下部汽船(株)および大阪商船(株)より1,240PS 押船4隻、870PS 押船1隻、530PS 曳船1隻、1,600t型底開式土運解船8隻、1,000m³積箱型土運解船2隻を受注、本年3月末を最終納期として建造を急いでいる。これらのうちこのほどブルドーザー工業向け1,240PS 押船1隻(第一ブルドーザー丸)、1,600t型底開式土運解船2隻、日下部汽船向け1,240PS 押船1隻(須磨丸)、大阪商船向け1,600t型底開式土運解船2隻が竣工し、それぞれの船主に引渡された。

この押船2隻はそれぞれ2隻ずつの土運解船を縦方向に連結あるいは横手方向に並べて押航するものである。

バージラインシステムとは、船の主機関兼操舵機の役目をする押船(pusher)が船艙部分にあたる解船を何隻

も各種方式により連結組合わせて一まとめにした状態で押航する海上輸送方式で、その主な特長は次のとおりである。

- (イ) 各個の解船(burge)は1隻ずつ離脱、集合が自在であるので「貨物集積地から末端需要地」へという理想的な海上輸送ができる。
- (ロ) バージは1隻または数隻をそのまま浮倉庫としてある期間放置しておくこともできる。
- (ハ) 押船はバージを目的地へ航送すれば荷役をまたないで他のバージを押航して航行を続けることができ、貨物輸送が迅速に行なえ、しかも押船を常に最高の稼働率のもとに運航できる。
- (ニ) 従来の貨物船と異なり、操舵および原動機部分はブッシャーに、船艙および係船装置はバージにそれぞれバラバラに分解され、小型かつ安価となる。
- (ホ) 乗組員は積荷の大小に関係なく、押船だけの定員でよく、また押航することにより各バージに舵および操舵員の必要がないので人員の大幅削減ができ、従って運航経費が安い。

押船および土運解船の主要目は次の通りである。

1,240 PS 押船 (第一ブルドーザー丸、須磨丸、同型)

総噸数	130T
長さ	22m
幅さ	7.5m
深さ	3.6m
原動機	大阪発動機製 DE 620BPS × 2
速力	約 10kn

土運解船 (4隻とも同一仕様)

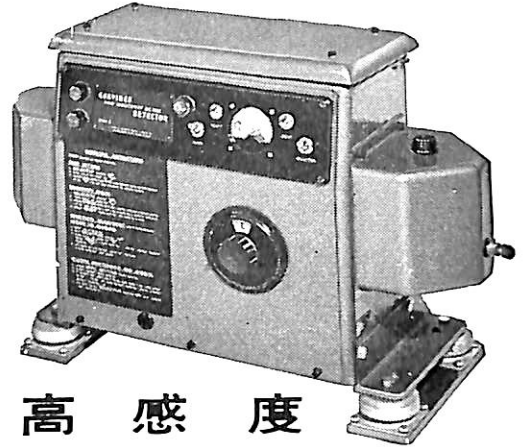
積貨重量	1,600t
長さ	65m
幅さ	10.6m
深さ	3.7m



クランクケース
保護用(防爆用)

GRAVINER

MARK 2



高 感 度
オ イ ル ミ ス ト
検 知 装 置

■安全保証ノ船舶内燃機ノ自動操従化ノ一環ノグラビナー高感度検知装置は廉価で且簡単に取付けられディーゼルエンジンのクランクケース内の過熱を即時に示し大きな損害の発生を未然に防ぎます。

GRAVINER *High Sensitivity Detector*

英国ゴスポート市 GRAVINER MANUFACTURING CO, LTD

●詳細は次の所にお問合せ下さい。

大阪市南区安堂寺橋通三丁目九番地
日本総代理店 原田産業株式会社

電話 (261) 3431~5 (251) 2228

東京都千代田区丸の内一丁目六番地 (東京海上ビル新館第1600号)
原田産業株式会社東京出張所

電話 (281) 6486・6487

名古屋市中区本願町六丁目 (佐久間ビル)
原田産業株式会社名古屋出張所

電話 (23) 4 3 9 7

グラビナー社製品 (上記以外) 空輸防火装置 工業用サーモスタット、オーバーヒートスイッチ及び防爆装置

1 月 の ニ ュ ー ス 解 説

編 集 部

○ 海運造船問題

● 一般政治経済

12月

27日(金)●外国為替収支 11月は経常収支で4,600万ドル、総合収支で1,100万ドルの赤字となる。

29日(日)●39年度予算案きまる。一般会計3兆2,554億円、財政投融资計画1兆3,402億円。

31日(火)●日本・アメリカ両国政府 在日アメリカ軍の削減について共同発表す。

1月

6日(月)●輸出入信用状収支 12月は輸出4億2,500万ドル、輸入3億7,400万ドルで5,100万ドルの黒字となる。38年中は輸出46億8,900万ドル輸入35億3,100万ドルで11億5,800万ドルの黒字。

7日(火)○石川島播磨重工業・名古屋造船・名古屋重工業 合併契約書に調印す。

●閣議 戦没者に対する叙位叙勲の基準をきめる。

8日(水)○船主協会 海運企業の集約化にともない、協会の機構改革を行なうことをきめる。

9日(木)●政府 経済協力開発機構貿易委員会の輸出信用供与政策の調整作業に参加の方針をきめる

○英国海運会議所の不定期船運賃指数 12月は127.8で11月より0.2低下す。

10日(金)●池田首相 福田通産相に“機械などの輸出に際し延払い制度を再検討するよう”指示す。

●日本銀行 市中銀行に対する新しい窓口規制方式の実施をきめる。

●パナマ アメリカと国交を断絶す。

○綾部運輸相 北米定期航路関係11社に対し、米国連邦海事委員会から要求されている海上運賃についての文書の提出を差し控えるよう指示す。

○運輸省港湾局 特定船舶整備公団による港運船の建造予定をまとめる。舩76隻、曳船4隻。

13日(月)●輸出入通関実績 12月は輸出6億4,100万ドル、輸入6億4,900万ドルで800万ドルの入超となる。38年中は輸出54億4,700万ドル、輸入67億3,600万ドルで12億8,900万ドルの入超。

●38年の粗鋼生産量 3,150万トンに達す。

○運輸省海運局 39年度予算で内航対策として

25億4,900万円が計上されたことにともない、内航船代替建造施策3カ年計画をきめる。

14日(火)●最高輸出会議 38年度の輸出目標の達成状況と今後の輸出振興策を検討す。

15日(水)○米国原子力委員会海事委員会 米国は原子力船サバンナ号で日本・西独両国の乗組員を訓練することに同意したと発表す。

17日(金)●経済関係閣僚懇談会 公共料金の引き上げの1年間の停止など“当面の物価安定具体策”をきめる。

21日(火)○綾部運輸相 ニューヨーク定期航路関係9社に対し、航路経営の安定を図るため早急に運営会社を設立して合理化を図るよう勧告す。

22日(水)○佐藤造船工業会長・松原船舶輸出組合理事長池田首相と造船問題で懇談す。

●政府 経済審議会に“国民所得倍增計画の残された期間における中期の経済5カ年計画の作成”について諮問す。

●38年の自動車生産台数 128万台で37年より30%の増加となる。

23日(木)○綾部運輸相 海運企業整備計画審議会に日本郵船・山下新日本汽船・昭和海運・ジャパンラインの4グループ27社の整備計画の承認について諮問す。

○造船工業会 WESIC(西欧造船連合)の招請を受諾し、佐藤会長・山田専務理事を派遣することをきめる。

○ニューヨーク定期航路9社 ニューヨーク航路運営株式会社設立大綱を運輸相に提出す。

●38年の石油生産量 5,660万キロ・リットルで37年より29%増加す。原油輸入量は5,733万キロ・リットルで37年より33%の増加。

27日(月)●第3回日米貿易経済合同委員会 開かる。

●フランス・中共両国政府 外交関係の樹立について発表す。

28日(火)●外国為替収支 12月は経常収支で5,600万ドル、総合収支で3,300万ドルの赤字となる。38年中は経常収支で5億7,200万ドルの赤字、総合収支で3,700万ドルの黒字。

29日(水)●鉱工業生産指数 12月は154.4で11月より2.7%上昇(季節変動修正指数では1.1%低下)す。

30日(木)●南ベトナムでクーデター 成功す。

○業界紙によると運輸省船舶局はわが国のOECD加盟後の造船業対策の検討をはじめた。

まずまずの39年度海運・造船関係予算

39年度予算案は12月29日の予算閣議で、一般会計3兆2,554億円、財政投融資計画1兆3,402億円と決定された。この予算規模は大蔵省原案にくらべて一般会計では113億円減少したものの財政投融資計画では457億円も増加しており、また38年度当初予算額にくらべると一般会計で4,054億円、14.2%、財政投融資計画で2,305億円、20.8%上回るものとなった。

最近の国際収支と物価の動向からみて、国際収支の改善と物価の安定は39年度の最も重要な課題といわれており、そのため39年度の予算編成方針でも“国際収支の改善と物価の安定をはかることを目途としつつ、いやしくも財政が景気に対して刺戟的要因になることを避けるため、健全均衡財政の方針を堅持する”とうたわれたのであった。しかし、現実の年度予算案はかなり大規模のものとなっており、健全均衡の線がくずれて景気刺戟的性格が強まったといわれている。

海運・造船関係予算についてみると、国際収支の改善という柱を中心に、まずまずのものであった。

海運関係では、計画造船に対する開発銀行資金が増額されたほかに、ニューヨーク定期航路合理化助成、船質改善対策、内航海運対策が新たに認められた。

39年度の計画造船に対する開発銀行資金は247億円と38年度の当初規模200億円より47億円増額された。この資金により建造される船腹量は、油槽船42万7,000GT、専用船17万5,000GT、定期船および一般貨物船4万GT、計64万2,000GTが予定されている。財政資金の融資比率は、油槽船および専用船が80%、定期船および一般貨物船が70%となっている。

ニューヨーク定期航路の合理化助成は、三国間輸送助成金を38年度より5億円増額して9億6,000万円とし、この中でニューヨーク定期航路関係会社に重点的に助成することになった。助成金の交付率は、三国間運賃収入に対して平均で4.5%、ニューヨーク定期航路関係会社は5.5%、その他の会社は3.0%と予定されている。こうしたことから、今後三国間輸送助成がやがて定期航路助成に形をかえていくのではないかと思われる。

外航船の船質改善対策は、開発銀行資金として10億円が計上された。この資金により財政資金の融資比率を50%として、在来船・輸入船・初期の計画造船で建造された船舶等で老朽化の著しい船舶の代替建造と、船型の大型化にともなって経済的に陳腐化した2~3万DWの標

準型油槽船の改造による大型化、または鉱石専用船への転用が行なわれることになった。

内航海運対策は、特定船舶整備公団資金として25億4,900万円が計上された。この資金により内航老朽船・運炭機帆船および沿岸木造タンク船を解撤し、鋼船の建造が行なわれることになった。建造量は、石炭専用船2万830GT、油槽船等2万2,000GTが予定されており、財政資金の融資比率は70%となっている。

造船関係では、高経済性船舶の試設計について、37年度の9,500GT型ディーゼル定期貨物船、38年度の6万5,000DW型原油生焚きタービン油槽船にひきつづいて、39年度には1,455万円の予算で高張力鋼を使用した4万GTの鉱石専用船の試設計が行なわれることになった。この試設計は乗組員が14名で運航できる高経済性船舶を考えている。なお、高経済性船舶の試設計はこの鉱石専用船で終わることになっている。

原子力船の開発については、原子力船開発事業団への政府出資金が科学技術庁予算として3億2,100万円計上された。39年度の資金規模は、民間の出資金・寄付金1億700万円等を合わせて4億5,000万円になるものと想定されている。

船舶輸出については、輸出入銀行に対する政府出資が225億円と38年度当初規模より25億円、預金部融資が712億円と102億円増加し、自己資金等を合わせた貸出規模は1,600億円となっており、船舶輸出にとくに支障が生じることはないと思われる。

また、貿易振興会（ジェトロ）関係で、オスロでの長期市場開拓調査に518万円、バンコックでの市場調査員2~3名の常置に450万円が認められている。船舶輸出関係では従来このような形での長期市場開拓調査事業が行なわれておらず、これによる成果は大いに期待されるところである。

国内船金融と輸出船金融

わが国経済が高度安定成長をはかっていくためには、国際収支の長期的均衡が不可欠の要件であることはいうまでもないことである。わが国経済の景気循環過程における景気の盛熟期に、国際収支の大幅な悪化から景気調整策が実施されてきたことは熟知のことであり、また最近では景気の上昇がそれほど実感をともっていないにもかかわらず、国際収支の動向が懸念されている。とくに貿易外収支の構造的な赤字幅拡大の傾向は、国際収支の改善のうえで大きな負担となっており、このため貿易外収支のなかでも最大の項目である海運関係収支の改善が重要な課題として認識されるようになってきた。

海運関係収支がどうして赤字を拡大してきているかという、わが国の貿易構造に基因して輸入運賃総額が輸

出運貨総額にくらべて3倍程度になっているという構造的な面があると同時に、わが国の外航船の積取比率が33年以来年々低下し37年には輸出52%、輸入46%にまでも低下していることが大きな原因になっている。このことは、わが国の貿易規模の拡大に対して外航船腹の拡充が十分でなかったことによるものであり、したがって海運関係国際収支の改善のためには、外航船腹の大幅な整備拡充が必要になっている。

ところで、外航船腹の建造計画をみると、38年度の計画造船は当初の開発銀行資金200億円が246億円で増額され、建造量も53万GTから63万GTに拡大されることになっており、39年度の計画造船も開発銀行資金247億円で64万GTの建造が見込まれている。しかしながら38年度の計画造船に対する建船希望量は、海運企業の集約化の実現とともに急速に具体化し、最近の情勢では63万GTを上回ることが予測されており、一部建造工程の繰り延べも考えられていると伝えられる。また39年度の計画造船についても国際収支の改善という見地からすると、64万GTでは必ずしも十分でないという見方もされている。このように外航船腹の拡充の必要性が認識されながらも、いざその実施の段階になると船腹の拡充は財政資金枠に制約され、わが国の船主は自由に十分な船腹の拡充が行なえないのが現実となっている。

一方、輸出船の建造についてはどうであろうか。わが国のプラント類の輸出の振興のため、輸出入銀行の資金はプラント類の契約の状況に応じて供給されており38年度には大量の輸出船の受注によって財政投融資資金が100億円追加されている。したがって、輸出船の建造は輸出人銀行の資金枠によって制約されることがなく、外国の船主はわが国の財政資金を十分に利用して、自由に大量の船舶を建造することが可能というわけであり、この点わが国船主にくらべて常に有利な状態におかれているということができよう。

外貨の獲得という点からみると、短期的には船舶輸出の方が効果的であると考えられるが、これも延べ払い期間の長期化にもなると必ずしもいえなくなっているのに対して、長期的には外航船腹の拡充の方がより有利であることは種々の計算例によって明らかにされている。してみると、同様に外貨の獲得—国際収支への貢献という立場で財政資金を投入するに当って、外国船主がこれも自由に利用できるのに、より貢献度の大きい日本船主がこれを自由に利用できないというのはきわめて不合理だといわなければならないであろう。

最近、運輸省では国際収支改善策として、計画造船方式の再検討が行なわれていると伝えられるが、その際建造規模がつねに財政資金量によって制約されることのない

よう、金融方式の再検討が必要なのではなからうか。国内船・輸出船を一本とした造船金融機関の設置もその一つの考え方と考えられ、この中で融資条件を国内船と輸出船、国内船でも集約した海運企業とその他の企業によって区別することも考えられようし、またわが国の輸入物資の輸送を目的として建造される輸出船の建造やその用船のチェックもある程度可能となるであろうし、国際収支面からみた財政資金の効率的運用も可能となるのではなからうか。

OECD 加盟と造船業

わが国の OECD 加盟にともなう問題点としては、すでに海運業に対しては外国用船の制限の撤廃などの事態が生じているが、さらに造船業に対しても重大な問題がもちあがってきている。

その一つは、OECD工業委員会の造船作業部会の動きである。この造船作業部会は西欧造船国の造船不況から昨年5月以来国際造船業対策を検討しているもので、とくに一昨年来のわが国の大量の輸出船の受注が西欧造船国の最大の関心事となり、わが国への風当たりが強くなっている。わが国からは藤野運輸省船舶局長がオブザーバーとして出席し、わが国造船業の実情を説明するとともに自由にして公正な国際競争によるべきであると主張しているが、西欧諸国の一部には造船割り当て制を唱える主張もあるようにも伝えられている。本年7月頃には各国の造船事情を詳しく調べた報告が出される予定であり、その成り行きが注目される。

その二つは、OECD貿易委員会の輸出金融と保険に関する特別作業部会の動きである。この特別作業部会は5年以上の長期の延べ払いを規制するための作業部会で、1月14・15日にその初会合が開かれた。その主な作業としては、各国の輸出保険の実態調査から、延べ払い方式船価その他の契約内容について詳細に調査しようというものである。わが国の場合輸出船はすべて輸出入銀行の融資をうけており、かつそのためには輸出保険に加入することが義務づけられているので、すべての輸出船の契約の詳細が各国に明らかにされることになり、きわめて不利な影響をうけることになっている。この特別作業部会への参加をめぐって、運輸省では強く反対したのであるが、諸般の事情から参加することになってしまったのであり、今後これに対する対策を早急に検討することが必要になっている。

元来 OECD は加盟各国の自由貿易の促進と後進諸国の開発援助を目標としているものであって以上のような西欧諸国の動きは不合理きわまるものであり、これが是正を強く求めることが重要である。

自動化定期貨物船“みししっぴ丸”について

川崎重工業株式会社 造船設計部

要求される。

1. ま え が き

“みししっぴ丸”は、川崎重工業株式会社の自社船として、昭和38年5月2日起工、8月21日進水の後、各種の試運転を好成績で終えて、12月18日滞りなく竣工した。竣工後は川崎汽船株式会社殿に委託運航され、現在、西南アフリカ定期航路に就航している。

さて本船は、最新の自動化設備を総合的に採用した結果、定員わずか28名（通信士が2名であることが必要な間は29名）で運航することができる。なお本船の自動化計画については、先頃日本造船研究協会殿から発表された高経済性船舶の試設計を大幅に採り入れており、その調査研究のため同協会から補助金として3,000万円を受けている。

2. 本船の主要目

全長	156.70m
垂線間長	145.00m
型幅	19.40m
型深	12.20m
満載吃水	8.724m
総屯数	8,899.98t
純屯数	5,209.76t
載貨重量	11,978.00t
貨物艙容積（ベール）	16,598.04m ³
（グリーン）	18,105.95m ³
冷蔵貨物艙容積	428.70m ³
主機械	川崎MAN K8Z70 / 120C, 2サイクル, 単動クロスヘッド型, 高過給ディーゼル機関 1台
	連続最大出力, 9,000PS, 128rpm
ボイラ	川崎BSパッケージ・ボイラ 1台
主発電機	AC445V×250kVA 3台
速力（試運転最大）	19.731kn
船級	日本海事協会 NS*, MNS*, RMC,
乗組員	

	甲板部	機関部	事務部
上級士官	船長 1	機関長 1	通信士 1*
次級士官	1等航海士 1	1等機関士 1	
	3等航海士 1	3等機関士 1	
準士官	甲板長 1	操機長 1	同厨長 1
部員	甲板手 4	操機手 4	調理手 1
	甲板員 3	機関員 2	同厨員 2
小計	12	11	5
総計	28		

* 船舶職員法により、昭和42年までは通信士2名が

3. 自動化計画の経緯および概要

本船は、昭和37年度に行なわれた「高経済性船舶試設計」を高度に採用した試験船として、試設計の実用化の具体的方法、およびそれら設備の実際運航上に及ぼす効果を調査研究することになっている。即ち、日本造船研究協会殿は試設計実用化の促進を図るため、高経済性船舶試設計実用化特別委員会を組織する一方、ディーゼル定期貨物船の建造船主の中から、試設計に取上げた自動化設備を高度に実船に採用し、定員28名以下に削減を試みることを希望する船主を募集された。当社は、運航者である川崎汽船株式会社殿のご理解とご協力により、本船を供試船として、上記計画に率先応募した所、同協会よりご指名を受けるにいたったものである。それ故本船の自動化計画は試設計で採り上げられた各部自動化のうち、従来最もその実用化の遅れていた甲板部諸作業の合理化に重点が置かれ、特に係船装置の合理化には新しい試みがなされた。また機関部においては当社独自の試みとして、暖機、スタンバイのシーケンス制御、および主機のプログラム操縦等の新方式を採用している。勿論その他船内諸作業の合理化についても、各種の最新設備を数多く採用し、本船運航の全般にわたって総合効果があげられるよう計画されている。

本船は、当社にて昭和36年度に川崎汽船株式会社殿のご注文により建造した、“ふろりだ丸”型第4船で、船型、一般配置等については略同様であるが、自動化を採用した結果、“ふろりだ丸”型第3船から甲板部は16名から12名に、機関部は14名から11名に、事務部は11名から5名に、それぞれ減少することができた。

4. 係船作業の合理化について

4-1 電動ホーサーリール

オート・テンション・ウインチは、外国でも、すでに相当使用されているが、重い鋼索を使用せねばならぬという欠点をもっている。それ故本船では、係船索の取扱いの容易さを狙って、軽い合繊ホーサーを使用することとし、船首・船尾に各4台、合計8台の電動ホーサーリールを設備した。本機の要目は次の通りである。

電動機 2.5kW×1,710rpm 1台
トルクコンバーター 電磁クラッチ、ロープシフター（電動）付

捲込荷重 約200kg (第7層にて)
 捲込速度 ワーピングエンド捲込速度に自動的に同調
 捲込索 55mmφ×225m, クレモナ索

4-2 監視テレビ

狭水路通過時や、港内操船の場合の前方監視のため、最近一部の船に工業テレビが採用され始めているが、本船では、この目的の外に、テレビによって船首尾の係船作業をブリッジから、遠隔監視することを考慮した。即ち、ブリッジには船首用、船尾用計2台のテレビ受像機を設け、船首尾にはそれぞれ各1台のテレビカメラを設備した。カメラはそれぞれ可搬式とし、係船側、または監視対象によって、カメラ取付位置を変更できるようにした。

船首部については、前檣のポータル上、船首楼甲板先端、および左右両舷側に、カメラ取付座を設け、前方監視、錨の格納状況や、錨鎖の展張状態の監視等、目的に応じて使い分けができる。船尾部については、ドッキング・ブリッジ両端にカメラ・マウントを設備し、デッキ上の作業や、係船索の展張状態をブリッジから、さながらバック・ミラーを見るように監視することができる。

カメラは電源同期、ランダムインターレス方式とし、ビジコン7038(K)F1.4, 12.5mm底角固定焦点EE機構付レンズを使用、全天候形ケースに収納した。さらに船尾カメラは俯仰旋回機構を持ち、操舵室からカメラ角度の変更を任意に行なうことができる。また受像機は16形114°偏向ブラウン管を使用し、カメラ制御装置を組込んだコンソール型ワゴンとし、操舵室内を自由に移動できるようにした。さらに持運びに容易な8形受像機1台を用意し、船首楼甲板または操舵室外で使用できるようにした。

4-3 揚錨機の遠隔操作

前述の工業テレビと、錨鎖の節数表示器との併用によって、将来は投揚錨作業をブリッジから遠隔操作し、船首係船作業の無人化が考えられるが、本船ではその第一段階として、揚錨機を船側から遠隔操作できるようにしている。即ち、操作員は自ら舷側に立ち、錨を見ながらポータブル・コントローラーによって、ブレーキ、クラッチの操作および速度制御を行なうことができる。したがって従来舷側に立って合図していたシグナル・マンは不要となった。なお本船の揚錨機は係船機と共に保守の容易な高圧式油圧駆動方式である。

本揚錨機の要目および制御機構の概要は次の通り。

揚錨機

型式： 電動油圧駆動，スパー 2 段減速

捲上荷重×捲上速度： 21 t × 9m/min

油圧モーター： 川崎スタッフア，SX510-76×1台
 (定容量ラジアルプランジャ型)

油圧源： 2 番ハッチ前部の 5 t カargo・ウインチ
 2 台分のポンプユニットと共用。

ポンプユニット要目

ポンプ 川崎ブルーニングハウス，BV732×2 台，
 定格油圧160kg/cm²，最大油圧200kg/cm²，
 電動機 交流誘導電動機 45kW×1 台，
 速度制御 ポンプ傾転角を遠隔制御して，ポンプ吐出量を変化して行なう。

揚錨機制御機構

(イ) 揚錨機本体

ブレーキ、クラッチには油圧操作シリンダの他に安全確実に期して手動ハンドルを設け、またクラッチは信頼度の高い噛合式とした。

錨鎖節数表示器の発信器は錨鎖庫よりギヤーにて連動させるようにした。

(ロ) コントロール・スタンド

揚錨機々側に設置し、下記のものを設けた。

- ・ポンプ・ユニット起動用スイッチ
- ・揚錨機←→カargoウインチ油圧回路切換用スイッチ
- ・錨鎖洗滌用バルブ開閉用スイッチ
- ・速度調節用コントロール・ハンドル
- ・錨鎖節数表示器 (受信器)

(ハ) リモートコントロール・ボックス

1 個重量 5kg

両舷側に設けたコンセントにキャプタイヤー・コードを接続して使用する。

- ・速度制御ダイヤル
- ・左舷，右舷，両舷作動切換スイッチ
- ・ブレーキ，ON，OFF スイッチ
- ・クラッチ，ON，OFF スイッチ
- ・クラッチ，作動表示灯

(ニ) 錨鎖節数表示器

セルシンモーター式，各舷に対し，1 組
 発信器は，揚錨機本体に取付け受信機はコントロール・スタンド内に組み込みとした。

4-4 係船機

係船機も揚錨機同様高圧式電動油圧駆動とした。操作はドッキング・ブリッジ上のコントロール・スタンドにて行なうようにした。その要目は下記の通りである。

型式 電動油圧駆動，スパー 1 段減速。

捲込荷重×捲込速度， 10 t × 21m/min

油圧モーター， 川崎スタッフア，SX510-76×1台
 (定容量ラジアル・プランジャ型)

油圧源 5 番ハッチ後部の 5 t カargo・ウインチ 2
 台分のポンプ・ユニットを共用

ポンプ・ユニット

川崎ブルーニングハウス、BV732×2台
(可変容量アキシャルプランジャ型)、定
格油圧160kg/cm²、最大油圧200kg/cm²、
電動機 交流誘導電動機、45kW×1台
速度制御 ポンプ傾転角を遠隔制御してポンプ吐出
量を変化して行なう。

4-5 舷梯揚収の動力化

舷梯の揚卸し、引起こし格納の諸作業をいずれも動力
化しており、その要目は次の通りである。

舷梯型式 鋼製フェザリング型、長さ 10.00m、
幅610mm、各舷1組

舷梯ウインチ、

揚卸用ウインチ、格納ウインチを各舷1台完装
備

揚卸用ウインチ、450kg×6m/min/×1.5kW×
2台

格納ウインチ、700kg×4.5m/min×1.5kW×2
台

制御方法 各ウインチとも押ボタン操作による。

5. 荷役作業の合理化について

近年、いろいろと新しい荷役機械が出現したが、雑貨
等、軽量多種類の貨物の荷役については、荷役サイクル
・タイムの点で、まだ在来のデリック・ブーム方式に勝
るものはない。しかしデリックブーム方式の欠点は、準
備と後片付けが非常に煩雑であり、多くの労力を必要と
することである。そこで本船では、デリック・ブーム1
本毎に各1台、合計18台のトッピング・ウインチを設備
し、ブームのスタンバイ、格納に要する労力を大幅に軽
減するようにした。

なおカーゴ・ウインチ、トッピング・ウインチは、前
述の揚錨機、係船機とともに、保守の簡単な高圧式電動
油圧駆動としている。また油圧源は荷役、係船両ウイン
チを共用とし一元化を図っている。

5-1 カーゴ・ウインチの要目

5 t 揚貨機

型式 電動油圧駆動スパー1段減速

捲上荷重×捲上速度 5 t × 25m/min × 12台

油圧モーター 川崎スタッフア、SX510-761台
(定容量ラジアルプランジャ型)

油圧源 揚貨機2台に対しポンプ・ユニット1組
(計9組)

ポンプユニット

ポンプ 川崎ブルーニングハウス、BV732×2台
(可変容量アキシャルプランジャ型)

定格油圧 160kg/cm²、

最大油圧 200kg/cm²、

電動機 交流誘導電動機 45kW×1台

速度制御 揚錨機と同じ、

3 t 揚貨機

型式 電動油圧駆動直結、

捲上荷重×捲上速度 3 t × 38m/min × 6台

油圧モーター、油圧源、ポンプユニットは5 t
用を共用としている。

5-2 トッピング・ウインチの要目

型式 電動油圧駆動、油圧モーターをウインチドラム

に内蔵し、ケーシング方式としてコンパクトにした。

油圧源 各カーゴ・ウインチのポンプ・ユニットを兼
用使用する。

捲上荷重×捲込速度 800kg×20m/min (一定)

保持荷重 4 t

油圧モーター川崎スタッフア—S X508C—48

装備台数 18台

操作 ワンマン・コントロール方式

5-3 艙口蓋の動力化

上甲板艙口には、マックグレゴリー式シングルプルトイ
ブ鋼製ハッチカバーを、船首楼甲板および中甲板の一部
艙口には、油圧駆動の鋼製ハッチカバーを設備して、艙
口開閉作業を動力化し、荷役準備時間を短縮した。なお
これら油圧源は前記ウインチのものと共用している。

6. 居住装置について

6-1 居室配置

居住環境向上のため、居室はすべて1人室とした。

6-2 食糧運搬用リフト

司厨員の労働軽減、能率向上のためその動線を極力短
くするよう留意した。即ち、第2甲板上の糧食庫から、
上甲板上膳室への糧食運搬は機関室荷物用リフトを共用
しうよう配置し、さらに膳室とサロン甲板上士官配膳
室の間にダムウエイターを設備して、食糧の運搬をすべ
て機械化した。機関室リフトおよびダムウエイターの要
目は下記の通りである。

機関室荷物用リフト

型式 電動据付型×1台

積載最大荷重×捲上速度 300kg×13.5m/min

最大揚程 12m

捲上用電動機 1.5kW×1, 200rpm

ケージ寸法 1,000×1,200mm

停止階数 4

自動停止用スイッチ

最上部と最下部にリミットスイッチを設けてい
る。

制御方法 各階より押ボタン操作による。

食糧運搬用ダムウエイター

型式	電動リフト×1台
積載荷重	50kg
捲上速度	13m/min
停止階数	2 (艙室←→パントリー)
揚程	5.5m
巻上電動機	0.4kW
ケージ寸法	600×600×550mm
制御方法	各階より押ボタン操作による。

6-3 艙室

調理手の労働軽減のため、厨房設備を近代化し、厨房機器はクッキング・テーブルを中心として、食品の流れがスムーズになり、調理手の動線が短縮できるよう配置を合理化した。即ちレンジ、ライス・ボイラを電化し、操作の容易化、作業環境の改善を図った。またスカラリーを止めてシンク式流し台を設け、作業姿勢を改善した。さらにディスプレイ等の近代的設備を設けて調理能力の向上を図った。また停電時を考慮し、蒸汽式クッキングボイラを設けている。

主要厨房器具は次の通りである。

電気レンジ	AC200V, 26kW	1組
電気自動式ライスボイラ	AC100V, 9kW	1組
蒸汽式クッキング・ボイラ	50/	2台
ディスプレイ	0.56kW, 3/4HP, 50人用	1台

6-4 部員食堂

部員食堂はセルフ・サービスとし、調理食品は部員配膳

室のフードロッカーから部員各自がテーブルへ運ぶこととし、食事後の食器は超音波皿洗機に返すよう設備した。

6-5 船員室造作

保守作業を軽減するため、居住室内の壁面はポリエステル樹脂化粧板を使用し、塗装の必要をなくし、清掃を容易にすることとした。

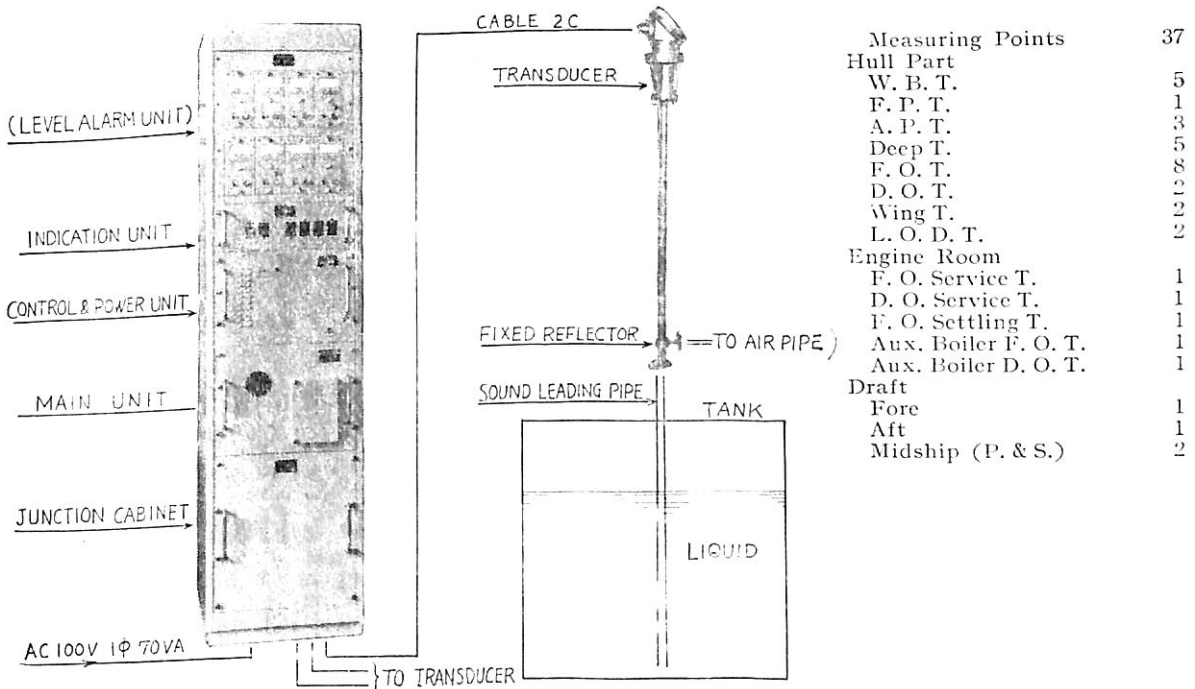
7. 保安装置について

削減された乗組員の労働量を軽減し、さらに安全性の向上を図るため下記のごとく各種保安装置の近代化をはかった。

7-1 可聴音波液面計

デイリーワークの中で特に大きな比重を占める測深作業の改善を図るため、新に開発された可聴音波を利用した電気音響式液面計測装置を設けた。概要は次の通り。

本装置はパルス状音波をタンク内に設けた音響管に放射し、液面からの反響をとらえて液面までの距離を測定するものであって、計測本体、制御部、指示部、接続部、電気部および音響ヘッド群からなっている。(第1図参照) 本装置は約2.1kc/s. の可聴音波を利用しており最大測定距離25m, 最小測定距離 50cm, 投影式表示器によりcm単位4桁のデジタル表示が可能であり、0.2% ± 1cm の精度を有する。なお表示は液深を示すようになっており、計測本体にそのための換算機構を内蔵させ



第1図 電気音響式液面計測装置 (Electro-sonic level measuring equipment)

ている。音響ヘッドを除く装置一式は、ラック形として一体に組込まれて機関部制御室内に装備されている。音響ヘッドは、船体付タンク28個にそれぞれ音響管と共に取付けられ、2芯のケーブルで本体と電気的に結合される。計測は所要タンク番号を2桁の選択押釦で指定することにより任意に且つ容易に行なうことができ、また全タンクについて順次自動的に行なうことも可能である。

7-2 可聴音波吃水計

タンク遠隔液面計と同方式によりその装置本体を共用して、船首尾および船体中央両舷の吃水を機関部制御室にて測定できるようにしている。

音響管はその下端をいかなる吃水状況においても、水線下になるようにして船体外板孔と連絡し、外孔には航海中に生じる泡や、魚貝類の浸入を防ぐため、ローズ・プレートを取付けている。船体構造上船首尾用は音響管装備位置に制約があり、トリム状態に応じた補正を図表で行なうこととした。

7-3 機関室内燃料油関係置タンク5個について、タンク遠隔液面計と同方式により、その装置本体を共用して油面を測定することとした。また超音波式油面警報装置をも設け、各タンクの規定の油面合計8点において所定の警報を発生し、あるいは関連ポンプを操作させるようにした。

7-4 海図室に貨物艙温湿度の自動記録装置および火災警報装置を設備し、保守保安作業の軽減を図った。

貨物艙温湿度記録装置

温度計 レジスタンス・バルブ式、1点、外気
露点温度計 デューセル式、8点
(艙内6、外気1、乾燥空気1)

火災警報装置

型式 煙管式可視可聴警報装置
警報区画 貨物艙 17 貨物油タンク 2
塗料庫 1 メールルーム 1

7-5 冷蔵貨物艙および糧食用冷蔵庫の冷凍装置は、自動温度調整装置および自動発停装置を設け、艙内温度は制御室で遠隔測定できるようにした。

自動温度調整装置、サーモスタット式

糧食庫3点、貨物艙4点、貨物艙は凍結貨物(-18°C)野菜用(+13°C)の2段サーモスタットを装備し、サーモスタットの作動により冷媒吐出系統に設けた電磁弁を開閉し、冷媒を制御する、

自動発停装置 冷媒圧力による圧力発停装置 (貨物用および糧食用共)

電気温度計 レジスタンス・バルブ式
糧食用 3点、貨物用 4点
装備位置 機関部制御室

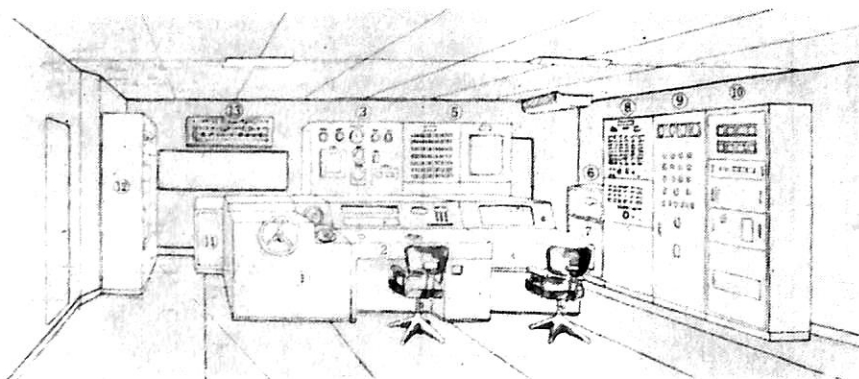
8. その他の甲板部諸作業の合理化について

8-1 水晶制御式電気時計を設け、時差調整業務を簡易化した。

8-2 ファクシミリを設備し、天気図、ニュースの自動受信ができるようにした。

9. 機関部主要目

主機関 川崎M. A. N. K 8 Z70/120C, 2サイクル, 単動クロスヘッド型, 排気ガス・タービン過給機付 連続最大出力 9,000PS×128rpm
発電機 単動4サイクル, トランクピストン型過給式ディーゼル機関駆動 250kVA×3基
ボイラ 川崎BS-15型パッケージ・ボイラ
蒸気圧力 7kg/cm²G
蒸発量 1500kg/h
排ガスボイラ ラモント(強制循環)式
蒸気圧力 7kg/cm²G
蒸発量 1000kg/h(常用出力にて)



第2図 機関部制御室

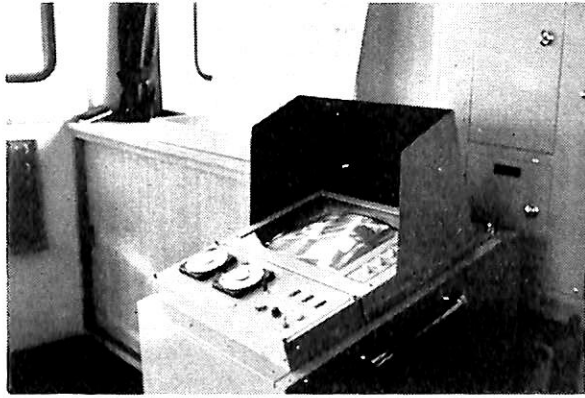
(各操作盤名称)

- ① 主機操縦台
- ② 主機自動操縦卓
- ③ 主計器盤
- ④ スキャニング・モニタ操作卓
- ⑤ スキャニング・モニタ
- ⑥ エンジン・テレグラフ・ロガー
- ⑦ 主機自動操縦卓用増山器
- ⑧ 主機補機運転表示盤および液面警報盤
- ⑨ ボイラ制御盤
- ⑩ 可聴音波式液面計測装置
- ⑪ シーケンス制御リレー箱
- ⑫ 燃料油清浄機制御盤
- ⑬ シーケンス制御表示盤

自動化定期貨物船
みしつび丸

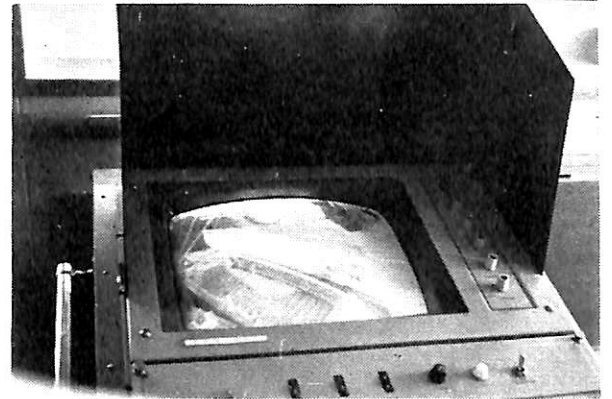


操舵室 船首部に設けた工業用テレビの受像機が手前にみえる。

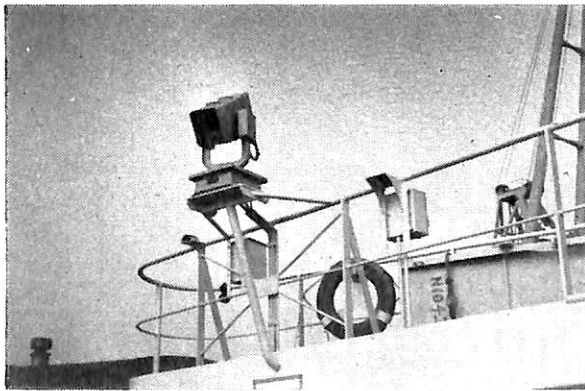


船首用テレビカメラ

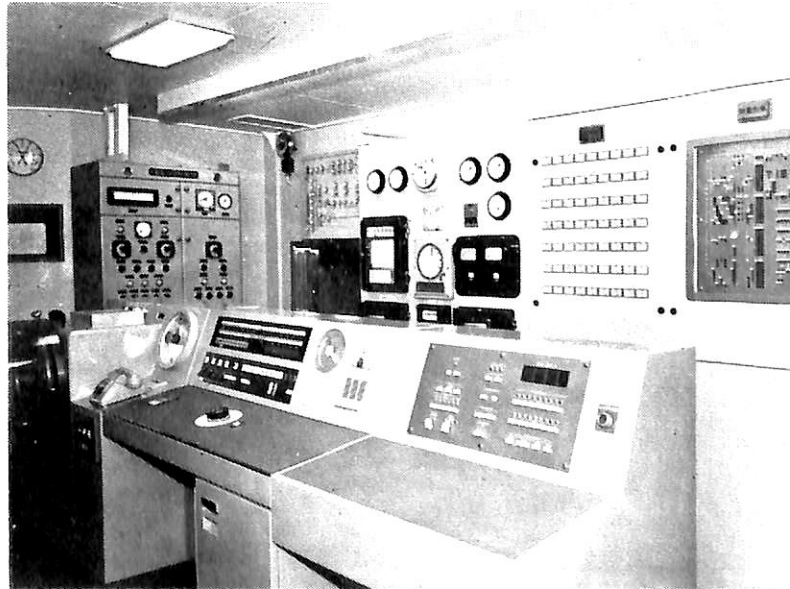
ドッキングブリッジのテレビカメラの受像機
(操舵室右舷の船首側に設けられている)



船橋のテレビ受像機に左舷の格納された錨と前面のはしけなどがみえる。



ドッキングブリッジに設けられた工業用テレビカメラ。船橋から遠隔操作される。

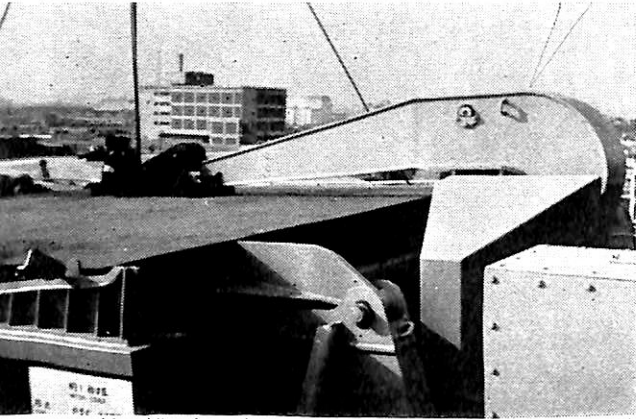


機関部制御室(手前は主機自動操縦卓)

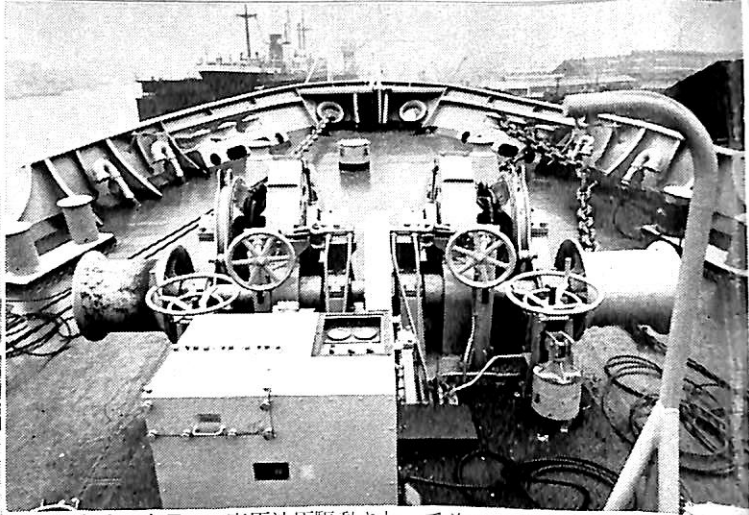
川崎重工業株式会社建造

みししつぴ丸

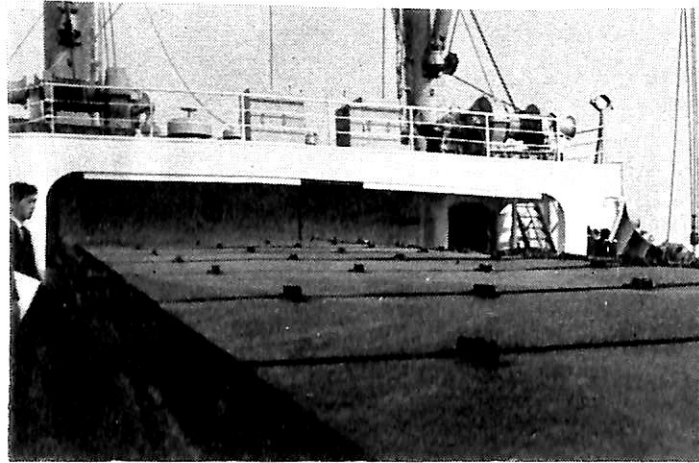
MISSISSIPPI MARU



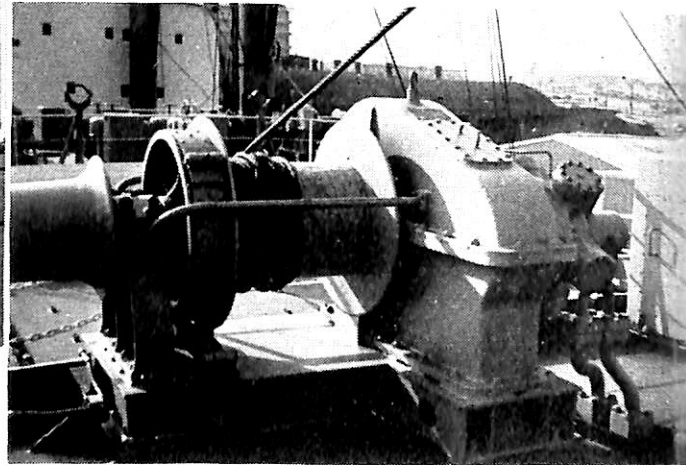
船首楼甲板にあるマックグレゴリー式
鋼製ハッチカバー（油圧駆動式）



ウインドラス 高圧油圧駆動され、手前のコントローラー
によって操作される。ウインドラスをポ
ータブルコントローラーで舷側で錨の状況
をみながら遠隔操作できる。



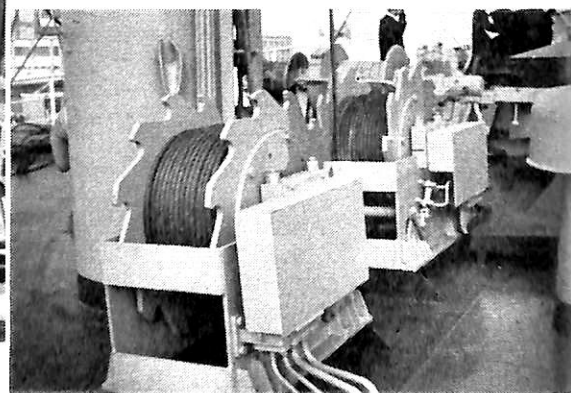
上甲板の鋼製ハッチカバー



KBC式高圧油圧駆動のカーゴウインチ



ウインチプラットフォーム（中央部にコントロールスタンドがある）



油圧駆動トッピングウインチ 各デリックに
1台ずつ設備される。

10. 機関制御室

本船の機関部には、甲板部と同様、機関部員の労働軽減に焦点を合わせ、高度の自動化が行なわれた。すなわち、従来多くの人手を要していた主機のスタンド・パイ操作も含めて、機関制御室から大幅な遠隔操作、ならびに、集中監視が行なえるよう留意されている。すなわち、制御室には第2図にも示すとおり各種の操作盤が設けられている。

制御室は室外に装備されたユニット・クーラーから供給される空気によって冷暖房されるとともに、防音、防熱が施され、また、主機関、発電機、ボイラの監視を容易にするため窓の配置にも注意がはらわれた。

11. 主機のワンタッチ・コントロール

本船の主機操縦装置には、従来、機関士の熟練と勘にたよっていた部分を、いわゆる自動制御におき換えるため、新しく開発されたいくつかの目新しい方式が織込まれている。次にそれぞれについて補足する。第3図は主機操縦装置のブロックダイアグラムを示している。

11-1 主機起動の自動制御

主機を起動する際、外界条件を検知しつつ合理的な起動燃料量によって、無理なく確実に起動させることが望まれるところである。すなわち起動失敗を避けるため、つねに必要な以上の起動燃料を噴射して、主機クランク軸および軸などに無理をかけたたり、またシリンダ安全弁を吹かしたりするのは極力避けねばならない。本装置は外界条件を検知するかわりに、起動時、空気運転の過程において中間軸系に加わる軸トルクを検出し、その量に応じた起動燃料を自動的に選定、制御するものである。起動燃料の量はあらかじめ4段階に設定されており、もし最初に自動的に選んだ量で起動しなかった場合は、順次1段上の量を選びつつ自動的に起動を繰返えし、4段目の燃料量まで続ける。いったん起動をして着火確認回転数に達すると、主機はひとまず最低回転数に保持され、つづいてプログラム増速へと移っていく。さらにつけくわえたいことは、いわばワンタッチ・コントロールともいふべき本操縦方式では、自動操縦卓上に設けられた回転設定ダイヤルを前進から後進へ、あるいはその逆に、停止位置を通り越していちどに最終目標の回転数のところへ設定すれば、この間自動的に前後進の切換え、および上記自動起動が行なわれることである。

11-2 増速時のプログラム制御

操縦卓上にはプログラムの切換えスイッチが設けてあり、港内、航海、出港、手動のいずれかを選ぶことがで

きる。すなわち港内プログラムは港内 Full までの増速のため。航海プログラムは主機の暖機も十分で、比較的速いスピードで増速するため。出港プログラムは港外に出て、主機の暖機状態を考えつつ、比較的小さいスピードでラン・アップ・フルまで増速するため。さらに手動は操縦者の意志で増減速する場合のために設けられている。いずれのプログラムの場合も、減速はプログラム・スピードなしに行なわれる。本自動操縦装置は電動式であって、プログラムはプログラム・サーボによって、また機関回転数は電気ガバナによって制御される。この装置には、また燃料量のリミットを制御する装置が組込まれており、自動操縦の安全をはかっている。

11-3 応急逆転

前進航行中に応急的に逆転を行ないたい場合、操縦卓上に設けられた応急逆転用押ボタンを押せば、燃料は直ちにカットされ、プロペラ軸の減速過程で比較的高い回転にてブレーキ空気が流入し、さらに軸トルクの大小にかかわらず燃料量の最大値を選んで後進への起動が行なわれる。着火確認を行なったあと、主機はただちに後進の港内 Full の回転に達し、この後、プログラムに従って増速される。なお本応急逆転用押ボタンは、通常誤って押すことのないようカバーされている。

11-4 振振動危険回転数の自動回避装置

前記増速プログラム・サーボには主機回転数があらかじめ設定された振り振動の危険回転数領域にはいった場合、その領域の下限に保持する回路が組込まれている。プログラムが進行し、設定回転数が危険領域外に出た場合、回転数は急速にプログラム設定値へ追従する。したがってたとえ主機回転数を本危険回転数領域内に設定したとしても、実際に回転数は下限で保持されることになる。

12. 主機の暖機、スタンド・パイ、および停止のシーケンス制御

主機操縦卓上に設けられたスイッチを操作することにより、主機の暖機、スタンド・パイ、および停止 (Finish with engine) のための一連の操作を連続して、しかも状態の確認を行なわせながら自動的に進行させることができる。制御室にはこれらシーケンスの表示盤があつて、各動作が完了するごとに、各のパイロット・ランプが順次点灯していく。第4図はこの表示盤を示す。なお各シーケンスのスイッチをいれる前に、関連補機の1号、2号はあらかじめリレー・ボックス上の操作盤で選択することができる。

12-1 暖機プログラム

清水冷却システムのスタートを主体としたもので、暖機プ

プログラム開始のスイッチをいれると、ボイラの圧力、制御用空気の圧力、コンペンセーション・タンク温度等の条件を確認しつつ、清水ポンプ出口弁の開閉、清水ポンプの起動、各冷却系統の流れの確認が行なわれ、主機の暖機が進行していく。循環清水の温度が設定値以上になった場合、暖機終了のランプが点灯する。この間コンペンセーション・タンクは自動温度調整弁により自動的に加熱される。

12—2 スタンド・バイ・プログラム、および停止プログラム

スタンド・バイ・プログラム開始スイッチをいれることによって、スタンド・バイ条件の確認を行なった後、関連補機の起動、シリング安全弁の開閉、シリング油の初期注油、ターニング・ギヤの嵌脱等を含めた一連の操作が順次に進められる。もしプログラムが途中で停止した場合、スタンド・バイ不能のランプが点灯し、プログラムが完了した場合は、スタンド・バイ完了のランプが点灯する。停止プログラムは、やはり開始スイッチをいれることによってスタンド・バイ・プログラムと逆の順序でプログラムが進行していく。本プログラムで特筆すべき事項として、ターニング・ギヤの自動嵌脱装置が含まれている。これは制御室から遠隔にて操作することもできるが、あらかじめタイマーを設定し、かつ切換スイッチを自動にしておけば、スタンド・バイ・プログラムのシーケンスの中で自動的に嵌脱し、所定時間内のターニングが行なわれる。また本ターニングの開始時にはあらかじめ機関室各所で自動的にゴングが鳴るようになっている。なお主機の空気吹かしの所では、プログラムがいったん停止して、操縦装置を用いた空気吹かしを行なった後、プログラム再起動の押ボタンを押せばよい。

13. ボイラ、および排ガス・ボイラの自動制御

ボイラ制御盤上の起動押ボタンを押すことにより、給水ポンプ、噴燃ポンプ、送風機の起動、プリパージ、イグニッション、主バーナ着火、自動燃焼制御、水面制御等が、すべて自動的に行なわれ、ボイラ負荷が低くなれば自動的に、ON—OFF運転によって蒸気圧力を一定に保つ。さらにまたラモント排ガス・ボイラ起動押ボタンを押せば、循環ポンプが起動して、パッケージ・ボイラとの連動運転を行なうこともできる。航海中、ラモント排ガス・ボイラの単独運転を行なう場合には、給水ポンプ、循環ポンプ、給水加熱器、その他の警報回路は、そのままONとなっている。その際、排ガス・ボイラの余剰蒸気は自吸排圧弁によって処理される。

14. スキャニング・モニタ

機関部制御室にスキャニング・モニタを設け、主機、発電機、補機等の主要個所の温度、圧力を集中監視することができるようにした。本機はそれら測定値が上限値、または下限設定値内にあるか否かを切替、監視するとともに、上限値、または下限値をはずれた場合には、ベルとランプにより警報を行なうことができる。さらに測定値は任意に選択して、デジタル表示をさせることができると同時に、自動切換によって連続デジタル表示を行なわせることも可能である。

14—1 構成

スキャナー本体、操作卓、検出端よりなる。スキャナー本体は内部でブロック構成となり、点検時は抜き出しのできるよう考慮されている。

14—2 入力信号

本装置の全測定点は65点であり、その内訳は下記のとおりである。

- 温度47点（予備4点）……Pt50Ω測温抵抗体3導線式
- 圧力18点（予備2点）……ブルドン管—電流変換式
(2~10mA DC)

15. その他補機器の自動化

機関部補機器には、上述のほか、従来すでに採用されている各種の自動化、あるいは遠隔制御方式が適用されている。そのおもなものを列挙すれば次のとおりである。

- (1) ビルジ・ウエル水面の警報と、ビルジ・ポンプの遠隔起動、自動停止。
- (2) 主機シリング油補給系統の自動化。
- (3) 油清浄機入口側濾器の自動切換。
- (4) A—C重油の切替装置。
- (5) 油清浄機（燃料油、潤滑油、および、ディーゼル油）の自動化。
- (6) 主空気圧縮機の自動発停。
- (7) 清水、および、潤滑油系統の自動温度調整。
- (8) 燃料油タンクの自動温度調整。

結 語

本稿をおわるにあたり、本船の自動化計画策定の初期から完成に至るまでのあいだ、高経済性船舶試設計実用化特別委員会を通じ、始終熱心なるご指導ご助言を賜った運輸省船舶局関係各位、ならびに委員各位に対し深く感謝の意を表する次第である。なお本船は就航後1カ年のあいだ調査員が乗船し、自動化設備採用の効果について調査、研究が行なわれることになっており、その調査結果は、前記委員会によって発表される予定である。

機関室の無人運転を行なえる第五十五希望丸について

来島船渠株式会社
技術部設計課

1. 緒言

本船は昭和38年度戦標代替船として、特定船舶整備公団殿および上野商会殿のご注文により当社において建造された DW1,300kt 型クリーンタンカーで、昭和38年9月4日起工、同38年11月6日進水、同38年12月20日竣工引渡を完了した。本船は日本最初の高速ギヤードディーゼル機関2基を装備し、なおかつ主機、補機類の船橋総括制御方式を採用し、機関室の無人運転のできる近代化船である。

2. 主要目

- (1) 船型および用途 凹甲板船尾機関型 油槽船
- (2) 資 格 沿海区域
- (3) 船 級 海運局
- (4) 主要寸法
 - 全 長 61.00m
 - 長さ(垂線間) 56.00m
 - 幅(型) 9.60m
 - 深(型) 4.80m
 - 吃水(計画満載, 型) 4.45m
- (5) 屯 数
 - 総 屯 数 827.80T
 - 純 屯 数 449.79T
- (6) 載貨重量 1,299.61kt
- (7) 載貨容積 荷油槽容積 1,630.02m³
- (8) 主 機 関
 - 池貝ライセンス メルセデスベンツ過給機付高速ギヤードディーゼル機関
 - 主機関型式 MB836Db 型
 - 連続最大出力 505 PS 2基
 - 回 転 数 1,477rpm
 - 試運転最大速力
 - 満 船 11.045kn (M. C. R)
 - 空 船 12.597kn (")

(9) 乗組員

資 格	甲 板 部	機 関 部	事 務 部
士 官	船 長 1	機 関 長 1	
次 級 士 官	1 航 1	1 機 1	
属 員	2 航 1	機 関 員 兼 1	司 厨 士 1
	甲 板 員 4	甲 板 員 1	
計	7	3	1
合 計		11 名	

3. 一般計画

本船は日本沿海を航行する現状に即応した油槽船としての設備の近代化を取り入れ計画した。本船の配置は一般配置図に示すように船首楼および船尾楼を有する一層甲板トランク付凹甲板船であって、特に船橋総括制御方式を採用したため、操舵室は円形全面ガラス窓とし、海難防止並びに航海作業能率向上の見地から特に操舵室の合理化を計った点が変わっている。

近代化に関しては載貨重量の増大を計るため小型軽量の高速ギヤードディーゼル機関を採用し、遠隔操縦であるため特に操船を容易にする目的から2基2軸式を採用した。

甲板機械も揚錨機、緊船機ともに油圧式とし遠隔操縦方式とした。揚荷装置も遠隔操縦とし特に揚荷用ホースの連結方法を著しく改善した。

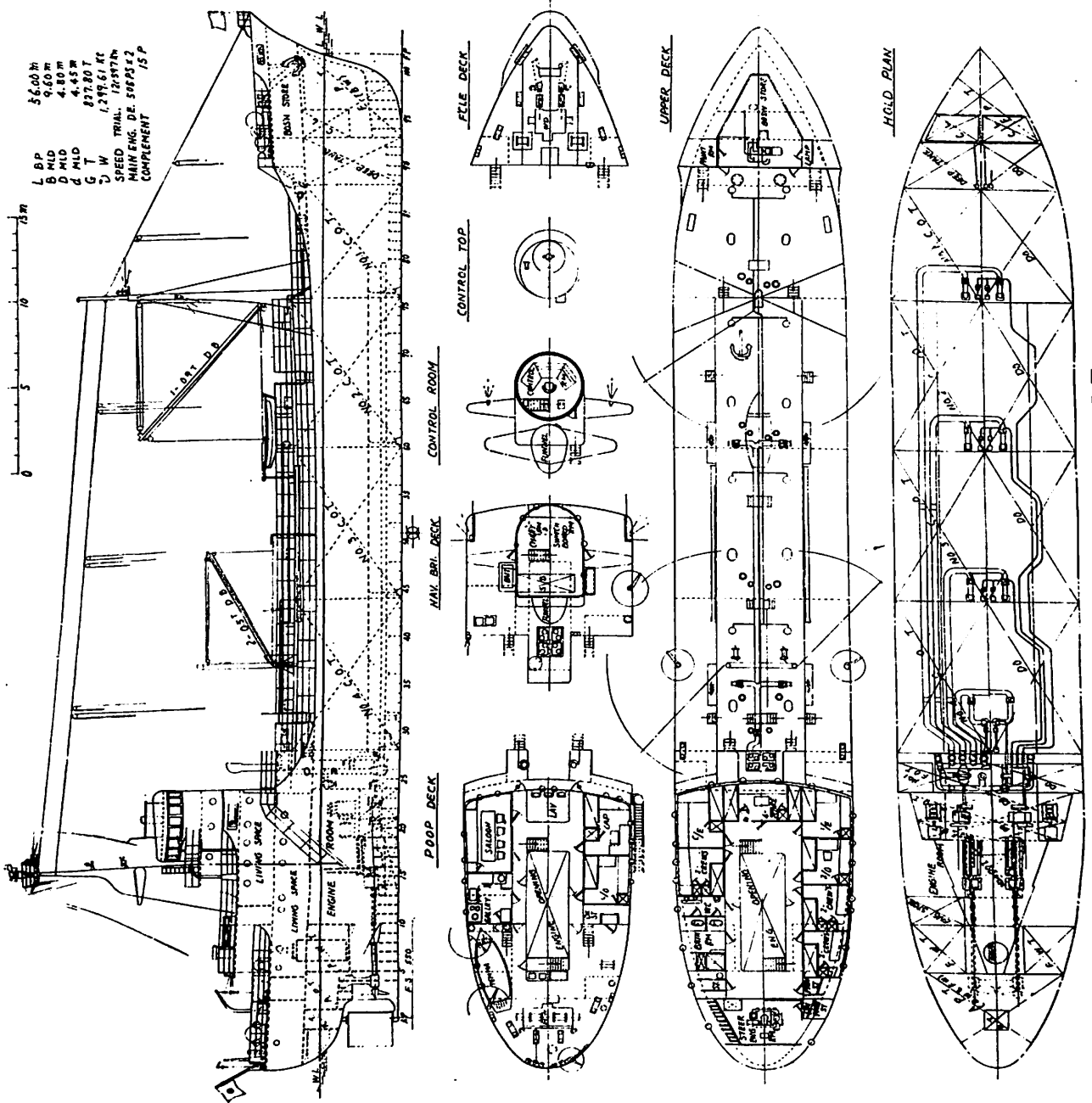
その他の諸装置も敏速確実且つ安全性を高め、運航、操船の能率化を計り、乗組員数の大幅な削減を行ない、居住区域および機関室の縮小により載貨重量並びに載貨容積を増大し、もって運航の採算向上を計った。

4. 船体構造

本船は曲斜型船首、巡洋艦型船尾、一層の全通甲板および船首楼、船尾楼を有するものとし、上甲板下は8個の横水密壁と荷油槽内縦通隔壁により区分されていて、構造は荷油槽内は縦通式、その他は横置式のコンバインドシステムを採用し、船側外板と上甲板梁上側板の取合のみ鉋固着とし、その他の箇所はすべて溶接構造を採用した。

また本船の機関は高速ディーゼル機関2基2軸であるため、機関室の構造は剛性および船首船底の強度を増すと共に、船首楼側外板および船首楼甲板も波浪に対して充分抗し得るよう考慮した。

振動に関しては2軸船であるため推進器間の間隔および船尾材との間隔も充分とり、推進器起振力による振動を小ならしめるようにすると共に、船尾の剛性も上がることに留意し、その他上部構造についても、自動化船であるため局部振動には充分注意を払った。そのため試運転時にも非常に振動は少なく好評であった。



第五十五希望丸 一般配置圖

5. 船体機装

1. 揚錨装置、繫船装置、荷役装置

(1) 揚錨装置

船首楼甲板に油圧式で $6t \times 9m/min$ の揚錨機1台を装備し、作動は機関室油圧ポンプより送油され駆動される。操作は船首楼甲板突端に装備された操縦スタンドのワンレバーにて1人で投揚錨ができる。(スタンド両サイドに 10ϕ ののぞき孔を設け、アンカーのおさまり状態がスタンド位置にてわかるように工夫した)

なお、鎖車クラッチ、ブレーキは油圧式で操縦ハンドルはワンレバーで作動できるものとした。

(2) 繫船装置

(a) 船首側

揚錨機により駆動せられるオートシフター付き $5t \times 15m/min$ 繫船機が右舷、左舷に各1台装備せられていて、いずれも油圧クラッチ、油圧ブレーキを備え、揚錨機用スタンドに2台分の操縦ハンドルが組込まれていて揚錨機と共に1人で遠隔操縦ができるものとした。

(b) 船尾側

船尾楼甲板右上舷、左舷にオートシフター付 $5t \times 15m/min$ 繫船機が各1台装備せられていて船首側同様、操縦スタンドより遠隔操縦ができる。

なお上記揚錨機および繫船機用油圧ポンプは機関室に装備せられていて、2基の主機のうちいずれからでも駆動でき、ポンプ用クラッチは電磁クラッチで操舵室操縦盤の押ボタンにより嵌脱ができ、なお揚錨機、繫船機の正転、逆転、速度調整は操縦スタンドのマローハンドルで行なうことができる。

(3) 荷役装置

ポンプ室に主機駆動せられる横型2段タービン式 $500m^3/h \times 80m$ の荷役ポンプ1台を装備し、2基の主機のうちいずれからでも駆動でき、主機よりの駆動軸には電磁クラッチが装備されていて、操舵室操縦スタンドの押ボタンにより遠隔操作ができる。

同じくポンプ室に主機駆動の堅型ピストン式 $50m^3/h \times 80m$ の残油ポンプ1台を装備し、2基の主機のうちいずれからでも駆動でき、荷役ポンプ同様電磁クラッチが装備されていて、操舵室操縦盤の押ボタンにより遠隔操作ができる。

(4) 荷役用ホース吊揚装置

荷役用ホース吊揚装置として甲板トランク上に門型マストを装備し、ホースデリックを両舷に備え、揚錨機ワープングドラムを利用して簡単に吊揚が行なえる。

2. 通風および暖房装置

(1) 航路が日本沿岸である関係と乗組員が少ないことで居住区通風はすべて扇風機とし、賄室は別に換気扇1台を装備した。

暖房は $1kW$ の電熱器を各居室に1個宛、サロンおよび操舵室に $2kW$ の電熱器各1個を装備した。

なお合理化によって11名の乗組員であるのでサロンも士官、属員の区別をなくした。賄レンジ関係もプロパンおよび電気式とし、食事はセルフサービスができるようにしたので船内居住環境も著しく向上された。

(2) 荷油槽

ポンプ室に装備せられた $25m^3/min \times 30mmAq \times 1.5kW$ の換気用電動シロッコ式ファンより荷油管に連絡したバルブを切換えし荷油槽のガス排出を行なうようにした。

(3) 機関室

機関室ケーミングトップ上に装備せられた $120m^3/min \times 30mmAq \times 1.5kW$ 電動軸流式ファンより、機関室内に導設せられたダクトに送られ機関室内の換気を行なうほか、別に自然通風筒も換気用として1個装備した。

3. 諸管装置

清水ポンプはハイドロフォアー方式とし $3m^3/h \times 30m \times 1.5kW$ 横型電動セントル式のを装備し、賄室、浴室、便所等所要の個所に供給されるよう配管を行なっている。サンタリーポンプも清水ポンプ同型式同容量のものを装備し、賄室、浴室、便所等に供給できるよう配管を行なっている。

消防管装置は設備規則に従って配管、所要の消火栓、ホース等を設備している。船首バラストポンプは $25m^3/h \times 20m \times 4kW$ 横型電動セントル式のを船首楼内に装備し、船首バラストタンク注排水ができるよう配管を行ない、また甲板洗滌管装置は機関室内雑用ポンプより甲板上に配管し、甲板洗滌用ホース継手を所要箇所に装備した。

4. 消防装置

船舶設備規則に従って設備し、貨物油槽は蒸気消火装置、居室・機関室は泡沫消火器を装備し、その他所要の箇所には消火栓およびホース等を装備した。

5. 諸室配置

諸室配置の決定に当り船主殿の意向を充分に取入れ、自動化船に適した近代的な諸設備を採用し、特に厨室と食堂はセルフサービスのでき得るよう備品はすべて電化した。

主なる配置は船尾楼内前部を居住区に当て、後部に倉庫、便所、浴室とし、船尾楼上甲板室内は士官室、サロ

ン、厨室、洗面所を配置した。また航海甲板室内は配電盤、海図室に当て、操舵室内には操縦盤およびレーダー指示器を配置した。

以上の諸室を配置し、視界を広くとるため円形船橋を採用した。特に化粧煙突は円形船橋との調和を良くするためジェット機翼型の化粧煙突を設けた。(なお操舵室より後方を見透しのため外筒中央部を大きく切開した)

6. 操舵装置

電動油圧式1.5kWのもの1台を装備し、操舵室操縦盤に組込まれた電気式操縦ハンドルにて操舵を行なうものとした。

6. 機 関 部

1. 主 機 関

主機関は池貝ライセンス メルセデス・ベンツ過給機付高速ギヤードディーゼル機関2基を装備し、その主要要目は下記の通りである。

型 式 池貝ライセンス メルセデス・ベンツ MB836Db型 2基

気筒数 6
 気筒径 175mm
 行程 205mm
 回転数(毎分) 1,477
 連続最大出力 505PS (1基)

本機関は池貝鉄工所とダイムラベンツ社の技術提携により生産されている機関で、逆転減速機は伸鋼溝口ギヤ製、逆転減速機用クラッチは伸鋼電機製電磁クラッチを装備し、機関室の大幅な縮小、推進効率の改善、さらに操縦装置の自動化による機関室要員の削減などが容易にでき、また振動も少なく、燃料消費量も他の同種のディーゼル機関に比べて比較的少ないことが特徴である。

2. 蒸気発生装置

荷油槽のクリーニング用および蒸気消火用等に必要なる蒸気を発生させるため、蒸気圧力8.5kg/cm²、蒸発量360kg/hの堅型煙管式ボイラ1基を機関室船尾側中段に装備した。

3. 発 電 装 置

発電機は大洋電機(株)製45kVA 225V 交流発電機2基で、原動機はダイハツ製4サイクルディーゼル機関であって共通台板上で直結されていて、起動はセルモーター起動で操舵室操縦盤より遠隔操縦を行なえるものとした。

4. 推 進 器

型 式 エローフォイル 4翼一体型 2個

材 質 マンガンブロンズ製

直径×ピッチ 1,630mm×1,100mm

5. 補 機

補機類は給水ポンプを除いた外は操舵室より遠隔操作または自動発停できるようにした。本船主要補機類は下記の通りである。

ポンプ類名称	台数	型 式	容 量 m ³ /h×m	備考
燃料移送ポンプ	1	電動歯車式	5 × 20	自動
燃料油サービスポンプ	1	"	3 × 20	"
予備潤滑油ポンプ	1	"	8 × 20	遠隔
減速機用予備潤滑油ポンプ	1	"	5.5 × 60	"
潤滑油プライシングポンプ	1	"	1.3 × 40	"
ビルジポンプ	1	電動渦巻式	35 × 20	"
サニタリーポンプ	1	"	3 × 30	自動
清水ポンプ	1	"	3 × 30	"
雑用ポンプ	1	"	35 × 20	遠隔
給水ポンプ	1	横型ウォーシントン式		機則

熱交換器名称	数	型 式	冷却または加熱面積m ²	備 考
清水冷却器	2	横型直管式	5.47	
潤滑油冷却器	2	"	1.9	
主機空気冷却器	2	堅型マニフレッド式	1.1	
減速機潤滑油冷却器	2	横型直管式	1.1	
荷役ポンプ用歯車箱潤滑油冷却器	1	"	1.1	
補助復水器	1	"	5	
船用燃料加熱器	1	電気式		0.5kW
補助原動機燃料加熱器	1	"		0.5kW
ペバスト予熱器			18,000kcal/h	自動遠隔

その他の補機名称	数	型 式	容 量	備考
通風機	1	電動軸流式	120m ³ /min × 30mmAq	遠隔
空気圧縮機	1	堅型2段階型水冷式	29.1m ³ /h × 10kg/cm ²	自動
"	1	"	15.5m ³ /h × 10kg/cm ²	遠隔
応急充電用発電機	1	手起動ガソリン機関付	1kW × 35V	
気筒用空気タンク	1	鋼製筒型	400l × 10kg/cm ²	
船用送風機	1	電動シロココ式	15m ³ /min × 50mmAq	遠隔
機側操縦盤	2			
配電盤	1	デットフロント式		
変圧器	3	油入式	6kVA × 220/110V	
船首バラストポンプ	1	電動渦巻式	25m ³ /h × 20m	遠隔
蓄電池	2	船用鉛電池	24V × 270Ah 24V × 200Ah	

9. 遠隔操作装置および自動化

最近造船界の傾向として操船の合理化が強く進められ

ているが、近い将来実現されるであろうと言われていた船橋総括制御方式を採用した。

操舵室はいかなる船舶であっても、その機能、即ち情報の把握、大勢の判断、行動の決定、指令、操作などの作業を確実にかつ合理的に遂行できるものでなければならず、船舶にとってはまさに人間の頭脳に相当する重要な場所であるので、本船は機関制御室を廃止し、操舵室で機関室内主機、補機および甲板補機の遠隔操作および監視を1人で総括制御できるものとしたので、機関室の無人運転が行なえるようになった。即ち操舵室と機関室を一体化し、船橋総括制御方式の採用によって操作機器、計器類を1カ所に集めることが可能となり、1人で多数の装置の監視、あるいは操作ができるようになり作業範囲は著しく増大された。また船橋から広い視野を求めるための操舵室は円形全面ガラス窓とし、操縦盤の位置は円形操舵室の中央に備えた回転椅子に腰を降し、楽に操舵輪が握れる位置とした。

これによって操縦者は360度の広い視野が得られ、航海時の前方、左右両舷の展望を向上させ、入出港時における操舵要員以外の見張員等も著しく減員できた。まさに航空機を思わせるようなアイデアである。また煙突も操舵室の煙害を無くする目的でジェット機翼型のものとし、主機排気は右舷機および左舷機用別個に翼の各舷に出した。本船の遠隔操作および自動化装置は下記の通り

1 主機遠隔操縦装置	B 面	} 遠隔操縦盤 操舵室内に装備
2 発電機および原動機遠隔操縦装置	A 面	
3 各補機遠隔操縦装置	C 面	
4 揚錨機、係船機の遠隔操縦装置		
5 荷油ポンプおよび残油ポンプ遠隔操縦装置		
6 操舵装置	B 面	
7 無線電話 SSB型		

(1) 機関室の無人運転

本船主機は高性能の池貝ライセンス・メルセデス・ベンツ高速ギヤードディーゼル機関 505PS×1, 477rpm を 373rpm 減速したもの2基を装備、操船性能を向上させるために2基2軸とし、万一1基が故障しても1基のみで8ノット以上で航海ができ、また発電機および原動機の切換運転、その他の補機もすべて遠隔または自動制御を採用しているので機関室の無人運転を行なうことができる。

(2) 主機の遠隔操縦

操舵室内の三面組合せの操縦盤のうち、中央のパネルが操舵盤と主機操縦盤で主機操縦ハンドルで減速組込の電磁クラッチの嵌脱、速度調整、逆転停止の操作が簡単に行なえ、また始動もボタン操作による電気式自動起

動になっており、この装置には各種運転標示灯、警報装置が装備されているので操作の間違ひもなく、また切換によって機側操縦盤により機側操作も行なうことができる。

(3) 補機類の遠隔操作

機関室すべての補機が遠隔または自動制御であり、各補機とも操縦盤に組込まれた操縦ハンドルの操作および運転状態によって警報およびランプ表示等が行なえる装置となっている。

(4) 操舵装置

操舵機は電動油圧式で、操舵室より電気制御で主機操縦盤中央に舵角指示器付操舵用ツマミ式把手が装備せられていて、操舵することによって実際にとれた舵角がフードバックされる。また他に応急操舵用として、右舷操舵用、左舷操舵用の押ボタン操作で簡単に応急操舵ができる。

(5) 繫船装置の遠隔制御

船首楼に新しい設計による油圧式揚錨機を装備し、その揚錨機用油圧モーターにより駆動せられる繫船機が各舷に装備せられていて操作は船首楼前端的の制御用操縦スタンドにより1人で揚錨繫船が行なえる。

また船尾側にも船首側繫船機と同様のものが各舷に装備されているので、出入港時の作業の船首、船尾とも最少の人数で行なえるものとした。

10. 試 運 転

本船試運転は昭和38年12月16, 17日の両日、愛媛県大三島沖において施行されたが、各部とも極めて良好な成績を収めることができた。

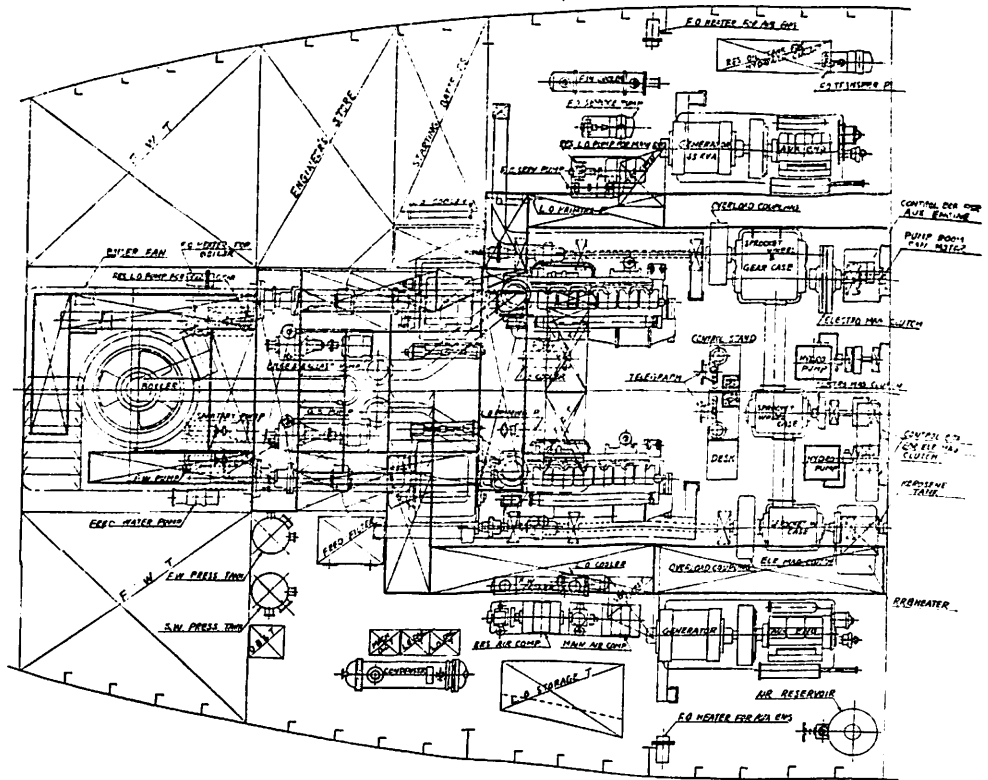
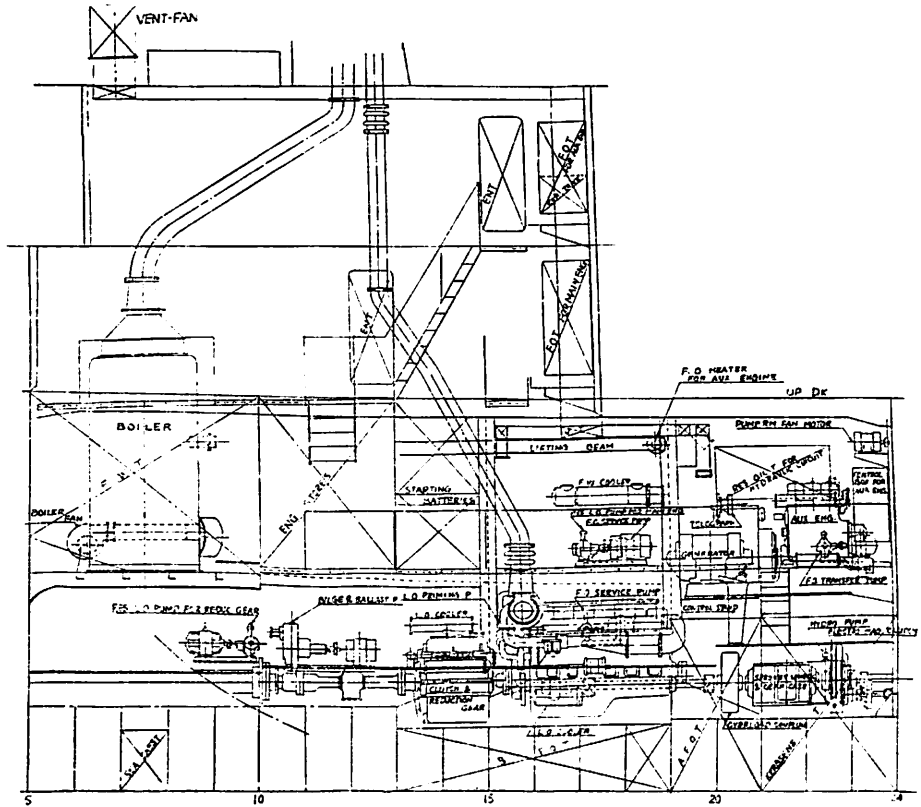
施行年月日 昭和38年12月16日満載運転, 17日軽荷運転
所 愛媛県大三島沖

海上の状態および天候 静穏 晴

載荷状態	吃水 (m)			トリム (船尾へ)(m)	排水量 (kt)
	船首	船尾	平均		
満載	4.20	4.70	4.45	0.50	1,810
軽荷	0.34	2.84	1.59	2.50	473

速力 / 負荷	速力 (kn)	
	満載	軽荷
1/2	8.950	10.602
3/4	10.053	11.705
8.5/10	10.726	12.228
10/10	11.045	12.597

航走試験はすべて標柱試験によるもので、本船航海状態における燃料消費率は普通航海状態の連続最大出力に対して162g/pS/hであった。
なお、本船引渡後、遠隔操縦装置、自動化機器等の作動も良好で順調な航海を続けている。



第五十五希望丸 機関室配置図

自動化船第五十五希望丸主機関の操縦方式について

池貝鉄工株式会社エンジン事業部 技術部

部長 黒 滝 哲 成
係長 吉 川 文 夫

緒 言

池貝鉄工株式会社においては西独のダイムラー・ベンツ社と高速ディーゼル機関について技術提携を行ない、高速艇、水中翼船、発電用などの用途に納入を続けてきたが、今回、来島船渠株式会社で建造した上野商会殿用1,250重量トンのクリーンタンカー 第55希望丸 主機としてMB836 Db形ディーゼル機関2台を納入し、現在すでに稼働中である。今回のものは高速ディーゼル機関を電磁クラッチを内蔵した逆転減速機により約4.0:1に減速し、2機関2軸の推進用に使用する他、停泊中は推進用クラッチを切り離し、船体付の補助動力用クラッチの操作によりカーゴオイルポンプやウインドラスの駆動にも使用できる多用途機関となっている。またその操縦方式については、自動化方式を採用し「機側」「遠隔」いずれからも機関の操作が行なえるようになっている。

本船は高速ディーゼル機関の搭載によりすべての装置を自動化したもので、そのため乗組員が半減され、今後の船舶の合理化のモデルケースとして斯界より期待されている。

目 次

1. 主機関

形 式 ライセンス・メルセデス・ベンツ MB 836
Db形 池貝高速ディーゼル機関

シリンダ数 6
シリンダ径×ストローク 175×205mm
定格出力/回転数 505PS/1,477rpm
常用出力/回転数 430PS/1,400rpm
機関回転方向 出力側より見て左
始動方式 セルモーター
重 量 約 2,290kg

2. 逆転減速機

形 式 神鋼溝口ギヤー製電磁湿式多板式
減 速 比 約 4.0:1
重 量 約 2,740kg

3. 推進器軸

回転方向 右舷機 船尾より見て右
左舷機 船尾より見て左

4. 補機駆動軸

回転数/伝達馬力 1,343rpm/250PS
(機関 1,300rpm 時)
回転方向 出力側より見て左

機関および減速逆転機

機関と減速逆転機とを組合せたものは第1図に示すごときのもので、機関には遠隔操作に必要とする機器類、即ちセルモーター、停止用電磁弁、圧力スイッチ、警報関係の接点などが付属している。減速逆転機はDC24Vの電源により操作される湿式多板の電磁クラッチを内蔵しており、機関とはゴム弾性継手を介して連結されている。なおクラッチには非常用として手動切換クラッチも付けており、手動レバーにて前後進操作がおこなえるようになっている。

操 作 方 式

機関室に「機側操作盤」、ブリッジに「遠隔操作盤」があり、遠隔盤の切換えスイッチを「機側」または「遠隔」に切換えることによりそのいずれかによって操作ができるようになっている。また右舷機と左舷機とは予熱装置を除いて全然別個の独立した装置となっており、従って操作は各個に行なうことになる。

操作は燃料調整の他は電気機器によるものとし電源はセルモーターと共通とするため逆転機の電磁クラッチを含めてすべてDC24Vに統一し、機関付着の充電用発電

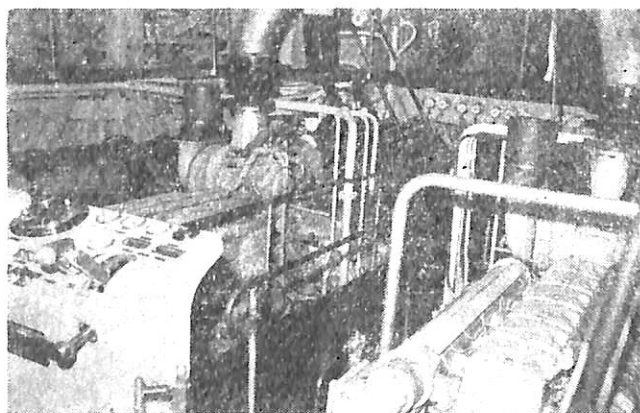
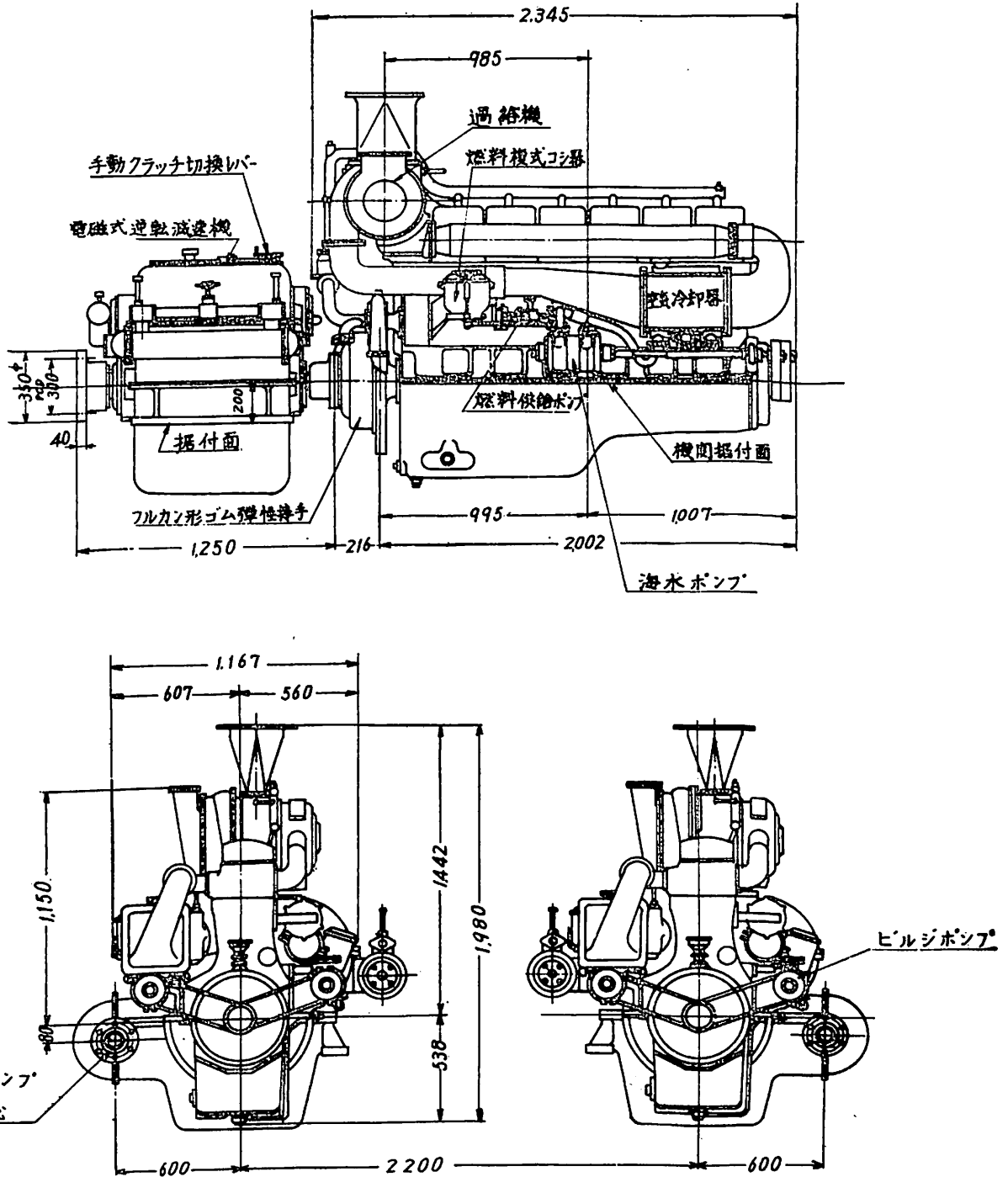
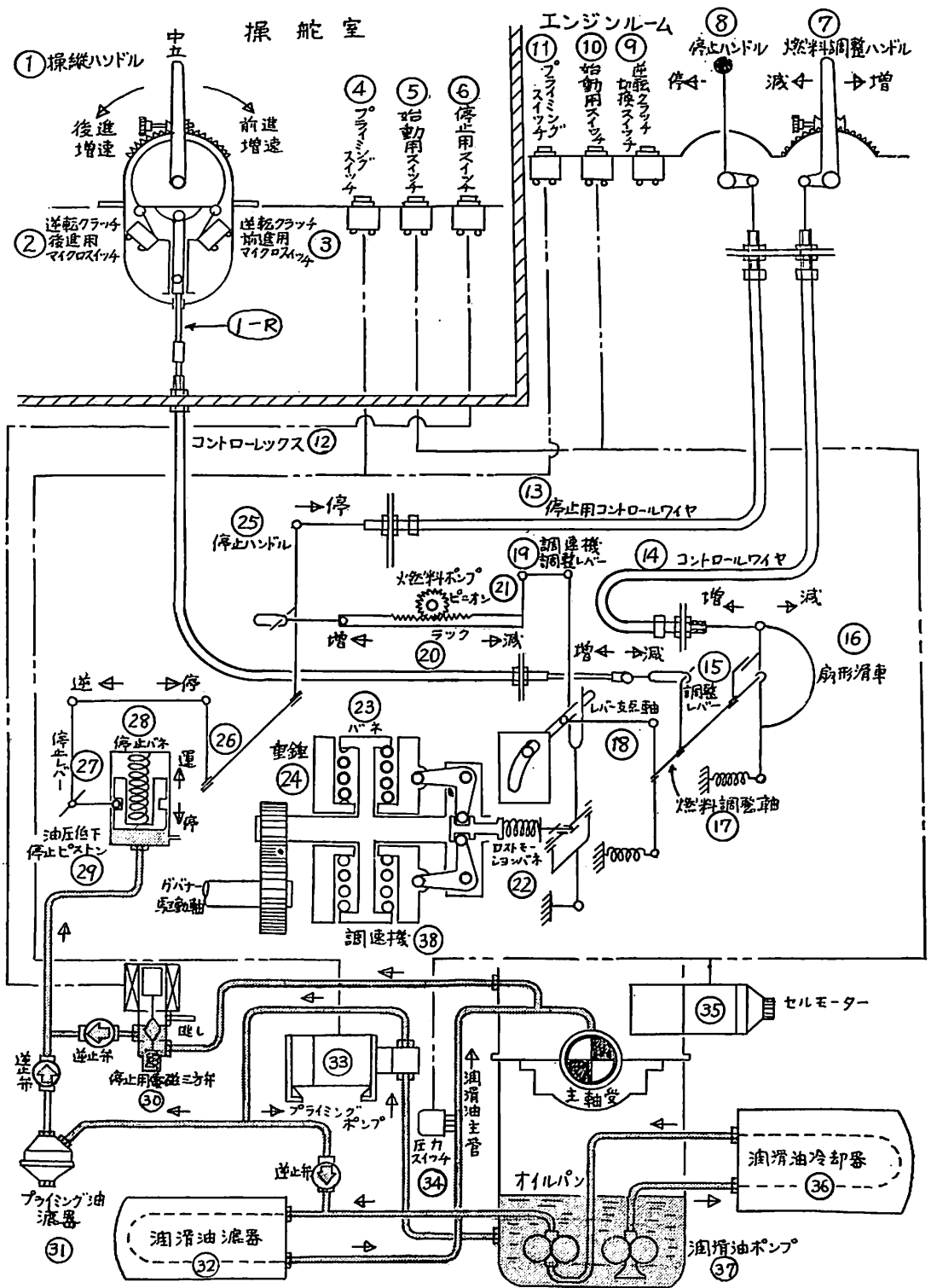


写真1 第五十五希望丸主機関 MB836 Db型 2台



第1図 ライセンス メルセデス・ベンツ MB836Db 形 池貝高速ディーゼル機関 外形図



第2図 ライセンス メルセデス・ベンツ MB836Db形 池貝高速ディーゼル機関 操縦装置系統図

機により充電する蓄電池を電源としている。

以下第2図に従ってその操作方法の概略を記せば次の通りである。

- (1) 予熱器のスイッチを入れ機関冷却水を予熱する。
予熱器は 18,000kcal/h の ウエバスト予熱器を使用し右舷、左舷共用となっている。
- (2) 機関が予熱されたことを冷却水温度計にて確認したのち、プライミングスイッチ⑩または④を入れプライミングモーター(0.75kW)により潤滑油をプライミングする。
- (3) 始動用スイッチ⑨または⑥を押すことにより、セルモーターが廻り機関は起動する。なおこの際、プライミング油圧が0.5kg/cm²以上ないときは機関付着の圧力スイッチ③がはいらず、始動回路が構成されないでセルモーターは廻らなくなっている。
- (4) 燃料調整およびクラッチの前後進は機側においては別個となっており、燃料調整は機関の燃料ポンプと連結されたコントロールワイヤーにより行ない、クラッチは切換えスイッチを前進、中立、後進にすることにより操作される。

一方、遠隔はワンハンドルとなっており、操縦ハンドル①が中立のときはクラッチは切れており、これを前進側または後進側に倒すことによりクラッチ回路が構成される。その際、燃料調整のロッド(1-R)はハンドルを前進に倒しても後進に倒しても倒した角度にのみ関係して上下することになるので、燃料はクラッチ前後進に関係なく増減される。このロッドと燃料ポンプレバーとはコントローレックス*により連絡されている。

燃料ポンプレバーには遠隔の操縦ハンドル①と機側の燃料調整ハンドルが連絡されているが、これらはそれぞれ「中立」または「燃料減」の位置においておけば相互に干渉しないようなリンク機構をとっている。

- (5) 停止は機側においては停止ハンドル⑧を引くことにより燃料ポンプのラックをカットする方法とし、遠隔においては停止用スイッチ⑦を押すことにより停止用電磁弁②を動作させ、油圧低下停止ピストン⑤の油を逃がすことにより停止バネ④が押し下げられ停止レバーを動かして燃料ラックをカットするようになっている。

⑥ 保護装置

保護装置としては機関水温上昇、機関油圧低下、逆転減速機油圧低下の各警報装置があり、機側、遠隔とも表示灯およびブザーにて警報表示を行なうことになってい

* ポールと平板とを組み合せた可撓性をもつコントロールワイヤーで、引く力押す力の両方の力を伝達できる。

る。

計器類

計器類としては下記のを各盤につけている。機側盤はスタンド形で、機関の船首側に右舷、左舷別々に設置され、遠隔盤は機関、補機類、その他を一体とした監視盤となっている。

機側盤 機関回転計、清水圧力計、海水圧力計、潤滑油温度計、ブースト計、排気温度計、清水温度計、運転時間計 (写真2参照)

遠隔盤 機関回転計、冷却水圧力計、潤滑油圧力計、冷却水温度計

この他逆転減速機用の温度計、圧力計が配管系統中に備えられている。

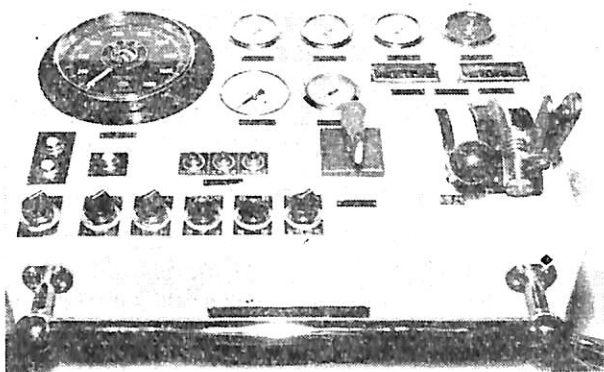


写真2 機側計器盤

結 び

ライセンス・メルセデス・ベンツ MB836/MB820 高速ディーゼル機関は極めて軽量、小形、高出力であるために、単に高速艇のみならずギヤードエンジンとして一般の船舶用主機としても極めて適した機関であり、さらに遠隔化する場合、燃料調整方法についてのみ考慮を払えば容易に遠隔操縦を行なうことができるので、安い費用で十分な効果をあげることができる利点を有している。

本装置の完成については関係官庁、特定船舶整備公団、船主および造船所各位に種々ご教示をいただき、また関係メーカー各位のご協力を得たことを本誌の一端を借りて感謝する次第である。

溶接と技術開発

新三菱重工業株式会社神戸造船所

船殻課長 金山 正 明

1. ま え が き

新技術の開発研究にはまったく新しいアイデアを生み出し、創作することばかりではなく、むしろ従来あるものの中から改善し、工夫し、いかにして実用できるようにするかということも大きな課題である。

おゝむね日本の技術家は、研究成果を実際の仕事にうまく適用させてゆくこと、Engineeringともいうものがどうも不得手のように思われる。

この要因として人間性の問題とか会社機構の問題とかいろいろと考えられるが、こゝではなにもこれについて愚見を述べるつもりはなく、船体の溶接技術という分野において、新技術の開発、研究の必要性が能率化の観点より強く叫ばれている現在、それを達成するためには上述の考え方からして新奇を追うまでもなく、古きを温めることにより、開発の余地はまだまだあることを、各種溶接法を例にしなから話をしていきたいと思っている。

2. 多電極自動溶接機について

ユニオンメルト多電極自動溶接機が技術雑誌に紹介されたのは昭和28年～29年頃と思うが、まもなく新機械も売りに出されたのに、その後あまり実用された例は聞いていない。1本の電極より2本、3本の電極の方が speed up できて能率的であるのはわかっていることであり、機構そのものも極めてシンプルで二つの溶接ヘッドを一つにすればよいのであるが、ただ機械が重いとか、作業性がわるいとかで、造船現場には積極的実用への意欲が少なかったようであった。これが最近また注目され始めてきた。これもいろんな自動溶接 speed up の方法が考え出され、ついでに比較され引合いに出されたかっこうで、再評価の台にのせられたわけである。

当所では昭和30年頃、基礎研究をおわり、自製の機械で実用をしてきたが、1極と2極と平行して走らすと、倍のスピードで走り、確かにその優位性がわかるわけであるが、これも最近の短期建造、大型船化ということでさらにその必要性が痛感され、機械の増設を再認識するようになってきたわけである。

この多電極に類似した溶接法として、高能率化と同時に溶着金属の機械的性質を良くするため、多極の内の1極に特殊ワイヤーを利用したもの、また入熱エネルギーを最大限に利用する意味で、2極の内1極を通電しないコールドワイヤー式のもの、また少し趣きを異にするが電極を増すかわりにカットワイヤーの細粒を、あるいは短尺のワイヤーを、あらかじめ開先内に設置して溶金の量をふやし、スピードアップを考えたものなどたくさん

方式が出はじめている。

これらは皆、10年程度前に一度手をつけられたものばかりで、なんら目新しいものではないのに、近年またまた注目されるようになった。もちろんそこにはそれだけの必然性があるわけであるが、問題点としては今も昔も変わりがなく、ちがっているところはそれを解決し、実用化しようとする意欲があるか、ないかの相違だけと思う。いろいろな特徴をもった各種の溶接法については、これも結果的にみれば線香花火的なものかも知れないが、それぞれの立場で深く突込んだ、実用化のための研究をし、一つずつものにして行きたいものである。

3. 片側溶接について

自動溶接での片側溶接法なるものも、その基本的な方法は以前よりしばしば応用されてきている。そしてその時その時に、有効に利用されているわけであるが、造船作業への本格的利用について真剣に考えられるようになったのはこゝ数年のこと。これも造船作業の流れ作業化を考えるために始まったと云えるだろう。

片側溶接応用での一番の問題点は、裏当方法をどうするかということ。すなわち metal backing 法とか melt flux backing 法とか、また plate のクランプ法を如何にするとか、解決せねばならぬ方法が多くあり、これらは実験的研究段階を過ぎて engineering の段階にある。

われわれもこの片側溶接のために、マグネットクランプによる melt flux backing 設備を考案し、溶接方法は CO₂ 溶接による方が割れ防止上最も効果があるという実験も行ない、一部に応用もしているが、これを造船作業の、定常作業に入れるとなると、大変な問題が発生してくるわけで、そこまで踏みきっていない状況である。こゝまでは誰もができることであるが、それから先はいろいろ解決しなければならない問題の外に、各工場の特殊性もあって、なかなか手がけられない。疑心暗鬼というところである。

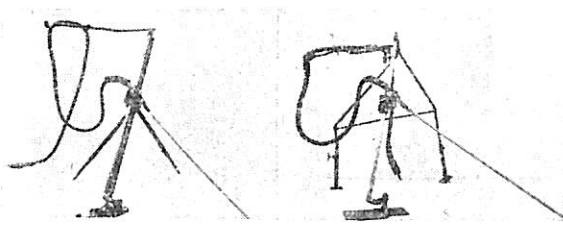
ある造船所で相当大がかりにスタートしたことを聞いてその勇気に敬服している。いろいろと難問に遭遇すると思われるが、当ってこそ道が開けて行くもので、その成果を期待している。

4. グラビティ溶接について

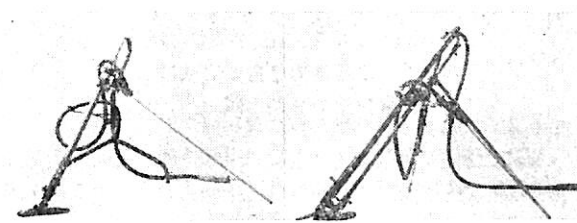
この溶接法もいまさらあらためて話題にできるほど新しいものではない。揺籃を訪ねれば10数年前になる。線香花火の一つの花が消えようとしてほそぼそと続いてきていたが、最近またまた注目された。これも大型船化の特徴の一つではあるが、半自動溶接機が宣伝され出



写真1 船体ブロックへのグラビティ溶接作業



回 転 式



ス プ リ ン グ 式

写真2 各種グラビティ溶接機

し、グラビティと比較されて、案外グラビティが投資価格の割に能率が上がるということで、再評価され出したというのも一つの理由と考えられる。

筆者なども以前より、溶接機メーカーに、溶接機を作っても5万円前後の最近の情勢だから、グラビティの具合のよいものを考え出したら、1台2万円ほどでできる。この方が、どれだけ儲かるかわからない。需要も船の大型化により相当考えられるし、機械の新陳代謝も激しかろう、是非おやりなさいと、よく話したものである。そのせいでもないだろうが、最近ぼつぼつと新製品が出かゝっている。二、三の例を写真1,2で紹介しておく。

これもいろいろな機構が考えられるが、現場実用ということになるとまだまだ

だ問題が残っている。

余り小細工させずに堅牢にして簡単なものが永続性があるようである。1人でグラビティ5~6台も使えば、今のところいかなる半自動をもってきてもかなわないのではないだろうか。

われわれはさらにすすめて、グラビティ溶接で低水素系棒を使用してみた。最初はいろいろと欠陥が発生し、実用し難いものであったが、棒を作り変えてもらったり、作業に工夫をしているうちにその実用化もでき、船体に用いられた50kgH.T鋼へも大々的に適用し成功した実績も持っている。

5. スラグ溶接について

1963年の The Marine Engineer and Naval Architect 6月号に Arendal Shipyard の紹介がされている。この造船所は建造方式の特異性により、全世界の造船所より注目されているが、その特異な諸設備の中に船体への slag weld の応用が紹介されていた。この船体への slag weld の利用については、われわれもかねて関心があり、調査を進めていたが、Arendal Shipyard により先鞭をつけられたということになった。この report はごく簡単な紹介に止まっているので当方の調査結果を少し付したものを加えてみたいと思う。

Arendal Shipyard で利用された機械は ESAB 社のもので、写真3,4にある機械のようである。

もともとこの slag weld は開発の初期には厚板、それも100mm程度のものに利用されて、その優位性が叫ばれてきたわけであるが、造船のような厚板20~30mm厚のもので、しかも20m近い高さの船側外板となると、原理は解決されても application となるとなかなかむずかしい。一方 slag の代りに gas shield の溶接方法もあり、20~30mmではむしろこの方が有利であるというような資料もあり、機械の portability も必要で、

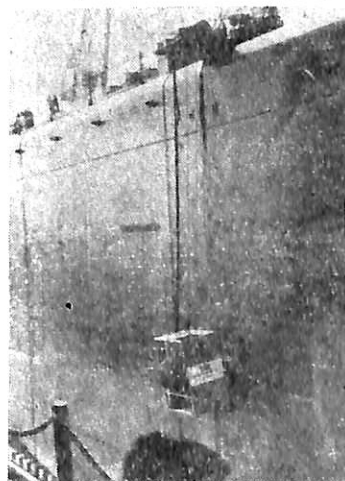


写真3 Arendal造船所での側外板のスラグ溶接

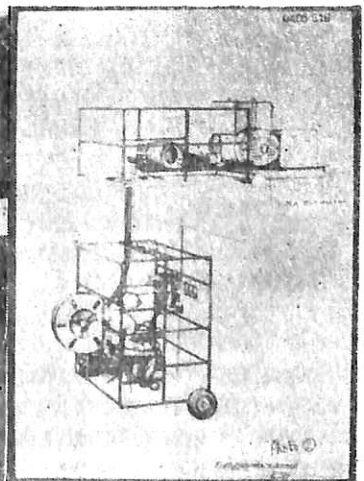


写真4 ESAB社のスラグ溶接機のスケッチ

国内の業界としては調査研究試作の段階であったと思う。ここで slag の船体建造への実際の応用が紹介されたわけであるが、われわれが調べた溶接条件については、そのつど少しの相違はあるが、大体云えることは、表1の溶接条件が考えられる。

表1 スラグ溶接の溶接条件

板厚 mm	溶接速度 m/h	Electrode kg/m	フラックス kg/m
12	9.1	1.88	0.1
15	8.5	2.24	0.12
25	5.1	3.41	0.17
35	4.6	4.59	0.23

これをわれわれなりの仮定を入れて、能率を算定すると手動溶接の1/1.6倍程度のコストダウンになるようであるがイニシャルコストがやはり相当高価につくようである。国産品としても大阪変圧器で開発されているので、近くこの slag welder は注目されることと思う。

そして slag か gas かというような問題も、話の種になることであろう。

6. Enclosed Weld

自動の slag に対し手動の enclosed weld も面白い溶接方法である。何も高価な自動溶接機を利用せずとも、小物の溶接であれば、手動の enclosed weld で充分効果があがる。1mたらずの、立向厚板溶接への利用は、造船作業ではしばしばあるわけで、簡単な治具の利用で可能のように思う。われわれのちょっとした実験では、板厚25mmの高さ600mm(tanker center web の face を想定)を enclosed weld をした所、手動に比してコストで約半分に節約可能であった。このやり方にもいろいろあると思う。

2層ほど普通の手溶接を行ない、その上を壁ぬりの左官屋のように溶金押えの鍍を作って溶接して行くこともできる。考えてみればかばかしいようであるが、案外そう考える所に新技術開発の盲点があるのではないだろうか。なにもむずかしく、むずかしく考える必要はないと思う。勿論この方法への半自動の応用ということは大変効果的と思われ、CO₂を利用した report も出ているようである。

7. 横向自動溶接

船が大型化してくると、block も大型化してくる。ところが設備の制限上そんなに大きな block は作れない。

そこで船体建造方式が2段建造になってくる。すると水平横向溶接が相当数になってくるわけで、船体建造上、水平横向自動溶接機なるものが考えられはじめています。

この方法は既に陸上構造物(タンク)に実用されているが(写真5)造船現場環境に適した溶接方法が考えられねばならないわけで、またまた application としての問題があるわけである。

第一の問題は portability である。余り大きくなく小

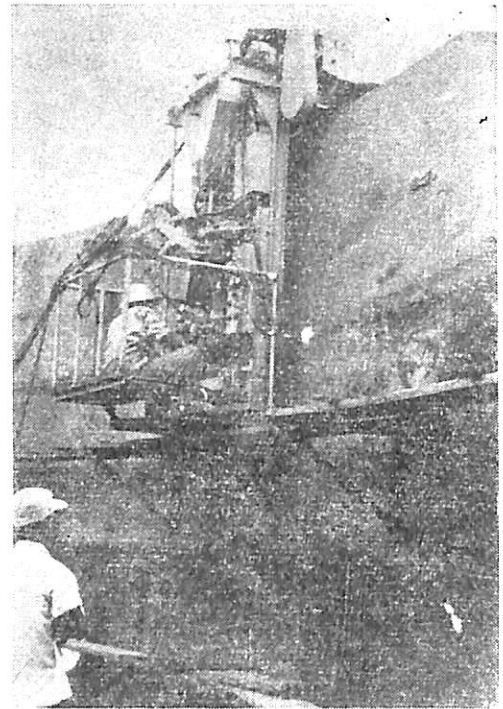


写真5 水平横向き自動溶接による
タンクの溶接作業

人数で操作できること。次にビード外観。従来のような垂れ肉では船主が O.K しないだろうから、そこに工夫が必要である。将来の船体溶接の課題といえる。

む す び

以上種々な溶接方法が、能率向上という観点から考えられ、予想されるが、ここでわれわれは反省自戒すべき点があると思う。すなわち、溶接方法だけではなしに溶接工法としても、今までの経験からして欠陥が発生していないから、事故がおきていないからということで相当シンプル化され、安易に流れて行く傾向がありはしないだろうかということである。船の設計も合理化され、限界設計が考えられてきている。施工法についても安易な自信に流れて行くとすれば、両者相まってとんでもない事故が発生しないとも限らない。溶接機諸設備を考え採用するにはこの点よく考えて、自戒しながら進んで行くべきだと思う。また反面、諸基礎技術の application については、今まで再三述べてきたように、日本人として最も弱い点でもあるので、この点メーカー、ユーザーの協力によりどんどん開拓してゆかねばならないと思う。

以上薄学末経験の筆者の寝言、読者のなんらかの参考になれば幸いである。

船殻構造組立工事への One-Side Unionmelt 溶接法の適用について

三菱造船株式会社長崎造船所

1. はしがき

A B S Rule Section 26 には

《Whenever practicable all joints are to be welded from both side》

と記載されている。また、日本海事協会鋼船規則を調べてみると第26篇に昭和29年度版まで

《一般に重要構造の継手は必ず裏溶接を行わなければならない》

とあり、その後昭和37年度までは

《一般に継手は裏溶接を行わなければならない》

とあり、昭和38年度には全く削除されている。

これは船殻重要構造メンバーに構造上の不連続を極力防止するための措置であり、船殻工事では、この規則の遵守のため設計、工作の両面からあらゆる努力が行われてきた。

しかし、裏ほり裏溶接を行わなくても継手部に不連続部分さえなければ工作法として実用が可能であり、そのような工作法ができれば船殻工作法に大きな変革をもたらすものとなる。

いわゆる裏波溶接法は、かなり古くから行われていたが、船殻重要構造物には勿論適用されず、どうしても裏ほり裏溶接ができない、たとえば、小径パイプの銜合せ継手等に限って利用され、しかも良好な裏波を出すためには高度の技術を要した。

近年二重被覆溶接棒の導入以来、低水素系溶接棒による裏波溶接が認識されはじめ、裏ほり裏溶接排除のため施工法承認試験等を経て逐次大幅に実用化されつつある。日本海事協会鋼船規則もこの時流にのったきわめて適切な改訂を経て今日にいたっている。

自動溶接についても裏波溶接の可能性は大きく、溶接法、溶接電源の改善により実用化される日も間近いものと思われる。

溶接線の裏側に、溶接中開先中にできた溶融金属の下方への溢失を防ぐに十分なあて物を敷きこむ方法も一種の裏波溶接と考えれば上述の裏波溶接のごとく、溶融金属の動静を見ながら溶接条件を変化させて均一な裏波ビードを得るといふ高度の技術ないしは装置は不要となり、むしろ容易な裏波溶接法である。この方法は、既に

第2次大戦中米国において実用化され、ある種の圧力容器にまで応用された実績があるが、裏波ビードの均一性にやや難点があり、その後の発展はみられぬかのごとくである。

当造船所においては、裏ほりないし裏溶接不要の板継自動溶接法が船殻ブロック建造に極めて有利であることに注目し、米国において用いられていた方法につきぼう大な実験を行ない、独自の設計による裏波溶接装置を製作し、裏波ビードの均一性、機械的性質につき充分な確信を得るにいたったので、これを One-Side Unionmelt 溶接法と命名し、各船級協会の承認を受け、逐次新造船ブロック建造に実用化しつつあるのでここに本法の概要を紹介する次第である。

2. 裏波溶接法の比較

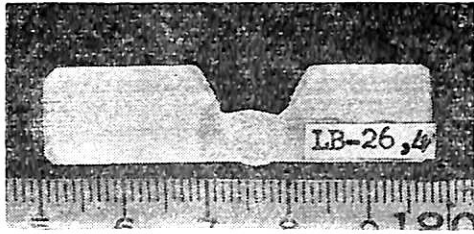
古くから利用されていた裏波溶接法に高セルローズ系溶接によるものがある。本邦の造船においてはイルミナイト系溶接棒が圧倒的に多く使用されているため、高セルローズ系はむしろ裏波溶接棒として考えられている時代があった。これによれば、開先精度がよければかなり容易に美麗な裏波が得られる（写真1）。



写真 1

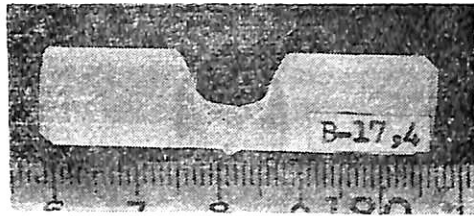
歐洲における二重被覆溶接棒（低水素）系が導入されて以来、低水素系による本格的な裏波溶接が盛んになり、一重被覆の裏波専用棒も開発されたが、従来から用いられていた低水素系溶接棒でも充分美麗な裏波溶接が可能であることが判明し、当初裏溶接の困難な箇所から使用を開始されたものが、開先精度向上と相俟って逐次適用範囲の拡大をみ、船台における現場ブロック継手に全面的に使用されるむきも出てきた。この溶接棒によれば、かなり容易に全姿勢で裏波溶接が可能である（写真2）。

一方、溶接協会主催で例年開催の溶接技術コンクール



写 真 2

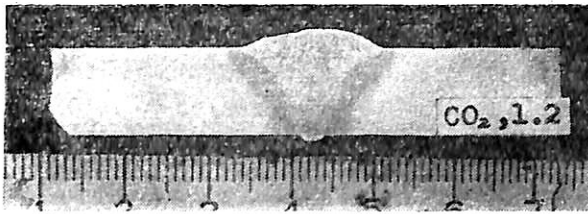
では、イルミナイト系溶接棒による横向および立向の裏波溶接が課題として用いられている。開先精度，溶接条件，技術によってはこれまた均一美麗な裏波が可能である（写真3）。



写 真 3

しかしこれはおそらく現場で広範囲に実用化されることはないであろう。

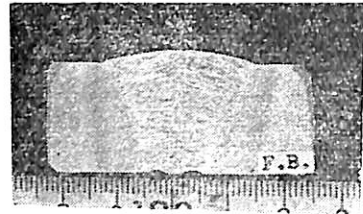
自動溶接としては、直流電源による炭酸ガス被包アーク溶接がその使用する電源の選択によっては裏波溶接が可能であり（写真4），パイプの銜合せ溶接に利用されている。



写 真 4

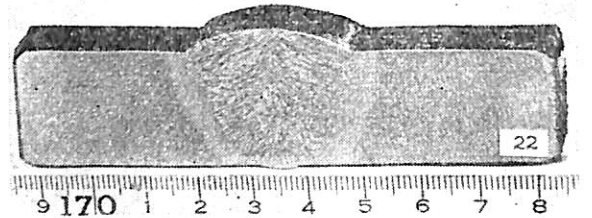
しかし、均一さについては未だ問題があるようである。米国 Linde 社にて開発された、いわゆる Composition Backing 法および Copper Backing 法適用による Unionmelt 裏波溶接法は、いずれも溶融金属の開先端からの burn through を防止するため裏当てを使用するものであり、鋳型に溶金をとかしこんで裏波を形成する方法である。この方法のむずかしさは、そこで、溶接条件よりはむしろ溶接線全長にわたり裏当てを被溶接材に均等に密着させる方法にあった。Unionmelt 溶接に用いられる溶剤を溶接部開先裏面に撒布し、溶接中下部に布設された消防ホース等にエアーにて圧力かけるフラックスバックリング法も設備の簡易さでは有利であるが、写真5に示すごとく均一な幅で均一な深さの裏波ビードを得ることはむずかしく、船殻構造のごとく溶接部

外観が重要視される商品にあつては好ましくない。



写 真 5

著者等は従来の経験に基づき、船殻構造に、Copper Backing 法が最適であると判断したので、1年有余にわたり詳細な実験を行ない、種々の困難を克服しつつ溶接装置を完成した。本法によれば、写真6および写真7に示すごとく均一且つ良質な裏波ビードを出すことができる。



写 真 6

3. 溶 接 装 置 (特許出願中)

船殻ブロック組立に One-Side Unionmelt 溶接を適用する場合注意すべきことは、Unionmelt 溶接可能な平坦ブロックを一度組立をはじめたら途中で turn-over することなく完成するというものであり、板溶接から骨溶接まですべてブロックの片面のみから施工しなければならない。使用する鋼板に板厚差がある場合、工作上骨付面はできるだけ平坦であることが望ましいので、turn-over しないブロックについては板厚差は下面に出される。したがって溶接線直下には板厚差だけ両側の被溶接材裏面に面のくいちがいがあり、この部分に裏波をだす溶接法を採用することが好ましい。板厚差はブロックによって異なるのであらゆる組合せについて裏当てを考慮せねばならない。

著者等は写真8に示すごとく厚鋼板の表面に3種類の溝を加工し、被溶接材の裏面形状に準じて選んだ溝中心線に被溶接材開先中心を合せる方法を考案した。鋼板表面に形成された溝は、裏波ビードの鋳型となるもので、溶接中溶融温度に達する母材部の幅を考慮して10mmの幅をとっている。溝深さは裏波ビードおよび表ビードの品質にきわめて微妙に作用するので多くの実験を行なった結果、1mmが選ばれた。

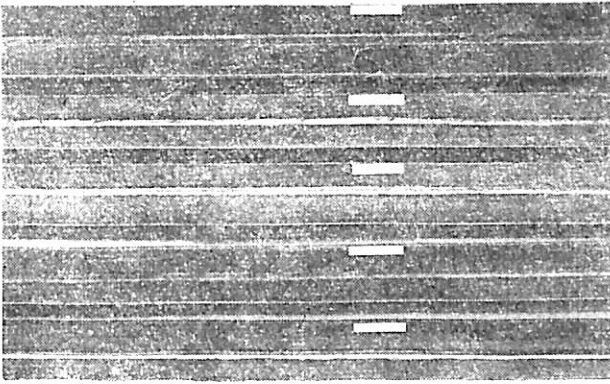


写真7 銅バックングによる裏波外観

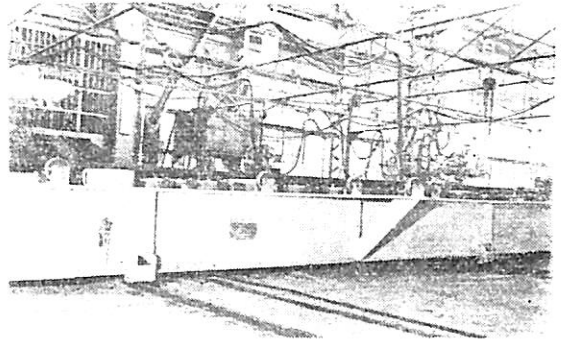


写真10
溶接裏当装置

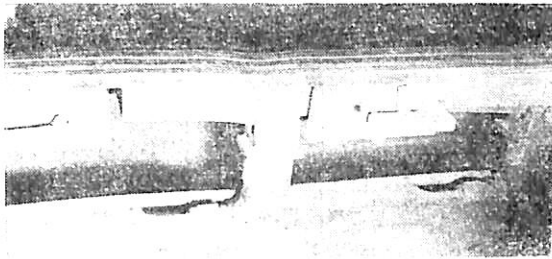


写真8 銅 当 金



写真11
バルブパネル

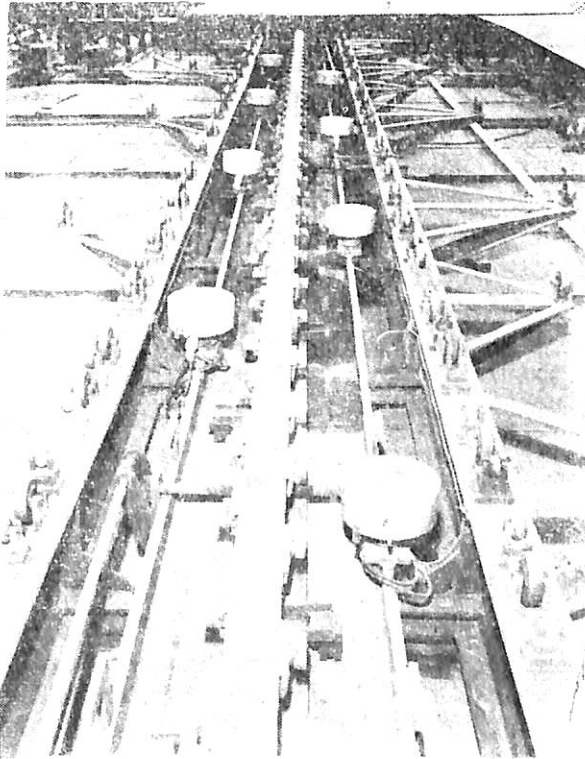


写真9 溶接裏当装置

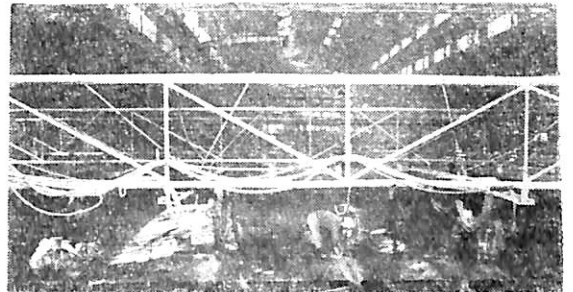


写真12 溶 接 施 工 中

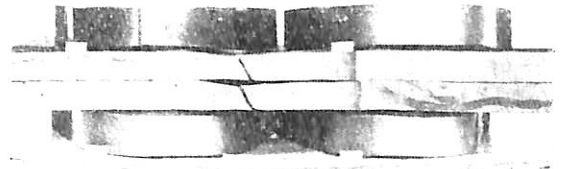


写真13 継手部の機械試験結果の一例

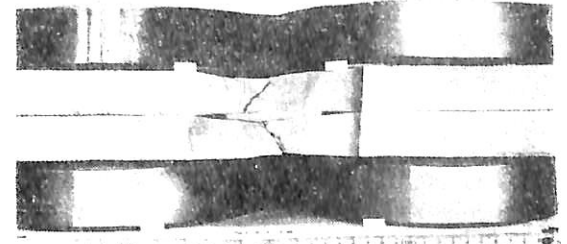


写真14 (同 上)

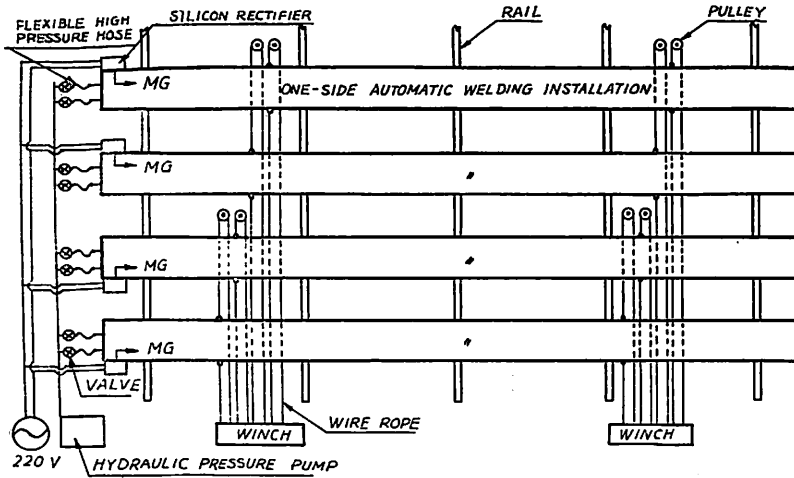


図 1 One-Side Unionmelt 溶接装置の一般配置

れ鋼板は一つのパネルとなって搬出される。

4. 溶接継手の性質

各種開先による実験の結果、0～2mmのルートフェイスをもつ30°～40°V開先が最もよいことが判明したのでこれにつき各種強度試験を行なったが、X線、引張、型曲、硬度、衝撃試験等従来 of each side one pass 法に比較し全く遜色はみとめられなかった。試験結果の一部を写真13および14に示す。裏波ビードをつけたままの裏曲げでも全く欠陥は起こ

写真9, 10は1シーム分の溶接裏当装置を示す。図1に示すごとく数台の裏当装置をウインチ等にて被溶接材開先直下に横移動せしめ、写真11に示すバルブパネルを操作して鋼板裏面に電磁石を圧着させる。溶接シームに平行に適当な個数配置された電磁石は直流電源で帯磁され被溶接鋼板を吸着する。ついで、写真8の裏当金押上用油圧シリンダを動作して当金ホルダーを押し上げ、当金は鋼板開先直下に密着される。当金裏面には溶接中溶融金属に接触して局部的に加熱され変形を受ける裏当金の熱膨脹を極力少なくし、変形による当金密着不良を防ぐため冷却水パイプがつけられており、これに冷却水を循環させる。

定盤上方のパイプ架構に懸吊された Unionmelt 溶接機は、これらの操作後おろされてブロック内各シーム同時に溶接が開始される(写真12)。

裏当金の密着がよければ確実に均一な裏波ビードが形成され One-Side Unionmelt が終了する。終了後バルブ操作、電磁石操作により裏当金は被溶接材裏面から離

らなかつた。

特に裏波ビードをつけたままのものと、これを裏ほりし、上向にて裏溶接を行なったものにつき片振曲げ疲労試験を行なったところ、裏波ビードのままのものが良好であり、疲労についても充分耐力をもつことが判明した。

本溶接法は市販の各種の Unionmelt 用溶剤のほとんどに適用可能であり、その組合せにより、必要な抗張力、衝撃値を選択できることも判明している。

5. 結 び

One-Side Unionmelt 法の開発により船殻ブロック組立において、板継時の板の turn-over が不要となり、溶接法の合理化となったと同時に組立法にも一大変革が起こり、量産に適した大型船平行部平坦ブロックにつき流れ作業化が可能となった。

今後、多電極法その他の高速溶接法を併用する研究をつづけ、さらに板継自動溶接の能率化をはかりたい。

〔改新版〕 船 舶 の 電 気 防 食 発売!

船舶技術研究所機関性能部長 工学博士 瀬尾正雄 著

船舶の電気防食は最近は大小船舶に拘らず必要欠くべからざるものとなり、その関心は極めて高くなっております。初版の「船舶の電気防食」発刊以来すでに5年余を経た今日、電気防食について大きな進歩と変化があ

り、材料としてのAlの採用、小型船では水中翼船の開発、さらに機関の防食について、新しい研究や資料を豊富にとり入れて初版より40数頁増して、ここに〔改新版〕として発行いたしました。

A 5判 上製 146頁 定価400円(〒70円)

船 舶 技 術 協 会

高張力鋼の溶接

荒 木 睦 郎*
野 村 博 一**
上 野 常 裕***

第 1 表

	引張強さ	降 伏 比 (降伏点/引張強さ×100)
一般軟鋼	41kg/mm ² 級	60%
NK-HITEN 50	50kg/mm ² 級	66%
NK-HITEN 60	60kg/mm ² 級	77%
NK-HITEN 70	70kg/mm ² 級	83%
NK-HITEN 80	80kg/mm ² 級	87%

1. ま え が き

現代工業において最も多く使用されている溶接構造用材料の両翼として軟鋼と高張力鋼があげられるが、高張力鋼の使用により構造物の重量軽減、材料の節約、使用性能の向上をはかる傾向は強く近年ますます船舶、車両、航空機、橋梁、水圧鉄管、貯蔵タンク、圧力容器等のあらゆる分野においてその使用量は軟鋼に代わって増加しつつある。

船舶においては自重の軽減から積載量の増加および輸送能力の向上が期待できるので、軍艦、客船にひきつづき船の大型化に伴って貨物船にも 50kg/mm² クラスの Mn-Si 系が使用せられ、さらに潜水艦用としては 70 kg/mm² クラスが使用されている。また船舶以外の分野においては 100 kg/mm² またはそれ以上の超高張力鋼の使用が考えられているが、これら溶接構造用の高張力鋼の使用にあたってはその機械的性質、切欠靱性、加工性、耐食性および溶接性の優秀さとともにその溶接技術（設計から検査まで）についても種々問題とすべき点が多い。

2. 溶 接 設 計

溶接構造物の製作に当り合理的な構造物の設計とともに適切な許容応力の決定が重要であり、これは構造物の重量軽減に大きく影響する。

構造物の破壊には材料の機械的性質、引張強さ、降伏点、伸び、絞りがある割合で影響すると考えられるが、一般に許容応力は鋼材の降伏点または引張強さをもとにして決められている。設計応力は降伏応力を基準として考えるべきという最近の傾向に基づけば高張力鋼は降伏比が軟鋼に比して高いために有利である。一例を示すと第 1 表のとおりとなる。

高張力鋼に対する設計応力についての各船級協会の意見は、当社が初めて商船を建造するに際し調査した範囲では一応次のとおりであった。

中央部上甲板およびその近傍の縦強度部材に 50kg/

mm²級の高張力鋼を使用した場合の断面係数の減少率は（但し船体曲げ剛性は軟鋼設計船の限度内にあり、捩屈強度も厚板のため問題とならない）

NK 上甲板の断面係数を全断面より 2.5mm の腐食予備厚控除した後、軟鋼と高張力の比だけ減少

$$\frac{\text{高張力鋼の場合の断面係数}}{\text{軟鋼の場合の断面係数}} = \frac{41}{50} = 0.82$$

但し NK 船舶用 50~60kg/mm² 高張力鋼規格案では、現行軟鋼の許容使用応力が 12.5kg/mm² となっているので、これに対して高張力鋼の許容使用応力を σ_y の比で決定することとなっている。

$$\begin{aligned} \text{HT 50 の許容応力} &= \text{軟鋼の許容応力} \times \frac{32}{25} \\ &= 12.5 \times \frac{32}{25} = 16 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HT 60 の許容応力} &= \text{軟鋼の許容応力} \times \frac{46}{25} \\ &= 12.5 \times \frac{46}{25} = 23 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

AB 軟鋼の場合より断面係数で 10% 減（実績では抗張力比の約半分にあたった）

$$\text{LR } HZ_D = mZ \times \frac{m\sigma_{m, ul} + m\sigma_y}{H\sigma_{1/3m, ul} + H\sigma_y} = 0.823mZ$$

HZ_D ; 高張力鋼を使用した場合の甲板における断面係数

mZ ; 軟鋼に対する LR 協会要求の断面係数

$m\sigma_{m, ul}$; 軟鋼の抗張力の上、下限平均値 (45.5 kg/mm²)

$m\sigma_y$; 軟鋼の降伏点 (25kg/mm²)

$H\sigma_{1/3m, ul}$; 高張力鋼の抗張力の上、下限範囲における 1/3 下平均値 (52.7kg/mm²)

$H\sigma_y$; 高張力鋼の降伏点 (33kg/mm²)

但し上記における鋼材の承認条件は（昭和 36 年現在）

* 日本鋼管鶴見造船所 管理部技術管理課長

** 同 上 // 技術管理課

*** 同 上 造船部船体外業課

NK : Vシャルピーが0°Cで6kg-m/cm²以上で板厚20mmを超えるものは焼準を要する。

AB : Vシャルピーが0°Cで10kg-m/cm²以上、板厚1³/₈in超は焼準。

LR : Vシャルピーが0°Cで4.84kg-m/(断面係数減少率)^{1/2} 軟鋼D級相当範囲

” 6.22 ”

軟鋼E級相当範囲

重量軽減の一例として当所の初期の建造船の実績をあげると第2表のとおりであり、全船殻重量の約15%程度の高張力鋼を使用しておよそ260tの重量軽減になっている。

第2表

	高張力鋼混用設計		軟鋼設計	
47,000 DWT Ore Carrier NK (昭和37.2月進水)	HT (E) 板	125t	KSM (リムド)	54t
	HT 板	904t	A {セミキルド	75t
	HT 型鋼	108t	KSM B	44t
			KSM D	1,107t
	計	1,137t	型鋼	119t
			計	1,399t
	鋼材重量軽減量 1,399-1,137=262t			
67,500 DWT Ore & Oil Carrier AB (昭和37.7月進水)	HT 板	2,152t	C N	1,558t
	HT 型鋼	80t	T	818t
	B	419t	B	457t
			A	8t
	計	2,651t	型鋼	60t
			計	2,901t
	鋼材重量軽減量 2,901-2,651=250t			

(日本鋼管技報 No. 23 June 1962)

3. 高張力鋼材

高張力鋼材が具備すべき主な諸性質は次の4項目と考えられる。

- (1) 抗張力、降伏点がともに高いこと
- (2) 溶接性が良好なこと
- (3) 耐蝕性が良好であること
- (4) 加工性が優れていること

高抗張力、高降伏点は炭素量を増すことにより簡単に得られるが、炭素は切欠靱性を著しく低下させ、溶接熱影響部の脆化を増大させるので、市販の溶接構造用高張力鋼は炭素量を低くし、合金元素を適量加えたり、熱処理を行なうなどの処置がとられている。焼入れ焼戻しの低炭素調質鋼は、とくに降伏比が高いために前述のごとく鋼材の重量軽減が可能であり、また板厚の減少により溶接施工上の困難をも大いに軽減できうる。

高張力鋼の溶接性として重要と考えられる項目は次のとおりであるが、

- (1) 溶接部の切欠き靱性
- (2) 溶接熱影響部の硬化と延性の低下
- (3) 溶着金属と溶接熱影響部の溶接割れ、特に低温割れ

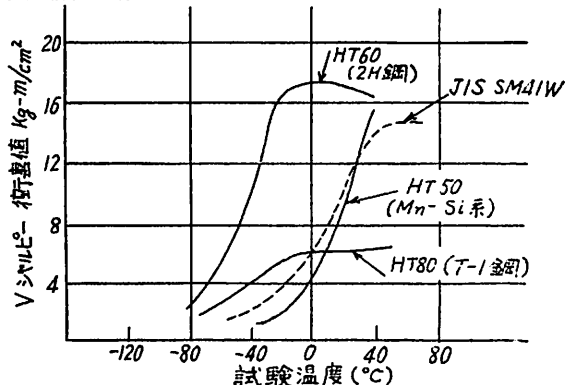
以上のなかでも切欠き靱性は溶接構造物の脆性破壊と関連して注目を浴びるようになったものであり、溶接構造用鋼のきわめて重要な性質である。

切欠き靱性の尺度としては、Vノッチシャルピー衝撃試験による遷移温度がよく採用されている。1959年6月ロンドンで開催された国際船級協会会議において定められた船体用圧延鋼材の国際統一規格によると船体用圧延鋼材はGrade A~Eまで5等級に分類され、衝撃値に関しては第3表のように定められている。

第3表

Grade A, B, C	規定なし
Grade D	35ft.lbs (4.8kg-m) at 0°C
Grade E	45ft.lbs (6.22kg-m) at -10°C

高張力鋼の切欠靱性は、製鋼、圧延の条件、化学成分などにより著しい影響をうけるが、遷移温度に及ぼす合金元素の影響についてはRinebolt and Harris両氏の実験によると第4表のとおりであり、切欠靱性を向上させる元素としてMn, Ni, Alがあげられる。これら合金元素の添加により50キロ級の高張力鋼は切欠靱性の良好なものが国産化されているが、60kg/mm²~80kg/mm²の高級高張力鋼においては合金元素の添加だけでは良好な切欠靱性、溶接性を維持することが困難なため、低合金鋼に焼入れ焼戻の熱処理を行なった調質鋼が国産されているが、第1図に示すごとく調質鋼は特にすぐれた低温切欠靱性を有している。



第1図 各種高張力鋼のVシャルピー衝撃値の遷移曲線 (最新溶接ハンドブックより)

高張力鋼の焼入れ硬化性は軟鋼に比して大きいので溶接熱影響部の最高硬さが高くなるが、これは溶接部の延性および溶接割れに著しく影響するのでできるだけ低く押

第4表 合金元素0.1%増加に対するVシャルピー
15ft-lb 遷移温度の増加率(°C)

合金元素	Tr ₁₅ の増加率(°C)	適用成分範囲(%)
C	+14.7	0 ~ 0.40
Mn	- 5.6	0.3 ~ 1.5
Si	0	0.1 ~ 0.6
P	+56.0	0 ~ 0.2
S	0	0 ~ 0.05
	+11.1	0.05 ~ 0.15
Cu	0	0 ~ 0.7
	+ 3.9	0.7 ~ 2.0
B	+278.0	0 ~ 0.0044
Ni	- 3.9	0 ~ 0.4
	- 1.7	0.4 ~ 3.0
Cr	0	0 ~ 0.5
	+11.1	0.5 ~ 1.0
Mo	+19.5	0 ~ 0.18
	- 4.2	0.18 ~ 0.30
Al	0	0 ~ 0.10
Ti	- 4.4	0 ~ 0.40
V	+33.4	0 ~ 0.14
	-27.8	0.14 ~ 0.22

(注, 上表の実験に使用された高張力鋼の基本成分は C : 0.30 Mn : 1.00 Si : 0.30 である)

さえる必要がある。溶接熱影響部の最高硬さは主として母材の化学成分と、最高加熱温度からの冷却速度の大小によってきまることが、合金元素の影響は Dearden-O' Neill の式により近似的に求められる。

$$C_{eq} = C + \frac{1}{6}Mn + \frac{1}{15}Ni + \frac{1}{5}Cr + \frac{1}{4}Mo + \frac{1}{13}Cu + \frac{1}{3}P$$

(注 Cu > 0.5%, P > 0.05% のときのみ加算する)

$$\text{または } C_{eq} = \text{上式} + \frac{1}{24}Si$$

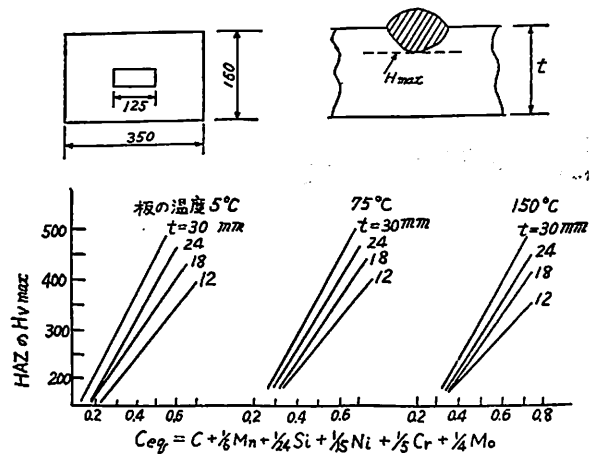
また溶接熱影響部の最高硬さ H_{max} はこの C_{eq} に比例して推定できる。

$$H_{max} = a C_{eq} + b$$

但し a, b は板厚, 開先溶接条件で決まる常数である。従って溶接熱影響部の硬化を減じて延性を増すには炭素当量を小さくすることが必要である。高張力鋼の化学成分が定められ、炭素当量が定まっている場合には溶接熱影響部の最高硬さは融点からのポンドの冷却速度あるいは冷却時間によって決まる。これは板厚, 入熱, 予熱, 後熱, 継手形状, ビード長などによって左右される。

一般に板厚が大になるほど冷却速度は大となるが, 手溶接においては板厚25mm以上ではほぼ一定となる。反対に予熱, 後熱により冷却速度は小となる。

これらと溶接熱影響部最高硬度との関連については, 船舶設計協会工作基準委員会で行なった実験によると第2図のとおりとなる。



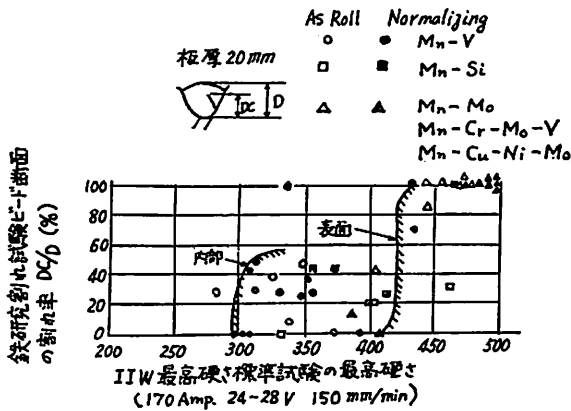
第2図 IIW標準硬度に及ぼす板厚, 炭素当量, 予熱温度の影響

国際溶接学会 (IIW) は, JIS Z3101 の型式の溶接部の最高硬さ試験で得られた最高硬さが Hv 350 以下であれば, 溶接性が良好で, 母材に割れを発生することなくまた溶接部の延性も十分であるとの見解をとっている。一般に溶接熱影響部の最高硬さが高いほど, その延性が減じているが, 溶接部の曲げ延性を向上させるためには C_{eq} , 板厚が定まっている場合は, 入熱を大きくする, 予熱温度を高くすることが考えられるが (過度の入熱は溶接継手の靱性を損うので注意しなければならない), 一般に後熱として600~650°C (但し調質高張力鋼ではその焼戻し温度以下) の応力除却焼鈍を行なうことが最も効果的である。

高張力鋼は軟鋼に比して鋼材の焼入れ性が大的ため, 溶接熱影響部の硬化が著しく種々の冷間割れが生じ易い。このうち最もよく現われるのはビード下割れである。ビード下割れの発生機構に関する米国のパツェル研究所の理論は次のとおりである。溶接中に熔融金属は多量の水素を含有するが, 熔融金属の凝固に際し水素の溶解度の激減により, 一部は表面から外気中にガスとなって逃げ一部は加熱によりオーステナイトとなり水素の吸収能力が高い熱影響部内に拡散し続けるが, 熱影響部も冷却につれてオーステナイト状態から変態するに従って水素の吸収能力が減少してくるので高張力鋼が急冷された場合室温付近で過飽和水素を有した残留オーステナイトがマルテンサイトに変態する際に新しくできた組織中に微細な割れを生ずる。従ってビード下割れを防ぐためには, 低水素系溶接棒を使用して溶接金属の吸収水素量を減少させるか, または予熱を行なってマルテンサイトの生成を減らすことが有効である。ビード下割れは200°C 以下で発生し, 300°C 近辺の冷却速度がその発生に著しく影

響するので100°C程度の子熱が有効であり、国際の HT 50, HT60 はほぼ75°Cの子熱で十分な効果が認められる。

また冷間の拘束割れに関しては第3図に示すとおり、国際溶接学会 IIW の最高硬さ (JIS Z3101, 1956) に対しては 300 Hv 以上ではビード下割れが発生し、400 Hv 以上では割れが表面まで及んでいる。従って IIW の警告によると Hv 350 以上では母材の子熱または低水素溶接棒の使用などの注意が必要である。



第3図 溶接冷間割れに及ぼす最高硬さの影響 (最新溶接ハンドブックより)

4. 溶接施工

健全な溶接構造物を作るために溶接棒の選択は重要であるが、現在高張力鋼用の溶接棒としては一般に低水素系の溶接棒を用いるが、JIS では50キロ、60キロ級用の高張力溶接棒として第5表のように規格している。それ以上の高張力鋼の場合は普通 ASTM に準じている。

* 印の低水素系溶接棒の衝撃値およびその試験温度に関しては注文者と製造者との協定によると定められている。

JIS 規格の表に示されたように、高張力鋼用の溶接棒として鉄粉低水素系溶接棒の占める割合が相当大であることがわかる。これら高張力鋼用溶接棒は溶着のまま乾燥処理をした母材と同等の機械的強さ、引張り強さ、靱性などを有しなければならないので Si, Mn の他に Ni, Mo, Cu, Cr, V などの合金元素が添加されているが、一般軟鋼棒と比して低水素系はとくに溶着金属中の水素含有量が低くなるよう作られているので、その乾燥については十分注意する必要があるとともに、使用に際しても被覆剤の吸湿についてはよく注意する必要がある。

乾燥条件については、使用溶接棒に応じて溶接棒メー

第 5 表

種類	引張強さ kg/mm ² 以上	降伏点 kg/mm ² 以上	伸び %以上	衝撃値 (Vシャルピー 0°C) kg-m/ cm ² 以上	水素量 cm ² 以下 溶着金属 g
D5000 D5031 D5003 D5011	52	42	20	4.0	—
D5013 D5014 D5024	52	42	15	—	—
D5016 D5018 D5026 D5028	52	42	22	7.0	0.10
D5500	57	46	18	—	—
D5516 D5518 D5526 D5528	57	46	20	—*	0.08
D6000	62	50	15	—	—
D6016 D6018 D6026 D6028	62	50	18	—*	0.06

カーにより指示された条件に従うのが賢明であろう。

高張力鋼の溶接施工に際しては、前述のように冷却速度の大小が溶接熱影響部の硬化、ビード下割れなどの溶接割れ、収縮応力などに著しく影響するため、鋼材の材質、板厚に応じて適当な予熱を施すことが重要であるが、必要以上に予熱温度を高くすると調質鋼の特徴である機械的性質、とくに抗張力、切欠き靱性などが損なわれる恐れがあるので注意しなければならない。さきに HT 50, HT 60 クラスの高張力鋼についてはビード下割れ防止の意味では 100°C の予熱で十分であると記したが、さらに溶接熱影響部の最高硬さを減じるためには、550°C 附近の冷却速度の大小が影響するために 150°C 程度の予熱を施工することが好ましい。

HY80 を用いた潜水艦の米海軍の溶接施工基準によると予熱および層間温度は第6表のとおり定められておる。

第 6 表

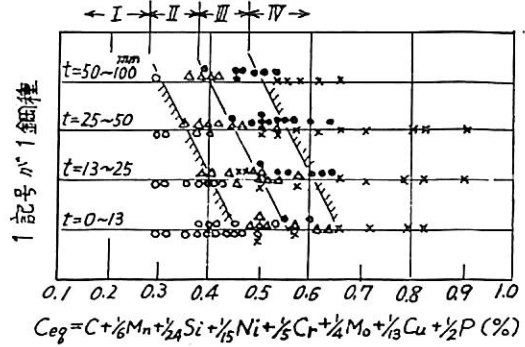
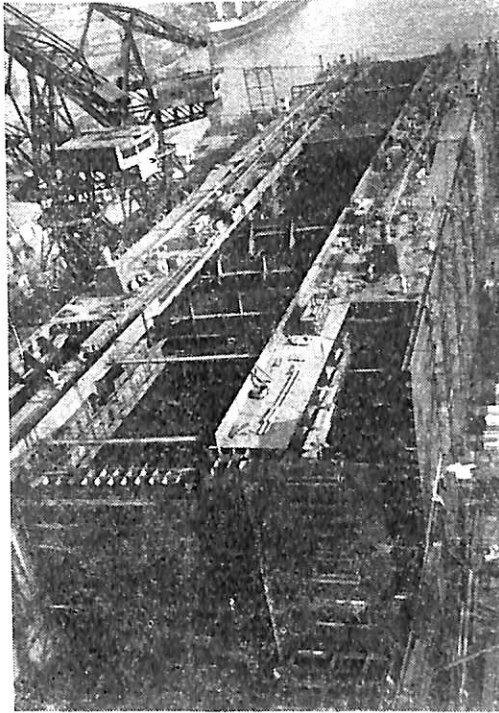
板 厚	最低予熱温度
1 1/8" (29mm) 以上	200°F (93°C)
1 1/8" ~ 1/2" (12.5mm)	125°F (52°C)
1/2" (12.5mm) 以下	75°F (24°C)

但し、最高予熱温度および層間温度は板厚に無関係に 300°F (149°C) とする

入熱量も第7表のとおり制限されている。

第 7 表

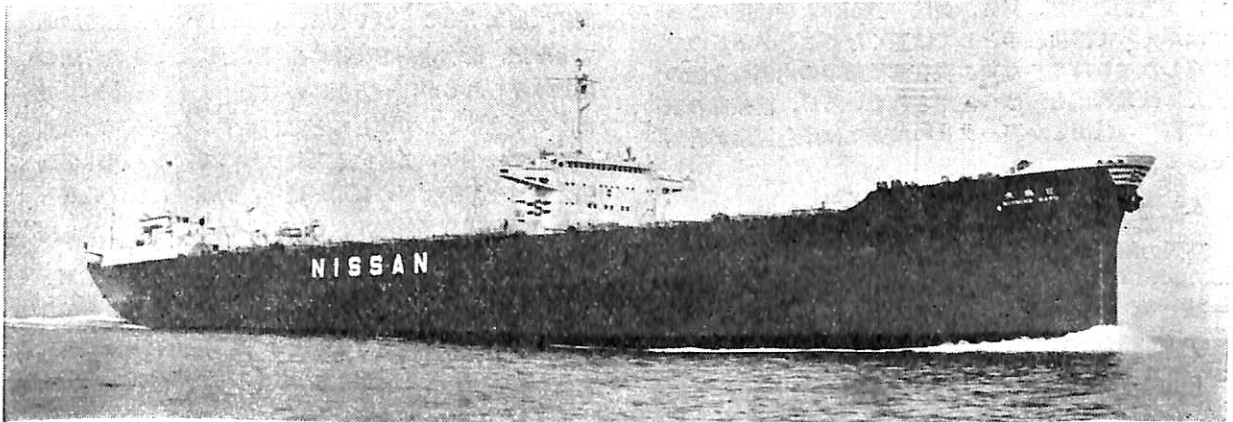
板 厚	最大入熱量
1 3/8" (30mm) 未満	60,000 joules/in
1 3/8" (30mm) 以上	80,000 joules/in



$C_{eq} = C + \frac{1}{2}Mn + \frac{1}{4}Si + \frac{1}{15}Ni + \frac{1}{5}Cr + \frac{1}{4}Mo + \frac{1}{13}Cu + \frac{1}{2}P$ (%)
 Cu, P は $Cu > 0.5, P > 0.05\%$ の場合のみ加算する。

第 4 図

記号	溶接性	予熱 °C (低水素系使用)	応力除去焼鈍
○	I 秀	不要	不要
△	II 優	> -10	任意
●	III 良	> 40~100	希望
×	IV 可	> 100	必要



建造中および試運転中の日鵬丸

高張力鋼の溶接に際し、両面溶接継手の裏掘りとか手直しのためのガウジングには、アセチレン、プロパン等のガス・ガウジングは熱影響の範囲が大きくなることと、入熱量が過大となり母材が劣化する恐れがあるため一般にアークエアガウジングが用いられる。この場合一般的には予熱は施工されないが、HY80を用いた米海軍の施工標準では第8表のように定められている。

第 8 表

板厚	最低予熱温度
1 1/8" (29mm) 超	150°F (66°C)
1 1/8" (29mm) 以下	75°F (24°C)

一般に高張力鋼の溶接施工においてどの程度の予熱を行なうかを決定することは根本的問題であるが、さきに記した船舶設計協会工作基準委員会の資料によってもほぼ推定できる。また鈴木氏(最新溶接ハンドブック)が炭素当量を基準としてまとめられたものによると第4図のごとくなっている。

因に当所において建造した高張力鋼船の第1船日鵬丸(47,000DWT Ore Carrier, NK)に使用した50HTの炭素当量を調べてみると第9表のとおりとなる。

$$\text{規格の } \max C_{eq} = C + \frac{1}{24}Si + \frac{1}{6}Mn$$

$$= 0.42 (\leq 30\text{mm}) \sim 0.44 (> 30\text{mm})$$

使用材の C_{eq} の範囲 = 0.38 ~ 0.43 (21mm厚 ~ 35mm厚)

第 9 表

製品名	板厚	化学成分 max. %					機械的性質		
		C	Si	Mn	P	S	降伏点	伸び	衝撃値 (Vノッチ 0°C)
NK. HITEN 50 (HS-IC)	30mm以下	0.18	0.55	1.30	0.035	0.040	33kg/mm ² 以上	20%以上	6 kg-m/cm ² 以上
	30mm超	0.18	0.55	1.40	0.035	0.040			

5. 溶接検査

溶接部の検査については軟鋼と同様に肉眼による外観検査、X線透過検査、超音波検査、染色浸透検査、磁気探傷検査などが用いられるが、最も一般的には外観検査とX線検査が使用されている。

検査に際してはとくに割れの検出に留意し、用途によってはX線検査において鉛箔増感スクリーンとかさらに高感度の蛍光増感スクリーンの利用などが考えられるが、X線検査の結果発見される小さなブローホール、スラグ巻込みなどは増感紙の検出能力の大小によりフィルムに表われる鮮明さに差があるため手直しに際し十分注意することが必要である。また手直しによりX線的には改善されても母材には繰返し熱履歴を与えることになるので、構造物の種類、材質、欠陥の種類および程度によってはかえって溶接継手としては悪くなることもあるので注意しなければならない。現在溶接継手の内部の欠陥の発見にはX線がもっぱら使用されているが、溶接部の表面の割れの検出とか裏ハツリの検査には染色探傷が有効である。

6. まとめ

高張力鋼の溶接について概略を述べてきたが、船舶へ

＝技術短信＝

八幡製鉄の船体用F級鋼(41および50kg/mm²級IN処理鋼)について

八幡製鉄株式会社では、昨年5月、IN処理を生かした超高張力鋼「WEL-TEN 100N」を発表し、引続き各種鋼種のIN処理の工業化につとめてきたが、このたび引張強さ41および50kg/mm²級の船体用IN処理鋼の開発に成功し、近く製造販売を開始することになった。

これら鋼種は引張強さ41kg/mm²級のF級鋼および引張強さ50kg/mm²級の第1種E級高張力鋼として、日本海事協会の承認を得、圧延後の焼ならし処理を施すことなく、それぞれ従来のE級鋼および第1種E級高張力鋼と同等に使用し得るものである。

E級鋼および第1種E級高張力鋼は船体の重要部分(例えば船側部外板および彎曲部外板)の溶接構造に使用する鋼材で、アルミキルド細粒鋼に焼ならし処理を施

の適用、ことに性能を重視する特殊な艦艇や客船などを除いて一般商船への適用を考えてみると、当然経済性が問題にならなければならない。当社では昭和37年初旬50kg/mm²鋼材を大幅に採用した47,000DWT 鉱石船を建造し、引続いて現在まで同型船1隻、67,000DWT 鉱石船を同要項で建造してきた。それらの経験と加工性を含めた種々の試験を行なった結果とから、市販50~60kg/mm²級までの高張力鋼であれば、疲労強度、座屈強度等の検討が若干残されているにせよ、十分にその長所を活かし経済性を損うことなく適用することができるものと考えている。すなわち溶接、曲げ、歪取り、孔明、切削、ガス切断などの作業を十分な管理の下に行なえば、材料の機械的性質の有害な劣化を残すことなくほぼ軟鋼同様に施工することができる見通しを得た。施工能率面でも予熱、低水素系溶接棒の採用などによる作業時間の増加はみられるが、一方板厚の減少による効果も顕著であるので全体としてほとんど増加せず、むしろ実績時間の比較では少ないようにも見受けられている。船体用高張力鋼材や溶接材料の採用が進み、価額がさらに低廉となれば、載貨重量の増加などによる利点が一層大きく期待できるであろうと思われる。

し、良好な靱性(0°CにおけるVノッチシャルピー衝撃値がそれぞれ6.2 kg-mおよび7.2 kg-m以上)を得るものである。

当社では、IN処理が鋼組織の細粒化し、靱性を著しく向上する効果があることに着目し、E級鋼とほぼ同様の鋼種にIN処理を施すことにより圧延後の焼ならし処理を省略しても所定の性質が得られることを確認した。

さらに、去る10月14日、日本海事協会より引張強さ41kg/mm²級および50kg/mm²級IN処理鋼につき、従来のE級鋼および第1種E級高張力鋼に規定されている圧延後の焼ならし処理を省略し得ることが承認されたものである。従って従来焼ならし処理を行なっていたE級鋼のコストダウンに成功したわけで、この点で新鋼種は船舶の大型化、全溶接構造による造船所側の工程の合理化にマッチした画期的な新製品であり、今後の需要の伸びが期待される。なお、LR、AB協会にも承認を申請するよう準備している。

FN法—新しいサブマージ・アーク溶接法

富士製鉄株式会社中央研究所溶接研究室

堀 田 知 道
馬 田 豊 昭

1. まえがき

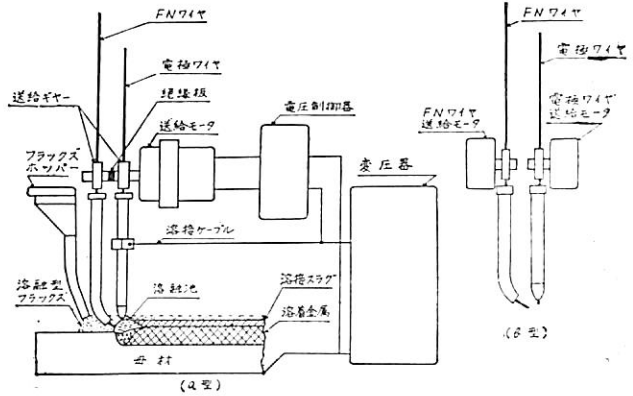
戦後の日本造船技術の進歩はめざましく、造船量は世界第一位を占め、とくに最近10万トン以上の大型船の建造が行なわれるようになり、各社で大型船用の建造設備投資がきそって行なわれている現状である。このような構造物の大型化に伴って、これら構造物の性能を向上せしめ、経済性とすぐれた溶接性を有する各種の高切欠靱性高張力鋼が相ついで開発されている。

鋼材がこのような飛躍的に強度を向上している反面、この溶接にあたっては、まだ多くの問題点が残されている。すなわち溶接作業の能率化を図る自動溶接においてはとくに溶接金属の切欠靱性が母材にくらべてはるかに劣り、この切欠靱性の向上には種々の溶接方法ならびに溶接材料が研究され、着々効果をあげつつあるが、まだ満足すべき結果を得ていない。

そこで高い切欠靱性を要求する鋼、例えば造船用のE級鋼等の自動溶接について、従来のサブマージ・アーク溶接法の種々の欠点を改善し、溶接部の切欠靱性の向上とその能率化を企画して新しいサブマージ・アーク溶接法(FN式サブマージ・アーク溶接法)を開発した。以上にFN式サブマージ・アーク溶接法の概要を述べ、併せて造船用E級鋼、60キロおよび80キロ高張力鋼に適用した例と、高能率表面硬化肉盛溶接に応用した場合とについて述べ、溶接作業能率化のご参考に供する次第である。

2. FN式サブマージ・アーク溶接法の装置とその特長

第1図にFN式サブマージ・アーク溶接法の溶接機について略図を示す。この新しいFN式サブマージ・アーク溶接法とは従来のサブマージ・アーク溶接機を用い、簡単な治具を取付けるのみである。a型は電極ワイヤの送給モータと同一軸を使用し、さらに一つのローラをつけてFNワイヤの送給を行なう。b型は電極ワイヤの送給モータと別個のFNワイヤ送給用モータを取付け、FNワイヤの送給速度は電極ワイヤよりも高速度で送給が行なわれる。写真1はa型のものの一例であって、取付治具はFNワイヤ用リール、ストレイナーおよび送給ローラ、ガイド(カーブドノズル)からなっている。要



第1図 FN法のサブマージ・アーク溶接装置の略図

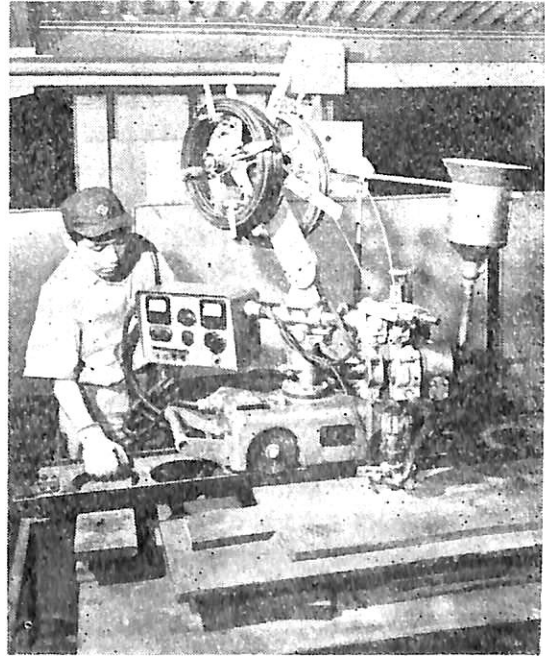


写真1 FN式a型サブマージ・アーク溶接装置の外観

点は側面よりFNワイヤと称する合金成分、脱酸剤および造滓材等を内蔵する有心複合ワイヤが電極ワイヤと母材との間のアーク熱によって生ずる溶融池中あるいはアーク柱に供給され、2次に添加溶融されるようにした。この新しい溶接法の特長はつぎのとおりである。

(1) FNワイヤ中に、たとえばFe-Mnなどの強脱酸

剤を適量充てんしているため、従来のサブマージ・アーク溶接法に比べ脱酸反応を完全に行ないうるので、得られる溶着金属中の O_2 含量は低くなり、またSi含量も低下し、したがって非金属介在物も著しく少なくなり清浄な溶着鋼が得られるので、切欠靱性が向上する。

(2) FN ワイヤには同時に強塩基性造滓材を含ませ、溶接スラグの塩基度が高められるので、脱酸反応が促進される。したがって(1)と同じように切欠靱性を高めうる。また塩基性造滓材のため溶融鋼中の脱硫脱磷が行なわれ、S、Pの含有量が低減するので熱間ワレを生じがなくなる。この場合使用するフラックスは従来の安価な軟鋼用のもの、たとえばグレード80などの $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ 系をそのまま使用しうる。

(3) FN ワイヤ中には粉状の合金元素たとえばCr、Mo、Ni、Vなどを自由にかつ任意量添加できるので、電極ワイヤは従来の安価な軟鋼用電極ワイヤを用いればよい。このことにより高張力鋼はもとより低温用鋼その他いかなる鋼材の溶接にも、また表面硬化用などにも、ただFNワイヤの成分を変化させることにより、簡単に適用しうる。これは従来の方法のように電極ワイヤを合金鋼とする場合の製造原価より安価にしかも手やすく、FNワイヤを製造し供給しうる利点がある。

(4) FN ワイヤは電極ワイヤとは電気的に無関係で、電極アークの熱エネルギーによって溶融される。すなわち溶融金属の冷却速度は従来の方法よりはやくなり、柱状晶の発達を阻止され、またFNワイヤが溶融池に挿入されるのでその攪拌作用によって、凝固核の発生速度が大きくなり、結晶粒が微細化しこれによって衝撃値の改善が図れる。

(5) 溶接能率が向上する。すなわち従来のサブマージ・アーク溶接法にくらべて、電極ワイヤのほかにFNワイヤの金属部分が充てん金属として溶着金属化するの、単位時間に溶着する金属量すなわち溶着速度が著しく増大する。したがって厚板の場合切欠靱性をそこなうことなく層数を節減することができる。また肉盛溶接に応用すれば、肉盛量が多くビード幅が大となるから、その能率は著しく上昇する。

(6) 従来の溶融フラックスと同じ溶接条件で溶接施工できる。すなわち従来の方法と同様の高電流と高溶接速度を採用できるので、ボンド・フラックスなどより能率的である。

(7) 溶接金属の冷却がはやくなるため、とくに調質高張力鋼溶接熱影響部の軟化部の幅が従来の方法にくらべていちじるしく狭く、また熱影響部の脆化領域が少ないので継手性能がすぐれている。したがって全自動溶接継手の強度および靱性を重視する場合に、とくに軟化部で

の破断など欠陥が多いとされている調質高張力鋼の溶接に対し、画期的な改善策を与えたものといえる。

(8) 溶接金属の耐ワレ性がすぐれている。従来の方法にくらべて、ビードの形状が異なり溶け込みが浅く、ビード幅が大となるので、梨形ビードになりにくく、また塩基性造滓材が溶融鋼中に供給されるので脱硫脱磷が行なわれ、S、P含有量が低下するので、従来法によくみられるビード断面中央部に生ずる高温ワレは全く認められなかった。またクレータ部の充てん金属量が多いため、クレータワレが発生しにくい。

(9) 溶接による歪が小さい。

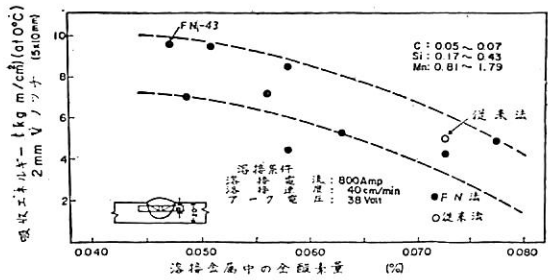
(10) 溶接施工面において経済的である。たとえば同一板厚の場合、通常の方法では母材のとけ込みが約50%というように必要以上に多いため2~3層で仕上げねばならないとき、スラグ除去の手数が多くなり、作業時間が長くなるが、とけ込み量が比較的少なく溶着量の多い本法によって1層で仕上げれば、スラグ除去も容易で、著しく作業時間を短縮できる。またスミ肉溶接の場合においても、ワンパスにより従来の方法より大きい脚長がえられるので、それだけ溶接速度をあげることができる。また厚板の突合せ溶接でX型開先で両面から溶接するのが普通であるが、本法では適当な裏あて治具を用いればV型開先により片面からしかも1層溶接で仕上げられる可能性があり、板を裏返す必要がなく、造船所などでは経費の節減に役立つと思われる。

3. 冶金学的考察

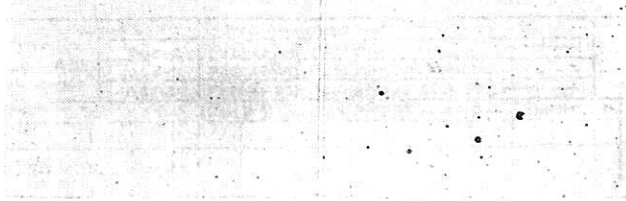
第1表に供試ワイヤ、フラックスの化学成分を示す。電極ワイヤW-10、W-20はそれぞれ#36、#43に該当する軟鋼線材であり、フラックスはC-300でグレード80に相当するものである。FNワイヤは強脱酸剤としてたとえばFe-Mn粉末など、強塩基性造滓材としてはたとえば CaF_2 粉末を内蔵し、なお60キロ、80キロ高張力鋼用としてはNi、Mo等の金属粉末を適量含有せしめたものを用いた。

(1) 溶接金属の酸素含有量について

FNワイヤ中のMn量および塩基度を系統的に変化させて、試作したワイヤ10種を用いて、同一溶接条件で溶接した溶接金属の酸素量と切欠靱性との関係について調べた。第2図にその結果を示す、一般に溶着鋼中の全酸素量が多くなるにしたがって衝撃値は低下するが、FN法のそれはそのほとんどが従来法にくらべて著しく低い全酸素量を示している。従来法での溶着鋼中の全酸素量は約0.075%であり、これは被覆アーク溶接棒の溶着鋼中の酸素量の6~8倍に相当し酸素量が著しく多いが、FN法ではこれが約0.045%まで低下しており、従来法の



第2図 溶接金属の切欠靱性に対する全酸素量の影響
約1/3の酸素量となっている。これはSi含有量が低く、かつ溶接スラグの塩基度が大きくなるため溶着鋼中の介在物が著しく少なくなるためと考えられる。この事実は顕微鏡検査の結果写真2に示すように溶接金属中の非金属介



F N 法 従 来 法

写真2 溶接金属中の非金属介在物の顕微鏡による比較
在物が従来法にくらべてFN法の方がはるかに少ないことが認められた。このようにFN法の溶着鋼の切欠靱性は溶融過程における脱酸反応に大きく支配され、FNワイヤ中の脱酸剤の量および強塩基性の造滓材に大いに影響されることがいえる。

(2) 溶接金属中の P, S について

FN法では強塩基性造滓材がFNワイヤより溶融池に投入されるので、従来法による溶融型塩基性フラックスより脱硫脱磷反応が効果的に行なわれるものと考えられる。

そこで同一の電極ワイヤ W-10 (#36相当) を用いフラックスは C-300 (グレード80相当) および XF (塩基性フラックス) との組合わせで従来法とFN法による全溶着金属最終層の分析値を比較した。この結果を第2表に示す。S, P は従来法はくらべ FNワイヤの作用でFN法による方が明らかに減少し、かつFN法による溶接スラグの塩基度も従来法より大きい。さらに従来法にくらべてFN法ではSiが約1/3に減っているのが特長で、すでにのべたO₂の減少率と合せ考えるとSiO₂などの非金属介在物が少なくなっている証左であり、切欠靱性を向上する原因となっている。また第2表は多層溶接の最終層の分析値であるから、従来法で多層溶接するとSiが次第に富化される傾向があったが、FN法ではこのよう

な現象は見当たらないといえよう。

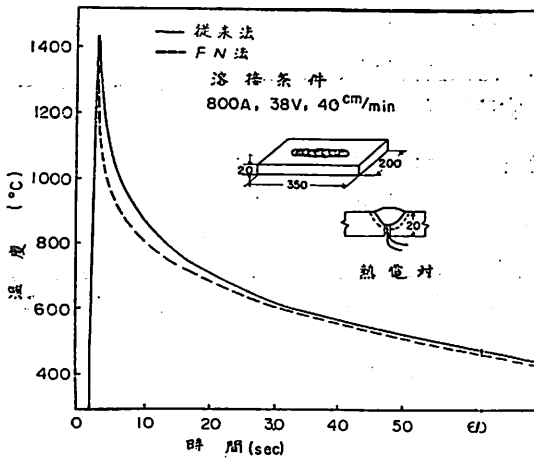
4. 溶接金属および溶接熱影響部の材質に対する影響

(1) 溶接部の冷却速度

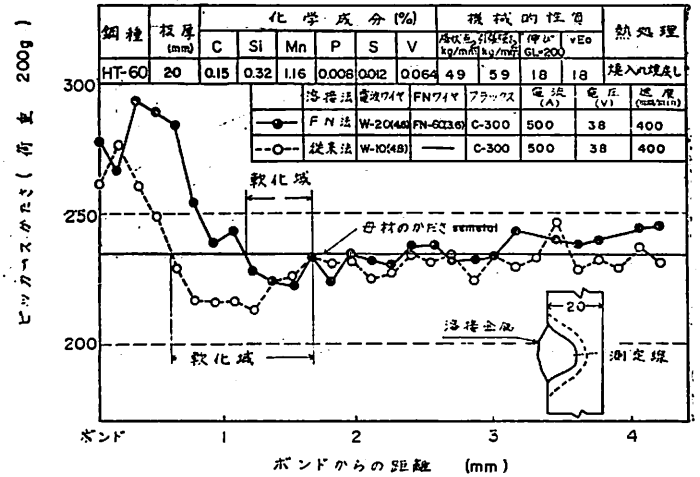
第3図に溶接ボンド部の冷却速度を測定した結果を示す。同一鋼板上に同一溶接条件でFN法と従来法で溶接ビードをおき、そのときのボンド部の冷却速度を熱電対で測定した。第3図のように両者のボンド部の冷却速度に差があり、FN法の方が従来法にくらべて冷却時間が短く、とくに600°C以上の高温側でその差は著しい。この現象は溶接部の材質に対して大きな好影響を及ぼすと考えられる。そこで上述の溶接ビードおき試験片から溶接金属の顕微鏡組織を比較すると、FN法は従来法にくらべて組織が微細化されていることがわかる。この顕微鏡組織を写真3に示す。これはFN法の溶鋼温度が従来法より低く、また冷却速度が大きいために生じたものと考えられ、またFNワイヤの攪伴作用も影響している。すなわち溶着鋼の凝固時の dendrite の生成温度範囲および変態温度範囲の冷却速度が大きい結果、溶着鋼の柱状晶の成長および変態時の各相の成長もまたげられまたFNワイヤの攪伴作用で凝固時の核発生速度が大きくなるため組織が微細化されたものであろうと考えられる。

(2) 熱影響部の軟化域および脆化域

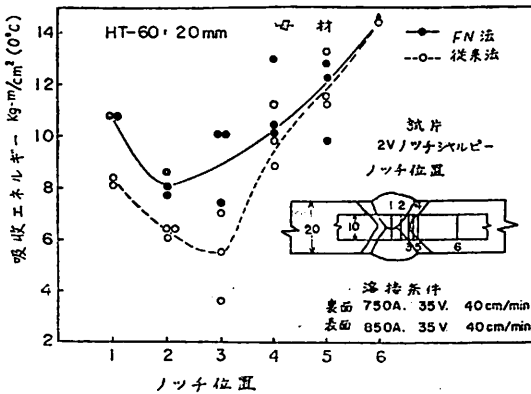
FN法溶接による溶接部の冷却速度が大きいことは熱影響部に対して、とくに調質鋼の熱影響部に対して好影響が期待される。第4図は溶着鋼底部についてボンド部から母材へかけて硬度分布をFN法と従来法とについて比較したものである。上述の冷却速度を求めた時と同じ大きさの試験片を用い調質60キロ高張力鋼板上に同一溶接条件でビード溶接したものについて比較した。母材の平均「かたさ」より「かたさ」の低下する部分を軟化部とすれば、FN法の方が従来法にくらべて軟化部の幅は小さい。調質鋼の熱影響部の軟化域の幅が狭いということは、従来の自動溶接継手の引張試験において軟化部の破断のため継手強度が低下するという欠点に対して本法の有利性を示すものである。第5図は溶接継手部の切欠靱性を比較したものである。60キロ高張力鋼板厚20mm鋼板の裏表1層ずつの溶接でFN法と従来法とで溶接継手を作り、2Vノッチシャルピー試験片のノッチの位置を第5図に示すようにかえて0°Cにおける衝撃値の分布を調べた。この結果FN法は従来法にくらべて熱影響部の脆化の程度はすくないことが判明した。FN法では脆化部の最低値が8kg-m/cm²であるのに対して従来法で



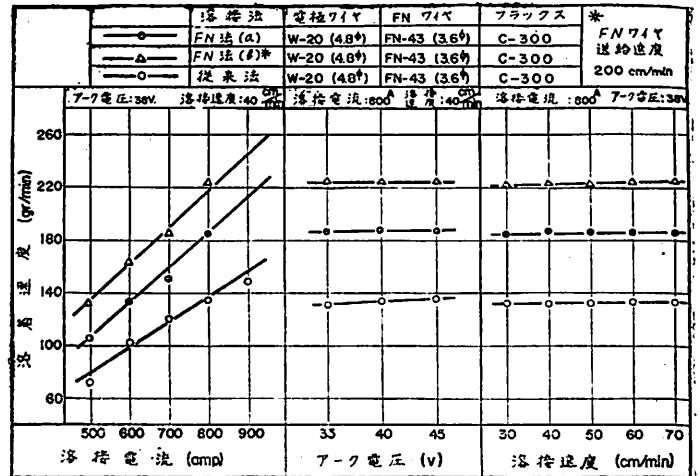
第3図 ボンド部の溶接熱サイクルの比較



第4図 溶接熱影響部のかたさ分布の比較



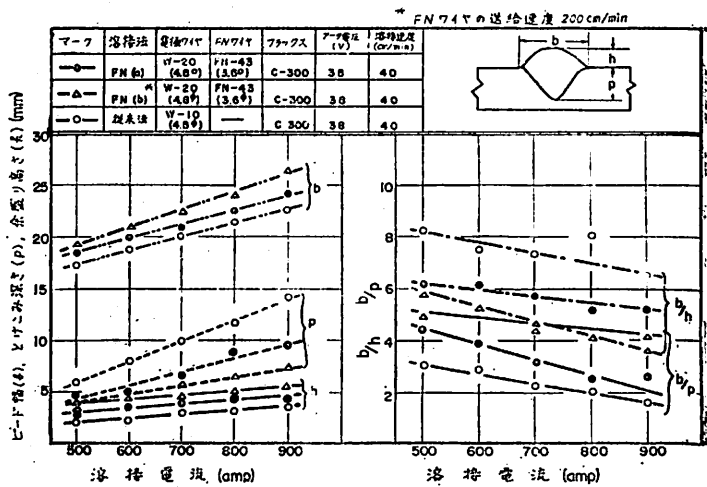
第5図 溶接部の切欠靱性の比較



第6図 各溶接法による溶着速度の比較



写真3 溶接金属組織の比較



第7図 溶接金属のビード形状の比較

は5kg-m/cm²であり、また脆化域の幅もFN法の方が従来法より狭いようである。

このように高張力鋼のような熱処理鋼の自動溶接においてはFN法の方が従来法にくらべて熱影響部の脆化の程度が少ないことは有利な特長の一つであるといえよう。

5. 溶接能率

FNワイヤを添加しているのので、溶着速度は当然増加するわけであるが、第6図に溶接電流、アーク電圧、溶接速度を変化させた場合の溶着速度の測定の結果を示した。溶着速度はa型のFN法(第1図a)で約30%、b型のFN法(第1図b)で65%それぞれ従来法にくらべて上昇している。とくに厚板(30~40mm)を片側から1層で溶接を行ってしまうような高能率溶接の場合、FNワイヤを高速度で送給できるb型FN法の方が有利となる。

6. ビード形状

第7図はアーク電圧、溶接速度を一定に保ち、溶接電流を変化させた場合のビード形状の変化を表わしたものである。FN法と従来法との主な相違はビード幅(b)、余盛り高さ(h)がFN法の方が従来法より大きく、逆に溶け込み深さ(p)は少なくなっている。FN法b型に

なるとこの傾向はさらに著しくなる。この状況を写真4に示す。したがってFN法では溶接開先形状や溶接条件

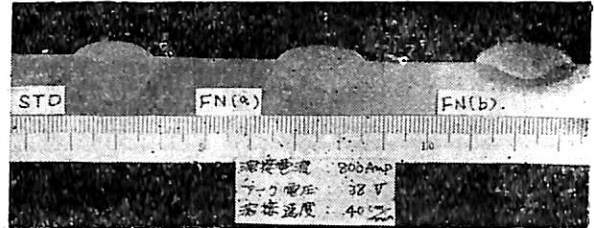


写真4 各溶接法のビード断面形状の比較

も従来法に比べて異なったものにする必要があるであろう。このようなビード形状は厚板の片側からの1層溶接には上述の溶着量の大きいことと相まって一層有利となり、また肉盛溶接の場合は母材のとけ込み量も少なく大いに能率向上ができる。これを要するに従来法は母材を50%ぐらいに溶かして過分に母材をとかしすぎる点があったが、FN法では母材をそんなに溶かさないうえにFNワイヤ分だけ溶着量を増加することである。

7. 溶接われ

IIWで発表されたBoek-holt方式の自動溶接拘束われ試験を行ない、従来法とFN法との溶接われ感受性に対する比較を行なった。第8図にその試験結果を示す。使用鋼材は60キロ高張力鋼板厚35mmを用いた。予熱を

Steel	溶接条件	溶接法	電極ワイヤ	フラックス	板の初温	溶接速度(7mm)	高さわれ(%)	断面われ(%)	表面われ(%)	クレ-クわれ(%)	溶接われの化学成分(%)													
											従来法		FN法		表面とクレ-クわれ					5断面の断面われ				
											C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	1	2	3	4	5	1	2
HT-60 t=35mm	800A, 35V	FN	W-20 FN60	C-300 RT	50	0	0	0	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.27		
		FN	W-20 FN60	C-300	40	0	0	0	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.24	
		FN	W-20 FN60	C-300	30	0	0	0	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.20	
		従来法	X	XF	50	100	30	0	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.94	
		従来法	X	XF	40	100	40	0	82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.85	
		従来法	X	XF	30	30	138	0	65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.91
HT-60 t=35mm	550A, 35V	FN	W-20 FN60	C-300	50	0	0	0	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.33	
		FN	W-20 FN60	C-300	40	0	0	0	68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.21	
		FN	W-20 FN60	C-300	30	0	0	0	49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.39	
		従来法	X	XF	50	50	118	26	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.06
		従来法	X	XF	40	50	253	10	91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.11
		従来法	X	XF	30	0	0	10	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.41
HT-60 t=35mm	500A, 35V	FN	W-20 FN60	C-300	40	0	0	0	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.47	
		FN	W-20 FN60	C-300	30	0	0	0	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.55	
		従来法	X	XF	40	0	0	0	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.70
		従来法	X	XF	30	0	0	0	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.55

第8図 溶接われ試験の結果

第 1 表 使用溶接材料の化学成分

	ワイヤ	マーク	直径 mm	ワイヤの化学成分						備 考	
				C	Si	Mn	P	S	Cu		Mo
(A)	電極ワイヤ	W-20	4.8	0.07	0.01	0.35	0.015	0.015	0.15	—	FN法用 軟鋼の従来法用 60キロ高張力鋼の従来法用 80キロ " " " 軟鋼のFN法用 60キロ高張力鋼のFN法用 80キロ " " "
	"	W-10	"	0.12	0.04	2.01	0.018	0.017	0.16	—	
	"	X	"	0.07	0.01	1.51	0.010	0.012	—	—	
	"	Y	"	0.10	0.03	1.50	0.010	0.010	—	0.50	
	FNワイヤ	FN43	3.6	—	—	—	—	—	—	—	
	"	FN60	"	—	—	—	—	—	—	—	
"	FN80	"	—	—	—	—	—	—	—		
	フラックス	マーク	サイズ メッシュ	フラックスの化学成分						フラックスの塩基度 (B. L.) ^a	
				SiO ₂	MnO	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO		TiO ₂
(B)	熔融型 フラックス	C-300 ^b	20×200	44.40	8.15	0.73	1.48	24.01	6.48	4.50	-0.74
	"	XF ^b	20×200	37.66	11.19	0.72	2.06	23.87	10.09	5.47	-0.06
	ボンド型 フラックス	YB ^c	—	19.18	3.51	2.12	2.47	16.83	35.44	5.27	+1.99

註) a B.L.=6.05NCaO+4.80NMnO+3.5NFeO+4.00NMgO-0.20NAl₂O₃-4.97NTiO₂-6.31NSiO₂ 2.3
 b C-300 と XF はグレード80に相当する。
 c YB は80キロ高張力鋼用のボンド型フラックス

第 2 表 FN法と従来法との溶接金属の化学成分の比較

電極ワイヤ 4.8mm 径	フラックス	FNワイヤ 3.6mm 径	溶接金属の化学成分						溶接スラグの塩基度 (B. L.)	
			S	F	C	Si	Mn	Ni		Mo
W-10 ^a	C-300	—	0.029	0.023	0.10	0.70	1.55	—	—	-0.26
"	"	FN-43	0.023	0.019	0.13	0.20	1.43	—	—	+0.09
"	"	FN-60	0.022	0.018	0.08	0.27	1.51	0.71	0.21	+0.33
"	XF	—	0.033	0.029	0.08	0.34	1.30	—	—	-0.11
"	"	FN-43	0.024	0.021	0.12	0.13	1.31	—	—	+0.31
"	"	FN-60	0.023	0.022	0.08	0.18	1.36	0.76	0.23	+0.27

註) a W-10 は #36 に相当する

第 3 表 供試鋼の化学成分と機械的性質

鋼 種	板厚 mm	化 学 成 分 (%)										機 械 的 性 質					
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	B	降伏点 kg/mm ²	引張強さ kg/mm ²	伸び %	vEo kg/cm ²	
軟 鋼	20	0.16	0.04	0.80	0.014	0.016	—	—	—	—	—	—	—	38.0	45.0	26 ^a	—
軟 鋼 E 級 鋼	32	0.14	0.21	0.74	0.010	0.003	—	—	—	—	—	—	—	30.3	44.2	32 ^a	26
60キロ高張力鋼	20, 35	0.15	0.34	1.16	0.008	0.012	—	—	—	—	—	—	—	49.0	59.0	18 ^a	18
80キロ "	25	0.12	0.32	1.00	0.015	0.010	0.30	0.79	0.46	0.46	0.07	0.004	—	78.0	83.0	38 ^a	13

註) a G. L.=200mm b G. L.=50mm c 0°Cにおける2mmVノッチシャルピー値

第 4 表 全溶着金属の化学成分と機械的性質

鋼種	溶接法	電極ワイヤ 4.8mm 径	フラックス	FNワイヤ 3.6mm 径	化 学 成 分 (%)								処理	機 械 的 性 質			
					C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	O ₂		降伏点 kg/mm ²	引張強さ kg/mm ²	伸び %	絞り %
軟 鋼	従来法	W-10	C-300	—	0.08	0.56	1.21	0.020	0.022	—	—	0.073	A. W S. R	47.3	57.2	27.6	54.8
	FN法	W-20	C-300	FN-43	0.05	0.12	0.63	0.015	0.014	—	—	0.042	"	38.6	45.6	33.4	46.3
60キロ高張力鋼	従来法	X ^a	XF	—	0.06	0.25	1.01	0.024	0.023	0.03	0.40	0.067	A. W S. R	49.9	61.4	24.6	57.0
	FN法	W-20	C-300	FN-60	0.04	0.26	0.98	0.016	0.014	1.12	0.36	0.062	"	52.8	60.8	24.2	54.8
80キロ高張力鋼	従来法	Y ^b	YB	—	0.09	0.53	1.78	0.014	0.008	0.49	0.51	—	A. W S. R	74.5	82.6	27.9	64.9
	FN法	W-20	C-300	FN-80	0.06	0.37	1.59	0.015	0.010	1.37	0.50	—	"	72.4	78.2	22.0	65.8
														76.3	83.3	24.8	55.9
														72.9	78.5	25.2	57.4

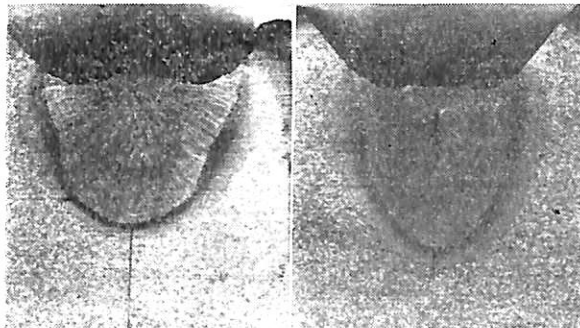
註) a Xは60キロ高張力鋼用電極ワイヤ b Yは80キロ高張力鋼用電極ワイヤ

第 5 表 溶接スラグの化学成分と塩基度

溶 接 法	SiO ₂	MnO	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	スラグの塩基度 (B. L.)
従 来 法 (C-300)	38.32	14.48	6.03	2.64	20.28	6.91	4.65	-0.09
FN-43 (C-300)	35.30	13.25	5.17	3.40	25.09	6.48	4.15	+0.35
従 来 法 (XF)	35.84	14.48	6.17	0.74	23.18	7.13	4.65	+0.28
FN-60 (C-300)	36.90	13.72	5.17	2.76	24.09	6.48	3.78	+0.20
従 来 法 (YB)	29.75	2.33	2.84	5.17	18.35	37.75	0.17	+1.54
FN-80 (C-300)	39.89	16.55	4.08	3.49	22.42	11.06	5.25	+0.17

行なわず溶接し、溶接後48時間以上放置してから表面われの状況を調べた。

その後溶接ビードを5断面について切斷し断面われを調査した。これらのわれをクレータわれ、断面われ、高温われの三つに分類した。溶接電流は800A、650A、500Aの3段階とし、電圧は35V一定とし、溶接速度をそれぞれ50、40、30cm/minと変化させた。従来法では溶接電流800A、650Aの場合ビード中央部に高温われが発生し、500Aで高温われの発生がみとめられなくなった。一方FN法は高温われが全然発生せず、わずかにクレータわれが観察されたにすぎない。このクレータわれも、FN法は従来法にくらべると著しく少なく、これはFNワイヤが供給されるのでクレータの壺をうめ、クレータフィラーを行なっている状態になるからである。従来法のようにビード中央部に高温われが発生した原因として考えられるのは、溶着金属の化学成分の影響とビード形状の影響である。第8図の溶接金属の化学成分から判明するように、S、Pの含有量が従来法はFN法にくらべて多く、われ感度が高くなっている。写真5に断面われの比



FN法
(溶接電流：800A アーク電圧：35V
溶接速度：30cm/min)
写真5 溶接われ試験の断面われ

較の一例を示すが、FN法の方は幅広なビードであるのに対して従来法の方はいわゆる梨形に近いビード形状である。したがって溶着鋼のS、Pの含有量の影響と相まってFN法の方が従来法にくらべてわれに対する溶接条件適用範囲は広いといえることができ、従来法では500A以上の高電流は危険であるが、FN法は800A以上でも使用でき高能率溶接を行なうことができる。

8. オッシログラムによるアーク現象の調査

FN法はアーク中にFNワイヤが供給されるのでアーク現象すなわち電流および電圧波形がみだされ、これがビード外観や作業性に悪影響をあたえないかという危惧

が考えられる。第9図はFN法と従来法の溶接アークのオッシログラムである。上図は従来法の場合のオッシログラムであり、下図は同一条件でFNワイヤを送給した場合の電流電圧波形である。FNワイヤと母材間の電圧は15V程度であり、アーク電圧と同様矩形波形に近いものである。これはFNワイヤがアーク中にあり、アーク柱の電位の一部分が電圧となつてあらわれたものである。図では電圧が0の区間がかなり長い、これはFNワイヤが溶融池にはいつて短絡しており、電圧が0となっているか、あるいはFNワイヤがアーク熱で溶融(溶融池に移行する際に短絡する二つの場合であろう。FNワイヤは連続的に送給されているのでアーク柱の位置が常に一定ではなく変動している。しかしながら電圧、電流波形にほとんど変化なくビード外観、作業性、その他の点についてもなんら悪影響を与えないことが判明した。

9. 軟鋼および60キロ、80キロ高張力鋼に対する適用

第3表に使用した各種鋼板の化学成分および機械的性質を示す。

(1) 全溶着鋼の試験結果

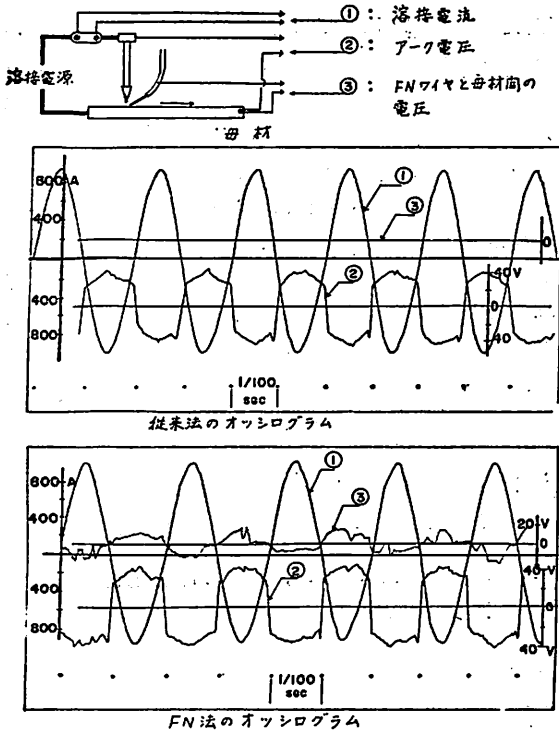
溶接条件はFN法、従来法ともに同一条件で溶接を行なった。全溶着鋼の化学成分および機械的性質を第4表に示す。第5表には溶接スラグの化学成分とその塩基度を示す。軟鋼用の従来法としては、線材とフラックスとの組合せはW-10×C-300(#36×グレード80相当)を使用し、60キロ高張力鋼は溶融フラックスと電極ワイヤとの組合せで、現在市販されているうちで衝撃値その他の点で最もすぐれているとされているものを使用した。また80キロ高張力鋼は市販されているボンデッド型フラックスと心線を用いた。FN法の場合は、W-20×C-300(#43×グレード80相当)を使用し、FNワイヤとして軟鋼用にFN-43、60キロ高張力鋼用にFN-60 また80キロ高張力鋼用にFN-80を用いた。

(2) 全溶着鋼および溶接継手の衝撃試験結果

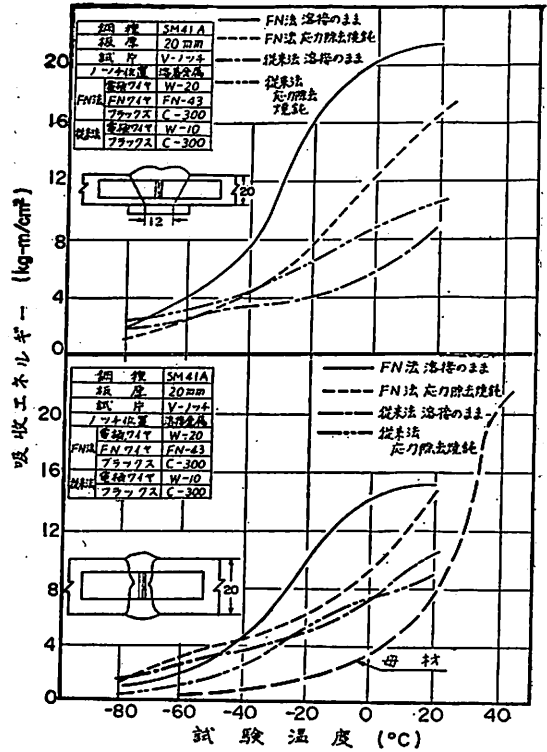
第10図に軟鋼、第11図に60キロ高張力鋼、第12図に80キロ高張力鋼の全溶着鋼および溶接継手のシャルピー衝撃試験結果を示す。軟鋼の全溶着鋼についてはFN法が従来法にくらべてきわめてすぐれた靱性を示し、溶接継手部についてもFN法は造船用E級鋼(-10°Cで7.8kg-m/cm²)に充分適用できる靱性を示した。このFN法の従来法に対する切欠靱性の優位性は60キロおよび80キロ高張力鋼についても示された。

(3) 溶接継手の引張、曲げ試験

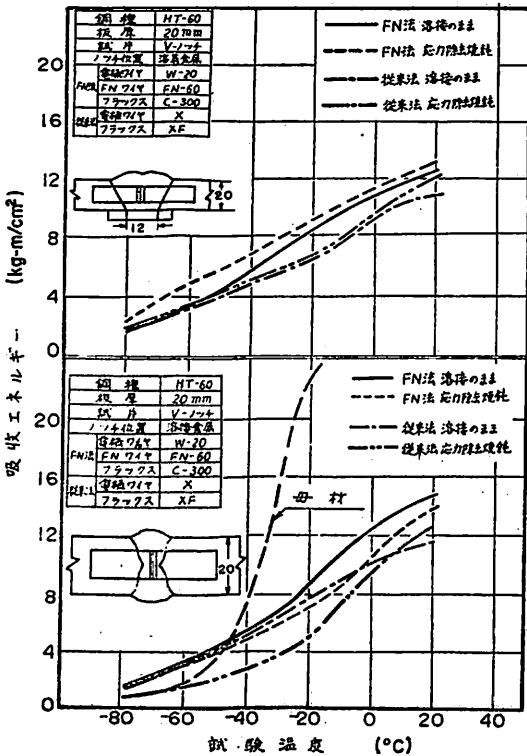
第6表に溶接継手の引張および曲げ試験結果を示す。



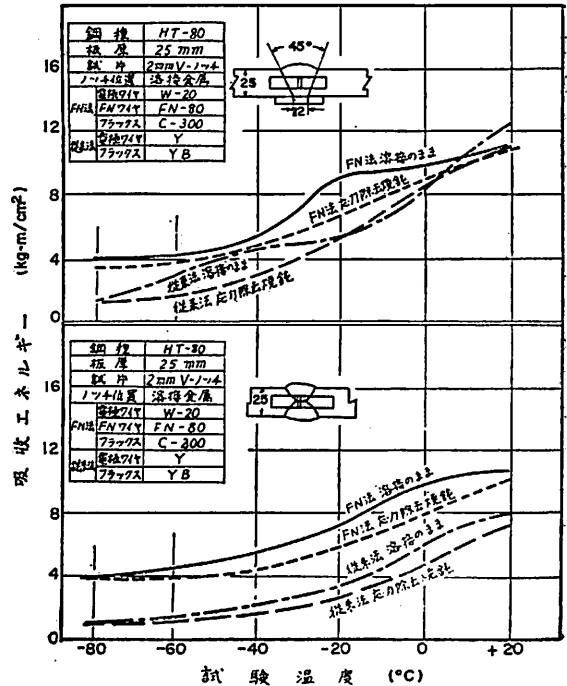
第9図 溶接アークのオシログラムの比較



第10図 軟鋼の全溶着金属と溶接金属のシャルピー遷移曲線



第11図 60キロ高張力鋼の全溶着金属と溶接金属のシャルピー遷移曲線



第12図 80キロ高張力鋼の全溶着金属と溶接金属のシャルピー遷移曲線

第6表 突合せ溶接継手の試験結果

鋼種	板厚 mm	溶接法	電極ワイヤ 4.8mm径	フラックス	FNワイヤ 3.6mm径	開先 形状	溶接条件				層数	処理	機械的性質			ローラ 曲げ	型曲げ
							電流 amp	電圧 V	速度 cm/min	降伏点 kg/mm ²			引張強さ kg/mm ²	伸び %			
軟鋼	20	従来法	W-10	C-300	—	X	B 750	35	40	2	A.W	29.2	54.7	24.1	good	good	
		FN法	W-20	C-300	FN-43	X	F 850	38	40	2	S.R	26.9	51.3	25.8	"	"	
							F 800	38	40	2	"	27.3	52.6	25.1	"	"	
F 850	38	40	2	"	27.0	49.1	27.0	"	"								
60キロ 高張力 鋼	20	従来法	X	XF	—	X	B 750	35	40	2	A.W	52.6	63.0	17.2	"	"	
		FN法	W-20	C-300	FN-60	X	F 850	38	40	2	S.R	52.6	62.9	17.7	"	"	
							B 800	38	40	2	"	51.2	63.1	19.5	"	"	
F 850	38	40	2	"	49.9	62.4	22.1	"	"								
80キロ 高張力 鋼	25	従来法	Y	YB	—	X	B 850	35	40	2	A.W	76.8	81.8	16.5	"	"	
		FN法	W-20	C-300	FN-80	X	F 900	35	40	2	S.R	75.2	80.8	16.7	"	"	
							B 850	35	40	2	"	75.0	81.2	16.6	"	"	
F 900	35	40	2	"	74.3	81.4	19.1	"	"								
厚板 E級鋼	32	FN法	W-20	C-300	FN-43	V	1200	38	19	1	A.W	33.9	45.1	30.9	"	"	

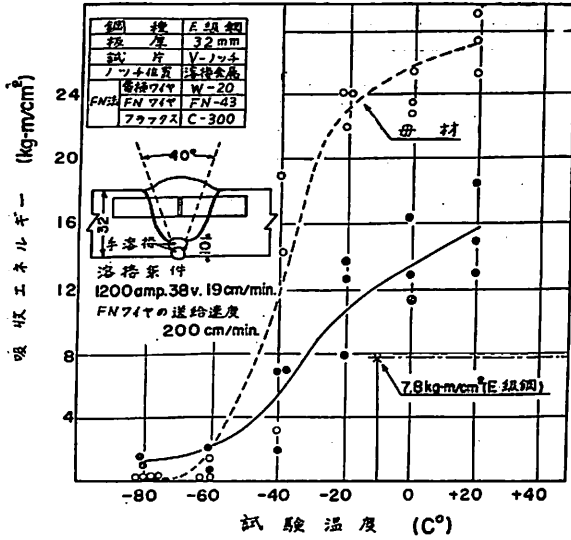
第7表 硬化肉盛溶接用ワイヤとフラックスの化学成分

	ワイヤ	直径 mm	化 学 成 分 (%)						備 考		
			C	Si	Mn	P	S	Cu			
(A)	W-10	4.8	0.12	0.05	2.05	0.014	0.020	0.11	電極ワイヤ		
	W-20	4.8	0.07	0.01	0.35	0.015	0.015	0.15			
	ワイヤ	K-2	3.6	—	—	—	—	—	FNワイヤ		
		K-3	3.6	—	—	—	—	—			
		K-4	3.6	—	—	—	—	—			
		K-5	3.6	—	—	—	—	—			
		K-8	3.6	—	—	—	—	—			
		—	—	—	—	—	—	—		—	
(B)	タイプ	フラックス	メッシュ	化 学 成 分 (%)						塩 基 度	
				SiO ₂	MnO	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO		TiO ₂
フラックス	溶融型フラックス	C-100 ^a	12 × 200	47.00	9.35	1.90	1.62	15.61	1.62	—	-0.73
	"	C-300	12 × 200	44.70	13.71	—	3.38	23.28	7.72	—	-0.32

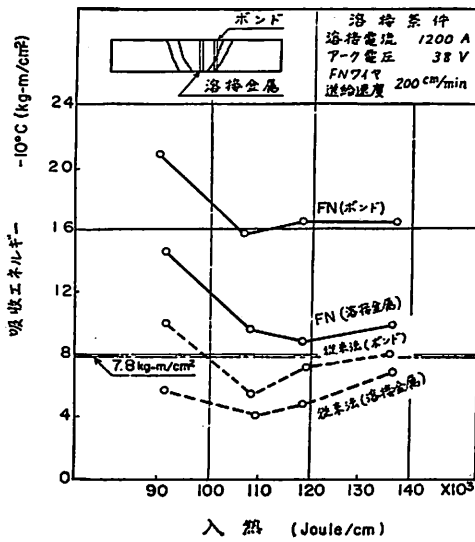
註) a C-100はグレード20に相当する。

第8表 溶接金属の化学成分とかたさ

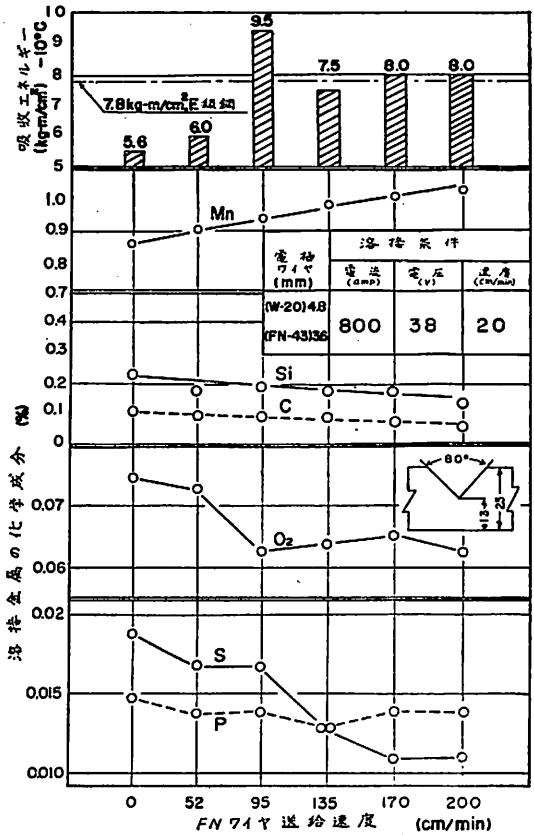
溶接法	マーク	電極 ワイヤ	FN ワイヤ	フラ ックス	化 学 成 分 (%)						かたさ範囲 NHv Load: 20kg	平均かたさ
					C	Si	Mn	Cr	Mo	W		
FN (A)	K 013	W-10	—	C-300	0.08	0.57	1.21	—	—	—	191~222	200
	K 211	"	K 2	C-100	0.10	0.62	1.18	1.53	0.31	—	242~294	265
	K 221	W-20	K 2	"	0.08	0.46	0.78	2.55	0.48	—	232~312	269
	K 321	"	K 3	"	0.06	0.37	0.64	3.16	0.24	—	254~287	272
	K 323	"	K 3	C-300	0.08	0.35	0.98	2.75	0.22	—	243~289	272
	K 421	"	K 4	C-100	0.07	0.42	0.73	3.41	0.30	—	274~327	302
	K 223	"	K 2	C-300	0.10	0.35	1.18	2.23	0.46	—	289~333	315
	K 311	W-10	K 3	C-100	0.08	0.46	1.12	3.24	0.23	—	309~357	337
	K 423	W-20	K 4	C-300	0.10	0.40	1.15	3.13	0.31	—	339~351	344
	K 411	W-10	K 4	C-100	0.09	0.62	1.28	3.61	0.33	—	342~387	369
	K 313	"	K 3	C-300	0.11	0.49	1.60	3.01	0.23	—	345~397	370
	K 413	"	K 4	"	0.11	0.49	1.64	3.17	0.29	—	373~417	386
	K 213	"	K 2	"	0.12	0.49	1.81	2.23	0.46	—	380~417	401
	K 523	W-20	K 5	"	0.32	0.62	1.83	1.80	0.73	—	490~543	524
	K 521	"	K 5	C-100	0.28	0.79	1.40	1.85	0.76	—	493~543	526
	K 513	W-10	K 5	C-300	0.34	0.77	2.60	1.88	0.75	—	529~606	515
	K 511	"	K 5	C-100	0.33	0.80	1.91	1.74	0.66	—	540~610	581
	K 813	"	K 8	C-300	0.58	0.02	1.45	—	—	11.89	652~741	698
FN (B)	K 423 M	W-20	K 4	"	0.12	0.40	1.37	5.78	0.52	—	376~417	396
	K 413 M	W-10	K 4	"	0.14	0.46	1.93	6.77	0.61	—	390~446	419
硬化肉盛用 被覆アーク 溶接棒	H-2 (5mm径)				0.05	1.06	0.91	0.67	—	—	225~275	233
	H-3 (")				0.10	1.08	0.89	1.36	0.53	—	325~375	367
	H-6 (")				0.64	1.58	1.16	2.72	0.25	—	650~740	719



第13図 E級鋼片面1層溶接金属のシャルピー遷移曲線

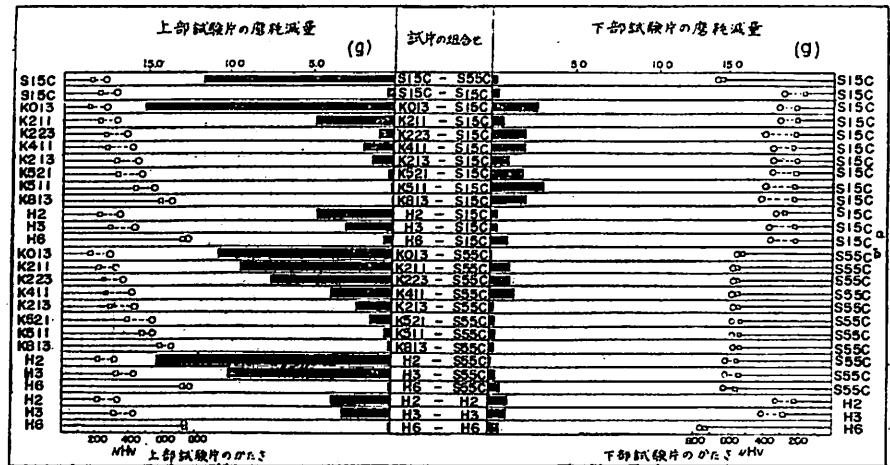


第15図 FN 溶接部の衝撃値に対する溶接入熱の影響



第14図 FN 溶接金属の化学成分および衝撃値に対するFNワイヤ送給速度の影響

↓ 第16図 磨耗試験結果



溶接のまゝ、および応力除去焼鈍処理材も引張および曲げ試験の結果、FN法はその溶接継手性能上なら問題ないことが示された。

10. 厚板の高エネルギー自動溶接法への適用

厚板を片側一層で溶接するような高エネルギー溶接を行なう場合には、第1図(b)に示すようなFNワイヤを電極ワイヤより高速度で送給できる別個の送給モータを備えたFN式b型を使用する。板厚32mmのE級鋼をV開先で片側から一層で溶接する場合、裏波溶接がうまくできないので被覆アーク溶接棒で2層手溶接を施した後、FN法で一層溶接し溶接継手を仕上げた。この場合FNワイヤの送給速度は電極ワイヤの約2.5倍であった。この溶接継手の引張および曲げ試験結果を第6表に示したが、溶接継手性能上なら問題はなかった。溶接部のシャルピー衝撃試験結果を第13図に示す。-10°Cの衝撃値は造船用E級鋼の規格値を充分満足する値を示し、このような高エネルギー溶接でもFN法によれば充分E級鋼の溶接になら支障を生じないことが判明した。

第14図はFNワイヤの送給速度を変化した場合の溶接金属の衝撃値、化学成分および酸素量の変化について示したものである。FNワイヤの送給速度が上昇するにつれて溶接金属中のSi, SおよびO₂の量は著しく減少し、溶接金属の衝撃値はE級鋼に充分適用しうる値を示すようになる。第15図は板厚32mmのE級鋼を使用し、溶接入熱の変化による溶接金属とポンド部の衝撃値の変化をFN法と従来法とで比較したものである。FN法によれば溶接入熱を増大し溶接エネルギーを上げて溶接を行なっても、その溶接金属およびポンド部の衝撃値は常にE級鋼の規格値を満足するが、一方従来法ではE級鋼の規格値を満たすことはできないことが判明した。このようにFN法は従来法にくらべて厚板の片側一層溶接のような高エネルギー溶接を行なってもその優位性を示した。造船の場合、船台におけるデッキプレートの溶接は片側からのみしか自動溶接ができないが、FN法を用いれば、E級鋼の厚板も一層で溶接できる可能性がある。また地上溶接においても従来は裏表各一層溶接であったが、裏波溶接をなんらかの方法で解決できれば、鋼板を裏返ししないで片側から一層でFN法を用いてE級鋼の厚板の溶接もできる可能性がある。

11. 表面硬化肉盛溶接への適用

FN法は前述のように従来法にくらべて母材の溶け込みが少なく、またFNワイヤに合金元素を任意に適量入れることができるので表面硬化肉盛溶接に最も適する溶

接法となる。第7表に実験に用いたワイヤとフラックスの化学成分を示す。FNワイヤには溶着金属のかたさを増大する合金元素としてC, Si, Mn, Cr, Mo, Wなどを添加挿入した。これらのFNワイヤを用いて溶接電流800A、アーク電圧38V、溶接速度40cm/minで4層肉盛溶接を行ない、最終層のかたさ測定を行なった。第8表に溶接金属の化学成分とかたさを示す。かたさはビッカース荷重200kgで250から700までえられ、またそれぞれのかたさのばらつきは従来の被覆アーク溶接棒のかたさのばらつきと同程度であった。FN式b型でもってFNワイヤの送給速度を大きくした場合にはFN式a型にくらべて、合金元素の添加量が多くなるので、かたさも約50~100高くなることが判明した。

次にこれらの溶着金属の耐摩耗性を調べるため、アムスラーの磨耗試験機を用いて磨耗試験を行なった。

金属間の沁りところがりの合成磨耗試験で、一方を標準試片としてS15CとS55Cを用い、他方に溶接金属をセットして行なった。S15Cは0.15%C鋼でS55Cは0.55%C鋼であり、それぞれ熱処理によってビッカースかたさ213および567となっているものである。この場合試験片の回転速度は標準材の回転速度より10%おそいで、沁りところがりの合成磨耗が生ずる。試験条件は荷重100kgで雰囲気乾燥状態とし、回転数80,000回で距離にして10kmにおよぶものであった。試験後各試験片の磨耗減量およびかたさを測定した。第16図にその試験結果を示す。このFN法による溶接金属の耐摩耗性は従来の被覆アーク溶接棒による溶接金属とほぼ同程度であることが判った。耐摩耗性は溶接金属のかたさの増加によって向上する。

このようにサブマージ・アーク溶接でFN法によれば手軽に表面硬化肉盛が自動溶接できることはFN法の大きな特長の一つである。

12. その他の可能性のある応用

FNワイヤを用いてさらに考えられる応用例があるが、これについて箇条書きに述べる。

- (1) クラッド鋼の製造、たとえば鋼板にステンレスを能率的に肉盛溶接してステンレス・クラッド鋼が製造できる。
- (2) エレクトロスラッグ溶接にFNワイヤを添加して、切欠靱性の改善と溶接エネルギーの向上が期待できる。なおエレクトロスラッグ溶接による合金鋼の溶接もFNワイヤからの合金元素添加により可能である。

(以下119頁へ)

“カットワイヤ” 潜弧溶接法について

八幡溶接棒株式会社研究部 岡 田 寛
猿 渡 昌 一
戸 倉 倉 基
三 浦 壽 夫

1. 緒 言

最近厚板溶接の高能率化のため各種自動溶接法が活用されているが、それとともに溶接部の切欠靱性に対する要求も高度化しつつある。高能率に厚板を溶接する場合には、まず溶接層数を減らすことが先決であり、そのため必然的に1パスの溶着量を増すことになり、高電流または低速溶接を行なわざるを得なくなる。その結果溶接部の機械的性質が低下し易くなる。筆者等は上述の困難を解決するため“カットワイヤ”潜弧溶接法を開発し既に各船級協会の承認を得つつあるので、ここに本法の基礎的な考え方と試験結果の一部を紹介する次第である。

2. 開発のいきさつ

現在60キロ級までの高張力鋼は手溶接に限らず潜弧溶接法が大いに活用されているが、80キロ級以上の調質型高張力鋼についてはほとんど手溶接以外は実用化されていない。溶接の高能率化のため、60キロ級と同様に潜弧溶接法を採用すると、融合部あるいは母材熱影響部に欠陥を生じ易く、強度的に母材の規格値を保証し難くなる。その原因は1パスの入熱量が母材に対し過大なためであるが、入熱量を制限すると高能率溶接法の特色が発揮できず、かえって手溶接法より面倒になる。このような困難を打開するため母材に伝導する熱（特に母材をその変態温度以上に上昇させ得る高熱）を極力少なくするような対策として“金属充填法”について研究しその効果を確認した。従来、粒状の鋼をあらかじめ開先内に充填して潜弧溶接を行なういわゆる金属充填法として筆者等もまず充填金属として鉄粉を使用した。貯蔵中酸化を受け易く一部酸化した場合は溶接中、安定なアークを維持し難く、特に大電流の場合鉄粉が飛散する等の欠点があって適当でなかった。次に後述のごとく溶接能率は充填金属の嵩比重を増すとともに増大することに着目し充填金属として棒鋼、溶接ワイヤあるいは開先と同一断面を有する三角柱等を開先内に横置して使用してみたが、これらの場合には充填金属と開先の両側面との接触が常に均一な状態でない限り安定な溶込みが得難かった。その理由としては溶接中アークは必ず充填金属と開

先側面との接触の良い方向に向くためと考えられる。均一な溶込みを得るためには充填材をあらかじめ仮付け溶接する必要があることに気付いた。

以上の結果から充填材としては最も稠密に充填されるような形状として球形が理想的と考え、小鋼球について試験したが工業化のため写真-1に示すような線材をその直径とほぼ同長に切断したいわゆる“カットワイヤ”を用いても同様な結果が得られることを確認した。特に本法に使用する“カットワイヤ”の化学組成としては母材に適した溶接用線材を準備し、その線材を0.8、1.0あるいは1.2mm径に伸線し切断すればよいので、材料の品質管理が容易であり、この点も本法の工業的価値の一つである。

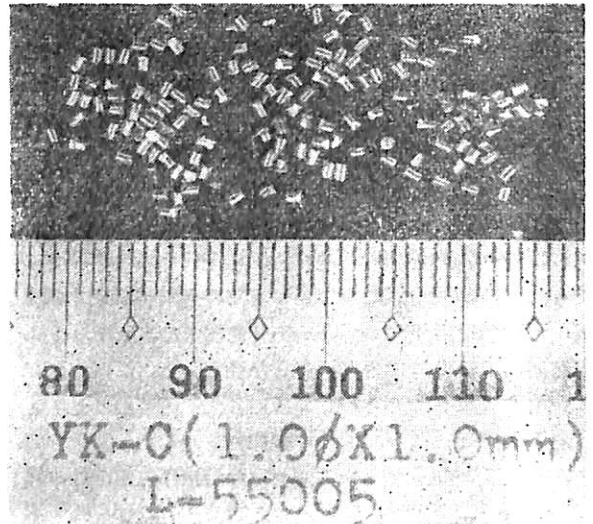
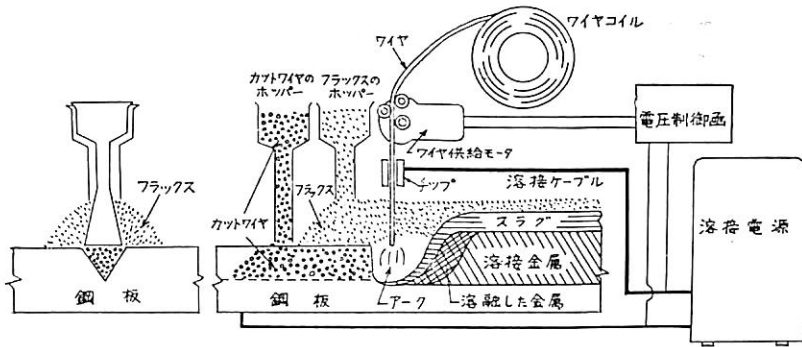


写真-1 “カットワイヤ” の形状

3. “カットワイヤ” 潜弧溶接法の基礎

本法は図-1および写真-2に示すように開先内への“カットワイヤ”の充填は簡単なホッパーを使用して自動的に充填することもでき、また人手であらかじめ充填してもよく、その上を従来と同じ潜弧溶接を行えばよいのであり、治具類も特に必要とせず、また溶接工の特別の訓練や使用上の困難もないのできわめて簡便かつ容易に現場作業に応用できるものである。



図一 “カットワイヤ” 潜弧溶接法の図解

し熱損失がないものとしてアークエネルギーの消費内容を概算すると次のようになる。

フラックス分	43~65%
ワイヤ分	20~14%
母材分	37~21%

種々の試験結果より、カットワイヤ法でも従来法と同じく、ワイヤの溶融量およびフラックスとワイヤの溶融量の比はあまり変わらず“カットワイヤ”の量に相当し

て上記のエネルギー中、母材分が減少することが認められた。

従って“カットワイヤ”を理想的に使用できるものとして従来法に比して約2.8倍の能率 $(\frac{35+65}{35} \div 2.85)$

向上が限界と考えられる。

次に図2—1に示す断面積が F なる V 溝内に 図2—2に示すように嵩比重 ρ' の“カットワイヤ”を充填し、開先を溶融金属で埋めるとすると“カットワイヤ”は溶融し図2—3の面積 DBE を埋めるので、潜弧ワイヤは面積 $ADEC$ を埋めればよいことになる。従ってその溶接速度 S は次の(1)式のようにになる。

$$S = \frac{M}{(7.85 - \rho') F} \dots\dots\dots(1)$$

ここで F ……断面積 M ……潜弧ワイヤの溶着速度

S ……溶接速度 ρ' ……カットワイヤの嵩比重

従来の潜弧溶接は(1)式中 $\rho' = 0$ の場合であり、溶接速度 S' は(2)式のようにになる。

$$S' = \frac{M}{7.85 F} \dots\dots\dots(2)$$

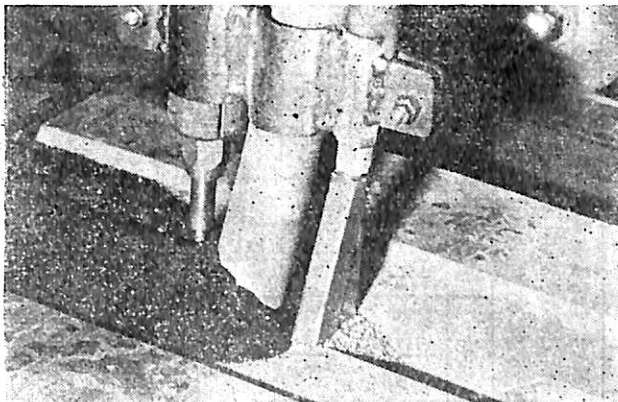
従って本法と潜弧溶接との能率の比 η は

$$\eta = \frac{S}{S'} = \frac{7.85}{7.85 - \rho'} \dots\dots\dots(3)$$

となり、 ρ' を大きくすればするほど高能率になる。

ρ' は鉄粉の場合は 2.5~2.8 であるが、“カットワイヤ”の場合は 1 mm 径で約 4.3 であり $\eta \div 2.2$ となる。

実際には余盛りを潜弧ワイヤで埋める必要があるため



写真—2 “カットワイヤ” を自動的に充填しながら溶接している状況

しかして本法が示す種々の特徴は次のような理論的、実験的な基礎に立脚している。

(1) 能率の点

潜弧溶接においてはアークエネルギーは主としてフラックス、ワイヤおよび母材の溶融に消費されるが、フラックスの溶融にはその種類により約 500~1000 cal/g、ワイヤおよび母材には約 350 cal/g 消費されるものと推定される。

一方潜弧溶接では平板上に肉盛溶接する場合でも開先角度 90° の下向スミ肉溶接する場合でも、その溶接金属を構成する量はワイヤ分が約 35%、母材分が約 65% 程度である。またフラックスとワイヤの溶融量の比はアーク電圧、溶接速度等によりかなり変化するが、仮に 1.5 と

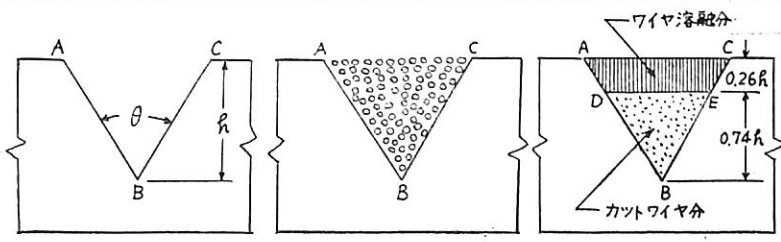


図2—1

図2—2

図2—3

1.0 ρ' のカットワイヤを使用した場合

$\rho' = 4.3$

$$\frac{\Delta DBE}{\Delta ABC} = \frac{4.3}{7.85} = 0.548$$

$$\text{能率} = \frac{\Delta ABC}{\square ADEC} = \frac{1}{0.452} \div 2.2$$

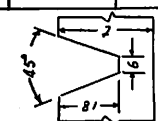
表 1 “カッタフトワイヤ” 潜弧溶接の能率性 (E級鋼, 板厚38mm)

試験番号	鋼材			溶接方法	溶接材料		溶接材料 形状	工 件			引張試験	溶接金属の 分析成分 (%)			経済性	作業能率性												
	種類 (板厚)	化学成分 C Si Mn P S	強度 σ _b		溶接用 ヤシ	溶接用 ワイヤ		電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)		入熱量 J/cm	位置	伸び %			位置	C	Si	Mn	Mg	MF MM	MF MD					
No.1	E級鋼 38mm	0.15 0.21 0.25 0.007 0.007		手溶接	Y-C (6.4φ)	YF-15 (20×D)	1	110 (A)																				
							2	230 (A)																				
							3	"																				
							4		900	36	20	97,200								0.39	0.96	2.5	2.00					
							5		1000	38	18	127,000											1.74	1.71				
							6	4φ.5φ	1150	38	18	145,000											1.49					
							7		950	38	20	108,300											1.72					
No.2	E級鋼 38mm			手溶接 CO ₂ ガス 自動	Y-C (6.4φ)	YF-15 (20×D)	1	140A 20V																				
							2	"																				
							3	"																				
									45.0	27.4																		
							5		1400	34	17	168,000																

(備考) 1. MF : フラックス溶融量 g/min, Mw : ワイヤ溶融量 g/min, Mo : 全溶着金属量 (ワイヤ+カッタフトワイヤ) g/min
2. 単位溶接長さ実溶接時間 (sec) 溶接長さ 1cm の開先内を溶接する所要実溶接時間 (sec)

表 2 “カッタフトワイヤ” 潜弧溶接金属の性質 (高張力鋼の場合)

試験番号	鋼							溶接材料		溶接条件				分析結果																	
	種類 (形状)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	溶接ワイヤ 種類 (ヤシ)	溶接ワイヤ 種類 (ワイヤ)	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	入熱量 J/cm	引張強さ kg/mm ²	位置	伸び %	位置	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Others			
1	WT3M (25T) L-50662	0.17	0.34	1.34	0.027	0.015				YK-B (1.0φ) L-26761	Y-B (4.8φ) L-26761	1000	36	30	72,000	51.0 (23.4%)				85.4	7.54	10.42	0.097	0.24	1.03	0.017	0.011				
																															YK-C (1.0φ) L-26815
2	WT55 (25T) L-50989	0.16	0.47	1.48	0.019	0.011				YK-BM FS-2733	Y-BM FS-2733	960	36	30	69,120	59.8 (30.2%)				4.43	3.28	8.20	0.094	0.23	1.24	0.015	0.009				0.42
3	WT60 (22T) D-35774	0.14	0.44	1.15	0.014	0.009	0.22	0.10	0.78	YK-CM D-36705	Y-CM D-36705	1000	36	30	72,000	65.4 (28.0%)				7.88	7.54	7.43	0.082	0.30	1.24	0.015	0.009	0.10	0.013	0.38	



約2倍の能率が得られる。

以上の考えで板厚38mmのE級鋼を従来の潜弧溶接法と本法で比較した1例を表-1に示す。表-1より単位長さを溶接するに要する時間は従来法で溶接部の切欠靱性を低下させない溶接条件で行なった場合と本法とを比較すると約1/3程度に短縮できた。またさらにこのような開先内では従来法で溶接した場合にはスラグの除去が困難で非常にその除去に手間がかかるものであるが、その回数が少なく済むことと、本法の場合スラグの除去が容易なため実際には非常に能率の向上が期待できる。また表-1で判るように、本法では1パスの溶着金属量が多くなるため、溶着金属当りのフラックス消費量は従来法の約1/3程度で済むことから溶接費用が低減できることになる。もちろんこれらの値は開先形状、溶接層数および溶接条件等で異なるが一般に板厚が厚くなるほど経済的になる。

(2) 溶接金属の性質

一般に良好な溶接金属の性質を得るにはワイヤ、フラックス、および母材の組合せにより適当な化学組成を得ることが先決であるが、同一組成でも入熱量を増すほど切欠靱性が低下する傾向がある。

本法による溶接金属は従来の潜弧溶接法のそれに比し一般に結晶粒が微細であり、切欠靱性も向上する。

その原因を調べるため図-3に示すように同一条件で溶接し、溶接中、溶融金属中に熱電対を挿入し溶接金属の冷却状態を測定すると図に示すように従来法とあまり差がないにもかかわらず、本法による場合は写真3に示すように結晶粒が微細になっている。その原因としては種々の点が考えられるが、溶融金属の最高加熱温度が異なることが一因と思われる。図のように溶接金属の冷却状態が変わらないのはどちらの溶接部にも同じ熱エネルギーが与えられ、カットワイヤと母材のどちらかが溶融したということの意味しているに過ぎないからである。

実際に本法を採用する場合は

図-4に示すように、従来法に比し約2倍の能率が上げられるものであり、入熱量が約1/3になる。従って同図のように冷却速度が大になる傾向がある。しかしこの程度の冷却状態は60キロ級高張力鋼程度まででは溶接金属の性質が劣化するのではなく、むしろ向上するようであり、このことは表-2に示す各種鋼材に対する基礎試験結果からもうかがわれる。

(3) 溶接熱影響部の性質

本法を採用する場合の融合部、あるいは母材の溶接熱影響部の性質については現在も研究中であるが、いずれにしても写真-4および表-2に示すように一般に熱影響部の幅が狭く、切欠靱性が低下し難く、また軟化部が狭くなるため継手引張試験の場合に軟化部で破断する傾向も少なくなる。

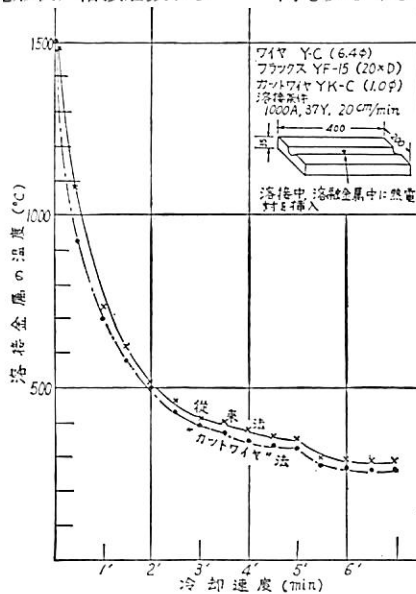


図-3 同一入熱量による冷却速度の変化

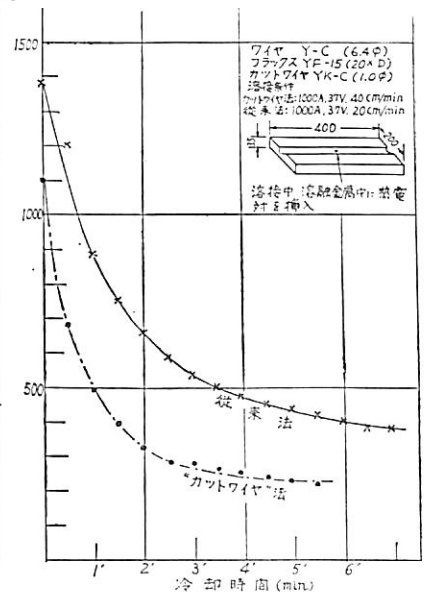


図-4 同一溶着量とした場合の冷却速度の変化の例

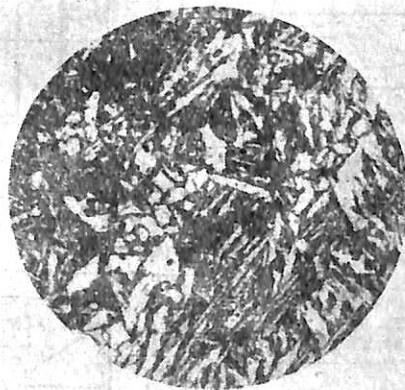


写真-3 従来法 溶接金属の顕微鏡組織 (200倍)

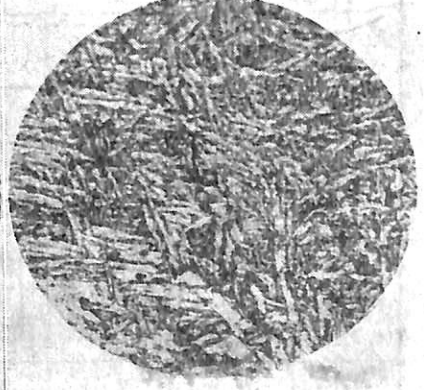


写真-4 カットワイヤ潜弧溶接法 同一入熱量の場合の比較 (図-3)

表 3 厚板突合せ溶接の ABS 承認試験結果

記号 (板厚) mm	開先形状	溶接材料			接条			試験			結果											
		ワイヤ (種)	ワイヤ (径)	フラックス (粒度)	ガス	ワイヤ径 mm	電圧 V	速度 cm/min	入熱量 J/cm	採取位置	引張強さ kg/mm ²	降伏点 kg/mm ²	伸び %	断面収縮率 %	採位置	値	曲角	判定	自由曲角 (公) 曲角 %	試験		
1		YK-C (10φ)	Y-C (4.8φ)	YF-15 (20×2)	B.P.	850	33	45	37.4	原厚	51.2	51.3	51.2	原厚	14.1	12.2	12.0	32.4	35.5	33.9	良好	良好
2		Y-C (6.4φ)	Y-C (6.4φ)	"	B.P.	1050	34	35	61.2	平均	48.4	48.5	48.4	原厚	14.6	14.2	15.6	40.1	35.5	37.8	良好	良好
3		Y-C (6.4φ)	Y-C (6.4φ)	"	B.P.	1250	34	25	102.0	原厚	50.0	50.2	50.1	原厚	9.1	17.0	16.6	47.1	45.7	46.4	良好	良好
4		Y-C (6.4φ)	Y-C (6.4φ)	"	F.P.	1000	35	35	60.0	平均	49.2	49.6	49.6	原厚	15.5	13.7	14.8	41.9	45.8	43.8	良好	良好

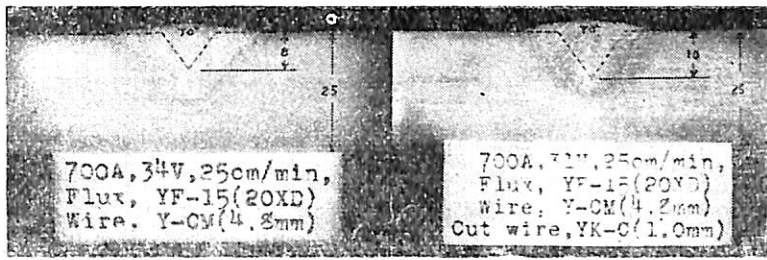
表 4—(1)

開先形状	試験板号	溶接材料	溶接			試験			入熱量 kJ/100cm		
			ワイヤ (種)	ワイヤ (径)	フラックス (粒度)	ガス	ワイヤ径 mm	電圧 V		速度 cm/min	
	A	SS41	YK-C (10φx1.0)	Y-C (6.4φ)	YF-15 (20×D)	1	9	900	32	25	69.1
	B	WT.50	"	"	"	2	9	1,050	36	24	94.5
	C	WT.50	"	"	"	3	9	1,050	36	24	94.5

合成梁のレ形溶接の開先形状および溶接条件 (注) ※手溶接棒⑤L-55 (4.0φ) を用い約 3 mm の高さを盛った

表 4—(2) 合成梁のレ形溶接使用試験結果

試験板号	全溶接長さ mm	引張強さ kg/cm ²	降伏点 kg/cm ²	伸び %	断面収縮率 %	試験			化学成分 %											
						試験位置	試験位置	試験位置	C	Si	Mn	P	S	Mo						
															引張強さ kg/mm ²	降伏点 kg/mm ²	伸び %			
A	40.3	53.9	30.6	36	36	試験位置	試験位置	試験位置	0.4	1.2	0	0.087	0.032	1.252	0.028	0.019				
						平均	40.3	53.9	30.6	36	36	16.02	0.06	0.04	0	0.3	0.04	0.02	0.02	0
						37.1	46.7	34.6	"	"	40.0	14.65	0.028	0.016	—	—	—	—	—	—
C	37.1	46.7	34.6	36	36	試験位置	試験位置	試験位置	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
						平均	37.1	46.7	34.6	36	36	8.39	12.50	9.66	12.97	8.39	—	—	—	—
						37.1	46.7	34.6	"	"	40.0	14.65	0.028	0.016	—	—	—	—	—	



(a) 従来法 (b) カットワイヤ潜弧溶接法
写真—4 溶込み状況

(4) その他

本法を採用する場合にまず気付く点は、溶接中のアークの安定性が良く、例えば溶接電流 1,200A 程度で使用する場合、従来法で 900A で使用しているのと同様な安定性を示し、溶接後のビード波形がくずれ難く、スラグのハクリ性が良好なことであり、次に気付く点は熱変形が比較的少ないことである。これらは溶融金属の最高加熱温度が低いためと思われる。

その他溶込みが写真—4 から判るように浅くなることも特徴の一つであり、実際現物でも開先精度の不良な部分の溶落を防止するためにあらかじめ“カットワイヤ”を置く方法が採用されている。また一方、溶込みを深くする目的の場合には“カットワイヤ”の充填量を少なくすれば目的が達せられる。

4. 実用化試験結果

本法は前述のような種々の特徴を有し、高能率で高靱性を得る溶接法として現在多くの需要家で実用化が研究され、既に実用に供されている所もあるが、その目的も

- (1) 厚板突合せ溶接の高能率化
- (2) 開先精度不良部の溶落防止
- (3) 下向スミ肉大脚長溶接の高能率化
- (4) レ型開先溶接の高能率化
- (5) 調質型高張力鋼溶接の高能率化
- (6) 溶接性不良鋼材への適用
- (7) 肉盛溶接への応用

などきわめて広範囲にわたっている。

ここでは実用化試験の例として表—3および表—4 (1, 2) に造船用厚板突合せ溶接の ABS 承認試験結果および軟鋼および50キロ高張力鋼合成梁のレ形開先溶接への使用試験結果を示す。

表—3 に示す ABS 承認試験条件では、19, 25, 32mm の各板厚とも非対称開先とし、B, P側では“カットワイヤ”を使用して溶接を約2倍高能率化し、E, P側は完全な溶込みを得る目的で“カットワイヤ”を使用しなかった。試

験結果はいずれも良好で合格した。この場合、対称開先として両側とも“カットワイヤ”潜弧溶接を採用することも可能であり、F, P側で溶込みを確保するようカットワイヤの充填量を少なくしてもよいが、かえって面倒であるため32mm程度では表—3のように片側のみ使用の方が有利と思われる。さらに板厚が厚くなれば両側とも使用する必要もあろう。一般に表—3から判

るように、60°V開先に“カットワイヤ”を充填して1層溶接する場合の使用電流としては、その開先深さが10mmで850A、14mmで1050A、20mmで1250Aとなっている。また別の試験結果から板厚38mmの場合は約2,000Aが必要なことが確認されている。このことから“カットワイヤ”潜弧溶接法の1パスの厚さの限界がうかがわれる。

次に最近レ形開先を自動溶接する傾向が増しているが、この場合に関しても表—4に示すように良好な結果が得られている。特にこの試験では使用電流を1,200A以下に制限したために2層で溶接している。もちろん表—4と同程度の機械的性質を特に靱性を得ようとすれば、従来法では4~6パスで溶接することになる。次に本試験では初層から“カットワイヤ”潜弧溶接法で溶接した場合と、初層のみ手溶接した場合の2種の施工法で試験したが、一般には作業性の点で溶接線の見える後者の方が確実に望ましい。

また逆に板厚が増すとか、角度が狭い場合には大電流で1層溶接する方が多層溶接に比し梨実状亀裂、溶込み不足、スラグ巻込み等の欠陥を生じがたくなるようである。もちろんこの場合溶接部の靱性は低下する。

5. 結 言

上述のごとく、“カットワイヤ”潜弧溶接法は潜弧ワイヤをさらに細径に伸線して直径とほぼ同長に切断した“カットワイヤ”をあらかじめ溶接開先内に充填し、その上を従来の潜弧溶接を行なう方法であり、従来の潜弧溶接法に比し次の特徴を有している。

- (1) アークエネルギーを有効に利用し、約2倍以上のエネルギー向上が期待され極めて経済的である。
 - (2) 適当な化学組成の“カットワイヤ”を選定することにより広範囲の溶接条件でも高靱性が得られる。
 - (3) また融合部、母材熱影響部の性質の低下を軽減できる。
 - (4) 作業性の点でも“カットワイヤ”の量を加減し溶込み深さを調整することに馴れればきわめて有利となる。
- 現在種々の目的に応じ既に実用化され、あるいは実用化の研究が進められているが、今後本法が溶接作業の高能率化と溶接部の品質向上に役立つものと確信している。

＝ 技 術 短 信 ＝

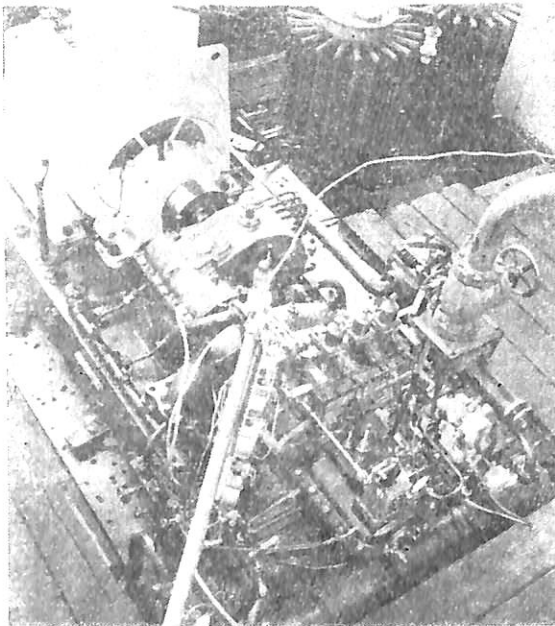
浦賀重工業建造最大のタンカーに
ディーゼル主機の排気利用ターボ発
電機搭載

去る1月28日進水した Cadmus Shipping 社のタンカー KING CADMUS (53,000DW) は浦賀重工業で建造された最大の船舶であるが、(主要目は前掲進水写真参照) 本船にはディーゼル主機の排気を利用するターボ発電機が搭載されている。これは同社の開発したタービン技術にスウェーデンのスカラバル社の技術を導入して製作した発電機の第1号機で、ディーゼル発電機との併例運転が可能な高性能のものである。

従来、ディーゼル船にはディーゼル発電機を用いていたが、経済性の観点から主機の排気を利用したターボ発電機が搭載されるようになり、各社で実用化がすすめられている。

同社ではこの程発電機の需要増加を予想し、250～850kWの標準化を完了し、この第1号機は昨年11月25日に好成績で試運転を了え、ほかに会社建造の50,000DWタンカー用として580kW 1台を含む3台を製作している。第1号機の主要目は次の通り。

タービン型式 多段衝動一段減速タービン
出力×発電機回転数 550kW×1,800rpm
蒸気状態 タービン入口蒸気圧力 7kg/cm²G



550kW ターボ発電機1号機

温度 200°C (過熱)
排気圧力 710mmHg

三菱造船で大型専用船の経済船型を開発

三菱造船では昨年、超高速定期貨物船山城丸 (12,000重量トン, 13,000 PS) の新船型を開発し、従来型に比して所要馬力30%減の成果をあげ注目されたが、今回、かねて同社がすすめていた大型タンカー、バルクキャリアの最も経済的な船型の開発・研究についてその船型試験場における理論および実験で新船型を開発した。

本船型は特殊な形状や、とくに大型のバルバス・パウ等を採用していないが、馬力の節減は従来に比し平均約10%が見込まれる。

なお現在研究を進めているので近い将来さらに数%の減少が期待されている。この推進性能の向上によって、例えば10～12万重量トン (主機タービン24,000～28,000軸馬力) のタンカーでは、燃料の節減額は年間約3,400～4,000トン、金額にして有効重量トンの増加による運賃の増収をも考慮すれば約1,800～2,000万円の利益となる。また船価も馬力減だけ安くなる。

日本鋼管 フランスSEMT社と船用
中速ディーゼル機関の技術援助契約

日本鋼管ではフランスの SEMT 社と SEMT-ピールスチック PC 型ディーゼル機関の技術援助契約を去る1月22日調印し、政府にその許可願いを申請した。

今回契約した機関は1シリンダ当り約500馬力を発生する中型中速ディーゼル機関で、この機関のシリンダ数を選定し、あるいは場合により数台を歯車装置で結合することによって2,500～30,000馬力程度に適用できる。

形式 V型および直立型
シリンダ径×ピストン行程 400mm×460mm
シリンダ数 6～18
シリンダ当り最大出力 465 (500) 馬力
毎分回転数 500 (520) rpm
出力範囲 6気筒2,790馬力～18気筒8,370馬力
(3,000～9,000)

(注) () 内は艦艇用のものを示す。

- 特長 1. 構造は4サイクルトランクピストン方式で比較的簡単で堅牢である。
2. ピストン速度、平均有効圧力が高い。
3. 燃料消費率は150～157g/PS/hで最良である。
4. 低質重油およびガス燃料の使用が可能である。
5. 軽量小容積で船用に適している。
6. 遠隔操作が容易で船舶の自動化に適している。

「溶接による生産性の向上」に対する 反省と見解 (1)

松永和介・寺井清・上村郁夫

第1章 接合技術の沿革にみる船舶建造の5つの時代

1. 鉸鉄以前の時代

初期の鉸鉄（おそらく鉸鉄というより釘に近い手打による原始的なもの）がいつから使用されはじめたかについての正確な記録はないようである。しかし人類が金属と金属（おそらく最初は青銅であったかもしれない）を接合するのに用いた技術のうちのもっとも primitive なもののひとつとして、この種の形式のものがあったにちがいない。しかしこれも船舶あるいは容器類以外の、つまり水密性を要しないものにあつては単にボルト、ナットの代用でしかあり得なかつたであろう。工業的にこれの使用が本格化したのはやはり鉄の生産が一般化した1820年以降とみるべきである。たとえば米国にあつてはこの年から俗に鉄時代 The Age of Iron が始まっている。（この時代はその後1856年に英国のベッセマーによる転炉製鋼法が発明されて鋼の工業化の可能性が証明され、さらに1867年に独逸ジーメンスにより平炉製鋼法が発明され、さらに1877年に塩基性ベッセマー法が、つづいて翌1878年に塩基性平炉法が開発されるにおよんで、鋼の大量生産がはじめて可能となるまでつづいた。）しかしこれがどのような形でどのような構造に用いられたかについて筆者らに確証はない。

ただ船舶についていえることはながい木造船の時代を経て、最初の鉄の使用は1850年代に軍艦の装甲板として木材の上に釘で固着せしめられたにすぎず、おそらく鉄と鉄の接合は行なわれなかつたにちがいない。鉄が使用された当初は鉄そのものの材質に対する信頼感が乏しく、このためこれを主強度部材に使用するには当時の担当者としては相当の恐怖を感じたことであろうが、このような装甲板は主強度部とは関係がないから、これは単に砲撃戦による損害を最小にとどめるといふ経済性（軍艦の場合の）の見地から、比較的容易に採用されるようになったようである。このことは敵の領海内で戦闘を行ない、損傷を受けてその付近で修理をすることができなかつたところのクリミア戦争（1854～1855）でとくに痛感されたらしく、それ以後はどの軍艦も装甲板をつけるようになっていく。たとえばクリミア戦争の終わる以前に仏国海軍は3隻のスクリュー推進の甲鉄船（screw

vessel with ironsheathed hull) を黒海に送っている。（これらは長さ164呎、吃水8呎で排水量1,400 ton で、この装甲は $4\frac{1}{8}$ 吋厚の鉄板で、これが8吋厚の樫材に張りつけられてできていた。備砲には50磅の砲弾を打てるものが18門あり、マストと帆は折りたたみ式で蒸汽のみで自走することもできた。）これらの船は航洋船としては別にとりたててうんぬんするほどのものではないかもしれないが、1855年 Kinburn のロシア軍の砲台の砲火には実によく堪えることができたのに反し、一方、このとき単なる木造にすぎなかつた他の船は英、仏海軍ともすべて手ひどい損害を受けたという事実からも、このときの様子的一端がうかがえる。この戦争のち装甲板（ironclad）の効果に関する教訓を得て、英海軍とも早々に大型の甲鉄艦を作っている。すなわち前者は La Gloire 号、後者は Warrior 号を建造したが、後者のごときは1860年（万延元年）に完成したにもかかわらず、すでに8,820ton の排水量を示し18吋厚のチーク材に $4\frac{1}{2}$ 吋厚の装甲板（これのみの全重量1,350ton）をつけ5,570馬力、15ノットの当時としては非常な高性能巨艦であつた。（以上は Ernest Protheroe : Ironclads and Dreadnoughts による）

このように鉄は最初は軍艦の装甲という形で船に使用されたにすぎなかつたのであるが、ちょうどクリミア戦争の終わった1855年（安政2年）ごろより、一般商船においても鉄構造の必要性が叫ばれた。この原因となつたものは当時の蒸汽閥の発達である。これは1807年にフルトンにより発明されたが、その後長いあいだ蒸汽船は長い航海には不利であると一般に信ぜられていたのであるが、（石炭をあまりにもたくさん積んでゆかねばならないので、積荷がへって運賃収入が減少するから）この考えが1838年英国の「グレート・ウエスタン号」により15日間の大西洋横断記録がなしとげられてからはあとかたもなく消え、これに刺激されてか1840年にはかの有名なキユナード・ライン（世界一の巨船をほこつたクイン・メリー、クイン・エリザベスの所有会社）も設立されるにおよんで、これより大型航洋船の運航の必要が切実となつたのに、いっぽう木造船では長さ200呎、排水量200ton 程度のものが限度であつたからである。この

結果当初は大型木船に iron reinforcement を施すことにより一時的な解決策を講じたが、ついにこれも限度となり、1860年にロイド船級協会は Transactions of the Institution of Naval Architects 誌で鉄船に関する最初の rule を発表している(1-1図参照)。これらは木船の寸法と構造をそのまま踏襲したもので、単に鉄の強度を木船のそれの10倍としたような幼稚なものであったが、強度ひとつをきめるにしても homogeneous riveted iron structure とことわらねばならぬくらい鉄やその接合法にしても粗雑な時代のことであるから当時としては大事業であったろう。このころはまだ鉄も信頼性が少なく、たとえば水密を要しない frame と frame の継手のごときはボルトをもって締結されたこととある。(造船協会雑纂 第47号：鉄製および鋼製商船の scantlings の発達—Engineering 誌 1925年9月4日 P. 305 翻訳—ならびに S. リリー：人類と機械の歴史による)。また1-2図はこのキュナード・ラインが建造した船の使用材料(木材、鉄、鋼)、推進機構、船体寸法、性能に関する chronological な変遷を示すものである。このころの英国は、最初の鉄船は仏国に、また蒸汽船は米国に記録され、海軍国としての体面をよごされた関係上、これを挽回せんとして造船技術面では相当先進性を示していた時代であったから、このキュナード・ラインの船舶の実績は大体その当時の世界の代表的な大型船とみてよいから、われわれはこの図から船体の鉄鋼時代のはじまりをうかがい知ることができるであろう。したがってこれによれば本格的な鉄船時代は1862年(文久2年生麦事件の起こった年)からであって、このことは記録にも残っており(川崎重工社史・年表にはこの年に英国にて最初の鋼製商船建造とある)、また、鋼船時代は1881年(明治14年)にはじまるとしてよいようである。

いずれにしても以上述べたごとく、実際に鉄と鉄を本格的に水密性をもって接合する必要の生じたのは1860年以降のようであり、それまではどうしても装甲構造にとどめるか、たとえ鉄を主要強度材に使用したにしても初期のものは鉄骨木皮構造を用いているところから鉄の船体水密部への本格的な使用があやぶまれている感がある。これについてはつぎの諸文(原文のまま)を付して当時の造船界の先駆者たちの苦勞の一端をしのぶよすがとしたい。

船体材料も亦此期間に大変化を生じた。最初是一般に木材であったが、艦が大きくなるに従ひ木材には丈夫さに於て不安となり、鉄材が使用された。鉄材では適當の形を造ることと結び合わせるのに木材と全く異なった方法を取らねばならぬので、当時の技術者は非常に苦んだものである。従って一時鉄骨木皮艦という

「間の子」構造の船が作られた。更に鉄よりも強靱なる鋼を使用することとなって工作は一層困難を極めたが、現今では全部鋼を使用し其工作法も非常に発達して正に隔世の感がある。(永村清：日清戦役当時の軍艦と我製艦状況、海と空 第4巻 第13号)

抑鉄骨木皮の構造法は、其船体組織の主要部なる竜骨・肋材・梁・支水隔壁・縦通材等に鉄材を用ひ、之を堅牢にし、又座礁擱岸の危険、若くは海水に因る腐蝕等を防がながため、外板、甲板等に木材を用ひ、かくて此二者の長所を採択混用するにありとす。此構造法は、一見理想的なるに似たれども、実験に徴するに、多少欠点なきに能はず、例へば、鉄木二材の接合部に。完全なる工事を施すことは、殆んど不可能なるが如し、故に此構造法は、到底快速なる大艦船に應用すべからざるものと判定せられたるにより、我國製造のものにして此方式に則りたるものは、葛城、大和、武蔵の三姉妹艦あるのみにして、爾後は廃止せられたり。

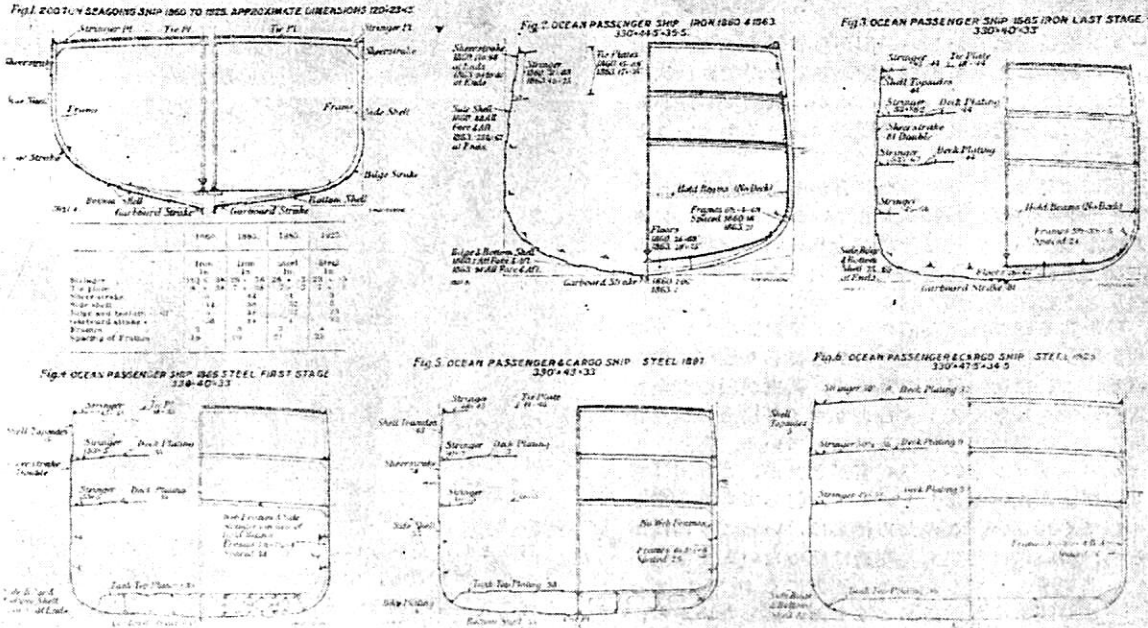
鉄木交造船に関して、更に一言すべきは、被板鉄船なりとす。此構造法は、純然たる鉄船の没水部を、木板にて覆ひ、以て鉄骨木皮船の欠点を補足するにありとす。之れ亦完全無欠に似たれども、其実大に然らざるものあり、而して此構造法は、鉄船製造の初期に於ける、徒に衝突擱岸等の場合を憂慮せし時代に、専ら施行せられしも、近來製鉄及造船學術の進歩に因り、被板鉄船は、殆んど廃絶に帰したり。但し欧米列強中、乾船渠の設備なき隔絶したる地方に、軍艦を滞留せしむるため、今尚ほ稀に此方式に則ることなきにあらず。

鉄骨木皮船及被板鉄船は、共に木船より鉄船に移りたる過渡時代に現出して、此二者の連鎖たりしものなり。我海軍に於ては、被板鉄船を製造したることなしと雖も、戦利艦として収容したる軍艦相模〔ベレスウエット〕及津軽〔パラルダ〕は此構造法に属す。(造船協会編：日本近世造船史、明治42年12月)

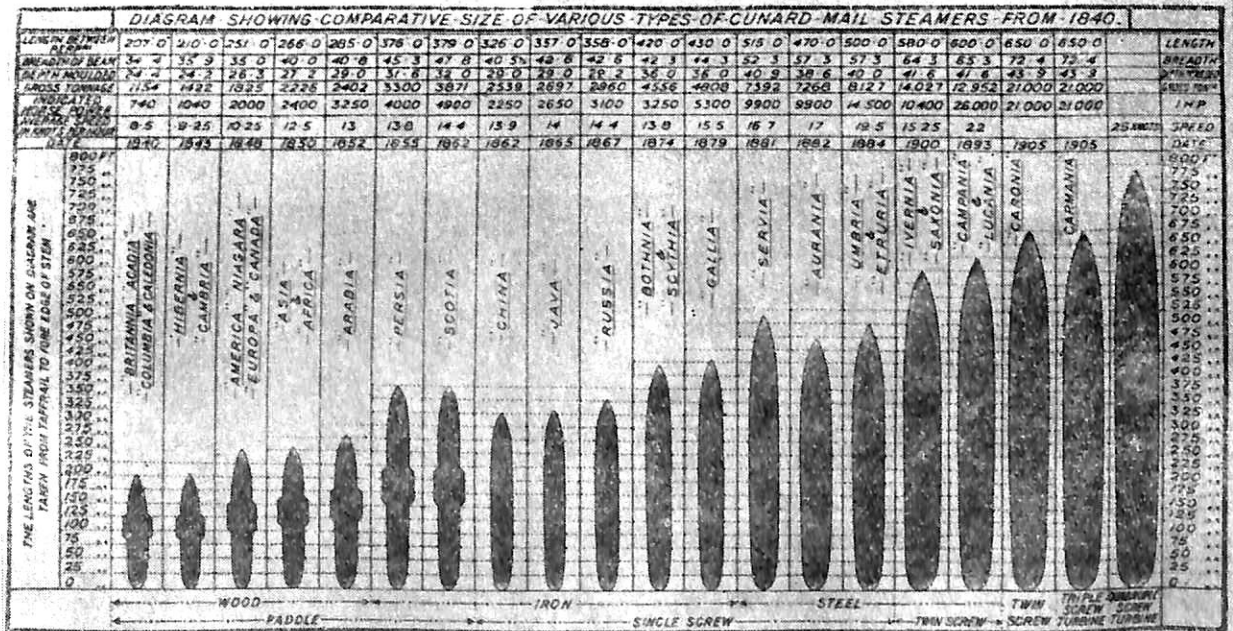
日清戦争後、海運が盛んとなり、日本郵船では欧州航路への進出を考えた。当時、欧州航路は英国の P & O 会社を主力に外國船が独占していた。当時の日本郵船の近藤廉平社長はどうしても日本が進出しなければならぬと考えたが、その場合、優秀な船を配置しなければ競争にならない。そこで考えられたのが、6,000トン級の貨客船の建造であり、これを6隻ぐらいの船団に組むという構想である。そのころ日本ではやっと1,000トン級しか造れなかつたので、郵船としては全部英國へ注文する計画だった。

ところが当時三菱の大番頭で、日本郵船の重役でもあった莊田平五郎が「日本造船界にとっても絶好のチャンスだ。一ぱいだけはぜひ長崎に注文してもらいたい」と申し入れた。しかし日本の能力ではとてもできないというので、郵船では問題にしなかつた。そのためとても通りそうにもなかつたが、ここにすでに財界の巨頭として重きをなしていた渋沢栄一が登場、そのツルの一声で重役会は簡単にパスしてしまったのである。渋沢氏は当時郵船の重役でもあった。これが「日本で造るのはおもしろい。責任者の莊田がいうの

SCANTLING DEVELOPMENT IN IRON AND STEEL MERCHANT SHIPS.



1-1 図 1860年より1925年にかけての船体構造の変化。



1-2 図 キュナード・ラインにおける船舶の年代的変遷。

(この時代にあつては使用材料と接合技術の変遷が船舶の大型化に大きく寄与していることがうかがいられる)

だからいいではないか」と重役会に進言、これで問題は一ぺんに解決してしまった。ずいぶん思い切った話だが、考えようによっては大英断だったといえる。

さて引き受けてみると、経験のないことだけに手がつけられない。そこで船団を引き受けた英国のヘンダーソン造船所にくわしい図面から材料まで全部依頼、その提供によって工事を始めることができた次第だった。こうして始まったところが、大変な事件がもち上がった。一時は長崎造船所がつぶれるかというところまで追いつめられたものである。

造船には鉄板、鉄骨をつなぎ合わせるためリベット（びょう）を打つ。これがうまくいかないと船はガタガタになるという大切な仕事だ。6,000トン級となると、びょう数も60~70万個で相当大きな仕事である。このびょう打ちに問題が起こったのだ。というのは普通、船を造る時には、英国のロイド船級協会という国際的機関から検査官がきて初めから終わりまでにらんでいる。これは荷主保護のためで、荷主が船の安全を一回一回検査しなくてもすむようロイド協会の検査官が検査、証明書を出す仕組みになっている。常陸丸の時はロバートソンという検査官がきたが、これが「常陸丸のびょうはいかん」といって、打っても打ってもパスしてくれない。このため仕事は、いっこうにはかどらず、ついには常陸丸の建造は認めないとまでいい出し、造船所としてもまったく途方にくれてしまった。そこで荘田平五郎氏がどうもふに落ちないから、ロイドの本部にロバートソン検査官を忌避することを申し立てた。そうしたら、向こうからスタンベリーという主任検査官が来日、調べた結果「よろしい」ということになって、以後検査官を更迭、問題は一挙に解決した。（斯波孝四郎：「造船十話」第二話、昭和38年9月16日付毎日新聞朝刊）

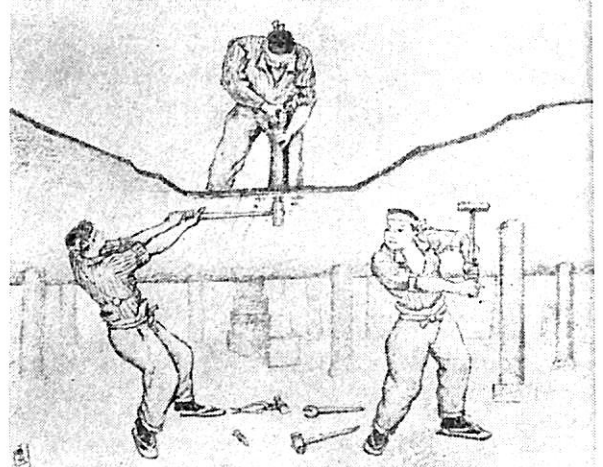
2. 手打鉸鉸の時代

船舶の建造に際し鉸鉸が本格的に使用されだしたのは、なんとといっても鋼の時代（すなわち1860年以降）にはいつてからであろう。なぜならば鉄の場合はその材質（とくにその均質性と対衝撃抵抗力について）に疑念がもたれた結果、構造的には前述のごとく鉄木交造（鉄骨木皮）とされたため、鉸の必要性がそれほど切実ではなかったからである。しかし鋼とてその初期にはやはり工作過程においていろいろと問題があったようであるから、実際に大量に使用されはじめたのは、既述のごとく1877年（明治10年）に塩基性ペッセマー法が、つづいてまもなく塩基性平炉法ができてからであろう。

つぎに示す一文は明治42年（1909年）に出版された日本近世造船史に述べられた一節であるが、これは1880~1890年（明治13~23年）当時の造船家の鋼材に対する見解の一端をものがたるものとして興味がある。

鳥海（起工1886年、進水1887年）及高雄（起工1886年、進水1888年）の鋼骨鉄皮たりしは、当時製鋼技術

の進歩せざりしに取由するものにして、欧米先進国に於ても、多く此構造法を採用したりき。当初鋼板製造法の未だ幼稚なりし時は、其組織の不平均なりしがため、些少の衝蝕に因りて、忽ち鋼板に亀裂を生ずる虞



1—3図 明治末年にみられたわが国造船所の手打鉸鉸風景。

ありとし、造船家は、之を外板に使用することを躊躇せり。然れども、爾來冶金学は長足の進歩を遂げ、鋼材の製法は確実となり、竟に造船材料として、之を専用することとなれり。但し鋼骨鉄皮の構造法は、鉄船より鋼船に移る過渡時代の階梯たりしに外たらざるなり。（日本近世造船史より、原文のまま）

もっとも最初の鋼鉄船は1863年（文久3年）に建造されたといわれ（人類と機械の歴史より）、また仏国海軍が造艦用に鋼材を使用し、最初の鋼鉄艦を建造したのは



1—4図 手打鉸鉸（明治20~30年代、英国）。

1873年(明治6年)ともいわれるので(川崎重工業株式会社々史年表・譜表より)、実際に鉸鉸が使用されはじめたのはこの当時までさかのぼらねばならないかもしれないが、上述の事情から考えて、これの実施は技術面において苦難の連続であったろう。たとえば、いわゆる鉄時代をすぎて鋼時代にはいつてからも、その過渡期にあっては、鋼骨鉄皮船というのが作られているが、これはあたかも木材から鉄へ移行する過渡期に生まれた鉄骨木皮構造に通じるものといえるが、これらはいずれも縦強度を外皮のみに依存する当時の構造にあっては、この配慮は当然のものとする。またさらに1863年に公表されたロイド規程においては、鉄に対する信頼性の欠如と船体構造学の幼稚さのために船体構造はいたって単純であった反面、外板その他の縦通材の板厚はその船型に比しいちじるしく過大であったから(たとえば1860年に使用せられた200ton型海洋船はその寸法が120呎×23呎×13呎にすぎなかったにもかかわらず、その外板の板厚は0.8吋すなわち20mmとされている)、もちろん手打によるしかない、しかもそれも使用しはじめたばかりの幼稚な当時の鉸鉸法としては過大な直径の鉸を打つ必要があり、この点さぞかし据込みその他に苦勞があったことと思われる。(手打鉸鉸では1—3,4回にみられるごとく打ちかたに2人の人間を配置しているが、その1本あたりの打回数には人力ではおのずから限度があるため、したがって鉸の寸法にも制限があった。今日当時の経験者の談から推測して、その直径の制限は最大15mm程度であったろうと思われ、使用板厚も鉸径と同程度のものが普通であったろう。)またその後船体が構造的に改良洗練されてからも、接合にはやはり別種の苦勞がつきまとうことになる。たとえば1—1回鉸鉸時代の船型の推移をその中央横断面図により示したものであるが、1885年(明治18年)になって二重底構造が採用されている。これにより縦強度に補強を得て、主要板材の板厚は若干減少しているが(15%から25%程度)、そのかわり手打鉸鉸にはdead spaceともいべき小区画が輩出したことになり、鉸打用ハンマーをふるう空間に不自由をきたしたであろうからである。

以上が手打ち鉸鉸時代の様相の大要である。この時代は何年から何年までとははっきり断定はできないが、大体においてこれによりひろく船が作られたのは世界的に明治のはじめから同40年ごろまでであろうから、したがって一応これを手打鉸鉸の時代としてよいが、もちろんこれにつづく機力鉸鉸の時代にはいつても、手打鉸鉸は船体の構造個所によって、あるいはまた修繕部門などに相当な残されて併用されているので、このあたりの定義づけは厳密には困難である。またさらに後述の水圧鉸

鉸もこの時期(明治のはじめから同40年ごろまで)の所産である点もあり、したがってこの時期を純粹に手打鉸鉸時代とするのは、語弊があるが、これは単に重点的に呼称しているにすぎないとして、この点については読者の了承を得たい。

しかし要するにこの時期において船舶建造史をながめれば、接合技術がひとりその周辺の事情にくらべておかれている感がするのはまぬがれないようである。すなわち蒸気閥の発達で船舶の大型化の要求を打ちだし、この結果製鉄、製鋼面の工業上の問題はようやく解決され、さらに船体構造のほうもその使用材料において木材を鉄鋼に置換する要領や二重底構造の採用により進歩してきたが、肝心の鉄または鋼の板材を継ぐという、それも水密性を維持するという条件では、しかもこれらのすべてがそれまでになかったような革新の速度をもってせまってきたとき、工作の段階で造船技術者は当然受身とならざるを得なかったにちがいない。またこのような接合技術の幼稚さが船体の大型化にまでブレーキをかけた点も見のがせないようである。もちろん建造に際しての経済性の向上を計るというようなことはあまり問題にはならなかった、というよりむしろ問題にできなかったにちがいない。この点は船舶の場合当時は需要が供給を上まわっているし、とくに軍艦では、各国ともいわゆる国家間の勢力あらそいのために軍備拡張勢力がもえ上っていたころであるから、経済性はむしろ二の次の問題ですんだであろう。いわば当時はbuilder sideの時代というよりむしろ造船における工作技術の黎明期として、工作技術者がもてはやされたペル・エポック(よき時代)であったにちがいない。

3. 機力鉸鉸の時代

機力鉸鉸といえは現在では圧搾空気によるハンマー型のもの相場がきまっているが、鉸鉸の機力化にあたっては実はさまざまのideaのものが工夫されたようである。しかし造船にあっては構造物の寸法が大きくかつ構造が複雑であり、またさらに水密性を要する個所が多く、しかもこのためにはスナップ鉸のかわりに皿鉸を使用するため、どうしても鉸の据込みの過程に特別の要領がいるという諸点から、これらのideaのうちの多くのものが試験的段階で姿を消したように思われる。ただ、このなかから比較的造船の現場で使用可能とされ実績をのこしたものについては、A. C. Holmsが彼の著書Practical Ship Building(1917年)に記録を残しているから、これを引用すれば、彼は機力鉸鉸machine rivetingにはつぎの3種のもの、すなわち(1)hydraulic

riveting, (2) Air pressure, or pneumatic, riveting, (3) Air percussion riveting があるとして、その個々の詳細を説明している。われわれはいま彼のこの説明を骨子としてまず当時の技術内容について触れてみよう。

(1) 水圧鉋鉋 (hydraulic riveting)

水圧を利用して鉋鉋を行なうという方法はずいぶん古くからあったようである。とくにこれを yoke 型の機構にして利用すれば鉋の据込みが完全となるばかりでなく、接合しようとする板と板の密着をも完全なものとするから、結局これらの2点で継手の slip も防ぎうるし、かつ強度も増加する。また圧縮の力がつよいのでいかなる大径鉋もかんたんに迅速に打つことができたから、これは大型船とくにそのキールやシヤストレーキのごとき厚板の接合には不可欠のものとさえ考えられていた。

ただしこのような長所をもつ反面、水圧鉋鉋にはまた欠点がある。すなわち皿鉋が打てないことと機械装置が大きいかつ付属設備があつて移動に不便であるという2点がそれである。したがって前者の点から、水密を要する箇所(とくに吃水線以下の外板)などはやはり手打ちによらなくてはならず、ために相当以前から使用されていたにもかかわらず手打鉋鉋を一掃することができなかったのである。(可搬式のこの種の機械は1871年(明治4年)に使用されたのが始まりといわれ、その後これに関しては数多くの改良が行なわれて本格的に使用されるようになっていくが、とにかく手打鉋鉋とあまり変わらない時期のものともいえるほどである。ただし特定の大型軍艦などではこの点を工夫して、一たん鉋鉋を行なったのち、皿鉋のポイント側をコーキングしたりして厚板を接合したらしいが、これも他の船まで延長して行なうことはできなかったであろう。

このような理由から、手打鉋鉋時代、たとえば日清、日露の戦争の中間期の船舶は一般商船では例外を除いて

軍艦にくらべはるかに小型であつて、大体GT6,000ton くらいが大きいほうであるが、軍艦では排水量が14,000 ton 級のものがめずらしくはなかつた。(ただし軍艦の場合、その艦型の寸法の決定要素には当時の大砲、火薬、機関などの性能もはいるから、これを接合技術のみで一元的に断定するのは妥当ではない。)

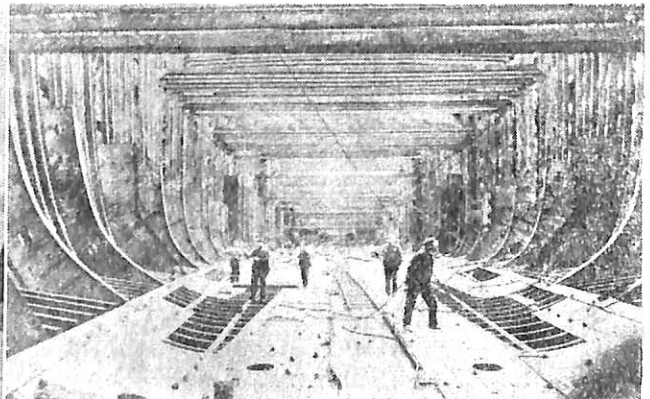
つぎに装置の点であるが、おそらく手打鉋鉋時代の造船技術は工夫の大半を注いだといつてもよいかもしいない。もちろんこれを固定設備として接合せんとする部材を擦入してくる場合は別であるが、問題は大きな部材へこれをいかにして適用せしめるかにある。たとえば1—5 図はこれによる接合のかんたんなる一例を示す写真であるが、これは単に手打ち鉋より完全なものをより早く打つためのものにすぎない。問題となるのはむしろ手打ちでは技術的に不可能にちかい大径鉋を打たねばならない箇所にある。

これに対してはキールの場合には船台上に一時的にレールを敷設し、その上に水圧鉋鉋装置をのせた台車を走らせたと記されている。もちろんこれは水圧の長いパイプを引いて動いたわけである。また同様に二重底に対するときはフロアの頂部にレールを敷いて行なっている。(1—6 図参照) とくにキールの場合のごときは能率が4乃至5倍となつて経済面でも効果があつたという。

つぎに側外板、甲板の場合であるが、これについては当時英国で主として大型船のみを建造していた英国ベルファーストの Harland and Wolf 造船所に関する説明をひこう。同造船所では運搬用のガントリ・クレーン(travelling gantry)を設置してこの装置の運搬を行なわせている。このクレーンの高さ、幅はともに100ft の巨大なもので水圧により駆動し、もちろん水圧鉋鉋機のみならず、船体用の部材をも運んだとある。本件は1898年(明治31年)1月の同国の Engineering 誌で紹介され



1—5 図 水圧鉋鉋 (明治30年代、英国)。



1—6 図 キュナード・ラインのカロニア号 (明治38年完成、総トン21,000ton) の建造中の状況 (英国クライドバンク)。

注目を浴びた。しかし一般の造船所ではこのような機動性をもったクレーンの設置はなかったので、側外板の場合そのうち一ばん厚いところのシャストレーキの継手のみに限ってこれを使用したようである。

水圧鉸鉚法はこのち圧搾空気ハンマ法の時代にはいつてからは造船界から徐々にその姿を消してはいるが、この方法は単に技術面における要求を解決したことのみ意義があるのではない。本方法はその鉸鉚速度の大なることから、当然経済性の面においても重視されたことをわれわれは忘れてはならないのである。すなわちこの経済性の点ではつねに敏感な米国において容易にこれを捨て得なかったことは、つぎに示す1916年9月発行の Marine Engineering 誌所載の「鉸鉚工事に応用したる科学的研究」(造船協会雑纂第8号より)のうちの一節を見ても明らかであろう。

ペンシルバニア・スチール・コンパニーにては前記「ヨーク・リベッター」を三噸電気起重機によりて動作せるが鉸釘は約80個宛一時に火中に投じ、20個乃至25個宛取出して孔に当合ひて作業するを得るを見るも如何に作業の迅速なるかを知るべし。

「コンプレッション・ヨーク・リベッター」を使用せば地上の物体に於ては大隔壁の中心の外総ての部分に固着し得べし。本器を支持する方法としては多数の軽き運搬式起重機を有す、又機の「リーチ」さえ増加し且船体甲板上に於て運搬し得る様軽く設計せば其使用を地上構造のみに限るにあらず、イッシャーウッド式に於ても此固着を使用する機会極めて多し。

鉸釘の費用を節約せんとするは決して新しき問題にあらず、但従来の旧式方法に於て実施すべく適當なるものあらざりしのみ、故に米国に於て「ヨーク・リベッター」の使用を見るに至れるは至當なりとす、構造物を地上に於て組立することは工事費の節約にして大多数の船舶を此方法によりて組立て得べし、近時フィラデルフィアの一紙上に於て米国及外国に於ける造船費の比較表れたるが米国は到底外国同業者の敵にあざりき、鉸釘作業は重大問題なり、故に先づ此問題を詳細に研究し而して後其他の小問題に移るべきなり。(原文のまま)

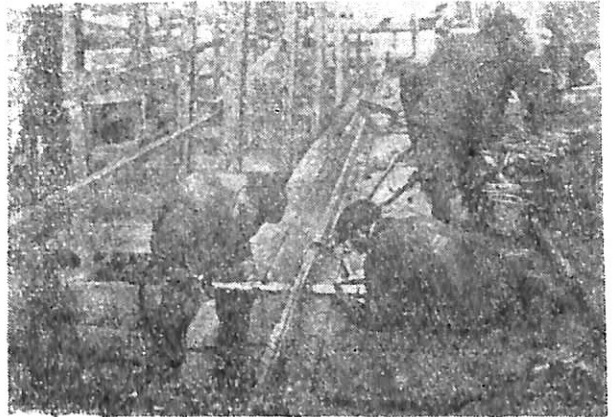
(2) 圧搾空気による 静的鉸鉚法 (Air pressure, or pneumatic, riveting)

これは要するに前述の水圧鉸鉚のごときヨーク型装置の1種と考えられるもので、水圧パイプを現場まで長々と引く煩わしさを避けるため、その動力に圧搾空気を作ったものと思えばよい。ただこの際空気では水圧ほどの圧力を得ることができないため、これを power up するためにトツグル・ジョイントなどを使って工夫したものである。一般にはこの種のものは多く考えられたが(たとえばスチームを使ったもの)、その機構からいって(1)に述べた水圧鉸鉚法の部類に属すべきものと考えられる

で、とにかく当時はこのような各種のものがあったということを読者に認識していただくにとどめここでは詳細は省く。

(3) 圧搾空気ハンマ法 (Air percussion riveting)

この方法は既述のごとく現在各造船所その他においてひろく使用されているものと同一のものであるが、これの起源もはっきりしないようである。圧搾空気を使用したのは1849年に鉄山の発掘作業におけるものが最初とされるから (S. リリー: 人類と機械の歴史)、おそらく造船でもこれを鉸鉚の動力に用いる思いつきは相当古くからあったにちがいない。しかしその実用に関しては現在記録に残っているかぎりでは、この方法は1899年(明治32年)の Transactions of the Institution of Naval Architects 誌で W. T. Babcock が発表したものが最



1-7 図 機力鉸鉚 (明治30年代, 英国)。

初のものであるし、また David Pollock 著の The Ship Building Industry (1905年) によれば、この機力鉸鉚法が大規模に用いられたのはその当時をさかのぼる数年のあいだであって、米国でも当時の最大最新の造船所である Chicago Shipbuilding Company とサンフランシスコの Union Iron Works などにおいて大西洋航路の定期船 Kroonland 号を含むわずか数隻の船体に全面的に適用されたにすぎないとされ、また当時の英国におけるこれらの器具類は主としてすべて米国からの舶来品であると述べられているところから、本方法の実用は明治30年ころにおそらく米国においてははじめられたものと考察される。この点については造船界の長老の斯波孝四郎氏もその懐旧談「造船十話」第五話の一節でつぎのごとく述べられ、機力鉸鉚の本場が米国であったことをうらづけておられる。

造船の仕事の中で大切なものの一つに船体の組立てがある。この実例として第一話の常陸丸建造(前掲)があげられる。鉄板と鉄板をつなぎ合わせる仕事で、昔

はこれをびょう打ちで行なった。二つ合わせて穴をあけ、赤く焼いたびょうを打ちこみ、リベット工がハンマーで頭をたたいてつぶすものだが仕事としては簡単なものだが造船では非常にたくさんびょうを打ち込まねばならず、何十万本という大きな仕事となって熟練も要する。小さいびょうなら二人ぐらいでできるが、大きなびょうとなると三人、四人がかりとなる。とくに船底の部分は“カチ上げ”といってびょうを上からさして、下からたたきあげねばならず、りっぱにしめるためには相当の労力、熟練を要する。そのため船を造るうえで、びょう打ちは大きな工賃を占めている。

人間の代わりに機械で打ち込んだら能率も上がり労力も節約されるとは、だれしも考えるところだ。そのころ、米國で圧搾空気を使ったびょう打ち機械が発明された。ニューマチック・リベッターといわれ、熟練工でなくとも、手で簡単に操作でき、わずか一人の人間で用が足りるというものだ。造船技術にとって非常な進歩であり、日本でもこれを取り入れることになった。英国でもとり入れようとして、労組の強硬な反対にあつて実現できなかった前例があつたが、日本では幸いそういうこともなかった。

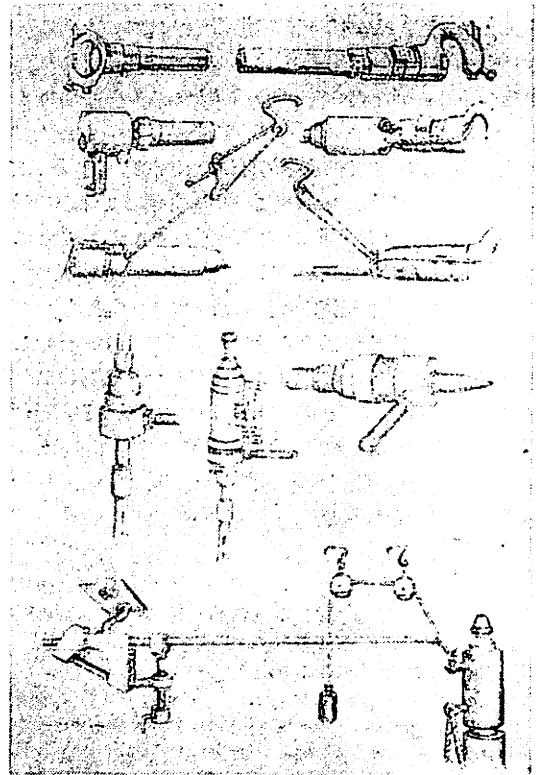
最初にとり入れたのは川崎重工の神戸造船所で同所の山本盛正技師が米國へ行って研究の結果、覚えてきたものだ。川崎で成績がよいのを聞いて三菱もさっそく米國へ技師を派遣して技術を修得した。大正の初めごろだが、それから各造船所にひろまった。設備といっても、圧搾空気を送る設備だけで、大したことはなく、造船工事はこれで非常に進歩した。(原文のまま)

また以上の文中に述べられているごとく、川崎造船所(現川崎重工)は当時は鉸鉸技術の改善につねに積極的であつたようで、これについては同造船所の社史にやはり造船界の長老の1人であつた片山貫三郎氏(故人)が述べられた一節を引用してやはり当時の事情をしのぶよすがとしたい。

創業以来、鉸鉸技術を重視し技術者を海外に派遣してその技術を習得させ、また技術者の育成、器具・工作法の研究にも努め、国内に機力鉸鉸の道を開くとともにその技術は「鉸の川崎」と喧伝されるに至つた。

初期の鉸打作業は手打ちであつたから、諸種の作業のうち重労働の一つであつた。明治の末、手打ちによる鉸鉸が盛んであつたころは、大型船のキール、キールソンなど大径の鉸鉸には、移動式の水圧機を用いたこともあつた。

明治39年(1906)、初めて500HP 空気圧縮機1台とグローブ式ニューマチック・ツールを輸入し、同43年巡洋艦「平戸」の建造に當つて、初めて機力鉸鉸を行なつた。しかし、このツールを日本人の体力で使いこなすには、並々ならぬ忍耐と工夫を要したが、しだいにその操作に習熟し、他社にさがかけて全面的に手打鉸鉸から機力鉸鉸へと転じたのであつた。大正元年(1912)には、さらに空気圧縮機2台を増設するとともに構内送気管、気蓄槽を新たに設けて、ニューマチック・ツールを各船台のほか構内随所で用いられるよ

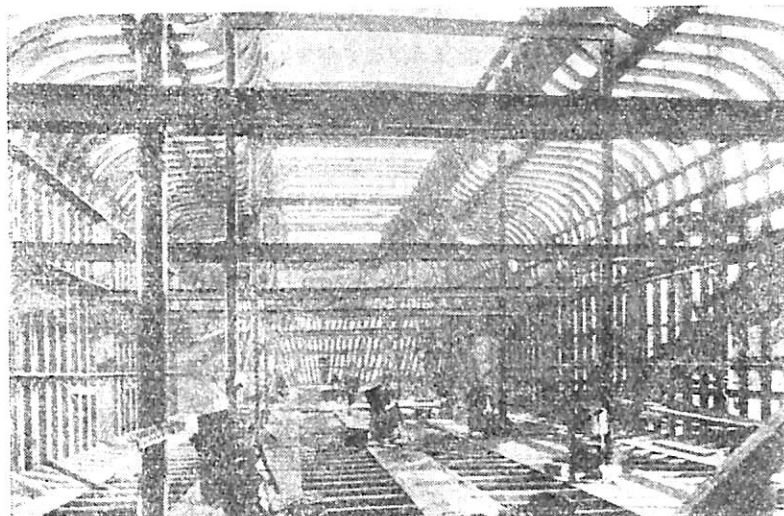


1—8圖 造船の現場使用のために工夫された鉸鉸工具のいろいろ。

うにしたので、巡洋戦艦「榛名」や貨客船「八坂丸」の建造作業は著しく高能率となつた。(原文のまま)

このように圧搾空気ハンマ法によるいわゆる現今の機力鉸鉸は、米國が一たん造船における実用に成功すると各國はきそつてこれの採用に腐心したのであるが、このような現在のことばでいうブームのようなものをまき起こした理由としては、この方法によればまず第1に機械が可搬に便利で(これの重量は11kg程度にすぎないが、一方、水圧鉸鉸の場合はtonで呼ぶorderのものであつた)、しかも動力は圧搾空気であるためそのinputはホースによりかんたんに求められるということ。つぎに短時間内に数多くの鉸打ができるため相当大径の鉸まで打つことができ、かつその据込みに関する信頼性が高い。第2に大径鉸がいかなる場所でもまた皿鉸の場合でも打てるので船体を大型化する上で、接合上の難点は解決した。

手打ちに比し鉸接速度がはるかに大であるにもかかわらず、1炉(ホド。英語にてsquadまたはgangという。要するに鉸鉸作業員の1グループのこと)の構成人員は手打ちの場合よりむしろ少なくてすむ点から経済性も高い。(普通1炉は手打ちの場合、鉸打の速度がおそ



1—9 図 建造中の昔（明治30年代）の貨物船（英国ドックスフォード造船所）。二重底の頂板上には鉸銀用の炉が各所におかれているのが見られる。

いので鉸打ち riveter が 2 人、押えかた holder-on、鉸のとりつぎ passer、鉸やき heater が各 1 人の計 5 人あるいはとりつぎを含まず 4 人としたが、圧搾空気を用いる場合には横座（よこざ）と称される

鉸打ちが 1 人ですむので合計が 4 人であり、極端な場合には川崎造船所におけるごとく 3 人炉というのも見られた。いずれにしても構成人員は機力化しても増加はしていない。）

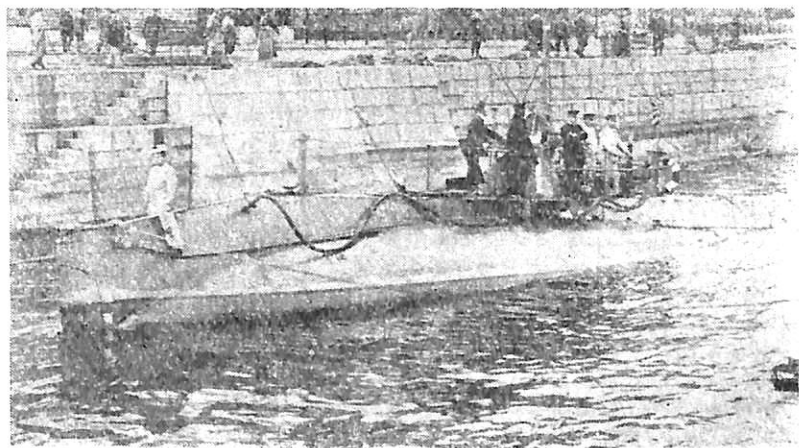
第 3 の理由として手打ちのようにハンマをふるう空間を必要としないため二重底内のごときせまいところでも完全な作業ができる。このことはその後 1908 年（明治 41 年）に発表されたイシャーウッド様式をはじめとして構造、設計学の進歩による船体構造の複雑化に対し接合技術がrippa に対処していった基礎となった（このことは潜水艦というかぎられた space の船体構造のものにあっては、とくに大きく影響してきたと考えられる）、という

以上 3 つの項目があげられるのである。とくに明治の末年は世界各国とも依然として軍縮以前の大艦巨砲時代のさなかにあったから、この第 2 の理由についてのみでもこれの採用には労を惜しまなかったことであろう。

以上が圧搾空気ハンマ法による鉸銀の時代の様相の大要であるが、この時代をしいて定義づければ明治 30 年こ

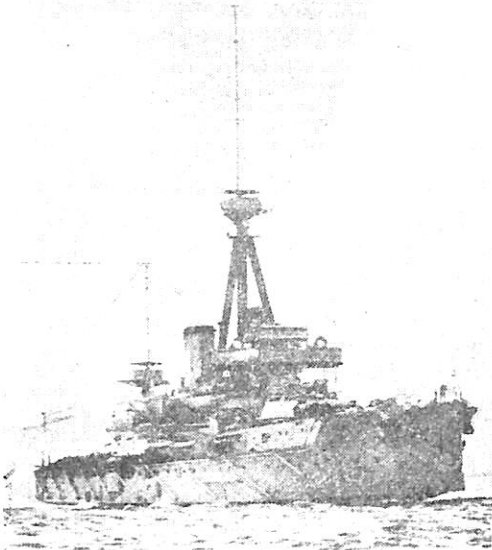
ろから昭和 20 年ころまでとしてよいであろう。（このようにみればもちろんその前期は手打ち鉸銀時代と、そして後期は溶接の時代と重なることになるが、これらの lap はいずれも過渡期としてやむをえない。）この時期軍縮という造船技術の発達そのものにとってはかなしむべき時代もあったけれども、それにもかかわらず大艦巨船が輩出し、造船はその先進さをほこる技術のひとつとなったが、これも以上述べてきた接合技術の進歩があずかって力があるとするのはあながち船殻建造担当者の独善とはいきれないような技術の集積がそのかげになされているからであろう。すなわちこれをうらづけるかのように、この時期にはいって、す

なわち今世紀にはいって数年を出ずして、排水量が 40,000ton を超えるモーレタニヤ、ルシタニヤ号（1907 年、明治 40 年）の両巨艦が、あるいはまた軍艦史（とい



1—10 図 日本最初の潜水艦。米国より材料を購入し、呉の海軍工廠で組立てたホーランド型のもの。表部分に幼稚な鉸銀番手が認められる。全長 67 呎、幅 11 呎 10.5 吋、排水量 106ton、乗員 16 名。（明治 39 年ごろの状況と思われる）。

うよりむしろ近代海戦史）に 1 エポックを画したかの有名な 17,900ton の巨艦ドレッドノート（1905 年、明治 38 年）（1—11 図参照）、ならびにこれにつづく超弩級（super-dreadnought、このことばはわが国では現在豪華巨大さを意味する一般の形容詞にさえなっている）戦艦が世界的に陸続として建造され、この大型化の傾向はその後の八八艦隊にまでおよんでおり、さらにこの時代



1—11図 艦艇史上に1エポックを画した英国のドレッドノート号(明治38年完成)。すなわち当時の英国はすでに機力鉸鉸の時代に入っていたと思われるが、この艦を機に世界の戦艦の大型化がはじまっている。

ははるかに下って今次大戦にまでつづいたことは、溶接を一部に採用したとはいえ*1) その main hull の外板はすべてこの機力鉸鉸法で接合した史上最大の戦艦大和、武蔵によりりっぱに証明されている。

4. 溶接による接合技術の革新時代

溶接の採用が造船技術に画期的なイノベーションをもたらしたことは現在われわれがその結果を目のあたり見ているわけで、これについてはいまさらここで贅言を要

*1) 本艦の溶接使用率を新三菱重工・荒木、金山両氏の提唱された式、すなわち

$$\text{溶接使用率} = \frac{\text{溶接長}}{\text{溶接長} + \frac{1}{10} \times \text{鉸鉸数}} \times 100 (\%) \text{ を用}$$

いてごく大きっぱに計算してみよう。溶接長については松本喜太郎氏が本艦に関する著作「戦艦大和、武蔵設計と建造」のなかで船体については約343km(全溶接長は約464km)とされているが、一方鉸鉸数については総数は約615万本と述べられている。したがっていまこれを上式に代入すれば

$$\text{溶接使用率} = \frac{343}{343 + \frac{1}{10} \times 6150} \doteq 0.36$$

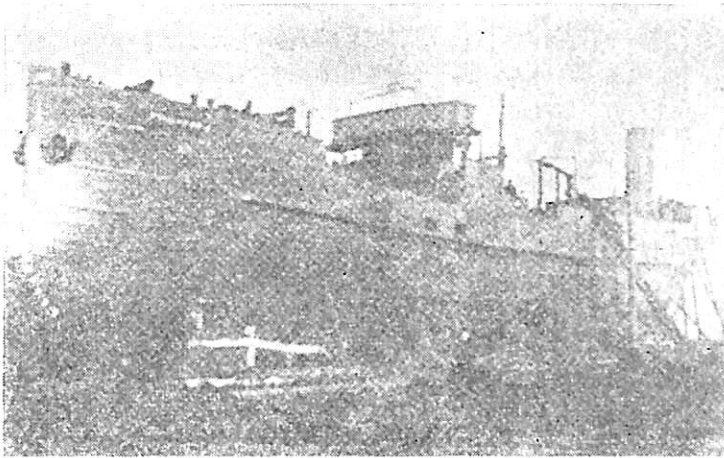
すなわち36%となる。したがって本艦では溶接をそれ以前の艦にくらべて広範囲に使用した意義は認めはするが、やはり鉸鉸が接合法の主要を占めるものと考え、これを鉸鉸船として分類した。

しないであろうし、またこれについては多くの著作、たとえば氏家竹次郎：船舶の溶接(昭和12年)、木原博編：溶接50年史(昭和37年)における第4篇応用第2章造船の項(福井静夫、鎌田勲両氏担当)などが表わされているので詳細はそれらにゆずるとしよう。

ただしこれらによれば造船における溶接採用の歴史は遠く大正初年にまでさかのぼっており、以後現代にいたるまでのあいだ、それには多くのセンセーショナルな事項が綾をなして織りこまれているので、溶接による革新時代というのは相当に長期間にわたることになる。

すなわち1920年(大正9年)2月に建造された世界最初の溶接船フラッガー号(1—12図参照)(Fullager, DW 500ton, GT 398ton, 垂線間長さ150呎, 速力9 $\frac{1}{2}$ knotのバルジ, 英国 Cammell Lavid 造船所において建造)*2), および同年これとほとんど時をおなじくして作られた世界第2番目といわれる溶接船諏訪丸(工員送迎用のフェリーボート, 乗客2,500人, 全長110呎, 三菱長崎造船所において建造)の発表, その後前者フラッガー号は1930年(昭和5年)10月(当時は Shean 号と改名)に満載状態で座礁の事故にあって損傷を受けたが漏れはなく, 溶接船の耐水性のよいことをりっぱに証明したこと, あるいはまた1933年(昭和8年)に溶接を大幅に採用して世界の常識を破った10,000tonのドイツのポケット戦艦ドイツチュランド号の出現などは, この面の明るい話題であろうが, 反面, 敷設艦八重山(1,135ton, 竣工昭和6年), 潜水母艦大鯨(10,000ton, 昭和9年)における溶接構造の大幅な採用でこの点でも世界の造船界をリードしていた日本海軍における溶接艦艇の遭難事故(第4艦隊事件, 昭和10年9月)をはじめとする溶接艦艇における諸事故, あるいはまた米国において第2次大戦中に大量建造された溶接船の脆性破壊事故, ならびにこの点に関しては充分の考慮を払って建造され

*2) フラッガー号についてはその建造年代は記録によりまちまちである。すなわち前記氏家竹次郎氏の著書においては1920年とされているが, 1956年のIIWの年次総会(マドリッド)に提出された仏国資料(A. Audigé: Soudage et productivité en construction navale, Soud. et Tech. conn. No. 1 $\frac{1}{12}$ 1956)ではこれを1922年として実際には仏国では1918年に航洋貨物船(L=38.4m)を溶接構造で作っているから, 世界最初の溶接建造者は仏国であるとしているし, また大正7年発行の造船協会雑纂(第16号)“電気溶接船”という題で The Shipbuilding and Shipping Record 誌1918年8月8日号の興味ある記事(次頁参照)が報告されており, これがフラッガー号であろうと思われるので, いずれが事実かは不明であるが, とにかくここでは上記記事について示すにとどめておこう。



1—12圖 世界で最初の溶接船といわれるフラッガー号 (大正9年完成)。

たはずの英国のスーパータンカーのワールドコンコード号 (World Concord, 1952年 Vickers Armstrong 造船所にて完成, DW 35,000ton) の折損などは当時の溶接の前途に暗雲をなげかけた暗い話題といえよう。

鉸釘を用いずに出来た世界最初の船が、最近に、サウス・イースト・コースの或る造船所に於て進水した。此の船は、其の後、貨物を満載して非常なる暴風中に航海を継続したが、此の烈しき試験に於て、総ての点につき十分なる成績を納めて其の成功を証明した。

造船家の多大なる注意の焦点となった此の実験の目的は、溶接なる構造法が、船舶が受ける様なひずみに堪え得ることを証明するに於て、溶接なる方法が出来たとするも、或る点に於て溶接よりも安価であり且つ迅速である所の鉸釘法を、溶接の方法で駆逐するとは思われぬ。而し将来は必ず鉸釘法と溶接法との混用が船舶に試みられるに違いない。一例を挙げれば、現に合衆国船舶院は1万噸型数隻の建造計画中であるが、此等に於ては鉸釘の量は、普通のものの約2%半に減ぜられている。

酸化を予防したる金属電極の溶接法が近來発達し、之れが海軍造船所及、其の他の造船所に於て船体の或る部分に立派に応用せらるるに到りたる結果として、全く鉸釘法を用いざる、電気溶接法のみによるパーチの建造が許さるるに到つたのである。パーチは可成り手荒き取り扱いを受け、又臭かるる際に烈しきひずみを受くるものである。此の船の設計に於ては、現在有る材料を利用する為、普通の鉸釘法に依るパーチの構造を其のまま用いた。即ち接手は皆重ね接手である。而して外板はクリンカー張りとし、ジョッグル縦線を用い、溶接する部分を水平にし且つ上に向つて溶接する所を成る可く少くした。

此の船は垂線間の長さ125呎、幅16呎、排水量275噸である。3個の隔壁を有し、前後の2個は水密構造であり、中央部の1個は水密でない。外板の厚さは1/4"

及び5/16"である。

此の工事に従事した職工は、皆造船所に於て、修繕其の他の工事の電気溶接に十分経験を持っている一流の職工であつたに拘らず、建造第1日の工程は極めて遅々たるものであつた。此れは全く仕事の模様が新奇であつた為めである。数日後、工事に慣れて以来は、工程は従来の普通工程と全く等しくなつた。外板縦線に於ける縦溶接、及び船底外板に於ける上向き工事の溶接等の比較的困難なる溶接に於ても、十分良好なる成績を得た。此の上向きの工事に対しては特別なる電極を製作した。而して其の価は普通のものより僅か高いだけである。彎曲部外板の下縁以下にある水密接手の縁は、内側外側共に連続溶接を用い、之れ以上にある水密接手の縁は、一側だけ連続溶接とし、他の側は飛び溶接とした。外板に於ては常に外側を連続溶接とした。水密でない接手及び肋骨の構造には飛び溶接を採用した。此の溶接の長さは、鉸釘接手以上の強さとなる様に設計した。

総ての状態を含めて、平均の工程は、起工当時に於ては、1時間4呎であつたが、竣工前には、容易に1時間7呎位の平均に達することが出来た。

此処に、鉸釘工事と溶接工事の面白い工費の比較がある。人工に於ては、溶接の場合に1時間に延ばして人数245人だけの節約があつた。之れは将来に於てはまだ節約の望がある。材料に於ては鉸釘を用いざる為めに1,000封度の節約があつた。而し将来溶接に適當する様な設計に改良した後は、尚ほ材料節約の望がある。溶接に要した総工費は301ポンドである。其の内訳は次の如し。電極178ポンド、電流61ポンド、職工賃金62ポンド、計301ポンド。

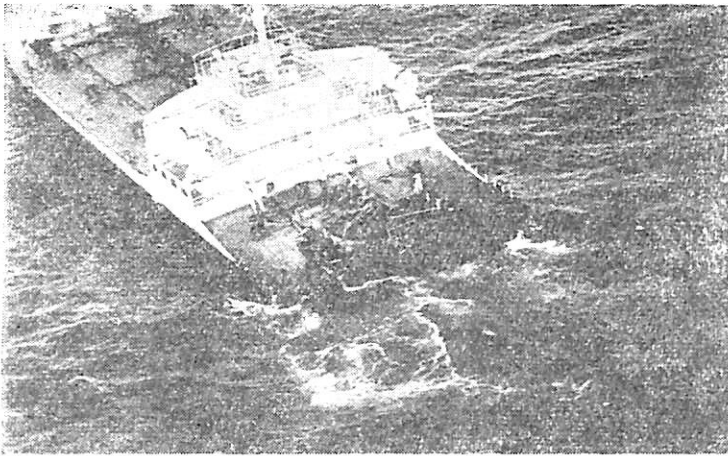
海軍当局の言によれば電極の価が割合に高いとのことである。然し之は現在の材料不足に因ることである。平時に復したならば、電極の価は上記のもの60%に減ずるであろう。即ち将来に於ては、此れと同型船の建造には、日数に於て25乃至40%、材料に於て10%の節減が出来るとであろう。

此の船の経験により、此の造船所に於ては、溶接法と鉸釘法とを混用したるパーチを設計中である。其の大体の方法は次の如し。

溶接する部分——艙口縁材、外板縦線と肋骨との固着、鋼甲板横線と梁との固着、隔壁(周囲の山形材共)、竜骨の重ね横線、外板縦線。

鉸釘による部分——肋板と肋板との固着、梁肘板と梁及び肋骨との固着、外板縦線以外の部の外板と肋骨との固着。(原文のまま)

しかし溶接を一時的に後退せしめるような以上の事故も、その後につづく多くの研究により解決されてゆき、とくにワールドコンコード号の災害(1—13圖参照)は古い伝統をほこる英国造船界を刺激した結果、英国溶接研究協会の A. A. Wells をして“災害温度 (calamity



1—13 図 脆性破壊の理論を一だんと飛躍させる誘因となった英国のスーパータンカー、ワールドコンコルド号（昭和27年完成）。

temperature) 説”を打ち出させたところの、いわゆる Wells 切欠広幅試験片による実験を提唱させ、これがそののち国際溶接学会 (IIW) を経て各国の溶接構造用鋼の研究者に大型試験片の研究をさかんにせしめた誘因となり、かつこれらにより鋼の脆性破壊に対する対策が一応確立されて、ここ数年来はじめて全溶接船建造可能の見とおしがつけられる時代となったのである。

しかし実際には最近の溶接船の多くは脆性破壊の全面的究明をまたずとも、その一部に鉸鋸シームをのこすことにより、事実上 100% に近い溶接使用率をもって出現してきていたのであるが、上述の破壊に対する根本的対策の実施に加えるに、昭和32年に造船技術審議会において超大型船の建造法に関する研究の必要性が検討された結果、とくに厚板の工作性と使用性能の研究については日本造船研究協会内に東大木原教授を主査とする SR39 部会が組織され、研究活動がなされた結果、昭和34年これの成果が公表されるにいたって、わが国の溶接タンカーは日をおって大型化してゆき、佐世保重工において建造された世界一の巨船日章丸 (DW132,000ton, 溶接長526,500m) に象徴されるごとくこの大型化の面とこれともなう全船舶建造量の点で世界の造船界をリードするまでとなったことは周知のとおりである。

以上の過程をながめてみると、遠い大正の初期にはじまった溶接による接合技術のこの革新時代が比較的最近までつづいてきていることにわれわれは気づくであろう。というのは以上の各種研究活動は鉸鋸時代のそれとは異なり、接合技術そのものに対するものではないが、これは溶接というものがその性質上、冶金学的あるいは構造学的な分野に及ぼす影響力の大きいことを考え

ば、これらの点の究明をまっぴらに始めて完成された技術となるのは当然のことだからである。

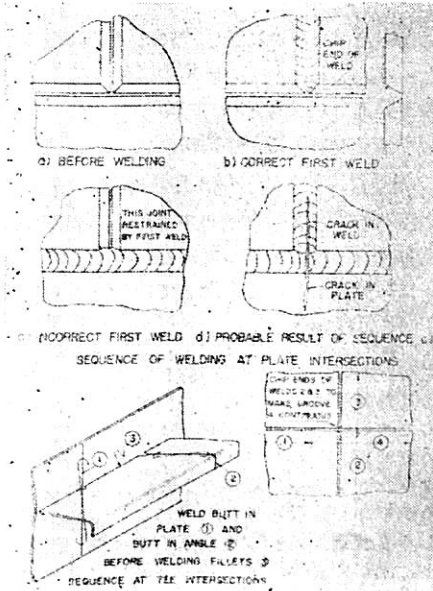
以上はかんたんに溶接の時代について述べたが、そのかげには、鉸鋸時代と同じくその接合技術としての点の開発究明のみを考えても、多くの先進者の苦難があったことはいうまでもない。第2次大戦後は全面的な溶接時代にはいろいろとした機運にあり、かつ米国の大戦中の種々の教訓があつたにもかかわらず、実際には ABS のスーパーヴィジョン (Supervision of Welding in Ship Building : American Bureau of Shipping, 1944年9月) や米海軍の DE 駆逐艦の溶接順序 (Typical Welding Sequence for

“DE” and Similar Vessels : Navy Dept., Bureau of Ships, 1944年9月) などの知識の習得に相当の苦勞が払われたのである。(1—14, 15図参照) ましてこれらの資料もなく昭和の初代においてこれの研究、実用化に従事された諸先輩の偉業は戦後のそれら以上の評価を受けて当然であろうし、とくに海軍という壁のなかでこれらを開拓された福田烈氏 (海軍技術中将) をはじめとする諸先達の残された功績は大きく、これらの歴代技術者の地味な努力の積み重ねの結果が、第2次大戦後の技術革新を成功裡になしえさせたところの吸収力を涵養したものであって、このことが結局ノルウェーのタンカー、ファンマノー号 (昭和24年完成, DW 17,800ton) (1—16, 17図参照) を皮切りとする輸出船ブームを招来して、大戦で一時壊滅的打撃を受けたわが国造船界の再建を行なったとしても過言ではなからう。

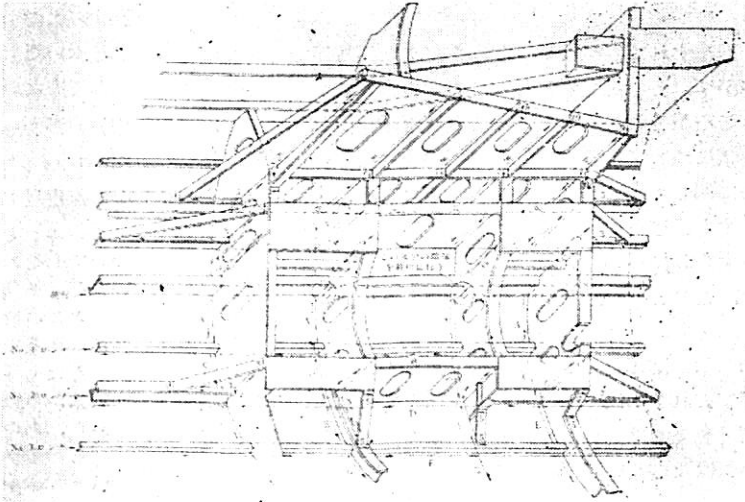
5. 現在の時点に立って (接合技術の第5番目の時代とは)

以上はいささか長くはなつたが造船における接合技術の変遷の過程のあらましである。読者のなかには、日進月歩の溶接技術の時代にあつていままら鉸鋸でもない、とお考えになるかたもおられるにちがいない。この点については本文における筆者らの意図が溶接をやめて鉸鋸にもどれとするような時代錯誤的の考えにあるのでは決してないことを、まずことわっておきたい。

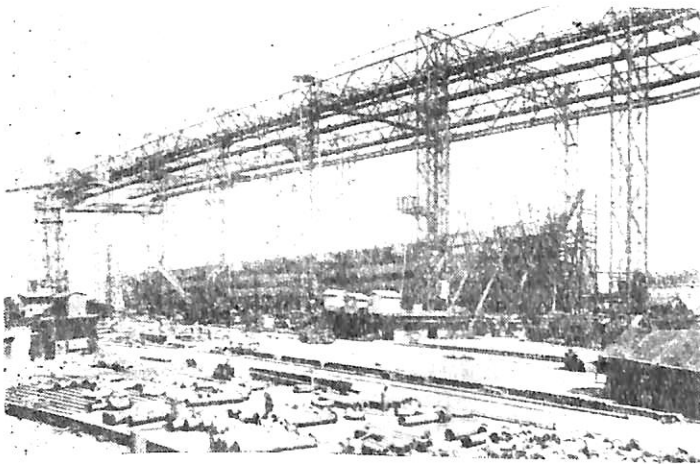
しかしここでわれわれがこのような故事をひっぱりだしたのは、造船における接合技術の源流がいかに遠く、かつ多方面の系統から検討されてきたか認識することが、とりもなおさず今後のわれわれのありかた、すなわ



1-14図 米国における溶接船の大量破壊事件に対し、ABSの示した現場溶接技術の一種の指導書「スーパーヴィジョン」のうちの1図。本書は戦後日本の造船所における若き溶接技術者にとってバイブルのごとき存在とさなった。



1-15図 米国海軍により発表された溶接指導書の名著「DE 駆逐艦の溶接順序」に示された図集の1つ。



1-16図 川崎重工にて建造されたノルウェーのタンカー、ファンマノー号（昭和24年完成、DW18,000ton）。同船は第2次大戦後わが国最初の大型輸出船であり、大戦により壊滅的打撃を受けた日本の造船界に希望の光明を与えた。



1-17図 戦後日本の造船所のかげやかなしい記録の象徴ともいえる世界最大のタンカー、日章丸を佐世保重工にて建造中の状況（昭和37年完成）。

ち第5番目の時代を示す基礎となると考えたからである。

回顧すれば終戦後数年間はまだまだ溶接万能とまではゆかず、その発展過程を知るのすら容易ではなかった。ところがそれからへただること僅々10年間の現在では、溶接については多くの刊行物が出版される一方、鉸接技術に関しては著述はほとんどみあたらず、大かたの関心うすも手伝って、いまではその当時の事情をつかむよるべすらおぼつかない状態であって、遺憾というほかはない。このことは鉸接にかぎらずたとえば、溶接船の起源にしても、フラッガー号の建造年代からして、本章第4節に示したごとくすでに諸説ふんぶんの状態である。ましてこれが明治年間の鉸接の事情ともなれば、その推測が現在ではいかに至難のものかを読者に知っていただかねばならない。

しかしなにも筆者らはこれにかこつけて、いたずらに懐古趣味にひたって貴重な紙数を費しているのではない。あるいは鉸接とて現在なお造船における重要な接合手段のひとつであるから、この故事来歴を明らかにするには決して無駄なことではないのであるけれども、ここではそれが主要な目的ではないのである。筆者の意図するところはまず第1に溶接、鉸接あるいはそれ以前の時代のすべてを通じ、以上の技術発達沿革を明らかにして造船における接合技術の改革がどのように変遷してきたかということをしよく理解していただくことにある。このようにして技術の発展過程をつまびらかにすることにより、われわれは造船界の先輩の払われた努力を多とすると同時に、われわれが現在溶接技術の水準をどの程度高めてきたかについて絶えず自らを批判しなければならぬ。そしてこれらは溶接技術の現在をその初期のものと比較するのではなく、鉸接技術あるいはそれ以前にまでさかのぼって行なわれるべきなのである。

すなわちわれわれは溶接技術者であるまえに、造船における接合技術者であるべきであるから、溶接が造船を発展させるという前提にたってはじめてこれを採用したとしてよい。ところが以上述べてきた過程をみれば明らかなように、大正年間に生まれた全溶接船はフラッガー号に端を発し、これと同程度のものにすぎないのに、一方鉸接船では当時すでに大艦巨船が陸統として現われており、比較にもならないことはたとえば1—11、12図の両図をくらべても明らかである。したがって、いまかりに溶接が現在の時点でその初期のものに比べて発達したからといって、それがとりもなおさず鉸接技術にまさるものとの保証にはならないからである。

またさらにたとえば第2次大戦後になって大規模に採

用されるようになったブロック建造法式にしても戦後の世代のものにとって、これは米国の戦時中の大量建造にもとづいたものを導入したと考えがちであるが、これがとんでもないあやまりであることは福田烈氏（海軍技術中将）がかって溶接技術誌（1958年3月号）における“ブロック建造法の創め”という題のエッセイで痛烈にその無定見ぶりを批判されたところである。

このエッセイは筆者らがここで意図しているところについてもその一端をいみじくも論破しておられるので、いまその名文の一節を以下に引用させていただこう。

どこの放送で誰が喋っていたのか忘れてしまったが、あるとき造船ブームに関する話が出ていた。聞くともなく耳にしていたら、船のブロック建造法は戦後欧米からはいつて来、それを日本で真似てやり始めてから、あのような商船建造の隆盛をあたかももたらしたものであるかの如く、喋っていたのにはいささか驚いた。いやしくも普通の造船屋が溶接構造で船を造ろうとするなら、誰が考えようとも建造方式はブロック式にならざるをえないに違いない。だから今さらブロック式建造法を誰がどこで始めたかなどと詮索する要はないけれど、ここに少しは解明しておきたいような気もする。国内のことをよく調べもせずして、なんでもかんでも欧米に先鞭をつけられているかの如く錯覚するのを少しでも是正したいからである。

大きな船体を全溶接で建造したのは、旧海軍が横須賀で昭和8年に進水させた2万噸級の潜水母艦大鯨（後に航空母艦龍鳳に改造）をもって嚆矢とする。これは大形船として世界でも最初の試みであったのであるし、この建造に際してはいわゆるブロック式建造法を徹頭徹尾使ったのであり、ブロックという言葉もその当時生れたのである。この言葉は全く自発的に生みだされたものであって、どこからも輸入したものではない。大鯨より前、昭和6年に全溶接で建造した1,500噸ばかりの敷設艦八重山の時でも、名前こそはつけられなかったけれど、同じような方法が採られたのであったし、ずっと遡ると大正10年水雷艇鶴の修理に際しコリジョン隔壁より前を全溶接で新造した時にも、深く考えるでもなく自然の勢いというものか、右舷、左舷、甲板と別々に地上で造り、それらを組合わせたのである。これだとして後にブロック式と名付けた方法と同じだったとみてよいのである。（原文のまま）

これによって溶接船のブロック建造は実はわれわれ日本人の以前から行なっていたものであることが明らかにされたが、このブロック建造もさらにその根源を正せば遠く木造船時代にまでさかのぼっており（これについては筆者らはかつて溶接学会誌第29巻第1号の資料において述べている）、もちろん機力鉸接の時代においても実績がみられることは本章第3節(1)項に示した挿話からも明らかであるし、このことは後述の短期建造の点で世界記録をとった川崎造船所の来福丸（全鉸接構造）の実績にもみられるのである。このようにみるとわれわれが現在

ただ漠然と溶接船の建造の特色はそのブロック建造にありというような月みなな表現をして、いたずらに席をあたためていることは許されぬことかもしれないという疑問もわいてくる。

以上の見地からして、造船における接合技術の改革がいかに変遷してきたかの故事を知ることは、一般の典型的な考えにおち入ることを避けて、接合技術者の進むべき道、あるいはまたかれらがなにをなすべきかを真に明らかとする上に大切であることがわかる、またさらに、このようにしてこそわれわれははじめて、造船中心の接合技術から接合中心の造船技術へと移行している現在の船体建造技術の発展段階をもよりよく認識することができるものといえよう。

筆者らの意図する第二のものは、このような接合技術の沿革を知るにつけ、造船における接合技術の改革がどれをとり上げて決して容易なものではなかったことならびに溶接だからといって決して鉸鉸に比しはじめから格段の優位を示したものではなかったことを知っていたくことにある。

この場合についてもわれわれ世代のものは、やはり漠然とあるいはまた局部的立場から溶接はあらゆる点において鉸鉸に優ると考えがちである。そして溶接構造を採用することのみで能事成れりとする傾向がないではなかろうということをも反省する必要がある。ここにおいてもわれわれは従来の典型的な独断におち入ることを避けるため、鉸鉸と溶接という一義的な見かたをやめて、これを本資料で示してきたごとくいくつかの段階に分けて考え、その各段階の接合手段のはたしてきた役割と業績を落着いてふりかえる余裕がほしい。

そもそも造船技術者が溶接の採用に着目したのは、一にかかってその水密性のすぐれた点にあるのは過去の文献の語るところからも明らかであって、またそれなればこそ溶接は船舶および容器類で他製品にさきがけて実用化されてきたのであるが、他の点、たとえば製造工数

の点では初期の溶接が鉸鉸におよばぬところがあってもなんら不思議ではないし、工数面においては当時としては鉸鉸のほうがむしろ有利であることは、たとえば本章第4節に示したフラッガー号の挿話において述べられていることから明らかである。ただこれらの点については機械技術、冶金技術の進歩にその将来を託すればこそ、そしてこれらに先行きの明るさを見とおせばこそ、かれらは溶接の採用を提唱し、これにふみきったにすぎない。しかるに前記フラッガー号の例からも明らかなように、大正初期の古い時代においても溶接の作業能率は決して低くはなく、その建造の後期では平均能率は1時間あたり結構2mを超えているのである。したがっていま視野をせばめて溶接という分野のみをながめても、これがはたして造船という技術にいかん貢献しているかについては、今後われわれは単に技術面のみならず管理面からも充分検討し、かつ反省する余地があろう。

ともあれ溶接技術が大局的見地から考えて、生産性の点で鉸鉸技術に優ることを認めるのに、筆者はいささかのやぶさかさをも持たないのはもちろんである。ただわれわれのここで主張したいことは、以上述べた二つの点からみて、溶接があらゆる点で鉸鉸にまさるものであることを断定するまえに、溶接技術者たるものは謙虚な態度で考えて、溶接のもつ長所を真にわれわれが活用しているかどうか、またその長所とはいったいどこにあるのかを独断偏見を避けて過去の技術史における諸先輩の意図と業績からこれを明らかにし、そして今後われわれ世代のものはこれを教訓として、今後の造船界をどう進むべきかをいまいちど検討のうえ確認すべきではないかということ、すなわち温故知新の精神で、今後の第5番目の時代がどのようなものかをいささかでも知る必要があるということである。

第5番目の時代とはどのようなものか。この疑問を残してわれわれはつぎの章に移りたい。(つづく)

FN法—新しいサブマージ・アーク溶接法

(97頁より)

- (3) 鋳鉄、鋳鋼の溶接も可能であろう。
- (4) 低温用鋼、高張力鋼、ステンレス鋼等の合金鋼の溶接が手軽にできる。

13. む す び

新しいサブマージ・アーク溶接法であるFN法について従来法と比較しながらその優位性を冶金学見地から述べ、さらに軟鋼、60キロ、80キロ高張力鋼に対する適用

と表面硬化肉盛に対する適用結果についてそのすぐれた性能をのべた。さらにFN法の技術思想はいろいろな溶接施工に適用される可能性のあることを記した。FN法は1963年4月溶接学会で発表されたばかりであり、今後FN法が各方面で活用されることを祈りここに欄筆する次第である。

また筆者らとこの研究作業に従事した当研究室の田中、蒲田、津田各技術員およびこのアイディアを生み出された富士溶接棒の森本研究所長、中山研究員および共同で作業した水島、惣福各技術員に感謝する。

最近における軽合金溶接工法

三菱造船株式会社
下関造船所舟艇部

鋼万能の時代から脱し、われわれはあらゆる所で軽合金、その中でも特にアルミニウムのお世話になっている。船舶、航空機、車両をはじめとして、建築界から、われわれに身近な所では台所用品にまではいりこんでいる。

造船業界においても最近脚光をあびつつある水中翼船ホークラフトをはじめとして、魚雷艇、高速救命艇等の高速艇の主要材料として欠せないものになっているし、客船においては、上部構造に軽合金を使用することがよい復原性を保持する意味から常識とさえなりつつある。漁船においても魚槽等に使用された実績がある。

本稿では主として船舶建造に際してのアルミニウム合金の溶接工法の現況について述べてみたい。

1. 使用材料

アルミニウム合金は、周知の通りその成分、製造法の相異により多種多岐に亘っているが、造船界において最も使用されてきたのはAl-Mg合金、あるいはAl-Mg-Si合金等、耐食性の優れたものが採用され、最近に至り、Al-Mg-Mn合金、即ち(A₂P₇(JIS), NP 5/6(BS), 5083(AA))が出現し、造船界のみならず、車両、建築界にも使用されている。

船舶用アルミニウム合金として要求される性質は、

- (1) 耐食性；海水に対しての耐食性が要求される。
- (2) 機械的性質；耐力並びに疲労強さが高い。
- (3) 加工性；溶接性、切削性が良好である。

等である。

現在、船舶部門において比較的使用率の多いものを列記すると、第1表⁽¹⁾のごときものになる。

防衛庁関係の魚雷艇等に対しては、NP5/6系統の特殊クラスがANP(板材)、ANS(型材)、ANT(パイプ)、ANW(溶接棒)、ANV(棒材、リベット材)と規定されている。

現在、国内で生産されているアルミニウム合金の状態を第2表⁽²⁾にて参考にされたい。

2. 使用合金と溶接棒の組合せ

現在アルミニウム溶接棒についてはJIS規定がないが、船舶用軽金属委員会がJIS規定についての案を作成しており、早急にJIS化されるすのと思われる。

その原案によれば、1070, 1100, 4043, 5154, 5356, 5556, 5183の7種について規定するそうである。

また溶接棒にクラスをつけ次の2種に分ける。

Aクラス：下向きのみ

Bクラス：オールポジション

一般にいわれている母材と溶加材との組合せは第3表⁽³⁾のごとくなる。

なお最近に至り、各メーカーで光沢線の開発に努力しており、われわれ使用者側として喜ばしい次第である。神戸製鋼所において光沢線の販売を開始しており、またシグメットタイプ溶接機の普及により、三菱電機(古河電工製心線)、大阪変圧機(日軽アルミ製心線)も売出されており、今までのように輸入品だけに頼る必要はなくなりつつある。

第1表 艦船用アルミニウム合金の代表的なもの

◎2S系統 (JIS記号：A1×3)

- (1) 艦装品材として使用される。船殻部材には強度の面より使用されない。室内内張、諸艦装品等に使用。(特性) 耐食性、加工性、溶接性良好、強度は低い。

◎52S系統 (A2×1)

- (1) 軽構造用材として使用。比較的強度を要する艦装工事に使用される。
- (2) 棒およびリベット材として使用される。
- (3) 機関艦装材料として使用。(特性) 耐食性、耐海水性良好、加工性最良、中間強度を有す。

◎NP 5/6系統 (A2×7)

- (1) 船殻主要材として使用。板、型、管、棒、リベット、溶接棒材として使用。(特性) 耐食性、耐海水性良好、加工性良、溶接性最良、強度高い。

◎56S系統 (A2×2)

- (1) 軽構造材。最近あまり使用されない。主としてシグメットタイプの線材として使用されつつある。(特性) 耐食性、耐海水性良好、加工性やや悪い。溶接性良。

◎61S系統 (A2×4)

- (1) 強度を要する部材にT₆材を使用する場合がある。溶接性が悪いのでリベット構造、ボルト構造に使用される。将来水中翼船等にも使用されるのでないか。(特性) 耐食性良、溶接性悪し、強度非常に高い(T₆材の場合)

(註) JIS記号中、Xは形状により異なる記号であって次のようになる。板P 管T 棒B 線W 鋸R

第2表 アルミニウム合金生産高表（アルミニウムハンドブックによる）（単位：千トン）

		耐食アルミニウム合金						高力アルミニウム合金				米国アルミ協会記号			その他の合金	計
		1種 5052	2種 5056	3種 9003	4種 6061	5種 6063	7種 5083	1種 2014	2種 2017	4種 2024	6種 7075	2011	6151	6351		
29年	数量	713.3	69.9	927.6	348.6	42.2	—	57.5	780.4	412.0	4.2	21.6	147.6	—	1115.1	4640.0
	比率	15.4	1.5	20.0	7.5	0.9	—	1.2	16.8	8.9	0.1	0.5	3.2	—	24.0	100%
30年	数量	1564.6	261.9	1785.8	377.1	87.2	—	52.3	632.5	365.3	8.4	38.8	203.8	—	1159.3	6537.0
	比率	23.9	4.0	27.3	5.8	1.3	—	0.8	9.7	5.6	0.1	0.6	3.1	—	17.8	100%
31年	数量	2362.5	979.2	1981.5	676.0	240.5	—	48.6	1533.5	528.7	81.1	92.4	290.8	—	810.2	9265.0
	比率	24.5	10.2	20.6	7.0	2.5	—	0.5	15.9	5.5	0.8	1.0	3.0	—	8.5	100%
32年	数量	1775.7	928.4	2296.6	576.0	431.4	—	80.5	1049.0	388.8	157.9	40.0	506.2	—	804.9	9096.0
	比率	19.5	10.2	25.3	6.3	4.8	—	0.9	11.5	4.3	1.7	0.4	6.2	—	8.9	100%
33年	数量	2465.2	1484.6	2712.0	686.9	1017.2	10.0	57.0	1065.4	166.0	79.8	62.9	66.2	264.1	1356.7	11494.0
	比率	21.4	12.9	23.6	6.0	8.9	0.1	0.5	9.3	1.4	0.7	0.5	0.6	2.3	11.8	100%
34年	数量	3673.2	2597.2	2674.3	1066.7	3350.0	206.4	62.3	1682.9	239.4	45.8	82.4	79.3	579.1	2354.0	18693.0
	比率	19.7	13.9	14.3	5.7	17.9	1.1	0.3	9.0	1.3	0.2	0.4	0.4	3.1	12.7	100%
35年	数量	4543.2	2843.2	3238.7	629.4	5661.9	523.1	26.8	1841.3	331.4	108.7	42.4	42.8	446.0	3390.1	23869.0
	比率	19.0	11.9	13.6	2.6	23.7	2.2	0.5	7.9	1.0	0.5	0.4	0.2	1.9	14.6	100%

第3表 母材と溶加材の組合せ表（A. A 記号による）

母材	43 214 216 319 355 356	6061 6062 6063 6101 6151	5456	5454	5083 5086 5386	5154	5052	5005 5050	3004	1100 3003	E C	1060
1060	4043	4043	5356 5556	5356 5183	5356 5183	5356 5183	4043	4043	4043	1100	1260	1260
E C	4043	4043	5356 5556	5356 5183	5356 5183	5356 5183	4043	4043	4043	1100	1260	
1100 3003	4043	4043	5356 5556 5183	5356 5183	5356 5183	5356 5183	4043	4043	4043	1100		
3004	4043	4043	5356 5556 5183	5356 5554	5356 5183	5356 5183	4043	4043	4043			
5005 5050	4043	4043	5356 5556 5183	5356 5183	5183 5356	5356 5183	4043	4043				
5052	4043	4043	5356 5556 5183	5356 5554	5356 5183	5356 5183	5052 5154 4043					
5154	4043 355 5154	5356 5154	5356 5556 5183	5154 5554	5356 5183	5154						
5083 5086 5356	5356 5183	5356 5154	5356 5556 5183	5356 5183	5356 5183							
5454	5154 5554	5554 5356	5356 5556 5183	5356 5183								
5456	5356 5183 5556	5356 5556 5183	5556 5356 5183									
6061 6062 6063 6101 6151	4043 355	4043 5154										
43 214 216 314 355 356	4003 355											

上表は一般の場合の使用区分である。
太字の数字は一般船舶建造用として使用されているものを示す。

第 4 表 MIG 法 と TIG 法 の 比 較

M I G 溶 接	T I G 溶 接
1. 熔接棒を電極とする消耗電極式のメタルアーク溶接 SIGMA	1. タングステン電極とする非消耗電極式タングステンアーク溶接 HELIARC
2. 厚板の場合に有利 (3mm以上) シグメットタイプの場合は1.5mm以上となる。	2. 薄板の場合に有利 (1.5mm以下)
3. 高速溶接に適する。 歪の発生が少ない。 長いビードに適する (衝合, 隅肉共)	3. 溶接速度は MIG の場合の約 $1/7 \sim 1/8$ 歪の発生が多い 溶加材を使わないヘリ継手, カド継手に使える
4. 溶接部の性質良好	4. 溶接部の性質は MIG より劣る
5. 鋳物の修理には不利	5. 鋳物の修理に有利
6. アルゴン流量は TIG に比べ少ない	6. アルゴン流量は MIG に比べ多い
7. 船殻構造の組立に有利	7. 艤装品 (小物) 等の組立に有利
8. 溶接材の価格が TIG に比べて高い	8. 溶接材の価格が MIG に比べ安い。

3. MIG 溶接と TIG 溶接の比較⁽⁴⁾⁽⁵⁾

現在アルミニウム合金の溶接に際して MIG 溶接法と TIG 溶接法とが併用されているが、両者の比較を行なってみると第 4 表のようになる。

当所において軽合金艇を建造するにあたって、MIG (シグメット法も含む) 法と、TIG 法との使いわけを次のようにしている。

MIG 法 : 外板のブロックバット, シーム, フロアーロンジと外板, バルクヘッドとの溶接, 天井ビームの溶接, 他船殻主要部材間の溶接。

TIG 法 : 艤装小物部品の溶接
小物パイプ (100mm 以下) とフランジの溶接
MIG 法では溶接不可能な狭い場所での溶接

当所で建造している MH 30 型水中翼船の実績でみれば、

隅肉溶接 3,420m に対し, MIG 法 88% TIG 法 12%
突合溶接 410m に対し, MIG 法 87% TIG 法 13%
となり, MIG 溶接が主力となっていることが判明する。

MH 3 型水中翼艇の実績でみると、

シグメットタイプ溶接機未使用の場合

	隅肉	突合せ
MIG 法	57%	25%
TIG 法	43%	75%

に対し, シグメットタイプ溶接機使用後は、

	隅肉	突合せ
MIG 法	70%	27%
TIG 法	30%	73%

と MIG 溶接の施工範囲が増加しつつある。即ち現在まで TIG 溶接の領域だった板厚 3mm~1.5mm の場合の溶接がシグメットタイプの溶接機出現によりおきかわりつつあることを示している。

4. 溶接条件

溶接条件といっても、アルミニウム合金のごとく多種にわたるもの場合、それぞれの合金によって溶接条件を変えなければならない。ここでは現在各方面において使用率の多い耐食アルミニウム合金の内、造船界において強度部材の主要材料として、使用量が増加しつつある NP 5/6 (5083 T₂P₇) 系統の溶接条件について記述する。

この条件については船舶用軽金属委員会編「アルミニウム合金構造工作基準案」1959 P21~27 に詳しく出ているので参考にされたい。

MIG 法の溶接条件の実例を示せば第 5 表, 第 6 表のごとくなる。

突合せ溶接はシグメットの使用により, 1.5mm 以上安心して施行できるが, 隅肉溶接はまだここまでは無理で 3mm 以上に適用しており, 従って 3mm 未満の場合には鉋鉋することになっている。

5. 最近の溶接機について⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾

最近のごとくアルミニウム合金の使用がふえた以上, 従来使用が盛んだった TIG 溶接から, 主力が MIG 溶接に移り変わったのは当然である。1948年に MIG 溶接機が発表されて以来, 1954年 (昭和29年) にはじめて輸入され, その後, 国内の各溶接機メーカーも国産をはじめ, 現在では輸入品に頼る必要もなくなりつつある。

MIG 溶接機を分類すれば、

半自動式	プッシュ方式
	プル方式
	プッシュプル方式
自動式	
スポット式	

になる。

第 5 表 MIG 溶接条件 (突合せ溶接)

使用板厚 mm	開先形状	溶接姿勢	溶接順序	開先寸法		芯線径 mm	電流 A	電圧 V	溶接速度 mm/min	ワイヤー速度 mm/min	アルゴン流量 l/min	備考
				スキマ mm	肩 mm							
2		下向	1	0~1	—	1.2	70~100	19~20	1000~1200	4,500~6,000	16~18	裏金望む
4		下向	1	0~2	—	1.6	170~210	22~25	550~750	5,000~6,300	16~18	裏金
6		下向	1	0~2	—	1.6	230~260	25~27	450~550	7,000~8,000	16~24	裏金
			2	0~2	—	2.4	250~280	24~26	450~500	2,500~3,000	16~24	裏ハツリ
8		下向	1	0~2	0~3	1.6	240~270	24~27	450~500	7,500~8,500	16~24	裏ハツリ
			2	0~2	0~3	2.4	220~250	25~26	500~550	2,000~3,000	16~24	裏ハツリ
10		下向	1	0~2.5	1.5~3.0	1.6	240~270	24~27	350~450	7,500~8,500	16~24	裏ハツリ
			2	0~2.5	1.5~3.0	2.4	310~350	25~28	450~650	4,500~6,000	18~28	裏ハツリ

第 6 表 MIG 溶接条件 (隅肉溶接)

板厚 mm	継手形状	脚長 mm	溶接姿勢	層数	開先形状		芯線径 mm	電流 A	電圧 V	溶接速度 mm/min	ワイヤー速度 mm/min	アルゴン流量 l/min
					スキマ mm	肩 mm						
3		4~7	水平 下向	1	0~2	—	1.6	140~160	21~22	650~750	4,000 ~4,800	16~18
4		5~8	水平 下向	1	0~2	—	1.6	160~180	22~26	350~500	4,000 ~5,200	16~18
6		7~10	水平 下向	1	0~2	—	2.4	220~250	24~26	450~600	2,000 ~2,800	16~24
8		8~11	水平 下向	1	0~2	—	2.4	250~280	24~26	500~600	2,600 ~3,400	16~28
10		—	水平 下向	2	0~2	0~2	2.4	250~280	25~27	450~600 400~550	2,600 ~3,400	16~28

このうち半自動溶接のプッシュ方式が現在まで広く一般に使用されてきた方式であって、ワイヤーをトーチに送り込むタイプのため、ワイヤー送給装置とトーチの距離に制限をうけ、作業者の行動半径にも制限をうける。このためトーチに送給ローラを備えたプル方式の溶接機が出現した。これによればトーチの付属ケーブルを長く調節することによって作業者の行動範囲に制限がなくなる。このプル方式を採用し、従来 TIG 溶接の範囲だった 4 mm 以下の板厚にもこの MIG 溶接法を取入れたのがシグメットタイプの溶接機である。

このシグメットという名称は米国リンデ社の製作品の固有名詞であるが、一般にこのタイプの通称として親しまれている。国内では三菱電機(株)が昭和38年に販売開始した「三菱アーク SA-100 型半自動溶接機」がこれにあたる。これによれば 0.8φ までの細径線の使用が可能であり、水中翼船等薄板の使用を要求されるものには使用価値がある。芯線は古河電工(株)とタイアップして製造販売している。価格も輸入品の約半分でありながら、性能面では十分太刀打できるようである。ただしリモートコントロール装置に未解決の点がまだ残っているが、この点に関してはメーカーで目下開発中とのことである。またこの装置にはアークスポットタイマーを併用することによって、スポット溶接が採用でき、0.5mm までの薄板の重ね溶接ができる。メーカーのカタログによれば、第7表のごとき溶接条件を示している。

また大阪変圧器(株)も昭和38年後半に、同社がこれまでに輸入販売してきたユニオンカーバイト社のシグメットに独創的改良を加えた「ダイヘンシグメット」の販売を開始した。このシグメットも、0.8φ、1.2φ、1.6φ のアルミニウムワイヤーが採用でき、特に軽量小型ということに考慮がはられ、トーチ 1.15kg、制御装置 8kg である。芯線は日軽アルミ(株)とタイアップして売出している。

このプルタイプと従来までのプッシュタイプとを共有したプッシュプルタイプの溶接機が昭和37年に開発されたが、今後の半自動溶接機として大いに発展するものと思われる。

第 7 表 MIG スポット溶接条件

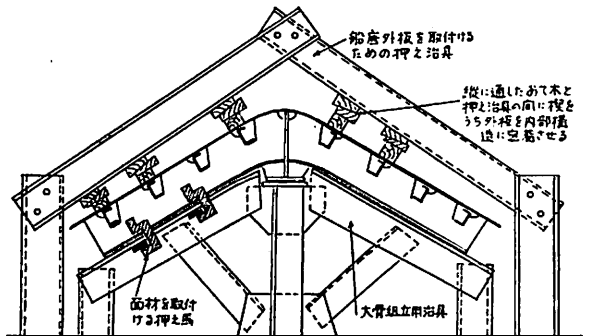
板厚 mm 上板 下板	ワイヤ径 mm	溶接電流 Amp	アーク電圧 V	溶接時間 sec	溶接部強度 kg	溶接姿勢
0.5 0.5	0.8	120~125	20~21	0.3	60~80	下向
1.0 1.0	1.2	205~215	22~24	0.3	150~180	下向
1.5 1.5	1.2	230~240	25~27	0.3	190~210	下向
2.0 2.0	1.2	255~265	25~27	0.7	240~240	下向

6. 溶接工作法

アルミ合金製の艇体を溶接で建造する場合、小組、大組、次いで総組し、船台に建付けるという順序をふむ点では鋼船の場合と同様であるが、アルゴンガスが飛散せぬよう溶接場所を風のあたらないよう遮蔽することが大切で、治具を使用する場合のやり方と、継手部の合せ切りのやり方、および溶接後の歪取りで差異があり、いずれもアルミ溶接の場合の方が手数を要し、また注意を払わねばならず、今後技術改善の余地が残っているといえると思う。

治具について述べれば、治具として鋼製を選ぶのが一般であるが、この場合、製品の当り面にはアルミ板、または木座をおいて傷のつかないようにする必要がある。

治具へのしめつけには押え馬、またはくさび等を用い、鋼の場合のように仮付け溶接と気楽にするわけには行かない。第1図に船底ブロックの組立治具を一例として示しておく。ブロック継手においては、一般に一方に伸しを設けておき、位置ぎめの後、この部を切断するわけであるが、現状では切削工具にたよる関係上、一旦取外し加工後、再び取付け溶接をする不便がある。



第1図 船底ブロックの組立治具の一例

プラズマジェット等による切断が実用化されるのを待つことしきりである。

溶接によるひずみは鋼の場合より大きく、しかも概して薄板であるためひずみ取りが困難である。

加熱範囲の 200~250°C が色では見分けがつきにくく、これをこすと材料をもろくしてしまうので、温度管理を注意深くやらねばならない。木ハンマーでたたき水冷しながらひずみをとるのであるが、生じたしわを小じわの集りにするに過ぎない餓があり、溶接工作法に一番題のいたところである。A₂P₇-1/4H 材(加工硬化材)を用いると 0 材よりひずみの出方の少ないようであるが、実績

が充分でないので決定的なことは申せない。いずれにしても溶接による歪を少なくし、外観をそこなわないようにすることが大切で、薄板への溶接がのびるか否かの鍵を握っているとも言えよう。

溶接はすべて技術試験に合格した者がその範囲内で施工するわけであるが、主要構造においては、ブロックごとに仕上がり検査を行ない溶接部については外観検査をし、不良箇所は手直しを行なっている。

外板、甲板等の継手部は、主としてブロック継手の溶接線につき抜取式にX線写真をとり欠陥の有無をしらべている。不合格の場合はその部を手直しするのは勿論であるが、同一条件の他の場所につき再度撮影し慎重を期しているが、銅の場合に比し、小さいブローホールが生じ易いように思われる。接手部を溶接前に充分清掃すると共に、乾燥した線材で溶接することが特に大切である。

7. アルゴンガス集合装置

アルミニウム合金等の軽合金の溶接には、軟鋼の溶接と異なり、シールドガスとして不活性ガスでシールドしてやる必要があり、一般にはアルゴンガスを使用している。またトーチの冷却用として水を必要とする。当所においても、水中翼船の量産のための専用工場を建設したが、その一部にアルゴン集合装置を設置して、作業の能率とアルゴン消費量の節約をねらったのであるが、この結果、同じ溶接時間あたりアルゴンガス使用量が約70%に低下しており、充分その目的を達したものと考えている。写真1がその集合装置である。これは大同酸素(株)のご協力によって完成した。またアルゴンガスの純度も溶接結果に大いに影響するため、この集合装置を採用して以来次のようなチェックテストを行なっている。

ビーカー内に黄燐棒を挿入しておき、その中にチェックするアルゴンガスを通してアルゴンガス中の酸素を検

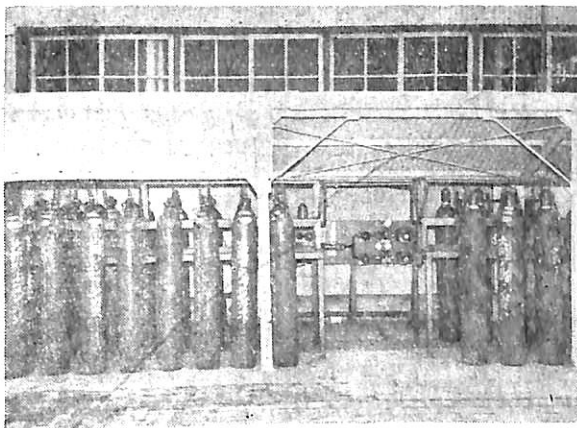


写真1 アルゴンガス集合装置

知するもので、もし酸素が存在すれば、黄燐と酸素が反応し気泡が発生するので蒸溜水中に浮上する気泡の数によってアルゴンガス中の含有酸素量を測定している。

8. 材料洗浄

アルミニウム自身の性質として非常に酸化しやすく、空气中で酸素と反応し酸化アルミを表面に形成する。この酸化アルミはかたく、融点が非常に高く、溶接するにあたりわずかの酸化皮膜が存在していても比重が3.75~4.0とアルミ自身にくらべて重いので、溶融時にビードの表面に浮ばず、沈潜し、健全な溶接部を形成するのを妨げる。また材料の表面に油脂、汚水等が存在することは気泡等発生の原因となり、溶接部に欠陥を与えることになる。このためアルミニウム合金に溶接を施工する場合、前処理が必要となって来る。この前処理として一般に行なわれているのが化学処理と機械的処理の2種である。化学処理の代表的な例は酸、アルカリ処理であって、当所でもこの方法²⁾を採用している。即ち

- (イ) 最初5~10%苛性ソーダ液(70°C)に約30秒浸漬する
- (ロ) 水洗
- (ハ) 10%硝酸液に約1~5分浸漬する
- (ニ) 水洗
- (ホ) 熱湯洗

の方法を取っている。温度上昇には電気ヒーターを採用している。写真2は洗浄槽装置を示す。

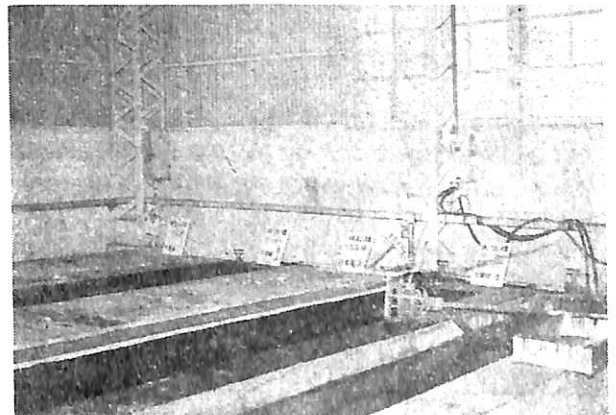


写真2 洗浄槽装置

なお現場溶接においてはワイヤーブラッシュ等による機械的処理によっているのは勿論である。

9. 軽合金溶接界の今後の動き

1. 加工硬化材に対する溶接の応用

加工硬化材に溶接を採用すれば、熱影響のため溶接部、

近傍が焼鈍をうけ、0材と同等程度に強度が低下するため、加工硬化材としての効果がうすれ、溶接部に軟化帯を形成することになる。この欠陥を除去するため溶接速度を高め熱入量を減らし、できるだけ軟化部を少なくし、加工硬化材に溶接を採用する予備実験等が船舶用軽合金委員会で行なわれている。

2. 低温構造用アルミニウム構造物への応用⁴⁾

今後超低温液化ガスの使用が盛んになるに従い、低温脆性の点より、アルミニウム合金は鋼より有利であり、将来使用が有望視される。このための基礎実験がやはり船舶用軽合金委員会の下で、学会、メーカー、ユーザーの共同で行なわれている。

3. アルミニウム合金溶接工技師検定基準の作成

現在アルミニウム合金溶接工の技師検定基準としては防衛庁の基準¹⁾があるのみで、これは TIG 溶接のみについて規定している。MIG 溶接がアルミニウム合金の基礎となりつつある現在、MIG、TIG に共通する検定基準の作成が現在軽合金溶接技術会の方で進められている。

4. 今後の溶接

今後アルミニウム合金の溶接界に表われるものとして超音波による接合⁴⁾、電子ビーム溶接の応用⁴⁾などが盛んになると思われる。

参考文献

- (1)アルミニウムハンドブック (11.4 船舶 1145P)
- (2) " (2.3 各種加工用合金 137P)
- (3)THE WELDING DATA BOOK, REYNOLDS METALS COMPANY 1960. 9
- (4)アルミニウムハンドブック (8.5 溶接 699P)
- (5)軽合金溶接技術会編「アルミニウム(合金)のアルゴンアーク溶接法」(イナートガスアーク溶接)
- (6)軽金属溶接 1963 No. 5 18P
- (7) " 1963 No. 4 2P
- (8)三菱電機カタログ「三菱半自動アーク溶接機」
- (9)大阪変圧器カタログ「大菱シグメット」
- (10)軽金属溶接 1963 No. 7 45P
- (11) " 1963 No. 8 43P
- (12)アルミニウム合金構造工作基準 船舶用軽金属委員会編 32P
- (13)軽金属溶接 1963 No. 3 33P
- (14)防衛庁発行 自衛艦工作基準
アルミニウム合金溶接工技師試験
- (15)軽金属溶接 1963 No. 5 11P
- (16) " 1963 No. 8 13P

== 技術短信 ==

新しいシーリング・コンパウンド
“デュアリボン シーラント”

ソニーケミカル(株)ではすでに工業用接着剤ボンドマスターの国産化を実施し各分野に供給しているが、さらに最近高性能シーリング・コンパウンドの必要性が高まり、これにこたえるため同社が技術提携を結んでいるアメリカのP・P・G社(ピッツバーグ・プレート・グラス社)で開発したデュアリボン・シーラントを発売することになった。

デュアリボン・シーラントは各種のテストと数多くの実施によってそのシーリング効果、接着力、弾力性にす

ぐれていることが立証され、建築、船舶、車両、航空機、電気機器、家具等に広く使用され、用途に応じ種々のシーラントがある。

- (1) デュアリボン1072はテープ状純粋ブチルゴムシーラントで、耐候性、接着性が一段とすぐれ、建築用サッシのガラス嵌込用、車両用に適し、作業性が良好。
- (2) デュアリボン4040は一液性・自己加硫型の純粋ブチルゴムシーラントで金属、ガラス、プラスチック、木材などへの接着性にすぐれ、可撓性柔軟性を保ち、混合攪拌、希釈に手間がかゝらない。
- (3) デュアリボン5011は二液性ポリサルファイドゴム系シーラントで最高性能を有し、あらゆる用途に適する。特に耐候性、耐振、耐熱にすぐれている。

大型船の建造に関する諸問題

石川島播磨重工業常務取締役 真藤恒 著
(前NBC呉造船部副所長)
B5判 220頁 上製 700円

コンテナ船

日本造船研究協会編
A5判 150頁 上製 450円

船 舶 技 術 協 会

商船基本設計の一考察(第1編)

元東大教授 渡瀬正磨 著
B5判 128頁 240円

船の科学ファイル(80cm判)

従来のものより綴厚さを増してゆったり合本ができる80cm判を作りました。保存にたえるようクロスを使用し丈夫な装幀です。定価 200円

建艦秘話(1)

庭田尚三述

(元海軍技術中将・造船)

まえがき

私は大正4年7月、東大造船学科を卒えて海軍造船中技士に任官し、昭和17年11月技術中将で現役を去り、翌18年1月三井造船株式会社の常務取締役として入社し、玉野造船所の技術副長として勤務し、20年8月終戦と同時にその職を辞するに至る間約30年間に亘り、始終現場にあって艦船の建造に従事してきた者であります。この間、直接間接に責任者として関与した艦船は、新造のもののみを数えて戦艦では大和および未成艦第111号艦、航空母艦では赤城・加賀・龍驤・蒼龍、巡洋艦では球磨・北上・長良・那智・羽黒・鳥海・高雄・最上・大淀特潜母艦日進、工作艦明石、駆逐艦有明・海風・大潮・叡・雪風・磯風、潜水艦では波号3隻、呂号23隻、伊号15隻、計41隻、掃海艇2隻、海防艦9隻、満州国砲艦5隻、陸軍特種輸送船神州丸、特種潜航艇(甲標的蛟龍型)38隻を数え、また商船では三井造船在職中、戦時標準A、B型計40隻を引渡し、大小合計157隻、その噸数は軍艦約24万屯、駆逐艦・潜水艦以下小艦艇約7万7千屯、商船約26万屯、合計約63万屯を越え、恐らく造船屋としての一生涯にこれ位新造艦船を手がけた者は無かるうかとひそかに自負しております。

今岡山県玉野市の片田舎に閑居して静かに過去を振り

かえてみて、これら粒々辛苦して造り上げた嘗ての新造艦船艇のすべてが失われ、唯残っているのは現在「丹陽」と名をかえて蒋介石海軍でその威容を誇っていると聞く駆逐艦雪風1隻のみであることを思い、うたた哀愁の念切なるものと同時に、せめてはこれらの建造当時において苦勞した挿話や秘話などを思い出すままに書き綴って、建艦秘話と題して大方の語り草にいたしたいと念願して筆を執る次第であります。

文中出て来る各位の階級などはその当時のものであることをあらかじめご諒承下さい。

また古い記憶のことでもありますので、誤りも多々あることと思いますが、お氣附の方はなにとぞご批正のほどを併せてお願いいたします。

掲載内容、順序は次のように予定しております。

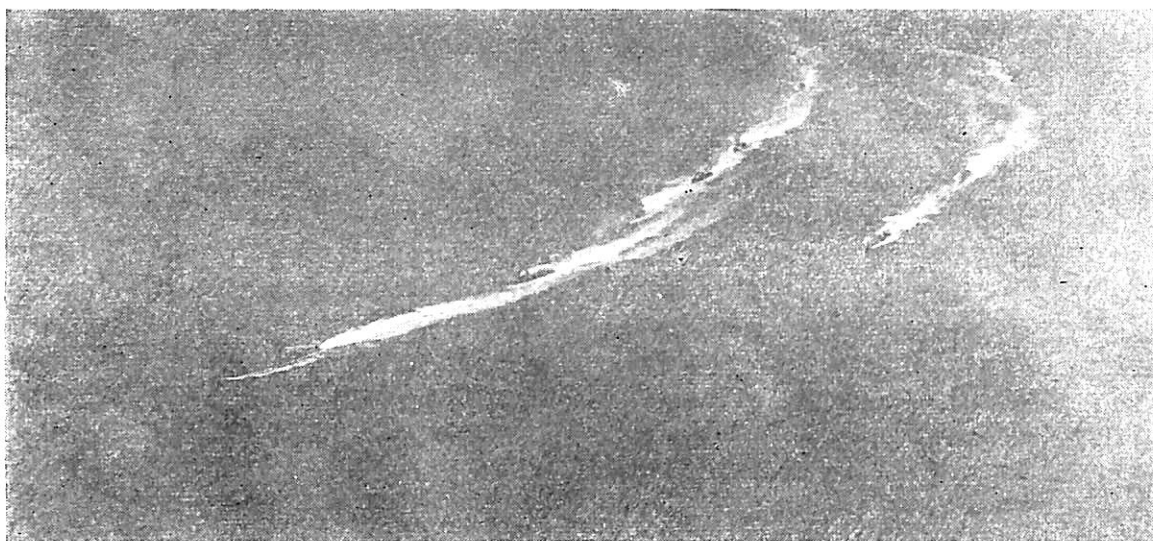
- 1 巡洋艦……球磨、那智、羽黒、高雄、最上
- 2 戦艦……大和、第111号艦
- 3 航空母艦……赤城、加賀、龍驤、蒼龍
- 4 駆逐艦……有明、第4艦隊事件跡仕末、大潮、雪風、磯風
- 5 潜水艦
- 6 特種潜航艇……甲標的、蛟龍
- 7 特務艦船……明石、陸軍特種輸送船神州丸
- 8 戦時標準船の量産

1 巡洋艦の巻

1. 軽巡球磨について

球磨は佐世保工廠で大正9年8月竣工した所謂5,500屯型軽巡の第1艦で、基準排水量5,100屯、軸馬力90,000速力36節というその当時の巡洋艦としては新機軸の艦型であって、主として艦本第3部河合定二造船少監の設計になったものです。本艦は前年試作的に建造成功した3,500屯天龍型をさらに拡大改良したもので、その特徴は従来の所謂クルーザー型から脱却して駆逐艦型を採用したため、プロペラの効率がよくなって36節という高速巡洋艦を実現し、水雷戦隊の旗艦として駆逐隊の先頭に立つことができ、また武装も優秀で遊撃戦隊として索敵任務に適する理想的ともいべき艦種でした。それでこの型は続々建造せられ、佐世保では引続き北上・長良・

由良の4隻を毎年1隻ずつ竣工し、民間では三菱長崎で多摩以下4隻を、川崎造船所では大井以下3隻(最初は4隻の予定でしたが、4隻目の加古は古鷹級に変更されたため、重巡でありながら川の名になっている)を、浦賀船渠では五十鈴と阿武隈を、三菱横浜では那珂1隻の合計14隻を大正14年までの6年間に竣工したことはご承知の通りです。しかし、これらのいずれもが汽缶や武装の点で多少改良せられてはいましたが、15年ないし20年の老齢に達していたにもかかわらず、さして大改装もなきまま、今次の大戦において昭和17年10月軽巡阿賀野型が水雷戦隊旗艦用として特に設計せられて現われるまで、最新鋭の駆逐隊を率いて随所に転戦し偉勲を樹てたことは、もって本型の優秀であったことを物語ると同時に、その設計者であった河合氏が病弱の故にあたら有能



軽 巡 球 磨 級
(第1水雷戦隊を率いて強襲の隊形)

の材を持ちながら早く海軍を退かれ、軍艦設計から離れられたことを深く惜しむものです。

元来佐世保工廠は、所謂88艦隊の建造計画では、主力艦は横須賀と呉とで、巡洋艦は佐世保で、駆逐艦は舞鶴で、潜水艦は呉で建造する方針であったので、いつも巡洋艦の新型第1艦の建造をうけたまわっておった次第で、古くは明治45年5,000吨級の筑摩を、大正8年には3,500吨級の龍田を、大正9年にはこの球磨を竣工せしめたのですが、その頃平賀造船中佐の画期的軽巡洋艦の設計が進み、これが実現に対して種々現場について実験を重ねた結果、建造可能の自信を得てついに大正12年7月夕張を竣工せしめて列強海軍の目を眩らせたのであります。この型は試作艦として1隻に止まり、以後は有名な古鷹型に転向することになりましたが、同時にその長さが190mとなったので、佐世保の船台では建造困難となり、一方軍縮条約で主力艦は建造休止となって、代って10,000吨巡洋艦の建造時代となり、横須賀、呉に巡洋艦建造のお株を奪われた形となってその後は駆逐艦、潜水艦、その他特務艦艇の新造を受持ち、もっぱら艦船大改装および修理の基地となるにいたったのです。

話は五分横道にそれましたが、さて球磨に関する秘話は二題あって、一つは進水式の時、今一つは予行運転の時でした。

球磨の進水は大正8年7月14日でしたが、時恰も盛夏の候で、進水台に塗るヘットが溶ける心配があったのです。今でこそ進水用ヘットも進歩して進水時期がわかればメーカーが永年の経験上その割合も承知して適當のものを納入するから、造船所も簡単な試験をしてその良否

を検査する程度となっていますが、大正8年頃は海軍自体がその原料である獣脂とパラフィンと白綾油を各規格によって購入し、これを実験によってその割合の割合をきめたものであって、小型模型で進水計画に合せて平方呎当りの実際重量をかけて何回も滑動試験をくり返し、その始動力、滑走速度を測って大体計算に合うまでいろいろと割合を変えて所要の割合をきめたものでした。ご承知のごとく進水式ほど派手な儀式は外にありませんが、所謂一本勝負で何千何万屯の重量を無動力で動かす作業で、その原動力ともいふべきヘットに万一の失敗があってはそれこそ取り返しがつかず、折角の晴れの舞台も台無しとなる恐れがあるので、われわれ造船屋はこのヘットの試験にはそれこそ一生懸命であったものです。

さて7月14日といえば佐世保では真夏のしかも午前10時頃の気温は30度以上にも及ぶものと予想し、5月頃から試験を初め室内温度も30度前後に保ち、割合をいろいろかえて試験をして見ましたが、どうしても予期の固さを得られないので、時の造船部長藤田造船大監や進水主任諏訪造船中監や船渠の古い技師長門掛長などが相談の結果、臘燭を固める時に松膠を使うということを知り、試みに松膠を混合して見たところ案に違わずヘットは固さを増すのでいろいろと割合をかえて漸く計算に近い始動力と滑走速度を得たので、これを実際に使って型のごとくヘット流しを了えたのでした。

私はその頃造船大技士で潜水艦の建造を担当していましたが、本艦の進水式には右舷監督の配置で進水台の右舷前端附近の位置に就いておりました。当日は快晴の炎天で午前10時伏見宮殿下ご台臨のもと約3万の拝視者の

注目裡に海軍大臣加藤大将、司令長官財部中将以下式台に立並び、命名書朗読後進水命令下り、順序を経て河田工廠長銀斧一閃支綱は切断せられ、トリッガーがガタンと音たてて外れたにもかかわらず、豈図らんや、船体は微動だにせず、静まりかえっているではありませんか。すわ一大事と進水主任は時を移さず押し出しラムの水圧弁開き方の合図を右舷監督の私に送ってきたので、直ちに弁係りに命じて弁を徐々に開かせたのでラムは発動しましたが、それでも滑り出さないで全開を命じたところ、私の眼前にあったラムを支えてあった固定台前端的頑丈な尺角の米松三本組の斜支柱がメリメリと音を立てて浮上がり、あわや折れるかとハッとした瞬間、幸にも膠着を破って静かに始動し滑走を始め、無事進水を終えたのでヤレヤレと安堵の胸を撫で下ろしたことでしたが、見物しているものにはこれも進水手続の1つの段階位に思っ拍手喝采を送っておりました。われわれ造船屋にとっては真に命の縮まる思いでした。

後で調査したところ、やはり松膠を用いたのがいけなかったもので、試験の時は小規模であって滑るバラスト台の単位面積当りの重量は実際と同じであっても、実際はその塗る面積は長大であるので膠着力が強くなり、なかなか発動させることができなかつた次第で、判って見ると至極あたり前のことでしたが、試験の時はただ硬度や滑り具合のみに捉われていて、これに気がず、もう少したで大失態を演ずるところでした。

第2話は本艦の諸艙装もすんで大正9年の8月5日いよいよ全力予行運転のためはじめて出港した時のことでした。何しろこれまで龍田の50,000馬力33節の経験もっておりましたが、今度はその当時呉で艙装中の大戦艦長門の80,000馬力よりも大きい90,000馬力最高速度36節を出すというので、工廠では造機部長田原造機大監はじめ総動員でただ故障なかれかしと慎重の上にも慎重に試運転に取組み、造船部もまた部長はじめ河合設計主任以下秒時計を睨んで0.1節でも速力を出したいと念じつつ三重沖の標柱試験を行なったのです。その結果、全力90,000馬力速力36.2節という驚異的な成績を得たので威気揚々として帰港の途につき、艙装員長青木董平大佐は原速20節で向後岬を通過し、さらに庵崎を左折しても原速を落とさず、一里島附近で漸く微速にして港内所定の浮標に手際よく繫留したまでは美事なことでした。さて運転委員長以下は大満悦で上陸したところ、驚いたことには陸上では大騒動の真最中で、大繋船堀に繫留中であつた巡戦の霧島が約2mの高さに上下に動揺したため、前後2本ずつ取つてあつた5吋ワイヤーのうち艦尾の1本が切れ、1本は切れなかつたがその代わり造兵部側の

東北隅にあつた径50cmもある鉄製ビットが2m角もあるコンクリートブロックもろとも引き起こされるし、港内沿岸に繫留してあつた小艦艇の繫留索が切断されたもの数知れず、また海岸に引揚げてあつた漁船は流されたり転覆したりして方々から苦情を持込まれるという仕末でした。調べて見ると球磨入港の際に港内深くまで20節の高速で本艦のような大型艦が走つたために起こつた艦首尾の高浪が、丁度長い袋のような恰好の佐世保港内に拡がってにげ場がないため重なり合い干涉の現象を起こし、はては大うねりとなつて長い時間に亘つて消えずにくり返されたためとわかりました。殊に繋船堀内の霧島の位置は丁度袋の底に当たるところに繫留してあつたため一層上下動が劇しかったためと判り、艙装員長は鎮守府から大目玉を喰ひましたが、その後港内の航行速力の制限が出た位でした。これは翠青木大佐は永年駆逐艦乗りとして鍛え上げて来、その名の董平を青木突平とまで呼ばれたほどの豪の者でしたが、いやしくも5,500屯もある巡洋艦を恰も駆逐艦並みに手際よく達着繫留せんとしたことがそもその間違ひのもとであつたことと大笑をした次第でした。

2. 重巡那智について

那智は昭和3年11月26日に竣工した所謂1万屯巡洋艦の第1艦でした。私は本艦の船体工事には直接関係しませんでした。当時呉工廠造船部艙装工場主任としてその進水台工事に関係したのでここに本艦の進水に関する秘話をご披露いたします。

那智は大正13年11月26日起工し、昭和2年6月15日に進水しましたが、起工当時呉では赤城が航空母艦に生まれかわるため、造船ドック内で建造中だったので、明治44年3月戦艦摂津の進水以後軍艦を建造しなかつた第3船台のガントリークレーンの下で建造することとなりました。本艦の長さは200m以上もあるので従来の船台の長さでは不足することから、船台頭部をガントリーの柱一小間分約50m延長し、これに伴つて船台全長に亘つて傾斜を修正し補強し延長部は頑強な鋼製架構で固めました。

ところが呉の造船部はご承知の通り摂津以来大きな艦はすべて造船々渠内で建造し、船台から滑らせる進水は潜水艦や小艦艇の場合のみであつたので、本艦のような大艦の船台上からの進水は実に16年間に杜絶えておつたこととて、造船部としては慎重の上にも慎重を期して進水計画を樹て綿密な計算のもとに進水台構造を設計せられたのでした。

というのはこの船台ではかつて明治38年12月12日、わ

が海軍ではじめて建造した装甲巡洋艦筑波の進水式に当って、その水中台が式の直前に浮揚がり、時の皇太子（後の大正天皇）が式台に立たせられたが、進水危険と見た当時の造船部長小幡造船大監の決断で進水見合せを奏上し、2週間後の12月25日に改めて進水式を行なった前例もあり、また明治40年4月15日、戦艦安芸の進水式は無事進水はしましたが、進水後調べたところ右舷水中台の外側のバツンが裂けて無くなっておったので調べて見るとこの船台は進水の際左舷に岸壁があるため船体が滑走して水中にはいる際に起こる返し浪のために船体が浮くにつれて右舷に偏流する傾向があり（この現象は戦艦摂津の進水の際にも表われて右舷水際に立っていたポストを引き倒したことがあった）、そのため水中台を上げる結果と判断したことや、さらに古くにはまた明治31年10月、これは呉における最初の進水式であった通報艦宮古が途中で止まって曳船で曳き卸したことなど、厳密にいうと呉における船台進水は決して満点ではなかったもので、本艦をこの船台から進水させることについては造船部の首脳部の間にはいわず語らずのうちにひとかたならぬ心配があったからでした。

それやこれやで本艦の進水台工事は頑丈そのものであって、材料は全部米松の新材を用い、トリッガー附近と水際から水中固定台は特に擧の巨材を選び、その浮揚がり防止にはアンカーボルトその他を用いて充分固定したうえ、鉛バラストを用いて沈め、また所要の金具ワイヤー類は一切新品を惜し気もなく用いたので莫大の材料費を要しました。

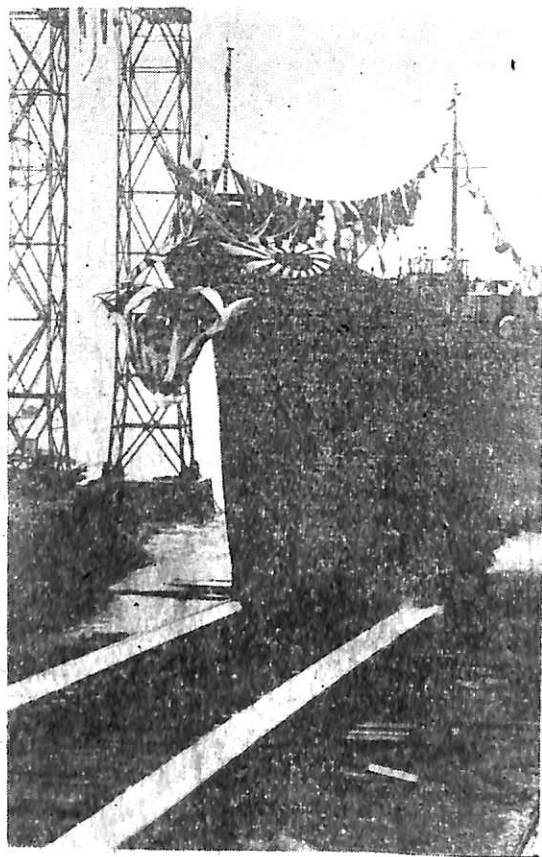
さて進水台工事は3月上旬から着手し、入念に施工して5月末漸く完了し、6月9日には水中台ヘットを流し、10日にこれを沈め絶対に浮揚がらぬよう入念にセットし、工廠長立会のうえトリッガー支綱切断の試験をして万全を期して進水準備を終え、番兵が警戒配置に就きました。

因に進水台附近の警戒はヘット流しをすませた時から海兵団に頼んで番兵を派遣して貰うことが慣例となっていました。その由来として聞いたところによると、明治41年頃軍艦薩摩が横須賀で進水するに当り、こんな大艦をはたして進水せしめることができるかどうかということで当時京浜地方の外人の間に賭事が行なわれつつあるという流言が飛んだので、もしも進水台にいたずらをする者があってはと鎮守府で心配して番兵を派して警戒せしめたのが以後恒例となって各鎮守府にも伝わったとのことです。

進水式は昭和2年6月15日午前9時と予定されていましたが、進水作業は前日の午後10時から開始し、15日午

前3時頃水压トリッガーをかけんとしたところどうしたことかラムが出ないので方々水管系統をしらべて見たがどこにも異状を発見しないので、大いにあわててすべての弁を分解して調べて見た結果、水管系内に空気が溜まっていたためとわかったのですが、この原因がわかるまで約1時間を要し相当心配させられたことと、キール盤木の1組がはずれにくくガスで焼き切るやら大騒ぎで、最後まで28分かかってやっと取外したことが今でも記憶に残っています。

式はご名代梨本宮殿下臨のもと、海軍大臣岡田啓介大将、司令長官谷口尚真中将、工廠長伍堂卓雄造兵中将、造船部長永村清造船少将式台に立ち、進水主任久保綱彦造船大佐の指揮で折悪しく雨天であったにもかかわらず久しぶりの船台からの進水を拝観せんと約3万5千の見学者の注目裡に美事に進水しましたが、進水後検査の結果、今回は水中台の副木も丈夫にし強固に組立ててあったのでなんらの異状もなく進水台は完璧であったことがわかって一同苦勞の甲斐があったと喜び合った次第でした。



那智進水

3. 重巡羽黒について

羽黒は大正13年末長崎三菱造船所で起工し、私が昭和2年暮に監督官として赴任した時は船体はすでに約80%できていたので昭和3年3月24日進水以後主として本艦の艦装工事から公試運転についてお話すことにしますが、ただ進水時に行なった艦底塗装法の試験についてはじめに述べます。

これより前、三菱長崎では軍艦青葉の建造中、その艦底塗装について問題が起こったので羽黒では特にこれに対し監督を厳重にするよう内達がありました。会社と協議して艦底塗装比較試験を行なうことになり、その方法として進水前に艦の中央から右舷前部をA、同後部をBとし、また左舷は前部をC、後部をDと4区画に分けてそれぞれ違った方法で塗り別けたうえ、進水後3カ月経過した第1回入渠の際その成績を審査して優劣を比較し、そのうち最良の塗装法を択んで今後建造する軍艦の艦底塗装法とする方針と決めました。

これは青葉の場合、最終入渠の際に艦底塗料の1部が剝落して鋼板面が菊目のように腐食し、ひどい所は深さ3mm以上にも達していたので、これは塗装前の錆おとしが不良で光明丹塗料の乾燥も不十分であった上に、1号、2号の船底塗料を塗ったので肌着きがわるくて剝脱したのではないかとの疑問があったため、羽黒の場合前記4区画に対して次のような塗装法を施して結果を見ることにしました。

A部 錆おとしの方法は従来通りスクレーブと針金ブラッシュによる。

塗り方は光明丹1回塗装後3日間乾燥し、第2回光明丹塗装後1週間乾燥したるうえ2号船底塗料2回塗。

B部 錆おとしは入念にする。即ち荒目砥石で光るまで磨かせる。

塗り方は1号船底塗料1回後1週間乾燥し、さらに第2回1号塗料塗装後1週間乾燥したるうえ2号船底塗料2回塗。

C部 錆おとしはB部と同様入念にし、塗り方はA部と同様光明丹を使用する。

D部 錆おとしはA部と同様普通の方法とす。

塗り方はB部と同様1号船底塗料を使用する。

以上のごとく塗り分けて置き、進水後約3カ月経過した6月末入渠せしめてその状態を会社側と立会のうえ無記名投票でその成績を審査したところ、今度は全般にわたって剝落した箇所はなく、成績は第1位がB部で以下C、D、Aの順序でありました。即ち錆おとしを入念にして船底塗料1号を2回塗ったB部が第1位で、光明丹

2回塗のC部より若干良好であったことは、光明丹即ち酸化水銀剤は乾燥に十分の日数を要する故であって、少なくとも3週間の乾燥期間が望ましいのですが、普通入渠の際は1週間か10日位の期間であるからやはり1号塗料酸化鉄剤の方が安全であることがわかったので、羽黒以後は三菱長崎では軍艦の入渠の際の艦底塗装法は下記のごとく規定して、これを監督方針としてからは問題は起こりませんでした。

(1) 錆おとしを入念にする。(即ち光るまで磨く)

(2) 1号船底料下塗り1回後1週間乾燥。

(3) 1号船底塗料第2回塗り後1週間乾燥。

(4) 出渠前は2号船底塗料1回塗。

(5) 出渠直前2号船底水際塗料1回塗。

さて羽黒の艦装に当って私の関心は当時三菱では郵船会社の米國航路豪華客船浅間丸と龍田丸の2隻を建造中であつたことで、造船所としては従来この種客船の艦装並びに裝飾には最高度の技術を發揮し、浅間丸に対してもその社交室や食堂あるいは喫煙室等は実物模型を作って研究しつつあつたので、羽黒においても従来の所謂英海軍風の渋い喫煙室式の塗色や調製品を改めて、近代的軍艦として「明るくてしかも壮嚴味」のある日本的の艦裝飾をして見たいものと思ひ、造船設計と相談して浅間丸の設計を取入れることにしました。長官公室や士官室および私室等の実物模型を作らせ、御写真掛、大卓子、安樂椅子等の意匠をはじめ、私室の机やロッカー等はアートメタルとし、重量軽減と防火をかねせしましたが、机の天板など直接手を触れるところは耐火木材を用いて感触をよくしたりアートメタルの塗方は三菱独得の木目塗りとし、公室内の塗色はライトグリーンを採用し、床面は特に緑色リソリウムを張り、通風トランクは天井内張りに納めてパンカーループ式とするなど趣向をこらして、わが海軍ではじめて従来の型を破って見たところ、艦装員はじめ見学者からも好評を博しましたが、ただカーテンやテーブル掛は需品であるため海老茶色であつたので室内にマッチしない憾みがありました。その後1万屯巡洋艦は競つて「明るくて壯嚴」のモットーで各造船所が工夫をこらすことになり、カーテンやテーブル掛などの備品もその部屋に適する色を特製するようになり、ついにはあまりはで過ぎるという評判も出る始末となりました。

次は日本人の食生活に対する烹炊設備は外國艦船に比し非常に複雑で、しかもスペースと重量を喰ひ、且つ艦内温度や湿度を上げる原因ともなる甚だ厄介なものである。本艦では特に烹炊室の集汽を通風に対していろいろ実験研究をし、強力な集中電動排気の方法で好成绩を

得ました。

また兵員の優遇策としてハンモックの代りに蚕棚式のベッドを試みたのも本艦がはじめてであったと思います。これも模型を作って一室だけ装備したところ、なかなか好評でしたので後にはこれも制式となりました。

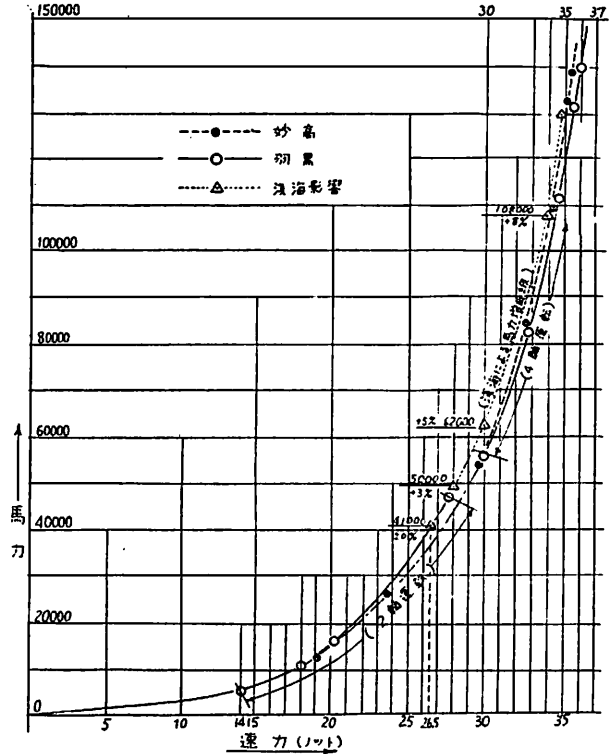
最後に羽黒公試運転についての秘話を述べましょう。

本艦の予行運転は昭和3年12月12日から彼杵半島西海岸にある三重沖標柱間で試走し、12月17日 $\frac{1}{10}$ 全力から漸次増速して $\frac{10}{10}$ 全力まで往復1回ずつ計測しましたが、その結果は予想に反して速力が出ず、 $\frac{1}{10}$ 全力29ノット、 $\frac{2}{10}$ 全力32ノット、 $\frac{3}{10}$ 全力34ノット、 $\frac{10}{10}$ 全力13万馬力で34ノット6で期待した35ノットには達し得ま

第1表 軍艦羽黒各種状態重量表

	軽荷状態	基準状態	満載状態	公試状態
船 殼	3,802.61t	3,802.61t	3,802.61t	3,802.61t
機 械	358.00	357.50	358.00	358.00
甲 鉄	1,515.50	1,515.50	1,515.50	1,515.50
防 禦	517.00	517.00	517.00	517.00
造船小計	6,193.11	6,192.61	6,193.11	6,193.11
砲 類	705.73	854.39	926.26	926.26
水 雷	104.80	133.70	169.40	169.40
電 氣	204.30	198.80	204.30	204.30
造兵小計	1,014.83	1,186.89	1,299.96	1,299.96
機 關	2,090.00	2,254.50	2,349.50	2,349.50
備 品	270.80	366.00	439.80	363.14
燃 料			2,470.00	1,654.90
缶 水			130.00	130.00
行 機			5.00	5.00
内 水			210.00	210.00
總 合 計	9,568.74	10,000.00	13,097.00	12,205.61

せんでした。それでいろいろ研究して見たところ、これはその海深が35尋即ち約60m程度であって、本艦のごとき1万屯以上の高速艦に対しては浅過ぎて所謂シャロー・ウォーター・エフェクト（浅海影響）を呈したので



軍艦羽黒および妙高公試運転成績
馬力対速力曲線（附浅海影響による馬力増加曲線）

第2表 軍艦羽黒および（妙高）公試運転成績表

	基 準 14ノット(2軸)	第2巡航 (2軸)	第1巡航 (2軸)	$\frac{1}{10}$ 全力 (4軸)	$\frac{2}{10}$ 全力 (4)	$\frac{3}{10}$ 全力 (4)	$\frac{10}{10}$ 全力 (4)	$\frac{10}{10}$ 特全 (4)
排 水 量 (t)	11,997 (12,290)	11,958	11,980	12,022 (12,344)	12,072 (12,375)	12,103 (12,428)	12,137 (12,491)	12,007 (11,751)
回 転 数	130.9 (110.0)	188.21	264.25	245.9 (241)	276.25 (276)	302.2 (300)	323.3 (321)	331.5 (327.12)
馬 力 (PS)	5,509.5 (5,450)	16,758	47,735	56,435 (54,082)	84,405 (84,189)	111,840 (110,575)	132,568 (133,000)	140,199 (139,820)
速 力 (ノット)	14.285 (14.180)	20.187	27.714	30.380 (29.666)	32.764 (32.710)	34.895 (34.273)	35.789 (35.268)	36.185 (35.609)
出 渠 後 日 数	18日	16日	16日	16日	16日	13日 (18日)	13日 (18日)	13日 (18日)
使 用 缶 数	1 (1)	3	7	8 (8)	10 (10)	12 (12)	12 (12)	12 (12)
重 油 消 費 量 (kg/h)	3,536	9,400	23,000	29,800	40,600		62,945	67,180
同 上 (kg/PS・h)	0.6417	0.5608	0.4814	0.5277 (0.514)	0.4808 (0.493)	0.478 (0.477)	0.4746 (0.474)	0.4789 (0.478)
燃 料 1kg 当り航続距離(哩)	4.0399	2.1476	1.2050	1.0195 (1.07)	0.8070 (0.79)	0.650 (0.65)	0.5686 (0.56)	0.5386 (0.537)

あろうということになり、本番の公試運転の $\frac{9}{10}$ 全力以上の航走は甌島の標柱沖水深百尋以上の海面まで出かけて行って実施したところ、別表のような予期以上の好成績を得た次第で、これによって見ると $\frac{10}{10}$ 全力は排水量12,137吨、回転数4軸平均322.3、出力132,568馬力、速力35.789ノット、同じく特別全力では回転数331.5、出力140,199馬力、速力36.185ノットを出すことができ、これを呉の那智、横須賀の妙高（別表中括弧で示す）と比較していずれも若干良好でありました。

この公試の結果から羽黒の場合の浅海影響は約26ノット半から現われ、28ノットでは約3%、30ノットでは約5%、34ノットでは約8%の馬力損失となることがわかりました。

羽黒の引渡は昭和4年4月25日でしたから、試運転は約4カ月前から始めたこととなりますが、これは主砲の方位盤の官給が3月初めでなくては間に合わぬとのことであつたため、機関の整備を早くして年内に公試運転をすませておくことにし、もしも機関に故障が起つても引渡りに差支えぬようとの配慮のもとに工程を急ぎ、12月26日にすべての公試運転をすませ開放検査をしたところ、左舷機の高圧タービンの1部に破損箇所を発見し、艦本の指示で防禦甲板の1部を切開いてそのロートルを陸揚げして新規にブレードを取替えることとなり、そのために1カ月余を要しましたが、幸にも運転を早くすませてあつたので引渡を延ばすことなくすんだことは先見の明があつたと語り合いました。（つづく）

Cunard の新巨船 Q4

速水育三

Cunard の新巨船は1967年末に出現するので、英仏連合の超音速旅客機に米の反攻態勢が整う1970年までに、まず北大西洋の海上で英、仏、伊の国威を賭した競争が開始されることになる。

情勢の不利を理由として2年前に打切られたQ3の建造案は、Q4と改訂して型および速力を縮小、昨年10月21日 London で開かれた記者団との会見席上で Cunard 社の社長 Sir John Brocklebank から発表された。建造費220億円の80%に当る176億円を政府から融資する案は Lord Piercy を委員長とする船舶貸付諮問委員会の審議を経て運輸省に提出され、正式に決定された。

Brocklebank 社長の声明を摘記してみよう。

新船が2等級に踏切るか3等級を存続するかは未だ調査中で、船名も未定（LUSITANIA または BRITANIA の呼声もあるが臆測の域を出ない模様）であるが、1等食堂は1等全員を収容するだけの大きさで、北大西洋の専用船には見られなかった特色として、壮大な暴露甲板を設け、屋外スイミングプールの水を保温し、プール付近の甲板にピユッフエの設備を具え、繫留岸壁のない港湾との連絡用内燃機艇を積み、Panama 運河の通航に差支えない寸法が考慮される。

最新型ボイラの装備で、燃料消費量は QUEEN 級より半減し、手荷物、自動車、郵便物、食料、燃料油の積込も機械化されて冗費を節減する。運航費を最低に抑えることと Cunard の誇り高きサービスとは決して矛盾しない。

Cunard が新造を決断した要因は、現行の週発定期の採算が好転し、この盛況が当分衰退するような徴候も見えないことにある。ジェット旅客機の運賃切下げにもか

かわらず、往復を海と空に振分ける傾向が強いのは、北大西洋の航程が適度の長さで、片道客船を利用してあまり日程に狂いを生まないのみか、あわただしい旅行の疲労を癒す至上の施設が享受できるからである。

1963年6月、QUEEN ELIZABETH は New York から2,138人を搭載してヨーロッパに向ったが、同年10月10日 Southampton 発 New York 行の QUEEN MARY, 次航の QUEEN ELIZABETH も満員であった。1等は昨年同期をはるかに上廻り、老朽と看做された QUEEN MARY でも、船客を惹きつける魅力は QUEEN ELIZABETH に劣らないことを立証した。QUEEN 級2隻だけで昨年を10%越え、おそらく10月末までに10万人を運ぶであろうが、この数字は昨年10カ年分に匹敵する。

私がなぜ仏船 FRANCE より小さく遅い客船を選んだかを質問したに対し、Cunard 本社の Assistant General Passenger Manager の Mr. A. D. Lobley は答えている。

北大西洋を5日で横断するには28 $\frac{1}{2}$ ノットの航速で十分に達成されるが、さらにQ4のような比較的吃水の浅い双暗車船で同上の速力を維持することが技術的に可能となった今日では、満潮時刻に拘束されるおそれがない。

より大型の客船は入港時刻が限定されるので、時間短縮のため余分の出力を保有する必要があり、二元的通航に対する適応性にも乏しい。定期と巡航との両用性は今後の Cunard で喫緊の条件となるので、実質上世界のどんな目的地にでも航行を許される吃水の客船が望ましい。しかし、この方針は北大西洋の季節的輸送の重要性を無視するものではない。

新造船工事月報

(運輸省船舶局造船課)

造船所工事中船舶(鋼船)(工事中船舶集計は8月末現在)および建造実績(昭和38年9月末現在)

造船所	用途	貨物船			油槽船			漁(その他)			輸出船		合計		38年1~9月	
		隻	G.T.	噸	隻	G.T.	噸	隻	G.T.	噸	隻	G.T.	隻	G.T.	進水船(G.T.)	竣工船(G.T.)
藤永田造船	船	1	620	(2)	329	—	—	3	949	3	4,719	2	7,800			
函立・立・林波	船	—	—	(1)	30	1	10,560	2	10,590	19	6,386	19	14,908			
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	4	35,900	4	35,900	3	28,600	3	18,300			
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	4	105,300	4	105,300	2	46,000	2	54,000			
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	3	5,310	3	5,510	7	4,320	6	2,090			
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	5	7,348	5	7,348	12	2,007	8	1,385			
石川島播磨重工業	船	1	699	(1)	100	—	—	3	1,899	11	7,627	13	10,764			
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	3	117,200	1	42,200	4	159,400	7	225,100	7	215,900	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	(1)	350	3	72,770	4	73,120	13	54,871	9	84,841	
石川島播磨重工業	船	2	41,150	—	—	2	35,700	5	111,650	4	93,950	4	91,500	4	91,500	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	2	75,900	2	75,900	4	106,870	3	56,370	3	56,370	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	2	2,419	43	11,885	40	10,695	40	10,695	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	4	5,690	3	4,290	3	4,290	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	33	16,074	32	15,355	32	15,355	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1,491	2	492	2	492	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	2	100	3	230	3	230	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	5	89,100	5	111,100	5	111,100	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	7	156,710	5	90,510	5	90,510	
石川島播磨重工業	船	2	44,350	—	—	4	114,000	7	211,500	14	225,582	6	149,565	6	149,565	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	3	58,300	1	34,000	1	34,000	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	14	5,223	21	10,390	21	10,390	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	27	12,012	22	10,921	22	10,921	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	2	62,000	4	51,627	4	51,627	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	9	10,818	10	24,518	10	24,518	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	4	21,350	5	13,510	5	13,510	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	2	10,610	1	160	1	160	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2,760	3	4,590	3	4,590	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	7	4,484	23	3,584	23	3,584	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	4	6,225	7	16,545	7	16,545	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	6	6,382	7	10,896	7	10,896	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	4	43,600	5	83,950	5	83,950	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	2	112,600	3	87,080	3	87,080	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	11	11,615	6	11,615	6	11,615	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	12	10,113	10	6,968	10	6,968	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	8	5,424	7	4,225	7	4,225	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	24	6,232	18	5,586	18	5,586	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	3	4,309	3	4,309	3	4,309	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	17	19,220	8	19,000	8	19,000	
石川島播磨重工業	船	—	—	—	—	—	—	—	—	30	6,900	28	12,290	28	12,290	
その他	船	54	14,329	23	3,593	—	—	1	700	242	35,414	—	—	—	—	
計	隻	76	181,812	36	295,318	78	20,843	35	722,875	329	1,373,960	—	—	—	—	

起工船 126隻 255,040総噸 (201GT未満74隻7,717GT省略) (昭和38年9月末迄の報告のもの)

造船所	船番	船名	主	主機	用途	起工年月日
日本海重工	111	公団	土山	洋田	船運	38-9-27
日本海重工	110	公団	東田	洋田	船運	9-18
名古村	199	公団	岡田	洋田	船運	9-23
名古村	341	公団	北光	洋田	船運	9-1
名古村	215	公団	北光	洋田	船運	9-7
名古村	204	公団	北光	洋田	船運	9-1
名古村	215	公団	北光	洋田	船運	9-7
名古村	217	公団	北光	洋田	船運	9-6
大尾	21	公団	北光	洋田	船運	9-10
大尾	127	公団	北光	洋田	船運	9-4
大尾	125	公団	北光	洋田	船運	9-27
瀬戸	167	公団	北光	洋田	船運	9-10
瀬戸	229	公団	北光	洋田	船運	9-10
瀬戸	228	公団	北光	洋田	船運	9-27
瀬戸	216	公団	北光	洋田	船運	9-30
瀬戸	119	公団	北光	洋田	船運	9-4
瀬戸	579	公団	北光	洋田	船運	9-21
瀬戸	166	公団	北光	洋田	船運	9-18
瀬戸	226	公団	北光	洋田	船運	9-7
瀬戸	156	公団	北光	洋田	船運	9-4
瀬戸	218	公団	北光	洋田	船運	9-4

F	株式会社福島製作所.....10	日本鋼管株式会社.....表3	
	原田産業株式会社.....46	日本ノボパン工業株式会社.....37	
H	ヒエン電工株式会社.....41	日本ペイント株式会社.....36	
I	株式会社井上商会.....表4, 9	日本石油株式会社.....7	
	池貝鉄工株式会社.....138	日製産業株式会社.....19	
	石川島播磨重工業株式会社.....31	西芝電機株式会社.....1	
K	株式会社海文章.....137	O	株式会社大沢商会.....6
	カラケミー貿易株式会社.....22	S	シエル石油株式会社.....3
	株式会社河野鋳工所.....39		神鋼電機株式会社.....21
M	三菱金属鋳業株式会社.....表2		神東塗料株式会社.....44
	三菱造船株式会社.....表1		株式会社瑞西時計輸入商会.....1
	三菱レイヨン株式会社.....表2		住友金属工業株式会社.....4
	モービル石油株式会社.....34	T	太平工業株式会社.....38
	村山電機株式会社.....20		株式会社玉屋商店.....20
N	長瀬産業株式会社.....2		株式会社谷山製作所.....21
	中島鋳工業株式会社.....7		東京芝浦電気株式会社.....5
	新潟ウォシントン株式会社.....42		東京電機製造株式会社.....8
	日本アスベスト株式会社.....8		株式会社東京計器製造所.....10
	日本デブロン株式会社.....6		東京計装株式会社.....32
	株式会社日本製鋼所.....40		巴工業株式会社.....10

全四分冊 完結!

解説付図書目録進呈

日立造船(株) 西島清一郎編著

船用機械工学 (全四分冊)

艀装の分野を中心に大型ディーゼル貨物船及大型蒸気タービン油タンカーの船用機械装置の理論と応用を重点的にまとめあげた労作
 (第一分冊) B5 ¥1500 (第二分冊) B5 ¥1500
 (第三分冊) B5 ¥1400 (第四分冊) B5 ¥1400

造船協会 艀装研究委員会編

機関艀装

各造船所間の技術交流、施工法の比較検討を要望する声にこたえて、国内主要造船所の力強い協力のもとに生みだされた最高權威書!
 (第一巻) B5 ¥900 (第二巻) B5 ¥1600 (第三巻) 未刊

小型船の設計と製図 船用電気機器

大阪府立大池田 勝著 ¥2000
 石川島播磨(株)平野喜市著 ¥900
 小型木船の排水量・復原力計算、中央横断面図の引き方など
 造船現場で最新電気機器を取扱っていく上に必要な基本的知識を裏面に即して述べた好手引書。

発売中

現行海事法令集 (39年版)

運輸省監修
 定価三〇〇〇円
 編纂委員会編
 定価一五〇〇円

海事六法 (39年版)

編纂委員会編
 定価一五〇〇円

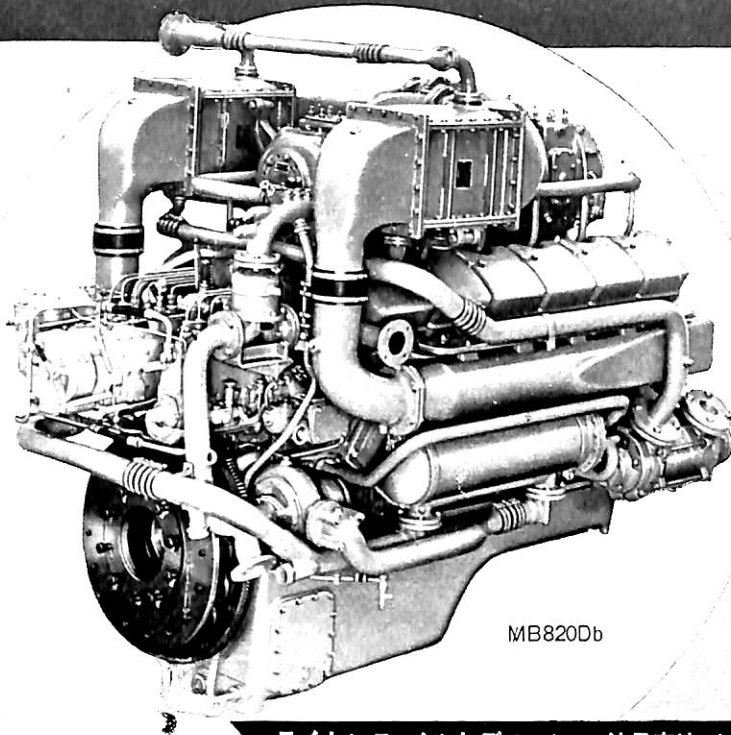
神戸市生田区元町通3丁目148 株式会社
 電話 (3) 6501 振替神戸688

海文章

東京都千代田区神田神保町2丁目48
 電話 (331) 0246 振替東京2878

企業の合理化＝設備の自動化＝池貝高速ディーゼル機関

●いま、全産業界は企業の合理化に精魂を傾け、そのあらゆる設備は自動化に向って、急速に前進しています。従来のディーゼル機関の壁を破って、この要求にピッタリする機関が日本に誕生しました。“ライセンス メルセデス・ベンツ池貝高速ディーゼル機関”です。



MB820Db

ライセンス メルセデス・ベンツ池貝高速ディーゼルエンジン

「カタログ送呈」

ディーゼル機関の 壁を破った

エンジン

“ライセンス メルセデス・ベンツ池貝高速ディーゼル機関”はディーゼル機関のトップメーカー池貝が、西独ダイムラー・ベンツ社と技術提携——みごとに国産化した傑作です。

- 出力は290～1350馬力、回転は毎分1500回転
- 重量は従来の中速機関の3/4
- 容積は従来の中速機関の3/4
- 無解放使用時間は5000時間以上、耐久性は2.5倍、まさに飛躍的な向上です。

簡単に—完全な—自動化

それが可能になりました。水中翼船、タンカー船、貨客船、高速船の主機および補機に、車輛、移動電源車、一般発電用、工業動力用などに最も適した機関です。



納入先・日立造船廠PT50形主機MB820 Db1350ps×2台搭載



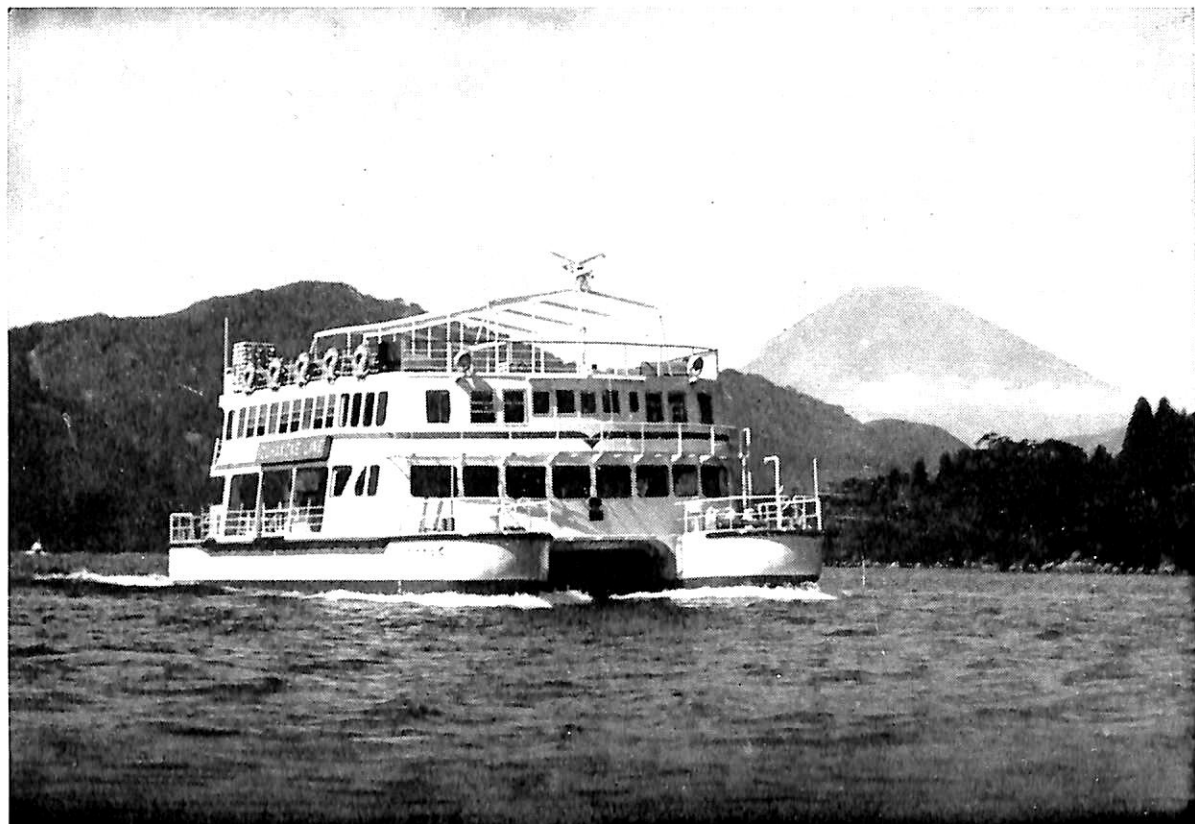
池貝鉄工

エンジン事業部 A係

東京都港区芝三田四国町2 TEL(452)8111大代表

好評を博した双胴遊覧船

“くらかけ丸” “第二くらかけ丸”



広い甲板面積

自動車航送船・遊覧船に

最適

造船・製鉄の



日本鋼管

東京・大手町

昭和三十九年十二月三日
昭和三十九年十一月十日
昭和三十九年十一月三日
印刷
發行
三種郵便物認可

船齡を延ばす………塗る亜鉛メッキ

ダイマットコート®

船の科学

定価 二四〇円

東京都港区麻布鉾町七九
船舶技術協会
電話 青山(四)三九九四番

米国アマコート会社 日本総代理店

本社：横浜市中区尾上町5の80
電話：横浜 (68) 4021~3
テレックス：215-53 INOUE YOK

株式会社 井上商会
井上正一

工場：横浜市保土ヶ谷区今宿町
電話 横浜 (92) 1661

IBM 7739