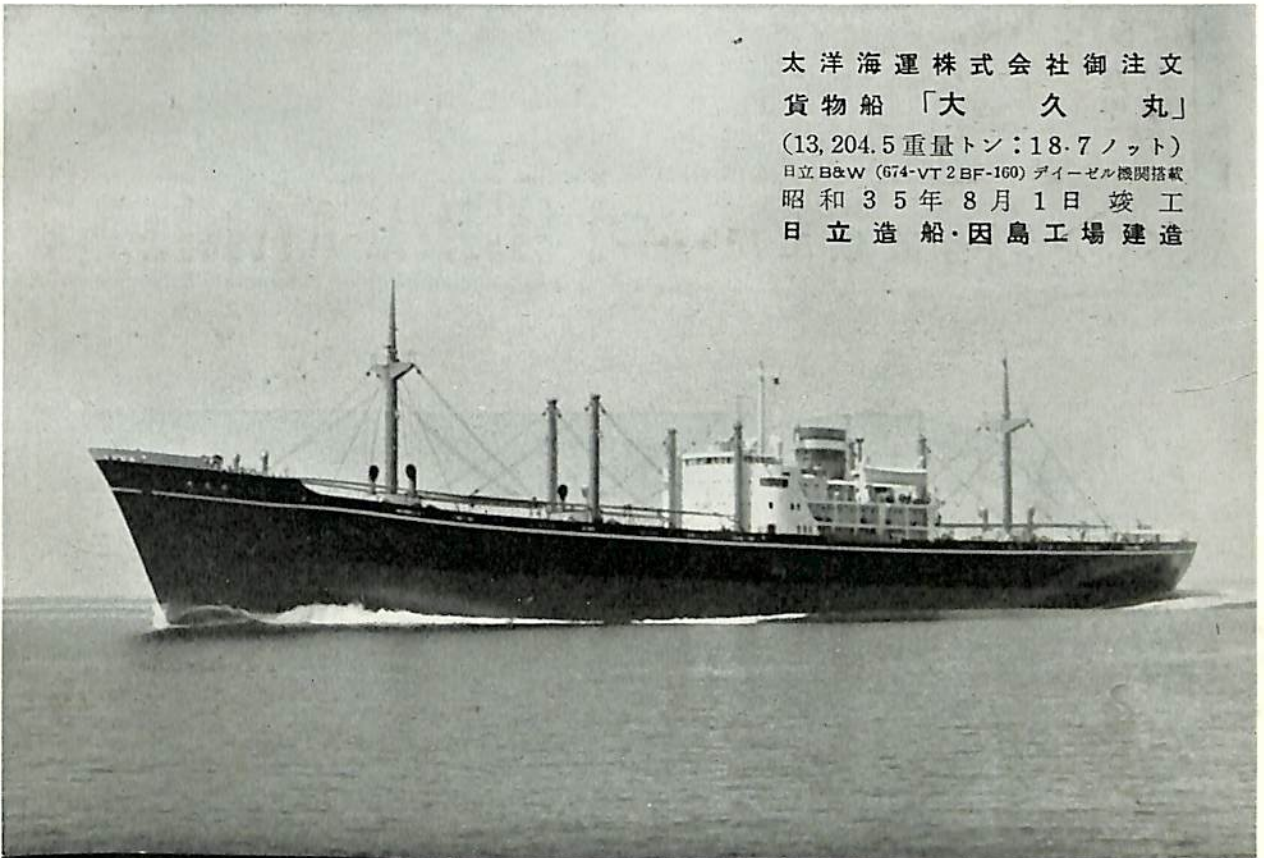


船舶 9

1960. VOL. 33

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可
毎月一回 発行
昭和三十五年九月七日 印刷
昭和二十四年三月二十八日 運輸省特別承認雜誌第四〇六号 発行

太洋海運株式会社御注文
貨物船「大久丸」
(13,204.5重量トン：18.7ノット)
日立B&W (674-VT 2BF-160) デイゼル機関搭載
昭和35年8月1日竣工
日立造船・因島工場建造

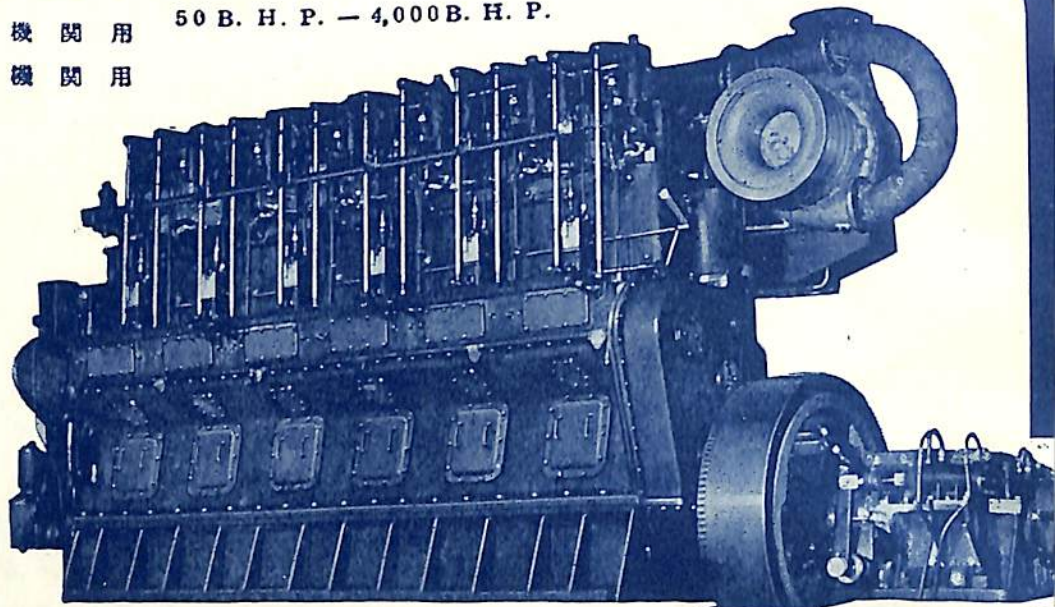


日立造船株式会社

天然社

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 会 社

社 所 出 張 場
 本 社 大 阪 工 場
 東 京 丸 大 船 塲
 京 都 市 市 中
 中 央 區 北 港
 東 區 西 北 港
 銀 座 一 丁 目
 座 六 丁 目 38
 1-3
 電 話 電 氣
 電 話 電 氣
 電 話 電 氣
 電 話 電 氣
 (561) 4902, 4903
 (3) 4507
 (23) 4790
 2121-5

Zenith Marine Chronometre, Switzerland

瑞西ニューシャテル天文台 コンクール
 六ヶ年間最高賞連続受領



ゼニット マリン クロノメーター

販売特約店 日本漁網船具株式会社
 三洋商事株式会社
 株式会社 玉屋商店
 日興海事株式会社

輸 入 元 **KK.瑞西時計輸入商会**

Tokyo Central P.O. Box 1355

ZENITH

ころばぬ先の杖……



馬力が下る。燃料の消費がふえるオイルの消費もふえる

こうした症状はあなたの車に対する赤信号です。特にピストンリング、ピストン、シリンダ等の内部の不良によって引き起こされるこうした症状は人間に例えれば心臓病といえましょう。こうした不良の発見とともに忘れてはならないのは、これらの部品の交換には特に注意を払い、信用あるメーカーの部品を用いることです。いわば「ころばぬ先の杖」と申せましょう。

理研ピストンリングは三十余年の経験と豊かな研究スタッフとでたえずよい製品と生産の開発につとめています。



理研ピストンリング工業株式会社

東京都港区芝南佐久間町1丁目46番地(大同ビル)

Tel (501) 5201-9

25 年 の 歴 史

業 創 輝

船用

熱電温度計
検塩計

電子管自動平衡計器
指示、記録、警報

冷蔵庫用抵抗温度計

電子管自動平衡計器
指示、記録、警報

船用機用
造水・復水用



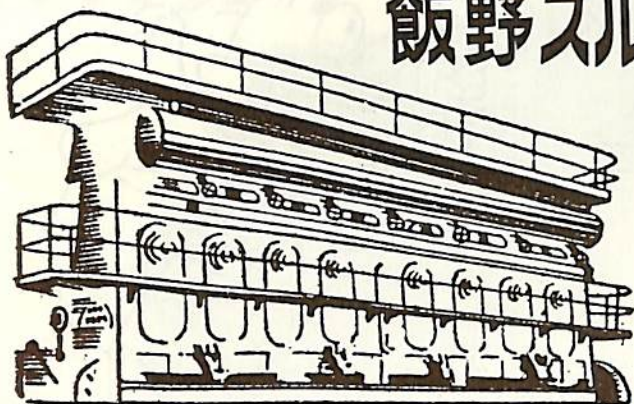
理化電機工業株式会社

本社・工場 東京都目黒区唐ヶ崎町 625 電話東京(712) 3171~4

IINO-SULZER

TWO-STROKE MARINE DIESEL ENGINES

飯野スルザー 船用 ディーゼルエンジン



SD, SAD, RSAD, RD 型各種
2,000 ~ 20,000 B. H. P.

小型として

BH, BAH, TD, TAD 型等各種
200 ~ 6,000 B. H. P.

納期最短

飯野重工業株式会社

東京都千代田区丸の内3-6 TEL 043-1-9,1431-9
大阪事務所 大阪市南区三津寺町20 三信ビル TEL (75) 9524,9525

製造工場 京都府 舞鶴造船所

日鋼

船用油圧ウインチ

本機は電動機とアキシアルプランジャー型可変吐出量の油圧ポンプおよびモーターとを組合せたウインチで、一般荷役漁業用として在来のウインチに追従を許さない画期的な性能を持っております。

特徴

1. レバー1本で昇降、停止および無段変速が自由にできます。
2. 起動トルクが大きく、電動機のオーバーロードがありません。
3. まとまったユニット型で、複雑な装置は一切不要です。
4. 小型強力ですから、場所が少なくすみます。

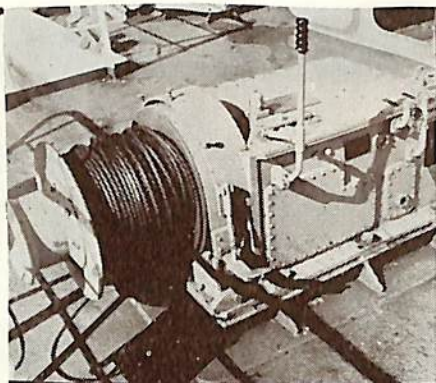
—製作品目—

カーゴウインチ
ムアリングウインチ
キャブスタン
トロールウインチ

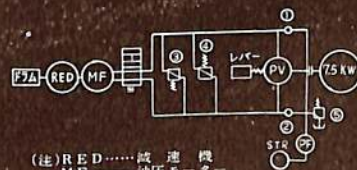
能力 500kg-50m/min
2000kg-15m/min
電動機 7.5kw 440v



株式会社 日本製鋼所 東京都千代田区有楽町一12電話(501)6111(代)
支社 大阪市北区中之島2-22
営業所 福岡市天神町・札幌市南一条



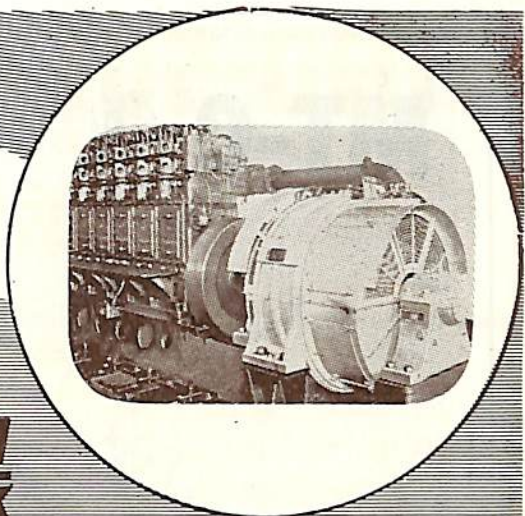
油圧ウインチ回路図



(注) RED.....減速機
MF.....油圧モーター
PV.....可変吐出量ポンプ
STR.....ストレーナー
PF.....ギヤポンプ
①②.....チェックバルブ
③④.....レリーフバルブ
※.....トランスファバルブ



中型専門メーカー
100~1,000KW



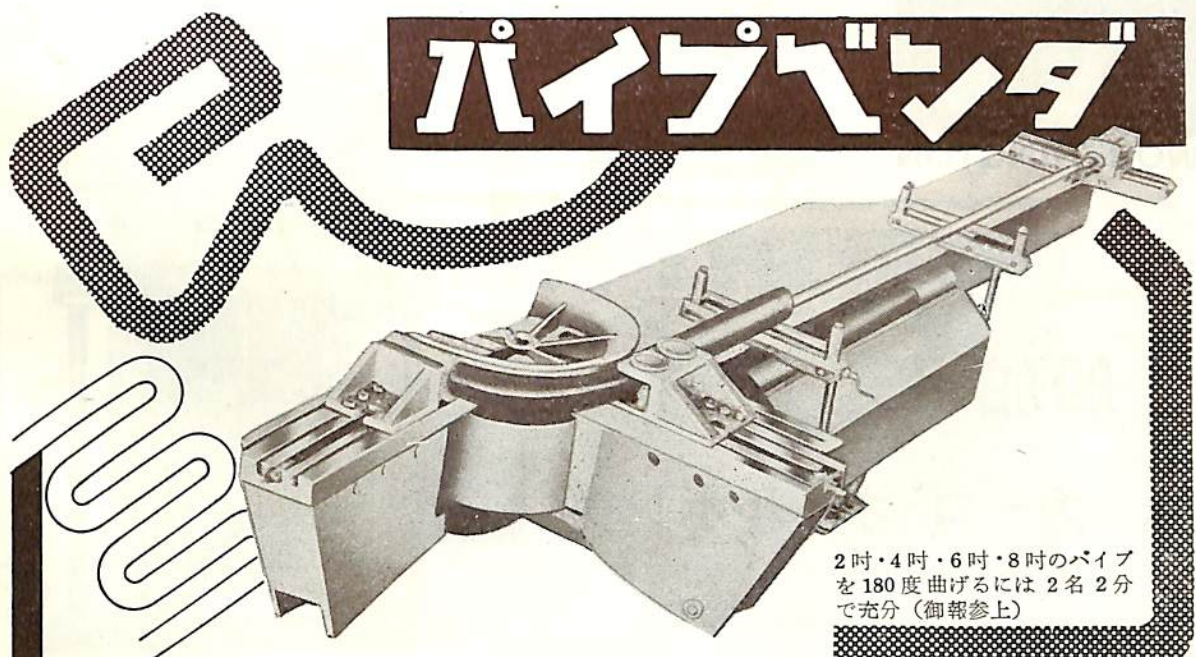
直流・交流
発電機・電動機

各種補機用電動機 直流電弧溶接機
管制器及配電盤 無線用電源電動発電機

東京電機製造株式会社

営業所 東京都文京区湯島天神町一ノ〇五 電話 東京 (866) 4261~5
本社工場 土浦市中高津九五〇 電話(土浦) 910~2,1287
出張所 下関市大和町33 電話 5 3 5 7

パイプベンダー



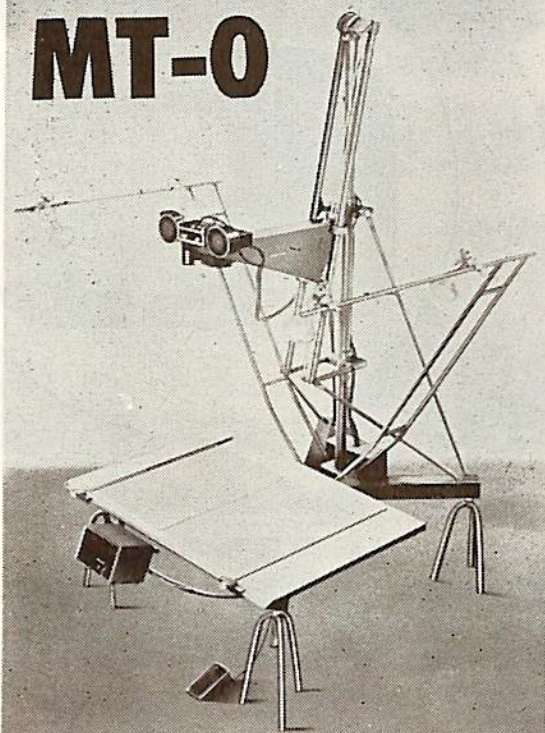
2吋・4吋・6吋・8吋のパイプ
を180度曲げるには2名2分
で充分(御報参上)



石川島芝浦タービン株式会社

本社 東京都中央区宝町1-1 電話 京橋 (561) 8736~9
鶴見工場 横浜市鶴見区末広町2-4 電話 鶴見 5 1 3 1 ~ 5

MT-0



ルーモプリント

独逸科学の結晶

マイクロフィルム撮影機

マイクロフィルムシステムの御採用には使用撮影機の優秀を第一条件とします。

西独ルーモプリント社のマイクロフィルム撮影機、マイクロフィルムリーダー及び関係製品はこの要求を完全に具備した世界最優秀機であります。特にSテッサーの解像力の優秀性及び自動焦点、自動露出装置による能率的操作、撮影したレンズを用いてその儘復元し得る装置は、他の何れの撮影機にもない特色であります。

西独ルーモプリント社日本総代理店



日本事務光機株式会社

本社 東京都千代田区神田
淡路町2の11(三和ビル)

TEL(251)0948,0988,3347

大阪 大阪市北区老松町3の8
営業所 (山川ビル)

TEL 大阪 (36) 8 6 4 5

カタログ・説明書お申込次第送呈



WORTHINGTON



LCV型

船舶用

カーゴ・オイルポンプ



詳細は弊社にお問合せ下さい。

技術提携 新潟ウオシントン株式会社

本社：東京都港区赤坂新坂町45(赤坂国際館)
電(代表)401-2137・408-3244・3843・3883
営業所：大阪・名古屋・下関・福岡・仙台・札幌

船舶

第 33 卷 第 9 号

昭和 35 年 9 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

塑性設計 楠田忠雄…(901)

内業工場の合理化 林 一男・照沼六郎…(910)

溶接棒の選択 中井 孝…(917)

セミフローティング型ストロングバックの寸法と角変形について…中井恒男・鎌田 勲・土平久夫…(925)

溶接継手の拘束度について 播磨造船所 造船工作部溶接課…(931)

1960 年の「海上における人命の安全のための国際条約」改正会議に出席して 佐藤 美津雄…(936)

IEC/TC 18 ツール会議について (1) 梶原 孝…(938)

船用防水防爆隔壁灯について 木下直春…(948)

水面の流体力学的挙動——特に水中翼に関連して (3) 西山哲男…(951)

〔水槽試験資料 116〕 T₂タンカーの模型試験 船舶編集室…(957)

鋼船建造状況月報 (昭和35年7月) 船舶局造船課…(961)

〔特許解説〕・原子 炉 飯沼義彦…(963)

写真進水—☆ 才八賀茂川丸 ☆ 日南丸 ☆ さんたくるす丸 ☆ 鮮海丸
 ☆ はびねす ☆ 東海一号 ☆ 白水丸
 竣工—☆ 明寿山丸 ☆ 玉山丸 ☆ 泊春丸 ☆ MESSINIA ☆ 日鶴丸
 ☆ 金比羅丸 ☆ わかぼ ☆ 才一大章丸 ☆ 才五静海丸
 ☆ 博隆丸 ☆ 百栄丸

- ☆ メルスクライン貨物船 2 隻船体工事完工 (三井造船)
- ☆ 9 UET 52/65 型機関完成 (三菱・長崎造船所)
- ☆ 新製品 V 型高出力ディーゼル機関組立完了 (三菱・長崎造船所)

ブリックシール

BRICK SEAL XZIT CHEMICAL CO.



1. 燃烧ガスや燃料、クリンカーの化学的浸蝕の防止。
 2. スポーリングや物理的破壊を粘着力で防止。
 3. 目地剤として強力な接着をする。
 4. 硝子光沢で熱反射を大にし、熱効率を高める。
- XZIT CO. QUIGLEY CO. BIRD-ARCHER CO. CORDOBOND CO. AMERCOAT CORP. JAROCO ENGINEERING CO.
 FARBERTITE CO. MANGANESE BRONZE & BRASS CO. TODD SHIPYARD CORP. HATLAPA CO. HERCULITE FABRICS.

日本総代理店

有限
会社

井上商会

井 上 正 一

横浜市中区尾上町 5-80 神奈川県中小企業会館 電話 (8) 4022, 4023, 5141

船舶の安全と
作業能率の向上に

クレモナ ロープ・ハッチカバー

(運輸省・NK認定)



クレモナロープ

クレモナは強くて 寿命が長く 扱い易いホーサーとして高い信頼度をもっています。

昭和32年10月初めて採用された“らぶらた丸”では長い間の酷使に耐えてすでにマニラの2倍以上も使用されており 風波の激しい中南米就航の“ねばた丸”では竣工以来ヘッドラインに採用され2年後の現在も尚信頼出来るホーサーとして常時使用されています。

型くずれが全くなく 軽くて柔かでロープ操作はマニラの半分で済むと大変好評です。

ハッチカバー

- 綿帆布の3倍の耐摩性があり、扱い易い。
- 防水がよくきく。
- 紫外線、油類、バクテリアに侵されない。

お問合せは下記へ

倉敷レイヨン株式会社

本社 大阪市北区梅田二番地 東京事務所 東京都中央区日本橋室町二丁目四番地



日 南 丸 (貨物船)



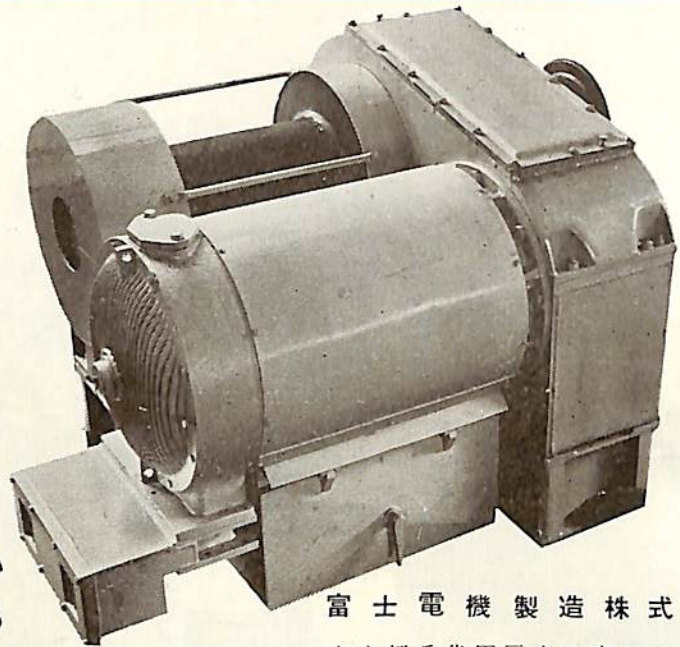
は び ね す (貨客船)

船 主 日産汽船株式会社
 造船所 日本鋼管・清水造船所

全長 115.625 m 長(垂) 108.000 m
 幅(型) 16.000 m 深(型) 6.000 m 吃水 6.980 m
 総噸数 約 4,250 噸 載貨重量 約 6,750 噸
 速力 約 14.75 ノット 主機 2サイクル単動無気噴
 油トランクピストンディーゼル機関 (横浜 MANG 6 Z
 52/70 型) 1 基 出力 2,700 BHP 船級 NK
 起工 35-4-8 進水 35-7-7 竣工 35-9 予定

船 主 国内旅客船公団, 加藤汽船株式会社
 造船所 佐野安船渠株式会社

全長 57.90 m 長(垂) 53.60 m 幅(型) 9.20 m
 深(型) 3.90 m 吃水 2.70 m 総噸数 約 650 噸
 載貨重量 220 噸 速力 15 ノット 主機 過給機付
 単動 4 サイクル無気噴油トランク型ディーゼル機関日発
 S6 NV 44 1 基 出力 1,400 PS × 265 RPM
 起工 35-4-16 進水 35-8-4 竣工 35-9-15 予定



堅牢で故障がない
保守が簡単である
消費電力が少ない

富士電機製造株式会社
東京都千代田区丸の内2の6



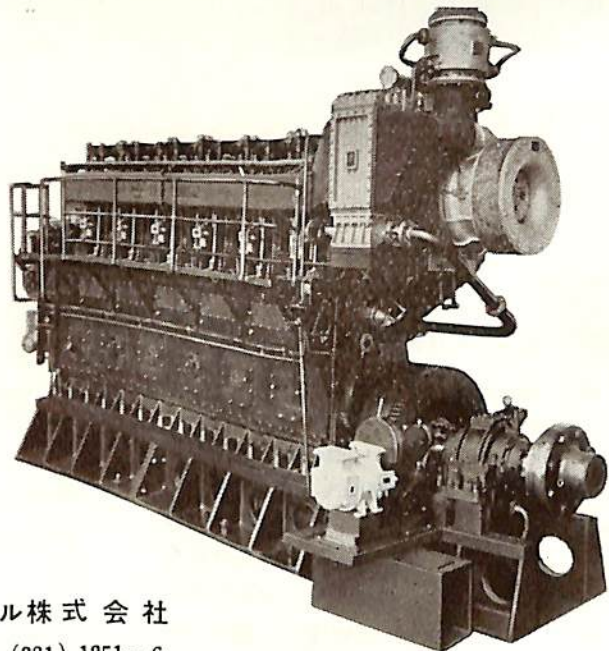
富士

交流揚貨機

ディーゼル機関

50PS~4000PS

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

東京都中央区京橋2の2 TEL(281) 1251~6



鮮 海 丸 (貨物船)



才 八 賀 茂 川 丸 (貨物船)

船 主 嶋谷汽船株式会社

造 船 所 尾道造船株式会社

全長 88.00 m 長(垂) 82.00 m 幅(型) 12.60 m
 深(型) 6.50 m 吃水 約 5.55 m 総噸数 約 1,900 噸
 載貨重量 約 3,000 噸 速力 約 14.5 ノット
 主 機 木下鉄工所製 6 UKNHS 型 4 サイクル過給機付
 ディーゼル機関 1 基 出力 1,800
 BHP×250 RPM 船級 NK 起工 35-4-25
 進水 35-7-11 竣工 35-9 中旬予定

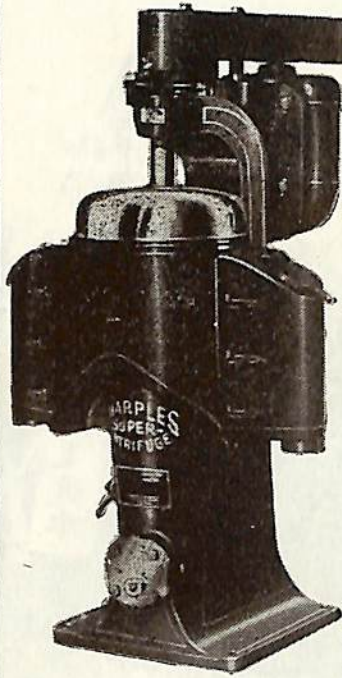
船 主 下崎汽船株式会社

造 船 所 佐野安船渠株式会社

全長 82.98 m 長(垂) 77.50 m 幅(型) 12.00 m
 深(型) 6.00 m 吃水 5.16 m 総噸数 約 1,595 噸
 載貨重量 約 2,550 噸 速力 14.80 ノット 主機
 伊藤鉄工所製過給機付単動 4 サイクル無気噴油ディーゼル機関 1 基 出力 1,800 PS×250 RPM 船級 NK
 起工 35-2-27 進水 35-7-23 竣工 35-9
 下旬予定

バンカーオイル清浄用

One Pass Purifier 遂に完成!



最新型 AS-18V型

シャープレス油清浄機

米国シャープレス・コーポレーション
セントリフューガス・リミテッド

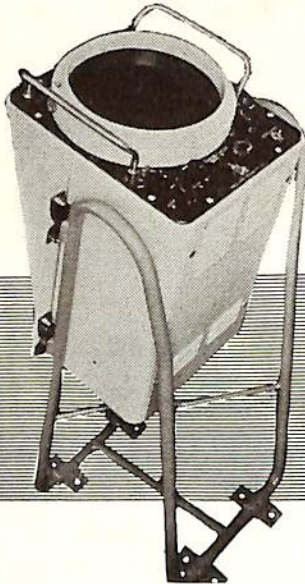
日本総代理店

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) 電話東京(535)2451(代表)
神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル内) 電話神戸(39)0288(代表)
工場 東京都品川区北品川4の535 電話白金(441)4131(代表)4132, 1321

マリンレーダーのことなら

東京計器へ!



BR 20型レーダー指示器

MK2-DO—オフセンター、パルス切換型12吋 CRT (大型船用)

MK2-DT—トルー・トラッキング、パルス切換型12吋 CRT (大型船用)

MR-30 A—高性能普及型、10吋 CRT (中型船用)

BR-20—装備容易、高性能型(中小型船用) 10吋 CRT

BR-15—超小型、装備容易(小型船用) 7吋 CRT

株式会社 東京計器製造所

東京都大田区東蒲田4丁目31番地 TEL.(731)2211-9

神戸・大阪・函館・横浜・名古屋・下関・長崎

——カタログ贈呈——

さんたくるす丸

船主 千代田砥石輸送株式会社

造船所 三菱造船・広島造船所

船種 砥石専用船 長(垂) 192.00m
 幅(型) 27.50m 深(型) 14.90m
 吃水 10.95m 総噸数 約22,750噸
 載貨重量 約 35,560 噸 速力
 16.5ノット 主機 三菱長崎
 9 UEC 75/150 型ディーゼル機関 1基
 出力 12,000 PS 船級 NK
 起工 35-3-25 進水 35-7-26
 竣工 35-10 下旬予定



白水丸

船主 住友金屬工業株式会社

造船所 三菱造船・下関造船所

船種 曳船 長(垂) 26.0m
 幅(型) 7.6m 深(型) 3.3m
 吃水 2.3m 総噸数 約 160 噸
 陸岸曳引力 11.0トン 速力 11.0
 ノット 主機 伊藤鉄工製 4サイクル
 単動過給機付ディーゼル機関 2基
 出力 550 PS×2 推進器 三菱
 翼車プロペラ 2基 起工 35-5-23
 進水 35-7-23 竣工 35-9 予定



つの
船舶塗料

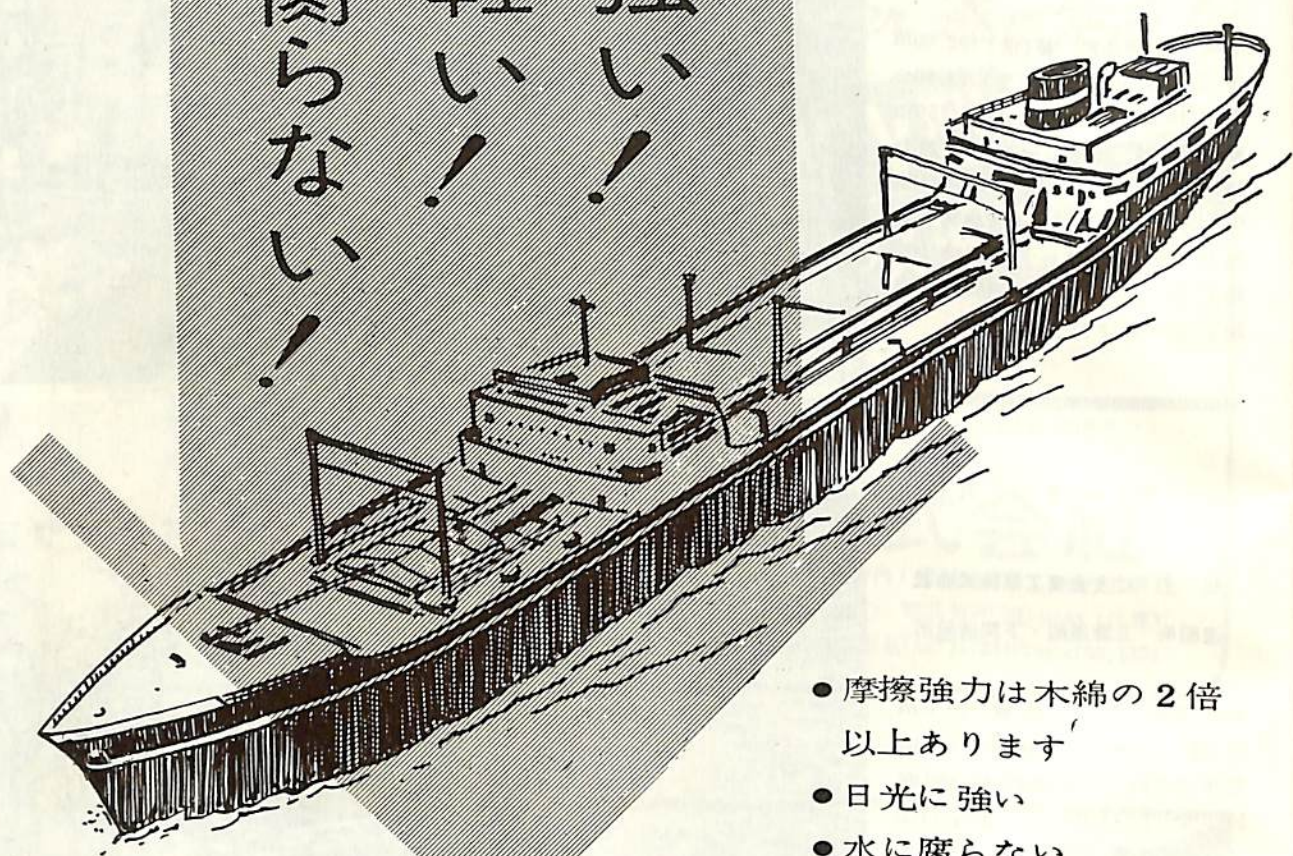
- ・ビニレックス (塩化ビニール樹脂塗料)
- ・LZプライマー (鉄面下地塗料)
- ・CRマリーンペイント (ノンチローキング型合成樹脂塗料)
- ・シアナミドヘルゴン (高度のさび止塗料)
- ・楢印船舶用調合ペイント (船舶用特殊塗料)
- ・楢印無水銀鉄船々底塗料 (鉄船々底塗料)
- ・タイカリット (防火塗料)
- ・ノンスリップ (滑止塗料)

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

腐らない！
軽い！
強い！



- 摩擦強力は木綿の2倍以上あります
- 日光に強い
- 水に腐らない
- 薬品や油に侵されない

ハッチカバーに

ニチボービニロン ミュロン帆布

ビニロン 100%

運輸省型式承認番号

ビニロン 70%

101...第1077号 # 201...第1079号

ビニロン 50%

102...第1078号 # 202...第1080号

甲種

● 姉妹品ニチボービニロンミュロンロープ

パンフレット進呈

大阪市東局区内 大日本紡績(株)LP9係

◆ 大日本紡績株式会社

東 海 一 号

船 主 丸紅飯田株式会社

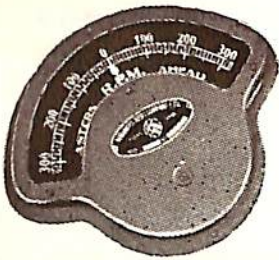
造 船 所 三菱造船・下関造船所

船 種	電動ポンプ式浚渫船
長 (垂)	36.00 m
幅 (型)	11.00 m
深 (型)	2.90 m
吃 水	1.50 m
最大浚渫深度 (ラダー角度 40度)	16 m
排送距離 最大	2,000 m
浚 渫 量	400 m ³ /h
主ポンプ出力	900 KW: (1,200 PS)
カッター電動機	225 KW (300 PS)
起 工	35-4-22
進 水	35-8-7
竣 工	35-9-5 予定



船舶船用の計器は

信頼性ある倉本計器で!!

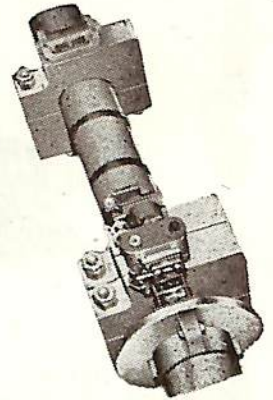


回 転 計 類

- ◇遠心力式回転計 ◇電気式回転計
- ◇振動式回転計 ◇マグネット回転計
- ◇時計式回転計 ◇超高速電子式回転計
- ◇ストロボスコープ ◇携帯式回転計

積 算 計 類

- ◇回転動 ◇往復動 ◇隔測電気式
- トーションメーター類
- ◇記録式光学振計 ◇直読式光学振計



主 機, 補機用 創業 35 年 ◇インパルス レコーダー

電 気 回 転 計



株式 倉本計器精工所

研野式光学振計


本 社 東京都大田区原町 6 電話蒲田 (731) 2033-2623・1640
 柏工場 千葉県柏市柏 電話柏 2 番

世は完全にディーゼルの時代です

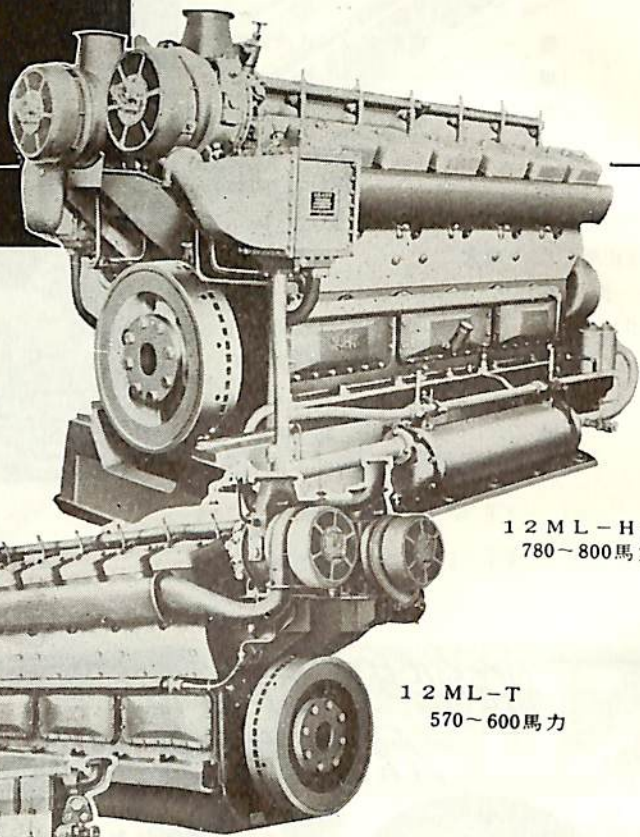


船舶補機に

ヤンマー ディーゼル

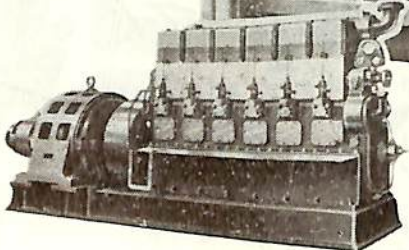
 日本工業規格表示

船舶補機用 2 ~ 1000 馬力
船舶主機用 3 ~ 800 馬力



12ML-HT
780~800馬力

12ML-T
570~600馬力



6MSL x 150K.V.A.

本邦唯一のディーゼル専門メーカー
ヤンマーディーゼル(株)では小は2馬
力から、大は1000馬力におよぶあ
らゆる用途に応じた100余機種のデ
ィーゼルエンジンを生産しています。



ヤンマーディーゼル株式会社

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

メルスクライン貨物船 2 隻 船体工事完工

1 隻 当り 工期 27 日

三井造船・玉野造船所



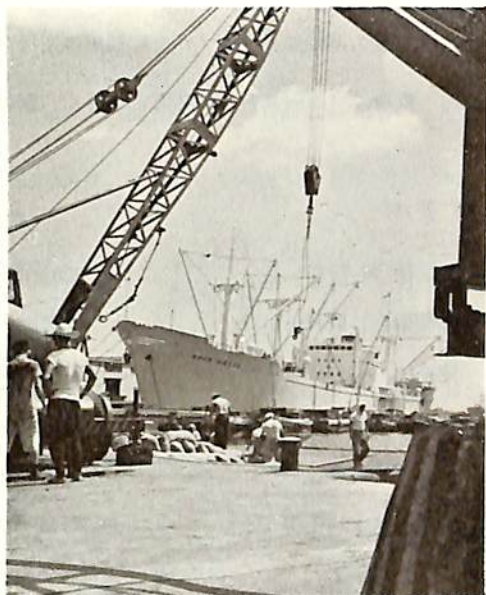
玉野造船所 才 4 ドックで船体延長工事のため、中央部において切断されたクヌード・メルスク号が、新造の延長部船体をはさんで再入渠したところ。

三井造船・玉野造船所においては今春デンマーク国 AP モーラー社（メルスク・ライン）より同社のペルシャ湾航路に就航中の同型貨物船 4 隻の船体延長工事を受託、既に 2 隻を完工、現在 3 隻目を工事施行中、4 隻目は 9 月に工事が施行されることになっている。

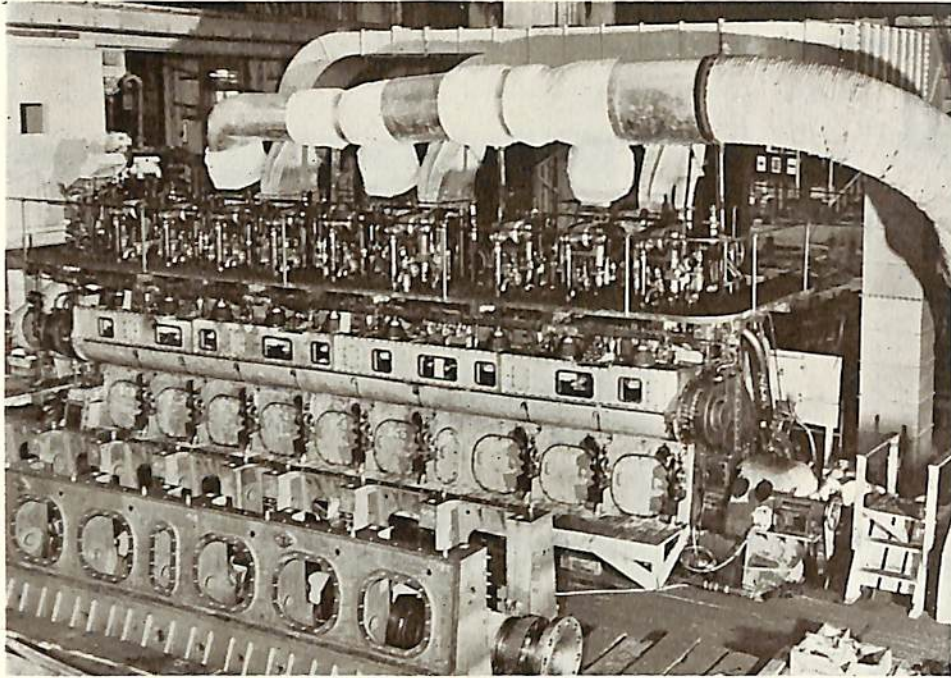
これら 4 隻の貨物船は、スベンド・メルスク号、クヌード・メルスク号、ラース・メルスク号及びビエンス・メルスク号で、工事施行前の重量噸数がそれぞれ 5,900 噸であつたものが

1. 船体を 14 フレーム・スペース (10.150m) だけ延長する。
2. ディープタンク 2 個、コッファerdam 1 個を新設する。
3. 3 番ハツチのデリックを配置換えする。
4. 炭酸ガス消火装置を改造する。

これにより 600 噸増加して 6,500 重量噸となり、搭載貨物の重量並びに容積が著しく増えて、本船運航採算上大いに寄与することになった。



工事完工後初めて横浜港に入港（8月6日）荷役中のクヌード・メルスク号



9 UET ⁵²/₆₅ 型

機関完成

三菱造船・長崎造船所

三菱長崎 9 UET 52/65 型の工場調整運転

三菱造船・長崎造船所では乙型 警備艦主機 9 UET 44/55型に次いで新しく 9 UET 52/65 型を製作中であったが、この程組立を完了し、予行運転で定格出力 8,000 馬力以上を記録した。同機は 34 年度 DE 艦の主機として搭載される艦艇用高出力機関で、次のごとき特長を持っている。

- (1) 別室からの遠隔操縦を原則とする。
- (2) 主機の運転に必要なすべての補機は主機クランク軸に直結している。
- (3) 重量、スペースともに非常に小さく、狭い艦内配置に便利である。

基本要目

気筒径 × 行程	520 × 650 mm
気筒数, 配列	9 直列
定格出力	8,000 pse
定格回転数	330 rpm
正味平均有効圧力	8.78 kg/cm ²
平均ピストン速度	7.15 m/sec
筒内最高圧力	70 kg/cm ²
機関重量 (要具, 予備品を含まず)	約 96,000 kg
正味馬力あたりの機関重量	約 12.0 kg/pse

新製品V型高出力 ディーゼル機 関組立完了

三菱造船・長崎造船所

三菱造船では昨年より艦艇用主機としてV型高出力機関の研究開発を始め、現在6シリンダ試作実験機関を製作中で、9月には組立完了の運びとなった。その後約半年にわたり運転し、各種試験を実施するとともに実用機的设计製作を行うこととなる。

本機は三菱造船が開発した純国産ディーゼル機関で、三菱長崎UE型機関の一列としてUEV 30/40型機関と称し、標準型として6シリンダ、12シリンダ、18シリンダの3型が考えられている。

従来三菱造船で製作されてきた艦艇用主機は直列型機関であったが、この型に対しV型機関は特に軽量、コンパクトであると共に更に次のような特長をもっている。

- (1) 機械室の区劃の長さや高さを短縮できるのでサービス面積を大きくとることができ、居住性向上に役立つと共に機械室船底構造の固めが楽になる。また主機室が二室に分れるので被害の局限をはかることができる。
- (2) 船体振動と排気音が著しく低減することができる
- (3) 巡航時主機の減基運転ができるので燃費も減少し、主機重量の軽減と相まって航続距離の伸長をはかることができる。また航行中でも不使用機の整備が可能である。
- (4) 主機重量軽減により兵装の増強をはかることができる。
- (5) 機械室区劃長当りの主機発生馬力を多少増大できるので同一船型で速力を増すことができる。

またこれらの利点を十分發揮させ、同時に取扱の容易性、高い信頼度を満すために設計上の特長としては

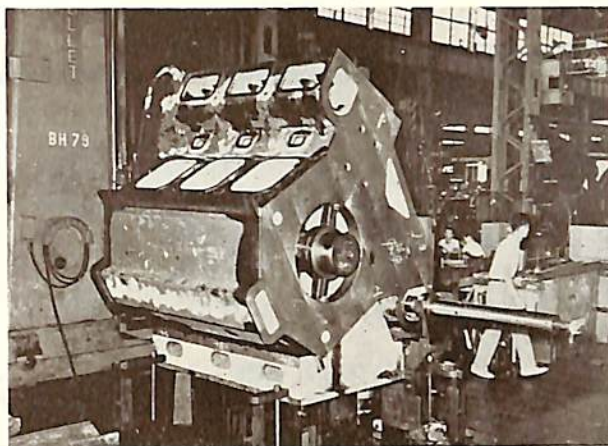
- (1) 機関本体が全溶接構造で、軽量かつ堅牢である。
- (2) V角度60度のシリンダ配置であり掃排気系統との位置が理想的であり、非常にこじんまりまとまっている。
- (3) 機関釣合を十分検討し、着火順序、クランク配置を決定している。
- (4) 操縦装置の取扱い、解放点検などが容易である。

等があげられる。更に

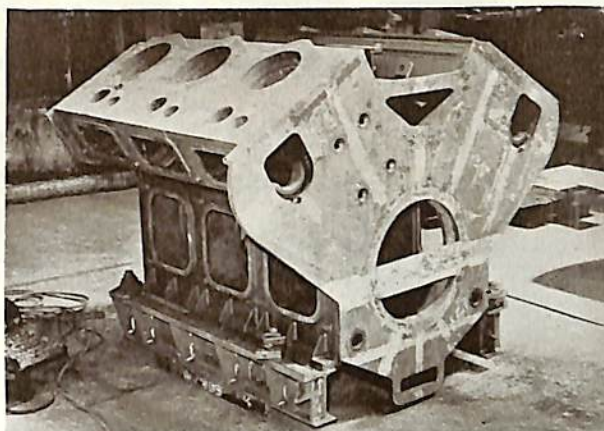
- (1) 機関本体はクランク軸中心線に直交し、互に平行に配置された隔壁板がシリンダ上部からクランク室下部まで一枚の鋼板で形成され、構造が簡単で堅牢、軽量になる。
- (2) 主軸受は二枚の隔壁板にまたがり、リングに半月型の軸受下金に取りつけられ、その上にホワイト軸受が装備される。
- (3) クランク軸は、直列型と形状寸法が大巾に異なることと、荷重条件が荷酷であるため、強度上の検討を加え、一体型の普通鍛鋼製である。クランクアームには機関平衡上バンスウエイトをとりつけてある。
- (4) シリンダふたおよび排気弁はダクタイル鋳鉄製で、排気弁は三個、排気口は二個にまとめられ、排気弁かごとりやめることにより弁シート部の温度を下げ、排気弁開口面積を大きくとつてある。

UEV 30/40型実験機・実用機の主要目

	6 UEV 30/40 型 (実験機)	12 UEV 30/40 型 (実用機)
気筒径×行程	300×400 mm	300×400 mm
気筒数・配列	6.60度 V	12.60度 V
定格出力	2,250 P.S	4,500 P.S
回転数	600 RPM	600 RPM
平均圧力	9.95 kg/cm ²	9.95 kg/cm ²
平均ピストン速度	8.00 m/sec	8.00 m/sec



UEV 30/40 型機関本体の機械加工



UEV 機関本体のV型 (溶接組立完了)

船舶交流化に

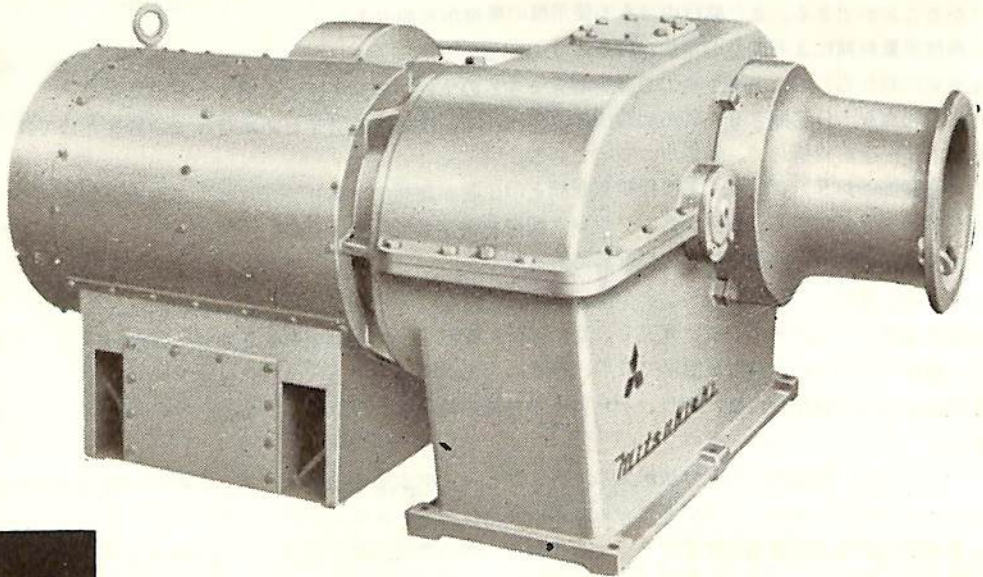
優秀な三菱

極数変換式ウインチ

三菱電動揚貨機

このウインチは現在もっとも多く使われているワード・レオナード方式の欠点を改良、カゴ形三相誘導電動機を使って極数を三段に切換えてウインチの速度変換を行います。したがって新形ウインチは整流子・集電環など整備や注油にもっとも手のかかる部分がなくなりました。また電源の自励交流発電機と組合せれば電圧の変動が少なく、安価な貨物船の交流電化を行うことができます。

- 機構簡易で、すえ付面積少なく保守が容易です
- 過激な操作にも、安全で円滑な運転ができるすぐれた性能です
- 価格は安価で、船価低減に役立ちます



H S K 形交流電動揚貨機



三菱電機株式会社



地下埋設の ケーブルを 長期間保護する ネオプレン被覆

ある大きな公益事業会社では、湖畔から内陸ターミナルにケーブルを施設するには、地下埋設が最善の方法であることを知りました。ケーブル被覆に要求されたことは次の点です。被覆は過度の湿気、酸性土壌、電気作用による侵害に耐えねばなりませんでした。

115,000 ボルトのケーブルの地下埋設の部分は、湖畔からターミナルまで、デュポン製ネオプレン被覆で、酸性土壌・アルカリ・湿気から保護されています。

被覆として選ばれたのはデュポンのネオプレンでした。デュポンのネオプレンはこうしたあらゆる劣化作用に耐え、ケーブルに最大の保護を保証します。また地上にあっても、ネオプレン被覆は日光・オゾン・風化・極端な温度や摩耗にも耐えます。その結果、維持費は節減され、取換え回数も減少します。

ワイヤーやケーブルを使用する時は、線渠においても、地上でも、地下埋設の場合でもぜひデュポン製ネオプレンで被覆したケーブルをご指定下さい。詳細につきましては下記弊社にお問合せ下さい。なお資料に関しましては何卒クーポンをご利用下さい。

製造元 E. I. du Pont de Nemours & Company (Inc.)
Wilmington, Delaware, U. S. A.

NEOPRENE



REG. U. S. PAT. OFF.

創立1802

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1 SKFビル 電話(431) 5140~9
大阪市南区安堂寺橋通り2の47 電話(26) 6593~8

(御芳名)

(所属部署)

(御社名)

(御住所)

このクーポンをお切取りの上、上記代理店宛お送り下さい。

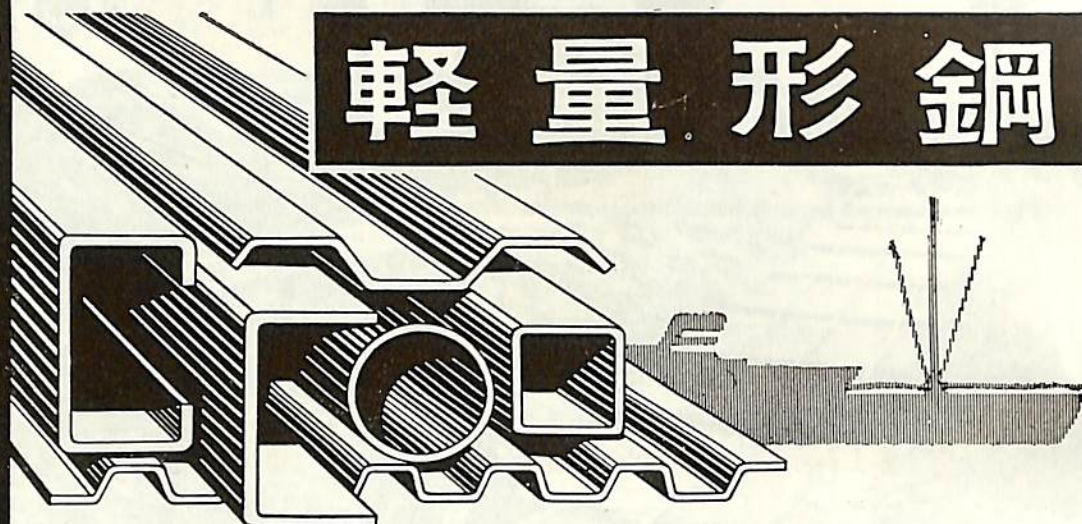
資料を差し上げます。

"Shipping"-9/60-J.

新らしい時代の新らしい船舶の

艤装材料

軽量形鋼



Econ Steel



用途

舷梯に・岸壁梯子に
グレーティングに
ハッチカバーに
ホールド
スパーリングに
船室間仕切材に
其他室内艤装に

——社名変更・本社移転御通知——

社名 (新)八幡エコンスチール株式会社
(旧)中之島製鋼株式会社
本社 東京都中央区日本橋江戸橋3丁目2
(第2丸吉ビル4階)
10月までは本社業務は大阪工場で行います

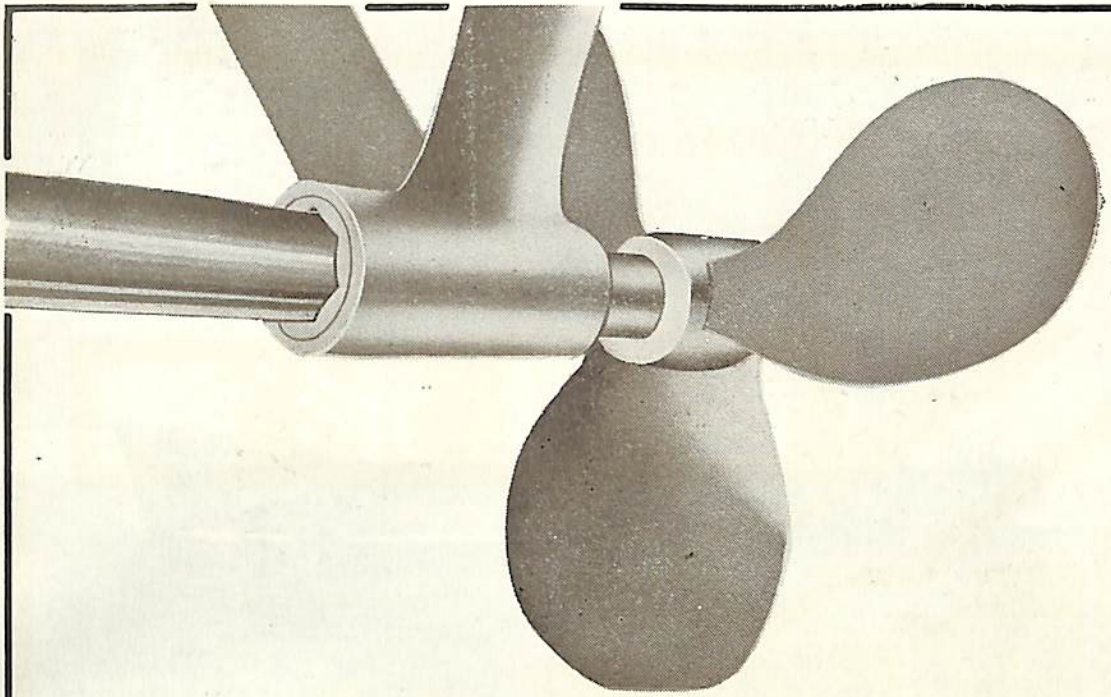


八幡エコンスチール株式会社

大阪工場 大阪市東区弁天町4 電代表(94)8031・6031
東京工場 東京都足立区千住関屋町38 電(881)6141-4
東京務事所 東京都中央区西八丁堀4-10 電(551)1515-6



八幡製鐵株式会社



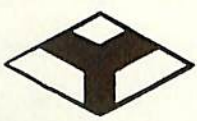
砂や小石からプロペラシャフトを保護する

カット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。

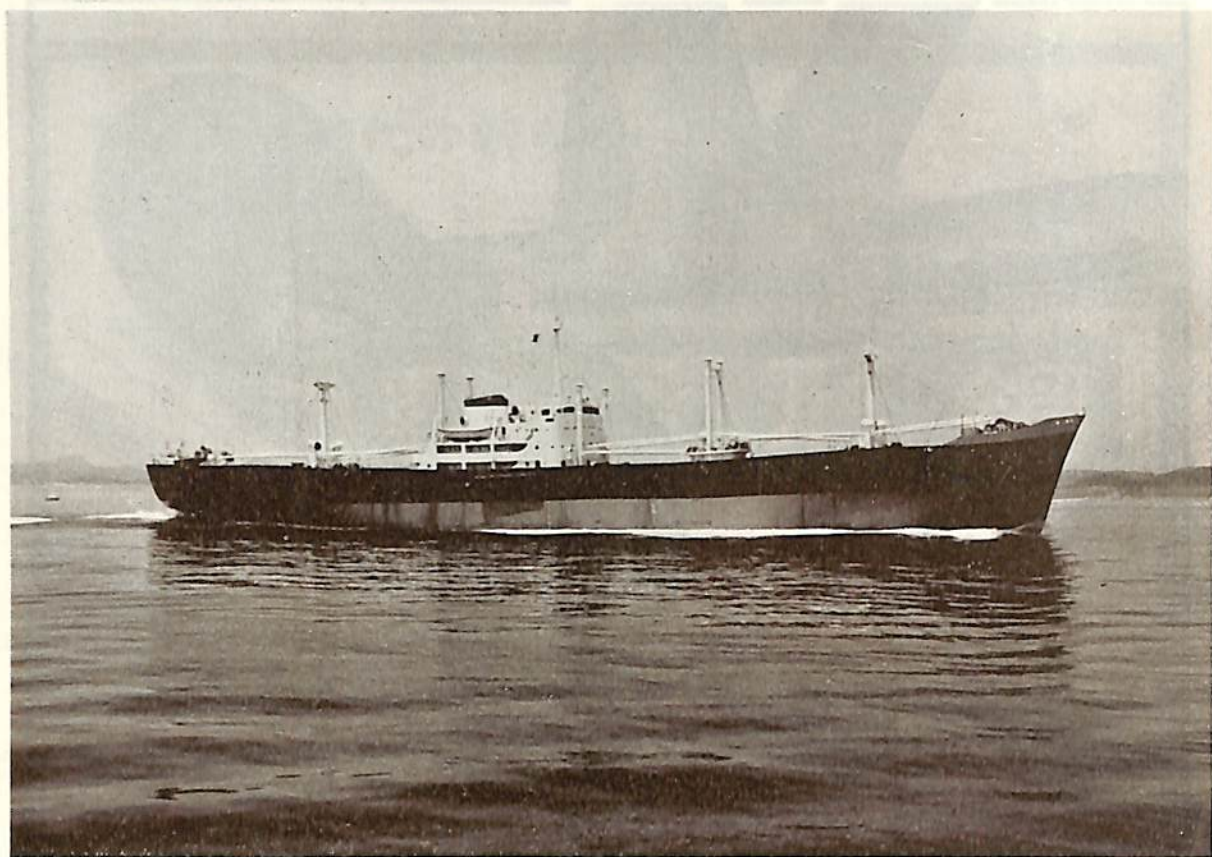
砂利や小石は直ちに水によつて排出されます。



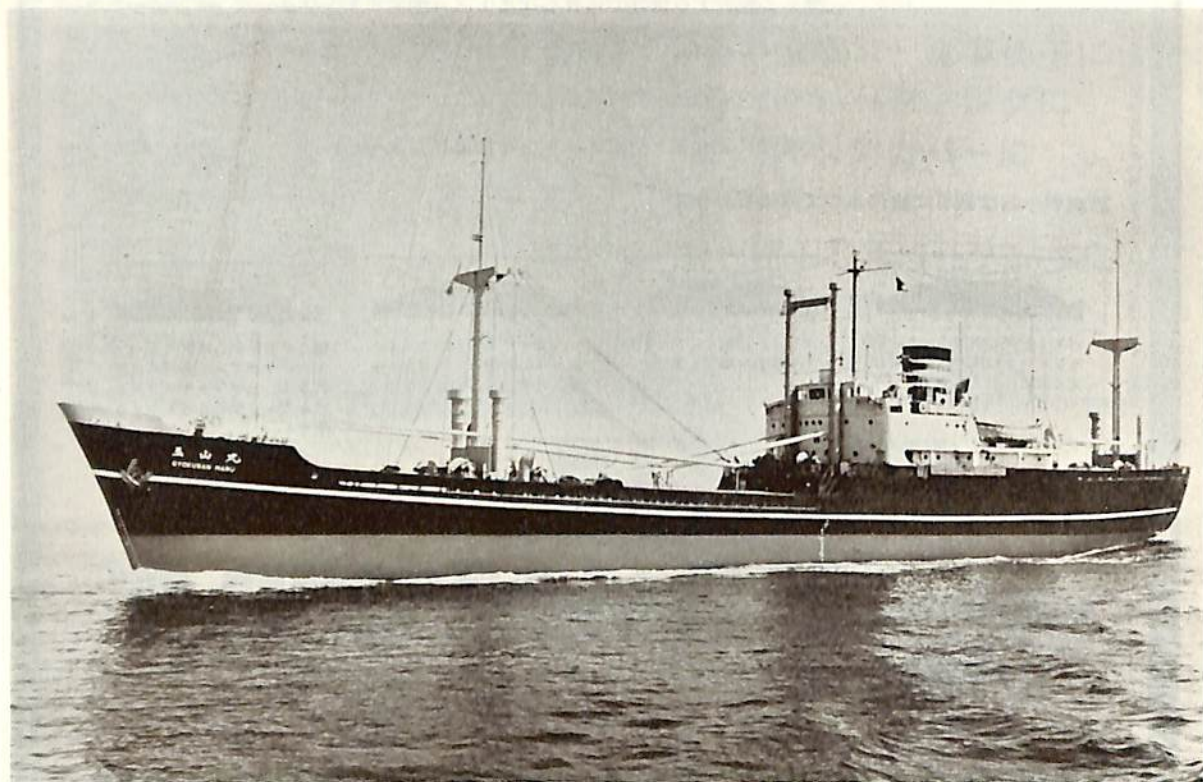
ヨコハマ カットレスベアリング



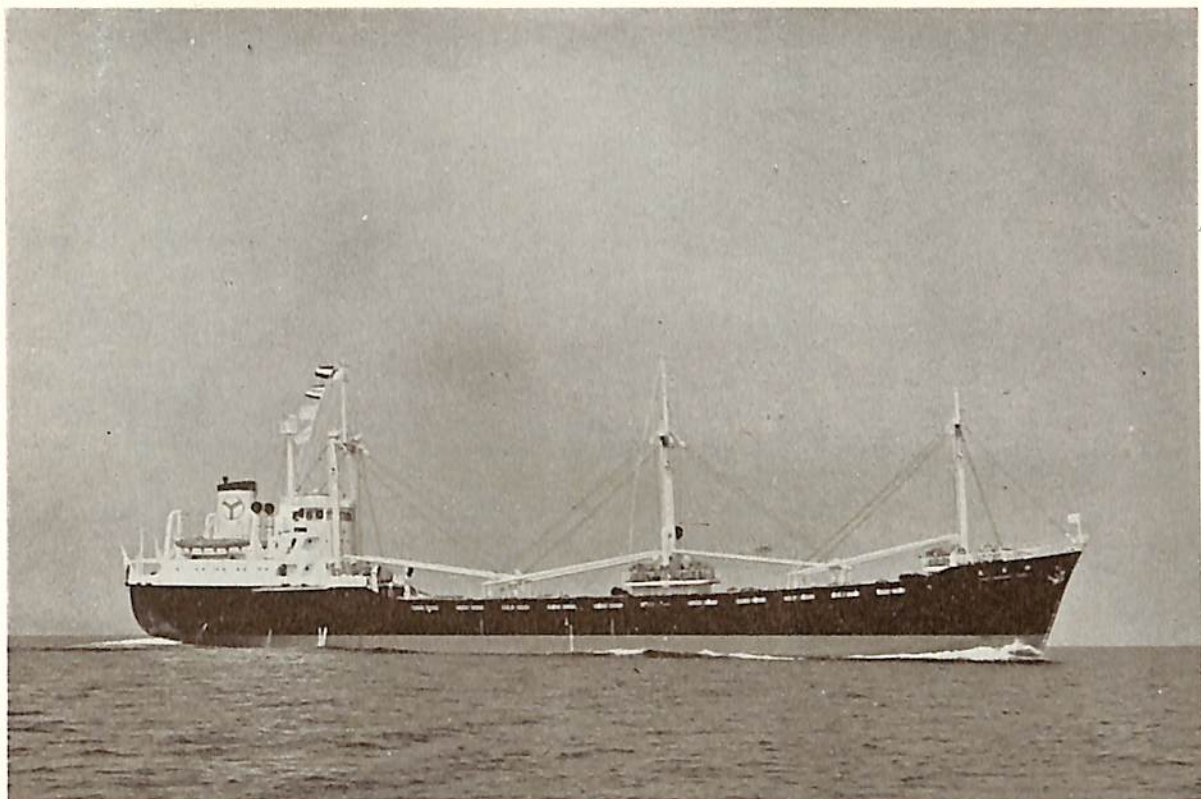
横浜陸膜製造株式会社 東京都千代田区大手町1の4 大手町ビル 電話 (201) 代表 1201・1961



明 寿 山 丸 (貨物船)

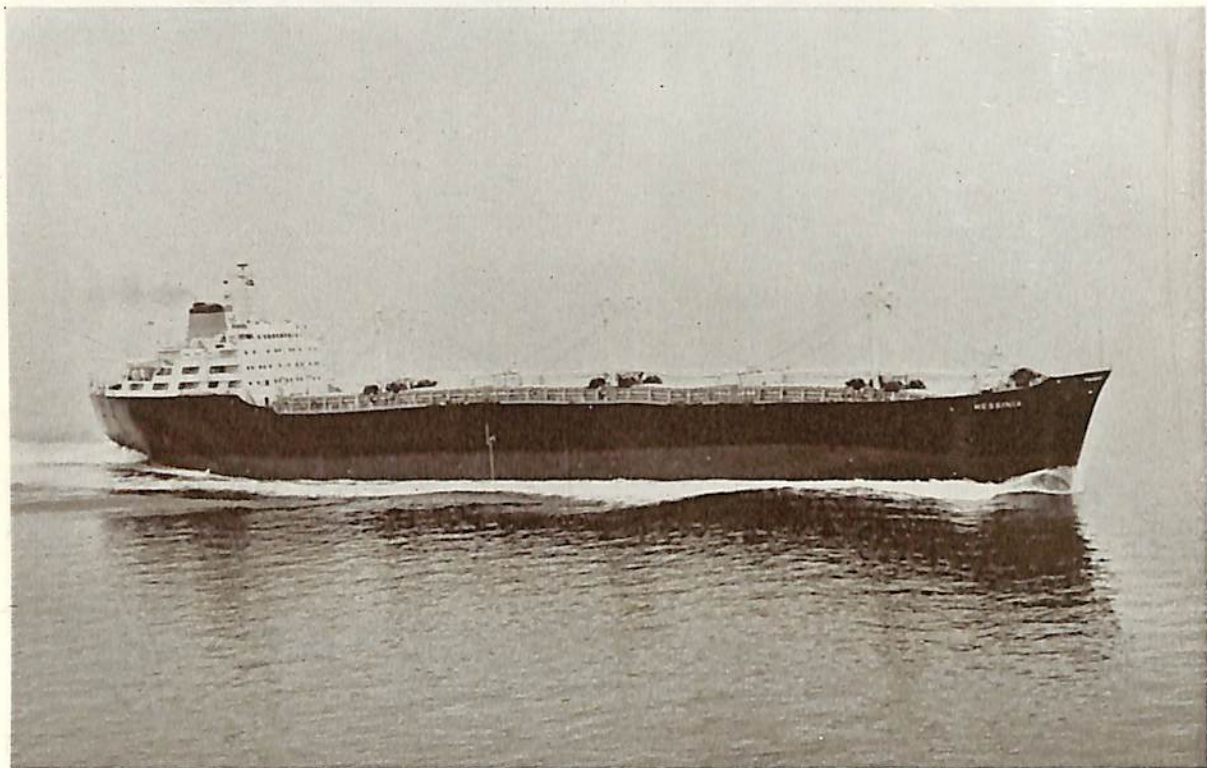


玉 山 丸 (貨物船)



柏 春 丸 (貨物船)

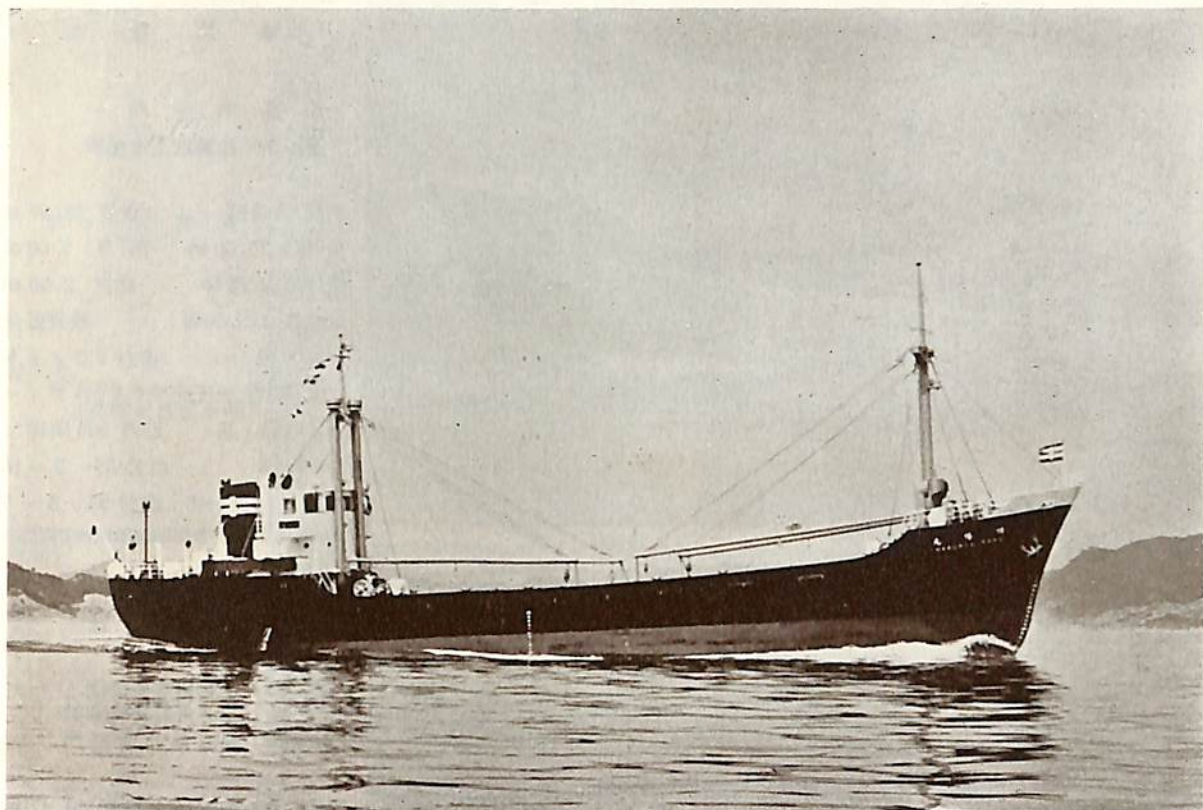
船名		明 寿 山 丸	玉 山 丸	柏 春 丸
要 目				
全 長			97.77 m	83.10 m
長 (垂)		137.24 m	90.00 m	77.50 m
幅 (型)		18.90 m	13.40 m	12.00 m
深 (型)		11.85 m	6.90 m	6.00 m
吃 水		8.60 m	6.001 m	5.185 m
総 噸 數		約 8,700 噸	2,697.39 噸	1,588.19 噸
載 貨 重 量		約 12,300 噸	3,674.00 噸	2,588.46 噸
速 力		約 15.1 ノット	15.214 ノット	14.084 ノット
主 機		三井B&W 762 VTBF-140 型ディーゼル機関1基	伊藤鉄工製4サイクル単動 トランクピストン自己逆転 排気ターボ過給ディーゼル 機関 M 478 HS 1 基	新潟鉄工所製4衝程無気 噴油過給機付ディーゼル 機関 M 6 F 43 CHS 1 基
出 力		6,300 BHP × 135 RPM	2,700 PS	1,400 BHP × 260 RPM
船 級		LR, NK	N K	N K
起 工		34-12-15	35-3-31	35-3-7
進 水		35-3-25	35-5-29	35-5-15
竣 工		35-7-26	35-7-20	35-7-29
船 主		明治海運株式会社	日本郵船株式会社	株式会社 柏 商 店
造 船 所		三井造船・玉野造船所	株式会社・名村造船所	尾道造船株式会社



MESSINIA (バルクキャリアー)



日 鶴 丸 (鉍石運搬船)



博 隆 丸 (貨物船)

船 名		MESSINIA	日 鶴 丸	博 隆 丸
要 目				
全 長				54.10 m
長 (垂)		167.00 m	160.000 m	49.00 m
幅 (型)		22.60 m	22.860 m	8.60 m
深 (型)		13.40 m	12.725 m	4.30 m
吃 水		9.40 m	9.000 m	3.95 m
総 噸 数		14,431.12 噸	14,066 噸	497.96 噸
載 貨 重 量		20,925.0 噸	20,000 噸	870.26 噸
速 力		18.4 ノット		12.867 ノット
主 機		石川島芝浦タービン1基	日立2サイクル単動過給機付ディーゼル機関1基	日本発動機製4サイクル単動無気噴油過給機付ディーゼル機関S6 NV 325
出 力		12,000 SHP	7,500 BHP	700 BHP×350 RPM
船 級		A B	N K	
起 工		34-12-21	35-1-29	35-2-27
進 水		35-3-25	35-4-23	35-5-25
竣 工		35-7-20	35-7-13	35-7-2
船 主		AEGEAN FREIGHT CARRIERS CORP.	日産汽船株式会社	九州郵船株式会社
造 船 所		株式会社 播磨造船所	日本鋼管・鶴見造船所	尾道造船株式会社



金 比 羅 丸

船主 大中順一
造船所 松浦鉄工造船所

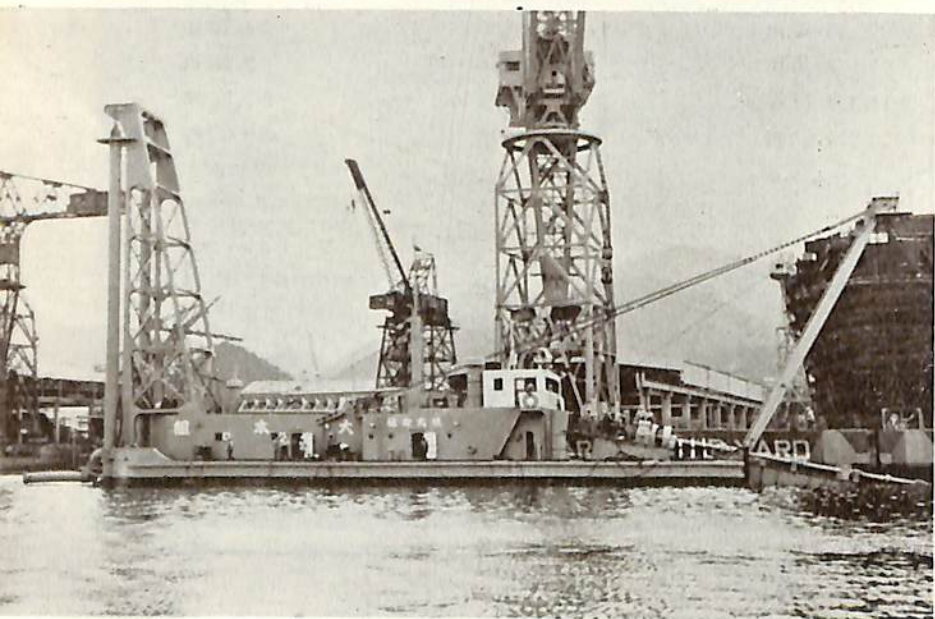
船種 貨物船 全長 28.97 m
長(垂) 25.50 m 幅(型) 5.60 m
深(型) 2.70 m 吃水 2.50 m
総噸数 125.50噸 載貨重量
263.00 噸 速力 9.2ノット
主機 住吉 鉄工所製 S4TA ディー
ゼル機関 1 基 出力 160 BHP×
380 RPM 起工 35-3-16
進水 35-7-8 竣工 35-8-3



わ か ば

船主 国内旅客船公団
三洋汽船株式会社
造船所 松浦鉄工造船所

船種 旅客船 全長 21.47 m
長(垂) 19.40 m 幅(型) 4.80 m
深(型) 1.95 m 吃水 1.30 m
総噸数 62.26噸 載貨重量 72.56噸
速力 9.5ノット 主機 ヤンマー
ディーゼル製 4MS ディーゼル機関
1 基 出力 120 BHP×600 RPM
起工 35-3-29 進水 35-7-13
竣工 35-7-23



百 栄 丸

船主 株式会社 大本組
造船所 株式会社 播磨造船所

船種 ドレッシャー 全長 65.40 m
長(垂) 40.80 m 幅(型) 12.40 m
深(型) 3.10 m 吃水 1.75 m
最大浚渫深度 19.00 m 排砂量
約 600 m³/h 最大排砂距離
3,500 m 吐出管 610 m/m 浚渫
ポンプ用電動機 交流巻線型 1,500
(HP) カッター用電動機 交流籠型
400(HP) ラダー捲上用電動機 交
流巻線型 75(HP) スパット捲上お
よびスイング用電動機 交流巻線型
65(HP) 非常用発電機 ディー
ゼル機関駆動 100 KVA
竣工 35-6-27

丸 章 大 一

船 主
日本船舶株式会社

造船所
株式会社 播磨造船所



長(垂) 50.00 m 幅(型) 10.40 m 深(型) 5.00 m 吃水 4.10 m
総噸数 約 745 噸 載貨重量 560 噸 速力 14.5 ノット 主機 ハリマズル
ザー "5 TAG 36 型" デ、ーゼル機関 2 基 出力 1,300 BHP×2 船級 NK
進水 35-6-9 竣工 35-7

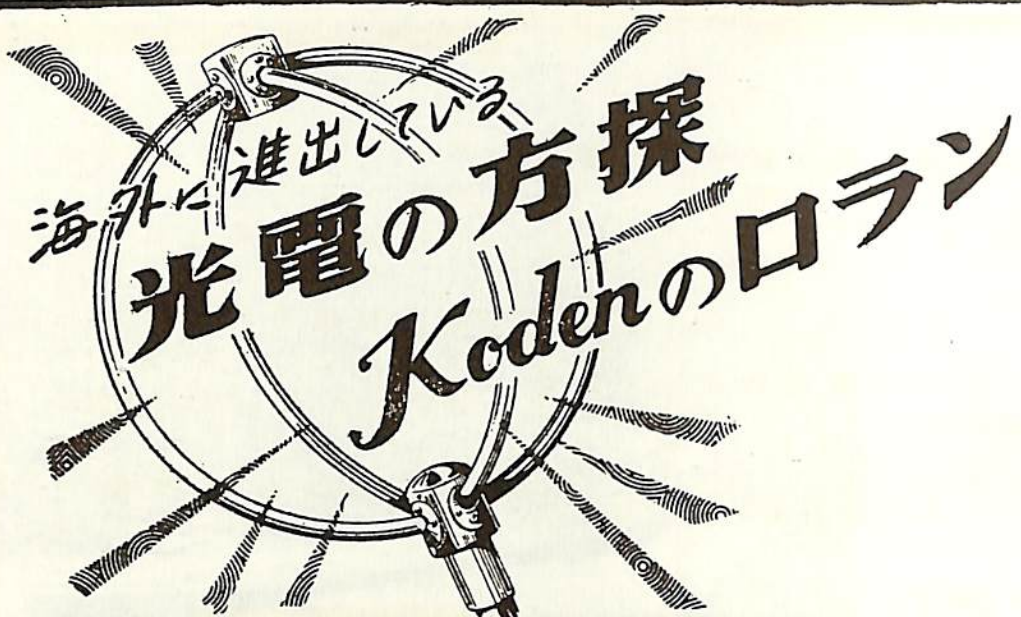
丸 海 静 五

船 主
阪神汽船株式会社

造船所
株式会社 播磨造船所



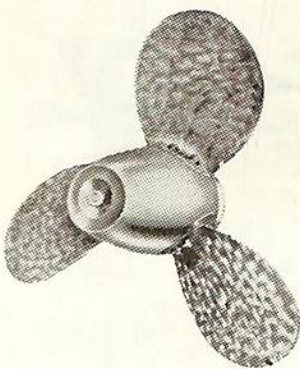
船種 貨物船(海上トラック) 長(垂) 39.00 m 幅(型) 7.60 m 吃水 3.30 m
総噸数 340.27 噸 載貨重量 520.00 噸 速力 10,909 ノット 主機 ハリマ
ズルザーディーゼル機関 4 TAD 24 型 1 基 出力 420 BHP 竣工 35-6-29



株式会社 光電製作所

本社 東京都品川区上大崎長者丸 284 TEL. 441 - 1131 (代)
 神戸出張所 神戸市生田区西町 35 三井ビル TEL. 39 - 0535 ~ 6

KAMEWA カメワ
 可変ピッチ
 プロペラ



年間9隻の連絡船に装備！

- 高度の信頼性をもっている
- 固定ピッチ・プロペラに比べ 停止距離が著しく短い
- エンジンに無理がかからない



日本総代理店
 株式会社 ガデリウス商会

東京都港区赤坂伝馬町 3-19 (408) 代表 2131・2141
 神戸市生田区京町67モーシエビル (39) 代表 0701
 福岡市上辻ノ堂町26ナショナルビル (3) 代表 4134

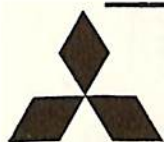
〜 営 業 品 目 〜

- ◇東京機械株式会社製品
中村式浦賀操舵テレモーター
浦賀電動油圧舵取装置(型各種)
全密閉型汽動揚貨機
揚錨機、揚貨機、繫船機
(各汽動及電動)
テンションウインチ
- ◇北辰電機株式会社製品
Cープラート転輪羅針儀
単、複式オートパイロット
コースレコーダー及ログ
- ◇株式会社御法川工場製品
船用自動石炭燃焼機
船用重油噴燃装置
- ◇岡野バルブ製造株式会社製品
船用一高温、高圧バルブ
- ◇品川機械株式会社製品
テラバル型船用油清浄機
- ◇東方電機株式会社製品
船用気象模写受信装置
- ◇日本ヴィクトリック株式会社製品
ヴィクトリックジョイント各種
- ◇東京・北辰協同製作
北辰中村式オートパイロット
テレモーター

A B C

洋野物産株式会社 機械部

東京都丸の内一丁目六番地の一 東京海上ビル新館8階
電話 東京281局(代表)4521, 4531, 4541 (直通)9103-5
大阪・名古屋・門司・仙台・札幌・横浜・高松・広島・長崎・四日市



三菱防蝕亜鉛

CATHODIC PROTECTION ZINC

CPZ

CPZの用途

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



船尾に取付けたCPZ-8F

三菱金属鋳業株式会社

東京都千代田区大手町1丁目6番地 (大手ビル) 電話(231)2431, 3321, 4311
営業所 大阪, 札幌, 仙台, 新潟, 名古屋, 広島, 福岡

総代理店・三菱商事株式会社

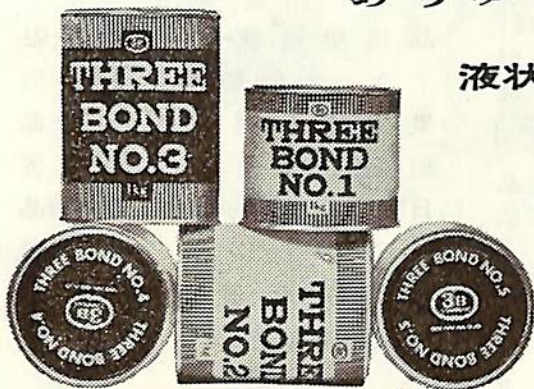
設計施工・日本防蝕工業株式会社



あらゆるもれを止める！

液状のパッキング……………

スリーボンド



ミスタースリーボンド

カタログ遊星

姉妹品

今までのシートにかわる液状パッキングです。ペースト状ですから、どんなところでも刷毛塗りするだけで、簡単に密着できます。そのため加工工程を著しく短縮し、コストダウンをはかることができます。耐油耐熱・耐水耐化学性等にすぐれていることも強味です。

スリーロイ スリーセメント

3B製品はもよりのガソリンスタンドでお求め下さい



●株式会社 東京スリーボンド

●本社 東京都新宿区角筈2の38 電話(368)1038, 6772, 8373

日本で最も権威のある ロープ 防腐剤

C.O.T 防腐剤

淡 褐 青 色 防 腐 強 力
寒 冷 不 凍 腐 微 絶 大
価 格 低 廉 耐 久 増 大

御採用官庁及各漁業会社

防 衛 庁	艦船用・自動車用ロープ防腐
海 上 保 安 庁	船舶用ロープ防腐
國 有 鉄 道 庁	貨車・自動車用ロープ防腐
林 野 庁	伐採及自動車用ロープ防腐
各 漁 業 会 社	大洋漁業・日魯漁業・日本水産・極洋捕鯨 宝幸水産その他の漁業会社で岩糸及ロープ 北洋以西以東底引漁業
石 炭 石 鉱 山	三菱鉱業・日本セメント・日鉄鉱業その他全国各鉱山

諸官庁で御使用の麻ロープにはC.O.T防腐加工と御点定されています。

漁 業

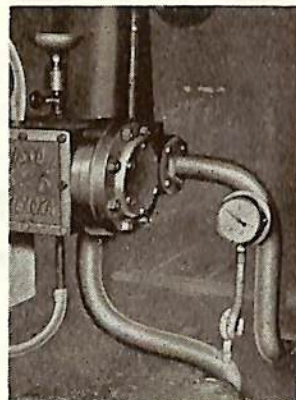
水産庁東海区水産研究所にて試験の結果優秀の御推賞を賜る。

御 使 用 法

- ☆ 製綱会社の方はロープ・岩糸・トワイン製造のとき麻綱油のかわりにC.O.T防腐剤を御利用下さい。
- ☆ 漁業者の方はC.O.T防腐剤を浸漬(どぶづけ)にて使用されても結構です。

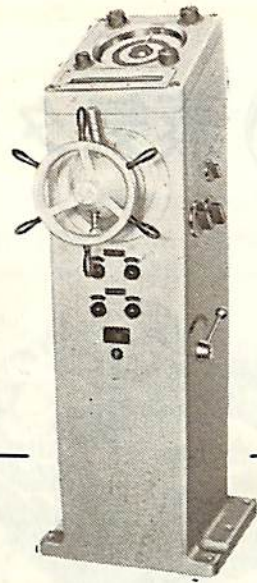
博 信 工 業 株 式 会 社

本 社 東京都港区芝西久保櫻川町6番地 TEL (581) 2391~4
工 場 埼玉県川口市前川町4丁目116番地



北辰=プラート・ジャイロコンパス

北辰オートパイロット



本社工場	東京都大田区下丸子町312	電話	東京(738)2141大代表
大阪支店	大阪市東区今橋4-1 三菱信託ビル	電話	大阪(23)2101・2102
神戸営業所	神戸市生田区栄町通1 住友ビル	電話	神戸(3)0429・7429
小倉営業所	小倉市浅野町2 小倉ステーション・ビル	電話	小倉(5)2964
広島営業所	広島市基町1 朝日ビル	電話	広島(4)3286・4137

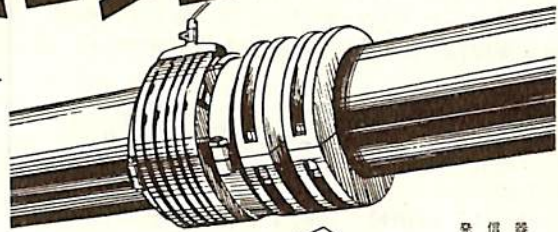


北辰電機



馬力測定のポイント!

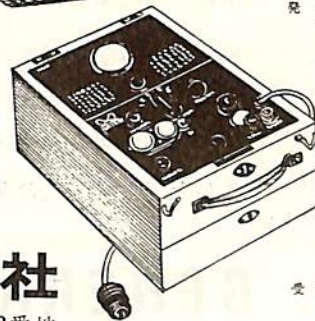
マイハック式トーションメーター



トーションメーター
 (精度良好、即時馬力算出可能)
 軸径50~600mm迄使用可能
 各種発信器あり

発信器

インヂケーター
 単式、連続式各種、低圧、真空の測定可能



受信器



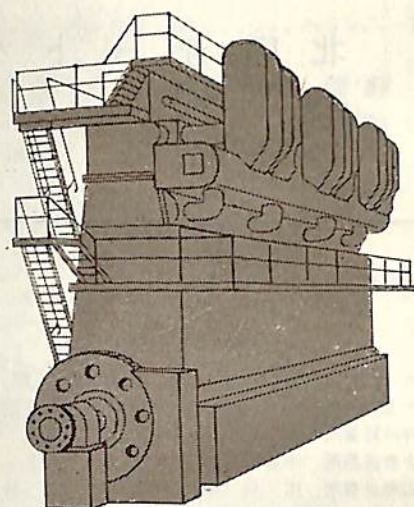
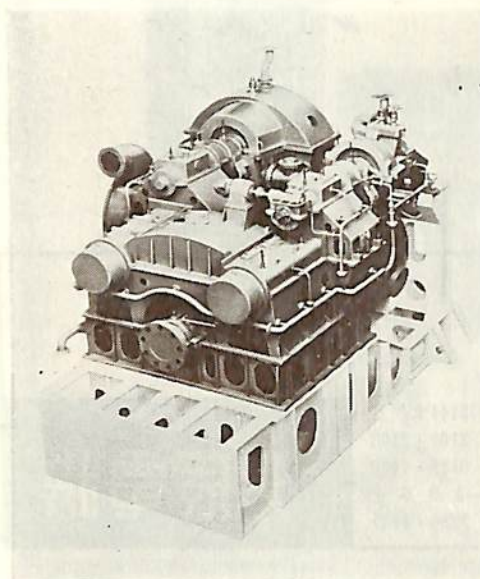
輸入総代理店

日精株式会社

本社 東京都港区芝田村町2丁目12番地
 電話 東京(591)8341(代)
 営業所 大阪・名古屋・小倉



蒸気タービンかディーゼルか？



長い間の懸案であり、また重要な問題であった蒸気タービンとディーゼルの比較について、有能な専門家が、GEのために公平な研究を行いました。

多年船舶設計家、造船家、運航者の間では蒸気タービンか？ディーゼルか？の問題が討議されて来たのですが、GE社では、錯綜するクレームを一掃するため貨物船とタンカーについて経済的な優位性を決定づける研究を広汎に行いました。

この研究を委託されたニューヨークの船舶建造設計技術の第一人者George G. Sharp Co. は各種の調査を実施し、蒸気タービンの決定的優位性を明らかにしました。

この調査は、経済性を比較する各種のデータを引出す方式や、分析の点でいくつかの部門にわけられ、その結果、船の性格が推進装置の選定をする上に見逃すことの出来ないこともわかりました。さらに油の消費量、運航費その他適切な事柄についても完全な調査がされています。

研究資料の詳細をさし上げます。右のクーポンをご利用下さい。

蒸気タービンとディーゼルとの経済性を技術的に比較した説明書をお送りします。宛先は

International General Electric Company
Department 20-12J, 150 East 42nd Street
New York 17, New York, U.S.A.

Please Provide me with technical information concerning the economic comparison of steam and diesel in:

Cargo Ships Tankers

NAME _____

TITLE _____

COMPANY _____

ADDRESS _____

CITY _____ COUNTRY _____

GENERAL  ELECTRIC

-U.S.A.-

塑性設計

楠田 忠雄

運輸技術研究所・溶接部

1. 塑性設計とは

最近あちこちで塑性設計という言葉聞くことが多くなってきた。それと同時に最も合理的な設計とは何かという問題について、あらゆる角度から検討されつつあることも最近の大きな話題であらう。これはひとり日本のみの傾向ではなく、世界各国においてもここ数年来活発に議論されている話題であるが、このような風潮を生み出した原因は塑性設計法の提案とこれに対する反論とが設計者の興味を引いたのと同時に、設計者自体が自分の立っている基礎をもう一度見直そうとしているためである。塑性設計と弾性設計との比較は構造物の種類によつて一概にいずれを可とすることも出来ないが、両者の長所欠点を知つてそれぞれの立場から問題を考へてみることはより優れた設計への近道であらう。

まず問題を限定して考へてみよう。

- 1) 構造物はその使用状態において、ぜい性破壊の起らないように、適当に材料の選定が行われているとする。

この問題は弾性設計、塑性設計の如何を問わず構造物が低い荷重のもとで破壊することのないよう、ぜい性破壊の点から十分に考慮されなければならない問題である。

- 2) 構造物に加わる荷重は静的でかつ各荷重点に対し一定の比率のもとに増加してゆくとする

構造物に働く荷重が静的なものであるか、または動的なものであるかの判定は、多分に経験的なものであるが、船体に働く荷重としては衝突、座礁、スランピング等を除いて他は一般に静荷重とみなすことが出来る。

一般の陸上構造物の場合には建造物の自重、載荷重量は勿論、風圧の場合でも常識的には静荷重とみなすことが出来る。また荷重は各作用点においてそれぞれ一定の比率のもとに単調に増加するものとし、繰返荷重等による疲労は起らないとしている。

- 3) 塑性域における挫屈、屈服その他の不安定現象は構造物の部材形状、寸法その他により適当に防止出来るものとする。

塑性域における構造物の不安定現象はそれ自体が構造設計上の大きな問題で、この問題の解決によつて初めて塑性設計が実用化されたといつても過言ではない。

以上のような条件が満たされておれば塑性設計が可能となるが、このような条件を前提として塑性設計と弾性設計の比較を行つてみよう。まず弾性設計の不合理な点を挙げれば

- 1) 構造用鋼に対して規格で要求している十数パーセントないし、二十数パーセントの延性のうち0.1ないし0.2パーセントの延性しか利用していない。
- 2) 不静定構造物にあつては、一部分が降伏しても応力の再配分が行われ、更に高い荷重に耐えることが出来るのにも拘らず、弾性設計ではこの応力再配分による構造物の余剰強度を考慮していない。すなわち弾性設計は予想している安全率以上に過度に安全側にある。
- 3) 静定構造と不静定構造とを比較してみると、部材を余計に使つて不静定にしたにもかかわらず弾性設計では耐え得る荷重がかへつて小さく出てくる。これは明らかに常識に反する。
- 4) 弾性設計では精密な弾性論にもつて応力を算定するとはいうものの、それはあくまで構造物全体としこの平均的な応力分布—例えば部材の曲げモーメント分布等—で実際の応力集中を厳密に計算しているのではない。従つて弾性限内の応力が働いている場合でも部分的には降伏する可能性があり、弾性設計ではこの部分的な降伏を考慮していないので、不正確であるともいえる。
- 5) 実際の構造物の場合には、譬えどんなに簡単な構造物でも厳密な弾性計算はかなり複雑で、何らかの簡易化を行う必要が生ずる。この簡易化は経験的に実際に即するように行われる。
- 6) 初期降伏にもつて定めた安全率は構造物の真の安全性に対する安全率と何ら関係がない。

以上のような弾性設計の欠点に対して、塑性設計の長所としては、

- 1) 構造用鋼の特性である伸びを十分に生かし、塑性域における挙動を考慮した設計が出来る。
- 2) 塑性域における応力の再配分を考へて、構造物の真の強さを算定出来る。従つて構造物の安全性を合理的に推定することが出来、部材重量を節約することが出来る。
- 3) 不静定構造物に対してもつとも合理的な部材配置が決定出来るとともに、経験的な規格に対してその理論的根拠を与えることが出来る。すなわち塑性設計の結果は常識とよく一致し、従来の経験あるいは勘に頼る

設計を系統化し、組織化することが出来る。

4) 計算方法は弾性計算に比して著しく簡単である。

等の利点が挙げられると同時に、理想的な設計である最小重量設計あるいは更に経済性を加味した最小経費設計への出発点ともなる。このように考えてくると塑性設計は万能な設計法であると誤解される恐れもあるので、次にその欠点をかかげてみると、

- 1) 船体に加わる波浪荷重のように変動する外力に対しては未だ研究の段階で、その安全性に対する保証は確立されるに至っていない。
- 2) 崩壊荷重の算定は容易であつても、撓み量の計算は簡単な骨組構造物の場合を除いてはかなり複雑で、崩壊前に許容撓み量を越すような構造物にあつてはその判定が困難である。

特に第1の変動荷重に対する制限は、塑性設計が現在陸上の建造物にのみ適用されるに止つて、橋梁、船舶、車輛等変動荷重を受ける構造物には適用されていないことの主な原因である。

以上弾性設計と比較しながら塑性設計の立場について触れてきたが、要するに塑性設計とは構造物の耐え得る最大荷重に基づいて安全率を定め設計を行う方法であるといえよう。この最大荷重は塑性域における崩壊、不安定現象、Shake down、許容撓み量等によつて定まるもので、単に塑性関節の発生による狭義の塑性崩壊に限定することなく、むしろ塑性設計を塑性域におけるあらゆる問題を包含した広義の設計法と考えるのが適当であると思われる。

塑性設計に対して使用状態で塑性変形が生じては困るという非難があるが、これは誤解に基くものである。最大荷重の計算は塑性域で行うが、安全率を考えた使用状態では勿論弾性範囲内で大きな塑性変形は生じない。局部的に応力集中によつて降伏しても、拘束された状態での塑性変形は弾性歪の程度で問題はなく、またこの種の局部的な塑性変形は従来の弾性設計でも避けられないものである。また塑性設計は不静定構造物に対して採用されるべきで、静定構造物の場合には従来の設計法と同じ結果が得られるように安全率が定められている。このことは安全率自体が経験的なものであるので、その数値は静定構造の場合に揃えてある。これによつて従来、静定構造物の場合の安全率が1.75であるような構造物の場合に、さらに多くの鋼材を使用して不静定構造とするとその安全率は2.34と大きくなってしまふというような矛盾がなくなるわけで、塑性設計の効果は不静定構造物に限るわけである。

2. 塑性設計法の現状

塑性設計の考えの芽生えは、1914年にハンガリーの Kazinczy によつて始められた。かれは両端固定の梁の最大荷重は3個の塑性関節が生じた時に到達されるということを実験的に確認し、ここに塑性設計のもつとも基礎的な仮定である塑性関節という概念が生れたわけである。ついで1917年にオランダの Kist が極限強度の考えを用いた設計法による梁の設計について論文を出し、その後の10年間ヨーロッパにおいて活潑に研究が進められた。1926年にはドイツの Grüning が小冊子を出版して、トラスの崩壊条件などがかなり詳しく論議されているが、その解析方法はかなり複雑で、また実験的裏付けも行われていなかった。1928年および29年には Maier-Leibnitz が連続梁について実験を行い、塑性設計による連続梁の解析が確固たる基礎の上に打ち建てられた。1932年には Bleich が矩形ラーメンの塑性設計法について議論しており、1931年には Girkmann が高階矩形ラーメンの近似解析法を提案している。1940年には米国の Van den Broek が極限設計という本を出版し、ここに基礎的概念の確立がなされたわけである。

しかし Van den Broek の計算と実験結果とは必ずしもよく一致しておらず、とくに塑性挫屈を伴う構造物の崩壊の説明にはかなり実験とかけはなれたものがあつた。ケンブリッジ大学の Baker およびそのグループはこの点に着目して戦後塑性挫屈の系統的实验を始めた。米国のリーハイ大学においても1946年以来 Johnston, Beedle, Thürlimann, Ketter らによつて相ついで柱の塑性挫屈の実験が行われ、構造物の一部として曲げおよび圧縮を受ける柱の塑性屈服等の不安定現象をも含めて実験とよく一致する理論が組立てられた。この間ケンブリッジおよびリーハイにおいて他の挫屈形式たとえば横倒れ挫屈、振り挫屈などの研究も活潑に行われ、塑性挫屈全般にわたつてその基礎が固められた。1951年には Baker, Horne, Heyman の共著による骨組構造の塑性設計が出版され、それに基づいて英国建築規格にも塑性設計が採用された。米国においては数年にわたる検討をへて、1957年に建築規格が改定され塑性設計が採用された。1958年にはこの新規格によつて十数例の建築物が建造されている。1956年に Neal は塑性設計法による構造物の解析 (The Plastic Methods of Structural Analysis) を出版し、また1958年に Beedle は Plastic Design of Steel Frame (John Wiley & Sons.) の中でリーハイ大学における大型模型実験結果を集大成している。更に1959年には Hodge が Plastic Analysis of Structures (McGraw-Hill) で理論体系の集大成を

行っている。

日本においても塑性設計の研究は1948年以来建築関係の分野において進められ、鉄骨鉄筋コンクリート構造の断面決定等に適用されている。1959年末には溶接協会の中に塑性設計研究委員会が設けられ、船体構造、圧力容器、建築、土木等の分野でその応用が開拓されつつある。特に船体構造の面では海事協会の規格改正委員会において慎重に検討が加えられつつあり、局部強度に関しては塑性設計の導入が考慮されつつある。また実験的研究も活発に行われており、石川高重工における受圧板の実験、あるいは三菱長崎造船所におけるタンカー模型の横強度実験等塑性域における構造物の強度研究が進められており興味ある結果が得られている。更に1960年には運輸省補助研究として高張力鋼を船体に採用した場合の塑性設計法の実験的研究が系統的に行われることになつている。

4. 上界, 下界定理その他

塑性設計において構造物の崩壊とは次のように定義されている。

“少くとも構造物の一部で有限な変形が荷重の増加なしに起りうるとき、この構造物は崩壊の状態にある”という。

構造物が崩壊する瞬間には次の三つの条件を満足していなければならない。

- i) 平衡条件
- ii) 塑性条件
- iii) 変形機構条件

平衡条件は外力と反力との釣合または微小面積における釣合条件を意味し、塑性条件は各部材の曲げモーメントの絶対値が塑性モーメント M_p を越えないことを意味している。また変形機構条件は構造物が崩壊するのに必要な塑性関節の数または塑性関節線の数満足していることを意味する。この三つの条件を弾性計算の場合と比較してみると次のようになる。

塑性設計	弾性設計
平衡条件: $\Sigma V = 0$ $\Sigma H = 0$ $\Sigma M = 0$	平衡条件: $\Sigma V = 0$ $\Sigma H = 0$ $\Sigma M = 0$
塑性条件: $ M \leq M_p$	弾性条件: $ M \leq M_y$
変形機構条件:	変形適合条件:

この表からわかるように塑性計算と弾性計算との大きな違いは最後の変形機構条件と変形適合条件にある。弾

性計算におけるこの変形適合条件式は計算を著しく複雑にするので、不静定の次数が高くなるにつれて計算に要する時間は加速度的に増大するが、塑性計算における変形機構条件は基本崩壊形式を組み合わせるだけで直ちに得られるので所要時間は極めて少なく済む。

構造物の崩壊の定義から次の定理が導かれる。

“崩壊の状態にある構造物では曲げモーメントは構造物の変形する際に変化しない。”

この定理の証明は次の如くにして出来る。

荷重 P_i が微小量 dP_i だけ増したときの変位、曲げモーメント、曲率および関節回転角の増分をそれぞれ $du_i, dM_i, d\rho_i$ および $d\theta_i$ とすれば、荷重 $P_i + dP_i$ とモーメント $M_i + dM_i$ とは釣合つているので増分同士の dP_i と dM_i ともまた平衡状態にある。それぞれの増分に対して仮想仕事の原理より

$$\Sigma dP_i du_i = \int \frac{dM_i}{d\rho_i} (d\rho_i)^2 ds + \Sigma \frac{dM_i}{d\theta_i} (d\theta_i)^2 \quad (1)$$

崩壊時には荷重の増加はないので、 $dP_i = 0$ 、また関節における曲げモーメントも回転角に対して変化しない。従つて $\frac{dM_i}{d\theta_i} = 0$ 、また正負の曲げモーメントのいずれに

対しても曲率は曲げモーメントと同符号をもつので $\frac{dM_i}{d\rho_i} > 0$ 、従つて (1) 式にこれらの条件を代入して

$$d\rho_i = 0 \quad \text{かつ} \quad dM_i = 0 \quad (2)$$

すなわち塑性崩壊の過程においては曲げモーメントの分布には変化がなく、塑性関節の回転のみによつて撓みが増大することが証明されたわけである。

上界定理:

“崩壊形式を仮定して求めた荷重はつねに真の崩壊荷重より大きいか高々等しい。”

証明:

いま構造物は崩壊の状態にあり、崩壊荷重を P_i 、それに対応するモーメントを M_i とする。任意の他の崩壊形式を考えてその関節回転角を θ_i' 、対応する荷重点の変位を u_i' 、そのときのモーメントを M_i' 、またこれに釣合う外力を P_i' とすれば、

$$\Sigma P_i' u_i' = \Sigma M_i' \theta_i' = \Sigma M_p |\theta_i'| \quad (3)$$

$$\Sigma P_i u_i = \Sigma M_i \theta_i \quad (4)$$

然るに $-M_p \leq M \leq M_p$ であるから従つて

$$P_i \leq P_i' \quad (\text{証明終}) \quad (5)$$

この定理は崩壊形式をまず仮定することによつて構造物にある拘束を加え、従つて高めの荷重が得られることを示している。またこの高めの荷重に対しては塑性条件が満たされていない可能性も多分にある。それ故上界定理を用いて解を求める場合には最小の崩壊荷重を見出す

ように工夫しなければならぬ。また得られた解に対しては塑性条件が満足されているかどうか吟味する必要がある。

下界定理:

“平衡条件と塑性条件とより求めた荷重はつねに崩壊荷重より小さいか高々等しい。”

証明:

崩壊の状態にあるときの諸量を P_i, u_i, M_i, θ_i とする。ついで塑性条件を満足しかつ荷重 P_i' と平衡状態にあるモーメントを M_i' とすれば

$$\Sigma P_i u_i = \Sigma M_i \theta_i = \Sigma M_p |\theta_i| \quad (6)$$

$$\Sigma P_i' u_i = \Sigma M_i' \theta_i \quad (7)$$

然るに $-M_p \leq M \leq M_p$ であるから従つて $P_i' \leq P_i$ (証明終) (8)

この定理は構造物が自動的に最大の荷重を担うよう構造物自体で調節することを示している。また平衡条件と塑性条件を満足する解は崩壊形式を満足していない可能性もある。従つて下界定理を用いて解を求める場合には最大の崩壊荷重を求めるように工夫するとともに、得られた解について崩壊形式が満足されているかどうか吟味する必要がある。

唯一性定理:

平衡条件、塑性条件ならび崩壊条件を満足する解が一つ存在し、ただ一つに限るといふ解の唯一性は上界定理と下界定理を組み合わせれば直ちに得られる。すなわち下界定理より真の崩壊荷重 P_c より大きい荷重 P が静的に許容であることは不可能であり、さらにまた上界定理より、 P_c より小さい荷重が崩壊条件を満足することも不可能である。従つて解の唯一性の定理は次のように述べられる。

“もし与えられた構造ならびに荷重状態に対して少くとも一つの静的に許容な曲げモーメントの分布が見出され、かつまたこの曲げモーメント分布が崩壊条件を満足するならば、その曲げモーメント分布に対応する荷重はその構造物の真の崩壊荷重である。”

なお上界定理は Greenberg ならびに Prager により、また下界定理は Greenberg, Prager, Horne によつて証明され、唯一性定理は Horne によつて証明された。

これらの基本定理を応用すれば塑性設計法の計算を行うことが出来るわけであるが、これらの定理に基づいていくつかの方法が考案されており、これを大別すれば次のとおりである。

上界定理に基づく方法:

(1) 変形機構法 (Mechanism Method)

(2) 関節回転法 (Generalized Hinge Rotation Method)

(3) 荷重相関法 (Load Interaction Method)

下界定理に基づく方法:

(4) 塑性モーメント配分法 (Plastic Moment Distribution Method)

(5) 平衡法 (Equilibrium Method)

(6) 不等式法 (Method of Inequality)

これらの方法は主として骨組構造に適用されるものである。ここでは例題をあげて説明することは省略し、船体構造の如く板構造を主体とした構造物についての解析法について述べることにする。なお上述の方法の説明については“溶接技術”の昭和34年1月号から12号迄11回にわたつて行つた講義“塑性設計入門”を参照して頂きたい。

4. 板構造の塑性設計法

骨組構造に対する塑性設計法が体系づけられ、ほとんど完成に近い状態にあるのに反して、板あるいは殻構造に対する塑性設計法はここ数年ようやく活発に研究が始められた状態で、まだ体系づけられるには至っていない。例えば面に垂直な荷重を受ける平板に対する解析はある程度行われているが、膜応力をも含めた一般解は未だ導かれていない。従つてここではまず膜応力を無視した曲げ理論について述べ、膜応力については特殊な場合すなわち縦横比のかなり大きい矩形板についてのみ触れることにする。

a) 円板の塑性解析

円板が面に垂直な軸対称荷重を受ける場合については厳密解を求めることが出来る。このときの主モーメントは半径方向のモーメント M_r と円周方向のモーメント M_ϕ となる。極座標を R, ϕ とすれば、曲率速度ベクトル \dot{K}_r と \dot{K}_ϕ とは撓み速度 \dot{W} より

$$\dot{K}_r = -\frac{d^2 \dot{W}}{dR^2}, \quad \dot{K}_\phi = -\frac{1}{R} \cdot \frac{d\dot{W}}{dR} \quad (9)$$

で与えられる。円板の問題では梁の場合と全く異り、剛体変形は一般に許容されない。たとえ $\frac{d^2 \dot{W}}{dR^2} = 0$ すなわち半径方向の曲率変化が零でも円周方向の曲率はなお変化し得る。唯一の例外は $\dot{W} = \text{一定}$ の場合で、これは板が垂直方向に純粋に剛体移動している場合である。剛体移動がこのように規定されているので、もはや有限な数の降伏関節によつて円板を剛体部分に分ける解を見出すことは出来ない。すなわち円板は全面的にあるいは少くともある有限な撓りをもつて降伏しなければならぬ

い。

梁と板とのもう一つの違いは釣合方程式が全領域に対して立てられなくなり、微小面積について釣合を考えなければならないことである。円板に対する垂直方向の力およびモーメントの釣合より

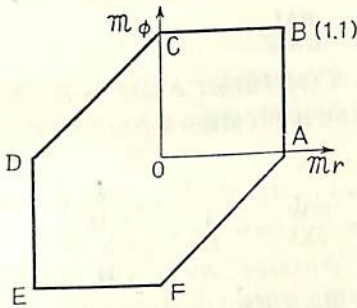
$$\frac{d}{dR}(RS_r) + RP = 0 \quad (10)$$

$$\frac{d}{dR}(RM_r) - M_b - RS_r = 0 \quad (11)$$

荷重 P は半径 R のみの函数であるので、(10) 式は直ちに積分出来る。剪断力 S_r を消去するためにそれを (11) 式に代入すると

$$-\frac{d}{dR}(RM_r) - M_b = -\int_0^R RP(R)dR = -\bar{P}(R) \quad (12)$$

降伏条件として Tresca の条件を採用すれば、主モーメント m_r, m_b とを用いて第 1 図のように表わすことが出来る。ただし m_r, m_b は主モーメント M_r, M_b を板の塑性モーメント M_p で割った無次元量である。



第 1 図 Tresca の降伏条件

すなわち $m_r = \frac{M_r}{M_p}, m_b = \frac{M_b}{M_p}, M_p = \sigma_0 \cdot H^2$ で、

$2H$ は板厚である。また σ_0 は一軸引張りの時の降伏点である。

(例題) (i) 等分布荷重を受ける周辺単純支持の円板
円板の半径を A として次の無次元量を導入する。

$$r = \frac{R}{A}, \quad p = \frac{PA^2}{6M_p} \quad (13)$$

ただし P は単位面積当りの荷重の大きさである。また $'$ は r についての微分を表わす。(12) 式より P を一定とすれば

$$(rm_r)' - m_b = -3pr^2 \quad (14)$$

単純支持縁 $r=1$ において、境界条件は

$$m_r = 0$$

また中心では

$$m_r = m_b$$

である。

もし板の全領域が塑性状態にあるとすれば、第 1 図の辺 BC の領域に対応するので、 $M_b = M_p$ 故に $m_b = 1$ 、この結果を (14) 式に代入すれば直ちに

$$m_r = 1 - pr^2$$

$$r=0 \text{ で } m_r = 1, \text{ すなわち } m_r = m_b$$

$$r=1 \text{ で } m_r = 1 - p = 0$$

$$\text{故に } p = 1$$

$$\text{従つて解 } m_r = 1 - r^2, m_b = 1, p = 1 \quad (15)$$

が静的許容であり、少くとも崩壊荷重の下限を与えることになる。また (15) 式の解が速度場を満足しておれば動的許容となる。第 1 図の領域 BC 上での速度は

$$\dot{w} = \dot{w}_0(1-r) \quad (16)$$

でなければならない。ただし $\dot{w} = \dot{W}/H$ で \dot{w}_0 は板の中央での値である。(16) 式は板の中央における集中した関節円を表わしており、この中央の点は第 1 図の B 点に対応している。傾斜角の不連続があつてもよい。従つて (15) 式の静的許容解は同時に (16) 式の速度場をもつて動的許容でもあり得る。故に (15) 式は厳密解である。

(例題) (ii) 等分布荷重を受ける周辺固定の円板

この場合も例題 (i) と同じく、板の中心は第 1 図の B 点に対応している。然し周辺においては負のモーメントが働いている。もし周辺において塑性関節円がないとすれば、 $r=1$ で傾斜角および撓み速度のいずれもが零でなければならない。これら二つの条件を同時に満足しかつ零でない速度を有する場合は存在しない。従つて $r=1$ では関節円が出来ていなければならない。 $r=1$ では $m_r = -1, m_b = 0$ であるので第 1 図の D 点に対応している。今領域 BC および CD よりなる応力状態を仮定し、 C 点が丁度円板上の $r=\eta$ に対応しているとして η を決定する。

$0 < r < \eta$ に対しては前の例と同じようにして

$$m_r = 1 - pr^2 \quad (17)$$

$$m_b = 1 \quad (18)$$

C 点に対応する $r=\eta$ の円周上では第 1 図より

$$m_r(\eta) = 0$$

故に (17) 式より

$$p\eta^2 = 1 \quad (19)$$

$\eta < r < 1$ に対しては領域 CD が対応する。従つて第 1 図で直線 CD は軸と 45° に交わるから

$$m_b - m_r = 1 \text{ あるいは } m_b = m_r + 1 \quad (20)$$

(14) 式に (20) 式を代入すれば

$$(rm_r)' - m_r = 1 - 3pr^2$$

$$\therefore m_r = \frac{1}{r} - 3pr$$

$$\therefore m_r = \log r - \frac{3}{2} pr^2 + c$$

$$r=1 \text{ において } m_r = -1$$

$$\text{故に } c = \frac{3}{2} p - 1$$

$$\text{従つて } m_r = \log r + \frac{3}{2} p(1-r^2) - 1 \quad (21)$$

$$m_\phi = \log r + \frac{3}{2} p(1-r^2) \quad (22)$$

$r=\eta$ においてこの解は C 点に対応しなければならない。

$$\text{故に } m_r(\eta) = \log \eta + \frac{3}{2} p(1-\eta^2) - 1 = 0 \quad (23)$$

(19) 式を (23) 式に代入すれば結局

$$3p - \log p - 5 = 0 \quad (24)$$

この超越方程式の根が崩壊荷重の下限 p^- を与える。すなわち

$$p^- = 1.876 \quad (25)$$

b) 矩形板の塑性解析

前節の円板の問題では厳密解を得ることが出来たが、これは問題が中心対称であるからで、一般の板の場合には厳密解を見出すことは極めて困難で、今までにいくつかの例しか解かれていない。一般の板の場合には主モーメントの方向がわかつていないので、Tresca の条件を用いても何ら利点はない。従つてここでは Mises の降伏条件式を用いることとする。Mises の降伏条件

$$\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2 = \sigma_0^2 \quad (26)$$

を無次元モーメントの項で書直すと

$$m_x^2 - m_x m_y + m_y^2 + 3m_{xy}^2 = 1 \quad (27)$$

となる。ただし $m_x = \frac{M_x}{M_p}$, $m_y = \frac{M_y}{M_p}$, $m_{xy} = \frac{M_{xy}}{M_p}$

で σ_0 は一軸引張の降伏応力である。

曲げモーメントと曲率速度との積は内部仕事量であるから、全内部エネルギーの散逸率 D_i は

$$D_i = \frac{M_p}{H} \int_S (m_x \dot{k}_x + m_y \dot{k}_y + m_{xy} \dot{k}_{xy}) ds \quad (28)$$

となる。ただし $\dot{k}_x = H \dot{K}_x$, $\dot{k}_y = H \dot{K}_y$, $\dot{k}_{xy} = H \dot{K}_{xy}$ で、積分は全面積について行われる。

降伏条件 $\Phi(m_x, m_y, m_{xy}) = 1$ と曲率速度との関係は、塑性流れの理論より

$$\dot{k}_x = \mu \frac{\partial \Phi}{\partial m_x}, \quad \dot{k}_y = \mu \frac{\partial \Phi}{\partial m_y}, \quad \dot{k}_{xy} = \mu \frac{\partial \Phi}{\partial m_{xy}} \quad (29)$$

で与えられるので、(27) 式を (29) 式に代入すれば

$$\begin{aligned} \dot{k}_x &= \mu(2m_x - m_y), & \dot{k}_y &= \mu(2m_y - m_x), \\ \dot{k}_{xy} &= 6\mu m_{xy} \end{aligned} \quad (30)$$

で表わされる。ただし μ は正のスカラー量である。

(28) 式に (30) 式を代入すると、(27) 式を利用して

$$D_i = \frac{2M_p}{H} \int_S \mu ds \quad (31)$$

また (30) 式と (28) 式よりモーメントの項を消去すると

$$\begin{aligned} D_i &= \frac{M_p}{H} \cdot \frac{2}{3} \int_S (\dot{k}_x^2 + \dot{k}_x \dot{k}_y + \dot{k}_y^2 \\ &\quad + (\dot{k}_{xy}/2)^2) / \mu \cdot ds \end{aligned} \quad (32)$$

(31) 式と (32) 式とを微分して等しいとおき、 μ を求めれば

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{3}} (\dot{k}_x^2 + \dot{k}_x \dot{k}_y + \dot{k}_y^2 + (\dot{k}_{xy}/2)^2)^{1/2}$$

$$\text{故に } D_i = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{M_p}{H} \int_S (\dot{k}_x^2 + \dot{k}_x \dot{k}_y + \dot{k}_y^2 + (\dot{k}_{xy}/2)^2)^{1/2} ds \quad (33)$$

無次元量として次の量を導入する。

$$w = W/A, \quad x = X/A, \quad y = Y/A$$

$$\alpha = s/A^2, \quad d_i = \frac{\sqrt{3}}{2M_p} \cdot \frac{D_i}{H} \quad (34)$$

$$p = \frac{PA^2}{6M_p}$$

ただし X, Y は直角座標、 A は板の一辺の長さである。 w の添字はそれぞれ偏微分を表わすとすれば、曲率速度は

$$\begin{aligned} \dot{K}_x &= -\frac{\partial^2 \dot{W}}{\partial X^2} = -\frac{1}{H} \cdot \frac{\partial^2 \left(\frac{\dot{W}}{H} \right)}{\partial \left(\frac{X}{H} \right)^2} \\ &\quad - \frac{1}{H} \cdot \frac{\partial^2 \dot{w}}{\partial x^2} \end{aligned}$$

また $\dot{k}_x = H \dot{K}_x$

故に $\dot{k}_x = -\dot{w}_{xx}$ 同様に $\dot{k}_y = -\dot{w}_{yy}$, $\dot{k}_{xy} = -2\dot{w}_{xy}$

これらの関係を (33) 式に代入しかつ (34) 式の無次元量を使えば、内部エネルギーの散逸率の無次元量 d_i は結局

$$d_i = \int_\alpha (\dot{w}_{xx}^2 + \dot{w}_{xx} \dot{w}_{yy} + \dot{w}_{yy}^2 + \dot{w}_{xy}^2)^{1/2} d\alpha \quad (35)$$

次に与えられた圧力分布 $P(X, Y)$ に対する外部エネルギーの散逸率は速度場 \dot{w} に対して

$$D_e = \int_S P \dot{w} ds$$

無次元量を用いて書き直すと

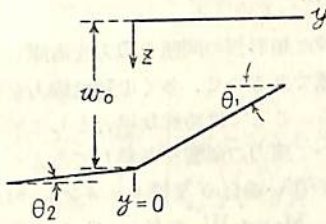
$$d_e = 3\sqrt{3} \int_\alpha p w d\alpha \quad (36)$$

上界定理より速度場 \dot{w} に関連した動的許容係数 σ^+ は

$$\sigma^* = d_i/d_e \quad (37)$$

で与えられる。

(35) 式で w の x および y に関する二階微分が全領域において存在すると仮定しているが、一般には (35) 式の積分領域は数学的には複雑で積分は困難である。この困難さを避ける一つの方法は、撓み曲面の傾斜の不連続線すなわち塑性関節線をもつ速度場を考えることである。そうすればこの関節線に沿って散逸エネルギーを計算することが出来る。今、関節線に沿って短い長さ Δl を考える。この関節線に沿って x 軸を、またそれに直角に y 軸をとる。第2図はこの関節線の拡大図である。



第2図 不連続な傾斜

散逸エネルギーを計算するために関節線の位置を中心に短い巾 $2e$ をとり、撓み w を連続な傾斜の函数として表わす。今考えている点の関節の垂直変位を w_0 とすれば、

$$w = w_0 + \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} \cdot y + \frac{\theta_1 - \theta_2}{2} \cdot y^2 \quad -e < y < e \quad (38)$$

は両端での傾斜、 $w_y(-e) = \theta_2$ 、 $w_y(e) = \theta_1$ を満足し、 e が 0 に近づいたとき中央の撓み w_0 に近づく。もし巾 e および関節線の長さ Δl が十分に小さければ、 w_0 はその近傍で一定と考えられ、従つて w の二階微分のうち 0 でないものは

$$w_{yy} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{2e}$$

のみとなる。従つて (35) 式のエネルギーは容易に計算出来、

$$d_i = \dot{\theta} \Delta l \quad (39)$$

となる。ただし $\theta = |\theta_1 - \theta_2|$ で傾斜の不連続量である。一般に関節線の切線と x 軸とは平行ではないので、 x および y 方向の不連続角 θ_x 、 θ_y を用いて関節線に垂直な不連続角 θ を表わせば、 $\theta^2 = \theta_x^2 + \theta_y^2$ 故に全エネルギーの散逸率は長さ l の関節線に沿つて、

$$d_i = \int_0^l \dot{\theta} dl = \int_0^l \sqrt{\dot{\theta}_x^2 + \dot{\theta}_y^2} dl \quad (40)$$

で表わされる。

崩壊荷重の下界を見出すためには静的許容応力場を求

めなければならない。微小面積に対する釣合方程式をモーメントの項で表わせば、

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial X^2} + 2 \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial X \partial Y} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial Y^2} + P = 0 \quad (41)$$

また無次元量で書き直せば

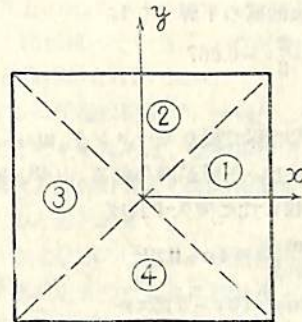
$$\frac{\partial^2 m_x}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 m_{xy}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 m_y}{\partial y^2} = -6p \quad (42)$$

崩壊荷重の下界は (42) 式の釣合方程式と境界条件を満足すると同時に降伏条件

$$m_x^2 - m_x m_y + m_y^2 + 3 m_{xy}^2 \leq 1 \quad (43)$$

を満足しなければならない。

(例題) 等分布荷重を受ける周辺単純支持の正方形板 正方形板の変形がピラミッド状になる場合の撓み函数 w を考える。正方形板の一辺の長さを $2A$ とすれば、第3図の各領域に対して、



第3図 正方形板の崩壊形式

$$\textcircled{1}: w = \delta(1-x) \quad -x < y < x, \quad x > 0$$

$$\textcircled{2}: w = \delta(1-y) \quad -y < x < y, \quad y > 0$$

$$\textcircled{3}: w = \delta(1+x) \quad x < y < -x, \quad x < 0$$

$$\textcircled{4}: w = \delta(1+y) \quad y < x < -y, \quad y < 0$$

ピラミッドの各辺は平面のままであるので、内部エネルギーは $y = \pm x$ の関節線に沿つて蓄えられる。撓み w の形より直ちに不連続な角の大きさは

$$\dot{\theta}_x = \dot{\theta}_y = \dot{\delta}$$

また関節線の長さは $1/4$ の関節線で $\sqrt{2}$ である。従つて (40) 式にこれらの値を代入して

$$d_i = 8 \dot{\delta}$$

外力のなす仕事は (36) 式より

$$d_e = 8(3\sqrt{3}) \int_0^1 dx \int_0^x p_0(1-x) dy = 4\sqrt{3} p_0 \delta \quad (45)$$

(44) 式と (45) 式とを等しいとおけば崩壊荷重の上界 p^* は

$$p^* = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1.155 \quad (46)$$

下界を見出すためには (42) 式および (43) 式を満足し、かつ境界条件を満足しなければならない。境界条件は

$$m_x(\pm 1, 0) = m_y(0, \pm 1) = 0 \quad (47)$$

である。これらの境界条件を満足する解として

$$m_x = c(1-x^2), \quad m_y = c(1-y^2), \quad m_{xy} = 0 \quad (48)$$

を考える。釣合方程式 (42) 式に代入すれば

$$c = \frac{3}{2} p \quad (49)$$

が得られる。(48) 式と (49) 式を塑性条件式 (43) 式に代入すれば、

$$\frac{9}{4} p^2 [1 - x^2 - y^2 + x^4 - x^2 y^2 + y^4] \leq 1$$

この不等式の左辺の最大値は明らかに (0, 0), (0, ± 1), (± 1 , 0) の点に生ずる。この最大値 $\frac{9}{4} p^2$ を 1 に等しいとおけば崩壊荷重の下界 p^- は

$$p^- = \frac{2}{3} = 0.667 \quad (50)$$

となる。

もし (48) 式の解で振りモーメント m_{xy} が 0 でないとすれば、若干よい下界が得られる。(48) 式の m_x および m_y を (42) 式に代入すれば

$$2 \frac{\partial^2 m_{xy}}{\partial x \partial y} = 4c - 6p$$

$$\text{故に} \quad m_{xy} = (2c - 3p)xy \quad (51)$$

このモーメント m_x , m_y , m_{xy} は釣合方程式と境界条件とを満足する。従つて塑性条件式に代入すれば、

$$c^2(1-x^2-y^2+x^4-x^2y^2+y^4) + 3(2c-3p)^2x^2y^2 - 1 \leq 0 \quad (52)$$

(52) 式の最大値は (0, 0), (0, ± 1), (± 1 , 0), (± 1 , ± 1) の諸点で生ずるので、これらの値を (52) 式に代入すると

$$c^2 - 1 \leq 0 \quad \text{および} \quad 3(2c - 3p)^2 - 1 \leq 0$$

が得られる。第 2 の式は c が最大のとき p が最大となることを示しているので、第 1 の式より $c=1$ 、また第 2 の式に代入して

$$p^- = \frac{6 + \sqrt{3}}{9} = 0.859 \quad (53)$$

を得る。このようにして崩壊荷重の上下界を見出すことが出来るが、適当な修正を行えば曲線状の境界を有する板の解も求めることが出来るであろう。

この解法は "Fracture Line Theory" として多くの文献に現われているが、最初に Johansen によつて 1932 年に提案されたものである。数多くの解が提案されているにも拘らず、Prager によつて解かれた一例を除いては上界の精度を吟味するために下界を求めた研究

は殆んどない。また (46) 式と (53) 式との結果からわかるように、上下界の間は未だかなり広く、正方形板に限つたとしてもこの問題は未だ完全には解かれていない。

c) 板の塑性曲げにおよぼす膜力の影響

鋼板のように十分に延性のある材料を用いて行つた平板の実験によつて、板は弾性限を越えても大きな負荷能力を維持していることがよく知られている。これは弾性限を越えて塑性曲げの状態になるとともに、膜力が生じ、これによつて荷重が支えられるからである。従つて板の塑性曲げの問題においては膜力の影響を無視することが出来ない。

しかし一般に矩形板の問題を膜力を考慮して解くことは極めて困難であるので、多くの解は膜力を省略して求められている。ここでは特殊な場合として無限長の固定矩形板について膜力の影響を考察してみよう。

まず膜力のない場合の塑性モーメント M_p は板厚を $2H$ として、 $M_p = \sigma_p H^2$ で与えられる。降伏条件として円板の例のように Tresca の条件を使えば $\sigma_p = \sigma_0$ で単純引張りのときの降伏応力 σ_0 と一致するが、もし Mises の条件を使えば平面応力のときの Mises の式より

$$\sigma_p = \frac{\sigma_0}{\sqrt{1-\nu+\nu^2}} = 1.156 \sigma_0 \quad (54)$$

(ただし $\nu = 1/2$)

となる。今膜応力の大きさを σ_s とすれば、膜力のあるときの塑性モーメント M_{pm} は

$$M_{pm} = M_p [1 - (\sigma_s/\sigma_p)^2] \quad (55)$$

で与えられる。また板の傾斜を θ とすれば中央面における歪 ϵ は

$$\epsilon = \theta H \frac{\sigma_s}{\sigma_p} \quad (56)$$

で与えられる。

荷重の小さい間は板は全く弾性的にふるまう。荷重が次第に増してゆくに連れてまず板の固定端に塑性関節が出来るが、この時板は端で回転角 θ と変位 ϵ を生ずる。この状態は端部での固着度が減少した場合に相当すると考えて、固着度をパラメーターとして弾性的に取扱うことが出来る。(55) 式を無次元化するために次の諸量を導入する。

$$\text{板の寸法に関する量: } F = \frac{HA^2}{2D} \sigma_p$$

$$\text{膜応力に関する量: } U = \frac{HA^2}{2D} \sigma_s$$

$$\text{塑性モーメントに関する量: } m = \frac{A^2}{2DH} M_{pm}$$

ただし A は固定端間の板巾, D は板の曲げ剛性 = $\frac{8EH^3}{12(1-\nu^2)}$, $2H$ は板厚である. 従つて (55) 式は

$$m = F(1 - (U/F)^2) \quad (57)$$

(57) 式は端部に塑性関節の出来た後の固定端モーメント m と膜力 U との間の関係を与える.

更に荷重が増大してゆくと, 板の中央に塑性関節が出来る. このときのモーメントの釣合の式は撓みを二つの折線に近似して

$$P = \frac{8}{A^2} (2H\sigma_s \cdot W_{max} + 2M_{pm}) \quad (58)$$

で与えられる. ただし P は等分布荷重の大きさ, W_{max} は板の中央での撓みである. 膜力のないときの崩壊荷重 P_0 は

$$P_0 = \frac{8}{A^2} \cdot (2M_p) \quad (59)$$

となる. (58) 式と (59) 式との比をとると

$$\frac{P}{P_0} = 1 - \left(\frac{\sigma_s}{\sigma_p}\right)^2 + 2\left(\frac{\sigma_s}{\sigma_p}\right) \left(\frac{W_{max}}{2H}\right) \quad (60)$$

膜力が降伏応力に達したときは $\sigma_s/\sigma_p = 1$ で, (60) 式より

$$\frac{P}{P_0} = 2 \cdot \left(\frac{W_{max}}{2H}\right) \quad (61)$$

となる. (57) 式と (61) 式との間の状態に対しては板の撓み形を等価膜の撓み形と同じと仮定すれば (σ_s/σ_p) と ($W_{max}/2H$) との関係は

$$\frac{\sigma_s}{\sigma_p} = \frac{8 \left(\frac{W_{max}}{2H}\right)^2}{F + 24 \left(\frac{W_{max}}{2H}\right)} \quad (62)$$

となり, (62) 式で $\sigma_s/\sigma_p = 1$ とおくと

$$\frac{W_{max}}{2H} \geq 3, \quad \frac{P}{P_0} \geq 6 \quad (63)$$

となる. すなわち全面塑性膜応力の状態に入るのは板厚の3倍以上の撓みを生じてからで, また膜力のない場合の崩壊荷重の6倍以上の荷重をかけなければならない.

5. 船体構造への応用の可能性

日本海事協会規則改正専門委員会において船底外板, 船底縦通肋骨, 船側外板等の改正が採り上げられ審議されているが, 船底外板については塑性関節が板に生じない条件に基づいて改正規則が決定された. 船底縦通肋骨については三菱長崎造船所で塑性設計の面から検討が加えられ専門委員会に報告されているが, その計算結果によれば,

(1) 船底縦通肋骨の形状係数は板を全断面有効として, 1.4ないし1.5となる.

(2) 船底外板付縦通肋骨の塑性モーメントにおよぼ

す軸力の影響は $\sigma_s/\sigma_0 = 0.33 \sim 0.6$ の範囲に對して

$A_F/A_P < 0.35$ のときは10%以下,

$0.40 < A_F/A_P < 0.45$ のときは10%ないし15%,

$A_F/A_P \approx 1$ となると軸力に逆比例して塑性モーメントが減少する. ただし A_F は山形鋼の断面積で, A_P は板の断面積である. 実船の場合には貨物船で $A_F/A_P = 0.20 \sim 0.30$, タンカーで $A_F/A_P = 0.35 \sim 0.45$ であるので, 軸力の影響は小さい.

(3) 現行ルールはスパン l あるいは軸力によつて, 塑性設計から要求される, 最小断面に対する安全率が著しく異つている.

(4) 弾性計算による破壊強度と塑性設計による破壊強度との比はストラットのある場合とない場合とで相当異つている. この両者は同一の安全率をとるのが合理的である.

以上要するに船種に拘らず, 腐蝕代, 疲労, 工作上の影響等一定と考えるならば, 安全率は同一にとるべきであつて, 現状と弾性計算との間の相違もこれによつて説明されるものと思われる.

塑性設計の立場からは部材の最終強度のみを検討するので, 安全率が定まつたときに設計荷重に対して構造物の変形, 撓みを検討しておく必要があり, また繰返し荷重に対する検討も十行われなければならないのは勿論である.

また運輸技研の秋田博士は小型船の甲板強度を塑性設計の立場から検討している. この例においては500T型の貨物船で船倉内の柱をとり去り, 代りにWeb Frameを設けたときの必要なWeb Frameの寸法を求めている. その結果塑性設計の計算結果は海事協会の内規に極めて近く, 一方弾性計算の結果はかなり常識に反することが明らかにされた. この例からもわかるように, 海事協会規則の理論的裏付けは弾性計算によるよりも塑性設計に基づいた方がより明確に行うことが出来る部分があることが明らかにされ, 今後この方面の研究が活潑になるものと思われる.

特に局部強度に関連して縦横に補強された防撓板の防撓材の寸法, 形状の問題は最小重量設計法とも関連して塑性設計のよい応用問題であり, また各縦通材, 肋骨等の部材寸法は長崎造船所における実験結果からして横倒挫屈の面から再検討を要するものと思われる. その他, 端部結合としての肘板の形状寸法もリーハイ大学におけ

(935頁へつづく)

内業工場の合理化

林 一 男
三井造船株式会社玉野造船所造船工部部長
照 沼 六 郎
同造船課内業係長

I ま え が き

終戦後に迎えた暗澹たるわが国の造船界にあつて昭和29年秋以来の輸出船ブームと、更にスエズ動乱による昭和32年の一時的活況は、わが国造船業界に革命的な変化を齎らし、生産能力において世界屈指の造船国としての素地を作る原動力となつた。

併し、その後の海運界の低迷による不況とこれに加えて貿易自由化の大勢は世界市場に直結せざるを得ないわが国造船業界がその競争力を世界水準以上に引上げるためには、好むと好まざるとにかかわらず第二次合理化を推進しなければ生残つて行けない時期に直面しているものと考えられる。

第一次の合理化を齎らした主な要因は船殻の鉄構造から溶接構造への転換と、これに伴うブロック建造方式への移行および船型の大型化であつたが、現在は更に船型の超大型化と専門化の傾向に伴い、製鋼技術の開発、材料加工法の新方式への切替およびアーク溶接に代るべき新溶接方法の研究等これに即応した技術の発展と合理化、および高能率、高賃金による船価の通減を目標に第二次合理化は推進されなければならない。

この二つの目標の内前者はさておき、船価の低減に対しては造船所の生産部門の努力で達成しなければならないもので、最終的には工費の節減と建造期間の短縮の二つに集約される。このために建造の各過程において是等を達成するための施策を強力に進めなければならない。これが今日および明日の世代を担う現場造船技術者に課せられた大きな使命である。

以上の観点に立つて本誌から与えられた「内業工場の合理化」という課題について当社の従来の実績から演繹して将来への構想を考えて見たい。幸に本稿が読者諸君の一助となれば幸甚である。

II 内業工場合理化の目標

工業生産における合理化とは、生産活動を適正化して生産性を高めること、すなわち目標生産量に対して適正な生産構造を設定し適正な生産活動によつて生産性を向上し原価通減を達成することである。

適正な労働による生産原価の通減は生産合理化の最終の目標であり内業工場の合理化もこの線に沿つて推進されなければならない。

内業工場の合理化は徒に労働を強化したり、高性能の機械に投資し局部的に生産性を高めその加工費を削減することではなく、船殻建造工程の中の一工程としての内業工程を維持するため内業工場という一つの機構の中で凡ての設備が有機的な関連を持つて適正に稼動して無駄を作らないように配慮し、更にもし可能ならば適正な労働の下に諸設備がもつとも効率のよい能力の点で操業出来るよう作業の繁閑を巧みにコントロールすることである。

既に Photo marking, Monopole, Sicomat 等の新しい装置・機械も実用化され作業内容も大きく変貌したが、内業工場の生産性を高めるにはこれ等の装置・機械が一有機体の一細胞として個々に充分その能力を発揮出来しかもこれ等がその能力を発揮することによつてその他の機械・装置と互に制約し合うことのないような能力と配置とをもつことでありまたそのように上手に使われることが必要である。

是等新しい装置・機械はいずれも一定の加工材を一定の場所にきまつた間隔で次々に供給されることを要求するものであり、かつての罫書場のように数枚の板をならべてその上に平型を置いて罫書くといつたいわば散漫なやり方とは異り、材料の流れが常に一定の方向をもつとともに単一化されているためローラーコンベヤー等の自動運搬装置の採用を可能ならしめ、内業工場内の運搬設備を従来の天井クレーン万能主義からただ1人で自由に操作の出来るコンベヤーシステムへと移行させつつある。

かような方式の許では材料は嫌でもこれ等の装置・機械を通らなければならない、従つてかつての忙しければ人海戦術で消化するというその場限りの作業計画は許されなくなつた。従つて凡ゆる負荷に対し無理なく消化するためにはそれ相応に充実した管理が必要となる。

各造船所ともその規模の大小の差こそあれ管理機構の充実に心掛け立派な組織を持ち多くの人員と多大の費用を投じている。

かくて管理機構の充実とともに従来見逃されて来た種々の無駄も発見され極めて広い意味での作業改善がもたらされた。

併しその反面最小の労力で最大の効果を取めるという管理本来の目的を逸脱して管理の必要限度を越えた詳細資料を求めたり、あるいは末梢的な統制に走るという弊

害に陥る嫌いもないではない、従つて今後内業工場を合理的、かつ能率的に運営するために採りあげるべき具体的な問題について詳しく検討し、いささか私見を述べてみたい。

すなわち

1. 運搬および材料取扱工数の節減
2. 縮尺現図の採用とその効用
3. 拡大野書装置と拡大ガス切断機との比較
4. 機械切断とその他の切断
5. 機械設備と適正な人員配置
6. 管理の密度

Ⅲ 運搬および材料取扱工数の節減

運搬・仕訳・整理といった材料取扱の工数を出来るだけ少くするという事は、是等の作業が狭義の生産に直接関与しないいわば補助的な作業であるため、従来とかく等閑視されがちであったことから見ても当然のことと言わなければならない。

しかも生産を直結したいわば心臓と血管ともいうべき密接不離の作業であり、是が内業工数の中で占める割合は約30%という高い値を示している。従つて運搬工数の低減は生産手段の合理化・単位生産量の増大・直接生産費の低減と同様、われわれが深い関心をよせなければならない重大な問題である。

運搬工数を減ずるためにどのような設備を行い運搬の経路をどのように変えたらよいかという具体的な解決は各造船所個々の内業工場の立地条件・可能な投下資金等に応じて解決される問題であるが、この問題を解決するための指針となるべき条件は次の通りである。

- (1) 各部材別に運搬回数を最小限にするような加工の順序を設定する。
- (2) 補助作業員の要らない運搬機械またはコンベヤシステム等による自動操作もしくは遠隔制御方式を採用する。

すなわち従来内業工場の運搬は主として天井クレーンに依存していたが天井クレーンでは少くとも運転士1名玉掛工1名計2名の作業員が必要であった。

是を例えばホークリフト等に切替えた場合は運転士1名で事足りる。コンベヤの場合は1人で数条を受持つことが出来、たとえ初期の設備投資額が大きくても充分消却出来、非常に有利となる場合がある。

当社における実績では、材料搬入・罫書、各作業工程群への配給は一連のコンベヤシステムにより殆んど自動的に流れるように計画されているが、このルートを通つた場合と否とでは第1表に示す通り工数にして約

30~40%の開きが生ずる。最近の例では同型船で第1船は従来通り現図平型による罫書により天井クレーンによつて運搬し、第2船は写真原図を採用しコンベヤルートにのせた結果その運搬工数は第1船の6300 Hr に対し4300 Hr となつた

第1表 船型別内業工場運搬工数比較表

船 型	旧来の運搬経路を採用した場合	コンベヤルートを採用した場合	工 数 減 率
2万トンタンカー	13,400 Hr	7,000 Hr	48%
1万トンカーゴライナー	10,500 Hr	6,000 Hr	43%
艦 艇	6,300 Hr	4,300 Hr	32%

- (3) 工程順序に従つて加工し絶対に材料繰りをしないようにする。

このためには各加工過程における Advance を出来るだけ少くし遅延・先行をなくすことは勿論、加工過程で工程を変更して緩急順序を入れかえることのないよう注意しなければならない。材料繰りは案外平気で行われることがあるが非常に手数のかかる作業であるから、材料繰りを必要とする事態を招来しないようたえず Advance 量を調整しなければならない。

- (4) 仕訳整理のための運搬は行わない

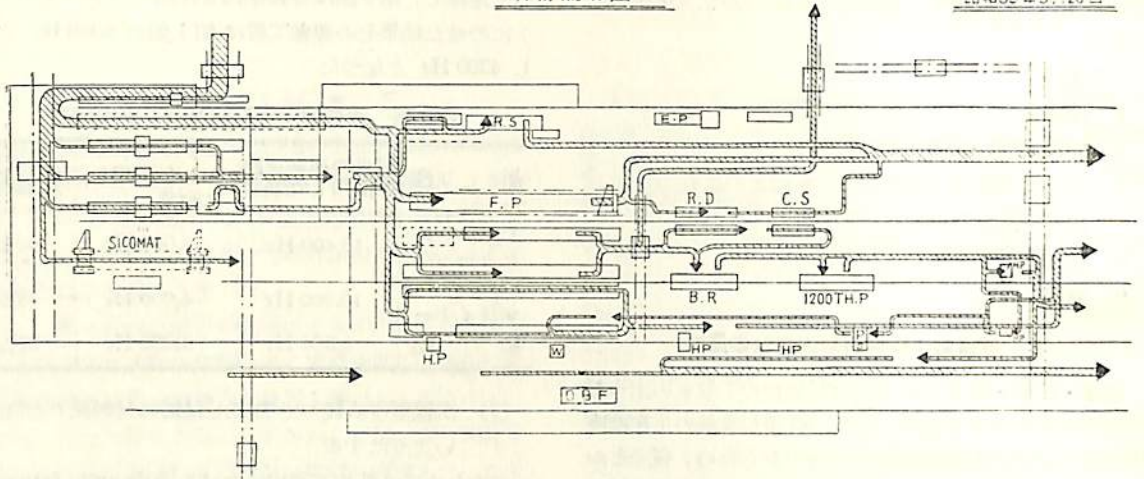
内業工場の工程管理の終局の目的は、どの部材がいつどこにあるかを知ることとこれ等が大小組立の各グループ別に過不足なく、予定された時期に手順通り山積みされることである。このため相当数の作業員を配置し多数の帳票を用いて管理の万全を期しているが、仕訳整理のために作業員を配置し運搬回数も増し Piece 毎に繰つてチェックすることはさげなければならない。

当社においては、加工過程におけるチェックはその附近の運搬工が運搬の過程において行い、予め与えられてあるブロック部材表と照合した上で記録掛に回附するので、独立の整理班を設けることなく最小限必要な成果は取めている。

またグループ別の仕訳整理は、グループ別部材表によつて各加工単位でまとめて次の工程に送られるので、あだかも水が流れて川となるように次々にまとめられて終点の材料整理場に流れ着く時には完全にグループ別にまとまり更めてチェックする必要は少しもない。

- (5) 材料の流れは単純で迷いなく順序よく流れること

材料取扱工数を少しでも減しようとするならば材料は「流す」のではなく「流れる」ようにしなければならない



ない。「流れる」ということは水が低きにつくように凡てに無理のない自然の姿にあらしめることで、流れは常に直線的にかつ最短距離をとらねばならない。

機械配置の都合で材料が逆行しあるいは往復することは絶対避けねばならない。

このための抜本的対策として機械装置の再配置があり過渡的には加工法の改善、加工手順の変更が考慮される。

凡ての加工対象部材が素直に流れることが理想であるが、船殻内業工場のように加工法、加工手順の複雑なかつ大小多数の部材を取扱う工場では典型的な流れ作業工場のようにすべてが間断なく手順よく流れるというわけにはいかない。従つてもつとも取扱頻度の高いものから優先的に流れるよう計画すべきである。

このためにまず内業工場の流れ図を作つてどこに欠陥があるか検討してみる必要がある。附図は当社の船殻内業工場の流れ図であるが鋼板は仮置場からショットプラストを通つてノーマーキン材、写真マーキン材およびシコマット切断材とそれぞれ区別されて自動的に台車によつて配給され、更に写真塔の出口の横移動台車はコントロール室で操作されている。例えばノーマーキング材でローラーシャ-に流すものとフレームプレーナーに流すものとは、搬入掛が指示灯によつてコントロール室に指示し、また写真塔で罫書れた材料は作業終了と同時に各塔の棒心がローラーシャ-かフレームプレーナーかあるいは手動ガス切断場かそれとも小物切断場に流すかを同様に指示灯によつてコントロール室に指示すれば、台車は遅滞なくその場所に来て材料を取り指示されたルート

に運ぶよう計画されている。

鉄機工場は第2第3第4の3棟から成り、第2棟は主として小物類、第3棟はフローア-ツェプ等の骨材と曲折加工材、第4棟はローラーシャ-およびフレームプレーナー加工の直線切断材が流れるよう機械が配置されており、多少の例外を除いてはほぼ淀みなく流れるようになっている。

IV 縮尺現図の採用とその効用

最近における Monopole・Sicomat 等の大型拡大ガス切断機の発達に誠目覚ましく、機械の本質的な目的であるガス切断作業の合理化にも大いに貢献しているが、それよりもむしろ現図作業における Photo marking 装置や Remote graph 等の拡大式罫書装置等の飛躍的な汎用と相俟つて現図作業の革命を起しつつある。

現図作業の革命という意味は単に縮尺現図が従来の Loft floor での現尺大の現図作業を無用にし、現図工数・現図面積・消耗品費等を大幅に通減させたというだけでなく、この stage において「考える」ことが非常に容易になつたため従来各 stage で事に当つて考えていたのをこの段階でまとめて考えられることである。是非は別として最近の趨勢である「考える部門」と「実施する部門」とを分離しようとするいわゆる生産設計的な方式を推進するには非常に好適な環境を育てる要素を含んでおり、管理面に新局面を開拓する原動力となる可能性が大きいということである。

またかかる装置・機械の採用は、広大な Loft floor を不要なものにし床土での作業を机上での作図に変えつ

つある。

勿論是等の機械を採用している造船所でも縮尺現図を採用している範囲はまちまちであつて、全面的に縮尺現図に切替えたところ、あるいは拡大ガス切断機を使用するのに差支えない範囲だけを過渡的に縮尺現図としその他の部分は従来通りの現図作業を行つている造船所もある。

しかし後者にあつては近い将来全面的に縮尺現図に切換えられるであろうし、縮尺現図を必要とする拡大罫書機あるいは拡大ガス切断機を採用していない造船所でも縮尺現図に切換えようとする機運の高まつているのは注目し得る。しからは縮尺現図の問題点は何か、またどのような利益をもたらしたかを検討してみたい。

たとへ正面線図を Full size で書き従来と同じ現図作業を行つている場合でも、Fairing の段階では縮尺を用いるのが極めて有利であり今は殆んど造船所が 1/10 縮尺を用いて Fairing を行つている事実が明かに是を証明している。

従つてここでいう「縮尺現図を採用する」という意味は、正面線図を 1/10 縮尺で画くだけでなく展開も同じ縮尺で行うということである。

縮尺現図の採用は従来のような広大な Loft floor をなくし小さな製図机の上で手軽に併も一目して判る作業を可能ならしめ現図展開の工数が著しく節減されるであろうことは想像に難くない。事実縮尺現図を全面的に採用した場合の当社の実績によると、第 2 表にみる通り約 40~50% の通減を示している。

第 2 表

船 型	現図の方式	現図型取	T 当工数 (Net st wt)	通減率
2万トン タンカー	旧 現 図	23,000 Hr	5.2 Hr/T	100%
	写真原図	12,400 Hr	2.8 Hr/T	46%

現在縮尺現図に移行する過渡的な過程として縮尺現図と現尺現図とを併用している造船所が見受けられるが、同じ船に対して二つの正面線図を引く無駄もさることながら、二つの Body plan にそれぞれ現わされた構造間の連絡を余程入念にやらないと、現場に来てはじめて間違を発見するという事態に陥る恐れも危惧でなく、かつ同じ Off Set から作ったこの二つの線図が必ずしも細部に亘つてまで同じ形状とならないこと等があつて、このための混乱が多少なりとも絶えずつきまといがちである。

次に縮尺現図をいかにして Full size に拡大するかと

いうことは甚だ興味のある課題であつて、Photo marking によるか拡大ガス切断機によるか、両者の併用によるかそれともその他の適当な方法によるかは、造船所の個々の考え方によつて決定されるが、いずれにせよ拡大方式が適当でないと縮尺現図の効果を十二分に発揮することが出来ない。

拡大方式として現在採用されている主なものは次の通りである。

- (1) 光学的に拡大する方法
- (2) 電子光学を応用した機械装置で拡大する方法
- (3) 縮尺で寸法を読んでこの寸法を現尺に拡大する方法

Photo marking は (1) に属し、Remote graph 拡大ガス切断機は大局的には (2) に属する。(3) は一般に組立工程における板接後の仕上マーキーンに使われる方法で複雑な形状には不向であるが、隔壁・甲板等の板接後、および Stiff その他山形材の罫書等 (1) および (2) の手段では拡大困難なものに使用すると甚だ便利である。

上記の中いずれを採用しても罫書用平型は不要となり、型製作費は零となる。併し成程罫書の場合は上述の 3 方式で充分間に合うけれども曲型はどうするかということである。

勿論上記の方式を使つて Full size の形状を出しこれによつて従来の如き曲型を作ることは出来るが、これでは従来のやり方に較べ縮尺現図の拡大という工程が入りこむだけ余分な手間がかかるだけである。この問題を解決するためにいろいろな工夫と努力が払われた。その中でも直線曲加工法（逆直線法）による Frame 等の曲加工法の採用、および種々の切断型用治具や曲型用治具の発達と採用はもつとも効果的にこの問題を解決しつつある。従つて今日ではごく一部の組型とか治具ではうまくゆかない一部の曲型だけが従来の木型として残つている程度で、第 3 表で判る通り現図型製作用の木材使用量は殆んど零に等しい。

かくて縮尺現図の採用は現図展開とその工数・現図型取工数および型用木材やその他の諸資材を著しく節減したのみならず、第 4 表に示す通り罫書工程においてもその工数を減じ、更に間接的な効果として曲型治具の発達を促して撓鉄加工の作業方式を変貌させ、あるいは内業工作機械の飛躍的発展の要素を作りつつある。

更に先に述べた如く抽象的な効用として、一目で全貌を見渡せる小さな図面を画きしかもテーブルの上で作業をするということが、現場工作に際してのいろいろな工作上の諸問題を解決する上で「考える」ことを手軽にし、かつ小さな図面から管理のための正確な基礎資料が簡単

第3表 (写真原図採用以前のもの) 現図木材使用量

	1	2	3	4	平均
2万トンタンカー	194石	204.2石	162.5石	—	187石
1万トンカーゴライナー	139.4石	100.7石	145.2石	181.9石	142石

第4表 罫書工数の比較

	写真罫書以前	写真罫書採用後	通減率
2万トンタンカー	14,200 Hr	8,800 Hr	38%
1万トンカーゴライナー	13,400 Hr	8,300 Hr	38%
艦 艇	20,300 Hr	9,500 Hr	53%

に求められることと相俟って生産管理のためのよい環境を作りつつあるということである。

V 拡大罫書装置と拡大ガス切断機との比較

Photo marking system が昭和27年当社に採用されて、現図および罫書作業の革命的な方式として一斉に業界の注目と関心を集めたが、その後日ならずして Monopole 等の拡大ガス切断機が出現するに及んで大かたの関心が是等の機械に集中した。すなわち Monopole に限らず一般に拡大ガス切断機は、Photo marking と同様な方式で作られた約1/100のネガを追跡することにより自動的に現尺に拡大切断するもので、同一形状を同時に少なくとも2枚以上切断しかつ1~2人で操作出来る点に魅力を持っている。

併し現在多数の造船所が拡大ガス切断機を設備しその実績が判明するに至った今日、拡大ガス切断機一辺倒の思想によりやく反省の機運が芽生えつつあるように思われる。従つてこの際同じく縮尺現図を基礎とした是等2種類の装置についてその長短得失を検討してみることがあながち徒爾ではないであろう。両者を比較する場合第1に問題となるのは原図の作製である。原図作製上起る種々の使用上の制約をまとめて表にしてみると第5表のようになる。

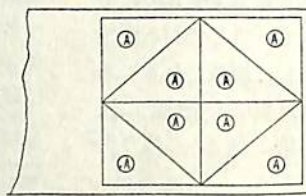
原図作製上の制約が多いということは原図作製にそれだけ手間を要しかつ熟練を要する事を意味し、この中でも特に線が交差出来ないということは致命的な欠陥である。極端な例であるが1枚の鋼板から多数の部材を切出す場合に、一般には一切断線で二つの部材が切り放せるにもかかわらず、右図のように余分の切断線をふやしかつ一筆書にして材料の節約を犠牲にするか、あるいは切断の始点と終点を数多く作つてその都度トーチの点滅作業を繰返すか、もしくは手動切断箇所を多く設けて点

第5表 拡大罫書装置と拡大ガス切断機の原図製作上の難易

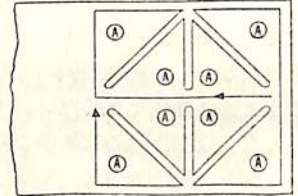
	Photo marking	Monopole およびその他のガス切断機
1. 線のクロス(+)および分岐(人)	差支えない	Electronic Eye がトレース出来ないから書いてははいけない(進行方向を選択出来ない)
2. 折曲部の角(L)	少々墨がはみ出しでも差支えない	同上の理由からきちんと角をつけなければいけない
3. 線の精度	少々墨がかすれても差支えない	はつきりしていないと Mis cut する
4. 線の連絡	特に考慮する必要はない	出来るだけ一筆書とし細長い熱変形し易い形状には切残部をつけるようにする
5. 紙の伸縮	トレース後の伸縮に対してはコントロールマークで調整出来るからそれ程問題とならない	(イ) モノポール伸縮の調整が出来ない (ロ) シコマット伸縮の調整が可能

滅操作を減らすかのいずれかである。

従つて原図製作費は Photo marking に比して3倍



普通の切断用原図



拡大ガス切断機用原図

強となり、かつガス切断長も数部材の取合切断では2倍近くに達する場合もあり、機械切断による切断速度の増加も見掛の増加に墮す恐れがある。

利点としては、拡大ガス切断機は同時に2枚以上(Monopole 2枚 Sicomat 4枚)の並行または対称切断が出来、この場合普通の自動ガス切断器を使用した場合に較べ換算切断速度は2ないし4倍以上となる。この外基準線および取付部材位置の罫書は必要であるが切断線の罫書は不要である。

以上の点を工数で比較すると第6表に示す通りである。すなわち拡大ガス切断機は原図作製に非常に手間がかかるために、1枚のネガから1枚の板を切る場合には、切断および罫書工数が少いにもかかわらず1枚当りの合計工数が多くなる。

以上の得失から判断して拡大ガス切断機を有効に使うには次の各条件を充たすよう配慮が必要である。

(1) 同一のネガで少なくとも2枚以上を同時に切断

第6表 Photo marking と拡大ガス切断の工数比較

	Photo marking (I/枚)	拡大ガス切断 (Sicomat の例)(I/枚)
原図展開および原図複写	0.41	1.33
切 断	(普通の自動ガス切断器使用) 0.37	0.17
罫 書	0.14	0.04
計	0.92	1.54

来る共通部材を対象とする。

- (2) 1枚のネガの中での取合いは2~3枚を限度とし小物類を除くこと。
- (3) 切断線が複雑でかつ切断長が長く基準線や取付部材位置の罫書が少ないもの。

要するに Photo marking と拡大ガス切断機とでは使用目的も相違しかつ使用範囲に自ら限界がある。その限界を逸脱して一方に偏せしめることは特性を無視し効率を度外視した技術者らしからぬ心構えと言い得るのではなからうか。

少くとも縮尺原図製作における如上の制約を解消出来る新工作法が見出されない限り、縮尺現図の有効利用を高めるためには Photo marking 法と拡大ガス切断機とを利用することが現状ではもつとも理想的な在り方であると確信している。

VI 機械切断とその他の切断

内業加工においてもつとも大きな比重を占める切断作業は直線切断と曲線切断とを問わずその殆んどがガス切断に依存している。最近における酸素アセチレンガス切断機械の目覚ましい発達と相俟つて恐らくここしばらくはその主導的地位を保ち続けるであろう。

現在船殻用鋼材の切断作業におけるガス切断は鋼材の厚さや、形状に制限されず併も簡単な設備で複雑な形状を自由に切断出来、かつ切断精度も実用的に問題なく切断面も比較的美麗で有用な切断手段ではあるにもかかわらず、熱収縮による変形を避けられないことと絶対切断速度を今以上にあげられないということが、ガス切断作業の合理化に大きな障害となつている。

両者の中でも特に切断速度が被切断材の厚さによつて規制され、現在速度 300 mm/min~500 mm/min を是以上に高速化することが現状では不可能に近いことは致命的で、今後のガス切断機械の進歩、発達の目標をトーチスピードの増速による生産量の向上におくことが出来ない。従つてマルチプルトーチ方式の高度の利用、スタックカッチング方式の合理化、あるいはエレクトロニクス応用によるワンマンコントロール方式の高度化等に

よる、単位時間当りの切断長の増加すなわち相対切断速度の増加による作業員の相対的減員を計る以外に途がないからには、その合理化にも自ら限度がありこれ以上の劃期的発展は期待出来ない。

今日既に実用化の第一歩を踏み出したプラズマジエツト切断がその汎用性とともになが国の期待を集め工業化の渴望されている所以もここにある。ところで切断加工を直線切断と曲線切断とに分けてそれぞれ別個に考えると、曲線切断および中厚以上の直線切断においては現在のところ開発途上にある上記の方式を別にすればガス切断に代る適当な方式はまだ見当たらない。しかし直線切断については従来も一部にギロチンシャー等の剪断機械が使用されており、使用目的によつては甚だ有効でガス切断の追隨を許さないものがある。

また当社において率先採用し業界の注意を集めながらも設備資金の面でわが国においては普及するに至らなかつたローラーシャーは、切断速度 24 m/min (ガス切断の約 50 倍)、切断長 13 m という劃期的な高性能を持ち、かつ直線精度も極めて良好でユニオンメルト溶接のように高い精度を要求される開先加工にも高度に活用出来ることは、今後の切断加工に一つの指標を与えているものと考えてよい。

参考までに当社におけるフレームプレーナーとの比較を次に示すが、フレームプレーナーの4ないし5倍の性

	切断速度	1日当り 平均消化 板枚数	1日平均 切断長	作業 人員	1人当り 切断長
フレームプレーナー	300~350 mm/min	12~15枚	300~ 375 m	2人	150m~ 188 m
ローラーシャー	24,000 mm/min	70~ 100枚	1750m~ 2500m	3人	580m~ 830m

能を持ちしかもこの数字は材料の搬入出、被加工材のセッティングを人力で行つている場合のものであるから、これを自動化しいわゆる段取時間を短縮すれば更に生産性を高めることも出来る。

このように直線切断においては従来のガス切断万能の考えを改め、機械による切断を適当に採用するならば、生産性は更に向上し今までの広いガス切断定盤は縮小されるであろう。

VII 機械設備適正人員の配置

戦後多数の造船技術者が欧米の造船所を視察し多くの報告が出されているが、その中で「日本では4人で作業している機械を欧米では2人ないし3人で操作しておりしかもキビキビと能率よく働いている。」というような話を聞かれている。是は云い換えればわが国では単位機

械にかかる単位作業員数が多過ぎるのではないかということである。単位作業員の減員は直接作業時間の節減に端的に寄与することであり誠に望ましいことではあるが、日本的には、(1) 欧米人と日本人との体力的な相異(2) 設備機械の更新・改善のための投下資本が予想される期間内に回収可能かどうか(3) 将来予想される工場の構造・作業員の作業に関する考え方等について慎重に検討されねばならない。

機械設備に対する適正な人員配置とは、是等を計画された生産量で、しかも合理的な作業方法の許で稼働させるに必要な労力に対し、必要最少限の人員を配置することである。このためには機械設備の能力・構造を知り作業員に生産意欲を持たせることは勿論であるが、適正な作業人員の把握という面からも作業分析の効果を高く評価したい。すなわちどんな複雑なあるいは単純に見える作業でも、その中に含まれる動作を細かく分析し取捨選択し組合せも変えて是を単純化してみると案外無駄な手順が介在している場合が多い。

近代化された船殻内業工場のように機械が仕事をし人がその手助けをする所では、作業員の増加は生産の増加を意味しないところか反って低下を示す場合が多い。必要最少限の作業員を配置して凡ての機械設備を能率良く稼働させることである。

VIII 管理の密度

造船業という企業の目的は所定の品質をもつた船を安くかつ早く作ることであり、この企業目的を達成するための行為として管理が存在する。従つて管理の終局の目標は製品の品質・原価・納期および数量を企業目的に一致させるために企業体全員がその目的に向つて行動することである。生産現場第一線の管理は企業の一部門である生産のための管理を行うことであり、計画された通りに生産を進めて行くことである。このための管理の対象は非常に広い分野に亘るが、是等個々の対象についてどの程度まで管理しなければならぬかはいろいろと見解の別れる点であるが、要はこの管理の粗さ細かさすなわち管理の密度は管理者自身の必要度によつて決定されるものである。従つて管理の密度が具体的に如何に在るべきかは、個々の企業の体質・管理者の管理の能力等によつて相異なるので、ここで論ずる積りは毛頭ない。

内業工場の管理の目的は、次の工程に必要な部材を所定の品質で予定された人員をもつて予定の期日に過不足なく供給することで、この目的に即した計画に対し計画通りに凡てを統制して行くことであつて、計画を上廻る必要もなければまた下廻る必要もない。

例えば加工完了の期日を早くしあるいは工数を下げることは、統制の段階でなく計画の段階で行うべきであ

る、併し実情は建造する船舶の種類も多種多様でまたその大きさも多岐に亘るのが常であり、それぞれの工程における機械設備が所定の生産量を確保して四六時中稼働することは望めない場合もあり、また計画自身も完全無欠という訳に行かない場合も多い。従つて統制の段階においては実情に即して、個々の工程において予定の期日に間に合せることと能率的に機械を稼働させることとかつ仕掛量を少なくすることの三つを如何に調整するかがもつとも重要な点である。

このためには仕掛品の流れの状況を常に把握して随時適切な処置が執れる態勢におかねばならない。かかる考え方から管理のために大きな努力を傾注して万全の計画と狂いのない統制と完璧の監査を企図して、立派な組織を持ち多くの帳票と人員を割いて惜しまないのが現状である。かくて現場の管理のための組織は一段と完備拡充され、そのために必要な資料はますます微に入り細に亘るのは当然の成り行きである。

かくまで努力投資して果して期待通りの実効が得られるであろうか、残念ながらわが国の数多くの企業体ではこの努力を阻害する宿命的な問題が鐵として存在し、是等を解決せぬ限りは適当な点で妥協せざるを得ないというのが偽ざる現状であろう。

例えば Bending Roller について見る場合外板・マスト・ポスト等 Bending Roller で加工されるもの全部を平均して、1日15枚消化出来る能力があるものとして週間単位で計画される。併し毎日の実績では当日の消化枚数と当日の予定枚数とは多少の浮動が生ずるが、週間ではほぼ計画通り消化されている。すなわち週間単位の計画に対しては充分統制の能力を発揮しておりまづ完全な管理と称することが出来る。是を暦日単位あるいは時間単位で計画しようとするれば、加工される個々の板について厚さ大さ曲りの形状等について所要時間を求めて是を集積する等の手数を必要とするようになり、この作業に要する費用は莫大なものとなる。この管理の単位を旬にするか週にするかあるいは日にするか時間にするかがいわゆる管理の密度の問題であつて、前後工程の密度に関連して自ら限界が生れて来る。すなわちわが社においては大型組立工程においてその能力の約50%を屋外組立場に依存しており、天候およびクレーン能力から最悪条件の許で最大6日程度バラツキ・普通の状態では3日程度のバラツキが避けられない現状であるから、是に応じた管理の粗さで前後日程を管理して行けば差支えないと考えている。ここでは一例として単に一機械の能力を中心として論じたが、是は機械の能力の問題許りでなく上述の通り工場の Layout あるいは、組織機構と人・賃銀制度等凡ゆる問題が複雑に入り組んでいて、是等から生ずる総合的な条件も管理の密度を左右するものである。

溶接棒の選択

中井 孝

日本鋼管・鶴見造船所造船部

溶接棒にはいろいろの種類があり、また内外の溶接棒メーカーによつて数多くの銘柄の溶接棒が製造、市販されている。これらの溶接棒にはそれぞれ特長があり、溶接を施工する者はその作業にもつとも適当な溶接棒を選択して使用することが必要である。

溶接棒のうちで、もつとも一般的な軟鋼用被覆アーク溶接棒は、その被覆剤の系統によつて、表1のように分類される。これは JIS Z 3211-1957 (軟鋼用被覆アーク溶接棒) によつている。参考までに ASTM A 233-58 T による軟鋼用溶接棒の分類を表2に示す。

1. 被覆系統による溶接棒の特性

被覆系統による溶接棒の特性については、多くの専門書や雑誌に述べられているので、ここではごく簡単に概

要を説明するにとどめる。

D 4300 は被覆系統を指定しないからここではふれないこととし、D 4324 も実例に乏しいので除外する。

D 4302 は深溶け込み用であり、それ以外の性質を規定していないし、使用実績が少ないのでこれも除外することとした。

1.1. イルミナイト型

これは D 4301 として規定されている日本独自の溶接棒であり、わが国でひろく使用されている。同じイルミナイト型であつても、銘柄によつて性質が相当異なるから注意を要する。作業性を主とした棒と溶接性を主とした棒とを見分けて使い分けることが必要である。

スラグは比較的流動性に富み、X線性能も良好で、全

表1 軟鋼用被覆アーク溶接棒規格

JIS Z 3211-1957

溶接棒の種類	被覆剤の系統	溶接姿勢	使用電流の種類	溶着金属の機械的性質			
				引張強力 kg/mm ²	降伏点 kg/mm ²	伸び %	シャルピ衝撃値 kg-m/cm ²
D 4300	規定しない	F, V, OH, H	AC, DC	43	35	22	9
D 4301	イルミナイト系	F, V, OH, H	AC, DC	43	35	22	9
D 4302	規定しない	F, H-Fil	AC, DC	43	35	22	9
D 4303	ライムチタニヤ系	F, V, OH, H	AC, DC	43	35	22	9
D 4310	高セルローズ系	F, V, OH, H	DC (R)	43	35	22	9
D 4311		F, V, OH, H	AC, DC (R)	43	35	22	9
D 4312	高酸化チタン系	F, V, OH, H	DC (S), AC	47	37	17	—
D 4313		F, V, OH, H	AC, DC (S)	47	37	17	—
D 4315	低水素系	F, V, OH, H	DC (R)	47	37	22	12
D 4316		F, V, OH, H	AC, DC (R)	47	37	22	12
D 4320	高酸化鉄系	F, H-Fil	AC, DC	43	35	25	9
D 4324	鉄粉酸化チタン系	F, H-Fil	AC, DC	47	37	17	—
D 4327	鉄粉酸化鉄系	F, H-Fil	AC, DC	43	35	25	9
D 4330	高酸化鉄系	F	AC, DC	43	35	25	9
D 4600	規定しない	F, H-Fil	AC, DC	46	38	26	9

(備考)

- D 4600 の場合の機械的性質は $625 \pm 25^\circ\text{C}$ で応力除去焼鈍後の値
- 溶接姿勢の記号
 F: Flat (下向) H: Horizontal (横向)
 V: Vertical (立向) H-Fil: Horizontal Fillet (水平スミ肉)
 O: Overhead (上向)
- 使用電流の種類記号
 AC: 交流 DC (S) 直流正極性
 DC: 直流 DC (R) 直流逆極性

表 2 ASTM A 233-58 T による溶接棒の分類

溶接棒 の種類	被覆 の 型式	溶接姿勢	電流の種類	機 械 的 性 質			
				引張強さ min. psi	降 伏 点 min. psi	伸 び GL2'' %	
E 6010	高セルローズ	ナトリウム	F, V, OH, H	DCR	62,000	50,000	22
E 6011	〃	カリウム	F, V, OH, H	AC, DCR	62,000	50,000	22
E 6012	高チタニヤ	ナトリウム	F, V, OH, H	DCS, AC	67,000	55,000	17
E 6013	〃	カリウム	F, V, OH, H	AC, DCS	67,000	55,000	17
E 6014	鉄 粉	チタニヤ	F, V, OH, H	DC, AC	67,000	55,000	17
E 6015	低 水 素	ナトリウム	F, V, OH, H	DCR	67,000	55,000	22
E 6016	〃	カリウム	F, V, OH, H	AC, DCR	67,000	55,000	22
E 6018	鉄 粉	低 水 素	F, V, OH, H	AC, DCR	67,000	55,000	22
E 6020	高酸化鉄		H-Fil, F	DCS, AC(H) DC, AC(F)	62,000	50,000	25
E 6024	鉄 粉	チタニヤ	H-Fil, F	DC, AC	67,000	55,000	17
E 6027	〃	酸化鉄	H-Fil, F	DCS, AC(H) DC, AC(F)	62,000	50,000	25
E 6028	〃	低 水 素	H-Fil, F	AC, DCR	67,000	55,000	22
E 6030	高酸化鉄		F	DC, AC	62,000	50,000	25

姿勢の溶接が可能である。

1.2. ライムチタニヤ型

これは D 4303 として規定されており、最近使用量が伸びてきた。イルミナイト型よりも作業性がすぐれており、外観もよいようである。後に述べる高酸化チタン型と低水素型との中間の性格をもっているからあまり高酸化チタン型に近いものはよくない。

1.3. 高セルローズ型

D 4310 および D 4311 型がこれにあたるが、わが国のものは D 4311 型がほとんどである。多量のセルローズその他の有機物を被覆中に含み、これがアーク熱で分解して発生する多量のガスによつて溶融金属を外気から保護する。スラグの少ないものとスラグ量の相当多いものがある。米国では広汎に使用されているがわが国での使用量は少ない。運棒容易で全姿勢に使用されるがスパッターが多く、外観はあまりよくない。

1.4. 高酸化チタン型

チタニヤ型とも呼ばれ、D 4312 および D 4313 型がこれである。作業性がよく、ビード外観は美麗であり、薄板の溶接に適しているが、重要構造物には使用されない。

1.5. 低水素型

D 4315 および D 4316 型であるがわが国ではほとんど交直両用の D 4316 型である。溶着金属中の水素が少

ないという特徴のため、溶着金属の機械的性質、低温靱性および耐亀裂性がすぐれている。このため重要構造物、厚板あるいは CS などのために溶接性の悪い材料の溶接に使用される。使用にあたっては溶接棒の乾燥および運棒法に注意を要する。

1.6. 裏波溶接棒

これは低水素系溶接棒の一種で、適当な開先形状と溶接条件のもとで美麗な裏ビード形状が得られる。片面突合せ溶接、二重張板溶接などに今後の使用が期待されている。被覆を二重に施した棒（二重被覆溶接棒）もある。使用にあたっては低水素系溶接棒と同様の注意、とくに運棒法の注意が必要である。

1.7. 高酸化鉄型

酸化鉄を多く含む被覆の溶接棒で、D 4320 型および D 4330 型である。とくに一層水平すみ肉溶接 および下向溶接に適する。水平すみ肉溶接では一層で 8~9 mm 程度の脚長が得られる。

1.8. 鉄粉型

鉄粉高酸化鉄型 (D 4327) および鉄粉高酸化チタン型 (D 4324) とがあるが、わが国では鉄粉高酸化鉄型が多い。高酸化鉄型を更に進めた高能率溶接棒である。米国ではこのほか鉄粉低水素型 (E 6018, E 6028) がある。

2. 溶接棒選定に関する諸因子

Metal Progress Vol. 68 (1955) No. 2-A に ASM

表3 溶接棒の基本的な選定に及ぼす諸因子の相対的評点 (a)

因 子	溶 接 棒 種 別									
	E 6010	E 6011	E 6012	E 6012X	E 6013	E 6016	E 6018	E 6020	E 6024	E 6027
1 クループ突合せ溶接下向 (>1/4")	4	5	3	2	8	7	9	10	9	10
2 " 全姿勢 (>1/4")	10	9	5	4	8	7	6	(b)	(b)	(b)
3 すみ肉溶接 下向または水平	2	3	8	7	7	5	7	10	10	7
4 " 全姿勢	10	9	6	4	7	8	6	(b)	(b)	(b)
5 電 流 (C)	DCR	AC DCR	AC DCS	AC DCS	AC DCS	AC DCR	AC DC	AC DC	AC DC	AC DC
6 薄 板 (<1/4")	5	7	8	10	9	2	2	(b)	7	(b)
7 厚板または高度の拘束継手	8	8	6	(b)	8	10	9	8	7	8
8 高硫黄鋼または規格外鋼	(b)	(b)	5	4	3	10	9	(b)	5	(b)
9 溶 着 速 度	5	5	7	7	7	5	8	9	10	10
10 溶 け 込 みの 深 さ	10	9	6	5	5	7	7	8	4	8
11 外 視, アンダーカット	6	6	8	7	9	7	10	9	10	10
12 健 全 性	6	6	3	3	5	10	8	9	8	9
13 延 性	6	7	4	3	5	10	10	10	5	10
14 低 温 衝 撃 強 さ	8	8	4	4	5	10	10	8	9	9
15 少 ない ス パ ッ タ 損 失	1	2	6	6	7	6	8	9	10	10
16 取 付 け 不 良	6	7	10	10	8	4	4	(b)	8	(b)
17 溶 接 工 の 好 み	7	6	8	8	9	6	8	9	10	10
18 ス ラ グ の 剝 離 性	10	8	6	6	8	4	7	8	8	8

- (a) 評点 (同じ棒径の溶接棒に対し) は本表に記載されている溶接棒に対する比較値で10を最高値とする。棒径が変われば評点もそれに応じて変わる。
 (b) 推奨されない。
 (c) DCR…… 直流逆極性 (溶接棒+); DCS…… 直流正極性 (溶接棒-)
 AC …… 交流 DC …… 直流, 両極性

Committee on Selection of Electrodes の発表した“軟鋼用被覆アーク溶接棒の選定について (Selection of Electrodes for Manual Arc Welding of Low-Carbon Steel)”という論文がのつている。表3はこの文中にのせられた“溶接棒の基本的な選定に及ぼす諸因子の相対的評点”の表である。この表は、ここにのせられたすべての点数を足すのではなく、使用目的に応じて要求される重要な因子の点数を拾い上げて使用するものである。例えば高硫黄鋼を溶接する場合には項目8の“高硫黄鋼または規格外鋼”が独占的に重要であるから E 6016 または E 6018 溶接棒を使用すべきことを示しているわけである。

表4はこれに対して、日本溶接協会造船部会溶接施工法委員会で1956年に試作した溶接棒性能比較表である。この表で D 4301 A は D 4301 の中で溶接性を主としたもの、D 4301 B は作業性を主としたものを示している。D 4310, D 4315 および D 4324 は該当棒がほとんどなかったためにとりあげられていない。D 4320 L は低炭

素心線を使用したもの、D 4320 H は中炭素心線(C 0.25 %程度)を使用したものであり、亀裂感度とともに7点となっているが、D 4320 H の方がやや劣るようである。

この表が作られたときは D 4302 P および D 4303 は D 4327 とともに使用実績が少なく、また D 4316 はその後の改良進歩と溶接工の馴れが変つてきているので、表の点数は一部改訂を要求するものと思われる。ブローホール発生 of D 4316 の5点はちよつと低すぎるようである。棒メーカーの手によつても、銘柄ごとに表4に類する点数表が作られている。

この表から見られるように、D 4302 P, D 4320 L および H, D 4327 は立、上向溶接には不適であり、また D 4320 L および H は薄板には不向きなことがわかる。溶着速度を重んずる場合には D 4320, D 4327 のようないわゆる高能率溶接棒がすぐれていることがわかる。厚板の重要構造物では亀裂感度、延性、衝撃値が重要であるから D 4316 が適当であることがわかる。

表4 溶接棒性能比較表(溶接施工法委員会)

因 子		溶接棒の種類											
		D 4301A	D 4301B	D 4302P	D 4303	D 4311	D 4312	D 4313	D 4316	D 4320L	D 4320H	D 4327	
溶接性	亀裂感度	9	8	5	7	6	4	5	10	7	7	9	
	ピット発生	10	9	8	8	6	8	4	10	7	7	10	
	ブローホール発生	10	9	5	8	7	8	8	5	7	8	9	
	延性値	9	8	7	8	7	4	6	10	9	8	9	
使用性	作業の難易	X, V 形(厚板)	9	9	7	7	5	7	8	6	9	10	
		I 形(薄板)	7	8	8	9	8	10	10	4	2	2	4
	下合向突合せ	1 層	7	7	4	7	6	7	7	6	10	10	8
		多層	9	9	0	10	8	9	9	6	8	8	6
立, 上向突合せ, すみ肉	9	9	0	9	8	6	7	7	0	0	0		
外観	溶け込み	8	9	6	9	6	9	10	7	9	9	9	
	スパッター	8	7	10	6	9	5	5	7	8	8	7	
	スラゲの剥離	8	8	7	8	5	8	8	7	8	9	10	
	取付不良	8	9	8	9	9	8	8	6	9	9	9	
着速度	7	8	4	8	7	10	10	6	4	4	4		
溶着速度	7	8	9	7	5	7	7	6	9	9	10		

このようにして、実際の溶接作業の諸条件から適当な溶接棒種を選び出すことができる。

2.1. 亀裂感度

溶接棒の選定にあたって亀裂感度はきわめて重要な因子である。ワレ試験法には鉄研式、リーハイ式、丸棒、フィスコ式、T 型、逆曲げ式など数多くの方法があり、その示す数字も必ずしも同一の傾向を示さない。しかしながら従来の数多くの試験と経験から溶接棒種の亀裂感度についてはおおよそそのランキングが与えられている。表4はそれを示しているが、先にも述べたように D 4301, D 4303 などでは個々の銘柄によつて亀裂感度が相当異なるから、注意を要する。

2.2. ピット

ピットの発生については棒および母材の吸湿や汚損も原因する。また Mn, Si, C などの脱酸性元素を多く含有する母材はピットに対して危険である。S は $S+2H \rightarrow H_2S$ の反応により著るしいピットを発生する。

2.3. ブローホール

ブローホールの発生原因にはいろいろあり、一概にはいいにくい。低水素系溶接棒は一般にブローホールが発生しやすいといわれているが、ビード始端のブローホールを後退スタート法などにより防止し、また取扱、乾燥に注意して吸湿や汚損を防げばブローホールの発生は防

止できる。銘柄による差や電流の変化、運棒法などの影響が大きいので、表の点数にこだわるのはよろしくない。

2.4. 延性

これは溶着金属の延性で、溶接棒の特性としてよく知られているものである。強度部材では当然これが重んじられる。予熱、後熱は延性の向上に役立つ。

2.5. 衝値撃

溶着金属の低温衝値は溶接構造物ではきわめて重要である。表1に示すシャルピ衝値は常温(15~20°C)における 2mm U ノッチシャルピ衝値の最低値を規定しているの、現実の低温衝値とは相当異なっている。表4の点数は現実に即したものと考えられるが、個々の銘柄による相異も相当量あるから注意すべきである。軟鋼および 50~60 kg/mm² 級高張力鋼では、一般に溶着金属には母材規定値以上の衝値が要求される。

2.6. 作業の難易

作業の難易は、溶接性に関する要求が満足された上で考えるべき重要な因子である。これには突合せ、すみ肉の別、板厚の大小、姿勢、層数などの多くの因子が含まれている。また、これには溶接工の馴れの要素が入ってくるので、被覆型式が異なり、適正運棒法の異なる溶接棒の作業の難易を比較することはなかなか困難である。ある型式のある銘柄に馴れた溶接工にとっては、異種異

銘柄の溶接棒の作業性は低く評価されがちである。

D 4316 の下向突合せ厚板の作業の難易は、その後の溶接棒の改良と、下向専用棒の進歩などにより最近相当向上してきたと思われる。

2.7. 外 観

溶接部の外観は表面の平滑さ、溶接部の形状、アンダーカットの有無、母材表面との融合の良否、ビード継目の出来などの因子からなっている。これも個々の銘柄や使用条件によって相当異なる。

2.8. 溶 け 込 み

深溶け込み用の D 4302 P を除けば、D 4311 が溶け込みがもつとも大きく、一方チタニヤ型 (D 4312, D 4313) は溶け込みが小さい。溶け込みの大きいことは Deep Fillet などに有効であり、逆に溶け込みの小さいことは薄板の溶接などに利用される。

2.9. スパッター

スパッターはスパッター損失として溶着効率を減少させるだけでなく、スパッターのために溶接部および附近の清掃および塗装に大きな問題をひき起す。スパッターの多い溶接棒では、一般に棒径が大きくなるほどスパッターも大きく、著るしくなる。

2.10. スラッグの剝離性

これは溶接物のコストおよび性能の両面で重要である。スラッグが除去しにくいと、スラッグ除去に余分な時間を要するばかりでなく、スラッグが十分に除去されないために、スラッグ捲込みを生ずるおそれがある。他の重要な理由でスラッグの剝離しにくい溶接棒が使用される場合には、とくにいいないなスラッグ除去が要求される。

2.11. 取付不良

これは薄板の溶接で間隔が大きすぎたり不揃いの場合に対する溶接棒の適応性を示す。当然のことであるがチタニヤ型が良好である。

2.12. 溶着速度

溶着速度は一定量の溶接を行なうに要する時間を左右するからきわめて重要な因子である。一般に下向または水平すみ肉の場合の溶着速度が比較される。いわゆる高能率棒が優勢である。溶接コストとしてはもちろん棒のコストや清掃時間も同時に考慮しなければならないのは当然である。

また立向、上向等の姿勢については当然別の評価が与えられる。

3. 銘柄の選択

使用すべき溶接棒種がきめられると、次には銘柄を選択しなければならぬ。実際には必ずしもこのように2段階に分けて選択が行なわれるとは限らないが、考え方としてはこのようになる。

すでに述べたように、同一棒種であつても銘柄による差は大きく、実際に溶接棒メーカーのカタログを見れば例えば同じイルミナイト型であつても3あるいはそれ以上の銘柄が並んでいる。しかしながら、同一棒種であれば、基本的な性質が同様であるから、その中での比較は比較的容易である。すなわち、作業性試験、X線試験、ワレ試験などでわりあい容易に比較できる。

作業性については WES に作業性の定義があり、また作業性採点法もいろいろあるが、これは使用者側が自主的にきめることができる。溶接の作業能率についても同様で、必ずしも一定の結果はえられないが、実際に溶接工に使用させて比較すればおおよその見当はつけることができよう。

X線試験もよく行なわれる試験法であるが試験板の板厚や大きさ、あるいは溶接電流を変化させて比較しないと判定しにくい。

ワレ試験法も、同一棒種内の比較であれば、丸棒ワレ試験、フィスコ式ワレ試験などの簡単な方法でも比較できる。ワレ試験はバラツキが多いから、高価な試験法を数少なく実施するよりは、簡単な試験の繰返し数を増す方がこの場合にはよいと思われる。

これらのほかに外視検査、すみ肉溶接の破面試験、全溶着金属試験、溶接継手試験などがあるが、比較して有意差を見出だすことが困難な場合が多いであろう。

これらのほかに大切なことは、溶接棒の品質の均一性である。いくら試験の成績が良くても、均一性に対する信頼度のない溶接棒は使用するわけにはゆかない。溶接棒製造、包装、保管のさいの管理状況ならびに各種試験による品質管理について十分確信のおける棒メーカーの製品を使用すべきである。

あまり適当な例ではないかもしれないが、私共の工場で溶接棒を選定した一例として、昭和32年に行なつた仮付溶接棒の例をあげてみよう。仮付専用棒についての要求項目を私共がまとめ、これを若干の溶接棒メーカーに相談し、検討した結果、ライムチタニヤ型がもつとも有望であるという結論に達した。その上で各棒メーカーに適当な溶接棒の提出もしくは試作を期限付で依頼し、提出された若干の溶接棒について試験を行なつた。試験の重点は同一電流による全姿勢作業性と、未熟者でも使

表5 船体構造における溶接棒使用区分

接 手 の 種 類	板 厚 (mm)	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 度 部 材	突 合	<12.7	R	F	D 4301 A S.W.	F,V,H,O	D 4301 A	上甲板構造(中央 5L間) 底部外板() 側外板() 主機台() Built up Stern Frame 等 (註) ただし強度計算に加 えられる場合は下記構造 を含む 船橋楼甲板構造 二重底 〃 等						
									12.7~25.4	SR or SK	F	D 4301 A D 4337 S.W.	F,V,H,O	D 4301 A
	≧35	NK	F	D 4301 A ④ D 4316 D 4337 ④ S.W. ④	F,V,H,O	D 4301 A ④ D 4316								
							度 隅 部 材		<12.7	R	F, H	D 4320 L or H D 4327 S.W.	H	D 4301 A & B D 4320 L
	12.7~25.4	SR or SK	F, H	D 4320 L D 4327 D 4301 A or BD 4303 S.W.	H	D 4301 A D 4320 L								
									>25.4	SK or K	F, H	D 4301 A D 4320 L S.W.	H	D 4301 A D 4320 L
	V	D 4301 A or BD 4303	V, O	D 4301 A or BD 4303										
					V	D 4301 A or BD 4303			V, O	D 4301 A or BD 4303				
	V	D 4301 A D 4316	V, O	D 4301 A D 4316										
					突 準 強 度 部 材	<12.7	R		F, V, H	D 4301 B D 4303 S.W. (F)	F,V,H,O	D 4301 B D 4303		
	≧12.7	SR or SK	F, V, H	D 4301 B D 4303 D 4337 S.W. (F)									F,V,H,O	D 4301 A or B D 4303 B D 4337
<12.7						R	F, H	D 4320 L or H D 4301 B D 4303 D 4327 S.W.	F, H	D 4320 L D 4301 B D 4303 D 4327				
	V	D 4301 B D 4303	V, O	D 4301 B D 4303										
V						D 4301 B D 4303	V, O	D 4301 B D 4303						
	≧12.7	SR or SK	F, H	D 4320 L D 4301 B D 4303 D 4327 S.W.					F, H	D 4320 L D 4301 B D 4303 D 4327				
V					D 4301 B D 4303	V, O	D 4301 A or B D 4303							

突	上	≤6.4	R	F	D 4301 B D 4303 D 4311 D 4313 D 4302 P S.W.	F,V,O,H	D 4301 D 4303 D 4311 D 4313	縦針甲板構造 航海 〃 Boat 〃 室壁構造 Sky night.
				V, H	D 4301 B D 4303 D 4311 D 4313			
部	合	>6.4	R or SK	F	D 4301 B D 4303 D 4311 D 4302 P ⑦ S.W.	F,V,O,H	D 4301 B D 4303 D 4311	
				V, H	D 4301 B D 4303 D 4311			
構	隅	≤6.4 ⑤	R ⑥	F, H	D 4320 L or H D 4303 D 4313 S.W.	F, H	D 4320 L or H D 4301 B D 4303 D 4313	
				V	D 4301 B D 4303 D 4311 D 4313			
造	肉	>6.4 ⑤	R or SK ⑥	F, H	D 4320 L or H D 4303 S.W.	F, H	D 4320 L or H D 4303	
				V	D 4301 B D 4303 D 4311			

用容易な点におき、ビード形状、再アークの容易さ、スラグの剥離性、ブローホールなどについても試験した。その結果神戸製鋼所製の TB 32 が採用されたわけである。

4. 実際の使用

表5および表6に、溶接施工法委員会が出した船体および艦装に対する溶接棒の使用区分をのせてある。重要構造部材になると溶接性を重んじて D 4316 と D 4301 A が主力を占め、一方上部構造、艦装品となると作業性および外観が重んじられるようになる。

このように、使用する場所によつて溶接棒を使い分けることは、合理的ではあるが、一方において使用管理が繁雑となる。このために1隻の船を作るのに使用される溶接棒種はあまり多くないのがふつうである。船体の全姿勢溶接に使用されるイルミナイト型2種程度、水平すみ肉に使用される高酸化鉄型1種のほか、ライムチャニヤ型、低水素型各1種くらいが主力となり、あとは特殊

目的にごく少量が使用される程度で十分である。

これらの溶接棒の使用にあつては、保管および乾燥についても十分な注意を払わなければならない。低水素系溶接棒は吸湿しないよう注意し、再乾燥のさいには 300~350°C で 30~60 min で乾燥する必要がある。低水素系以外の溶接棒では保存のさいに吸湿しないように注意すればとくに再乾燥の必要はないと思われるが、実際には 70°C 程度の温度で再乾燥を行なう場合が多い。イルミナイト型、高セルローズ型のように被覆剤中に有機物を含む溶接棒では、過度の乾燥は有害であり、100°C 以上に長時間保つことは悪影響がある。

溶接棒を選定した以上は、溶接条件の管理がきわめて重要である。いかに良い溶接棒を選択しても、使用条件が悪くては好結果はえられない。作業者は往々にして溶接不良の原因を溶接棒の責としたがる傾向があるが、実際には溶接条件不良の場合が相当多い。

また、一旦溶接棒を選定すると、それを変更する場合にはそのための諸試験、溶接工の訓練などに大きな労力

表 6 艦装品に対する溶接棒使用区分

構造区分	接手の種類	板厚 (mm)	① 鋼種	製造工程区分				繫船装置関係 Bollard, Deck Roller Fairleader Mooring Pipe
				Sub-Assembly & Assembly stage		Erection Stage		
				姿勢②	棒種別③	姿勢②	棒種別③	
強合	突	<12.7		F,V,H	D 4301 A or B D 4303	F,V,H,O	D 4301 A or B D 4303	荷役装置関係 Mast, Derrick Post Derrick Boom Hatch Cover or Beam
		12.7~25.4	SR or SK	F,V,H	D 4301 A	F,V,H,O	D 4301 A	
		>25.4	SK or K	F,V,H	D 4301 A	F,V,H,O	D 4301 A	
	度	隅	<12.7 ⑤	R ⑥	F, H	D 4320 L D 4301 B D 4303	H	D 4320 L D 4301 B D 4303
				V	D 4301 B D 4303	V, O	D 4301 B D 4303	
部	肉	⑤ 12.7~25.4	⑥ SR or SK	F, H	D 4320 L D 4301 A or B	H	D 4320 L D 4301 A or B	閉鎖装置 Door Manhole Hatch
					D 4301 A or B	V, O	D 4301 A or B	
		>25.4 ⑤	⑥ SK or K	F, H	D 4301 A D 4320 L D 4316	H, V, O	D 4301 A D 4316	
突	合	規定せず	R or SK	F	D 4303 D 4301 B D 4313 D 4311 D 4302 P	F,V,H,O	D 4303 D 4301 B D 4313 D 4311	諸管装置 Pipe 通風装置 Ventilator Trunk
				V, H	D 4303 D 4301 B D 4313 D 4311			
他	隅	規定せず	⑥ R or SK	F, H	D 4320 L or H D 4303 D 4301 B D 4327	F, H	D 4320 L or H D 4303 D 4301 B	通信装置 Cable Band 居住装置 Ceiling Piece Steel Furniture
				V	D 4303 D 4301 B D 4313 D 4311	V, O	D 4303 D 4301 B D 4313 D 4311	

を要し、また切替えのさいには溶接工の不馴れのために溶接能率の低下や溶接品質の不安定などの障害がおきやすいから、なるべく変更の必要がないように選定のさいにはとくに慎重を期すべきである。

註

① 鋼種： 船級協会の規格に合格せる軟鋼材のみを対象とする。

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: キルド鋼 (焼準)

② 溶接姿勢

F: 下向, V: 立向, H: 水平, O: 上向

③ 棒種別

手溶接棒: JIS Z 3211 に準ずる。

SW: 潜弧溶接

④ 冬期寒冷時には 50~100°C の予熱が望ましい。

⑤ 隅肉溶接の板厚は abutting plate の板厚を示す

⑥ abutting plate の材質を示す。

⑦ 深溶け込み棒は現段階では板厚 8mm までの I 型突合せ溶接に適する。

セミフローテング形ストロングバックの寸法と角変形について

中井恒男
鎌田勳
土平久夫
日立造船株式会社・技術研究所

1. 緒言

従来から突合せ溶接の角変形を抑制する方法として通常各種のストロングバックを使用しているがその寸法については経験的な資料に基づいて定められている状態であった。溶接による角変形は板厚、溶接条件および拘束度合によつて異なつた起り方をするものであるが筆者等は従来から使用されているストロングバックが角変形の抑制にもつとも適しているかどうか、換言すれば各種の条件のもとでもつとも有効な寸法を求めることを目的として行ない、かつその統一化を試みたものである。

2. 実験方法

各種のストロングバックの形状は大別して図1に示すように3種類のものを使用しているが、このうち一般に多く用いているのは図1(A)のセミフローテング形である。したがつてこの実験はもつとも利用度の高い図1(A)のストロングバックについて行つた。

このストロングバックは図2に示すように溶接試験片の両側に2枚取付けたものである。

図2において問題になるのはA材であり、B材はA材の寸法によつて異なつてくる。すなわちB材の高さは(A材の高さ)+120mmとし、板厚および板巾はそれぞれ15mmおよび200mmの一定とした。



図1 ストロングバックの種類

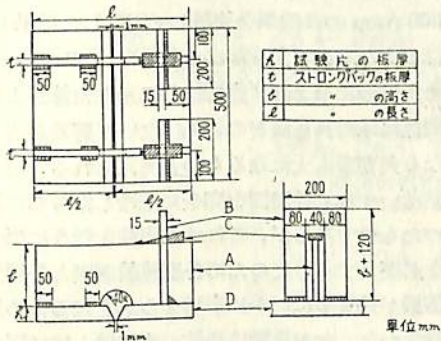


図2 溶接試験片およびストロングバックの寸法

また図2 C材のくさびはハンマで強く打込みA材に溶接してとめることにしたが出来るだけ同一の拘束状態になるよう留意した。A材すなわちストロングバックは板厚、高さおよび長さを変えて実験を行い、溶接試験片D材は溶接長さ500mm一定とし板厚と板巾を変化させて角変形との関係を求めた。なお供試溶接率は5, 6, 8mmφの3種を用いたがいずれもD4301形である。

角変形の測定は当社製の角変形測定器を用いて計測した。計測要領は写真1に示すとおりである。また角変形は第3図の角度α, βより、角変形量 $T = \frac{1}{2}(\tan \alpha + \tan \beta)$ で表わした。

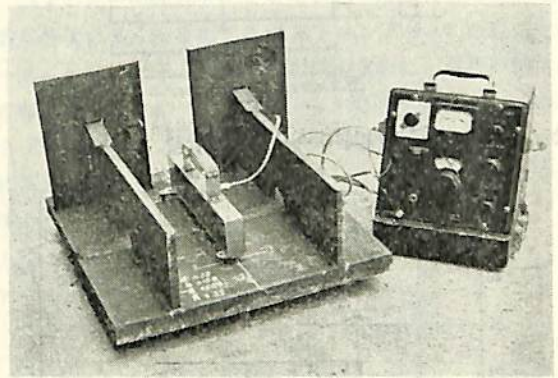


写真1 角変形計測要領

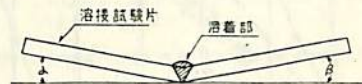


図3 角変形の表わし方

3. 実験結果および考察

3.1 溶接条件選定のための予備実験

実験を行なうに当たつて決めるべき条件を考えると、各板厚、棒径、層数および電流などをどのように選ぶべきかということが問題となる。すなわちストロングバックを使用して角変形を防止しようとする板厚の範囲では一般に与えられる熱量が大であれば角変形も大となることが考えられるが、ある板厚を溶接する場合を考えると熱量を大にすれば溶着重量も大となり層数は少なくなる。

このため角変形が少なくなる場合も想像される。したがって実際の部材を溶接する場合は棒径と角変形の関係および電流と角変形との関係が問題となる。そこで予備実験としてこの関係を各種の試験片によって求めた。

予備実験として使用した試験片は図4に示すように板厚20mmの鋼材中央に角度60°、深さ15mmのV形のみぞをもった形状のものである。角変形の計測は熱分布の準定常状態と考えられる溶接試験片の中央A-A線とで計測した。計測方法は図3の角変形計測要領と同一方法で行なった。

図5は棒径と角変形の関係を示したもので、各棒径に現われる差異は大径棒では与える熱量が大であるため各層当りの溶着重量が大となり、また層数が少なくなつて結果的には少ない角変形を示している。

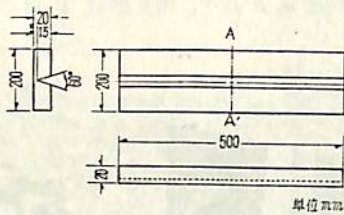


図4 予備試験片形状

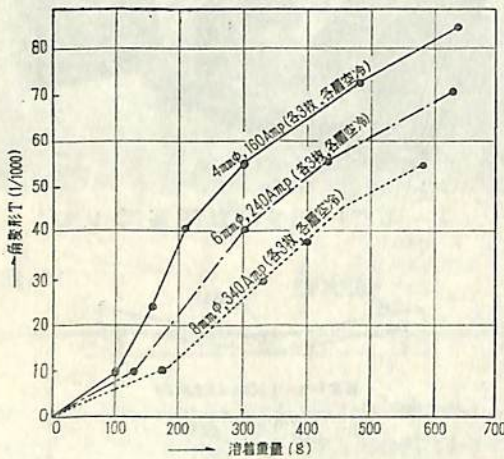


図5 角変形と棒径の関係

図5から初層を溶接する場合、大径棒ほど角変形が少なく2層から最終層まではその影響を非常に大きくうけていることがわかる。

次に棒径を混用したものについての角変形は図6に示すとおりであり、図5と同様初層および2層の角変形が最終層に至るまで影響している。

以上のように板厚全体を突合せ溶接する場合に棒径の異なつた溶接棒を使用すると、溶着重量が同一であつて

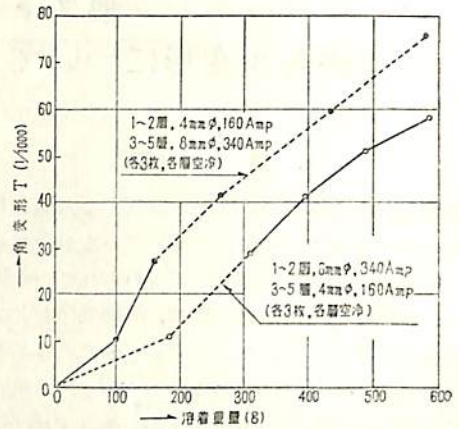


図6 角変形と棒径混用との関係

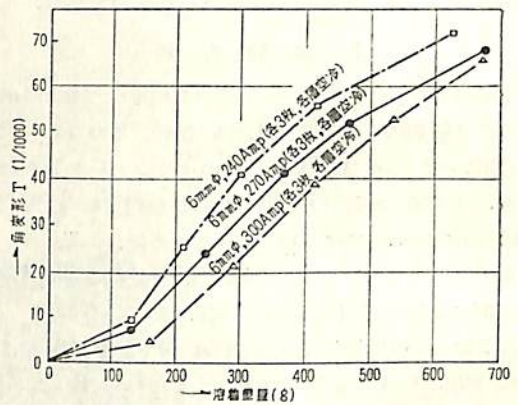


図7 角変形と電流の関係

も角変形に差異を生ずる。また2種の棒径の異なつた溶接棒を使用しても各層に使用する棒種の棒径の選び方が異なると溶着重量が同一であつても角変形に差異を生じている。

次に同一棒径を使用する場合の使用電流と角変形との関係を示すと図7のとおりである。

すなわち電流値は初層から最終層まで同一電流240, 270, 300 Ampの3種類を使用して実験した結果であり、電流値が大なるほど角変形は少なくなつている。この電流値の角変形におよぼす影響は先に示した棒径と角変形との関係にみられるほどの差異はないが層数が大となればかなり角変形も大なるものと考えられる。以上述べた実験はいずれも各層間を完全に空冷したのちに溶接を行なつたものであるが、これは本実験を行うに当つて長時間を必要とする。このため各層連続溶接と各層完全空冷後溶接が角変形にいかにか影響するかを知るため比較実験を行なつた。なお実験は後述の本実験と同様図8に示すようにV形突合せ溶接試験片によつて行なつた。

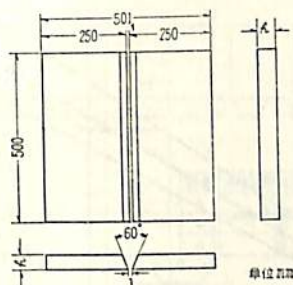


図8 各層空冷、連続溶接の比較試験片

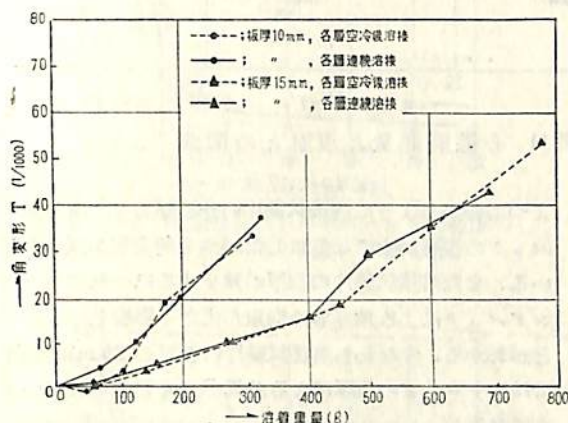


図9 角変形と各層空冷および連続溶接の関係

表1 本実験における棒径および電流

層数	板厚 10 mm	15	20	25	30	35
1	5 mm φ 175 A	5 mm φ 175 A	5 mm φ 175 A	5 mm φ 175 A	5 mm φ 175 A	5 mm φ 175 A
2	6 mm φ 250 A	6 mm φ 250 A	6 mm φ 250 A	6 mm φ 250 A	6 mm φ 250 A	6 mm φ 250 A
3	6 mm φ 300 A	6 mm φ 300 A	6 mm φ 300 A	6 mm φ 300 A	6 mm φ 300 A	6 mm φ 300 A
4	6 mm φ 250 A	6 mm φ 300 A	6 mm φ 300 A	6 mm φ 300 A	6 mm φ 300 A	6 mm φ 300 A
5		6 mm φ 300 A	8 mm φ 370 A	8 mm φ 400 A	8 mm φ 400 A	8 mm φ 400 A
6		6 mm φ 250 A	8 mm φ 370 A	8 mm φ 400 A	8 mm φ 400 A	8 mm φ 400 A
7			8 mm φ 350 A	8 mm φ 400 A	8 mm φ 400 A	8 mm φ 400 A
8				8 mm φ 370 A	8 mm φ 400 A	8 mm φ 400 A
9					8 mm φ 400 A	8 mm φ 400 A
10					8 mm φ 370 A	8 mm φ 400 A
11						8 mm φ 400 A
12						8 mm φ 370 A

図8より実験は板厚 10, 15 mm の2種類としそれぞれの板厚に対する溶接条件を表1に示すように各層ごとに棒径および電流値を変化させて溶接を行なった。

その結果を図9に示す。図9より各層連続溶接を行なった場合と各層完全空冷して行なった場合とで角変形の差はなく各層間の冷却時間の長短はあまり影響しないことがわかった。

以上の予備実験の結果から各板厚に対する各層の溶接条件は同一でなければいけないことがわかった。本実験ではこれに留意し、一般的に用いられている施工条件に合致するようその溶接条件を表1に決めた。

3.2 ストロンバックの寸法と角変形の関係

2章の実験方法で述べたようなストロンバックの寸法と角変形の関係を求める際に考えられる因子は溶接試験片の板厚 h とストロンバックの長さ l ・板厚 t ・高さ b の4因子である。

以上の因子の組合せによる実験を行なうことは実験回数が非常に多くなるのでまずストロンバックの長さを一定にし他の因子と角変形の関係を求めた。溶接試験片の板厚を 25 mm, ストロンバックの板厚を 25 mm, 高さ 200 mm とし長さを 400・600・800・1000・1,500 mm に変化させて実験を行なった。その結果を図10に示す。

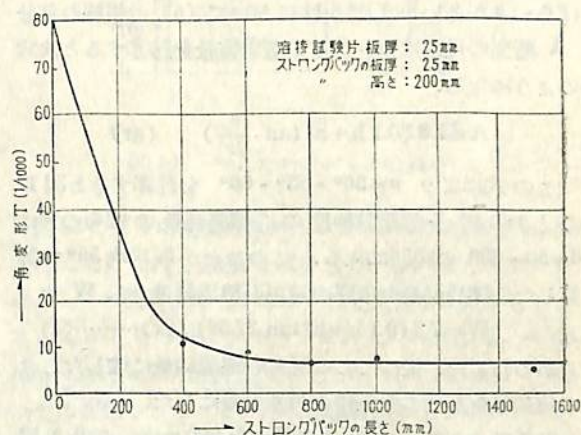


図10 角変形とストロンバックの長さの関係

図10から $l \geq 500$ mm では角変形にほとんど差異がみられず、本実験にはストロンバックの最少有効長さを 500 mm の限度として差支えないものと考えた。この場合ストロンバックの長さが 0 mm はストロンバックを使用しない場合である。この結果からストロンバックの長さを 500 mm 一定とし、溶接試験片板厚を 10,

15, 20, 25, 30, 35 mm, ストロンクバックの板厚 6, 10, 15, 20, 25mm, 高さ 100, 150, 200 mm のそれぞれについて実験を行なった。

さて表 1 の溶接条件は各板厚に対して溶着部が板厚より盛上がるよう溶接条件を決めたが、開先形状の精度、仮付等によつて角変形が必ずしも同一でないことから、同一板厚に対して必ずしも同一の溶着重量が得られず実験値にばらつきを生じた。そこで各板厚に対する角変形量を表わす場合各板厚に対して適正溶着重量を決める必要があつた。この溶着重量は溶接棒心線重量に溶着率を相乗して求めた。溶着率は溶接条件によつて変化するが同一系統の溶接棒を使用していること、各層の電流および棒径が大体同じであることから溶着率の変動する割合は少ないと見なして心線重量で溶着重量を表わすことにした。そこで各溶接条件で行なつた溶接棒心線重量について単位長さ当りの溶接棒心線重量 (gr/cm) と溶接試験片の板厚 h (cm) の二乗 (h^2) との関係を示すと図 11 のとおりである。

図 11 のように同一板厚について心線消耗量は非常にばらつきが多い。また図 11 において (a) の斜線の部分 A 断面の長さ 1 cm 当りの溶着重量を計算すると次式のようになる。

$$A = 7.8 (0.1 h + h^2 \tan \frac{\theta}{2}) \quad (\text{gr})$$

この式により $\theta = 50^\circ \cdot 55^\circ \cdot 60^\circ$ を計算すると図 11 のとおりで各溶接試験片の心線消耗量のばらつきは $\theta = 50 \sim 60^\circ$ の範囲に入る。このことから平均 55° で計算した心線消耗量を板厚の適正心線消耗量とし W を

$$W = 7.8 (0.1 h + h^2 \tan 27.5^\circ) \quad (\text{gr}) \dots \dots (1)$$

であらわした。従つてこの適正心線消耗量に達したときの角変形をもつて各条件の角変形量にした。

つぎにストロンクバックの長さを 500 mm 一定とし溶接試験片の板厚とストロンクバックの板厚および角変形との関係を図 12 (a) (b) (c) に示す。

図 12 (a) はストロンクバックの高さを 100 mm とし実験した結果である。

図中 B と記したものは溶接施工中ストロンクバックが座屈変形を起し拘束状態が著しく劣化したものである。いずれもストロンクバックの板厚が 6 mm で溶接試験片の板厚は 25 mm 以上の場合である。図 12 (a) に

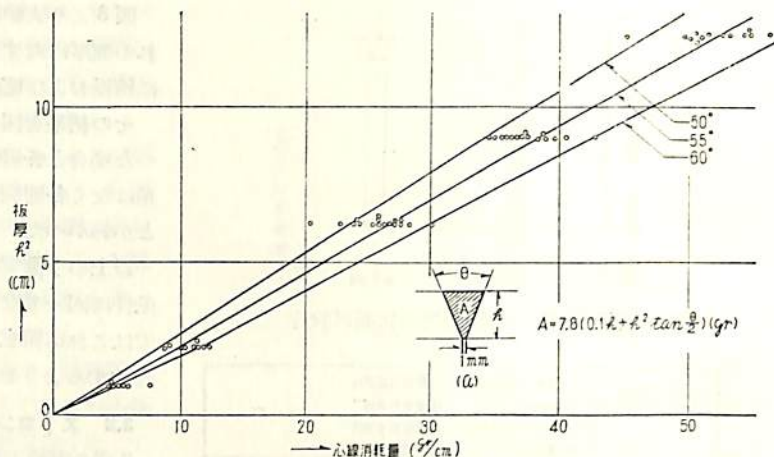


図 11 心線消耗量と板厚との関係

よつてわかるように溶接試験片の各板厚ともストロンクバックの板厚が大になるにしたがつて角変形が減少している。また溶接試験片の板厚が減少するにつれてストロンクバックによる角変形の拘束が大きく影響していることがわかる。すなわち溶接試験片の板厚が 20 mm 以下ではストロンクの板厚による差異が殆んどみられないようになる。

図 12 (b) はストロンクバックの高さが 150 mm の場合であるが、溶接試験片の板厚が 20 mm 以下は図 12 (a) から判断して実験を行なつていない。またストロンクバックの板厚 6 mm も座屈の影響をのぞくため実験を行なつていない、図 12 (a) と図 12 (b) を比較すれば

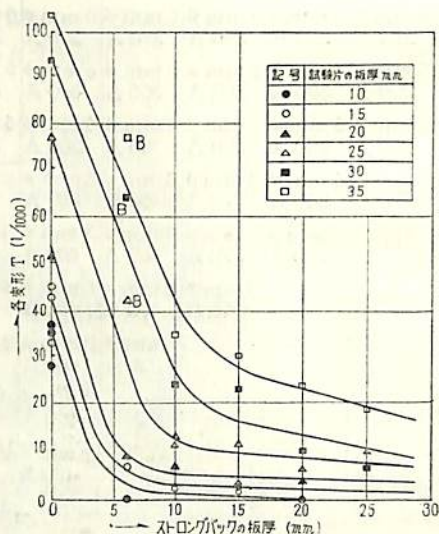


図 12 (a) 角変形とストロンクバックの板厚の関係 (ストロンクバックの高さ: 100 mm)

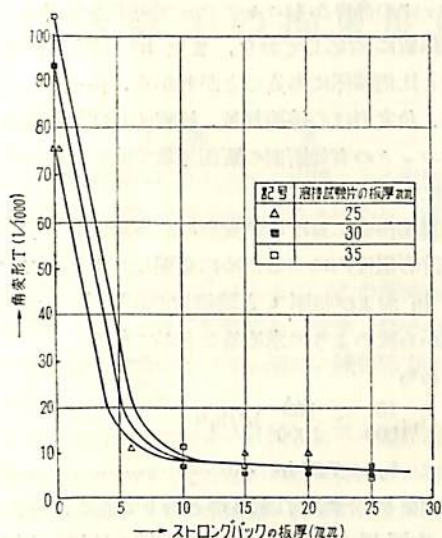


図 12 (b) 角変形とストロングバックの板厚の関係 (ストロングバックの高さ: 150 mm)

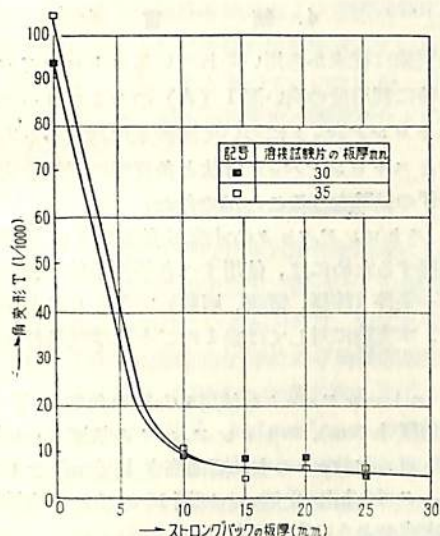


図 12 (c) 角変形とストロングバックの板厚の関係 (ストロングバックの高さ: 200 mm)

わかるように溶接試験片の板厚による差が明らかでなく、ストロングバックの高さの方が大きく角変形に影響していることがわかる。次にストロングバックの高さ 200 mm と角変形の間を関係を図 12 (c) に示す。

この場合もストロングバックの高さ 150 mm と同様の傾向を示している。以上の 12 (a), 12 (b), 12 (c) 図中においてストロングバックの板厚 0 mm の場合すなわち図の原点はストロングバックで拘束しない場合の値を示している。

上述したものはストロングバックの板厚を横軸に角変形との関係を示したが、つぎに横軸をストロングバックの高さにして溶接試験片の板厚 35 mm の場合についての角変形を示せば図 13 のとおりである。

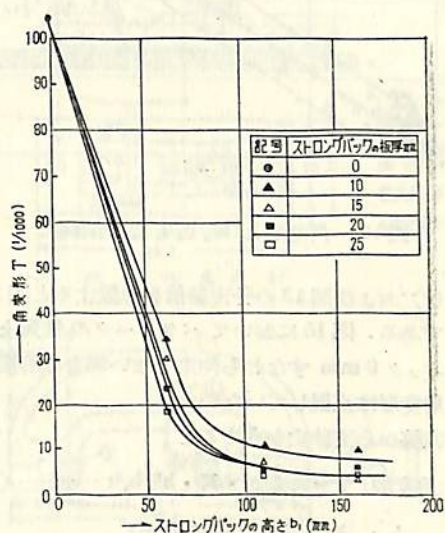


図 13 角変形とストロングバックの高さの関係 (溶接試験片の板厚: 35 mm)

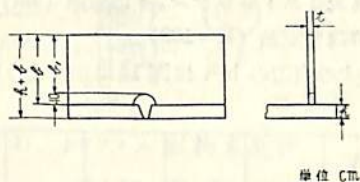


図 14 ストロングバックの高さ

図 13 のように角変形はストロングバックの高さ b_1 が大となるにつれて急激に減少している。またストロングバックの板厚が増大するにつれて角変形は減少している。しかしその差はストロングバックの高さ b_1 が 60 mm の場合には判然としているが、110, 160 mm においては判然としていない。これは前述のようにストロングバックの高さの方がストロングバックの板厚より角変形の抑制に有効であることを示すものである。なおここに述べたストロングバックの高さ b_1 は第 14 図に示すようにストロングバックとして有効に働らく高さとしてストロングバックの高さ b からスキアラップの半径を引いた高さを表わしたものである。

以上の図 12 (a), 図 12 (b), 図 12 (c) および図 13 の曲線の傾向からパラメータとして h^2/b_1^2t をみちびいた。このパラメータを横軸に図 12 (a), 図 12 (b),

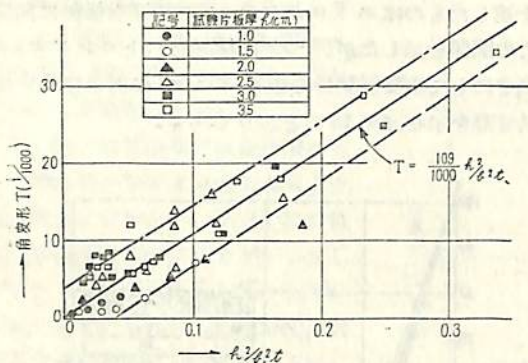


図15 角変形と h^2/b_1^2t との関係

図12 (c) および図13の各実験値を点置すると図15のとおりである。図15においてパラメータの性質上ストロングバック 0 mm すなわち拘束しない場合の溶接試験片での角変形は点置していない。

この直線から実験式を求めると

$$\text{角変形 } T = \frac{1}{1000} \cdot K \cdot h^2/b_1^2t \dots\dots\dots(2)$$

- h ; 溶接試験片板厚 (cm)
- b_1 ; ストロングバックの有効高さ (cm)
(図14参照)
- t ; ストロングバックの板厚 (cm)
- K ; 定数 (K=109)

さて実験式の右辺の b_1^2t は図14に示すようにストロ

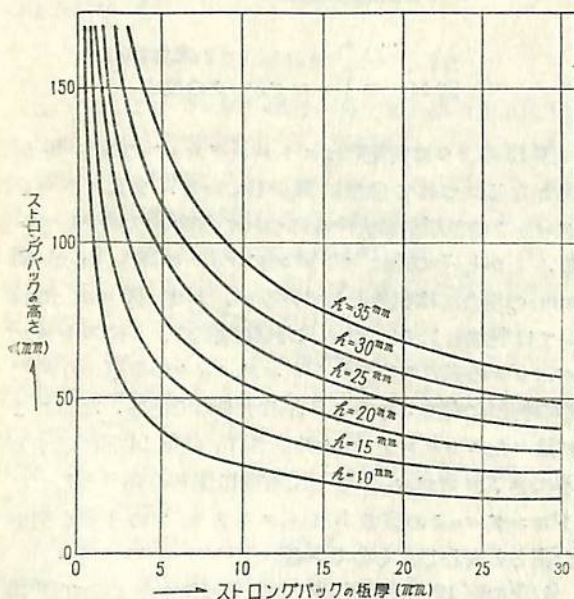


図16 角変形を許容限度内にするために必要なストロングバックの寸法

ングバックの高さからスキアラップの半径を引いた部分の断面係数に対応しており、また h^2 は図11から心線消耗量と比例関係にあることがわかる。従つてこの実験式から、角変形は心線消耗量、換言すれば溶着量をストロングバックの有効断面の断面係数で除した値に比例することになる。

いま現場作業における角変形の許容限度を 15/1000 とすると許容限度内にするために必要なストロングバックの高さ b_1 および板厚 t と溶接材の板厚 h との関係は (2) 式から次のように求めることができる。

すなわち

$$\frac{15}{1000} \geq \frac{109}{1000} h^2/b_1^2t$$

$$b_1^2t \geq 7.27 h^2 \dots\dots\dots(3)$$

(3) 式を図示すれば図16のとおりである。すなわち高さ b_1 を図16の各溶接材の板厚曲線の外側に位置するように決めれば角変形を許容限度内におさえることができる。

4. 結 言

以上実験は従来から用いられているストロングバックのうち特に利用度の高い図1 (A) のセミフローテング形のストロングバックについて溶接条件選定のための予備実験とストロングバック寸法と角変形の間係を究明し大要つぎの結論をうる事ができた。

(1) ストロングバックの寸法が角変形との関係を適確に把握するためには、使用すべき溶接条件は各板厚に対し同一条件 (棒径、電流、層数) で行なうことが必要である。本実験に対しては表1のごとき溶接条件を採用した。

(2) ストロングバックを使用した際の角変形 T は溶接材の板厚 h (cm)、ストロングバックの板厚 t (cm) およびストロングバックの有効断面高さ b_1 (cm) よりなるパラメータ h^2/b_1^2t を用いれば図15のごとく直線関係を得、次式のように表わされる。

$$T = \frac{109}{1000} h^2/b_1^2t$$

従つて角変形は溶着量とストロングバックの有効断面の断面係数で除した値に比例することになる。

(3) 角変形の許容限度を 15/1000 とすれば溶接材の各板厚に対し使用すべきストロングバックの寸法は図16から求めることが出来る。

以上セミフローテング形ストロングバックの実験結果について述べたが、本実験ではストロングバックの間隔は一定で行なつた。実際の使用に当つてはこのストロングバックの間隔の問題があり、さらに各種のストロングバックの形状による特性の問題もあるが、これらについては稿を改めて報告する。(終)

溶接継手の拘束度について

株式会社 播磨造船所相生工場
造船工作部溶接課

1. 緒 言

溶接構造物の製作にあつての溶接による収縮変形および残留応力の問題は古くからとりあげられ、種々の実験研究がなされている。

収縮変形および残留応力はともに、その溶接継手の拘束の状態によつて大きく影響され、従来、継手の拘束度が高い程、横収縮量は小さく、逆に、残留応力は高くなると考えられている。

そこで、その継手の拘束の状態を決つた条件の函数として表わせるならば、その後の溶接条件などの導入によつて溶接する前からその収縮量、残留応力を推定することが可能になるのではないかと考えられる。

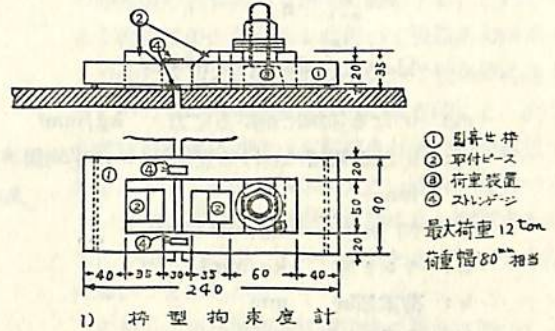
当社では、東大木原教授および運輸技研溶接部の指導の下に、ここ数年にわたつて、突合せ溶接継手の拘束度を求め、拘束度と溶接横収縮量および溶接残留応力との関係を究明しようとして各種の実験を試みている。しかし、未だ、その結果はまともではないが、それらの一連の実験の一部、継手の拘束度の測定法などについて簡単に説明する。

2. 拘束度および拘束度計

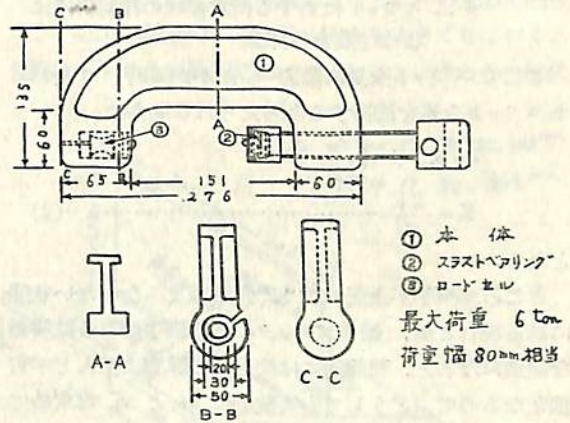
これまで、比較的簡単な拘束試験体を対象にして、理論的、または実験的に拘束度を定義づけ、定量的に求める方法は各種試みられているが¹⁾²⁾³⁾、いずれも考え方としては、「継手に弾性的な単位の平均横収縮を与えた時に、それに抵抗して継手に直角方向に生じる平均応力」を示すもので、普通、 $\text{kg/mm}^2/\text{mm}$ の単位で表されることが多いようである。従つて実験的に拘束度を測定するには溶接継手の開先両側に溶接線直角方向の外力を加えて、開先間隙を変化せしめ、この開先間隙の変化と加えた応力との関係から拘束度を求めることになる。

現在当社において用いている拘束度の測定装置を第1図に示す。

これらはいずれもクサビないしはボルトによつて溶接開先両岸に植えつけられた取付ベースを介して、開先を引寄せらるもので、いずれも内部に組込まれたストレングージまたはロードセルによつてその荷重を知るものである。またこれによつて生じた開先両岸の変位量はコンタクトタイプ・ストレングージ、コンパレーター、グナート・ストレンメーター等によつて千分の1ミリのオーダーまで求めている。



1) 棒型拘束度計



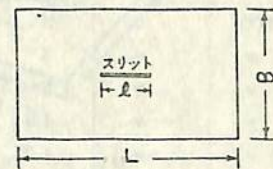
2) ショコマン型拘束度計

第1図 拘束度計

3. スリット型拘束試験体における拘束度の測定

ここに当社で最初に用いたスリット型拘束試験体について拘束度の定義を示す。(くわしくは文献2を参照のこと)

今第2図に示す如き、そのスリット長 l に比して、その長さ L および幅 B が充分大なるスリット型の拘束継手を考え、そのスリットの中に長さ b なる領域に一樣な応力 σ を加えた時、それによつて生ずる弾性的なクマ



第2図 スリット型拘束試験体

チガイ v と σ_0 との関係から拘束度 K を次の如く表す。

$$K = \frac{\sigma_0}{\bar{v}_b} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{b}{l} \cdot \frac{E}{l} \cdot \frac{1}{\phi} \dots\dots\dots(1)$$

ただし
$$\phi = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{Q_n^2}{n}$$

$$Q_n = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin \theta \cdot \sin n\theta \cdot d\theta$$

σ_0 : b なる領域にかかる応力 kg/mm^2
 \bar{v}_b : b なる領域における変位量 v の平均値 mm

K : 拘束度 $\text{kg/mm}^2/\text{mm}$

E : ヤング率 kg/mm^2

b : 荷重領域 mm

l : スリット長 mm

ϕ : スリットに対する荷重領域の相対位置によつて定まる係数

ここでスリット全長に応力 σ_0 がかかる時、すなわちスリット全長を溶接すると考えられる場合は、

$$l = b, \quad \phi = \left(\frac{\pi}{2}\right)^2$$

$$K = \frac{2E}{\pi l} \dots\dots\dots(2)$$

となる。

ところが継手が上記のように無限板とみなせない状態にある場合とか、船体ブロックの現場継手のように複雑な構造になると、理論的には拘束度の算定は殆んど不可能となるので、どうしても実験的に σ_0 と \bar{v}_b を求めて拘束度を求めねばならない。そして、この場合は無限板における理論式のヤング率 E の代りに、 $E' = \alpha \cdot E$ なる剛性率を用いた式として表せる。これは、

- 継手が無限板中にある場合 $\alpha = 1$
- 継手の拘束度が無限板より小さい場合 $\alpha < 1$
- 継手に防撓材などがついて無限板より拘束が大きいと考えられる場合 $\alpha > 1$

自由継手の場合

$\alpha = 0$

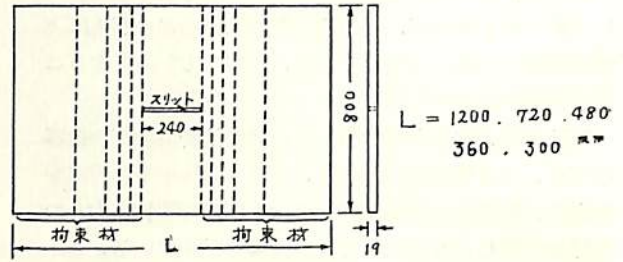
となることを示している。

従つて、(1) 式の代りに

$$K = \frac{E}{2} \cdot \frac{b}{l} \cdot \frac{\alpha \cdot E}{l} \cdot \frac{1}{\phi} \dots\dots\dots(3)$$

を用いれば、複雑な継手の任意の位置に、任意の長さに溶接を行う場合の溶接部の拘束度が定義出来る。

そこで、第3図に示す如きスリット型拘束試験体で、スリット長および試験体幅を一定にし、その長さ L を変化せしめた場合の拘束度の測定結果および、それからスリット全長を溶接する場合に換算した拘束度を第1表に示す。



第3図 試験片

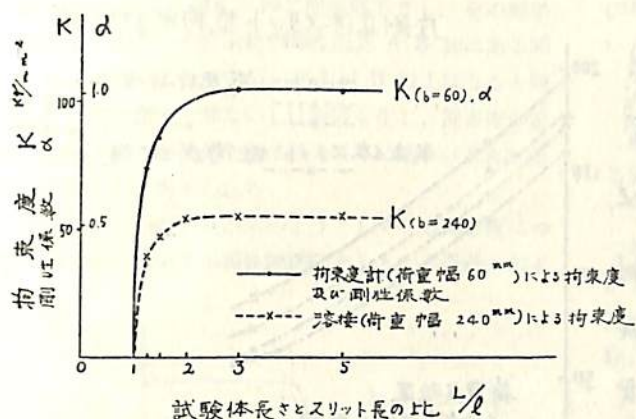
この結果を図示すると第4図の如くなり、このことからこのようなスリット型拘束体では、スリット方向の試験体長さ L とスリット長 l との比が2よりも大きくなると、殆んど無限板とみなして差支えない程度の拘束度をもっていることがわかる。

次いでこれら各試験体のスリット全長を溶接し、その際の溶接横収縮量および溶接残留応力を求めたが、それらと拘束度との関係を第5, 6図に示す。

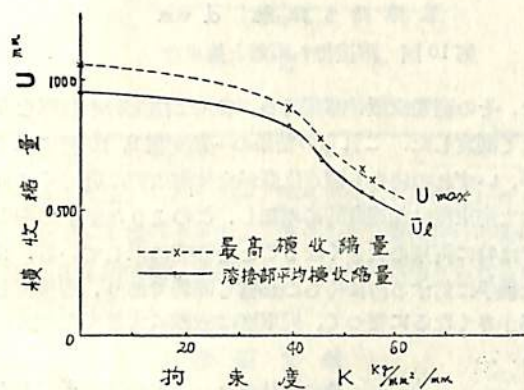
第5図は溶接長 240 mm における平均および最高の横収縮量と、剛性係数 α から求めた荷重幅 240 mm の場合の拘束度との関係を示すが、拘束度が高くなるに従

第1表 拘束度および剛性係数

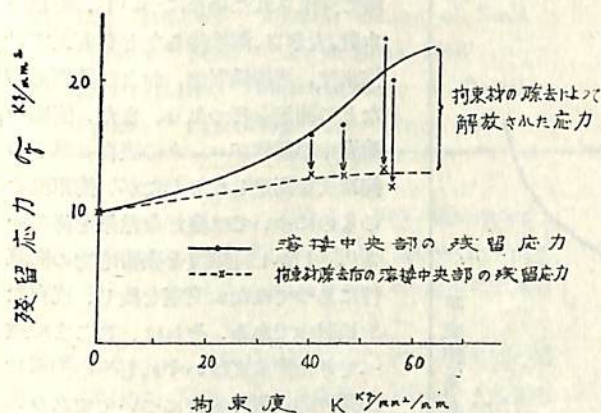
試験体寸法				拘束度 (拘束度計荷重幅 $b = 60 \text{ mm}$)		剛性係数 α	スリット全長溶接の場合の拘束度 (荷重幅 $b = 240 \text{ mm}$)換算値 $K_w \text{ kg/mm}^2/\text{mm}$
長さ $L \text{ mm}$	幅 $B \text{ mm}$	スリット長 $l \text{ mm}$	L/l	実験値 $K_M \text{ kg/mm}^2/\text{mm}$	修正値 $K_{M0} \text{ kg/mm}^2/\text{mm}$		
∞	∞	240	∞ (理論値)	102.5	102.5	1.000	55.7
1,200	800	〃	5	108.6	102.5	1.000	55.7
720	〃	〃	3	111.5	102.5	1.000	55.7
480	〃	〃	2	105.8	99.7	0.973	54.2
360	〃	〃	1.5	90.4	85.2	0.832	46.4
300	〃	〃	1.25	78.8	73.5	0.717	39.9
240	〃	〃	1	0	0	0	0



第4図 試験体長さスリット長の比と拘束度 K , 剛性係数 α



第5図 拘束度 K と横収縮量 U



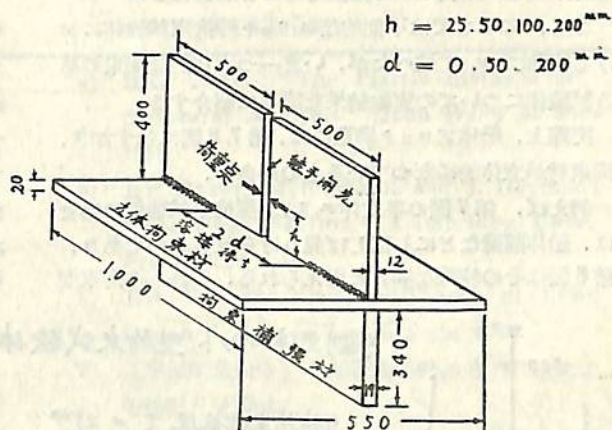
第6図 拘束度 K と残留応力 σ

つて、溶接横収縮量は減少してゆくことがわかる。

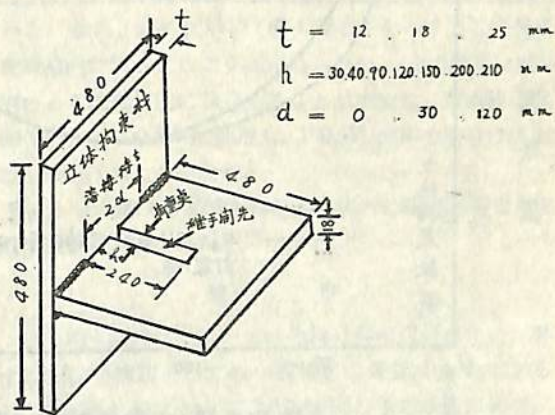
第6図は拘束度に直接関係がある溶接線直角方向の残留応力について、溶接線の中央、ビード上の値(残留応力は極大となる)と拘束度との関係を示す。なお残留応

力はまず溶接線端部で溶接線直角方向に拘束材部分を切断除去し、その時に解放された応力を測定し、その後各部分の応力を測定した。この拘束材の除去後の残留応力も併せて図示する。これで見ると拘束度が大きくなるに従って残留応力は増大してゆくが(これは材料の降伏点で最高値に達する)それらの拘束材を溶接後に取り除くと、高まっていた残留応力は一部解放される。その解放される応力は、最初の拘束が大きい程大きな値であり、従って拘束材を除去した後になお残留する応力は、初めの拘束の大小にかかわらず、大きな差はないことがわかる

このことから現在溶接構造物の製作に当つて、もつともしばしば問題となるところの変形と残留応力の問題で、溶接時に拘束を大きくしておくことの変形は少くなるが残留応力は高くなるということの解決



第7図 半立体スリット型拘束試験体



第8図 片側立体スリット型拘束試験体

の一端がありそうである。

すなわち、厳重に拘束して溶接を行い、溶接完了後にその拘束を取はずせば、残留応力は解放され、減少し、変形も局部的には制限され、最終的には残留応力も変形も少い良好な溶接構造物が得られるのではなからうか。

ところが、ここに一つの大きな問題が残されているのを忘れてはいけぬ。それは、拘束亀裂の問題である。

大きな拘束によって変形を防止するのはよいが、そこに拘束に耐えきれず、亀裂を生じたならば、むしろ事態は悪化する。ここにこの考え方の限界があり、拘束溶接は亀裂の生じない範囲のみにおいて考えられなければならない問題である。

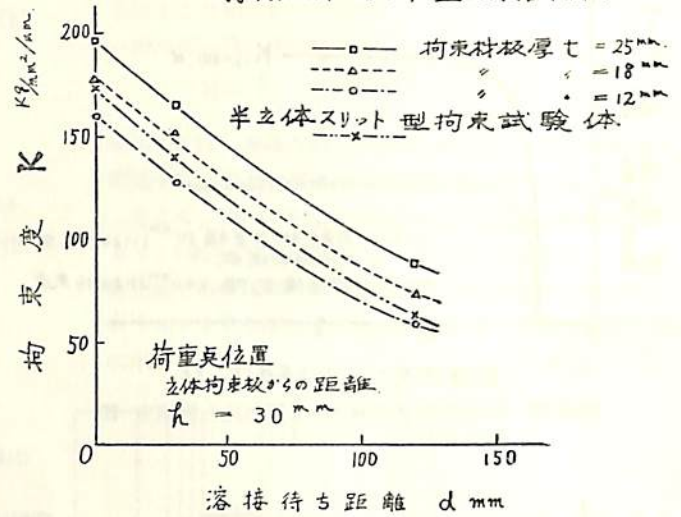
すなわち、溶接部の拘束亀裂の一要因としての拘束度を、定義づける必要もあると思われる。

さて、ここまでは平面的なスリット型拘束試験体における実験について述べたが、いま一つ立体的な拘束のある試験体についての実験結果を簡単に紹介する。

實際上、船体ブロック構造には、第7,8図に示す如き、拘束材が立体的になつてゐるものが多い。

例えば、第7図の半立体スリット型拘束試験体の場合は、船体隔壁などにしばしば見られるものであり、第8図はその特殊な場合と考えられる。これらの拘束度

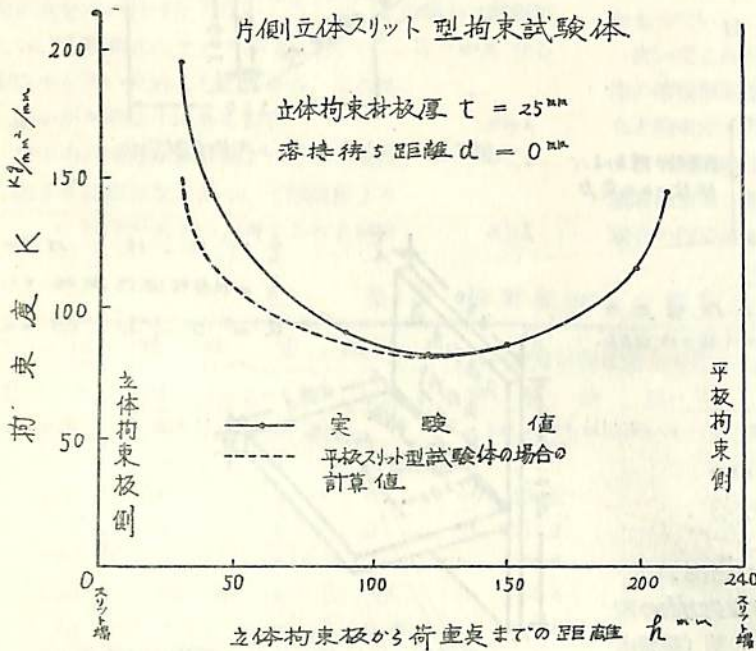
片側立体スリット型拘束試験体



第10図 溶接待ち距離と拘束度

を、その測定位置、溶接待ち、または拘束材の板厚を変えて測定した。これらの結果の一部を第9,10図に示すが、いずれの場合も測定位置が立体拘束板に近づくに従つて拘束度は加速度的に増加し、このような継手の端部では特に拘束の大きくなることを如実に示している。また継手に対する溶接待ちの影響も顕著であり、溶接待ちが小さくなるに従つて、拘束度は急激に大きくなつていく。

片側立体スリット型拘束試験体

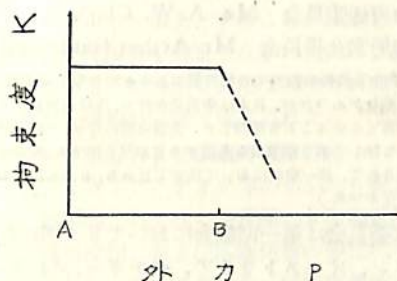


第9図 荷重点位置と拘束度

他に船体ブロック工作法に近似した例として、長い突合せ継手が数本の桁板で拘束された場合について、桁数の本数、大きさ、溶接待ちなどを変えて、拘束度、溶接横収縮、および残留応力などの測定を行つたり、また、実際の建造中の船体ブロックの突合せ継手の拘束度を測定したりしたが、拘束度そのものについては良好な結果を得ている。しかし拘束度と残留応力の関連性にあつてはなお問題を残し、現在なお検討中である。それは、ここまで述べてきた拘束度はいずれもその拘束材が弾性的に働く場合についてであり、その定義も弾性範囲に限られる場合であるが、實際上、溶接によつて生ずる応力は非常に大きな値になるので、場合によつては拘束材が溶接の際、塑性変形、ないしは挫屈の現象を生じるといふ点である。

第11図における如く、同じ拘束継手でも、その継手に加わる外力がその拘束材の弾性限界 A B 間にある間は、一定の拘束度を示すが、外力が B 以上になると拘束材の一部に塑性変形ないしは挫屈を生じ、拘束度の急激な減少となり、最終的には殆んど0に近い状態になるのではないかと考えられる。

従つて、今われわれが求めようとしている拘束度については、その拘束材が弾性範囲にあるという条件、およ



第11図 外力による拘束度の変化

(909頁よりつづく)

る実験から明らかなように、弾性設計から決められたものは必ずしも適当ではないと考えられ、塑性設計の船体構造への応用は広い分野にわたつて検討が加えられるものと思われる。

参 照 文 献

- 1) P. G. Hodge: "Plastic Analysis of Structures." McGraw-Hill. 1959
- 2) L. S. Beedle: "Plastic Design of Steel Frames." John Wiley & Sons. 1958
- 3) J. Heyman: "Plastic Design of Portal Frames." Cambridge Univ. Press 1957

(950頁よりつづく)

また温度検査の一部として室温より 10°C 低い水をジョロで1分間注水した時、60 W, 100 W, 200 W いずれの電球も 115 V で点灯した場合グローブの破損等の異状はなかつた。

温度においては JIS F 8423 において、灯器外面の最高温度の限度を 85°C、温度上昇値を 45 deg と規定してある。本器は横向きに装備されているため天井灯の場合より条件が悪く、どうしても第5図のグローブ上部②の温度が上がりすぎる。第6図、第7図は 60 W と 100 W について行った温度検査の結果である。

この 60 W に対しては JIS F 8423 の規格内に入るが、100 W に対しては第7図のように規格を多少上ま

びその拘束によつて、溶接時に亀裂が発生しないことという条件内にあることが必要なわけである。

4. 結 言

以上の如く、当社で現在まで行なわれた拘束度に関する実験において、弾性範囲の拘束度そのものの定義に関しては、拘束度計などを用いて、ある程度、まとまりつつあるが、その拘束度と溶接によつて生ずる変形、残留応力などとの関連性は、亀裂に対する問題、塑性領域に関する問題がからみ未だ未解決の分野にあり、今後の実験、検討を待たねばならない。

参 考 文 献

- 1) 仲 威雄: 溶接の収縮と亀裂.
- 2) 木原, 松山, 増淵, 小椋: 造船協会論文集 98~100号.
- 3) 渡辺正紀: 船舶第 31 巻第 6 号.
- 4) 播磨造船所: 日本造船研究協会第 39 研究部会 昭和 34 年度報告資料. 以上

- 4) B. G. Neal: "The Plastic Methods of Structural Analysis." John Wiley & Sons 1956
- 5) J. F. Baker, M. R. Horne and J. Heyman: "The Steel Skelton." Cambridge Univ. Press 1956
- 6) J. A. Van den Braek: "Theory of Limit Design." John Wiley & Sons. 1948
- 7) 三菱長崎造船所: "船底縦通材の塑性設計による検討" 未発表
- 8) 秋田好雄: "小型船の甲板強度の検討" 未発表

わる。故に上部に反射板(第4図③)をつけてこの長さを規格内におさまるように定められた。その結果は第8図のように規格内におさえることが出来た。故に本器は 60 W また 100 W に使用し、100 W 使用の場合は反射板を取付けることになる。

なお 60 W, 100 W それぞれの場合の配光曲線を第9図で示す。

結 び

以上防水防爆灯についてはそれ自体の規格はない。要するに防爆構造としての一般規格に準拠するのであるが、勿論これ等については公的機関の承認並びに検査が必要である。(以上)

1960年の「海上における人命の安全のための国際条約」改正会議に出席して

佐藤美津雄
船舶局次席船舶検査官

1948年の「海上における人命の安全のための国際条約」および1948年の「国際海上衝突予防規則」にかわる1960年の条約を作成するため、政府間海事機構(IMCO)の招請により、本年5月17日より6月17日までの1カ月間に亘つてロンドンにおいて会議が開催された。

日本政府は、運輸省3名、外務省4名、関係官庁3名、学識経験者として民間より16名からなる26名の代表を派遣し、この条約に対して日本の意向を十分に反映せしめた。首席全権には中川駐英公使、全権代表は水品船舶局長であった。

会議の出席国はアルゼンチン、オーストラリア、ベルギー、ブラジル、ブルガリア、カメルーン、カナダ、中華民国、キューバ、チェコスロヴァキア、デンマーク、ドミニカ共和国、フィンランド、フランス、ドイツ連邦共和国、ギリシャ、ギアナ、ハンガリア、アイスランド、インド、イラン、アイルランド、イスラエル、イタリア、日本、大韓民国、クウェート、メキシコ、オランダ、ニュージーランド、ノールウェイ、パキスタン、パナマ、ペルー、フィリピン、ポーランド、ポルトガル、スペイン、スウェーデン、スイス、トルコ、ソビエト社会主義共和国連邦、アラブ共和国連合王国、アメリカ合衆国、ベネゼラ、ユーゴスラヴィアの48カ国と、オブザーバーとして、セイロン、インドネシア、ルーマニア、タイ、ヴェトナムおよび南阿連邦の7カ国で総計55カ国に達し、出席人員も570名の多きに達した。なお政府機関もオブザーバーを派遣し、国際連合、食糧農業機関、国際原子力機関、国際民間航空機関、国際労働機関、国際電気通信連合、世界保健機関、世界気象機関、国際水路局の9機関18名が出席した。出席人員の多い方から数えると、英国74名、米国66名、ドイツ49名、フランス32名、オランダ27名、日本およびノールウェイがそれぞれ26名、ギリシャ24名、デンマーク21名、イタリア20名等であった。

総会および委員会は第1回総会により決定され、会議の議長に英国首席代表 Sir Gilmour Jenkins (元運輸次官)、第一、第二副議長には米国首席代表 Admiral Richmond およびソ連首席代表 Mr. Saveliev を選出した。会議のための委員会と委員長は次の通りである。

首席代表委員会	Sir Gilmour Jenkins (英)
信任状委員会	Mr. Elenteric Capapas (比)
起草委員会	Mr. Dennis C. Haselgrove (英)
一般規定委員会	Mr. Jean-Georges Roullier (仏)
構造委員会	Dr. Ing. Gino Solda (イタリア)
救命設備委員会	Mr. Wladyslaw Milewski (ポーランド)

無線委員会	Mr. Per Mortensen (ノールウェイ)
航海の安全委員会	Mr. Anders Bache (デンマーク)
穀物、鉱石およびばら積貨物委員会	Captain P. Pagonis (ギリシャ)
危険物運送委員会	Mr. A. W. Clarke (英)
原子力船安全委員会	Mr. Arther Gatewood (米)

(註) 委員会委員長の担当は各国希望によるものを事務局で整理し、わが国にも照会があつたが、日本は委員長を断り、当時の模様から第二副議長を割当てられることを期待した。会議直前になり、ソ連首席代表より委員長を辞して第二副議長を希望する旨が強く出され、結局それが各国に了解されて、第一総会において決定したため、これらの要職を占めるに至らなかつた。)

信任状委員会は第一回総会において6カ国になり、アルゼンチン、オーストラリア、ベルギー、フィリピン、パキスタン、チェコスロヴァキアに決定、起草委員会は、6カ国でフランス、ノールウェイ、米国、英国、ソ連、およびメキシコに決定した。なお他の委員会はすべて出席希望国をもって構成された。

公用語は、1948年条約においては、英語およびフランス語であつたが、今回ロシア語およびスペイン語が追加された。従つて1の公用語は他の3の公用語に同時に通訳された。しかし印刷物は、IMCO事務局の能力不足のために、英語、およびフランス語のみでなされた。

総会は前後7回開催され、各委員会で作成された原案を、早く出来た順序で付議され、殆んど1回の提出によつて採択されたが、原子力船に関する第8章の規則は、第2回、第3回および第4回の総会において審議され、漸く投票によつて採択された。これは、米国の入港の受入条件に関し、安全報告書(Safety Report)と安全評価書(Safety Assessment)による2国間協定による方法と、一般船舶と同じく安全証書のみをもつて足りるとするソ連の方法が真向より対立し、仲々合意に基づく妥協が成立しなかつたためである。かかる理由により、総会の投票に破れたソ連圏は、新条約に署名しなかつた。

(註) 署名しなかつた国はソ連、ブルガリア、ハンガリア、韓国、カメルーン、ポーランド、チェコスロヴァキアであつたが、最近の情報(非公式)によれば、ソ連、ブルガリア、ハンガリアは署名を済した由である。)

新条約に対する改正提案は、1200条文にも達し、原子力船の基準の設定、貨物船および漁船に対する適用範囲の拡大から、技術基準の引上げ、設備基準の引上げまで極めて多種多様であつた。わが国としては、急激な前進は現状の船舶の様相を変えることになるので、わが提案の主旨に基いて、根本的改正は行わず、従来の経験と技術の進歩による安全の向上を計るよう改正すべきであ

るとの態度をもつて会議に臨んだ。

条約本文および第1章一般規定については、適用範囲の拡大は無線設備を300総トン位まで引下げて差支えなく、貨物船の構造検査については同調し、また漁船の適用については、現在の漁業実体から、適用船舶とした方が得策であるので賛成するが、適用が決定した際は、実情に沿うよう総合的基準を作るため、特別の委員会を設置して審議を行うように働き掛けることとした。会議の結果は、殆んど日本の提案は採用され、かつ上記の考え方と合致して決定したが、漁船の適用は、一般規定委員会において500総トン以上とすることが決定したが、他の技術委員会では漁船を規定しなかつたため、総会において無意味であるとの理由で適用は否決され現行通りとなつた。ただし漁船の定義は規定された。

構造のうち、区画および損傷時復原性について、英国、米国、ソ連、イタリア、ドイツ等からかなり厳しい提案がなされ、わが国としては、旅客船の2区画可浸制・貨物船の1区画可浸制、および区画係数の強化については絶対的に阻止したい考えであつた。区画復原性小委員会の開頭初より、米国、ソ連が安全向上のため是非改正したい旨を強調し、イタリア、ドイツ、スペイン等がこれに同調したが、日本、英国、フランス、北欧諸国は現状維持の上安全向上を計ることを強調し、2派に分れて意見が完全に対立した。その後米国の提唱により少数専門家グループによる Working group を作り審議を行うこととしたが、結局合意に至らず、止むなく2派の主張を整理した報告書をもつて小委員会で採決を行うこととなつた。この結果、幸うじて日本、英国等の現状維持派の勝利に帰したが、やはりその中にはかなり安全向上のための改正が含まれている。しかし日本の現状からは困難な事項はないと考えられる。

また非損傷時復原性については、日本の勧告としてIMCOにおいて研究すべきであることを提案した。この原則が勧告に盛り込まれることとなつた。

防火構造に関しては、旅客船の第1,2,3方式を残すべきであるとの日本の希望は達せられた。その他の事項については、会議の状況に応じて対処することとしたが、新に4000総トン以上について最小限度の要求がなされることとなつた。

救命設備に関しては、各国からの数多い提案があり、わが国も膨脹型救命いかだの採用に関して広く使用するように多くの提案をなした。しかし、その降下装置に対する疑念と、サービステーションの必要性に対して、未だ尙早なりとする北欧諸国はじめ多くの国があり、結局従来の禁止をとき、固定型いかだと同性能を有するものとして採用になつただけで、救命艇を第一義的とする従来の考え方が存続された。なお最近の海難の情況から、設備を強化すべきであるとの意見がたつと、救命いかだの増備の形で規定された。

無線設備は、範囲拡大および国内船にも適用せんとする提案に対し、わが国は貨物船は300総トン以上、漁船は500総トン以上でかつ国際航海のものに適用することは止むを得ないとの態度をとつた。貨物船についてはわが国と同じ範囲で決定したが、漁船については適用しないこととなつた。また技術要件のうち、無線電信送信機の出力を一定限度に制限しようとするソ連案には絶対反対の態度で臨んだが、幸いこれは否決になつた。

航海の安全については、レーダーの強制は勧告程度に止め、音響測深装置の備付、方向探知機の備付はともに1600総トン以上は止むを得ないとの考え方で臨んだが、結局現行規定通りとなつた。

穀類、鉱石、およびばら積貨物の積載についても多岐に亘る提案があり、わが国としては画一的基準を設けることに賛成し、かつ現在のように外国の港において勝手な監督をうけることのないように規定を設けることを目途にしたが、審議の結果は規定は穀類の基準のみに限られ、同時に主官庁の承認する積付図面を備えることに他の締約政府もこれを承認するものとなつたので、目的は十分に達せられた。

危険物の積付に関しては、画一の基準を作ることにその内容は国内規則の基準を考慮して対処することを目途としたが、この目的は全面的に達せられた。

原子力船については、わが国の会議に臨む態度は、できる限りこれを条約の適用船とし、原子力船として特に取極める必要があるものは、附属規則をもつて規制する。なおこの場合原子力船の正常な発展を阻害し、またはその運航について過度の規制を加えることにならないよう努力することであつた。委員会においては、作業を進めるため、第1小委員会(一般規定関係)と第2小委員会(構造設備関係)で併行して審議を進めたが、わが国は両小委員会において十分意見を述べ、その意図する態度を反映することができた。しかし、米国、英国の入港受入れ方式とソ連の受入方式(前述)とが最後まで対立し、投票によつて最後の委員会案を決定したが、ソ連は再びこれを総会において採上げ、再び投票によつて決したものである。その内容は規則12、勧告11で前者は定取極めを必要とする一般的事項であり、後者は技術的要件であるので、わが国の方針と殆んど一致したものである。ただ、規則に入港承認の明文がないため、多少の疑義を生じたが、各国とも第7規則(b)の Safety Assessment(安全評価書)が実質的にこれにあたるものと了解したので、わが国も同じ了解の下にこれを承認した。

以上述べた通り、会議は相当広汎でしかも深い内容について新条約を作つたのであるが、日本の希望するところが殆んど取入れられたものとなつた。これは代表が一体となつてその目的達成に努力した成果であるといふことができる。筆者は代表の一員に加つたのであるが、当局以外の代表各位に心から敬意を表するものである。

I. E. C./TC 18 ツール会議 について (1)

梶 原 孝
日本海事協会技術部

I. ま え が き

国際電気標準会議 (I. E. C.) の船内電気設備に関する専門委員会 (TC 18) は、ここ数年来、勧告書 (Recommendations for electrical installations in ships - Publication 92) 第 2 版発行のため活潑な活動を続け毎年各国代表者が参加して会議を開いている。

筆者は、今年 5 月初旬におけるフランスのツール会議に出席する機会を得たので、ここにその概要を紹介する。なお読者の参考として I. E. C./TC 18 の沿革および昨年スペインにおける TC 18 マドリッド会議のケーブル、保護装置、無線雑音障害に関する各分科委員会の主要検討事項を述べることにする。

II. I. E. C./TC 18 の沿革

1935 年に船内電気設備に関心の深い 12 カ国の代表者がオランダのハーグ市において会合し、船内電気設備に関する国際規格を定めることが多くの利益をもたらすことが指摘され、問題の重要度を安全性 (Safety)、信頼性 (Reliability)、単純化 (Simplicity) および保守の容易 (Ease of maintenance) として取扱う方針を定めた。ここで八つの小委員会が任命され、更にその翌年ロンドンで会議が開かれ幾つかの規格案が準備されて多少の進展をみたが、その仕事に第 2 次世界大戦によって中断した。

第 2 次世界大戦後一般に船における電気設備は著しく増大し、蒸気船においてすら、多くの重要補機を電動機で駆動するのが普通となってきた。更に戦時の経験から、船内に種々の電気設備をもつことが強く要望されるようになった。

海上における人命の安全のための国際条約 (SOLAS) を履行するに当つて、この条約を批准した各国は、それぞれの船について、すべての点でこの条約に適合していることを証明する安全証書 (Safety Certificate) を備えるよう義務づけられている、この証書は他のすべての署名国にも受諾されるものであつて、必要な場合には検視を受けるだけで他国に入港したり、他国籍の人を旅客として運ぶことが認められている。国際貿易の規模が非常に大きくなり、かつ競争が激しくなるに従つて、この国際条約を円滑に運用するためには、この条約の履行をできる限り一様とすべきことは明かなことである。

こうした考慮のもとに TC 18 の議長は 1948 年の SOLAS 会議が終つた後に、ロンドンで会議を開いた。この会議には五つの船級協会から代表者が出席し、合計 8 カ国の代表者が参加していた。この会議には当時日本および西独は未だ平和条約の調印が終つていず、ソ連は SOLAS に調印していなかつたため、これら 3 カ国より代表者が出席していなかつた。その後、日本、西独およびソ連の 3 カ国は TC 18 の仕事の上で重要な位置を占めるようになった。

1948 年のロンドンにおける TC 18 会議の大半は、これから作成しようとする文書の形式と、どの程度の内容を盛りこむかに費された。国内に船級協会を持たない数カ国の主要海運国からは、I. E. C. は監督官庁や船級協会に対して推奨し得るだけであつて、船級をもたない船を含めて、船に適用される法令は、多少の相違があつても、船級協会規則を実際上基礎とされていると述べ、このことから電気技術者は船級規則を非常に信頼し、尊重していることがうなづける。

TC 18 では、一般に現行の各船級協会規則に規定せられている問題点を取り上げ、これらの規則中特に重要な事項はすべて採択する方針をとつた。またその詳細についてはなるべく省略し、もし規格がある方が望ましいときは、各国でそれぞれの国内規則と矛盾しないような範囲内で規格化すればよからうということにした。

その後勧告案の作成は着々と進行し、案が出来ると、他の国内委員会へそれを送付して意見を求め、更にこれらの意見を取纏めて配布し、最終に編集調整委員会にかけて取纏め、25 の章からなる第 1 版の総括的な勧告書が出来上つた。これが 1954 年フィラデルフィアにおける I. E. C. 創立 50 周年記念総会において審議された文書である。

フィラデルフィア会議の冒頭で、TC 18 による勧告書の発行は、出席全代表者の賛意を得なければ行わないと決議され、次の序文を勧告書に記載することになつた。

「七つの海を航海する船の使用条件は、どこでその船が建造されようとも、電気機器に対しては同一である。品質に相違がある点を除き、電気機器に使用される構成材料は、均質なものであり、かつ同一の自然則に基づくものでなければならない。電気機器の特性および機器

の動作も同様に予め定め得るものであつて、その国籍の如何を問わず同一の基本則に従うものである。従つて乗組員および旅客の福祉のために、また高価な貨物の安全な運搬のために、肝要な性能、信頼性および安全性を確保するための国際標準を確立することは適当なことである。

こうした目的を達成するためこの勧告書は成文化された。世界市場に乗出す船を建造する仕事に従事する造船業者、電気請負業者および製造業者達は、既に述べたように、使用条件は同一であつても、適用される種々の法規および規則と現在取組まなければならない。異なつた国で製造された機器がその外観着想などに相違が生じることは避け得ないと認められるが、しかしながら同一の用途であつて、同一の使用条件に適合するためには、同じような機器および材料でなければならない。よつて文書は勧告という形式で草案を作り、製造業者が率先して製品の設計および改良ができるように、また現在使用している工具や鑄形が不適當でない限り、使用し得るような考慮が払われている。

フィラデルフィア会議で幾つかの複雑な問題が将来の検討課題として保留となつた。一例を挙げれば、ケーブルの構成、試験、電流容量、布設については全員の承認が得られなかつた。これは元来船用ケーブルが製造の基準としてきた標準規格が次のように多種多様であつたためである。ケーブルの規格の標準化については、その後種々討議があり、改正案に多大の進歩を見て、現在では構造寸法を除いて有用でかつ実際的な改正案が立案されている。

英 国	B. S 883	(1958)
フ ラ ンス	NFJ 71-100	(1942)
西 独	DIN 89150, 51, 52	(1958)
イ タ リ ー	UNAV 1029.1, 1031.1, 2, 3 1032.1, 1033.1, 1034.1, 1035, 1036.1.	(1959)
スウェーデン	SEN 2402.31, 32, 33, 45, 46, 50, 51	(1955)
米 国	AIEE 45	(1958)

船内における電気の使用は増加の一途を辿り、かつその技術上の新しい進歩も認められる。この勧告書を国際的な統一に役立たせようとするならば絶えずその見直しを行い速かに改正することが必要である。さもなければこの勧告書は古いものとなり役立たなくなるだろう。

こうした考慮と I. E. C. は行政官庁にただ推奨し得るのみであるということから 1957 年の ラバロ会議で委員会は次の声明を行つた。

現在のこの勧告書は、船級協会規則や、国内標準に代るものとして、またそれに追加する規格として作成

されたものではない。

船主が船を注文する際に、本勧告書を参照するよう要求した場合、船主はこの要求を契約条件の内に折り込んではない。

もし相違箇所があれば、船級協会規則および国内標準が本勧告書に優先する。

国際的な統一を推進するために I. E. C. はすべての I. E. C. 国内委員会に対し、独自の規格をもつことのないよう希望する。もしそうした規格をもつ場合には、国内委員会の認める範囲内で、その規格の基盤として I. E. C. 規格を用いるよう要求する。

1958 年のコンスタンス会議では、ケーブル、保護装置および絶縁距離に関するそれぞれの分科委員会、1959 年のマドリッド会議では無線雑音障害に関する分科委員会が設けられ、詳細な改正草案の作製に努力を払っている。

1960 年のツール会議においては、タンカーの電気設備、SOLAS に関連ある設備および絶縁距離に関する討議が未了となつたほか、大半の議題の討議は終了した。

1961 年 6 月下旬にはスウェーデンにおいて TC 18 の会議が開催される運びとなつているが、この会議で Publication 92 の第 2 版発行に対する討議は終了するものと考えられる。

III マドリッドにおける分科委員会 (SC)

ツール会議の報告を行うに先だち参考として 1959 年のマドリッド会議における各分科委員会の主要討議事項を述べる。

1. ケーブル分科委員会

(a) 導体抵抗

導体抵抗は次式により算出した値以下と規定せられた。

$$R = \frac{\rho k_1 k_2 k_3}{A} = \frac{\rho k_1 k_2 k_3}{N \frac{\pi}{4} d^2}$$

ただし R: 20°C における最大電気抵抗 Ω/km

A: 導体の有効断面積 mm^2

N: 導体を構成する素線の数

d: 素線の直径

k_1, k_2, k_3 : 損失係数 (次表による)

損失係数	導体を構成する素線の公称直径 mm*	0.1を超え0.3まで	0.3を超え0.9まで	0.9を超え3.6まで
k_1	錫メッキ単線導体	—	1.05	1.04
	錫メッキ撚線導体	1.07	1.04	1.03
	裸 単線導体	—	1.03	1.03
	裸 撚線導体	1.04	1.02	1.02

k ₂	単線導体	1.00
	0.6 mm より大きい直径の線で構成された撚導体	1.02
	0.6 mm 以下の直径の線で構成された撚導体	1.04
k ₃	下記以外のすべてのケーブル	1.02
	単心, 平2心, 平3心ケーブル	1.00
	多心可撓コード, 可撓ケーブル	1.05
	多対電話ケーブル	1.03

* 固められた導体では素線の公称断面積は押しつぶす前のものとする。

(b) ケーブルの絶縁種別

ケーブルの絶縁材料としては次表(右上)に示すものを標準とすることになった。

標準絶縁材料

記号	絶縁材料	最大定格導体温度	注
60A	天然ゴムコンパウンド, 一般用	60°C	(1)
60B	合成ゴムコンパウンド	〃	(1)
60C	塩化ビニールコンパウンド	〃	(1)
75A	天然ゴムコンパウンド	75°C	(1)
75B	合成ゴムコンパウンド 耐熱性	〃	(1)
80A	〃 特殊耐熱性	80°C	(1), (2)
80B	ワニスキャンプリック絶縁	〃	(3)
85A	アスベストワニスキャンプリック絶縁	85°C	(4)
95A	無機絶縁	90°C	

- 註 (1) 絶縁材料はゴム系絶縁コンパウンドの推奨特性に指定された F2a および F2b の試験に合格すれば耐湿とみなされる。
 (2) シリコンゴムは, この性質では考慮されない
 (3) 80°C の代りに 85°C が, 特別の注意を払われた場所では認められる。
 (4) 85°C の代りに 95°C が, 特別の注意を払われた場所では認められる。

ゴム系コンパウンドの推奨特性

コンパウンドの基礎材料	天然ゴム		合成ゴム			塩化ビニール
	60A	75A	60B	75B	80A	60C
絶縁コンパウンドの名称	60A	75A	60B	75B	80A	60C
最大許容温度 °C	60	75	60	75	80	60
A. 老化前の機械的特性 (1)						
1. 抗張力 (最小) (1a) 1 加硫 (2) kg/cm ²	75	105	49	49	42	127
(1b) 2 加硫 (2)	60	84	42	42	42	—
2. 破断時の伸 (最小) (2a) 1 加硫 (2) %	250	400	300	300	300	125
(2b) 2 加硫 (2)	250	300	250	250	300	—
3. 永久伸 (最大) %	25	19	—	—	25	—
B. 空気炉中における老化後の機械的特性 (1)						
処理時間/処理温度 hrs/°C	168/80	—	—	—	168/100	168/80
1. 抗張力 (1a) 最小 kg/cm ²	70	—	—	—	—	—
(1b) 老化前の百分率 (最小) %	70(3)	—	—	—	60	80
(1c) 〃 (最大) %	130	—	—	—	—	120
2. 破断時の伸 (2a) 最小 %	250	—	—	—	—	—
(2b) 老化前の百分率 (最小) %	70(3)	—	—	—	60	80
(2c) 〃 (最大) %	130	—	—	—	—	120
C. 21 kg/cm ² (1) の酸素老化後の機械的特性 (1)						
処理時間/処理温度 hrs/°C	96/70	168/80	96/70	168/80	—	—
1. 抗張力 (1a) 最小 kg/cm ²	70	—	—	—	—	—
(1b) 老化前の値の百分率 (最小) %	70	75/65(4)	75	50	—	—
2. 破断時の伸 (2a) 最小 %	250	—	—	—	—	—
(2b) 老化前の値の百分率 (最小) %	70	75/65(4)	65	50	—	—

D. 5.6kg/cm ² (1)空気中における老化後の機械的特性(1)							
処理時間/処理温度	hrs/°C	0	20/127	0	20/127	20/127	0
1. 抗張力 (1 a) 最小	kg/cm ²	0	70	0	—	—	0
(1 b) 老化前の値の百分率 (最小)	%	0	50	0	50	60	0
2. 破断時の伸 (2 a) 最小	%	0	300	0	—	—	0
(2 b) 老化前の値の百分率 (最小)	%	0	50	0	50	60	0
E. 電気的特性							
1. 絶縁抵抗係数 Ki (6)		1,500	1,500	420	420	2,400	200
(1 a) 20°にて (最小)	MΩ/km	—	—	—	—	—	0.2
(1 b) 60°にて (最小)	MΩ/km						
2. 20°C~25°C (7) の蒸溜水中に浸した後の AC キャパシタンスの増加							
(2 a) 最初と 14 日間後 (最大)	%	20	20	20	20	6	20
(2 b) 7 日後と 14 日間後 (最大)	%	5	5	5	5	2.5	5

註 一記号は不必要かまたは意味がないと考えて要求されないものを示す。0 記号はコンパウンドによっては試験に耐え得ぬものもあるので、試験は指定されない。

- (1) 機械的特性および老化試験方法は本勧告書による。
60°C 用をのぞき、各コンパウンドは本表による方法で老化試験を行うものとする。またゴム絶縁および塩化ビニールまたは被覆ケーブルに対しては本勧告書による追加試験を必要とする。
- (2) 2 回加硫されたゴムコンパウンドは、サーモセッティングシースとして適用され、2 加硫の項で指定された値が 1 加硫として指定された値の代りに許容される。
- (3) 60 A コンパウンドの C (1 b) および (2 b) 項の百分率は導体が燃線ではなく単線である場合には 70 の代りに 75 とする。
- (4) 75 A コンパウンドの C (1 b) および (2 b) の百分率は 1 加硫の場合に 75、また 2 加硫 (註 (2) 参照) の場合に 65 とする。
- (5) 絶縁抵抗の測定、計算は本勧告書による。
- (6) 吸水試験方法は本勧告による。

(c) 合金鉛シース

ケーブルの保護シースとして使用される合金鉛は次表によるものを標準として推奨されることになった。

ケーブルシースとして推奨される合金鉛

合金 の形 番号	構成 (重量による %)										純 鉛	
	錫		アンチモ ニー		カドミ ウム		テルリ ウム		銅			
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大		
No1	1.8	2.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	残 り 全 部
No2	—	—	0.7	0.95	—	—	—	—	—	—	—	
No3	0.35	0.45	0.15	0.25	—	—	—	—	—	—	—	
No4	—	0.45	—	—	0.12	0.18	—	—	—	—	—	
No5	—	—	—	—	—	—	0.035	0.09	—	—	—	

註 (1) 純鉛とは、砒素 0.005%、鉄 0.005%、錫 0.005%、銀 0.006%、銅 0.008%、蒼鉛 0.015%、亜鉛 0.005% および アンチモニー 0.015% 以下、その他の不純物 0.020% 以下を含み、これら不純物の総計が 0.02 % 以上 0.05% 以下のものをいう。

- (2) No. 2 合金 (0.09% までの銅を含んでもよい) を除き、No. 1~No. 4 合金は 0.05% までの銅を含んでもよい。
- (3) 銅の含有量 0.04%~0.08% の鉛はケーブル布設用としては純鉛とみなされる。

(d) ケーブルグラントの水密試験

熱可塑性材料であるビニールをシースとするケーブルが水密隔壁を貫通する場合、ケーブルグラントの締付部においてコールドフローを生じ、水密を保持し得ぬ恐れがある。これはビニールコンパウンド、ケーブルグラントの形状構造および水密パッキンの材料の適否によるが、水密状態の良否を判定するため、暫定的に次のグラント水密試験方法により、各国で試験を行うことに決定し、その後わが国においても試験を行っているが、JIS グラントを使用し、パッキンとしてダックシールを使用した場合には良好な水密が保持できぬようである。

ケーブルグラントの水密試験

試験には、反対側に 2 個の穴をもつ密閉タンクを用い、試料ケーブルを両端がタンクの外側にあるよう

にしてタンクを通過させ、グラウンドによりタンクの穴に取りつけ、タンクに1気圧の水を満たし、1時間保持し水漏れのないことを確認する。次にタンクに水を入れないうでケーブル試料を50回加熱、自然冷却する。この場合各サイクルは加熱8時間、自然冷却16時間とする。全試験は1週間に5日間行うものとし、10週間を必要とする。加熱の最終温度は、ケーブルの種類により異なり、公称常用温度より5°C高いものとする。最終終了後タンクに再び1気圧の水を満たし、1時間放置し、その間に漏水のないものとする。

(e) 保護シースの選定

延焼性 (flame extending) ケーブルは、特に金属管工事を行うよう勧告されていたが、討議の上、これを緩和し、次の条文を設けることになった。

船に布設するすべてのケーブルは、遅燃性 (flame-retardant) または耐火性 (fire resisting) のものでなければならない、ただし次の三つの場合に限り、最終回路のみに延焼性ケーブルを使用しても差しつかえない。

1. 内径 25 mm 未満の金属コンジット内に布設される場合。
2. 導体断面積 4.5 mm² 未満の裸鉛被ケーブルの場合
3. 上記の導体断面積未満で、実際に固定配線されない可撓ケーブルの場合。

(f) 導体断面積および許容電流

導体の断面積は計算して決定されるが、この場合短絡電流および電動機の起動突入電流 (特に極数変換式ウインチ用カゴ形電動機等) を考慮して適当な断面積をもつケーブルを使用しなければならない。特にビニール絶縁ケーブルではフローの影響を考慮して、耐熱および耐寒性についての試験方法を確立する必要がある。この見地から、次の条文を設けることになった。

最終回路および配電盤結線用としてのみ推奨される一般用ビニール絶縁 (60°C) の試験は、電流密度を次式で算出した値を超えないものとし、通常の過負荷および短絡状態において満足する性能であることを使用者および承認機関に証明しなければならない。

$$\text{電流密度 (A/mm}^2\text{)} = \frac{100}{\sqrt{t}}$$

ただし、t: 短絡時間 (秒)

100: 暫定的数値

(なお100の数値については実験の上補正されるかも知れない)。

ケーブルの許容電流については、第1~3図が異議なく承認され、各国の仕様書と規則はこのグラフを基

礎として同じ電流定格とするように、各代表より力説された。なおこのグラフはケーブルが2段に積重ねられ合計6条以下に束ねられた状態におけるものであつて、これを超えて布設する場合は0.85の過減係数を適用するように勧告された。

2. 保護装置分科委員会

(a) 短絡電流算定法

交流回路の短絡電流は、誘導電動機の償還 (Contribution) をも含めなければならない。かかる見地より次の条文が設けられることになった。

電流源は、系統に同時に接続される回転機 (発電機および電動機) の最大数を含むものとする。

発電機よりの償還は、その特性より計算するものとする。

誘導電動機の特性が実際に明かでない場合にはこれらの償還は定格電流の函数として、次の交流分の実効値により求めて差しつかえない。

短絡が生じた瞬間 (次過渡値) …… 6.25 In

短絡してから1サイクル後 …… 2.5 In

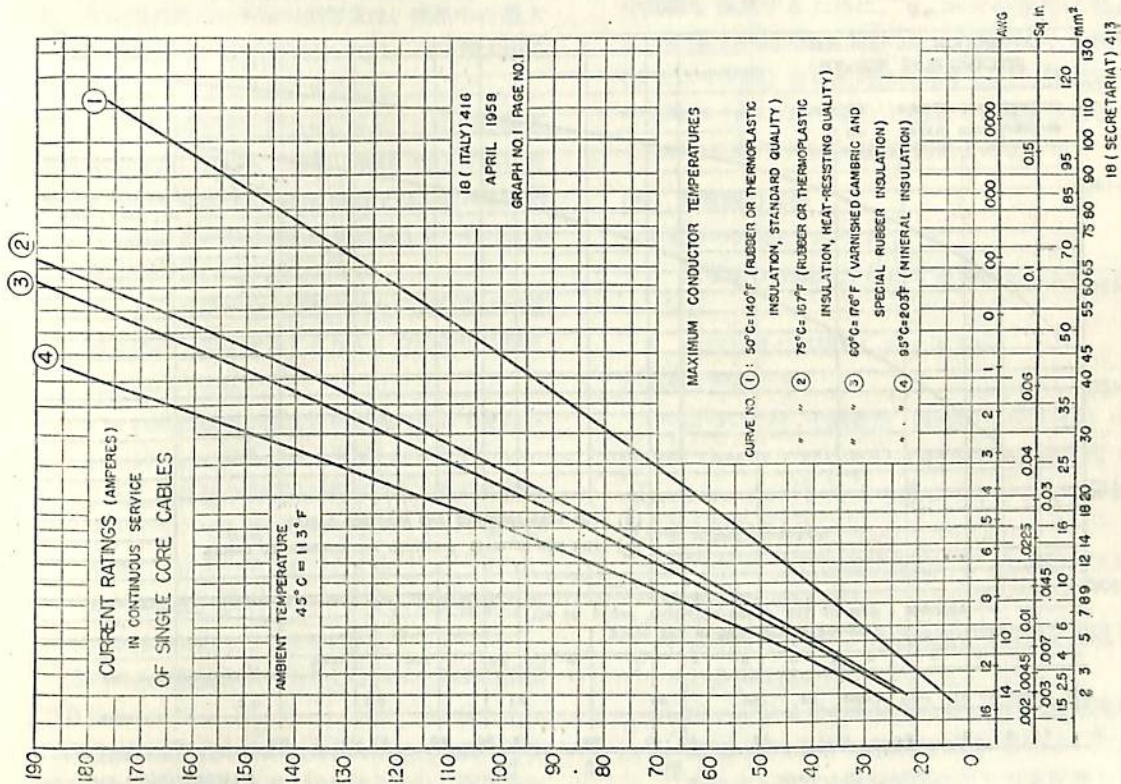
短絡してから2サイクル後 …… In

短絡により達し得る最大尖頭値 …… 8 In

ただし、In は通常使用するとみなされる電動機の定格電流の合計

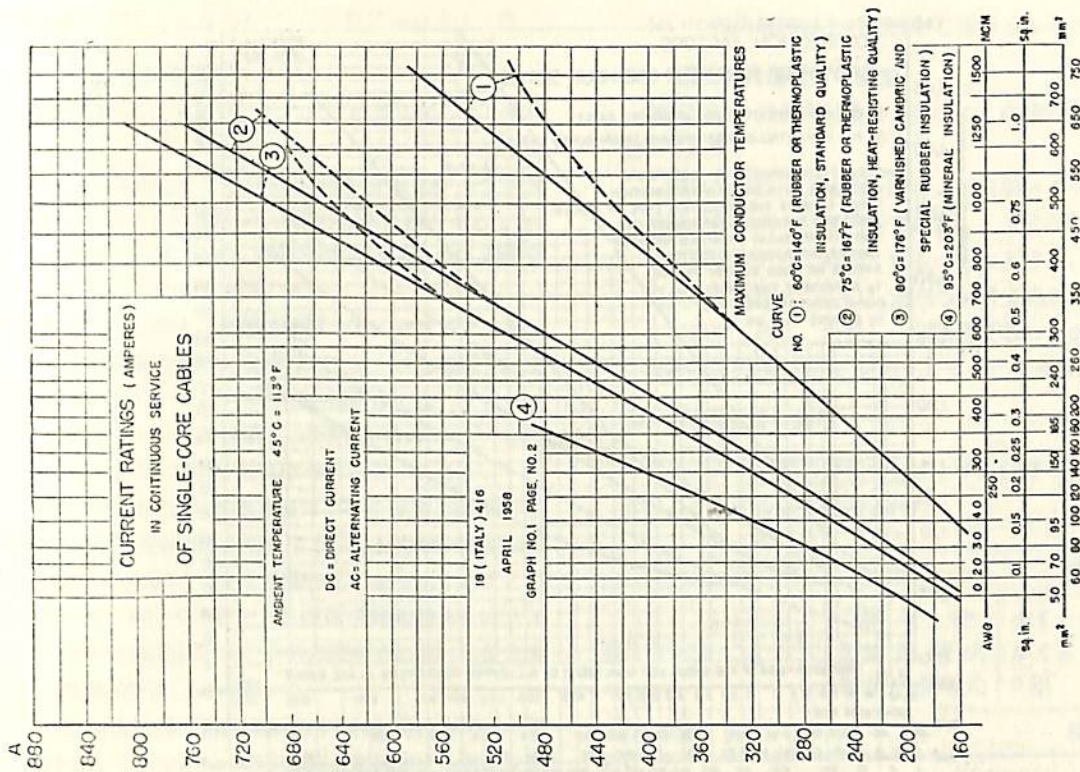
短絡電流算定に際し、予備発電機をどう取扱うか、すなわち予備発電機が常用発電機と同一母線に接続せられ得る設備では、予備発電機が常用発電機と切替時のみ並行運転されるものであつても、予備発電機よりの償還を勘定に入れるかどうかが問題となつた。保護装置に対する経済性をよび短絡事故発生のおそれがかかる切替時のような短時間に起る可能性が一段と稀であるとの考察のもとに日本代表は、かかる場合特に予備発電機の償還は考えないことを立前としていたが大勢は “include spare generator” となつた。その理由としては、例えば2台の発電機が装備される船が、そのいずれかの1台を予備機とし、1台の常用機のみで十分の容量をもつ計画となつていても、船が河川や運河を航行中または出入港時等で常用機と予備機の2台を並行運転することがかなりあると判断されるからである。これは船員の教育にも大いに関係があり、従つて発電機の運転方式によつて “include spare generator” として計画する必要も生じてくる。

直流回路の短絡電流算出に当り、もし直流電動機の償還が明かでない場合は、電動機の償還は通常同時に運転使用される電動機の定格全負荷電流の合計の6倍



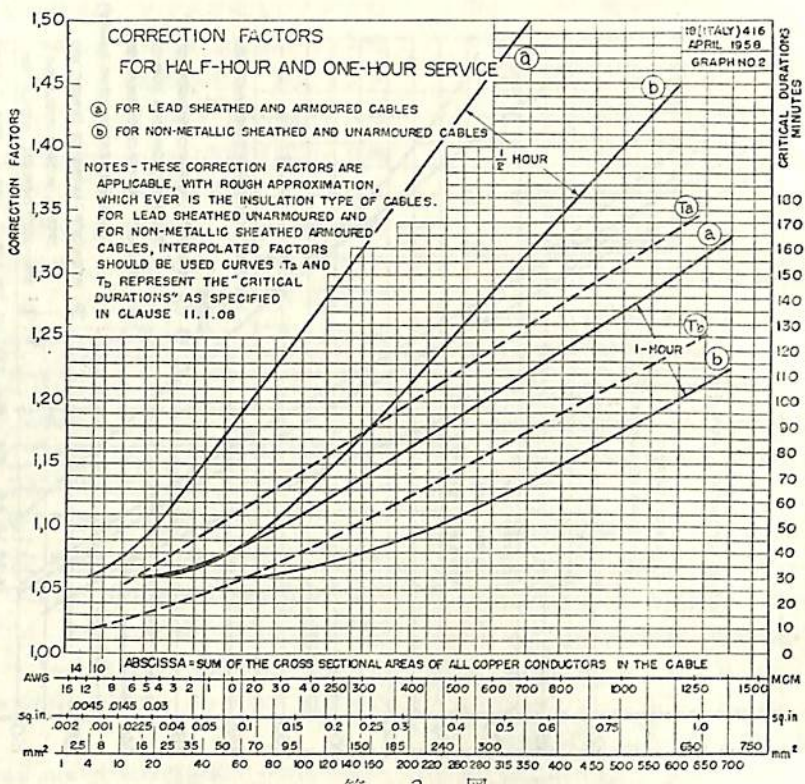
第 1 图 (1)

18 (SECRETARIAT) 413

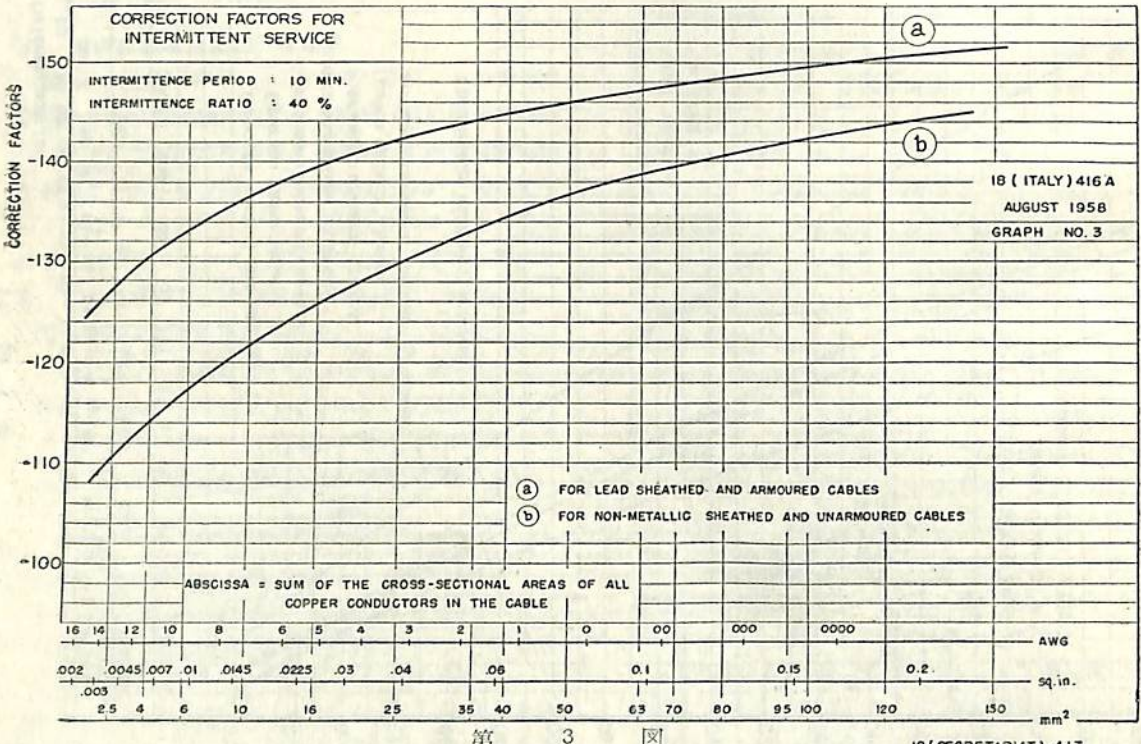


第 1 图 (2)

18 (SECRETARIAT) 413



18 (SECRETARIAT) 413



18 (SECRETARIAT) 413

と仮定することになった。

(b) 短絡保護の選定

電気回路の短絡保護は次のように選定するよう勧告された。

1. 保護装置としての回路遮断器およびヒューズは、I. E. C. Publications の要求に適合すること。(ただし、短絡力率、交流分の次過渡および過渡分については船用と相違する)
2. 短絡保護は、回路遮断器、ヒューズまたはヒューズ付回路遮断器(負荷側にヒューズを接続)によるものとし、ヒューズ付回路遮断器では、ヒューズが溶融した時回路遮断器に再閉路(restrike)を生ずることなく協調し得るように設計すること。
3. 各保護装置の遮断容量は、その装備点における最大推定遮断電流以上とする。なお力率、時定数、遅れ時間等をもつとも苛酷なものを考慮すること。
4. 短絡回路で閉路せられ得る各遮断器またはスイッチの定格閉路容量は、その装備点に流れる最大尖頭閉路電流以上とする。
回路遮断器は選択性を要求された遅れ時間内に閉路することなく、その閉路容量に相当する電流を流し得ること。
5. 各保護装置の定格短時間容量は、短絡中の最大時間を考慮して、装備点において生じ得る最大短絡電流に対して十分なものとする。
6. 必要な短絡定格をもつヒューズまたは回路遮断器を発電機側に装備して後備(back up)すれば装備点において最大推定短絡電流以下の遮断および閉路容量の回路遮断器の使用が認められる。その合成された配置の特性は下記による。

(イ) 推定短絡電流が遮断された時負荷側の回路遮断器は、損傷することなく、なお使用に耐えなければならない。

(ロ) 回路遮断器が推定短絡電流のもとで閉路された時、他の保護装置が損傷してはならない。ただし負荷側の回路遮断器は直ちに使用可能のものでなくとも差しつかえない。(この場合小修理して使用し得るものとする。)

7. 選択保護は、事故にもつとも近い保護装置のみが事故回路を開路することを目的とする。

直列にある保護装置の引外し時間は、適当に協調されるものとする。

保護装置は選択のため要求された遅れ時間により増加された遮断器の開極に相当する時間、装備点に

において短絡電流以上の電流をじ通得るものとする。

(c) 過負荷保護装置の選定

電気回路の過負荷保護は、次のように選定するよう勧告された。

過負荷保護用回路遮断器および自動スイッチは、系統の各要素の過負荷能力に対し、十分な引外し特性(過電流引外し時間)をもつものとする。

過負荷保護用ヒューズは、適当な特性であれば 320A まで認められる。ただし、回路遮断器および同様の装置の使用は 200 A を超えるものに推奨される。

(d) 保護装置の適用

過負荷および短絡保護を必要とする回路の極数は、次のようにするよう勧告された。

	直 流	交 流	
過負荷保護	少くとも 1 線	単 相 3 相 絶 縁 式 3 相中性接地式	少くとも 1 線 少くとも 2 相 3 相
短絡保護	各 線	各 線	

なお交流系統における中性接地線および直流系統の中間線を保護するために、ヒューズの使用は禁止され、保護は多極回路遮断器または絶縁導体と中性導体(または中間線)とを同時に開路する回路遮断器か、中性導体(または中間線)に流れる電流が規定値を超えた場合に動作する警報継電器によること。

(e) 発電機の保護

発電機の保護については、

1. 発電機の保護条件として原動機をも含めて考えるか。
2. 内部故障の保護をいかにするか。

が主要な問題である。

1 項については、小過負荷 (small overload) と重過負荷 (heavy overload) のほか中間の過負荷 (moderate overload) をも考慮しつぎのように保護することを勧告された。

発電機は、多極回路遮断器によつて短絡および過負荷保護を行うこと。

特に過負荷保護は、発電機械の熱容量を考慮し、次の各項に従い行うこと。

- (イ) 10% までの過負荷に対しては、発電機定格電流の約 1.1 倍の電流が、約 15 秒間通じたとき動作する遅れ時間継電器により可聴警報して保

護することができる。

(ロ) 10~50%の過負荷に対しては、遮断器引外し時間は50%過電流にて最大2分間とする。

(ハ) 短絡までの重過負荷に対しては、短絡保護装置をもつ、協調された回路遮断器の瞬時引外しによつて保護することができる。

発電機が規定された短時間遅れ (Short-time delay) に相当する歪力に耐え得るならば、短絡保護として設計された瞬時引外しのほか短時間遅れ引外しを特別要求として採用してさしつかえない。

2項については、発電機の内部事故のほか、回路遮断器と発電機間における事故に対しても同様に保護を考慮することとなり、次のように勧告された。

回路遮断器には、大きな発電機側における事故に対する保護を考慮すること。すなわち3台以上の発電機が並行運転される場合、1台の発電機に他の2台の発電機から饋送される内部短絡の危険に対して保護すること。

(f) 電動機の保護

電動機の過負荷保護について、重要補機用のものについては、過負荷の都度運転を停止することは船の運行に支障を来す恐れがあり好ましくない。機械的および電氣的に問題がない範囲内では過負荷がかかっても短時間であれば運転を継続すべきであろう。かかる見地より重要用途の電動機の過負荷に対する保護は次のように勧告された。

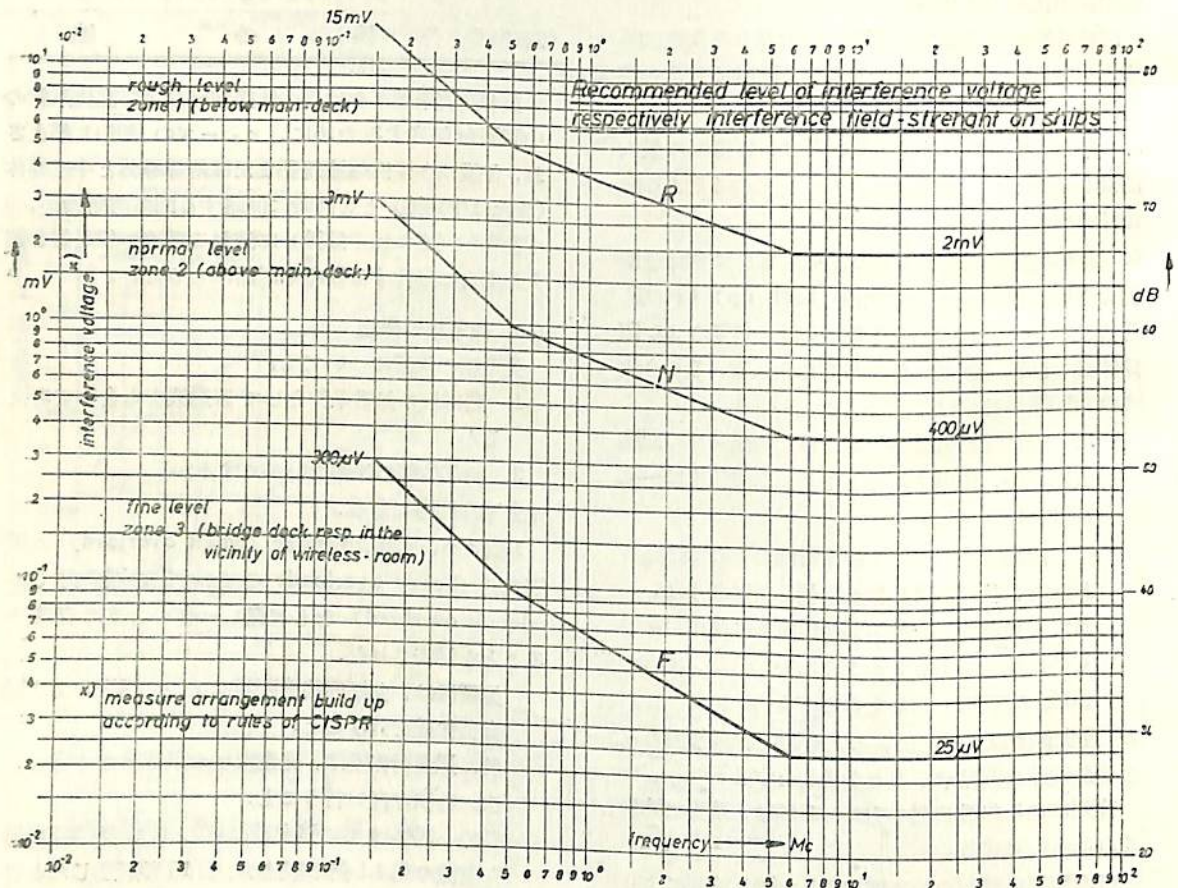
0.5KW以上の出力の電動機は過負荷および短絡保護を行うものとする。

0.5KW未満の定格の電動機の短絡に対する選択保護は要求されない。

重要用途の電動機の過負荷保護は警報によることができる。(すなわち操舵装置電動機にあつては、過負荷保護は警報によることができる)

単一の装置が電動機とその動力ケーブルの短絡保護することができる。

連続使用電動機の保護装置は、電動機を起動しう



第 4 図

る遅れ時間特性をもち、かつすべての過負荷状態において確実な熱的保護を確保すること。

保護装置が無期限に通じうる電流は、保護される電動機の105~125%とすること。

断続使用電動機の保護装置の調整電流および遅れ時間特性(時間の函数として)は実際の使用状態を考慮した後に選定すること。

電動機保護としてヒューズが使用せられる場合、1が遮断された時はすべての絶縁極を遮断するような装置を設けること。

(g) 計器表示灯制御回路の保護

電圧計、計器の電圧コイル、地絡灯および表示灯は適当なヒューズで保護すること。またこのヒューズは接続線および制御回路をも保護すること。

ヒューズは電源にもつとも近接した側所に装備すること。

機械または器具は、主回路遮断器が開路された時、制御回路を通じて電圧がかからぬこと。」

上記のような改正提案があつたが、重要回路にあつてはヒューズの切断のため却つて全消灯などの重大事故を招くことがあるから限流抵抗(current limiting resistor)を使用する方が好ましい。また回路遮断器を使用するときは、これが開路したとき機器に電圧のかからぬように要求することは、同期検定器等については無理であるとの見地より、保護は次のように行うよう勧告された。

指示および測定装置は、ヒューズまたは限流抵抗により保護すること。

他の回路については、電圧調整器のように電圧の喪失が重大な影響を及ぼす回路にはヒューズを省略する考慮を払うこと。ただしヒューズを省略した場合には、接続線の火災防止手段を講ずること。

(h) 逆電力または逆流保護

(イ) 交流発電機

改正草案によれば、次のように勧告されている。

並行運転をする交流発電機には過負荷保護および短絡保護に加えて遅れ時間逆電力保護装置を設けること。

その装置は原動機の特性に於て全負荷の2~15%の範囲で調整可能なること。

上記文の2~15%の下限2%についてはわが国内委員会でも問題となり、この値を3%、できれ

ば5%と改めるよう希望していた。討議ではこれらの意見を考慮し、「2%ないし15%の範囲に選定し整定すること」となり、この選定には原動機の特性に適合するよう考慮を払うことになった。

(ロ) 直流発電機

交流機の場合に準じて、次のように勧告された。

他機または蓄電池と並行運転する直流発電機には、過負荷保護および短絡保護に加えて、瞬時逆電流保護装置を設けること。

この装置は、原動機の特性に於て、全負荷の2%ないし15%の範囲内に選定し、整定すること。

3. 無線雑音障害分科委員会

この委員会は、無線装置の障害雑音の除去に関する勧告文の改正が目的であつて、第1回委員会である。

オランダより提出された改正草案をもととし、討議せられたが、主要な問題は、雑音規制規準に関する次の西独提案であつて、次回再検討することとなつている。

(未完)

最新刊好評発売中

東京水産
大学教授 依田啓二著 (鮮明な8色刷)

航海図説

B5版・上製 200頁
定価 550円

地球と天球・船のいろいろ・航海の歴史・船体の構造・船橋設備・航海用具・荷役設備・航路標識・船渠と造船所等を最新の写真、図面によつて説明した図集。

運輸省海事法規研究会編

海事法規の解説

A5版・上製 248頁 定価 480円

運輸省の第一線で活躍している正田、藤崎、中沢、仁科、酒井、増井、中村、杉野、池辺、勝目氏等が現行法規全般に亘り平易に解説せるもの。入門参考書として最適。

山下彌左衛門著

潜水読本

A5版・上製 328頁
定価 600円

潜水機の種類・潜水術・潜水病より説起し、潜水を必要とする業種並びに活用状況等を具体例をあげて解説せる類書なき実務参考書。

総合図書目録無料進呈

東京都渋谷区代々木富ヶ谷町1564
電話渋谷(461)3967・振替東京78174

成山堂

船用防水防爆隔壁灯について

木下直春
森尾電機株式会社技術部長

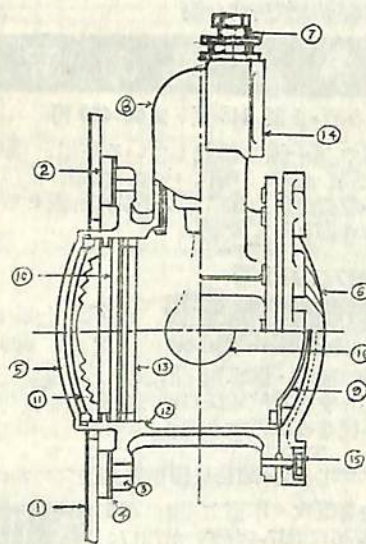
結

従来船用防爆灯といえは耐圧防爆構造であつて、「灯体内で爆発が起つても充分その爆発力に耐え、なおかつ外部の可燃ガスに引火しない」というたてまえであつた。従つて灯体の内外はいささかのスキによつて連絡してこれ等をいつも同じ状態にしておくことであつた。所が防水ということになると内部への浸水は許されない。少くとも1米の浸水検査に耐えるものでなくてはならぬ。すれば当然スキということは考えられない。すなわちパッキンによつて密閉されるとすれば、ここにこの両者の矛盾を共存させる防水防爆型の灯具が考えられねばならぬ。

以下防水防爆型の隔壁灯についてこれに至る階段として従来の防爆型隔壁灯と比較して説明したいと考える。

1. 従来の防爆隔壁灯

防爆隔壁灯は 200 W 以下の白熱電球を使用し、船内の可燃ガスの爆発の危険が予想される場所に装備されるものとし、JIS F 8423 で規格に制定されている。主として油ポンプ室の隔壁に取付けられ、その取付状態は第1図に示すように、隔壁①に灯具のレンズ枠が入る程度の丸い穴をあけこれにはめ込むのであるが、まずその前にこの丸窓の周囲に②の鉄環にスタッドをたてたものを溶接する。灯具は丈夫な取付フランジ③を持っていて、鉛パッキン④をはさんでこのフランジを12本のナット



第 1 図

で取付ける。すなわちポンプ室にはレンズとガード⑤だけが突出して、灯体の大部分は安全な個所側にあり、背面の蓋⑥を開いて電球⑬の着脱を行なう。

2. 構造

従来の防爆隔壁灯の内部構造の一例は第1図のようなものである。電線は⑦のグランドから端子箱中の端子スタッドに接続される。端子板の背面はコンパウントボックス⑧になつていて、導線は背面の端子よりガラス編組線により灯体内ソケット端子に導かれる。

ソケットは耐震装置によつて灯体に取付けられている。

灯体中には背面蓋に反射板⑨を備え、これによつて光束を集め前面ガラス⑩を通して⑪の拡散レンズにより室内に光を送りこむ。

前面ガラス⑩は内部爆発力に充分耐え得るよう硬質ガラスを使用し、特殊セメントによつて灯体と一体をなすガラス枠⑫に固着され、内部より⑬の捻子環によつて押えられている。なおレンズはポンプ室側より捻子環によつて取付けられ、この捻子環にガード⑤がついている。

以上より危険個所であるポンプ室と灯体の内部はセメントによつて距てられている個所以外は通過個所はない。ただし灯体と隔壁とは鉛パッキンによつて取付けられている故にささかのガスの流通は予想される。こうした opening の近くにある意味において防爆構造となつていて、そのスキの個所は背面蓋⑥と灯体の間、端子箱と蓋⑬端子箱とコンパウントボックスであつて、これ等は勿論 JIS 規格による下記の数値が適用されている。

スキおよび奥行 mm			
灯内容積 cm ³	500 以下	500→1000	1500以上
スキの奥行	13 以上	18 以上	25 以上
スキ	0.10 以下		

(このスキにより爆発の際内部圧力を減じ温度を低下させ外部へ引火しない状態を保持するのである。)

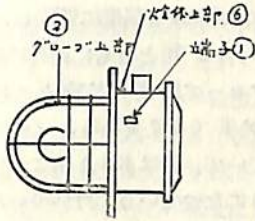
その他各絶縁距離、錠締構造⑮等についても規格に適用した構造であることは勿論である。

3. 防水防爆隔壁灯

防水防爆隔壁灯はその目的は(1)と変りはないが、防水を必要とする特殊事情より計画されたもので、60 W

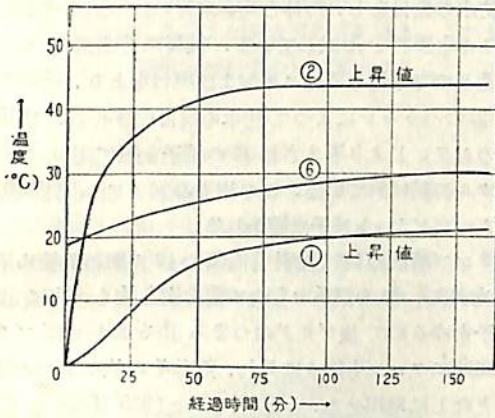
4. 性能

本器は公認試験所で30回の爆発試験を行ったが何等の異状がなかった。なお防水検査は0.1 kg/cm²で15分間に耐え、水圧は10.5 kg/cm²で20分間に耐えている。



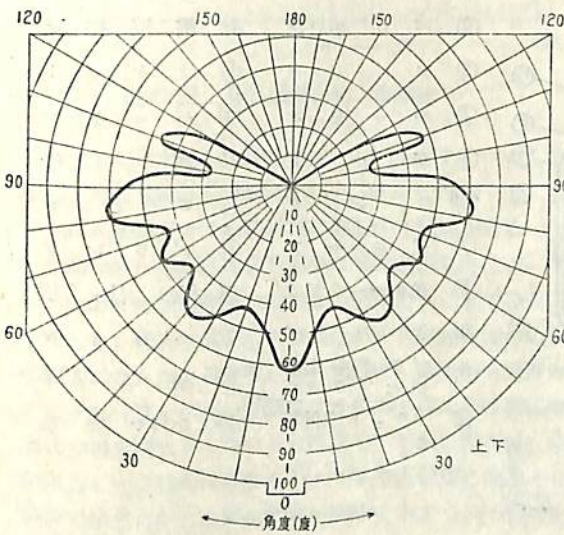
第5図

110 V 60 W



第6図

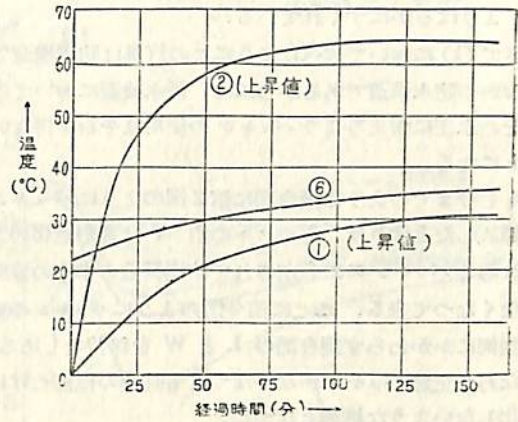
110 V 60 W



第9図

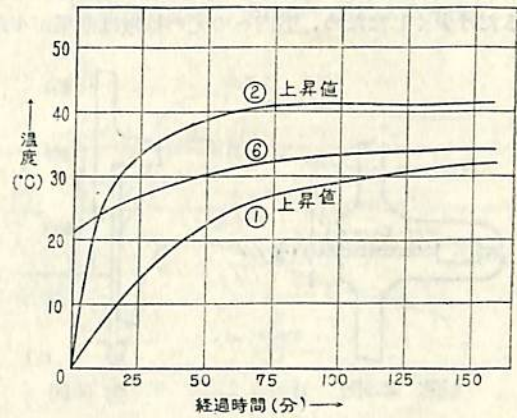
配光曲線

110 V 100 W 反射板なし



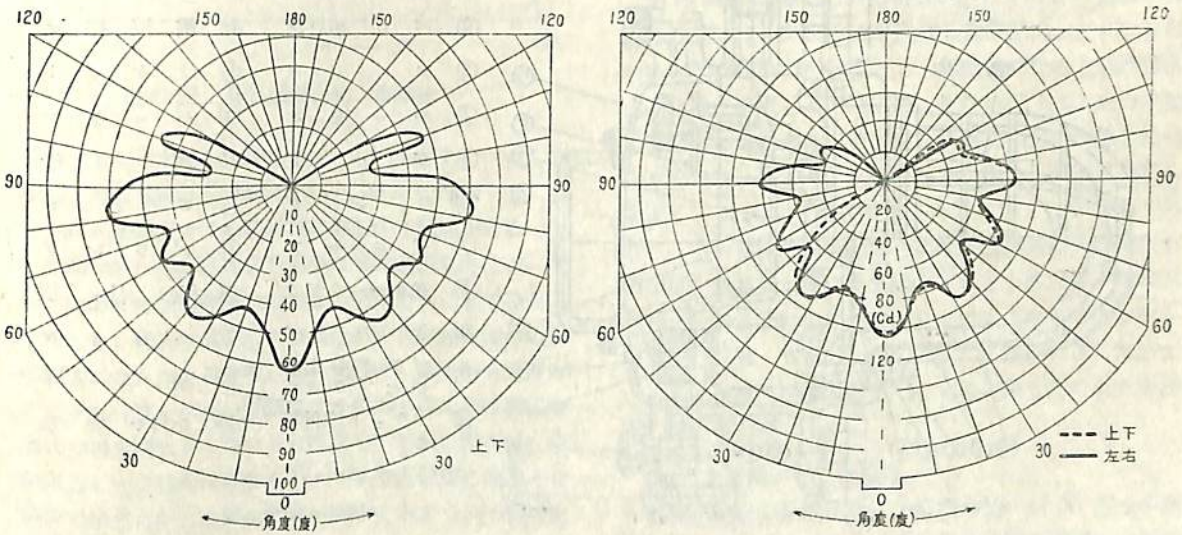
第7図

110 V 100 W 反射板付



第8図

110 V 100 W 反射板付

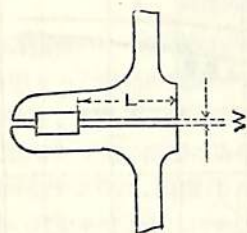


または 100 W の電球を使用するが、その照明範囲は (1) よりはるかにすぐれている。

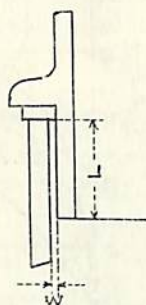
さて (1) において述べたようにこの灯具は防爆構造でなおかつ防水構造であるからには、浸水検査において当然その水圧に耐えるようパッキンの使用はやむを得ないことになる。

もし今までのような接合面に第 2 図のようにパッキンを挿入したとすれば、そのスキの巾 W は変形老化のおそれあるパッキングに右左されて防爆構造の本来の意味がなくなつて来る。ここに第 3 図のようにパッキンの変形如何にかかわらず接合面の L と W を保持せしめる。すなわち全然パッキンがなくなつても防爆の性能だけは変化しないような構造となつた。

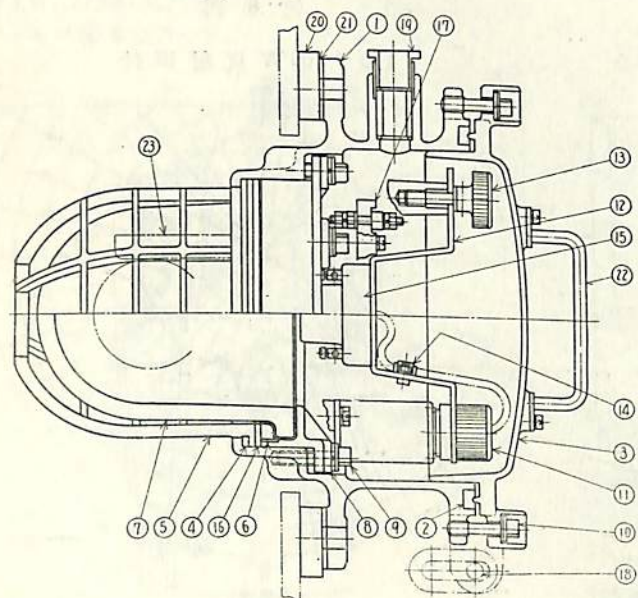
なお今までの防爆隔壁灯は (2) において示したようにポンプ室側のレンズの突起はガラスの破損をおそれて出来るだけ少くしたため、室内への光の拡散は効果が少な



第 2 図



第 3 図



第 4 図

い憾みがあつた。この灯具はグローブを室内に突出させて光源をグローブの中に置き充分室内への拡散をはかっている。以上によつて設計された灯器は第 4 図に示したようなものである。

本灯器を隔壁に取付ける要領は (2) と同じくやはり 12 本のを植込んで鉄環 ⑳ を隔壁に熔接し、これに灯器のフランジを鉛パッキン ㉑ とともに締付けるのである。

グローブはグローブ枠 ⑧ に特殊セメントによつて固着され、リング ⑥ で押えてある。この三者はセメントで一体になつていて、枠はボルトによつて灯体内から取付けられるようになっていて、灯体の一部はフランジ状になつていてこれにまず灯体内部よりパッキン ④ とともにガードを入れ、またパッキン ⑫ によつてレンズ枠をボルト ⑨ で灯体に締付ける。すなわちこの二つのパッキンが防水の役目をし、灯体とレンズ枠のはめ込み部が防爆のスキと奥行を形成している。同様に背面蓋 ③ も灯体と蓋とのさし込み部にスキおよび奥行をとり、その外周の ② のパッキンによつて防水の役目をさせる。電線は ⑮ のグラウンドより導入され ⑰ の端子を経て ⑪ のレセプタクルに結ばれている。この相手のプラグより耐熱電線によつてソケット端子に導かれる。

ランプ着脱の時はまず背面蓋の 12 カ所の錠締め構造 ⑩ を外し、㉒ の把手をもつて蓋を引き抜く。次に ⑬ の捻子をゆるめて後プラグのつまみ ⑪ をまわせばプラグと同時にランプも徐々に外れ、灯体その他にぶつつけることなしに取出せる。

(935 頁へつづく)

- | | | |
|-----|-----|-------|
| ① 体 | ⑬ ネ | ジ |
| ② パ | ⑭ 電 | 線 押 え |
| ③ フ | ⑮ ソ | ケ ッ ト |
| ④ パ | ⑯ パ | ッ キ ン |
| ⑤ ガ | ⑰ 端 | 子 |
| ⑥ リ | ⑱ ビ | ン |
| ⑦ グ | ⑲ グ | ラ ン ド |
| ⑧ グ | ⑳ 取 | 付 板 |
| ⑨ ネ | ㉑ パ | ッ キ ン |
| ⑪ プ | ㉒ 取 | 手 |
| ⑫ ソ | ㉓ シ | ヤ 熱 板 |
| ⑬ ソ | | |
| ⑭ ケ | | |
| ⑮ ッ | | |
| ⑯ ケ | | |
| ⑰ 子 | | |
| ⑱ ン | | |
| ⑲ ド | | |
| ⑳ 板 | | |
| ㉑ ン | | |
| ㉒ 手 | | |
| ㉓ 板 | | |

水面の流体力学的挙動 ——特に水中翼に関連して(3)

西山哲男
東北大学工学部

VI 有限翼幅の場合

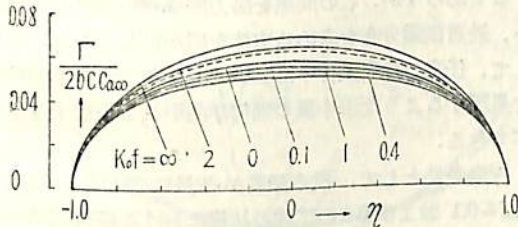
実例では、正規作働状態における水中翼の揚力係数は0.1~0.3、縦横比は7~10程度のもので大部分である。従つて、かかる翼面荷重が小さくかつ縦横比が大なる場合には、揚力線理論の基礎概念は十分に適用し得るとみてよい。すなわち、水中翼を1本の束縛渦で置換可能でありかつ自由渦は進行方向を含む平面上にあると考えてよい。

VI-1 特 性

与えられた任意作働状態における翼の特性を求めるには、翼面上の境界条件より積分方程式を導き、これを解くことにより、循環分布を求めれば算出することができる。

(a) 翼幅方向に水平の場合

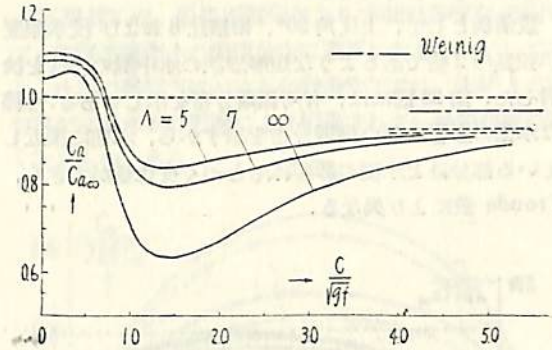
第22図には、縦横比5、没水深度が弦長に等しい場合の水平翼幅上における有効循環分布を示してある。点線は、水面の影響のない場合の循環分布を示すから、極低速を除いては、一般に有効循環分布は水面の影響により



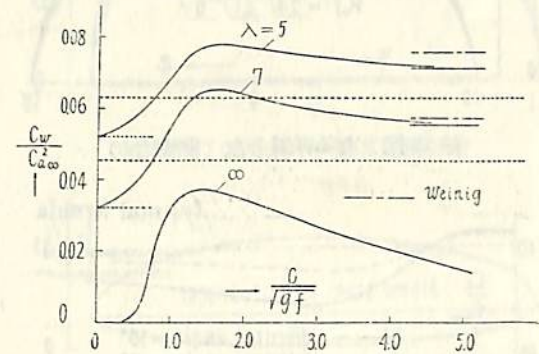
第22図 有効循環分布(縦横比5)

減少することが分る。特に $Kof=0.4$ 近辺でもつとも減少し、更に高速では僅少量だけこれより増加して、Froude 数無限大での極限值に漸近する傾向がある。

第23図は、第22図より求めた揚力を示してある。なお、同図には翼幅無限大の場合の結果をも示してある。すなわち、揚力に関しては縦横比が大きい程水面の影響が顕著になることが分る。換言すれば、翼幅が有限であることにより、水面の影響による揚力の変化量は翼幅無限大の場合程大きくないことになる。なお、Froude 数無限大という特殊な場合のWeinigの近似解の結果⁴⁾を鎖線で示したが、水面の影響が極めて小さくかつ縦横比に無関係である。



第23図 揚力の Froude 数による変化



第24図 抵抗の Froude 数による変化

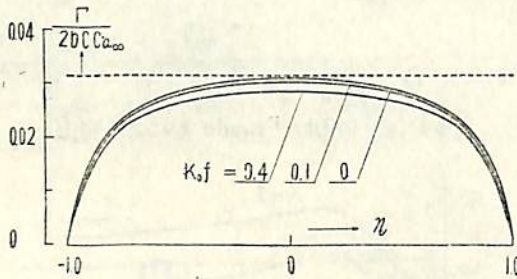
第24図には抵抗を縦横比毎に示してある。翼幅が有限な場合には、抵抗は誘導抵抗と造波抵抗とよりなるために、Froude 数が極限として無限大になると造波抵抗は一定値に漸近し、この結果、全体の抵抗は本来の水面の影響のない場合の誘導抵抗とは異なつた一定値を持つようになる。これは、高速になるに伴い、波動が渦動に接近し、両者に本質的相異がみられなくなるためである。一方、翼幅無限大の場合には造波抵抗のみが発生し Froude 数無限大では全然消失することになる。造波抵抗だけに着目すると縦横比とともに大となることは明かである。なお、Weinigの近似解⁴⁾が多少大き目に出ているのは水面の影響にもとづく有効循環分布の変化を無視しているためである。

(b) 上反角が付いた場合

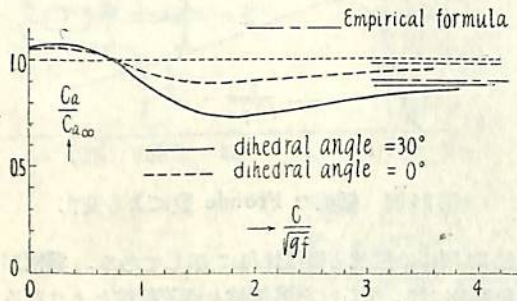
船体の安定の見地より、上反角の付いたV型水中翼が使用されることが多く、この場合には束縛渦が水面を

貫通する点、すなわち翼端では二次の微小量がかかなり大となり揚力線理論の仮定が最早成立しなくなるが、幸いにこの部分の循環自体が零に近い所であるために、全体の特性に及ぼす影響は小さく、依然、揚力線理論の適用は妥当であると考えてよい。

数値例として、上反角 30° 、縦横比 8 および 没水深度が弦長の 2 倍であるような矩形形状の水中翼の特性を検討した。第 25 図には、有効循環分布を示してある。点線は水面の影響のない循環分布を示すから、水面に接近している部分ほど水面の影響にもとづく変化量が大きく、Froude 数により異なる。



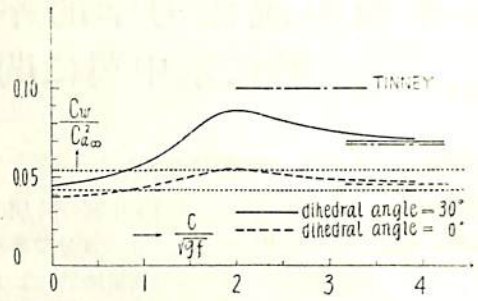
第 25 図 有効循環分布 (縦横比 8)



第 26 図 揚力の Froude 数による変化

第 26 図には揚力の Froude 数による変化を示してある。点線は上反角のない水平翼幅の場合を示すから、両者を比較することにより、上反角の揚力に及ぼす影響を知ることができる。すなわち、上反角が付くことにより、水面の影響が顕著に表われ揚力が低下する。なお、Froude 数が極めて大きい場合には一定の極限值に漸近し、本数値例では 0.88 となるが、米国の実験式⁹⁾によれば 0.90 となり、両者が接近していることが分る。

第 27 図には、抵抗の Froude 数による変化を示してある。水面の影響がない場合の抵抗は、近藤の方法²⁰⁾で求められ、横軸に平行な点線で示されてある。これより上反角が付くことにより抵抗が大きくなること分るが、更に水面の影響を受けると更に増大することにな



第 27 図 抵抗の Froude 数による変化

る。これは本来の誘導抵抗が変化し、更に造波抵抗が発生附加されるためであるが、これが上反角の影響で、より顕著になるからである。

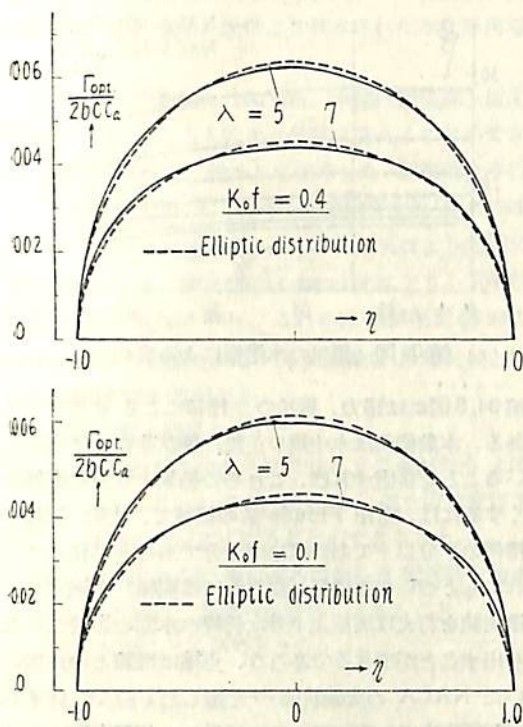
なお、この上反角の付いた場合の特殊な場合として、翼幅が水平および垂直の場合の特性も導き出され、後者は舵の場合に対応するものである。

VI-2 最適循環分布

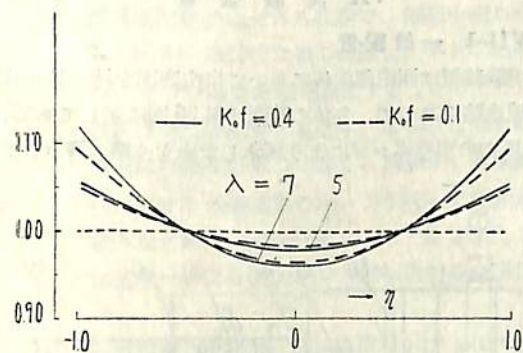
航空機翼の最小誘導抵抗を与える循環分布は翼幅方向に楕円分布であればよく、この時誘導速度は翼幅上至る所一定となることは周知のことである。これに比し、水中翼の如き水面波動の影響下にある場合には、単に誘導抵抗のみならず、造波抵抗も含む全抵抗の立場より考える必要がある。かかる場合、如何なる最適条件が成立するであろうか。この問題を揚力線理論に立脚して取扱い、最適循環分布を求める方法を明かにしてある。かくして、任意の作動条件下において好適な流体力学的特性を具現するような水中翼の幾何学的形状を決定することができる。

作動条件として、没水深度が弦長に等しく、速度 $Ksf = 0.1$ および 0.4 の二種の状態における最適循環分布を、縦横比 5 および 7 に対して第 28 図に示してある。点線は水面の影響のない場合の最適循環分布—楕円分布—を示すから、この両者の相異は専ら水面の影響にもとづく誘導抵抗および造波抵抗のみ起因するものである。すなわち、翼幅中央では幾分小さく翼端では逆に大きくなる傾向が見られる。水中翼では楕円分布より幾分偏平化した分布型式が最適となることは、造波抵抗だけから得た Breslin の結論⁷⁾と傾向的に一致している。

第 29 図には、水中翼の最適循環分布の楕円分布よりの偏倚量を示すために楕円分布で割った比を示してある。最適循環分布は造波抵抗と密接な関係があるから Froude 数により変化するのは当然であるが、縦横比が大きいほど、楕円分布よりの偏倚量が大きいのは二次元波動に接近して水面擾乱が大となるためである。



第28図 Froude 数 $\frac{1}{\sqrt{0.4}}$, $\frac{1}{\sqrt{0.1}}$ における最適循環分布



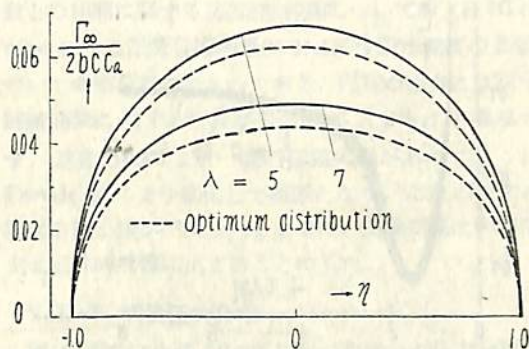
第29図 最適循環分布の楕円分布よりの偏倚量

最適循環分布として、水面の影響を無視して楕円分布を採るか、あるいは水面の影響を考慮に入れて厳密に求めるかにより、最終的に抵抗に対して如何なる程度の差異を生ずるかを検討するため、計算した結果を次表に示す。

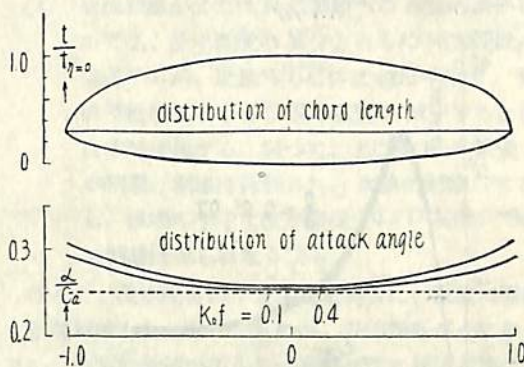
水面の影響	C_w/C^2_l	
	無視した最適循環分布	考慮せる最適循環分布
$C/\sqrt{gf} = 1/\sqrt{0.1}$	0.0926	0.0887
$1/\sqrt{0.4}$	0.1102	0.1053

従つてこの作動状態では同一揚力に対して約5%程度、水面の影響を考慮した場合が抵抗が小さいことが分かる。このことは楕円分布が水中翼では最適でなくなることを示すものである。

第30図には、最適循環分布より水面の影響を差引いて、無限遠流体中の循環分布に還算したものを示してある。水面の影響下における作動条件下では、実線と点線の差だけが水面の影響により相殺されて、結局点線の如くなるものである。



第30図 設計例—還算循環分布



第31図 設計例—弦長分布を与えて迎角分布を決定

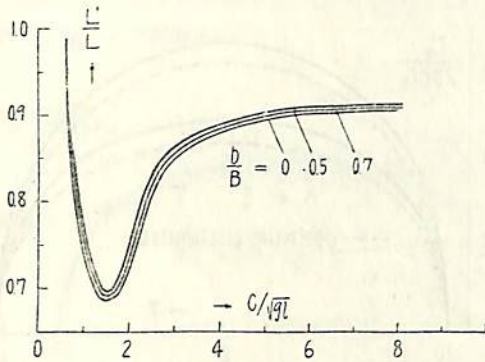
かくて還算循環分布が設計の基準となり、これより翼弦長分布および迎角分布を決定することができる。これを第31図に示してある。翼弦長分布は楕円分布であるから水面の影響がなければ迎角は翼幅上一定(点線)となるべき所、図の如き迎角分布は専ら水面の影響にもとづくものである。従つて、水中翼では翼端に向つて多少振れた方が最適となることになる。

VI-3 水槽側壁の影響

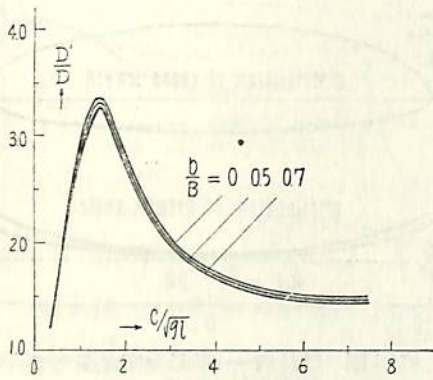
水中翼の揚力および抵抗に及ぼす水槽側壁の影響を明かにしかつその修正法を確立して、試験水槽における実験の参考に供してある。理論上は両側壁に対して無限の

鏡像列をなす水中翼を取扱えばよい。

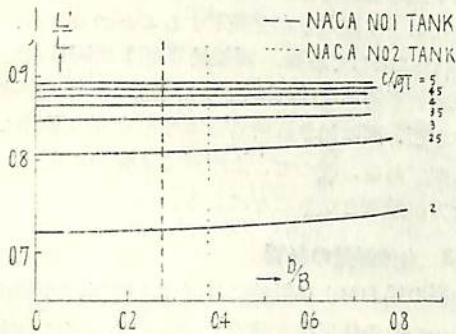
作働状態として没水深度が弦長の0.84倍、縦横比10の場合の揚力、抵抗の Froude 数による変化をそれぞれ第32,3図に示してある。これ等の結果より側壁影響のために揚力は増加し、抵抗は減少することが一般に言えよう。これは側壁の存在が純粹の水面の影響をある程度弱体化せしめることを示すもので、側壁と水面とは互に相反する影響を持つことが分る。



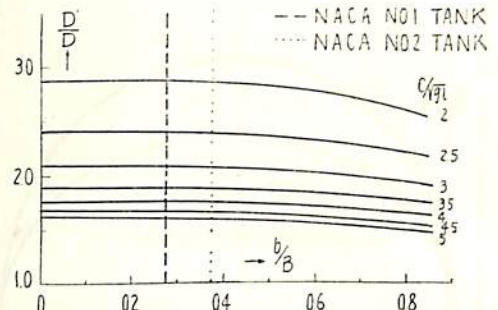
第32図 揚力の Froude 数による変化 (縦横比10, 没水深度 0.84 l)



第33図 抵抗の Froude 数による変化



第34図 揚力の水槽幅による変化



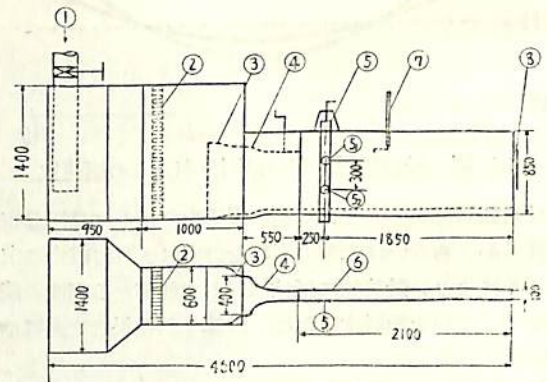
第35図 抵抗の水槽幅による変化

第34,5図には揚力、抵抗の水槽幅による変化を示している。本数値例は水中翼の正規作働状態にほぼ対応していることを併慮すれば、これらの結果より側壁影響を無くするには、常用 Froude 数の領域で、大約、翼幅が水槽幅の半分以下であればほぼ十分であろう。従つて、これにもついで水槽幅 (相対的には翼幅) を選定して水槽実験を行えば実用上十分な純粹の水面の影響だけを取り出すことができるであろう。点線は理論との比較に用いた NACA の実験状態¹⁵⁾を示したもので、いずれも上記制約下にあるので、この結果には側壁影響はまず介入していないとみてよいであろう。

VII 実験装置

VII-1 一般配置

実験装置は測定部前後において自由表面を持つ放水式直線水路であつて、全体の略図は第36図に示してある。22馬力の渦巻ポンプにより揚水した水を水路へ導き、ま



第36図 実験装置略図

- ① 使用せるポンプ
- ② 整流格子
- ③ 第1縮流部
- ④ 第2縮流部
- ⑤ 上下可動真鍮板
- ⑥ 円柱取付孔
- ⑦ ビドー管取付孔
- ⑧ 観測窓
- ⑨ ポイントゲージ(可動)
- ⑩ 出口堰板

ずそらせ板、整流板②を経た後に第一、二縮流部③④を経て平行部に至り、出口より放水された水は四角堰へ導いてある。

平行部分の水路幅は 100 mm、水深は縮流部上板④を移動して取付けることにより任意に変えることができるが、主に 600 mm に保持して使用した。測定部は平行部入口より 200 mm 下方にあつて縮流部上板④までは密閉であるが、この後端すなわち平行部入口よりは開放で自由表面となる。測定部には handle により上下可動の真鍮板⑤が取付けられ、これには供試模型⑤および pitot 管⑥が固定される。また真鍮板⑤取付側と反対側には観測用窓⑥がある。

本実験装置の特長としては

- (1) 供試模型の代表寸法に比し水深をかなり大に取れるようにしてあるために、孤立波速度以下の速度領域を広く取ることができること。
- (2) 縮流部水面に発生するであろう定常波を防止するために、該部分を密閉してあること。

の二点を挙げることができよう。

VII-2 方 法

予備実験として、測定断面内流速分布、静圧分布および水面の水平性を検討した結果、実験方法を次の如き操作で行うことにした。

- (1) 供試模型を没水せざる状態で、堰板を出口の任意の高さに取付けた後に回流し、ポンプの回転数、従つて流量を微細調節することにより、水面が水平になる所を見出す。水平になつた時の四角堰の読みを取つておく。実験中、測定断面内における流速変動のないよう絶えず四角堰の読みを点検し、流量一定なることを確認または流量一定なるようポンプ回転数を微細調節する。
- (2) 実験状態の静定後、供試模型および pitot 管を固定してある上下可動真鍮板を handle にて下げることにより、任意の深度まで没水せしめる。manometer は予め気泡を含まぬことを点検しかつ静定したことを確認した後に読み取ることにした。また同時に pitot 管の静圧をも読んでおく。
- (3) 流速を一定に保持し、供試模型の幾何学的作働状態を不変のまま、handle を廻すことにより没水深度を変更せしめて、その都度 manometer の読みを取り、かくして一連の没水深度に対する圧力分布測定を行うことにした。

流速を変更せしめる場合は、出口堰板の長さおよびその取付け高さを変えて水面を水平にする流量を変えることにより行われた。これは予め較正曲線を実験的に求めて置いて、任意の所要速度が得られるようにしてある。

VIII 円柱に関する実験

水面の流体力学的挙動を探求する一端として、特に境界層の遷移、剝離等の比較的鋭敏に看取される円柱(直径 10 cm)に関して圧力分布を測定し、この結果、重力と粘性力との相互作用すなわち Froude 数と Reynolds 数との相関に関する基礎的事項についておよび Trip wire による乱流促進効果におよぼす没水深度の影響について考察を行つたものである。円柱の場合には測定水路断面積に対する円柱の断面積が大でもはや無視できず、速度増加による一種の阻塞効果があつて、これが Froude 数により変化して複雑となり、これに対する正確なる修正法が不明であるままに、実験結果は未修正のまま定性的推論に止まることにした。

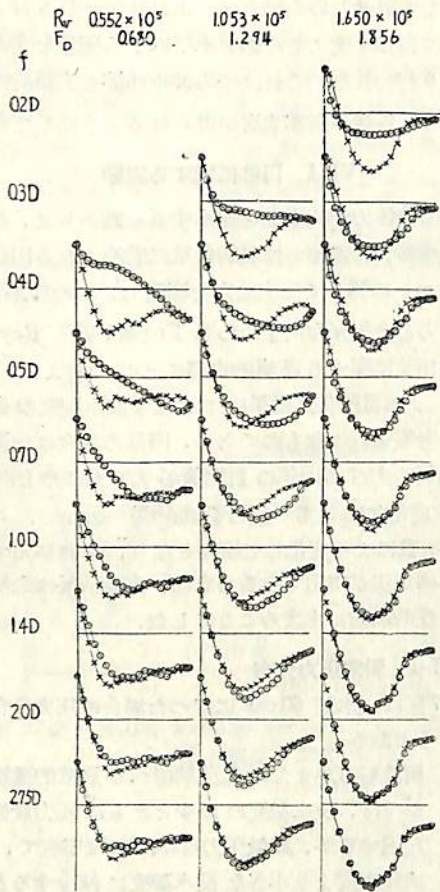
VIII-1 測定圧力分布

第 37 図には水深 60 cm に保つた場合の圧力分布の一例を示してある。

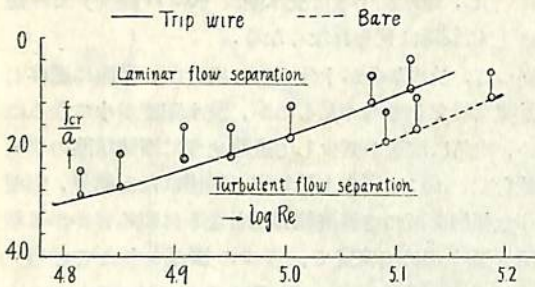
- (1) 層流剝離かまたは乱流剝離への過渡的遷移状態かでは、没水深度の減少とともに圧力最低点が後退するが、最低圧力自体はほぼ不変で、更に直径程度より小さな没水深度に減少すると圧力自体が増加する。従つて、圧力勾配が緩慢となる結果、剝離は抑制され、次第に剝離点は後退し、極端に小さな没水深度(0.3 D 程度)では逆に剝離は見られなくなる。

従つて、没水深度が十分大なる場合に、乱流に遷移して乱流剝離をしておつたものが、没水深度が小になるに伴い、次第に流速が減少して遷移せずに層流状態のまま剝離をし、遂には圧力上昇勾配が緩慢になる結果、剝離せず全領域に至つて層流境界層となるに至る。かかる層流境界層は極めて安定で、多少の擾乱を与えても復元し、結局 Trip wire による乱流促進は効を奏しなくなる。そこで層流剝離と乱流剝離との圧力分布の形状が比較的判然とした相異があることを利用して、測定圧力分布より乱流促進の効果範囲を判定して、第 38 図に示してある。Trip wire を使用しても乱流に遷移しない没水深度の範囲が、Re 数の増加と同時に狭くはなるが依然存在していることは、浅深度における没水体の実験には重要な指針となるであろう。

VIII-2 抵 抗



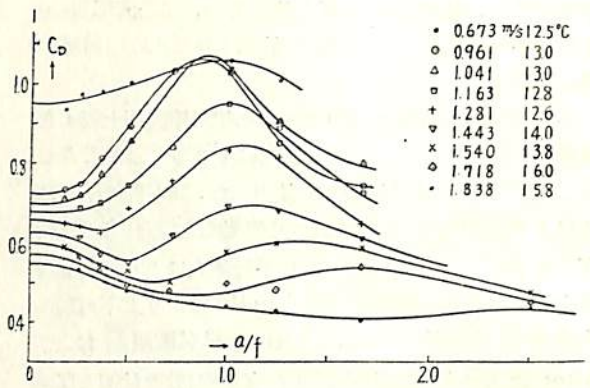
第37図 測定圧力分布 (C_p-x/D)
 (○.....上半分 ×.....下半分)



第38図 臨界没水深度の Reynolds 数による変化

圧力分布より算出した抵抗を第39図に示してある。没水深度の変化に応じて3型式に大別されるであろう。

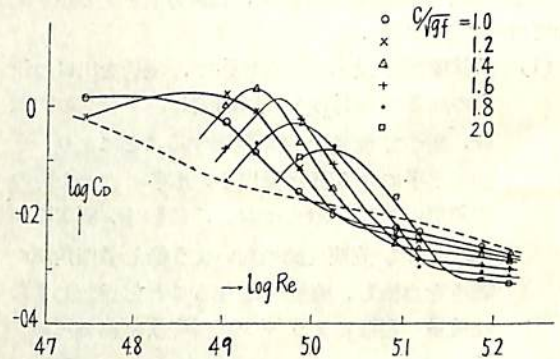
(1) 層流剝離の領域では、没水深度の減少とともに抵抗が増加し、極端に小さい没水深度(約0.4D程度)で漸く減少するものである。この理由として、重力に起因する圧力最低点の後退に基づく造波抵抗が発生附加されたことが挙げられる。



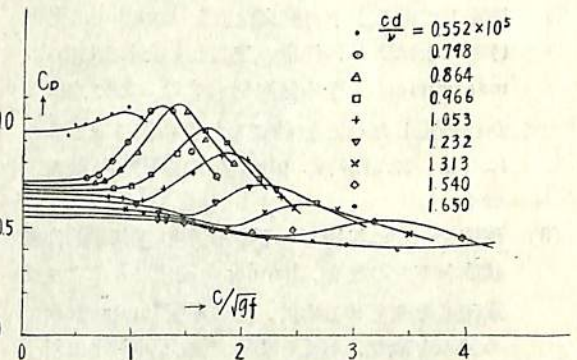
第39図 抵抗の没水深度による変化

- (2) 乱流剝離の領域では、没水深度の減少とともに抵抗が減少する。この理由として、圧力上昇勾配の緩慢化により剝離点が後退し、これが形状抵抗の減少を引き起こすことがあげられよう。この領域では流体の持つ慣性力が重力に比し極めて大で造波の影響は極めて小さい。
- (3) 層流剝離より乱流剝離への過渡的・中間領域では上記(1)(2)の中間的变化を示す。

以上の結果を Reynolds 数と Froude 数との相関の立



第40図 抵抗の Reynolds 数による変化



第41図 抵抗の Froude 数による変化

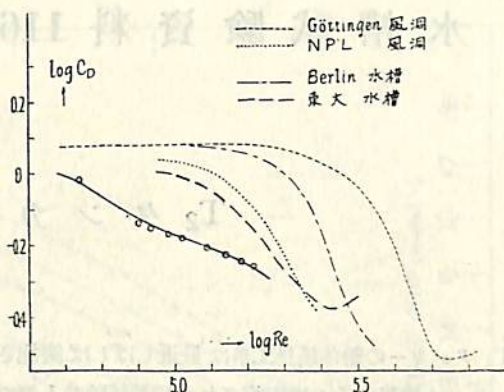
場よりみるために、第40, 41図にはそれぞれ Reynolds 数および Froude 数で整理したものを示してある。二次元造波抵抗理論によれば、円柱は $\frac{C}{\sqrt{gf}} = 1.5$ で最大値を有することよりして、41図より抵抗曲線の山は明かに造波抵抗に起因するものであり、同時に40図より造波は層流剝離の領域および乱流剝離への中間過渡領域で顕著であることを知る。本没水円柱の結果は、没水球に対して為された徳川等の結果²⁴⁾と同様の傾向を与えている。

VIII-3 既存結果との対比

既存結果^{25), 26)}と比較対照することにより本水槽の固有乱れ等も判定できる。このためには没水深度を十分大にとつて水面の影響を無くすればよいが、構造上不可能であるので実験結果を外挿して没水深度十分大なる場合の値と見做すことにした。第42図に示す如く試験水槽における値に比し、本回流水槽の結果は低 Reynolds 数側へずれておりかつその傾斜が緩慢である。このことは阻害効果もさることながら、一応本回流水槽の固有乱れが比較的大きいことを示すと見てよいであろう。

未修正のままの実験結果より本回流水槽の臨界 Reynolds 数は大約 $(0.55 \sim 0.70) \times 10^5$ と見てよいであろう。

従つて乱れ度 $= \frac{3 \times 10^5}{(0.55 \sim 0.70) \times 10^5} = 4.30 \sim 5.50$ となり平均として5となるが、これに阻害効果の修正をすればこれよりは小さくなるであろうと想像される。(続く)



第42図 既存結果との対比 (未修正)

参考文献

- 23) 近藤一夫“上反りを有する単葉翼の誘導抵抗について”九大工学彙報15巻昭和15年。
- 24) 徳川武定, 大津義徳, 鬼頭史城“水中を進行する球, 紡錘および類似形体の抵抗に関する実験”造船協会論文集61号, 昭和12年。
- 25) Eisner “Widerstandsmessungen an umströmten Zylindern” Dissertation Berlin 1929.
- 26) 高幣哲夫“円柱に働く流体力”造船協会論文集102号, 昭和33年。

監修 運輸技術研究所船舶機装部

船用品便覧

法定備品, JIS 制定品をはじめ, 重要な船用品を網羅し, 各部門別に懇切な解説と技術的データを収録し, あわせて主要なる製品の特徴を掲げる。すべて厳密なる監修による本書は, わが国唯一の船用品の便覧であり, ひろくメーカー, 需要者, 関連工業界の必携の書である。

— 昭和30年版を徹底的に内容の改訂, 増補をほどこして面目を新たにした。

増補, 全章書換, 新設の章, 各章における改訂総頁約130頁にわたり, 業務資料を入れて300頁の龐大なるものとなった。

B5判上製 8冊2段組 300頁
定価 800円 (〒50)

内 容

- | | |
|--------------|----------------|
| 1. 総 説 | 2. 救命器具 |
| 3. 防火設備および器具 | 4. 船灯および信号灯 |
| 5. 信号器具 | 6. 艙口覆布および艙口蓋板 |
| 7. 舷 窓 | 8. 錨, 鎖, 索 |
| 9. 機装金物 | 10. 船用塗料 |
| 11. 船用計器 | 12. 通信機器 |
| 13. 照明配線器具類 | 14. 甲板補機 |
| 15. 附表 8項目 | 16. 業務資料 |

— T₂ タンカーの模型試験 —

T₂ タンカーの船体延長工事は最近しばしば実施されている。本資料はその際実施された模型試験の1例である。すなわち M.S. 202 は T₂ タンカーの原型に、M.S. 203 は改造後の新船型に対応する模型船で、長さはいずれも垂線間 6m である。両船の要目は第1表に実船の値に換算して示したが、表に見る如く長さ、巾ともに約 10% 程度増大され、また深さも大となつて吃水で約 6% 深くなつている。この改造の要領は、船尾部で長さの約 22%、船首部で約 14% を原型のままとし、残りの中央部約 64% を新規に建造したものであつた。正面線図および船首尾形状は第1図および第2図に示す。巾を増大しているため、図でははつきりしないが、新旧両船体の接合部附近の W.L. には不自然なカーブが生じており、また新船体では rise of floor も小としているので、船底にも fair でない部分が見られる。

試験に使用した模型プロペラの要目も、実船の値に換算して、第1表中に示した。この2つのプロペラは模型

プロペラとしては同一のものなのであるが、模型船がともに 6m の同一長さにつくられたため、縮率が違うので、実船の場合に換算すると直径やピッチが相違してきたわけである。改造後も古いプロペラをそのまま使うものとすれば、この試験ではやや過大な直径のプロペラを使用したことになる。

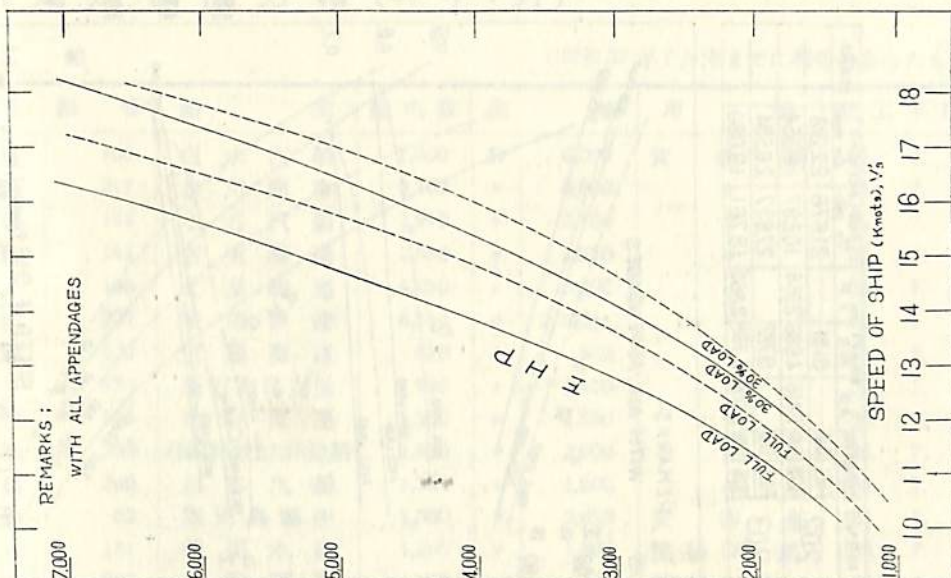
試験は両船とも満載および 30% 載貨の 2 状態について実施された。その結果は第3図 (EHP 曲線) および第4図 (DHP 等曲線) に示す。ただし摩擦抵抗の計算には模型船、実船ともシェーンヘルの摩擦抵抗係数 ($\Delta C_r = +0.0002$) が使用されており、また第4図の DHP, RPM 等は、模型船の伴流係数の値をそのまま使用して算出したものである。

なおこの試験は日鋼鶴見造船所の依頼で運輸技研水槽で実施されたものであるが、関係者の好意によりここに紹介する次第である。

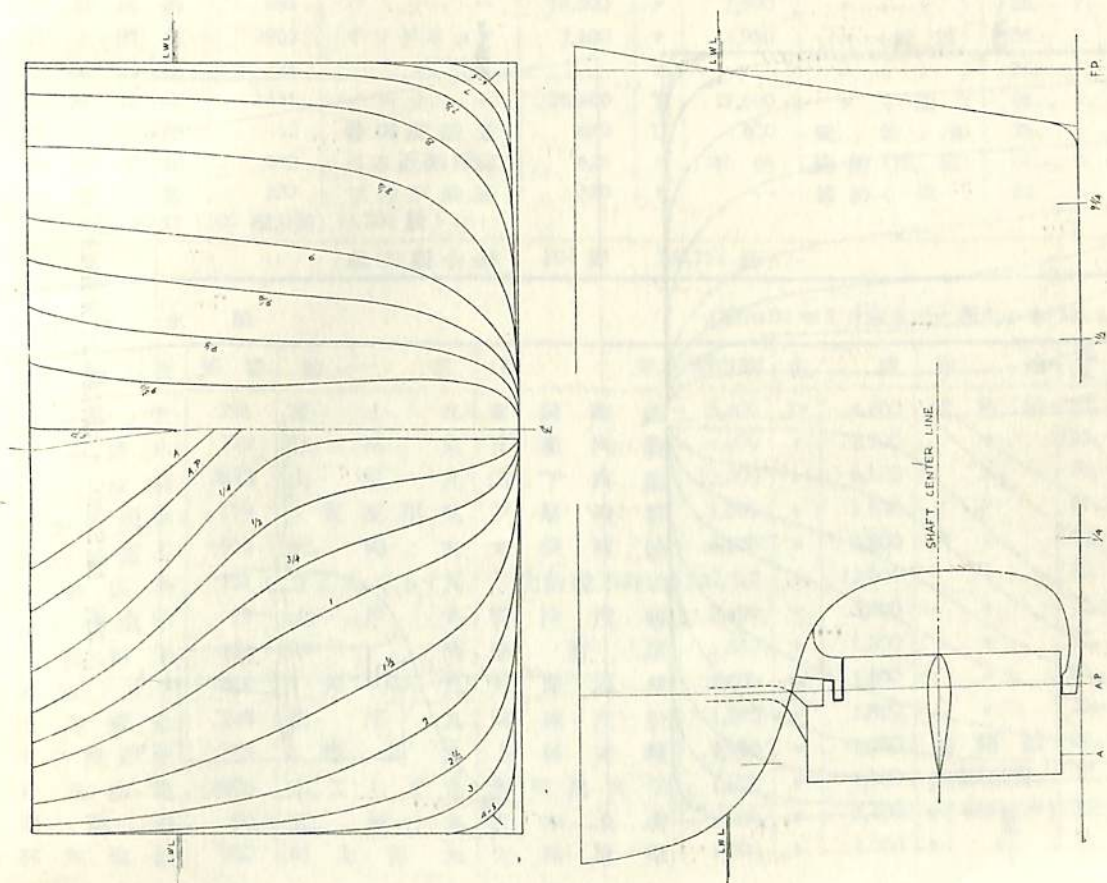
第1表 要 目 表

M.S. No.		202	203	M.P. No.		171	172
満 載 状 態	長 (L.P.P.)	153.314 m	168.097 m	直 径	5.724 m	6.275 m	
	幅 (B) 外板を含む	20.761 m	22.895 m	ボ ス 比	0.1964	0.1964	
	吃 水 (d)	9.191 m	9.722 m	ピ ッ チ (延増0.7R)	5.323 m	5.836 m	
	吃水線の長さ (L.w.L.)	156.417 m	171.570 m	ピ ッ チ 比 (%)	0.930	0.930	
	排 水 量 (d)	22.218 ton	28.594 ton	展 開 面 積 比	0.465	0.465	
	C _b	0.741	0.746	翼 厚 比	0.0551	0.0551	
	C _p	0.755	0.752	傾 斜 角	8°~32'	8°~32'	
	C _∞	0.981	0.992	翼 数	4	4	
	lcb (L.P.P. の%にて)	-0.40	-0.51	回 転 方 向	右 廻 り	右 廻 り	
	平均外板の厚さ	17.5 m	17.5 m	翼 断 面 形 状	トルースト B ₁	トルースト B ₁	

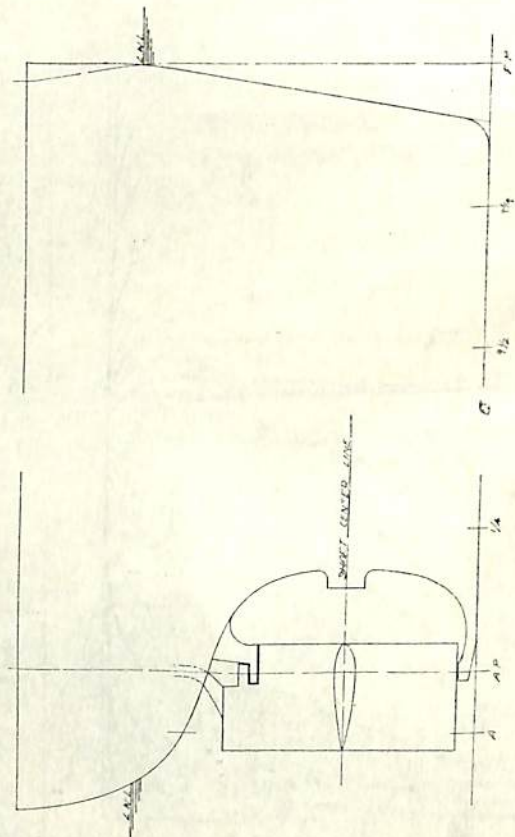
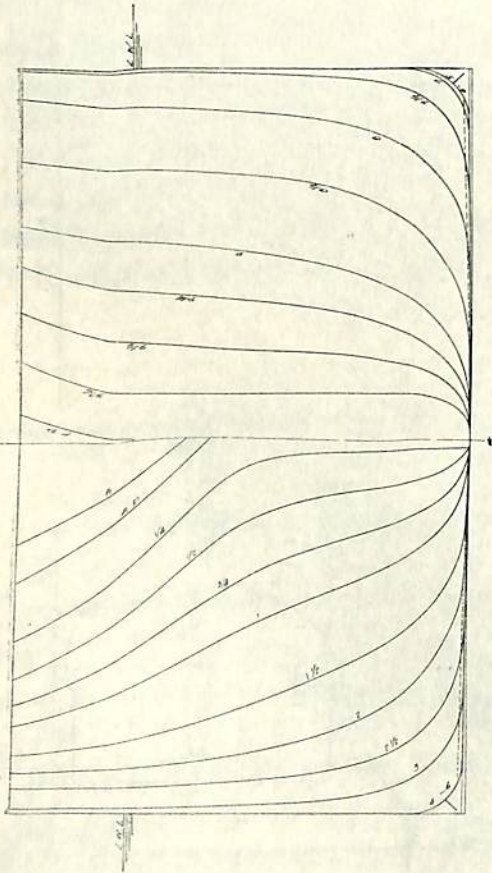
M.S. NO	CONDITION	A.P.	DRAFT (m) M.S. F.P.	DISPLACEMENT Δ_s (ton)	MARK
202	HULL LOAD		9.191	21,676	22.218
	30% LOAD	6.416	4.686	29,956	10,297
	FULL LOAD		9.722	27,897	28,594
203	30% LOAD	6.609	4.739	28,869	12,761
	FULL LOAD				13,080



第3図 M.S. 202, 203 EHP 等曲線図

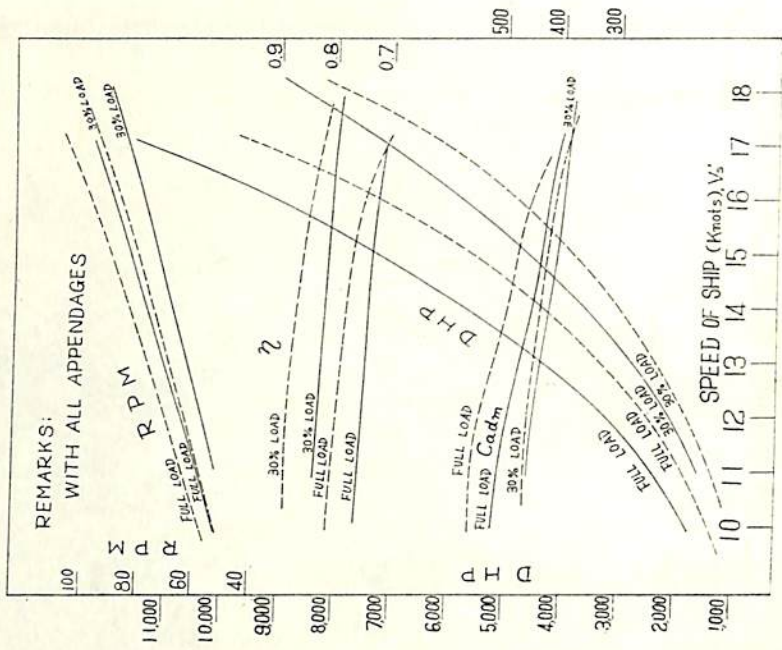


第1図 M.S. 202 正面線図および船首尾形状図



第2图 M.S. 203 正面観図および船首尾形状图

MS.NO.	CONDITION	AD	DRIFT	MS	F.P.	DISPLACEMENT	MARK
						Δ (ton)	
202	FULL LOAD			9191		21,676	22,218
	30% LOAD	6,416	4,686	2,956		10,297	10,554
203	FULL LOAD			9,722		27,897	28,594
	30% LOAD	6,609	4,739	2,869		12,761	13,080



第4图 M.S. 202×M.P. 171, M.S. 203×M.P. 172
DHP 等曲线图

鋼船建造状況月報 (35年7月)

船舶局造船課

(イ) 起工船

(昭和35年7月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	主	総屯数	主	機	用途	起工年月日
鋼管・鶴見	766	白水汽船	船	7,300	D	6,000	貨物船	35. 7. 19
名村造船	317	氷川商事	船	3,100	〃	3,500	〃	35. 7. 26
佐野安船渠	182	小谷汽船	船	1,990	〃	2,100	〃	35. 7. 23
大阪造船	164	新東海運	船	2,550	〃	2,550	〃	35. 7. 6
〃	168	北星海運	船	4,650	〃	3,000	〃	35. 7. 25
笠戸船渠	209	宇部興産	船	6,550	〃	2,300×2	〃	35. 7. 14
波止浜造船	100	三星海運	船	570	〃	950	〃	35. 7. 17
四国ドック	570	釜石海陸運送	船	990	〃	1,150	〃	35. 7. 11
三菱下関	546	永井海運	船	1,500	〃	1,550	〃	35. 7. 25
大洋造船	233	(株)林兼/大洋造船	船	1,830	〃	2,000	〃	35. 7. 19
九州造船	240	杉木汽船	船	1,700	〃	1,500	〃	35. 7. 8
呉造船	52	鹿兒島郵船	船	1,300	〃	2,650	貨客船	35. 7. 23
鋼管・清水	181	報国水産	船	1,260	〃	1,800	漁船(冷運)	35. 7. 11
川崎重工	992	東海臨港	船	500	—	—	雑船(浚)	35. 7. 12
浦賀横浜	789	佐伯建設	船	600	D	—	〃(〃)	35. 7. 11
川崎重工	978	リベリヤ	船	24,700	T	16,500	輸出(油)	35. 7. 13
三菱重工	916	インド	船	6,400	D	8,000	〃(貨)	35. 7. 26
播磨造船	563	パナマ	船	10,300	〃	7,500	〃(〃)	35. 7. 8
日立因島	3902	インドネシア	船	7,100	〃	8,950	〃(貨客)	35. 7. 30
三菱広島	144	〃	船	〃	〃	〃	〃(〃)	35. 7. 25
三菱長崎	1531	ノルウェー	船	28,500	T	17,600	〃(油)	35. 7. 7
常石造船	53	警固屋船渠	船	670	D	800	貨物船	35. 6. 18
林兼造船	952	日本近海捕鯨	船	625	〃	不明	漁船(捕鯨)	35. 6. 19
東京造船	237	三井不動産	船	730	〃	—	雑船(浚)	35. 5. 21

他80隻(500噸未満) 14,236 総トン

起工船合計 104隻 136,751 総トン

(ロ) 進水船

(昭和35年7月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	主	総屯数	主	機	用途	進水年月日
函館ドック	261	富士丸	富国海運	5,400	D	4,500	貨物船	35. 7. 23
鋼管・清水	179	日南丸	日産汽船	4,250	〃	2,700	〃	35. 7. 7
日立・桜島	3893	山弘丸	山下汽船	12,300	〃	6,500	〃	35. 7. 14
佐野安船渠	179	8賀茂川丸	下崎汽船	1,595	〃	1,800	〃	35. 7. 23
三菱重工	913	大鷗丸	大安商船	6,500	〃	4,500	〃	35. 7. 23
三菱広島	151	さんたくるす丸	千代田鋳石輸送	22,750	〃	12,000	〃	35. 7. 26
瀬戸田造船	75	六甲丸	神戸汽船	3,400	〃	3,500	〃	35. 7. 25
幸陽船渠	151	不明	原海運	1,350	〃	1,300	〃	35. 7. 11
四国ドック	555	1邦洋丸	邦洋海運	1,600	〃	1,800	〃	35. 7. 26
大洋造船	223	山幸丸	興運汽船	1,270	〃	1,800	〃	35. 7. 8
名古屋造船	158	1寿貝丸	上野運輸	1,990	〃	1,750	油槽船	35. 7. 12
日立向島	3896	かごしま丸	鹿兒島大	1,000	〃	1,700	漁船(練習)	35. 7. 11
呉造船	50	天城丸	日本水産	2,250	〃	2,400	〃(トロール)	35. 7. 23
林兼造船	950	65大洋丸	大洋漁業	1,800	〃	2,000	〃(〃)	35. 7. 11

石川島重工	796	Parona	パラグアイ	1,100	D	1,000	輸出(貨)	35. 7. 5
〃	797	Yhaguy	〃	〃	〃	〃	〃(〃)	35. 7. 30
浦賀船渠	772	General Um	フィリピン	8,450	〃	6,300	〃(〃)	35. 7. 9
N. B. C. 呉	70	Universe Daphne	リベリヤ	72,190	T	25,000	〃(油)	35. 7. 5
三菱下関	541	初汐丸	日鉄汽船	998	D	1,000	貨物船	35. 6. 25
他 88 隻 (500 噸未満) 13,704 総トン								

進水船合計 107 隻 165,015 総トン

(ハ) 竣工船

(昭和35年7月末までに報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	船主	総噸数	主機	用途	竣工月日	
鋼管、鶴見	761	日鶴丸	日産汽船	13,000	D	7,500	貨物船	35. 7. 15
呉造船	48	新勝丸	照国海運	12,200	〃	6,500	〃	35. 7. 29
名村造船	315	玉山丸	日本郵船	2,600	〃	2,700	〃	35. 7. 20
川崎重工	990	春栄丸	日本汽船/川崎重工	5,900	〃	5,200	〃	35. 7. 25
三井船舶	631	明寿山丸	明治海運	8,700	〃	6,300	〃	35. 7. 26
三菱広島	150	さんたるしあ丸	千代田鯨石輸送	22,750	〃	12,000	〃	35. 7. 29
三菱長崎	1532	ぶるつくりん丸	大同海運	9,850	〃	13,000	〃	35. 7. 16
瀬戸田造船	88	新川丸	日新海運	3,850	〃	2,700	〃	35. 7. 9
金指造船	368	2 為州丸	為州海運	500	〃	650	〃	35. 7. 2
尾道造船	76	博隆丸	九州郵船	499	〃	700	〃	35. 7. 2
〃	75	柏春丸	柏商店	1,595	〃	1,400	〃	35. 7. 29
幸陽船渠	150	山梅丸	佐藤汽船	995	〃	1,150	〃	35. 7. 2
宇品造船	356	葛城丸	金剛海運	740	〃	700	〃	35. 7. 7
波止浜造船	96	新和丸	新阜政文	425	〃	700	〃	35. 7. 15
末島船渠	55	日高丸	協同汽船	499	〃	650	〃	35. 7. 8
四国ドック	553	山晴丸	山一汽船	420	〃	520	〃	35. 7. 10
三菱長崎	1515	もんぶらん丸	大同海運	28,900	T	17,600	油槽船	〃
新潟鉄工	307	38 住吉丸	住吉漁業	600	D	1,400	漁船(鮪)	35. 7. 15
播磨造船	562	1 大章丸	日本船舶	745	〃	1,300×2	雑船(救助/曳)	35. 7. 25
浦賀船渠	750	Aurora	リベリヤ	27,500	T	17,600	輸出(油)	35. 7. 15
〃	764	Philippine President Quezon	フィリピン	9,500	D	12,000	〃(貨)	35. 7. 6
飯野重工	49	Tindalo	〃	8,420	〃	6,300	〃(〃)	35. 7. 31
新三菱重工	906	Philippine Rizal	〃	9,300	〃	12,000	〃(〃)	35. 7. 21
播磨造船	552	Messinia	ギリシヤ	13,200	T	12,000	〃(〃)	35. 7. 20
三井造船	651	Defiant	パナマ	13,500	D	11,250	〃(〃)	35. 7. 15
笠戸船渠	204	Auri-3	インドネシア	470	〃	540	〃(貨客)	35. 7. 30
〃	205	〃-4	〃	〃	〃	〃	〃(〃)	〃
幸陽船渠	138	龍王山丸	田頭汽船	450	〃	650	貨物船	35. 6. 20
向島船渠	51	香伸丸	香洋海運	490	〃	〃	〃	35. 6. 2
今治造船	69	新和丸	新和汽船	450	〃	〃	〃	35. 6. 29
〃	70	5 大勢丸	大勢汽船	410	〃	500	〃	35. 6. 27
東北造船	12	柏山丸	日本土地開発	1,000	—	—	雑船(浚)	35. 6. 24
渡辺製鋼	173	精進丸	日立セメント	410	—	—	〃(〃)	35. 6. 20

他 54 隻 (400 噸未満) 7,423 総トン

竣工船合計 87 隻 207,761 総トン

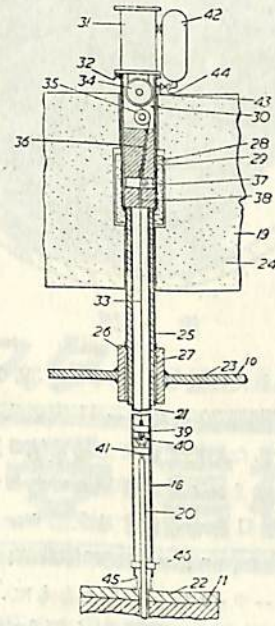
特許解説

特許庁 飯沼義彦

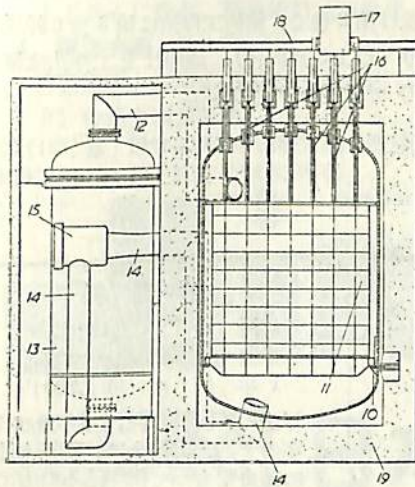
原子炉（昭和35年特許出願公告第9,235号，発明者・アントニイ，ジユムス，テイラア，出願人・パブコック，アンド，ウイルコックス，リミテッド—イギリス）

船用原子炉に要求される性能の一つとして，船が激しく動揺しても原子炉の安全性を保つということがあげられる．ここに述べる発明は船体が甚しく傾斜したりあるいは万一転覆することがあつても，制御杆を炉心部に確保して炉の暴走を防ぐようにした安全装置に関するものである．制御杆を炉心部に向けて操作する方式にはいろいろあるが，例えばケーブルで制御杆を吊りその自重を利用して炉心部へ降下させるものでは，炉が著しく傾いた場合に制御杆が抜け出す恐れがあるので，そのような非常の場合に制御杆を自動的に炉心部へ挿入確保するための安全装置が必要である．この安全装置は停電事故があつても確実に作動するものでなければならない．この発明は上記の問題を解決したもので，つぎに図面について説明すると第1図はガス冷却黒鉛減速型原子炉を側面からみた断面図で，炉の上方からコア11に向けて多数の制御杆を案内する管16が垂設されている．第2図はこの案内管16の一つを拡大して示したもので，制御杆20はケーブル33で管16内に吊られており，捲込みドラム34を介して同期電動機31により操作される．42

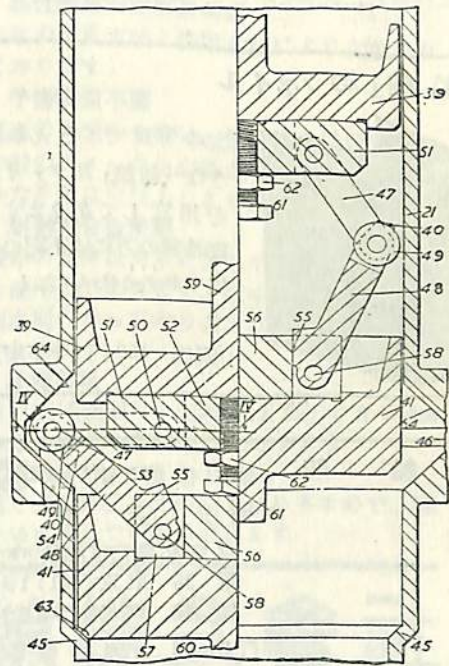
は炭酸ガスを圧入したタンクでバルブ44を経て管16内に連通し，非常の場合にはこのバルブが自動的に開いてガス圧が制御杆頭部のピストン39,41に作用し，制御杆をコア11内に押し込むようになっている．46は管16



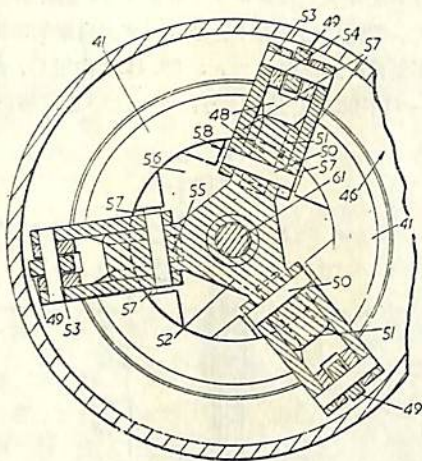
第2図



第1図



第3図



第 4 図

の下部に設けられた凹所で、ピストン 39, 41 のリンク部と協力して、制御杆 20 がコア 11 内に入りきった位置にこれを保持するためのものである。第 3 図の右半部はピストン 39, 41 のリンク部の詳細図であつて、リンク部はピストン 39 と 41 とを連結する上部リンク 47 と下部リンク 48 とから成り、リンク相互の枢着部には管 16 の内壁に接し得るローラ 49 を具えるとともに、下部リンク 48 の上端に凹所 46 内の傾斜面 64 と係合する面 40 が設けられている。第 3 図の左半部はこの係合面 40 が凹所 46 内に係合した状態を示している。第 4 図は第 3 図 IV

-IV 線における断面を示す。このようにいつたんリンク部が凹所 46 内に係合してしまつと、下部リンク 48 が横方向に張り出した状態で傾斜面 64 に垂直に突つばつてゐるので、たとえ炉が転倒し、またタンク 42 からのガス供給が断たれても、制御杆 20 は炉心部から抜け出すことがない。つぎにこの係合を外すには、単にケーブル 33 をドラム 34 に捲き込んで上部ピストン 39 を引き出し、リンク部 47, 48 を伸張させて凹所 46 内から抜き出すようにすればよい。

一新刊紹介一

造船協会船具工作法研究会 編

造船機装 (第 4 卷)

一船具工作法一

A 5・180 頁 350 円

船具工作は造船工業において船の大小を問わず必要欠くべからざるものであるにもかかわらず、不思議なことに、これに関する造船技術者のための参考書はわが国では見られなかつた。本書は、造船協会船具工作法研究委員会において長年研究・討議されてきた船具工作法基準をまとめたもので、その成果は、造船技術者のみならず各方面の期待に大きくこたえうるものと信ずる。

その内容の大項を示すと、船具工作一般、船具工場配置と機械器具、索具材料・加工法・機装法、帆布材料・加工法・機装法、工程。

なお、鋳金工作法・銅工作法は第 1 巻で、木工工作法は第 2 巻で、塗装工作法は第 3 巻で詳説されており (以上 3 点既刊)、造船仕上工作法は第 5 巻 (近刊) で詳説の予定である。

発行所 東京神田神保町 2 の 48 (電 (331) 0246)

神戸元町 3 丁目 146 (電 (3) 2664)

海文堂

「船舶」のファイル



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

頒価 150 円 (〒不要)

船舶 第 33 卷 第 9 号

昭和 35 年 9 月 12 日発行
定価 150 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 (341) 1908

振 替 東京 79562 番

発行人 田 岡 健 一

印刷人 研 修 舎

購 読 料

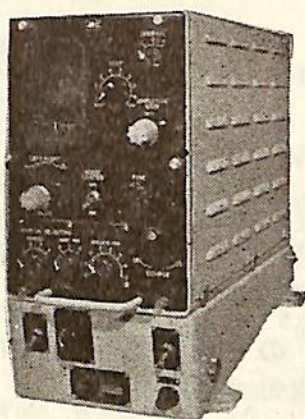
1 冊 150 円 (送 12 円)

半年 (前金予約) 800 円

1 年 (") 1,500 円

以上の購読料の内、半年及び 1 年の予約割引料金は、直接本社に前金をもって御申込みの方に限りませう。

3つの革命
 小型化
 軽量化
 低消費電力化



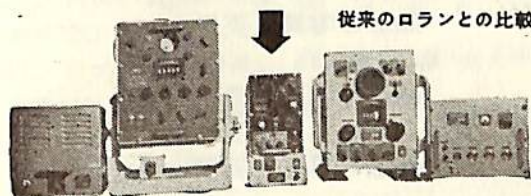
世界最初の

トランジスタ JNA-102 型

ロラン受信機

特長

- 1. トランジスタ化**
トランジスタ、ダイオード使用のため小型・軽量、消費電力極少
- 2. プラグインユニット方式**
プラグインユニット方式の画期的設計、保守点検が便利
- 3. 測定値の読取簡単**
時間差表示がブラウン管と同一視野内の数字ドラムに表れ、測定値の読取簡単
- 4. 電源内蔵**
装備簡単、従来の 300W に比し (40W 以下) の極少消費電力
- 5. 電源電圧の大巾な変動に対して安定**
電源電圧が ±30% 変化しても作動に影響ありません
- 6. 高性能高安定度長寿命**
多年の研究実験と使用実績により立証されております
- 7. 予備調整不要**
在来の外国のものは、使用前全計数回路の作動のチェックを必要としますが、そのような不便は全然ありません
- 8. 耐蝕軽合金使用**
機器の筐体は海水に対して耐蝕性の軽合金を使用しております。空中線同調器は特に防水型になっておりますから船室外装備もできます
- 9. 装備簡単**
空中線同調器は小型軽量 (2.3kg) で 8~30m のどんな空中線にも接続できます
- 10. 補給便利**
総て国産部品を使用しておりますので、補給は迅速且つ容易にできます



JRC 日本無線株式会社

東京都港区芝田村町1の7第3森ビル 電話東京(591)(代)9311(代)9321 ●大阪市北区堂島中1の22 電話大阪(36)4631~6
 福岡市新聞町3の53立石ビル 電話西局② 0277 ●札幌市北一条西4の2札幌ビル 電話②局 6161~3

天然社・船舶海事工学図書

- 造 船—
- 田中兵衛著 B5 上製 200頁 500円(送50円)
原 子 力 船
- 山縣昌夫著 B5 上製 350頁 850円(送50円)
船 型 学 「推進篇」
- 山縣昌夫著 B5 上製 図版別冊 700円(送50円)
船 型 学 「抵抗篇」 (品切)
- 造船協会網船工作研究委員会編
A5 220頁(折込11葉) 450円(送50円)
船 の 熔 接 工 作 法
- 造船協会電気熔接委員会編
A5 上製 200頁 360円(送50円)
船 の 熔 接 設 計 要 覧
- 高 木 淳著 上製 230頁 300円(送50円)
初 等 船 舶 算 法 (品切)

—主機・補機—

- 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)(品切)
〃 (第2分冊)520円(送50円)(品切)
〃 (第3分冊)700円(送50円)
〃 (第4分冊)800円(送50円)(品切)
〃 (第5分冊)900円(送50円)
- 石田千代治・真壁忠吉 A5 上製 340頁 680円(送50円)
蒸 気 ボ イ ラ
- 中谷勝紀著 B5 上製 230頁 500円(送50円)
船用予ーゼル機関の解説
- 中谷勝紀著 A5 上製 320頁 350円(送50円)
船用予ーゼル機関
- 中谷勝紀著 A5 上製 210頁 250円(送40円)
船用焼玉機関 (品切)
- 小野暢三著 A5 上製 160頁 250円(送40円)
船用聯動汽機
- 小谷・南・飯田著 A5 上製 320頁 450円(送50円)
機 関 士 必 携
- 小谷信市著 A5 上製 300頁 350円(送50円)
船 用 補 機

—船用計器・電気・資材 船用品—

- 波多野浩著 A5 上製 340頁 700円(送50円)
航 海 計 器 (才1巻)
- 茂在寅男著 B6 上製 210頁 280円(送40円)
解 説 「レ ー ダ ー」

—船舶運航関係—

- 鈴木 至著 A5 上製 320頁 650円(送50円)
航 海 力 学
- 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 260頁 450円(送50円)
天 文 航 法
- 浅井・上坂共著 A5 上製 300頁 480円(送50円)
地 文 航 法
- 鮫島直人著 A5 上製 260頁 450円(送50円)
船 位 誤 差 論
- 宇田道隆著 A5 上製 310頁 500円(送50円)
海 洋 気 象 学
- 依田啓二著 A5 上製 340頁 450円(送50円)
船 舶 運 用 学
- 渡辺加藤一著 A5 上製 200頁 280円(送40円)
荒 天 航 泊 法 (品切)
- 小野寺道敏著 A5 上製 350頁 500円(送50円)
気 象 と 海 難 (品切)
- 橋本・森共著 A5 上製 190頁 300円(送40円)
船 舶 積 荷

—船舶一般—

- 依田啓二著 A5 上製 220頁 380円(送50円)
新海上衝突予防法概要
- 上野喜一郎著 A5 上製 630頁 850円(送50円)
船 舶 安 全 法 規
- 屋代 勉著 A5 上製 70頁 100円(送20円)
日 本 船 舶 信 号 法 解 説
- 屋代 勉著 A5 上製 110頁 180円(送50円)
国 際 信 号 法 解 説
- 上野喜一郎著 A5 上製 310頁 420円(送50円)
船 の 歴 史 近代篇・船体
- 上野喜一郎著 A5 上製 330頁 500円(送50円)
船 の 歴 史 推 進 篇
- 天然社編 B5 上製 230頁 650円(送50円)
船舶の写真と要目 第三集 1955年版
- 天然社編 B5 上製 230頁 650円(送50円)
船舶の写真と要目 才四集 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 才五集 1957年版
- 天然社編 B5 上製 260頁 900円(送50円)
船舶の写真と要目 才六集 1958年版
- 天然社編 B5 上製 180頁 700円(送50円)
船舶の写真と要目 才七集 1959年版

—辞典・便覧—

- 運輸技術研究所船舶機装部監修
B5 上製 300頁 800円(送50円)
増補改訂版 船 用 品 便 覧
- 和達・福井・畠山監修 A5 上製 430頁 1200円(送50円)
気 象 辞 典

天然社・海技入門選書

船の保存整備	東京商船大助教授	鞠谷宏士	A5	130頁	¥220
船舶の構造及び設備属具	東京商船大助教授	鞠谷宏士	"	160頁	¥300
沿岸航法	東京商船大助教授	上坂太郎	"	160頁	¥280
推測および天文航法	東京商船大教授	豊田清治	"	160頁	¥280
航海法規	東京商船大学教授	横田利雄	"	140頁	¥230
海事法規	東京商船大学教授	横田利雄	"	160頁	¥280
海上運送と貨物の船積 (前篇)海上運送概説	東京商船大学教授	田中岩吉	"	140頁	¥260
海上運送と貨物の船積 (後篇)貨物の船積	東京商船大学教授	田中岩吉	"	170頁	¥290
船用プロペラ	東京商船大助教授	野原威男	"	104頁	¥180
船舶運航要務	東京商船大助教授	中島保司	"	170頁	¥300
航海計器学入門	東京商船大助教授	庄司和民	"	160頁	¥280
操船と応急	東京商船大学教授	米田謹次郎	"	130頁	¥230
船用内燃機関(上巻)	前東京高等商船教授	小方愛朔	"	170頁	¥300
船用内燃機関(下巻)	"	小方愛朔	"	190頁	¥320
蒸気機関	東京商船大学教授	清宮貞	"	90頁	¥180
船用電気の基礎	東京商船大助教授	伊丹潔	"	180頁	¥320
燃料・潤滑	東京商船大助教授	宮島時三	"	200頁	¥350
電波航法入門	東京商船大学教授	鮫島直人	"	200頁	¥360

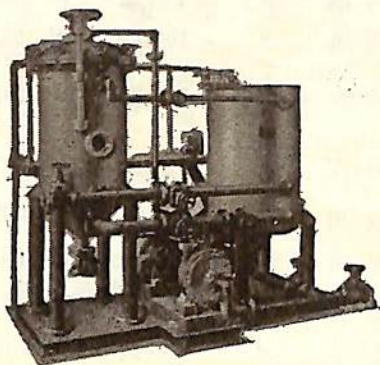
以下続刊

海洋気象	東京商船大学教授	浅井栄資	A5	未定	
船の強度と安定性	東京商船大助教授	野原威男	"	"	
指圧図	運輸省海官 接試験官	西田寛	"	"	
船用材料	東京商船大学教授	賀田秀夫	"	"	
ボイラ用水	東京商船大学教授	賀田秀夫	"	"	
機械の運動と力学	東京商船大助教授	小山正一	"	"	
機械工作・材料力学	東京商船大助教授	小山正一	"	"	
	"	真田茂	"	"	
船用汽罐	東京商船大学教授	真壁忠吉	"	"	
船用補機	東京商船大助教授	小川武	"	"	

特許 ウルトラ フィルター

1/2の濾過面積で
2倍の濾過量

- ◎一回の濾過で完全清澄
(0.1ミクロン迄微粒子完全除去保証)
- ◎据付面積最小
- ◎操作簡便



- ▽復水中の油分除去
- ▽飲料水用
- ▽燃料油・機械油・潤滑油の浄化
- ▽溶槽浄化用



クーポン
はがきに御氏名
記入の上貼付し
御申込み下さい
カタログを差し
上げます。
船 船
切取線

ミウラ化学装置株式会社

東京都目黒区下目黒3の541 電話 目黒(712)2265
大阪市住吉区帝塚山東二丁目13 電話 住吉(67)0251・0252
弊社直接或いは……代理店を通じて御照会下さい。
代理店 三菱商事・第一物産・日協産業・大戸商会



信頼を持って使用される

住友の船舶用電線

イゲタロイ
(超硬質合金工具)
熔接棒芯線
防振ゴム

住友電気工業株式会社

大阪・東京
名古屋・福岡

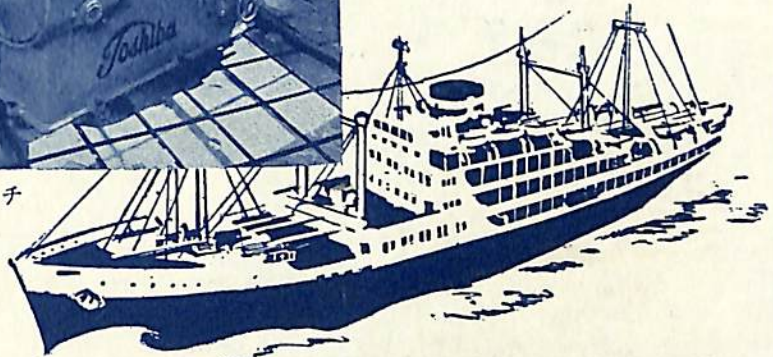
東芝の船舶用電気機器



3 t 交流電動ウインチ

主要電気機器

発電機・シリコン変圧器
アンブリダイン式増幅発電機
磁気増幅器・電動ウインチ
各種電動機・電動揚錨機
電動繫船機・配電盤
制御装置・その他一般



Toshiba

東京都中央区銀座西5-2 電話東京(571)5711・8261

東京芝浦電気株式会社

HAMILTON

CHRONOMETER WATCHES



2 日 巻
2 1 石
特殊エリナビゲゼンマイ付
高級仕上げムーブメント



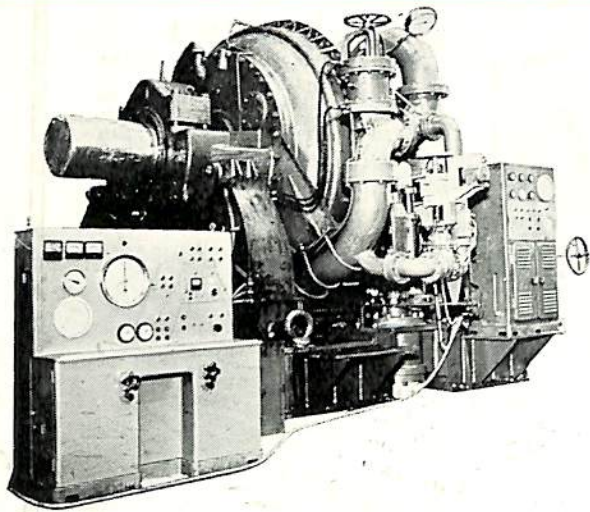
ハミルトン マリンクロノメータ

総代理店

株式会社 大澤商會

輸入部 東京都中央区銀座西2-1有楽ビル2番 TEL.(561)2785-2850

Water-Brake Dynamometer



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

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

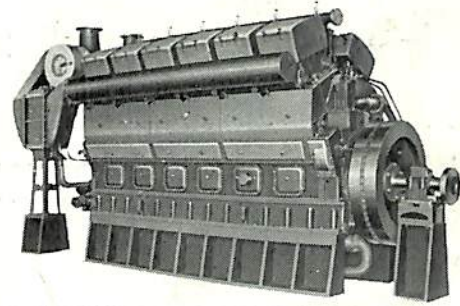
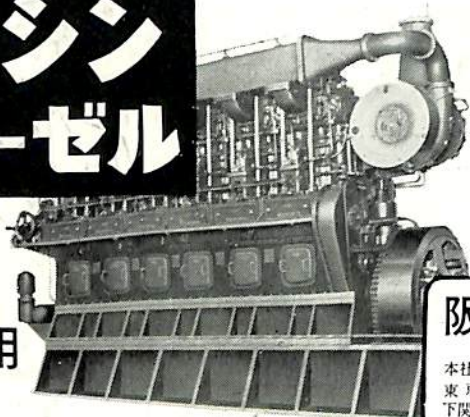


株式会社 東京衡機製造所

東京都品川区北品川4-516 TEL (441) 1141 (代)
大阪出張所 大阪市南区八幡町6 TEL (75) 6139, 6140, 8150, 8160

ハンシン ディーゼル

船舶用
発電用
動力用



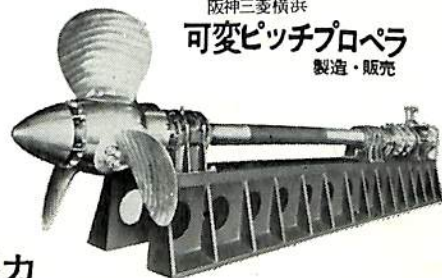
阪神内燃機工業株式会社

本社・工場：神戸市長田区一番町三丁目 TEL：神戸 (5) 1531~6
東京支店：東京都千代田区丸の内丸ビル TEL：東京 (201) 3640~1
下関出張所：下関市豊前町第一ビル TEL：下関 (2) 768

最高の品質・性能
完全なアフターサービス

65~4500馬力

阪神三菱横浜
可変ピッチプロペラ
製造・販売



保存委番号：

052093

IBM 5541

船舶 才三十三卷 才九号
昭和三十五年三月二〇日 第三種郵便物認可
昭和三十五年九月十二日 印刷 (毎月一回)

編集発行 東京都新宿区赤城下町五〇番地
兼印刷人 田岡健一
印刷所 新潟市東区通四
研 修 舎

本号定価 一五〇円 発行所 天

東京都新宿区赤城下町五〇番地
電話東京 (03) 九〇八番
然社