

船舶

6

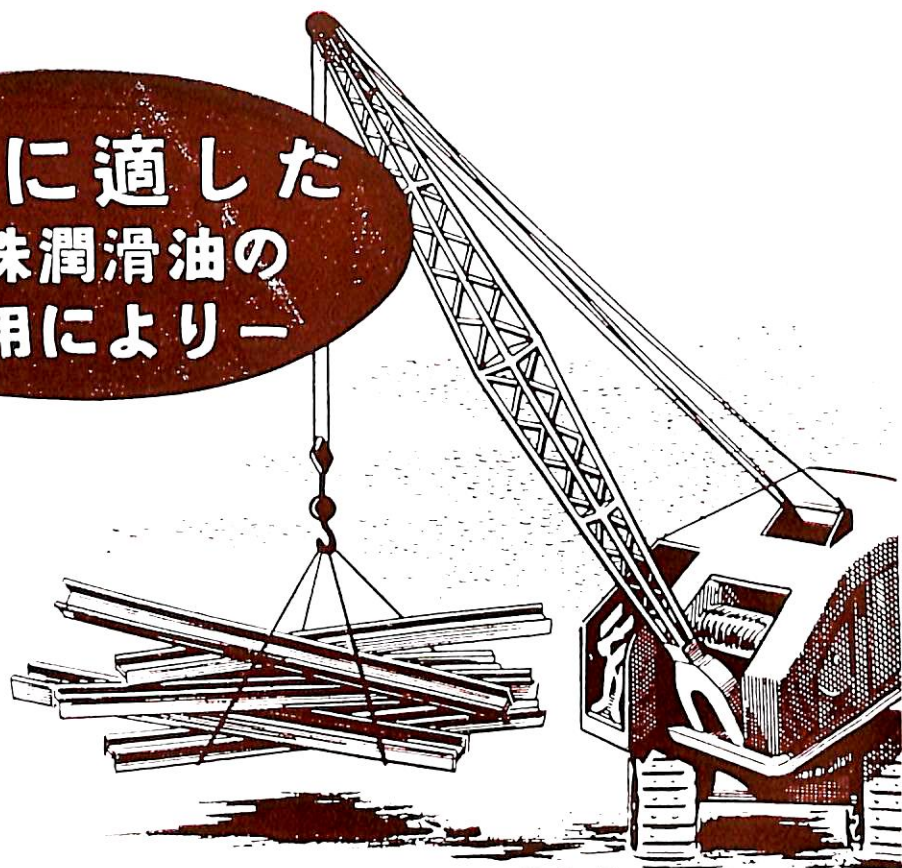
VOL.28

昭和五十五年三月二十日 第三種郵便物認可 昭和三十年六月七日 発行
昭和二十四年三月二十八日 逓輸省特別承認 第四〇六号



天 然 社

用途に適した
特殊潤滑油の
使用によりー



利潤率をつり上げる.....

ガーゴイル DTE マリン オイル No.3—No.5 は
ディーゼルエンジン用として特に製造された高級潤
滑油で高温下にも有効な油膜を造り堆積物の
生成が著しく少いので、船舶用ディーゼルエンジン
に最適です。長期間故障のない運転が出来るので経
費を節約し事業の利潤を向上させます。

GARGOYLE
Lubrication



スタンダード・ヴァキューム石油会社

東京・横浜・大阪・名古屋・仙台・小樽・福岡

美しい・強い・汚れない表面材料



新しく艶消しデコラが出来ました

飯野海運秀邦丸のサロン内面

デコラは硬くて容易にきずがつかない…アルコール、酸、アルカリにつよくて汚れない…熱にもつよく120°Cまで大丈夫…その上デコラはあたたかい感触を持っています

メラミンプラスチック表面材料

デコラ
DECORA



住友ベークライト株式会社

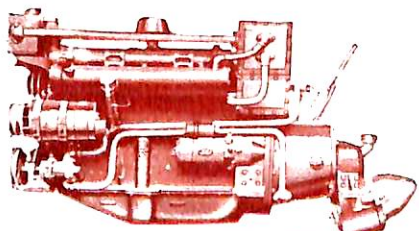
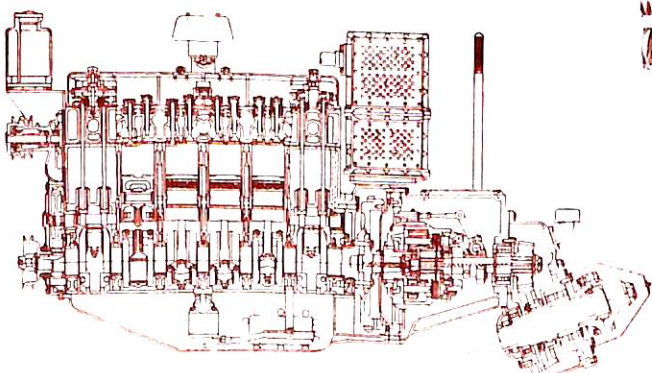
東京 大阪

特許191060 登録商標
カタログ進呈 大阪北区宗室町大ビル住友ベークSP係

世界的技術水準に於る
最優秀純國産小型高速

いすゞ船用ディーゼル機関

供給、既に3萬数千台 300數万馬力。いすゞディーゼルの声価は国内は固より、遠く諸外国にまで及んでおります。船用もまたいすゞのマークを付し、その名聲を保持して、国内外に多数供給されております。



図は、いすゞ DA4SMF6VR型
6気筒80~88馬力(Vドライブ2:1減速)

- DA 78 MF 型 4 気筒 54 馬力
- DA 48 MF 型 6 気筒 80 馬力
- DA 48 SMF 型 6 気筒 95 馬力

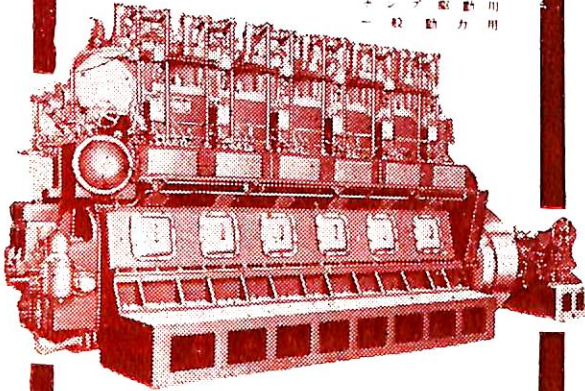
減速比率 1.26, 1.58, 2.00, 2.53, 3.15, 3.88, 4.99, 対1の7種及びVドライブワ式 1.26, 1.58, 2.00 対1の3種があります。

東京ポ一ト株式会社

東京・銀座・3の2 電話京橋(56)5400番

AKASAKA DIESEL

創設 50年
50 B.H.P. — 3,000 B.H.P.
船舶主機用
船舶輔機用
自動車用
一般動力用



株式 赤阪鉄工所

本社 東京都中央区銀座6-3 TEL 銀座(37)1414、6439
工場 静岡県焼津市中392の1 TEL 焼津1010~1014

能美式(船舶安全法規定)

SMOKE DETECTOR

CO₂瓦斯消火装置



空気管式自動火災警報装置
其他警報 消火機器一般
言及言十。

製作、
工事、
保全。



能美防災工業株式会社

〒100 東京都千代田区千代田1-1-1
電話 千代田(23) 6207、5181
〒100 東京都千代田区千代田1-1-1
電話 千代田(45) 2240、3341
直営工場(64) 2214

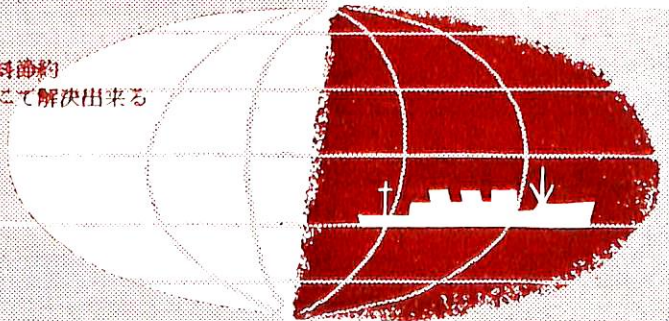
代理店 浅野物産株式会社

新 製 品

イビット

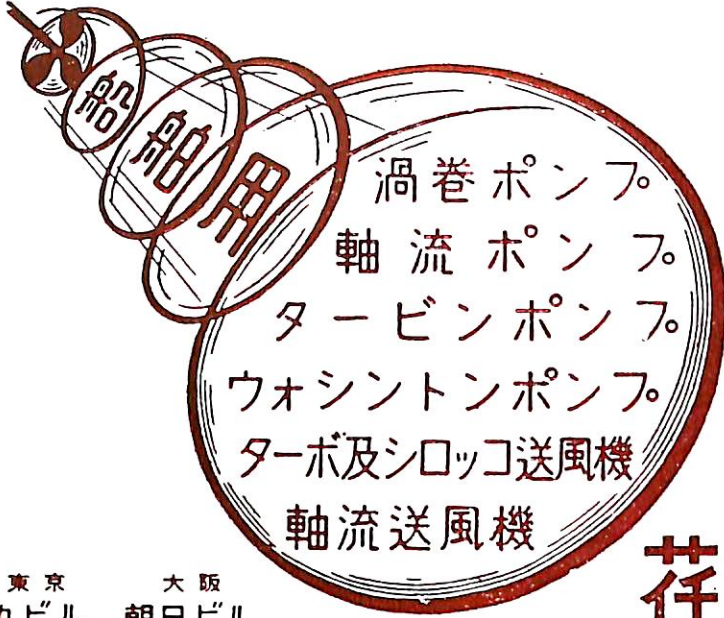
ボイラー熱交換器、化学装置等の酸洗に必須の
画期的理想腐蝕抑制剤

- (1) 腐蝕抑制性能優秀
- (2) 短時間で洗滌完了稼働率向上
- (3) 各部均一完全に除去熱効率向上、燃料節約
- (4) 曲管部或は煙管式のものも此の方法にて解決出来る



住友化学

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



株式会社

荏原製作所

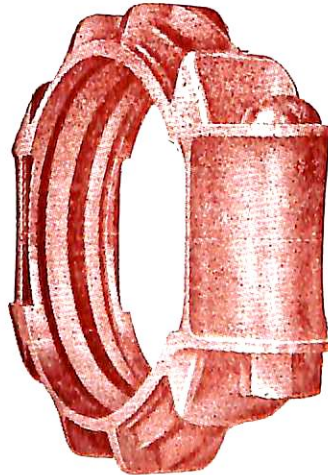
東京 丸ビル
大阪 朝日ビル



日本ヴィクトリック株式会社

VICTAULIC

LEAKTIGHT
PIPE



FLEXIBLE
JOINTS

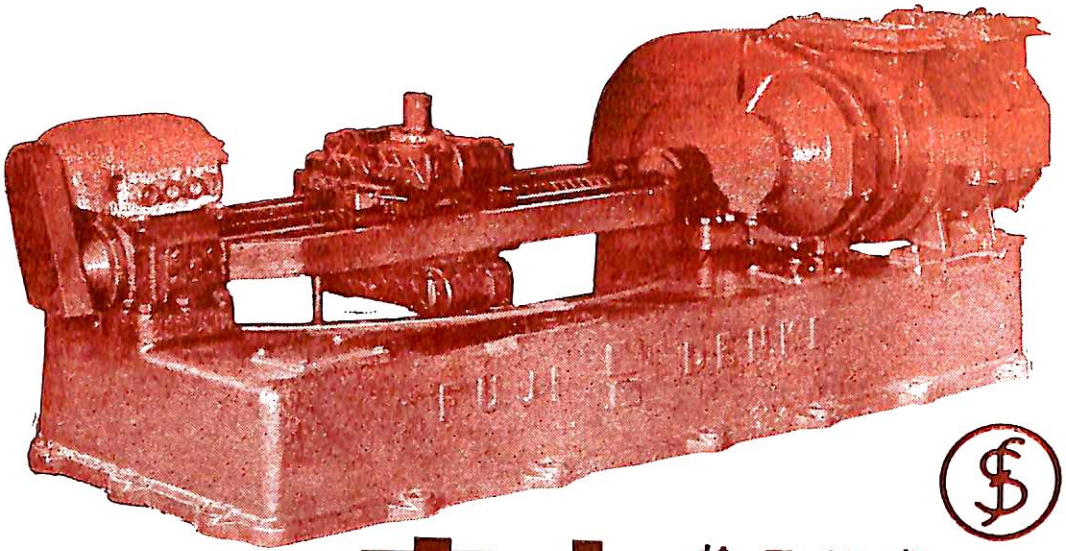
販賣總代理

淺野物産株式会社
東京都中央区日本橋小舟町
二丁目 (小倉ビル)
電話茅場町 (66) 代表0181~19
代表7531~5

大阪支店
門司支店
札幌支店
支店
出張所

大阪市東区瓦町二丁目瓦町三和ビル
門司市棧橋通一 郵船ビル
札幌市南一條西二丁目一八番地
横濱・名古屋・神戸
広島・高松・福岡・八幡
長崎・熊本・仙台・釧路





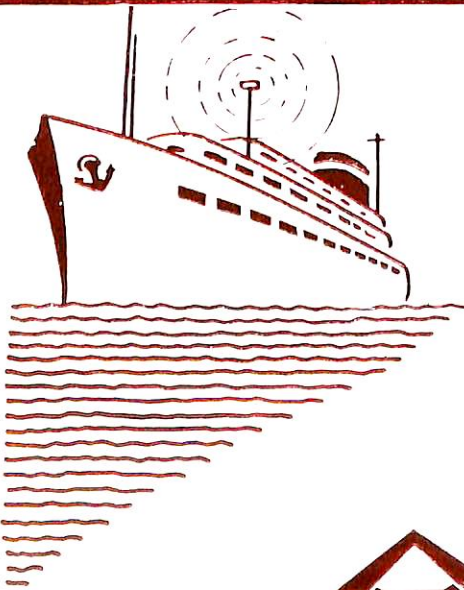
効率のよい
 軽量小型なので
 振付面積も小さく
 振付が容易です

富士

捻子棒式

旋取機

富士電機製造株式会社



古河の

船用電線、塩化ビニール電線
 ポリエチレン電線、ポリスチロール電線
 テレビ受像用電線、レーダー用導波管
 軽合金アルミ板、管、棒、各種階段金具

電線とケーブル
 各種伸銅製品
 アルミ・アルミ合金圧延及鋳物
 ダイカスト、精密鋳造

△古河電工

本社 東京丸ノ内二ノ八
 東京・大阪・名古屋・福岡・札幌・仙台
 足利・富山・高松・新潟・宇部・長崎・広島

船舶

第 28 卷 第 6 号

昭和 30 年 6 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

〔溶接特集〕

- 造船における高張力鋼研究の現状……………木原 博・大谷 碧…(455)
- 造船におけるガス工作……………吉田俊夫・水津寛一…(462)
- 並列2極潜弧溶接法について……………南 一枝・柴柳徹郎…(471)
- 新状加熱板曲加工法の概要……………石川島重工業株式会社造船部…(478)
- 深とけ込み溶接について……………増淵興一・小椋 陽…(481)
- 厚鋼板の自動溶接について……………吉田俊夫・松永和介…(489)
-
- 高速貨物船“讃岐丸”……………三菱造船株式会社…(504)
- 〔海外文献の紹介〕海上試運転用器具および装置に関する規則 1952年 一2 —……………(514)
- 撒積貨物運搬船の構想……………(511)
- 水槽試験資料 53. —競走用モーターボートに関する抵抗試験
(重心位置の影響) —……………船舶編集室…(520)
- 鋼船建造状況月報 (30年4月)……………船舶局造船課…(523)
- 船用機関製造状況表 (30年2月)……………船舶局関連工業課…(503)
- 特許解説……………大谷幸太郎…(525)

〔写真〕 ☆ 讃岐丸 ☆ 建川丸 ☆ ふいりびん丸 ☆ 関東丸 ☆ 日川丸

☆ ばあじにあ丸 ☆ 木曾春丸 ☆ 穂高山丸 ☆ 設標船“かいおう”

バンカーオイルを常用するディーゼル船に.....



新型 シャープレス油清浄機

処理能力 (L/H)

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

米国シャープレス・コーポレーション日本総代理店

セントリフューガス・リミテッド日本総代理店

巴工業株式会社

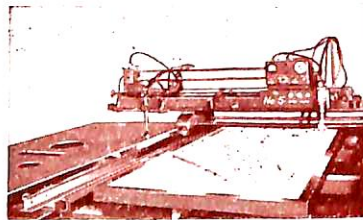
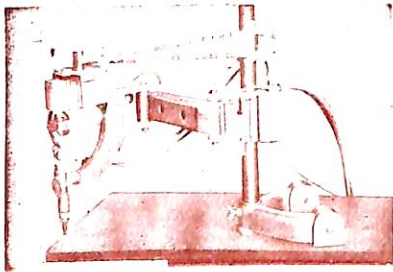
本社 東京都中央区銀座1の6(皆川ビル内)

電話京橋(56)8681(代表), 8682~5

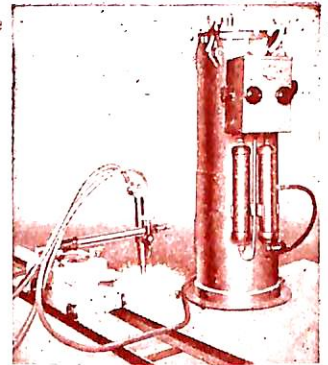
神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル内) 電話真合(2)0288

工場 東京都品川区北品川4の535 電話大崎(49)4679・1372

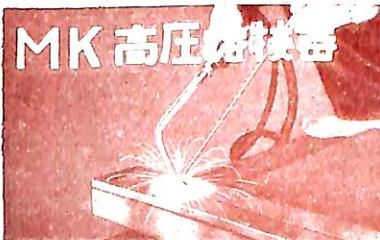
尖端を往く注目の新製品



カッロブ"進呈



MK 高圧溶接器



ウイゼル軽自動切断機



MK 高圧切断器



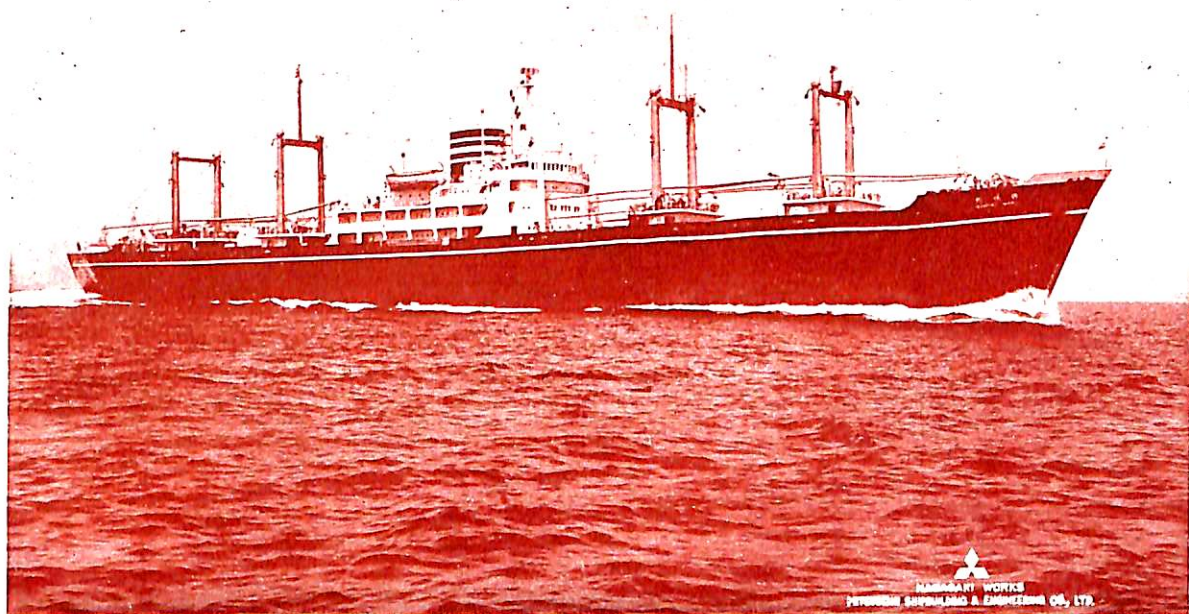
電子管トレーサー
完成

乞御期待



小池酸素工業株式会社

本社 東京都墨田区太平町3の14 電話本所(63)代表4181~5
大阪営業所 大阪市西区阿波座下通1の19 電話新町(53)4010

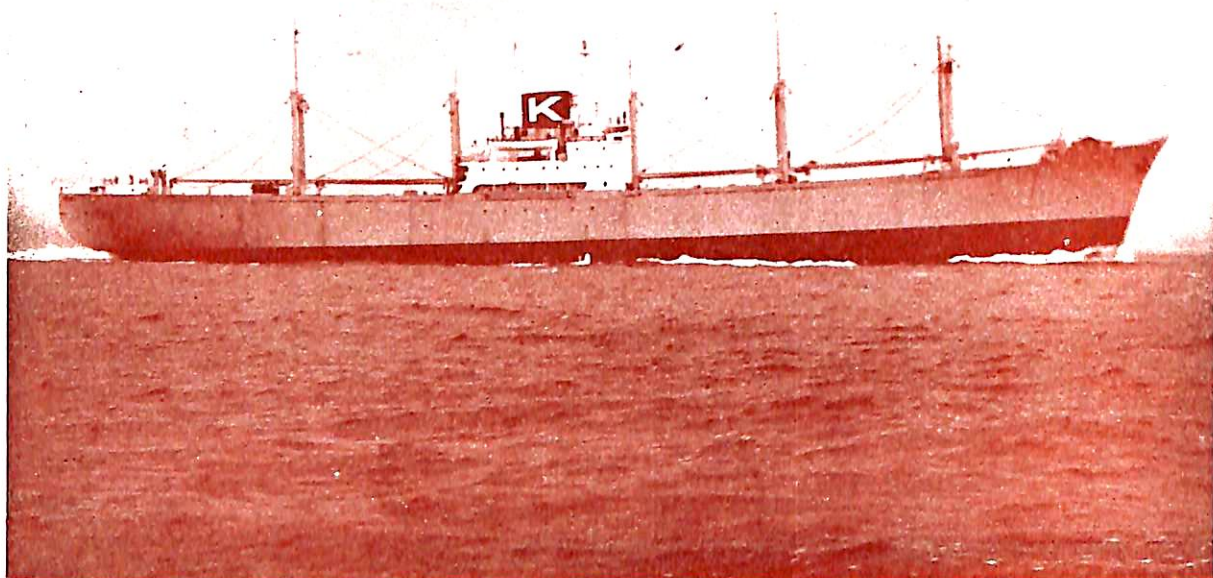


讃岐丸 (SANUKI MARU)

船主 日本郵船株式会社
造船所 三菱造船・長崎造船所

長	(垂)	145.00m
幅	(型)	19.50m
深	(型)	12.30m
吃	水	8.75m
総噸數		9,250噸
載貨重量		11,000噸
速力		20.25節
主機		三菱長崎チーゼル機関 9UEC75/150型×1
出力		12,000B.H.P.
船級		NK, LR
起工		29-11-8
進水		30-1-25
竣工		30-5-1

— 詳細は本文504頁参照 —



建 川 丸 (TATEKAWA MARU)

船 主 川崎汽船株式会社

造 船 所 川崎重工業株式会社

全 長 142.90m
 長 (垂) 132.40m
 幅 (型) 18.20m
 深 (型) 11.70m
 吃 水 (満載) 8.138m
 総 噸 数 8,129.95 噸
 載 貨 重 量 10,853.70 噸
 速 力 (満載最大連続) 15.25 節

主 機 川崎「マン」過給機付ディーゼル
 機関×1
 出 力 5,490 B.H.P.
 船 級 NK
 起 工 29-11-11
 進 水 30-1-26
 竣 工 30-4-25

Suboid[®] スポイド

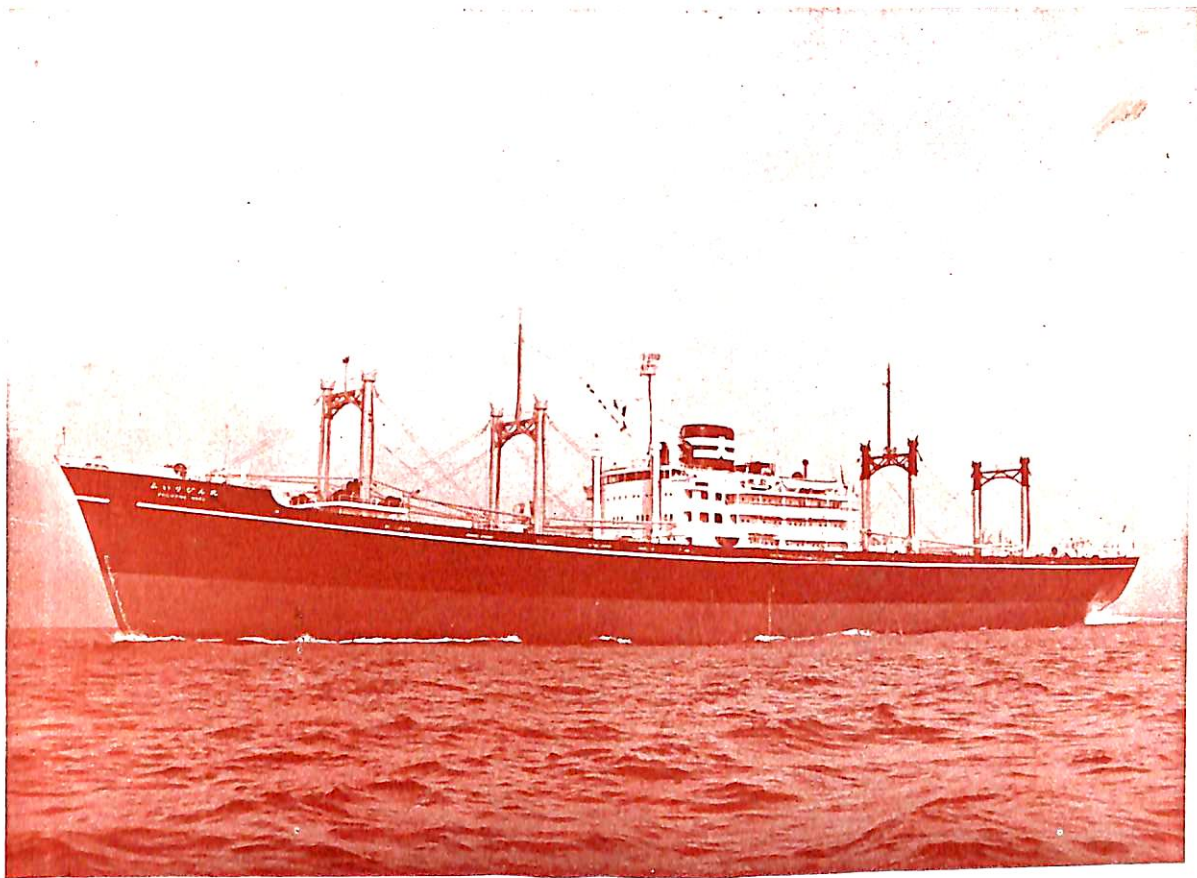
(亞酸化鉛粉基調)

本 社 大阪市此花区西野下之町 33 番地
 支 店 東京都中央区八重洲 3 丁目 5 の 1
 (船町ビル)

名実共に世界の水準を抜く
 革命的防錆塗料



大日本塗料株式会社



ふいりびん丸

船主 大阪商船株式会社

造船所 新三菱重工・神戸造船所

全長	156.22m	主機	三菱神戸ズルザーヂーゼル
幅 (型)	19.40m		機関×1
深 (型)	12.50m	出力	9,500 B.H.P.
吃水	9.125m	船級	A B
総噸数	9,183噸	起工	29-11-6
載貨重量	11,583噸	進水	30-1-1
速力 (最大)	20.5節	竣工	30-3-25

8

つの

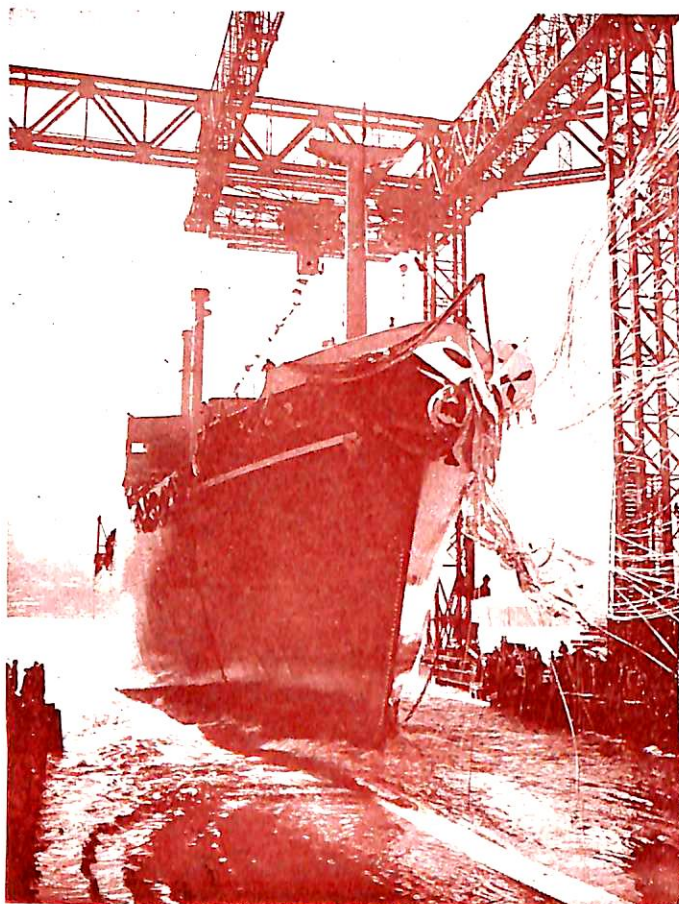
船舶塗料

- ・ビニレックス (塩化ビニール樹脂塗料)
- ・LZプライマー (鉄船用下塗塗料)
- ・CRマリンペイント (ノンチオールキック型合成樹脂塗料)
- ・シアナミドヘルゴン (高度のきび止塗料)
- ・槌印船舶用調合ペイント (船舶用特殊塗料)
- ・槌印無水銀鉄船々底塗料 (鉄船々底塗料)
- ・タイカリツト (防火塗料)
- ・ノンスリツブ (滑止塗料)

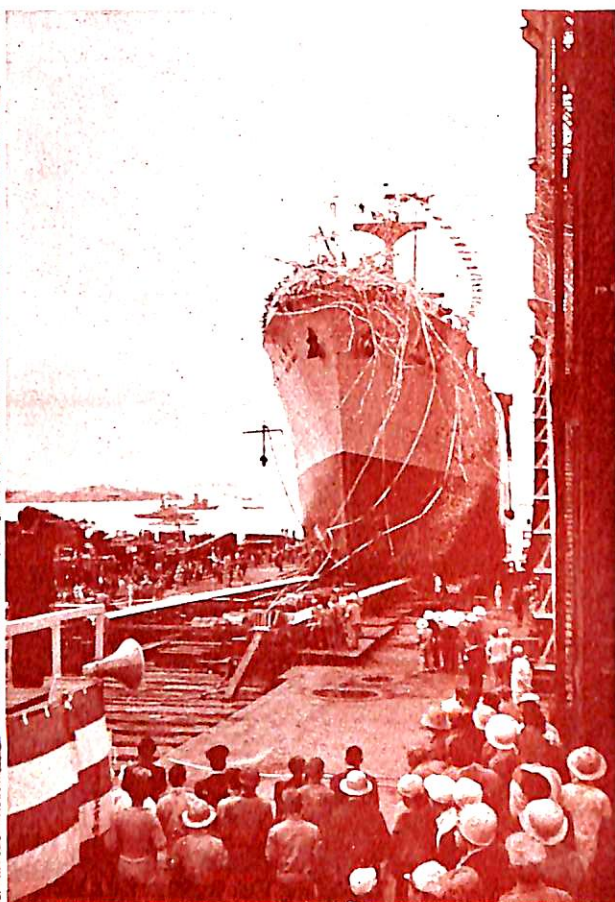
大阪市大淀区浦江北4
東京都品川区南品川4



日本ペイント



関 東 丸 (KANTO MARU)

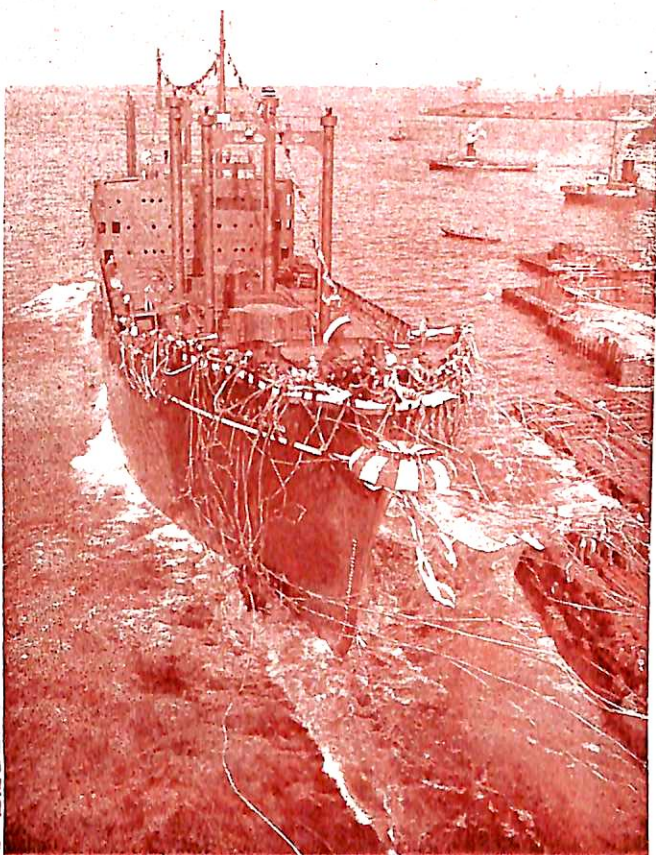


日 川 丸 (HIKAWA MARU)

要目	船名	関 東 丸	日 川 丸	木 曾 春 丸	ば あ じ に あ 丸
全 長			142.90m		
長 (垂)		134.89m	132.40m	134.00m	128.00m
幅 (型)		19.00m	18.20m	18.40m	18.40m
深 (型)		11.10m	11.7 m	11.40m	11.40m
吃 水		(満載) 8.60m	(満載) 8.133m	(計画満載) 8.60m	8.55m
総 噸 数		8,320噸	約 8,150噸	約 8,000噸	約 7,650噸
載 貨 重 量		約 11,500噸	約 10,750噸	約 11,100噸	約 11,200噸
速 力		(公試) 約 16節	(満載最大) 約 15.25節	(試運転最大) 18.5節	(公式) 約 16節
主 機		ディーゼル機関×1	川崎「マン」過給機付ディーゼル機関×1	日立B&Wターボチャージ付 ディーゼル機関×1	横浜M.A.N.ディーゼル機関
出 力		5,250 B.H.P.	5,490 B.H.P.	7,500 B.H.P.	4,700 B.H.P.
船 級		NK, LR	NK, LR	AB, NK	NK, LR
起 工		29-11-18	29-11-18	29-11-11	29-11-8
進 水		30-5-9	30-4-25	30-5-6	30-4-21
竣 工		30-7-未予定	30-7-未予定	30-7-15予定	30-6-中旬予定
船 主		沢山汽船株式会社	川崎汽船, 日豊海運 共有	新日本汽船株式会社	三菱海運株式会社
造 船 所		三菱造船・長崎造船所	川崎重工業株式会社	日立造船・因島工場	三菱日本重工・横浜造船所



木曾春丸 (KISOHARU MARU)



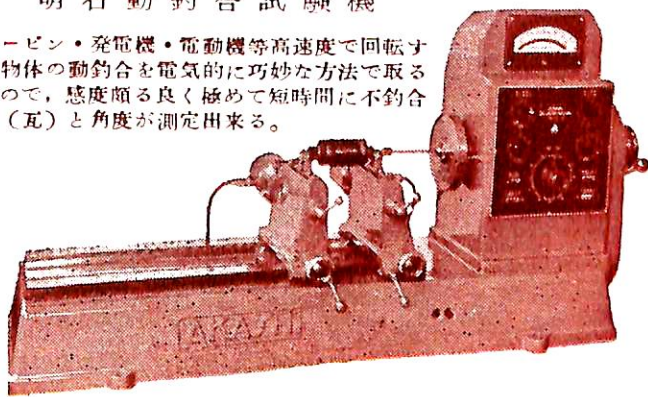
はあじにあ丸



材料試験機
動約合試験機
振動計
電子顕微鏡
ねじ転造盤

明石動約合試験機

タービン・発電機・電動機等高速で回転する物体の動約合を電氣的に巧妙な方法で取るもので、感度頗る良く極めて短時間に不約合量（瓦）と角度が測定出来る。



株式会社 明石製作所

本社・工場 東京都品川区東品川五丁目一
電話 大崎 (49) 8146 (代表) 8147・8148・8149

大阪出張所 大阪市北区綱笠町五〇 堂ビル611号
電話 堀川 (35) 0951・1820・6650・9815 (直通)



穂高山丸 (HODAKASAN MARU)

船主 三井船舶株式会社
 造船所 三井造船・玉野造船所

全長	長	156.56m
幅	(垂)	145.00m
深	(型)	19.60m
吃水	(型)	12.50m
総噸載	水 (滿載)	8.32m
貨重量	噸 數	7,200噸
速力	(公試最大)	21節
主機	三井B&W974VTBF160型 ディーゼル機関×1	
出力		11,250 B.H.P
船級		NK, LR
起工		29-11-6
進水		30-4-21
竣工		30-7-末予定

三機の船舶用機材

厨房設備

(ギヤレ グリル・ペーカリー・バー)
 (喫茶・食品加工設備一式)

冷蔵設備

客船・貨物船・捕鯨船等何れにも適する様
 設計製作施工いたします

洗濯設備



伝統を誇り
 電縫鋼管



互 斯 管
 空 予 熱 管
 ボイラーチューブ
 ラヂエーターチューブ
 其他艦船用鋼管

三機工業

社長 山田熊男

支店 大阪・名古屋・福岡・札幌・広島
 工場 川崎・鶴見・中津

本社 東京都千代田区有楽町 (三信ビル) 電話 東京59局 (59) 代表5251~(10) 代表5261~(10) 代表5351~(10)

“かいおう”

(設標船)



船主 海上保安庁
造船所 名村造船所

全長	長	50.20m	総噸数	512.46噸
幅	(垂)	46.20 m	主機	単動4衝程ディーゼル機関×2
深	(型)	10.08m	出力	280 B.H.P×2
吃水	(型)	4.59m	速力(最大)	11.877節
	水(計画満載)	2.45m	竣工	30-3-25



各種船舶の建造並修理
船用汽機汽罐の製作並修理

株式会社 名村造船所

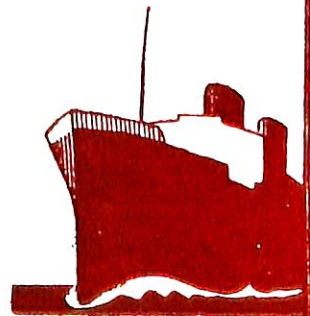
取締役社長 名村 源

本社・工場 大阪市住吉区北加賀屋町4-5
電話 住吉(67)2744-9

東京事務所 東京都中央区京橋1-2 商船ビル
電話 東京28局(28)4877

神戸事務所 神戸市生田区海岸通5 商船ビル
電話 元町(4)0189

大阪出張所 大阪市北区宗是町1 大ビル
電話 土佐堀(44)1286・5689



DE LAVAL

Aktiebolaget Separator
Stockholm, Sweden

燃料油清浄機

ディーゼル油用

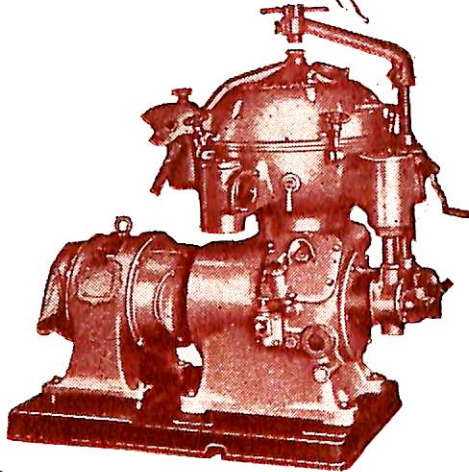
バンカー油用

潤滑油清浄機

ディーゼル

タービン油用

其他 各種遠心分離機



瑞典セパレーター会社日本總代理店
長瀬産業株式会社機械部

大阪市西区立賣堀南通1丁目1番地

電話 新町(53) 40-41・950-956

東京都中央区日本橋小舟町2の3の12

電話茅場町 970

東京支店

整備工場

京都機械株式会社分離機工場

京都市下京区吉野院船戸町50

コッサーの船用レーダー(12吋と9吋)

画期的性能と新価格

小型の値段で大型が買える

レヂフオンのオートアラーム とロラン受信機

英国の型式検定合格品(日本で申請中)

救命艇用のマリネットタ 應急電信機

日本の型式検定合格品

スワイヤ. アンド. マックレーン

東京

大阪

丸の内仲七号館(27) 7245-6

東区淡路町 3-39(26) 7680-1

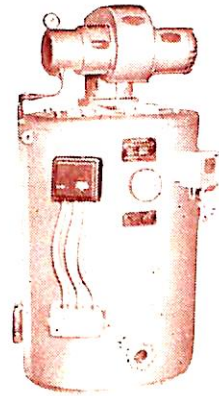
古い歴史と高性能を誇る

御法川の船用燃焼装置

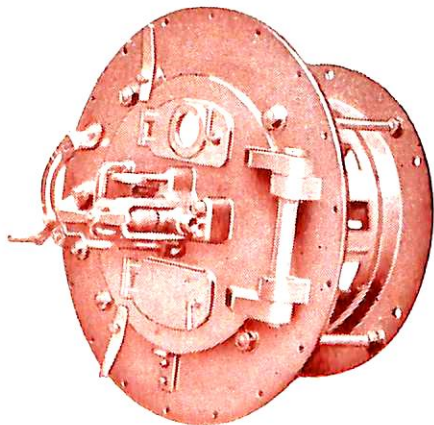
AUTOMATIC OIL BURNING WATER HEATER

御法川オートマチック、オイルバーニングウォーターヒーターは船用補助罐並に小型温水罐として誠に好適であります。既に米軍上陸舟艇用として10数隻の御採用を賜り好評を博し、又今度海上保安庁、甲及乙巡視艇として多数の御指名を受けて居ります。

本式は総てが、自動装置に働く堅型二回流焰管式オイルバーナー焚の温水罐で、人手を省き据付場所を広く採らず取扱も簡単であります。



MINORIKAWA PRESSURE JET OIL BURNER



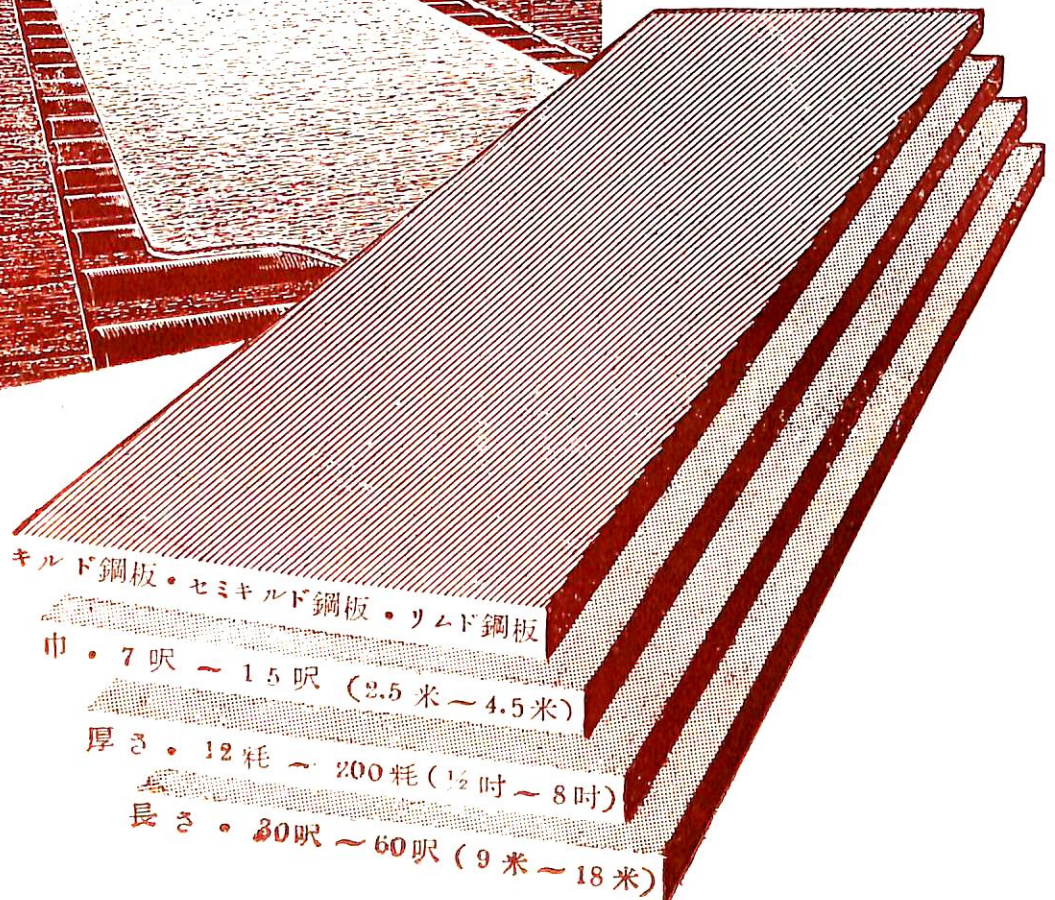
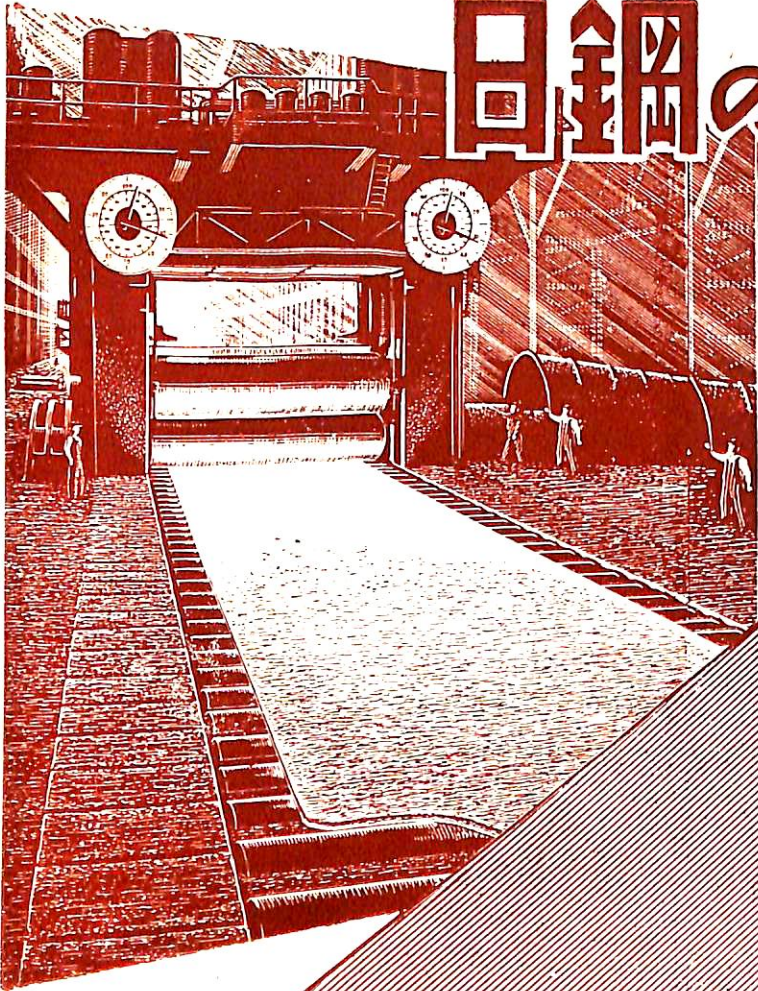
御法川圧力噴霧式重油燃焼装置は弊社が燃焼機メーカーとして海外一流品の長を採り短を捨て多年に渉り研究の結果独特に考案された優秀なプレッシャージェット、オイルバーナーでありまして船用及陸用として各種汽罐に使用せられ好評を博して居ります。

株式會社 御法川工場

東京都文京区小石川初音町四番地
電話 (92) - 0241, 2206, 5121

総代理店 淺野物産株式会社

日鋼の厚鋼板



厚み12耗以下6耗まで如何ような寸法にても御求めに応じます。

 **日本製鋼所**

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

造船における高張力鋼研究 の現状

木 原 博
東京大学教授 工博
大 谷 碧
船道技術研究所 溶接研究室

1. は し が き

鋼構造を溶接化し重量の軽減による性能の向上と工数の節約を計ることは、重工業の分野における不可欠な生産手段として既に廣く普及している。また溶接の利用とともに高張力鋼を採用すれば製品重量は一層軽減され、その価格が廉價となる場合は非常に多いのであつて、高張力鋼の實用化は年を追つて盛んとなりつつある。特に高性能を要求される艦艇では船殻重量の節減が絶対に必要であつて、溶接性良好な高張力鋼を使用せずにこれを建造することはできない。防衛廳の強力な要望を背景として、一昨年夏以來造船界を擧げての組織的な研究が實施され、わが國の溶接構造用高張力鋼は畫期的な進歩を遂げるに至つた。もちろん高張力鋼の有用性は車輛・土木方面等でも着目されているが、大勢をリードするのは造船における研究であるといえよう。既に引張り強さ 52~60kg/mm² の高張力鋼として SM-52W 規格が制定され、大型構造物による性能試験も終り、またその工作基準も確立された。更に引張り強さ 60~70kg/mm² の高張力鋼についても引継ぎ試験が實施されている。これらの研究の成果と現状を略述することとしよう。

2. 研究の沿革

わが國における溶接構造用高張力鋼研究の歴史は比較的古い。すなわち舊海軍では潜水艦の性能を向上させるため、全溶接した高張力鋼製船殻の實現を企畫し、昭和 16 年暮より溶接性良好なる高張力鋼の研究に乗り出し、またドイツより有力技師を招聘して研究を指導せしめた。検討された鋼種はその當時内外の文献に發表されていた低合金高張力鋼のうち、引張り強さ 55kg/mm² 以上で溶接性が有望と思われる鋼種 11 種であつた。各試製鋼につき變態點の測定、急熱急冷試験、縦ビード置き曲げ試験、熱影響部の最高硬度測定、溶接々々の機械的試験等を行つた。成績を総合して判定した結果 Si-Mn 鋼がすべての點から最も良好で、Si-Mn Ni-Cu 鋼がこれにつき、Mn-Cr 鋼、Cr-Mo 鋼、Mn-Mo 鋼もかなり有望と結論された。更に Mn-Si 鋼に関する實用化試験をも遂行してその詳細が検討され、大戦の末期には相當多量の高張力鋼が潜水艦の建造に實用されるに至つた。第 1 表はこの Mn-Si 鋼製造の目標成分を示すものであつて、當時ドイツで使用された St 52 鋼に近いも

第 1 表 高張力鋼の化學成分 (舊海軍)

C (%)	0.15 ~ 0.20
Si (%)	0.5 ~ 0.7
Mn (%)	0.9 ~ 1.2

(備考) 引張強さ > 55kg/mm²
伸び > 20%

のであるといふことができる。

この研究が行われた時代には溶接構造の脆性破壊の特性がまだ認識されておらず、したがつて鋼材の切欠脆性については關心が拂われなかつた。また溶着鋼龜裂の發生におよぼす合金元素の影響に關しても、調査の不十分な憾みがある。このような不備はあるが、高張力鋼の溶接性のうち最重要な一部門である變質部の硬化性を中心として研究を展開し貴重な基礎資料を提供した點は、わが國の高張力鋼發達史上に長く光彩を放つものといわなければならぬ。今回の研究でも、この Mn-Si 鋼に關するデータが有力な參考資料となつた。

3. 52 キロ高張力鋼の研究

溶接構造に適した高張力鋼製作の要望に應えて、防衛廳の後援のもとに昭和 28 年夏その研究部會が日本造船研究協會内に設置され、溶接關係研究機關・造船所・製鐵所の協力を得て活潑な研究が實施された。

1) 研究計畫の概要

諸資料を調査・検討した結果、引張り強さ 50kg/mm² 臺の高張力鋼としては、特殊元素の添加を考慮せずとも、Mn-Si 系鋼種で切欠脆性をも含めた溶接性の良好な高張力鋼を得られることが確實に豫想されるに至つた。また米英で使用されているこの程度の引張強さの高張力鋼とドイツ・ソ連等のそれを比べると、前者では Si はキルド軟鋼の程度で Mn が主用されるのに對し、後者は Si を相當量用い Mn 量を減らしている。舊海軍における研究の成果からも Si の使用は硬化性の點で有利なものと豫測されるが、一方切欠脆性の見地よりはある適量以上を用いると不利となる懸念があり、結局これらの影響を総合して最も妥當な Si と Mn 成分の量を見出すことが研究の焦點となるものと考えられた。同時に溶接部の龜裂性についても詳細を調査することとした。

試製された鋼板の成分は 0.12~0.21% C, 1.0~1.55%

Mn, 0.19~0.71 % Si の範囲のもの 9 チャージで、厚さ 12mm および 20mm の鋼板を鋼塊頭部と底部から採取して壓延した。

これら 36 種の鋼板の溶接性を、以下に記す諸試験法により組織的に調査して確かな結論に到達することを期待すると同時に、各溶接性試験法の特性と関連性をも併せて検討することとなつた*。試験は熱処理実験を除き、壓延のままの状態で行なわれた。

a) 母材の切欠脆性試験

- イ) V ノッチ・シャルピ試験
 - ロ) シュナット試験
 - ハ) レハイ試験
 - ニ) 簡易脆性試験 (真應力~歪曲線の特性による切欠脆性の列定)
 - ホ) 歪時効試験
 - ヘ) 焼準試験
 - ト) 結晶粒度試験
- (熱処理および加工の影響の調査)

b) 溶接部 (主として變質部) の切欠脆性または延性の試験

- イ) オーストリヤ (コマレル) 試験
- ロ) レハイ試験
- ハ) 脆化領域試験
- ニ) 大型衝撃 (縦ビード) 試験
- ホ) 突合せ接手の脆性破壊試験

c) 溶接部の龜裂性試験

- イ) 鐵研式龜裂試験
- ロ) レハイ式龜裂試験
- ハ) T 型厚肉龜裂試験

d) その他

- イ) 溶接手の強度試験 (アークおよび潜弧溶接)
- ロ) 中型模型による構造物試験
- 2) 成果の概要

以上の諸試験結果を総合的に考察して、次の諸事實を明らかにすることができた。

a) 母材の切欠脆性試験

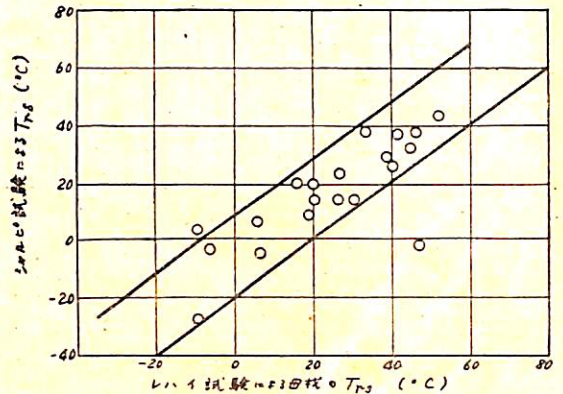
一般に鋼材の遷移温度は、試験法が異なることに、また材料の靱性をあらわす尺度を異にすることに、それぞれ違つた値を示し、判断に苦しむことが多い。いま遷移温度を切欠き先端に破壊が発生するまでの靱性が減少する Ductility 遷移温度と、この破壊が傳播して試験片が破断する際の靱性が減少する Fracture 遷移温度の二者に大別して試験成績を整理すると、事態は比較的明瞭とな

* これらの溶接性試験の主要なものについては本誌 26 卷 9 號 (p. 1007; 1028) 27 卷 8 號 (p. 732; 740) の掲載記事等によつて、その概略を知りたい。

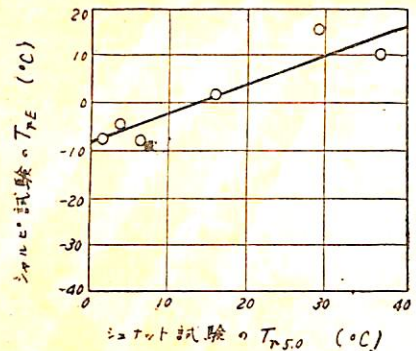
るようである。すなわち、まだ最終的に断定されたとはいへ難いが、遷移温度を決定する尺度として採用した量の性質を良く検討し、その遷移温度値がいずれのグループに属するかを明らかにするならば、試験法の如何にかかわらず各遷移温度群の中では、鋼材優劣の順序はかなりよく一致するようである。

52 キロ高張力鋼に対する本研究の結果においても、上述の関係が存在することを認めることができた。

まず Fracture 遷移温度同志の関連性を見ると、例えばシャルピ試験とレハイ試験 (母材) の剪断破面率遷移温度 T_{15} の間には、試験片の形と試験方法が非常に違うにもかかわらず、第 1 圖の直線関係が認められる。また



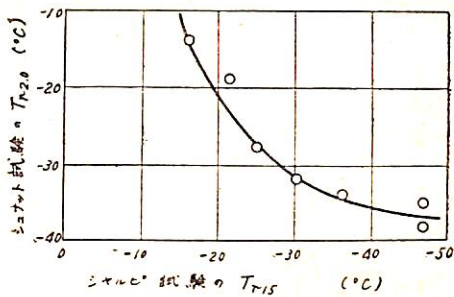
第 1 圖 V ノッチ・シャルピ試験とレハイ曲げ試験の T_{15} (母材) の比較



第 2 圖 V ノッチ・シャルピ試験の T_{15} とシュナット試験の $T_{15.0}$ の比較

Fracture 遷移温度に近い性質のものと考えられるシャルピ試験の T_{15} とシュナット試験の $T_{15.0}$ (吸収エネルギーが 5.0 kg-m/cm^2 となる温度) をくらべると、第 2 圖に示すごとく鋼材優劣の順序はほぼ一致する。

一方 Ductility 遷移温度について比較すると、一例を第 3 圖に掲げるように、シャルピ試験の 15ft-lbs 遷移温度 T_{15} とシュナット試験の $T_{15.0}$ の間等には密接な關

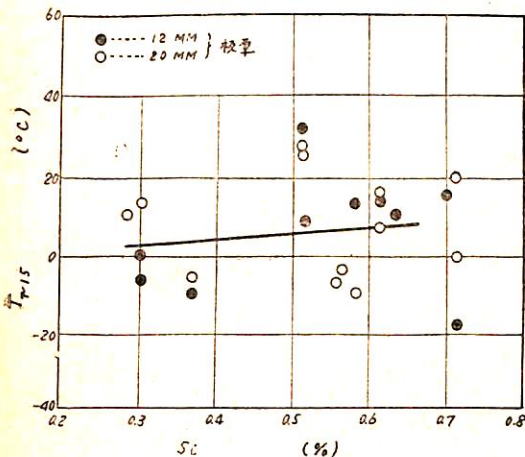


第3圖 V ノッチ・シャルピ試験の T_{R15} と シュナピ試験の T_{R20} の比較

連性が存在するようである。

52 キロ高張力鋼について得られた Fracture および Ductility 遷移温度の値を吟味するに、兩者の關係は構造用軟鋼の場合と大體同等であり特に異常は認められなかつた。しかも上述のごとく各切欠脆性試験法の間には密接な關連性があるから、52 キロ高張力鋼の切欠脆性も軟鋼に準じて、最も標準的なシャルピ試験の T_{R15} により評價して差支えないと考えられる。

いま試験の結果得られた T_{R15} 値に對し、既に報告された研究の成果を参照して、Si 以外の化學成分とフェライト粒度の影響を除去するように補正すると第4圖の關係が得られる。製鋼法および壓延條件の差にもとづく組織の相違等のため、 T_{R15} と Si 量の關係にはかなりのばらつきがあり、はつきりした結論を下すことは困難である。しかし供試鋼材の組織の差等をも勘案して第4圖を觀察するときは、Si 0.5% 附近から T_{R15} の上昇する徴候が認められるようであり、この種高張力鋼の許容 Si 量は 0.55% 以下とするのが妥當であると思われる。實



第4圖 T_{R15} に及ぼす Si 成分量の影響 (Si 以外の化學成分とフェライト粒度の影響を除去するよう補正したもの)

際には後述する硬化性の影響から C・Mn 量の上限が制限されるから、所要の強度を得るためには Si 量を比較的多くする必要があるので、Si は自然 0.4~0.55% の範圍に落ち着くであろう。

これら高張力鋼の切欠脆性を現用の造船用軟鋼と比較するならば、全般的にはキルド軟鋼よりやや劣るものと判定されるようである。しかしその適用範圍を板厚 20 mm 以下に制限すれば、切欠脆性の點で何等の不安はない。

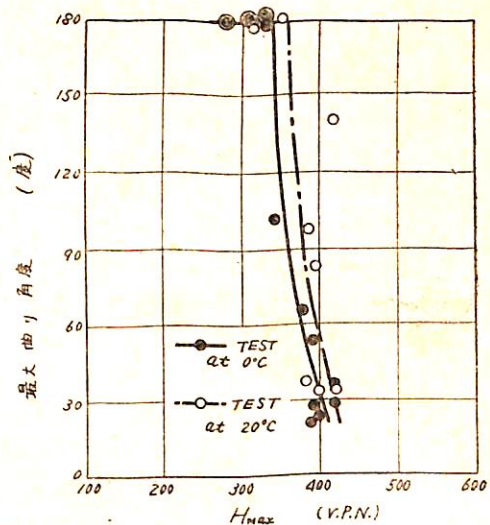
なおこの系統の高張力鋼を標準すれば切欠靱性は著しく向上することが確められたので、かかる處理を行つて 20mm 以上の厚板にも使用することは十分可能であると思われる。

b) 熔接部の切欠脆性と延性

船級協會の規格に合格した現用の軟鋼材においては、熔接による變質部の硬化を懸念する必要はまずないが、高張力鋼ではこの問題が熔接性の大勢を支配する。すなわち變質層の硬化は單に熔接部の延性を損うのみならず、その切欠脆化をも大いに助長する。

現在ではオーストリア試験が熔接部の延性を總的に判定するのに一番好適した試験法であると考えられているが、いま熱影響部の最高硬度 (H_{max}) と最大曲り角度の關係を調べると、第5圖が得られる。この圖から明らかかなように、熔接部の延性は H_{max} がある限度以上となると、急激に低下するものであることが分る。

國際熔接學會 (I.I.W.) では、低合金鋼をも含めた一般熔接構造用鋼に對して、 H_{max} が 350V.P.N. 以下で

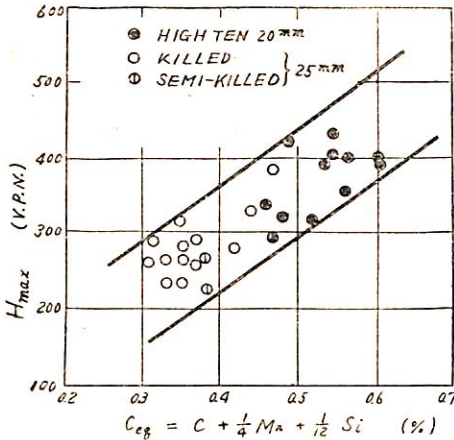


第5圖 熱影響部の最高硬度 (H_{max}) と最大曲り角度の關係

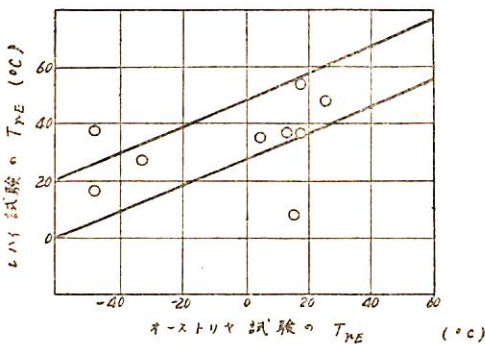
あることを提案したが、第5圖において H_{max} が 350 V.P.N. を超えるときは、脆化の傾向が急激にあらわれることを指摘し得る。このように構造用鋼に對しては、 H_{max} の許容限を 350 V.P.N. にとることが妥當なものと考えられる。

H_{max} といつゆる等價炭素量 (C_{eq}) の間に密接な關連性の存在することは、從來から明らかにされている事實である。ただ C_{eq} の式における Si の係数を如何にとるかについて議論の餘地が残されていたが、本研究の結果によれば Si が變質部の硬化におよぼす作用は比較的輕微であることが判明した。例えばオーストリア試験片の H_{max} は、 $C_{eq} = C + \frac{1}{4}Mn + \frac{1}{12}Si$ として計算した等價炭素量と、第6圖のようになりに良好な關連性を示す。したがつて低合金高張力鋼では Mn のみに頼らず、Si をも併用して引張り強さを高めた方が、變質部の硬化を緩和する點で有利となることがわかる。

前述のごとく、熔接による變質層の硬化は、熔接部の切欠鋭性をも損うものである。第7圖は D4301 系熔接



第6圖 C_{eq} と H_{max} の關係



第7圖 レハイ試験とオーストリア試験の T_{PE} の比較 (熔接棒 D4301)

棒でビードを置いたレハイおよびオーストリア試験における吸収エネルギー温度曲線で、吸収エネルギーが最大値の T_{PE} となる温度 (T_{PE}) を比較した結果である。オーストリア試験片の靱性は H_{max} により強く支配されるものであるから、若干の例外を除いて、レハイ試験より求めた T_{PE} はエネルギー遷移温度 T_{PE} も H_{max} の増加に伴い上昇することが推測される。

レハイ試験成績の詳細を検討すると、變質部の硬化は Fracture 遷移温度には餘り影響しないが、Ductility 遷移温度を大いに上昇させることが判明する。もつともレハイ試験片では破壊は主として母材中を傳播するから、その Fracture 遷移温度が硬化層の影響を受けることは少いのだろうとも考えられるが、實船の破壊においてもその傳播が母材中に起る場合のみを考えてまず差支えないようであるから、 H_{max} の影響は後者に關連して議論すべきであろう。變質部の硬化が甚だしいと僅かの變形でその部分に割れを生じ、結局母材に比して Ductility 遷移温度の上昇を來すことは容易に理解されるところである。今回の試験では、レハイ試験の實驗温度の範圍で母材の Ductility 遷移温度を明確に捕捉できない場合があり、 H_{max} と Ductility 遷移温度上昇の關係を定量的には示し得なかつたが、一般に兩者の間には直線的な關連性があるとされているようである。

熔接構造の安全性を確保するためにはどの程度の Ductility 遷移温度が必要であるかは、現在のところ遺憾ながらまだ明らかにはされていない。したがつて Ductility 遷移温度の上昇度から H_{max} の許容限を判定することは不可能である。この問題に解答を與えるためには、大型構造の脆性破壊現象と小型試験片のそれとを結びつける法則 (すなわち脆性破壊における寸法効果の法則) を見出して、小型試験片で得られた Fracture および Ductility 遷移温度が、構造物の脆性破壊に際して占める地位を明らかにしなければならない。しかし差當つて變質部の H_{max} が 350 V.P.N. 以下となるような合金成分の範圍を選ぶならば、第5圖が示すごとく熔接部の靱性は良好であつたから、戰前歐洲で脆性破壊した橋梁に使用された高張力鋼が無切欠きのビード曲げ試験 (オーストリア試験に準じたもの) で僅か 13~3) 度の曲り角 (龜裂發生の角度は 6~11 度) しか示さなかつた事實²⁾をも参照して、熔接構造の安全性を損う恐れはないものと斷定し得るであろう。

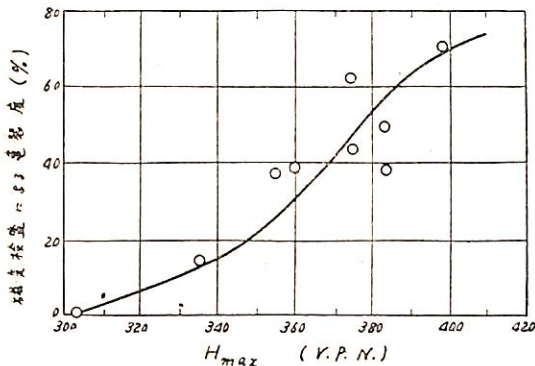
なお突合せ接手等の多層熔接部では、次層の磨鈍効果と最上層の緩冷却速度のため、變質部の硬化は問題とするに足りないものであつた。高張力鋼を實用する際にもその硬化に注意を拂うべき箇所は、熔着量の少い單層隅

肉溶接や假付け（特にビードの開始點とクレータ）等、一見本體の強度と餘り關係のなさそうな溶接部であることに注意せねばなるまい。

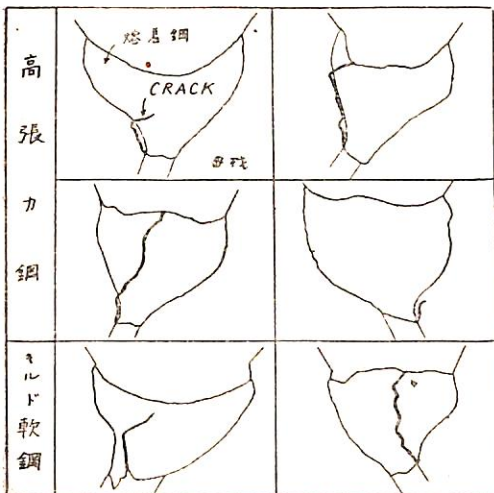
c) 溶接部の龜裂性

鋼材の引張り強さの増加にしたがつて溶接部の龜裂發生傾向が大となるのは當然であるが、供試鋼材の耐龜裂性は豫想より良好で、軟鋼よりやや劣る程度であつた。また自硬性鋼に對して從來報告されてきた型のビード下龜裂の發生は、全く認められなかつた。従つて低水素系溶接棒を使用するならば、軟鋼と同様に豫熱等の熱處理を必要とすることなく一般の溶接を實施して龜裂發生の恐れはないものと判定された。

いま供試鋼材の成分が溶着鋼龜裂の發生におよぼす影響を判然とせしめるため、低水素系溶接棒のみならず龜裂を發生しやすい溶接棒をも數種組合せ、合計9種類の



第8圖 鐵研式龜裂性試験における龜裂度と H_{max} の關係（龜裂度は9種の溶接棒に對する平均値）



第9圖 スリット横断面での龜裂發生の狀況（鐵研式龜裂試験片）

溶接棒を用いて行つた鐵研式スリット型龜裂性試験の結果は、第8圖の通りであつた。龜裂度は H_{max} の上昇とともに増大し、特に H_{max} が 350 V.P.N. を超すとこの傾向は著しくなるようである。第9圖はスリット横断面における龜裂の發生狀況を示すが、キルド軟鋼においては收縮應力の集中部に發生した龜裂がそのまま溶着鋼中へ成長するのに對し、高張力鋼では一旦硬化層に沿つて進み、次いで溶着鋼中へ進むのが基本型である。かかる現象からも高張力鋼溶接部の龜裂性は變質部硬化の影響を強く受けることが推察されるのである。レハイ式龜裂試験の結果も同様であつた。かかる硬化龜裂を防止するには C をなるべく低く保ち、また Mn も 1.2% 以下とすることが望ましいと考えられる。

溶着鋼龜裂發生の他の有力な一因である S 等の許容限については、供試鋼材がいずれも不純物の極めて少い良質鋼であつたため、最終的な結論を下し得なかつた。Si 含有量の高い鋼に對しては S が特に溶着鋼龜裂の發生を助長するのではないかと懸念されたが、S 含有量の多い特殊な溶接棒を用いて T 型隅肉龜裂試験を行つた結果では、試験した範圍の Si 量の變化に對して、S の影響の感受性に差があるとは認められなかつた。もちろん母材中の S は溶着鋼中の S とは若干異つた挙動を示すものであろうから、この結果のみをもつて斷定することは早計であるが、Si-Mn 系高張力鋼に對する S 等の不純物の許容限は、軟鋼のそれに準じたものと考えて大きな誤はあるまい。

4. SM-52W 規格について

C・Si・Mn の3元素が溶接性におよぼす上述の諸影響を参照・検討して、壓延のままで用いる板厚 20mm 以下の鋼板を規定する防衛廳艦船用高張力鋼假規格 SM-52W における化學成分が第2表のごとく決定された。この假規格は設計應力の高い艦船用の鋼板を目標とするから非常に厳しいものであつて、一般船體用としてはやや成分が緩和され得るかも知れないが、いずれにせよ溶接性良好な Si-Mn 系高張力鋼の輪廓を示す基準となるであろう。その化學成分は切欠脆性を損わない範圍でなるべく多量の Si を用い、C と Mn は制限して、變質部の硬化を緩和せんとするものである。S と P の量は、キルド軟鋼において溶接部に龜裂が發生せず安全と考えられる上限値に相當する。Cu・Ni・Cr 等も第2表の程度であればなんらの悪影響を示さないようである。この假規格では同時に溶接性試験として

a) V ノッチ・シャルピ試験の 0°C における衝撃値が 3.5kg-m/cm² 以上であること、

第2表 SM-52W 假規格

化 学 成 分 (%)	
C	0.18 以下
Mn	1.25 以下
Si	0.55 以下
P	0.030 以下
S	0.030 以下
Cu	0.30 以下
Ni	0.25 以下
Cr	0.10 以下
機 械 的 性 質	
降 伏 点 (kg/mm ²)	32 以上
引 張 強 さ (")	52 ~ 60
伸 び (%)	20 以上

(備考) 化学成分が本表の値を若干超えた場合も、その値が一定の規格値以内のときは、救済規格を別に設ける。

b) オーストリア試験の曲り角が、常温 (20°C 以下) で 120° 以上であること (板厚 18~20mm)、を要求する。V ノッチ・シャルピの衝撃値は、先に I. I. W. が提案した鋼材規格の C 級鋼 (脆性破壊に対する配慮を必要とする溶接構造用鋼) に對する要求と同等で、従來の經驗に徴してはば妥當な値であると考えられる。またオーストリア試験は、變質部の H_{max} をある限度以下におさえることを主目的としており、實際は變質部をも含めた母材に龜裂の發生する角度を約 60° 以上に要求すべきであるが、試験を容易とするため、龜裂發生角度 60° 以上に相當するものとして、破斷角度 120° 以上が要求されることになった。

以上のごとく定めた Si-Mn 系高張力鋼 SM-52W は、板厚 20mm 以下の溶接構造に對して壓延のままの状態、低水素系溶接棒を併用し、後述するとき工作基準に従つて容易かつ安全に適用することができる。壓延のままでは 20mm 以上の厚板に對してはやや切欠靱性が不足するが、標準處理を施してこれを改善すれば實用可能となるものと豫想される。しかし詳細な點に關しては今後の研究を必要とするであろう。

5. SM-52W の工作基準

SM-52W 規格の制定に續いてその工作基準を決定するため、船舶設計協會を中心として高張力鋼工作基準委員會が組織され、國內主要造船所で膨大な研究が分擔實施された。工作基準作成に必要なデータを得るための基礎實驗として、

- 1) ガス切斷および各種切斷法の影響
- 2) 冷間および熱間加工の影響
- 3) 溶接部の龜裂性
- 4) 假付けおよびアークストライク等の影響
- 5) ピックリングおよび亜鉛メッキ
- 6) ポンチおよびタガネ 罨書きの影響

等が調査された。それらの成果にもとずいて、造船協會の鋼船工作法委員會は高張力鋼工作基準を作成した。

高張力鋼の工作に際して最も重要な事柄は、加工箇所を硬化せしめないことである。加工硬化の跡が著しく残ると、ちようど溶接のため變質部の最高硬度 H_{max} が大となつたと同じ事態となり、その部分は脆化して船體脆性破壊の原因となかなかねない。軟鋼による船體においてすらアークストライクによる局部的な硬化が原因となつて、脆性破壊事故を誘起した例りが報告されているから、高張力鋼を使用するとき工作上かなり細かな注意が必要となるのは當然であろう。

ガス切斷の可否はもつとも注目を引いた點であるが、周到な検討の結果、ガス切斷に際しての硬化は餘り著しくないで、自動切斷機で平滑に仕上げるならば、軟鋼と全く同様に切斷のまま使用してよいものと結論された。しかしその他の點では、工作上ある程度の制限の必要なことが明らかとなつた。その主なものは次のごとくである。

1) 高張力鋼の罨書きにタガネを使用してはならない。またポンチの使用もできるだけ少い方が望ましい。これはかかる壓痕が試験片の遷移温度を著しく上昇せしめるので、溶接構造の破壊を促進する恐れがあると考えられたためである。

2) 高張力鋼はシャリングマシンで切斷してはならない。また溶接々手になる縁以外は、ローラシャした場合、約 2mm 切り取らねばならない。

3) 平滑なガス切斷面は、そのまま溶接しない板縁として使用してよいことは前に述べたが、もし板の縁に凹凸が生じたときはグラインダで仕上げなければならない。

ガス切斷部に切込みを残すことは禁物である。

4) エッチプレーナで溶接しない板縁の切削加工を行う際は、切削速度は軟鋼と同じでよいが、切込み深さは 0.3~1.5mm 位 (軟鋼の約 70%) とするのがよい。また仕上げ面の粗さは、J I S 表示 50 S より良質に仕上げなければならない。

5) チッピングは非常に好ましくないが、曲り部等で止むを得ずチッピングするときは、必ずグラインダで十分に仕上げねばならない。

6) 孔明けは全部ドリルによることとする。

7) 鍛造加工の際の加熱温度は850~1050°C、加工温度は650~850°Cが適當である。

8) アークストライクは溶接すべき部分または別の小鐵片に行い、船體直接に行うことは嚴禁される。

9) 溶接線内に假付けした場合は、これを削り取つてから溶接を行うべきである。(重要接手の突合せ溶接では、開先内に假付けしないことが原則である。)

馬その他に伴う船體上の假付けは極力減ずる方針をとらねばならない。強度重要な部材に止むを得ず假付けを行うときは、グラインダで後から板面を仕上げねばならない。また假付けビードの長さを適當に長くしたり、状況に応じては預熱・後熱等の處置を講ずることが望ましい。

要するに高張力鋼に對しては、假付け等の短いビードを置くと、熱影響部が急冷するため硬化が著しくなり、そのため切欠効果の生ずる恐れのあることを十分注意しなければならない。

工作基準設定の審議と併行して、3000t 試験機による大型模型の強度試験が實施され、SM-52W 規格鋼による溶接構造の確性試験が行われた。模型は船體のデッキ部分(縦式構造)を象つたもので、標準の大きさは7×2.4mであつた。細部の構造を異にした試験片6枚を作り、工作の難易、應力分布、破斷位置と破斷強度等が慎重に検討された。

破斷荷重は約930~1380tで、實斷面積當り45.6~57.3 kg/mm²の強度を示し、破壞までの延伸性も良好であり、この種大型試験片としては満足すべき成績で、本規格鋼による溶接構造は十分な信頼性を有することが確證された。また模型内に設けられたデッキの現場接手(上向溶接)からは破壞が発生せず、作業性にやや難のある低水素系溶接棒を用いても、現場接手の強度に懸念のないことが明らかとなつた。

船體構造で一般に用いられているスカラップが、高張力鋼に對して弱點となるらしいのは注目すべきであろう。スカラップの端でビードを廻すよう注意しても、斷續溶接の兩端における變質部硬化に相當する現象がある程度あらわれるのは止むを得ない。しかもスカラップの存在による應力集中がその部分に重疊するから、破壞の開始點となることがあるのであろう。その他ロング現場接手の接手型式等、構造上若干の疑點を生じた點については、引續き實驗的研究が行われている。

6. SM-52W に適する溶接棒の研究

溶接性良好な高張力鋼を見出さんとする努力とならん

で、高張力鋼用溶接棒の品質を向上するための研究も高張力に遂行された。すなわち日本溶接協會は52キロ高張力鋼の研究完了をまつて、直ちに溶接棒メーカーおよび使用者側代表等よりなる審査委員會を結成し、各メーカーの溶接棒の性能を調査し、併せてその作業性等の向上を圖つた。高張力鋼の溶接に適する棒の種別としては低水素系以外のものを考えることはできないが、本審査委員會の活動によつて、わが國におけるこの種溶接棒は飛躍的な進歩を遂げ、世界の一流水準に近い優良品が生産されるに至つた。現在の所、國産低水素系溶接棒の機械的性質および耐龜裂性は満足すべきものと思われるが、ただ縦・上向溶接におき棒の繼ぎ目等でややブローホールを發生し易い點の問題が残されている。先に述べた大型模型實驗の際も、この缺點が強く指摘された。かかる缺點を克服するため研究はなお續行され、その成果が期待されている。

7. 60キロ高張力鋼の研究

SM-52W の研究に引續いて、日本造船研究協會の高張力鋼研究部會は、防衛廳の後援を得て、昨年末より引張り強さ60kg/mm²臺の溶接構造用高張力鋼の研究に着手している。まず第1次試験として、もつとも有望と思われる4鋼種をえらび合計15チャージを試作して、Vノッチ・シャルピ試験・Kinzel 試験・鐵研式龜裂性試験を行い溶接性の概略を判定した。その結果成績がもつとも良好であつたVanity型鋼について第2次試験を行い、溶接性を詳細に調査することとなつた。試験は順調に進行中のようで、近い將來にその成果が發表されるであらう。

8. む す び

高張力鋼の研究と實用化に對しては、單に造船方面のみならず車輛・土木・機械工業等の分野でも活潑な努力が拂われており、既にわが國でも高張力鋼時代の出現した觀がある。ただ高張力鋼の性能を十分に發揮した溶接構造を製作するには、溶接に關する専門的な知識を必要とすることが多いのであつて、溶接關係技術者の責務は益々重かつ大になるものといわざるを得ない。

なお終りに、研究成果を引用させて戴いた關係各位に深く感謝の意を表するものである。

参 考 文 献

- 1) 大谷：本誌，27卷8號，p. 732.
- 2) J. Rinebolt and W. Harris: Trans. ASM., 43 (1951), p. 1175.
- 3) W. Spraragen: Weld. J., Sept. 1941, p. 381-s.
- 4) M. Williams: Weld. J., Oct. 1953, p. 498-s.

造船におけるガス工作

吉田 俊夫
水津 寛一
川崎重工業株式会社

1 緒言

第2世界大戦中ガス切斷は欧米特に米國に於て非常な發達を遂げ工業技術の先端を行く地位を築き上げた。わが國においても戦後船體構造の溶接化による進歩はガス工作技術の向上を促進し最近ようやく一應の水準を得るに到つた。造船所におけるガス工作は自動又は手動による切斷を第一とし溶接、鑲接 Flame gouging やお灸すえ歪取法および線狀加熱板曲げ法、火焰鑄取、應力緩和法等廣い分野の作業に使用されるが本文では一般に行われているガス切斷法を中心として述べガス工作に不可分の近代的な酸素アセチレン施設についても言及することとする。

2 造船におけるガス工作の役割

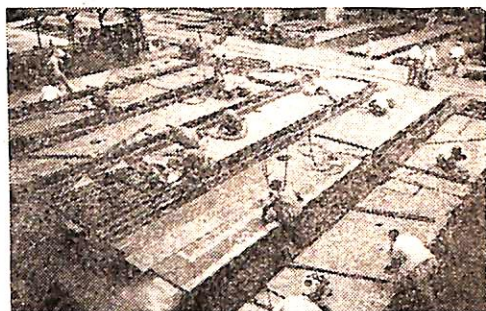
ごく近年まで船體建造の代表的な工作機械は打貫機、剪斷機、穿孔機、縁削機等であり廣い工場面積を占め鋼材は複雑な工程を経て加工されていた。當時ガス工作は現場切斷が主體であり加工工程では輕目孔の切斷や曲り部の切斷等の僅かな部分に限られ工場の片隅に追いやられていた。戦後溶接の非常な發達に伴い溶接開先の切斷が多くなり切斷精度に対する要求も強まつたので剪斷機や縁削機は能力と精度の點でこの要求に追隨出來ず自動ガス切斷がこれらにとって代つた。

ガス切斷が今日の盛況を來した理由として

- i 自動ガス切斷が發達し美しい切斷面が得られ曲線の切斷において他の追隨を許さず溶接開先の切斷に適している。
- ii 設備費が低廉である
- iii 作業能率が高く單位工場面積當りの生産高が大きい。なお突發的な生産の増大に對して容易に設備をなすことが出来る
- iv 工程を簡略化し、建造期間を短縮せしめる
- v 自動ガス切斷は肉體的な疲勞が少く僅かな期間に習熟し得る

等が擧げられ船體構造の溶接化による工作法の急激な變化に應え大量の鐵機工がガス切斷工へ轉換せしめられた。

鐵機工場におけるガス切斷定盤は野書工場に接して設けられ比較的狭い場所に作業



第1圖 ガス切斷定盤
野書工場に接して凡ての船殼鋼材はこの場所を通過す

員と切斷機を集中している(第1圖参照)。工程の單純化と加工速度の増大により生じた餘裕面積は部材の整理と小組立場として活用され素材より野書一切斷(曲加工)一小組立に至る工程が整然と行われるようになった。

造船産業がガス工作の分野で占める地位は酸素の消費量で推定される。第2圖はガス工作の搖籃期から現在に至るまでの年間全國酸素消費量と最近における造船部門の消費量を示している。酸素製鋼、溶劑等に大量消費する製鋼業を別とすれば全國生産量の10~15%を占め工場數で對比すれば一工場での消費量は極めて高いことを示している。

3 酸素アセチレン施設

造船所は廣大な敷地を有し月間數萬立方メートルの酸素とそ

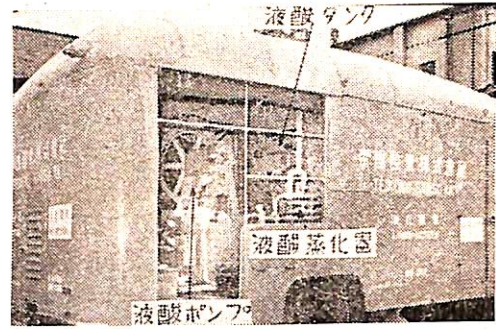
年次	年間酸素消費量 單位 M^3 1,000,000									造船業の 比重
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
1926	45									
1930	79									
1935			22.4							台湾 朝鮮 香港 を含む
1940					37.7					
1945			23.2							
1946				21.2						
1947					25.6					
1948						45.5				
1949						52.8				
1950						57.9				
1951	造船						67.6			13.7
1952	造船						72.0			15.3
1953	造船							75.0		10.5
1954										
1955										

第2圖 年間酸素消費量と造船の占める地位

の4~5倍相当量のアセチレンを消費する工業であり供給の合理化はガス工作の能率の基礎となり船價低減に寄與するものである。

酸素は瓶詰、マニホールド、酸素トレーラー、液體酸素自家發生等により供給されそれぞれ特徴を持っている。瓶詰酸素は5000~7000lの酸素を收容し人力で凡ゆる地點に運搬することが出来るので使用量の少い孤立した地域や小規模の工場に適している。マニホールドは中位の需要に應ずるもので数本ないし数十本の容器を連結し調整器を経て配管に流される。酸素トレーラーは移動するマニホールドとして1臺で300~1000m³の容量をもち酸素工場と需要家の間を往復し配管に連結される。また酸素分離機を設備している造船所も少くない。

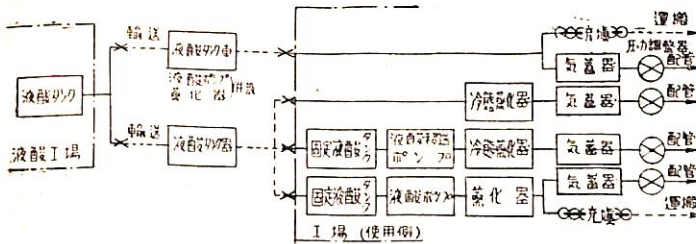
近年わが國においても液體酸素の製造と液體酸素による供給法が發達し漸次普及されつつある。その利點としては



第5圖 液酸車

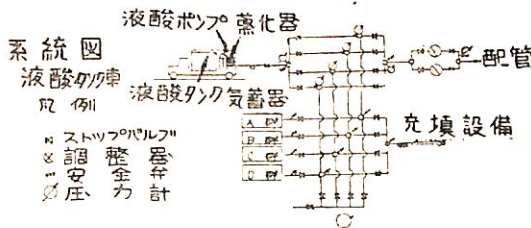
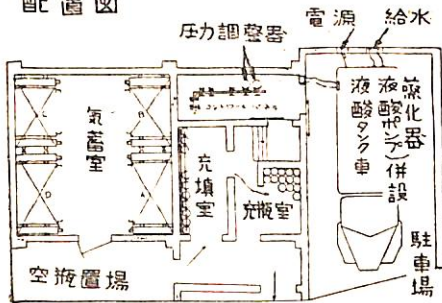
- i 酸素の貯藏が簡單で大量供給が可能である
- ii 液體酸素は約900倍の氣體酸素となり容器は耐壓を要しないので壓縮酸素に比し運搬のためのデッドウエイトが少く輸送費の節減が圖られる
- iii 集中生産されるため生産原價が低い
- iv 純度が高く乾燥した酸素ガスが得られる
- v 液酸受入のための設備は比較的簡單である

等が考えられ直接1m³當りの酸素消費價格が低下することの他に純度向上による作業能率向上が得られる。第3圖に液酸受入方式を示すものである。第4~5圖は液酸施設側および液酸運搬車の内部の狀況を示している。



第3圖 液體酸素による供給方式

配置圖



第4圖 液體酸素受入施設

造船所に限らず大量のアセチレンガスを使用する工場において殆んど定置式發生装置を設け配管により供給されている。最近では作業の必要に迫られ中壓アセチレンが漸次普及されている。中壓アセチレンと低壓アセチレンの得失については要々論ぜられるが一概に斷定を下すことは困難である。PicardやFoucheにより最初に作られたトーチは等壓のものであつたが間もなく低壓トーチが發明され中壓アセチレン裝置の發達につれ再び器具が中壓に戻つた。今日中壓器具が盛んに使用され始めた理由として器具の構造が單純化し得ること、ガスの供給が圓滑に行れること、火焰の變調の少いこと、および gouging multiple cutting あるいは torch block による切斷の如く逆火や逆流が重大な支障を來す種類の作業に對し中壓器具が勝つてゐることに基

いている。酸素アセチレン焰の缺點として第一に逆火し易いことであり低圧インセクタートーチでは構造上前述の如き激しい作業に對しては充分でない。アセチレンの壓力は作業の主體となるものではなく使用する器具の構造により決定されるもので今日申壓アセチレン發生および溶解アセチレン消費の増大の何割かはガス工作法進歩の賜といつてよい。

大量の酸素アセチレンを使用する場所に對して配管の必要なことは今更いうまでもない。配管の目的は

- i 作業能率の向上
- ii 發生器、酸素瓶運搬の費用削減
- iii 容器の維持費の節減
- iv 作業環境を良くし貴重な工場の床面積を直接生産の場とする
- v 作業の安全性

等が挙げられる。配管の敷設に當つては漏洩と長大な管の末端における壓力低下を考えねばならぬ。配管壓力の低下に對しては下式が用られる。

$$\Delta P = \alpha \frac{L}{P}$$

ここに

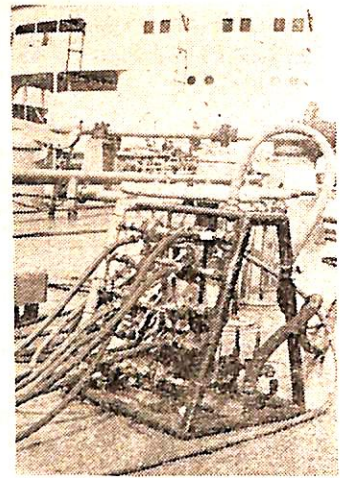
ΔP ; 管長 1m に對する低下壓力 (kg/cm²)

P; 絶對元壓力 (")

L; 配管長 (m)

α ; 管徑および流量により決定される係數で第 6 圖に示される。

配管より個々のトーチに對してはアセチレン安全器と一體となつたヘッダーより導かれ船臺上の船または艦裝中の船に對しては第 7 圖に示す如き移動式ヘッダーまたは



第 7 圖 酸素アセチレン用移動式ヘッダー

假配管が艦裝岸壁、船臺等の供給孔に接続される。調整器は安全と作業を確實に行うために使用することが好ましい。

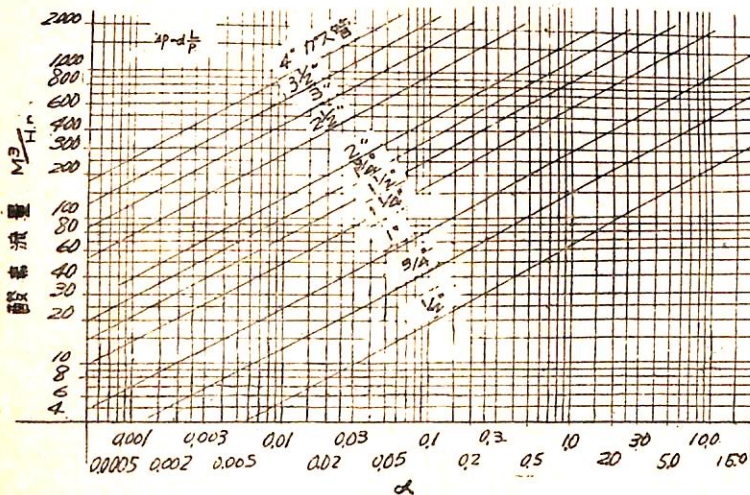
4 自動ガス切断

最近におけるガス工作技術を代表するものは自動ガス切断である。小型可搬式切断機は益々輕量小型となり取扱いの容易さにより手動切断の分野を犯している。大型機械は益々その規模を擴げ各造船所の持つ Flame planer の如き數本ないし十數本のトーチを操作する高能率のものを生み出すに到つた。型切断機においては electronic eye tracer や更に擴大式のものが出現し將來船舶建造技術に革命をもたらすことも期待されている。熔接開先の切断は單純な切断から複雑な X-U-H 開先

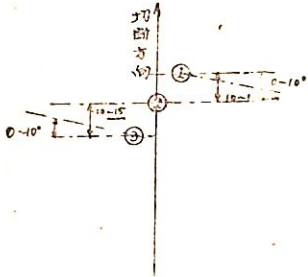
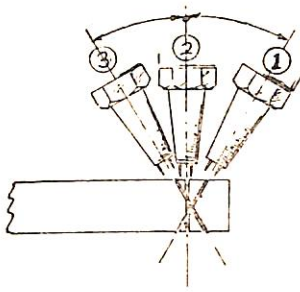
まですべて自動ガス切断の對象となる。自動溶接に對しては開先形状とともに接手の間隙 0.8 mm 以下が要求され精度は重大な問題となつている。熔接開先の切断で最も技術を要するものは X 開先であるがこの切断は第 8 圖の要領によりトーチブロックで一度に切断される。第 9 圖は X 切断實施の狀況を示す。第 10 圖に示す Rip cutting は Linde により提唱する方法であるがその企圖する所は

- i Rip Cutting による反應熱の利用
- ii No 1~No 2 火口の左右距離を 5~6m/m とし、下面切断の切溝を擴げることにより後續の切断を容易にする

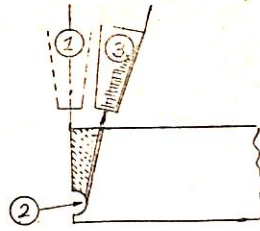
等でありこれにより切断速度は幾分向上



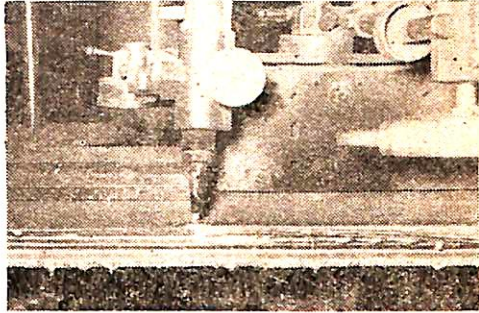
第 6 圖 酸素配管に對する計畫圖表



第8圖 X切斷に對する火口の配列



(A) 切斷順序

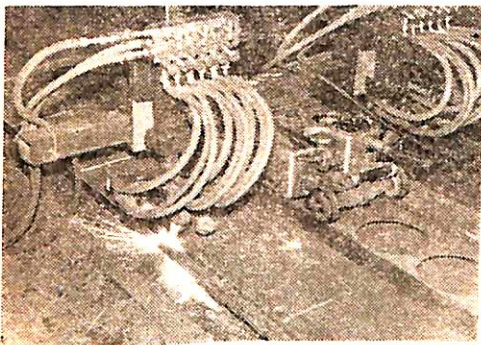


(B) 切斷中の光景

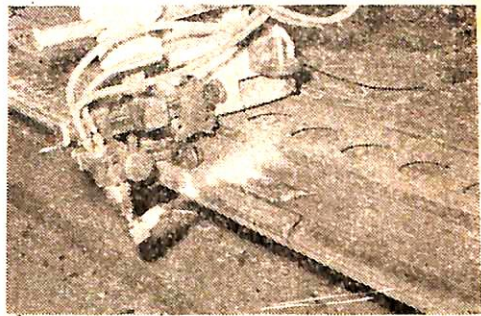


(C) 切斷面

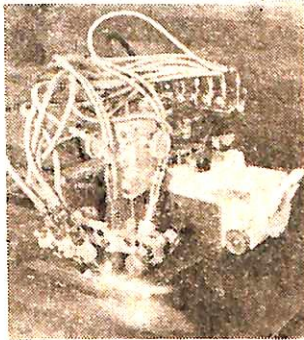
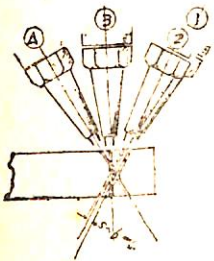
第11圖 U-H開先の切斷



第9圖 3本トーチによるX切斷



第12圖 スカーフィング



第10圖 Rip cutting

する。これに對し3本トーチによる切斷では先頭の切斷で生じた2~3mmの切溝は後續の切斷の妨げとなるのでトーチ前後距離を10~15mmに縮めて赤熱の中に次の切斷を行はしめる必要がある。このためには火口の逆火、逆流に對する抵抗力が問題であり現在では中壓火管により解決されている。火口を接近させる手段として圖に示す如く切斷方向に對し10°内外傾けると好結果が得られる。

U-H開先の切斷は第11圖に示す如く切斷と gouging の組合せにより行われている。接合すべき板厚の異なる場

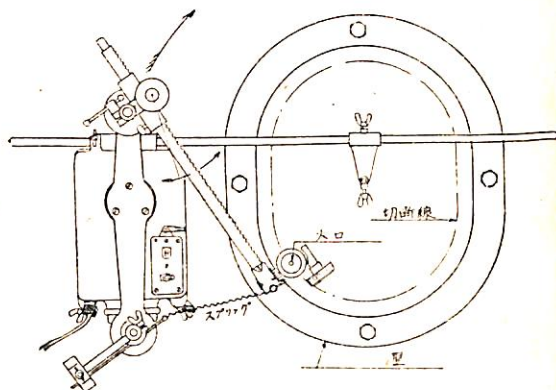
合のテーバーは第12圖の要領で行われ機械的な切削法に比しはるかに高能率を誇っている。

一般に造船所で使用される切断機は小型可搬式のものが主力となつている。これらは直線部の切断に使用されレールの上を動く直線切断機と手案内で曲線の切断を行うことの出来る曲線切断機に分類される。前者は外板甲板等の直線部の切断に用いられ溶接開先形状を一定に保つためには適当な浮動装置を必要としトーチは1本ないし数本を保持する。第13圖はこの種切断機による切断を示す。切断機の誘導にレールが使用出来ない場合あるいは曲線の切断には第14~15圖に示す如く crabbing roller または適当な案内輪により導かれる。複雑な造船用材の切断には種々の工夫がなされている。長圓の切断は第16~17圖の要領で行われる。第18圖は波形隔壁切断に使用されるパンタグラフ装置を示す。

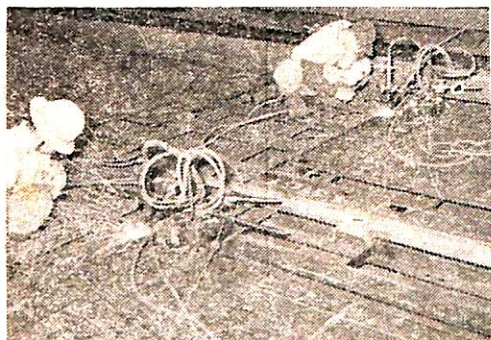
曲線切断機は複雑な曲線が僅かな習熟により自由に切断されるので船體構造の如く曲線の多い切断に適している。その特徴としては極めて小型に作られ重量は10kgを超えずトーチは車輪の軸上20~30mm程度に接近さ



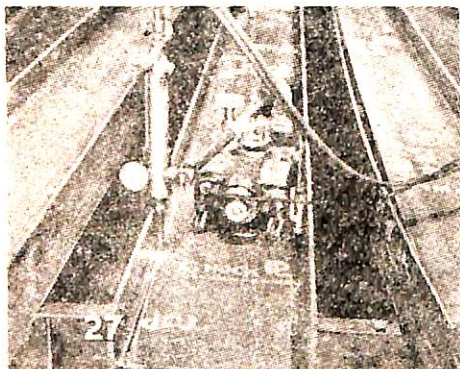
IK No.12
第15圖 溝型鋼のフランジ切断



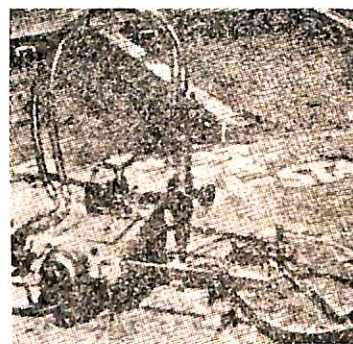
第16圖 長圓切断



Radiograph No. 10
第13圖 直線の切断



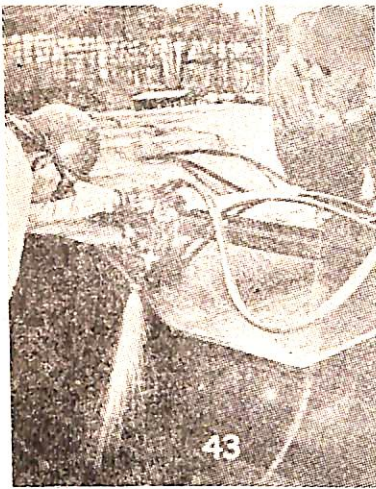
Radiograph No. 10
第14圖 crabbing roller による
切断機の誘導



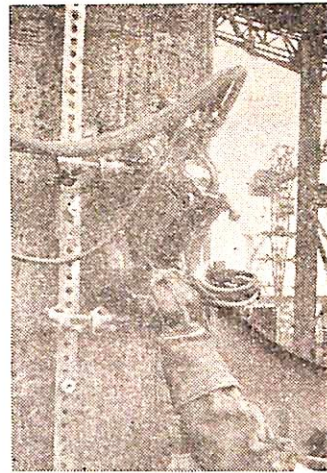
Radiograph No.10
第17圖 長圓切断

せて保持され直接切断すべき板に乗るため浮動装置を必要としないことにある。第19圖はこの種切断機の使用例を示す。

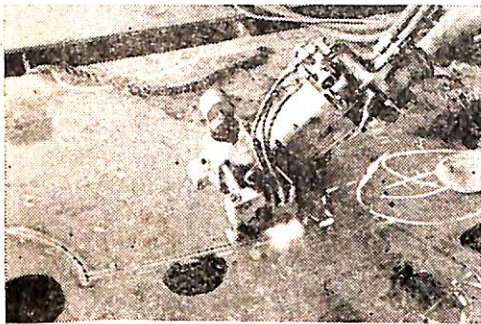
地上ブロックや船臺上での作業においては切断すべき部材が必ずしも平に置かれているわけではなく垂直面や上向きあるいは曲りのある部材の切断を必要としこの種作業は all position type の切断機が使用される。切断



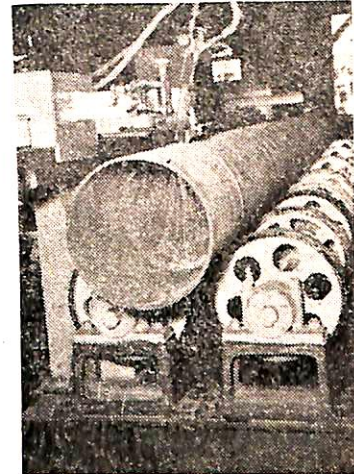
第18圖 油輪船波型隔壁の切断装置



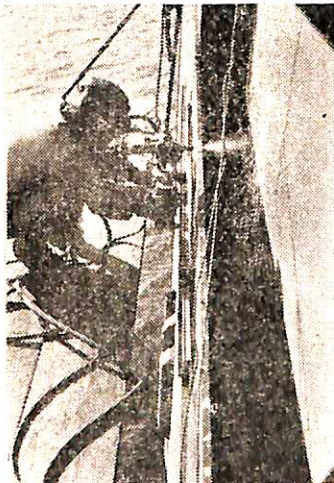
Cadet "MH"
第21圖 車輪を磁化された切断機



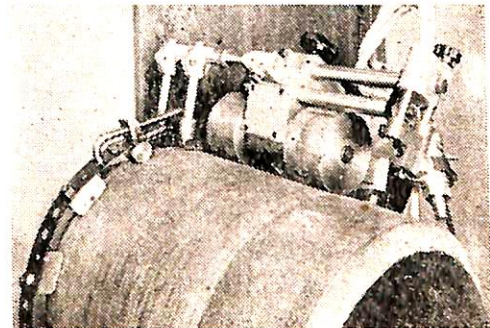
Cadet
第19圖 曲線切断機



第22圖 鋼管切断装置



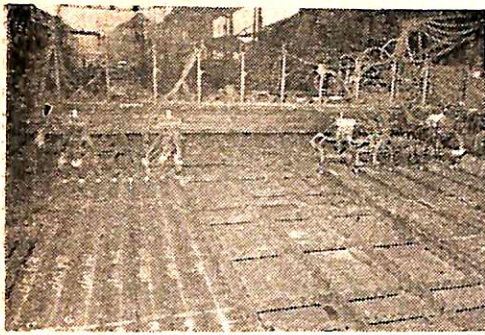
Livesay
第20圖 All position type ガス切断機
による水平切断



Cadet "MH"
第23圖 All position type 切断機
による鋼管切断

機は切断すべき部材に熔接あるいは磁石等で假付された
レールに保持されるか車輪を磁化し直接切断する材料に

ひきつけられる形式がとられる。第20圖は修繕船の外
板取替えに使用されている例を示す、第21圖は magnet
type の切断機による垂直面切断の状況を示す、鋼管の



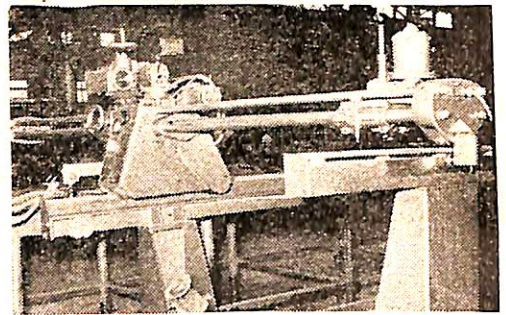
(川崎重工)
第24圖 multiple cutting

切斷は通常第22圖に示す如きトーチを固定し管を廻轉しながら行われるが第23圖の如く all position type の切斷機を使用することも出来る。

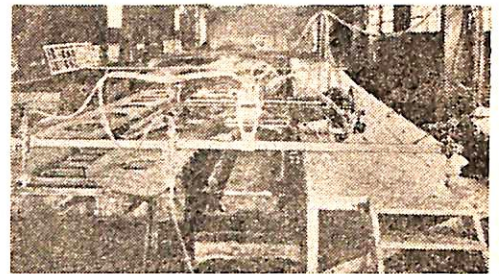
Flame planer は大型自動ガス切斷機を代表し切斷の精度向上と multiple cutting による作業の能率化が得られる。第24圖は Flame planer による multiple cutting の狀況を示す。機體は切斷の治具としての役割を果し no marking による加工を可能ならしめる。勿論 no marking による切斷は no marking による組立を伴わねばならぬが必要最少限度の罫書は切斷中切斷工により行われている。

「ガス切斷による歪は自動ガス切斷機自體の缺陷およびトーチ火口を含めた作業条件の適否によるが最も重要かつ解決困難なものは切斷反應熱の影響である。小型の切斷器では直接機體が板の上に乗るため熱により多少板に伸び縮みを生じて板と火口先との相對的な位置は變らぬが型切斷や Flame planer 等機體が直接板に乗らぬものは火口先との相對的な位置を變え切斷精度を悪くしている Flame planer により兩シームに同等の切斷を行えば板耳に生ずる熱應力は平衡し機體の運行にほぼ等しい精度が得られる。ガスによる切斷歪は各種要素の組合せにより生じており極めて複雑であるが多くの切斷資料と經驗により最善の方法を講ずれば必要精度を確保することは不可能ではない。」

型切型の造船への應用は未だ充分確立されておらぬ。型切斷機は arm type pantograph type, double carriage type に分類される。第一の arm type は1本トーチの比較的小型機で船裝工場における小物の切斷に適している。第25圖に示す double carriage type は板幅 1m ないし 1.500m 程度のもので設計され構造が單純で最も多く見受けられる。pantograph type は大型化し得る特徴をもち第26圖に示すものは同時に2枚の Floor を切斷している。型切斷に使用する tracer と



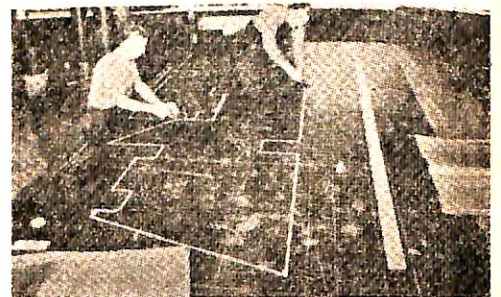
第25圖 double carriage type 型切斷機



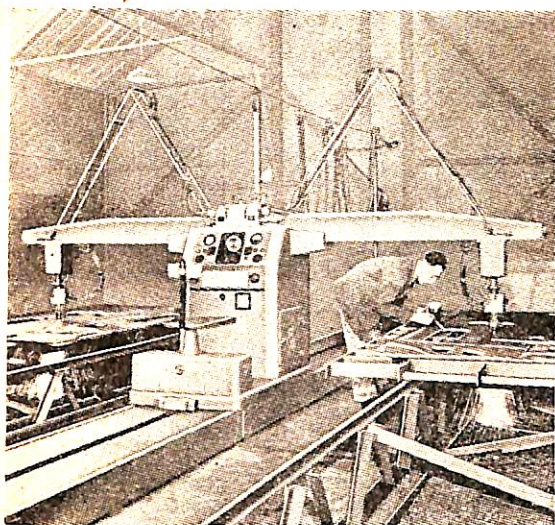
Travograph
第26圖 pantograph type 型切斷機

しては line tracer, spindle tracer, optical tracer, magnet tracer 等があるが最も新しい型式としては Airco で考え出された electronic eye tracer がある。この種の tracer においては特に template を必要とせず黑白の對照的な色彩で書かれた線圖でよい。第27圖は線畫の製作を示す。更に進歩したものとしては第28圖に示す如く 1/10~1/100 に縮小した寫眞を擴大して切斷し得るものの出現をみている。船裝部材の加工に當つてこの種の tracer や切斷機が使用される時は現圖展開罫書の工程を省略し從來の船體建造方式を一變せしめる可能性をもつている。

ガス切斷の能率化のためには酸素純度の向上末廣火口による超音速切斷氣流の研究が期待されるが能率の向上



第27圖 electronic eye tracer 用線畫の製作



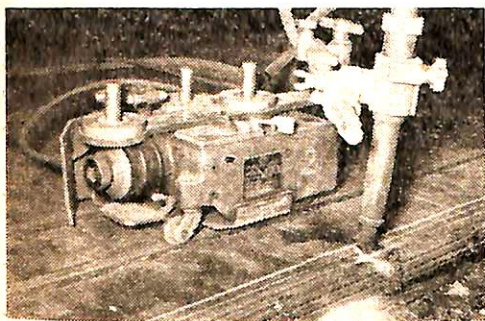
Schichau-Monopol
第28圖 擴大式型切斷機

は30%以上を望むことが困難である。これに対し multiple cutting あるいは stack cutting による場合能率は数倍で飛躍する。

stack cutting の成否は板の密着度に左右され締付のための費用は切斷の能率化で補わねばならない。一般に厚板は間隙を密着せしめることがむづかしく枚数が制限されるので薄板程有利ではない。形厚が大體の限度とされている。

豫熱焰として還元性のアセチレン焰の代りに酸化性の強いプロパン焰が用いられる。第29~30圖はプロパン焰による stack cutting とその切斷面を示す。

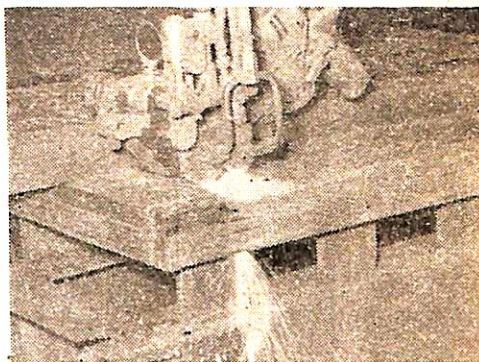
不銹鋼の切斷を目的として發達した粉末切斷法による軟鋼の累ね切斷においては板の間隙に勿論密着することが好ましいが多少間隙のあるものも切斷可能である。これは大量の切斷スラグが間隙を埋め下層の板に熱を伝えることによつてゐる。第31~32圖は本方法による切斷の狀況と切斷面を示す。



第29圖 酸素プロパン焰を用いた累ね切斷



第30圖 酸素プロパン焰による累ね切斷面 (6mm x 10枚)



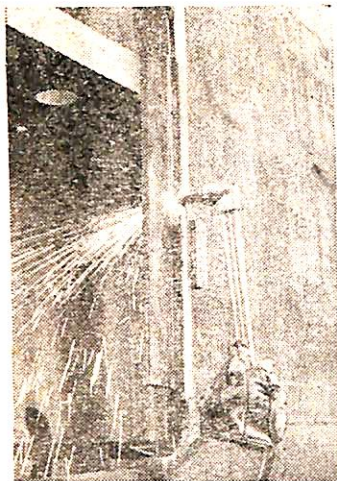
第31圖 累ね切斷に對する粉末切斷法の應用



第32圖 粉末切斷による累ね切斷面

5 手動切斷および Flame gouging

手動切斷は自動ガス切斷の進歩により漸次その分野を狭めつつあるが、船體構造その他における現場切斷や溶接臺付の取外し、解體作業、銕切斷、鑄鐵の切斷等自動化のおよぼぬ広い分野を持つてゐる。手切斷においてはトーチの振れと切斷速度の不均一、火口と板の間隔を一定に保ち得られぬため美しい切斷を行うことが困難で最も熟練した職人でも自動ガス切斷にはおよばない。ガス



第33圖 手働切斷と切斷用定規

切斷面には切斷反應の脈動と示すドラッグラインを生じておりこれは切斷速度の目安とされているものであるが手切斷においては5~10%のおくれは認められてよい。切斷の不良は主として切斷線に對するトーチの振れによるがこれは適當な定規、ガイドローラ、コンパス等を使用することによりか

なり是正される。第33圖はマグネットを眞鍮パイプの組合せにより作られた定規による切斷を示す。

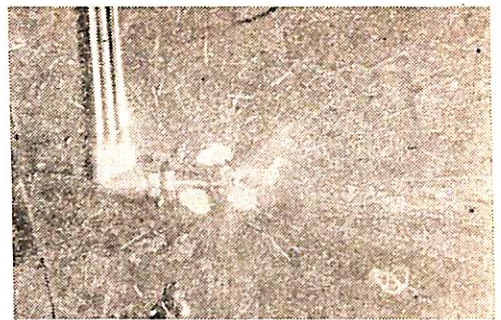
鑄鐵の切斷は組成中の炭素が酸素の反應を妨げることと融點が酸化鐵のそれに接近しているため切斷は困難である。切斷に際して豫熱焰を厚さ一杯に伸し切斷底部におけるスラグの凝固を防ぐと共にトーチを左右に振りながらゆつくりと切斷し熔解切斷に近い方法で行われる。

銜頭の切斷は扁平な銜切斷用火口によるか火口をねかせて出来るだけ板に平行に切斷氣流を吹きつけて行う。皿銜は gouging 用火口、または大口徑で絞りのないノズルを有する火口を用い低速の酸素氣流によりトーチを廻しながら穿孔する。第34圖は gouging 火口による皿銜切斷を示す。

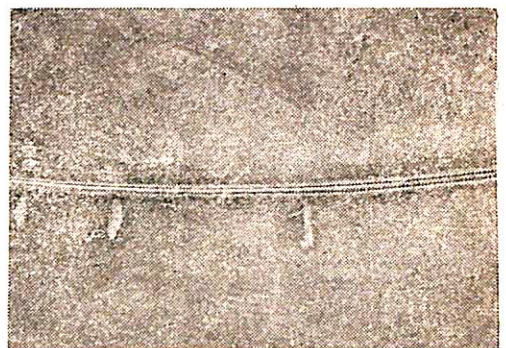
タガネによる熔接裏付はつり作業の非能率と喧噪を防止するため Flame gouging が考えられた。gouging は製鋼所における scarfing と同じく口徑の大きい低速ダイバージェントノズルを有する火口により板を貫通する酸素の力を殺して表面のみ洗い流すような操作により行われる。速度は切斷の2~3倍に達する。第35圖は手動



第34圖 ガウチングによる皿銜切斷



第35圖 フレームガウチング(手働)



第36圖 鐵管自働熔接接手の裏面
自働ガウチング

gouging 作業の狀況を示す。自動的に行えば第36圖に示す如き美しい削溝が得られるがこれは自動溶接の裏面の如き接合された部材の連続性が保たれている場合の他は現状では實用の域に達していない。gouging は熔接の裏ハッリを主要な目的として發達して來たが前述の熔接バラン、銜切り、熔接缺陷部の除去等に極めて有効に使用される。

6 結 言

ガス切斷は極めて簡単な作業であるためこれがかえつて最近までわが國のガス工作に對する研究をおくらせて來た。今日ようやく歐米の水準に達したとはいえ未だ模倣の域を脱せず今後の發達にまつられる分野も多い。

ガス切斷における根本的な缺陷はその理論的基礎が脆弱であり逆火の現象、切斷面に現れる drag line すら充分解明されておらぬことにあり切斷の基本的事項の研究により酸素アセチレンの消費節減やトーチ火口の改良による切斷の能率化と經濟化が計られねばならない。

ガス工作が今日重寶がらわれているとしても工作機械の進歩はやがてガス工作を追い越すかも知れぬ。ガス工作の將來の地位は multiple cutting や stack cutting による切斷の能率化と shape cutting で no marking による建造方式の改革によつてのみ保證せられるであらう。(完)

並列2極潜弧熔接法について

南柴 一 枝 郎
柳 徹 郎

日立造船・櫻島工場

1. 緒 言

潜弧熔接法が米國で實用化されて既に20年近くなる。戦後日本に輸入されてからも5年になるがこの間その發展は目覚ましいものがあり造船は勿論のこと鐵構、橋梁、車輛、壓力容器、鐵管、機械等その應用範圍は全産業界に廣まりつつある。

中でも昨年米國で發表せられた多極潜弧熔接法はこの方面における劃期的なものとして各界の注目を浴びていたところであるが、最近わが國においても漸く實用化の時期に達したのでここにその概略を紹介し、参考に供したいと思う。

なお潜弧熔接は一般にユニオンメルト熔接と俗稱されているので以下述べるところは簡単にユニオンメルトと稱することにする。

2. 多極ユニオンメルト熔接の分類

従来の單極ユニオンメルトを2本以上のロッドを使つて熔接を行おうとするのが多極ユニオンメルト法であつてこれには種々の使用方法が考えられ、並列2極方式はその一つである。従つて簡単にその分類を示すと次のようになる。

- | | | |
|------------|----------|---|
| 多極ユニオンメルト法 | • 熔接棒の數 | 2本以上 |
| | • 電源結線方式 | 1. 熔接棒1本毎に1箇のトランスまたは發電機を有するもの
(a) 三相結線
(b) 二相結線
2. 全熔接棒が1箇のトランスまたは發電機により結ばれるもの
(a) 並列接線 (Parallel)
(b) 直列接線 (Series) |
| | • 熔接棒の位置 | 1. 横方向 (Transverse)
2. 縦方向 (Tandem)
3. 斜方向 (Skewed または Oblique) |

なおこの他電源として交流を使うか、直流を用いるかの問題があり、これらの組合せて多くの違つた型のもので出来るわけである。

二相または三相結線方式のものはロッドを別個に調整出来るため操作の安定を確保しながら熔接速度を上げる

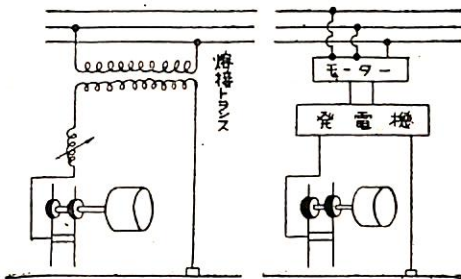
ことが出来、深い溶込を得ることが出来るが、特別のトランスが必要である。

並列方式はその點従来の單極のものを若干改造するだけで最も便利であり、ここに述べるのもこれである。

直列方式は電源は同一であるが別個の送りモーターと電壓調整器が必要で、熔接電流は1本のロッドから他のロッドを傳つて電源に戻るから殆んど母材の溶込みは求められず、このため特殊な肉盛熔接等に應用せられる。

3. 並列2極ユニオンメルト法について

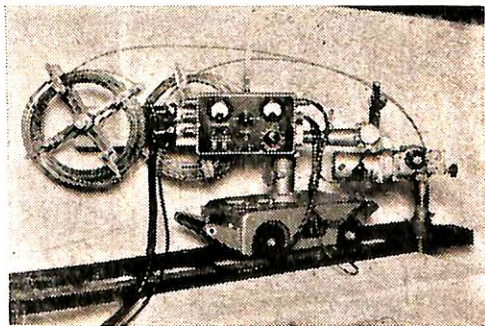
多極方式の中ではこの型が最も簡單で熔接ヘッドは一つで済み、トランスまたは發電機も共通である。従つて一つの電壓調整装置で一つの熔接ヘッドを通じて、2本のロッドを送り出すわけで第1圖に示す通りである。



交流並列二極式 直流並列二極方式
第 1 圖

現在用いられている代表的なものとして、前者には Linde 型、後者には Lincoln 型がある。

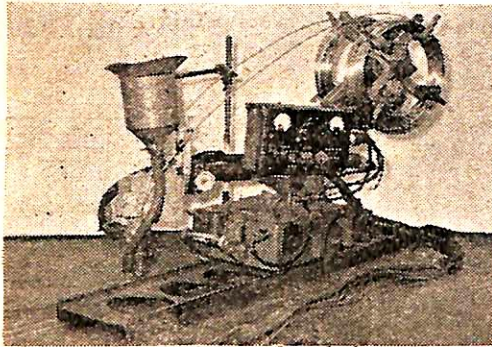
第1表は現在わが國で用いられている並列2極ユニオンメルト熔接機の性能で、第2圖はこれらの外觀を示



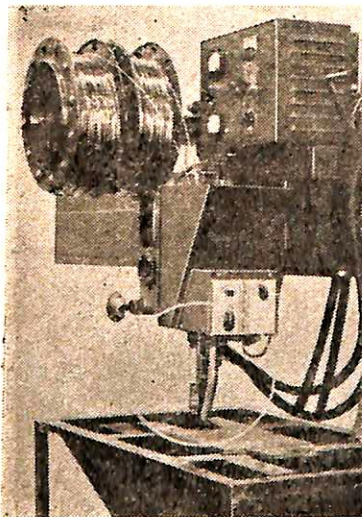
第2圖(A) PSW-1型 (大阪變壓機 K.K 製)

第 1 表

會社名		大阪變壓器 K. K.	Linde Air Products Co.	Lincoln Electric Co.
機械名		PSW-1 (SW3A 型改造)	DSH37 (DS37 型改造)	LAF-2 (單極改造)
電流範圍		~1500 ^A AC	~1500 ^A AC	~1500 ^A DC
板厚 脚長	突合接手	~38m/m	~38m/m	~1½"
	ポジション 隅肉接手	~20m/m	~20m/m	1/4~3/4"
熔接棒徑		1/8", 5/32"	1/8", 5/32"	5/64", 3/32", 1/8"
Wire Feed Motor		D. C. Shunt Motor 1/4 HP	D. C. Shunt Motor 3/8 HP	D. S. Shunt Motor 1/8 HP
Carriage Motor		" 1/8 HP	" 1/8 HP	" 1/12 HP
Travel Speed		10~200 cm/min 20~400	0~60 in/min	8~20 in/min 16~88
重 量	Head	48 kg	35 kg	} 90 kg
	Carriage	37 kg	32 kg	
	Control Box	22 kg	14 kg	20 kg



第 2 圖(B) D.S.H 型 (Linde DS 型改造)



第 2 圖(C) Lincoln 型の一例
(W.J. 1954 による)

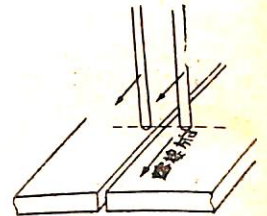
す。

普通の單極ニオンメルト法では電流、電壓、速度の三條件で熔接をコントロールするが、並列 2 極方式では更にこの他、2 本ロッドの相對的位置およびその間隔によつても制御することが出来る。

a) 並列横熔接法 (Parallel Transverse)

この方法は第 3 圖のように熔接開先の兩側に跨つて 2 本のロッドを配置するものである。

この方法の特徴は圖からも明らかなように、従来の單極の場合開先間隔は最大 0.4m/m とされていたのとは比べ、板厚に應じある程度の増大が許容せられる。いわゆる Gap-Bridging Quality と稱せられる 2 極方式の特色の一つである。勿論、開先精度に對しては非常に



第 3 圖

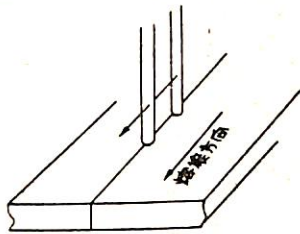
嚴格な造船業においては、敢て精度を落す必要なく、從來主として平板のみに使用されていたのをある程度の曲加工を加えた板の熔接にも利用し得るところに着目すべきであろう。開先間隔もフラックスが抜け落ちる程大きくなるとやはり熔金が抜け落ちる危険が増大するとともに、ビード表面が開先中心線に沿つて凹形になる傾向があり、熔接速度が増大するとこの凹部にスラグを巻込む危険が生じて来る。しかし Arc Force は直接に開先中心線上にないから、裏當金でもつてフラックスの脱落を防ぐのにも簡単なものでよく、手熔接により Seal Bead を置くか、耐熱性のあるガラス纖維テープの如きものを裏面へ張りつけるだけで充分である。2 本のロッドの位置

はV型開先の場合、肩より若干内側がよく、通常使用するロッド間隔は $\frac{1}{4}$ ～ $\frac{3}{8}$ 吋程度であるから開先角度も自然制約を受けることとなる。結局この溶接法の特徴は開先精度を若干緩和出来ることと、単極に比し多少電流値を高め得ることである。従つてこの結果得られるビードは、単極に比べ若干幅廣く、溶込は多少少いか、あるいは同等程度である。但し、注意しなければならない點は、高速度で間隔の大きすぎる開先を溶接した場合に發生する内部缺陷は、單にビード外觀だけからでは判定不可能なことである。

b) 並列縦溶接法 (Parallel Tandem)

この溶接の方法は第4圖に示す如く2本の溶接棒を開先線上に連つて配置するものである。

この方法の特徴は横位置とは全く逆で、丁度單極溶接を續けて二度行うのと同じであるから、溶接速度を可成上昇せしめることが出来るのと、溶込を充分確保出来る利點がある。



第4圖

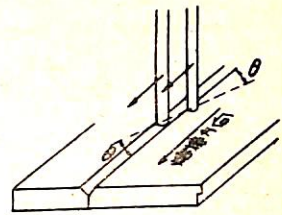
従来の單極ニオンメルトでは速度をある程度以上に上げると、アンダーカットを生じたり、ビード表面が瘤目状になつたりする缺點があつたが、この方法によると、後續の溶接棒がビード表面をならす作用を伴い、速度を最大50%位上昇せしめることが出来る。この溶接條件は、棒の間隔にも左右され、實驗では $\frac{1}{8}$ 吋から $\frac{3}{8}$ 吋の棒に對しては、間隔は $\frac{1}{4}$ 吋から $1\frac{1}{4}$ 吋の範圍で有効であつた。特にこれは厚板の多層溶接の際に重要である。これらの極間距離の溶接結果におよぼす影響についての精密な實驗は未だ行われていないが、定性的には次のようにいえるであろう。すなわち、低電流、高速度の場合、極間を狭くするとアークが安定し、ビードが一様になる。電流が増加し速度が小になるにつれて極間を大きくする方が、溶込は良好なようである。但し極間が餘り大きくなり過ぎると、アークは不安定になり、ビードの側面が不揃になる傾向がある。従つて實用上の極間は $\frac{1}{4}$ 吋ないし $\frac{3}{8}$ 吋程度であろう。

c) 並列斜溶接法 (Parallel Skewed)

これは第5圖に示すように、兩極を結ぶ方向を溶接線に對し若干ふつたもので、横位置の一種の變形とも考えられる。この角度が小さい場合は極間距離を小さくした場合と同様の効果を得るものである。これに反し縦位置に近いものは後續棒の側部にアンダーカットを生ずる傾向があるので、溶接速度を落さねばならぬことがある。

Lincoln型では後續

ロッドが先行のアークでおかれた熔着金屬の方向に引つけられる傾向があるので先行ロッドを開先中央に置き、板角度 θ は最大 1° に保つよう、推奨してい



第5圖

る。この位置は理論的には若干奇異のように感じられるが、横位置に生ずる缺陷を避ける意味で更に詳細の實驗、研究の上、實用化する必要があるように思われる。

この溶接法の特殊な應用例として、薄板の Joggle Joint の溶接があり、詳細は後述べる。

d) 各位置の組合せ

並列2極方式における、横、縦および斜位置のそれぞれの特徴をもう一度書上げると

横位置……開先精度の緩和と大電流の使用

縦位置……溶接速度の増大と溶込の増加

斜位置……上記兩位置の中間

従つて實際の開先を溶接する場合これらの性質を利用して

表溶接には横または斜位置

裏溶接には縦位置

を用いると従来の單極では溶接不可能であつたような開先を充分な溶込みをもつて溶接出来るとともに、溶接速度をかなり上昇せしめることが出来る。これらの位置を變えるためには、ノズルを取替える必要なく、單にノズルの先を振るだけでよい。

速度の上昇は經濟性の問題許りでなく、特に板の歪を考えた場合有利である。しかし限肉溶接の場合はクラック・ローホール等の缺陷を伴うことが多いから速度の増加にも限界がある。

e) 開先および溶接條件

Linde および Lincoln 社の發表している開先および溶接條件の一例を第2表に示す。

特に Lincoln 社ではI型開先の場合、 $\frac{3}{8}$ 吋板は表溶接面に Seal Bead をおき、 $\frac{1}{2}$ 吋以上の板には $\frac{5}{8}$ 吋、FW 5 溶接棒で裏面に seal bead を置き、Double V 型開先では $\frac{1}{4}$ 吋の FW 5 または FW 11 溶接棒で表溶接面に seal bead をおくことを推奨している。

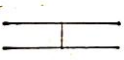
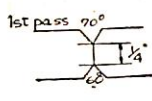
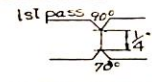
f) 溶接速度の増大

先に本溶接法の特徴の一つとして特に縦位置においては單極に比べ溶接速度が増大することを述べたが、裏溶接にこれを使用する際はぬけ落ちる危険性が少く、高速度溶接が行えるから歪防止の見地から甚だ有効である。

第2表 開先と熔接条件の一例


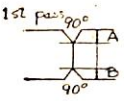
Linde

Rod: Oxweld No.36×2
Flux: Grade 80 20×D
Position: Tandem

開先形状	板厚 吋	電流 Amp	電圧 V	速度 吋/分	棒径 吋	ロッドスペース 吋
	3/8	880	31	45	5/8	1/4
		1200	31	45		
	1/2	880	31	40	5/8	1/4
		1040	31	40		
	3/4	1200	33	34	5/8	1/4
		1400	35	34		
	3/4	1320	35	40	5/8	1/4
		1320	35	40		
	1	1480	35	20	5/8	1/4
		1480	35	20		
	1 1/2	1500	32	12	5/8	1/4
		1520	33	12		

Lincoln

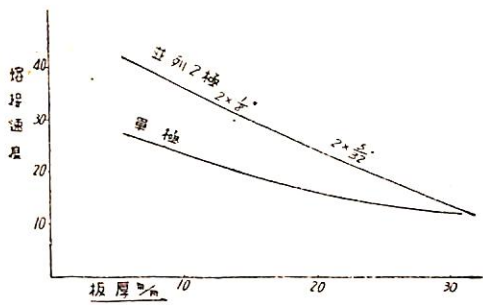
Position: Tandem

開先形状	板厚 吋	電流 Amp	電圧 V	速度 吋/分	棒径 吋	ロッドスペース 吋	A	B
	3/8	700	32	48	5/8	3/8		
		1200	34	48				
	1/2	980	34	40	5/8	3/8		
		1330	35	40				
	5/8	1120	34	36	5/8	3/8		
		1330	35	36				
	3/4	1300	35	33	5/8	3/8		
		1400	35	33				
	3/4	1120	34	29	5/8	3/8	5/8	5/8
		1350	35	29				
	7/8	1200	34	25	5/8	3/8	1/4	5/8
		1350	35	25				
	1	1350	34	20	5/8	3/8	5/8	3/8
		1450	35	20				
	1 1/8	1350	34	18	5/8	3/8	3/8	7/8
		1450	36	15				
	1 1/4	1350	34	13	5/8	3/8	1/2	9/8
		1500	36	12				
1 3/8	1350	34	13	5/8	3/8	1/2	1 1/8	
	1500	36	8					
1 1/2	1450	35	9.5	5/8	3/8	5/8	1 1/8	
	1500	36	8					

第6圖はその一例を示すもので單極、2極ともそれぞれ熔接棒径、電流、電圧は板厚毎に變る譯であるが、裏熔接を行う場合の速度曲線の概略を示す。これによると板厚の小さい時は2極は單極に比べ約1.5倍の速度を有し、板厚増加とともに漸次接近し、板厚30m/m邊では殆んど差がなくなる。

g) フローホール發生感度

2極熔接は單極に比べ溶融池は大きいから、錳その他の不純物が浮き上る時間は大きいはずで必然的にフローホールの發生は少くなるのではないかと考えられる。これを驗するため、15m/mの鋼板を錆びたまのI型突合接手で、間隙を0, 1, 2m/mとして熔接を行つた。熔接



第6圖 熔接速度の比較 (裏熔接の場合)

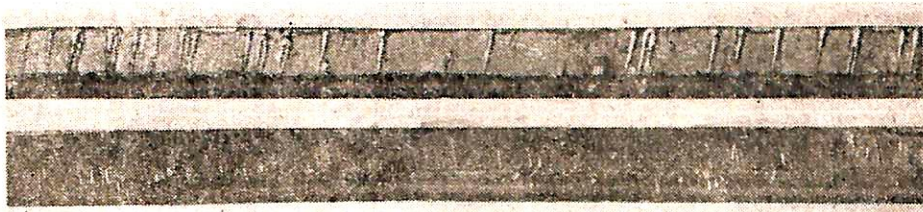
棒の位置は、裏熔接はすべて縦位置、表熔接は間隙0m/mは縦位置、他はすべて斜位置で、棒間隔は8.5m/mで熔接条件は第3表の通りである。

第3表

開先間隙 m/m	電流 Amp	電圧 V	速度 時/分
0	900	34	20
	1250		30
1	800	34	20
	1230		30
2	700	34	20
	1300		30

熔接量はいずれも500m/mであるが発生したブローホールは間隙0m/mの場合1箇、1m/mの場合1箇、2m/mの場合2箇で、いずれも表熔接側に発生した。単極の場合かかる板に20時/分もの速度で走るとブローホールは無数に出ることは従来の経験からいつて確實であることから、2極熔接はブローホールに對しより安全なのではないかと思われる。

更にLincoln社で行つた実験によると第7圖のように、上段は $\frac{3}{8}$ "の棒を使い700A、35V、27時/分で行つた単極熔接で、下段は2本の $\frac{3}{8}$ "棒を用い950A、35V、35時/分で行つた2極縦熔接(棒間隔 $\frac{3}{8}$ ")である。いずれも熔接前に開先に油を塗つたものでブローホールは発生しているが、明らかに2極熔接の方が遙かに発生が少い。その上、熔接速度も30%大きい。

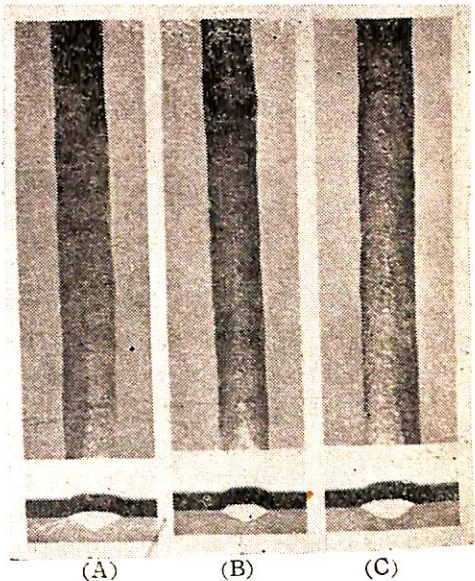


第7圖 ブローホール発生感度 (W.J. 1954 による)

h) 溶 込

單極と2極と比べていずれが溶込が深いかという質問をよく受けるが、これはなかなかむづかしい問題で、2極における棒間隔 位置等の関係があるので、一概には答えられない。

第8圖はLincoln 徑を用いて行つたビードおよび断面形状を示す。

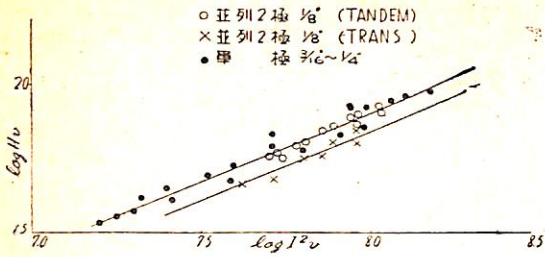


第8圖 ビードおよび断面形状 (W.J. 1954 による)

A)は縦位置 B)は斜位置 C)は横位置であつていずれも電流1000 Amp. 電圧35V、速度24時/分で棒間隔 $\frac{3}{8}$ "で熔接したものである。これだけみるとビード幅、および溶込みには餘り差が認められぬようであるが、棒間隔をかえると相當溶込みは變るのであつて、ビード幅は思つた程には變らない。ただしこの圖からも分る通り、棒位置によつて若干その溶込みの形は變つてゐる。

第9圖は厚さ30m/mの板にRod 36、 $2 \times \frac{3}{8}$ "、フラックス20(20×D)、棒間隔8.5m/mで以ておいたビード試験結果を示す。但し

I電流 Amp



第 9 圖

v速度 cm/分

H.....溶込 cm

である。これによると並列 2 極縦位置 (棒径 $\frac{3}{8}$ " \times 2) は単極の $\frac{3}{8}$ " \sim $\frac{1}{4}$ " 棒のものと變りなく、並列 2 極横位置は若干これに劣ることが分る。

4. 並列 2 極熔接の應用

並列 2 極熔接は未だ經驗の日が浅いので應用實例として擧げられるものが少いが、以下二、三の例をあげる。

a) 2 吋板の多層盛熔接

細径の棒を用い、縦位置による熔接速度の増大をねらつたものでその條件は下表の通りである。

第 4 表

	A. C.	D. C.
板厚	2 吋	2 吋
開先	15° J 型, 並行部 $\frac{3}{8}$ "	ルート半徑 $\frac{5}{8}$ "
電流	1490Amp	1200Amp
電圧	36 V	34 V
速度	30"/min	30"/min
ロッド間隔	$\frac{5}{8}$ "	$\frac{5}{8}$ "
熔接棒	Rod 36, 2 \times $\frac{3}{8}$ "	Rod 36 2 \times $\frac{3}{8}$ "
フラックス	Grade 80 20 \times D	Grade 80 20 \times D
層数	17*	17*

* 600A, 32V, 18"/min で単極熔接を 5 層先に置いた層数を含む。

これからとつた引張試験片および衝撃試験片による機械試験の結果は第 5 表のようであつた。

b) 開先間隙のある 1 吋板の熔接

表熔接に横位置を用い、裏熔接には縦位置を用いた。間隙は種々に變化して行つたが第 6 表は表熔接の條件を示す。

裏熔接は 1400Amp, 35V, 20"/min で縦位置で行つたが、これは単極の場合の 25% 増になる。

第 5 表

試験片	降伏應力 (psi)	抗張力 (psi)	伸 (%)	シャルピー (ft-lbs)
A. C.	69,200	80,800	20.8	25.5
A. C.	70,200	85,400	19.7	38.5
A. C.	68,550	84,700	25.9	28.0
D. C.	62,850	76,800	28.0	35.0
D. C.	64,000	79,900	19.0	33.0
D. C.	57,800	77,300	27.0	31.0
母材	28,950	51,250	39.0	32.5
母材	28,750	57,000	33.0	26.5

第 6 表

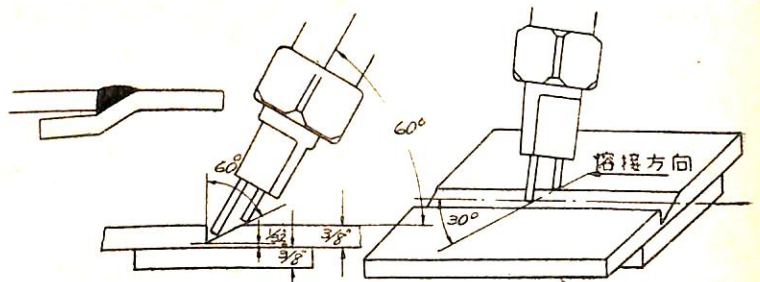
	條 件 A	條 件 B
板厚	1 吋	1 吋
開先	60°— $\frac{3}{8}$ "—60°	70°— $\frac{1}{4}$ "—60°
間隙	0.140"	0— $\frac{3}{32}$ "
電流	1380Amp	1000Amp
電圧	34 V	35 V
速度	16"/min	17~12"/min
熔接棒	Rod 36 2 \times $\frac{5}{32}$ "	Rod 36 2 \times $\frac{5}{32}$ "
フラックス	Grade 80 20 \times D	Grade 80 20 \times D
ロッド間隔	$\frac{1}{4}$ "	$\frac{1}{4}$ "

c) Joggle 板の熔接

Joggle した板の熔接は単極でも出来ないことはないが、アンダーカットその他の缺陷が出易い。この代りに斜位置 2 極熔接を行うと、ぬけ落ちる危険性も少く完全な熔接を行うことが出来る。その要領は第 10 圖の通りである。

熔接條件は次の通りである。

電流	1600Amp
電圧	40V
速度	30"/min
熔接棒	Rod 36 2 \times $\frac{3}{8}$ "
フラックス	Grade 80 20 \times D
ロッド間隔	$\frac{5}{8}$ "

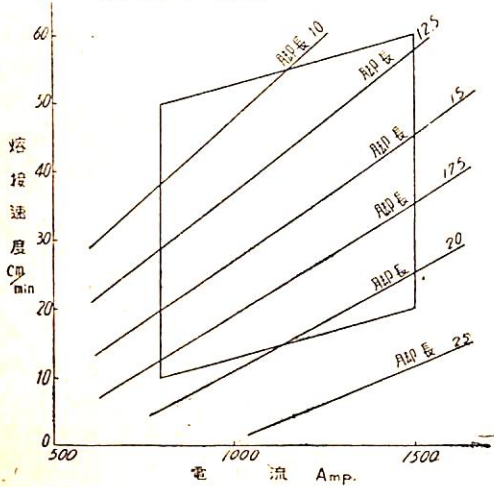


第 10 圖

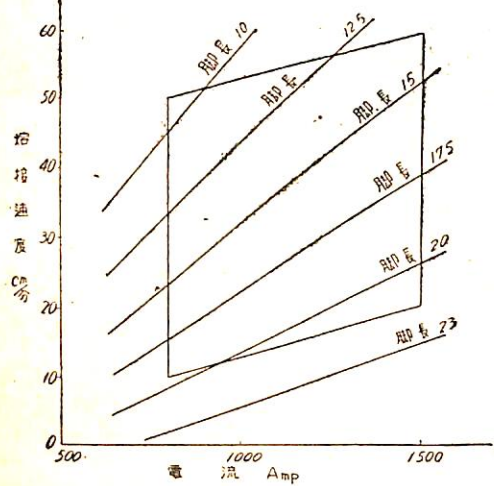
d) 隅肉熔接

ユニオンメルトによる隅肉熔接は脚長が小さく、熔接速度が早くなると、兎角ブローホール、クラック等の缺陷が多くなり、段取、補修等を考えると却つて能率が悪くなる場合がある。2極熔接を用いるとある程度これらの缺陷を防ぐことが出来る。特に縦位置を用いると仕上外観が美しくなる。

第11圖は板厚 30 m/m の隅肉接手を 45° に傾け、Rod 36 2× $\frac{5}{8}$ "、フラックス 20 20×D、ロッド間隔 8.9m /m で行つた隅肉熔接の使用範囲を示すものである。



第11圖(A) 横位置 電圧 33~35V



第11圖(B) 縦位置 電圧 33~35V

e) 實際工事への應用

米國における實例としては Welding Journal 等において發表されているが、ドイツでも 2,3 年前より實用化されているようである。

例えばアメリカにおける Foster Wheeler Plant では

I. Lincoln 社製の 2 極熔接を用いているが、これは長さ 150 呎のトラックの上に乗つており、厚さ 8 吋、直徑 12 吋の壓力容器を製作している。

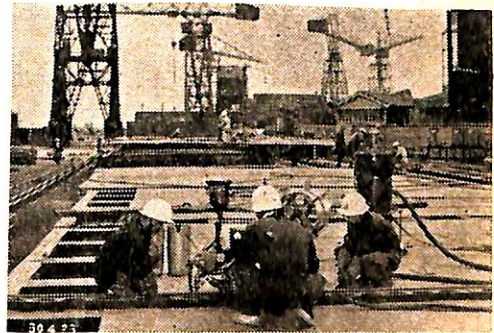
また車輛會社では車輛の中央桁(厚さ $\frac{3}{8}$ "、長さ 50 呎の Z 梁)を横位置で行つている。棒は $\frac{5}{8}$ " を用い、速度は 60 吋/分におよんでいる。

また並列 2 極を表面硬化に利用している所も多く、特に Lincoln 社ではこれ専用の "Spreadarc" という装置を作つている。これはビード幅 $\frac{3}{8}$ " まで首を張ることが出来、單極にも利用出来るが、2 極に用いる場合、電流 700Amp 電壓 32V 速度 5 吋/分で 2 本の $\frac{5}{8}$ " の棒を間隔 $\frac{5}{8}$ " に保ち、横位置で熔接している。首振り は 1 分間に 18~20 回である。

造船関係では油専用艇の建造に使つており表熔接は横位置、裏熔接は縦位置で熔接している。従來單極では一工數(8 時間)當り 180 呎であつたのが 260 呎に伸びたといつてゐる。

翻つて日本の現状をみるに、残念ながら漸く端緒についた段階であつて、今後の研究に俟つ所が大きいのであるが、既に壓力容器、鐵管等に使用すべく計畫されている所もあると聞いている。

造船関係では現在のところロイド船級協會がいち早く本熔接法を承認せられたので、A. B 協會、海事協會も近い將來許可されることと思う。當工場では本年 4 月にロイド協會の許可を受け、目下 D. W. 12,000 噸貨物船の船殼工事に使用している。使用機械は Linde DS 型を 2 極に改造したものである。



第12圖 日立櫻島工場における使用狀況

5. 結 言

並列 2 極ユニオンメルト熔接法は以上に述べた通り、單極に比べ作業性、經濟性等の面では遙かに秀れているが、溶込に關してはそれを左右する條件が増加しているため實際の使用に當つては慎重を期する必要がある。

しかしこの方法の利用は今後多方面に波及するものと考えられ、吾々としては益々研究、實驗を重ねて、新しいユニオンメルトの領域を擴張してゆきたいものと考えている。(終)

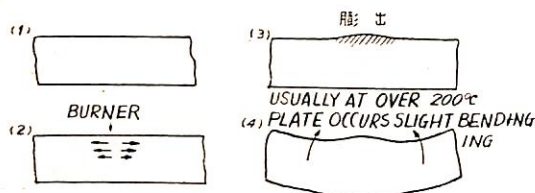
線状加熱板曲加工法の概要

石川島重工業株式会社
造船部

造船における板曲加工法として、在來のものに對して、この線状加熱板曲加工法が追加された。この方法については、すでに廣く紹介されたのであるが*、ここに材質的な問題に關する若干の解明を加え、簡単にその概要を述べる。

1. 原理

線状加熱板曲加工法は鋼板の表面に移動熱源をおき、鋼板の板厚方向の熱影響差を利用して、思い通りの曲げ加工を行うものであり、ピーニング等の伸し加工法に對し、縮め加工を原理とするものである。(第1圖)



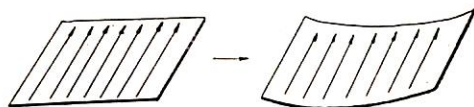
第 1 圖

すなわち鋼板の一部を熱すると、その温度勾配とか拘束力の程度にもよるが、温度の上昇とともに熱膨力が次第に大きくなってくる。一方、温度の上昇につれ、材料の弾性限および實効的なヤング率は低くなる。そしてその部分が大量 150°C 程度を超えると、塑性變形を生じ始める。この状態から冷却すると、傾向として若干の塑性變形を残して収縮し、加熱冷却前とは異つた形状になる。このように加熱冷却により弾、塑性兩域にわたる應力と歪關係が生ずるがとくに板厚の方向にこの影響の差異がある場合には、この板は平面を保たない。これを計畫的に利用するのが線状加熱板曲加工法である。

2. 基本的な方法

一般に實用する方法は鋼板を定盤上に置き適當な大きさの、酸素アセチレンバーナー(写真1)を熱源とし、これを適當な速さで直線的に移動し、要すれば撒水装置により、急冷する方法をとり、その加熱線を折線とする

* 石川島技報, Vol. 11 No. 35, 1954. Oct.
機械技術, Vol. 2, No. 12 1951. Det.
日刊工業新聞
日本經濟新聞
造船協會工作法研究委員會第一分科會等



第 2 圖

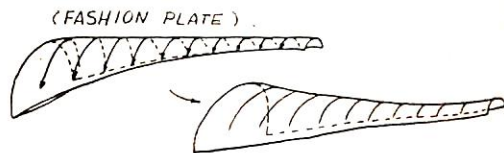


寫真1

わずかな曲りを得る。(第2圖)

3. 應用例

ベンディングローラー、プレス等を使用して荒曲げし、線状加熱によつて仕上曲を行い、またピーニングを使つて手直しする等種々の加工手段を最もうまく、組合せて應用すると複雑な曲げ加工を要領よく行うことが出来る。(第3圖)

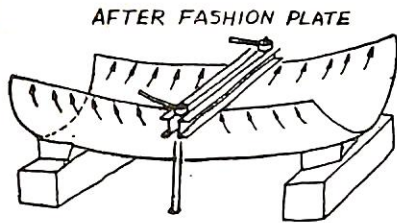


第 3 圖

通常線状加熱の効果を増すために豫めモーメント(弾性範囲内で充分である)を興えておく。(第4圖)

また絞り加工の場合にはこの線状加熱法によつて生ずる収縮を多分に利用するのであつて三角脆等の方法に比べ遙かに經濟的であり効果のあるものである。(第4圖)

線状加熱法を使用する場合、形状を得ることは極めて



第 4 圖

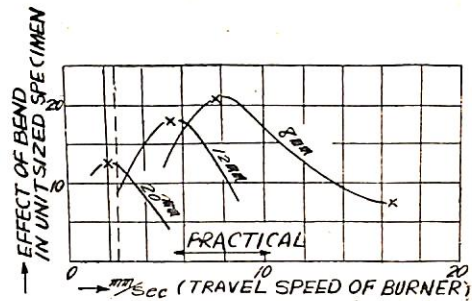
容易になるのであるが、寸法を維持することは難しい。これはこの工作法に對する作業の規準を確立すること、ピーニング法のたすけにより解決することが出来る。板曲加工後仕上昇書を行い更に仕上切斷を行うときは、曲げの手直を要することが多い。このことはこれらの作業を規準化すること、收縮の完全な資料を得ることの必要を示すものである。

この線状加熱の方法は型鋼の曲げ加工や一般の歪取作業に利用して大きな成果を得ることが出来る。

4 資 料

最も能率的であるとされている實用狀態において、バーナー直下の面は、放冷の場合に 800°C 内外、水冷の場合は 700°C 程度でありこの温度とその時間的變化は材質に致命的な影響を與えないとされている。

各板厚について最も効果的な加熱速度は第5圖に示す通りで板厚の厚い場合にはバーナー直下の温度はかなり

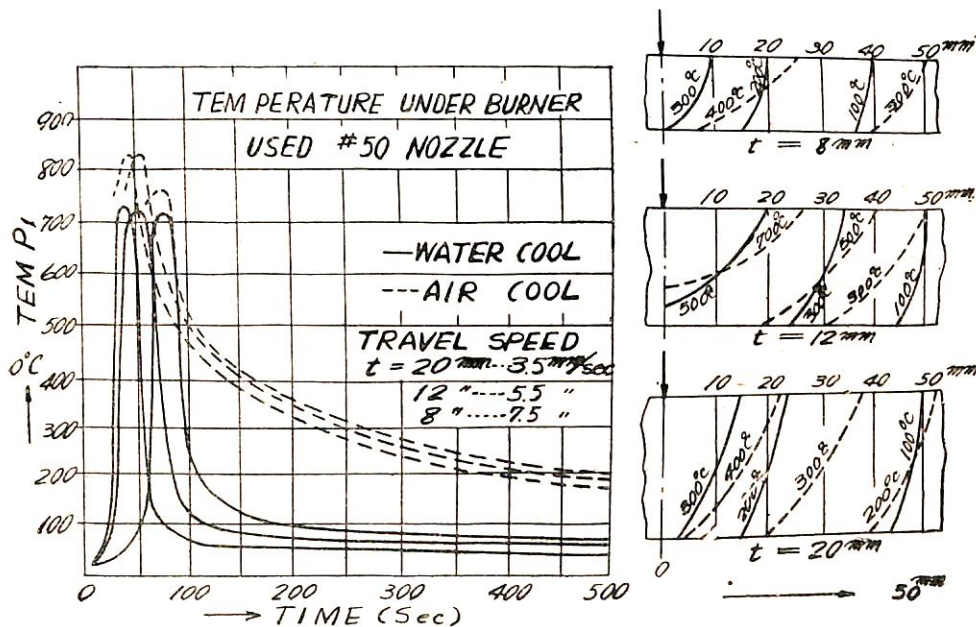


第 5 圖

上昇する危険があるが實はこのようなおそい加熱速度は一般に採用しない。實驗上の効果は多少減ずることがあつても結果の加工時間が最低となるような加熱速度を採用する。従つて實際の場合に前記の温度を超えることはない。加熱線を何本も入れる場合、残留應力のある部分に對してはその効果は一定しない。また材料の温度上昇は一般に効果を減ずるものであるが周囲を水冷することによつて解決することが出来る。

なお實用の場合におけるバーナー直下の温度の時間的變下並びに直角の板斷面における温度分布は大凡第6圖に示す通りである。

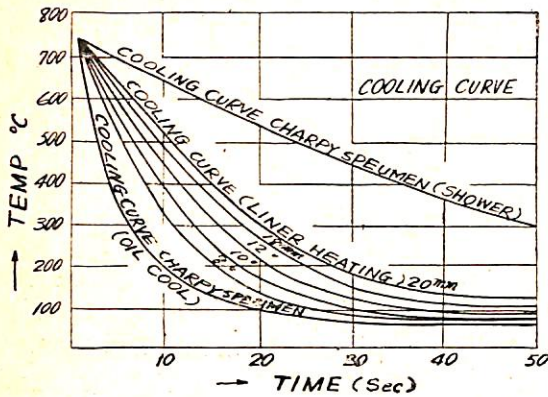
バーナー直下における脆性は豫め用意したシャルピー試験片に(ほぼ同等の熱サイクルを與えるために)加熱後油冷と霧冷によつて急冷し、第6圖に示す如き實用の場合の冷却曲線をはさむ冷却條件を得たものについて第



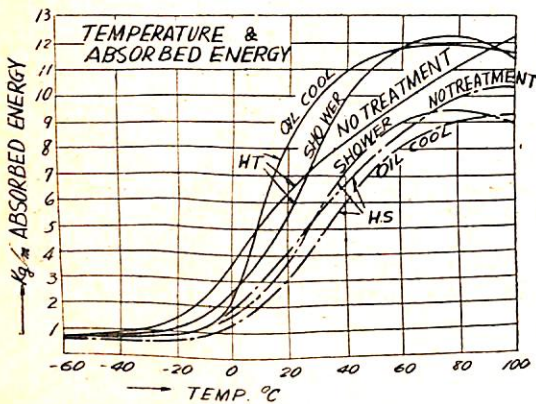
第 6 圖

7圖, 第8圖の通りであり脆化傾向は甚だしい。

また線状加熱の材質におよぼす影響としては上述のパナー直下のもののみならず他の部分の脆化について別



第 7 圖



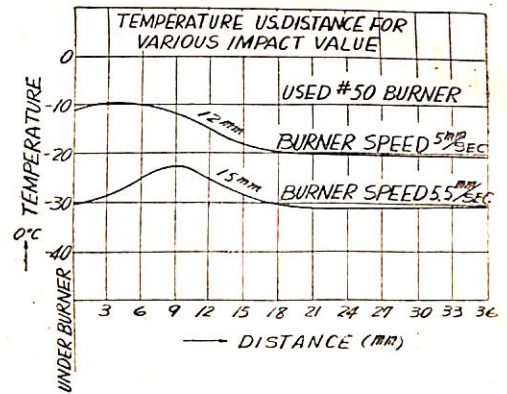
第 8 圖

に研究***を行つた結果 500°C~600°C 附近の場所に脆化領域のあることがわかつた。その脆化量を衝撃値 15 Ft/lb (2.6 g-m/cm²) の遷移温度 (Tr 15) の変化によつて示せば實用の場合 15°C を超えることはなく、一般に熔接または冷間加工による、脆化量に對してははかり低いものである。(第9圖)

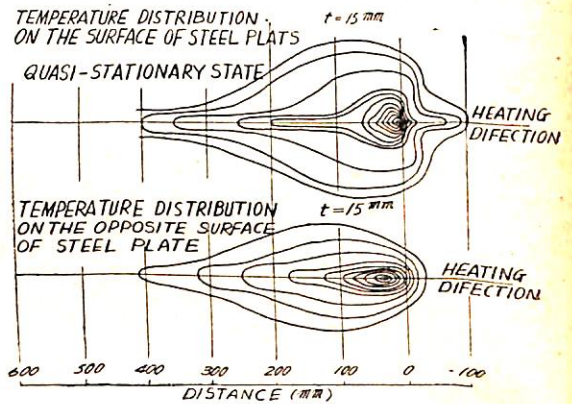
なおその場合表面および裏面における温度分布を 15 mm PL の場合に例をとれば次の通りである。(第10圖)

** この試験片の原材自身の Property がよくなかつたが傾向を見ることは出来る。

*** この研究は東大木原博教授および運輸技術研究所熔接研究部の指導のもとに石川島重工KK技術研究所において行つたものである。



第 9 圖



第 10 圖

5. 新しい板曲加工法としての線状加熱

線状加熱法により板曲加工を採用する場合材質に對する懸念をなくし、最少の費用で最大の効果をあげ、また成品全體の收縮を適正にすることが必要であるが、この一つの條件を満足することが他もまた満すものである。

すなわち適切な加熱速度と加熱個所を選定し適切な順序で行う等計画的に作業を実施していくことがその要點であり、その限りにおいて

材質のための温度管理も

成品に對する寸法管理も

また、工程管理も 安全管理も

ことごとく可能となるのであつて、まつたく把握しがたいとされてきた板曲作業を完全に作業のタクトにのせることが出来る方法として今後最も發達し得る加工方法である、ということが出来るのである。(完)

深とけ込み熔接について

増淵興一

運輸技術研究所 熔接部

小 椋 陽

運輸技術研究所 熔接部

1 は し が き

船舶の建造が殆んど熔接により行われている現在では、熔接作業の能率向上をはかり工敷を低減させることが船價を引下げる上に重要な役割を果たしている。このため最近における自動熔接、主としてニオンメルト熔接の普及は著しく、技術的に可能な限り手熔接と置き換えられており、作業能率の向上に寄與するところが大きい。しかしながらニオンメルト熔接はその特性上下向きの突合せ熔接には適しているが、その他の場合には困難なことが多く水平隅肉熔接でさえも實際上いろいろな問題を生じている。従つて船體のような複雑な構造物ではその使用範囲がかなり限られたものとなり、刺熔接長の20%以上に適用することは難しく、他はすべて手熔接によらなければならない。ここに深とけ込み熔接の採用等による手熔接の高能率化の重要性が存在するわけである。

手熔接の能率向上には太徑棒の採用あるいは被覆劑の工夫によつて許容電流値をあげるなり、一定電流値に對する熔着効率を上昇するなりして熔着速度を向上する方法と、さらにとけ込みを深くするような特殊な性能をこれに附加して突合せ熔接においては Square Butt 熔接の可能な板厚範圍を擴げ、隅肉熔接に對しては脚長を減じて繼手完成速度を向上させるとともに熔接棒使用量も減じようとする方法とが考えられ、普通深とけ込み熔接を狭義に解釋する場合は後者をさすが、ここでは廣義に考えて取扱ふこととした。

この問題に關してはわが國においても昭和29年度に熔接協會が運輸省應用科學研究補助金の交付をうけ、Deep Fillet 研究委員會を設けてこの問題の究明に當り、わが國における深とけ込み熔接の發達を大いに促進した。ここでは主としてこの研究委員會の資料*をもとに本熔接法の概要につき解説を試みることにした。

2 深とけ込み熔接の沿革および定義

手熔接の高能率化という試みは古くから行われている

* この委員會の報告は熔接協會から「船體建造におけるディープフィレット熔接法實用化に關する研究」として出版されており、また同報告は“熔接資料”1955年2月號から數回にわたり連載されている。従つて本熔接法の詳細についてはこれらを参照されたい。

が、“Deep Fillet”あるいは“Deep Penetration”と稱せられる熔接法は前大戰中米國において船舶の多量建造に際し初めて考案されたものである。すなわち Lincoln Electric Co. は1942年9月、“Fleet Fillet Welding for Speeding War Production”という報告を發表しており、これを直ちに現場作業に應用しようとした。California Shipbuilding Corp. は商品名の使用をさげ、更に技術上多少變更を生じた場合のことも考慮に入れて“Deep Fillet”熔接と名付けたが、これがその最初のものと思われる。また歐洲方面では“Deep Penetration”熔接と稱せられることが多いようである。

初期の熔接方法は單に通常の熔接よりも電流を大にして熔接棒の熔融速度を増加させるとともにとけ込みを深くさせるだけのものであつたが、それ以後各方面の研究により特殊ないろいろの被覆劑を用いて極度にとけ込みを増大させるもの、あるいは熔着効率の向上に重點をおいたもの等異なる性能をもつ各種の熔接棒が出現してきた。これらいろいろの系統の熔接棒を分類するに先立つて、まず手熔接の高能率化に對する手段を考えてみると次のようなことが擧げられる。

- 1) 一定の太さの熔接棒に對する許容電流値を高め、とけ込みを深くし熔接速度を速くする。
- 2) 更に特殊な被覆劑配合を用い一定電流値に對するとけ込み量を深くし、高電流、高速度においてとけ込みの深い熔接を行う。この場合突合せ接手ではかなりの厚板まで Square Butt 熔接を行い、隅肉接手ではとけ込みの深くなることを利用して脚長を減ずるのを原則とする。
- 3) 一定電流値に對する熔着効率を高め、熔着速度を増大させる。
- 4) 被覆劑の工夫により1層熔接でアンダー・カット、オーバーラップ等を生ぜず正しい形狀の隅肉熔接ができる脚長の範圍を擴げる。

ここでいわゆる深とけ込み熔接は(1)あるいは(2)の方法を採用するものを示し、高能率熔接棒あるいは1層隅肉熔接と呼ばれるものは(3)あるいは(4)の効果を主眼として作られるものである。これら性能の異なる熔接棒に對し、Deep Penetration、Deep Fillet あるいは One Pass Fillet 等の言葉が用いられており、しかもこの解釋も人によつてかなり相違しているので、現在作製されている熔接棒の區分に主眼をおいて一應次のような

第 1 表 國 産 深

棒會 製 造社	銘 柄	規格および 分 類	心線徑	棒 長	熔 接 條 件			熔 C
					Amp	Volt	Speed mm/m	
東 洋 電 極	IDY 180	NKB 2	5.5	450	230~270	27~32	180~300	0.09
		RL Doun	6.0	450	280~330	28~33	200~350	0.10
AB		6.35	450	280~340	28~33	200~350	0.08	
	DP 29	試 作	4.0	350	180~240	40~50	130~280	0.23
			5.0	350	250~310	45~55	170~280	0.10
日電 本極	NS 52	試 作	6.0	450	250~350	30~34		
福 知 山 市 熔 接 棒 製 造 所	FF 300	NKB 2 RL Doun AB AWS 6020	4.0	400	170~230	20~26	200~280	0.073
			5.0	400	230~300	22~28		
			6.0	400	280~390	24~28		
			6.35	450	300~450	26~30		
			8.0	450	360~480	28~32		
東 化 京 工	GMG 28	NK B 2 AB AWS 6020	6.0	450	280~380	24~33	100~280	00.7~0.09
日 本 油 脂	MS 152	NK B 2 RL all AB (6011) J I S 430J	5.0	400	170~250	36~42	<270	
			6.0	400	250~330	36~42	<270	
			6.35	450	270~360	36~42	<270	
K. K ツル ヤ	T 202	NK B 2 RL Doun AB AWS 6020	5.0	400	220~260	30~35		
神 戸 製 鋼 所	(船) SB 25	NK B 2 RL F AB FH AWS 6020 J I S 4320	5.0	400	170~230	29~34	ビード長 棒 長 $\frac{0.60 \sim 1.1}{1.0}$	0.60~0.10
			6.0	450	220~300	31~36	$\frac{0.55 \sim 1.0}{1.0}$	
			6.35	450	240~320	32~37	$\frac{0.55 \sim 1.0}{1.0}$	
			5.0	400	180~240	28~33	$\frac{0.8 \sim 1.3}{1.0}$	
	B 25	NK B 2 RL FH AB NV AWS 6020 J I S 4320	6.0	450	230~310	29~34	$\frac{0.7 \sim 1.2}{1.0}$	0.08~0.11
			6.35	450	260~340	30~35	$\frac{0.7 \sim 1.2}{1.0}$	
			3.2	350				
所	PB 7 (HB26PA)	試 作	4.0	350				0.19
			5.0	350				0.18
			4.0	350				0.07
	PB 5 (HB26PC)	試 作	5.0	350				0.07

(註) 上記の熔接棒はいずれも未だ深とけ込み熔接棒としての規格はとつていない。

と け 込 み 溶 接 棒

着 鋼 の 化 學 成 分					機 械 的 性 質				
Si	Mn	P	S	Cu	Y. P. kg/mm ²	T. S. kg/mm ²	伸 %	衝 撃 値	註
0.11	0.34	0.026	0.022	0.14	38~47	45~49	25~30		J I S
0.15	0.36	0.021	0.021	0.14	39~44	47~50	25~32		
0.17	0.39	0.019	0.023	0.14	38~40	45~47	25~31		
0.19	0.51	0.025	0.026		36.7	52.6	24		J I S not quench
0.20	0.55	0.025	0.025		35.9	51.3	23		
					38~42	45~50	26~30	CH 12~16	
0.089	0.40	0.024	0.010	0.13	37~42	44~50	26~34	CH 12~16	
0.08~0.10	0.3~0.5	0.023~0.03	0.010~0.02	0.10~0.20	38~40	47~50	24~23	CH12~14	
					34.4~35.4 36.0~37.6	46.25 48.5~48.7	33.9 30.9~32.6	CH 14.8~19.4 15.4~16.4	NK 承認 の時の結果 による
					36.04~ 36.24	44.66~ 45.74	27.6~ 27.23	11.5~13.15	同 上
0.10~0.14	0.30~0.40	0.020max	0.025max		37~41	44~47	25~33	13~19	
0.08~0.12	0.30~0.40	0.030max	0.020max		38~44	45~51	25~32	12~12	
0.20	0.55	0.022	0.010	0.09	46.5~46.9	52.3~53.5	16.7~17.5		
0.14	0.54	0.023	0.013	0.11	42.0~42.7	51.5~52.3	16.9~19.3		
0.21	0.70	0.021	0.013	0.12	42.9~43.3	51.5~54.7	19.8		
0.15	0.46	0.011	0.012	0.11	39.3~42.7	45.5~47.7	27.3~28.1		
0.18	0.49	0.017	0.011	0.10	39.3~40.4	45.4~45.7	21.1~26.6		

第2表 外國深とけ込み熔接

會社名	製品名	心線徑	被覆外徑	棒長	適正電流	Y. P.	T. S	伸	Impact
Lincoln (英)	FW 5	1/8" 5/32" 3/16"	13.64'	14"	75~150A 90~200 140~350		T/D" 29~30	20~26	Izot 30~70
Lincoln (米)	FW 9	3/16" 1/4" 5/16"			175~250 275~375 375~500	53000~ 55000 psi	64000~ 69000	25~30	Izot 30~60
	FW11	3/16" 1/4" 5/16"	11/32"	18'	150~260 250~400 325~525	55000~ 63000	68000~ 73000	25~30	Izot 30~60
ESAB (スウェーデン)	OKRAPID II (Péne trode)	3.25 4.0 5.0 6.0	8.2	350	110~130 180~250 240~350 350~470	kg/mm ² 37~41	48~52	28~33	Charpy 7~9
Arcos (ベルギー)	Penetrend	3.25 4.0	7.3	350	130~180 180~240	41~45	52~56	14~20	7~9
PHOENIX UNION (ドイツ)	SH TIEFBRAND	3.25 4.0 5.0 6.0	8.4	450	160~180 220~240 300~320 340~380		>55	25~30	7~11
Griesheim (ドイツ)	TFZ	2.5 3.25 4.0 5.0 6.0		350 350 350 350 450	90~150 140~180 170~240 230~300 300~480		44~48	20~24	7~10
Böhler (ドイツ)	Fox TS46	3.25 4.0 5.0 6.0			140~170 140~230 250~290 300~330		T/□" 29~32	29~32	Izot 50~60
Griesheim (ドイツ)	TFE	3.25 4.0 5.0 6.0		450 450 450 450	160~180 200~240 240~300 300~380		kg/mm ² 46~52	20~27	8~11

分類を試みた。

A) Deep Penetration Electrode

かなりの厚板まで Square. Butt 熔接が可能で
Positioned Fillet 熔接において深いとけ込みの
熔接が出来るもの。

B) Deep Fillet Electrode

とけ込みは A 型ほど大ではないが水平隅肉熔接

の可能なもの

C) One Pass Fillet Electrode

1層熔接で相當な脚長まで盛れるもの

これらの熔接棒の使用に關しては C. B. A. の順に作
業能率が向上することになるが、反面それだけ龜裂性、
作業性等の點で熔接棒に對する負擔が増し、母材の影響
も受け易くなり、かつまた電流制御その他管理の面でも

問題が生ずるので實用に當つては種々の制約をうける。

本溶接法の造船関係への應用については下記の如くである。例えば A B 船級協會 1948 年の規則に深とけ込み溶接に関する規定が記載されていたが、1949 年からは削除されている。Lloyd 船級協會では規則に明文化はされていないが、最近この種溶接棒を認定することとなつたようである。

わが國においては N. B. C. 吳造船所で既にこれを使用しており、A B 船級協會でもこれを認可しているが、他の造船所では未だ使用を許可されるに至っていない。

なお諸外國における造船関係以外の使用状況はよく判らないが、歐洲方面では A 型が既に一部實用に供せられているようである。

3. 深とけ込み溶接棒の現状

各國の軟鋼用溶接棒規格は大體溶接棒規格の分類とその記號表示法、實驗方法を規定しているが、その中で深とけ込み溶接棒の取扱い方については次の通りである。

日本：1953 年に初めて J I S (G 3524) に採用され、とけ込み試験および Square Butt 試験片による曲げ試験を要求しているが特別の記號表示は定めていない。

米國：A. W. S. においては別に規定がない。

英國：B. S. 規格では 1951 年版では單なるとけ込み試験だけで、分類記號のあとに P をつけることになつてはいるが、1952 年版では複雑な引張りおよび曲げ試験を追加している。

獨逸：D I N としては特別な試験方法は未だ決つていないが、深とけ込み型の溶接棒には分類記號の前に T なる記號をうけることになつてはいる。

一般に分類記號は各國ともまちまちであるが、1949 ~ 1952 年に國際溶接會議 (I. I. W.) が國際標準化機構 (I S O) の依頼により國際的な分類記號の原案を作成し、1. 53 年パリで開かれた ISO/TC 4 の總會でこの原案を承認しているので、例えば獨逸では D I N 1914 でこの線に沿つて従來の分類法を改訂している。従つて I. I. W. 加入の諸國から次第にこの國際分類記號の方向に統一されてくるものと思われるので、早晩深とけ込み型溶接棒の規格もその方向に進むことであろう。

次に現在市販されている深とけ込み溶接棒は 1 54 年 8 月までの調査では第 1 ~ 2 表に示す通りである。第 1 表は國産 第 2 表は外國製品を示している。これらの溶接棒を前に述べた分類に當てはめると、明確な區分の難しいものも多いが、A 型の溶接棒としては Penetre nd, DP 29, PB 5 等が擧げられ、FW 11, I D Y - 180,

S B - 25 等の系統の溶接棒は B 型にやや C 型を併用したものであるといふことができる。なお純粹の C 型溶接棒は第 1 ~ 2 表には記載されていないが、主として米國で盛んに研究され次のような溶接棒が市販されている。

Lincoln 社：Jetweld, ESAB 社：Femax

Airco 社：Easyarc 12, Harnischfeger 社：D H S

これら一連の溶接棒は E 6012 型 (チタニヤ系) で被覆劑中に多量の鐵粉を含有している。

4 深とけ込み溶接法の諸性質

i) 熔融速度および溶着効率

深とけ込み溶接棒では被覆劑等に工夫をこらし溶接電流を普通の溶接棒より 50 ~ 80% 高めているから、これだけでも溶接棒の熔融速度は大きくなつてはいるわけであるが、更に被覆劑中の SiO_2 等の含有量を多くして同一電流値でも熔融速度が増すようにつとめている。溶着効率については特に C 型がこれを主眼としているため著しく大きい。B 型でもこの効果を利用するため多少大きくなつてはいる。このため C 型では被覆劑中に多量の鐵粉を含有させ、次のような特徴をもたせている。

i) 使用電流値が高い

ii) 被覆劑中の鐵粉は全溶着量の近くまで溶着金屬の中に入る。

iii) スパッター・ロスが少い。

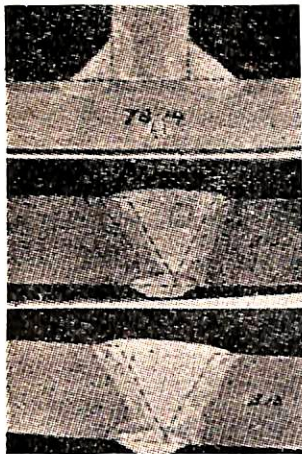
従つて溶着速度は普通の溶接棒の 50% 以上も大きい。元來チタニヤ型であるためとけ込みは餘り大きくない。

ii) とけ込み

とけ込みの深さは B, C 型では左程著しくはないが A 型の場合は第 1 圖に示す如く普通の溶接棒より遙かに大きく相當の厚板まで開先をとらない Square Butt 溶接が可能であり、隅肉接手についてはとけ込みの増加を利用して脚長をかなり減らすことができる。とけ込みは溶接電流、溶接速度によつて異なり、1 例を擧げれば第 2 圖に示すような關係を示している。圖中 Pn はとけ込みを示す。各溶接棒の比較を行うため、これらの圖からあるとけ込みを與える曲線を集めて第 3, 4 圖に示した。第 3 圖は突合せ、第 4 圖は隅肉溶接の場合を示す。

この圖では下方にある曲線の方が少い電流値で所定のとけ込みが得られることを表わしており、従つて A 型のものは全て下方に位置している。

深とけ込み溶接棒ではとけ込みと溶接條件との關係が普通の溶接棒の場合とかなり異つてはいる。すなわち電流を増せばとけ込みは増加するが溶接速度によつては單調

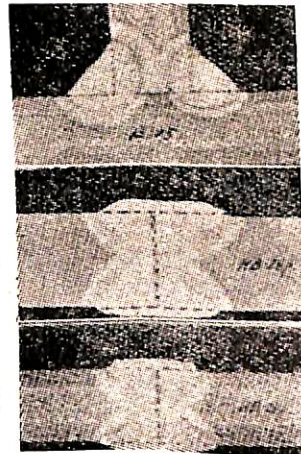


A 従来の溶接法

鋼板: 12mm
棒種: D4300
棒径: 6mm
電流: 300A

鋼板: 12mm
接手: V型 60°
棒種: D4301
1層目, 4φ棒: 160A
2~5層, 5φ棒: 230A

鋼板: 16mm
接手: V型 60°
棒種: D4301
1層目, 5φ棒: 230A
2~6層, 6φ棒: 270A



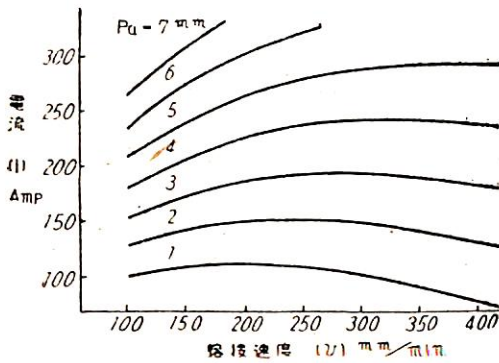
B 深とけ込み溶接法

鋼板: 12mm
棒種: D4320
棒径: 6.4mm
電流: 321A

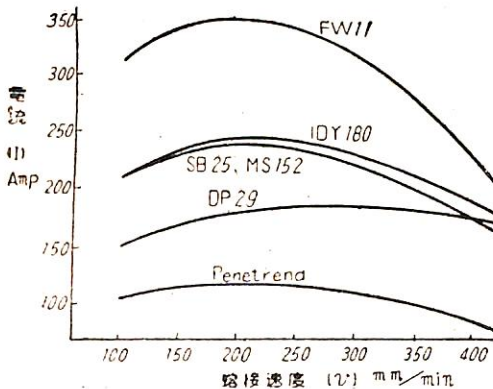
鋼板: 12mm
接手: 1型
棒種: S₀-85
(DIN-1913)
2層, 5φ棒: 320A

鋼板: 16mm
接手: 1型
棒種: S₀-85
2層, 6φ棒: 430A

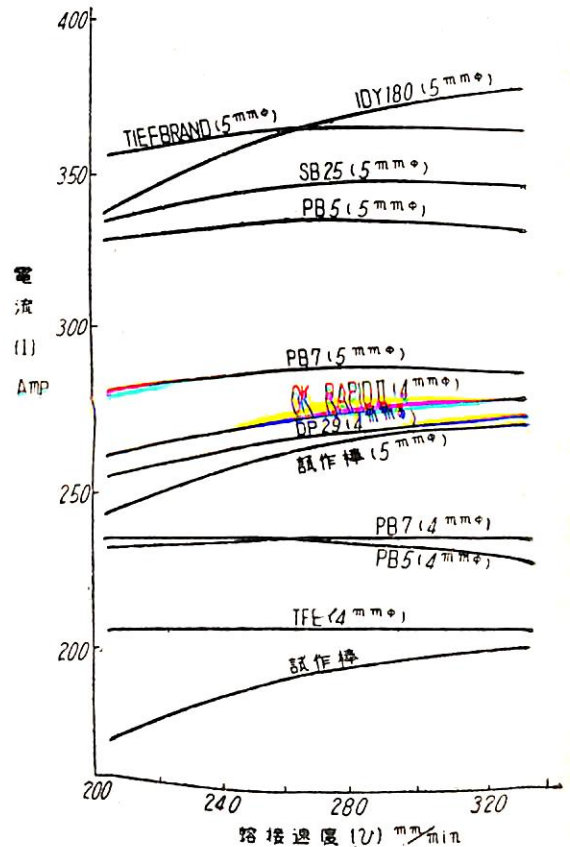
第1圖 深とけ込み溶接法と従来の方法との比較



第2圖 溶接電流と溶接速度との関係 (Penetrend, 4mmφを用いた隅肉溶接の例)



第3圖 隅肉溶接においてとけ込み1mmを與える溶接電流と溶接速度との関係



第4圖 突合せ溶接においてとけ込み6mmを與える溶接電流と溶接速度との関係

に減少せず、これがある値以上になるとむしろ増加することすらある。この原因については餘りよく判っていないが溶接速度を早めるとスラグのとけ込みを妨げる作用

が少くなることもその一因といわれている。また棒径もとけ込みに影響をおよぼし、細径棒の方がとけ込みが大きい。以上のような理由からA型の溶接棒では比較的細径棒を用い、高電流、高速度で溶接するようになっているが、これに反しB型およびC型のもではとけ込みの増大ということよりはむしろ熔融速度あるいは溶着速度に電点をあいている関係上A型に比し太径棒を用い、

高電流、高速度で溶接を行っている。

iii) 作業性

作業性は前にも述べたように C.B.A. 型の順に劣っているようである。従つてA型のもでは下向きの突合せ溶接および Positioned Fillet 溶接は可能であるが、水平隅肉溶接には現状では適するものがなくまた龜裂の発生頻度も他の系統のものよりは著しいとされている。B.C. 型のもは概して作業性が優れており普通の溶接棒に比し特に劣るようなことはなく龜裂性についても殆んど問題がないといわれている。

作業性に關連して溶接機および作業管理上に多少問題が存在する。すなわちとけ込みを利用して脚長を減ずる場合は所定のとけ込み量を確保するべく電流および溶接速度を正確に管理する必要がある。また一般にA型に属するものはアーク電圧が高いため、溶接機の無負荷電圧を80Volt以上に保つ必要がある。

iv) 強度

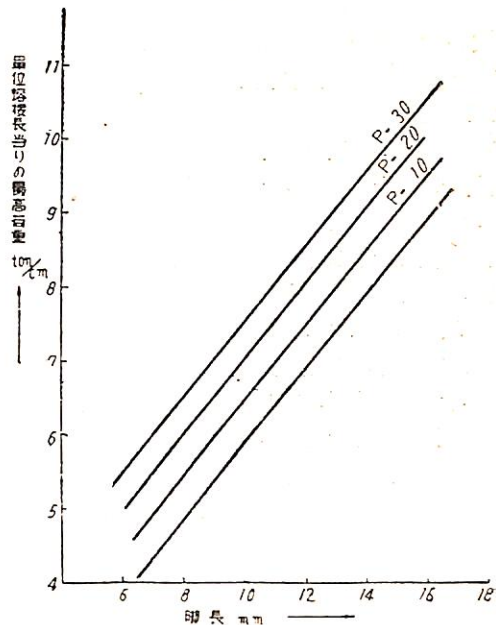
とけ込みが静的引張り強度におよぼす影響に關しては種々実験が行われているが、第5圖に示す如くとけ込みの量だけ脚長を減じて差支えないことが判明している。

曲げ延性についても普通の隅肉溶接と比較して差は認められず、また構造物における曲げ剛性の點についても深とけ込み溶接の場合見掛けの脚長を有効脚長とせずにとけ込みを考慮に入れた脚長をとつて差支えないようである。

脆性破壊に關しても検討が行われているが、龜裂やスラグ捲込み等の缺陷を有しない限りは特に問題はないといわれている。

v) 變形および溶接性

變形については餘り深い検討が行われていないが、Square Butt 溶接を採用する場合および隅肉接手においてとけ込みの大きいことを利用して脚長を減ずる場合は溶着量そのものが少くなるため變形が減少することは明らかであり、従つてA型が使用できる場合はこの點でも有利となつてくる。溶着量を減じない場合その効果は少いが溶着層数が減るので變形もある程度減少する。従つて B.C. 型の溶接の場合でも普通の溶接棒と比較す



第5圖 脚長と最高引張荷重との關係圖

れば變形はある程度減ると考えてよいと思われる。

龜裂性について行われた実験の結果では B.C. 型は通常使用されているイルミナイト系の溶接棒と大體同程度であるが、A 型は一般に B.C. 型より龜裂の発生が著しいといわれている。また母材成分の影響については餘り詳しく調べられていないが、一般にとけ込みの大きいものは母材の影響を受け易く、母材の炭素含有量が大きいほど龜裂を生じ易くなり、また硫黄が多いときはサルファー・クラック發生の危険もあるから、特に A 型のもを採用する際はこの點にも注意する必要がある。

5. 深とけ込み溶接の經濟性

深とけ込み溶接によつて得られる經濟的な利益としては次の諸點が擧げられる。

i) 作業準備の簡易化

突合せ溶接を行う場合、かなりの板厚まで Square Butt 溶接が可能で開先工作および取付作業においてかなり工敷を低下することができる。

ii) 溶着速度の向上

高電流の採用による熔融速度、溶着効率の増加等により溶着速度が速くなる。更に相當に厚い板まで Square Butt 溶接を行い、またとけ込みの深いことを利用して脚長を減ずるときはその効果は一層大きくなる。

iii) 歪の軽減

溶着量、溶着層数が減らせるため歪も比較的少くまた溶接後の歪匡正の工敷も減らすことができる。

iv) 溶接操作の簡易化

多くの場合 Drag Technique を用いるため、溶接工の技術も左程必要とせずまた精神的肉體的疲労も少くすることができる。

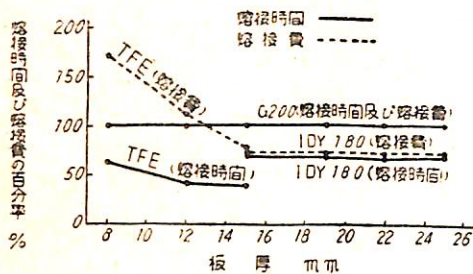
v) 溶接棒消費量の節約

溶着量を減少し得るので當然溶接棒の消費量が節減できる。

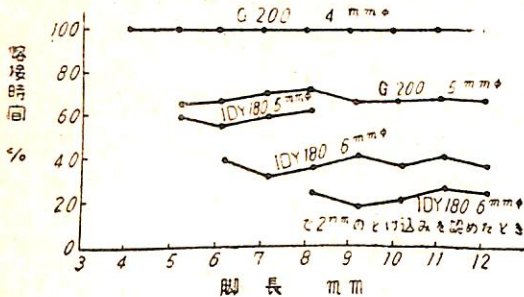
実際に深とけ込み溶接を採用した場合上記の利點が具體的に所要時間、経費等にどのように表われてくるかについて以下に述べてみる。第6~8圖は數種の溶接棒を用いてそれぞれ適切な溶接条件により1mの溶接を行うに要する所要時間、および経費の比較を示すものである。第6圖は突合せ溶接における所要時間および経費、第7圖、第8圖は隅肉溶接における所要時間および経費を示すもので、いずれも普通のイルミナイト系の溶接棒を100として比較を行っている。これらの圖によると深とけ込み溶接の場合は所要時間および経費いずれもほぼ30~50%減となつており、更に隅肉溶接で2mmのとけ込みを認めた場合は70%も減つてくることになる。

なお第6圖で深とけ込み溶接棒の方が溶接費が上廻つていものがあるが、これは外國製品を用いたため溶接棒の單價が上つているからであり、このような意味からも國産の優秀なものを採用することが望ましい。

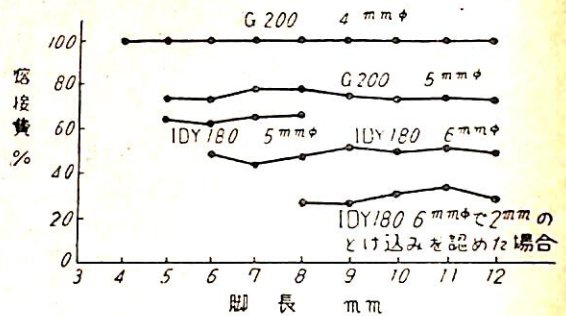
以上に示した例は基本的な接手における經濟性の比較



第6圖 突合せ溶接において G 200 を 100 とした場合溶接費及び時間の比較



第7圖 隅肉溶接において G200 4mmφ を 100 とした場合の溶接時間の比較



第8圖 隅肉溶接において G2004mmφ を 100 とした場合の溶接費の比較

であるが、第3~4圖は實際の船體建造に採用した場合の實例を示すものである。但しわが國においては純粋の深とけ込み溶接は認められていないので實例はすべて下向き1層隅肉溶接としてのものである。節約量は工數で約40%、溶接棒使用量で約25%となつており、前に述べた基本接手の例とほぼ同じ値を示している。

第3表 A 造船所における實例

被溶接物	溶接棒銘柄および径	層数	工數	節約量 (%)
主隔壁	T 101 (5m/mφ)	2または3 1	1,240	25.0
	MS 152 (6m/mφ)		930	
縦隔壁	T 101 (5m/mφ)	2または3 1	600	36.7
	MS 152 (6m/mφ)		380	

第4表 B 造船所における實例

溶接棒銘柄および径	地上組立隅肉下向溶接長(m) (A)	所要時間 (時間) (B)	(B)/(A)	節約量
B-17 4m/m S5m/mφ	43,215	32,000	0.74	
B-25 6.35m/mφ	46,020	17,500	0.38	0.486

第5表 全溶接長に占める下向隅肉溶接の量

船の例	全溶接長 m	下向隅肉溶接長 m	下向隅肉溶接の比率%	備考
8,000 T 型貨物船	78,700	35,351.9	45.0	A 造船所の資料, 總トン數 7,900 トン, 主要寸法 134 × 18.5 × 11.5 m 起工 26 12
10,000 T 型貨物船	97,860	46,950	48	F 造船所の資料
20,000 T 型油槽船	137,730	75,300	54.8	

實際の船體建造においては下向き突合せ接手は大部分自動溶接が利用せられ、一方現状では深とけ込み溶接は上向きあるいは立向きに利用することはまず困難であ

(503 頁へつづく)

厚鋼板の自動熔接について

吉田 俊夫

川崎重工工業株式会社

松 永和介

川崎重工工業株式会社

I 前 言

最近熔接構造物の大型化とともにその使用鋼材の板厚が非常に増大して来ている。これは造船方面における3萬トン、4萬トン級のスーパータンカーを始めとして、発電所の大型水壓鐵管または長大スパンの熔接橋梁等各方面においてみられる傾向である。

一方溶弧自動熔接法（以下單に自動熔接法と記す）は第2次大戰下の米國において目ざましい發達をとげて以來、我が國においても各種構造物の組立に用いられて來たが、就中その大電流高速度による單層熔接法は工費の節減ひいては製品コストの引下げ上缺くべからざるものとされ、しかもこの經濟性の利點は鋼材の板厚の増加に伴い、加速度的に計上されうるものであるから、今や上記諸構造物の熔接施工には不可缺のものとして、“厚鋼板の自動熔接”は正に斯界のハイライトとされるに至つてゐる。

しかし一方これらに關しては内外とも前例が少いだけに未開拓の分野が多く残されており、この段階に一步ふ

み入れれば、そこにわれわれは各種の難問題に直面せざるをえない。そこでこれらの問題がどのようなものであるかを説明するとともに併せて組立技術者の立場からどのように對處すべきかを論じてみたいと思う。

今便宜上問題を次の二つの面に大別してみよう。すなわちその一つは出來上る熔接々々性能の優劣であり、他の一つは各施工法による工數工費の多寡である。一般の熔接施工を論ずる際これらの二つの因子は必ずしも一致した結果をもたらさず、また場合によつてはこの中一方のみが問題となることも多い。

厚鋼板の自動熔接を論ずる場合、これらの二つの因子がそれぞれ別個に非常に大きな問題を包含しており、特に厚鋼板では熔接施工が多岐にわたる關係上、その結果出來上る接手の性能も多様におよんでおり、またこれら之間に一致した關係がみられないということからもかなり複雑な問題が生じてくる。

II 厚鋼板の熔接性について

1 厚板の定義

厚板の定義は場合によつて異つており、何耗以上を厚板と呼ぶかの限界點は定められていないが、大型熔接構造物で特に厚板として論ずる場合は、普通1吋以上の範圍のものが考えられて然るべきである。というのはこの範圍では、第1表に示すごとく各船級協會の化學成分その他に對する要求が1吋以下のものに比し厳しくなつており、現在のところ1吋という數字は材質の一つの限界點と考えられているからである。

それでは1吋という限界では鋼材の材質その他にどの程度の變化があるであろうか。

2 板厚による材質の變化

1) 切欠靱性

ふつう鋼板の壓延仕上温度は850°C以上であるがこれが空冷される場合、板厚の大小により鋼材の材質は著しい影響をうける。すなわち板厚が小である場合にはさして問題はないが、板厚が大になると鋼板の内部では表面より冷却速度が小で、そのため温度差による應力が殘留し、この應力の時効現象による鋼材の脆化が考えられる。この傾向は板厚の増加とともに大となり、従つてこのため鋼板の切欠靱性は板厚の増大とともに、とみに低下する。今各板厚の鋼材についてV切欠シャルピー衝撃試験の15ft-lb遷移温度 Tr_{15} を測定した結果を示す



第1圖 板厚108mm(4¼in)ディーゼル電氣機關車アンダーフレームの2層盛自動熔接部肉眼組織



第2圖 板厚75mm(3in)ボイラーラムの多層盛、自動熔接部肉眼組織

第1表 熔接船體用鋼板の規格の比較表
(1) American Bureau of Shipping, 1949 改訂

Class	Thickness	C _{max}	Mn	Si	P _{max}	S _{max}	備考
A	t ≤ 1/2"	—	—	—	0.04	0.05	Fine Grain Practice
B	1/2" < t ≤ 1"	0.23	0.6~0.9	—	"	"	
C	1" < t	0.25	0.6~0.9	0.15~0.30	"	"	

いずれも 抗張力 $\sigma_B = 40.8 \sim 47.2$ (kg/mm²)

(2) Lloyd's Register of Shipping, 1951 改訂

Thickness	C	Mn	Si	P _{max}	S _{max}	備考
t ≤ 1/2"	—	—	—	0.06	0.06	(八幡製鐵所材) 英國材
1/2" < t ≤ 1"	Mn/C ≥ 2.5		—	"	"	
" < t	0.15 以下 0.10~0.14	0.6 以上 1.0~1.2	キ ル ド セミキルド	"	"	

いずれも 抗張力 $\sigma_B = 41 \sim 50$ (kg/mm²)

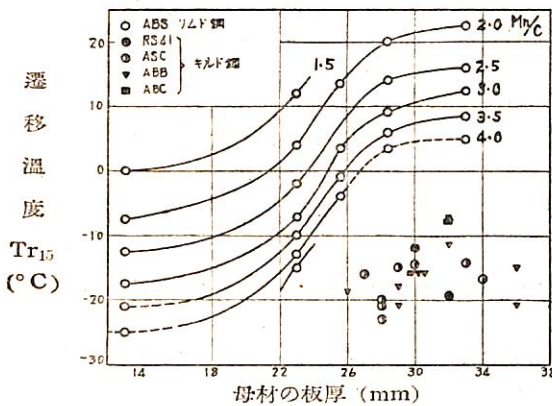
(3) 日本海事協會 1951 改訂

板厚	C	Mn	Si	P _{max}	S _{max}	備考
t ≤ 1/2"	—	—	—	0.04	0.05	(暫定内規)
1/2" < t ≤ 1"	Mn/C ≥ 2.5		—	"	"	
1" < t				"	"	

いずれも 抗張力 $\sigma_B = 41 \sim 50$ (kg/mm²)

(4) Det Norske Veritas, 1952 改訂案 (日本向)

Thickness	C _{max}	Mn	Si	P _{max}	S _{max}	備考
t ≤ 1/2"	—	—	—	0.04	0.05	P + S ≤ 0.1%
1/2" < t ≤ 1"	0.22	≥ 0.58	—	"	"	
1" < t	W _{min} = 2.5(-20°), 5.0(0°), 7.5(+20°)			"	"	



第3圖 板厚に伴う V-Charpy 遷移温度の變化

と第3圖の如くなる。²⁾

これによるとリムド鋼では板厚 22~28 耗の範囲で Tr_{15} は急激に増加しており、また現在 Tr_{15} は鋼材の切欠靱性を判定する主たる規準の一つに考えられていることから、大體板厚 1 吋で材質の限界點が存するとみてよいと思われる。また圖中 1 吋以上はほぼ 1 1/2 吋 (38mm) までの板厚を持つ現用キルド鋼板は船體材でも罐用板でも切欠靱性からみた材質の點では板厚 1/2 吋のリムド鋼板 (Mn/C ≥ 2.5) の材質と同等もしくはそれ以上となっており、これは米國における熔接船の構造破損の綜合調査の結果³⁾ $Tr_{15} \leq 2^\circ C$ なら龜裂停止の能力があるとされているのからみて充分なる靱性といえよう。一方リムド鋼ではたとえ Mn/C = 4 にしてもキルド鋼には遙かにおよばないことがわかる。

2) 機械的諸性質

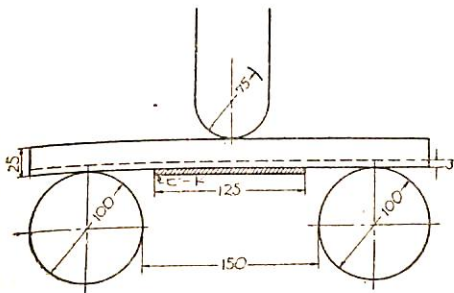
前述のごとく板厚の増加に伴い鋼材の靱性は低下するが、これとともに機械的性質も低下する。日本材料試験協会に寄せられた報告によると、高張力鋼の板厚と機械的性質の関係として板厚が2mmから25mmまで増大すれば、同一カーブから遷延した板でも抗張力において約 4kg/mm^2 (8%)降伏点において約 10kg/mm^2 (25%)の減少がみられるとあり更に板厚が増大すれば化学成分、熱処理その他なんらかの適当な方法を講じなければ良好なる機械的性質の維持は難しいと考えられる。

3) 造船用キルド鋼板の溶接性について

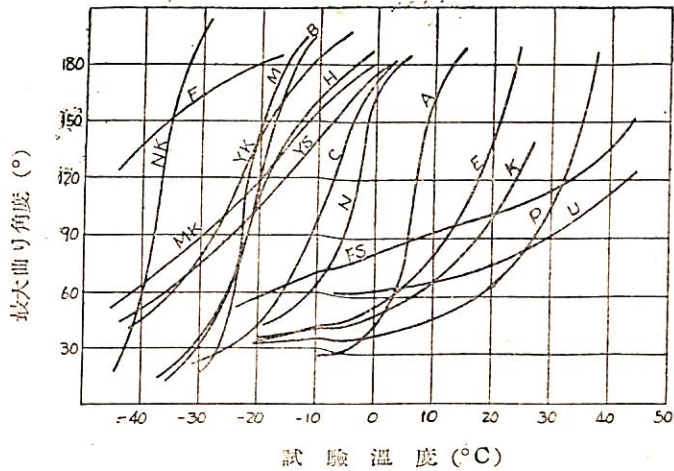
溶接部の使用性能をしらべる方法としては小さい試験片から構造物試験に至るまで数多くの方法があるが、最も代表的なものはオーストリア縦ビード曲げ試験である。この方法は戦前コンマレル試験として欧州で高張力鋼の溶接性試験として用いられたもので、リーハイ、キンゼル、ニックベンド型試験の如く切欠がついていないので、溶接部の延伸性と同時に溶接の際におこる熔着金属および熱影響部の缺陷を比較的とり出しやすい点では、最も合理的な方法でかつ厚板の試験に適していると考えられる。

この試験方法は第4圖に示す如き試験片および曲げ試験用治具を用いるが、試験片は大體板厚のまま中央に半圓形の溝をきり、これに直線ビードをおいたものを、ビードが下になるように2個のローラーの上に置き、各温度において曲げ試験を行うもので、この時の破断までの最大曲り角度または龜裂の發生、およびそれが母材に傳播する際の曲り角度等を基準として各鋼材の溶接性を比較するものである。

木原博士等は第2表に示すような現用の造船用キルド鋼およびセミキルド鋼16種について主としてこのオーストリア縦ビード曲げ試験を用いてその溶接性を比



第4圖 オーストリア試験治具



第5圖 各鋼材のオーストリア試験による遷移温度曲線

較している。この際判定基準(criterion)としては最大曲り角度が 90° に達する時の温度を求めて、これをオーストリア遷移温度 Tr_{90} とし、第5圖に示すような結果を得ている。

これによると Tr_{90} の高く表われたP.U.K.E鋼材は、同時にフェライト粒度数が小さく、溶接熱影響部の最高硬度および15ft-lb遷移温度がいずれも高く表われており、この試験が厚板の溶接性判定の試験方法として適切なものであることを示している。

III 厚鋼板の自動溶接施工上の諸問題

1 心線フラックスの組合せについて

AB船級協會では板厚1"以上の船體用キルド鋼に對してはリンデ社のユニオンメルト#20フラックスとN.36心線の組合せを、板厚1"以下のリムド鋼に對してはユニオンメルト#50フラックスとN.43心線の組合せの使用を要求している。これは第6,7圖りに示す如きリムド鋼におけるサルファー・クラック發生の危険性を考慮したもので、#50フラックスはMnO含有量が多く鹽基性で脱硫作用は大であるが作業性はよくない。

キルド鋼に對してはサルファー・クラックの危険性が



第6圖 サルファー・クラックの發生したリムド鋼、自動溶接接手のサルフェープリント)

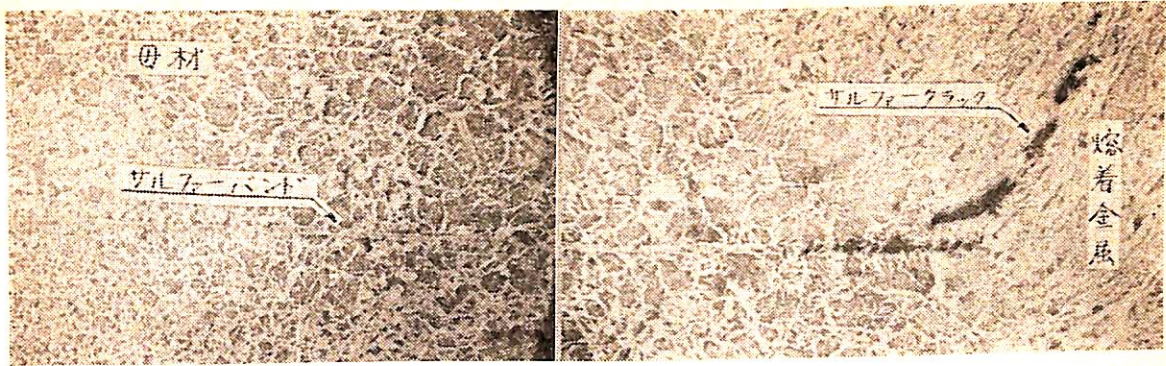
第2表 造船用キルド鋼の化学成分および熔接性試験結果

鋼記	材號	A	B	C	E	F	H	K	M	N	P	U	YK	YS	MK	FS	NK
鋼板	種厚 (mm)	キルド 27	" 27	" 29	" 36	" 25	" 30	" 27	" 28	" 32	" 27	" 30	" 25	七キルド 25	キルド 30	七キルド 25	キルド 29
化	C	0.11	0.12	0.18	0.12	0.17	0.17	0.22	0.15	0.14	0.15	0.24	0.15	0.21	0.16	0.20	0.12
學	Si	0.15	0.21	0.23	0.21	0.20	0.20	0.16	0.19	0.17	0.28	0.20	0.21	0.07	0.23	0.084	0.5
成	Mn	0.75	0.65	0.64	0.84	0.71	0.79	0.79	0.63	0.75	0.98	0.85	0.72	0.66	0.73	0.67	0.74
分	P	0.027	0.036	0.024	0.020	0.015	0.016	0.027	0.01	0.020	0.037	0.029	0.015	0.014	0.031	0.010	0.021
	S	0.018	0.027	0.019	0.020	0.033	0.023	0.008	0.021	0.017	0.028	0.022	0.020	0.023	0.020	0.034	0.025
	Cu	-	-	-	-	-	0.18	-	0.27	-	0.18	-	0.20	0.16	-	0.27	-
	Ni	-	-	-	-	-	0.12	-	-	-	0.12	-	0.098	0.098	-	-	-
	Cr	-	-	-	-	-	0.11	-	-	-	0.21	-	-	-	-	-	-
Mn/C		6.8	5.4	3.6	7.0	3.8	4.2	3.6	4.2	5.4	6.5	3.5	4.8	3.1	4.6	3.4	6.2
$C + \frac{1}{4}(Si + Mn)$		0.335	0.335	0.397	0.380	0.380	0.397	0.480	0.355	0.370	0.465	0.500	0.394	0.394	0.400	0.389	0.369
$Tr_{15} (°C)$		-21	-18	4	0	-53	-16	-17	-35	-35	7	-9	-10	-12	-45	0	-17
Wo (kg-m/cm ²)		4.5	6.0	2.0	2.5	10.2	5.4	4.0	4.5	9.0	1.8	3.8	3.1	3.2	7.4	2.5	5.6
H _{max} (K.H.N)		347	318	295	345	316	355	403	317	380	335	470	258	273	310	324	280
フライト數		34	45	213	12	262	42	22	44	48	11	50	24	28	102	52	31
粒接の適		○	○	×	×	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	×	○

註 1) Tr₁₅: 吸收エネルギー 15ft-lb 遷移温度

2) Wo: 0°C における V 切欠シャルピー衝撃値

3) H_{max}: 熔接熱影響部の最高硬度 (ヌープ硬度 荷重 0.5kg)



第7圖 サルファーフラックスの顕微鏡組織 (×40)¹⁾

少いので作業性のよい #20 フラックスの使用を認めている。リンコルン社の #780 フラックスと L-60 心線の組合せは作業性、脱硫作用がいずれも良好であるので板厚に対する制限を行っていないようである。一方融用鋼板に對しては多層盛り溶接が一般に行われているのでユニオンメルト #80 フラックスと No. 36 心線の組合せ、あるいはリンコルンウエルド #840 フラックスと L-60 心線の組合せなどが使用されている。以下第3表、第4表に心線フラックスの化学成分、第5表にこれら熔着金属の典型的な化学的成分および機械的性質を示す。

なお低合金高張力鋼に對してはユニオンメルト #80 フラックスと No. 36 心線あるいは No. 40A 心線の組合せ、リンコルンウエルド #840 フラックスと L-70 心線の組合せなどが使用されている。なおフラックスの粒度は使用電流により第6表の如く規定せられ大電流を使用する程、粒の細いものを使用しなくてはならない。

2 龜裂性について

厚鋼板の自動溶接においては熔着金属の龜裂性が特に重要な問題である。一般に自動溶接の龜裂性に影響をおよぼす因子としては

第3表 心線の化学成分 (%)

Rod	C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	O
Oxweld No. 36	0.14	2.05	0.08	0.018	0.018	0.14	0.05	0.05	0.018
Oxweld No. 43	0.06	0.25	0.01	0.009	0.013	0.07	—	—	—
Lincoln L-60	0.13	0.54	0.01	0.006	0.023	0.06	0.02	0.04	0.017

第4表 フラックスの化学成分 (%)

Maker	Mark	Si %	MnO	MnO ₂	FeO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	BaO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	F	P	S
Linde (米)	Grade 20	54.52	0.30	—	1.03	31.82	9.24	3.81	—	0.20	0.40	0.24	0.70	0.011	0.042
	“ 50	40.20	40.69	—	2.93	6.21	0.90	3.42	2.36	—	—	0.43	2.38	0.061	0.028
	“ 70	45.76	9.21	—	1.21	28.16	6.39	7.01	—	—	0.18	0.19	—	0.027	0.046
	“ 80	37.95	7.20	—	1.60	25.30	12.10	10.55	—	0.60	2.21	0.35	1.70	0.022	0.025
	“ 85	37.72	9.98	2.22	1.62	21.24	0.53	6.78	0.22	15.93	Tr.	Tr.	F ₂ 2.93	—	—
“ 90	36.90	28.46	—	4.06	9.17	0.09	19.78	0.10	1.14	0.22	0.45	—	0.063	0.022	
Lincoln (米)	No. 780	43.56	22.32	21.41	5.87	3.24	0.10	3.74	0.96	—	1.04	0.40	0.90	0.102	0.125
	“ 760	40.54	34.70	10.86	5.38	4.36	2.16	0.74	0.05	Tr.	2.00	Tr.	F ₂ 1.43	—	—
	“ 800	34.18	9.58	4.35	0.98	4.56	19.20	22.02	0.06	Tr.	1.57	Tr.	F ₂ 1.34	—	—
Ellira (獨)	Rot II	39.0	0.22	—	2.02	32.67	9.95	13.30	—	—	0.46	0.09	1.50	0.095	0.028
	Schwartz	52.12	10.51	27.85	7.94	2.97	Tr.	0.53	—	—	4.69	Tr.	1.40	0.119	0.144

第5表 全熔着金属の機械的性質および化学成分

Flux × Rod		C	Mn	Si	P	S	O	N	Y.P.	T.S.	E.L.	R.A.	Hv
		%	%	%	%	%	%	%	kg/mm ²	kg/mm ²	%	%	
Unionmelt	#20 × No.36	0.17	0.65	0.24	0.025	0.040	0.055	0.0054	—	50.1	22.9	33.0	165
Unionmelt	#50 × No.43	0.10	0.48	0.10	0.011	0.036	0.054	0.0070	28.4	41.9	35.4	56.6	130
Unionmelt	#80 × No.36	0.16	0.91	0.10	0.026	0.038	0.029	0.0032	31.2	50.9	29.2	46.5	159
Lincolnweld	#780 × L-60	0.12	0.91	0.34	0.033	0.039	0.070	0.0057	29.6	48.0	31.7	57.7	151

熔接条件 800A × 30V × 8' × 1/4'φ

第6表 フラックスの粒度と熔接電流の関係

Standard sizes and working range of "Unionmelts"

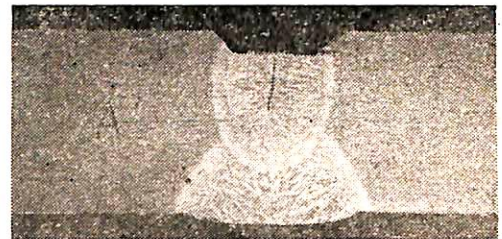
Current Range Amperes	Grade 20	Grade 50	Grade 70	Grade 80	Grade 90
Up to 600	8 × 200, 12 × 200	8 × 48	12 × 200	12 × 65	12 × 150
600 to 800	12 × 200, 8 × 200	8 × 48	12 × 200	12 × 65,	12 × 150
800 to 1100	12 × 200, 20 × 200 20 × D	See descriptions	12 × 200	20 × D 20 × 200	12 × 200 12 × 200
1100 to 1750	20 × 200, 20 × D	not recommended	20 × 200	20 × D 20 × D	20 × D 20 × D
Over 1750	20 × D	not recommended	20 × D	20 × D	not recommended

Note: Except for heavy fillet welding the first-mentioned size (Where two or more are listed) is preferred. The preferred size for heavy fillets and plug welds, even with low currents, is 20 × D. This size gives smoother welds, less undercutting, quieter action, wider surface, and reduced penetration.

- (イ) 心線フラックスの組合せ
- (ロ) 熔接条件
- (ハ) 母材の化学成分
- (ニ) 接手の拘束度

などが考えられる。特に厚鋼板においては母材の拘束度が大きくなり、かつキルド鋼においては Mn, Si, Al 等によつて強制脱酸を行つているので熔着金属は水素を吸収しやすく冷却速度の速い多層盛りでの第1層目には龜裂發生の危険性が多く、心線フラックスの組合せによつて acidic な組成の接着金属が得られる場合には特に龜裂の發生に注意しなければならない。

また Single pass weld においても特に熔込みが大きくビード巾の小さい場合、すなわち W/P が小で熔接部断面が抗棒 (pier) 型をなしている時にはデントライト組織の中心部の凝固が周囲より遅くなりこの部分に擴散性水素が集合し冷却時に過飽和水素の放出による大きな應力が發生し収縮應力と相まつて第8圖⁽⁹⁾の如き割れが發生するものであり、またこの龜裂は 200°C の豫熱によつても發生するからデントライト結晶の成長方向にも關係があるものと考えられる。



第8圖 デントライト中心に入つた龜裂

リンコルン社の #780 あるいはユリラ社の Schwartz の如き塊製型フラックスは熔接時の發熱反應により W/P が大となるので、かかる現象に対しては有利である。自動熔接の龜裂性の判定に關しては未だその試験方法が確立されていないが厚鋼板の自動熔接においては極めて重要な問題であり今後一層の検討が必要である。

3 熔接条件の影響について

1) 熔着金属の強度および化学成分

一般に自動熔接における熔着金属の機械的性質および化学成分は使用するフラックス・心線の種類および母材の化学成分によつて著しく影響される。厚板の自動熔接

においては更に種々の肉盛方法が採用せられ、これによつても熔着金属の諸性質は変化を受けるものである。

すなわちわれわれは厚板の自動溶接において造船で採用されている顕著なデントライト組織を示す2層盛り溶接にするか、あるいはボイラーなどの壓力容器に採用されている多層盛り溶接にするかという問題に當面するのであるが、以下川崎重工業において行つた板厚 42mm の庸用キルド鋼板に對する 熔接施工法比較実験¹⁰⁾ について簡単に記述する。

供試鋼材の化學成分および機械的性質は第7表に示す通りである。

第7表 供試鋼材の化學成分と機械的性質

供試鋼材 KSB-41R (キルド鋼)
板厚 42mm

化學成分 (Ladle) %

C	Si	Mn	P	S
0.16	0.15	0.74	0.012	0.017

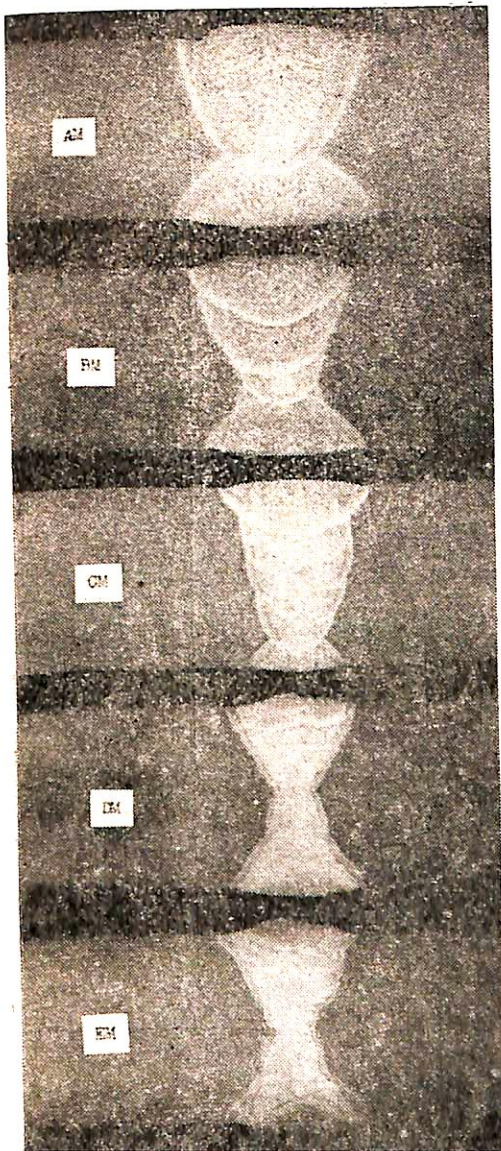
機械的性質

降伏點	抗張力	伸率	曲げ
28.3 kg/mm ²	46.1 kg/mm ²	31%	良好

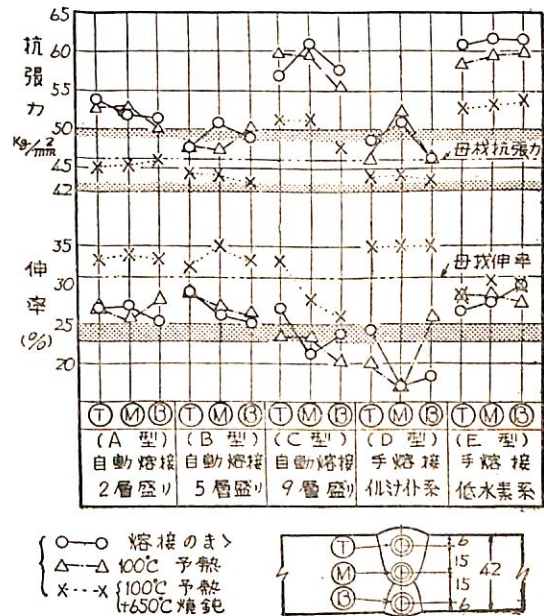
試験にはユニオンメルト #80 フラックスとオキシウエルド N. 36 心線の組合せを使用し、2層、5層、9層盛り溶接を行つた。なお比較のためにイルミナイト系 (神鋼 B-17) および低水素系 (神鋼 LB-26) 熔接棒を用いて手溶接を行い自動溶接と比較した。

各施工法について熔着金属の引張試験片を板厚方向に Top, Middle, Bottom の三箇所から採りその抗張力、伸率を比較すると第10圖の如くなる。またこれらの試験片を分析試料とした熔着金属の化學成分は第8表の如くである。

この結果から次のことが明らかである。すなわち自動溶接の多層盛り (C型) は低水素系手溶接 (E型) とともに Mn, Si の歩留りが大で、われわれが對象として考え



第9圖 各施工法による 42mm 溶接部のマクロ寫眞



第10圖 各施工法による熔着金属の引張試験結果の比較

第8表 各施工法による熔着金属の化学成分(%)

施工法		C	Mn	Si	N		H ₂ cc/gr		ΣO ₂	
					AS WELD	ANNEAL	AS WELD	ANNEAL	AS WELD	ANNEAL
(A型) 自動溶接2層盛り	㊦	0.15	1.18	0.24	0.006	0.006	0.1045	0.0069	0.0402	0.0477
	㊧	0.14	1.24	0.24	0.006	0.006	0.0475	0.0018	0.0475	0.0479
	㊨	0.14	1.07	0.28	0.007	0.006	0.0754	0.0030	0.0473	0.0462
(B型) 自動溶接5層盛り	㊦	0.08	0.68	0.28	0.006	0.005	0.0263	0.0022	0.030	0.0554
	㊧	0.11	0.66	0.23	0.007	0.006	0.0134	0.0044	0.0657	0.0645
	㊨	0.10	0.71	0.26	0.005	0.006	0.0120	0.0025	0.0652	0.0553
(C型) 自動溶接9層盛り	㊦	0.11	1.48	0.38	0.006	0.005	0.0120	0.0031	0.0607	0.0852
	㊧	0.13	1.11	0.27	0.007	0.006	0.0129	0.0085	0.0534	0.0496
	㊨	0.15	1.05	0.31	0.005	0.006	0.0091	0.0029	0.0487	0.0652
(D型) 手溶接 イルミナイト系	㊦	0.10	0.53	0.08	0.006	0.006	0.1065	0.0024	0.0827	0.0588
	㊧	0.13	0.81	0.10	0.007	0.006	0.1595	0.0020	0.0752	0.0543
	㊨	0.10	0.61	0.08	0.007	0.005	0.0034	0.0049	0.0753	0.0604
(E型) 手溶接低水素系	㊦	0.10	1.10	0.48	0.005	0.005	0.0061	0.0041	0.0255	0.0295
	㊧	0.13	0.94	0.47	0.006	0.005	0.0057	0.0023	0.0310	0.0307
	㊨	0.11	1.11	0.53	0.009	0.005	0.0038	0.0038	0.0354	0.0290
母材	㊦	0.16	0.79	0.18	0.010	—	0.0120	—	0.0095	—
	㊧	0.18	0.77	0.10	0.008	—	0.0181	—	0.0093	—
	㊨	0.16	0.75	0.10	0.008	—	0.0169	—	0.0096	—

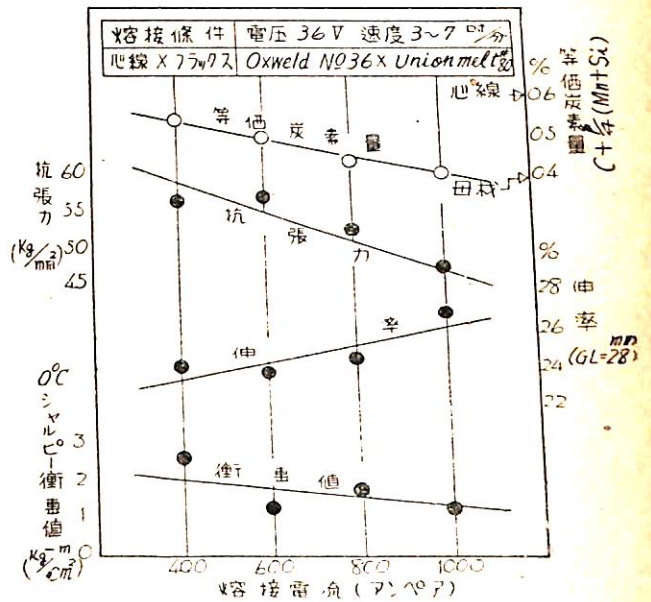
る母材 SB42B 材 (抗張力 42~50kg/mm² 伸率 1090/t 但し 23% 以上) あるいは AB 船級 C クラス材 (抗張力 42~50kg/mm² 伸率 22% 以上) に對してはやや高すぎ るようである。

#80 フラックスと N. 36 心線の組合せにおいては第 11, 12 圖に示す如く溶接電流, 電弧電圧が大きくなる程, 熔着金属の抗張力, 衝撃値は低くなつており, 溶接条件には自ら限界が生ずる譯であるが本實驗においては, 自動溶接 2 層盛り (A 型), 自動溶接 5 層盛り (B 型), 手溶接 イルミナイト系 (D 型) とともに適當な抗張力, 伸率を示している。

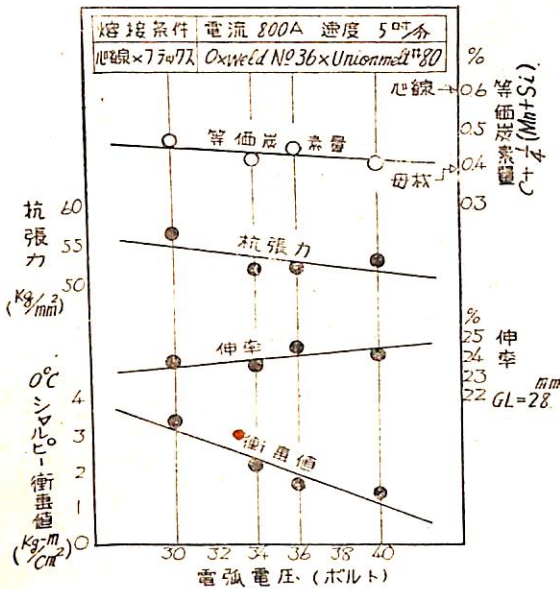
D 型の As weld における伸率が他の施工法に比して低下しているのは, 水素脆化すなわち Fish Eye の發生によるもので, このことは 650°C 焼鈍によつて伸率が著しく改善されており, また低水素系 (E 型) では 650°C 焼鈍による伸率の改善がほとんど行われていないことから水素脆化によることが明らかである。

板厚方向の伸率の變化に關しては, C 型の Backing pass side および D 型の中央部に伸率の低下がみられるが, これらはいずれも初層で熔着量が少く冷却速度が大なるためと考えられるが, この點低水素系 (E 型) は同

一條件でも優秀な値を示している。自動溶接 2 層盛り



第 11 圖 溶接電流が熔着金属の化學的および機械的諸性質に及ぼす影響について



第12圖 電弧電圧が熔着金属の化学的および機械的諸性質に及ぼす影響について

(A型)では大電流を使用するので Molton pool が大きく水素含有量が他の自動熔接施工法に比して As weld では著しく大で手熔接イルミナイト系 (D型) に近い値を示していることは注目すべきであり、サルファー・クラック発生危険性を考えて鋼材の選擇、接手やフラックスの乾燥には特に注意を要する

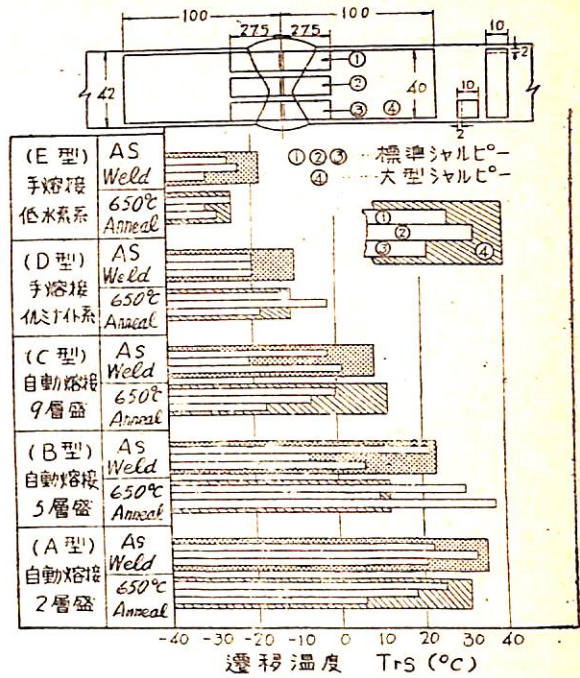
2) 熔着鋼の遷移温度

一般に熔着鋼の遷移温度は脱酸度に影響されるが、またデントライト組織と再粒化組織との分布状態によっても異り、板厚方向に對して手熔接では變化が少いが自動熔接では、やや顯著な變化がみられる。自動熔接部の表面附近は、いずれの施工法でも顯著なデントライト組織が残り、この部分の遷移温度はやや高く施工法による差異は餘りないようである。

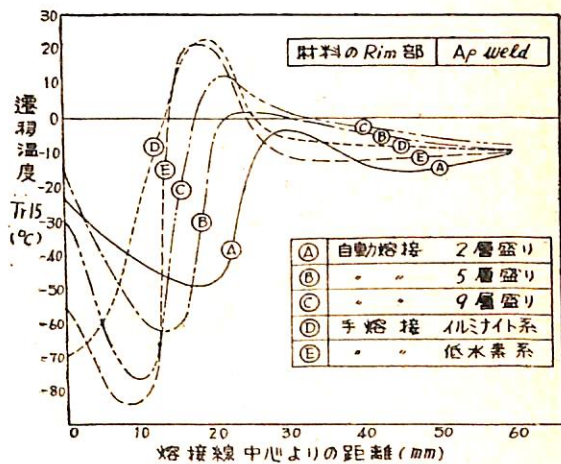
第13圖は各施工法による熔着鋼の標準シャルピーおよび全板厚の大型シャルピー衝撃試験による剪断破面率 Tr_s を示したもので一般に遷移温度は A.B.C.D.E の順に多層盛りになる程低くなつており、650°C 焼鈍によつても餘り變化はない。

3) 熔接部の脆化領域

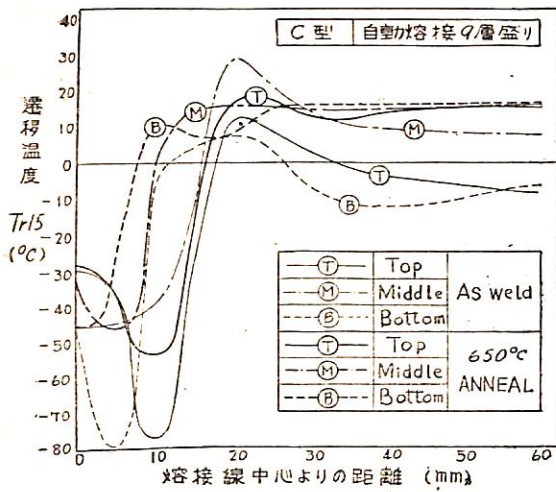
各施工法による熔接部の遷移温度 Tr_{15} の變化の一例を示すと第14圖の如くなり、母材の脆化領域は施工法によつてその位置および程度を異にし熔接層数の大なる程、脆化の程度は大きくなり、またその位置は熔接部に



第13圖 各施工法による熔着金属の遷移温度 Tr_s の比較について (但し標準シャルピーおよび大型シャルピー試験による)



第14圖 各施工法による熔接部の Tr_s の分布状態の一例



第15圖 熔接部 Tr_{15} の分布が板厚方向の位置および熱処理によつて變化する一例

近づくようである。

また熔接部遷移温度 Tr_{15} の板厚方向の變化および 650°C 焼鈍による變化の一例を示すと第15圖の如くなり、概して As weld における板厚中心部の遷移温度は

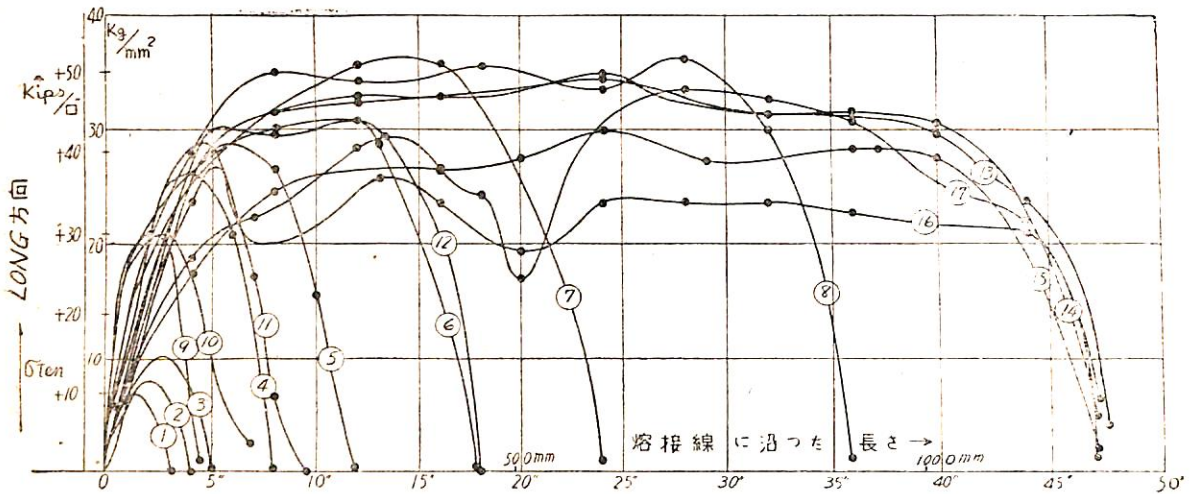
表面部に比べて約 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 高く 650°C 焼鈍を行つるとこの差はなくなつている。

本實驗では母材の遷移温度は 650°C 焼鈍によつて一樣に上昇しているが板厚中心部の脆化領域のみは焼鈍によつて回復しているようである。本實驗における 650°C 焼鈍による遷移温度上昇の原因については、母材窒素含有量の異なることおよび結晶粒の粗大化などが考えられるが、これに関しては Al などによる再粒化処理を行つている鋼材等について更に検討すべきであらう。

顕著なデントライト組織を示す A 型および B 型の熔着鋼は他の多層盛り熔接法に比べて遷移温度は高く表われているが、いずれにしても熔着鋼の遷移温度は母材部のそれより低い値を示しているので熔接々手の切欠靱性の見地からは餘り憂慮すべきものではないと考えられる。

4 熔接々手の殘留應力

厚鋼板の熔接々手においては特に3軸方向の殘留應力について検討する必要があるが、板厚方向の應力分布の測定結果については、Rosenthal¹⁾、Gunnert²⁾、の外、わが國に類いても、渡邊博士¹³⁾、川勝氏¹⁴⁾等の論文が報告されているが、これらによると熔接線方向に引張應力、横方向に壓縮應力がそれぞれほぼ降伏點に達する値で存在するといわれているが、これら板厚方向の殘留應力が構造物の強度に如何なる影響をおよぼすかというこ



1. 殘留應力は熔接線に沿つた分布を示す
2. 板厚はすべて $1\frac{1}{2}$
3. ①～⑧は自動熔接
4. ⑨～⑬は手熔接
5. ⑭は普通棒で連續法
6. ⑮はオーステナイト棒で連續法
7. ⑯は普通棒で對稱ブロック法
8. ⑰はオーステナイト棒でブロック法

第16圖 手熔接と自動熔接による殘留應力の比較

とは未だ確然としない。

自動溶接と手溶接との残留応力の大きさについての比較は、De Garmo¹⁾が板厚1"の板について第16圖の如き結果を發表している。これによると溶接線方向の應力は溶接長が約10'以上になると自動溶接と手溶接の差はほとんどなくなることを示している。

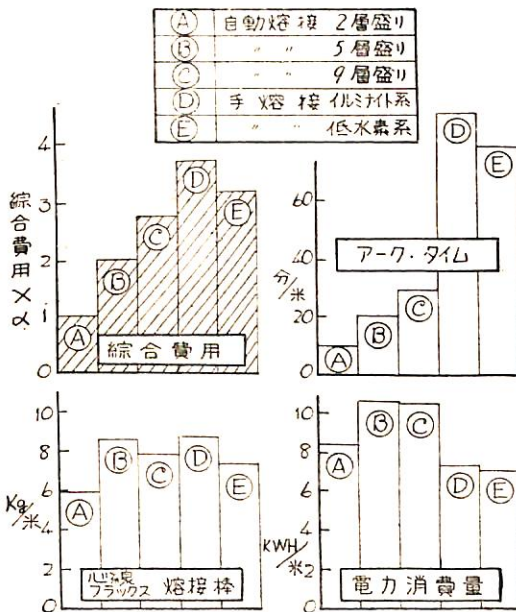
5 經濟性につて

前述の板厚 42mm の溶接施工法比較試験において、溶接中に測定せるアークタイム、および心線、フラックス、電力の消費量をもとにして各施工法の經濟性を比較すると、第17圖の如く A→B→C→E→D の順となり造船において一般に採用されている2層盛り自動溶接(A型)は他の施工法に比べてはるかに經濟的である。

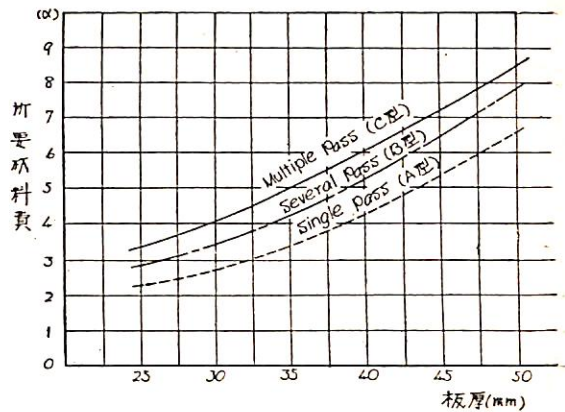
但しA型においては板厚が増大すると自動溶接機の容量あるいは作業性(例えば圓周接手溶接時におけるドラム直徑と最大電流との關係、第19圖参照)などの制限を生ずるので、かかる場合にはB型を採用すべきである。一般に各板厚における各施工法の經濟性比較は第18圖¹⁾に示す如くである。

6 作業板について

厚鋼板の自動溶接作業上の難易について、Single pass 法と Multiple pass 法とを比較するために各施工法について作業上特に注意を要する点をあげると下記のごとくである。



第17圖 各施工法溶接長 1m 當りの經費比較



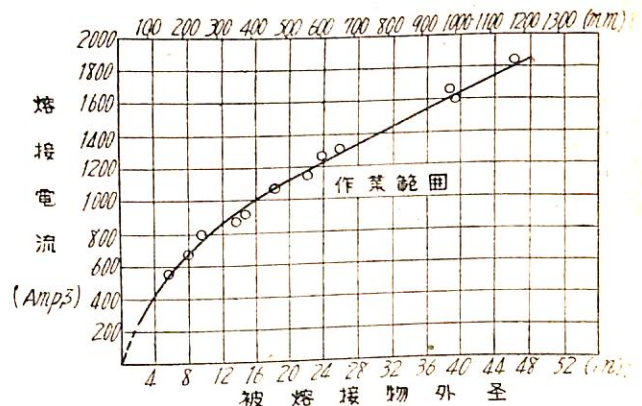
第18圖 各板厚における各種自動溶接施工法の所要材料費比較 $C \times a =$ 芯線+フラックス+電力但し $C = \text{Const}$

1) Single pass 法

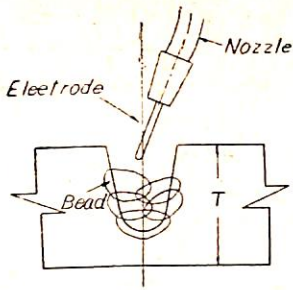
(イ) Single pass 法によれば比較的大電流を使用するのでその Molton pool は大きく溶接部が傾斜せる場合には Molton metal あるいは Molton slag の流動により溶込みあるいは接手形状に變動を起し易いため、圓周接手の場合には電極棒の偏心量の設定に關して充分なる豫備實驗を行い慎重を期さねばならない。

(ロ) 上記理由により圓周溶接を行う場合には管胴の直徑に對して例えば第19圖¹⁾の如き使用電流の制限があり、管胴の板厚が大にして小徑なる場合には Single pass としての規定の電流が使用出来ない場合も生ずるから豫め注意を要する。

(ハ) Single pass の場合には顯著なデントライト組織を示すので龜裂あるいは氣泡等の缺陷は比較的大きく表われ、Multiple pass 法の如く次層のビードによつて、これらの缺陷をカバーすることが出来ない。



第19圖 圓周溶接における許容電流



第20圖 Multiple Pass Welding における電極

2) Multiple pass 法

(イ) Multiple pass 法の開先形状は一般にU型もしくはH型を採用するため、edge preparation については高度の精度が要求せられ、Shop welding は別としても Field welding においては開先精度維持のための Load は大で必ずしも適切であるとはいえない。

(ロ) Multiple pass 法においては比較的、低電流低電圧、高速度の溶接条件を採用し第20圖に示す如き小さいビードをおくために各層における電極棒位置の調整には特に慎重なるを要し、圓周溶接においては特別な電極棒ガイド置を必要とする。

(ハ) Multiple pass 法においては各層毎に Slag を丁寧にはつきり取らねばならぬ。もしこの過程を確実に実施しなければ、これが Slag inclusion の原因となる。

(ニ) 収縮變形に關しては Multiple pass 法が Single pass 法に比して一般に大きく、これが實際施工上の大きな Trouble として表われてくることを考慮しなければならない。

以上の如く各施工法に關する作業上の難點は互に他の施工法の利點となり Single pass 法あるいは Multiple pass 法いずれを採用するかはその時その處の條件によつて適切に定められねばならぬ。しかしながら自動溶接がその經濟的に有利な點より發達の源を發している點より考えれば厚板に對する自動溶接法の研究も、當然 Multiple pass より Single pass へと進んで行くのが自然の趨勢であろう。

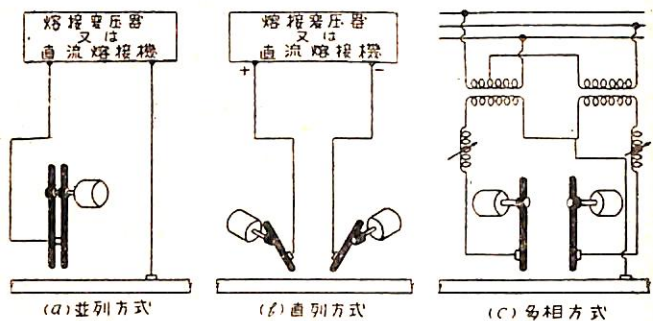
IV 多電極自動溶接について¹⁾

潛弧溶接法の、一つの特徴が大電流による高速度溶接にあることは今更らうまでもないがアーク溶接である限りそこに自ら限界のあることは當然であつてその典型的な例はある溶接速度を越えた場合のアンダーカット、ロー

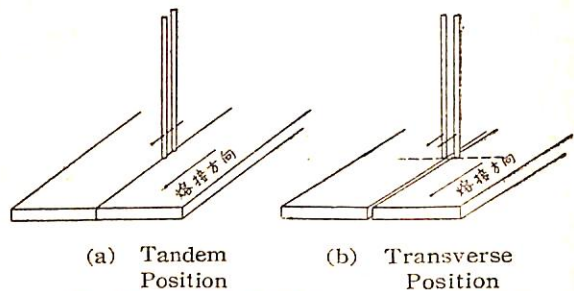
ピイ(繩狀)ビードの發生であり、あるいはまた突合せ間隙の存在が電流と溶接速度とを著しく制限する。この限界を打破すべき一策として自動溶接の多電極方式が數年前より米國およびドイツなどにおいて研究せられ、ある種のもののはわが國においても實用化されるに至つた。本溶接法は第21圖に示す如く、電流の供給方式により次の三つに分類される。

- 1) 並列方式 (Parallel power connection)
- 2) 直列方式 (Series power connection)
- 3) 多相方式 (Multiple power connection)

1) 並列方式は第21(a)圖に示す如く各電極は單一の溶接頭から共通のノズル中に供給せられ通常の單電極自動溶接と全く同一の方法で溶接を行うもので、この溶接方法を用いると電極ロッドの數の増加に従い大電流を使用出来る特徴を有している。この溶接方式において電極の位置を第22(a)圖の如く Tandem position において使用すれば Single electrode welding に比して約50%程度溶接速度を増加することが出来、更に追隨ロッドがビードを平滑にする効果を有している。また第22(b)圖に示す如く Transverse position においては、例えば接手開先の Fit-up が不良で間隙が大であつても、いわゆる Gap bridging の作用によつて完全な溶接



第21圖 多電極自動溶接の結線方式



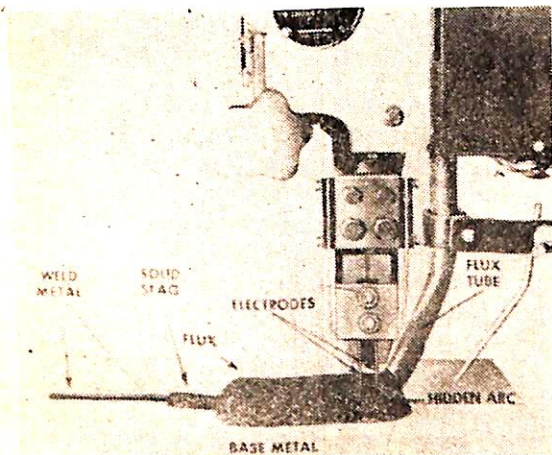
第22圖 多電極自動溶接における電極棒位置

を行いうる譯で、2 pass weld において第1層目 (Backing pass side) に Transverse position を、第2層目 (Finishing pass side) に Tandem position を採用すれば従来の Single electrode welding において開先精度不良によつて屢々熔落したり、あるいは熔落の危険をおそれて反つて熔込み不良を作つたりする心配がなくなり船體構造の自動溶接施工法として今後大いに注目すべきものであると考える。

第23圖¹⁾および第24圖²⁾にそれぞれ本溶接法の詳細および溶接部の肉眼組織を示す:

2) 直列方式は第21(b)圖の如く各ロッドはそれぞれ固有の溶接頭から送給せられ、従つて各電極ロッドの電壓制御も別個となるがこの場合、溶接電流は電極間に直列に流れ、このため母材の熔融量は極めて小となる。本溶接法は主として Transverse position において使用し肉盛り溶接に適用されるもので本題と無關係なので省略する。

3) 多相方式は各ロッドが固有の溶接頭より送給せら



第23圖 多電極並列溶接方式 リンコロン社ツインアークノズル詳細



第24圖 造船用キルド鋼 (板厚 32mm) の多電極自動溶接々手 (並列方式) 肉眼組織
上層は Tandem Position
下層は Transverse Position

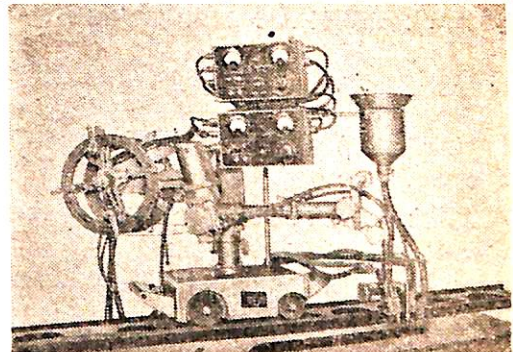
れる點において直列方式と同様であるがただ溶接電流がロッドと母材間に流れる譯で通電方式が第21(c)圖に示す如く大いに異つており、本溶接法こそ多電極溶接法の眞價を遺憾なく發揮した溶接法である。すなわち本溶接法結線には Y または Δ 結線法およびスコット結線法などがあり、前者は溶接變壓器を3臺、後者は2臺を使用し、いずれも3相交流電源にて通常 Tandem position にて使用せられ Single electrode welding に比べ以下の利點を有している。

(イ) 3相交流電源を使用し上記の如き變壓器結線により平衡状態に近い負荷となすことが出来、更に Capacitor を挿入することにより高力率にしてかつほとんど平衡負荷に等しい状態となすことが出来る。

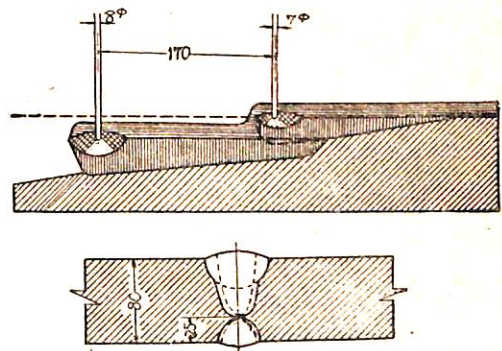
(ロ) 2電極間に流れる各電流およびグラウンド電流の3者を別個に適當に制御しうるため、アークの發生方向を良好にせしめ溶接結果を最良状態になすことが出来る。

(ハ) すなわち溶接速度は Single electrode welding の2~3倍となるがクラック、アンダーカット、繩狀ビードなどの缺陷をなくすることが出来る。

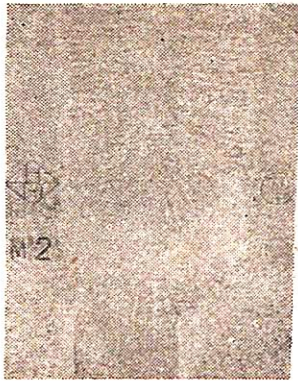
従つて厚板の Single pass welding には最も適して



第25圖 多電極自動溶接機 (直列、多相方式) の一例 大阪變壓器社製ユニオンモルト MSW-1 型



第26圖 ドイツにおける多電極自動溶接法によるボイラードラムの1層盛溶接状況



第27圖 板厚150mm ボイラードラムの多電極自動溶接々手(3層盛)肉眼組織

いると考えられる。第25圖は多相方式の溶接機の一例を示し、また第26,27圖にはそれぞれドイツにおける本方式²⁾によるボイラードラムの溶接状況およびその肉眼組織を示す。

しかしながら本溶接方法を行うに當つては溶接条件として決定すべき因子が非常に多くこれに関しては相當の實驗を経なければ實用に供しえず今後厚鋼板の自動溶接に残された大きな問題といわなければならない。

V 結 語

以上厚鋼板の自動溶接に関する諸問題について論述したが、これを要約すると下記の如くである。

1) 經濟性、作業性等において優れている Single pass weld は溶接々手性能に関しても Multiple pass weld に比べてなんら遜色のない Single pass weld 點より厚鋼板自動溶接に對して Single pass weld が最も大なる地位を占めていること

2) 厚鋼板の自動溶接を更に普遍化するためには、溶着鋼の龜裂性に關して一層の検討を要し、溶接施工条件の研究とともに龜裂感度においてすぐれたフラックス・心線の組合せについて研究を進める必要がある。

3) 厚鋼板の Single pass weld を今後更に押し進めてゆくために、はたして多電極溶接方式を採用せねばならず、この點米國あるいはドイツにおけるボイラードラム等壓力容器に對する多電極方式による、いわゆる Single pass welding の實例は今後、われわれの進むべき方向を示唆するものである。

4) 厚板高張力鋼の自動溶接については、今日なお充分な研究發表が行われていない現状であつて、更に系統的な實驗を進めると同時に理論的な解析を伴つた研究が必要である。

参 考 文 献

- 1) W. Spraragen & M. A. Cordovi.
“The welding of heavy sections”
(Welding Journal Aug. 1954 369s~386s).
- 2) 鈴木春義 柴田博幸
“溶接船體用厚鋼板(1吋以上)の切欠靱性”
(運輸技術研究所報告 2卷6,7號)
- 3) M. L. Williams & G. A. Ellinger.
“Investigation of structural failures of welded ships”
(Welding Journal Oct. 1953)
- 4) 富士製鐵資料
- 5) 木原博 田村博
“キルド鋼の溶接性について”
(昭和29年造船協會春季講演會にて講演)
- 6) 川崎重工資料
“サルファー・クラック 發生機構に關する 基礎的研究” (昭和27年7月)
- 7) 神戸製鋼資料
“Submerged arc welding の Rod と Flux について” 第8報 (熔研報 285號)
- 8) The Linde Air Product Co.
“Unionmelt welding materials and their uses.”
- 9) 川崎重工資料
“造船用厚鋼板における自動溶接龜裂感度比較試驗”
(昭和30年1月)
- 10) 大庭 浩
“大型水壓鐵管の自動溶接施工法決定に關する實驗 その1”
(昭和30年度溶接學會春季講演會にて講演)
- 11) D. Rosenthal & J. Norton
“A method of measuring triaxial residual

stress in plates”

(Welding Journal May 1945 295-s~307-s).

12) Gunnert

“Londitudinal, transversal and perpendicular stresses”

(Soudure et Techn. Connexes 1/2 1954).

13) 渡邊正紀 峰久節治 堀昭夫

“銜合熔接した板の板厚方向と面内の残留应力分布” (昭和 29 年熔接學會秋季講演會にて發表)

14) 川勝義雄 山口富夫 新井浩一

“ユニオンメルト 自動熔接罐頭の残留应力と燒鈍による应力緩和度の測定”

(昭和 29 年熔接學會秋季講演會にて講演)

15) De Garmo

“The effect of weld length upon the residual stresses of unrestrained butt weld”

(Welding Journal, Aug. 1946 485-s~487-s).

16) 川崎重工資料

“自動熔接における Single Pass 法と Multiple Pass 法との比較について” (昭和 29 年 10 月)

17) A.W.S Welding Hand Book 3rd edition P 27

18) 大阪變壓器資料

“多電極ユニオンメルト熔接法” (熔接界第 6 卷 7,8 號)

19) “New Foster Wheeler Plant start limited operations”

(Welding Journal, Feb. 1954 P144~P147).

20) 川崎重工資料

“The results of AB, LR, NK procedure approval test of parallel electrode submerged arc welding for ship constructions” (May 1955).

21) K.H. Speth

“Schweissen im tesselbau”

(Schweissen und Schneid n April, 1952).

(488 頁より続く)

る。従つてこの熔接法が最も効果的に利用されるのは水平潤肉熔接ということになる。而も水平潤肉熔接が全熔接長に對して占める比率は決して少なくなく、第 5 表に數例を示す如く全熔接長のほぼ 50% となつており、深とけ込み熔接による作業能率向上が如何に重要かを如實に物語つている。

6 む す び

以上を綜合するととけ込みの特に深い A 型の熔接棒はかなりの板厚まで Square Butt 熔接が可能であり、脚長も相當に減じ得るものであり、經濟性あるいは歪といった面では極めて優秀な性能を發揮するが、反面それだけに作業性、龜裂性の點で熔接棒にかかる負擔が増し、現在の段階では遺憾ながら一般に A 型に屬するものは作業性および龜裂性の面に難點を残しているようである。一方 B. C. 型のものでは作業性龜裂性についてはほぼ満足すべきものがあり、管理上も殆んど問題がなく、かつ經濟上もかなり有利である。従つて B. C. 型ものは現状においても十分實用に供しうるものであり、脚長を減じ得るには至らないが、その採用によつて作業能率を相當に向上することができる。

しかしとけ込みが深くなる程すべての點で有利になることは自明の理であるから、とけ込みの特に深い A 型系統のものについて作業性、龜裂性を改良し優秀な製品を出現させることが大いに切望せられるわけである。現在の技術から考へて、このような熔接棒が市販されるのも近い將來のことであらう。

船舶機關製造狀況表 (昭和 30 年 2 月分)

船舶局關連工業課

機 種	臺數	出力(HP) 傳熱面積 (M ²)	重 量 (T)	價格(千圓)
蒸 氣 ボ イ ラ	6	707m ²	157	33,778
蒸 氣 レ シ プ ロ	4	47HP	4	1,900
蒸 氣 ター ビ ン	6	78	3.6	7,040
内 柴 油 機 關	589	58,050	3,187.7	1,279,671
燃 燒 玉 機 關	136	4,550	321.2	82,429
機 電 着 機 關	303	1,897	54.4	24,217
關 小 計	1,028	64,497	3,563.3	1,386,317
船 用 補 機	749	—	642.3	235,787

高速定期貨物船“讃岐丸”

三菱造船株式会社
長崎造船所

讃岐丸は NYK が欧州または紐育航路用として計畫した高速定期貨物船隊中 turbo charger 附 Mitsubishi Nagasaki Diesel Eng'ne UEC type を装備する第1船で三菱造船株式會社長崎造船所において建造されたものである。

1954年11月8日起工され、1955年1月25日進水、1955年5月15日完成引渡の豫定である。本船は D.W. 11000t service speed 約18kn を有し以下記載する如く幾多の特色を有する高速優秀貨物船である。

Hull Construction

Flush decker は three islander type に較べ同一 net steel weight に對し dead weight および capacity が大でありかつ構造上不連続がないという利點から本船は flush deck として計畫された。

船型は當造船所の長さ 285M の experimental tank において數多くの model test の結果より stability cargo capacity 等の性能をも充分考慮して選ばれたものでその優秀なる航海性能が期待されている。

本船の主要々目を table I に示す。

本船の designed summer draft は 8.75M であるが scantling draft は 9.00M にとつている。

本船は Lloyd's 100A1+LMC & Lloyd's RMC および日本海事協會 NS* & MNS* の船級を取得している。

本船は高速であるため longitudinal strength & vibration につき充分な考慮が拂われた。deck および bottom に採用された longitudinal system は longitudinal strength および slamming に對し極めて有効でありかつ廣範圍の electric welding および corrugated B^{III} の採用と相まつて weight saving に役立つている。

General Arrangement

添附折込 general arrangement plan にみる通り中央に機關室を有する flush decker で機關室の船首船尾にそれぞれ3箇合計6箇 cargo hold を配置する。

2nd deek は全通し No 1,6. hold を除き 3rd deek を設け全通せる double bottom を有する居住區は中央部上甲板以上に置く。

本船は高馬力にかかわらず engine room の長さが非常に短いので充分な cargo capacity をとることが出来た。また本船航路の特色として寄港地多くかつ貨物の種類も雜多であるので各地に於る運發を確保するため貨物艙區割數の増加を圖りなお各 hold の balancing には特

Table 1.

Loa	156.72M	Upper to docking bridge	2.3M
Lpp	145.0M	Upper to winch platform	2.6M
Bmld	19.5M	Upper to bridge	2.45M
Dmld	12.3M	Bridge to boat	2.60M
Designed summer draft mld.	8.75M	Boat to navigation	2.60M
Tween deck height 3 rd to 2 nd	3.00M	Navigation to Compass	2.35M
2 nd to upper	2.94M		
Upper to f'cle	2.3~2.15M		
Gross tonnage	abt. 9,250 tons	Fuel oil tank exc. deep tank	1,594 t.ns
Deadweight	abt. 11,000 metre tons	Fresh water tank	476 "
Displacement	16,900 "	Water ballast tank	1,526 "
Corresponding draft	8.75M	Service speed	abt. 18KN
Cargo capacity bale	16,550M ³	Propelling mach	9UEC 1set
incl. Ref chamber	456 "	out put MCR	12,000BHP × 120r.p.m.
Silk room	238 "		
deep cargo tank	1,296 "		
strong room	249 "		
Mail room	34 "		

Table 2

	hatch size	derrick cap.	boom length	No.	cap.	winch	No.
1	7,535M × 4,5.0M	6T	約 14.5M	× 2	3T × 36M/MIN	×	2
2	12,685 × 7,000	6	" 16	"	3 × 36		2
3	10,485 × "	20	" 16	"	5 × 40		2
4	8,800 × "	6	" 15	"	3 × 36		2
5	12,800 × "	6	" 13	"	3 × 36		2
6	7,200 × 6,00	6	" 15	"	3 × 36		2
	Sum	20T × 2,	10T × 2,	6T × 14	5T × 4,		3T × 14

に留意した。また liner として必要な設備および配置を充分考慮し refrigerating chamber, silk room, strong room, mail room, deep tank を設備し全 hold には dry hold system を採用した。cargo capacity tank capacity は table 1. に示す通りで fuel oil は service speed にて 16,300 s.m. を航海するに充分な量である。

Cargo Handling Apparatus

各 cargo hold に各々1箇の hatch way を有し出来る限り ample な hatch size とし荷役能率の増進を計つた。

hatch の寸法は table 2. に示す通りであり No. 1&6 は mege type, No. 2~5 は Macgregor type の steel hatch cover を製備され No. 2~5 の hatch cover は開放時それぞれ4箇の winch platform 下に fold in される。derrick boom および cargo winch 配置は table 2 に示す通りであり, cargo winch は double warping end である。本船の動力、電源は A.C. 450V につき winch は ward leonard 式 (内 3t winch 6臺は pole change 式) とし remote control 可能である。ward leonard 式のもの2臺の winch に對し motor generator 1臺を置き motor generator はそれぞれ winch platform 下の space に設置してある。

また derrick post は stay なしであるため甲板上の障害物がなく荷役能率を増進するものと期待される。なお 6t boom 14本にはそれぞれ wire reel 式 topping unit を備えている。

all cargo space は dry hold system により dehumidify & ventilate される。

第2甲板右舷に silicagel 式 dry hold plant を設け winch platform 下に hold 用 electric fan を備え dry air の supply および ventilation を自動的に行うとともに chart room に湿度計測装置を装備し hold

内 ventilation control は bridge より remote control される。refrigerated chamber は圖示の如く No. 3 hold lower tween deck に設けられ4區割に仕切られ合計 capacity は約 450 M³ である。保持温度は積荷の種類に應じ、17°C or 0°C になるように計量されており cold air circulating system を採用している。

refrigerating machine は engine room 内 3rd. deck port side に設け compressor として freon-12, 30HP 3臺を有し, direct expansion system により cooler room 内空氣冷却器の冷却を行う。

engine room aft. の deep tank は4區割に區分され ballast tank, fuel oil tank, cargo oil tank および cargo hold として用いられ dry hold の duct を導入している。

Accommodation

乗組員の居住設備については航路に適合せしめるよう留意し主として衛生厚生設備に重點を置き他は極力簡素化されている。乗組員は table 3 に示す通りである。

bridge deck 左舷に 6 two-berth state rooms for passenger が配置されている。

居住區の ventilation は居住區事務室および mess

Table 3

	deck dep.	eng. dep.	purser dep.
officer	6	8	6
crew	15	15	9

total No. of crew	19	persons
No. of passenger	12	"
spare bed of crew	3	"
grand total	74	"

room は自然通風として扇風機を設ける。

saloon および smoking room は電動ファンにより給気を行い galley および pantry officer & passengers lavatory は電動ファンによる排気を行う。Saloon および smoking room には蛍光灯を採用した。居住区の暖房は steam radiator による。

Deck Machineries

windlass は ward leonard type の 90 HP の motor で drive されその capacity は 20 T×10M/MIN. であり、その motor generator を No1 hatch の winch と共有している。electric warping winch 1set. upper deck aft. に設けられている。57HP の motor で drive され 10T×17M/MIN. の capacity を有す windlass と同様 ward leonard type で No 5 hatch の 5t winch と motor generator を共有する。

steering gear は janney brown type で 4ram, 2 pump (2×30HP motor) を有し、その capacity は 50 ton-metre である。

two unit auto pilot を有し telemotor を介して自動操舵を行うことが出来る。

Emergency Equipment

life saving apparatus として wooden lift boat を有し boat davit は三菱式 over head gravity type である。boat の揚卸には hand driven boat winch を用う。

この外 docking bridge 上に painting pontoon を 1 set 設けている。fire fighting apparatus としては cargo space および paint room, forward boat swain's store に対し CO₂ 消火装置 engine room に対して CO₂ total flooding system を採用し居住区には sea water および portable extinguisher を用う。

なお wheel house に fire detecting cabinet を設え、smoke tube を上記の compartment に導く。

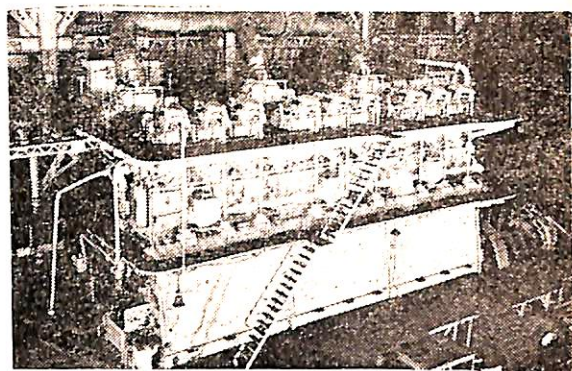
Nautical Instrument

nautical instrument として主なものは次の如し。

Gyro compass-1, Echo sounder-1, Electric log-1, Pressure log-1, Course recorder-1, Auto pilot (two unit type)-1, Direction finder-1, Radar-1,

Machinery

propelling engine は三菱長崎造船所自身で開発した Mitsubishi Nagasaki Diesel Engine UEC type (uni-flow-scavenging two-cycle single-acting exhaust-turbo charged cross head type) の 9 cylinder 機関



9UEC 750/15015 型ディーゼル機関の全景

1 臺とする。

この engine についてはヘーグの国際内燃機会議で當社の藤田秀雄が 5 月に詳細発表しているが、概要を説明する。

要目は下記の通り。

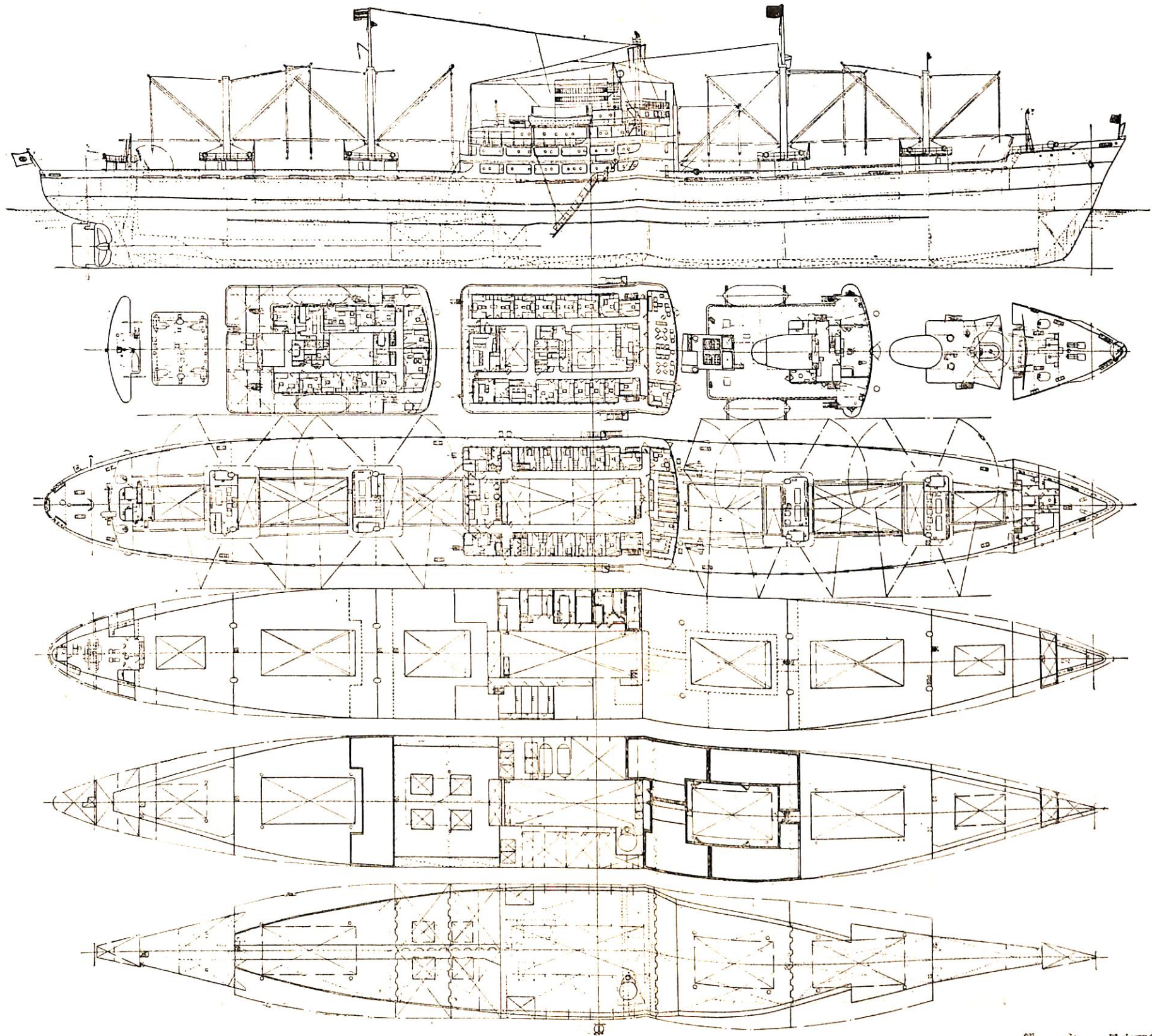
Model	9UEC 75/150
Number of cylinders	9
Cylinder diameter	750M/M
Piston stroke	1,500M/M
Output, max. continuous rating	12,000 BHP
Propeller r.p.m.	120
Mean piston speed	6.0M/SEC
Mean effective pressure	7.55kg/CM ²
Overall length	16,850M/M
Overall height	9,300M/M
Height required for drawing out piston	10,050M/M
Width of bed plate	3 600M/M
Weight cast iron construction	510 Tons
(/ / welded construction	400Tons)

UEC type diesel engine は添附 engine arrangement に示す通りのもので在來の non-supercharged diesel engine に比し 1. cylinder 當りの出力の増大、重量の軽減、据付面積の減少、燃料消費率の低減等が得られる。その主なる特徴は

1. 掃排氣型式

掃氣の型式は掃氣効率が高かつ排氣ターボチャージャー過給を有効に行い得る排氣弁附軸流掃氣型式を採用し排氣孔の形状は特に掃氣効率良好で適度の空氣旋回を與えるものを選び cylinder cover 上の排氣弁は特別な配置として 3 個裝備してある。すなわち

a) 高い効率の掃氣型式を採用しているので cylinder 内の空氣純度を高め出力の上昇を望み得るとともに同一

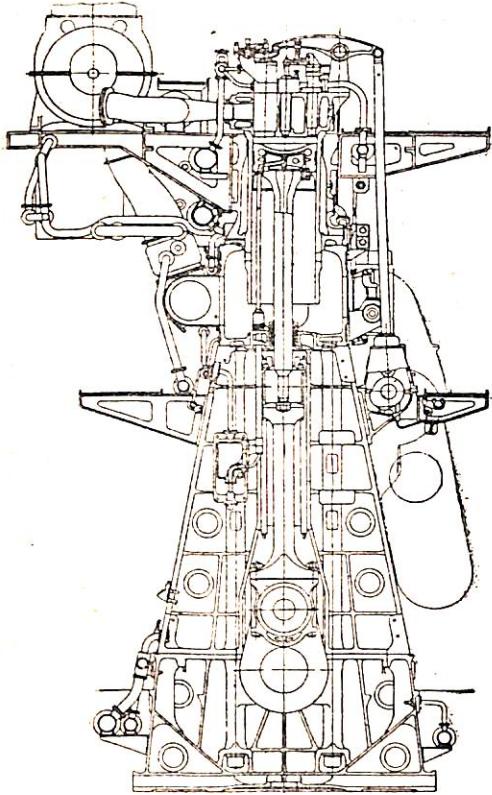


“ 濱 岐 丸 ” 一 般 配 置 図

船 主 日本郵船株式会社
 造船所 三菱造船・長崎造船所
 総噸数 9,250噸

出力に對し他の型式のものに比べて僅少な空氣量でその目的を達することが出来る。

b) 排氣弁は3個裝備しているの従來の1個または2個の排氣弁の場合に比べ開口面積が大きく排氣エネルギー



ギーの利用率高く有利である。

2. 燃料油噴射系統

燃料噴射系統は當社 M.S. type diesel engine で優秀な成績を収め多年の經驗を有する特殊の蓄壓式を採用しておるので各負荷にて完全な燃焼が行われるとともに粗悪油の燃焼に適しておる。この型式の特徴は

a) 運轉中に適當な噴射壓力の調節が管制弁の開度と燃料ポンプの吐出量の調節により容易に行われる機構になつてゐる。

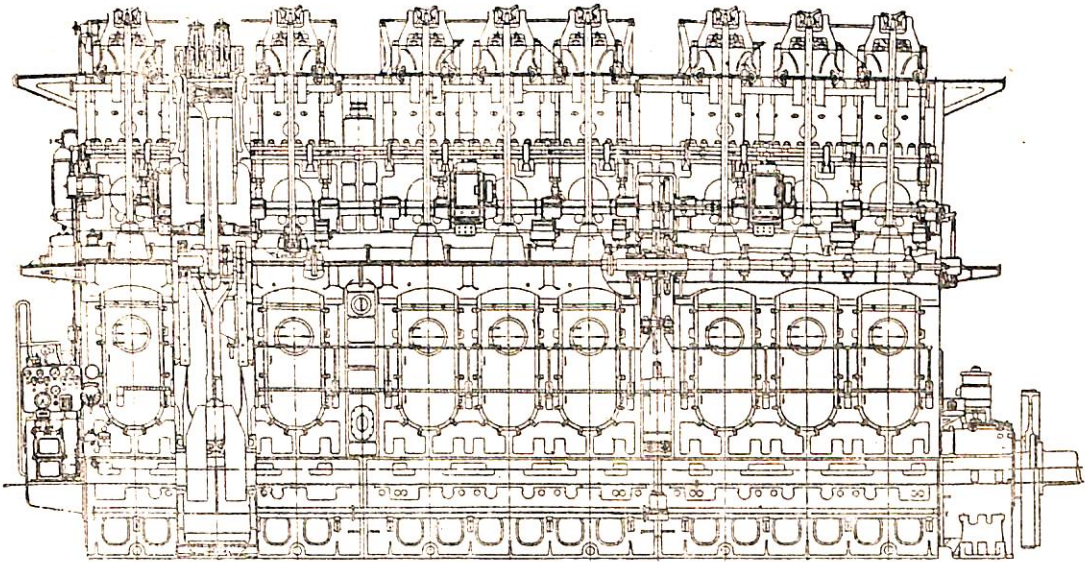
b) 噴射期間中の噴射壓力はほぼ一定で確實な噴霧状態が得られる。更に出力に應じ噴射壓力に伴い燃料弁發條も自動的に調節せられ、燃料弁の啓閉壓力も適當に變化する構造になつておるので如何なる負荷においても常に適當な一定壓力で噴射を行い得る。

c) 噴射の初期から充分な噴射壓力を得ているので終始噴霧が良好であるばかりでなくこのために着火點まで cylinder 内に噴射される。燃料が比較的少く従つて壓縮壓力から最高壓力への上昇が急激でない。すなわち最高壓力を比較的低く得られることとなり、機關各部は強度上安全性を増すと同時に磨耗も少くなる。

d) 粗悪油の完全燃焼は燃油溫度を適當に保ち燃料ポンプ調整ハンドルで噴射壓力を調整することにより、その目的を達することが出来る。

3. 排氣ターボチャージャ

排氣タービンおよびプロアともにその効率が非常に高い上に更に排氣エネルギーの利用率を極度に高めるように排氣



QUEC 型 機 關 組 立 斷 面 圖

第 4 表

E-1443 SANUKI MARU MAIN ENGINE
SUMMARY OF OFFICIAL SHOP TRIAL
ENGINE TYPE 9UEC 75/150 BHP12000 RPM 120
FUEL OIL USED DURING TRIAL "B" OIL NET CALORIFIC VALUE 10065 KCAL

DATE		MAR. 11TH			1955		MAR. 12TH 1955		
DURATION OF TRIAL HR-MIN		30'	30'	30'	1°-00'	3°-00'	3°-00'	30'	
KIND OF LOAD		1/4	2/4	3/4	85%	90%	4/4	110%	
R. P. M.		76.6	94.4	109.1	114.2	116.3	120.5	124.6	
B. H. P.		3040	5950	9008	10245	10847	12053	13275	
I. H. P.		4003	7060	10169	11443	12047	13351	14687	
MECHANICAL EFFICIENCY $\eta_m\%$		75.9	84.3	88.6	89.5	90.0	90.2	90.4	
CONTROL POSITION	MAIN HANDLE	3.17	5.17	7.05	7.90	8.04	8.95	9.70	
	FUEL PUMP INDI. CONTROL	-3.79	-4.10	-4.70	-4.80	-4.23	-4.52	-3.50	
	FUEL VALVE SPRING CONTROL	1.40	4.40	7.50	8.00	9.33	9.67	9.75	
	CONTROL VALVE								
	1	3.25	5.35	7.25	8.22	8.21	9.03	9.80	
	2	3.25	5.35	7.28	8.25	8.22	9.05	9.80	
	3	3.45	5.37	7.20	8.27	8.26	9.06	9.80	
BLOWER R.P.M.		1	2570	4010	5050	5470	5633	6083	6500
		2	2467	3860	5000	5420	5593	6023	6420
		3	2600	4040	5180	5620	5790	6213	6620
FUEL CONSUMPTION		KG/HR	515.7	947.5	1387.1	1563.9	1650.7	1844.6	2054.0
		GR/BHP/HR	169.6	159.2	154.0	152.7	152.2	153.0	154.7
		GR/IHP/HR	128.8	134.2	136.4	136.7	137.0	138.2	139.9
PRESSURE kg/cm ²	FUEL OIL		350	485	620	660	700	717	740
	PISTON COOLING WATER		1.50	1.50	1.50	1.50	1.48	1.47	1.50
	JACKET COOLING WATER		1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.20	1.20
	LUBRICATION OIL		2.85	2.80	2.65	2.50	2.60	2.68	2.70
	SCAVENGING AIR		0.054	0.152	0.265	0.322	0.345	0.407	0.473
	EXHAUST GAS Hg TURBINE INLET		30.7	64.3	98.3	118.3	157.3	154.0	176.0
	COMPRESSION/MAXIMUM		32.1/37.9	36.0/45.8	40.1/52.2	41.9/54.1	42.6/55.6	44.2/58.0	45.9/60.3
	MEAN INDICATED		3.942	5.642	7.031	7.558	7.814	8.355	8.892
TEMPERATURE °C	EXHAUST GAS	1	255	310	381	410	421	448	477
	TURBINE INLET	2	242	307	384	412	418	442	475
		3	249	308	380	410	426	456	485
	PISTON COOLING WATER IN/OUT		32.0/37.5	28.5/36.0	27.5/37.5	27.0/38.5	27.8/40.0	28.0/42.2	31.5/45.0
	JACKET COOLING WATER	"	43.8/45.3	43.9/46.8	46.5/52.0	44.0/51.0	42.8/49.3	43.4/52.4	44.5/52.7
	LUBRICATION OIL	"	26.5/29.0	26.0/28.0	27.0/29.5	28.0/31.0	31.2/34.0	32.7/35.5	32.5/37.0
	SEA WATER		13.0	14.0	13.5	13.5	13.2	14.5	14.5
	ROOM		16.2	17.2	17.8	18.0	17.9	19.1	19.2
		FORE							

弁、排気タービンを含めた全体の排気通路の形状が特に合理的に設計されておるので、何れ他から過給用動力の補助なしに充分な過給が行われ出力が格段に増加する。

a) 各負荷に對し最も適當な空氣量の供給が行われる。

従来の機關直結の掃除ポンプでは機關の回轉數にほぼ比例した空氣量が、cylinder 内に供給され一方船用 diesel engine では出力が増加するに従い回轉數の約 3 乗に比例した空氣量を必要とするので、ある出力以上では空氣

が不足し低出力では空気過剰を来たすものであるが、排気ターボチャージャ附の本機関では適当な設計をなしており如何なる負荷においても常に必要にして充分な空気を供給することが出来る。

従つて高出力においても空気の不足を来たすことがなく著しい負荷上昇が達成されまた軽負荷にても適当な空気が供給されるので常に優れた性能を發揮する。

b) 著しい機械効率の向上従つて 燃料消費の低減が得られる。それは排気ターボチャージャだけで充分所要空気を賄うことが出来、機関直結の掃気ポンプを必要としないからである。

すなわち在來の機関直結の掃気ポンプ附機関では機械効率が82~83%であるのに對し本機関の場合は90~91%であつて燃料消費率が在來の機関より遙かに低い値となる。

本機関の冷却方式

ピストン, 燃料弁 清水

cylinder liner cylinder cover gas turbine casing 清水

blower. 空氣冷却器 海水

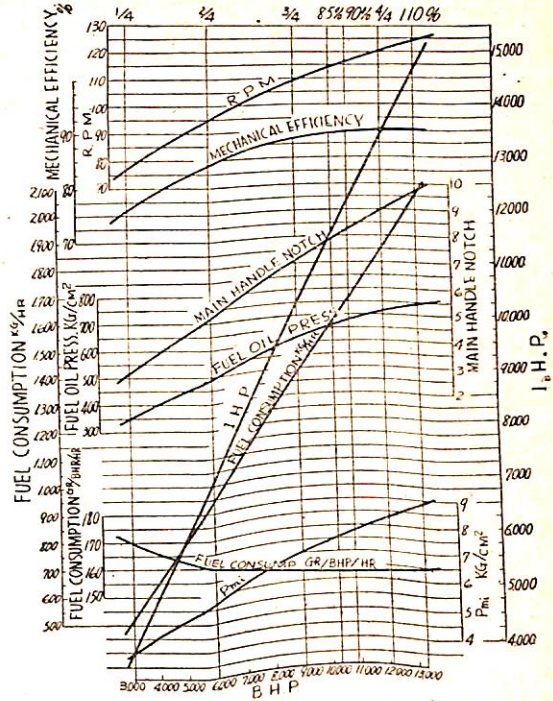
本機関は去る3月12日工場における公試運轉を終了し良好なる成績を収めた。その成績の摘要並びに Performance curve は第4表および5表の通り主發電機はディーゼル機関駆動交流發電機3臺で出力225KW, 450Vとし電動補助機、點燈および諸通信装置等に必要な電力を供給する。

主機関起動用空氣壓縮機2臺は主發電機關によつて駆動され、また機関部補助機は給水ポンプを除きすべて電動とする。

補助罐は二胴型水管式排氣罐1臺、重油専焼コクラン罐1臺とし、航海時主機排氣は排氣タービンを駆動したる後排氣罐に導入され排熱を利用して粗悪燃油加熱用蒸氣甲板用雜用蒸氣を供給する。

機関室配置は machinery arrangement に示す。

第5表 9UEC 75/150 型機関の性能曲線



補助機械の要目下記の通り。

Electrical Equipment

a) power system

本船の Ship's service generator は diesel engine 駆動で 280KVA. (224KW) A.C. 450V. 3 Phase 60 cycle のもの3臺を有し航海中常時2臺並列運轉する計畫となつている。

電燈、船内通信装置および小型電動機用電源として single phase 450/113 volts dry type transformer 3臺が engine room に裝備してある。

また suez canal search light 用電源として single

	No. of set	type	capacity	motor	note
exhaust gas boiler	1	2 drum water tube type	1,600 kg/h × 7kg/cm ² heating surface 160m ²		
oil burning boiler	1	Cochran type	2,500kg/h × 7kg/cm ² heating surface 100m ²		
Intermediate shaft	7		453M/Mφ		
Propeller shaft	1		527M/Mφ		
screw propeller	1	4 bladed solid type of manganese bronze	dia. 5,600M/M Pitch 5,150M/M		
main generator	3	diesel driven A.C.	225KW × 450V.		
air compressor	2	driven by main elec. Generating engine	26 M ³ /h × 30kg/cm ²		

emergency air comp ^r	1	driven by kerosene engine	75l/min × 30kg/cm ²	
jacket cooling fresh water pump	2	electric driven horizontal cent.	300M ³ /h × 25M	
piston cooling fresh water pump	2	electric driven horizontal cent.	100 × 35	
cooling seawater pump	2	electric driven vertical	500 × 25	70 × 1800
lub. oil pump	2	horizontal cog wheel	75 × 35	23 × 900
lub. oil shifting pump	1	vertical cog wheel	6 × 35	4 × 1,200
f.o. service pump	2	electric driven vertical cog wheel	6 × 35	4 × 1,200
f.o. transfer pump	2	electric driven vertical cog wheel	50 × 35	15 × 900
lub. oil purifier	1	De Laval		3.5 × 1,800
f.o. purifier	2	"		6 × 1,800
f.o. filter	1	colloidal		3 × 1,800
bilge pump	1	electric driven two throw piston	30 × 25	5.5 × 1,200
bilge & ballast pump	1	" vertical cent.	95/150 × 65/30	50 × 1,800
fire & g.s. pump	1	"	95/150 × 65/30	"
fresh water pump	1	" two throw piston	10 × 35	4 × 1,200
Sanitary pump	1	" cent.	10 × 30	4 × 3,600
feed water pump	2	weir's	6 × 110	
turbo charger starting lub. oil pump	1	electric driven vertical cog wheel	5 × 20	2 × 1,200
Ventirating fan	4	" propeller	250M ³ /min × 30M/M	4.5 × 1,200
forced draft fan for donkey boiler	1	" Sirocco	100 × 60	3.5 × 1,200
aux. condenser	1	non-vacuum surface	20M ²	
lub. oil cooler	1	surface	35M ²	
Piston cooling fresh water cooler	1	"	120M ²	
jacket cooling fresh water cooler	2	"	195M ²	
fresh water cooler for dynamo engine	1	"	65M ²	
main starting air reserver	2		12M ³ × 30kg/cm ²	
air bottle for main elec. Generating engine	1		500l × "	
work shop machine	1	universal	lathe 6'-0"	3 × 1,800
grinder	1			1 × 1,800
welding machine	1			
lifting crane	1		5T	7.5 × 1,800 hoist 2 × 1,800 travelling
steering engine	1	electric hydraulic Janney	48T-M	2 - 30 × 600.

phase 5KVA. transformer が船首樓に裝備してある。

main switch board は dead front type で generator panel. 450V power feeder panel および 113V. lighting feeder よりなる。

電動機は全部で 100 臺以上を有し、その中 Ward Leonard system の deck machinery および小型 motor を除き一般に 440V. 3 phase squirrel cage induction

motor を使用し、ただ 3 種類の motor が 2 speed motor である以外は全部 single speed である。

starter は一般に across-the-line type であり 70HP jacket cooling & piston cooling fresh water pump motor もこの中に含まれる。

本船には cargo handling apparatus の項で述べた通り A. C. Ward Leonard type cargo winch 5T-4 臺 3T-10 臺を裝備した。(513 頁へつづく)

海外文献の紹介

撒積貨物運搬船の構想

James E. Balfour ; The Shipping
World, March 16, 1955

本論文(原題 "Ideas in Bulk Carriage")の著者は Sagnenary Terminals, Ltd. の造船技師で先に Eastern Canadian Section of the Society of N.A. & M. E. で発表した論文 "Aspects of Bulk Cargo Vessel Design" の第2篇の Abstracts を以下紹介する。

同社は第2次大戦前には Bulk Vessel 多数を擁し専らボーキサイト運送に従事していたが今次大戦中に全部喪失し、戦後再建して1945年より1954年の間に11隻保有し別に1954年には新造船2隻をその Fleet に加えている。この新造船はいずれも鐵石船としての特徴を有するもので例えば第一船の "Sunbrayton" は D.W. 7850 吨 Aft engine (レシプロ) で船殻は油槽船のように2條を隔壁にて仕切られ、中央區畫はボーキサイトを、ウイングには復航 (Chaguaramas-Mackenzi) 時に Cargo Oil を積載、ハッチカバーは機械的に操作し、Cargo Gear は備えていない。船體上部構造はアルミニウム 110 吨を使用しそれによる D. W. 増加は 105 吨といっている。第2船は "Sunrip" 號でこれは後記詳述するが Kitimat へアルミナを運送している。アルミナは食鹽に似た微粒の白色パウダーだそうである。

以下抄譯する論文の内容はまず同社が取扱かつた經驗に基づき各種船型につきその缺陷を指摘し改造内容を説明して、最後に同社の案出した "Sagterms" 型 Bulk Ship につき設計の大要を説明しているが、この新しい構想は従来と變つたものであつて、われわれとしてもこれを特種會社のものとして看過出来ないのではないかと思つている。

船會社で新造船を設計する際には特殊な場合を除いて一應小麥積に適した型のを一つの指標とするのであつて、これには諸國の撒積穀類積付規則があり、本論文の筆者が經驗した事柄は過去においてわれわれが惱まされた問題でもあつたし今後も研究すべき課題が残されていると考える。先に私*が取扱つた "重穀類積における甲板高さについて" (三井造船技報 No. 6) と題する研究もその一つの課題であつたわけである。

* 三井船・海務部造船課 小杉 隆 祥

1. Sunkaren 號について

本船は Jamaica/Kitimat 間アルミナ運送を目的として同社がチャーターしたもので D.W. 10,605 吨、吃水 28' ~ 6 1/2" Victory 型の General Cargo Ship であつたわけであるが、船前部に船體 3' 引延工事を施行し、Bridge House をクローズして D.W. 11,982 吨、吃水 28' ~ 7 1/4" として、ポータブルセンターラインバルクヘッドを最下艙に設置し、中甲板艙口周りにポータブルトランクは Feeder として充分な Capacity をもたせている。アルミナの Stowage Factor は 40. Fitting は撒積穀類積載規則に適合させねばならない。この改造により本船は完全な Bulk Cargo Carrier になつたわけでベルジ部は薄板でカバー溶接して seal している。さて本船の使用実績をみると荷役に長時間を要しかつ Grain Regulation に制約されて 9,000 吨しか Heavy Grain を積むことが出来ない。その原因は Hold Capacity の全容積に対する割合が小さいことにあり規則では中甲板の積載量は該下艙貨物重量の 23% に限定されておるので上述の缺陷を生じたわけである。そこでこれを次のように改造して解決している。すなわち No. 2, 4 および 5 番艙の各中甲板ハッチ周りの deck plate を取外して中甲板面積の 45% を open 状態とすることにより見掛上 Single Decker としたわけである。尤も横置ビームとそれに溶着した 6 吋巾の板片はそのまま残してある。開口部には Hinged Steel Flap を取付け更に上記工事により一應 Single Decker とみなされることになれば上甲板のハッチコーミングが Feeder としての最小容積 2 1/2% に不足するのでコーミング高さを増加する必要がある。かくて本船は Heavy Grain を満載し得ることになり、その重量約 10,900 吨にすることが出来たわけである。

2. Park and Fost Type Vessel について

本型船は Grain Carrier としては Suitable であるが Heavy Grain 積取の際に多量の Fitting を必要とする。すなわち Partial Centre Line Bulkhead をホールドに取付けこれを up right や shore で支え、また中甲板には Feeder や Bin をつくらねばならない。この取付工事には大工 1 チームで 2 日間かかるので相當の費用になる。而も航海終了後は Fitting を壊してスクラップ材として賣却し次回 Grain Cargo 積取の際また同じことを繰返すわけである。この無駄を省くための對策として、簡単な持運出来る材木と銅製 fitting を豫じめ準備しておき、必要とあらば本船の手で組立てることになれば良いわけで、この方法だと他の船に移設する作

業も短時間で可能になる。ハッチフィーダーの最大容積は該ホールド容積の8%ということに規則で定めてありまた各ピンの容積8,000立方呎(カナダ規則)となつておりピン3箇用意する必要ある。本船は Stowage Factor 45 として9,600 屯の Grain Cargo 積載可能で Fitting の Arrangement は Ottawa の Ministry of Transport および Department of Transport の承認済のものである。

3. Sunrip 號について

本船は1954年末竣工した新造船であり、最初 Jamaica/Kitimat 間アルミナ運送船として設計し、片航海は雑貨に切替出来るように要求されたのである。

Fig 1. をみればすぐわかるように本船の特徴は1ホールドに2箇ハッチを有しており、これは Bulk Grain 荷役に最大限の Free Space を得られるように企畫したわけである。第2甲板のハッチカバーは鋼製とし側部はヒンジ式になつていて open の時はこれを垂直に立て、同時に上甲板の艙口端パネルが hinge down されて丁度中甲板間ハッチ周りが箱形に囲まれることになる。ホールドを満載した上で上記中甲板間トランクの所要のレベル位置にマークしておきそこまで積みば良いわけで、このトランクが貨物の移動防止と復原力減少に有効に働らくことになる。下艙にはパーマネントの鋼製中心線隔壁を取付けてあるので、事実上ホールドは10區畫

になり、その各區畫にハッチがついているのでまさにハッチは各ホールドに full size の状態にある。

本船は各舷ストリンガーアングルおよび外板シーム3條のみ銲接とし他は熔接施工、中央部と後部のハウスはアルミ合金で熔接構造とし合金と鋼板との取合のみ銲接としている。アルミ合金使用量は140 屯、單にハウスのみでなく、ビルジ、バラスト關係パイピング、ハッチボード、上甲板ハッチビーム、ライフポート、ダビットおよびその他鐵製品全般に使用している。載貨重量と排水量との比は0.75 という大きい値を示している。本船の主要目は次の通りである。

$L_{pp} = 450'$ $B = 62'-6"$ $d = 29'$
 速力 13.5 節 D.W. 12,670 屯
 主機 パーソンス二段スチームタービン
 5500 S.H.P. 115 回強
 二段減速ギヤ
 電動ウインチ 5 屯×10 臺
 ウインチは雑貨積を考慮したからである。

4. Sagterms 型 Bulk Ship について

同社では将来 Bulk Carrier 1 本の船を持ちたいということで本設計が進展し、要望事項として

- 1 アルミナ、ボーキサイト、礫類、石炭等を full に積めて

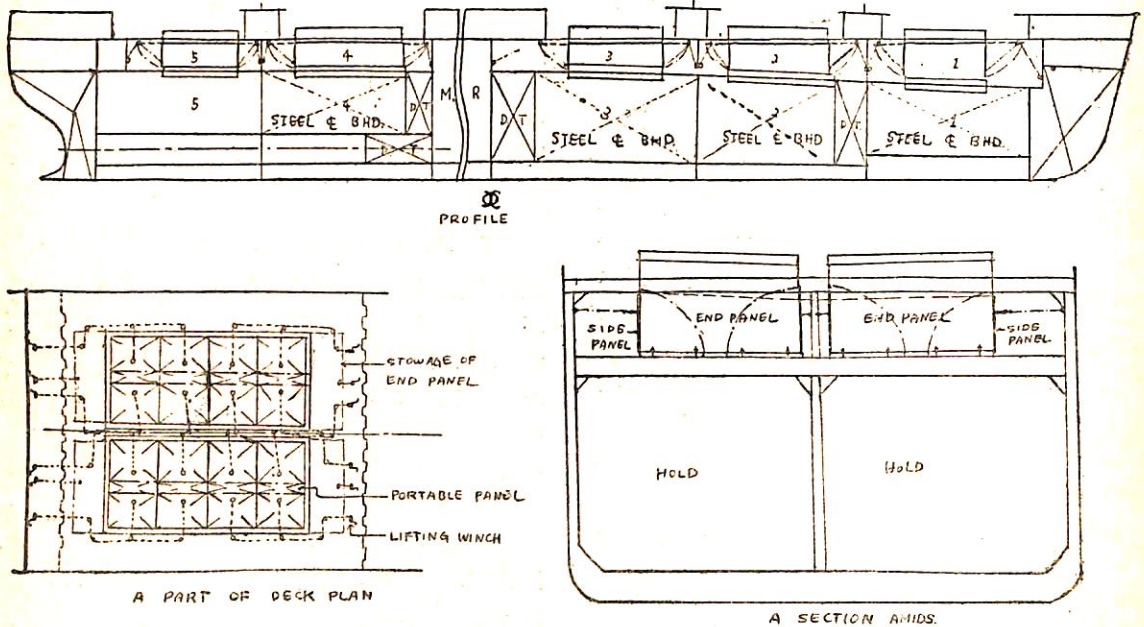


Fig. 1. "SUNRIP" (略圖)
 GENERAL ALLENGEMENT IN CARGO SPACES

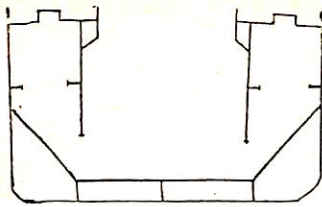


Fig. 2. OUTLINE MIDSHIPS SECTION OF THE SAGUENAY TERMINALS BULK CARRIER DESIGN

2 異種の貨物積の妨げになるようなポータブルフ
ィティングは廢止し

3 容易かつ安全に積揚および運送可能なこと
等、融通性のきく船が希望され、その線に沿って研究さ
れたものであつて、まず同社関係の主要積揚港を調査し
て許容最大限の Size として D.W. 15,000 屯容積は各貨
物に應じ次のように計畫されている。

アルミナ600,000 立方呎
ボーキサイト450,000 "
グリーン675,000~750,000 "
コ - ル600,000 "

本船は Straight Bul Carrier とするから主機は船
尾に設け、縦通隔壁2條とし中央區畫 450,010 立方呎は
ボーキサイト用に、穀類の場合はセンターおよびウイン
グ計 750,000 立方呎を充當する。注入はハッチフィダーを
通して行い、ビンも、バグ押えも不要となる。アルミ
ナおよび類似の貨物はセンターを主として使用し、不足
すればウイングを適宜使用することになつている。ウイ
ングコンパートメントからの揚荷が問題であるが、これ
についてドロウバックとかニューマチック等の方式検討の
結果 いずれも難點が残るので、船體構造を改良するこ
とに結論し、

Fig 2 の構造を案出したわけである。すなわち縦通隔
壁を内底板の上部で切つてしまつて直接コネクつしない
のであつて、こうすればウイングの貨物は中央へ自然に
流入してくるので先にセンターを揚荷して行けばウイン
グから流れ込んでくる分は、バケットエレベーターなり
グラフ等で掴みとることが出来る。本構造法はロイド船
級協會承認済でまた Ministry of Transport でも本配
置は重穀類積として適當であると認められたものであ
る。
(April 19, 1955)

(510 頁よりつづく)

外 A. C pole change type cargo winch 3I-4 臺を
裝備している。

b) lighting system

電燈裝置は A.C. 110V で給電される。その他 emer-
gency light は 24 volts battery より給電される。

これら電燈器具の總數は 690 個電球總數 810 個總電燈
電力 49.5K.W. である。

一般の電燈は incandescent light であるが dining
saloon および smoking room は fluorescent light
により照明される。

c) radio

radio equipment の主要々目は下記の通り。

1K.W. M.H.F.	transmitter	2 sets
50W. anx	transmitter	1 set
receiver	(A.F. super)	2 sets
	(H.F. ")	2 sets
receiver	(L.M.F. auto, dyne)	1 set
"	(emergency)	1 set
auto. keyer		1 set
50w. public addresser		1 set
interphone		1 set

送受信機は 2 重通信可能であり、中波送受信短波受
信可能、短波送受信、中波受信可能となつている。こ
のため radio room も shield を完全にしている。

BOILER COMPOUND



三ツ目印

清 罐 劑

罐 水 試 驗 器

燃料節約・汽罐保護
汽罐全能力發揮

本 社 内 外 化 學 製 品 株 式 會 社

東京都品川區大井寺下町一四二一番
電話 大森 (06) 2464・2465・2466 番

海上試運轉用器具および装置に 關する規則. 1952年 — 2 —

(Code on Instruments and Apparatus for Ship Trials, 1952)

13. 多くの實際の軸についての較正の結果は、一體型の炭素鋼製軸および代表的な合金鋼製中空軸の剛性係数の平均値を與え、個々にこれをあてはめると約2%の正確度であり、またこの値は、トーションメーター常數を軸計測から計算によつて決めなければならない場合に使用される。

平均値

炭素鋼	ABSの規格に合うもの	11900000psi
ニッケル鋼	U.S. 海軍 An 級	11600000psi
モリブデンバジウム鋼	〃	12600000psi

14. 軸の較正は、その一端を固着し他端に既知のトルクをかけて行ふ。軸の較正をするには、豎または横いずれの位置において行つてもよいが後者の方法の方が普通には便利である。水平位置で較正する場合、軸支持によつて起る摩擦トルクが最小であるよう充分注意を拂らわなければならない。このためには、軸をローラの上におくか、トルクビームに下向の力より大きい上向きの力をかけるかして、支持點の軸の間隙をあけてやればよい。トルク棒の腕は、兩側を對稱のものとしなければならない。トルク棒にかかる力は、鐘り、水壓柱または他の承認された方法により計測するものとする。いずれの場合でも計測装置は、0.5%の範囲内でその誤差を較正したものでなければならない。

15. 可變相互感應計を使用する場合には、上記の較正時に變壓比を検査し、更に試運轉中にも行わなければならない。試運轉時のトルク指示は、變壓比の變化に應じ補正しなければならない。

16. 振剛性係数の決定のため軸の捻りを計測するには、捻り角度を0.2%の誤差範囲内で計測しようとする承認されたいかなる方法によるも差支えない。

次の方法によれば満足し得る結果が得られる。

a) 係數を求めようとするために選らんだ2點間に、對稱的に固定ポインターをとりつける。このポインター間は、軸徑の數倍の長さとするものとする。歪のないフレームを基準とし、これらポインターの相對的の變形を計測する。

b) 軸上に選擇したポイントのうちの1つに、長い歪のかからないカラーの一端を締つけ、カラーの自由端における捻りの關係角度を、精密なゲージブロックまたは較正されたダイヤルゲージを用いて計測する。

17. 軸の外徑および内徑は、±0.003 インチの正確さの範囲で計測しなければならない。剛性係數を求めようとする断面に起りそうな種々の變化を決定するため、できるだけ多くポイントを取り計測しなければならない。ポインター間およびメーターを跨がせる長さは、少くとも0.1%の正確度で計測しなければならない。軸に外殼のかけられている所では、前述の長さは、締め端(Clamped edge)の中心まで計測するものとする。

18. 軸の較正にあつては、次に述べる事前の注意をしなければならない。

- a) すべての電氣的接觸が完全であるか確め、またもしあれば、フリッピング・ブラッシおよびコンタクターポイントが清浄で光つているか確めること。
- b) 電氣裝置が整定するに必要な時間の準備運轉をすること、ただし、1時間を超えないこと。
- c) 軸の前進回轉方向に少くとも2回最大トルクをかけること。
- d) 少くとも7段階でトルクをかけること。
- e) 誤差の發見および直線度の検査のため、目盛の讀みをプロットすること。もしあるトルク値の個所で、スリーブまたは歪腕(deflection arm)およびトーションメーターの値が、圖上の直線から多少離れており、これが同じ側にある場合は、明らかに摩擦がその原因であり、トルクがかかっているとき軸をハンマーで叩かなければならない。
- f) スリーブまたは歪腕の點が同一線上にプロットされ、トーションメーターの點が外されている場合は、メーターのメーカーの取扱説明書に従つて、メーターを検査しなければならない。メーターが、ゲージ機構と指針との間にスケール比をもっている型式のものである場合は、較正にさき

だつてこの比を計測しておくものとする。メーターの取付および使用に伴つてこの比が變化する場合には、疑問のある指示の場合はいつでもそれを検査し、較正後にまたこれを検査しなければならない。この比は、試運轉に使用されるトーションメーター常數の一要素となつていたので、較正に關するこの操作に充分慣れなければならない。

試運轉において、その結果が最高の正確さをもつてゐることを確めるため、トーションメーターの使用前および後の各時期にはそれを検査しなければならない。

g) 較正時と試運轉時との間で、装置の重要な部分の變更をしないこと。

19. トーションメーターのゼロ位置の読み、タービン船においては、その日の試運轉の直前および直後、軸に力のかかつていない低速時(10~15rpm)にトーションメーターのゼロ位置を讀んでおかなければならない。試運轉が終り、船が停止したら、廻轉装置によつて軸を前後進兩方向に廻轉し、更にメーターを検査しなければならない。レシプロについては、後者の方法のみを行えばよい。

20. 軸を微速回轉するときは、きわめて徐々に減速しなければ油膜が切れると急激に失速する。軸を回轉しながらトーションメーターのゼロ位置を検査するには、充分な注意を拂わなければならない。

21. ナイフエッジまたはそれと同様な方法で軸に嵌装されているメーターにおいては、前述の性能試運轉の計算に用いるゼロ位置の読みは、軸系に起る滑りによる誤差を防ぐため、急激な操作例えば急停止後進試験を行う前に読みをとつておかなければならない。

22. 軸を微速回轉しながらトーションメーターのゼロ位置を決定するには、軸受が暖められた後においてのみ行わなければならない。このため軸を廻轉しはじめてから1時間後に行うのが望ましい。もしできるなら、軸を前進および後進方向に廻轉し、トーションメーターのゼロ位置は、その平均とする。ゼロ位置は、その後のトルクの指示につき、補正のため附加または控除する。

23. トーションメーターのゼロ位置の読みを決定する便利な方法として行われる。軸をジャッキで上げる方法は、次によつて行うものとする。

- 軸の周囲を適當な數例へば16に分け、マークを付す。
- 参考として固定位置に1個のポインターを裝着する。
- 一方向に軸が上げられている間に、軸につけられ

た各マークがポインターを過ぎるとき、トーションメーターの読みをとつておく。軸の3回轉の間に軸上の各點に對する読みが全力の讀みの0.2%以内になるまで續けて読みをとる。

- 後進方向においてその方法を繰返す。
- 各點における前進および後進方向の読みを平均し、適當なスケールでプロットする。プロットした曲線は、普通ほぼサインカーブとなる。
- 平均曲線をひき、その線の上部および下部の面積が等しくなるようにし、直線によつて示される読みをトーションメーターゼロ位置の読みを使用する。

Appendix

トーションメーター

1. McNab-Ford; 直流型, McNab-Ford 直流トーションメーターの軸に感應する部分は、2つのコアCの間にある鐵製H形コアD (Fig. 1) からなつてゐる。2つのコアCは、1次および2次コイルが捲かれてゐる。H形のコアD (Fig. 1) は、裝着フランジの1つで支持されており、コアCは、反對の他のフランジで直接支持されてゐる。裝着面間の捩り變形は、2つのコアの間の空氣間隙 (air gap) E を變化させる。2つのコアは、指示計 (Indicator) 内に裝着されてゐる同様の装置に、スリップリングおよびブラッシにより接續されてゐる。指示計内の空別間隙Hは、スケールAを支持してゐるマイクロねじBの回轉により變化する。モーター駆動のコンタクターIを通じ、1次線輪に脈動する直流電流が送られる。2次電流は、コンタクターIと90°の位相差をもち、コンタクターIと同軸で駆動されるコンタクターJにより整流される。1次コイルは、その全部に同じ電流が流れるよう直列に接續されてゐる。2次コイルは、それと對照に接續されてゐる。軸装置における空氣間隙が等しい場合、2次コイル内の電壓は、等しくまた對照となつてゐるので、ガルバノメーターに電流は流れない。空氣間隙が異なる場合、1つの2次コイルの電壓は、増加し、他のコイルの電壓は、降下する。かくして2次コイルに電流を流そうとする電壓が発生する。指示計装置は、軸装置のものと同様のものであり、そのコアが中心から振れると、不平衡の2次電壓が発生する。この電壓は、軸装置の電壓と反對であり、軸装置が動いた量と同量だけ指示計装置が動きその電壓が消滅される。ガルバノメーターはその2つの電壓が等しくなつたときを示す。マイクロメーターのダイヤルAは、中位平衡を得るために指示装置の動いた量を示す。こうして軸装置の動いた量を計測する。McNab d-c メーターは、中位平衡方式を採用してゐるので、ブラッシ抵抗は、敏感度に影響を與え

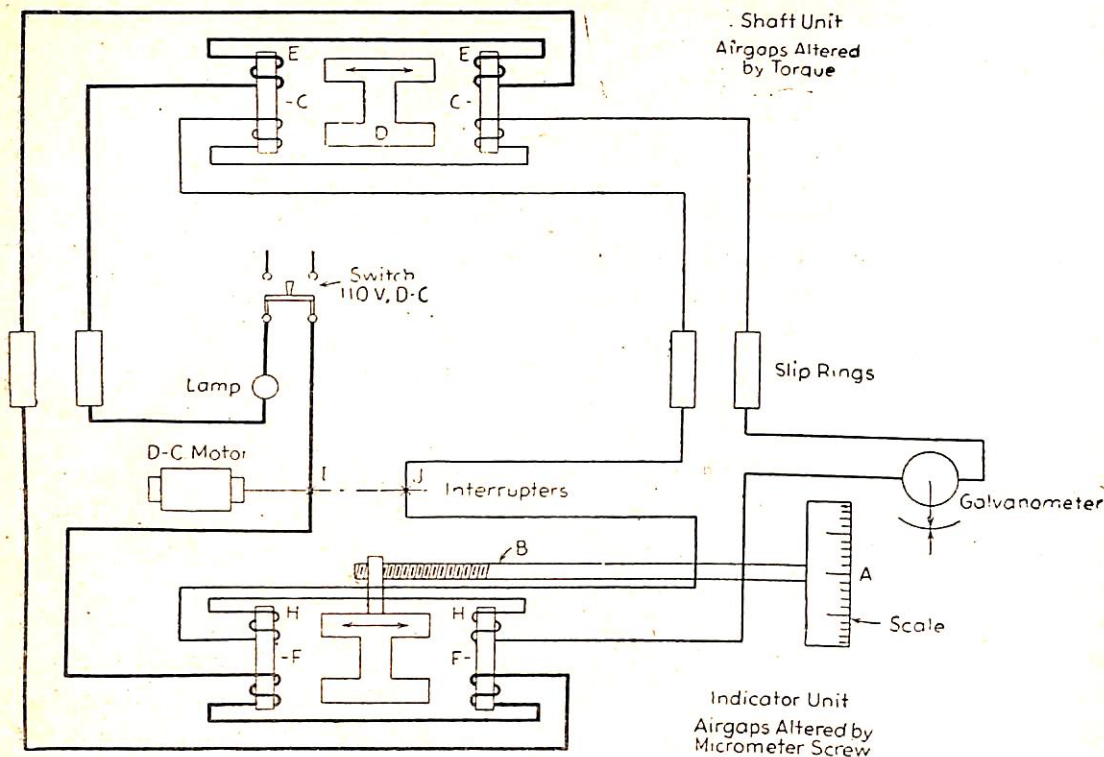


Fig. 1. McNab Ford; 直流 トーションメーター, 結線図

るが、ゼロバランス点には影響を與えない。遮断接点 I および J は、容易に調整できないので、使用者は、度々注意しなければならない。

2 McNab-Ford; 交流. McNab a-c トーションメーターは、その 1 次線が 60 サイクルの交流電流によつて作動する以外 d-c メーターと同様のものである。2 次電流は、酸化銅レクティファイヤー (copper oxide rectifier) により整流される。このメーターは、2 つの變壓器を軸装置に採用している。2 つの變壓器は、軸徑に對し相互に反對位置につけられる。これは、軸の屈曲による殼の歪みの影響を最小にするためである。この 2 つの變壓器は、直列に接続され、指示計内にあるただ一つの變壓器によりバランスさせられる。現在製作されているこの a-c メーターの感度は、d-c メーターの約 70% 程度である。

3. Taylor Model Basin Modified Ford A-C Torsionmeter. このトーションメーターは McNab (Ford Siemens) d-c トーションメーターを修正したもので、中位読み装置および可變レクタンス感應装置を使用したものである。これは、同じ軸装置および指示計函を使用しており、指示計は 60 サイクルの交流電流で作動し

るようしてある。遮断回線の代りに電子装置 (electron unit) を使用し、正確な bifilar 型コイルが使用されている。直線性、感度、安定性および信頼度を改良するため、薄板コア片の代りに一體型シリコン鐵片が使用されている。

4. Baldwin-Southwark Bonded Resistance-Wire Strain Gage Torsionmeter. このメーターは、組立式軸装置、抵抗線、保護覆をもつた歪計、スリップリングおよびブラッシ、指示計装置、制御された力の供給、グラフ記録装置並びに記録装置に對する増幅器からなつてゐる。感應装置は、四脚ブリッジ (four-arm bridge) であつて、各脚は、35ohm の抵抗線歪計からなつており、四角型に軸に結合され各々が軸の横および縦軸に對し 45 度の平面におかれてゐる。蓄電池で作動する指示装置は、1000 サイクルのオシレーターを有し、電壓をピックアップブリッジに供給しかつ、指示計内の 2 次ブリッジに供給する。指示計ブリッジは、較正された滑動線 (Slide-wire) によつて不平衡とすることができる。2 つのブリッジの不平衡ベクトル和は、増幅器に供給され、整流されてガルバノメーターに供給される。かくしてガルバノメーターが平衡を示したとき、較正された滑動線は、

軸におけるトルク量を指示する。記録するためには、中位指示計、平衡調節、ゼロセト、感應制御およびレンヂセレクターをもつ特別に設計された増幅器とともにグラフ記録器が使用される。このメーターは、變動トルクを知るのに特に適している。

5. General Electric Torsionmeter. このメーターは計測装置およびスリップリング、動力が供給される2000 サイクルオッシレーター並びに指示装置に適したトーションメーター動力装置（トルク振幅計測用オシログラフまたは整定トルク計測用指示装置）を装置した軸装置からなる。軸装置は、軸のまわりに180度の間隔で並べられた計測装置を装置したクランプリングからなる。各計測装置は、電磁石歪計からなり、その歪計は、1つのコアに巻きつけ、アマチュアに面しているただ一つのコイルからなる。コイルは一方のクランプリングのブラケットおよび他方のクランプリングのアマチュアに結合され、そのため、コイルとアマチュア間の空気間隙の變化は、クランプリング間の軸におこる振りに関連する。スリップリングは、2000 サイクルの供給動力およびトーションナルシグナルに接続している。静止時の軸の較正は、空気間隙の變化を装置の歪と比較することによりなされる。

6. The Taylor Model Basin Torsionmeter (Mark I) TMB トーションメーターは、軸装置がプロペラまたは軸系に嵌装されず約6フィートの長さの軸系の特別な短い断面に装置されるという獨特のものである。2つの固有フランジが、トーションメーター軸断面の中心につけられ、そのフランジにトーションメーター軸装置がボルト締めされる。この固着方法は、軸系に装着される普通の形式のナイフエッジ嵌装におこるスリップを防ぎ、嵌装面間の有効距離を決定するにあたって生ずる誤差を少くし、正確な負荷計測装置を用いる制御された条件下で行う研究室における較正のために具合のよい軸断面を與えるものである。軸装置は、2つの殻からなり、各殻はそれぞれ2つに分割され、それぞれが感應装置の半分をもっている。これらは、TMB modified Ford a-c トーションメーターに使用しているものと同じものである。指示計装置は、感應指示装置、目盛ドラム、ガルバノメーターおよび電子装置で構成されている。電子装置は、modified Ford a-c トーションメーターに使用されているものと同じ電子回線および作動原理であるが、その構造は改良されている。

軸-出力計

1. General Electric 馬力-時は、電磁石歪ゲージ回線および G.E. トーションメーターと同様の軸装置を使用

している。この装置は、軸の振りに比例する電流を用いるようになってい。軸から齒車により駆動される小型高周波 a-c 發電機が動力を供給し、また電壓は、プロペラ速力に比例する。速力およびトルクの電氣的指示は、ともに馬力で讀めるようにしたワットメーターに擴大される。同じ2つの電氣的數値は、馬力-時で讀めるようにしたワットメーターに擴大される。ワット-時メーターは、ワットメーターで讀むとき押しボタンをおしている間、それと同じ直列回線に連結されている。軸装置の較正は、トーションメーターに對するのとまったく同じ方法で行われ。組合せの較正は、計測速力であると同時に軸振りの計測空気間隙のときに、a-c 發電機を作動して行う。

2. 記録。積算トーションメーターは、Newport News Shipbuilding and Dry Dock Co. で製作されており、それは McNab トーションメーター、Leeds and Northrup Micromax 記録器およびセルシンモーター駆動回轉板を組合せたものである。第2のセルシンモーターは、Micromax 記録器の記録用紙を回轉せしめる。2つのセルシンモーターとも主軸から齒車により駆動されるセルシン發電機と電氣的に接続されている。回轉板の速力および記録用紙の長さは、軸の回轉數に比例せしめてある。Micromax は、McNab トーションメーターを繼續的にバランスさせ、トルクを用紙上に記録する。同時にそれは積算回轉板が、トルクと比例している回轉板を半径方向に過ぎるようにさせる。このようにして得た積算計の讀みおよび圖工にあらわれたダイアグラム下の面積は、軸馬力-時に比例している。

第5章 推進軸推力計測

軸推力計

1. 推力計は、プロペラにより發生する軸系の軸方向における推力を計測する装置である。船の計測した速力と推力とを組合せ、プロペラによつて生ずる推力馬力を計算することができる。

2. 試運轉には、推力計をかならずしも必要としないが、新しいクラスの船について、計畫推進ファクターの評價が要求される場合には、この器具を装置することが望ましい。他の標準試運轉データーに關係のある推力計データーは、推進効率を構成する各部について、その効率を下げる實際的方法を與える、しかも原寸プロペラの性能を分析することおよび船體抵抗を概算することに關する手段を與える。

3. 最近船内で使用されている推力計測装置には次の一般的な2型式のうちのいずれかが使用される。

a) 弾性體の變形により推力を計測するもの。

(例: TMB)

b) セル (cell) 内における水壓により推力を計測するもの (例: Kingsbury)

4. 第1のグループに属するものは、推力により變形するスプリングまたは可撓物を収めた装置および軸自身を弾性體として使用したものである。この型式について各種の設計が計畫されているが、船内用としては一般的に使用されていない。軸方向の壓縮力を計測するため軸自身に抵抗線歪ゲージ (resistance-wire strain gage) を用いることは、精度がトーションメーターで得られる値と同等であることが要求されている場合には、普通、軸における壓縮壓力が低いために採用されていない。David Taylor Model Basin は、軸系の特別短い断面につけられる歪式の推力計である。軸フランジに固くボルト締めできる型式のトーションメーターは、特定軸断面における推力計と関連させてもよい。特定試験断面と取換えうる短圆弧片 (Short spool piece) が軸装置に含まなければならない。推力-歪機構 (thrust-flexure mechanism) は、トルク負荷が推力負荷になんら支障を興えることなく傳達されるように設計されている。軸方向の荷重により推力-歪機構に起る變形は、第4章 Appendix 第6節トーションメーターの項に述べられているトーションメーターに使用されているものと同じ型式の可變レクタンス磁石ゲージ方式によつて計測される。この型式の推力計は、小型高速船では、その使用範囲が限定されている。

5. 第2のグループに属する推力計は、背面に水壓をかける可撓ダイアフラムに推力を傳達するものである。フランジまたはそれにつけられた補助部をもつ軸が、壓力計をつけ液體充填シリンダのピストンになっている。過去數年間に各種の設計が企畫されたり試みられたりしているが、英國の Michell 推力計、米國の Kingsbury 推力計が最も廣く使用されている。これらの推力計は、容易に個々の推力軸受に使用できる。米國では殆んどすべての推力計試験機は、Kingsbury 推力計を裝備した政府船に限られている。

6. Kingsbury 推力計は、推力ブロックにおける推力を計測するように設計されており、一般に Kingsbury 推力軸受を使用している船に使用される。このメーターは、主として推力軸受内に収められるセルプレートによつて構成される。推力荷重は、推力シューから種々の板を経て直接セルプレート内のハイドロリックセルに傳達される。これを装置するには、既存の軸受を僅かばかり改造する必要がある。推力計は、使用状態では充分に覆われ

直立している。メーターの構成部分は、軸の使用壽命にはなんらの影響を興えないので、そのまま軸受内につけておいてもよい。壓力セル内に使用されている合成ゴムの隔膜は、時が経つと質が低下していくので、長い間使用せずにおいてそのメーターを再び使用するときは、それを取替へなければならぬ。

7. この推力計の油壓系統は、油壓のための液體 (中位粘度の潤滑油) を供給する油溜めつきのポンプ、抽出弁、壓力波を弱めるスロートル弁およびブルドン管精密型壓力計で構成される密閉式回路である。ブルドン壓力計は、ダイヤルの大きさ直徑 10 インチで少くとも 10psi 毎に壓力を指示し、最高の読み 400 でかなりの正確さがあるものでなければならない。この壓力計は、試運轉の前後に死荷重をかけて較正しなければならない。正確な結果を得るためには、第2章第3節の説明をよく守らなければならない。

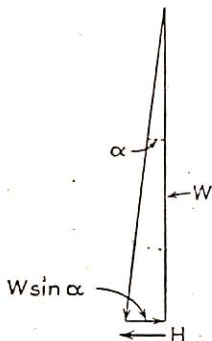
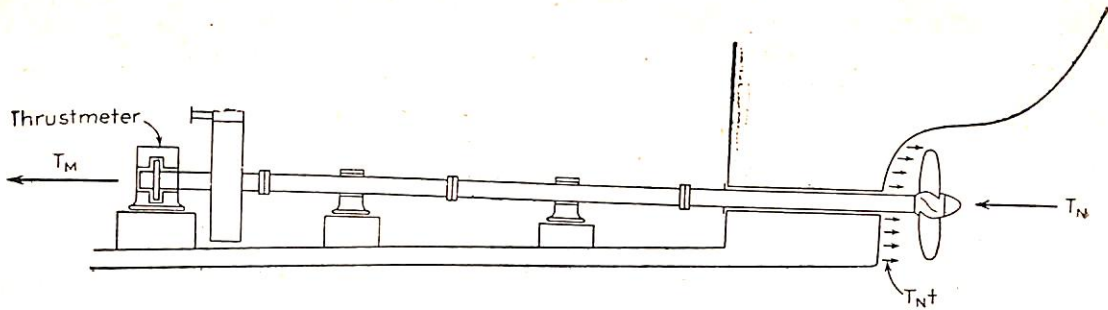
8. 操作にあつて、壓力セルの合成ゴム隔膜は、有効ピストン面積を一定に保つため、計測中水平に保たなければならない。隔膜の位置は、製作所で推力計に取付けられたダイヤルゲージで決められる。ダイヤルゲージは、推力計セル内におけるピストンの位置を計測する。

9. 商船の試運轉の使用に適している推力計の一般的原理および簡単な説明については本章の Appendix に述べられている。この計器の使用にあつては、メーカーの取扱説明書および推奨するところに従わなければならない。この計器を試運轉に使用するための取付けおよび検査並びに試運轉における使用は、使用する計器の型式のものについて、その操作の經驗を有する人達によつて管理されなければならない。

10. 較正 David Taylor Model Basin 推力計は、計器の読みと全操作範囲内の推力との間の關係を決定するため較正しなければならない。較正は、計畫最大荷重までの正確な荷重をかけることのできる壓力試験器またはその他の較正器によつて行ふ。較正装置の誤差は、0.5% 以下であることが望ましい。トーションメーターの較正に關する第4章第8節の説明は、この型式の推力計の較正についても同様に行わなければならない。

11. David Taylor Model Basin 推力計を使用する際マグネチックゲージ計測装置の作動常數を較正時に検査し、試運轉中再び検査しなければならない。試運轉中マグネチックゲージの常數に変化がある場合は、推力計の指示を補正しなければならない。

12. Kingsbury 推力計は、壓力試験器による較正を必要としない設計となつている。しかしながら、推力計の



- T_M = Measured Thrust
- W = Weight of Shafting, Gears, and Propeller Corrected for Displacement of Waterborne Parts
- α = Angle of Shaft to Horizontal (Static Plus Operating Trim Correction)
- H = Hydrostatic Force on Shaft at Stern Gland
- t = Thrust Deduction Coefficient
- T_N = Net Thrust = $T_M + W \sin \alpha - H$
- T_{N+} = Resistance Augmentation
- R = Resistance = $T_N - T_{N+} = T_N (1 - t)$

Appendix 第1圖 船の推進時の推力の作用圖

正確度に疑問がある場合は、較正することが推奨されている。ピストンとセル壁との間隙が少ないため有効ピストン面積は、セルの外形寸法により決められる。ピストン面積は製造所で決められる。多くの完成推力計の静的較正は、推力荷重の増加に伴い有効ピストン面積の僅かな減少を示す。個々のセルの較正は、有効ピストン面積が、試験器の制限誤差 (0.5% 以内) の範囲で計算した面積と同じであることを示す。通常の操作において、推力荷重の振動性脈動一滑動部における摩擦のすべてを實際に消滅する一が発生すると考えられるので、有効面積は、通常全推力荷重におけるピストンの實際面積と等しくしてある。

13. 推力馬力計算。プロペラによつて発生する推力馬力 (thrust horsepower) を求めるには、計測した推力につきある補正をしなければならない。大抵の減速歯車駆動の船は、軸が傾斜しているので、推力軸における推力計測には、軸系の重量分力 (weight component)、プロペラおよび軸系中の歯車まで含まれる。

推力軸受のため必然的に存する軸方向の重量分力は、プロペラの船内キャップから第1可撓接手までの間に軸の軸方向につけられている回転部分の既知重量から、推力計測時における船のトリムに對し補正した軸の設計傾斜角を用いて計算することができる。スタンチュールから船外に出ている部分の重量は、浮力の影響に對し補正しなければならない。また推力は、軸の横断面およびス

タンチュールアグランドシールにおける軸受スリーブにかかる静水頭の影響に對して補正しなければならない。推力の重量分力および静水壓分力の影響は、次の方法により決めてもよい。プロペラと同じ重量の dummy hub をプロペラの代りにつけ、軸が種々の回転數で廻轉されている間に推力計によつて補正值を測る。あらゆる種類の試運轉を行う場合以外、この方法においては、船を各種のトリム角度にすることが必要である。後者の方法は前者よりもほぼ正確なものを得られるのであるが、費用が高み實行困難である。

14. プロペラによつて生ずる推力 (および推力ブロックで計測したもの) は、水中で船を推進せしめるに必要な力と同じでないので、プロペラ推力の計測だけでは、船またはプロペラの性能を直接的に示すものとはならない。眞の推力は、船の形、大きさ、形式およびプロペラの位置その他の要素による全推力の 20~30% あるいはそれ以上、抵抗により超過している。通常 thrust deduction または resistance augmentation として知られている。この差の比較的正確な決定は、自航式モデル試験によつてその値を得ることができる。有効馬力 (effective horsepower) または抵抗は、推力計測値から計算することができる。

本章 Appendix 第1圖は、船を推進させるときにおける推力の線圖を示す。(未完)

— 競走用モーターボートに関する

抵抗試験 (重心位置の影響) —

高速艇に関する水槽試験成績の公表された例はそれ程多くはないが、特に競走用船外機艇の模型試験例は極めて少い。今回の資料は昭和29年秋の運輸技術研究所研究講演會に發表された報告の抜萃で、同所船舶推進部で全國モーター・ボート競走會連合會の協力を得て實施中の競走艇に関する一連の研究のうち、艇の重心位置の變化が抵抗におよぼす影響に関する珍しい模型試験例である。

M.S. 90は現行モーター・ボート・レースに使用されているB級ハイドロ・プレーンに對應する木製模型艇で、全長59.7cm、實艇に對する縮率は1/4.47である。

第 1 表

全長 (L)	267 cm (59.7 cm)
幅 (B)	122 cm (27.3 cm)
排水量 (d)	132.8 kg (1.43 kg)

備考: () 内數字は模型船に對するものを示す。
排水量は機關および乗員の重量を含む

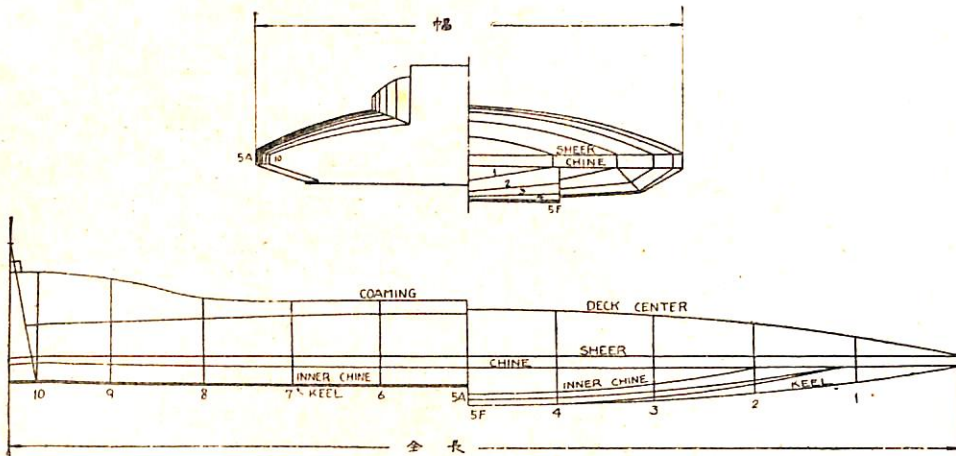
第 2 表

重心位置	艇尾よりの距離 (cm)	艇底よりの高さ (cm)
前方	76 (17.1)	36 (8.1)
正常	65 (14.5)	27 (6.0)
後方	56 (12.6)	24 (5.3)

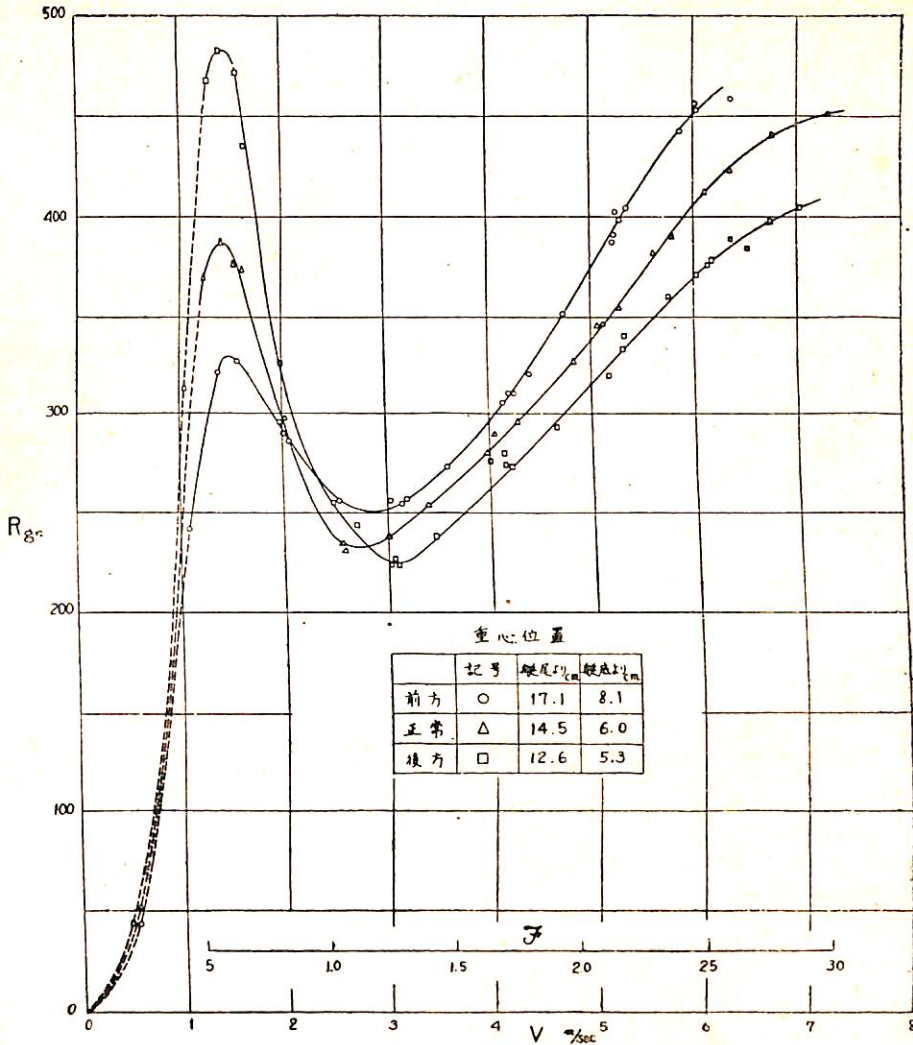
備考: () 内數字は模型船に對するものを示す

實艇および模型艇の寸法および形状は第1表および第1圖に示す。表に示す排水量は艇の重量に船外機および乗員すなわち選手1名の體重を加算したもので、模型試験はこの排水量に對して實施された。

艇の重心位置としては、第2表に示す如き重心位置前方、正常および後方の3種が選定された。重心位置前方は選手が兩膝をついて上體を起した状態、後方は體を伏せて出来るだけ後方に重心を移した状態、正常はその中間状態で普通に坐つた位置をかりに名づけたもので、前方は低速で、後方はトップ・スピードで艇を走らせている



第 1 圖 M.S. 90 正面線圖および側面圖



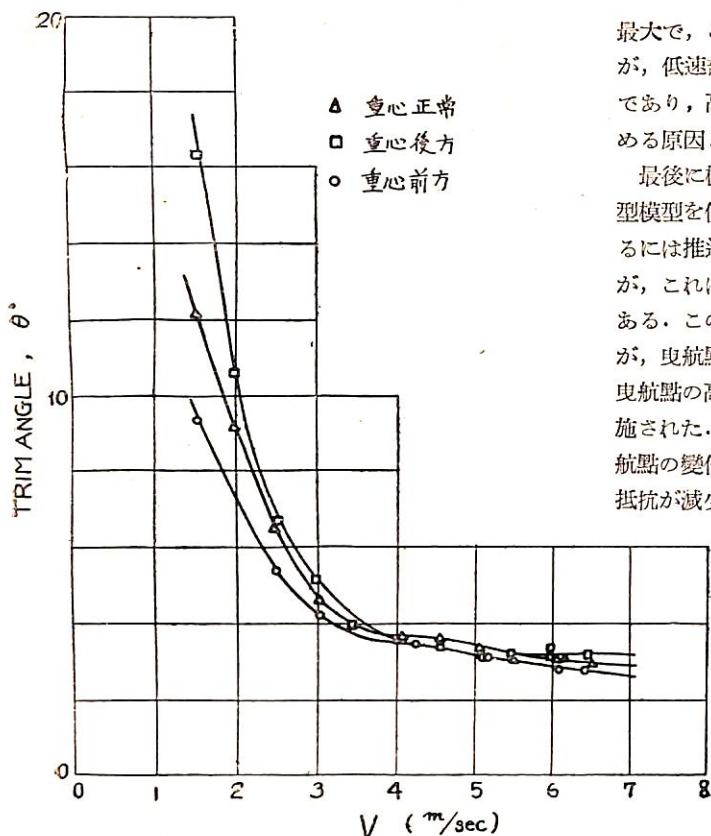
第2圖 M. S. 90 抵抗曲線圖

際の状況に對應する。

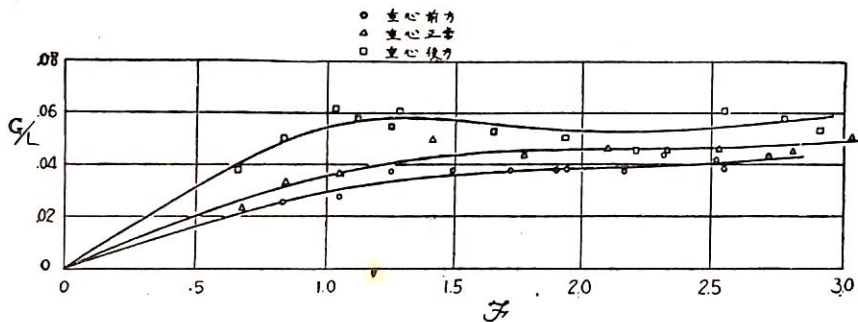
この模型艇をそれぞれの重心位置で曳航して測定した抵抗値を第2圖に示す。本圖は模型艇に関する値で、模型速度 2.4 m/sec が實艇の約 10 kn に、7.2 m/sec が約 30 kn (實艇のほぼトップ・スピード) に對應する。なおこの結果から實艇の有効馬力を算定することは、後述の曳航點に関する問題もあり、またかかる高速艇の相似則についても問題が残されているから、原報告にもこの點についてはふれていない。この結果によれば、模型速度約 2 m/sec までの低速部では重心位置前方の場合が抵抗最少で、それ以上の高速では後方が有利となることがみられる。競漕選手が現に採用して姿勢がこの關係

と全く一致していることは興味深い點である。

航走中の艇の姿勢を示すために第3圖および第4圖を掲げる。第3圖はステップ面(船體後部の)が水平面となす角度を、第4圖は重心點の浮上量を示したものである。低速部においては艇の傾斜が大で重心位置後方のもの程その量が多い、實艇においてみられる状況と全く一致している。速度 3 m/sec 附近で曳航すると、模型艇はピッチングを起し不安定な狀況を示すが、更に速度があがると再び安定な航走状態に入る。この附近から艇のトリム角はほぼ一定となり、完全な滑走状態に入る。速度 6 m/sec を越すと再びピッチングが激しくなるようである。一方重心點の浮上量は重心後方の場合が常に



第3圖 トリム角曲線



第4圖 艇の重心浮上量曲線圖

最大で、これらの結果から、當然考えられることであるが、低速部では艇の傾斜が大なることが抵抗増加の原因であり、高速部では浮上量大なることが抵抗を減少せしめる原因となることが認められる。

最後に模型艇の曳航点について一言すれば、かかる小型模型を使用しての試験において實艇と厳密に対応させるには推進器の推力線上で模型艇を曳航する必要があるが、これは推力線が艇底の下方にあるので実施不可能である。このために本試験では重心点を曳航して行われたが、曳航点の変化による抵抗変化の状況をみるために、曳航点の高さを種々変化させて曳航した場合の測定も実施された。これによれば 2 m/sec 前後の低速部では曳航点の変化による影響が比較的明瞭で、曳航点の高い程抵抗が減少する傾向がみられたが、4 m/sec 以上の速度では曳航点の相異による抵抗の差は殆んどみられなかつた。

「船舶」の購讀

「船舶」は買切制ですから前もつて書店に予約購讀を御申込みおき下さい。なお、直接弊社へ前金

1年 1,500 圓 (送料共)

半年 800 圓 (")

お拂込みによる月極購讀の場合は、増頁その他の特價の場合にも差額は頂戴いたしません。

船舶合本

第26巻 昭和28年分 (12冊)
價1,800圓 (送80圓)

第27巻 昭和29年分 (12冊)
價2,000圓 (送80圓)
クロス装 上製

鋼船建造狀況月報(30年4月)

運輸省船舶局造船課

(イ) 起工船

(昭和30年4月中に報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	主	總屯數	主	機	用途	起工年月日
日立・向島	3774	太平汽船	船	3,400	D	2,050	貨	30. 4. 16
三菱・下關	506	小谷汽船	船	1,600	〃	1,200	〃	30. 4. 13
〃 廣島	122	阿波國共	同	370	〃	550	貨客	30. 4. 7
鋼管・清水	123	山口新八	産	340	〃	650	漁(鮪)	30. 4. 8
日本海重工	60	五洋水産	産	480	〃	900	〃(〃)	30. 4. 19
鹽山船渠	220	三信汽船	船	520	〃	〃	〃(〃)	30. 4. 16
金指造船	210	山下清助	産	380	〃	650	〃(〃)	30. 4. 6
林兼造船	854	協榮水産	産	135	〃	330	〃(底曳)	30. 4. 1
〃	855	〃	〃	〃	〃	〃	〃(〃)	〃
大阪造船	114	兵庫縣	縣	320	〃	300×2	雜(自航)	30. 4. 16
渡邊製鋼	130	北海道開發局	局	120	—	—	〃(渡)	30. 4. 1
日本海重工	61	北陸電力	力	4	H	30	〃(作業)	30. 4. 30
播磨造船	496	米國	向	24,200	T	19,250	輪(油)	30. 4. 7
日立・櫻島	3754	パナマ	向	7,200	D	6,250	〃(貨)	30. 4. 16
三井・玉野	598	スエデン	向	4,500	〃	6,600	〃(〃)	30. 4. 26
渡邊製鋼	128	運輸省・四港	建	65	—	—	雜(土運)	30. 3. 10
〃	129	〃	〃	65	—	—	〃(〃)	〃
松浦造船	72	新洋運輸	輪	480	D	550	貨	29. 10. 16
合計			18隻	44,314	總噸			

(ロ) 進水船

(昭和30年4月中に報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	總屯數	船主	主	機	用途	進水年月日
川崎重工	940	日川丸	8,150	日豊・川崎共有	D	5,490	貨	30. 4. 25
三菱日本・横濱	802	ばあじにあ丸	7,650	三菱海運	〃	4,700	〃	30. 4. 21
三井・玉野	593	穂高山丸	7,200	三井船舶	〃	11,250	〃	〃
瀬戸田造船	64	春山丸	200	金剛海運	〃	220	〃	30. 4. 7
名古屋造船	115	第一赤貝丸	1,050	上野運輸	〃	1,100	油	30. 4. 5
三菱・下關	502	大島根丸	350	島根縣	〃	650	漁(練習)	30. 4. 7
大阪造船	96	第三欣榮丸	195	釜石漁業	〃	400	〃(鮪)	〃
金指造船	202	第六事代丸	250	事代漁業	〃	600	〃(〃)	30. 4. 1
〃	201	小笠原丸	250	小笠原漁業	〃	〃	〃(〃)	30. 4. 16
東造船	29026	平運丸	80	平野秀夫	〃	310	〃(サケ,マス)	〃
〃	29028	第十八大安丸	80	大浦兼次郎	〃	〃	〃(〃)	30. 4. 13
深堀造船	23	良洋丸	80	高野良治	〃	270	〃(底曳)	30. 4. 7
吳造船	14	拓洋丸	112	日本水産	〃	340	〃(〃)	〃
〃	15	香取丸	112	〃	〃	〃	〃(〃)	30. 4. 13
關西造船	5	—	120	ニッケルエンドライオンズ(株)	—	—	〃(舩)	30. 4. 10
渡邊製鋼	128	—	65	運輸省四港建	—	—	〃(土運)	30. 4. 28
播磨造船	491	HYDROUSSA号	20,900	パナマ向	T	15,000	輪(油)	30. 4. 2
松浦造船	72	高須丸	480	新洋運輸	D	550	貨	30. 4. 26
他9隻(50噸未満)132總噸								
合計			27隻	47,456	總噸			

(ハ) 竣工船

(昭和30年4月中に報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	総噸數	船主	主機	用途	竣工年月日
川崎重工	933	建川丸	8,150	川崎汽船	D	5,490 貨	30. 4. 25
三菱日本・横濱	801	相模丸	9,350	日本郵船	〃	12,000 〃	30. 4. 11
佐野安船渠	120	第十七眞盛丸	1,595	原商船	〃	1,200 〃	30. 4. 30
松浦造船	72	高須丸	480	新洋運	〃	550 〃	30. 4. 9
太平工業	10	第三十七辰己丸	180	辰己商會	H	150 〃	〃
瀬戸田造船	64	春山丸	200	金鋼海運	D	220 〃	30. 4. 27
金川造船	RY-160	第一英雄丸	250	石田辰雄	〃	280 油	30. 4. 7
日立・因島	3,750	嚴島丸	5,700	日本水産	〃	3,280 漁(冷運)	30. 4. 5
三菱・廣島	121	廣洋丸	7,400	大洋漁業	〃	5,000 〃(〃)	30. 4. 20
日立・向島	3,769	阿州丸	320	徳島縣	〃	650 〃(練習)	30. 4. 30
金指造船	202	第六事代丸	250	事代漁業	〃	600 〃(鮪)	30. 4. 14
〃	198	第一光洋丸	300	原水産	〃	650 〃(〃)	30. 4. 28
三保造船	202	第三翠平丸	175	長島春藏	〃	450 〃(〃)	30. 4. 20
大阪造船	96	第三欣榮丸	195	釜石漁業	〃	400 〃(〃)	30. 4. 28
大林兼造	847	ながさき丸	345	南方漁業	〃	650 〃(〃)	30. 4. 20
〃	852	第二大龜丸	80	常洋水産	〃	310 〃(〃)	30. 4. 20
〃	845	第七明石丸	95	大洋漁業	〃	〃 〃(底曳)	30. 4. 9
〃	846	第八〃	95	〃	〃	〃 〃(〃)	〃
〃	849	第十八睦丸	80	奥谷漁業	〃	220 〃(〃)	30. 4. 15
〃	851	第三白鷗丸	80	菅原常治	〃	270 〃(〃)	〃
吳造船	13	伸洋丸	112	日本水産	〃	340 〃(〃)	30. 4. 25
〃	14	拓洋丸	112	〃	〃	〃 〃(〃)	〃
〃	12	第七愛宕丸	85	田代庄四郎	〃	300 〃(サケマス)	30. 4. 10
東造船	29,026	平運丸	80	平野秀夫	〃	310 〃(〃)	30. 4. 22
〃	29,023	第十八大安丸	80	大浦兼次郎	〃	80 〃(〃)	〃
大津製作所		第一極洋丸	10	極洋捕鯨	〃	〃 〃(運搬)	30. 4. 14
〃		第二〃	10	〃	〃	〃 〃(〃)	〃
山根造船	58	一	30	本齋田鹽業組合	一	一 雜(浚)	30. 4. 15
佐世保船舶	111	わかしお	75	鹿兒島縣	D	310 〃(曳)	30. 4. 19
東造船	29,022-2	第九あさひ	95	大洋漁業	〃	320 〃(作業)	30. 4. 1
關西造船	5	一	120	ニツケルエンド ライオンス(株)	一	一 〃(舁)	30. 4. 15
丸菱石油	112	第二十二丸二丸	22	波村石油	H	30 〃(給油)	30. 4. 4
N. B. C 吳	H-41	COMMON WEALTH号	17,000	リベリヤ向	T	9,430 輪(油)	30. 4. 15
三井・玉野	595	PRIMA MAERSK号	12,700	デンマーク向	D	8,250 〃(〃)	30. 4. 29
日立・因島	3,743	CALTEX SIAK号	2,300	オランダ向	〃	800×2 〃(〃)	30. 4. 4
永樂・前田	122	一	12	大洋漁業	〃	80 漁(鯨肉運搬)	30. 3. 28
〃	123	一	12	〃	〃	〃 〃(〃)	〃
〃	124	一	12	〃	〃	〃 〃(〃)	30. 3. 31
〃	125	一	12	〃	〃	〃 〃(〃)	〃
關西造船	3	一	50	名古屋港管理組合	一	一 雜(浚)	〃

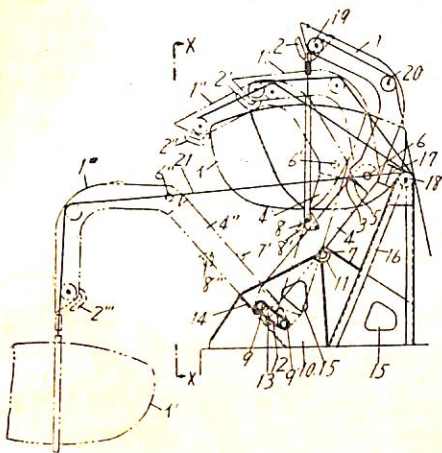
合計 40 隻 68,249 總噸

特許解説

大谷幸太郎
特許郎

グラビティーボートダビット 昭和30年特許出願公告第1,620号 発明者・田中貞之助、飯田治男 出願人・日立造船株式会社

本発明はダビットの起伏運動を3段階に行わせるようにしたもので、捲揚力を減少し母船の大傾斜時においても降艇を圓滑容易に行うことが出来るようにしたものである。

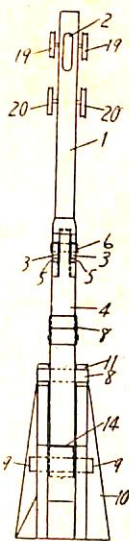


第 1 圖

ある。

本発明を圖面について説明すると1は上部ダビット腕でその下端を叉状としかつ傾斜部3を形成する。4は下部ダビット腕で上端を凸状としかつ平坦部5を形成して前記上部ダビット腕1の下端叉状部に嵌合し、兩腕を軸6により連結する。下部ダビット腕4の中央部背面には回轉起伏軸7を、またその前面にはボートのキール受具8を、更に下端には支軸9をそれぞれ固着する。10はダビット架臺でその上部に前記回轉起伏軸7の軸受11を設け、下部に弧狀溝13を形成する。14は架臺10に設けられた支持板である。

ボートを格納位置より降艇しようとする場合は捲揚索を緩めることにより上部ダビット腕1は軸6を中心にして舷外方向に回轉し、その下端の傾斜部3が下部

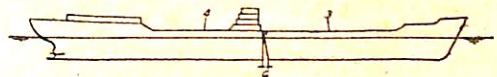


第 2 圖

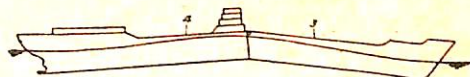
ダビット腕4の上端に形成した平坦部5に支持され上部ダビット腕1は軌跡1'の位置に移動する。次に下部ダビット腕4はその背面の回轉起伏軸7を中心として舷外向に回轉し、下端の支軸9が弧狀溝13内をその上端より轉動し軌跡9'の位置に移ると上部ダビット腕1は支軸9を中心として更に舷外方向に回轉しボートはキール受具8や吊鉤より離れる。下部ダビット腕4が軌跡4'の位置まで回轉するこの腕4はダビット架臺10の支持板14に支承されるから腕4の運動は停止しその後は捲揚索を弛めることによりボートは水面まで降艇される。ボートを揚艇する場合は捲揚索を捲揚げることによりボートは前と逆の順序で捲揚げられ格納される。

船體構造 (昭和30年特許出願公告第2,120号 発明者・中川悦夫、出願人・新三菱重工業株式会社)

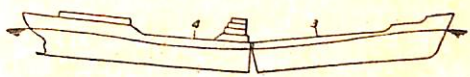
油槽船、鑛石運搬船のように最近急速に大型化しつつある船舶においてはその構造材料の重量も次第に大となり、またホッキングおよびサッキングの状態において船體は大きな縦應力を受けるため縦強力部材の寸法を大きくしなければならぬ。従つて構造材料の重量や寸法を激減するには従來の船體構造と著しく異つた構造によらなければならぬ。本発明はこの點に鑑みて爲されたもので、船體を前後部に分割してこれらを甲板附近に設けられたピン結合部により結合し、前後部船體の龍骨線が一直線をなす状態において前記ピン結合部下方の兩船體間に上向き楔狀の間隙を形成し、前後部船體がピンを中心として上下に揺動出来るようにしたものである。船體をこのように構成することにより船體が波に遭遇した時に受ける縦曲げ應力を減少させ、また空荷状態においても前後部吃水を充分にとることが出来て脚筒水所要量を減少させることが出来る。



第 1 圖

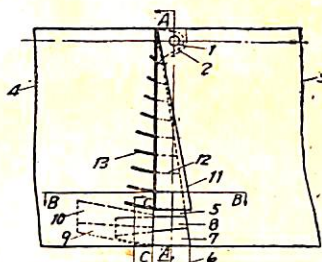


第 2 圖

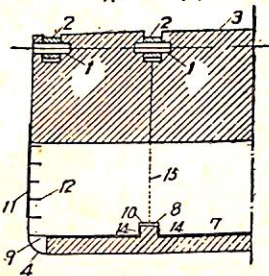


第 3 圖

第1圖は船體が等吃水で静水中に浮んだ状態、第2圖はホッキング状態、第3圖はサッキング状態をそれぞれ示すものである。第4圖は前後部船體のピン結合部およびその下方の楔状間隙を示すもので第5圖はそのA-A線断面図である。1はピン、2は後部船體4に固着されたピン支持腕、3は前部船體である。5は上向き楔状の間隙でその下方には前部船體



第4圖



第5圖

3の張出部7が形成され、後部船體4に設けられた對向する凹入部9に嵌入出来るようになってゐる。11は前記間隙部に設けた整流板で、これはその防撓材12とともに前部船體3に固着されている。防撓材12は前後部船體の揺動により後部船體4に設けられた間隙部13内を運動出来るようになってゐる。

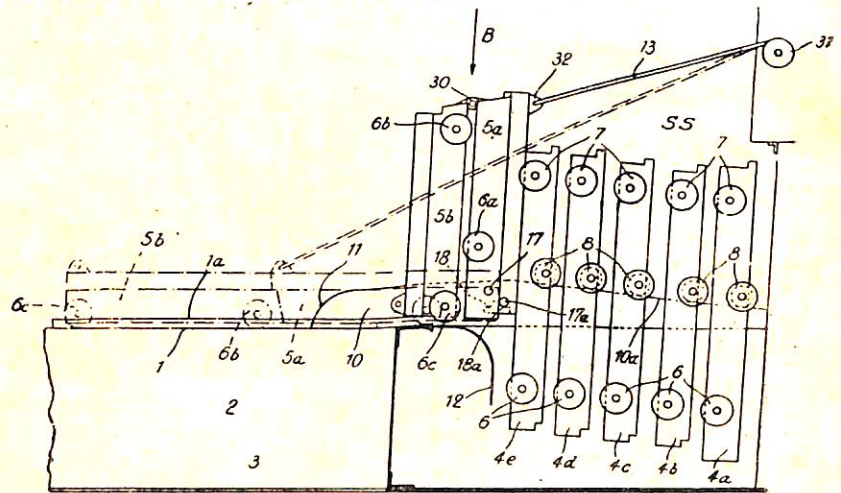
鋼製艙口蓋の改良 (昭和30年特許出願公告第2,122號, 出願人・發明者 ロバート・マック・グレゴール ジョセフ・マック・グレゴール—イギリス)

本發明は特許第190,078號(昭和26年特許出願公告第3,589號)の艙口蓋の改良に關するもので、多數の分割した蓋部材の最後部々材を複数個の蝶番付した部分から構成しその垂直格納位置において折疊み状態とし直立高さを小さくし作業員の視野を妨げることがないようにしたものである。

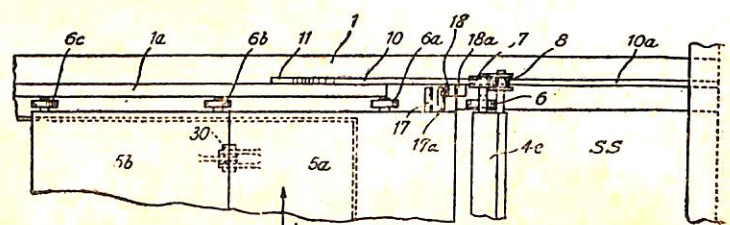
圖面においては1は1對の平行滑走路、2は縁材3の縦材で蓋は獨立して運動する分割した部材 4a, 4b, 4c, 4d, 4eおよび2部分 5a, 5b よりなる 最後部々材から構成され、各部材はそれぞれ兩側において適當な鎖あるいは索で連結されてい

る。最後部々材を除く各部材は1對の前輪6および後輪7を備え、前輪6は滑走路1上を轉動するように取り付けられ後輪7は前輪6より部材側部から離れて位置し、この後輪7は各部材が格納室SSに接近した時滑走路1より外側方に位置した軌條10上を轉動するようになってゐる。これら部材はその側部のほぼ中間にローラー8を備え、このローラー8の部材側部からの距離は後輪7のそれと等しくしてある。そこで各部材の前輪6が部材2の末端を過ぎて格納室SSに入ると部材は傾斜して垂直となり後輪7は軌條10の傾斜部11を昇つてその部材と次の部材との關係位置をT字状にする。

2部分 5a, 5b からなる 最後部々材はその側部に滑走路1上を轉動する車輪6a, 6b, 6cを備え前部々分 5aの前端近くに回動兼支持用装置が設けられている。この装置は前部々分 5aの側壁に2個の樞軸17, 17aを備え前部々分 5aが格納室SSに進むにつれて軌道10の内側に圖示のように設けたソケット18, 18aと係合する。そしてまず樞軸17がソケット18と係合し樞軸17を中心として前部々分 5aを回轉し次いで垂直位置に近づくと樞軸17eがソケット18aと係合して前部々分 5aを支持する。前部々分 5aが垂直位置に回轉するにつれて後部々分 5bは蝶番30を中心として垂直に折重ねられ、後つて最後部々材が他の部材よりも垂直位置において突出するのを防ぐことが出来る。



第1圖



第2圖

天 然 社 ・ 海 事 圖 書

天然社編 B5上製8ホ2段組 200頁 480圓(送50圓)

船 用 品 便 覧

造船協會鋼船工作法研究委員會編

A5判アート 220頁 (折込11枚) 450圓 (送50圓)

船 の 熔 接 工 作 法

福永彦又著 A5 上製 240頁 400圓 (送50圓)

海 圖 の 見 方

船舶局鑑修 A5 上製 320頁 560圓 (送50圓)

船 舶 年 鑑 (昭和30年版)

淺井・豊田共著 A5 上製 280頁 450圓 (送50圓)

天 文 航 法

鯨島直人著 A5 箱入 250頁 450圓 (送50圓)

船 位 誤 差 論

宇田道隆著 A5 上製 300頁 500圓 (送50圓)

海 洋 氣 象 學

和達・島山・福井監修 A5 450頁 1200圓 (送50圓)

氣 象 辭 典

中谷勝紀著 A5 函入 230頁 500圓 (送50圓)

舶 用 チ ー ゼ ル 機 關 の 解 説

上野喜一郎著 A5 箱入 63頁 850圓 (送50圓)

船 舶 安 全 法 規

天然社編 B5上製 220頁 450圓 (送50圓)

船 舶 の 寫 眞 と 要 目 第 2 集 (1953年版)

天然社編 B5普及版 300頁 300圓 (送50圓)

船 舶 の 寫 眞 と 要 目 (1951年版)

上田篤次郎著 A5上製(折込7枚) 500圓(送50圓)

舶 用 電 氣 設 備

造船協會電氣熔接研究委員會編

A5判總アート 200頁 360圓 (送40圓)

船 の 熔 接 設 計 要 覽

小林恒治著 A5 上製 260頁 420圓 (送50圓)

實 用 航 海 術

小野寺道敏著 A5 上製 340頁 500圓 (送50圓)

氣 象 と 海 難

山縣昌夫著

船型學(推進篇) B5 上製 350頁 850圓 (送50圓)

船型學(抵抗篇) B5 上製圖表別冊 700圓 (送50圓)

上野喜一郎著 A5 上製 280頁 380圓 (送50圓)

船 の 歴 史 (第 一 卷) 古 代 中 世 篇

上野喜一郎著 A5 上製 300頁 420圓 (送50圓)

船 の 歴 史 (第 2 卷) 近 代 篇

米國造船機學會編 米原令敏譯 各 B5 上製

舶 用 機 關 工 學 (第1分冊) 650圓 (送50圓)

" (第2分冊) 520圓 (送50圓)

" (第3分冊) 700圓 (送50圓)

" (第4分冊) 800圓 (送50圓)

" (第5分冊) 900圓 (送50圓)

船舶局資材課監修 B5 上製 400頁 650圓 (送50圓)

船 舶 の 資 材

茂在寅男著 B6 上製 210頁 280圓 (送40圓)

解 説 「レ ー ダ ー」

橋本・森共著 A5 上製 200頁 300圓 (送40圓)

船 舶 積 荷

小野錫三著 A5 上製 170頁 250圓 (送40圓)

舶 用 聯 動 汽 機

矢崎信之著 B6 上製 300頁 250圓 (送40圓)

舶 用 機 關 史 話

朝永研一郎著 A5 上製 210頁 250圓 (送40圓)

舶 用 機 關 入 門

渡邊加藤一著 A5 上製 200頁 280圓 (送40圓)

荒 天 航 泊 法

小谷・南・飯田共著 A5 上製 340頁 450圓 (送50圓)

機 關 士 必 携

依田啓二著 A5 上製 400頁 450圓 (送50圓)

船 舶 運 用 學

小谷信市著 A5 上製 300頁 350圓 (送50圓)

船 用 補 機

小野錫三著 B5 上製折込圖4葉 400圓 (送50圓)

貨 物 船 の 設 計

高木 淳著 A5 上製 240頁 300圓 (送50圓)

初 等 船 舶 算 法

中谷勝紀著 A5 上製 320頁 350圓 (送50圓)

舶 用 チ ー ゼ ル 機 關

中谷勝紀著 A5 上製 200頁 250圓 (送40圓)

船 用 燒 玉 機 關

關川武著 B6 上製 140頁 130圓 (送40圓)

艦 裝 と 船 用 品

斯界の
最高峯



富士印

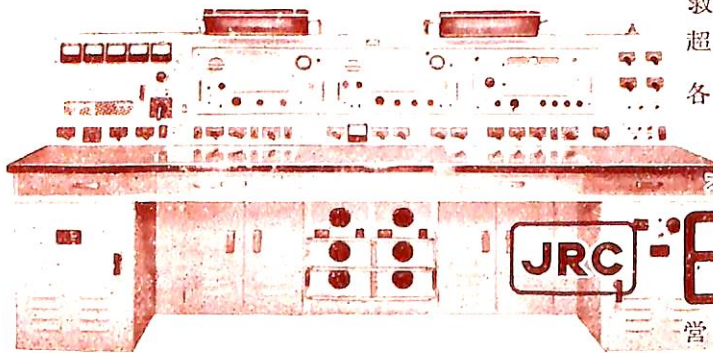
特チーセル油

昭和石油

本社 東京・丸ノ内・東京ビル

JRC 船舶用 無線装置

伝統の技術より
画期的新型機完成!



営業品目

船舶用送・受信機	JRCレーダー
オートアラーム受信機	ローラン受信機
救命艇用無線機	方向探知機
超短波無線装置	船内指令装置

各種無線装置取付工事・修理一切

本社 東京・三鷹・上連雀 930

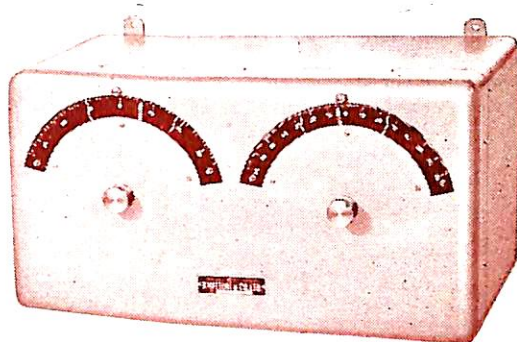
JRC 日本無線

営業所 東京・渋谷・千駄ヶ谷4-693

大阪支社 大阪・北・堂島中1-22

船用二元傾斜計 特許出願中

ローリング・ピッチング同時計測
 指針は重力型振子式であります
 が磁力制振器により0.7秒内にて静
 止します故振子の惰性による誤差
 は殆どありません



大 さ : 19 × 22 × 30 cm 重 量 : 8 kg

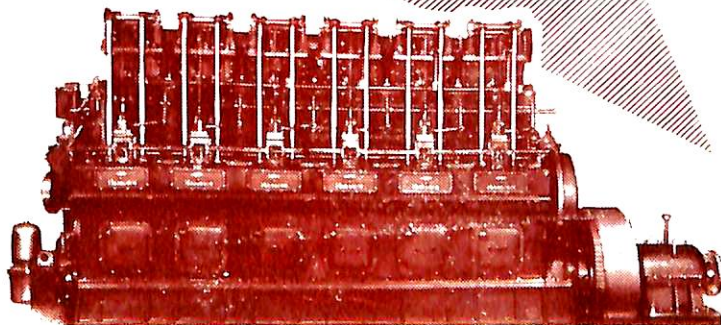
ローリング計のみの一元式も同一構造で出来ます

株式 服部時計店機械部

東京都中央区銀座西四丁目 電話京橋(56)代表2111(10)
 支店 大阪市東区博労町四丁目 電話船場(25)代表2531(4)
 出張所 福岡市下名島町四七 電話西代表7225(2)

ハンシン ディーゼル

船 船 用
 動 力 用
 發 電 用



JIS メーカー 30HP-1300HP



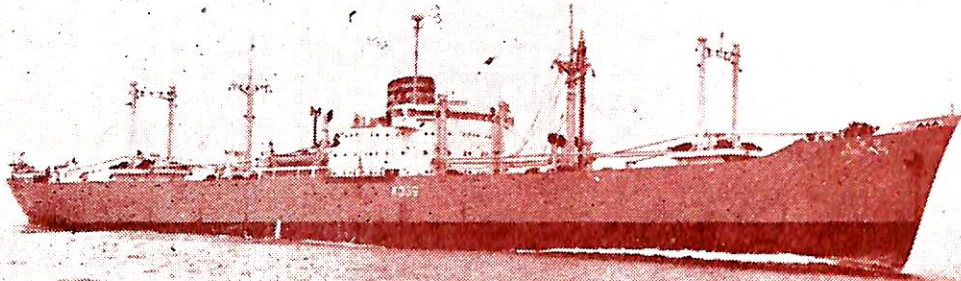
阪神内燃機工業株式会社

本 店 神戸市長田区一番町三丁目一番地
 東京支店 東京都千代田区丸の内丸ビル六〇一室
 下関出張所 下関市豊前田町オ一ビル

NKK

造船部門

船舶建造修理
鉄骨水道鉄管
客貨車製作修理

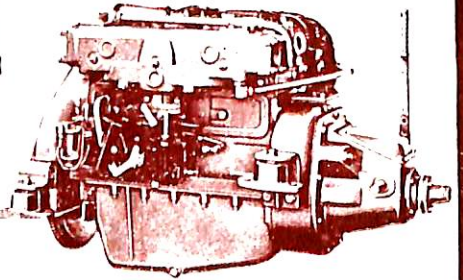


鶴見造船所・浅野船渠・清水造船所

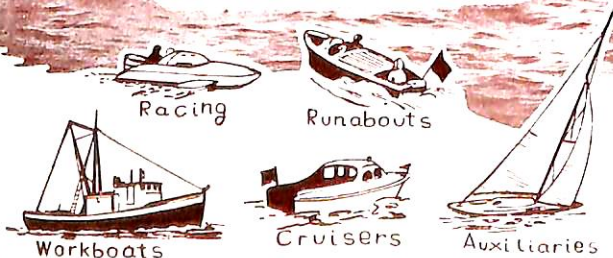
日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目10番地

GRAYMARINE



ガソリン・モデル
16-200馬力
30種類
ディーゼル・モデル
30-200馬力
5種類



グレイマリン日本総代理店

日米自動車株式会社

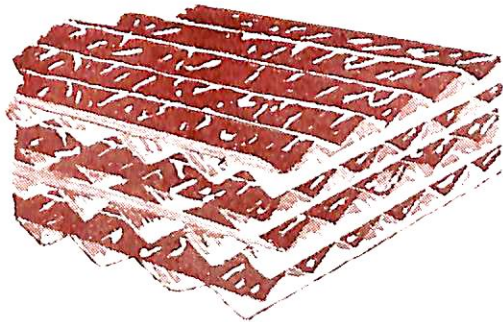
本店 東京都中央区京橋2丁目5ノ1番地
京橋(56) 3078, 3267
6035, 7093
支店 大阪市北区曾根崎新地2丁目24番地
福島(45) 1534, 2971

アルフレックス

八大特長
 軽量・不燃性
 無臭・使用の簡便
 非吸水・熱傳導係數不變
 非吸濕・壽命半永久

英国ロイド船級協會承認
 実用新案登録 第425009号

低温熱絶縁体



特殊調合により製作した樹脂極薄板を適切な寸法にコルゲートし、縦横交互に重ね合わせた理想的低温絶縁材であります。従つて絶縁材としての一般の用途はもちろん特につぎの用途にはその特長を百分發揮します。

船舶の冷凍館・冷蔵コンテナー及容器・冷蔵倉庫の天井及扉・鉄道冷蔵貨車・冷蔵自動車・鉄道客車・電車バス等の断熱防音用

2'×2'×2'一枚の重量250g・1立方メートル12Kg、攝氏80度～100度で軟化、180度で熔解しますか、燃焼することはありません。

製造販売元
太洋産業株式会社

本社 大阪市北区梅ヶ枝町一八 電話 堀川 (35) 0084 6364番
 工場 大阪市都島区内代町一の一三 電話 城東 (33) 1569番

CHRONOMETRE DE MARINE GRAND FORMAT



ULYSSE NARDIN SA

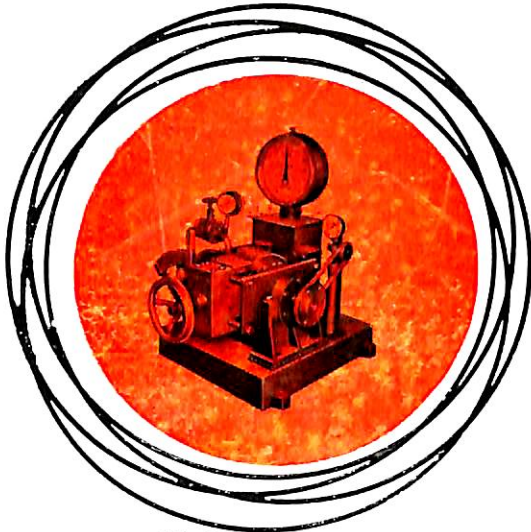
代理店 株式会社 大沢商會

中央区銀座西二ノ五
 電話京橋 (56) 8351-5

カラン マリノクロノメーター

カールセンク型低回転高トルク用

動力計



特長

本機はターゼルエンジン・ガソリンエンジン・モーター又はスチームタービンの出力を測定するものでウォーターブレーキ及フリクションブレーキの各長所を具えた低回転高トルクに最も適した斬新的な動力吸収装置であります。

又トルクコンバーターを御使用の際は本機はその特長を最大に発揮致します。

株式会社 東京衡機製造所

東京都品川区北品川4の516・TEL大崎(49)1883-5, 5941, 3431
大阪府南区八幡町6・TEL南(75)6140

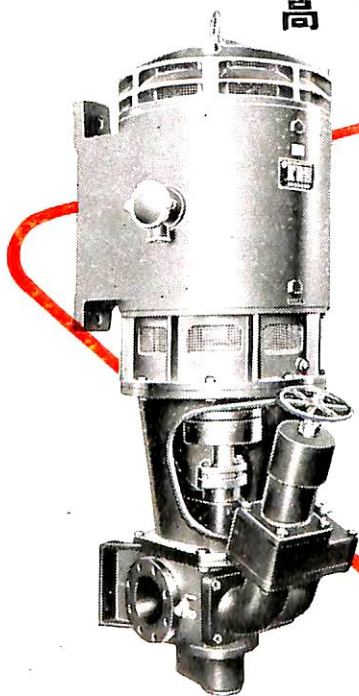
船舶 第二十八卷 第六号
昭和三十年六月二十日 第三種郵便物認可
昭和三十年六月十二日 印刷(十二月発行一回)

編集発行 東京都文京区向ヶ岡彌生町三
兼印刷人 田岡健一
印刷所 東京都十代田区神田金沢町八
昌平印刷株式会社

高性能を發揮する



日立齒車ポンプ



潤滑油ポンプ、油輸送ポンプ、その他粘性ポンプには粘度によつて容量の変化が少い日立齒車ポンプが最も適当しており各方面に広く用いられております。

日立齒車ポンプは齒車の齒が大きく直徑が小さく又齒数が少くアンダーカットがなく嚙合の円滑な齒車を持っております

東京・大阪・名古屋・福岡・仙台・札幌

日立製作所

本号定価 一五〇円
地方定価 一五五円
発行所 天

東京都文京区向ヶ岡彌生町三
電話小石川部二二八四番

1455 MBI