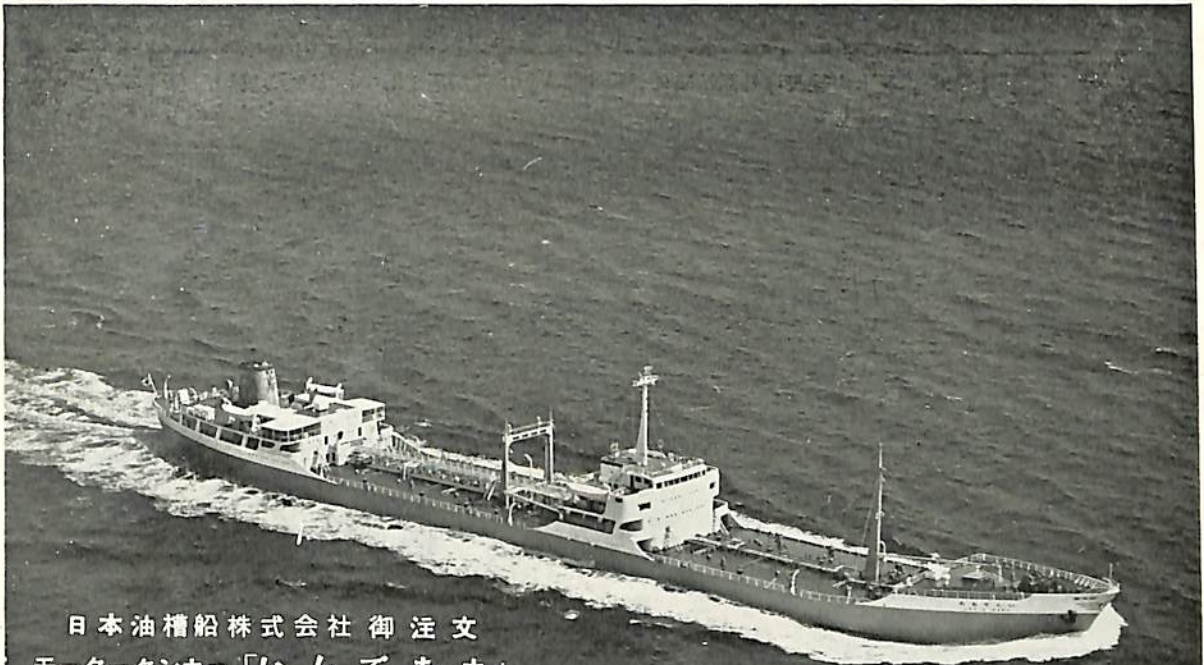


船舶白 6

VOL. 31



S. 33. 6. 11



日本油槽船株式会社御注文
 モータータンカー「いんであ丸」
 (21,299重量吨; 満載試運転速力)
 (15.98ノット)
 昭和33年5月31日竣工
 日立造船・因島工場建造



日立造船株式会社

天然社

昭和五十二年三月二十日 第三種郵便物認可
 昭和三十三年六月七日 発印
 昭和二十四年三月二十八日 運輸省特別承認雑誌第四〇六号 行脚



新設計による……

NEC



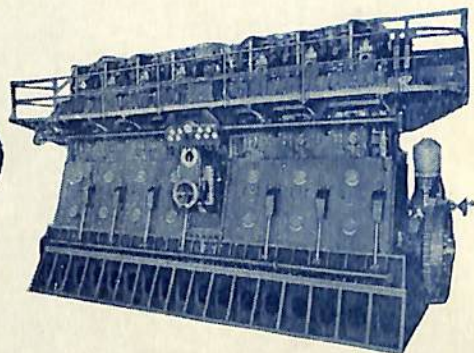
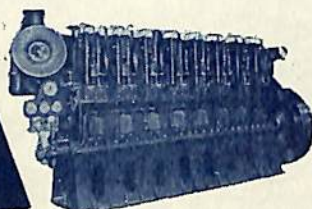
船舶無線装置

本装置は外国航路に就航する大型航洋船用として、故障の絶無、保守の容易、機船の優秀を期し、永年の経験と最新の技術により設計されたものであります。尚、他に船舶用電話機・交換装置・拡声装置・音響測深機・船舶用各種電子管等の御用命もお待ちしております。

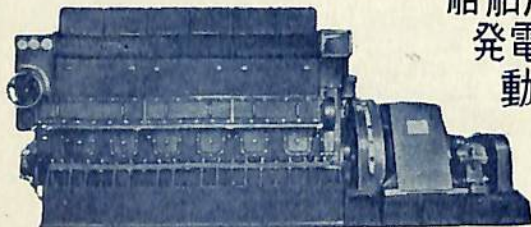
日本電気株式会社

本 店 東京都港区芝三田四丁目2番地
電話東京45局1171(代)5121(代)5221(代)
支所・営業所 大阪・札幌・仙台・金沢
名古屋・広島・福岡・高松

ハンシン ディーゼル



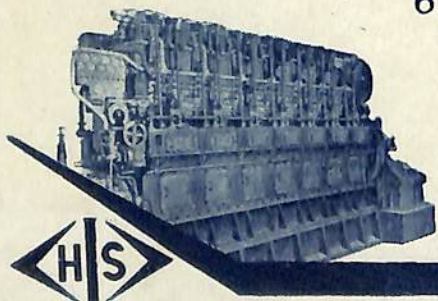
船舶用
発電用
動力用



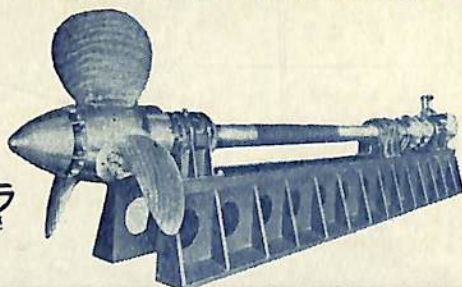
65 ~ 3500HP

阪神内燃機工業株式会社

本社・工場: 神戸市長田区一番町三丁目 TEL: 淡川 (5) 1531 ~ 6
東京支店: 東京都千代田区丸の内丸ビル TEL: 和田倉 (20) 3640 ~ 1
下関出張所: 下関市豊前田町第一ビル TEL: 下関 768



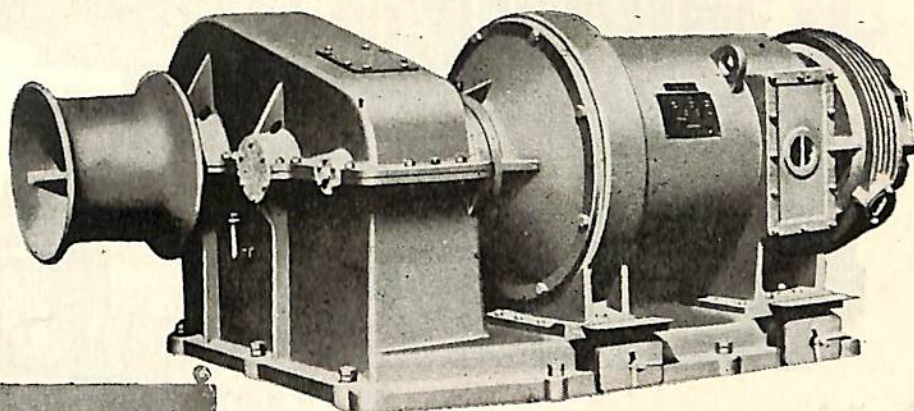
阪神三菱横浜
可変ピッチプロペラ
製造・販売



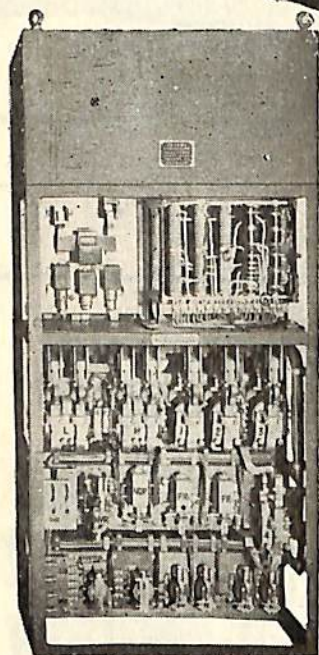
川崎

川崎重工業の船用電気機器

電動甲板補機は古い歴史と新しい
技術を誇る川崎重工業へ



KEW2形 3T×35M 30HP
電動揚貨機



電磁接触器筐

船用電気機器製品種目

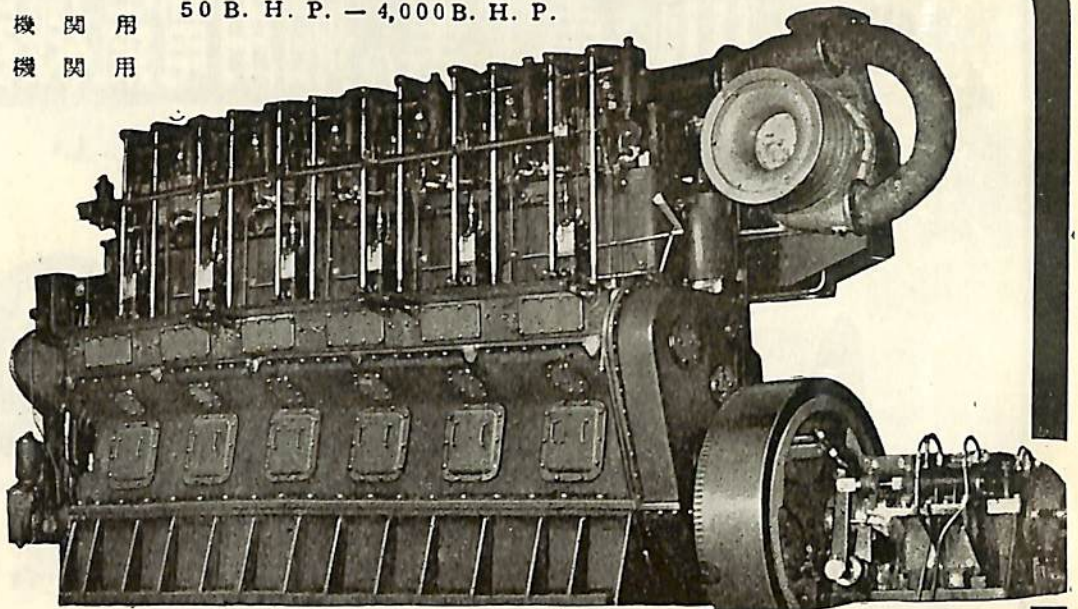
交流発電機、直流電動機、交流電動機、
直流電動機、各種電動甲板補機、
各種送風機、溶接機、電磁滑り接手、
電磁摩擦接手、配電盤、変圧器、
ノーフェーズブレイカー、気中遮断器、
分電箱、SK フェーズ

川崎重工業株式会社

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

AKASAKA DIESEL

船 舶 主 機 関 用 50 B. H. P. - 4,000 B. H. P.
 船 舶 補 機 関 用



創 業
60 年



株式 赤 阪 鉄 工 所

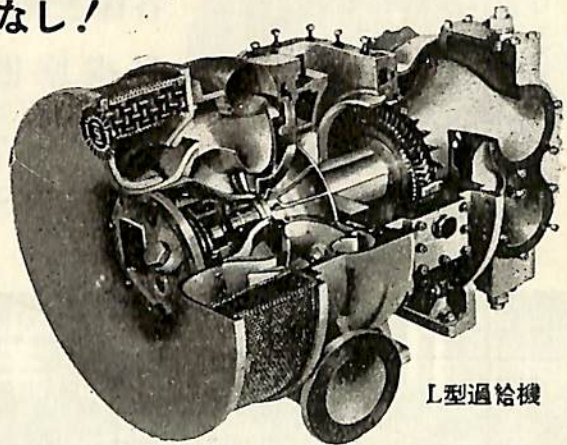
本 社 東 京 都 中 央 区 銀 座 1 の 3 電 話 京 橋 (56) 4902, 4903
 出 張 所 大 阪 市 西 区 奥 美 町 30 電 話 新 町 (53) 3 6 0 2
 工 場 靜 岡 県 焼 津 市 中 392 の 1 電 話 焼 津 2121-2125

過 給 機 四 サイクル・ヂーゼル機関用

外國品に比し... 何等遜色なし!

芝浦タービン過給機の要目表

型式	機関馬力		過給機装備後の機関出力		乾燥重量
	HP		HP		
L 20	180~	230	270~	340	140
L 23	200~	260	300~	390	150
L 24	210~	360	390~	540	210
L 31	360~	550	540~	820	350
L 37	550~	900	820~	1,350	480
L 45	900~	1,400	1,350~	2,100	800
L 55	1,400~	2,000	2,100~	3,000	1,500



L型過給機



石川島芝浦タービン株式会社

本 社 東 京 都 中 央 区 宝 町 1-1 電 話 京 橋 (56) 8736~9
 鶴 見 工 場 横 濱 市 鶴 見 区 末 広 町 2-4 電 話 鶴 見 5131~5

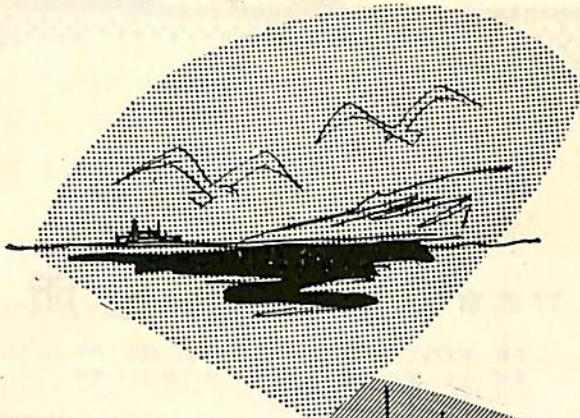
技 術 資 料 提 供
 是 非 御 照 会 乞 う



快適な船旅にソフトな床材

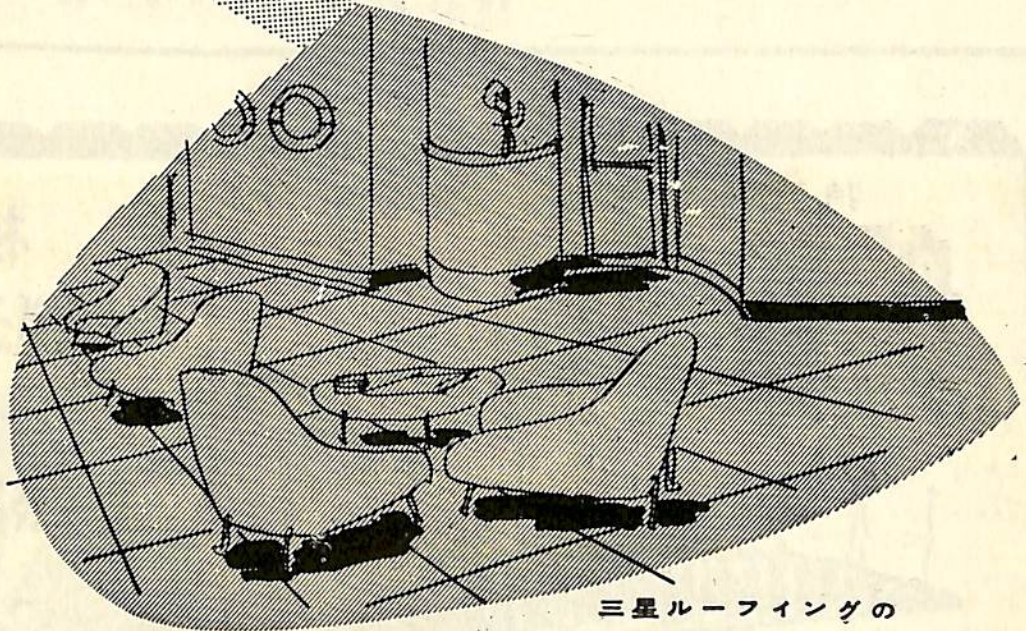
高級弾性床タイル

三星ソフトタイル



三星ソフトタイルは柔軟で、
弾性に富み感触が非常によく
美しい色調が16種以上用意し
てあります。

磨擦に強く褪色せず他の床材
の何れよりも水持ちします。



三星ルーフィングの

田島応用化工株式会社

東京・東京都足立区小台町633 TEL 王子(91)代1181
大阪・大阪市西区京町堀上通1-14 TEL 土佐堀(44)代809

ニイガタ

NIIGATA

造船



客船・貨物船・貨客船
漁船・艦艇・巡視船
浚渫船・特殊船等
化学機械及び装置・鉄構物



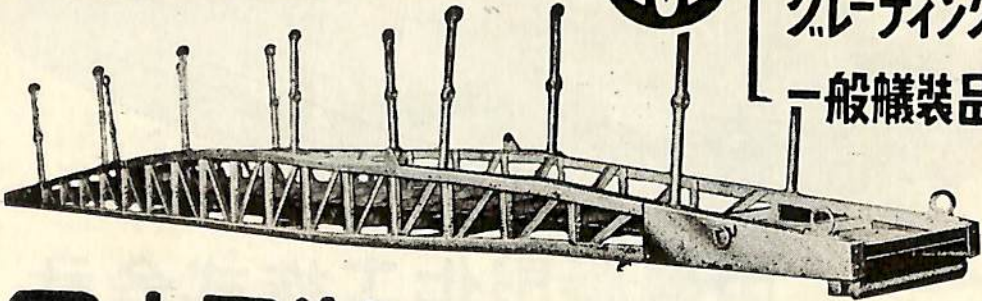
株式會社 新潟鐵工所

本社 東京都千代田区九段1-6 電話(33)8391・8491
支社 大阪・新潟 営業所 名古屋・札幌・下関・福岡・焼津

特殊輕合金製

船舶部品

舷梯
岸壁梯子
クレーンク
一般機装品



日本アルミニウム工業株式會社

大阪市東淀川区西宮原町三丁目七〇番地
東京支店 東京都中央区日本橋通三丁目七番地

船舶

第 31 卷 第 6 号

昭和 33 年 6 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

超大型船と溶接その他 福田 烈... (591)

厚鋼板の自動溶接における諸問題 吉田俊夫・大庭 浩... (595)

船体ブロック現場継手の溶接による収縮と拘束度について 渡 辺 正 紀... (605)

最近における溶接棒の発達 永井信雄・木村義雄... (610)

感電事故とその防止対策 柴 柳 徹 郎... (616)

船用減速歯車について (續) 石 川 二 郎... (621)

ブロック接手について 武藤昌太郎・小田道隆... (626)

船用有機減速原子炉 ROLPH J. GIMERA... (639)

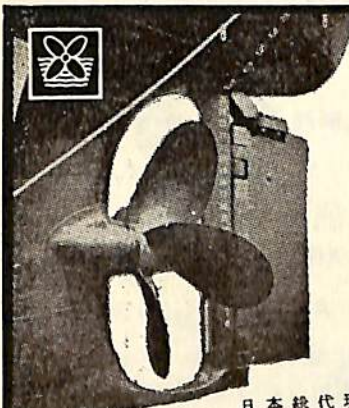
〔水槽試験資料 90〕 シエル・フォーの抵抗試験 船舶編集室... (650)

鋼船建造状況月報 (昭和33年 4 月) 船舶局造船課... (653)

〔特許解説〕・海上工事船・船舶繫船用ウインチ・浮囊いかだ
・渡瀬船のスバット 飯 沼 義 彦... (655)

写 真 進 水—☆ おせあにあ丸 ☆ 日 尚 丸 ☆ ESSO PERU ☆ MARITITA ☆ 高 育 丸
☆ 賀 茂 丸 ☆ 神 宝 丸 ☆ 崎 島 丸 ☆ ね ぼ だ 丸 ☆ ころんぼ丸
☆ 国 榮 丸

竣 工—☆ FENIX ☆ VENTURE ☆ LEIKANGER ☆ 明 祥 丸 ☆ 彦 金 丸
☆ 邦 強 丸 ☆ 上 海 丸 ☆ かんべら丸 ☆ 徳 和 丸 ☆ かるかつた丸
☆ 鹿 島 丸 ☆ 高 京 丸



**SCIMITAR
NICALIUM
PROPELLERS**

英国 MANGANES BRONZE & BRASS CO. LTD
日本総代理店

ニカリウムは船のプロペラー用合金の改良品で、腐蝕、侵蝕に強くその優れた機械的性質、腐蝕疲労に対する抵抗、密度の小さなことはブレードが薄くなり高性能で、慣性モーメントを小さくする利点あり

最高水準を行く船舶用熱管理資材

ブリックシール*バンゴ*モルタル*サービロン*バスコート S
インシュラグ*パネラグ*エキジット助燃剤*コードボンド
バード*アーチャー*ボイラー*ウォーター*トリートメント
ジャロコ*レモート*コントロール油槽 船身遠隔開閉装置

DIMETCOTE NO. 3 (米国 AMERCOAT CORP. 日本総代理店)

タイムットコート 3 は 100% の無機性亜鉛塗料で、施工はなんの危険もなく、1 回塗をキュアリング液で焼き付け、どんな鋼鉄表面にも化学的、物理的に結合して、丁度現場で厚い亜鉛鍍金をしたと同じ金属表面を作って、各種タンクの永久的保護をする新しいライニングです。

日本総代理店
米国 XZIT CO. QUIGLEY CO. BIRD-ARCHER CO. CORDOBOND CO. JAROCO ENGINEERING CO.

横浜市 中区 尾上町 5 80
神奈川県 中小企業会館 39 号室

井上商会

電話 (8) 4022, 4023
5141 (交換)

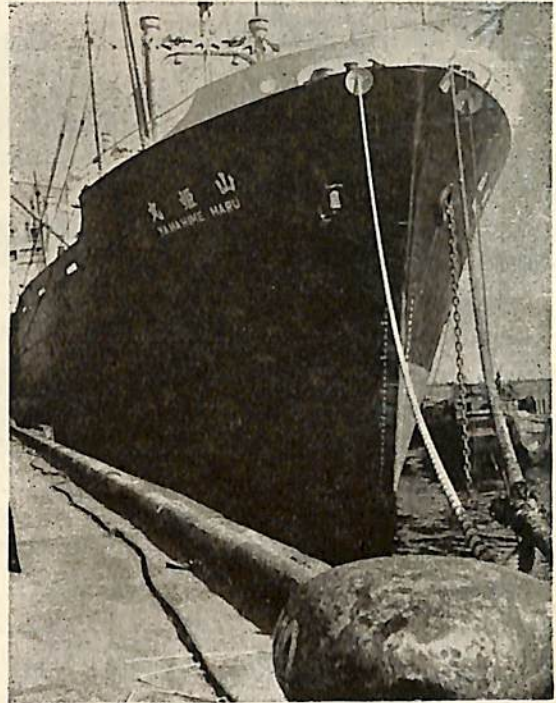
新時代の先端を行く

純国産合成繊維
倉敷ビニロン

サレモサ

ロープ

運輸省・NK認定
クレモナ・ロープ1号
クレモナ・ロープ5号



ハッチカバー

倉敷ビニロンクレモナ帆布

運輸省型式承認番号

1号	.....	第902号	)	甲種
2号	.....	第903号	)	乙種
3号	.....	第906号	)	乙種
5006号	.....	第904号	)	甲種
5008号	.....	第905号	)	甲種
5010号	.....	第907号	)	乙種



特長

1. 破断強力、摩耗強力が極めて強い。
2. 海水、油、バクテリア等に侵されず、強力が持続する。
3. 軽くて運搬に便利。乾きが早く、水排けがよい。
4. 耐酸、耐アルカリ性が強く、腐らない。
5. 紫外線に強く耐候性がよい。



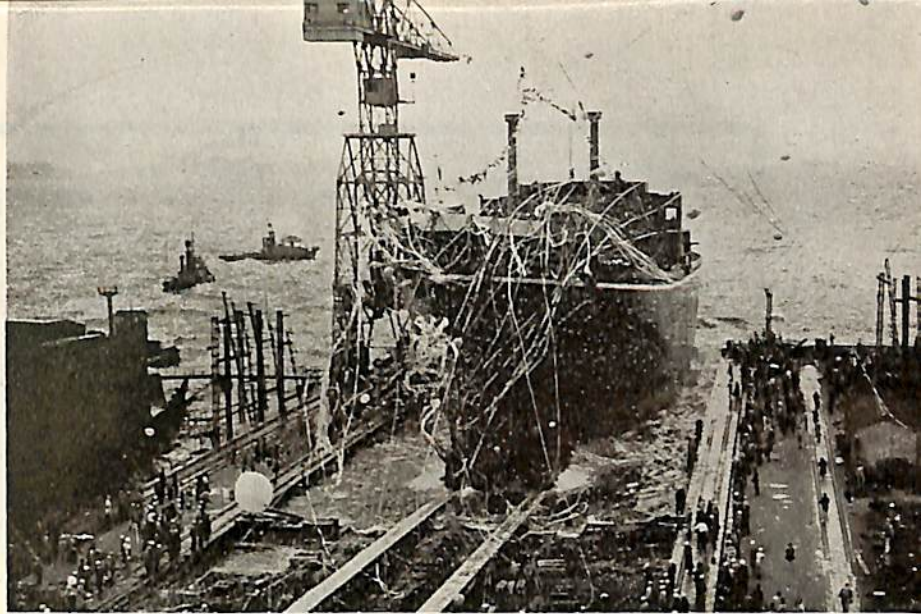
倉敷レイヨン株式会社

おせあにあ丸

船主 三菱海運株式会社

造船所 三菱造船・広島造船所

長(垂) 140.00 m 幅(型) 19.40 m
 深(型) 12.20 m 吃水 8.75 m
 総噸数 約 9,250 噸 載貨重量 約
 11,650 噸 速力 約 19 ノット
 主機 三菱長崎 6 UECディーゼル機関
 1 基 出力 8,500 BHP 起工
 32-12-24 進水 33-4-21

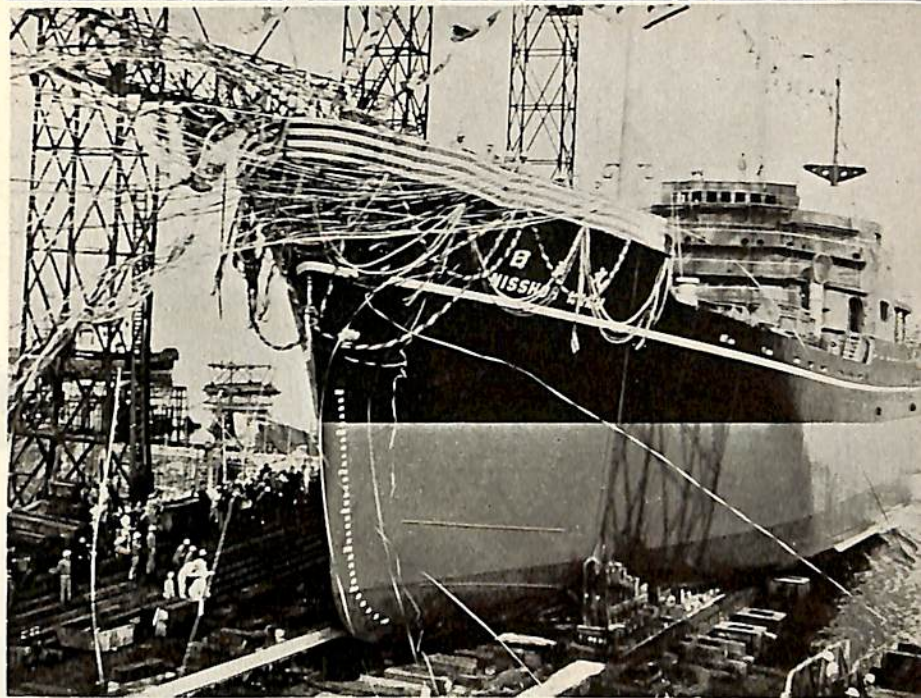


日尚丸

船主 上地汽船株式会社

造船所 株式会社 呉造船所

全長 104.60 m 長(垂) 98.00 m
 幅(型) 15.00 m 深(型) 7.75 m
 吃水 6.40 m 総噸数 約 3,400 噸
 載貨重量 約 5,300 噸 速力 約 11.3
 ノット 主機 阪神単動 4 サイクル
 過給型ディーゼル機関 (28TS型) 1 基
 出力 2,400 BHP 船級 NK 起工
 33-2-6 進水 33-4-16



8

つの

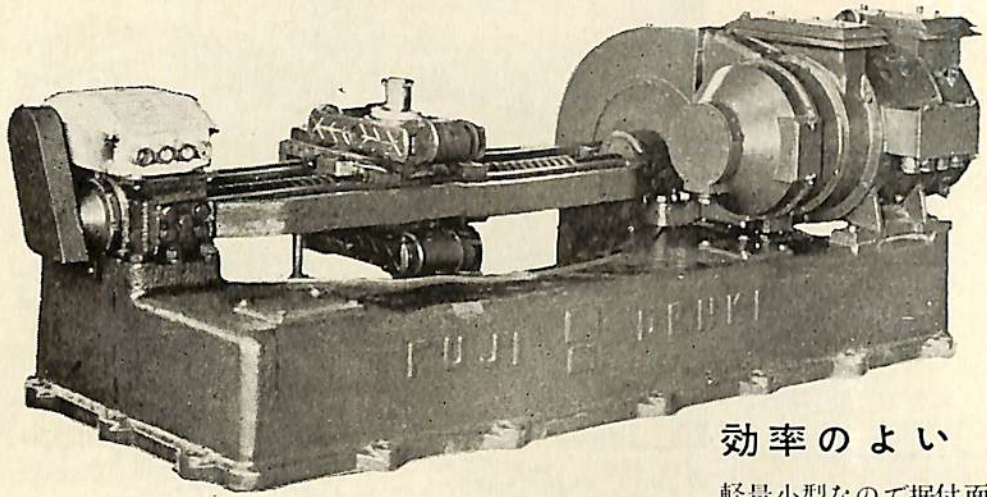
船舶塗料

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

大阪市大淀区浦江北4
 東京都品川区南品川4



日本ペイント



効率のよい

軽量小型なので据付面積も小さく据付が容易です

富士電機製造株式会社
東京都千代田区丸の内2の6



富士

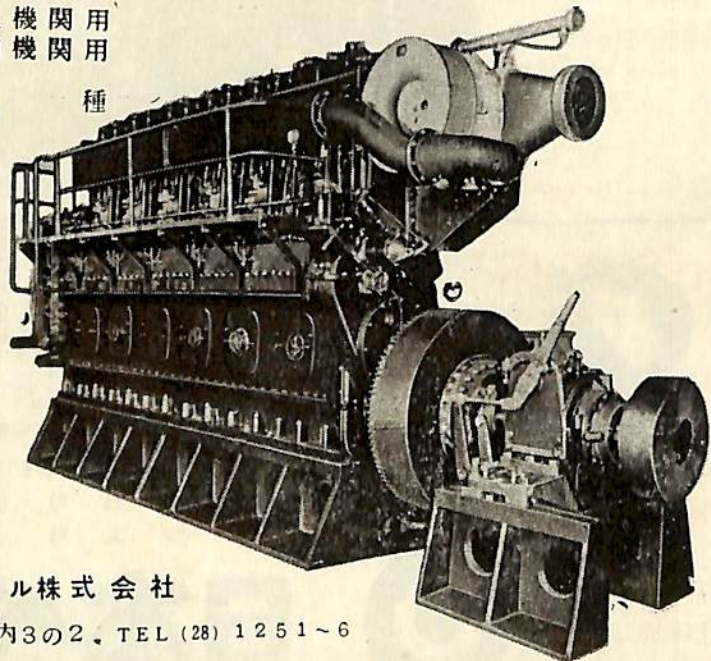
捻子捧式

舵取機

ディーゼル機関

50HP~2500HP

船舶	主機関用
	補機関用
陸用	各種



富士ディーゼル株式会社

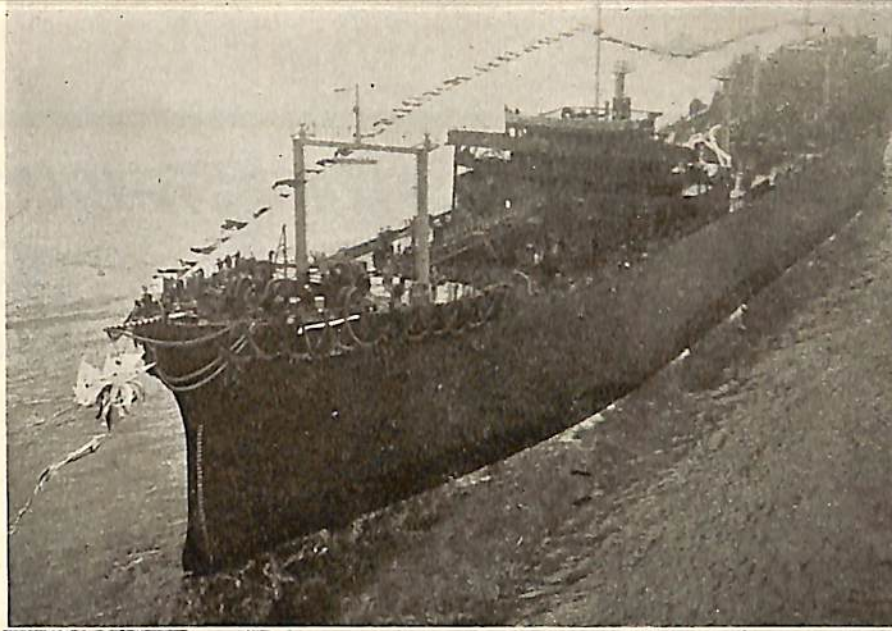
東京都千代田区丸の内3の2、TEL (28) 1251~6

ESSO PERU

船主 PANAMA TRANSPORT COMPANY.

造船所 三菱造船・長崎造船所

長(垂) 660 呎 幅(型) 90 呎
深(型) 47 呎 吃水 約 35.1 ¹³/₁₆ 呎
総噸数 約 23,000 噸 載貨重量 35,550
噸 速力 16.5 ノット 主機
三菱エッシャウイス型タービン 1 基
出力 17,600 SHP 起工 32-12-28
進水 33-4-23

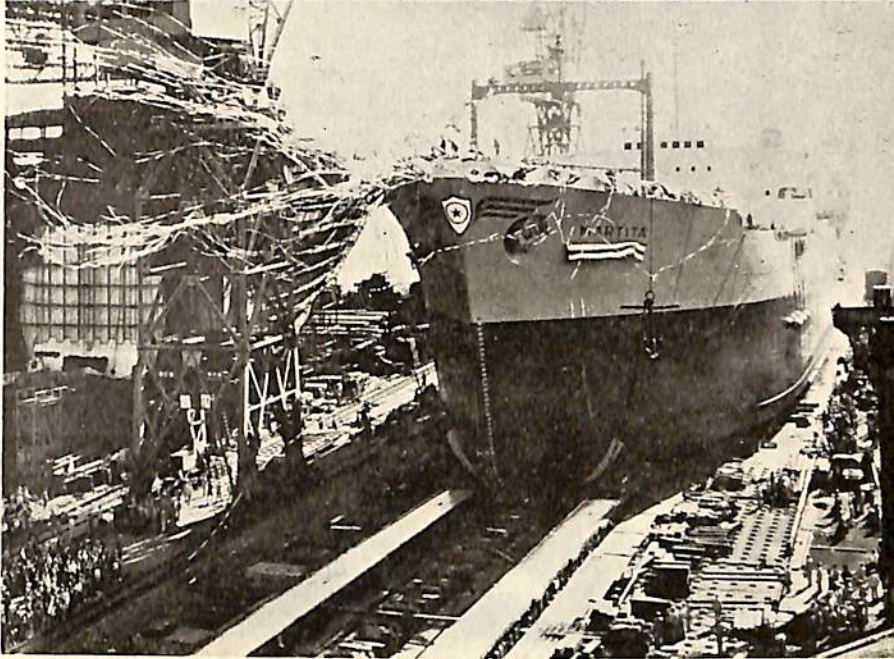


MARITITA

船主 OCEAN OIL CARRIERS INC.

造船所 川崎重工業株式会社

全長 216.39 m 長(垂) 205.00 m
幅(型) 28.20 m 深(型) 14.80 m
吃水 約 11.102 m 総噸数 約 24,700
噸 載貨重量 約 38,750 噸 速力
約 17 ノット 主機 川崎式二段減
速装置付衝動タービン 1 基 出力
16,500 SHP 船級 LR 起工 32-12-
14 進水 33-5-6 竣工 33-6 末
予定



大日本塗料

特許防錆塗料

ズボイド

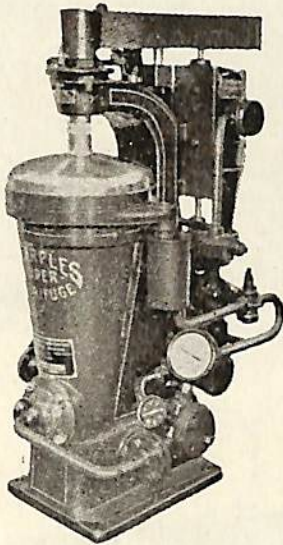


本社 大阪市此花区西野下之町 38
支店営業所 東京.札幌.仙台.名古屋.神戸.広島.福岡
工場 大阪.横浜.茅ヶ崎.平塚

型録進呈

バンカーオイルを常用するディーゼル船に.....

新型 シャープレス油清浄機



処理能力 (L/H)

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

米国シャープレス・コーポレーション日本総代理店

セントリフューガス・リミテッド日本総代理店

巴工業株式会社

本社 東京都中央区銀座1の6(皆川ビル内)

電話 京橋(56) 8681(代表), 8682-5

神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル内) 電話三宮(3) 0288-9

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

60余機種 of デーゼルエンジンを作る日本唯一の専門メーカー

ヤンマーディーゼル

船舶補機用.....

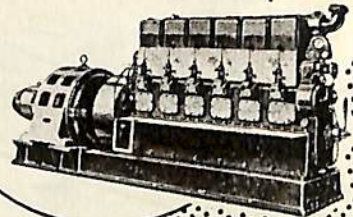
船舶補機用 2.5~600馬力まで各種
一般動力用

伝統ある歴史と優れた品質を誇るヤンマーディーゼルは、性能、経済性、耐久力に定評があり最も信頼性のあるエンジンとして船舶主機補機用として広く利用されています。

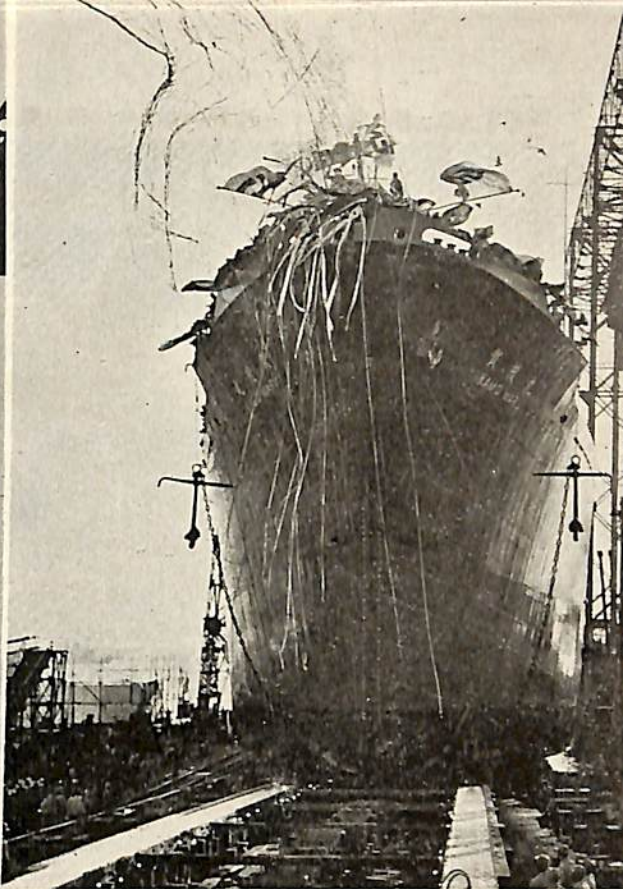
日本工業規格
合格製品



6MSL
×150K・V・A



本社 大阪市北区茶屋町62番地
支店 東京・福岡・札幌
出張所 金沢・岡山・旭川・別府



高 育 丸

船 主 大同海運株式会社
造 船 所 浦賀船渠株式会社

長(垂) 136.00 m 幅(型) 18.90 m 深(型) 11.85 m
吃水 約 8.85 m 総噸数 8,600 噸 載貨重量 12,630 噸
速力 航海 13.50 ノット 最高 16.25 ノット 主機
浦賀ズルザー6 SAD 72ターボチャージドディーゼル機関
1 基 出力 5,400 BHP × 125 RPM 船級 NK
進水 33-4-29

賀 茂 丸

船 主 日鉄汽船株式会社
造 船 所 川崎重工工業株式会社

全長 142.90 m 長(垂) 132.44 m 幅(型) 18.20 m
深(型) 11.70 m 吃水 8.20 m 総噸数 約 8,100 噸
載貨重量 約 11,110 噸 速力 約 14.9 ノット 主機
川崎MAN K 6 Z⁷⁰/120 C型ディーゼル機関(過給機付)
1 基 出力 5,200 BHP 船級 NK 起工 33-12-23
進水 33-4-5 竣工 33-6 予定



性能の良いエンジンは
山王のパッキン剤から

不乾性パッキン剤
(サンボンド)

工業用接着剤
(ビタリック)



特 許 山王印液体パッキン剤
(ヘルメチック・サタイト)

用途……陸 船内燃機・車 両・船 舶・工作機械・油圧機・その他

創業30年

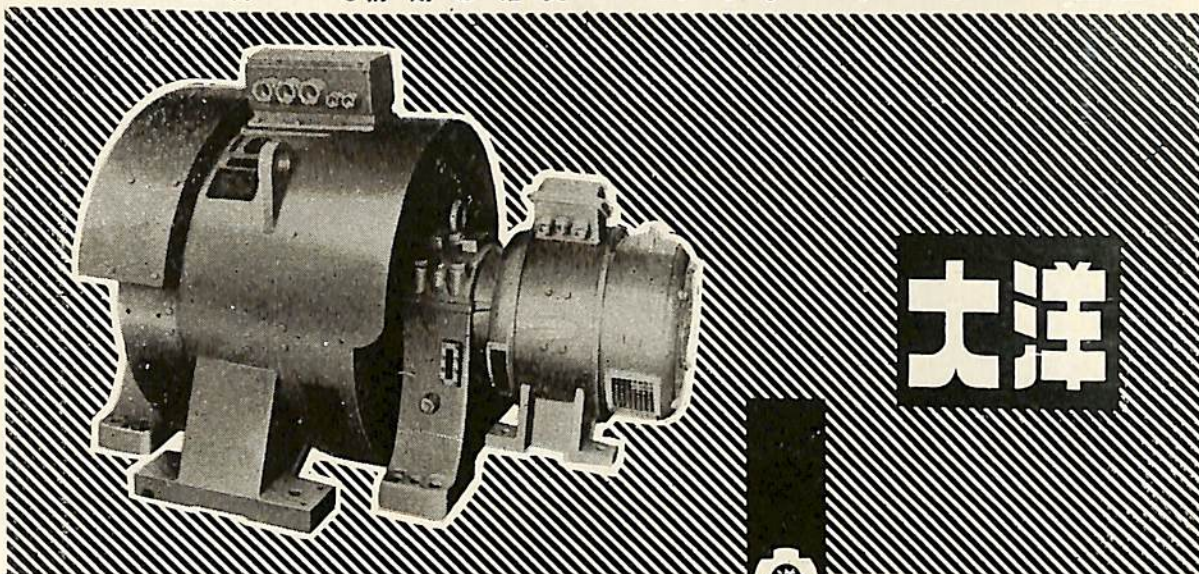
山王工業株式会社

本 社 東京都新宿区戸塚町2-129 電話東京(36)0236~0238番
工 場 東京都豊島区高田南町3-702 電話東京(97)3498番
主要代理店 神戸 (株)岡村商会・大阪 大鹿商店・門司 三洋商事(株)・長崎 (株)橋本商会

○優秀な技術

○納期の確実

○アフターサービスの完璧



大洋

大洋電機株式会社

取締役社長 山田 澤 三

本社 東京都千代田区神田錦町3の16 TEL東京(29)5916~9
 工場 岐阜県羽島郡笠松町如月町18 TEL笠松2181~4
 出張所 下関 札幌 函館

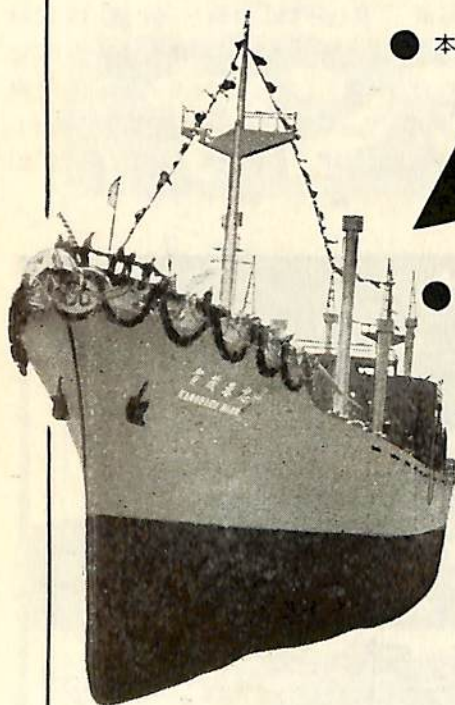


交流・直流

発電
電管
管制
配
その他・特殊機器

電動
制御
電
盤

機
器
器
盤



● 本邦唯一の高周波接着によるランバーコア合板

カタログ
進呈

レイボード

● 特徴

反りや曲りが少ない・表面平滑・木口美麗・加工容易・軽量・乾燥完全

● 造船用間仕切りフローリングに最適

△ 株式会社 新宮商行

支店 東京都中央区日本橋通1-6 北海ビル6階電話(28)2136-9
 本社 小樽市稲穂町 工場 小樽市銭函町

特約店申込受付中



進水用



神 宝 丸

船 主 栗林商船株式会社
造 船 所 浦賀船渠株式会社

長(垂) 98.00 m 幅(型) 15.00 m 深(型) 8.10 m
吃水 6.50 m 総噸数 約 3.400 噸 載貨重量
約 5.000 噸 速力航海 11.75 ノット 最高 13.75
ノット 主機 浦賀ズルザ-6 TAD 48ターボ-チャー
ジドディーゼル機関 1基 出力 2,280 BHP × 225
RPM 船級 NK 進 水 33 4-19

崎 島 丸

船 主 飯野海運株式会社
造 船 所 飯野重工業株式会社

全長 約 139.60 m 長(垂) 130.00 m 幅(型) 18.30 m
深(垂) 11.40 m 吃水 8.53 m 総噸数 約 7,900 噸
載貨重量 約 11,110 噸 速力航海 13.5 ノット
最高 16.0 ノット 主機 2 サイクル単動無気噴油ク
ロスヘッド型飯野ズルザ-7 SD72型船用ディーゼル機関
1基 出力 5,000 BHP 船 級 NK
進 水 33-3-13



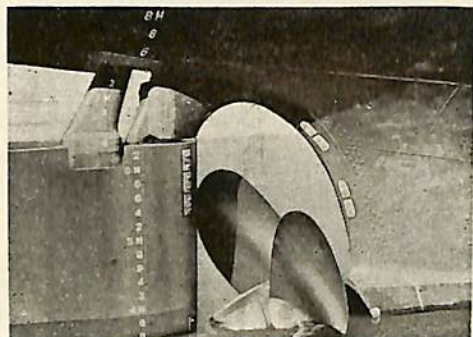
株式會社 吳 造 船 所

取締役社長 住 田 正 一

東京本社 東京都千代田区丸ノ内1丁目1地番 一鐵鋼ビル内
電話 東京 (20) 1916 (代)
神戸事務所 神戸市生田区浪花町64番地 三の宮電々ビル内
電話 神戸 (3) 3776
吳造船所 吳市昭和通2丁目1番地
電話 吳 (2) 5171 (代)

防蝕界の革命

鉄の腐蝕は完全に
防げます!!



ZAP-A

亜鉛・アルミニウム防蝕用合金陽極

ZAP

ZAP-B

ZAPの適用範囲

各種船舶の船底、推水器軸、船内のバラストタンク
重油タンク、軸流ポンプ標、繫留ブイ、浮ドック
港湾施設（鋼矢板岸壁、水門扉、閘門、浅橋）



三井金属鉱業株式会社

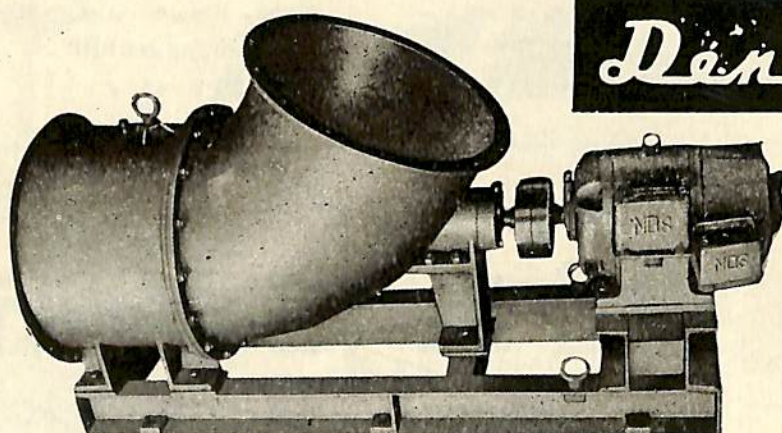
東京都中央区日本橋室町2の1 電話日本橋 (24) 4101~9

(カタログ呈上誌名)
記入御申込下さい

施工 中川防蝕工業株式会社

東京都千代田区丸の内(丸ビル)
電話 和田倉 (20) 2842,4438

船用電動送風機は



Dansei

(軸流型電動送風機)

本社 東京都墨田区寺島町3丁目39番地

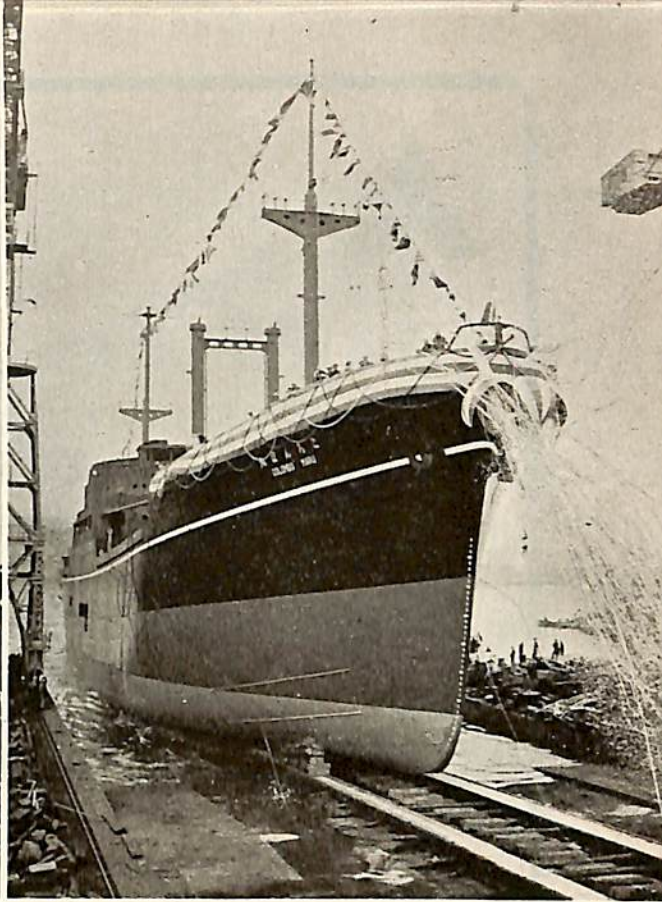
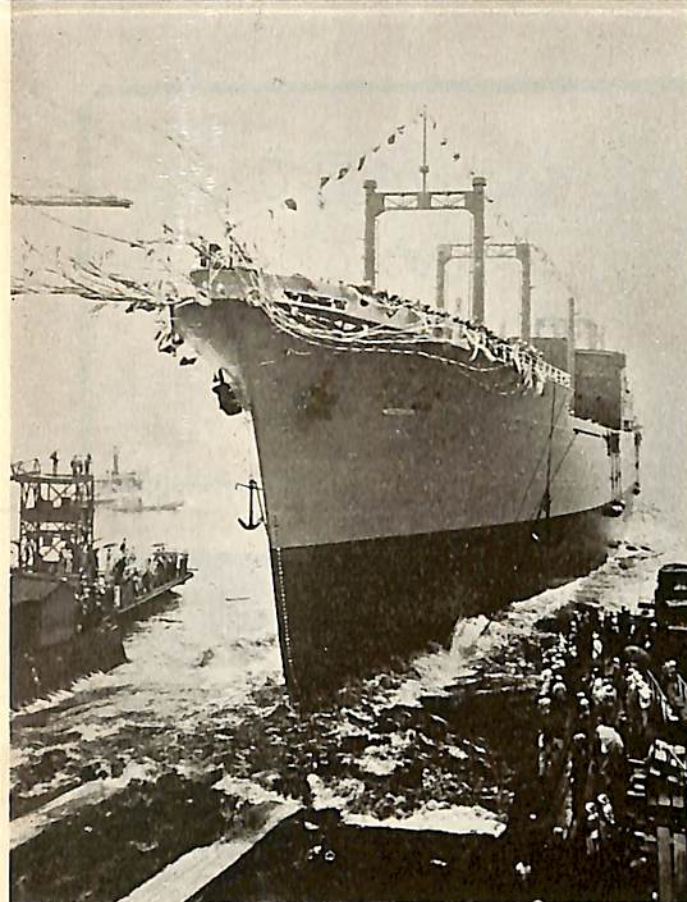
TEL 墨田 (611) 4111~9

工場 墨田区 台東区

営業所 大阪 名古屋 札幌



日本電氣精器株式会社



ね ば だ 丸

船 主 川崎汽船株式会社
造 船 所 川崎重工業株式会社

全長 162.38 m 長(垂) 150.30 m 幅(型) 20.50 m
深(型) 12.90 m 吃水 約 9.35 m 総噸数 約 10,000噸
載貨重量 約 13,300 噸 速力 20.5 ノット 主 機
川崎 MAN "K9Z" 78/140 C 単動 2 サイクルクロス
ヘット型過給機付ディーゼル機関 1 基
出力 11,500 BHP 船級 NK 起工 32-10-8
進 水 33-3-22 竣 工 33 5 予定

こ ろ ん ぼ 丸

船 主 関西汽船株式会社
造 船 所 佐野安船渠株式会社

全長 122.70 m 長(垂) 115.00 m 幅(型) 16.30 m
深(型) 9.25 m 吃水 7.50 m 総噸数 約 4,995 噸
載貨重量 約 7,750 噸 速力 15.5 ノット 主 機
三井 B&W ディーゼル機関 1 基 出力 3,480 BHP
船級 NK 起工 32-12-27 進水 33-3-25
竣工 33-5 予定

重 油 炭 添加剤

P.C.C.

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

製 造 品 目

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

P.C.C. NO.1000 エマルジョンプレーカー
防 錆 剤 「ラ ス ト リ ン」
コ ー キ ン グ 材 「フ ァ イ ン コ ー ク」
(船 舶 用 高 級 充 填 剤)

日 本 添 加 剤 工 業 株 式 会 社

本 社 工 場 東 京 都 板 橋 区 志 村 前 野 町 8 8 4 番 地 電 話 東 京 (96) 1738・7737 番
営 業 所 東 京 都 千 代 田 区 神 田 旭 町 2 番 地 (大 薈 ビル) 電 話 東 京 (25) 8376・9136 (代 表), 7910 (直 通)
支 店 大 阪 市 西 区 江 戸 堀 北 通 1 丁 目 10 番 地 (日 々 會 館 ビル) 電 話 大 阪 (44) 5 5 5 1 ~ 5 番
荷 置 場 横 浜, 神 戸, 広 島, 下 関, 若 松



わが国で
初めて
運輸省
型式承認

された…

もつとも重要な船舶用法定備品として国家検査の対象となる救命器具は種類も多種多様であります。当社は近代化学の粋を集めた合成ゴム布製、三菱救命具を製造し、その動作の确实・簡単・軽量・格納容積の僅少・大浮力・長期連続使用可能など、すぐれた特性は各方面に絶大な好評と信頼を得ています。



MT-10型 (運輸省型式承認第909号)・MT-15型 (" 第910号)
MX-9型 (" 第911号)・MT-20型 (" 第947号)



MT-20型 膨脹救命筏

膨脹型三菱救命具

型 式	MT-20型	MT-15型	MT-10型	MX-9型
定 員 (運輸省令救命具 試験規程に準ず る定員※)	20人	15人	10人	9人
充気時				
外部直径	約3.8m (正14角形)	約3.4m (正13角形)	約2.9m (正10角形)	約2.6m (正11角形)
内部直径	約3.1m (外接円)	約2.7m (外接円)	約2.3m (外接円)	約2.0m (外接円)
空気室直径	0.36m × 2重	0.36m × 2重	0.3m × 2重	0.3m × 2重
折 疊 容 積	0.6φ × 0.9m	0.5φ × 0.95m	0.5φ × 0.9m	0.45φ × 0.8m
板 面 積	7.55m ²	5.6m ²	4.1m ²	3.7m ²
全 重 量 (含備品)	72kg	51kg	40kg	35kg
浮 力	2,500kg以上	2,500kg以上	2,000kg以上	2,000kg以上

三菱電機株式会社

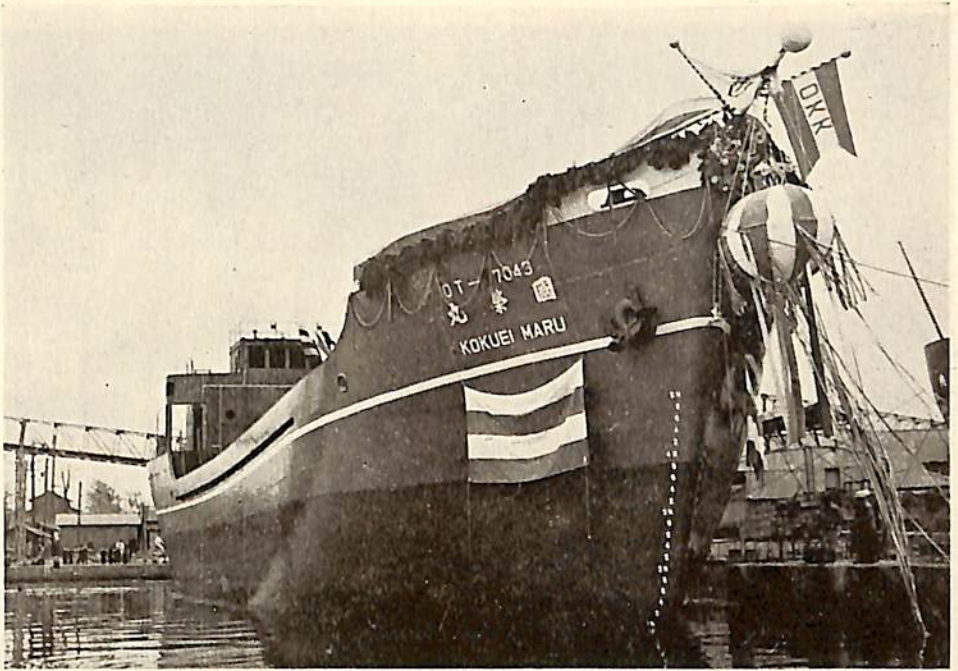
※ [救命試験規程第3章より抜粋]

第33条 救命筏の定員は該救命筏の甲板面平方メートル数を0.372にて除したる数、および浮体の全容積立方センチメートル数を85にて除したる数のいすれか小なるものを超えることをえす。

国 栄 丸

船 主
沖縄汽船株式会社

造船所
日本海重工業株式会社

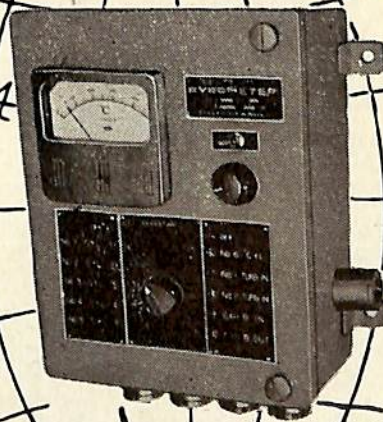


長	(垂)	57 700 m	主	機	阪神内燃機製 ディーゼル 機関
幅	(型)	10.00 m			1 基
深	(型)	4.70 m	出	力	1,200 BHP
吃	水	4.20 m	船	級	N K
総	噸 数	800 噸	起	工	33-1-16
載	貨 重 量	1,200 噸	進	水	33-4-27
速	力	約 11ノット	竣	工	33-6-中旬予定

熱電補償温度計

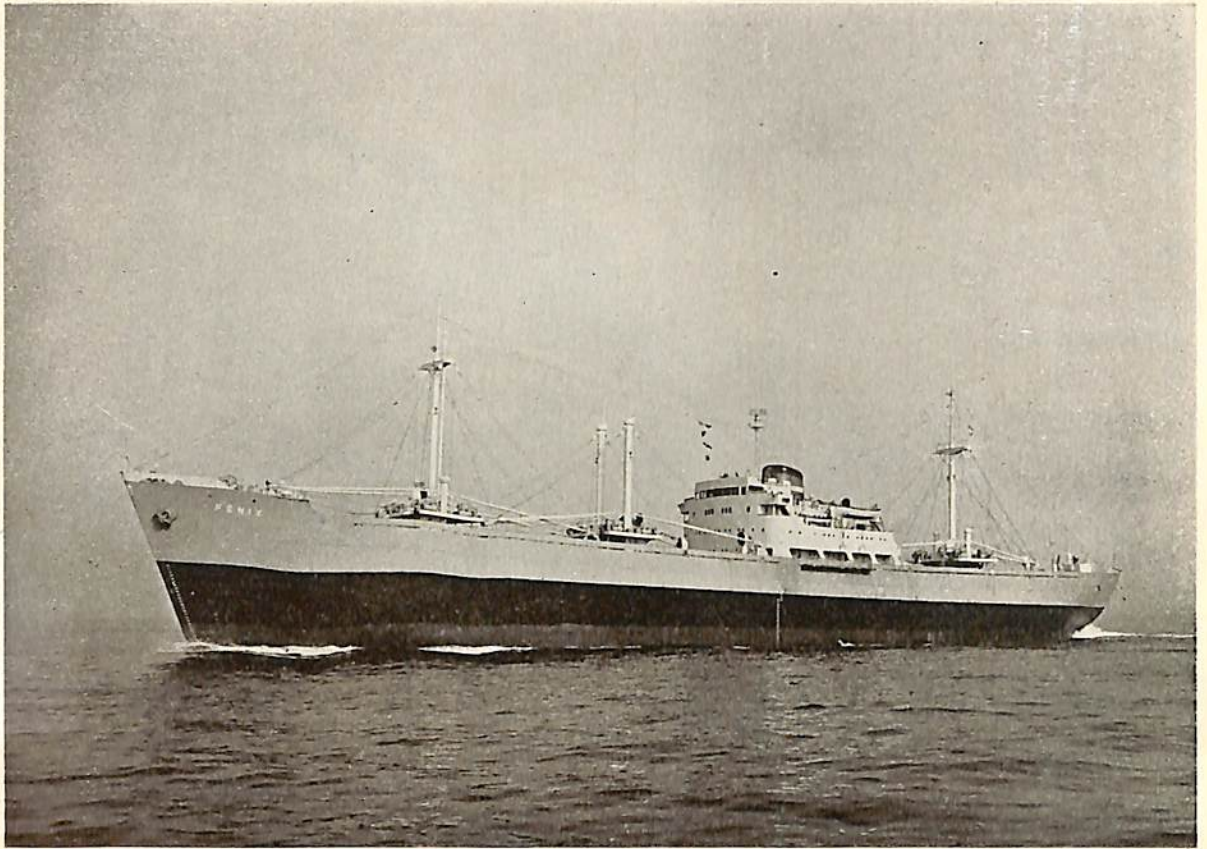
主 機 械 の 用
主 汽 罐 の 用
高 温 測 定

耐 振 型
精 度 高 く
補 償 導 線 不 要

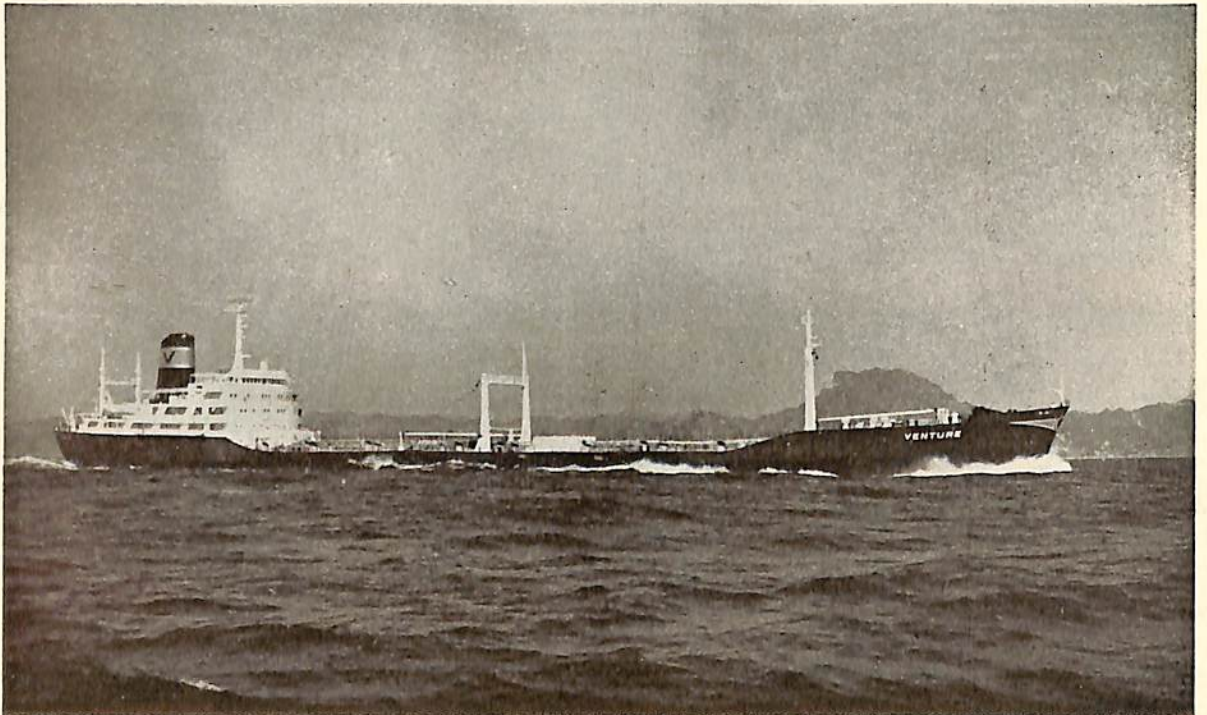


理化電機工業K.K.

田黒区唐ヶ崎町625 TEL(712)局3171-3174



FENIX

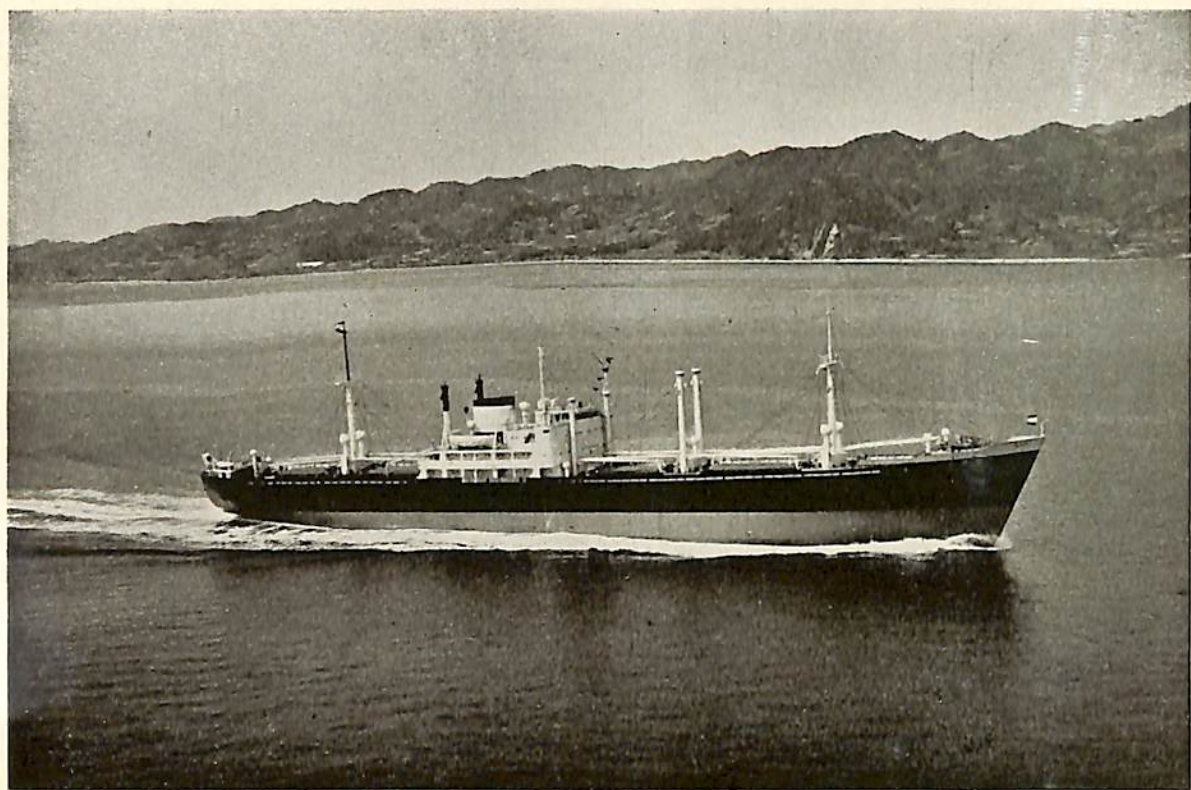


VENTURE

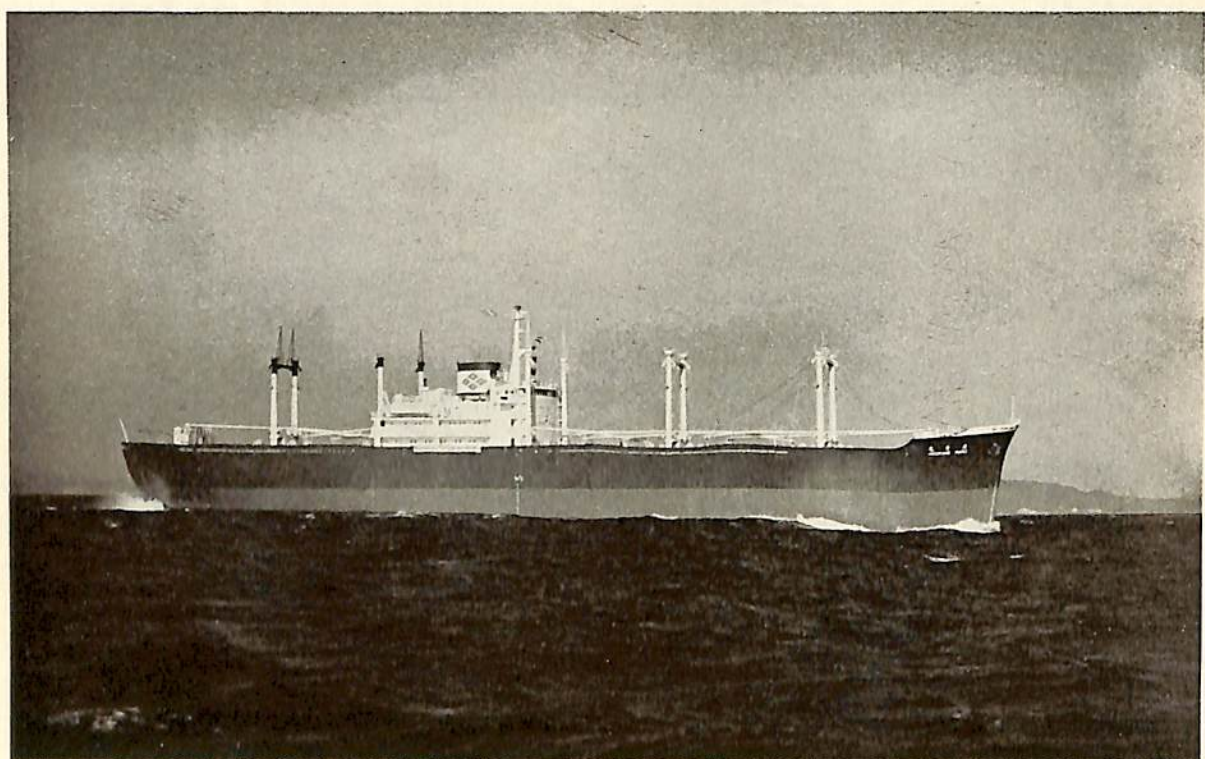


LEIKANGER

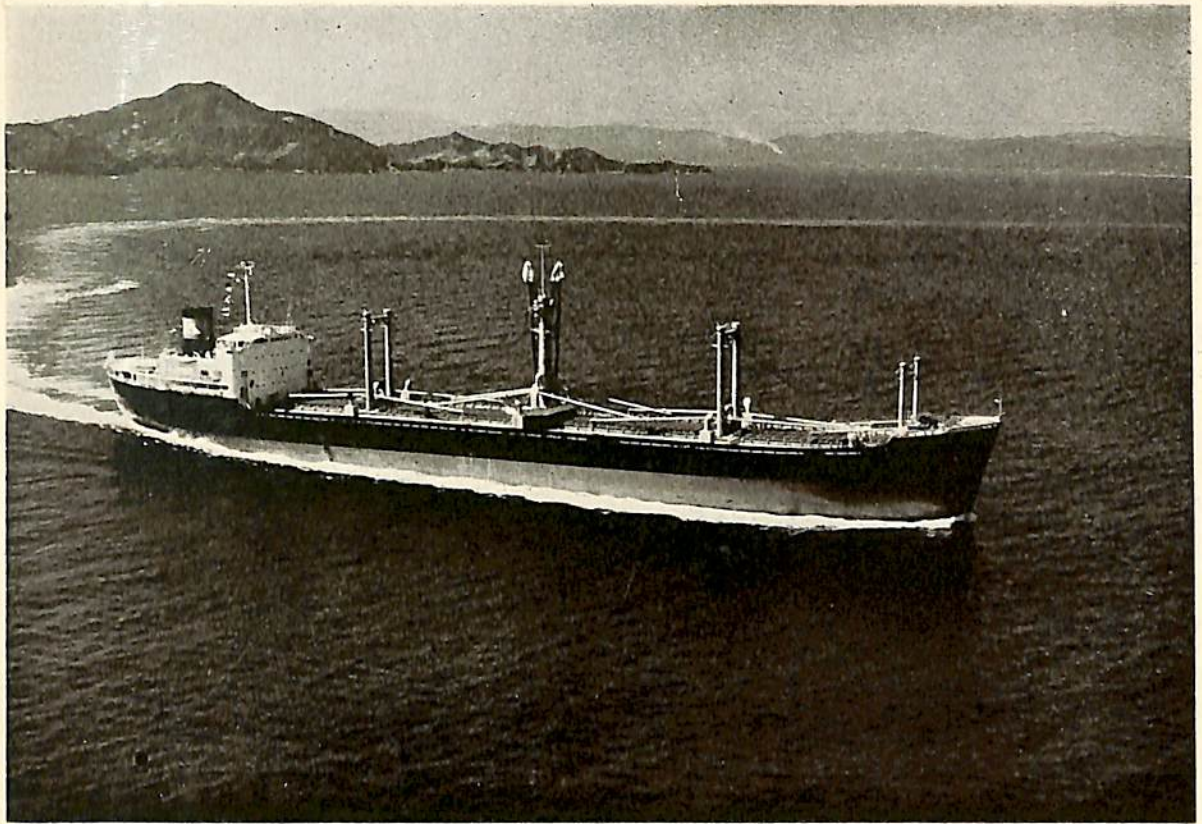
船名	F E N I X	V E N T U R E	LEIKANGER
要目			
全長	約 148.50 m	177.558 m	170.70 m
長 (垂)	138.50 m	168.000 m	161.50 m
幅 (型)	19.30 m	22.000 m	21.85 m
深 (型)	12.55 m	12.300 m	12.20 m
吃水	9.27 m		9.45 m
総噸数	約 9,350 噸	13,487.75 噸	約 13,450 噸
載貨重量	約 14,200 噸	21,248.60 噸	約 19,500 噸
速力	16.6ノット	16.32ノット	約 15.5ノット
主機	三菱神戸ズルツァー2サイクル単動ディーゼル機 関7SD72型 1基	タービン	浦賀王島ズルザー "7RS A76" スーパーチャージ ドディーゼル機関 1基
出力	5,300 BHP×130RPM	9,300 SHP	9,100 BHP
船級	L R	L R	N V
起工		32-8-1	32-5-29
進水	33-2-22	33-1-18	32-10-12
竣工	33-5-15	33-4-8	33-2-5
船主	PHOENIX COMPANIA DE NAVEGACION S. A.	TANKER VENTERS, S. A, LIBERIA.	MESSRS WESTFAI- LARSEN & CO. A/S
造船所	新三菱重工業・神戸造船所	浦賀船渠株式会社	名古屋造船株式会社



明 祥 丸



彦 金 丸



丸 強 邦

船名		明 祥 丸	彦 金 丸	邦 強 丸
要 目				
全 長		147.472 m	146.00 m	161.20 m
長 (垂)		137.450 m	136.00 m	153.00 m
幅 (型)		18.900 m	18.90 m	22.40 m
深 (型)		11.735 m	11.85 m	12.50 m
吃 水		8.550 m		8.90 m
総 噸 数		約 8.600 噸	8,528.75 噸	約 10.500 噸
載 貨 重 量		約 12,650 噸	12,996.60 噸	約 17,000 噸
速 力		約 16.5 ノット	16.69 ノット	13.5 ノット
主 機		三井 B&W ターボチャージドディーゼル機関662-VTBF-140 1基	6 SAD 72ディーゼル機関 1基	川崎マン単働2衝程クロスヘッド排気ターボ過給型ディーゼル(K 8Z ⁷³ / ₁₂₀ C型) 1基
出 力		5,400 BHP × 135 RPM	5,400 BHP	7,200 BHP
船 級		NK, LR	N K	N K
起 工		32-4-23	32-10-9	32-11-9
進 水		32-12-11	33-2-4	33-2-3
竣 工		33-4-4	33-4-17	33-4-5
船 主		明治海運株式会社	中野汽船株式会社	日邦汽船株式会社
造 船 所		株式会社藤永田造船所	浦賀船渠株式会社	株式会社・呉造船所



上 海 丸

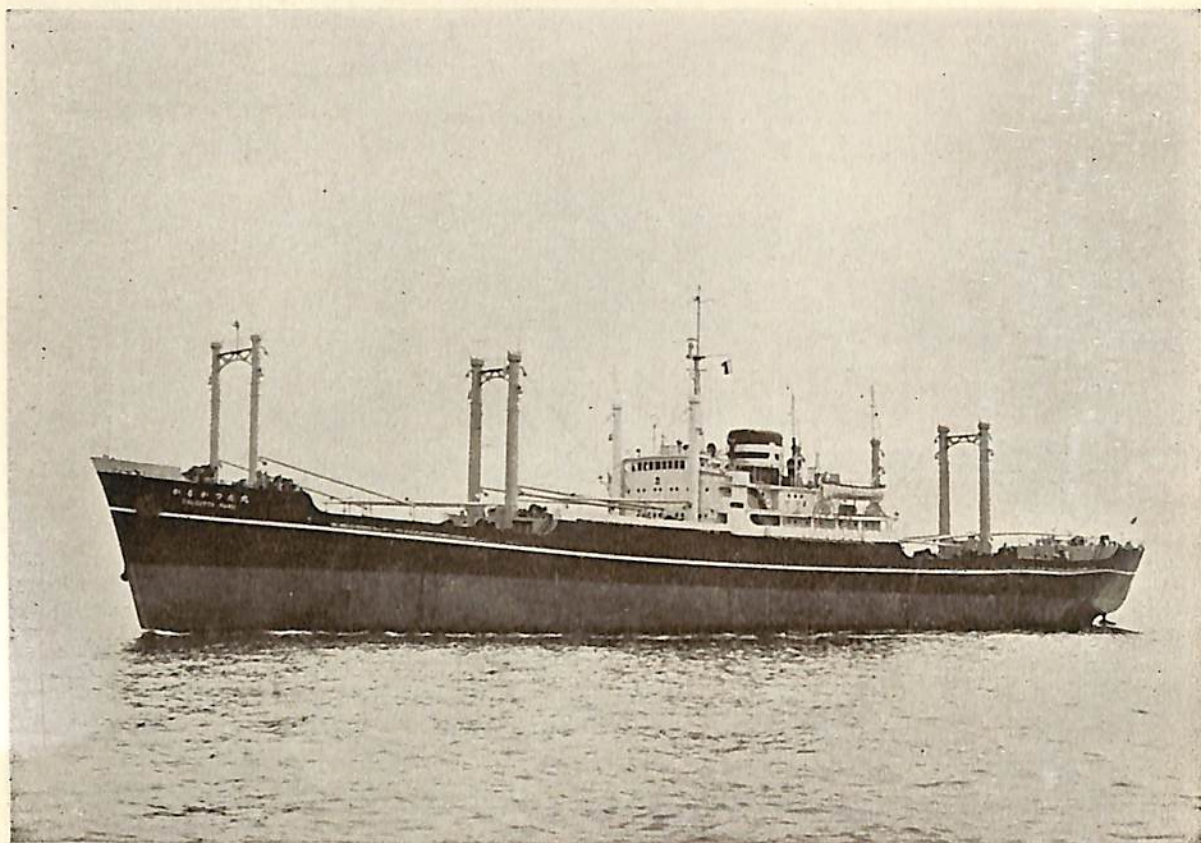


か ん べ ら 丸

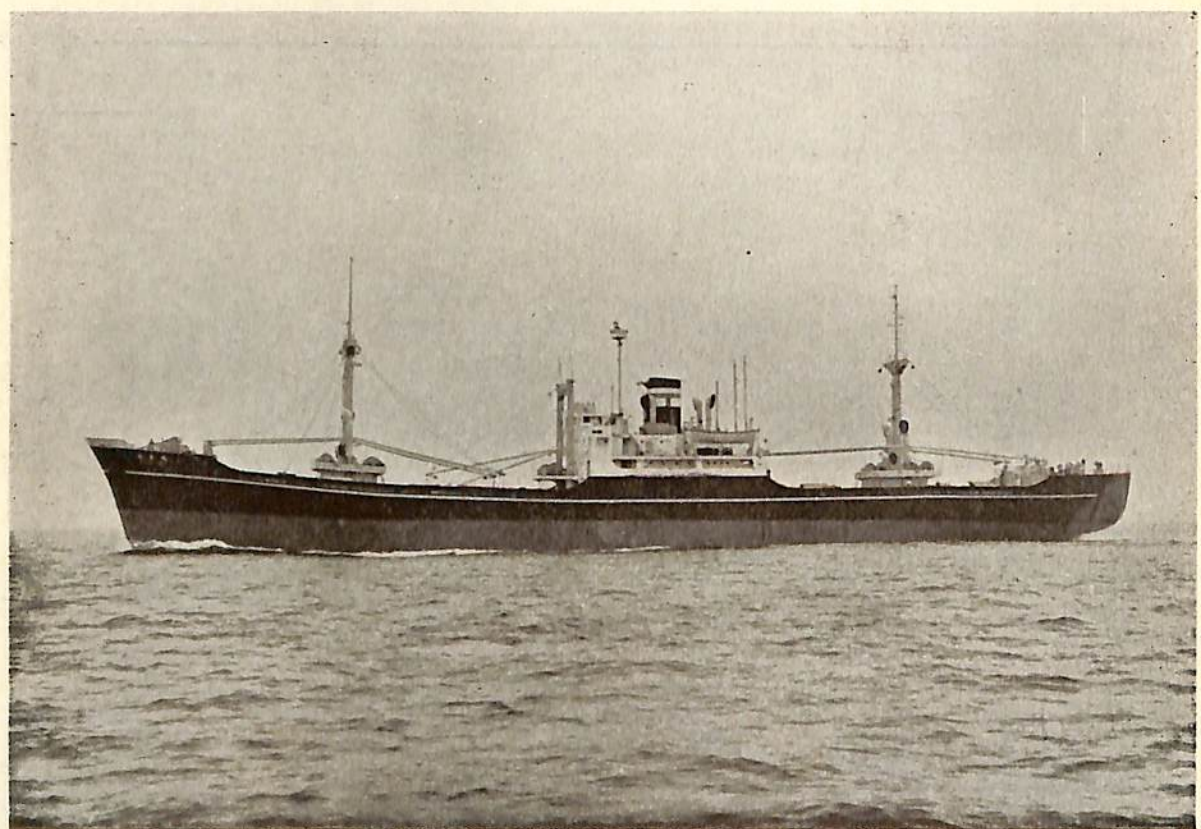


徳 和 丸

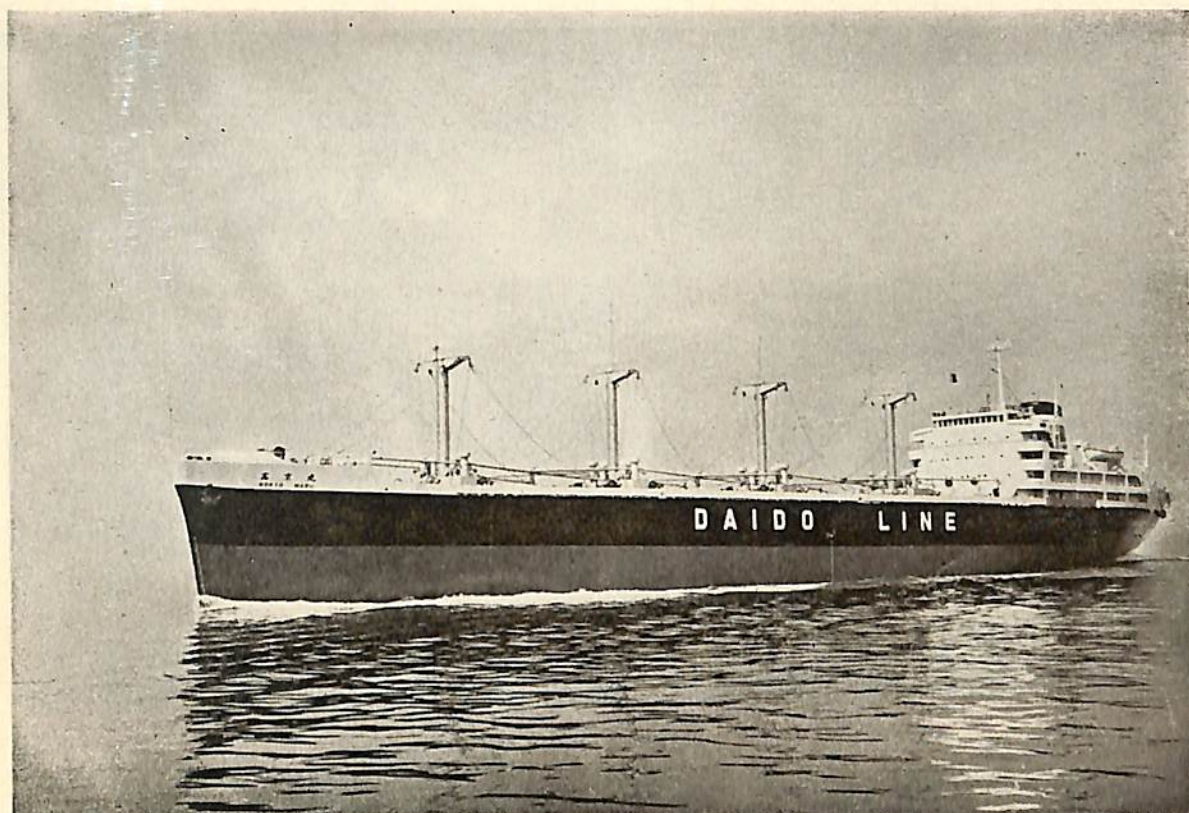
船名	上 海 丸	か ん べ ら 丸	徳 和 丸
要 目			
全 長		122.7 m	113.90 m
長 (垂)	89.00 m	115.0 m	105.00 m
幅 (型)	13.80 m	16.3 m	15.60 m
深 (型)	7.30 m	9.25 m	7.20 m
吃 水	6.10 m	7.508 m	6.70 m
総 噸 数	約 2,650 噸	4,988.96 噸	約 3,200 噸
載 貨 重 量	約 4,000 噸	約 7,750.00 噸	約 5,500 噸
速 力	約 11ノット	16 08ノット	約 12.2ノット
主 機	阪神内燃機製ディーゼル 機関 1基	三井B&W 650 VTBF 型 ディーゼル機関 1基	浦賀ズルツァー単動2サ イクル過給型ディーゼル 機関 8 TAD 48 型 1基
出 力	2,100 BHP	3,400 BHP × 170 RPM	3,000 BHP
船 級	N K	N K	N K
起 工	32 10-16	32-10-24	32-7-6
進 水	33-3-7	33-2-20	32-8-24
竣 工	33-4-30	33-4-18	33-3-24
船 主	オ一汽船株式会社	関西汽船株式会社	日東商船株式会社
造 船 所	三菱造船 下関造船所	佐野安船渠株式会社	株式会社・呉造船所



丸 かつ かる



丸 島 鹿



高 京 丸

船 名		か る か っ た 丸	鹿 島 丸	高 京 丸
要 目				
全 長		122.75 m	116.50 m	147.11 m
長 (垂)		115.00 m	108.00 m	138.00 m
幅 (型)		16.30 m	15.80 m	19.00 m
深 (型)		9.00 m	8.50 m	12.00 m
吃 水		7.361 m	6.94 m	8.60 m
総 噸 数		5,169.69 噸	4,315.48 噸	約 8,750 噸
載 貨 重 量		7,621.00 噸	6,110.00 噸	約 12,600 噸
速 力		15.548 ノット	14.22 ノット	約 16.5 ノット
主 機		神戸三菱ズルザー8 TAD 48型 ディーゼル機関 1基	伊藤鉄工所製4 サイクル トランクピストンディー ゼル機関 1基	浦賀ズルザー6 SAD 72型 ディーゼル機関 1基
出 力		3,500 BHP × 250 RPM	2,400 BHP × 230 RPM	5,600 BHP
船 級		N K	N K	N K
起 工		32-10-21	32-10-7	32-10-15
進 水		33-2-7	33-2-6	33-1-26
竣 工		33-5-17	33-4-5	33-4-15
船 主		大阪商船株式会社	東京郵船株式会社	大同海運株式会社
造 船 所		株式会社名村造船所	株式会社 白杵鉄工所佐伯造船所	名古屋造船株式会社

シエル 厩舎の二頭の優勝馬



シエルトアルパオイル SHELL TALPA OIL

いつも本命といわれるこの栗毛は、何回も何回も優勝の記録を誇っております。この血統の正しい純礦油の“タルパオイル”はディーゼルエンジンのクランクケース油としてすぐれた伝統を持っています。

世界の船舶の何百万の馬力はこの油を使用して最も効果的に得られております。そして、世界の何処でもそのさっそうたる姿に接することができます。

シエルアレクシャオイルA SHELL ALEXIA OIL A

この新しい三歳白馬の“アレクシャオイルA”は乳化シリンダー油で燃焼ガス中の酸を中和する強力な中和剤を含んでおり、シリンダー摩耗の減少に驚異的な偉力を発揮しています。シリンダー、ピストンリング、ポート等を他の潤滑油のどれよりも非常に清浄にします。850万屯のシエル所属船だけでなく850隻もの世界各国の船舶に常用されております。

シエル石油株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目3(東京ビル)

電話 (23) 4371~80・4471~2



潤滑油界の先駆者

ネオプレン製のホースは
過激な作業に20年間使用されても
なお、耐海水性があり
ます。



NEOPRENE

ハワイの大精糖工場から糖蜜タンカーに糖蜜を積み込む時、年に四、五回はこのような光景がくり返されます。積み込みを迅速にするためタンカーは沖に停泊し、ネオプレンホースで糖蜜を船艙の区割室に直積取りします。この直積取りは経済的で迅速であり、また有利です。しかしこの方法は、デュポンのネオプレンで造られたホースが、それに適する特別な性質を持っているからこそ可能なのです。ネオプレンを混合して造ったホースは、海岸で受ける乱暴な取扱いにも耐え、高度の耐傷性を持つようになります。ネオプレンはまた、気候、酸化、老化に高度の耐抗性を有していますので、この種の用途に実用価値が高いのです。

尚、詳細につきましては下記弊社にお問合せ下さい。喜んで御回答申し上げます。資料に関しましては下記クーポンを御利用下さい。

(御芳名) _____ (御職業) _____

(御社名) _____

(御住所) _____

このクーポンをお切取りの上、下記弊社宛御郵送下さい。
資料を差し上げます。 (フネ6)



NEOPRENE

化学を通じ……より良き生活のためより良き製品を

Du Pont 日本総代理店 アメリカン・トレーディング・カンパニー(ジャパン)リミテッド

東京都港区芝公園7号地の1SKFビル 電話(43)5140~9 大阪市南区安堂寺橋通り2の47 電話(26)6593~8

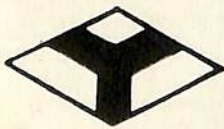
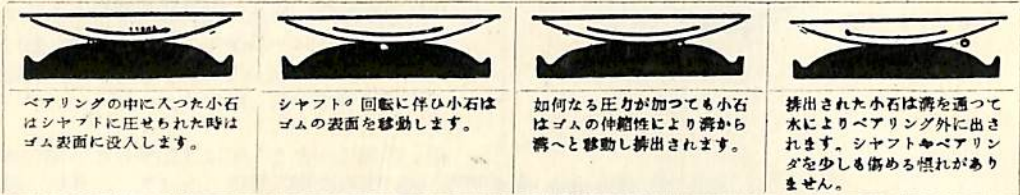
砂や小石から プロペラシャフト を保護する……

カッタレスベアリングは横浜ゴムが米国 B.F. グッドリッチ会社と提携して製造する世界的に有名な水中ゴム軸受であります。本ベアリングはゴムの特徴である優れた耐摩耗性と湿潤時に摩擦係数の小なること（約 0.005）を利用したもので特に泥水中に於いても下図に示す様な原理でシャフトやベアリングを損傷致しません。

用 途

1. 船舶用
2. 土木用
3. 各種ポンプ用
4. 礦山機械用
5. 化学工業用

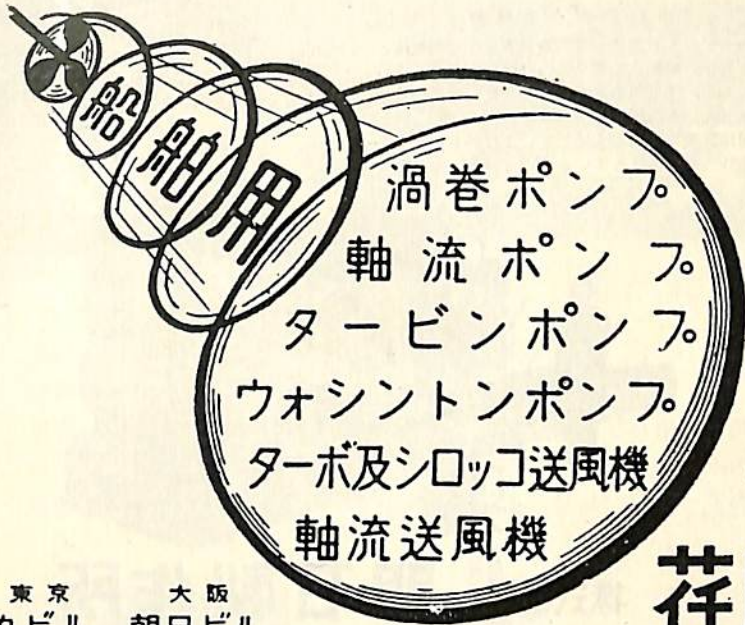
砂利や小石は直ちに水によって排出されます。



横濱護謨製造株式会社

東京都港区田村町5丁目9・電話 芝(43) 6141~9
8181~9

ヨコハマ カッタレス ベアリング



株式会社

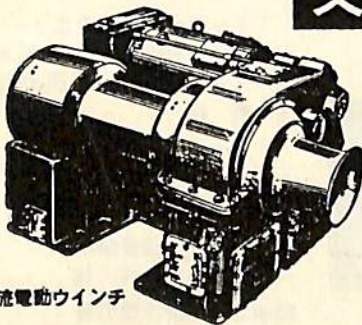
荏原製作所

東京 丸ビル
大阪 朝日ビル



東洋電機の 複合整流子電動機による

交流電動ウインチ



5ton交流電動ウインチ

— 3 大 特 徴 —

- (1) 加速時間が短く荷役性能が極めて高い
- (2) ウインチに最適な直巻特性を有し、然も軽負荷低速運転が自由で更に電力回生制動を行い得る
- (3) ワンマンコントロール式なので作業能率大

☆ 5ton交流電動ウインチ及直流電動ウインチも製作してあります

東洋電機製造株式会社

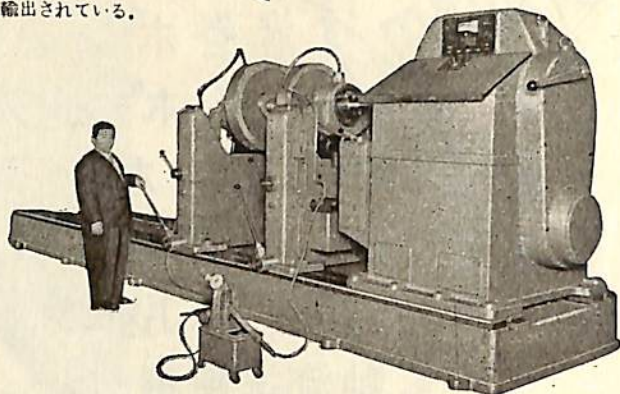
本社 東京 中央区京橋3の4 TEL 東京 (28) 8231・8331 (代表)
大阪 市北区角田町81 (阪急航空ビル7階) TEL 大阪 (38) 2577~9
小倉 市仲津字富野口南224 TEL 小倉 (5) 1558
名古屋 市中村区広小路西通2の16 (協和ビル5階) TEL 名古屋 (54) 0497



明石動釣合試験機

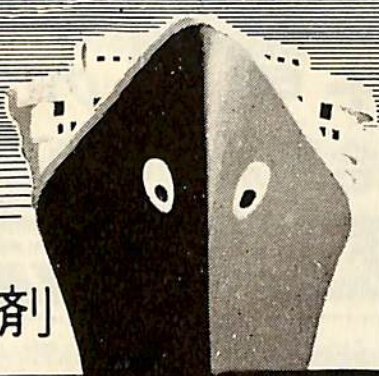
タービン・発電機・電動機等高速で回転する物体の動釣合を電氣的に巧妙な方法で取るもので、感度頗る良く極めて短時間に不釣合量（瓦）と角度が測定出来る。
国内需要の大部分を充しているばかりでなく海外へも輸出されている。

材料試験機
動釣合試験機
振動計
電子顕微鏡
ねじ転造盤



株式会社 明石製作所

本社 東京都千代田区九ノ内仲八号館
電話 (27) 7 8 7 1 ~ 4
工場 東京都品川区東品川五丁目一
電話 (49) 8 1 4 6 ~ 9
大阪出張所 大阪市北区糺笠町五〇堂ビル六—一
電話 (36)3815(直通)・1141(堂ビル代表)



近代的操作

国産洗剤

NEOS

- 船舶 機関の洗滌
 - オイルクーラー、清水クーラー
 - F. O. ヒーター、給水加熱器
 - コンデンサー、冷凍機油側
- 油 槽 船
 - バタワース注入用洗剤
- タロー油、ココナツ油
 - タンククリーニング用洗剤
- 二重底スラッジ分解剤
 - 定検入港前の投入剤
- 鯨油洗滌、清水槽切替
 - 重油洗滌、その他

資料送呈

新日東化学工業株式会社

本社 神戸市葦合区八幡通5の6 電話神戸(2)2383, 407, 408, 164
東京営業所 (43) 4 4 5 4 ・名古屋営業所 (4) 9 6 7 7

工業技術院長賞に輝く!!

JRC レーダー管

愈々量産軌道にのる

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

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

当社の各管種は、米国製同名管と外形寸法、特性共に完全な互換性を有します。

マグネトロン

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



725A



2K25



1B24

TR管

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

クライストロン

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

変調管

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



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

日本無線株式會社

日鋼の

船舶用部品

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

クランクシャフト 重量60 ton
8気筒ディーゼル機関用

スタンフレーム重量15 ton800
7,000 ton級船舶用

日本製鋼所

東京都中央区京橋1の5 大正海上ビル
支社 大阪市北区中之島2の22
営業所 福岡市天神町・札幌市南一条

超大型船と溶接その他

福田 烈

溶接が主用された商船は、終戦後において本格的な発達を遂げ、国内船といわず、輸出船といわず、大小さまざまなものが多量に建造された。ところで自慢してもよいことは、日本で出来た溶接商船には、1隻も今までに重大な損傷を起こしたものがないことであろう。これは学会業界の機まざる努力研究の結果の現われであつて、設計が優秀であり慎重であること、現場工作が合理化されていかつそれに粗雑がないこと、鋼材溶接棒などにも進歩の跡が著しいものあつたことなどが、総合されて齎らされたものだと思う。

船は次第に大型化されてきている。今では3万とか4万重量噸級とかいう油槽船鉄石船の如きは、どこでも出来る普通の大型船とされている。国内船にも第14次計画造船には、6万6千重量噸級油槽船が資金の関係で実現は難かしくなつたものの、一応は浮かび出たようだし、輸出船に至つては6万重量噸級はおろか、8万重量噸級のものが既に就役しているし、今年中には10万重量噸級の油槽船が異で起工されようとしている。

超大型船という言葉は、どの位の大きさからをいふか今のところ判然した定義はない。大体6万5千重量噸級以上のものをいふらしい。船がこのように大きくなつてくると、今までの船が割に易々と出来るようになったからとて、簡単にそのエキステンションでやつて行けるものではないと思う。ロイド・ルールのエキステンションで建造したトランスバース・システムの1万噸級油槽船は出来上つた挙句、いろいろと故障が起きたため、その後の船がロンヂチューデナル・システムに更つたことは、今では随分古い話になつてしまつたが、いわゆる超大型船の建造になると、これまた従来の規程類建造法のエキステンションだけではきつてはいけなかつたのではないかと思える。ここいらに建造法の曲がり角がきているのではないかと思う。昨年来超大型船建造に関連しては、造船技術審議会の答申もあり、鋼材に関する問題、設計に関する問題、工作に関する問題その他いろいろの問題に関する研究委員会が設けられて、諸研究が鋭意進められその建造に対し慎重度が加えられていることは、機宜に適したことだといつて差し支えない。されば大型溶接船の建造に経験の深いところでも、超大型船建造の準備には、施設に、設計に、工作法の研究に大いに力を注いでいるのは当然だと思う。ところがこれら超大型船建造に対しても盲蛇に怖じず、組みし易いとでも思つているの

か、今まで大きな船を建造した経験のないところなどで、の建造計画が、ちらほら耳に這入るに至つては、その感覚を疑うとともに、折角これまでに勝ち得た日本造船界の名譽を、うつかりすると傷つけるような事態を起しはしないかと、気にかかつてしようがない。勿論そんなところには許可がおりないとは思ふけれど。

超大型船を今までの規程通り軟鋼を用いて設計するとすれば、シーヤ・ストレーキとかストリンガー・プレートなどに、厚さ60ミリ以上の鋼板を必要とするかも知れない。しかし鋼材は厚くなればなる程、その切欠脆性は悪くなる傾向にあるから、無暗に厚い材料を船殻に使用することには賛成出来ない。現在40ミリの鋼材について、切欠脆性など色々研究が進められているが、大体この厚さ辺りが船殻材料としては限度でないかと思う。一方また使用鋼材の厚さは鉸鉸の方からいつても制限される。現在径32ミリの鉸を鉸しめ得る鉸打工は、全国的にいつても少ない。しかも大径の鉸を鉸しめ得る鉸打工の後継者を養成することは、今の時世極めて困難であろう。32ミリ鉸を用いたくてもそれを鉸しめられないところでは、28ミリの鉸を用いその鉸列を増して我慢しているようだけれど、それでは良い鉸構造だという訳に行かないから賛成出来ない。鉸が径に比して長過ぎると、鉸孔に一杯詰つた良い鉸にはならない。32ミリ鉸にしても立派に鉸しめ得られる長さの限度は、せいぜい40ミリ鋼板2枚重ね位までである。船殻に仕上鉸を用いるようなことは考えられない。今までに出来ている超大型船では、鋼材の厚さを38ミリに押えているが、當を得たものだと思う。結局のところ鋼材の性質からいつても、鉸鉸の技術からいつても、超大型船の鋼材の厚さは40ミリ以内に押えておくのが實際的だと思える。

かりに鋼材の厚さを最高40ミリに押えたとしたら、船殻構造としての強度を保つためには、ダブルを張るなり、あるいは構造が複雑になつてもダブル・ハルとするなりせざるを得ないだろう。鉸船にしてもダブルリングはその効果において、必ずしも感心出来るものとは思われぬ。まして溶接構造におけるダブルリングは、余程考えて念入りの仕事をしないと、その効果に期待出来ないことが起きる恐れなしとしないような気がする。そんな点から考えると、少なくとも底部外板はダブル・ハルとした方が安心できるであろう。工数が余計にかかる位は、安心料とするなら大したことであるまい。

もし軟鋼板のかわりに高張鋼なり調質鋼なりを用いれば、同じ40ミリの厚さでも、より厚い軟鋼板と同等の強度を得られるから、使うものの質によつては、タブラーなどの必要がなくなるかも知れない。しかしこれ等の鋼に対する厚板の切欠脆性とか溶接性の試験は、これから行われるのだし、その結果が分らない限り、今のところ直ちにこれらを用いる訳にはゆかない。調質鋼などは有望な材料だと思ふけれど、この厚板にユニオンメルト法を用いて果してよいかどうか、船殻構造用としては慎重な実験を待つて後に考ふべきであらう。600°C以上に熱せられれば、焼きが戻るという点、それに伸び率が少ないという点などを考え合わせると、早急の採用には躊躇があると思ふ。しかしこういった新しい鋼材の採用にはややもすれば、案外慎重さを欠く恐れがないともいえないことには警戒を要する。これ等鋼材の価格が相当に高いことも船としては採算がとれるかどうか、詳細に亘つて検討を要する問題である。こうはいうものの超大型船用として、より安価でより優良な高張力鋼の速かな出現には、大いに期待をかけているのである。鉄の少ない日本として高張力鋼の使用度を高めるべきだということに異論がないからである。

厚板のユニオンメルト溶接で気になることは、そのデボジット・メタルの衝撃値が低いことである。現在キルド鋼に要求している船級協会の衝撃値は、0°CにおけるVノッチ・シャルピイ値が6kg/mm²であるのにユニオンメルトでは4kg/mm²内外に過ぎないのである。超大型船に対して、これがこんな値でよいかどうか甚だ疑問である。この衝撃値をあげる工夫、例えばユニオンメルトの層数に工夫を加えるなり、多電極ユニオンメルト溶接法の本格的な研究をするなり、ユニオンメルト溶接機2基をもつて行う追跡式溶接法の研究をするなり、早急に行うべきことは多いであらう。また要すれば心線なりフラックスを変える実験をも進めるべきだと思ふ。リンダ社では案外この方面に無関心らしいのは、むしろ不思議に思える。衝撃値といえは52キロ高張力鋼のユニオンメルトでも、それが低いことには注目を要する。高張力鋼のユニオンメルトが可能だからといつて、無条件でいきなりこれを採用するが如きは早計だと思ふ。単に溶接能率をあげることとか、経済的考慮が実質より先行することは考えものだと思ふ。

厚板は圧延比の関係や圧延温度などの関係から、板厚の方向にはその組織が必ずしも均一になつておらず、その方向の強度は著しく低い。厚板ブロックの現場溶接になると、手溶接を用いるのが原則であり、接手開先はX

開先きとするのが常道である。そうして鋼材の質がおちているとみられるX開先き中央部の溶接には、少くともその2,3層に亀裂感度の極めて鈍い低水素系の溶接棒を用いるのが、亀裂性ノッチを作らないという面からみて良いのに違いない。ところが低水素系の溶接棒は作業性がわるいとして一般に嫌われている。事実低水素系棒は作業性が良いとはいえない。しかも近頃作業性のよい使用し易い棒が他に沢山出来ているから、一層この種の棒が厄介視されているのも無理はない。しかしそのデボジット・メタルが亀裂感度の鈍いことは驚くばかりであり、他系の溶接棒とは格段の差があるのである。それに鋼材が多少わるくとも、その系統の棒は鋼の亀裂性を保護してくれる特性をもっている。超大型船の厚板溶接に対しては、こういう系統の溶接棒を主用し、船が脆性破壊を起こすかも知れない因を、少しでも除去して置くことこそ、造船屋としてやらなければならないことだろう。低水素系溶接棒の欠陥はブロー・ホールの出易いことであつたけれど、今では殆んどそれでもないものが市販されるようになってきた。もしそれでもまだ懸念があるなら、アーク・ブスターの如きを用うるのも一法である。溶接工を訓練しさえすれば、やりにくい溶接棒だとして上手に使いこなすようになることは、古くから経験済みである。だが造船所の現状をみるに、多くのところではこの大切な訓練のやり方が、いかにもなまぬるいように感じる。

溶接棒として大切なことは、そのデボジット・メタルの本質が母材に劣らないことであつて、それに多少でも欠陥があるのなら、いかに他の性質が良くても採るべきではないと思ふ。ところが造船所における溶接工の棒に要求している最大の性質は、作業性の良好なことにあるのであつて、デボジット・メタルの本質ではない。それが上層部にまで反映しているせいであらう。溶接棒製造業者の声を聞くと、どこに行つてみても本質問題よりも作業性でいじめられるのに手こずつているということである。勿論作業性の良好なことを望むことに無理はないけれど、度が過ぎては本末を顛倒したことになつてしまつたらう。みよによつては、これは溶接の墮落といえよう。作業性がひどくやかましくいわれるようになってきた大きな原因は、誤つた民主主義の横行で、何事にもイージー・ゴーイングがはやつたことと、造船の不況時代には廉い船価で無理に受註したその穴埋めをする上から、また造船ブーム時代には、工期短縮をはかる上から、溶接能率を極度に上げようとして、溶接工の尻を無闇にたたいたことにあるような気がする。誤つた溶接の

能率増進はややもすれば、船を脆性破壊の陥穽に導く恐れが多分にあるのである。世の中は次第に落ちついてきている。これから行われる超大型船の溶接に対しては、棒の本質を主とする正規のやり方を是非行つて貰いたいものだと思う。今までの度の外れたやり方に弾れて注意を怠たり無頓着にやつてのけるというようなことは慎しまなければならぬ。

どの系統の溶接棒でも、適正範囲を超えすぎた過大電流で溶接を行えば、溶接線に発生するブロー・ホールの数は著しく増大する。それにもかかわらず誤つた能率増進が強いられるためかも知れないけれど、過大電流の使用はどこでも一般にみられているのである。その結果溶接線の X 線検査成績では、ブロー・ホールがでておつて不合格となるものが、総検査数の 30%前後におよんでいるところさえでいた始末である。船体溶接線の X 線検査は普通、主要構造部分に対しては JIS 規格で 2 級以上を、第 2 次的部分に対しては 3 級以上を合格としているのだけれど、4 級とか 5 級ひどいになると 6 級などというものが、かなりでているのが実体らしい。一体抜き検査で不合格が 30%も できるような全体を廃却するのが常識であろう。いくら手直しをすればいい、溶接々手に 30%前後の不合格がでていても現場が割合に驚いていなかったのは、聊か常識外れのような気がしてならない。現在 X 線検査を行つているのは突き合わせ溶接だけであつて、多量にある隅肉溶接は全く野放しの状態になつている。これの成績が案外わるいかも知れない。隅肉溶接に対しては一時トレパンが行われたことがあるけれど、今では行つているところはない。これにも何か簡便に出来る非破壊検査法が欲しいものだと思つている。

超大型船を建造している N. B. C. 呉造船所では、過大電流の使用を防ぐために、毎日 10 人に Tongue テスターを持たせて、1 日中現場を廻らせ、溶接中の電流を測つているということだ。そして話によれば、1 溶接工は 1 日少なくとも 2 回以上 このテスターで電流を測られるということである。こうやつて過大電流の使用を抑制している結果は、X 線検査に優良な成績を示すこととなつて現われているのである。こういう抑制がほんとうに行われていれば、X 線検査の不合格率が 6%とか 7% という小さい数字になることは確実である。超大型船を建造しようとするなら、誰にでも使える廉くて簡便な現場電流測定器が出来ている現在、こういうものを多量使用することは、良い船を造るという上からいつて当然やらなければならないことである。一方現場では溶接棒製

造業者に、使用電流値の高い棒の製作を盛に要望しているところがあるという話であるが、しかしこれなどはブロー・ホールの発生をなくそうとしている動きとは矛盾した要求であつて、採るべきではないだろう。また使用電流値の範囲拡大を望んでいる声もあるということだけれど、これもおかしい話であつて、良い溶接をしようとするなら、むしろその範囲は狭い方がよいのではないかと思つている。

超大型船用として大切な場所に使う溶接棒を選らぶには、そのデポジット・メタルの遷移温度が低くて、かつ亀裂感度の鈍いものでなくてはなるまい。ところで今まで実際問題としてこういうことがうまく行われていたかどうかには疑問がある。船殻をつくるに要する溶接工数は、実に全体工数の 30%ないし 40%に達している。従つて溶接能率を上げることは、船殻工数削減に大きく響いてくるから、そのことに夢中になつたことは無理もない。そのためいわゆる高能率棒などというものが出来た意味もよくわかる。しかし亀裂感度からいつて感心出来ない高炭素心線を使つた高酸化鉄系の溶接棒が、一時あちらこちらで使われたことには賛成出来ない。いくら能率を上げるためだといえ、こういう棒を使い出すのは邪道といつて差支ない。溶接能率を上げる正道は立派な生産設計を行つて、アーク・タイムを大きくする努力をすることにあるだろう。小手先きの小細工の如きはやるものでないと思つているのである。

深溶け込み棒の研究を行つたのは、隅肉の T 部分に深い溶け込みを与えて、フ・レットの脚長を小さくし、いわゆる瘡せ馬現象を少しでも軽減しようと考えたからである。しかしこれはなかなかむずかしい問題であつて、ついに成功しなかつた。そうしてこの研究はいつの間にか矛先が變つてしまい、出来たものがワン・バス・フィレット棒であつたのである。これは何も脚長を減らすことには役に立たなかつたけれど、ワン・バスで所要脚長の隅肉ができるので、能率の点から非常に重宝がられるようになり、広く用いられるようになった。しかしこの 1 層隅肉溶接による溶着金属の遷移温度は、2 層のものに較べてかなり高くなるという実験がある。大事を踏むなら超大型船の主要部分の隅肉溶接には、こういった棒の使用は避くべきであろう。

溶着金属が急冷されると亀裂を起こし易くなる。厚板において第 1 層に亀裂がはいると、その亀裂は第 2 層第 3 層へと伸びて行く可能性があるから恐ろしい。1 層目のデポジット・メタルは裏ハツリですつかり取り除かれるからよいなどと、甘い考えで安心してはおれない。1 層目の溶接を完全に置いて置く習慣をつけておかないと思

ぬ破壊を生じないとも限らない。大気温度が 0°C 附近以下になっている場合は、第 1 層の溶着金属が急激に冷却することを防ぐため、溶接を始める前に、母材を 100°C 以上に予熱して暖めることが立前になっている。だが母材を接手線に沿って予熱するという事は、頗る面倒なことに思われ勝ちであるとともに、工数も余計にかかるので、案外実施されていない形跡がないとはいえない。しかし愈々超大型船を建造するなら、今までのように予熱を忽せにしてはいけないう。40 ミリに近いような厚鋼板の溶接には、時期の如何を問わず常に予熱を行うべきだと思う。25 ミリを越すような鋼板の冬期溶接には、やはり予熱を行った方がよい。何に限らず、溶接部の冷却速度を緩やかにするような考慮を払うことは必要である。欠陥のないユニオンメルト溶接を行うために、溶接開始前当然のこととしてどこでも接手の清掃乾燥をやっているが、厚鋼板に対してはそれをもつと拡大して予熱にまで持つて行くことが望ましい。40 ミリに近い鋼板のユニオンメルト溶接には、予熱温度を更に高めて 200°C 附近にまでする方がよいであろう。

予熱をすることはするのだけれど、検査官の手前お義理にしているようなところを見かけることがある。そんなことでは予熱の意味がない。その必要を痛感してもつと良心的でなくてはならない。温度計測用クレヨンなどを使用し、確実に所要温度に母材が上昇しているかどうか確かめるだけの注意が必要である。特に 1 層目の溶接が終了するまでは、常時予熱温度の状態に注意を払わなくてはならない。主要構造のシームなりバットなりの溶接では、1 回予熱して溶接を始めたなら、その部分の溶接が完了するまで、連続溶接を繰り返して行うべきである。上甲板のブロック接手が若干層だけ溶接を済ましたまま、放置されているような場合をときどき見かけるけれど、現場工作法として養成出来ることではない。厚鋼板の溶接の如きを監督なしの現場任せにするようでは、良い船は出来上つてこないだろう。監督といえどこれは組長級でもよいが、重要な場所における多層溶接の 1 層目の亀裂の有無の如きは、適当の監査員がつききりて直ちに調べ、2 層目の溶接を始める前に手を加えさせ得るだけの配員が出来れば上乘だと思う。

隅肉溶接々手は突き合せ溶接に較べて、一般に安心感が少ないとされている。隅肉溶接には非破壊検査が簡便に出来ないことも一因である。事実また隅肉溶接を下手に行うと溶接に欠陥が出易いのも確かである。その隅肉溶接が船殻の主要構造部たるガンネル・プレートと上甲板、縦壁と上甲板および船底外板との取り合いに用いら

れているのであるから、その施工には特別の注意を要する。縦壁の場合は策の施しようがないけれど、前者の上甲板とガンネル・プレートの構造なら、ストリンガー・プレートとシーヤ・ストレーキとを 1 枚続きとし、角をラウンド・アップして上甲板へは突き合わせ接手で繋ぎ、ビロー・シーヤ・ストレーキへは銲接とすれば、完全に隅肉溶接を避けることが出来て安心することが出来るだろう。こういつた構造は既に欧州でみられるし、油槽船の如きに対しては理想的の構造だと思えるけれど、日本ではどういふ訳か、まだその試みをしたところがない。現在幅 4 メートルからある広幅厚鋼板が出来るのであるし、強力な大型プレスを持つている製鋼所もあることだから、そこにラウンド・アップの加工を依頼し、一応そこで仮り組立ての上修正を行い、造船所に送つて貰えば工作上に困まることはないだろう。従つてなにも造船所に巨大なプレスを設備する必要はない。ラウンド・アップ部分と、船首尾部とのつながりを気にする向きもあるけれど、実際出来ている船をみると良い形になつていて、心配する程のことはない。超大型船にはこの形式をとつて買いたいものだと思う。

上記のような主要構造部の隅肉溶接に対し安心感を持つためには、丁寧な溶接を念入りに行わなくてはならないことは勿論である。特に隅肉 1 層目の溶接が開先き底部まで充分溶け込むよう丁寧な操作を行う必要がある。また今まではあまり使用されていなかったらしいが、溶着金属の遷移温度が他の溶接棒に較べてかなり低く、かつ亀裂感度が一段と鈍い前にも述べた低水素系溶接棒をこういうところには使用して、脆性破壊から船を護るよう万全を期すべきである。隅肉溶接とみなすべきようなところで、是非低水素系溶接棒を用いなければならぬ部分は、まだ外にもある。すなわち上甲板および船側ならびに船底外板の銲シームのバット部、それに 2 重張り板のバットおよびシームの沸かし付け溶接をしなければならぬところである。これ等の部は下手をすると溶接後に、亀裂の生じている恐れが兎角あるのであつて、それを防ぐには、開先きの形状を隅肉溶接が出来るようにすること、低水素系溶接棒を併用する以外には、よい方法はなさそうである。

溶接船を始めて造つた頃には、その工作なり接溶なりがすべて慎重に行われたのであつた。しかしその後溶接船を多数建造し経験を重ねてくる中に、いつの間にかそれに狎れてきて、今では調子をおろすようになってきた傾向がないでもないと思う。溶接は恐ろしいという観念がなくなつてはいけないう。いざ超大型船に手をつけることになると、今の調子ではいけないと思う。再び始めての時にやつたような慎重さを、何事にも繰り返すべきだと心から思う。ただしそれによつて嵩むかも知れない工数を減らすためには、本格的な生産設計を行つて、無駄排除に努力しなくてはなるまい。

厚鋼板の自動溶接における諸問題

吉田俊夫
大庭浩
川崎重工株式会社

1. はしがき

近年わが国の造船所において3~4万トン級の大型船が多数建造せられ、また最近では8~10万トン級の超大型船の建造も実現せんとするとき、これら船体の主要構造部材をなす板厚30~50mmの厚鋼板の自動溶接は、船価の低減および建造期間の短縮上欠くべからざる施工法となつている。

しかるにこれらの厚鋼板に対して現在まで各造船所の practice として採用している2~3層盛の自動溶接 (Submerged arc welding) では筆者等が本誌28巻6号等¹⁾において指摘したように溶着鋼の亀裂の発生あるいは切欠靱性の低下等といった工作上および接手性能上の根本的な問題が未解決の状態で残されている。今や超大型の建造を目前に控えて運輸省における造船技術審議会建造法部会あるいは日本造船研究協会第39部会等においても重要な研究課題として採上げ、関係各大学研究所および各造船所においてこの問題の解明と施工法の確立に努力しつつある現状である。そこで筆者はその衝に当る組立技術者としてこの問題解明に対する方策の一端を紹介すべく再び筆をとつた次第である。

2. 厚鋼板の自動溶接における工作上的問題

2.1 溶着層数の選定について

従来 Boiler 等圧力容器に用いられる100~150mm といった超厚鋼板の溶接には接手性能を主体とした考え方で多層盛自動溶接が採用されてきた。今われわれが超大型船の建造に際して対象とする板厚は30~50mmでこの程度の板厚は自動溶接においては丁度単層溶接が多層溶接かの境目となる板厚であるが、その内いずれを選ぶかについて検討を行うと次のごとくである。

(1) 船体構造において板厚が30mmを越える鋼板は主として上甲板、底部外板等に使用せられるが、これらの Seam をすべて自動溶接するものとするれば溶接延長は約2,000~3,000mに達する。しかも船台建造期間は予め定められているから、これらの部材の溶接は極めて短時日に完了しなければならない。板厚40mm程度の鋼板を6~9層の多層盛溶接すると、従来から造船の practice として板厚30mm以下の鋼板に採用されてきた2層盛溶接法に較べその Arc time および溶接費は約2~3倍を要し、多層盛溶接を敢えて行わんとするには2~3倍の機械設備および工費を要する。

(2) 圧力容器の多層盛溶接には一般に U または H 型の開先を用いているが、このような開先形状をすべて精密にしかも大量に加工することは仲々困難である。

(3) 溶接手の収缩量は第1層目の溶着量の多少に支配される。すなわち溶着層数の多い程接手の変形は大きい。

(4) 多層法においては比較的低電流、低電圧、高速度の溶接条件を採用し、小さな Bead を置くために各層における電極棒の位置の調整および Slag の除去の回数が倍加し、これを入念に実施しないと直ちに溶着不良、Slag 推込等の欠陥を招き易い。

以上の事柄から圧力容器において採用しているような多層盛溶接法を直ちに造船における field welding に適用することは工作上非常に困難であるばかりか、かえつて種々の trouble を起し易いことは明かであり、従つて超大型船に用いられる厚鋼板に対してはやはり従来からの practice である X 型開先の2~3層盛あるいはこれに類した Heavy weld による自動溶接法を採用しなければならないであろう。

2.2 溶着鋼の亀裂性について

上甲板 Block あるいは底部外板 Block 等のごとく溶接 seam が長く、しかも板厚の比較的大なるものに対して自動溶接施工を行う場合、その seam の端部に拘束亀裂が発生するおそれのあることは既に体験された方もあると思うが、筆者等はそれについて Fig. 1 にみられるごとき大型の拘束試験片を考案し、これにより亀裂の発生傾向を評価し、かつ施工法の優劣を比較検討した。

一般に自動溶接において生ずる亀裂は熱間割れに属するものが多く、これらの割れは小型の試験片を用いたのでは実験室的に再現することが困難である。そこで Fig. 2 に示すような過程を与えて溶着金属に引裂状の熱応力を与え亀裂の実験室的な再現に成功した。図中開先面の間隙の開き量は2mmとなつているが、これは実際の上甲板 Block の端部において Dial gauge で測定した結果認められたものと同程度のものである。その結果の一例を Fig. 3 に示すが亀裂の発生率は電流の低いほど、すなわち溶着金属の断面積 (Nugget Area) の小なるほど大となつている。このことは電流のみに限らず溶接速度を大にして溶着金属の断面積を小にしても同

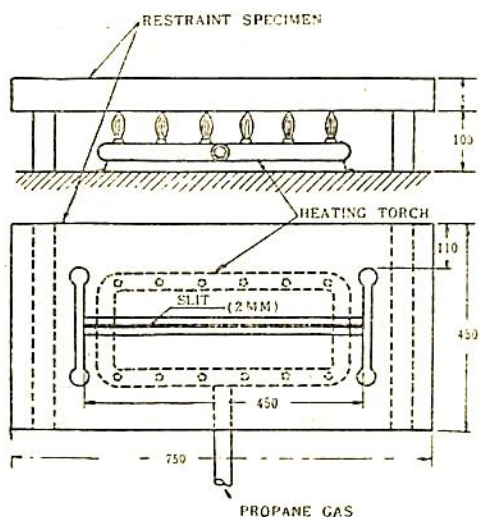


FIG. 1 RESTRAINT SPECIMEN AND HEATING TORCH³⁾

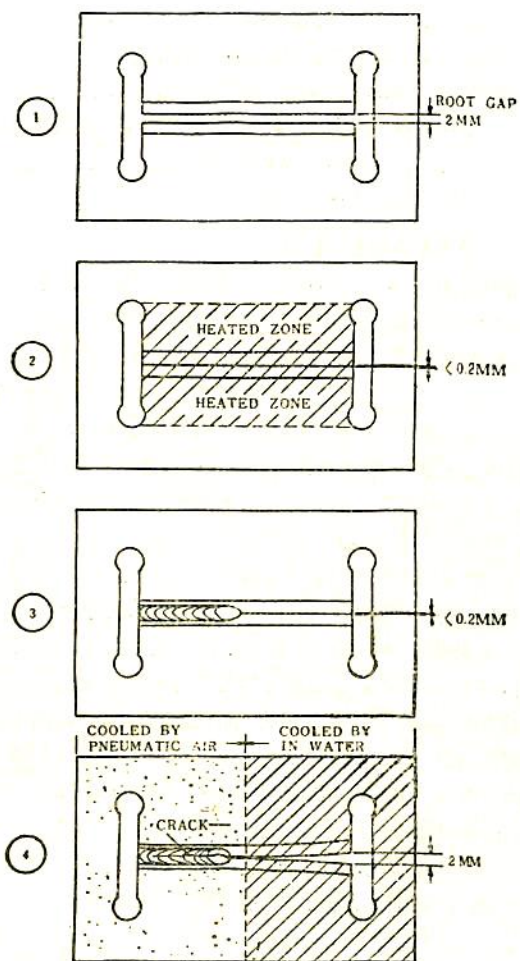


FIG. 2 CRACKING TEST PROCESS³⁾

様であることが認められている。またこのほか、低 M_n 型の心線と高 M_n 型成分の Flux の組合せの方が亀裂に対して抵抗力が大であること、ならびに鋼板の板厚が

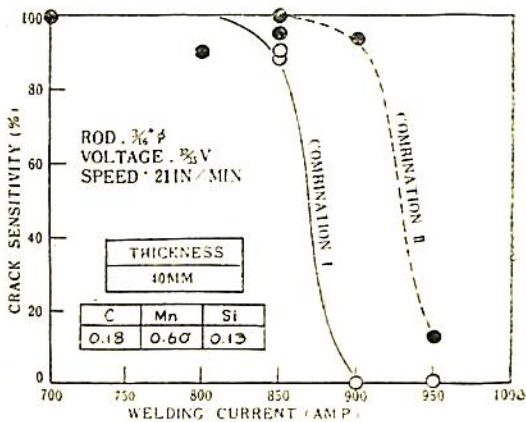
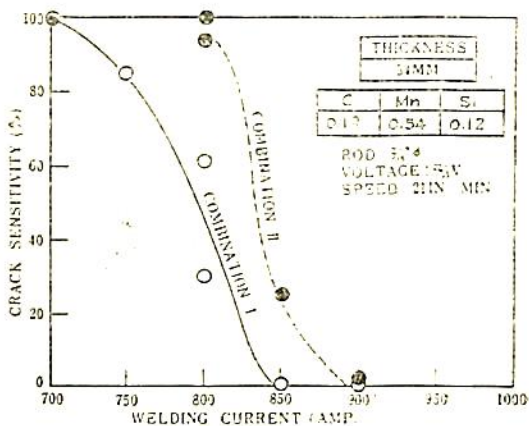
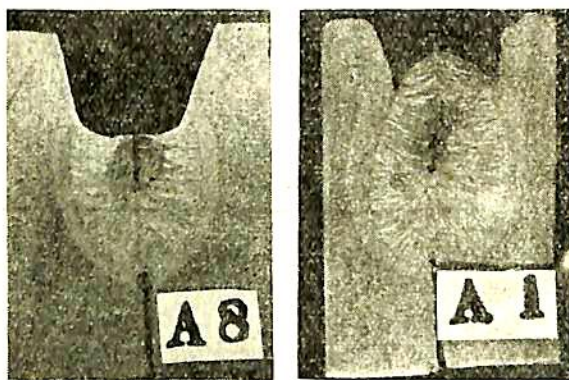


FIG. 3 RELATIONS BETWEEN CRACK SENSITIVITY AND WELDING CURRENT FOR STEEL PLATES, 3MM AND 40 MM THICK³⁾



(A) EXTERNAL CRACK
850 A, 26 V, 30 CM/MIN

(B) INTERNAL CRACK
1,000 A, 20 V, 30 CM/MIN

FIG. 4 MACROPHOTOGRAPHS OF RESTRAINT CRACKING IN DEPOSITED METAL⁴⁾

大となればこれにつれて亀裂発生率が増加していることも興味のある問題である。

Fig. 4 に板厚 40 mm の拘束接手において生じた溶着鋼亀裂の代表例を示す。(a) 図は溶接電流が低く Nugget Area が小なる場合に生じた亀裂で Bead 表面まで達している。(b) 図は溶着鋼中心部に内包された亀裂で Nugget Area が比較的大きくても溶着鋼断面において底部が頂部より幅広く丁度西洋梨形 (pear shape) になつた場合に生じた例である。

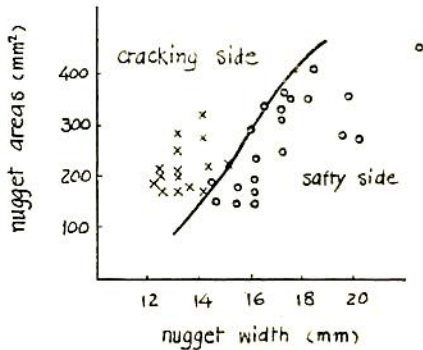


FIG. 5 EFFECT OF NUGGET WIDTH ON CRACKING TENDENCY OF DEPOSITED METAL.⁴⁾

Fig. 5 は Bead の巾が pear shape bead の亀裂発生におよぼす影響を示した一例であるが、偏平な Bead を作る程この亀裂の発生を防止することが出来る。従つて厚鋼板の自動溶接施工に当つてはまた pear shape bead の亀裂発生を防止するために電流、電圧、速度等の溶接条件を適当に選択しなければならない。

そのほか厚鋼板の長大な Seam の 2 層盛自動溶接において Finishing pass を溶接中に Backing pass の溶着鋼に亀裂が入ることがあるが、これについては溶接順序 (例えば Backing pass と Finishing pass の溶接方向の相違)、溶接手の横収縮⁵⁾、Dendrite 組織の高温引裂き強さ等に関連があるものと思われる。

2.3 多相多電極溶接法について

厚鋼板を高速で 2 層盛の自動溶接を行わんとするには多相多電極自動溶接法を採用すれば有利であることは既に本誌において紹介した所であるが、今従来の単相単電極溶接法に較べてその利点を列挙すれば次のごとくである。

(1) 単電極溶接法に比し 2~3 倍の溶接速度が得られる。(溶接線に沿つて 2 本の電極を Tandem position に置く場合)

(2) 溶接速度の増大による Undercut, Ropy

細状) あるいは pear shape (西洋梨状) の不良 Beap の生成を防ぎ、良好な溶接結果を得る。

(3) 開先形状の精度不良からくる Backing pass の溶落 (Burning through) を防ぐ (溶接線を跨いで 2 本の電極を Transverse position に置く場合)

(4) 単相でしかも大電流を用いる場合の電源負荷の unbalance を防ぐ。

(5) 単電極で大電流を用いる場合の棒径の増大に対する心線送給用電動機的能力および心線の曲り矯正機構の増大化を不必要ならしめる。

(6) Flux の心線に対する消費率を小ならしめる。

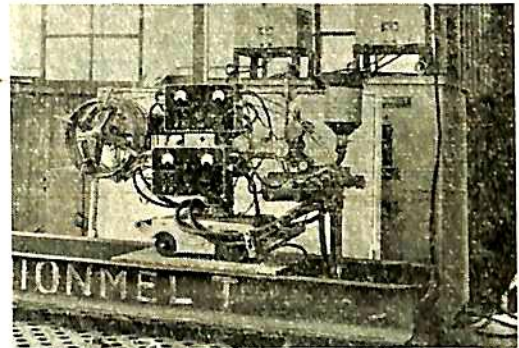


FIG. 6 PORTABLE MULTI-PHASE AND MULTI-ELECTRODE WELDING MACHINE.⁶⁾

わが国の造船所においても大型船の主要構造部材の自動溶接に備えて多相多電極自動溶接法の実用化の研究を進めつつあるが⁶⁾、これに使用する溶接機の一例を Fig. 6 に、各板厚に対する 2 層盛の標準溶接条件の一

TABLE 1 STANDARD CONDITIONS OF MULTI-PHASE AND MULTI-ELECTRODE WELDING FOR SHIP CONSTRUCTIONS.⁶⁾

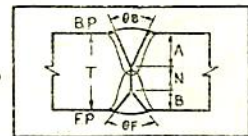


PLATE THICKNESS (MM)	JOINT PREPERATION				PASS	ROD	CURRENT (A)	VOLT (V)	SPEED (CM/MIN)	ROD SPACE (IN)	ROD NO. & DIA (IN)	FLUX GRADE	
	θ ₁	A	N	B									
17	75°	5	12	-	BP	L	950	38~40	100	1	"43(1/4")	G 50	
						T	1000	40~42					
					FP	L	900	36~38	100	1	"43(1/4")	G 50	
						T	950	38~40					
20	45°	9	6	5	75°	BP	L	1000	40~42	100	1	"43(1/4")	G 50
							T	1100	40~42				
					FP	L	950	40~42	100	1	"43(1/4")	G 50	
						T	1000	40~42					
25	45°	11	8	6	75°	BP	L	1000	40~42	70	1	"43(1/4")	G 50
							T	1100	40~42				
					FP	L	1100	40~42	70	1	"43(1/4")	G 50	
						T	1100	40~42					
30	45°	12	10	3	75°	BP	L	1150	40~42	60	1	"36(1/4")	G 20
							T	1200	40~42				
					FP	L	1200	40~42	60	1	"36(1/4")	G 20	
						T	1200	40~42					
35	45°	15	8	12	75°	BP	L	1200	40~42	50	1	"36(1/4")	G 20
							T	1200	40~42				
					FP	L	1200	40~42	50	1	"36(1/4")	G 20	
						T	1200	40~42					

例を Table 1 に示す。

一方また Heavy weld を容易にするため帯鋼心線を用いる自動溶接法が考案されている⁷⁾。従来の Submerged Arc Welding の心線はいずれも円形断面のものであるが、この帯鋼心線を用いると、

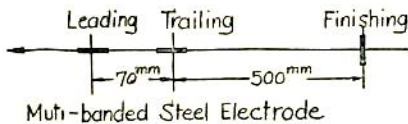
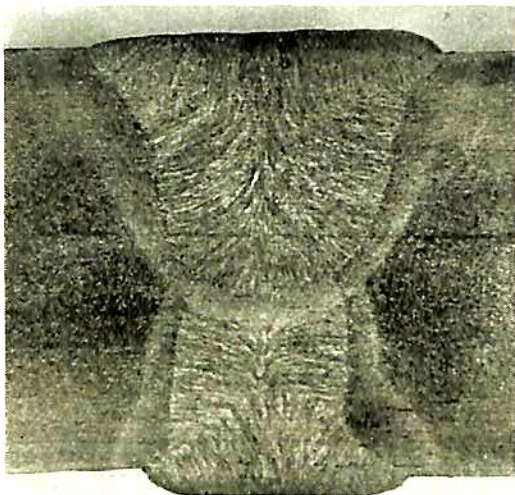
(1) 電流密度が大となり、同一断面積を有する丸棒心線に較べてより大なる電流を用いることが出来る。

(2) 可撓性大なるため心線送給電動機の torque を小にすることが出来、また心線 coil の成形を容易にする便宜もある。

(3) 心線の幅の方向を溶接線に平行にするか、直角にするかによつて Bead の幅、溶込みの深さ等を適宜調節することが出来る。

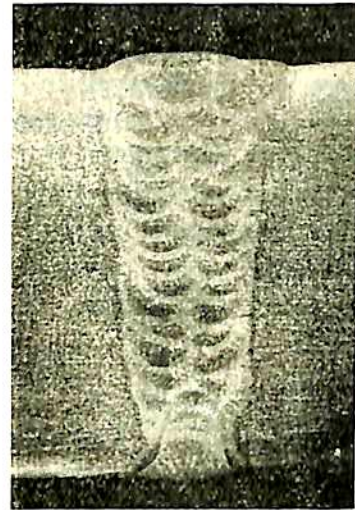
等の利点により、心線送給ローラー等の部品を一部改造してこれを単電極のまま採用しても、また多相多電極として採用しても今後造船における厚鋼板の2~3層盛自動溶接に大いに利用されるべきものとして注目せられる。

Fig. 7 は板厚 76 mm (3 in) の厚鋼板に3本の帯鋼



F.P.	L	1200 A	40 V	S IN/MIN
//	T	2 00	46	//
//	F	1200	45	//
B.P.	L	1200	40	11.5
	T	1890	45	//
	F	1200	45	//

FIG. 7 MACRO-PHOTOGRAPH AND WELDING CONDITION OF MULTI-PHASE AND MULTI-ELECTRODE WELDING OF 3 IN (76 MM) THICK PLATE, USED WITH 1 BANDED STEEL ELECTRODE⁷⁾



Single Round Bar Electrode

F.P.	1	450 A	30 V	11 IN/MIN
//	2	500	30	//
//	3~29	150	30	14
//	31	500	32	11
B.P.	1~4	270~290	26~28	6~7

FIG. 8 MACRO-PHOTOGRAPH AND WELDING CONDITION OF SINGLE-PHASE AND SINGLE-ELECTRODE WELDING OF 3 IN (76 MM) THICK "LOW-TEMP" STEEL⁸⁾

心線を用い2層盛溶接を行ったものであるが、Leading, Trailing, Finishing の3本の帯鋼電極(各断面1.6 mm×1.48 mm)を3相の Open delta に結線し、3本の電極を合せて実に 4,000 Amp. を越える電流を用いて溶接しているのは驚異に値するもので、これを Fig. 8 に示す同板厚の多層盛溶接(約30層盛)に比較すればその Nugget Area の大なること、従つて溶接能率の大なることが判然とするであろう。

なお Fig. 7 の帯鋼多電極溶接の溶着鋼の樹枝状品はいずれもほぼ Bead 表面に向つて直立しており、Fig. 4 に示したごとく溶着鋼中心部に impurities が集合して亀裂を生ぜしめるような可能性を少なくしているのは注目すべきであろう。さらに多電極溶着鋼断面の肉眼組織をよくみると、単電極のごとき純然たる単層 Bead ではなく電極の数だけの層に分れていることが判る。

この肉眼組織で下層の Bead が上層の Bead の熱影響によつて再粒化していないのは下層の溶着鋼が未だ 7 相にある間に上層の Bead が置かれるからであろうが、このような多電極溶接の溶着鋼の接手性能が単電極溶接のそれと比較してどのような特性を示すかを検討するのも興味ある所である。

3. 厚鋼板の自動溶接における接手性能上の諸問題

3.1 板厚増加の影響

われわれが現在造船において採用している2~3層盛の自動溶接法を厚板 30~40 mm といった厚鋼板にそのまま適用した場合、厚板の増加が溶接々手の性能に如可なる影響をおよぼすであろうか、筆者等⁹⁾はたまたま高張力鋼の板厚効果に関する実験においてこの問題についても併せて検討を行つたので、ここにその一部を紹介する。

供試鋼材は SM 52 W 規格の高張力鋼で、同一 Charge の鋼塊からそれぞれ 25, 30, 35, 40 mm の 4

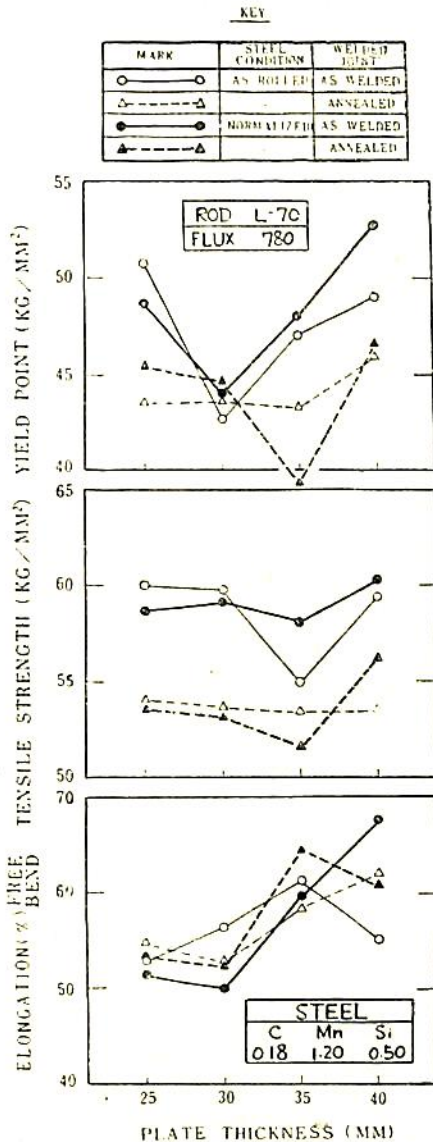


FIG. 9 SUMMARY OF TENSION AND FREE BEND TESTS OF THE AUTOMATIC WELDED JOINT, 25, 30, 35, AND 40 MM THICK⁹⁾

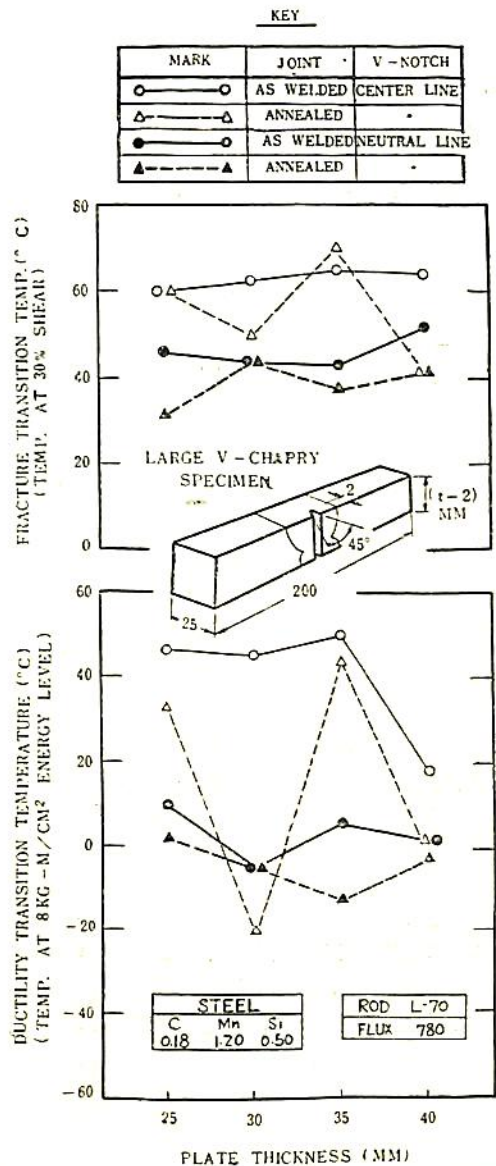


FIG. 10 SUMMARY OF LARGE V-CHARPY IMPACT TESTS BY USING THE SPECIMENS TAKEN FROM THE AUTOMATIC WELDED JOINTS, 25, 30, 35 AND 40 MM THICK, SHOWING THE EFFECT OF PLATE THICKNESS ON THEIR NOTCH TOUGHNESS.⁹⁾

種類の板厚に圧延しこれを焼準したものと同種のままのもの2種類について溶接を行い更にこれらを応力焼鈍したものについて接手性能を比較した。供試鋼板は Dearden, O'Neill の等価炭素量 ($C_{eq} = C + 1/6Mn + 1/15Ni + 1/5Cr + 1/13Cu + 1/2P$) によれば $C_{eq} = 0.41$ となり成分的に一つ一応溶接性は良好と考えられる。

Fig. 9 は自動溶接々手の機械的性質におよぼす板厚増加の影響を示したもので降伏点、引張強さには顕著な効果を示していない、ただ曲げ延性が板厚の増加する程

大となつてゐるが、これは自由曲げ試験における特性によるものと考えられる。

Fig. 10 は試験片の切欠部の長さを Full Thickness に近く採つた大型 V 切欠シャルビー試験により、板厚の増加が自動溶接々手の切欠靱性におよぼす影響を調べた結果である。切欠は接断面の溶着鋼中心線上 (Center line) と中性線上

(Neutral line: その線の両側の溶着金属と母材熱影響部の面積が等しくなるような板厚方向の線) とし、前者より溶着鋼、後より溶接熱影響部の切欠靱性を判定した。図によると板厚 30 mm の溶着金属の応力除去焼鈍を行った場合 (△印) は別として他はすべて板厚効果がみられない。もつとも板厚 40 mm の場合はかえつて靱性が大となつてゐるが、これは工場 practice として特に 4 層盛を用いたためで、明らかに層数の増加による影響と考えられる。

この実験に用いた母材の試験からは同一 charge の鋼板は板厚の増加とともに引張強度および切欠靱性は若干低下する傾向が認められたが、溶接々手に関しては、その使用性能を代表する引張強さ、曲げ延性、切欠靱性に関する限りほとんどその板厚効果は認められなかつたのである。

この際もし問題とするならば切欠靱性についてであるが、これは筆者の個人的な意見として 25 mm のものを 2 層盛溶接するなら、板厚 35 mm の場合も 2 層盛溶接を行つて可となる訳である。ただし板厚 35 mm 以上となると溶接機の容量から層数が増加するので、この場合の切欠靱性は少くとも板厚 25 mm の 2 層盛溶接より良くなる訳である。

3.2 鋼種の影響について

近年わが国においても引張強さが 50~70 kg/mm² 級の各種溶接構造用低合金高張力鋼が製造または試作されているが、これらの鋼板に対して造船に適用されている 2~3 層盛の自動溶接を行つた場合、その接手性能は、鋼種により如何なる影響を示すであろうか。またこれらの自動溶接々手を手溶接々手と較べるとどうであろうか。

これについて筆者等¹⁰⁾は Table 2 に示すとき引張強さ 52~58 kg/mm² 級の M_n-Si 系高張力鋼 A1, A2 2種, 62~68 kg/mm² 級の Vanity 系高張力鋼 B1, B2 2種および焼入焼戻しの処理を行つた 65 kg/mm² 級の M_n-Si 系調質鋼 C 1 種計 5 種の鋼板 (板

Table 2 Chemical Compositions & Grain Sizes of test Plates¹⁰⁾

Steel	Thickness (mm)	Heat Treatment	Chemical Compositions (%)													Carbon Equivalent (%)	Grain size number		Remark
			C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Al	N		Ferrite	Austenite	
A1	20	As Rolled	.15	.37	1.71	.015	.020	.18	-	-	-	-	.025	.005	.37	8	6.5	Basic open hearth furnace steel	
A2	20	As Rolled	.17	.42	1.91	.024	.019	.19	-	-	-	-	.034	.004	.42	3	4	do	
B1	20	Normalized & Low temp annealed (1)	.13	.29	1.15	.010	.009	.24	.634	.216	.14	.12	Tr	.013	.009	.46	8	5	Basic electric furnace steel
B2	20	Normalized	.16	.36	1.06	.010	.009	.20	.601	.238	.15	.14	.034	.026	.005	.48	8	6.4	do
C	20	Quenched & Tempered	.15	.41	1.04	.013	.009	.16	.158	.059	.04	Tr	Tr	Tr	.005	.36	-	5.5	Basic electric furnace steel

Note: (1) 500°C, 10 hr (in N₂ gas) (2) C_{eq} = C + 1/4 Mn + 1/24 Si + 1/6 Ni + 1/3 Cr + 1/4 Mo.

厚 20 mm) に対して 3 層盛の自動溶接および 6 層盛の手溶接を行い鋼種および溶接法が接手性能におよぼす影響を調査した。

(1) 溶接々手の機械的性質

Fig. 11 は各鋼種における自動溶接々手および手溶接々手の降伏点、引張強度、曲げ延性を比較した結果であるが適当な心線と Flux の組合せを用いた自動溶接々手の性能は手溶接々手に比して何等遜色なく、C 材を除きそれぞれの母材の強度に対して適度に高い強度を保持している。これは自動溶接が大電流を用いることによつて母材の溶融量を多くし、溶融鋼成分が母材の成分に近い値を示すことによつて同一の心線 Flux の組合せを用いても成分の異なる各種の母材の強度にある程度よく順応するためと思われる。一方 C 材の調質鋼に関しては母材の合金成分が比較的少く専らその強度を焼入焼戻の調質処理によつて維持しているがために、as weld の溶着鋼の強度特に降伏点が母材のそれより若干低下しているのは当然の結果であり、これに関しては溶着鋼の合金成分を若干増し溶着鋼の強度を母材に匹敵せしめるような心線 Flux の組合せを考慮すべきであろう。

調質鋼の溶接々手において注目すべきことはその溶接熱影響部附近に軟化層の存在することである。Fig. 12 に C 材とその性質のほぼ等しい板厚 25 mm の調質鋼溶接々手の硬度分布を示す。

今この図において丸で囲んだそれぞれの硬度を示す溶接々手の各位置から Fig. 13 に示すような直径 3 mm φ のマイクロ引張試験片を採取しその機械的性質を比較すると第 14 図の如くなる。

これによると自動溶接々手の軟化部における引張強さは母材原質部に較べ約 3~4 kg/mm² 低下し、降伏点も更に約 10 kg/mm² も低下している。この部分の降伏比が約 70% 程度に低下していることは降伏比の高い調質鋼の特性が失われたことを意味するもので、このことは別に行つた溶接熱サイクル再現試験¹⁰⁾により、この部

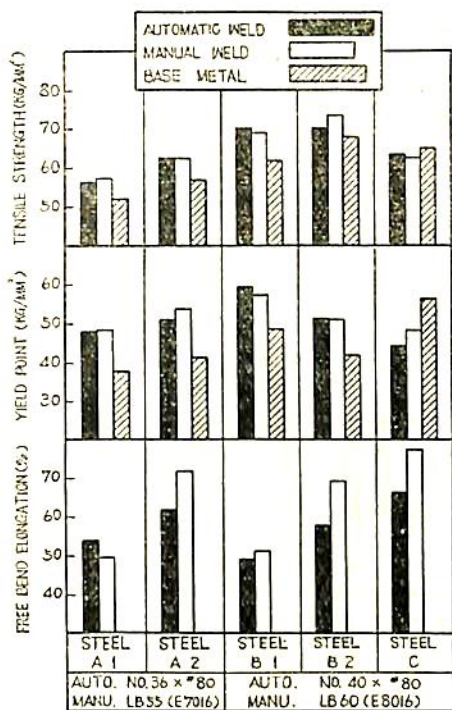


FIG. 11 SUMMARY OF TENSILE AND FREE BEND TESTS FOR MANUAL AND AUTOMATIC WELDED JOINTS OF VARIOUS STEELS, 20 MM THICK, SHOWING THE EFFECT OF WELDING PROCEDURE ON ITS MECHANICAL PROPERTIES. ¹⁰⁾

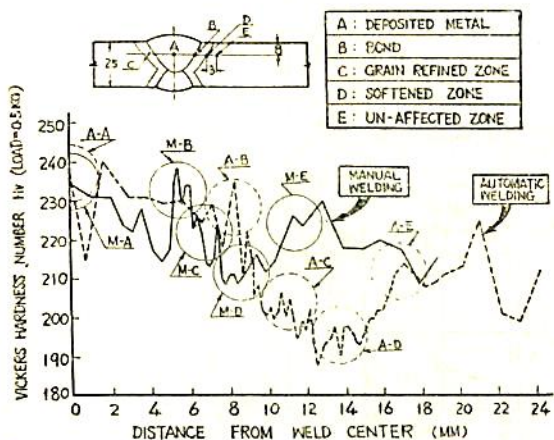


FIG. 12 HARDNESS DISTRIBUTIONS AT BOTH AUTOMATIC AND MANUAL WELDED JOINT OF QUENCHED AND TEMPERED STEELS, 25 MM THICK ¹¹⁾

分が最高加熱温度が A1 変態点附近 (約 720~750°C) に達する加熱冷却の熱サイクルを受けた部分に相当し、母材原質部の有する調質組織の失われたことからも明らかである。

手溶接々手のこの部分においては引張強さおよび降伏点の低下が認められなかつたが、これは自動溶接に較べ

て入熱量が少く軟化層の幅が極めて狭いので直径 3 mm の試験片全断面に軟化層のみを採り出すことが出来なかつたためである。同時に行われた自動溶接々手の横接手広幅引張試験 (B/T=1~10) の結果 ¹¹⁾ では、溶着鋼の強度が大なる場合試験片の破断はこの軟化部に起り母材に比して若干強度の低下を示したが、(縦接手方向には

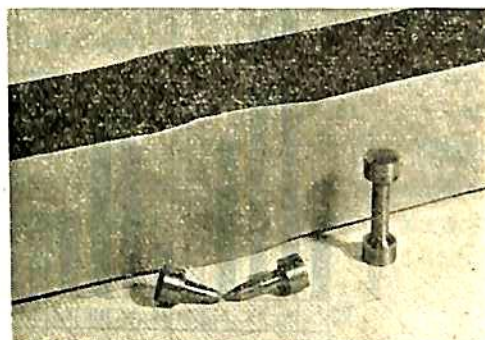


FIG. 13 SMALL TENSION TEST SPECIMENS, 3 MM DIA AND 20 MM LENGTH, TAKEN FROM WELDED JOINT, 25 MM THICK ¹¹⁾

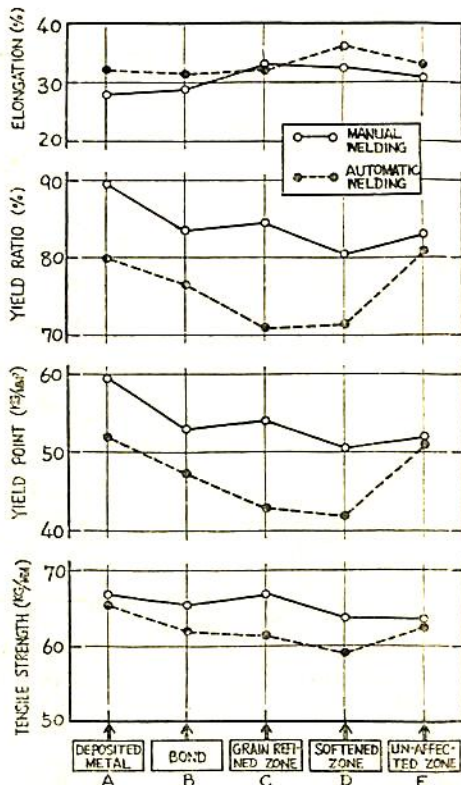


FIG. 14 SUMMARY OF SMALL TENSION TEST RESULTS BY USING THE SMALL SPECIMENS TAKEN FROM THE VARIOUS PORTIONS OF WELDED JOINT OF QUENCHED AND TEMPERED STEEL 25 MM THICK, SHOWING THE EFFECT OF THERMAL CYCLES ON THEIR MECHANICAL PROPERTIES ¹¹⁾

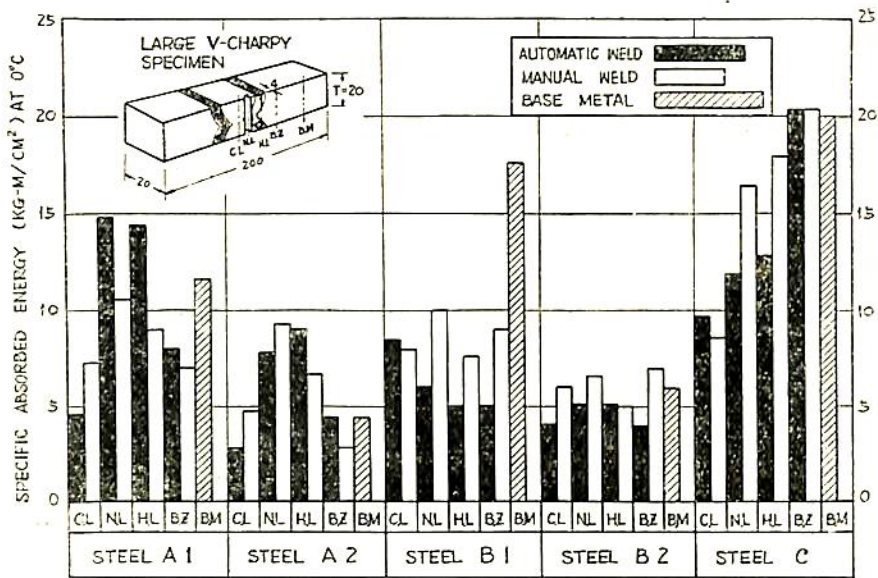


FIG. 15 SUMMARY OF LARGE V-CHARPY IMPACT TESTS AT 0°C BY USING THE SPECIMENS TAKEN FROM THE WELDED JOINTS OF VARIOUS STEELS, 20 MM THICK, SHOWS THE EFFECT OF WELDING PROCEDURE ON ITS NOTCH TOUGHNESS. ¹¹⁾

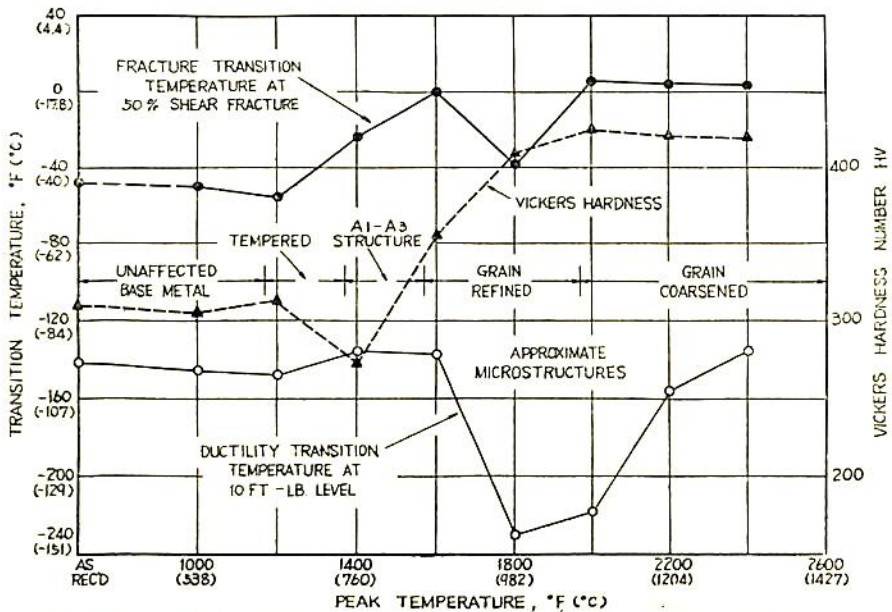


FIG. 16 SUMMARY CURVES OF FRACTURE- AND DUCTILITY-TRANSITION TEMPERATURES VS. PEAK TEMPERATURE OF THERMAL CYCLE. APPROXIMATE MICROSTRUCTURE AND VICKERS HARDNESS RESULTING FROM THESE THERMAL CYCLES ARE ALSO PRESENTED. ¹²⁾

軟化の影響が少い) 手溶接々手においては軟化の影響が殆んど現れていないことからみて、調質鋼の自動溶接に際しては溶接条件の選定に特に注意を払うことが肝要と思われる。

(2) 溶接々手の切欠靱性

Fig. 15 は温度 0°C における V 切欠大型シャルピー衝撃試験により各種高張力鋼の溶着鋼中心部、熱影響部、母材原質部など溶接々手各部の切欠靱性を比較したものである。まず溶着鋼の切欠靱性であるが、図によると手溶接の溶着鋼は鋼種によつて余り影響されないが、

自動溶接の接着鋼は鋼種によって大きな差異が認められる。すなわち母材の切欠靱性の異なる場合は自動溶接の溶着鋼も手溶接のそれに匹敵する程の値を示し、母材の切欠靱性の小なる場合には溶着鋼の靱性は著しく低下している。このことは大電流を用いる自動溶接においては母材の溶融量が多く溶着鋼の組成が母材の組成に左右され易いことと関連があるように考えられる。また溶接熱影響部においては C 材の調質鋼を除き各鋼材とも母材原質部との境界附近に脆化領域が現われ 0°C の衝撃値は母材より著しく劣ることが認められた。一方 C 材の調質鋼の熱影響部においては、この傾向は認められずむしろ Bond に近い部分に衝撃値の低下が認められた。

レンスラー工業大学の NIPPES 教授等¹²⁾は Fig. 16 に示す如く標準シャルピー試験片に溶接熱サイクルを再現して T-1 鋼の溶接熱影響各部の延性および破面遷移温度を求め、これと最高加熱温度、組織、硬度との関係を求めているが、その結果調質鋼の熱影響部の延性遷移温度は殆んど上昇を示さず破面遷移温度が幾分上昇することが解つた。また最高加熱温度が A3 変態点を越える部分には急冷された Low carbon martensite の焼入組織が生じ、これが却つて衝撃値を増大せしめることを明かにした。NIPPES 教授等¹³⁾は溶接熱入力を大とし溶接熱影響部の cooling rate を小にすると Low carbon martensite の生成を阻止し熱影響部の切欠靱性を損うので、調質鋼溶接々手の切欠靱性を満足せしめるには熱影響部の 900°F (480°C) における cooling rate を最小 6.5°F/sec (3.6°C/sec) に押えなければならないと結論しているが、これは Fig. 17



FIG. 17 FRACTURED SPECIMEN OF EXPLOSION TEST ON WELDED TUBE OF QUENCHED AND TEMPERED STEEL 20 MM THICK, SHOWING THAT THE CRACK PROPAGATED ALONG THE AUTOMATIC WELDED JOINT¹⁴⁾

に示す如く調質鋼 C 材を用いて作成した溶接円筒の爆破試験¹⁴⁾において亀裂が殆んど溶接々手の熱影響部に沿つて伝播した例からも明らかであり調質鋼の自動溶接施工に當つて特に注意すべき問題である。

ここで再び溶着鋼の切欠靱性について言及すれば、厚鋼板の 2~3 層盛の自動溶接において、溶着鋼の切欠靱性が母材に比して一般に劣ることは、これを主要構造部材の seam あるいは butt の溶接に適用せんとする組立技術者にとつて重要な問題であるが、これを直ちに構造物の脆性破壊における weak point であると断定するには未だ説明資料が不足しており、今後溶接熱影響部をも含めた溶接々手各部における脆性破壊の伝播特性に関する試験を行つた上でその評価を行うべきであると考えられる。

4. 結 語

以上主として造船における厚鋼板の自動溶接に関する諸問題を工作上および接手性能上の各方面から論じてきたが、これを要約すると以下の結論が得られる。

- (1) 作業性、経済性の面からは溶着鋼数を可及的に減ずることが望ましい。船体建造の実情からみて、従来圧力容器などで採用されている多層盛溶接法を採用することは工作上困難である。
 - (2) 溶着鋼の拘束亀裂を防止するためには第一層目の溶着鋼断面を増大せしめる方が良く、また心線 Flux の組合せ、溶接条件、溶接順序の選定等についても考慮を要する。
 - (3) 厚鋼板の 2~3 層溶接の工作性を改善しこれを能率化せしめるためには、多相多電極方式の採用が有利であり早急な実用化を計らねばならない。
 - (4) 一般に鋼板の機械的性質切欠靱性は板厚の増加とともに若干の低下を示すが、溶接々手の機械的性質および切欠靱性に対して板厚増加の影響が殆んど認められなかつた。
 - (5) 溶着鋼の切欠靱性は多層盛になる程良好になるが、現段階においては板厚 30~40 mm の鋼板に対して 3~4 層盛にて差支えないものと考えられる。
- 溶着鋼の切欠靱性の評価に関しては今後更に溶接熱影響部を含む溶接々手各部における脆性破壊の伝播特性等について検討の必要がある。
- (6) 高張力高切欠靱性鋼として注目される調質鋼の溶接々手においては熱影響部の冷却速度が小になると軟化組織および脆化組織の影響が表われて接手の引張強度および切欠靱性を損うので自動溶接の条件選定には特に注意を要する。

超大型船の建造を目前に控えて造船における厚鋼板の自動溶接の施工法確立に関する研究は各所において悉々真剣の度を加え、ここに採り上げた諸問題の解明も漸くその核心に近づきつつある感がある。やがて実際の施工に即した諸対策が続々と生れることを期待して筆を擱くことにする。

本稿を草するに当つて貴重な資料を借用させて頂いた各研究機関および各事業所に対し謹んで謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 吉田, 松永: 「厚鋼板の自動溶接」船舶28巻6号。
- 2) 吉田「造船における厚鋼板の自動溶接に関する諸問題」溶接学会誌第26巻第4号1957年4月。
- 3) 吉田, 松永, 寺井: 「自動溶接施行時に生ずる拘束亀裂について」溶接学会誌第25巻9号, 1957年9月。
- 4) 浦賀造船所資料「厚板ユニオンメルト実験」第6報 (SR 39-3-43) 1958年3月30日。
- 5) 例えば三菱日本重工 K.K. 横浜造船所資料「自動溶接々手の横方向応力」(SR 39-2-32), 1958年2月14日

- 6) 新三菱重工 K.K. 神戸造船所資料「多頭多電極自動溶接について」(SR39-K1-2) 1957年9月。
- 7) 大坂変圧器 K.K. 資料 (未発表)
- 8) 川崎重工 K.K. 資料「Welding of Three Inches "K-Lowtem"」1957年11月
- 9) 吉田他「厚板高張力鋼ならびにその溶接々手について」川崎技報11号1957年1月
- 10) HK 委員会, SR 33 委員会, 川崎重工実験資料1957年。
- 11) 造船研究協会第36部会, 川崎重工実験資料「調質鋼の軟化部に関する研究」1958年5月
- 12) E.F. NIPPES and C.R. SIBLEY Impact Performance of Synthetically Reproduced Heat-Affected-zone microstructure in "T-1" Steel Welding Journal Oct. 1956 473-S to 480-S
- 13) E.F. NIPPES, W.F. SAVAGE and R.J. ALLIO Studies of the Weld Heat-Affected zone of "T-1" Steel Ibid Dec, 1957 531-S to 540-S
- 14) 運輸技術研究所溶接部, 川崎重工共同実験資料 (未発表)

海技入門選書 新刊

東京商船大学助教授 庄 司 和 民 著

航海計器学入門

A 5 上製 140 頁 (オフセット色刷4葉)
定価 270 円 (送料 30 円)

(序文より) 航海者にとっては、不完全な新計器より、古くても完全で常に信頼できる計器が必要である。この意味から本書に説明するような基礎的な航海計器は十分に理解しておく必要がある。(略)

目 次

- 第1章 測 程 儀
- 第2章 測 深 機
- 第3章 船用光学器械
- 第4章 クロノメーター
- 第5章 磁気コンパス
- 第6章 自 差
- 第7章 傾 船 差

海技入門選書・新刊

小 方 愛 朔 著

船用内燃機関 (上巻)

A 5 版 170 頁 定価 300 円 (送料 30 円)

取扱者の立場より、ただちに役に立つことを主眼として執筆されたもので、著者の永年の豊富な経験をあますところなく書きしるした最適の手引きの書である。

目 次

- 第I章 基礎的知識
- 第II章 燃料および油滑油
- 第III章 金属材料
- 第IV章 内燃機関の概要
- 第V章 要目と性能
- 第VI章 機関の主要部
- 第VII章 弁および弁装置
- 第VIII章 燃料装置
- 第IX章 点火装置

船体ブロック現場継手の熔接による収縮と拘束度について

渡 辺 正 紀
大阪大学教授 工博

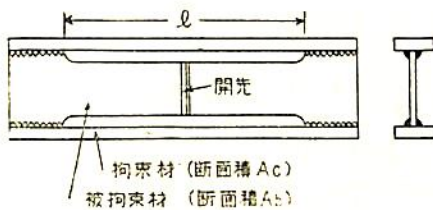
1. 緒 言

船体の熔接建造に当りしばしば問題となることの一つとして、熔接によつて生ずる収縮と残留応力の問題が挙げられる。特に最近いわゆる超大型船が建造せられるようになって、必然的に厚板が使用せられる関係上、船体ブロックの現場継手の拘束度について関心が持たれている。日本造船研究協会第39部会(超大型船の建造に際しての厚板の熔接施工法に関する研究)においても、昭和33年度研究項目の一つとしてこの問題を探り上げ、現在研究が進められている。ここではこの問題について現在までに明らかにせられている事項について概略の説明を行うこととする。

2. 拘束度について *

突合せ熔接継手の拘束の程度を定量的にあらわし、これと収縮および拘束残留応力との関係を明らかにしようとの試みは、従来から比較的簡単な形状の拘束試験体を対象として行われて来た。ここにその一、二の例を示すと次の通りである。

仲博士¹⁾は第1図に示すように、細長い部材がその両端



第1図 拘束試験体(仲)

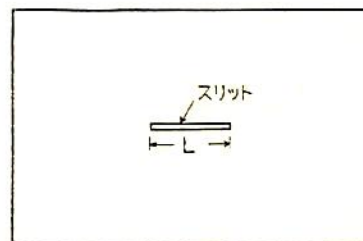
において収縮を拘束せられた状態の試験体を使用して、拘束の程度が収縮ならびに拘束残留応力におよぼす影響について研究を行った。同博士はこの研究において、拘束度を次のように定義している。すなわち「継手の開先間隔を長さ1mm短縮するに要する力」を拘束度と名

* 周知の如く熔接応力には主として温度の不均一分布により発生する内的拘束による応力と端部条件などによるいわゆる外的拘束による応力がある。ここでは主として後者の外的拘束を取扱うものとする。内的拘束度については、渡辺;「拘束度特に内的拘束度に関する研究」(熔接学会昭24)を参照せられたい。

付けている。第1図の記号を用い、材料の弾性係数をEとすると、この場合の拘束度は次式で与えられる。

$$\text{拘束度} = \frac{EA_b}{l \left(1 + \frac{A_b}{2A_c}\right)} \quad (\text{ton/mm}) \dots \dots (1)$$

仲博士の研究は熔接による応力が熔接線に直角方向にのみ生ずるいわゆる一次元的応力分布をなす場合を対象としたものであるが、船体の熔接継手のように、一般に板の熔接を対象とする場合には、拘束度をこのような簡単な式であらわすことはできない。木原博士²⁾らは、「熔接順序が収縮ならびに残留応力におよぼす影響」に関する研究において、第2図に示すように大きな平板の中央



第2図 スリット型拘束試験体

にあけられたスリット(熔接開先)に熔接を行う場合「熔接によつて熔接線(スリット)の全長に平均1mmの横収縮を生ずる場合の継手の横方向平均残留応力の大きさ」といった量を採用して、拘束の程度を定量的にあらわすことを試みている。ちなみにこの場合の拘束度は、スリット全長(L)に熔接が行われるものとする、

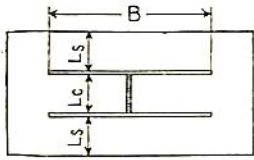
$$\text{拘束度} = \frac{2E}{\pi L} \quad (\text{kg/mm}^2/\text{mm}) \dots \dots (2)$$

なる比較的簡単な形で与えられる。

以上2つの例をみると、拘束度の定義の仕方がそれぞれ異なっているが、いずれにしても、考え方としては「熔接継手に平均1mmの弾性的くい違いを生ぜしめた時、これに抵抗して継手に直角方向に生ずる平均応力」の大きさをもつて拘束の程度をあらわそうとしている点では変りはない。本文では以下このような量を拘束度と称することにする。上に掲げた2つの式から明らかのように、拘束度は継手の形状、寸法——たとえば熔接長、拘束材の長さ、断面積といった量——のみによつて定まり、熔接電流、熔接速度など熔接熱の大きさを左右

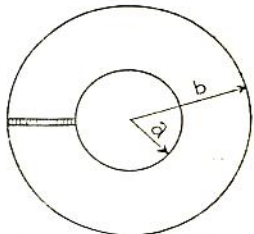
する量には無関係である。

比較的簡単な形状の拘束試験体では上に述べた拘束度の大きさを理論的に求めることができる程度可能である。二三の例を第3図に示しておく。



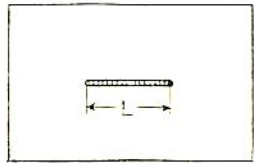
(a) H型拘束試験体

$$p = \frac{E}{B} \times \frac{1}{1 + (L_c / 2L_s)}$$



(b) 円筒型拘束試験体

$$p = \frac{E}{4\pi} \cdot \frac{1}{b-a} \left(\ln \frac{b}{a} - \frac{b^2 - a^2}{b^2 + a^2} \right)$$



(c) スリット型拘束試験体

$$p = \frac{2E}{\pi L}$$

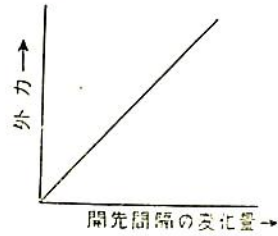
第3図 拘束試験体と拘束度 (p)

3 拘束試験体における拘束度の測定

このような理論的算定は第3図に示した簡単な形状の試験体では可能であるとしても、船体ブロック現場継手のような複雑な構造の場合にはほとんど不可能に近く、どうしても実験的測定によらざるを得ない。拘束度の測定については最近筆者らと三菱重工神戸造船所のグループおよび運輸技研と播磨造船所のグループによつてそれぞれ研究がすすめられている。

前節で述べた拘束度の定義から明らかのように、拘束度を測定するには、何らかの方法で溶接線の両側に溶接線に直角方向の外力を加えて開先間隔を変化せしめ、加えた外力と開先間隔の変化量との関係を求めればよい。今、外力とこれによる開先間隔の変化量の平均値（溶接長全長にわたつて

の)との関係がたとえば第4図に示すような直線であらわされるとすると、この直線の勾配から開先間隔が平均1mm変化するに要する外力が求められる。これを溶接

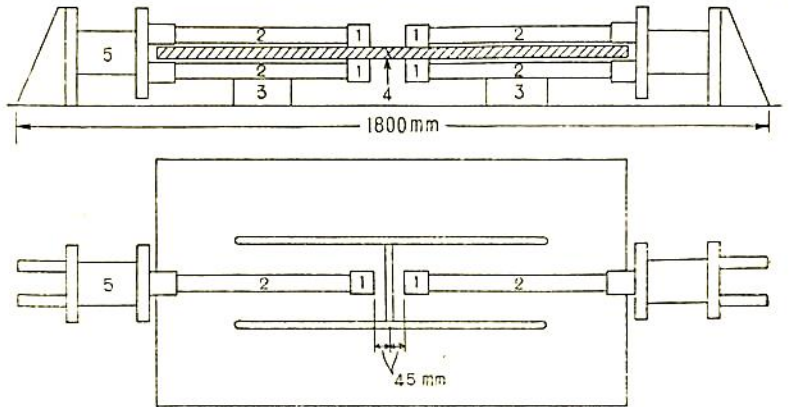


第4図

喉断面積 (= 溶接長 × 板厚) で割れば所要の拘束度が求められる。

阪大・新三菱グループで採用した測定装置の概略を第5図に示す。* 図に示すように H 型拘束試験体中央部材の溶接線から 45 mm 離れた位置に 60 mm 立方の銅ブロック (1) を溶接し、丸鋼棒 (2) を介して手動ジャッキで最大 10 ton 程度の力を加え、開先間隔を変化させた。加えた力を測定するには、丸鋼棒の軸方向に貼付けた SR-4 歪ゲージによつた。また開先間隔の変化はコンパレタによつて測定している。測定結果の数例を示すと第1表の通りである。

この表には第3図(a)に示した算式によるそれぞれの試験体の拘束度の計算値を比較のために掲げてある。両者を比較すると、測定値はこの計算値より若干小さいが、これは、計算では H 型拘束試験体の中央部材と両側部材とを連結する試験体両端の部分に剛体と仮定している



1. 60×60×60 mm ブロック (試験体に溶接)
2. 丸鋼棒 (外径 55, 内径 25)
3. 受け台 4. 試験体 5. ジャッキ

第5図 試験体荷重装置

* 図は、拘束度測定の前段階として簡単な形状の H 型試験体 (第3図(a)参照) について測定したものを示している。

第1表 H型拘束試験体の拘束度

中央部材の長さ B (mm)	中央部材の巾 L _c (mm)	両側部材の巾 L _s (mm)	拘束度の測定値 (kg/mm ² /mm)	拘束度の計算値* (kg/mm ² /mm)
800	200	200	12.4	17.5
500	200	200	20.8	28.0
300	200	200	43.6	46.6

* 計算は第3図(a)に示した算式によつた

測定の研究がすすめられている。外力を加えるには第6図に示す装置が考案せられた。すなわち、取付ピース(2)を試験体スリットの両岸に熔接し、ナットを締付けてくさびを打ちこむことにより最大12ton程度の外力を加え得るようにしている。実験結果の数例を第2表に示す。

第2表 スリット型拘束試験体の拘束度

スリット長 (L) mm	スリットに平行な試験体の一辺の長さ (l) mm	l/L	拘束度の測定値 (kg/mm ² /mm)	式(2)による拘束度の計算値 (l→∞の場合) (kg/mm ² /mm)
240	1200	5.0	63.7	55.7
240	720	3.0	71.1	55.7
240	480	2.0	62.8	55.7
240	360	1.5	47.1	55.7
240	300	1.25	37.6	55.7

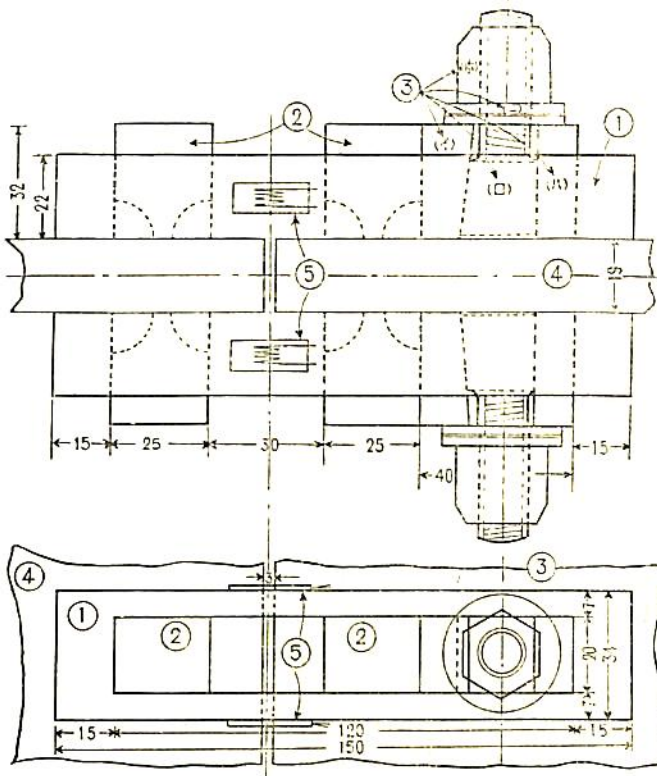
今試験体を無限板と仮定すると(すなわち $l \rightarrow \infty$)、この場合の拘束度は式(2)から 55.7 kg/mm²/mm と計算される。これを第2表の実験値と比較すると、 $l/L \geq 2.0$ の場合には比較的良好にこの計算値と一致している。*

4. 実船ブロック現場継手における拘束度の測定

以上は試験体を使用して測定を行った結果であるが、実船ブロック現場継手を対象とした実験も現在着々と進められている。

筆者らは前節で述べた方法によれば拘束度のほぼ妥当な値を求め得ることを H 型拘束試験体によつて確認したので、この方法を実船の場合に適用して実験を行っている。実験装置を第7図に示す。すなわちブロック継手を熔接し得る状態にセットし、図に示すように本実験

* 拘束度の測定値が計算値より大となることは理論上考えられないが、これは実験誤差もかなりふくまれているためではないかと報告せられている。



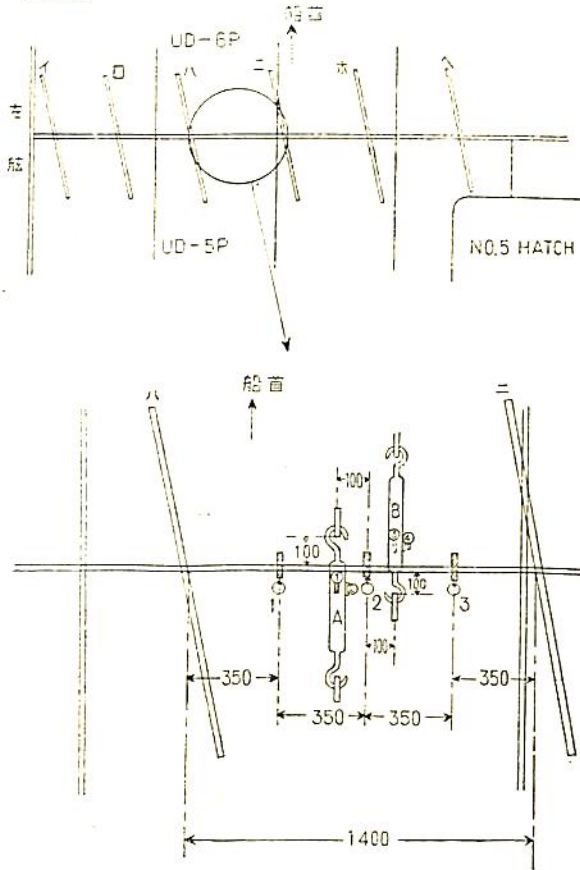
番号	名称	数量計			材質
		表	裏	計	
①	引寄せ棒	1	1	2	高張力鋼
②	取付ピース	2	2	4	軟鋼
③ 荷重装置	(イ) 支持台 A	1	1	2	〃
	(ロ) ボルト	1	1	2	〃
	(ハ) 支持台 B	1	1	2	〃
	(ニ) ワッシャ	1	1	2	砲金
	(ホ) ナット	1	1	2	軟鋼
④	試験材	註 ②取付ピースは試験材に熔接後手仕上げする。			
⑤	ストレングージ	2	2	4	K-22

第6図 拘束度計

ためであつて、この点から考えてこの測定値はほぼ妥当な値であると思われる。

一方、運研・播磨グループ³⁾では第2図に示したいわゆるスリット型拘束試験体を使用し、スリットの中央部に熔接線に直角方向の外力を加えることにより、拘束度

左舷側



第7図 実船ブロック継手の拘束度測定装置

のために製作したターンバクル2本(AB)およびダイヤル・ゲージ3個(1,2,3)を配置した。ターンバクルを締め付けることにより外力を加え、開先間隔の寄りをダイヤルゲージによって測定した。

現在までに 10,000 Ton 貨物船の上甲板ブロック継手(板厚 22 mm と 24 mm のものを接合)および Livery 船引き伸ばし工事におけるマスターバット継手(上甲板板厚 17.5 mm) について測定を行ったが、その結果は次の通りである。

開先間隔を 1 mm 変化させるに要する力 (P):

10,000 Ton 貨物船上甲板左舷; P = 10.75 Ton/mm
 同 上 右舷; P = 11.35 Ton/mm
 Livery 船上甲板マスターバット継手; P = 7.58
 Ton/mm

上記貨物船の上甲板継手は長さ 6,800 mm, 板厚 22mm であるから、この測定値から拘束度の値を計算してみると、

$$\text{拘束度} = \frac{10.75 \times 10^3}{6,800 \times 22} \approx 0.07 \text{ kg/mm}^2/\text{mm}$$

となる。この値は第1表および第2表に示した拘束試験体の場合に比較して極めて小さいことは注目すべきである。

5. 収縮の見地からみた船体ブロック現場継手の拘束度

上述のような拘束度の直接的測定とは別に、筆者らはブロック現場継手の収縮量から拘束の程度を間接的に推定する方法についても研究を行っている。一般に溶接継手の拘束の程度と収縮および拘束残留応力との間には互に関連があり、拘束度の大きなるほど収縮は小さく拘束残留応力は大きいとされている。したがって、拘束の程度と溶接による収縮量との間に一定の関係が見出せるならば、拘束度を直接測定する代りに収縮量を測定することによって拘束度を推定することが可能なわけである。

拘束の程度と溶接による収縮量との関係を見出すために、筆者らは、木原博士ら⁴⁾の円輪型拘束試験体(第3図(b))およびスリット型拘束試験体(第3図(c))の実験結果ならびに筆者らのH型拘束試験体(第3図(a))の実験結果を次のような方法で整理してみた。すなわち

各試験体の溶接による収縮量の溶接線上での平均値 ; S_t
 各試験体の与えられた溶接条件に対する自由収縮量 ; S_{if}

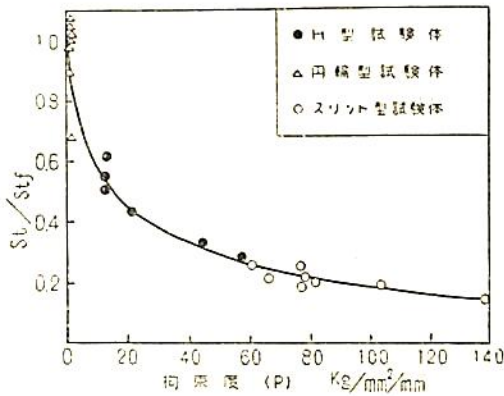
とし、 S_t / S_{if} の値とそれぞれの試験体の拘束度との関係をプロットしてみた。ただし与えられた溶接条件に対する自由収縮量を求めるには筆者らが提案している次の略算式を利用した。⁵⁾

$$S_{if} = (1 + \nu) C_1 \left(\frac{A}{h^2} \right) \log \left(\frac{7.8A}{w_0} \right) + (1 + \nu) C_0 \sqrt{\frac{A}{h^2}}$$

ただしここに

- A: 開先断面積 (cm²)
- h: 接合せられる板の厚さ (cm)
- w₀: 1パス当り、単位溶接長当りの熔着金属重量 (gr/cm)
- ν: ポアソン比
- C₁, C₀: 溶接条件によって定まる常数

以上の方法で実験結果を整理した結果を第8図に示す。これらのデータはそれぞれ試験体の形状、板厚および溶接条件が異なるにもかかわらずほぼ一つの曲線上にのっている。したがって拘束継手の収縮量 (S_t) と自由収縮量 (S_{if}) との比はこれらの条件には無関係で拘束度のみによって定まると考えられる。

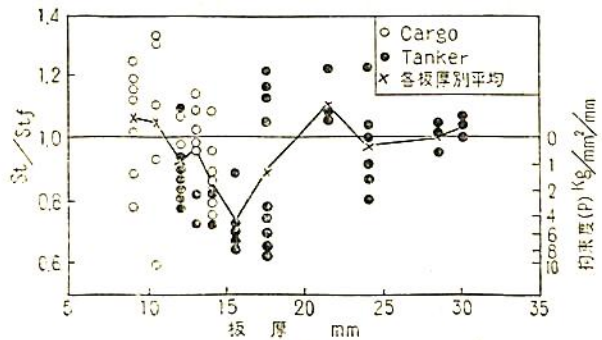


第8図 拘束試験体の拘束度と S_t/S_{t_f} との関係

筆者らは船体ブロック現場溶接継手の収縮量に関するデータを用い、第8図を利用してその拘束度を推定してみた。各ブロック継手の板厚を横軸とつて整理した結果を第9図に示す。*この図からブロック現場継手の拘束度は最大 $10 \text{ kg/mm}^2/\text{mm}$ 程度以下であることがわかる。**

* 第9図において 20,000 Ton Oil Tanker のデータは浦賀造船所谷垣技師の御好意により借用したものである。

** 図において S_t/S_{t_f} の値が1より大となることは理論上考えられないが、実験誤差もふくまれているものと考えられ一応そのままプロットした。なお測定値はかなりばらつき、板厚と拘束度との間には一定の関係を見出し得ない。筆者らは板厚の代りにブロック重量を横軸とつて整理してみたが、ばらつきの程度に変わりはなかった。これは拘束度が板厚とかブロック重量といった単独の量によつて定まるのではなく多くの複雑な要因に支配せられるためと考えられる。



第9図 船体ブロック継手の S_t/S_{t_f} および拘束度

6. 結 言

船体ブロック現場継手の拘束度について現在筆者らの研究室その他で行われている研究の概略を説明した。最初にも述べたように本研究は目下続行中であつて、未解決の問題も多いが、漸次明らかにせられて行くものと思う。

参 考 文 献

- (1) 仲威雄; 溶接の収縮と亀裂 p. 110
- (2) 木原博; 松山泰, 増淵興一, 小柳陽; 造船協会論文集 98号
- (3) 溶接工作法が残留応力におよぼす影響の実験 (中間報告)
(播磨造船, 運輸技研資料 昭和33年2月)
- (4) 木原博; 増淵興一; 造船協会論文集 95号, 96号.
- (5) 渡辺正紀, 佐藤邦彦; 溶接学会誌 26 卷第4号.
- (6) 谷垣尙; 溶接資料

海技入門選書 新刊

東京商船大学教授 横田利雄 著

海 事 法 規

A 5 上製 155 頁定価 280 円 (送 30 円)

目 次

- 総 説 海事法規の概念
- 第1章 船航海および積量測定法等
- 第2章 船舶安全法
- 第3章 船 員 法
- 第4章 船舶職員法
- 第5章 海難審判法
- 第6章 海 商 法
- 第7章 検 疫 法
- 第8章 関 税 法

天 然 社 新 刊

上野喜一郎 著 (5月発行)

船 の 歴 史 (第3巻) (推進篇)

A 5 上製 函入 330 頁 定価 500 円 (〒 50 円)

今日、8万屯以上、30節以上の高速巨船が出現するにいたつたが、過去100年余の船の発達史の歴史は、まさに推進機関の発達史であるといつても過言ではない。本書は主として19世紀の初め汽船が出現して以来今日までの船の推進方法の発達を、豊富なる挿図(200)とともに詳述してある。

目 次

- 1 船の推進の初まり
 - 2 風力の利用
 - 3 機械力の利用
 - 4 推進機関の発達
 - 5 推進方法の変遷
 - 6 汽船の発達と速力の増加
- 附 録

最近における熔接棒の発達

永井 信雄
木村 義雄
神戸製鋼所

I 緒 言

ここ数年間に亘つてわが国の工業界はいわゆる神武景気に見舞われ、ことに造船界は輸出船を大量に建造しその建造量は世界第一位を占めるまでに至つた。これはわが国における造船所の合理化が進み造船技術のすぐれていることを裏書きするものである。造船における熔接の重要度は極めて高く、また熔接棒の熔接結果におよぼす影響は極めて大きい。そこで造船を対象にした熔接棒発達の趨勢をふりかえつてみるのも意義あることと考え、以下に詳述する。

II 造船用軟鋼熔接棒の発達

わが国における熔接棒が急速に進歩を始めたのは昭和25年以降であるが、この間の熔接棒の発達状況並びに現状について述べよう。

1 軟鋼用熔接棒の発達

第2次大戦より戦後に亘つては昭和17年研究完成されたイルミナイト型熔接棒が殆んど使用されて来た。

しかし昭和24年頃よりアメリカにおける熔接棒界の状況が判明するとともにその影響を受け、順次新しいタイプの熔接棒が製造されるようになって来た。すなわちアメリカにおいては規格化された各種タイプの熔接棒が作られ、各用途更には熔接姿勢に応じて使用されているので、わが国もこれに倣い昭和25年より従来のイルミナイト型熔接棒の他にセルローズ型、酸化鉄型熔接棒の製造が始められた。しかしセルローズ型熔接棒はその後現在に至るまで殆んど使用されていない。

酸化鉄型熔接棒は昭和27年頃より造船の隅肉熔接用として使用されるようになって来た。すなわち造船所におけるブロック建造方式の進むに従つて、その能率向上を図るため水平隅肉熔接に一層隅肉熔接法がとり入れられ、この熔接法に酸化鉄型熔接棒が適しているので急速に発達した。更に昭和28年には中炭素鋼心線（炭素含有量約0.3%）を使用した酸化鉄型熔接棒が作られ使用されるようになった。

昭和26年にはチタニヤ型熔接棒および低水素型熔接棒の製造が始められたが、チタニヤ型熔接棒は造船では強度部材への使用が許されないのではほとんど使用されず、主として車輛工業、自動車工業で使用されるようになった。低水素型熔接棒は昭和28年頃より漸くその特性が認識され始め造船においても厚板、拘束部材および

鋳鋼品等の熔接に使用されるようになった。

昭和28年にはライムチタニヤ型熔接棒の製造が始められ、その作業性と機械的性質の優秀性より順次その使用分野が拡がり、造船においても昭和29年頃より使用されるようになった。

昭和29年頃より熔接の能率化を図るため新しいアイディアの下に鉄粉型熔接棒が作られ、日本熔接協会造船部会施工法委員会でも検討が加えられ、昭和31年頃より一部造船所で使用されるようになった。

防衛庁では昭和30年より警備艦の建造に高張力鋼を使用し始め、これに伴い高張力鋼用熔接棒も急速に発達をとげ橋梁その他陸上機器にも漸次使用されるようになって来た。また高張力鋼の研究が進み最近においては熔接性のよい調質鋼が製作されるようになり、近き将来においては造船にも使用されることが予想される。

以上述べたように短時日に新しい熔接棒が製造され発達して来たが、この間の熔接棒生産量の推移は第1表に示す通りである。このように質と量における熔接棒の発達は熔接の使用分野の拡大と工業の進展をもたらした。

第1表 わが国における熔接棒生産量の推移

年 度	生産量 重
昭和 26 年	27,781
昭和 27 年	22,567
昭和 28 年	29,469
昭和 29 年	30,440
昭和 30 年	41,673
昭和 31 年	68,760
昭和 32 年	81,705

2 軟鋼用熔接棒の現状

現在わが国で市販されている軟鋼熔接棒は第2表に示すように多種類のものがあるが、これらの使用状況すなわち生産比率は第3表に示す通りで数年前に比較すると非常に変わつて来ている。イルミナイト型熔接棒の生産比率は著しく低下して来ており、これに較べてライムチタニヤ型、酸化鉄型熔接棒の生産が著しく上昇している。しかし低水素型、鉄粉型熔接棒の生産比率は未だ低い。低水素型熔接棒は造船においては現在殆んど使用されていないが、今後船の大型化に伴い板厚の増加あるいは高張力鋼が使用されるようになると使用量が増加するであ

第2表 市販軟鋼溶接棒の種類と規格

タイプ	JIS 規格	溶接姿勢	JIS 規格による機械的性質 T.S El I.V		
イルミナイト型	D 4301	ナールボジ ション	44	22	9
ライムチタニ ヤ型	D 4303	〃	〃	〃	〃
セルローズ型	D 4311	〃	〃	〃	〃
チタニヤ型	D 4312 D4313	〃	48	17	—
低水素型	D 4316	〃	48	22	12
酸化鉄型	D 4320	下向および 水平調肉	44	25	9
鉄粉型	D 4327	〃	〃	〃	〃

第3表 わが国におけるタイプ別溶接棒の
生産比率の推移 (%)

タイプ	昭和25年	昭和27年	昭和33年
イルミナイト型	>99	92.5	58.8
ライムチタニヤ型	—	—	17.9
セルローズ型	0	1.9	0.4
チタニヤ型	—	1.2	2.7
低水素型	—	1.7	4.5
酸化鉄型	0	1.2	13.5
鉄粉型	—	—	0.8

ろう。また高能率棒としてすぐれた性質をもっている鉄粉型溶接棒も需要の増加に伴い価格の低下が図られるなら使用量も増加するであろう。

翻つて欧米諸国におけるタイプ別溶接棒の生産比率をみると第4表、第5表の通りで、わが国の現状とは相当異つた状況を示しており、特にチタニヤ型溶接棒の使用比率が高い。またヨーロッパでは低水素型溶接棒の生産比率がわが国より高い。

第4表 アメリカにおけるタイプ別溶接棒使用比率

タイプ	使用率 %
E 6010	23.4
E 6011	6.6
E 6012	39.4
E 6013	18.7
E 6016	5.3
E 6020	6.6

(註) (i) E 6010: セルローズ型 (DC)
E 6011: セルローズ型 (AC および DC)
E 6012: チタニヤ型 E 6013: チタニヤ型
E 6016: 低水素型 E 6020: 酸化鉄型
(ii) Metal progress, Aug. 1955 による

第5表 欧州におけるタイプ別溶接棒の生産比率

	ドイツ	フランス	イギリス	スイス	スウェーデン
酸性型	40	20	10	13	8
酸化性型	3	—	—	—	—
チタニヤ型	35	50	70	31	—
ライムチ タニヤ型	5	5	—	12	27
低水素型	10	20	10	36	52
その他	9	5	10	8	1

(註) 溶接技術 1958年1月号による

諸外国における溶接棒の生産量は第6表に示す通りで、わが国はアメリカ、イギリスに次いでこの溶接棒生産国といえる。

第6表 欧米における溶接棒生産量 (月産)

国 別	生産量 万
アメリカ	24,000
スイス	300
イタリー	2,000
ドイツ	6,000
フランス	3,000
スウェーデン	1,500
イギリス	?

(註) i) 1957年の生産量、ただしアメリカは1956年の生産量
ii) イギリスの生産量は不明であるが7,000~8,000 万位と思われる

3 造船における軟鋼溶接棒の使用状況

船殻の溶接における溶接棒の使用状況は造船所によつて異つており一概に説明することは難しいが、昭和31年より32年に亘つて日本溶接協会造船部会溶接施工法委員会で検討された「船体構造における溶接棒使用区分案」は第7表に示す通りである。

某造船所において貨物船の建造に使用された溶接棒の使用実績の一例を示すと第8表の通りで、主体はイルミナイト型、酸化鉄型およびライムチタニヤ型溶接棒である。

この船では一部ライムチタニヤ型溶接棒を使用しているが、ライムチタニヤ型溶接棒を強度部材の立向溶接にも使用するならば、タイプ別の使用比率は大体イルミナイト型約40%、ライムチタニヤ型約30%、酸化鉄型約30%となる。

第7表 船体構造における溶接棒使用区分

接手の種類 区分	板厚 (in)	① 鋼種	建 造 工 程 区 分				部 材 名 称
			Sub assembly & Assembly Stage		Erection Stage		
			姿勢②	棒種別③	姿勢②	棒種別③	
主 強 合	< 1/2	R	F	D 4301 A, S. W.	F, V, H, O	D 4301 A	上甲板構造(中央1/2L間)
	1/2 - 1	SR or SK	F	D4301A, D4337, S.W.	F, V, H, O	D 4301 A	底部外板〃(〃)
	1 - 1 1/2	SK or K	F	D 4301 A, D 4316, D 4337, S. W.	F, V, H, O	D 4301 A, D 4316	側外板〃(〃)
	≧ 1 1/2	NK	F	D 4301 A, D 4316, D 4337, S. W.	F, V, H, O	D 4301 A, D 4316	主機台〃(〃)
度 部 材	< 1/2	R	F, H	D 4320 L or H D 4327, S. W.	H	D4301A & B D4320L D4303	Built up Stern Frame 等
	1/2 - 1	SR or SK	V	D 4301 A or B, D 4303	V, O	D 4301 A or B, D 4303	(註)ただし強度計算 に加えられる場合は 下記構造を含む
			F, H	D4320 L, D4327, D4301 A or B, D4303, S.W.	H	D 4301 A, D 4320 L	船橋甲板構造
	> 1	SK or K	V	D 4301 A or B, D 4303	V, O	D 4301 A or B, D 4303	二重底〃等
F, H			D4301A, D4320L, S.W.	H	D 4301 A, D 4320 L		
準 強 度 部 材	< 1/2	R	F, V, H	D4301B, D4303, S.W. (F)	F, V, H, O	D 4301 B, D 4303	上甲板構造 (前後部1/4L間)
	≧ 1/2	SR or SK	F, V, H	D4301B, D4303, D4357 S.W. (F)	F, V, H, O	D4301A or B, D4303B D4337	外板〃(〃)
	< 1/2	R	F, H	D4320L or H, D4301B, D4303, D4327 S. W.	F, H	D 4320 L, D 4301 B, D 4303, D 4327	二重底〃 縦横隔壁〃 船首尾〃
	≧ 1/2	SR or SK	V	D 4301 B, D 4303	V, O	D 4301 B, D 4303	第二, 第三甲板構造上甲 板下室
F, H			D 4320L, D 4301 B, D 4303, D 4327, S.W.	F, H	D 4320 L, D 4301 B D 4303, D 4327	船橋甲板および下室 船尾甲板および下室 機関室隔壁 Pillar 補機台 等	
上 部 構 造	≧ 1/4	R	F	D4301B, D4303, D4311 D4313, D4302P, S.W.	F, V, O, H	D 4301, D 4303 D 4311, D 4313	羅針甲板構造
	> 1/4	R or SK	V, H	D4301B, D4303, D4311 D4313			航海〃 Boat 〃
			F	D4301B, D4303, D4311 D4302P, S. W.	F, V, O, H	D 4301 B, D 4303 D 4311	室壁構造 Sky light
	> 1/4	R or SK	V, H	D4301B, D4303, D4311			
F, H			D4320L or H, D4303 D4313, S. W.	F, H	D4320L or H, D4301B D 4303, D 4313		
肉	≧ 1/4	R	V	D4301B, D4303, D4311 D4313	V, O	D4301B, D4303, D4311 D4313	
			F, H	D 4320 L or H, D4303, S. W.	F, H	D 4320 L or H D 4303	
肉	> 1/4	R or SK	V	D 4301 B, D 4303, D 4311	V, O	D4301B, D4303, D4311	

(註) ① 鋼種 R: リムド鋼, SR: スペシャルリムド鋼, SK: セミキルド鋼

K: キルド鋼, NK: ノルマライズドキルド鋼

② 姿勢 F: 下向, V: 立向, H: 水平, O: 上向

③ 棒種別 D 4301: イルミナイト型, D 4302 P: 深溶込型, D 4303: ライムチタニヤ型

D 4311: セルローズ型, D 4313: チタニヤ型, D 4316: 低水素型

D 4320: 酸化鉄型, D 4327: 隅肉用鉄粉型, D 4357: 下向突合用鉄粉型

SW: ニュオンメルト溶接

第 8 表 11,770 ton 貨物船の建造に使われた溶接棒の実績

棒径 mm		3.2	4	5	6	6.4	7	その他	計	比 率	備 考
一般 溶接棒	D 4301		23,263	9,204	5,798				38,265	56.3	船殻工事 艦装工事 すべてを 含む
	D 4303	2,497	6,268					2	8,767	12.8	
	D 4316			12					12	0	
	その他		153						153	0.2	
	小 計	2,497	29,684	9,216	5,798	0	0	2	47,197	69.3	
高能率 溶接棒	D 4320				1,111	15,713	2,726		19,550	28.8	
	D 4330				893				893	1.3	
	D 4337			336					336	0.6	
	小 計	0	0	336	2,004	15,713	2,726		20,779	30.7	
合 計	2,497	29,684	9,552	7,802	15,713	2,726	2	67,976	100		

(註) AB 船級 昭和 32 年 6 月進水

第 9 表 各種軟鋼溶接棒の性能比較表

種 別		D 4301 A		D 4301 B	D 4303	D 4316	D 4320 L	D 4320 H	D 4327	D 4337
		被覆の系統		イルミナ イト系 (熔接性)	イルミナ イト系 (使用性)	ライムチ タニヤ系	低水素系	高酸化鉄系 (低炭素心 線) 使用	高酸化鉄系 (高炭素心 線) 使用	鉄粉系 (水平隅肉 用)	鉄粉系 (下向用)
性能比較 因子	亀裂感度		9	8	7	10	7	7	6	9
	ピット		10	9	8	10	7	7	8	10
	ブローホール		10	9	8	5	7	8	8	9
	延性		9	8	8	10	9	8	8	9
	衝撃値		9	8	9	10	8	8	8	9
使 用 性	作業 の 難 易	下向 X 型 (厚板)	9	9	7	6	9	9	9	10
		突合 I 型 (薄板)	7	8	9	4	2	2	2	3
	下向および水 平隅肉	1層盛	7	7	7	6	10	10	10	8
		多層盛	9	9	10	6	8	8	6	6
	立向および上 向突合隅肉	9	9	9	7	0	0	0	0	0
性	ビードの外観		8	9	9	7	9	9	9	9
	熔込み		8	7	6	7	8	8	7	7
	スパッター		8	8	8	7	8	9	10	10
	スラッグの剝離性		8	9	9	6	9	9	9	9
	プアフィットアップ		7	8	8	6	4	4	4	4
熔着速度		7	8	7	6	9	9	10	10	

(註) (i) 最高値を 10 点とする

(ii) 各種別に該当する溶接棒の一例を示すと

D 4301 A: B-17 B-2 B-14 D 4301 B: B-10
 D 4303 : TB-24 D 4316 : LB-26
 D 4320 L: B-25 D 4320H: B-30
 D 4327 : LB-1 D 4337 : LB-0

4 軟鋼溶接棒の性質

船殻の溶接に使用されているイルミナイト型、ライムチタニヤ型、低水素型、酸化鉄型、鉄粉型溶接棒の性質について検討してみよう。これらの溶接棒を溶接性、使用性の各側面より評価してみると第9表のような結果となる。この表より各タイプ溶接棒の性質は自ら明かであり、その用途も定まってくるがこれは既に第7表に示してあるので改めてここで述べるのは止める。次に簡単に各溶接棒の特性を述べてみよう。

D 4301 A: イルミナイト型溶接棒の中で溶接性のすぐれたもので、低水素型溶接棒を除けば最も溶接性がすぐれているので主強度部材の溶接に適している。

D 4301 B: イルミナイト型溶接棒の中で作業性のすぐれたもので、強度部材の隅肉、準強度部材、並びに上部構造物の溶接に適している。

D 4303: 作業性が極めてよくかつ熔着金属の機械的性質が良好であるので強度部材の隅肉、準強度部材並びに上部構造物の溶接に適している。

D 4316: 特に耐亀裂性、機械的性質がすぐれているので、板厚 30 mm 程度以上の厚板、拘束部材の溶接およびスターンフレーム等の鋳鋼品の溶接に適する。

D 4320 L, D 4320 H: D 4320 L は低炭素鋼心線、D 4320 H は中炭素鋼心線を使用した酸化鉄型溶接棒でいずれも水平隅肉一層溶接の性能がすぐれている。

D 4327: D 4320 同様水平隅肉溶接に適するが、大脚長の溶接も可能である。従って経済性の面を考慮すれば脚長 9 mm 程度以上の大脚長の溶接に適している。

D 4337: 熔着速度および溶接性がすぐれているので厚板の下向突合せ溶接に適している

Ⅲ ボイラー用軟鋼並びに耐熱鋼用溶接棒の発達

船の主機関にはディーゼルあるいはタービンのいずれかが使用されるが、特に溶接が問題になるのはタービン船におけるボイラーの溶接である。従ってここではボイラーの溶接を対象にした溶接棒の発達について述べる。

1 ボイラー用溶接棒の発達

船用ボイラーにおいても陸上ボイラー同様に効率の向上を図るため順次高温高压化が図られ、現在では蒸気温度 450~460°C、圧力 45~50 kg/cm² が普通となっている。

このように高温高压化が進み火力発電では昭和26年頃より、船用ボイラーでは昭和27年より過熱管、蒸気管に 1Cr-1/2Mn 鋼管が使用されるようになり、これに伴い溶接棒も 1Cr-1/2Mn 溶接棒が製造されるようになった。

ボイラードラムもこれと相前後して従来使用されて来た SB-42 鋼材に代って SB-46 鋼材が使用されるようになった。溶接棒も昭和28年に JIS 規格に SB-46 鋼材の溶接を対象にした D 4600 溶接棒が規定され、E 7020 溶接棒とともに市販されるようになった。また昭和30年頃より一部造船所では SB-46 鋼材の溶接に対して、D 4600 あるいは E 7020 溶接棒に代り低水素型 D 4316 溶接棒が使用されるようになって来た。

昭和28年頃より陸上ボイラーでは過熱管に 2¼Cr-1Mn 鋼管が使用されるようになり、溶接棒も同鋼管に適したものが作られたが、船用ボイラーでは未だ殆んど使用されるまでに至っていない。

2 ボイラー用溶接棒の現状

ボイラードラム (SB-46 鋼材) あるいは耐熱鋼用として市販されている溶接棒の種類は第10表に示す通りである。

第10表 ボイラー用溶接棒の種類と規格

種 別	JIS あるいは ASTM 規格	機械的性質			熔着金属成分	
		T.S	El	IV	C _r	M _n
SB 46 鋼材用	D 4316	48	22	12	—	—
	D 4600	46	26	9	—	—
½ M _n 鋼用	E 70 XX A 1	49	※	—	—	0.40/0.65
½ Cr ½ M _n 鋼用	E 80 XX B 1	56	※	—	0.40/0.65	0.40/0.65
1 Cr ½ M _n 鋼用	E 90 XX B 2	63	※	—	1.00/1.50	0.40/0.65
2¼ Cr 1 M _n 鋼用	E 90 XX B 3	63	※	—	2.00/2.50	0.90/1.20

- (註) (i) 1 Cr ½ M_n 2¼ Cr 1 M_n は E 80 XX に該当するものがある
(ii) ※ 伸は棒の被覆型により異なる
(iii) D 4600, E 70 XX A 1, E 80 XX B 1, E 90 XX B 2, E 90 XX B 3 は焼鈍後の機械的性質

SB-46 鋼材に使用される D 4600 溶接棒は一般にイルミナイト型溶接棒が多い。E 70 XX A 1 はイルミナイト型あるいは低水素型溶接棒が市販されている。E 80 XX B 1, E 90 XX B 2 溶接棒は低水素型、チタニヤ型の2種類が市販されているが、主として低水素型溶接棒が使用されている。E 90 XX B 3 溶接棒は熔接性の悪い、 $2\frac{1}{4}C_r-1M$ 鋼管の溶接が対象であるので低水素型溶接棒のみが市販されている。

ボイラー用溶接棒として要求される性能は、X線性*

* 能並びに耐熱鋼用溶接棒では高温強度のすぐれていることである。すなわちボイラードラム用としては特にX線性能と、機械的性質に留意して製造されている。また過熱管、蒸気管等に使用される C-1M。溶接棒は X線性能並びにクリープ強度の高いように製作されている。

現在使用されている耐熱鋼管と溶接棒の組合せおよび最高使用温度は第 11 表に示す通りである。なお第 11 表に示した最高使用温度は、鋼管のスケーリング等を考慮すれば若干低い温度をとるようすべきであろう。

第 11 表 溶接棒の選択基準と特性

鋼管材質	最高使用温度	使用溶接棒	溶接棒タイプ	備考
$\frac{1}{2}M_o$	500°C	BL-70 CMA-76 CMB-76	イルミナイト型 E 7011 A 1 低水素型 E 7016 A 1	作業性良好 熔接性良好
$1C_r \frac{1}{2}M_o$	550°C	CMB-93 CMB-95 CMB-96 CMA-96	チタニヤ型 E 9013 B 2 低炭素低水素型 E 8015 B 2 低水素型 E 9016 B 2	作業性特に良好 特に熔接性良好 熔接性良好
$2\frac{1}{4}C_r 1M_o$	600°C	CMB-105 CMA-106	低炭素低水素型 E 8015 B 3 低水素型 E 9016 B 3	特に熔接性良好 熔接性良好

(註) 最高使用温度は発電用ボイラ技術基準に使用を許されている最高材料温度である。

IV 結 言

造船に使用される溶接棒を大きく船殻用とボイラー用に大別し、その発達経過ならびに現状について説明を加えた。しかし造船界の現状をみるとここ 1, 2 年の間に超大型油槽船の建造が予定され厚板の溶接あるいは高張力鋼の溶接が問題となり低水素型溶接棒が船殻の溶接に大に採用されるであろう。また船の大型化に伴い主機

はタービンとなるが、ボイラーは高温高压化され、より高級な耐熱鋼管が使用されるようになるだろう。更にはまた原子力商船の建造も検討されつつあり、一方溶接棒も既に一部原子炉用溶接棒の研究が始められつつある。

本文で説明した造船用溶接棒の現状もやがて更に大きく発展して行くであろう。

改正規則好評発売中!!

— 33年5月26日現行 —

木船構造規則

運輸省船舶局監修

A 5 判・横組 94 頁 ¥ 100 円 16

☆ 新旧規則を比べた親切な横組編集 ☆

「海文堂発行の木船構造規則」と御指定の上、お近くの書店でお買上げ下さい。

海文堂

神戸元町 3 丁目 振替神戸 688 電話 2664
東京神田神保町 振替東京 2873 電話 0246

感電事故とその防止対策

柴 柳 徹 郎

日北造船株式会社 工場課長

1. 緒 言

熔接にたずさわるものにとつてまた嫌な季節が近づいてきた。梅雨に続く夏は正に感電のシーズンとも称すべき悪条件が揃つた時期であつて、いままでに随分多くの尊い人命がこの期間に集中して失われてきた。そうして必ずその事故のあとでは慎重な検討が加えられたにもかかわらず、依然として感電事故が後を絶たないのは、この事故の危険性ととも防止対策のむつかしさを如実に示しているといつても過言でなからう。特に感電死亡災害の場合はその殆どが目撃者が居らず直接原因は後からの推定となるのが普通である。しかし間接原因は、はつきりしており、われわれの事故対策の手がかりもここから発見できる。かつわれわれ造船技術者として心強いことはこれ等の間接原因を一つずつ、しらみつぶしに解決し、あるいは改善することによつて、昨年は一昨年に比べ約半数の死亡災害に喰止めたという事実である。筆者は以下に造船における感電事故の現況を報告し、これ等の諸対策並びに今後の研究問題を述べ、感電事故撲滅に日夜邁進されている現場諸賢の参考としたい。

2. 感電災害の発生状況

1) 産業別、設備別感電死亡災害

産業別、設備別の発生状況は第1表の通りである。これ

第1表 産業別、設備別感電死亡災害
(昭和30,31年合計)

	製造業	電気関係業	建設業	その他	合計
送配電線	37	213	89	29	368
電気熔接機	52	0	4	0	56
開閉器類	13	27	14	6	60
変圧器	5	16	3	3	27
可搬式電動工具	15	0	4	0	19
ベルトコンベアー	3	0	20	0	23
起重機ウインチ	9	0	4	1	14
その他	21	14	21	8	64
合 計	155	270	159	47	631

(産業安全年鑑 昭和32年版)

をみると電気事業や電気工事事業のように直接電気を取扱う部門では全体の60%を占めているのは首肯できるとしても、電気熔接による感電死亡56件の内、大部分が造船業において発生しているのであるから如何に重大な問題であるかが分る。また感電事故としては大型可搬

ドリルの接地不十分による感電死亡も見逃すことはできない。

2) 造船における感電災害

造船における感電災害の重要性を認めて、昨年熔接協会の熔接施工委員会が全国21造船所に対して広範囲に調査した結果によると第2表の通りである。これによれ

第2表 全国造船所における感電災害

	昭和31年	昭和32年
死亡災害	21	12
休業災害	12	14
不休業災害	6	13
合 計	39	39

ば32年度は前年度に比べ死亡災害は半減したが、災害件数においては何等変りがない。勿論いわゆる造船ブームによる工事量の増大に従つて従業人数は急増したのであるが安全運動の推進によつて幸うじてこの数字にまで喰止めたといひ得ようか。今後の安全推進の目標も、死亡災害の絶滅は勿論であるが、休業、不休業災害対策に重点を置く必要がある。

3) 月別、時間別災害件数

月別発生件数は第3表の通りで7月から9月に集中

第3表 月別感電災害発生件数

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
31年度	0	0	0	2	2	1	11	15	5	2	1	0
32年度	1	0	0	0	1	2	13	16	4	2	0	0

第4表 時間別災害発生件数
(昭和31年)

時 刻	件 数
8~10時	0
10~11	6
11~12	5
13~15	2
15~16	5
16~17	3
17~18	3
18~19	2
22~23	5
23~24	0

し、特に8月は最も危険である。死亡災害をみてもこの通りである。これをみて考えられることは工事量は全国を平均すれば特に7, 8, 9月に集中しているはずはなく、結局感電事故対策の重点はまずこの季節による悪条件を解決することにあるということである。

時間別による発生件数は第4表の通りで昼休憩時前、作業終了前に多いことが分る。これは疲労その他の肉体的条件とともに、発汗その他の感電的条件が重つてくるところがあるのであろう。

4) 場所別、職種別発生状況

31年度の災害を発生した場所によつて分類してみると第5表の通りで船台上の新造船工事が最も多い。工程とか、作業場所などは修繕船の方が遙かに悪条件下にあるにもかかわらず、新造船の方が倍も死亡災害を出しているのは主として工事量によるのであろうが注目さるべ

第5表 場所別感電災害発生状況 (昭和31年度)

	工場内	地上組立場	船台上	修繕船	艦装船
件数	2	6	23	5	3

き事実である。また比較的安全と思われる工場内あるいは地上組立場においても、修繕船と同じ数の死亡災害を出していることは、狭き場所における溶接は何処にあつても危険であることを実証している。

感電死亡者の職種はやはり溶接工がトップであるが、取付工、鉄筋工等の職種にも発生している。また31年度災害の中80%までは臨時工、社外工で占めていたのが、32年度は本工50%となつている点が顕著である。

5) 感電の直接原因

感電死の直接原因をしらべてみると第6表の通りである。これによるとホルダーの接触が圧倒的に多いが、

第6表 感電死の直接原因

原因	31年	32年
ホルダーが直接身体に触れた	17	11
ホルダーについている溶接棒に触れた	2	1
キャブタイヤジョイントに触れた	1	0
不明	1	0
合計	21	12

特に31年度は安全ホルダーが未だ全国的に普及していなかつたことによる。その後の器具の改良により32年度中には100%普及しているのだから33年度にはこの種の感電災害は激減するものと思われる。キャブタイヤジョイントに関しては未だに改良が遅れているが、今後

の研究課題の一つとならう。

またこれ等の感電接触がどんな時に発生したかをしらべてみると第7表の通りである。すなわち溶接棒をとり替えようとした時、あるいは溶接中ちよつと体の位置をかえたときが最も危険にさらされていると考えてよい。

第7表 どんな時に感電接触したか

(昭和31年)

溶接時	5
溶接棒取替時	8
足元が不安定するとき	3
マンホールから出るとき	1
ジョイントを切るとき	1
キャブタイヤを張つたとき	1
不明	2

6) 感電の部位

感電の部位は第8表の通りである。最も感電し易い部位は手であるが、むしろ致命的なのは顔、および胸である。胸部は胸当等で防ぐことが出来るが顔は遮光面を外せば完全な無防禦地帯であるから、特にホルダーの取扱いに注意を要する。

第8表 感電の部位

(昭和31年)

	頭	顔	手	腕	胸	腹	脊	腰	足	不明
死亡		5	4	3	7	1	1			
休業	1	1	5	2	1			1	1	
不休業			4							2
計	1	6	13	5	8	1	1	1	1	2

3. 感電防止対策について

以上のような統計的数字を顧みてその感電災害の恐しさ、対策の必要性を痛感しない人はいないはずである。試みに自分の身の回りで親しい友達が一度に感電で10人あるいは20人も死亡したと考えれば、1分1秒もじつとしてはおられないであろう。

更にこれ等の数字が単なる調査の面にあらわれた結果だけであつて、この奥には表面に出なかつた災害の芽が無数にあつたことを知る時、この対策の重要性が痛感される。これに関連して有名なハインリッヒの法則というものがある。50万件の災害を調査した結果によると、重傷1件発生の下には29件の軽傷があり、更にその下には怪我にならない過失あるいは事故が300件もある。したがつてこの法則にあてはめると12人の死亡災害の

裏には 360 件の事故があつたはずである。これ等の芽を一つ一つつぶしておかないと些細な事故が災害となつて表面に出てくる。いまこれ等事故の原因を大別して考えると

- (1) 個人的条件
- (2) 作業環境
- (3) 作業器材
- (4) 安全意識

に分けることが出来るので、順を追つてその対策を述べることにする。

1) 個人的条件

人体の抵抗は人によつて異るとともに同一人でも身体の調子で変化する。普通、人の身体の抵抗は 5000 オームから 7000 オームといわれその内手の抵抗が $\frac{1}{2}$ 以上、足が $\frac{1}{3}$ 以上で胴体は $\frac{1}{3}$ 以下である。人体電流のおよぼす影響は第 9 表の通りであるが、例えば無負荷電圧 90V の溶接機で手から足へ感電したとすると 13 ミリから 1g

第 9 表 人体電流とその症状
(ぬれ手で電線をつかんだ場合) 50V

人体電流	症 状
3 ミリアンペア以内	手首まで筋肉けいれんが起ることもあるが身体は自由に動かせる。
12~15 ミリアンペア	下腕以下まひ状態となるが手首はやつと動かせる。15 秒以上は我慢出来ない。
20 ミリアンペア以上	握ると直ちにまひして耐え難い痛みを感じ電線を離すことが出来ない。
50 ミリアンペア以上	握つた瞬間完全にまひしてつかんだ電線を離すことが出来ず 1~2 秒も耐えられない。ある程度つづくと呼吸が止る。

ミリアンペア流れる計算になるが、胸の前から後へぬけて感電した場合は 90 ミリアンペアとなり致命的である。特に夏季発汗の著しい条件下では益々不利である。また身体の疲労している時、睡眠不足のとき、あるいは心臓疾患のある時等はあらゆる面からみて感電災害を起し易い条件にあるとみてよい。したがつて管理者は絶えず作業員の健康状態、家庭状況に注意して配置につけるよう努力しなければならない。

2) 作業環境

感電災害の間接原因はすべてここにあるといつてよい。すべての災害対策がそうであるように、ややもすると間接原因は処置のつかぬままに、「原則として今後はこうしよう」という申合せ程度でお茶を濁してしまいがちである。機械、器具の対策には具体案が出易いが、この間接原因対策は現場作業とにらみ合せて非常に対策がむづかしいか、金がかかるものである。しかし感電事故で

感じることはむしろ直接原因よりも、この間接原因の対策の方が重要であり、また現場作業能率の向上にも役立つものと思われる。

事故の原因を大別すると次の 3 つになる。

- (I) 狭隘な作業場所であつた
- (II) 通風が不十分であつた
- (III) 採光が不十分であつた

造船においては二重底、船首船尾構造等にはやつと上半身が入るだけという狭隘部が多い。充分検討された構造では狭隘部を作るなどということは出来ないから、ここで作業をする場合の対策が必要である。第 5 表に示すように災害は現場ばかりでなく、地上組立場、あるいは工場内においても発生しているから注意しなければいけない。狭隘部は必ず 2 人共同作業を行うことが必要で、1 人は手許線タツプを握り、溶接者の状況を絶えず監視しながら 1 本棒を使えばすぐにタツプを外して棒をつけかえさすようにする。ただし珍しい例ではこの介添者自身がタツプで感電死したという災害があつた。狭隘部の溶接で特に危険なのは溶接棒が母材にくつついてしまつたとき、無理矢理にこじて引取りとろうとしがちであるが、これが不意にとれて棒またはホルダー端が身体に接触して感電する例が多い。

次に通風であるが夏季に感電災害の集中するのは通風不良による発汗に原因する。二重底、タンク内、甲板裏等の通風の悪い場所に必ず発生するといつてよいが、案外監督者も、溶接工も、こういう処は己むを得ないのだという気持ちが強く、積極的な対策がとられていない。夏も涼しい船台現場というものがもつと真剣に考えられてよいのではなからうか。

通常電気ファンあるいは空気タービン式ファンが用いられ、前者の中ではシロコ型よりも軸流型が能率がよい。大きさは 25 HP から小は 1/2 HP 位まであり、風量は 600m³/分 から 40m³/分位まで種々ある。大型のものは全体排気専用に鋼製排気塔の上に乗せたりなどして使用する場合もあるが一般に重過ぎて移動に不便であるのでこれに代つてエアタービン式のもが局所用の通風に好まれる。直径は 400 耗から 500 耗位、流量は 100~250m³/分程度である。この他エアホースの先端にコックをつけたものを給気用に使うが、特に夏期における無制限の使用はコンプレッサーの能力に関連して余り有効な使用法でない。ファンの効率を良くし、あるいは狭隘部の通風のためにダクトが用いられるが、従来の綿帆布のものに比べ、耐火、耐水性のよいビニール、ナイロン、アミラン等の製品も市販せられるようになった。

通風方法には吹込方式と吸出方式と両方考えられる

が、一般には吸出方式が多く用いられる。効率からいうと吹込方式の方がよい場合もあるが、特に修繕油槽船等では却つて不都合であるようである。しかしいずれの方式をとるにせよ複雑な船の二重底構造などで狭くて数の少ないマンホールから有効な給排気を行うにはどうしたらよいかという基礎的な実験ないし研究の少ないことが最も致命的であつて今後に残された重要な課題である。

照明に関してはいまこのために感電したという例はないが、考慮すべき問題である。安全基準では20ルクス以上と定められているが50ルクス以上は必要である。現場照度の1例を第10表に示す。特に溶接者には

第10表 現場照度の一例

	場所	電灯数	実測照度(ルクス)		
			平均	最高	最低
DW 20,000 タンカー	センター タンク	白 300W×4 500W×4	50	400	20
DW 12,000 カーゴ	機関室	白 300W×2 100W×15	85	175	45

局所照明明用として携帯作業灯あるいは懐中電灯を持たすことが肝要である。

3) 作業機械

1) 作業服装

作業に掛る前に必ず服装の点検は必要である。特に夏期は発汗のため午前、午後には下着をとりかえる位の注意が大切である。感電防止衣も市販されており胸部に皮張をしたプロテクターの着用は狭陰部の溶接に必須のものであるが、反面プロテクターそのものの絶縁度検査と、着用により却つて発汗を助長する点とを注意しなければならぬ。

革手袋の下につける綿手袋は汗とりにも有効であるが絶えずとりかえる必要がある。特に夏期だけ溶接工に綿手袋を支給するところも多い。通気性があつて、絶縁性、耐火性のあるゴム手袋の出現も近いと思われる。

安全靴の着用も必要であるが、靴底の釘で却つて感電するものもあるようであるから注意が肝要である。

2) ホルダー

感電災害統計からみると、ホルダーが完全であれば死亡事故の80%までは防げ得たであろうと思われる。

31年度は未だ安全ホルダーの試作時代で各造船所とも自家製の鉄ホルダーを使用していたが32年中には殆ど安全ホルダーに切替つているはずである。

しかし現用安全ホルダーには未だ問題点が多く今後の改良にまつべき点が多い。すなわち

(A) 重量が重く作業に不便である。

全国造船所の現用ホルダーを調査した結果によると500 A 用安全ホルダーは最高 840 gr, 最低 400 gr, 平均 520 gr, に対し、旧鉄ホルダーは最高 750 gr, 最低 360 gr, 平均 480 gr, で約 10% 重い。今後の進み方として、本付用、仮付用に分け、軽量化できるところは徹底的に軽くする必要がある。

(B) 先端絶縁カバーの焼損過度

合成樹脂系の絶縁カバーは外国製品に比べ非常に寿命が短い。これは材質が適当でないため、耐熱性と機械的強度の問題と、両方を厚みだけでカバーしているために重量増大をも来しておりかつ先端部が大きく、かつ重いので作業性上にも非常な損をしている。

(C) 価格の問題

平均して従来のホルダーに対し安全ホルダーは約3倍という値が出ている。寿命並びに修理費を考慮しても現状では到底安全ホルダーは従来のものに対抗できない。

(3) キャブタイヤジョイント

キャブタイヤジョイントは正直にいつて完全なものが未だ出ていない。接触が悪くてすぐ過熱するもの、差込部が痛み易くてジョイント部が露出し易いもの、消耗が甚しいもの等々溶接器材担当者の悩みの種である。ジョイントの不良部からの感電事故の数は、ホルダーによるもの程多くないが危険であることは同様である。従来の雄型、雌型の差込式だけではどうしてもキャブタイヤを結ぶようになるので駄目で、ぬけぬけ工夫があるのでジョイント部の露出を防ぐゴムカバーの如きものが必要となろう。

4) スイッチ

造船の溶接ではスイッチによる感電は少ないが全産業としては第1表にみる如く溶接機による災害とほとんど同率であつて露出ナイフスイッチによるものが多い。溶接機用のスイッチ類は雨天の場合を考え周囲の空間を充分取つて安全スイッチを取付けねばならぬ。

5) 溶接機

JIS 規格によると溶接機の無負荷電圧は 400 A まで 95 V, 500 A は 85 V 以下と規定されているが、規格前のもので相当修理を重ねてきた古い溶接機の中には 120 V を超えるものが多数見出されることがいままでの調査で分つている。電弧電圧は通常 30 V 前後であるから、アークを出すのを止めれば約 4 倍近くの電圧がかかるのであるから感電にはこの無負荷電圧が 1 番大きな問題である。通常古い型の溶接機は切替タップがついているので危険なタップは切離しておくべきである。大体

各造船所とも 500 A 溶接機はほとんど整備せられたので今後は安全および能率の面からこれ等の小容量溶接機
の取替が肝要となつてくるであろう。

6) 電撃防止器

溶接機の無負荷電圧を下げる努力は昔からいろいろ考
えられているが、最近の溶接機の進歩とともに電弧電圧
も従来より高いものが出ており、どうしてもアークスター
トの点から JIS 規格に規定されてある 程度の無負荷
電圧が必要である。そこで直接に無負荷電圧を下げるの
でなく溶接機にとりつけて間接的にホルダー側に出て
くる電圧を下げる工夫をとつたのがこの電撃防止器で
ある。電圧制御のものと同流制御のものがあるが、簡単に
いうと、溶接をやめて 85 V 程度の無負荷電圧がかかる
と、タイムリレーが動いてある時間をおいて 1 次メイン
スイッチが切れるとともに小型トランスが働いてホル
ダー側に 30 V 程度の 2 次電圧がかかるようになる。従
つてこれがついているからといつても感電の危険はある
訳で、本器の保守とともに使用者も注意が肝要である。
防止器が生れるまでには労働省安全研究所の熱心な指導
があり既に数種類の製品が市販されていて、本器の規格
設置のために溶接協会電気溶接機部会が協力している。

現在の製品に対する主な改良意見としては

- 1) ケースの防錆処理と耐震性の増大
- 2) 水密性の確保
- 3) タイマーの作動確実化
- 4) スイッチ接点摩耗度の減少
- 5) 小型軽量化と結線の簡易化

等が出ている。また規格案に対する問題点としては

- 1) 起動時間
- 2) 運動時間

であつて前者は早い程よく 0.08 秒以内と抑えられて
おり、また後者も安全上は早い程よいが、溶接作業から
みてクレタ埋め、端巻等の溶接を考えると一々スイ
ッチが切れては仕事にならないので、この運動の時間
をいくかに抑えるかが大きな問題となつている。

既に電撃防止器は千台以上が出ていると思われるが、
本器の使用により無負荷時の励磁電流がなくなるので配
線および変圧器の電力の節約にもなり、進相コンデンサ
ーとともに溶接機に欠くことの出来ぬアクセサリとな
ろう。ただしこのアクセサリは保守点検を怠ると作業
能率を妨げるばかりでなく、却つて不安全の種となるか
ら充分管理しなければならない。

4) 溶接棒

今までの災害ではホルダーに挟んだ溶接棒の端で感
電した例はあつても、棒の側面からは感電した例はなかつた。
これは棒のフラックスそのものが相当の絶縁性を持
つており素手で持つても危険ではなかつたが、最近鉄

粉を多量に入れたフラックスを使ういわゆる鉄粉系溶接
棒が相当広く用いられるようになってきた。

初期のものは棒の外面が鉄板にふれただけで火花の出
る程であつたが、安全の見地からすべて絶縁性被覆を塗
るか絶縁物をフラックスに混入するかによつて絶縁度を
保つようになったので危険性はへつたが、イルミナイト
系、高酸化鉄系等と比べると絶縁性は悪く、かつ端から
使用するに従つてどうしても絶縁が悪くなつてくるから
夏期の使用は特に注意する必要がある。

また最近アークガウジングの採用によつてカーボンロ
ッドを使用するが、これも充分対策を考えないと狭蓋部
の作業は衛生上も、安全上も危険である。

4) 安全意識

最近の造船工場は、工場の隅々まで整理整頓と安全運
動が行届いており、環境は飛躍的に改善された。また監
督者に対しては、安全教育も徹底して行われている。溶
接作業の中で感電の危険性を知らずに働いている者も
いないはずである。しかし災害の種は至るところにいつ
でも発生しているのであるから管理者は絶えず繰返して
安全教育を徹底する必要がある。一人一人に安全意識が
充分しみ渡るまでには未だ相当の努力を要すると思われ
るが、これには繰返し反復する以外にないと思われる。

従来 of 不安全行動を分析してみると

(A) 無意識でやつた行動

疲労、心配、作業意欲がないためにボンヤリし
たり、いねむりしたりする。

(B) 作業をしながら他のことを考えてやつた行動

次の作業を考えたり、家庭のこと等を考えてい
てけがをする

(C) 作業だけに意識を集中し過ぎてやつた行動

技術の未熟、急ぎ等のために周囲の状況を顧る
余裕がなくて怪我をする

等に分けられるが、充分安全教育を受けた人でもこのよ
うな原因で災害を起すから、われわれの目指す安全意識
の昂揚は単なる口頭禪に終らず、深く人間関係にまで立
入つたものでなくてはならない。

4. 結 言

以上甚だ簡単に感電事故の内容とその対策について述
べたが、今年は何としても造船所から感電災害を撲滅し
て了いたいものである。梅雨から夏に入るまでには充分
その対策を練り細心の注意を払つて生産に励まれるよう
全国の溶接担当諸賢の健闘を祈つてやまない。

終りに臨み、前半の災害統計は溶接協会 溶接 施工法
委員会提出資料から借用させて頂いたことをお断りする
とともに、取纏めを担当された新三菱神戸造船所に厚く
御礼申上げる。

(終り)

船用減速齒車について(続)

石川 二郎

東京工業大学精密工学研究所

前述したように日本造船関連工業会における船用減速齒車に関する委員会によって過去二年間にわたり調査研究が行われ、その設計に関する成果の概要を前号において述べたので、本号ではその工作ならびに精度に関する成果を平易に解説したい。

4. 船用減速齒車の工作

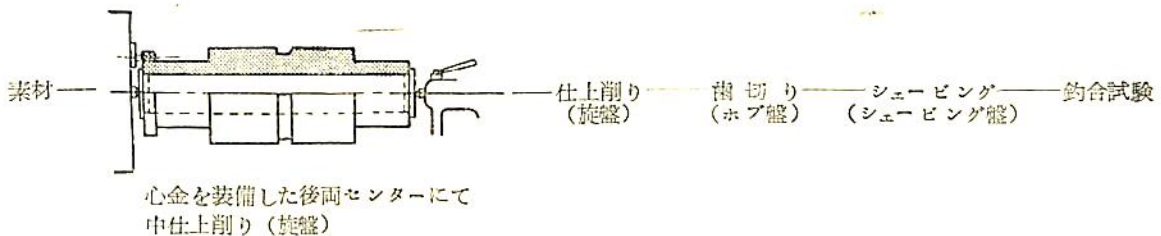
船用減速齒車は極めて形状が大きく、特に第2段の大齒車では直径数米に達するものがあるにもかかわらず、*

*その精度は数ミクロン(ミクロン=0.001mm)を問題にする程高精度を必要とするために、その工作は極めて高度の技術を必要とする。

前記の委員会においては各委員の熱心な審議の結果として、船用減速齒車基準工程、工作標準、齒切標準、シェーピング仕上標準等をまとめ上げることができた。

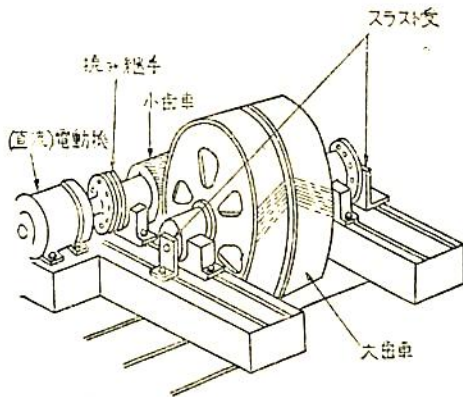
船用減速齒車を工作する場合の基準工程ならびに工作標準を表示すればつぎの如くである。(次頁に(1)大齒車(2)大齒車軸を掲載)

(3) 小齒車軸



(4) 齒当り試験

以上のようにして工作された大齒車、小齒車を第1図に示すようなメッシングフレームまたはギヤケースにて所定の中心距離でかみ合せ、齒面の当りの状況、小齒車の軸方向の移動量、バックラッシュ等を検討する。



第1図 齒当り試験

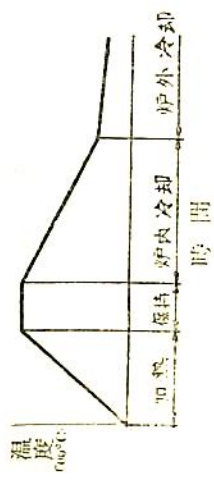
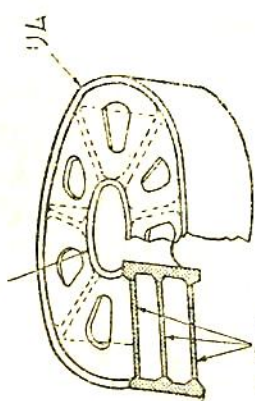
ホブ盤によって齒車を齒切りする際の齒切標準として、齒車材および工具の取付、齒切方法等について詳細に立案されたが、齒切における切削条件はつぎのようである。ホブの切削速度は荒齒切の場合 10~14 m/min, ホブの送り 0.8~1.2 min, 仕上齒切の場合それぞれ 12~16 m/min, 1.0~2.5 mm である。

ホブ切りされた齒面の凹凸を滑かにして齒面の当りを改善するために現在の船用減速齒車ではシェーピング仕上が適用されている。シェーピング仕上とは齒車状の工具を品物の齒車とネジかみ合の状態をかみ合わせ、齒ネジ方向の滑り速度によって工具の齒面に設けられた切刃が品物の齒面の凹凸をすくい取る切削方法であつて、ホブ切りされた齒面の仕上り状態を向上せしめ、その齒面を軽く修正することを目的としている。

したがつて大きな誤差を修正することはできないから、精密なホブ盤でできるだけ高い精度の齒車をホブ切りで仕上ることが必要である。シェーピングによる取代は齒厚で 0.06~0.10 mm 程度である。工具を品物におしつける押込みシェーピングと工具にブレーキをかけて切刃を齒面におしつけるブレーキシェーピングとがあり、いずれの方法も実施されているが船用減速齒車の場合には自動車用齒車の場合と異り品物の齒車が駆動され工具は品物によって回転させられる。シェーピング盤にはホブ盤のような豎型のもつと旋盤のような横型のもつとがあるがわが国には後者が多いようである。わが国では殆んどすべてシェーピング仕上が施されているが、外国ではラッピング仕上が行われる場合もあるようである。

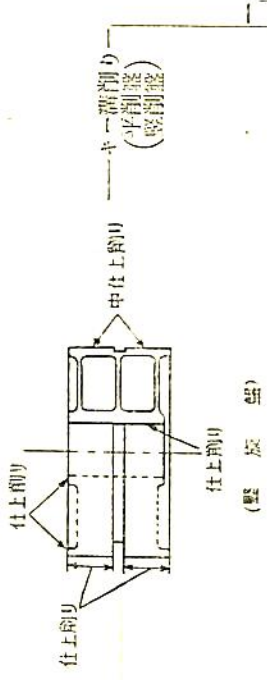
齒面にあらわれるピッチング等の損傷ならびに摩耗等を防止するために齒面の当りをできるだけ大きくする必

(1) 大歯車
ボス

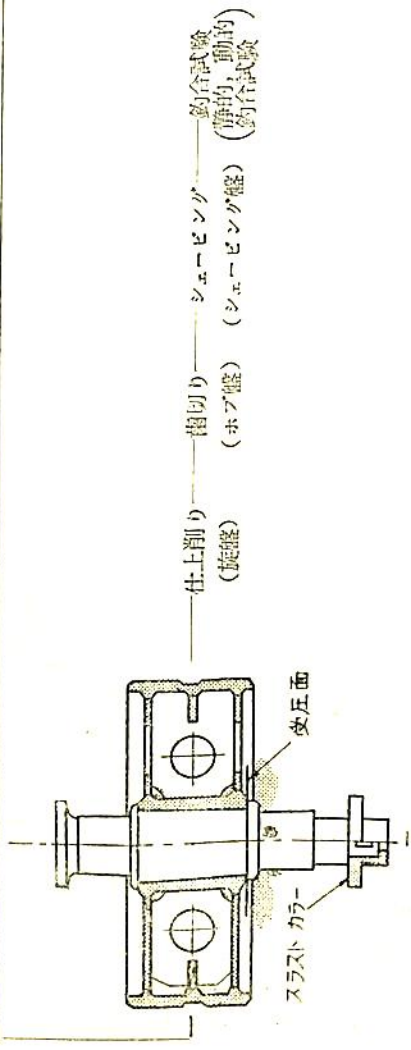
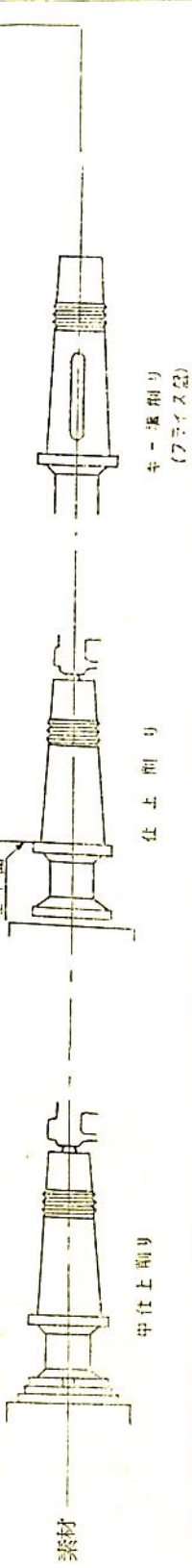


- スプローク
- A. リム — 鑿旋盤 (内径, 仕上) 検査
 - B. スポーク — 製鋸 (外径, 巾端削り) 開先削り 検査
 - C. ボス — 鑿旋盤 (旋盤) (内径, 側面端削り) 検査

製鋸 — 鋸鈍
磨接 — 応力除去



(2) 大歯車軸



大歯車軸, スラストカラーの入嵌

要があり、また運転時の騒音振動等をすくなくするために歯車ならびに歯車箱等の工作精度をますます向上せしめることが要望されている。船用減速歯車は極めて大形であり、数米もある歯車を数ミクロンの精度で仕上げる必要があるために、歯車の工作の中では最高度の技術を必要とするものである。

なお歯面の強度を増大せしめるために、その硬度は次第に高くなる傾向にあり、したがってその工作に対しては今後研究すべき数多くの問題が残されている。

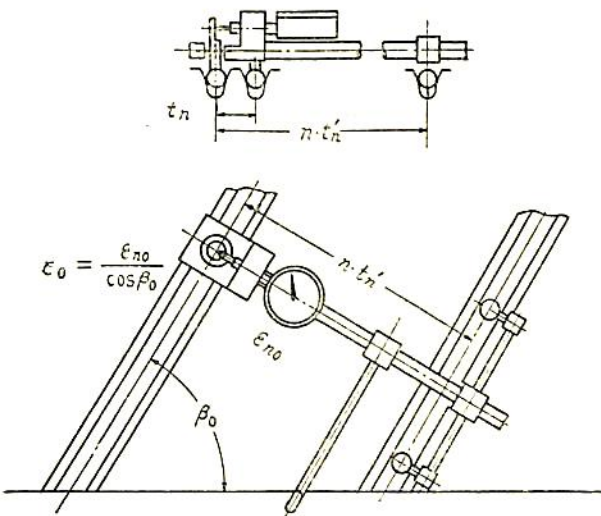
5. 船用減速歯車の精度

4. において述べたようにできるだけ精度の高い減速歯車を能率よく工作するために、その精度に関する委員会においては主としてつぎの項目について審議が行われ、多くの有益な成果が得られた。

- (1) 歯車の諸誤差を測定する試験機に関する研究とその試作。
- (2) 国内で統一された精度規準を作成すること。

5.1 大型歯車精度測定機

(1) ピッチ測定機 第2図に示すような構造の



第 2 図

Circular Pitch Indicator がある。これは歯スジに直角方向のピッチ誤差を測定するものであつて、3球を歯溝に入れピッチ誤差による1球の歯直角方向の変位をインジケータにて測定するものであり、英国のNPLで設計され保証された測定機である。本機によつて得られる測定値は主として歯のピッチ誤差および波打ち誤差が総合されたものであつて、設計において必要なピッチ誤差のみを測定し得るものではないので、この点について

理論的ならびに実験的研究が進められている。また安定した精度の高い測定値が得られないので、この点についても検討が行われている。

(2) 歯形検査機 歯車の検査において歯形の測定は極めて重要であるが、大型歯車に対してはその測定は極めて困難であつた。しかしながら京都大学会田博士の考案による方法は極めて構造簡単であり、高精度の測定が期待し得るので、その測定機が試作されわが国の2~3の工場において実測が行われた。

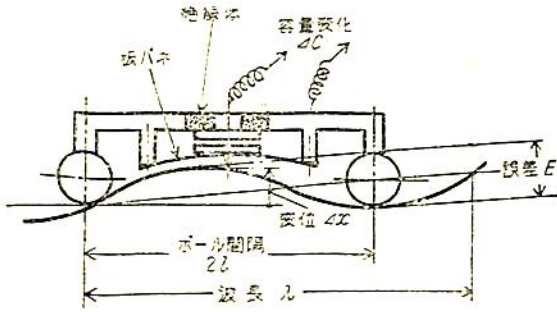
本機の測定原理は軸直角断面のインボリュート歯形をそのピッチ点を通る曲率円と比較して、その差をインジケータまたは記録式測微計で測定するものである。船用の2段大歯車のように歯数の非常に多い歯車ではインボリュート曲線と円弧との差は極めて小さく、したがつて得られた測定結果を補正する必要はない。

著者の研究室では数年来電氣的容量変化式の記録式測微計を試作研究してきたので、本機および後述のアンジュレーションメータ等にはこのような拡大機構を採用した。

試作した歯形検査機はほぼ実用に供し得ることがたしかめられたが、種々の改良すべき点も認められたので引続いて検討が行われている。このような検査機によれば歯面の仕上り状態までも記録することができるから、完成すれば世界に誇り得るものであると考えられる。

小歯車の歯形を測定するには本機は不適當であるので別の測定原理による歯形検査機が計画されている。

(3) アンジュレーション測定機 アンジュレーション(歯面の波打ち)とは歯面の歯スジ方向の凹凸をいい、テーブルを回転する親ウォーム1回転毎の進みおくれ、ホブサドルを送る送りネジの1回転毎の送りの誤差、昼夜の温度変化等によつてホブと品物との相対的關係位置が周期的に変化するために発生するものと考えられている。このための測定機としてNPLのUndulation Meterが有名であるが、現在の高精度の歯車に対しては感度不十分であるので著者等は第3図に示すような電氣的拡大機構による実験機の試作に成功した。図において両端のボールを歯溝に入れ中間に設けられたサファイヤまたはダイヤモンド触針を歯面に接せしめて測定機を歯スジにそつて移動せしめれば、歯面上の波打ちによつて電氣的容量が変化するので、これを増巾してペン書きオシログラフで自記せしめる。測圧は10g程度にすることは容易であるから



第 3 図

触針として適当なものを用いれば、第 4 図に示すように歯面の仕上り状態までも記録することができる。

一對の歯車をかみ合した場合に両歯面に十分な当りがつくことが歯車として最も大切なことであるからアンジュレーションは必ず測定することが望ましい。一般に大歯車の諸誤差を修正することは困難であるのでシェーピング仕上げを行った後に歯面にアンジュレーションが認められた場合には、小歯車の歯面を大歯車に合せて適当に修正することが行われているようである。このように考えると船用歯車の工作には最高度の技術を要することがわかる。

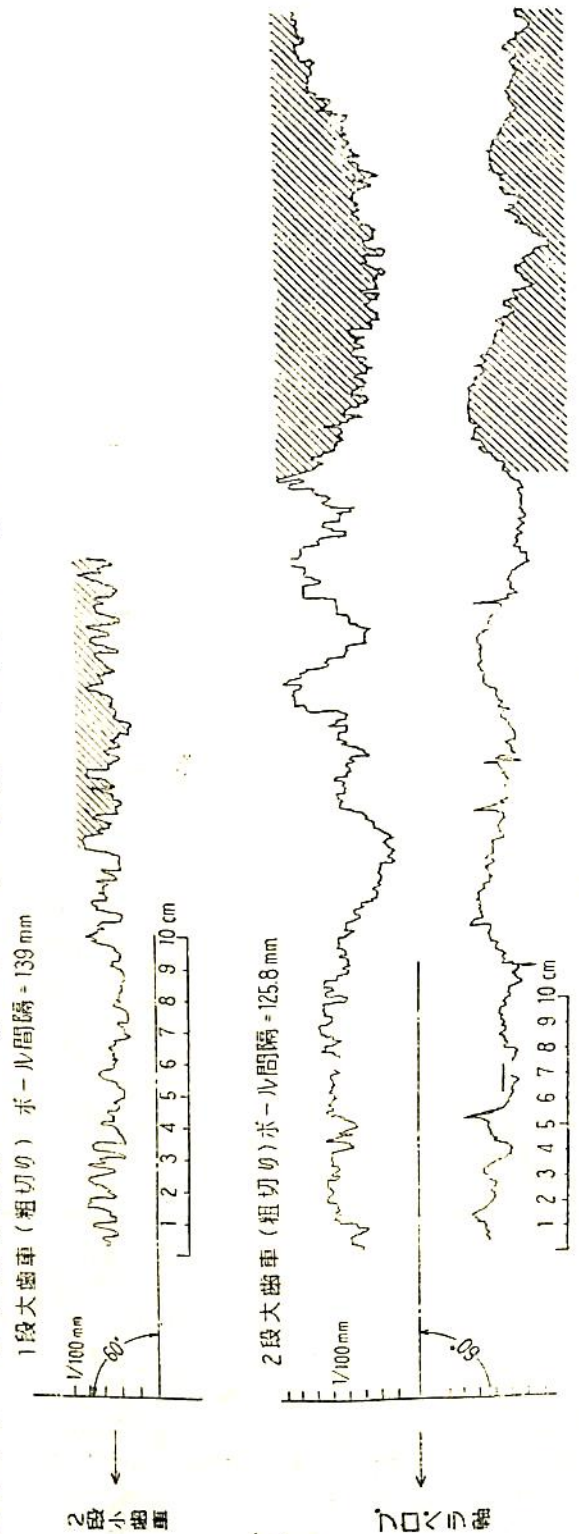
上に述べたような意味から歯のネジレ角測定機が要望されているようである。この外歯面の仕上面検査機、二歯面啮合試験機等が研究され試作されたものもあるが、それらの成果については今後の研究にまたなくてはならない。

以上の諸測定機はわが国独自の設計によるものが多いことは非常に喜ぶべきことであつて、今後充分な検討と改良とが行われて、その完成が得られれば諸外国にも誇り得るものと思ふことができる。

5.2 船用減速歯車精度規準

以上述べた諸測定機によつて国産の歯車および外国品の 1 例について諸測定が行われた結果によれば、わが国の製品は外国品に比して遜色はなくむしろ格段に精度がよい点も認められた。ただし外国品は国産のものより硬度は高く、したがつてその工作は国産品よりも困難であることが予想されるので工作技術の進歩に対してはわれわれが大いに努力すべきであろう。

船用歯車の測定機に関する研究結果としてほぼ実用に供し得るものが普及してきたために歯車の諸誤差を明かにすることができるようになったことと、従来わが国に統一された精度規準がなかつたために注文側と製造者側とで種々の支障を起し易く、したがつて委員会によつて



第 4 図

立案された実状に則した権威ある精度規準が各方面から強く要望されたために、船用減速歯車委員会において主として英国規格を参考として精度規準案が立案された。同案の内容については委員会の報告書¹⁾を参照されたい。

6. む す び

本文はまえがきにおいても述べたように日本造船関連工業会船用減速歯車委員会において調査研究した成果の概要を平易に解説したものであつて、特に図は同報告書によつたものであり、同委員会の各委員および造船所の各位に厚く感謝したい。

船用減速歯車は極めて大形であるにもかかわらずその精度は小形の取扱ひ容易な歯車に比して何等劣らない程

(1) 日本造船関連工業会；船用減速歯車の設計等に関する調査研究事業報告（第1報）p. 81~96

高級である必要があるために、その工作ならびに精度測定に最高度の技術を要することが痛感される。したがつて船用歯車の工作ならびに精度の向上は歯車に関する全体的な技術の進歩を意味するので将来ますます関係者の努力が要望されている。

しかしながら船用歯車に関する実験的研究に対しては対象が極めて大型であるために、経済的に多額の研究費を必要とし、また多数の研究者技術者が専心し得ることが必要である。したがつて造船所各位の積極的な協力が望まれるとともに、国家的な機関において優先的に取り上げられることが熱望される。幸にして歯車委員会は緊密な協力の下に熱心な討議が行われ、予期以上の成果が得られたことに対して心から敬意を表しているが、実験的研究と実物について数多くの実測値が得られない限り今後の問題は解明できないものばかりになつてきたので関係者各位の変わらざる御支援が望まれている。

天然社・海技入門選書

商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 130頁 ¥220	商船大学教授 鮫島直人 A5 未定
既刊 船の保存整備	電波航法
商船大学助教授 鞠谷 宏士 A5 160頁 ¥300	商船大学助教授 野原威男 A5 未定
既刊 船舶の構造及び設備属具	船の強度と安定性
商船大学助教授 上坂 太郎 A5 160頁 ¥280	前東京高等 小方愛朔 A5 未定
既刊 沿岸航法	商船教授 船用内燃機関(下巻)
商船大学教授 横田利雄 A5 140頁 ¥230	商船大学助教授 賀田秀夫 A5 未定
既刊 航海法規	ボイラ用水
商船大学教授 田中岩吉	海技試験官 西田 寛 A5
既刊 海上運送と貨物の船積	指 庄 図
(前篇)海上運送概説 A5 140頁 ¥260	商船大学助教授 伊丹 潔 A5 未定
(後篇)貨物の船積 A5 160頁 ¥290	船用電気工学
商船大学助教授 豊田清治 A5 160頁 ¥280	商船大学助教授 宮嶋時三 A5 未定
既刊 推測および天文航法	燃料・潤滑
商船大学助教授 野原威男著 A5 110頁 ¥180	商船大学教授 賀田秀夫 A5 未定
既刊 船用プロペラ	船用材料
商船大学助教授 中島保司 A5 170頁 ¥300	商船大学助教授 小山正一・真田 茂
既刊 運航要務	機械の運動と力学
商船大学教授 米田謹次郎 A5 130頁 230円	商船大学助教授 小川正一 A5 未定
既刊 操船と応急	機械工作・材料力学
商船大学教授 横田利雄 A5 155頁 280円	商船大学助教授 清宮 貞 A5 未定
既刊 海事法規	蒸気機関
東京高等商船教授 小方愛朔著 A5 170頁 ¥300	商船大学教授 真壁忠吉 A5 未定
既刊 船用内燃機関(上巻)	船用汽罐
商船大学助教授 庄司和民 A5 140頁 ¥270	商船大学助教授 小川 武 5A 未定
既刊 航海計器学入門	船用補綴
商船大学教授 浅井栄資 A5 270円	
以下続刊 海事氣象	

Block 接手について

武藤 昌太郎

小田 道隆

三菱日本重工業・横浜造船所

Block の接手はクレーンの搭載時間、工作の良否を大いに支配するものであつて、もし接手設定が不良であれば搭載に困難を伴い、当り切りが行われ、場合によつては Block を取めた後に過大な間隙を生じ、溶接上不具合なることもある。

よつて以下に接手につき検討し接手の工作の標準を示す。

I 工作法上より接手の分類

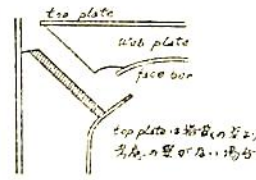
Block 相互間の接手部は搭載前に一部取外す場合と取外しない場合があるが、それらの場合溶接の種類(隅肉溶接、突合せ溶接、重ね溶接)によつて工作上は種々なものになる。

取外された部材についていえば、隅肉、突合せ溶接の場合には一般には板耳伸しになる。重りの場合は lap 量が規定寸法を強く要求される場合は同様に伸されるものである。しかしいずれにしても取外し部材の接手は工作法上特に問題はない。ただ極力バラの取外部材は少い方が望ましい。

次に予め取外されない部材が Block 接手部にて接合される場合について述べる。この接手で隅肉接合になるものは必ず板耳は伸しになる。そしてこの伸しは一般には現場にて切断されて合せられるが、特殊の場合は相手ブロックとの距離を予想して一定量の伸しをしておくとか、あるいは相手および自己の組立完成時の歪を予想して一定量の斜傾伸しをして現場切断しない場合もある。この予想伸し量については後述の如く、既に経験上適正値が決つていて、この場合も特に問題も生じていない。

最後に残された接手として Block 相互の部材が突合せあるいは重ね接手になる。この接手は上記搭載上あるいは品質上種々な問題を含んでいる。この接手は一般に top plate (船体構造上全通の場合が多い) web plate と face bar とで成立っている。時には face bar のない場合 (plate と section のみの取合せである。この場合の section の flange があるが section と section とが現場にて突合せになることは殆んどない。たとえあつたとしても section の depth が浅いから上記でいう face bar とはこの場合考える要はない。) あるいは plate のみ (前記の如く関係部材を取外して置くとき) の場合、あるいは plate を搭載の点からは考慮する要のない場合

(下図)があるが、いずれも上記の一般的な接手につき考察すればこの応用となる。この一般接手にも top plate, web, face bar の接手が shift されている場合と top plate, web plate, face bar が完全に一平面の接手がある場合であつていわゆる完全な輪切り Block はこの後者の一例である。



輪切り Block の利点は取合工事が最小になることで溶接についていえば溶接見合せが少く(この場合もし Block 接手部内の部材が skin より shift して

突合せになる girder 類は必ず差込みになり搭載上困難を伴うので取外して輪切り構造にする)地上において殆んど完成されるし、適当な方法(治具等の使用)により船体が高度の正確さを実現出来るからである。小型船あるいは設計上許されれば外板と二重底に採用は望ましい。

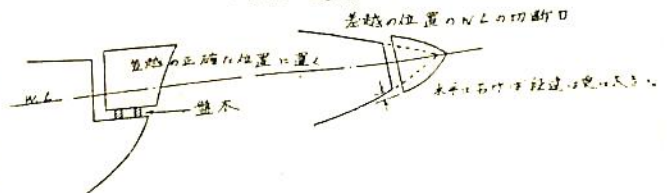
この輪切り構造を採用する工作法としては、先につけられた Block は正位置に据えられており他の Block



は②の Block に相対して差越しの正確な位置に置かれて、⑥の切口に倣つて②の切口の切墨を出し得るのであり、引寄せには再度クレーンの

使用の不要の場合もあるし、使うとしても簡単である。従つて以上の工作法のため直接船台盤木上に設置されるような Block に採用されるのが特長である。

従つて次のような Block については接手部を一平面にした輪切りの構造の採用が可能のように思われるが、次に述べる如く不具合である。

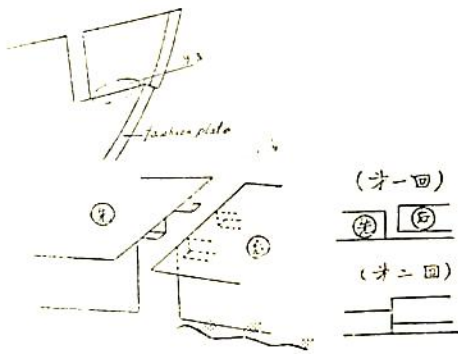


図に示す如くある差越の位置に置くのは簡単でなくかつ受ける盤木等の段取りに厄介であり、引寄せに必ず再度クレーンを使用するし、かつ簡単には取付かない。

しいて強行するとしても次図のよつて、これもあまり容易でない。上部構造物についても同様である。

II 接手の shift 要領

Block を二つに分割する場合 web plate の接手に対して top plate および face bar の shift の状況は後に取付られる Block の取付方向によつて決めるのは下図の如くである。



まず差越の位置に置く場合に下部の甲板が歪んでいるから多少は上げて置く必要がある。従つて切墨は上記と同じ出し難い。更に接手切断後引寄せた場合も甲板歪のために正位置には取らず再び上方に差越のある状態の位置に置いて荷を切らねばならないので一平面の接手の採用は不利である。

次に箱型でない構造についても一平面接手の採用は不具合である。一例として甲板を示す

Ⓔ Block の位置

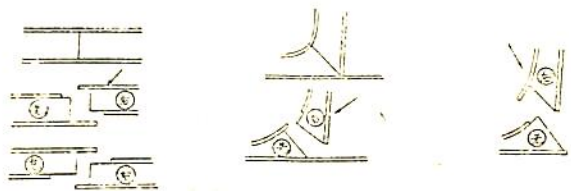
が決つて Block を差越の位置に置く場合、差越の距離であるから船の置かれた位置では外板とは同じ Fr. line ではなく無関係の位置でありこの宙に浮いた状態になるのを受金具等で差越の位置に置くのが簡単ではない。

船首尾の Block がⒺになる場合は狭くなつていたので外板に制約されて置けないこともある。更に外板は甲板より完全に幅が決るものでそれ以前は歪があり正しい差越の位置に置くのを一層困難にする。

従つて一平面の接手面は実際には殆んど輪切ブロックの場合であり、輪切り構造は盤木等、上で容易に差越の位置に置かれる場合である。

よつて一般には Block の接手部において top plate, web plate, face bar の接手は shift されるので、この接手につき検討する。

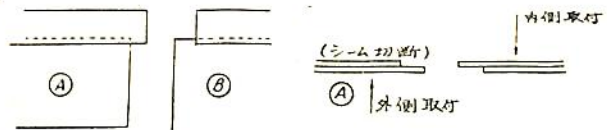
この場合も web plate の接手の scallop 内に face bar の接手が shift されて設けられる場合と 別個に設けられる場合がある。現場取合を少くしかつ地上にて突出部を少くするためには scallop 内に設けられるのが望ましい。この詳細については次に述べる。



この運動方向は既搭載済 Block の制約により決るものであるが、上例で示すように後に取付く Block でも運動方向により接手の shift が変わるものである。

例えば鋸シームのある外板 Block についていえば

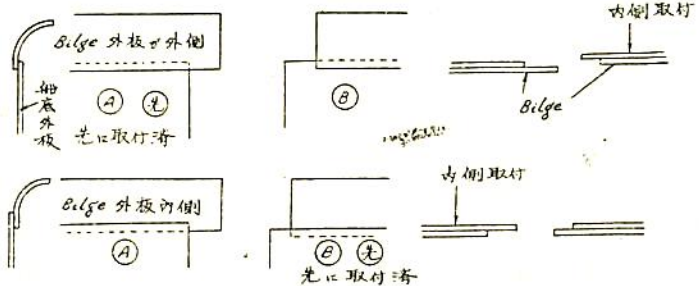
・側部外板の例 (外面より取付、内面より取付の場合がある)



外面から取付く場合 Ⓔ が取付済

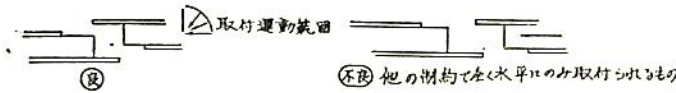
内面から取付く場合 Ⓔ が取付済 (B^{II}) を幕板等で後に取付ける方法)

・Bilge Block の例 (内面すなわち上方より取付のみである。下面から持上げる取付は盤木の準備が出来ないから不具合である。)

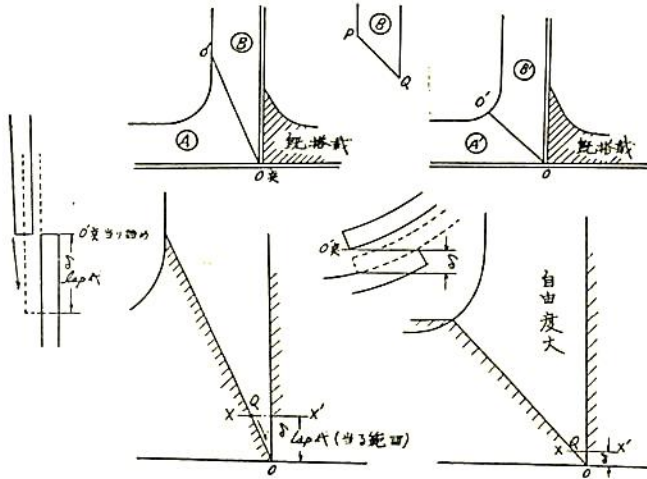


なお後述する如く、これに伴い工作法の板の耳伸しが変つて来る。従つて伸し工作法は単に先か后かの取付順位で決定は出来ないものであつて、取付く方向如何も関係して来るのである。

更にこの運動方向は角度範囲が大なる程接手の設置としては良好であるが、下から取付けるのは搭載に困難を伴うものであり荷重が増大することがあるから極力避けねばならないし、かつ取付方向が単に直線的一方向のみに限定されるようなものは不良な接手設定である。



設計上一方向に限定される場合は制約する他構造物あるいは接手の一部を取外すべく工作しなければならない。今次のような例について接手を仮定して検討してみる。



④ ⑤ が搭載され次に ③ ⑥ が搭載する二様の接手形式については ④ ⑤ type が良好な接手であつて、この状況は次の如くである。

まず ④ については ④ の先端 Q 点の運動位置は斜線以内の範囲を卸して来ると支障はない。次第に卸して ④ の face bar の lap 代が O' 点になつた時 Q 点は XX' 線上にある。この時の Q 点が O 点に到つて搭載は完了するのであるが XX' 線以後は Q 点が水平に移動すれば P が当り、P 点の lap が全く差込の状況になるので搭載は困難である。(クレーンで船台傾斜に Block を吊ればまだよいが一般には同傾斜ではなくかつ ④ は数本もあるのが普通であり、また A ブロックは動揺し廻転を伴うから尙更困難になる)

よつて Q 点の下降は殆んど QO の一方向の線に限定されて卸されることになり搭載技術を要し時間を消費する。

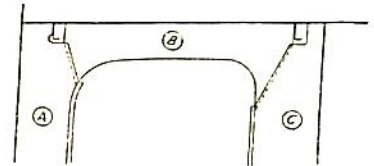
一方 ⑤ については Q 点の下降範囲は自由度が大であり face bar の端が同じ高さになる O' 点に應ずる δ は極力量であつてかつ P の lap は当りがないから Q 点は XX' 線を通過後も依然として斜線内のどんな経路に沿つて O 点に達してもよい。

よつて ⑤ の接手形式が望ましい。なお ④ の突出が少いから地上作業、積重ね等利点が多い。

上記は取付面内で上方から卸す方法を示したが構造によつては face bar だけずらして side で卸す方法も出来るが最後の XX' 線以下は上記方法が採られるものである。

同様に下図の如き接手の計画も不具合である。

⑥ は longi 部の制約で取付方向が殆んど一方向に限定されている。かつ face bar の lap の状況は一方向のであるから不具合である。



次にこれ等の接手詳細についても問題があるので以下に詳述する。

III 接手の詳細

接手部の部材は地上組立てに仕上げるのが望ましいが、これ等は外板の Butt, 甲板の Butt, Seam 等の接手の一部であつて一般には伸しが附される。

次に Block 接手の標準を決める前提として次の仮定をする。④ Block は毎回の Block 取合に誤差があり ⑤の Block は正確に現図上の計画の接手線に取付ける。つまり各 Block は次の Block との取合で誤差を修正すると仮定する。最初の Block が搭載されるとその中心は正確であり、両端にはその Block の誤差が生ずる。次に搭載する Block でこの誤差を修正という考え方で一般に妥当であろう。勿論 ④ Block の plate, web, face の相対関係位置は ⑤との接手部においては誤差がないとの仮定は入っている。

この誤差量は内業地上の各工程間の誤差の累計であるが $\pm 20 \text{ m/m}$ と仮定する。よつて伸し量は 20 m/m になる。ただし lap joint の伸しはそのままに船体に残る量であるから特に 10 m/m とする。なおこの 20 m/m とは Block にはこの量の誤差が存在して短くなつたり長くなつたりするという意味ではない。plate, web, face の相対的誤差をもないと仮定したことに対する余裕量も含んでいる。

なお搭載の余裕代は 30 m/m (下図 δ) とする。

この量は船台傾斜による ④とクレーンの吊角度による ⑤との傾斜の相違あるいは搭載時水平移動を極力避ける余裕であつて実際上過大なものではないと思う。

接手の詳細の寸法の計算例として web が垂直面内に

あり plate 側より取付く場合を示してみるとこれが一般に数が多い。

(下方より取付ける場合はこの例に従って計算すればよいが、一般には前述の如く採用されないし、web 面が水平である場合も同様の方針で計算されねばならないが、この構造は相当あるので計算結果を後章に示されている。)

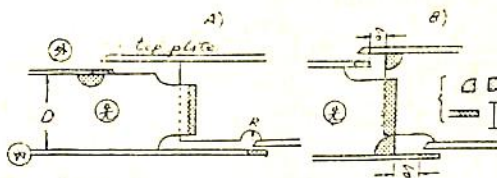
板耳伸しは scallop が決められると決るものであつて、scallop は極力内業で明ける方針が採られる。よつて web, face bar の接手の scallop を A), B) 図の如くする。しかるときは web の伸しは、この伸しにより scallop が塞がらないために ㊸ が伸され、また face bar については ㊸ に scallop が明けられているから ㊸ の face bar の板耳は決つてしまうので ㊸ の face bar が伸される。

scallop と伸しは以上と反対にも決められて差支へはないが接手寸法が変つて来て種類が多くなり煩雑になるに過ぎないから上のように指定するのである。

(例えば web の scallop を A) の場合でも B) にも出来るし、web の接手の伸しを反対にして scallop を狭くなるだけ初めから大きく計算しておけばよい。)

top plate は scallop を内業で明ける利点を犠牲にしても top plate の差越の切墨を見出す作業を省いた方が有利であるので ㊸ を伸す。すなわち top, face bar の伸しは内側を伸しておく(内側とは top plate の top 面に関し骨側を内側の空間とする)、web plate は ㊸ を伸すことにする。

なお scallop の大きさは図示されていない場合は一般に $R/D < 1/4$ 程度にする要がある。

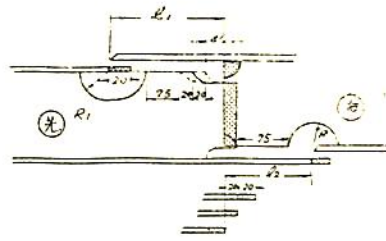


二重底と外板 Block の如く上下に全通する場合でも底部外板を face bar とすれば適用される。

1) 各接手が shift している場合 (Block を plate 側より搭載)

i) top plate, face bar の接手が butt joint
web plate の接手が butt or lap joint

㊸ の web の butt の上部 scallop は現場で極力小さい scallop を ㊸ に明けるために min 40 にする。な



お scallop 間は最小 75 m/m 必要とすると

$$l_1 = R + 75 + 20 + 20 + 40 = 155 + R$$

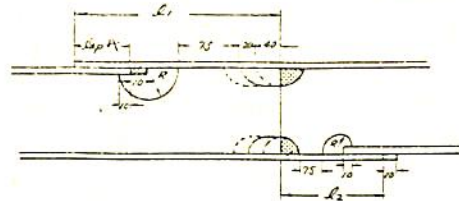
$$(正規) \dots \dots l_2 = 20 + 75 + R = 95 + R$$

(現場で明ける ㊸ として) $\rightarrow 20 \leftarrow$

web plate が lap joint の場合 $l_1 = 155 - R$

$$l_2 = 75 + R$$

ii) top plate, face bar の接手 lap joint
web plate " butt joint



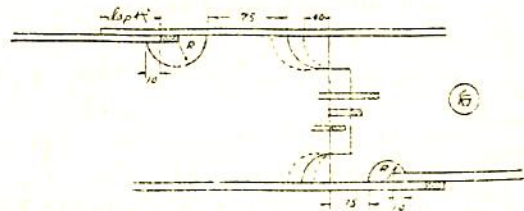
$$l_1 = 40 + 20 + 75 + (2R - 10) + \text{lap 代}$$

$$= 125 + 2R + \text{lap 代}$$

$$l_2 = 20 + 75 + (2R - 10) + \text{lap 代}$$

$$= 85 + 2R + \text{lap 代 (正規)}$$

iii) 全部 lap joint



$$l_1 = 125 + 2R + \text{lap 代}$$

$$l_2 = 65 + 2R + \text{lap 代}$$

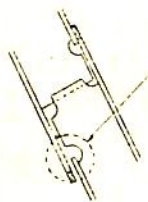
or web の lap 代 + 30 + 30 + lap 代

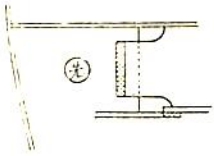
の大きな方

㊸ の face bar の端が web plate の最も突出した位置 30 m/m で更に搭載余裕 30 m/m である。

なお次のような場合は内面より切断すると特例として伸しが反対になる。

切墨を出す必要がない。かつ scallop が内業にて明けられる利点があるから上記一般の場合とは反対になる。



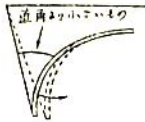


この接手はⒶの top plate がないので左図のように上部は下部と同じように出来るが 2)-ii) or 2)-iv) と同じ要領で求められる。

なおこの場合は初めの原則(伸しが scallop を塞がない)に従つてⒶの web を伸した方がよい。しかし前記の搭載余裕量 30 m/m を附加することを忘れては不可である。

ウ) face bar, top plate が butt joint のみか lap joint のみの場合を示したが外板, 甲板 Block の如く一方が lap 一方が butt の場合もあるがこれ等は上記のそれぞれの項を参照すればよい。詳しくは後章参照。

ハ) 以上は web 面が垂直面内にあつて、この面より取付く場合の一例を示したが web 面に垂直な方向より取付く場合は face を差込むのに相当困難であり、かかる接手の設定は不具合である。この形式の接手が避けられないとすれば一部取外しとなる。



ニ) lap 代の伸しを 10 m/m としたが左図の如き web, face bar は一般の 10 m/m の伸し以外工作基準により傾斜伸しが附加される。そのテーパは 1 m 当り 2 m/m を標準とする。

IV 熔接開先面

開先面は下向熔接施行を第一順位とし、次は広い場所から施行されることを第二順位として決められる。

なお美観を重点とする外板, house wall 等の堅向溶接は内面開先となる。

V 接手の総括

Ⅲ, IV の各項で一つの Type を示したが、次に同様な計算により実際に発生する各種の接手の形式を示してみると、別紙の如くである。group 1-4 まであつて一見煩雑に見えるが記号を熟知すれば接手寸法が直ちに決定され便利である。もしかかる寸法なしで適宜に決めていたのでは適正な接手にはならないのは明らかである。なおこれ等は前の仮定の下に決定した寸法であるので、その仮定および約束を再びここに記する。

1 仮定の総括

(1) Ⓐから搭載される block が正規の位置に来る。かつ plate, web, face bar 三者の、block 内の相対位置は正規なものに出来ているとする。

(2) butt joint の伸しは片側 Ⓐ²¹ である。(記号註参照) すなわちⒶ block の搭載誤差は ± 20 m/m である。

(3) lap joint の伸しは片側 Ⓐ¹⁰ である。(記号註参照) (この 10 m/m は現場切りは行わない...)

(4) lap joint の scallop は plate (または face bar) 自体の joint の箇所も web の joint の箇所もすべて内業で明けて、現場では明けない。従つて現場で明ける scallop は butt joint に関するものだけである。

(5) 現場で明ける scallop は

(a) plate (または face bar) の joint は joint の中心を、中心として半径 R の半円とする。この場合

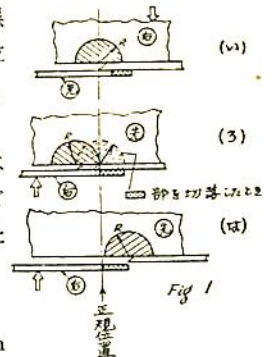
① 仕上つている plate (または face bar) が後から来る(正規位置に来る)場合には必ずその仕上りの端が R の中心となる。(fig. 1 の(イ))

② 伸ばされた plate (または face bar) が後から来る(正規位置に来る)場合には、正規の位置を R の中心に選ぶことになる。(fig. 1 の(ロ))。しかし、これは折角内業仕上をした端を切り落すことになり、一般の取付方向としては、下からの、前述の如く極力避けるべきであり、このような場合が起るのは、取付方向が web 面内で水平になる場合である。これも数としては少いし、かつ実際に現場で切る場合、scallop の残りが 75 m/m 確保出来る場合には(50 m/m が許されることもある)切落す必要はない。

また、仕上つている端を切落す余裕のない場合 (fig. 1 の(ハ))は止むを得ず、仕上つている plate (または face bar) の端(誤差を生じたままの位置)を R の中心とする。

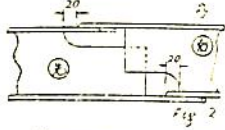
従つて、一般には②の場合といえども、R の中心は仕上り端とする。

(b) web の上下の scallop は 20 m/m 巾に押える。



(6) 内業で明ける scallop は

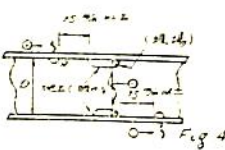
(a) web の joint (lap でも butt でも) は搭載誤差の極限で最小 40R を確保する。(Ⅲ-1 参照)



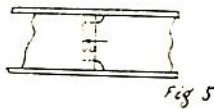
(b) plate (または face bar) の butt joint の scallop で半円形でないものは、搭載誤差の極限で 20 m/m 巾に押える。(fig. 2)



(c) plate (または face bar) の lap joint の scallop は fig. 3 の要領による。



(d) fig. 4 の如き ㊸、㊹ 二つの block に共通な scallop に関して



は、plate (または face bar) を伸した方の block に含まれる scallop を内業で明ける。

(7) 搭載余裕は最小 30 m/m scallop 間の距離は最小 75 m/m (fig. 4) とする。(また $R/D \leq 1/4$)

(8) 接手の伸しの要領は、Ⅲ によるが、特に web の joint については、

(a) web が lap joint で fig. 5 の形状の場合には、必ず scallop してある方を伸す。

(b) web が butt joint で、重なり方向が水平の場合には、原則として重なり状態で下側に来る web の方を伸す。(これは現場切合せの際、差越しを出す手間を省くためである。次図 Fig. 8 参照)

2. GROUP 1 の使用上の注意

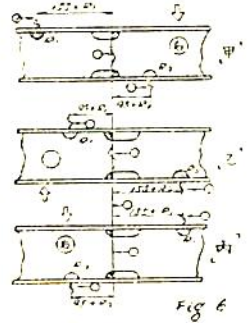
(1) 各接手の符号の内 \square で囲つたものは、Ⅲ-2 の場合、すなわち plate (または face bar) と web の joint が同一の scallop 内に収まることを示している。B' とは伸しが B と反対の場合である。

(2) 接手の寸法 (および scallop の大きさ) は伸しの方向、搭載方向と一対一の対応をするが、

(a) ㊸、㊹ 各 block 内の関係はそれぞれ、独立に成立するのであつて、例えば LZL と BZB の二つが分つておれば、 LZB は、その半分ずつを継ぎ合わせて創ることが出来る。すなわち $L \rightleftharpoons Z$ の関係と $Z \rightleftharpoons B$ の関係はそれぞれ

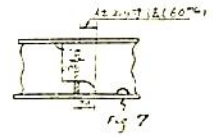
独立に成立するもので、 $L \rightleftharpoons Z \rightleftharpoons B$ の中にあつても変わらない。(具体例は GROUP 1 の該当例を参照のこと)

(b) 接手寸法は接手関係を 180° 回転しても変わらない。すなわち「甲」の場合の伸しの方向、搭載方向を全部逆にして得られる「乙」の場合も正しいのである。(Fig. 6)



更に「甲」を裏返しにして得られる「丙」の接手寸法も勿論正しい。(Fig. 6)

(3) GROUP 1 における寸法はすべて正規位置を基準にした寸法で、伸した位置からではない。従つて例えば Fig. 7 の scallop は 70 m/m と示されているが、web が 10 m/m 伸されるので、scallop の仕上りは 60 m/m となる訳である。



(4) 接手寸法に 2 種類記入してあるものは、その中のいずれか大なる方の値を採ることを示す。

(註) 伸し記号 $\frac{\text{上段数値}}{\text{下段数値}}$ の

上段数値は罫書伸しを示す
下段数値は仕上時に残す量

(記号).....無記号 内業仕上
→ 地上仕上
⊙ 現場仕上

3. GROUP 2

GROUP 2 は GROUP 1 と同じであるが、web の伸しの方向が GROUP 1 と逆の場合である。

fig. 8 に示したように、

- ① plate (または face bar) は骨面側を伸す
- ② web は下面側を伸す。

という原則に従えば、

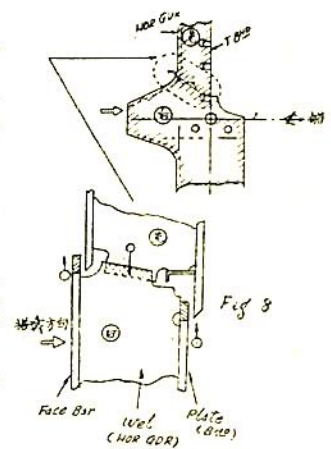
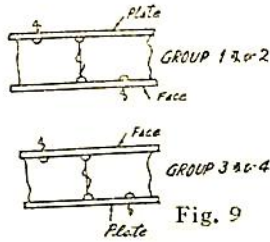


plate (または face bar) と web との伸び方向が逆になる場合がある。

GROUP 2 はこのような場合に用いられるが、Ⅲに述べたように、web 面の取合が水平の場合に主として起る。

4 GROUP 3 および 4

GROUP 3 は GROUP 1 と同じであるが、伸び方向が、plate, web, face bar の三者とも GROUP 1 と逆になる場合である。GROUP 4 は plate および face bar 二者の伸び方向がそれぞれ、GROUP 1 と逆になる場合である。plate (または face bar) の伸びの原則に従う限り GROUP 3 および GROUP 4 は一般に下側が plate, 上側が face bar の場合である。(fig. 9) ただし、Ⅲで説明したように、下方からの取付は採用されないため、GROUP 3, 4 が用いられるのは GROUP 1 の場合と同じく web 面が水平の場合である。



VI 接手部溶接見合せおよび取合 gap

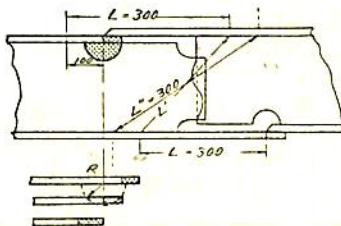
Block の接手部は相互間の部材誤差の修正、拘束溶接にならないためおよび取合の歪を防止するために小組立あるいは地上において一部溶接が見合せとなる。

なお搭載上部材には予め gap を附して搭載の容易になるよう配慮されねばならない。

1) 溶接見合方針

- イ) 部材の相互位置の誤差修正は一般に 300 とする。
- ロ) 拘束溶接を避けるための間隔は一般に 300 とする。
- ハ) scallop については内業仕上の箇所において極力端末溶接を完了させる。溶接見合せを必要以上に範囲を大ならしめないように、イ) ロ) は極力共通にするのが有利である。

i) 接手が shift する場合

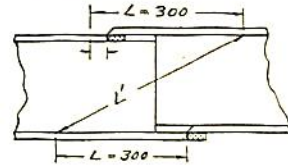


top plate が突込んだ場合の scallop は上図の位置に明けられるから、正規の位置より $22+R$ は少くとも溶接が見合せになる。よつて 100 m/m 見合せとする。

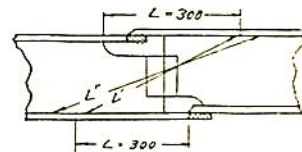
次に上記方針により $L=300$ 見合わせる。

ただし L' の値が 300 以下の場合には誤差修正上不具合につき $L'=300$ になるまで L の範囲に拡大する要あり。

接手が W.T. の場合も同様

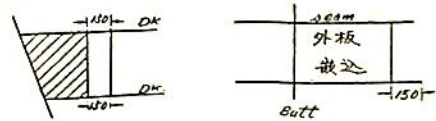


ii) 接手の shift 量が少い場合



iii) 特例

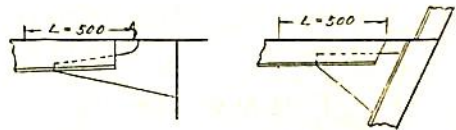
a) 部材が大きくなる外板とか幕板の場合



b) 歪防止



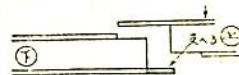
c) 誤差修正



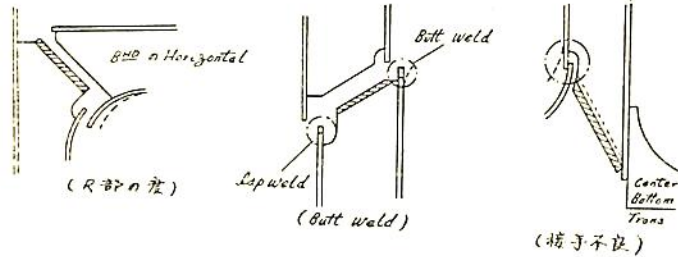
2) 搭載時の部材の開き (gap) 工作

前述したように搭載余裕量 clearance 30 m/m を附してあるが、構造接手の状況によつては gap を附す要がある。

一般に face bar 等がⓐの wt を支えるような場合には前述の標準接手であれば搭載に支障はないしクレーンが放されたのち単に切断のみにて Block は降りるから gap を附す要はない (左図)



face bar 等が支えない構造 (face bar が垂直) で Butt weld になる場合とか R 部にかかる場合, あるいは lap weld でも接手の設定不良の場合に gap を附す。



註) face bar 等の支えとは……取付方向が垂直面内であつて face bar が水平部分がある場合で, もし取付方向が水平面内の場合には web が支えになるという意味でいずれにしても伸しを切断のみで正位置にブロックがあるときあるいは自重等で取るときは gap は不用である。

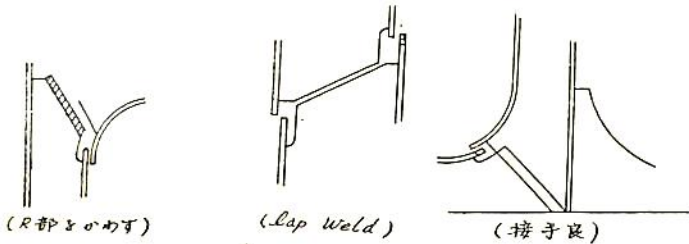
gap 量は溶接見合せを利用して板端にて 50 m/m or 相手の板厚の 2 倍の大きな方を附す。

標準接手と反対
接手位置設定一方向運動

結 び

船殻工作法について工作企劃は重要なものであり工作企劃にて工作の良否は殆んど決定されるものである。一般に工作法は各船あるいは Cargo, Tanker につきそれぞれ指示されているが, 本接手工作は各船共通に接手に関して検討したものでありこれ以外には板接ぎ工作法, Block 分割法等を参照すれば如何なる船舶の工作企劃をも可能にするものである。

船殻工作の企劃 (工作法の指示工作図の作製) は現場長年の経験を必要とするとの声を聞くが上記三工作法が完備すれば貴重な現場経験技術者を企劃に転換する等の無駄は排除されるであろう。



これ等の場合は gap は殆んど不要で当たらないよう check して置けばよい。

〔海技入門選書・新刊〕

東京商船大学教授 米田謹次郎著

操 船 と 応 急

A 5 上製 130 頁 定価 230 円 (送 30 円)

目 次

I 操 船 の 基 礎

- 第 1 章 錨の使用法
- 第 2 章 舵の作用と操舵号令
- 第 3 章 推進器の作用
- 第 4 章 速力と惰力
- 第 5 章 操船に影響する外力

II 操 船 実 務

- 第 6 章 出入港・港内操船
- 第 7 章 特殊操船
- 第 8 章 荒天操船
- 第 9 章 海難と応急処置

海技入門選書・新刊

商船大学助教授 中島保司著

船 舶 運 航 要 務

A 5 判 上製 170 頁 (オフセット色刷挿入)
定価 300 円 (〒30)

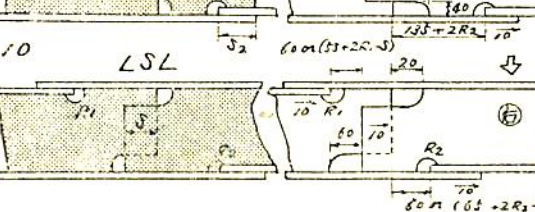
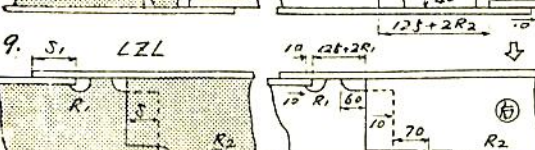
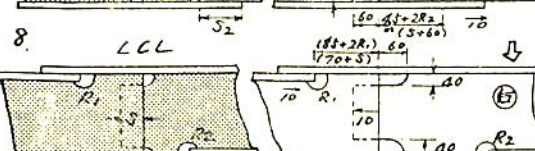
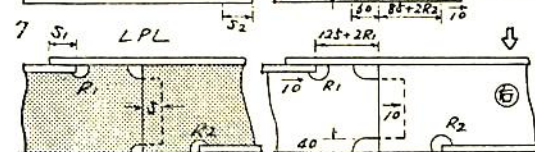
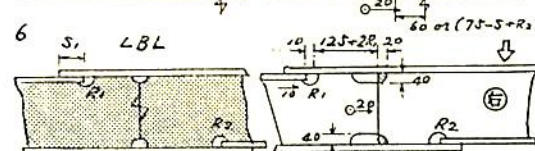
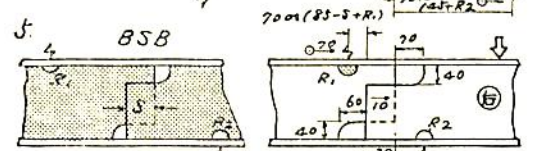
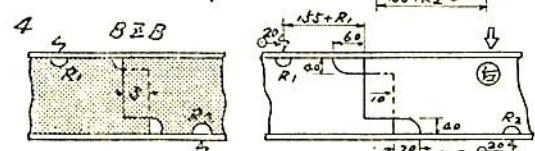
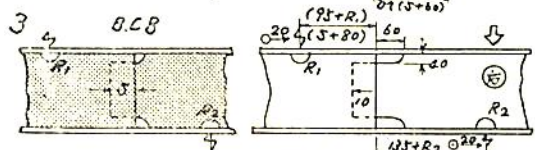
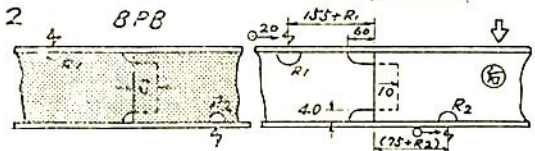
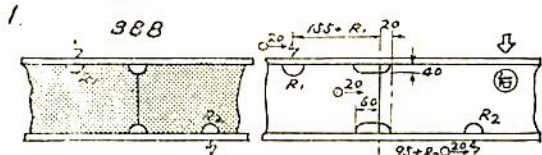
甲板部, 機関部をはじめ通信その他全般にわたり, 全乗組員の実務上心得べき事項を集録した必読の書である。

目 次

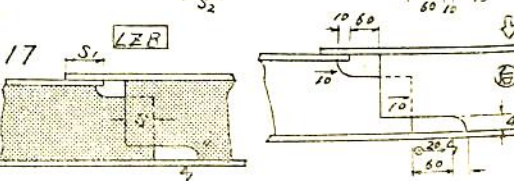
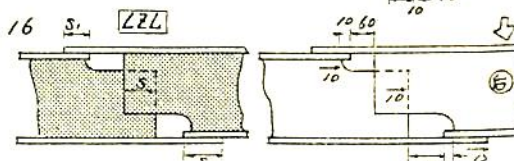
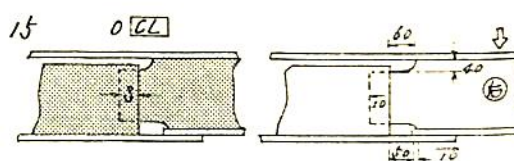
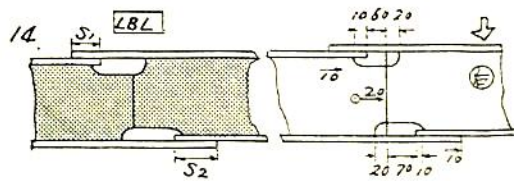
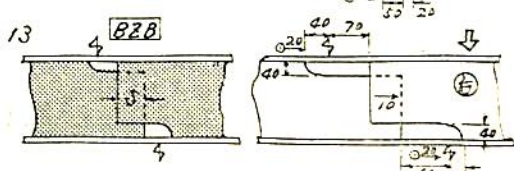
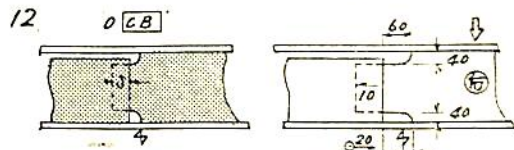
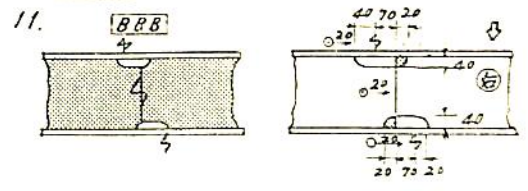
- 第 1 章 職 別
- 第 2 章 当 直
- 第 3 章 部署および操練
- 第 4 章 船舶の検査・入渠および修理
- 第 5 章 日 誌
- 第 6 章 信 号
- 第 7 章 船 灯
- 第 8 章 信号器具
- 第 9 章 船内衛生および救急医療

GROUP 1 (XXX)

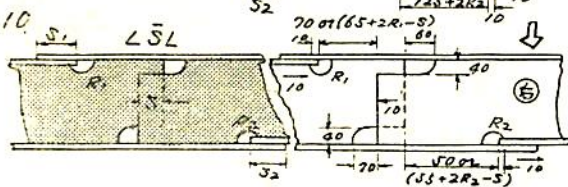
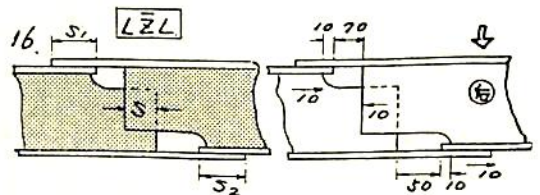
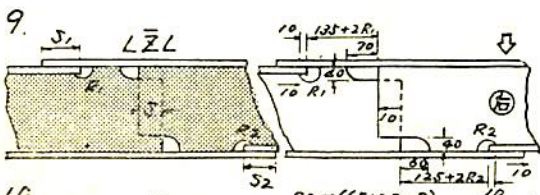
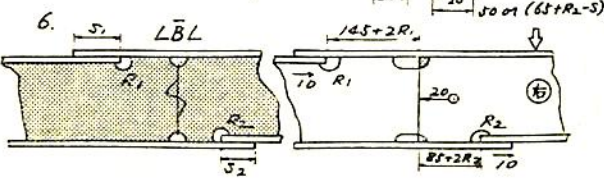
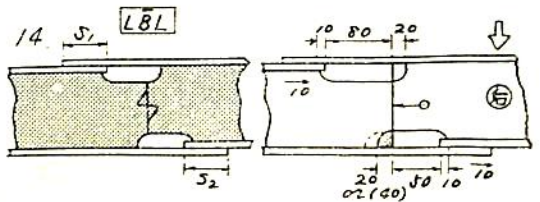
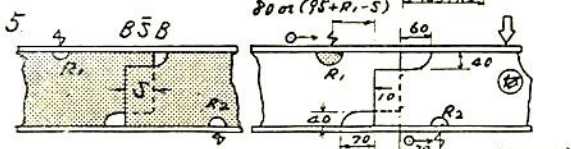
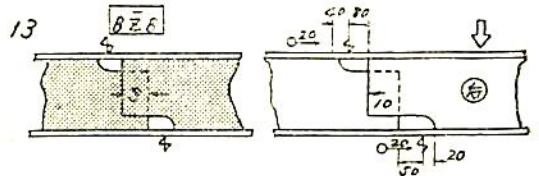
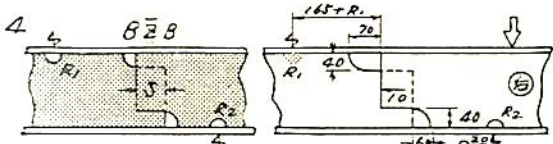
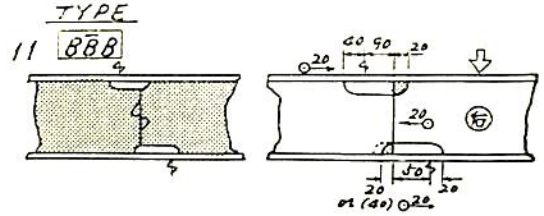
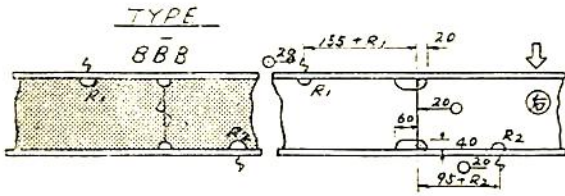
TYPE



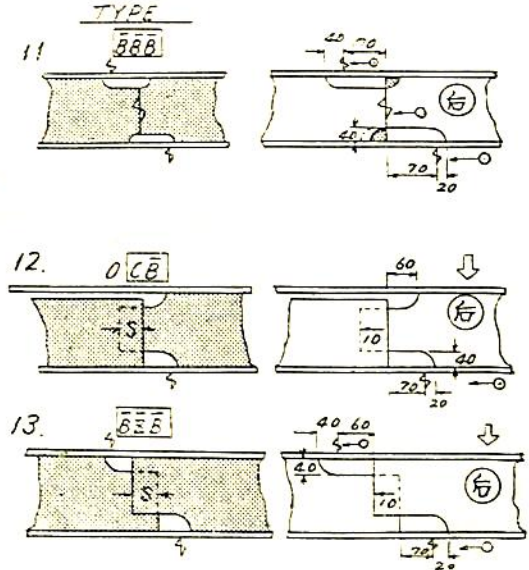
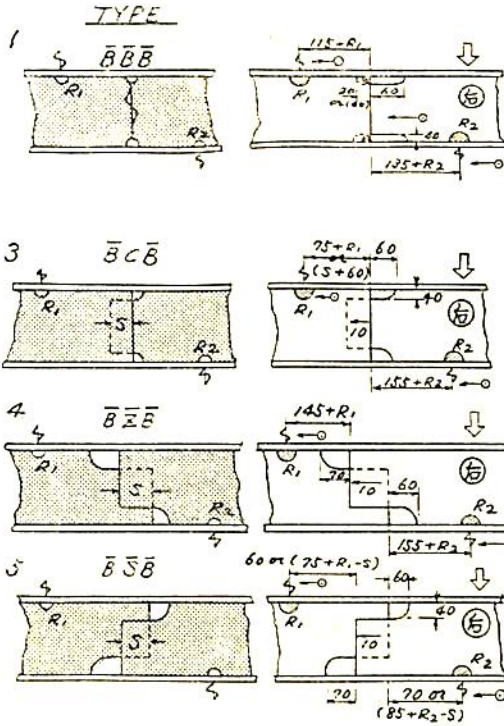
TYPE



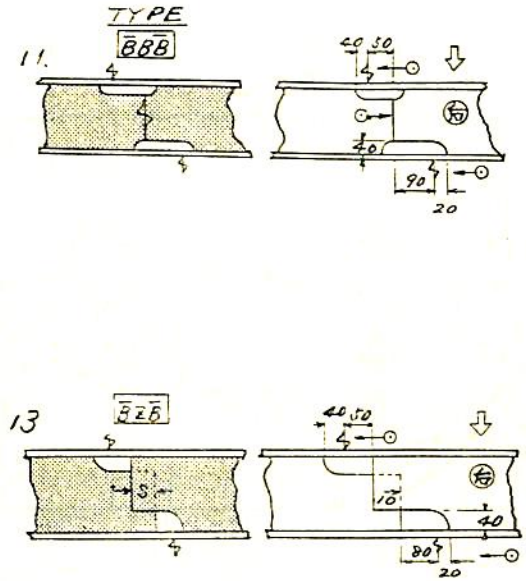
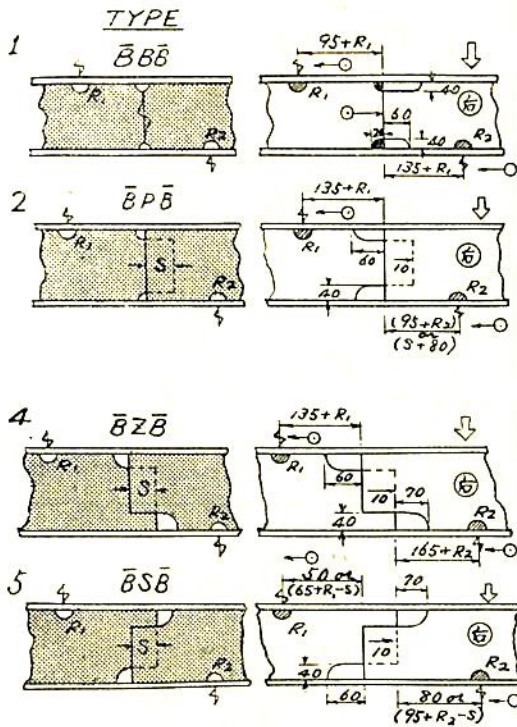
GROUP 2 (XXX)



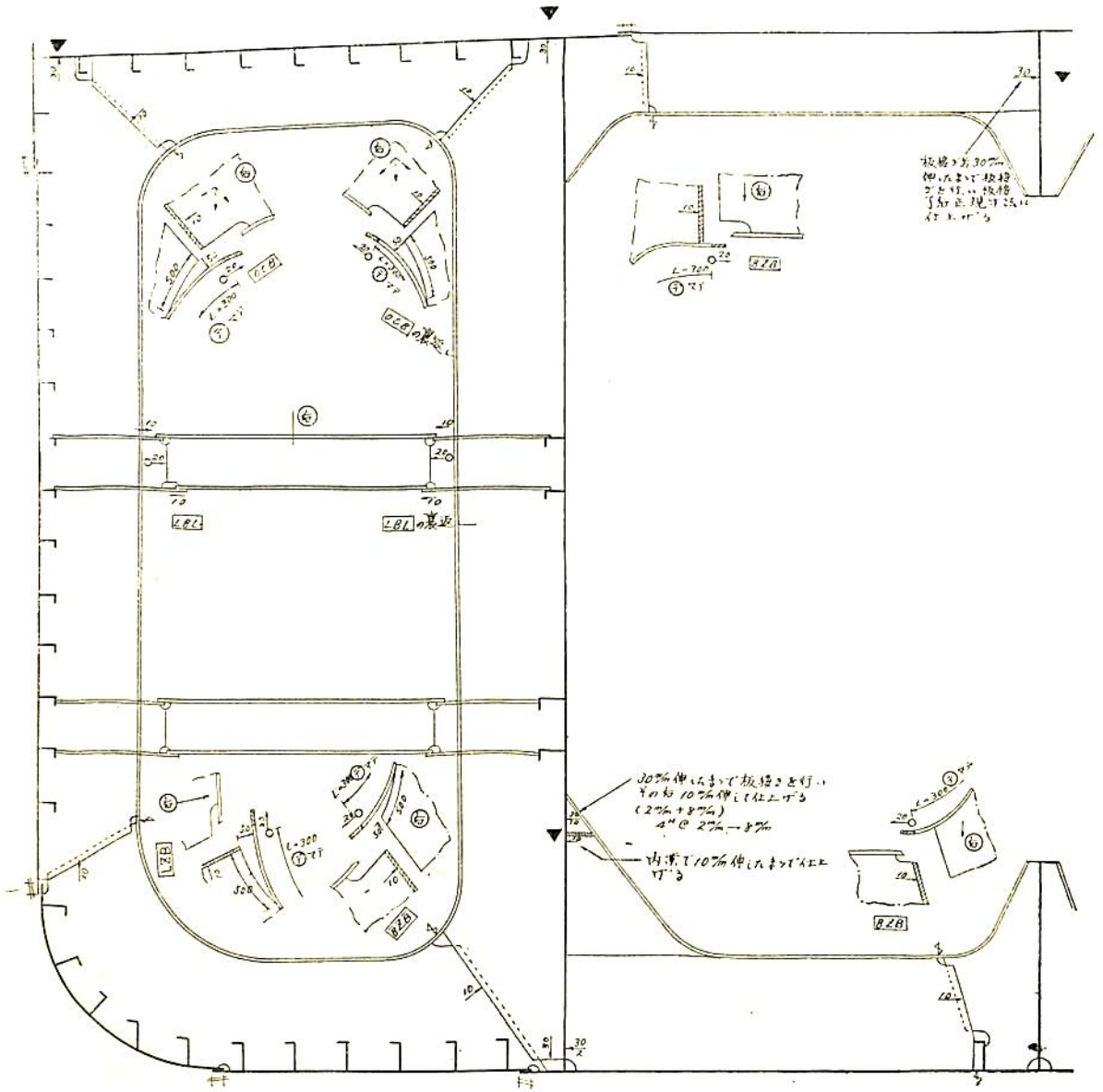
GROUP 3 (X X X)



GROUP 4 (X X X)



接手接定の例



舶用有機減速原子炉

Ralph J. Gimera

Nuclear Powered Ships for American Ship Operators,
A Symposium Held at Washington, D. C. July 30, 1957.

序 論

過去十年間に原子エネルギーから動力を取り出すことに関する知識は非常に増加した。この新産業の生長を見守ってきた人達は、この動力源に対する二つの目的すなわち経済的有利性と運転の信頼性は十年以内に達成され得るといつている。これらの目的は原子炉工学の進歩、運転経験、原子炉の概念と構成部分がある程度標準化されることにより実現されるだろう。どの型の原子炉でも第一に作られる炉は技術の進歩に要求されるものと、新しい技術を利用するための安全装置のために高価になることは避けられない。他に燃料費——原子燃料と石炭石油の燃料費——も簡単に予測出来ない因子である。

もし今後十年以内にアメリカの電力界で原子力が競争出来るとすれば商船業界でも原子力推進は競争出来る。というのは原子力船は載荷容積を変えずに長期間運転可能という長所を持っているからである。アメリカ海軍は原子力潜水艦ノーチラス号が燃料を補給することなしに60,000マイル巡行したと発表した。ベルシャ湾とアメリカ東海岸間を航海する油を運ぶスーパータンカーは載荷容量の約7%に相当する機関用燃料を消費する。この同じ船がスエズ運河を通らず希望峰を廻るとすると載荷量の10%に相当する機関用燃料を消費する。一方原子力油送船は航海中その載荷容積は不変である。これは原子力油送船が在来船と競争出来る為の、原子力発電所にはない一つの長所である。しかし原子力船には原子力発電所にはない欠点もある。それは(1)動力源が動くことによる附加設計問題と(2)重さに対する制限である。第一の欠点のために更に嚴重な設計と運転の制限が必要である。しかし全アメリカ海軍々艦を原子力化する計画には、大した障害はないといつている。満載吃水線の制限は原子力船に都合のよい時も悪い時もある。航海において例えばベルシャ湾からフィラデルフィアへの航海で船の許容吃水は油送行程の終りで最初より少くなる。この場合、原子力船に相当する普通動力のタンカーに比較して油送量が多いということは出来ない。何故なら普通動力のタンカーは航海の初めにおいて原子力船より多く油を積むことができるからである。これに対しても吃水の条件が逆なら、前述した原子力船の余った載荷量は増すことが出来る。原子力船により課せられたもう一つ

の条件は、船が一つの港で燃料を補給せねばならないということである。これは原子力推進装置の長所を制限する条件にはならない。というのは船は船の寿命に対して、全部で20回以上も燃料を補給する必要はなく、岸の燃料補給装置の費用は油送船団に配分すると小さいものである。

以上述べたことは主として、タンカーについてである。というのはタンカーは他の船より速く原子力化されるであろうと思われるからである。原子力船にとって最上の運転とは、(1)時間的にいつて大部分を洋上にあり、入港している時間が最小であること。(2)、長い航路を高速度で航海することである。この条件は、油、鉱石、穀物を運ぶのに適している。ドライ・カーゴ船は、これらの条件に合わないし、多くの場合船の排水量より、立方容積により制限される。更にタンカーは混んでいる港では水中パイプやはしけで荷を降すことが出来る。

Atomics International社は有機物冷却減速炉をタンカーの推進力として応用しようとしている。本研究の結果は、この炉が船舶用として、経済性、運転の容易、安全性のために有利であることを示している。

有機物減速冷却炉 (OMR)

有機減速冷却炉は、不均質炉からなる簡単な系で沸点の高い液状炭化水素が燃料要素のまわりにあつて、中性子減速と熱交換をする。この熱せられた液は、分離した熱交換器に、ポンプで送られ、推進やその他の目的のための蒸気を発生させる。船舶推進について考えると、この装置は安全性、経済性よりみて、有利な点が多い。炉は水素で減速するので、大きさは小さく、構成物と遮蔽が軽い。炉は大きな負の温度係数を持ち、これは自動的に出力を安定させる作用をし、キャノンの毒性作用による反応度の低下を保償出来るので、炉は燃料が消耗する以前には何時でも始動出来る。

炉の運転中の圧力は小さい(35 Psig)。漏洩防止とガスケットの問題は比較的簡単である。圧力が小さいので容器の壁はうすく出来、船上での修理や保持が容易で装置は軽くなる。作動圧力が小さいので炉に蓄えられるエネルギーは小さくなる。パイプが破裂しても損害は広範囲におよばず大気中に相当な量の放射能を生ぜしめることもない。

有機物のクーラントと燃料被覆、燃料、構成材料との間には化学反応は起らない。普通の構成材料すなわちアルミニウムや炭素鋼が各部分に使用出来る。乗組員は洋上で船の修理保持用の標準的装置を使つて修理を行える。燃料被覆の破裂という好ましくない出来事も大問題を引起すまでには至らない。ウランと有機物クーラントとは化学反応をしないので大災害にはならない。少量の核分裂生成物はクーラントに入り込む。これらは有機的浄化装置により除かれる。蒸気発生器の漏れは蒸気を一次クーラント系に出すが、蒸気は船の煙突にもれる。

有機物クーラントは作動している間に少し放射性になる。そこで停止した後に炉室へ近づくのには時間の制限がある。MTR の炉内循環の運転による実験結果によると、炉が停止してから15分後に乗組員は炉室に25分入つても1週間の許容量以上の放射線を受けない。停止してから2日後には乗組員は炉室で数時間作業することが出来る。

この装置は運転が容易で安全であるから、ある程度訓練された普通船の乗組員が運転出来るであろう。以上あげた性質は全部この装置の信頼性と安全性を高めるようなものであり、また建設費と運転費を減少せしめるものである。

有機物クーラントはその作動中に放射線および熱により品質低下をきたすので、水冷却炉の浄化装置のような装置が必要である。またクーラント処理と悪くなつた有機物を棄てる方法が必要である。海へ棄てること、燃焼させること、または保存しておく方法があり、いずれも可能である。悲観的に考えてもクーラントの処理の費用は約0.3 mills/shp-hrである。これは圧力が低いことと、構成部分が標準的なものであるための建設費の減少によつて補われて余りある。

実際の炉において多くの有機物クーラントが化学的熱的にどうなるかを調べる装置がアイダホの国立原子炉試験場に建てられた。有機物減速炉実験(OMRE)と呼ばれる計画がAtomics InternationalによりAECのためにたてられている。これは16,000 KWの熱を発生するよう設計されている。

二つの組織がOMRを発電用に使うための計画をしている。AECは第2回原子力の動力化計画に入れるため、11,400 KWの装置を作るというOhioのPiqua市の提案について話し合うことを承認した。American and Foreign Powerは中南米向けに同一な装置を選んだ。Atomics InternationalはAECの後援によりOMRの種々の技術を含む広範囲な研究開発計画に

着手しようとしている。

最後に、前述せるようにAtomics InternationalはMaritime Administrationの6ヶ月の研究計画を完成したが、その中で38,000重量トンのタンカーに20,000軸馬力のOMR推進装置を応用することを研究した。

動力装置

この応用としてMaritime Administrationが選んだタンカーは1952-54にNewport News Shipbuilding and Drydock Companyが作ったGrand Bassa Tanker Inc.の船と似ている。この船はスーパータンカーで載荷重量38,000トンである。この船に必要な動力と、炉の初期設計の要目とを第1表に示す。軸

第1表

船体	全長	707'
	型幅	93'
	型高	48'6"
	夏季吃水	36.7%''
	冬季吃水	35'10%''
	夏季排水量	49636トン
	キールから36'吃水時の排水量	48690トン
	船体のみの重量	12050トン
	載荷重量(公称)	37600
	油積載量(No. 4と6の両側を除く)	296,500バレル
	油積載量(全部)	329,200バレル
	定格軸馬力	20,000 PS
	最大軸馬力	22,000 PS
	載荷時平均海上速度	18ノット
原子炉	熱出力	70 MW
	炉心直径	72'
	炉心高さ	72'
	冷却および減速材	テルフェニール
	反射部熱遮蔽	6"の鉄板
	燃料サブアセンブリー数	260本
	制御棒数	16本
	サブアセンブリー内燃料片数	11枚
	燃料片間隙	可変
	負荷系数0.8のときの炉心存命	15ヶ月
	初期濃縮度	1.58%
	炉心内ウラン総量	15,700 kg
	U-235量	245 kg
伝熱性能	最大冷却材平均流速	15'/秒
	燃料片表面最大温度	750°F

冷却材入口温度	580°F
〃 出口温度	622°F
冷却材流量 (600°Fのとき)	22,260 ガロン/分
蒸気温度	580°F
〃 圧力	450 psia
〃 流量 (最大)	230,000 ポンド/時

馬力、補器出力、Butterworth 加熱装置は同じである。J.J. Henry 会社の造船技術者が船舶に応用するのに必要な知識を供給した。第1図に船尾断面が示してある。スクリ - 1 個のタンカーで、船首楼、船楼、船尾楼がある。船は耐水耐油の隔壁で縦横に分けられ、A 重油以下の重油を入れるタンクになっている。燃料油のタンクはディーゼル油以外のものはいれない。

両舷にある第4,6の舷側タンクはクリーンバラスト用である。載荷油はここに入らないようになっている。残りの1番から11番のタンク容積は原油を全載荷重量以上運搬する大きさを有している。第4,第6舷側タンクを使用すれば軽油(ガソリン)タンカーとしても全載荷重量の運搬に充分である。燃料用油が不要であるから載荷重量は航路の長さによつて変ることはない。

機械装置は船尾に置かれ炉室は機械装置の前にある。

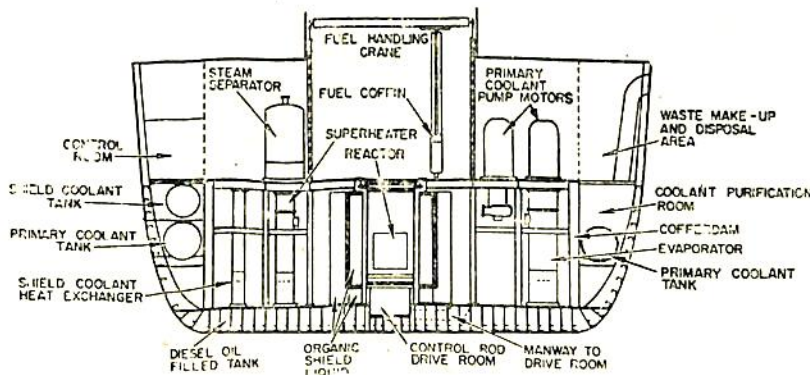
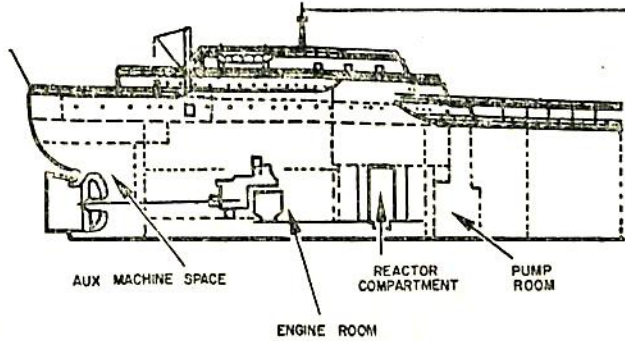
炉室には炉、炉の下の附属室、一次クーラント系、蒸気発生器、過熱器がある。この室は遮蔽され、建物と装置は下が二重底と桁で支えられている。

炉室の前後左右には囲堰があつて(第2図)そこにはディーゼル油(または海水のバラスト)を入れて炉室と人のいる場所との最後の遮蔽としている。炉室の周囲と上は更に分けられていて、主として炉を含む一次クーラント系のポンプモーター、脱水機、制御室、ガスの浄化並びに処理室に当てられている。

主機タービンは炉室の後に置かれ炉室内の過熱器から蒸気を受ける。積荷用ポンプ室は炉室の前にある。積荷用ポンプは垂直タービン駆動で機関室内の補助コンデンサーに吐出する。

機関室の上に2つの室があり、前の室には燃料補給用容器を船に積むクレーン装置がある。この室の前のデッキにハッチがあり岸のクレーンが補給用容器を積み降し出来るようにしてある。後の室は主タービンの附加物、齒車、潤滑油の重力タンクの場所とその空気除去用加熱器をおくよう計画されている。

この原子力機関は70 MWの有機減速・冷却の炉心、遮蔽部、熱交換器、非常用炉心冷却系、有機剤浄化装置その他の補器類等とでなり立っている。



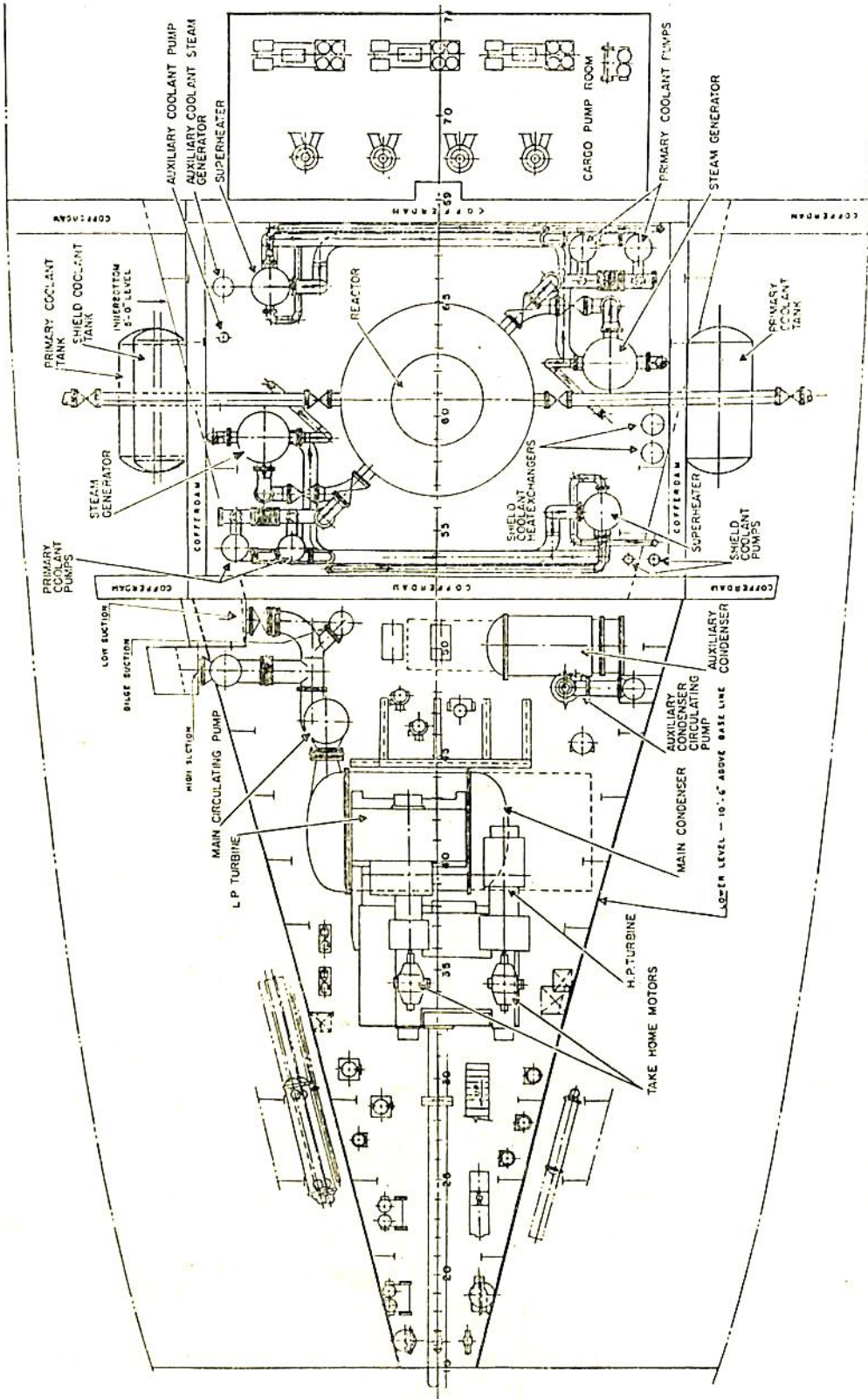
第1図 一般配置図(縦断面および横断面)

炉 心 部

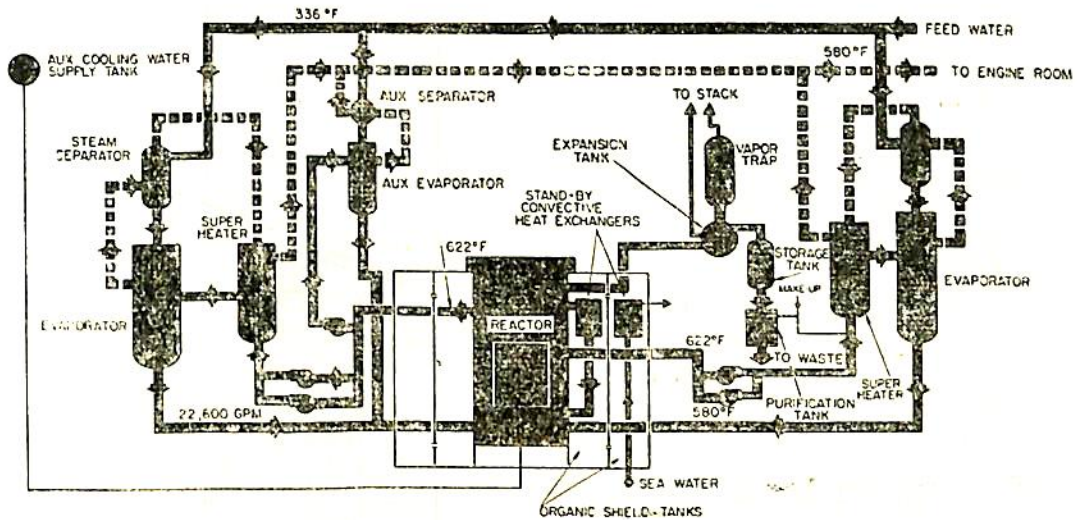
炉心部は260本の燃料サブアセンブリー、16本の制御棒とそのまわりを満した減速兼冷却材のテルフェニール液とでできている。第3図にみられるように発生熱は2個同じものが並列している冷却系によつて取り除かれる。

テルフェニールは炉心部に2つの入口管から入り、大部分は燃料サブアセンブリーの中を通過、残りはその外側を通過して上昇し2つの出口管から外へ出る。垂直型の遠心ポンプがそのテルフェニールを蒸気過熱器と蒸気発生器を通過して循環させ再び炉心部にもどす。一方機関室からの復水は蒸気発生器と蒸気過熱器を通過して過熱蒸気となりタービンを動かす。

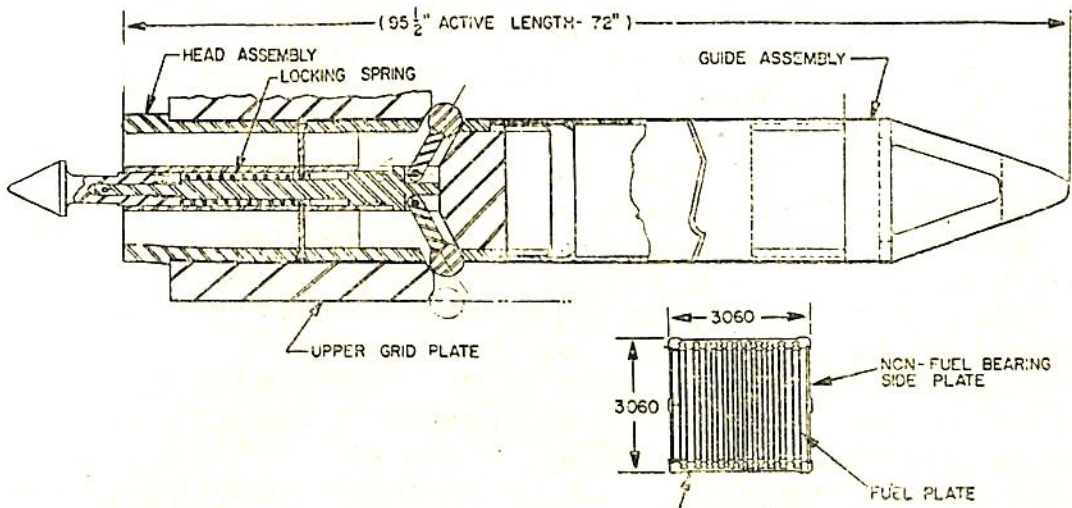
燃 料



第 2 圖 機 房 配 置 圖
LOWER LEVEL



第3図 原子炉熱流線図



第4図 燃料要素

炉心制御部

260本の燃料サブアセンブリーは全部同一の形状で、その一つ一つはアルミで被覆された11枚の燃料板で組み立てられている。燃料板本体は1.58%濃縮ウランで、厚さ0.1吋、幅2.5吋、長さ72吋に成形されている。

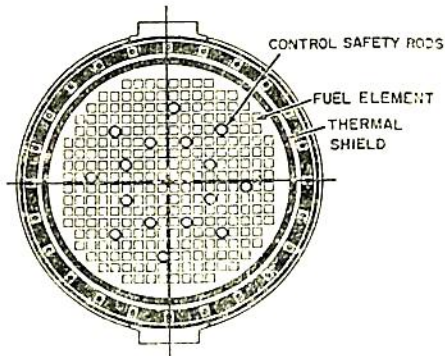
第4図にみられるようにサブアセンブリーは11枚の燃料板の両端と左右をアルミのふち材で閉じた形になっている。燃料板の間の間隔幅は一律ではなく、内側の燃料板ほど発生熱量が少ないので、テルフエニールの出口温度を均一化するため外側の間隔の方が内側のものより幅が広くとつてある。

燃料サブアセンブリーは更にその外側を50%穿孔した鋼板製外部流路でかこまれている。

原子炉の物理的制御は減速材の温度変化と制御棒の両者で行なう。

炉の温度が何かの理由で上ると減速材の密度が下り、中性子の減速に要する行程が長くなってそれだけ漏洩が多くなって分裂数が減り、出力を減らし温度を下げて復元化させる方向に移行する。

また制御棒系は硼素を含む16本の鋼棒よりなり、下方から電気モーターで炉心内部を上下方向に動くように駆動される。その配置は第5図のように8本ずつの二重同心円上に並べられている。制御棒は鋼製のガイドに沿って動き、下方にむかつて動くとき出力が減少するように



第5図 原子炉断面図

なっている。

出力制御と保安装置

出力制御は炉心制御部，原子炉保安装置，蒸気タービン制御部の三つの部分から成っている。

炉心制御部は中性子受感部，増幅装置，始動と連続運転のための指示部から成っている。このシステムは10%以下の負荷には完全に保証されていないが，1%から100%までの負荷にたいし連続自動制御が可能であつて，その間常に原子炉の出力は蒸気要求量に追従できる。

保安装置は，非常用警報ブザー装置，制御棒を特定の条件では限度以上外へ抜き出せないようにする自動ストップ装置，また望ましくない事態が発生したとき予め定められた割合で原子炉の出力を減少させる出力自動低下装置，また危険がさらに増したときすべての制御棒を自動的に炉心内に落下させるスクラム装置，の四つからなり立っている。

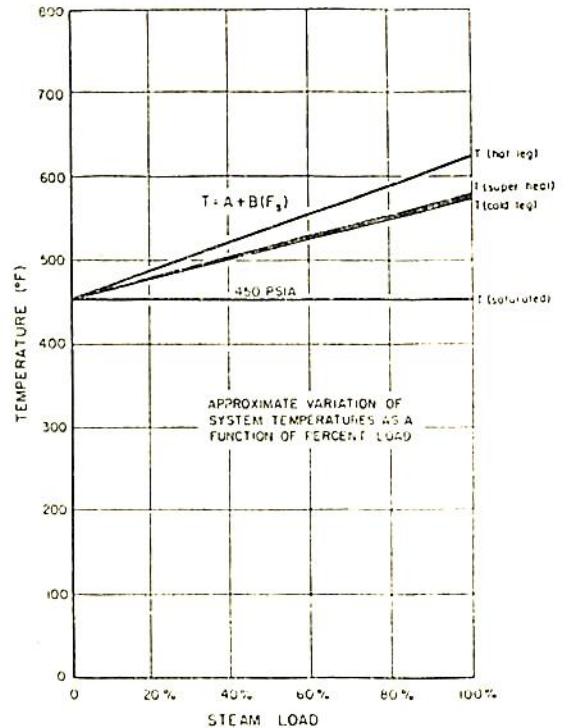
原子炉の出力と冷却材出口温度はタービン入口の絞り部蒸気圧を一定に保つように制御される。

第6図にみられるようにこれは冷却材出口平均温度を蒸気消費量に丁度相応する値まで上昇または下降させるプロセスで達成できる。ゆえに温度制御器は蒸気流量に比例した入力信号とするプログラム装置をもち，出力水準は圧力偏差の積分値と平均原子炉温度の両者を入力信号とする。また自動選択スイッチが使用していない冷却系があればそれからの温度信号を遮断する。

遮 蔽

原子炉の遮蔽は乗組員が許容限度以上の放射能を受けないように設計されるがその設計に必要なとされた近接可能時間の基準は下記の通りである。

(1) 原子炉室は炉の停止後15分経過したときは1日



第6図 蒸気圧力-負荷線図

につき30分，48時間後は1日につき8時間。

(2) 原子炉室にすぐ隣り合った室とすぐ上の室では炉の作動中1日につき8時間。

(3) 浄化用蒸留器とガス処理器のある室では炉の作動中1日につき2時間。

(4) 制御棒の駆動機械室は炉の作動中は毎時10レントゲン以下に制限され，炉の停止後48時間経ってから1日につき8時間。

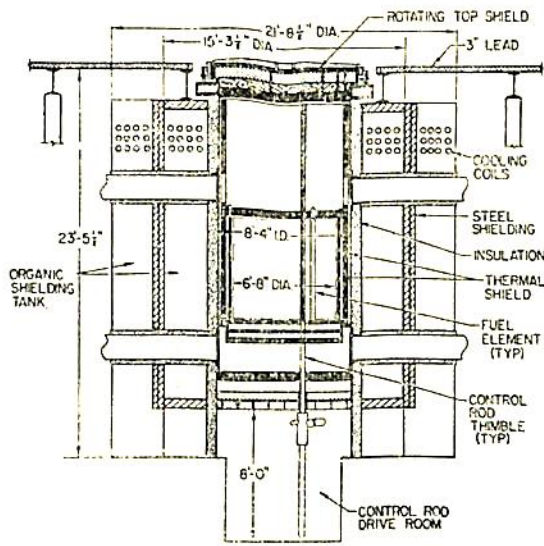
(5) ポンプ室は炉の作動中1日につき8時間。

(6) 燃料の再装荷をドライドックで油タンクが空の状態で行なっている間船腹の上のすべての位置に無制限に近接でき，かつ原子炉室内には1日につき8時間入つておれる。

(7) 以上は一週に7日就労を基準としてきめた。

原子炉の遮蔽は炉心のまわりの中性子の減速および吸収域，炉心のまわりのガンマ線吸収域，原子炉室および浄化器室のまわりのガンマ線吸収域の三つの部分よりなり立っている。

第7図のように炭化水素の有機遮蔽材が，水よりもタンクの腐蝕が少ない利点により，通常の水に代つて使用される。そのためタンクには普通の炭素鋼が使用でき，炉の停止後の遮蔽の壁表面における誘導放射能を最小ならしめる。



第7図 原子炉全体図

液体遮蔽の使用はまた主機が停止しているときの炉心発生熱の除去に役立つ。

放射能照射試験結果によると有機遮蔽材は取り換えるまで約4年間も保つ。

熱中性子の吸収には硼素の薄板が、またガンマ線の吸収には鋼板が使われる。

テルフエニール自体の二次放射能はほとんど無視できるが、放射性物質に変換する腐蝕生成物と不純物の存在を考慮して原子炉室の頂上には1吋の鉄板、3吋の鉛板、また周囲は二重壁の中のディーゼル油で遮断する。

浄化装置はテルフエニールの蒸溜装置と重合体の廃棄処理装置とからなる。ほとんど全部の放射性的腐蝕生成物と不純物はこの廃棄重合体に含まれるのでこの浄化装置は若干の遮蔽が必要である。それにはこの室のまわりを鋼のバルクヘッドと壁とでかこむことで達成できる。

原子炉のすぐ周囲の有機遮蔽材タンクの内外では相当

第2表 テルフエニールの性質
(異性体混合テルフエニール)

化学式	$C_{18}H_{14}$
融解点	149~240°F
蒸溜温度	690~790°F
比重 (77°F)	1.09
発火点	~1000°
熱伝導度(600°F)	0.058 Btu/時一呎一°F
比熱 (600°F)	0.59 Btu/ポンド°F
粘性係数	0.58 centipoise
600°F の蒸気圧力	4.0 psia

の熱が発生するが、それはその有機材を海水冷却の熱交換器を通して循環することにより除くことができる。その海水は船の海水循環系統から引く。

海上で作動中の原子炉は1日につき100ガロンの廃棄多重体を捨てる必要がある。これは燃焼、貯蔵、投棄のどれかの方法で処理できる。

冷却系

有機冷却材の流れる系統は、第3図に示すように同一でパラレルな2系統に分れている。一次冷却系は設計圧力150 psig、作動圧力は35 psigである。おのおののループにある2個の循環ポンプが、冷却材を圧力容器から送り出し、蒸気発生器を通つて、再び圧力容器に送り込む。250馬力の定速モーターで駆動される堅型の遠心ポンプによつて、一次冷却系統を循環する流量は約22,600ガロン/分である。2個の蒸気発生装置は、各々蒸発器、蒸気分離器および過熱器からなり、総計230,000ポンド/時の蒸気を発生する。蒸気温度は580°F、圧力は450 psiaである。テルフエニールは622°Fで過熱器に入り、過熱器を出て617°Fで蒸発器に入る。蒸発器を出る時は580°Fである。各ループは、原子炉出口の近くにある自動弁によつて原子炉から遮断することが出来る。

原子炉の上部後方に置かれたタンクは、加圧器と膨脹タンクの役目をする。この膨脹タンクにはオーバーフロータンクが連結され、これは冷却材の貯蔵所と停留所との両方の役目をする。冷却材はオーバーフロータンクから連続的に輸送され、浄化装置を通つて一次冷却系統へ戻る。途中で冷却材を停留させる時間があるので、浄化装置の周りの遮蔽は最小にすることができる。

原子炉の停止後も、炉心から発生する熱は次第に減つては来るが、相当長い間続く。従つて原子炉の冷却能力は、炉心を焼かぬように停止後も十分な能力がなければならぬ。そのために前述の2系統の主循環系の他に、一つの補助ループがあり、これは原子炉を停止した時手動で作動させてやり、これでも原子炉停止後の発生熱を除去するのに十分な流量を送れる。このループは小型の蒸発器、蒸気分離器およびクローラントポンプからなり、主ループとは独立に働く。そしてこれは、2個の主循環系統の両方もが停止した時でも、熱除去を確実に行う手段である。

補助ループの動力は、原子炉が停止すると自動的に作動する2個の1000 kvaのディーゼル発電機のうちの1個によつて供給される。船内の動力源が全部使えない場合には、一次冷却材の自然対流によつて停止後の発生熱

を遮蔽液に送り込むことによつて除去する。この系統は、主冷却系の弁が全部閉鎖すると何時でも自動的に作動する。もし船内の動力源が使えれば、補助冷却系が作動し、自然循環系の弁は閉じる。自然循環系が作動しているときは、遮蔽液の温度は、海水を自然循環させる系によつて一定に保たれる。

停止後の発生熱を自然循環で除去している時に、もし原子炉の温度が上つたら、水の噴射装置を使う。これは一定量の新しい水を原子容器に噴射して炉の温度を下げるもので、生じた蒸気は船の煙突から排出する。

燃料交換装置

燃料交換装置は使用済み燃料を炉心から取り出し、新しい燃料を装入するのに用いられる。燃料交換装置はつぎのようなもので成立つている。すなわち、燃料交換用カスク、駆動機構のついている同心一偏心型の廻転式頂部遮蔽プラグ、船内の燃料取扱室、および燃料移動用カスクである。

原子炉の運転中は、廻転式遮蔽プラグは炉心タンクの蓋で保護されており、熱遮蔽および生体遮蔽の一部を構成している。燃料交換作業に当つては、タンクの蓋を取外し、それからプラグ廻転装置を廻転プラグ上の操作位置に置く。廻転装置は円周状に歯車をつけた同心一偏心板の組合せと、電動または手動の駆動装置から成立つている。板を通して遮蔽プラグ中の結合金具に達する一連のネジジャッキがあつて、ベアリング面からプラグを持ち上げるのに用いられる。二つの廻転プラグに指標をつけてやることによつて、小さい方のプラグに中心を外して設けられた開孔は炉心中のどんな燃料体位置の真上にも正確にもつて行くことができる。

燃料交換用カスクは鉛および鋼製で、一時に1個の燃料体を扱うように設計されている。このカスクは水圧で操作され、原子炉および一次冷却系室の上部で使えるようになってゐる。船内の橋型クレーンで支持される。

燃料移動用カスクはおのおの9個の使用済み燃料体を取めるように設計されており、使用済みの燃料体を船内からドックの受け入れ施設まで移動させるのに用いられる。船内の燃料取扱室からドックにある施設にカスクを移すのに要する時間中は、カスク内に入つている液化炭化水素で燃料体を冷却する。

燃料取扱室はポンプ室と原子炉室の間にある。この室は炭化水素が入れてあり、船を普通に運転している間は原子炉室とポンプ室の間の遮蔽の一部を成している。燃料交換時にはこの室は、燃料移動用カスクを受け入れる一つの燃料取扱設備として用いられる。この室の底部に

ある支持台の上にカスクが置いてある時には、カスクの上に炭化水素が十分な深さにあつて表面での放射線水準を許容量にまで減少させている。

燃料交換用カスクと燃料移動用カスクは平常はドックにしまつておいて、燃料交換作業の場合だけ船に持込まれる。

燃料交換作業を助けるのに必要な陸上施設にはつぎのようなものを含んでいなければならない。すなわち16本の制御棒は勿論、炉心の全燃料体に適合させて大きさを決めた使用済み燃料の貯蔵タンク、船の燃料取扱室の船口と、ドックの使用済み燃料収容タンクの両者に使える30トンのドック・クレーン、炭化水素貯蔵タンク、新しいターフェニル、交換用カスク、燃料カスク、および雑予備部品と工具類の貯蔵所である。

浄化系統および補給系統

有機材冷却系中における重合体の濃度は、連続浄化系統によつて約30重量パーセントに保たれる。毎時175ポンドが冷却材貯蔵タンクから真空蒸溜コラムにポンプで流される。蒸溜コラムでは、重合体が1重量パーセント含まれている蒸溜液を毎時123ポンド送り出す。この生成物は収容タンクに流れ込み、タンクからは毎時175ポンドの割合で冷却系にポンプで戻される。新しい有機冷却材が定期的にこの系に加えられる。

新しいターフェニルは55ガロンの鋼製の罐で船に持込まれ、原子炉室上方の主甲板上の室に貯えられる。ターフェニル融解タンクで罐は空になるから、蒸溜柱から出る廃棄物を入れるのに利用できるようになる。空になつた罐は浄化および廃棄物処理系室のコンベヤに下される。コンベヤは罐を廃棄物の充填場所に移動させる。罐はそれから遠隔操作で封をし、いつでも処理できるようになる。

燃料板の破損の結果ガス分離系で放射能が検出されたとしても原子炉を中断せず運転できるようにするために蒸気の処理系には放射性ガスの浄化系が含まれている。普通は、ガスの流れはこの系をバイパスし、煙突を通して直接大気中に排出される。放射性ガスの浄化系はつぎのようなものから成立つている。(1) 沃素トラップ; 分離ガスの蒸気から放射性沃素を除く。(2) 活性炭吸収装置; ガス流から原子炉の冷却材を除く。(3) シリカゲル吸収装置; ガス流から放射性的なキセノンやクリプトンを除くため必要となる。

推進機関および補機

主推進装置は並列高低圧、2段減速式で、1個の高圧タービン、1個の低圧タービン、およびたわみ接手でタ

ーピンと連結している2段減速歯車から成っている。3段の給水加熱が行われる。低圧タービンの排気端には、後進タービンを形成する適当な衝動型の羽根車がついている。このタービンは高低圧タービンのいずれか一方が事故の場合には、他方が単独に運転できるよう設計され設備されている。

蒸気による推進装置が駄目になるとか、蒸気の供給が停まるとか、装置の故障などの場合や、あるいはその他の原因に対しては、主減速歯車の初段小歯車にタンデムに連結した2台の400馬力モーターで“帰港用”(take home)動力を与える。このモーターは、機関室の後端にある2台の1,000 kva ディーゼル発電機の1つから動力を得る。この2番目の方のディーゼル発電機は、原子炉の冷却装置や制御および計装類のための非常用動力源として用いられる。2台の帰港用モーターは必要な時直ちに連結できるよう、ボルト式の接手で小歯車に連結する。

船の発電系統は1台のターボ発電機(0.8 pf., 2,400 v, 60 サイクル, 3相で定格 1,875 kva), および前述のディーゼル発電機2台で成立している。主冷却材用ポンプのモーターと、帰港用モーターだけが2,400 ボルト電源に配線してある。他の電力需要は 440 v, 220 v および 120 v である。

機関室の残りの機械類、すなわち、主、補蒸気系、補助排気系、給水および復水系、水循環系統、潤滑油系、蒸溜装置、消火系、ビルジおよびバラスト系、パタワース系、ディーゼル油の供給移送系、制御用空気系、貨物油系、および冷却、脱湿、エアーコンディショニング系などは存来からのものである。

安全性の概要

安全性はこの機関の一つの優れた特色である。万一、他船と衝突して、船内の常用動力と非常用動力の両者とも駄目になるというような事故が起つたとしても、原子炉は原形を保っているであろう。すなわち、原子炉の選発性の熱は、特別に注意を払わなくても作動する自然対流回路で除かれる。事故の結果起る炉内温度の超過は作動するのになんら動力を要しない撒水回路で抑制される。左舷あるいは右舷の、衝突とか事故に対して機関の制御が無関係ですむように、原子炉装置の重要な部分は、左舷、右舷の二重になっている。この二重装備には一次冷却材回路、各回路の一次冷却材ポンプ、補助冷却回路、非常用の自然対流一次冷却材および海水回路、一次冷却材貯蔵タンク、および非常用原子炉撒水回路が含まれている。

一次冷却材のパイプ系が破裂すると原子炉は遮断することになる。選発性の熱は遮蔽用液体に移り、それから海水に移る。全ポンプ動力が停つたときは同様な事態を生ずる。運転で、冷却材は中程度に放射性になるだけであり、かつ実験によると、漏液は操作員になんら危険を及ぼさず簡単に清掃できることが判っている。主冷却材回路が両方とも閉じた時は、補助冷却回路が原子炉を通じて強制循環を生じさせる。運転温度においては、一次冷却材の全体的な温度が沸騰点以下であるから、一次系の圧力の消失で自然沸騰の起ることはないであろう。万一、一次系の圧力がなくなり、ポンプ動力が停まり、自然対流回路が働かず、また清水の撒水回路が働かないという極端にありそうにない出来事の場合には、原子炉の中で沸騰が起るであろう。しかしながら、サージタンクと原子炉タンクの中には、燃料体が露出するまで何時間も沸騰が続けられるだけの十分な冷却材がある。

船がバラスト状態で運航しているときでも、炉心は水線下にある。だから、冷却材がタンクから流出するような原子炉室および原子炉タンクの破裂は、海水がタンクの中に入ることもなり、原子炉の選発性の熱を除くに利用できるだろう。このようなことは起りそうもない事故であることが指摘される。つまり、原子炉は船の前後の中心線上にあり、また液体遮蔽タンクと 11.5 インチ厚の鋼製遮蔽で囲まれている。そのうえ、原子炉タンクは龍骨上で、船底板からほぼ 10 フィートのところに置かれている。これらの理由で、炉心タンクの健全性が破られるということはあるまいと思われる。

原子炉の制御系は、運転が簡単で安全なように設計されている。原子炉は負荷の変動に自動的に応動する。また、如何なる望ましくない運転条件の発生に対しても自動的に停止させられる。蒸気を主復水器へ落してやると、運転員は希望するどんな割合にでも負荷を減らすことができるようになる。出力は毎分 15 パーセントの割合で、安全に増加できるものと見積られている。サボタージュを除けば、原子炉に危険を及ぼすような誤操作の見込みは無視できると思われる。

重量、トリム、安定性

軽荷重量の分布は次の通りである。

船 体	8,449
艙装品、船体補機	1,471
機 関 部	1,837
軽荷重量合計	11,757
2½% の余裕	294
余裕を含めた軽荷重量合計	12,051

重心位置は前部垂線から 378 フィート、船体の基線から 30.26 フィートの位置にある。原子炉プラントを含めた機関部の重量分布は次の通りである。

推進機関	184.0
給水、復水装置	32.9
蒸化装置	18.9
軸系、推進器	132.2
潤滑油系統	21.8
空気系統	3.7
原子炉プラント	708.5
蒸気配管	48.4
機械中の流体	269.0
電気装置	127.0
その他	290.6
機関部合計	1,837.0 ロングトン

結局軸荷重量は 37,600 トンである。これを在来船の 38,465 トンと比較して小さいが燃料油の重量を考えに入れるとこの問題は解決する。将来研究が進めば原子炉プラントの重量をかなり節約出来るはずである。

トリウムと安定性をよくする目的で消耗品 (120 トンの予備品と清水) の配置を変える考慮はしなかつた。ディーゼル油も積んでいるがこれは非常用であつて普通は消費されない。ディーゼル油は原子炉室の周囲にある囲の中に容れてある。これは遮蔽だけの目的に使用するのであるからディーゼル油を入れて軸荷重量を増すのが望ましい。非常の場合二重底にある 20 トンのディーゼル油で 4 日間運航出来るから、それを使い切つた後に遮蔽中の油を使用する。この船は原油を積んだ普通の航行状態では No. 4 と No. 6 の舷側タンクはバラストタンクとして使用する。この場合船は如何なる油を積んでも 45.0 cu ft/ton あるいはそれ以下の積荷率で満載水線まで沈めることが出来る。この積荷率は原油の範囲を完全にカバーする。もし No. 4 および No. 6 舷側タンクを使用すれば 500. cu ft/ton の率で (これはガソリンを含む) 全容積の 98% を使って全軸荷重量を収容することが出来る。

経 済 性

あらゆる商船の最終目的はいうまでもなく経済性である。OMR 原子力船の経済性の適当な評価を行うため同一船型、同一出力の原子力船と在来船の運航費の比較をした。更に第一船に必要な設計や研究の費用を考慮に入れるため第二船の費用を在来船と比較した。

条件を定めるため船はペルシヤ湾の Kuwait と Philadelphia の間をスエズ運河を経由して経路的に

運航するものと仮定した。これは片道だけ荷を積んだ往復 17,000 海里の航路である。

1 年間に可能な航行の回数は次のようにして求めた。平均航行速度は原子力船に対しても在来船に対しても 18 ノットで、往復に 39.4 日を必要とする。運河を通るのに 2 日、港で 4.3 日碇泊するとして合計一往復に 45.7 日を要することになる。

1 年間の運航日数はどちらの型の船についても 345 日であると推定された。OMR の燃料取換には 6 日を要し作業を行う間隔は 15 ヶ月以上である。取換は普通に年 1 回定期的に行う船の開放検査の間に行う。以上をまとめて船は 1 年に 7.55 回の航海を行うことになる。

第 3 表に各船の年間運航費を同じ排水量に相当する荷を積んだものとして比較してある。在来船の費用は Harry Benford の "Engineering Economy in Tanker Design" からとつた。原子力船に対してはこの本からとるかあるいは別に計算するかした。差異があるのは主として資本消却費、保険、修繕、人件費、燃料費である。消耗品費、生活費、運河通行料はほとんど異なる。經常費、碇泊費は両者全く同じである。

第 3 表

項目	年間運航費—第二船 (単位千ドル)	
	在来船	OMR
原価消却と金利	337.0	1,158.3
保 險	131.7	172.3
修 繕	148.5	163.4
人 件 費	389.9	427.9
生 活 費	36.6	40.2
消 耗 品 費	23.5	25.9
運河通行料	221.6	217.1
碇 泊 費	36.6	36.0
經 常 費	45.1	45.1
燃料を除く合計	1,879.6	2,269.2
燃 料 費	738.3	690.0
合 計	2,617.9	2,959.2
年間輸送する油の量 (トン)	268,500	284,500
運んだ油 1 トン当りの費用	\$ 9.75	\$ 10.46

上表は第二船に対するものであるが第一船には研究のための費用が入るので高くなり油 1 トン当りの運航費は 12.00 \$ になる。

費用の内訳のうち最も多額になるのは固定資本原価消却費である。在来船をアメリカで作ると \$ 10,570,000 すなわち重量トン当り \$ 300 である。このうち \$ 370,000 がボイラー、燃料油関係装置、送風機、煙突その他原子力船では必要でなくなる物に対する費用である。原子力船

の価格を推定するには在来船の価格から原子力船に不必要な物の価格を引き原子炉系統とその補機の価格を加える。第二船の OMR につきプラントは \$4,000,000, 船全体で \$14,200,000 である。

消却の方法は各船で同じ基礎で求めた。すなわち 20 年間に一定の率で全部の費用を消却するのである。金利は名目上 5%, 20 年間平均 3% である。

保険は価格の直接の函数で \$5000 プラス造船所への支払う 1.2% である。在来船の維持と修繕の費用としては Benford の数字を用いた。原子力船では系統が複雑なことを考慮して在来船の 10% 増とした。人員は在来船では 46 人であるが原子力船では原子炉の操縦や維持のために余分の人数が必要なので 53 人である。

消耗品費は Benford から排水量と軸馬力に比例するとして求めた。生活費は乗組の賃金の函数と考えた。

各船で同じものは燃料費 \$36,000 と経常費 \$45,100 である。運河通行費はエジプト動乱以前の率と載貨重量から求め、在来船では \$221,600 である。OMR 船は載貨重量が少ないので多少安くなる。

最後に燃料費である。在来船では Benford に従って軸馬力当り毎時 0.536 ポンドと推定した。18 ノットではこれは毎日 117 トンに相当する。年間の燃料消費は第 4 表の通りである。

第 4 表 年間の燃料油の費用

航海中、1 日当り (トン)	117
一航海の日数	39.4
一航海当りの燃料消費 (トン)	4,610
港で消費する燃料 (%)	80
運河通行中の燃料 (%)	50
一航海当りの消費燃料 (%)	4,740
7.55 航海での消費燃料 (%)	35,800
その他の場合の消費燃料 (%)	250
年間の燃料の合計 (トン)	36,050

バンカー油は 1 バレル \$3.10 すなわち 1 ロングトン当り \$20.50 と考えた。かくて在来船の年間の燃料費は \$738,300 である。

ウラニウムの消費重量は極めて少いが核燃料の費用もかなり高い。OMR タンカーの燃料費を推定するには次の項目を考えた。

a. 固定資本。これはウラニウムの借料として毎年 AEC に支払うもので、発表されているウラニウム金属の価格の 4% である。

b. 燃焼率。実際に核分裂で消費されるウラニウムの量。

c. 製造費。ウラニウムのインゴットから燃料要素を製作する費用。

d. 化学処理。これは使用済みの燃料から燃えてないウラニウムと新たに出来たプルトニウムを回収し、ウラ

ニウムを再び金属に再成する費用である。計算の基礎は最近発表された AEC の処理費用の率から求めた。

e. 損失。処理中に失われるウラニウムとプルトニウムで全体で約 2% である。

f. 発送。新しい燃料または使用済みの燃料を輸送する費用。製造所までの核燃料の輸送の費用。

g. プルトニウムの貸料。使用済み燃料から回収されたプルトニウムはすべて AEC の所有でありその価格は船の運航費から差引かれる。AEC の発表した価格により 1 グラム \$40 とする。

第 5 表は OMR 船の核燃料費の推定値であり、平均燃焼率 1435 megarwatt days per ton とし求めた。

第 5 表 年間の核燃料の費用

項目	年間費用
資本消却	\$ 158,000
燃焼率	392,000
製作費	83,000
発送費	55,000
処理と損失	490,000
プルトニウムによる取入	488,000
計	\$ 690,000

結 論

有機減速原子炉は簡単に安全な操作を行うことが出来、さらに研究が進めば在来船と競争出来る程度に経済的になる。次のような点を改良することが期待出来る。

(1) 資本消却費 初期の OMR の価格には設計、研究、設計上比較的不明瞭な点に關聯して生ずる附屬的な費用が含まれるから高いものになる。研究が進み次々と OMR プラントが出来るとなれば価格は安くなることが期待出来る。

(2) 燃料費 核燃料の製作について更に経験が得られ処理の費用が少くなれば燃料費はかなり下ると思われる。反対に燃料油の価格は次の二つの理由で高くなる。(イ) 精製技術の進歩により油からもつと価のよいものが作られるようになる。(ロ) 発電に使われる燃料油の量が増加する。

(3) 原子炉技術の進歩 OMR は技術的可能性がやつと認められ始めた段階にある。基本的な考え方を洗練すれば動力の価格をかなり減少させ得る。例えばさらにすぐれた有機減速材、クワラント、燃料要素の設計、炉心設計の改良により燃料の利用率を高めることが出来る。

(4) 最適な船型、プラントの寸法。本論文では同型、同速度の在来船と原子力船を比較した。しかし正しくは最適な経済性を有する原子力船と比較すべきである。この最適値を見出すことは未だなされていないが、それを行えば原子力船にもつと有利な結果が出るであろう。

水槽試験資料 89

(M.S. 152, M.S. 153, M.S.154)

船舶編集室

— シェル・フォアの抵抗試験 —

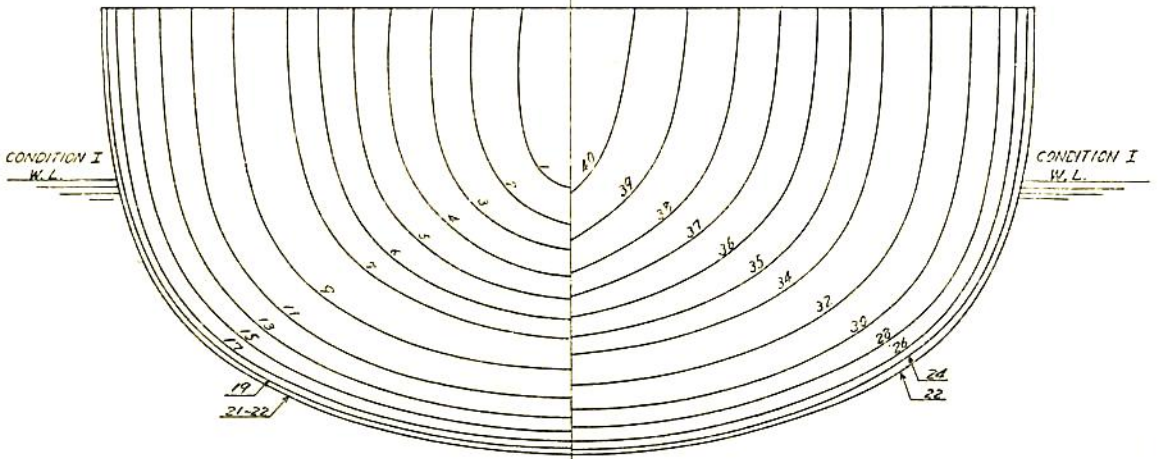
本誌第29巻5号(昭和31年5月)にエイトの抵抗試験結果を掲載したが(水槽試験資料64),その後シェル・フォアの実艇についての抵抗試験が実施されたので,その一部をここに紹介する.

M.S. 152は法政大学のオレンジ号, M.S. 153は学習院大学の野分号, M.S. 154は東京外語大学のローマ号の実艇で, おのおの正面線図を第1~3図に, 主要寸法等を第1表に示す. 正面線図の横断面のとり方は, 実測の都合上各艇それぞれ異っているが, 舵を含む全長をM.S. 152は41等分, 153は40等分, 154は43等分して船尾側から等分点に1番以降の番号を附したものである.

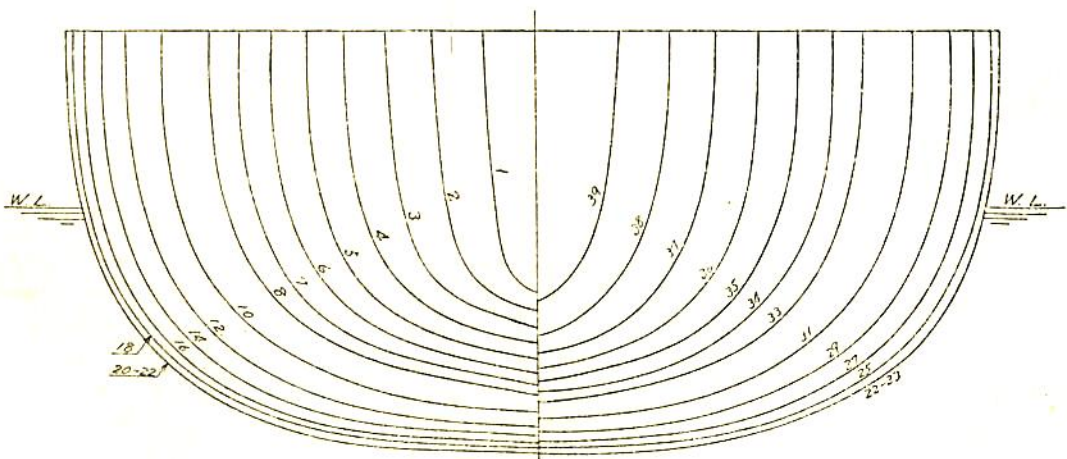
試験時の排水量は艇の自重に乗員, 属具類の平均重量(各艇共通)を加算したものと決定され, かつ重垂

は実際の重量分布には近い状態で配置された. 試験は3隻ともこの基準の状態で行われたほか, M.S. 152については排水量を30kg増あるいは減とした場合について実施された. その結果は第4図に速度(m/sec)一全抵抗(kg)の形で示す. 艇型はそれぞれ若干の相違があるが, 得られた結果は, 図にみる如く, 殆んど1本の線上にある.

第5~7図は以上の結果をフルード数一全抵抗係数の形の無次元表示に書き直したもので, 図中に Hughes の摩擦抵抗算式による基本線を記入してある. 前記のエイトに関する資料では全抵抗係数から同じく Hughes の式による摩擦抵抗を差引いた剰余抵抗係数の形で図示したので, 比較が一寸困難であるが, 抵抗曲線の傾向は今回の試験も前回のそれとはほぼ同一であることは興味深い.



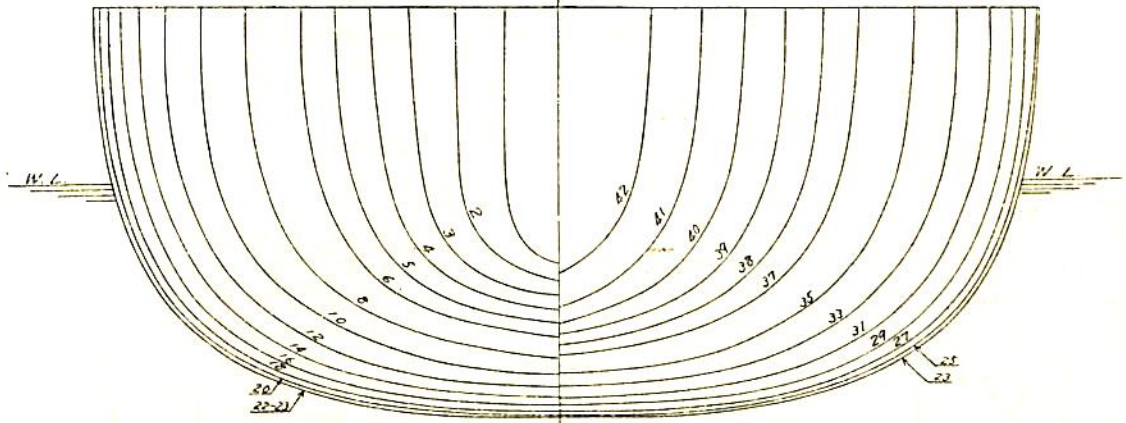
第 1 図 M.S. 152 正 面 線 図



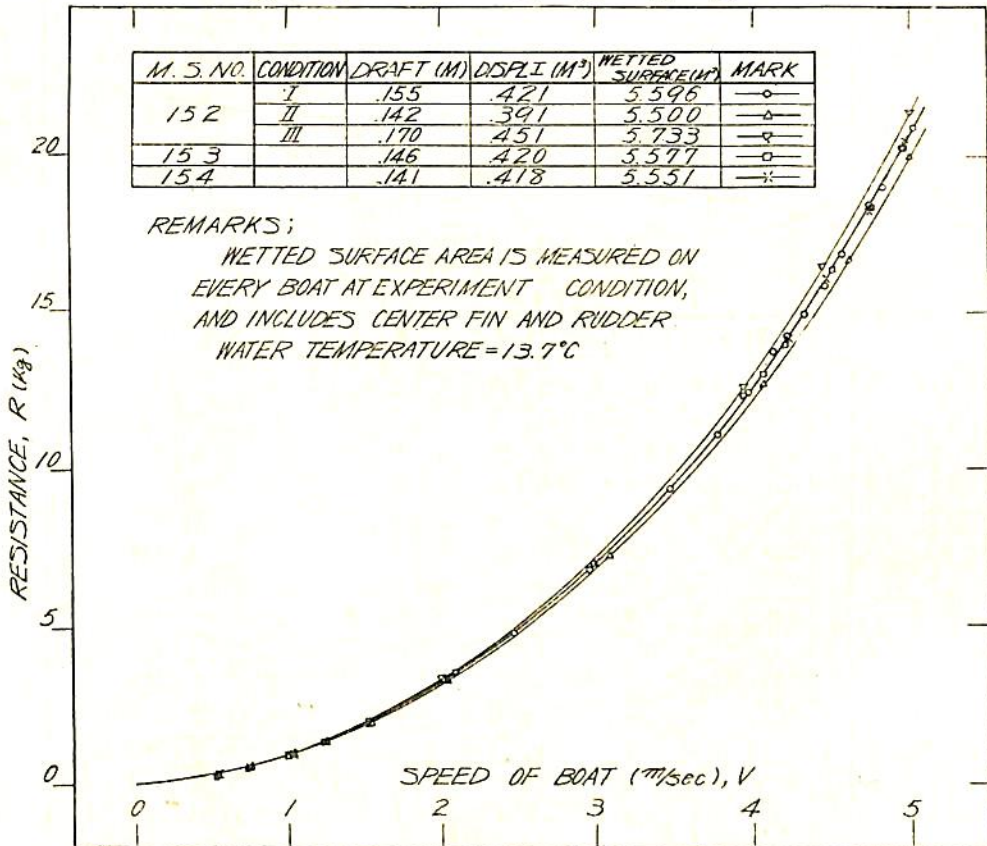
第 2 図 M.S. 153 正 面 線 図

第 1 表 要 目 表

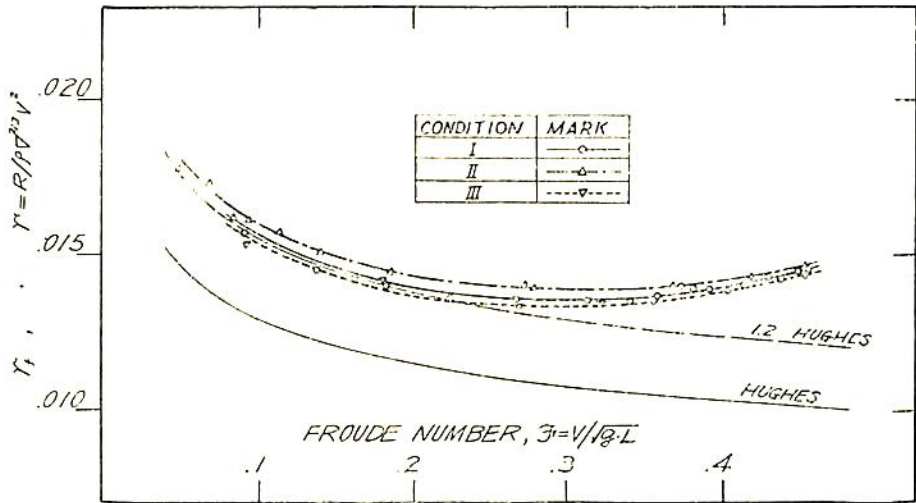
M. S. NO	152	153	154
全 長 (米)	12.497	12.192	11.887
幅 (米)	0.483	0.483	0.495
吃 水 (米)	0.155	0.146	0.141
排 水 量 (米 ³)	0.421	0.420	0.418
浸 水 面 積 (米 ²)	5.596	5.577	5.551



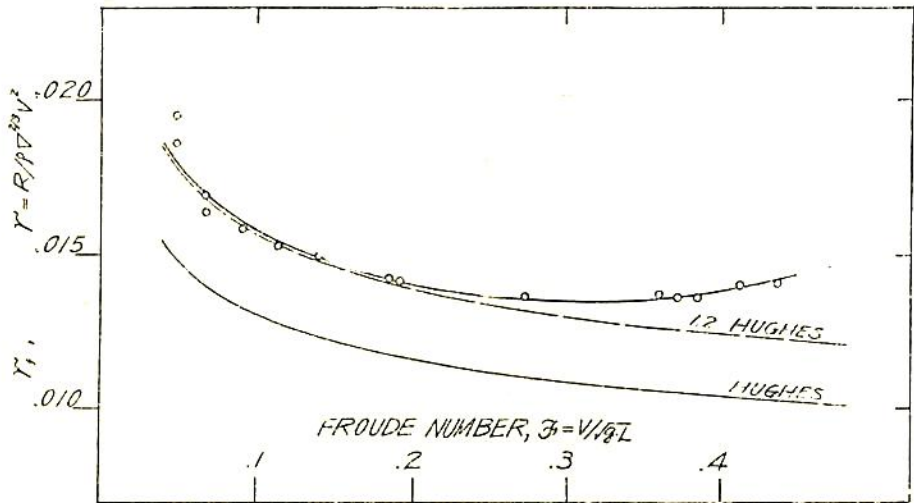
第 3 图 M.S. 154 正 面 线 图



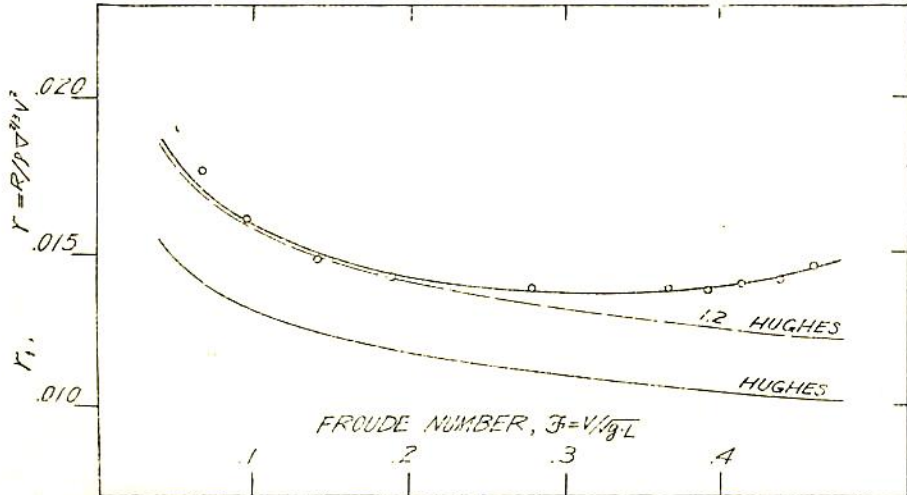
第 4 图 抵 抗 曲 线 图



第 5 图 M. S. 152 抵抗系数曲线图



第 6 图 M. S. 153 抵抗系数曲线图



第 7 图 M. S. 154 抵抗系数曲线图

鋼船建造状況月報 (33年4月)

船舶局造船課

(イ) 起工船

(昭和33年4月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	主	総噸数	主	機	用途	起工年月日
浦賀船渠	718	八馬汽船	船	8,600	D	5,400	貨物船	33. 4. 1
名古屋造船	144	宮地汽船	船	8,750	〃	5,600	〃	33. 4. 10
藤永田造船	63	明治海運	船	8,600	〃	5,400	〃	33. 4. 4
佐野安船渠	157	東光商船	船	3,300	〃	2,400	〃	33. 4. 23
呉船渠	35	日邦汽船	船	10,500	〃	7,200	〃	33. 4. 24
佐世保船渠	126	太平洋汽船	船	5,600	〃	3,300	〃	33. 4. 4
三菱, 下関	522	三菱海運	船	4,950	〃	3,000	〃	33. 4. 10
大洋造船	123	三和石炭商運	船	1,100	〃	1,000	〃	33. 4. 16
石川島重工	769	日正汽船	船	14,200	〃	9,300	油槽船	33. 4. 21
三菱日本(横)	828	三菱海運	船	13,100	〃	9,500	〃	33. 4. 2
三菱, 下関	527	島津海運	船	1,550	〃	1,500	〃	33. 4. 21
大洋造船	127	大島運輸	船	450	〃	850	貨客船	33. 4. 23
日立, 因島	3863	日本水産	船	9,100	〃	6,250	漁船(冷凍工船)	33. 4. 24
三菱日本(横)	824	パナマ	マ	23,600	T	19,000	輸出船(油)	33. 4. 22
三菱, 長崎	1482	アマリカ	カ	26,000	〃	17,600	〃(〃)	33. 4. 15
〃	1495	〃	〃	27,400	〃	〃	〃(〃)	33. 4. 28
浦賀船渠	734	パナマ	マ	18,800	〃	11,000	〃(油兼B.C)	33. 4. 16
N. B. C. 呉	69-A	リベック	マ	26,000	〃	12,500	〃(油)	33. 4. 12
中村造船	151	琉球	球	670	D	1,400	〃(貨客)	33. 4. 4
常石造船	7	中国船用品	品	495	〃	500	貨物船	33. 3. 25
金指造船	292	用宗遠洋漁業	業	410	〃	900	漁船(鮪)	33. 3. 13
他41隻	(400噸未満)	5,457	総噸					
起工船合計				62隻	218,632 総噸			

(ロ) 進水船

(昭和33年4月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	主	総噸数	主	機	用途	進水年月日
鋼管, 鶴見	739	延洋丸	東洋汽船	12,000	D	7,500	貨物船	33. 4. 30
浦賀船渠	717	高育丸	大同海運	8,600	〃	5,400	〃	33. 4. 2
川崎重工	976	賀茂丸	日鉄汽船	8,100	〃	5,200	〃	33. 4. 5
三菱, 広島	137	おせにあ丸	三菱海運	9,250	〃	8,500	〃	33. 4. 21
〃, 長崎	1499	高定丸	大同海運	9,200	〃	〃	〃	33. 4. 19
浦賀船渠	733	神宝丸	栗林商船	3,400	〃	2,280	〃	33. 4. 19
佐野安船渠	156	山星丸	東光商船	3,300	〃	2,400	〃	33. 4. 23
呉造船	40	日尙丸	上地汽船	3,400	〃	2,400	〃	33. 4. 16
大洋造船	103	新洋丸	函館公海漁業	3,350	〃	〃	〃	33. 4. 21
九州造船	230	光明丸	大光商船	3,160	〃	1,980	〃	〃
林兼造船	922	第11長門丸	日新タンカー	1,495	〃	1,830	油槽船	33. 4. 18
三保造船	221	多胡丸	松田惣之助	410	〃	900	漁船(鮪)	33. 4. 21
三菱日本(横)	818	NEFELI	パナマ	25,000	T	17,000	輸出船(油)	33. 4. 19
鋼管, 清水	135	NEA TYHI	リベック	13,000	〃	10,000	〃(〃)	33. 4. 3
日立, 因島	3801	MERCURY	パナマ	21,000	〃	15,000	〃(〃)	33. 4. 21

三菱,長崎	1478	ESSO PERU	パナマ	23,000	T	17,600	輸出船(油)	33. 4. 23
日本海重工	79	国栄丸	琉球	800	D	1,200	"(貨)	33. 4. 27
常石造船	3	福富丸	荒井清高	465	"	380	貨物船	33. 3. 23
竹原造船	16	第2永洋丸	大西海運	450	"	420	油槽船	32. 3. 25
他 39 隻	(400 噸未滿)	5,174 総噸						

進水船合計 58 隻 154,554 総噸

(ハ) 竣工船

(昭和 33 年 4 月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	船主	総噸数	主機関	用途	竣工年月日
鋼管,鶴見	734	日瑞丸	日産汽船	1,200	D	7,500 貨物船	33. 4. 8
播磨造船	520	バンドン丸	東京船船	7,800	"	"	33. 4. 1
三菱,長崎	1506	滑賀丸	日本郵船	9,370	"	"	33. 4. 20
金指造船	280	赤石丸	旭海運	3,400	"	"	33. 4. 30
林兼造船	915	宝光丸	日本船船	"	"	"	33. 4. 5
石川島重工	762	協新丸	協立汽船	7,900	"	"	33. 4. 24
浦賀船渠	716	彦金丸	中野汽船	8,600	"	"	33. 4. 17
名古屋造船	139	高京丸	大同海運	8,750	"	"	33. 4. 15
藤永田造船	61	明祥丸	明治海運	8,600	"	"	33. 4. 4
佐野安船渠	148	かんべら丸	関西汽船	4,995	"	"	33. 4. 18
播磨造船	534	東光丸	三光汽船	7,200	"	"	33. 4. 22
具造船	34	邦強丸	日邦汽船	10,500	"	"	33. 4. 5
三菱,下関	520	上海丸	第一汽船	2,650	"	"	33. 4. 30
白杵鉄工	1005	鹿島丸	東京郵船	4,250	"	"	33. 4. 7
大洋造船	105	山鈴丸	山友汽船	3,350	"	"	33. 4. 3
塩山船渠	234	春晴丸	共正海運	1,900	"	"	33. 4. 24
昭和船船	6	第1宝栄丸	山岡森雄	430	"	"	33. 4. 3
大和造船	7	第2紀美丸	神戸石油船船	320	"	油槽船	33. 4. 23
第一船船	10	第8徳誉丸	熊沢海運	380	"	"	33. 4. 17
新三菱,神戸	898	あるぜん丸	大阪商船	10,600	T	9,000 貨客船	33. 4. 30
佐世保船船	125	仁洋丸	大洋漁業共有 北海道漁業公社	7,200	D	5,000 漁船 (冷凍工船)	33. 4. 17
新潟鉄工	267	ちとせ	海上保安庁	400	"	700×2 雑船(巡視)	33. 4. 30
佐野安造船	134	SUNRISE	リベリヤン	10,500	T	6,600 輸出船(貨)	33. 4. 26
笠戸船渠	202	YAKAL	ヒリッピン	3,250	D	2,500 "(")	33. 4. 1
三菱日本(横)	816	ANDROS TOWER	パナマ	23,600	T	19,000 "(油)	33. 4. 1
浦賀船渠	710	VENTURE	"	13,500	"	"(")	33. 4. 18
三菱,長崎	1477	ESSO URUGUAY	"	23,000	"	"(")	33. 4. 17
川崎重工	952	DYNAMIC	"	29,500	"	"(油兼 鉍石)	33. 4. 19
佐世保船船	116	ATLANTIC FAITH	"	14,600	"	"(鉍石 兼油)	33. 4. 5
内田造船	514	第1新東北丸	八戸機帆船	300	D	250 貨物船	33. 3. 2
岸上造船	一	第5七福丸	七福汽船	430	"	"	33. 3. 25
山本造船	84	第9天社丸	神原汽船	995	"	"	33. 3. 26
他 36 隻	(300 噸未滿)	3,373 総噸					

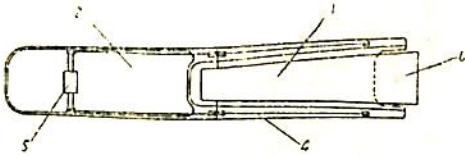
竣工船合計 68 隻 247,043 総噸

特許解説

特許庁 飯沼義彦

海上工事船（昭和33年特許出願公告第327号，出願人・発明者・笹栗彌）

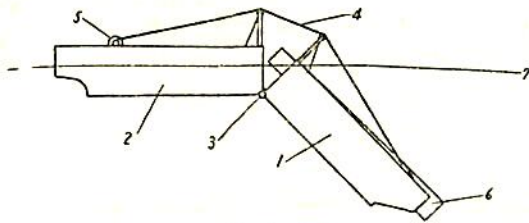
本発明は陸上において製作した橋脚等の工事資材を現場に輸送し据付けるとき等に用いる作業船に関するもので、図面に示すように載貨部を有する船体前部1を蝶着部3において屈折自在とし、一端をウインチ5に捲いたワイヤロープ4により船体の前後部を連繋するとともに、船体前部にはその浮力を調節するための注排水装置を備えたものである。工事資材6を海底に沈下するにはワイヤロープ4を巻き戻しながら船体前部に注水すればよく、積荷をおろした後は船体前部内から排水しつつウインチによりワイヤロープを捲いて船体を復原する。



第 1 図



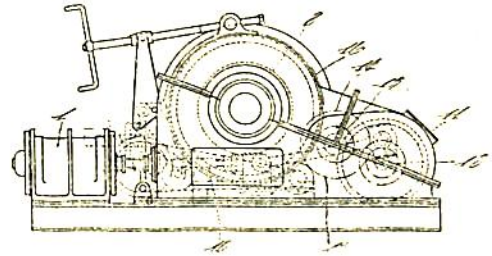
第 2 図



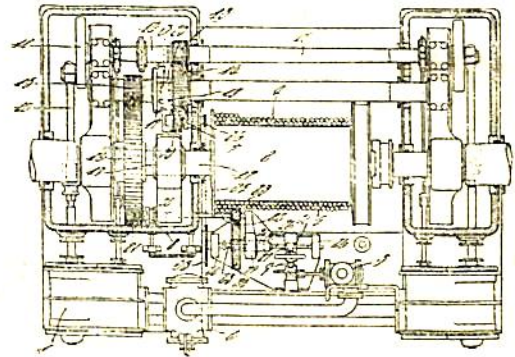
第 3 図

船舶繫船用ウインチ（昭和33年特許出願公告第1,924号発明者・山根繁昌，同・三浦源，出願人・久保田鉄工株式会社）

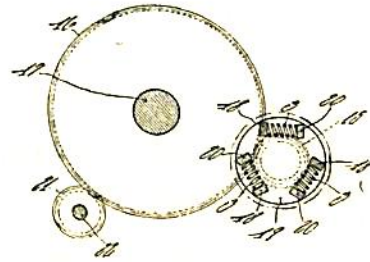
本発明は潮の干満または荷役による繫船ロープの張力変化に応じて、自動的にウインチを巻き進めまたは巻き戻すことにより常に繫船ロープの張力を一定に保つよう



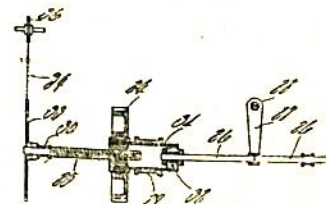
第 1 図



第 2 図



第 3 図



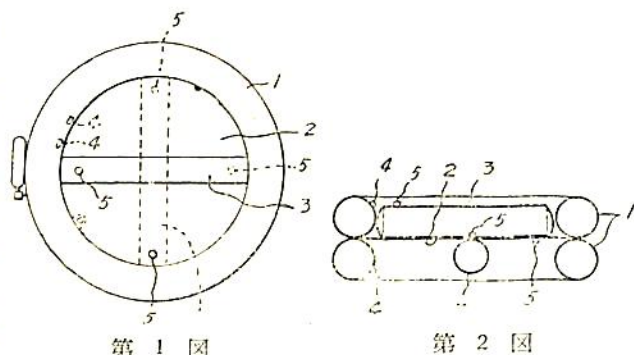
第 4 図

にした繫船用ウインチに係るものである。図面について説明すると第1図は本発明繫船用ウインチの正面図、第2図はその横断平面図で、蒸

気シリンダ1内のピストンの往復動によりロッド10、クランク・ディスク11、歯車13~16を経て繫船ロープ4の捲付胴2が駆動されるが、

本発明装置では特に歯車14と15との間において、第2図および第2図A-A線の拡大縦断面図である第3図にみられるように弾機3が歯車14の面上に突設せる受片18と円板19面上に突設せる受片20との間に圧縮間在することにより、繫船状態における繫船ロープ4の張力変化に応じて捲付胴2が若干回転し得る余裕を与えると同時に、一方繫船ロープの張力変化による捲付胴2の微

小回転に応じ調節機構を介して自動的に開閉する調整バルブ5が設けられているので、例えば繫船ロープの張力増加によりこのバルブが開くとレバーシング・バルブ6を経てシリンダ1に蒸気が送られ、圧縮された弾機3が常態に復するまで、すなわち繫船ロープの張力が所定の値に戻るまでピストンが作動するようになってい。調節バルブ5を制御する上記の調節機構は第2図において21~36で示されるもので、その主要部を拡大したものが第4図である。この機構の作用について述べると、例えば繫船ロープが引張され、捲付胴2が歯車16、15を介して弾機3を圧縮しつつ回転した場合、歯車16、21、23を介して螺糸杆25に螺合した歯車24を回転横移動させ、この歯車の横移動が軸杆26レバー27を介してバルブ5を直接制御する軸28を回転させる。このようにしてバルブ5が開くと前述のようにシリンダ1のピストンが作動し、ロッド10、クランク・ディスク11および歯車13を介し歯車14を回転して圧縮された弾機3を復原するとともに、さらに歯車14から歯車35、鎖車36、鎖条34、鎖車33を介して螺糸杆25を前記歯車24が回転したのと同方向に回転させるので螺糸杆25上の歯車24の位置が復原し、かくてバルブ5が閉じ調節機構の作動が完了する。なお第2図の7~9は繫船作業の際上記の調節機構をウインチ本体から分離するためのクラッチである。

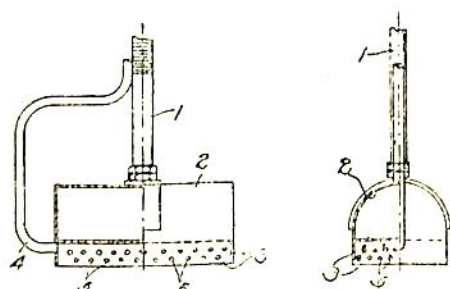


第1図

第2図

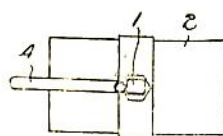
浚渫船のスパッド (昭和33年実用新案出願公告第6159号, 出願人・考案者・関野勇)

本実用新案は浚渫船において浚渫作業中船体の動揺・移動を防止するため船体を海底に軸着するいわゆるスバ



第1図

第2図



第3図

ッドの改良に係るもので、スパッドの下端部に多数の気孔を穿った囲壁を設け、泥土中に食込んだスパッドの引揚げに際してこの囲壁内に圧搾空気を送ることによりその引揚を容易にす得るようにしたものである。図面は本実用新案によるスパッドの下端部を示すもので、ラック棒1の下端に半円形中空筒2を固着し、この中空筒の下面に多数の気孔5を穿った囲壁3を設け、圧搾空気管4を囲壁3内に連通してある。

浮囊いかだ (昭和33年実用新案出願公告第746号, 考案者・尾島学二, 同・成沢一男, 出願人・三菱電機株式会社)

従来葉状無端浮囊と底布とからなる救命いかだは使用時において乗員が底部中央に集中するため底布が中間になり、また浮囊と底布との結合部がいたみ易い欠点があったが、本実用新案は図示のように無端浮囊1に内設した底布2の上下面において、一対の筒囊3を互に交叉して定着することにより前記の欠点を除去するようにしたものである。

船舶 第32巻 第6号

昭和33年6月12日発行
定価 159円 (送12円)

発行所 天然社

東京都新宿区赤城下町50

電話 東京 (34) 1908

振替 東京 79562 番

発行人 田岡健一

印刷人 研修舎

購読料

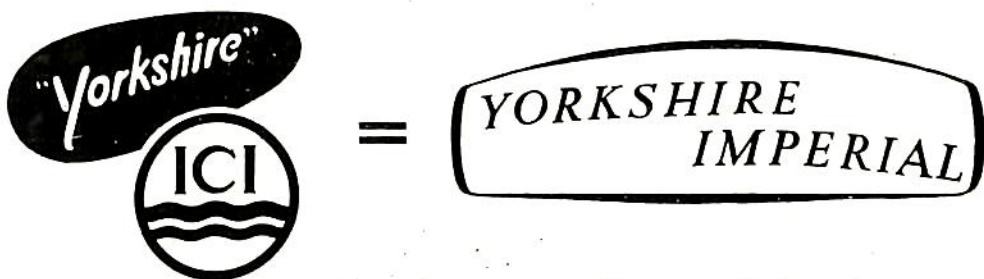
1冊 150円 (送12円)

半年 (前金予約) 800円

1年 (") 1,500円

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

Two famous companies join together



..... the Best of both

Yorkshire Imperial Metals Ltd. is the name of the new Company which combines the copper and alloy tube, fittings and plate activities of The Yorkshire Copper Works Ltd. and Imperial Chemical Industries Ltd. and also the plastic tube and plastic fittings interests of The Yorkshire Copper Works Ltd.

The new Company thus draws upon unequalled research, development, technical and production services. The deployment of these in a single enterprise will promote economy, efficiency and service to customers, both large and small, in this country and abroad.

The new Company means to keep its friends, and to make new ones, by offering an unrivalled service in the supply of high quality tubes, plates and fittings, designed and manufactured to suit

individual service conditions.

The emphasis on service is all-important—the new Company intends to remain personal in its customer relationship.

This relationship, built up over the years on terms of friendly co-operation, personal contact and real service, is to be cherished. No problem is ever too small to merit the Company's undivided attention—it is here to help, and it is willing and able to help more than ever before.

Whatever your requirements in copper and alloy tubes, plates or fittings, *Yorkshire Imperial* wish to be of service to you in many ways. Whatever the job you want them to do, *Yorkshire Imperial* offer products of a quality which cannot be surpassed anywhere in the world, personal attention to your requirements, fair prices and delivery on time.

*specialising in the design and manufacture
of non-ferrous tubes, plates and fittings—
and plastic tubes and fittings*

YORKSHIRE IMPERIAL METALS LIMITED

EXCLUSIVE DISTRIBUTORS FOR JAPAN

American Trading Company (Japan) Ltd.

Tokyo
S K F Bldg. 1, 7 - Gochi, Shiba Park
Minato - Ku, Tokyo
Tel. (43) 5 1 4 1 - 7

Osaka
47, 2 - Chome, Andojibashi - Dori
Minami - Ku, Osaka
Tel. (26) 6 5 9 3 / 8

天然社・海事工学図書

上野喜一郎著 A5 上製 340頁 500円(送50円)
船の歴史 才3巻 近代篇推進
 庄司和民著 A5 上製 140頁 270円(送30円)
航海計器学入門
 小方愛朔著 A5 上製 170頁 300円(送30円)
船用内燃機関
 横田利雄著 A5 上製 150頁 280円(送30円)
海事法規
 米田謙次郎著 A5 上製 130頁 230円(送30円)
操船と応急
 中島保司著 A5 上製 170頁 300円(送30円)
船舶運航要務
 野原威男著 A5 上製 110頁 180円(送30円)
船用フロペラ
 豊田清治著 A5 上製 160頁 280円(送30円)
推測および天文航法
 田中岩吉著 A5 上製折込4葉140頁定価260円(送30円)
海上運送と貨物の船積
 (前篇) **海上運送の概説**
 田中岩吉著 A5 上製 170頁 290円(送30円)
海上運送と貨物の船積
 (後篇) **貨物の船積**
 鞠谷宏士著 A5 上製 160頁 300円(送30円)
船舶の構造及び設備属具
 上坂太郎著 A5 上製 160頁 280円(送30円)
沿岸航法
 横田利雄著 A5 上製 140頁 230円(送30円)
航海法規
 鞠谷宏士著 A5 上製 130頁 220円(送30円)
船舶の保存整備
 屋代勉著 A5 70頁 100円(送20円)
日本船舶信号法解説
 天然社編 A5 120頁 170円(送30円)
船舶職員國家試験模範解答(甲種機関科)
 石田千代治・眞壁忠吉著 上製 340頁 680円(送50円)
蒸気ボイラ
 波多野浩著 A5 上製 350頁 700円(送50円)
航海計器第1巻
 依田啓二著 A5 上製 230頁 380円(送50円)
新海上衝突予防法概要
 浅井・上坂共著 A5 上製 290頁 480円(送50円)
地文航法
 天然社編 B5 上製 8冊 2段組 200頁 500円(送50円)
 (品切) **船用品便覧**
 造船協会鋼船工作研究委員会編
 A5判アート 220頁(折込11枚) 450円(送50円)
船舶の熔接工作法
 福永彦又著 A5 上製 240頁 400円(送50円)
海図の見方
 浅井・豊田共著 A5 上製 280頁 450円(送50円)
天文航法
 鮫島直人著 A5 箱入 250頁 450円(送50円)
船位誤差論
 宇田道隆著 A5 上製 340頁 500円(送50円)
海洋気象学
 和達・畠山・福井監修 A5 450頁 1200円(送50円)
気象辞典
 中谷勝紀著 A5 箱入 230頁 500円(送50円)
船舶用チーゼル機関の解説
 上野喜一郎著 A5 箱入 630頁 850円(送50円)
船舶安全法規

天然社編 B5 上製 220頁 450円(送50円)
船舶の寫真と要目 才2集(1953年版)
 天然社編 B5 上製 230頁 650円(送50円)
船舶の寫真と要目 才3集(1955年版)
 天然社編 B5 上製 180頁 650円(送50円)
船舶の写真と要目 才4集(1956年版)
 天然社編 B5 上製 260頁 900円(送50円)
船舶の写真と要目 才5集(1957年版)
 上田篤次郎著 A5 上製(折込7枚) 500円(送50円)
船舶用電気設備
 造船協会電気熔接研究委員会編
 A5判総アート 200頁 360円(送40円)
船舶の熔接設計要覽
 小林恒治著 A5 上製 260頁 420円(送50円)
實用航海術
 小野寺道敏著 A5 上製 340頁 500円(送50円)
氣象と海難
 山縣昌夫著 B5 上製 350頁 850円(送50円)
 (品切) **船型学(推進篇)**
 山縣昌夫著 B5 上製 図表別冊 700円(送50円)
 (品切) **船型学(抵抗篇)**
 上野喜一郎著 A5 上製 280頁 380円(送50円)
 (品切) **船の歴史** 才1巻 古代中世篇
 上野喜一郎著 A5 上製 300頁 420円(送50円)
船の歴史 才2巻 近代篇船体
 米國造船機械学会編 米原令敏訳 各 B5 上製
船用機関工学 (第1分冊) 650円(送50円)
 " (第2分冊) 520円(送50円)
 " (第3分冊) 700円(送50円)
 " (第4分冊) 800円(送50円)
 " (第5分冊) 900円(送50円)
 茂在寅男著 B6 上製 210頁 280円(送40円)
解説「レター」
 橋本・森共著 A5 上製 200頁 300円(送40円)
船舶積荷
 小野暢三著 A5 上製 170頁 250円(送40円)
船舶用聯動汽機
 矢崎信之著 B6 上製 300頁 250円(送40円)
船舶用機関史話
 渡辺加藤一著 A5 上製 200頁 280円(送40円)
荒天航泊法
 小谷・南・飯田共著 A5 上製 340頁 450円(送50円)
機関士必携
 依田啓二著 A5 上製 400頁 450円(送50円)
船舶運用学
 小谷信市著 A5 上製 300頁 350円(送50円)
船舶用補機
 高木淳著 A5 上製 240頁 300円(送50円)
初等船舶算法
 中谷勝紀著 A5 上製 320頁 350円(送50円)
船舶用チーゼル機関
 中谷勝紀著 A5 上製 200頁 250円(送40円)
船舶用燒玉機関



HOKUSHIN GYRO-PILOT

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

Single unit & Two unit

製造品目

アンジュツ ジャイロ コンパス
北辰式 ジャイロ パイロット
北辰 圧力式 ログ
船用 電気 計器 各種



株式会社 北辰電機製作所

本社 東京都大田区下丸子町312 電話 蒲田 (03) 2241~4
支店 大阪市東区今橋4-1 三菱信託ビル 電話 北浜 (23) 2101~2
サービス 神戸市生田区栄町通2-45 万成商會内 電話 元町 (4) 2092
ステーション 門司市入船町2-3097 電話 門司 2090

能美式(船舶安全法規定)

SMOKE DETECTOR

CO₂ 瓦斯 消火 装置

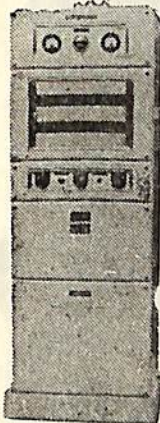
自動火災警報装置
其他警報消火装置一般
皆受言す。

製作
工事
保全。



能美防災工業株式会社

東京都千代田区九段四ノ一三
電話 九段 (03) 8307.5181
大阪市福島区堂島大橋北詰 慶大 小倉船
電話 福島 (45) 2585.3341
直通土佐 播 (64) 2764



製鉄・造船



日本鋼管

甲板の安全塗料

パブコ グリップ デック

PABCO GRIP-DEK

米国海軍の推奨する
 軽量・滑り止め・耐火・耐水・防蝕の特質がある
 マスチック フローリング パブコ グリップ デックを
 安全作業能率向上のためにお奨め致します

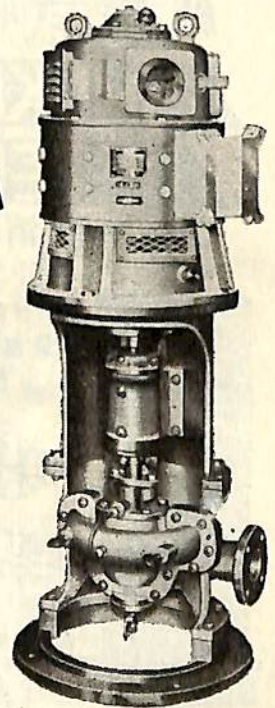
 耐酸化学工業株式会社
 大阪市北区高垣町 80 電話 代表 大阪 (36) 178, 3761

最高水準を行く

キラ式

スクロールポンプ。

渦巻・タービン
 陸船用



東洋水工株式会社

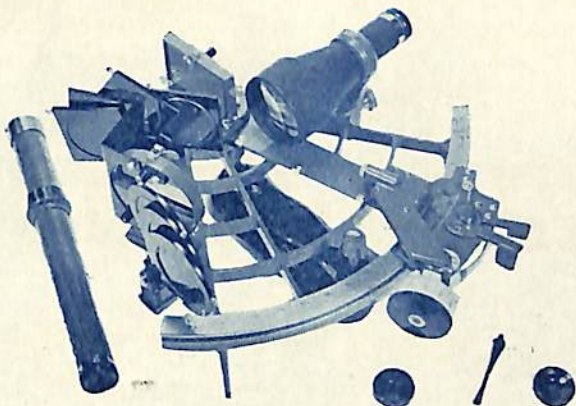
大阪市西淀川区佃町四丁目二九
 電話 大阪 (47) 995・996・997

安全な航海は正確なる器械による

精度を誇る  印の航海用六分儀

営業品目

海図用万能製図器械
 マイクロ三杆分度儀
 潮流流速計
 トリム計
 パロメーター
 インテグレート
 インテグラ
 プラニメーター



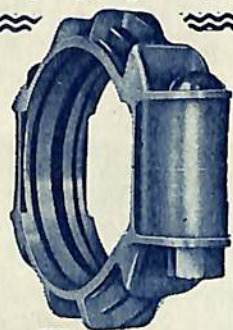
登録  商標

株式会社

玉屋商店

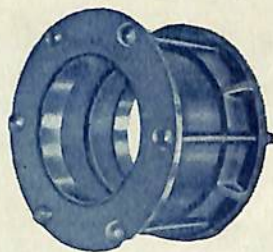
本社 東京都中央区銀座4-4 電・京橋(56) 3829, 4271, 7723
 2805, 5560, 8270
 支店 大阪市南区順慶町4-2 電・船場(25) 3328, 5121
 工場 東京都大田区池上本町226 電・池上(75) 0346, 0728

ヴィクトリック ジョイント



VICTAULIC

スリーブ
ジョイント



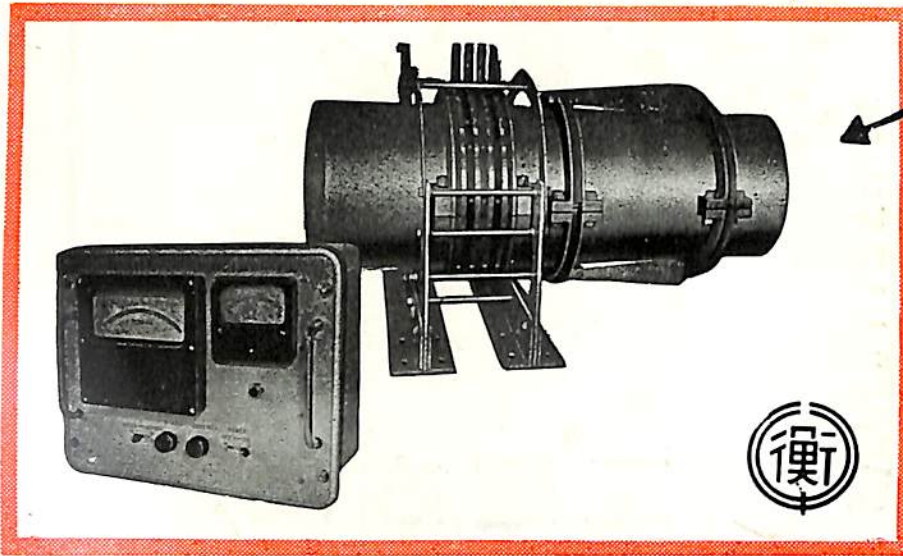
販売代理店

浅野物産株式会社
 東京都千代田区丸ノ内1丁目6
 東京海上ビル新館8階
 電話 東京28局 4521(代) 4531(代) 4541(代)

製造元

日本ヴィクトリック株式会社
 東京都千代田区丸ノ内1丁目6
 東京海上ビル新館7階
 電話 東京28局 8974・8975

電気式船用トルクメーター



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

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



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

株式会社 東京衡機製造所

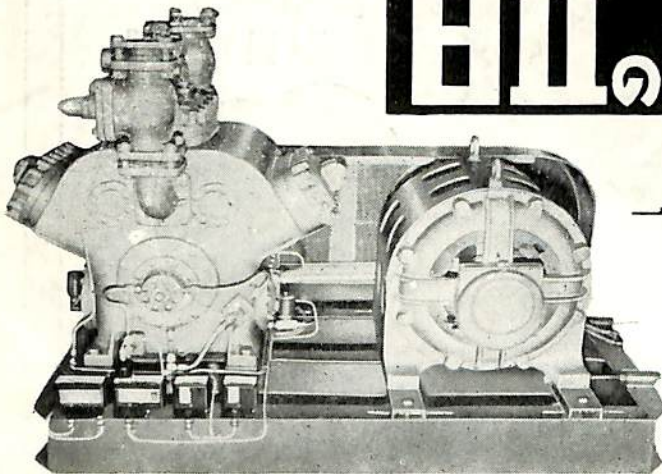
船舶 第三十一卷 第六号
 昭和五年三月二〇日 第三種郵便物認可
 昭和三十三年六月十二日 印刷(毎月一回)

編集発行 東京都新宿区赤城下町五〇番地
 印刷所 新田岡健通舎
 研 馮市東堀通舎
 修 田岡健通舎

近代船舶に!



日立のHMC冷凍機



特長

1. 船の動揺に対して油の潤滑系路を特に考慮してあります。
2. 極めて振動が少ない。
3. 部品の互換性が完全。
4. 自動容量調整装置の完備。

日立製作所

H-08

保存委番号:

52091

IBM 5541

本号定価 一五〇円

発行所

天

然

社

東京都新宿区赤城下町五〇番地
 電話東京(03)七九五〇八番