

昭和五年十月二十日
印刷

第三刷郵便物認可
行

昭和二十三年九月七日
印刷

行

THE SHIPBUILDING

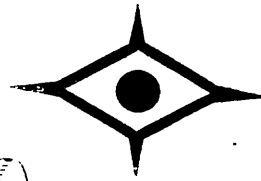
船舶

第 21 卷 第 9 號

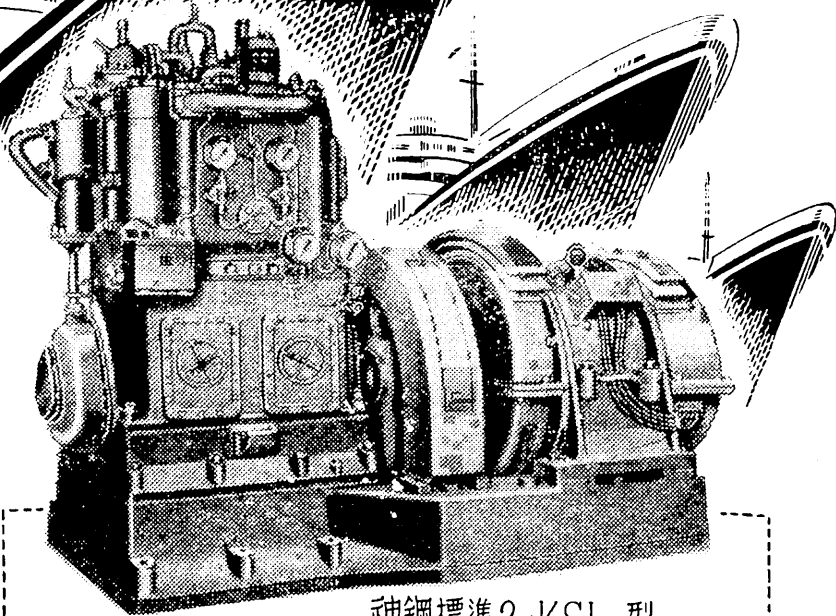
D型標準貨物船東西丸	(291)
軟鋼用電弧熔接棒について.....大 谷 碧...	(295)
緩曲面分の近似展開についての一考察.....菱 田 敏 夫...	(305)
木船の縦強度に及ぼすコーキングについて.....原 田 正 道...	(308)
船 舶 の 推 進 (17)	山 縣 昌 夫... (317)
鐵筋コンクリート船に關する今井信夫氏の論文について	小 野 塚 一 郎... (320)
50 呎クルーザー “BOCHO”	(321)

天 然 社 發 行

圧力 30 Kg/cm^2
 容量 $420-1.350 \text{ m}^3/\text{h}$
 用途 デイゼル機関起動用其他



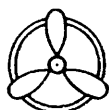
船用空氣壓縮機



神鋼標準2-KSL 型

神戸製鋼所

本社・神戸市葺合區脇浜町1の36
 支社・東京都千代田區有楽町1の12（日比谷日本生命館内）
 工場・神戸市・葺合區脇浜町



南國特殊造船株式會社

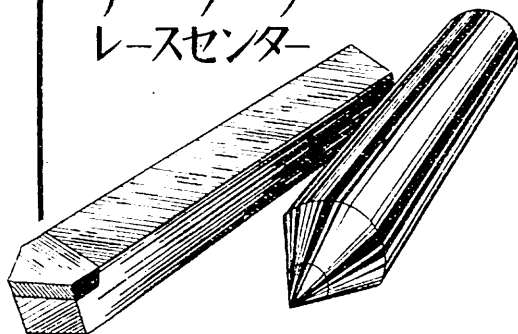
營業品目
各種高速艇設計建造修理
並に機關部分品製作修理

本社 東京都中央区日本橋通一ノ九白木屋中二階
電話日本橋(24)四九四・五三〇・五三六
王子工場 東京都北区堀船町二丁目一六〇番地
電話王子(81)三〇〇・三〇六・四一五・四一三
横浜出張所 横浜市中區海岸通一丁目一六番地
電話本局(2)三五九六番
問分室 横浜市中區北仲通五丁目二六番地
電話本局(2)一一一



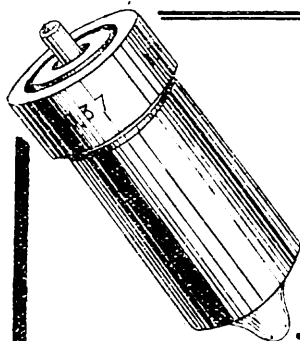
井ゲタロイ

トップ
イツ
レース
センサー



住友電氣工業株式會社

本店 大阪市此花區恩貴島南之町六〇番地
東京支店 東京都中央区銀座六ノ四(交詢社ビル)



サービス部
各種試験機完備
親切・迅速・完全

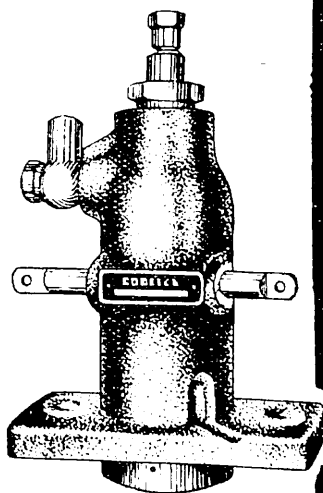
燃料噴射ポンプ
マグネット
各種電装品

は當社へ

營業品目

各種ディーゼルエンジン部品
燃料噴射ポンプ
燃料濾過器
ノズル及ノズルホルダー
クルードプラグ
各種スキッチ
各種燒玉エンジン部品
電装品及部品
各種マグネット

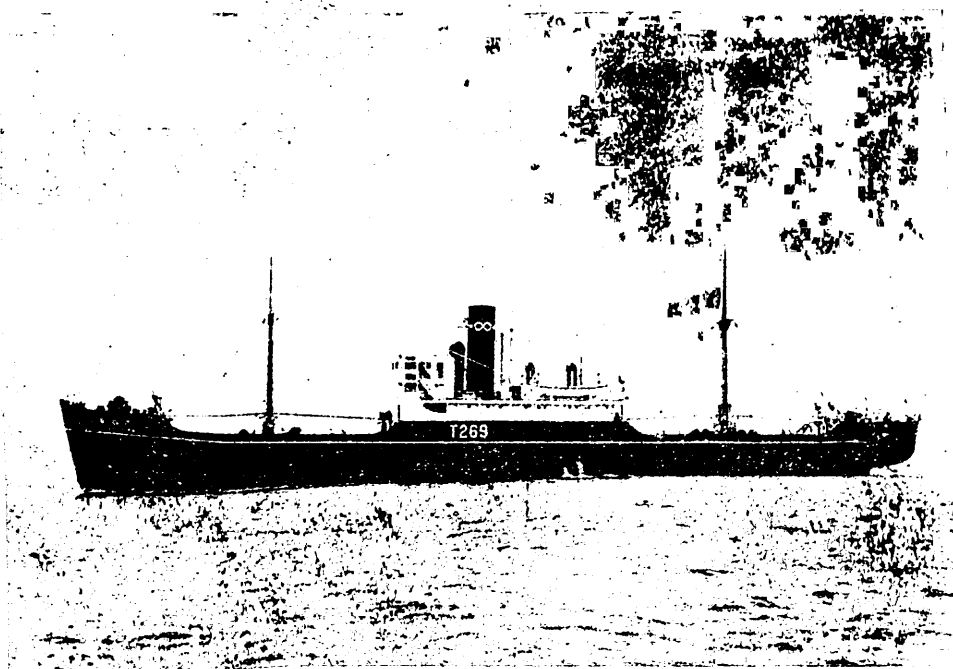
在庫豊富



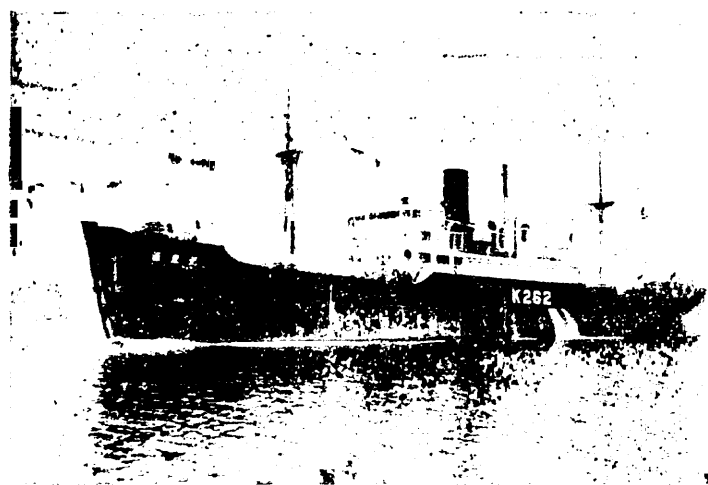
ディーゼル部品株式會社

東京都中央区日本橋堀船町一ノ六

電話 茅場町 (66) 1718 番

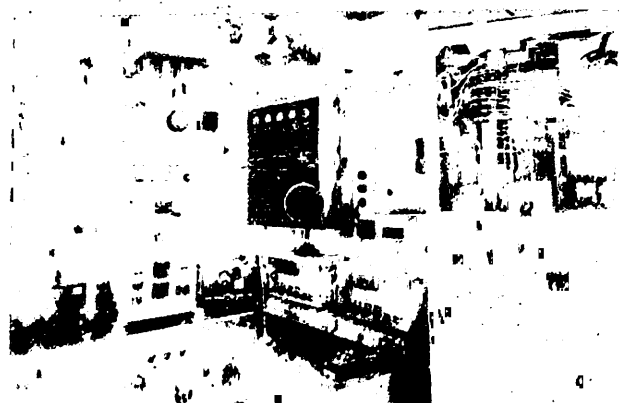


東西丸——詳細は本文参照



極東丸 (D型船)

建造所 日立造船株式會社
因島造船所



極東丸 オペレーティングルーム

三菱化工機の船舶用

電動機直結ドラバノ型

超遠心油清淨機

(100% - 1000% - 2500% 4000%)



フロン・メチル・アンモニア・炭酸ガス 使用

電動冷凍機

各種

—大量生産・納期最短—

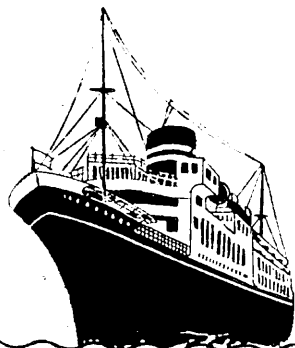
三菱化工機株式會社

東京都千代田區丸の内二丁目十二番地



營業品目

船舶新造及改修
各種化學機械同裝置
汽罐・內燃機關・鑛山及
土木機械・橋梁・鐵骨
水壓鐵管・水門扉其他



HITACHI

SHIPBUILDING CO., LTD.

創業明治十四年

資本金 壹億貳千壹百八拾萬圓

本社 大阪市浪速區日本橋筋三丁目四十五
(電話南 1331 ~ 9, 1934 ~ 5, 1328)
東京事務所 東京都千代田區神田鎌倉町二丁目三
(電話神田 121 ~ 4, 141 ~ 4)
神戸事務所 神戸市生田區浪速町二七・大同ビル内
(電話元町 3582)

櫻島工場 大阪市此花區櫻島南元町一七
(電話此花 1230 ~ 9)

築港工場 大阪市大正區船町一五
(電話新町 843 ~ 5, 942 ~ 9, 981 ~ 4)

因島工場 廣島縣御調郡土生町
(電話土生 1 ~ 3, 50 ~ 3, 18, 25, 31)

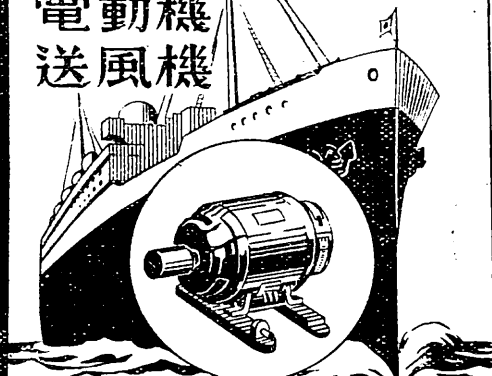
向島工場 廣島縣御調郡向島車村
(電話尾道 87 ~ 9, 232, 324, 1361)

神奈川工場 神奈川縣川崎市水江町一
(電話川崎 2885 ~ 6, 3096 ~ 7)

大湊工場 大阪市大湊區長柄中通三ノ三
(電話櫻川 16, 17, 2905 ~ 6)

日立造船株式會社

船舶用
發電機
電動機
送風機

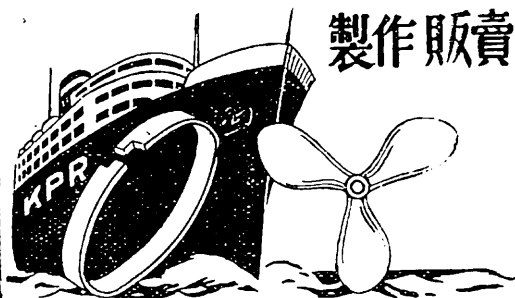


日本電氣精器株式會社
(旧小穴製作所)

東京都臺東區淺草清川町3の12
電話淺草(84)1111~1116

船舶用內燃機並部分品
船舶用ピストンリング

製作販賣



北村內燃機工業株式會社

(川口局私書函第三十一號)

本社 埼玉縣川口市幸町一ノ七二
工場 電話川口三七九七番
營業所 氣仙沼・名古屋・大阪
岡山・丸亀・臼杵

能美防災工業株式會社

能美式(船舶安全法規定)
煙管式火災探知機
空氣管式火災警報裝置
其他警報火機一般
設計製作施行

本社及工場 東京都北多摩郡三鷹町
牟禮五八八番地
銀座事務所 東京都中央區銀座一ノ六
(皆川ビル)

飯野海運株式會社
飯野産業株式會社

舞鶴造船所

京都府舞鶴市餘部
サルベージ事業所

京都府舞鶴市溝尻
社長 俣野健輔

本社 東京都千代田區丸ノ内三ノ六(第二富國館)

D 型 標 準 貨 物 船 東 西 丸

東西丸は船舶公園及東西汽船株式會社（横濱市西區表高島町 2. 社長北村正則氏）の注文により三菱重工業横濱造船所において計畫建造せられたもので、戦後のいわゆる第一次の船舶建造計畫により建造せられることになったD型標準船の一船として昨年 12 月 31 日起工、本年 3 月 25 日進水を完了し、去る 6 月 26 日公式試運転を施行し、28 日には一切の工事を完了して船主側に引渡されたものである。總噸數 1,999 噸、載貨重量 3,087 噸、載貨容積 3,900 立方米（グレーン）、最強速力 12.32 節、航海速力 10 節の性能を有する中型貨物船として終戦後輸送力の極度に不足している海上輸送に新しい力を加えたものと云うべく、今後の活躍が大いに期待されている。第 1 表に本船の主要要目を掲げる。

第 1 表 主要要目表

主要寸法	
全 長	90.360 米
垂線間の長さ	85.000 米
幅 (型)	12.500 米
深さ (型)	6.500 米
夏期満載吃水 (龍骨上面上)	5.630 米
方形肥搭係數	0.729
舷弧 (前部 F.P. にて)	1.93 米
(後部 A.P. にて)	0.97 米
梁矢 幅 12.50 に對し)	0.25 米
船底勾配	0.10 米
彎曲部半徑	1.20 米
甲板層數 (上甲板以下)	1.
甲板間高さ	
上甲板—船首樓甲板	2.10 米
上甲板—船橋樓甲板	2.25 米
上甲板—船尾樓甲板	2.10 米
船橋樓甲板—端艤甲板	2.15 米
端艤甲板—航海船橋甲板	2.15 米
航海船橋甲板室	2.15 米
最強速力	12.32 節
航海速力	10 節
燃料消費量 (石炭)	23 噸/日
航 程 距 離	3800 浬

満載排水量	4,490 噸
總 噸 數	1,999.42 噸
純 噸 數	1,101.40 噸
載貨重量	3,086.928 噸
載貨容積	
	グレーン ベール
	立方米 立方米
第 一 貨物艙	2055.169 1923.388
第 二 貨物艙	1569.190 1484.740
船首樓內貨物艙	32.524 29.849
甲 板 間貨物艙	217.399 208.867
船尾樓內貨物艙	30.835 29.121
。 計	3905.118 3675.965

燃料用石炭庫

側 炭 庫 (兩舷)	93.718 噸
橫 炭 庫	113.441
豫備炭庫 (船橋樓內貨物艙)	173.919
計	381.078

乗組員

甲 板 部	機 關 部	事 務 部
船 長 1	機 關 長 1	事 務 長 1
一等航海士 1	一等機關士 1	事 務 員 1
二等航海士 1	二等機關士 1	無 線 局 長 1
三等航海士 1	三等機關士 1	通 信 士 2
甲 板 長 1	操 機 長 1	司 厨 長 1
甲 板 員 6	操 機 手 5	調 理 手 2
操 舵 手 4	機 關 員 10	給 仕 3
船 匠 1	機 庫 手 1	—
庫 手 1	—	—
計 17	計 21	計 11

乗組員 總計 49 名

資格および航行區域

運輸省第一級船 近海區域
日本海事協會 NS* & M. N. S*
Greater Coasting Service

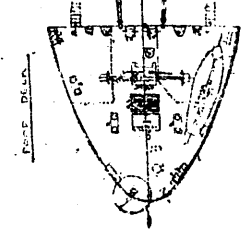
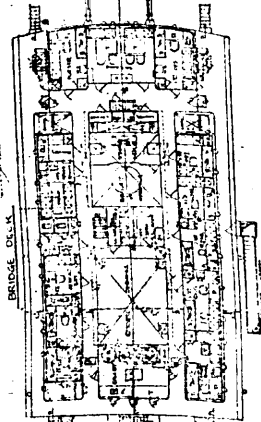
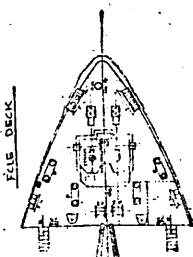
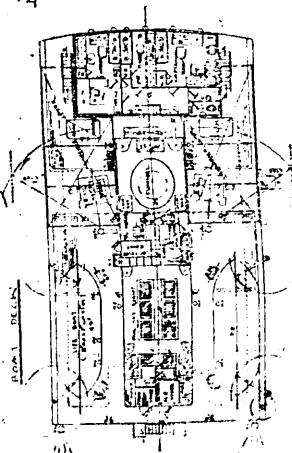
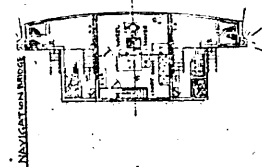
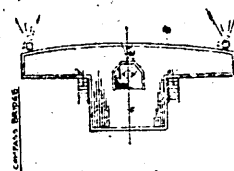
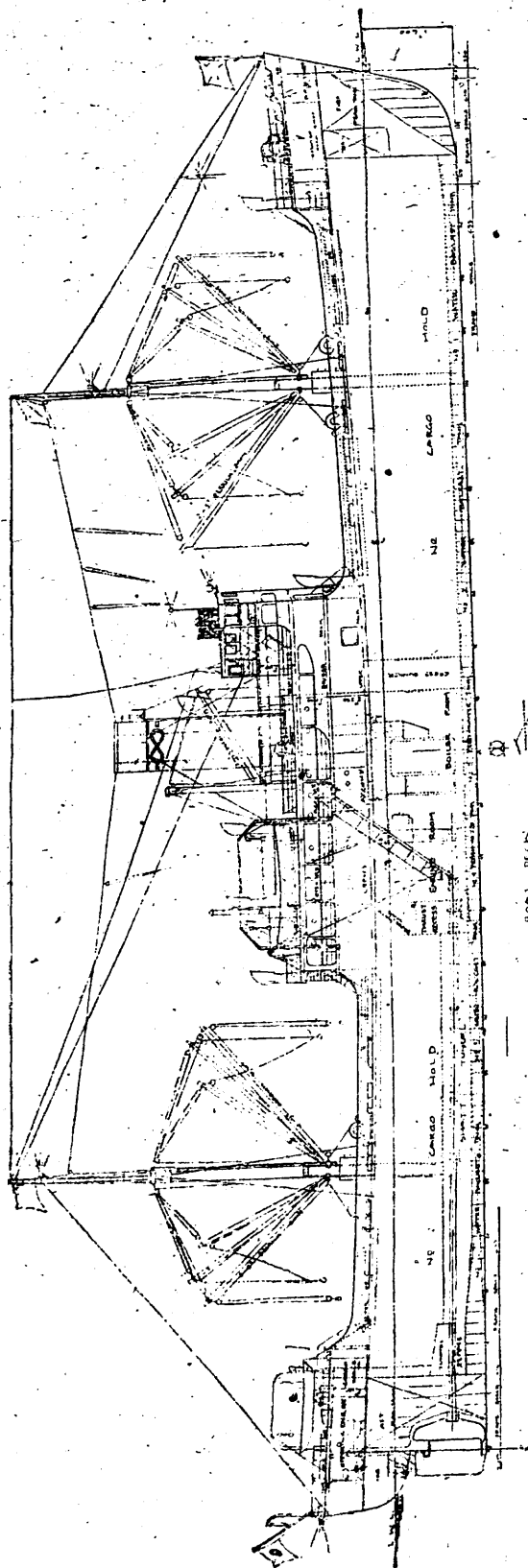
主機械 三菱レンツ複二段膨脹汽機 1 基

主汽罐 乾熱室丸罐 (5 號罐)

本船の一般配置圖は別掲のごとくであるが、以下にその概要の説明を加えよう。

船 體

本船は斜型船首および巡洋艦型船尾を有する三島型貨物船で直立せる 2 本のマストおよび 1 本



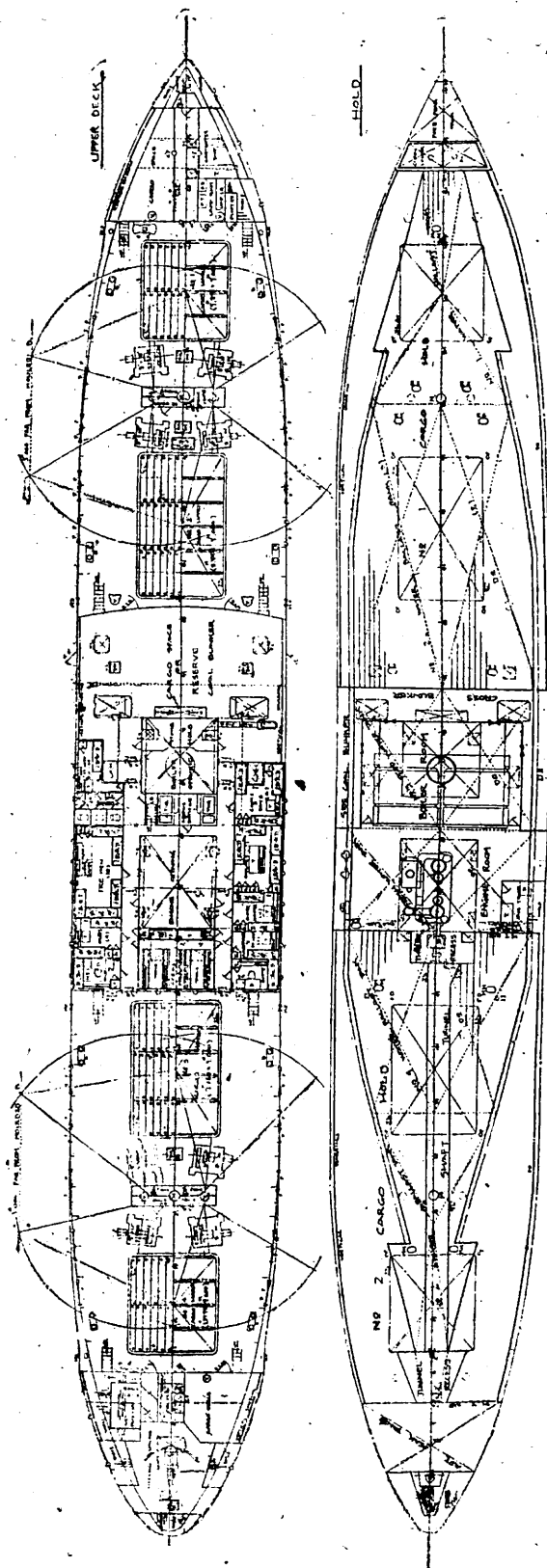


圖 置 配 設 一 丸 西 東

の煙筒を有し、上甲板位置に白色のシヤーラインを入れて輕快なる感を與えている。運輸省第一級船近海區域の資格を有し、船體は四つの艀壁により區劃せられ肋骨心距は中央部において665耗、前後部610耗となつてゐる。

載貨設備

本船は中型貨物船として載貨重量3086.928 噸、載貨容積 3675.935 ベール立方メートルの能力を有し、揚貨設備として前部には長さおよび幅が5.895 m×5.000 m および 8.515 m×5.000 m の艀口を各1箇設け上甲板上のマストハウスに立てられたベンチレーター兼用のデリックポスト2本に第一艀口および第二艀口用として各2本の5 噸鋼製デリックブームを取付け、第一艀口に對しては3 噸の横2汽筒單齒車式スチームウインチを、また第二艀口用としては5 噸の横2汽筒複齒車式スチームウインチを各2臺ずつ配置してある。前部貨物艀の載貨容積は 1923.388 ベール立方メートルである。後部貨物艀には7.860 m×5.000 m および 5.895 m×5.000 m の二つの艀口を設け、前部貨物艀のごとく第三、第四貨物艀用として容量5 噸の鋼製デリックブームを2本のマストハウス上のデリックポストに取付け、3 噸の横2汽筒單齒車式スチームウインチ4臺を配置している。後部貨物艀の容積は1481.740 ベール立方メートルである。この他船首樓内、船橋樓内、船尾樓内に各29.849 立方メートル、208.867 立方メートルおよび 29.121 立方メートルの載貨能力を有する貨物艀を配置してある。また端艇甲板上煙筒後方の一對のデリックポストに容量1.5 噸のデリックブーム2本を取付け、3 噸の横2汽筒單齒車式スチームウインチ2臺を設備し、

端艇甲板上載炭口を通して全容量 331 吨の石炭庫への載炭に便ならしめている。

船樓および甲板室

三島型船である本船は、船首樓内に船匠倉庫、燈具庫、塗料庫、貨物艙等を、船尾樓内には各種糧食庫、操舵機室、貨物艙等を配置してある。船橋樓内は専ら居住區に充てられ、上甲板上には屬員の居室、食堂等を設け、食堂内には擴聲機を置いて船橋樓甲板上の會食堂の全波受信機より配線してある。船橋樓甲板には士官室、會食堂、司廚長室、厨室等を設け、士官室はリノリューム敷としベッド、ソファー、机、椅子、洗面臺等を設備する外、扇風機、暖房器等を配置してある。會食堂は同甲板上最前端に位置し、扇風機、暖房器、全波受信器、裝飾電燈等を取付けた清楚なる近代様式の裝飾を施したものである。また厨室は同甲板上最後端に位置し後部に三箇の角窓を切り、日本式竈、西洋式竈蒸氣飯炊釜等を備えてある。端艇甲板上には船長室、二等航海士室、無線電信室、無線局長室等を置き、船長室はリノリューム敷とし、バック付ソファー、ベッド、物入、机、テーブル、椅子、洗面臺等を設備するほか扇風機、暖房器、金庫等を配置してある。

航海船橋甲板には海圖室、操舵室を配置してあり、通風は全部自然通風を用いている。

操舵装置

羅針儀は羅針儀船橋ならびに航海船橋上に各 1 基ずつ配置し、船尾樓内操舵機室にスチームチラー式汽動操舵機 1 臺を設備し、航海船橋上操舵室よりテレモーターにより操縦する。非常用としては船尾操舵機室内に手動操舵機を設備してある。舵は面積 7.26 m² の流線型複板平衡舵を用い旋回試験の結果旋回に要する最大縦距は 右舷 265 米 左舷 270 米、最大横距は 右舷 281 米 左舷 347 米、であつた。

救命設備

端端甲板上後部に 8.00 m × 2.60 m × 1.05 m、定員 49 名の端艇を左右兩舷に各 1 隻ずつ配置し、なお船尾樓甲板上右舷に 5.00 m × 1.46 m ×

0.53 m、定員 10 名の傳馬船 1 隻を配置してあり、ダビットは斷面 I 型の普通型廻轉式のものを用いている。また救命胴衣 50 箇を各室に配置してある。消火設備としては特に消火用蒸氣管を前部および後部貨物艙および石炭庫に導き萬全を期し、使用蒸氣は揚貨機用の蒸氣管より分岐せしめている。その他、甲板水管をもつて各部の消火に供している。

繫船装置

全部蒸氣を用い、船首樓甲板上に横 2 汽筒 C 型容量 10.936 吨、捲揚速力 9 m/min の揚錨機 1 臺を船尾樓甲板上に横 2 汽筒式容量 5 吨捲揚速力 20 m/min の繫船機 1 臺を配置してある。

機 關 部

本船の主機は確實性ある三菱レンツ複 2 段膨脹蒸氣機關 (LES. 8 型) 1 基であるが、主機械ならびに機關部の主要要目は次の如くである。

第 2 表 機關部主要要目表

主 機 械

シリンダ直徑	高壓 2×370 耗
	低壓 2×800 耗
行程	80J 耗
出力程度	經濟 定格 最大
毎分回轉數	115 119 130
指示馬力	1000 1100 1200
蒸氣壓力	15.0 吨/厘 ²
蒸氣溫度	飽和 (乾度 97%)
製造所	三菱重工業橫濱造船所

主復水器

型式および數	複流表面式 1 箇
冷却面積	92.2 米 ²
管板間長	1940 耗
管の寸法	(徑×厚×長) 19 φ 耗×1.2 耗×2000 耗
管數	800 本
上部真空	65 水銀柱耗 (海水溫度 24°C にて)
製造所	三菱重工業橫濱造船所

主 汽 罐

型式および數	乾燃室圓罐 (5 號罐) 2 個
通風方法	強壓通風

蒸氣壓力	16 瓩/瓩 ²
蒸氣溫度	飽和
直徑	3850 耗
管板間長	2200 耗
火爐數及直徑	2×1050 耗
火床面積 (1罐につき)	3.6 平方米
受熱面積 (1罐につき)	150.85 平方米
空氣豫熱器數	1 箇 (1罐につき)
豫熱面積	70 平方米 (1罐につき)
管の寸法	(徑×厚×數) 60φ 耗×2.9 耗×308 本
製造所	1 箇は三菱長崎造船所 1 箇は三菱横濱造船所

軸系

徑	推	中	255 耗	推	250 耗
力	248 耗	耗	耗	耗	耗
間	2130	5000	5700	5195	5330
數	軸 1	軸 1	1	2	1
				軸 1	1

推進器

型式及翼數	エロフオイル 4翼組立 (マンガン青銅)
直徑及ピッチ	3700 耗×2800 耗
展開面積	4.258 米 ²
全圓面積	10.752 米 ²
ボス直徑及長	810 耗×700 耗

補機

(全部蒸氣により驅動するがその主なものを次に掲げる)

主機驅動補機

油氣ポンプ	エドワード式	8 m ³ /hr×6 m ¹ 臺
ビルヂポンプ	ブランジャー式	20 m ³ /hr×20 m ¹ 臺
衛生ポンプ	ブランジャー式	20 m ³ /hr×20 m ¹ 臺

獨立補機

循環水ポンプ	單汽筒渦卷式C型	600 m ³ /hr×6 m	1 臺
給水ポンプ	ウエヤ式 (W 13 型)	13 m ³ /hr×210 m	2 臺
脚荷水ポンプ	ウオシントン式	120 m ³ /hr×20 m	1 臺
雑用ポンプ	ウオシントン式 (WOH 40 型)	40 m ³ /hr×60 m	1 臺
清水ポンプ	横ウオシントン式	5 m ³ /hr×20 m	1 臺
送風機	單汽筒渦卷式	300 m ³ /min×80 m ¹ 臺	
灰上機	汽動	240 kg×15 m	1 臺
補助復水器	四流表面式 (D 型)	冷却面積 40 m ²	1 臺
給水加熱器	堅型表面式 (D 型)	加熱面積 7 m ²	1 臺
給水濾器	カスケード式		1 臺

電氣設備

發電機械として

原動機 堅型單筒蒸氣機關

24 HP 600 R. P. M. 1 臺

發電機 複巻防滴型 105 V 15 k. W. 1 臺
を設備しているほか、一部通信用ならびに豫備燈用電源として船用蓄電池 6 V. 60 AH のもの 2 組を蓄電池室内に裝備する。照明電燈はほとんど 100 V の電源を使用し一般船内照明の外、操舵室天蓋兩舷ならびに端艇甲板後端兩舷に各 500 W の投光器各 1 箇を裝備し、夜間の荷役等に便なるとく前部第一、第二艙口用として 200 W の事業燈 4 箇を、後部第三、第四艙口用としても同様 4 箇の事業燈を裝備する。

非常用としては機械室昇降口、機械室内および無線電信室内に 6 V の蓄電池を電源とする計 3 箇の豫備燈を裝備する。

無線裝置

無線電信室は端艇甲板上に置き主送信機として中短波用出力 250 W のものおよび補助送信機として中波用出力 50 W のもの各 1 基を裝備する。受信機は長中波用および短波用受信機各 1 基のほか船長室および會食堂に各 1 基の全波受信機を置き、士官食堂および屬員食堂には會食堂の全波受信機より配線せる擴聲器を取付けて航海中の慰安に供している。

最後に 6 月 22 日および 26 日に施行せられた試運轉の成績を掲げる。

施行場所 本牧沖

施行年月日	昭和23年6月22日		昭和23年6月26日	
天候	曇		曇	
風	東 2米/秒		南 6米/秒	
海上の様相	平 穏		小波あり	
吃前部	1.325		1.345	
	3.760		3.740	
水後部	2.543		2.543	
(米)平均	2.435		2.395	
トリム(米)	1,794		1,794	
船尾へ	276		287	
排水量(噸)				
推進器翼端(耗)				
(水面上)				
航走種類	1/2定格	經濟	定格	最大
平均速力(節)	9.74	10.99	11.91	12.32
回轉數(毎分)	102.8	114.0	124.8	127.8
指示馬力	538.9	764.2	1007.0	1089.0

軟鋼用電弧熔接棒について

大 谷 碧

は し が き

夢の様に過ぎた数年間ではあつたが、今次大戦の結果として各種工業が戦前に比べて飛躍的な發達をとげた點は認めなければならない。我國の熔接技術に就てもこのことは言えるのであつて、熔接構造が鉄構造に比し工作上強度上種々利點がある事實と生産増強という至上命令とが結びつき在來の鉄構造への漠然たる執着感を急速に打破して行き、戦時中における熔接適用範圍の擴張は眞に目覺しいものであつた。ひとり軟鋼のみならず、低合金鋼・特殊鋼・輕合金等各種金屬に對し電弧・ガス・抵抗等の諸熔接法が可能な範圍において極限迄驅使された。

終戦後日米間技術の交流が實現され我々の察知し得なかつた米國における最近の熔接技術上の進歩が明らかとなり彼我の水準を比較することが可能となつたが、その結果は完全に我々の負であつた。先づ高速自動熔接法の發展は驚異的である。即ちユニオンメルト法の名稱で傳えられて居つた熔接法はサブマージト法(Submerged-Arc Method)と通稱され、一般軟鋼構造物は勿論特殊鋼・銅合金に迄適用されている。本熔接法の高性能なることは我國においても戦前から着目され各所において鋭意研究が行われたものであるが、熔劑の配合及び施行上の諸問題を技術的に解決し得ず現在に到るもまだ貸用されて居らぬ。更に Inert-Gas Welding と稱しアルゴン或はヘリウム・ガスを吹きつけその雰囲気中でアルミニウム・マグネシウム等酸化しやすい金屬を電弧熔接する法、酸素アセチレン切断法に代り特殊金屬粉末の酸化熱を利用して各種金屬を切断する法、電弧熱を應用せる酸素切断法、點熔接の大膽な使用等實例は枚舉に遑がない程である。

軟鋼用熔接棒に關する限り、その進歩に上述の如き華々しさはない。しかしそこには戦時中廣範圍の工業に適用した際得られた経験や資料を整理して今後進むべき路を定めようとする努力が結實しつつあることを見逃してはならない。之は米國に就ても我國に就ても言えることである。元來米國の熔接棒と我國の熔接棒は發達の徑路を異にしているものであるから、かかる歴史的な背景を考慮しながら熔接棒界最近の傾向を考察するのが妥當である。

1. 熔接棒被覆劑の理論

電弧熔接とは電弧熱により熔接棒及び母材を熔融し

接合する法であると言つてしまえばそれ迄であるが事實はそんなに簡單なものでなく、被覆劑の冶金的な作用についてもまだ未解決の分野が多いし、電弧現象に關しては基礎理論さえ確立して居らない状態である。鐵電弧の最高温度は約 3500°C 或は 6000°C であるとも報告されて居り、かかる高温中における諸物質の物理的・化學的性質が殆ど明かにされていないのが熔接現象の本質を把握し得ない原因である。

しかしかかる高温においては電弧近傍で空氣中に存在する窒素及び酸素はイオン化して居て化學的に極めて活性であり、盛に鐵と化合し窒化鐵或は酸化鐵となつて熔着鐵中に多量含有され、熔着鐵の機械的性質を劣化せしむるであろうことは容易に想像されるのであつて、熔着鐵の窒素・酸素含有量及び機械的性質を裸棒と被覆棒につき比較した例は第1表に示す如くである。即ち裸棒による熔着鐵は被覆棒によるものに比し強度上特に靱性・疲勞限の點で格段と見劣りがするものであり、從つて強度を要する接手は必ず被覆棒により熔接を施行せねばならぬ。

第 1 表

裸棒及び被覆棒による熔着鐵の比較

項 目	熔 接 棒	裸	被 覆
窒素含有量(重量比%)		0.10~0.15	0.01~0.03
酸素含有量(重量比%)		0.15~0.25	0.06~0.15
機 械 的 性 質	抗 張 力(kg/mm ²)	35~42	42~53
	降 伏 點(kg/mm ²)	26~32	31~42
	伸 率(%)	5~10	20~40
	斷 面 收 縮 率(%)	8~20	35~65
	疲 勞 限(kg/mm ²)	8.5~12.5	18~21
	アイゾット衝擊量(kg-m)	0.7~2	5.5~10

被覆熔接棒を使用すれば裸熔接棒に比し著しく機械的性質良好な熔着鐵を得るのは心線外部に塗布した被覆劑の冶金的作用によるものである。被覆劑は配合を適當ならしむることによりその一部成分は高温において分解し電弧部へ盛に中性或は還元性ガスを噴出し空氣の浸入を妨げ熔着鐵の酸化・窒化を防ぐと同時に、殘部は熔着化して移行中の熔融鐵周圍を包み、又母材上の熔融鐵を覆つて同様に酸化窒化せざる如く之を保護する。この際熔着が完全に熔融鐵から離脱し熔着鐵の組織を健全ならしむるためにはその熔融温度(即ち凝固温度)低く比重小で粘性適当且冷却後熔着の剝離

良好でなければならぬ。更に熔滓による脱酸(素)・合金・保温作用も期待し得て、之等被覆劑諸機能の綜合結果が第1表に示した強度上の優劣となつてあらわれるのである。

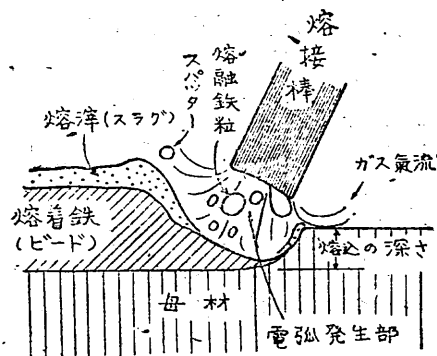
被覆劑を使用する第2の目的は電弧の安定化である。交流においては電流は交互に方向をかえるから各周期毎に電壓値が一旦零となる譯で直流に比し遙かに電弧の安定度が劣り、交流では裸棒の熔接は困難である。然るに心線に被覆を塗布した被覆棒では電弧部に被覆劑から發した蒸氣のイオンが存在し、之等の多くは酸素・窒素イオンに比し電荷當りの質量が大で運動が緩慢であるから電極間のエネルギー保持に役立ち交流においても電弧の維持が容易になるものと考えられる。勿論被覆劑の種類により電弧安定の能力に差があつて通常用いられる被覆劑中その作用大なるものとしては、重曹・黃血鹽・石灰・酸化チタン・二酸化マンガン・珪酸ソーダ・珪酸カリ・酸化鐵等を擧げることが出来る。

第2表 電弧電壓及び熔融時間

薬 品	電弧電壓(volt)		熔融時間(sec/cm)	
	棒 ⊖	棒 ⊕	棒 ⊖	棒 ⊕
炭酸カルシウム	16	17	5.1	2.7
炭酸マグネシウム	18	21	3.7	2.5
酸化アルミニウム	37	28	2.0	2.1
酸化 硼 素	41	30	1.5	2.0
酸化チタニウム	15	19	5.3	2.4
炭 素	35	26	2.2	2.4
酸化 珪 素	31	26	2.3	2.9
二酸化マンガン	20	20	2.8	2.3
酸化 鐵	20	20	2.8	2.3

備考 柴田氏の報告による。心線径 4mm 被覆厚さ 0.5mm 電流 100 amp

實驗的考察の結果によれば、軟鋼心線上に被覆劑を塗布した場合の電弧電壓及び熔融速度は心線の種類如何によらず専ら被覆薬品の種類により決定される。第2表は心線上に單獨薬品を塗布し直流電弧について測定した1例を示す。交流に對しては大體表中の兩極性に對する値の平均に近いと考えてよく又2種以上の薬品を混合して用いるときは混合割合に比例するとして取扱つて差支ない。電弧電壓は熔接操作に密接に關聯してゐてその適當な値は 4mm 棒で熔接を行う場合20乃至25volt前後である。被覆劑配合の決定に當つては冶金上要求される諸條件を満足すると同時に、電弧電壓をして使用目的に應じた適當な値たらしむる様考慮することは極めて重要な事柄である。熔融速度は成可く大であることが熔接能率向上のため好ましいのであるが、第2表の例から分る如く電弧電壓の高い薬品は熔



第1圖

融速度速く低いものは遅い傾向があつて、電弧電壓値が指定されれば熔融速度の範圍もほぼ定まり餘り廣範圍には調節出来ない。熔融速度に影響する他の要素は被覆の耐熱性であつて、耐熱性が強い場合は必要とあれば高電流を使用し熔接速度を高めることが出来る。

下向熔接姿勢において熔接作業を容易ならしむるためには被覆劑配合を調整して次の諸條件を満足せしめればよい。尙第1圖は参考迄に熔接作業中の電弧發生部附近の状態を概念的に畫いたものである。

1. 電弧の安定性及び集中性良好なること。
2. 電弧が溫和しいこと。
3. 熔着鐵が母材に熔込む深さと幅適當なこと。
4. 熔滓は比重輕く熔着鐵表面をよく覆ふこと。
5. 熔滓と熔融鐵の分離がよく且熔滓が電弧發生部に逆流しないこと。

第1に電弧を安定ならしむる爲には先に説明した如き電弧安定に寄與する薬品を相當量被覆中に含ませればよい。電弧中心の勢が強力でぐらぐら揺れずその集中性を良好ならしむるには電弧電壓は高い方が有利で、又熔融鐵が電弧中を成可く小粒子で移行した方がよい。第1圖に示した如き電弧中の熔融鐵粒子は周圍を熔滓によつて包まれているものと考えられ、從て粒子の大小は熔滓の粘度に左右され、熔滓の粘度大となるときは熔融鐵粒子も大型となると推定されている。冶金學上明かなる如く熔滓の粘度は酸性熔滓において高く鹽基性熔滓において小であつて、熔接棒被覆劑に對しては電弧現象等から制約を受けるとは言へ熔滓の粘度を相當變化せしめ得る。從つて熔滓の酸性成分(主として SiO_2)と鹽基性成分(FeO ・ CaO ・ Al_2O_3 ・ MnO 等)の割合には配合選擇の際充分な考慮が拂われる。但し鹽基性成分が過大な熔滓は冷却後ビード表面からの剝離惡く熔接施行上困難を來すのでその使用量には限度がある。

第2に溫和しい電弧を得るためには電弧電壓が高過ぎてはならぬ。電弧部のエネルギーは電弧電壓と電流の積で表わされるものであるが、電流値には棒徑・板厚に應じた適當値があるから電弧部のエネルギーは電

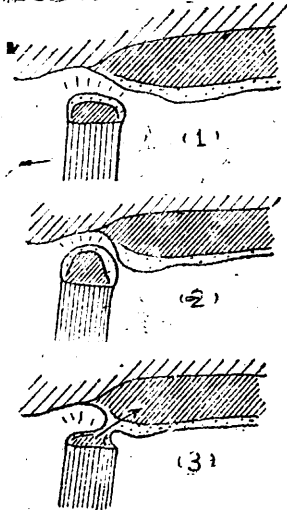
弧電壓に比例するものと考えられるが、このエネルギーが大きいときは熔接中電弧が荒く反対に小なるものは電弧が温和しく感ぜられる譯である。又熔滓の粘度小で、大なる熔融鐵粒子の飛散（即ちスパッター）少きもの程電弧は温和しく感ぜられる。この意味からも熔滓の粘性は重要な意義をもつ。

第3に母材に對する熔込は電流同一ならば電弧電壓と、電弧部における高温のため被覆劑中から分解して噴出するガス發生量により定められる。電弧電壓が高くて電弧部のエネルギー大なるときは熔込廣く且深く、ガス發生盛なるときは熔込は深くなる。發生ガスの主力は被覆中のセルローズ・デキストリン・澱粉等が分解して生ずる H_2 ・ CO ガスであるが、其他炭酸鹽類より生ずる CO_2 ・ CO ガスや二酸化マンガン・酸化鐵より生ずる O_2 ガス或は炭粉等が酸化して生ずる CO ガス等が考えられる。一般に隅肉熔接に對しては熔込は大きい方が強度上有利であるが、薄板或は開先間隙大なるときは熔込が小さくないと開先部がとけて流れ落ちてしまい熔接困難となる。

第4の條件を満足するためには熔滓の量と粘度が適當で且その比重輕く凝固溫度が低くなくてはならぬ。 SiO_2 は鹽基性藥品と併用すればこの條件を満足する有力な成分で現用熔接棒被覆劑中には皆相當量の SiO_2 成分を含有せしめ熔滓化を司らせている。

熔滓の熔融溫度が鐵に比して充分低く、且その比重小で電弧部のガス發生盛であれば第5の條件は満足され所謂浮上り及び逃げのよい熔滓となり熔接操作を良好ならしめる。

下向熔接においては熔融鐵粒は重力の作用する方向に落下するに對し上向熔接では熔粒は重力に逆つて上方に移行し、熔接電弧を維持せしむる諸條件は更に複雑である。熔融鐵の移行機構を研究する方法は高速変



第2圖

寫眞撮影による方法であつて、熔接電弧の後方に之よりも更に輝度の高い強力な光源をおいて電弧發生部の狀況を高速活動寫眞にとるのである。我國においてはかかる方法によつて移行機構に関する進歩的な研究がなされているが、上向熔接における熔融鐵移行の代表的な1例は第2圖に示す如くで

ある。即ち上向熔接の場合は第1圖に示す如き熔融鐵の粒子狀移行は行われず、専ら接觸移行と稱する表面張力等による物理的吸引作用で大粒子の移行が行われるのである。従つて上向熔接容易なためには他に悪影響のない範圍で可及的に熔滓の粘性が大で大粒子の生成が順調であることと、電弧部におけるガス發生が盛で粒子を吹上げる力が強く、又電弧發生部に逆流し易い熔滓を吹きつけて定常的な電弧發生を維持することが必要である。被覆の厚さ及び耐熱性も移行型式を左右する重要な因子で被覆厚さ薄く或は耐熱性小となるに従つて接觸移行が本質的なものとなることが明かにされている。熔滓の適度の粘性は熔滓が氷柱の如く垂下しない爲にも必要である。又熔込が餘り大であると熔接部の冷却固化に手間どりビード垂下の原因となり、又熔滓の比重が大きくても熔滓垂下従つてビード垂下りの原因となり共に不可で注意を要する。

堅向熔接は上向熔接と下向熔接の中間的なものと考へればよい。只堅向の下進熔接（堅向接手を上方から下方へ熔接する法）は特殊な條件を要求するが、この熔接法は主として薄板に用いられるのみであるし、且説明が餘り専門的になるので省略する。

熔接棒の被覆劑配合は以上の如き熔接操作上の要求と精鍊作用を良好ならしめんとする冶金的な要求とをにらんで決定されるものであつて、相對立する諸條件の間に僅かに存在する妥協點を見出して熔接容易・強度良好なる熔接棒を製作することの至難なる所以を了解されることと思う。其他熔接棒に關しては熔着鐵の龜裂・線狀組織等の缺陷發生の問題があつて、かかる缺陷發生原因の一半は心線成分にあり一半は被覆劑配合にあるものとされているがその理論的説明は不十分な點が多く、今後大いに研究の餘地が残されている。

2. 被覆劑發達の歴史

鋼の熔接は直流交流何れによるも可能であるが、直流熔接が主力となつている代表的な國は米國であり、他國においては逆に交流が主用されている。我國では殆どすべての熔接は交流により行われる。直流熔接と交流熔接を比較すると各々一長一短があつてどちらが有利と速断することは出来ないが、その最も甚しい相違點は次の2點である。先ず電弧の安定性、集中性より見れば斷然直流が有利である。之は交流に於ては電流の方向が變る毎に一旦電壓が零となるのに反し直流に於ては一定方向に定常電流が流れているのであるから當然なことで、被覆劑の發達に従ひ直流を使用する場合に比しきほど見劣りのしない電弧が得られるに至つた今日でも、交流熔接機を用いて熔接を容易に開始し良好な電弧を維持するには直流より數割高い 80volts

の開路電圧が要求されている。然るに設備費・維持費の點よりすると交流溶接機は直流溶接機に比し機構が簡単のため遙かに廉價であつて數分の一の費用で事足りる。溶接棒の發達が幼稚であつた初期においては交流直流何れによつて進むかを決定することは確に大問題であつたに違ひない。結局物資の豊かな米國に於ては設備費は掛つても技術的に難點のない直流が採用され、反對に我國では電弧現象もまだ充分満足ではなく又開路電圧が高く當初は100 volt以上であつて人體に危害を加える虞はあるがまず使えないことはない交流溶接機の採用が決定されたものであろう。

交流溶接機の普及は必然的に溶接棒被覆の發達を促した。初期の被覆劑は所謂硼砂系のものであつて、之はガス溶接に硼砂が溶劑として使用され、金屬の酸化物を吸収し流動性よき熔滓となり良好な溶接々手を作るものとして賞用されている事實を電弧溶接の被覆劑に應用したものと言うことが出来る。硼砂系溶接棒として著名なのはチエルベルヒ溶接棒であつて之を模倣したものが多數出現した。配合の1例は第3表に示す如くで何れも硼砂を主成分として居り、硼砂が電弧電壓を高め且電弧を不安定にする作用があるのを打消するため電壓低下・電弧安定化の作用ある諸藥品を極力用い又熔込を確保するため炭粉を用うるのが定石である。熔滓量は多くの場合主として SiO_2 成分の量に比例するが、本系の被覆に於て SiO_2 を用いるのは $\text{CaO} \cdot \text{MnO}$ 等の鹽基性成分のみでは熔滓の熔融點高く流動性剝蝕性不良であるから必要最小限度用いてゐるのであつて、生ずる熔滓量は少く熔融鐵を一樣に覆うには足りず被覆の型としては所謂ガス式に屬する。熔滓量が少くガス發生盛であるから各姿勢での溶接操作は良好で一時造船・車輛・建築方面の工事で盛に用いられた。但し硼砂がガス溶接において威力を發揮するのは溶接の際加熱部が空氣に觸れて酸化して出来る金屬酸化物と結合し良好な狀態の熔滓となる點にあり、電弧溶接の場合はかかる消極的な冶金作用によら

ずともより効果的な手段を採り得る譯で、電弧現象上思わしくない硼砂を強いて使用する必要はない。又發生ガスが CO を主體とするもので還元性が餘り強力でない爲熔着鐵の機械的性質が高級でなく強度重要な部分への適用は不適と考えられ漸次その使用は下火となつて行つた。

電弧溶接に於て熔融金屬を空氣から有力に保護するには2法がある。第1は H_2 等を主力となす強力な還元性ガスを發生する如き藥品を被覆劑中に含ませ發生ガス雰圍氣中で溶接し良好な熔着鐵を得る方法であり第2は例えば SiO_2 とその酸性を中和するに足る鹽基性物質を被覆中に混じて性質良好な熔滓を多量作り移行中の小熔融鐵粒及び母材上の熔融鐵表面を熔滓で覆つて空氣の惡影響を遮斷する方法である。兩者の中間的なものもあり得るが、ガス發生盛な時は熔滓量をかなり少くしないとガスがビード表面から逃げ切れず熔着鐵氣泡發生の原因となるから、兩法を強力に併用することは出来ない。前者はガス式 (Gas-shielded type) 後者はスラグ式 (Slag-shielded type) と呼ばれる。加熱分解して H_2 を主成分とするガスを發生するものには酸粉・デキストリン (糊精) 類とセルローズ (鋸屑・パルプ・綿糸等) があるが、前者は吸濕性があり多量使用出来ないのかかるガス式のものには専らセルローズが用いられるからセルローズ系溶接棒の別名がある。熔滓は程度の差こそあれ溶接の際邪魔になり特に堅向・上向等下向以外の姿勢に對してはこの事が甚しく、溶劑の配合を工夫すればスラグ式のものもガス式の棒に比し餘り劣らない程度に使用性能を向上せしめ得るが、スラグ式がガス式より使い易くなることは根本的にあり得ない。強度上の見地よりすれば熔滓の冶金作用を利用する方が還元性ガスの保護作用を利用するより有利であつて、機械的性質が最上級の溶接棒は大部分純スラグ式である。但し純スラグ式であるから堅・上向溶接は困難で下向溶接専用である。

H_2 は電弧電壓を著しく高めるのでセルローズを多

第3表 ガス式硼砂系被覆の1例

被 覆 劑		主 成 分	配 合 割 合 (重量比)	使 用 主 目 的
硼	砂	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$	23	熔融鐵清淨
石	灰	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	8	電弧安定・電弧電壓低下・熔滓化
二酸化マンガン		MnO_2	15.5	電弧安定・電弧電壓低下・熔滓化
重	曹	NaHCO_3	14	電弧安定・電弧電壓低下・還元ガス發生
木	炭	C	15.5	還元ガス發生・熔込増加
黄	血	$\text{K}_4\text{F}_6(\text{CN})_6$	15.5	電弧安定
石	綿	$\text{SiO}_2(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO})$	4	熔滓化
アラビヤゴム			—	固着劑

量使用したものは電弧が荒く被覆劑で調整しても使い易い棒は仲々得られないが、只直流を用い變則的に棒を母材を○とすると（理論的には熱容量・熔込・電弧の安定等の點より棒○の方が適當である）電弧はかなり溫和しくなつて使用可能となる特性があり、それ故直流用熔接棒の大半はかかる熔接操作良好で強度優秀なセルローズ系のものが占めている。

スラグ式熔接棒發達の初期においてその代表的なものと考えられるのはアルコス製スタビレンド棒である。當時全盛を極めていた硬砂系熔接棒では全熔着鐵の抗張力は軟鋼の夫に匹敵するが伸率は20乃至25%程度であつたのに對し、スタビレンドによれば確實に約32%の伸率を出すことが出來て軟鋼用として満足な延伸性を示した。かかる値は現在でも充分1流熔接棒の夫として通用するものであり實に優秀な熔接棒であつたと申す他はない。スタビレンド被覆の分析成分は第4表に示す如くで、熔着は酸性の SiO_2 と鹽基性の $\text{FeO} \cdot \text{MnO} \cdot \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 等より成り、鹽基性のものとしては酸化鐵を主用している酸化鐵型被覆である。第4表の配合は熔接の冶金的性質も良好であり、且電弧現象も好適に調節されている純スラグ式熔接棒の典型であると言える。本熔接棒は下向熔接容易であるが堅・上向熔接は困難である。スラグ式熔接棒の熔着としては熔融點約 1300°C 以下で且冶金的に惡作用がなければ一應使用し得る譯であつて、 $\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ 型・ $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ 型・ $\text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ 型・ $\text{CaO} \cdot \text{CaF}_2$ 型等色々考えられるが結局スタビレンドの如く $\text{SiO}_2 \cdot \text{FeO} \cdot \text{MnO}$ の3成分を主成分とする形式のものが最も勝っていた様で、スラグ式ではスタビレンドの配合を眞似た棒が多く、機械的性質もかなり良好なものが作られた。

我國において現在スラグ式熔接棒の主力をなすイルミナイト系被覆は酸化鐵系被覆の變形發達したものと見なすことが出来る。イルミナイト系被覆配合の1例

第4表 スラグ式酸化鐵系被覆の1例
(アルコス・スタビレンド)

成分	重量比率(%)	使用主目的
SiO_2	27.37	熔着化
Fe_2O_3	36.13	熔着化
Al_2O_3	4.42	熔着化
CaO	6.56	熔着化・電弧安定化
Mn	11.30	精鍊作用・ MnO となり熔着化
Na_2O	3.47	固着劑珪酸ソーダ中に含まれたもの・電弧安定
MgO	1.12	
CO_2	5.84	CaCO_3 として含まれたもの
水分	1.38	

は第5表に示す如くであつて酸化鐵成分は大部分イルミナイトから供給される。イルミナイトとは非磁性砂鐵にしてチタン鐵膜($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)含有率高きものであつて、之を熔着の酸化鐵供給源として利用すれば高温において FeO は Fe_2O_3 或は Fe_3O_4 に比して酸化性が極めて微弱であるから熔融鐵を酸化する心配がなく、従つてフェロマンガンの脱酸精鍊劑を多く用いて無理な配合にする必要がいらぬこととなり、且 TiO_2 は電弧安定化に著しい働きがあり同時に本系の熔着に加わると熔着を軽くする長所もあつてあらゆる點で Fe_2O_3 を使用する場合より勝つている。通常 CaCO_3 の少量を加えて電弧を調整し且澱粉類をも少しく併用しその盛な還元性ガス發生を利用して熔着の逃げ具合をよくするのが通例である。 SiO_2 供給源として第5表の例では珪砂・滑石・石綿の3者を併用しているが其の他にも色々なものが利用出来るのは勿論で、この邊は各製作者の勘でありどの藥品の使用が有利であると斷定することは困難である。

第5表 スラグ式イルミナイト系被覆の1例

被覆劑	主成分	配合割合(重量比)	使用主目的
イルミナイト	$\text{TiO}_2 \cdot \text{FeO}$	30	熔着化・電弧安定
赤鐵鍍	Fe_2O_3	5	熔着化(龜裂防止)
フェロマンガ	Mn (Fe)	15	精鍊作用・熔着化
二酸化マンガ	MnO_2	5	熔着化(龜裂防止)
珪砂	SiO_2	8	熔着化
滑石	$\text{SiO}_2 \cdot \text{MgO}$	15	熔着化
石綿	$\text{SiO}_2 (\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO})$	5	熔着化
炭酸石灰	CaCO_3	5	電弧電壓低下・電弧安定
アラビックス	糊精	5	ガス發生
珪酸ソーダ	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$	若干	固着劑(電弧安定)

第5表の如きイルミナイト系の熔滓は第4表の酸化鉄系熔滓に比し一般的にやや粘度が高い傾向が認められるがこのことは既述の如く堅・上向熔接操作を良好にするのであつて所謂各熔接姿勢用の萬能棒としての發展性がある。第5表の配合においてはこの點をも考慮して、1級の機械的性質を保持せしめつつガス発生量・熔込・熔滓の粘度等を調整し各姿勢における熔接を容易ならしめている。之を要するに我國におけるイルミナイト系スラグ式熔接棒は被覆割合としては清想も優秀であつて充分世界の水準に達しているものであると考えられる。

スラグ式熔接棒においては相當な熔込量がある位電弧の勢が強くないとスラグが熔接の邪魔になりビード形も整はず熔接がうまくやれないが、この熔込が多いことは5mm以下程度の薄板を熔接する際は致命的な缺陷となり、結局スラグ式棒は薄板には不向である。薄板用としては第3表の礫砂系に類する電弧温和なガス式棒或は半ガス式とでも稱すべきガス式とスラグ式の中間を行く電弧の温和な熔接棒が用いられる。半ガス棒の1例は第6表に示すときもので、その特徴は重曹・炭酸石灰・二酸化マンガンを電弧電壓を特に低下し熔込をへらすものを使用すると同時に重曹・木炭

第6表 薄板用半ガス式被覆の1例

被覆劑	主成分	配合割合(重量比)	使用主目的
イルミナイト	TiO ₂ ・FeO	49	熔滓化
炭酸石灰	CaCO ₃	6.5	電弧電壓低下・電弧安定
二酸化マンガ	MnO ₂	26	電弧電壓低下・熔滓化
珪砂	SiO ₂	13	熔滓化
重曹	NaHCO ₃	17	ガス発生・電弧電壓低下
アラビックス糊精		9	固着劑・ガス発生
木炭	C	6	ガス発生・熔込確保

等殆ど熔滓化しないものを多量に用い従て熔滓量を少くし薄板に適する如くした點である。かかる熔接棒はガス発生盛熔滓は少量であつて、堅・上向での熔接が容易であるから熔接困難な箇所にも用いられることがある。只多量の發生ガスが熔融鐵から充分逃げ切れる様に熔滓はスラグ式のものに比し粘性を減ずるためかなり鹽基性となしてあつて、熔滓が重い缺點がある。

單に被覆の厚さを薄くしても熔込・熔滓量共に減じて薄板に適してくるが、交流においては電弧不安定となる不利がある。

ガス式セルローズ系熔接棒は直流逆極性とすれば電弧はかなり温和となり充分實用に供し得るので、米國の如く直流熔接機が普及している場合はその良好な使用性能が買われて盛に用いられている。第7表に示すフリートウエルドはセルローズ系熔接棒としての名譽を第1に確立した著名なものである。セルローズは他藥品に比し比重が著しく小であるから容積比率でゆくと被覆の大半はセルローズになつて了う。被覆の厚さはスラグ式のものと同じであるから結局熔滓量は熔滓

第7表 ガス式セルローズ系被覆の1例
(フリートウエルド No. 5)

成分	重量比率(%)	使用主目的
セルローズ	20.7	還元性ガス發生
Fe	2.3	精鍊作用・熔滓化
Mn	7.9	
MgO	1.1	(熔滓化)
Al ₂ O ₃	1.1	(熔滓化)
TiO ₂	10.1	電弧電壓低下・熔滓化
CaO	0.3	
SiO ₂	16.2	熔滓化
水分	8.8	

鐵上を薄く一様に覆うに足る程度の少量となる。少量の熔滓でビードを覆うためにはスラグが軽く且相當粘性にとむことが必要で、第7表の如き SiO₂-TiO₂-MnO₃ 成分より成る熔滓は好適である。TiO₂ はセルローズ系被覆において特に重要な作用をなしているのであつて、セルローズによる電弧電壓上昇を緩和するものとしては冶金的な機能をも考慮するとき諸藥品の中最適であらう。本系統被覆には電壓調整用として必ず TiO₂ が用いられていると言つても過言でない程その使用は常石化している。

セルローズ系熔接棒は電弧部におけるガス発生非常に盛で熔滓は少量且スラグ式のものにくらべて粘度も高いから、熔滓量が礫砂系に比すれば相當多量であるにも拘らずその使用性能は礫砂系の夫に匹敵し、且發生ガスは H₂ を主成分とし強力な還元性を有するもの故機械的性質も良好で伸率 30% 以上の熔着鐵を得ることは容易である。

以上過去において實用された被覆劑の種類は多様であるが之に對し心線は成分略々一定のものが用いられている。心線中に C 量が高いと熔着鐵中に氣泡・龜裂發生して不可で、スラグ式の場合は 0.12% 以下、礫砂系では 0.15% 以下、セルローズ系のものは約 0.15% がよいとされている。Si も同様な理由で極力少い方がよく通常 0.04% 以下であれば無害である。Mn の適量は熔接結果に好影響があり 0.3 乃至 0.6% が普通で

ある。P・S等は熔着鐵を脆化させる故に各含有量は0.04%以下の事が絶対必要である。Cuは有害成分であるが我國の如く原料事情が特殊で銅の混入を防止し難い場合は0.30%位迄はさして悪影響はあるまいとされている。但しP・S・Cu等は少くれば少く丈熔着鐵に龜裂發生等缺陷の生ずる心配がなく自由な配合が出来る譯で、事實外國の1流熔接棒心線では之等有害成分の含有率は1桁低く小數點以下第3位の數字に表れる程度である。理論的な説明はまだなされていないが、礫砂系熔接棒よりもスラグ式更にセルローズ系熔接棒の方が熔着鐵に龜裂が發生し易い經驗的な事實があるが、礫砂系熔接棒が廢れた今日では熔着鐵の龜裂防止ということが重要な問題となる。龜裂は勿論心線の良否に大半左右されるが或程度配合の適否にも關聯するのであつて、我國の如く心線が劣等な場合は熔接棒製作者は窮餘の一策として配合を工夫し龜裂を防ぐとする。然しその結果配合は電弧現象及び冶金上よりすれば何となくすつきりしないものとなる。1例を第5表のイルミナイト系被覆につき説明すると表中の二酸化マンガ及び赤鐵礦の使用は全く龜裂防止が目的で、冶金的にはかかる強酸化劑の使用は機械的性質を低下させるものであつて熔着中にMnO・FeOを加えるためならばフェロマンガやイルミナイトにて充分目的を達し得るのである。操作上から言つても赤鐵礦の使用は堅・上向熔接を困難にする傾向を生じ、結局それ丈使用性能が犠牲にされている。外國の1流熔接棒における如き心線が入手出来たならこの様な苦勞は不用であると思うと眞に情なく感ぜられる。

3. 最近の熔接棒

從來の觀念では堅向乃至上向姿勢で熔接した接手は

作業容易な下向姿勢で熔接した接手に比し機械的強度が劣り信頼性を缺くとされて居つた。従つて強度重要な箇所は原則的に下向熔接のみを許し、下向熔接が施行出来ない部分は鉚構造にするか、或は必要止むを得ない場合に限り變則的に熔接施工が許可されるに過ぎなかつた。それで熔接棒の機械的強度試験は下向熔接についてのみ行い、堅・上向での作業性能は問題とされなかつた。しかし強度重要な現場接手をあらゆる姿勢でどどん熔接出来たら工作上非常に便利なのは勿論であつて、特に戰時中熔接の使用範圍が一段と擴張されるにつれてこの點が張調されるに至り堅・上向用熔接棒の必要が叫ばれた。同時に下向以外での使用性能を考えていない在來の熔接棒検査規定が再検討され始めた。このことは見方によれば熔接棒の被覆劑が發達し下向熔接では一應満足な強度が得られる様になつたことが、その適用を堅・上向熔接に迄擴張しようとする機運を醸成するに至つたとも考えられる。下向熔接の強度丈が問題であつた時分は同一の被覆劑でも之を厚く塗り熔着量を多くすれば更に機械的性質が良好となるので、強度檢定用試験片がどうやら熔接出来るぎりぎりの限度迄無暗と藥を厚く塗つた棒が1級品として市場を闊歩したものである。しかしかく被覆を厚くしては堅・上向に於てとかく操作の邪魔になる熔着の量を過多とし、又棒端の被覆筒が深くなり熔融鐵粒子の接觸移行を困難にし結局使用性能は劣つて了う。

熔接棒を分類して下向用・堅向用・上向用とするか、下向用・堅上向用とするか、又は各姿勢で優秀な性能を發揮する萬能棒(All Position Electrode)とするか、或は下向用と萬能棒にするか何れの方に進むのが一番有利であるかは理論的或は實驗的にもまだ明かにされていない。檢定方法に就ても強度試験は下向のみな

第8表 米國における軟鋼用熔接棒の種類

種別番號	熔接位置	使用電源	全熔着鐵機械的性質		
			抗張力psi	降伏點psi	伸率(%)
E 6010	F・V・OH・H	DC (棒⊕)	60000	47000	27
E 6011	F・V・OH・H	AC 或は DC (棒⊕)	60000	47000	27
E 6012	F・V・OH・H	DC (棒⊖) 或は AC	60000	47000	22
E 6013	F・V・OH・H	AC 或は DC (棒⊖)	60000	47000	22
E 6020	H-Fillet・F	$\begin{cases} H\text{-Fillet DC (棒⊖) 或は AC} \\ F \quad \quad \quad \text{DC (棒⊕⊖) 或は AC} \end{cases}$	60000	47000	30
E 6030	F	DC (棒⊕⊖) 或は AC	60000	47000	30

備考 1 熔接位置 F は下向 (flat) V は堅向 (vertical) OH は上向 (over-head) H は堅向水平 (horizontal) H Fillet は水平肥肉 (horizontal-fillet)

2 機械的性質は應力焼鈍 (1150° F) したものの、伸率の測定は試験片直径 0.5" に對し標點間隔 2"

らず堅・上向でも施行すべき試験は下向のみとし堅・上向では使用性能を調査すればよいのか、又使用性能の調査は如何にすれば合理的かの點に關しまだ定説がない。

1940年に制定され42・43・45年に改訂された米国溶接學會(The American Welding Society)の鐵及び軟鋼用電弧溶接棒規格においては軟鋼用溶接棒は使用電源・溶接操作上から6種に分類されていて第8表の如くである。種別番號に附してあるEは電弧溶接棒(Electrode)の意で數字の始めの2桁は抗張力の1000分の1である。最後の桁が種別を表す。この6種は適當電源が交流か直流か(直流の場合はその極性)、良好な溶接を施行し得る溶接姿勢及び機械的性質を考慮し分類したものである。使用性能上よりは萬能棒・下向専用棒・下向及び水平隅肉(下向T溶接で谷型位置でないもの)用の3種が考えられ、機械的性質からは伸率により優・良・可の3段階に分けられている。かかる種別は被覆劑配合の相違から生ずるものであるが各種別毎に配合の1例を示して見ると第9表の如くである。第1にE6010であるが之は直流逆極性で使用するセルローズ系萬能溶接棒で第7表のフリート・ウェルド系統のものである。熔滓は TiO_2-SiO_2-MnO 型であつて電壓調整のため多量の TiO_2 が用いられている。 TiO_2 と同じ作用をなす ZrO_2 が用いられることもある。それでも電弧電壓は高く4mm棒で普通24~26 voltであり熔滓の粘度も大きいので高電流を用いては電弧が荒れるから、120乃至160 ampの比較的低電流で使用される。

第9表 E60級被覆劑成分の1例

成 分	E6010	E6011	E6012	E6013	E6020
SiO_2	32.9	22.9	19.6	25.9	31.4
TiO_2+ZrO_2	13.9	25.3	42.2	30.6	—
Al_2O_3	1.7	0.5	2.3	5.9	1.8
Fe_2O_3	—	—	—	—	31.8
CaO	0.3	1.8	3.5	1.6	2.3
MgO	4.6	8.3	4.4	2.6	0.4
Na ₂ O	8.6	3.8	3.1	1.1	2.6
K_2O	—	4.4	1.5	6.7	1.3
CO_2	0.3	2.3	3.1	1.7	2.6
有機物	28.9	23.9	10.2	17.7	9.6
Mn	6.5	5.2	7.6	4.8	14.6
Fe	1.8	1.9	2.8	2.1	2.8

第2にE6011はE6010を交流にも使用し得る如く改良したものである。即ちセルローズを減量し、 TiO_2 を増量して電弧電壓を下げ又 SiO_2 を減ずるか逆に鹽基性成分を増して熔滓の粘性をへらし熔融鐵の移

行形式が相當小熔粒となる傾向にして電弧の感じを溫和にし交流でも使用可能となしている。しかしE6010に似たものであるから直流の時は逆極性の方が好適である。使用性能はE6010に近く萬能棒である。

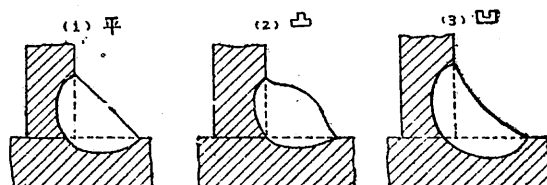
第3のE6012となるとセルローズはE6010の數分の1でしかも TiO_2 が著しく増えているから電弧の溫和しい熔込の少い棒となる。熔滓量はE6010に比すれば多くなるが大した量ではなくガス發生も相當盛であるから各姿勢の溶接に適する。直流逆極性では電弧が溫和しすぎて使えず、直流正極性又は交流用である。使用電流は4mm棒で120乃至180 amp. 電弧電壓は低く18乃至22 voltである。熔込が少いから特に取付の合わない開先部の充填に適している。還元性ガスの發生が強力でなく且熔滓の冶金的功能が大でないから機械的性質は餘り期待出来ない。

第4にE6013はE6012に非常によく似ているがその相違點は薄板用細徑棒に適する如く電弧安定上特に考慮が拂われている點である。第9表で K_2O が多量用いられているのはこの意味であると思われる。

第5のE6020は酸化鐵型であつて第4表に示すスタビレンド系統のslag式溶接棒であると言ふことが出来る。従つて水平隅肉をも含めて下向専用である。電弧電壓は適當で直流兩極性及び交流での使用に適するが、水平隅肉の時は低電流とし交流又は直流正極性で行えば溶接容易である。被覆の耐熱性は充分大であるから、下向でV型接手等を大電流で溶接し溶接速を高め得る。熔滓は多量且冶金的作用が良好であるので熔着鐵の機械的性質優秀である。

第6のE6030は根本的にはE6030と異ならない。只E6020に似せた配合でも水平隅肉が容易に行われぬものが出来ることがあつて之がE6030に屬している。

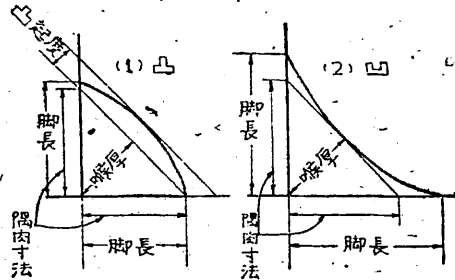
以上6種類の棒を用いてT隅型肉を溶接すると熔滓の性質・熔滓量・ガス發生量・熔込等の組合せのため色々な隅肉断面形が得られるが、之を大體3種に分けることが出来ると言われている。第1の型は第3圖(1)に示す如く表面が殆ど平なものでE6010、E6011が之に屬し第2の(2)の如き凸型にはE6012、E6013が屬し第3の凹型にはE6020、E6030が屬する。こ



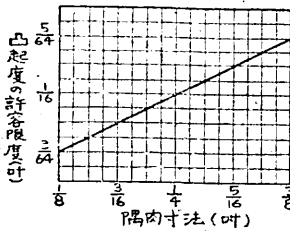
第3圖

の様にビード形からも各種類間には明かな區別がある。

各熔接姿勢における使用性能の判定は V 型接手曲げ試験と T 型隅肉ビードの断面形によつて試験を行い之に合格することが要求される。接手の曲げ試験は各熔接姿勢における接手の簡単な強度試験で、その要領は通常の曲げ試験と同様である。隅肉試験は T 接手を E 6010・6011・6012・6013 では堅向上向両姿勢で E 6020 では水平隅肉姿勢で熔接し、その断面形状(第 4 圖)が各々定められた隅肉寸法に對して第 5 圖に示す許容限度以内にあり、且隅肉兩脚の差が $1/16''$ 以下



第 4 圖



第 5 圖

り少いことが必要である。従來は使用性能の判定は只熔接工の勘に頼りその良否を決めていたのであるが、技術的に一歩進んだかかる手段の採用は相當有效と思われる。

米國の熔接棒規格とは無關係に戦後我國において JES 一般構造鋼用熔接棒規格が改訂されたが、新規格では熔接棒の種類は熔着鐵の機械的性質により 1 號 2 號使用性能により A 種 B 種に分れている。機械的性質と號數の關係は第 10 表の通りで、將來熔接棒が進歩すれば 3 號 4 號等を挿入し得る譯である。使用性能の區別は A 種はすべての姿勢で熔接容易なもの(萬能棒) B 種は下向姿勢で熔接容易なものである。我國に

第 10 表 熔着鐵の機械的性質
(JES 基本 5001 號)

試験 號別	抗張試験		衝擊試験	
	抗張力 kg/mm ²	伸 %	シャルピー kg-m/cm ²	アイゾット kg-m
1 號	41	20	6	4
2 號	41	26	9	6

においては直流を考へる必要がないのと薄板用小徑棒は本規格に含まれていないために米國の規格より體裁は簡單であるがその狙は略々同じである。使用性能の判定は下向・堅向・上向で T 型隅肉を熔接し操作の難易を採點して合格・不合格を決める。この判定に當りまだ熔接工の勘に頼つてゐる點は米國の規格より原始的である。しかしとにかく下向熔接偏重の弊害を悟り作業性能を規格に盛込んで行こうとする意圖は大いに結構であつて、熔接境界における被覆劑再研究の機運を醸成しつつある功は認められてよい。尙

第 11 表
熔接棒檢定の現状

種 號	銘柄數
A 1	33
A 2	24
B 1	10
B 2	11
合 計	78

昨年 8 月新規格實施以來本年 5 月迄商工省における檢定試験に合格した熔接棒の數は第 11 表に示す如くであることを附言しておく。

4. 將來の動向

米國においては戦時中熔接設備の擴張に當つて設備費・維持費の點で有利な交流が盛に用いられ遂に現在では直流設備に對抗する勢力になつたと傳へられている。従つて交直兩用の E 6011 型の生産が盛となり將來は E 6010 型にとつて代るであらうと言われている。E 6011 は E 6010 を基準とし之を一步スラグ式熔接棒の方向に近づけて交流用に改良した萬能棒であるが、之に對し我國に於ては E 6020 に似たイルミナイト系或は酸化鐵系のスラグ式熔接棒を基礎とし、之に直流用セルローズ棒の長所をとりつつ改良を加えて萬能棒を得ようとする方向に進んでいる。即ち出發點は正反對であるが彼我の萬能棒が目標として居る所は同一點であると考えられる。

堅・上向操作を良好ならしむるため不可缺の 1 要件は電弧部においてガス發生が相當盛なことであるが、かかるガス發生劑としては種々の點から検討して、やはりセルローズを相當使用するのが最も有利な様である。従つて我國においては結局イルミナイト系・酸化鐵系スラグ式熔接棒の操作をセルローズ系の長所を採り入れながら改良して行く方向をとることにならう。但し被覆劑配合丈變えて見ても熔接棒は良くはならないのであつて、同時に次の如き諸點を考慮して製品の向上を計らねばならぬ。

1. 心線品質の改善

先づ實行しなければならぬのは心線品質の改善である。我國における心線の實狀はひどいもので P・S が 0.05% 以上あるものはざらであり又 As 等想像もつかない有害物が相當混入しているという話もあり、之で

よく溶接棒が作られていると思ひ程である。溶接棒の性質として心線が餘程よくないと被覆がセルローズ系に近づく程龜裂等の缺陷が発生し易くなるし、又良い心線を使えばそれ丈思い切つた自由な配合となし得るのであるからこの點は溶接棒將來の發達のため是非實現させなければならぬ。

2. 自動塗布機の普及

有機物質としてセルローズ系以外のものでは澱粉・デキストリン類が考えられるが之等は吸濕性があるので約10%以上の使用は如何にしても困難である。且被覆厚さを一定に保ちながら溶着量をへらし使用性能を改良して行くためにも比重極めて軽く水に落けないセルローズを使用した方が便利であり、色々な意味で將來セルローズを使う機会が多くなると思ふ。所がセルローズを用いると從來我國で行われて來た手塗法では巧くぬれず立派な製品は出來ないから、どうしても能率優秀な自動塗布機が必要となつて來るであらう。

3. 工場設備の改良

心線引拔から被覆劑塗布行程迄出來る丈手をぬいて作ろうとする精神が我國の溶接棒業者の間には傳統的に存在する様に見受けられるが、之では製品が何となく見劣りもして決して一流の棒は出來ないであらう。米國においては製棒設備が完備し藥品粒度・被覆劑攪拌・製品検査等質にやかましいのであつて、立派な溶接棒が生産されている原因はかかる點にも存在している。

特に溶接操作は製作行程の良否に微妙に左右されるから工場設備の改良は是非必要である。

以上3點の重要性が充分認識されることが我國溶接棒の性能を向上させる前提條件であると考えられる。

む す び

現在の溶接棒では溶着鐵の機械的性質を良好ならしむることは容易であつて、技術上の焦點はかかる良好な機械的性質を維持しつつ如何にして使用性能を向上せしめるかと言うことである。然るに被覆劑成分と溶接操作の關係に就ては簡単な定性的説明が與えられている程度にすぎず、今後の研究により兩者の關聯性が明かにされることが要望される。しかし溶接操作は急激に變化せしめると溶接施行上種々不利益が伴うから、使用性能の研究に當つては從來用いられて來た型の溶接棒を基準として之を徐々に改善して行くのが賢明である。而して本小論で明かにされた如く、將來の溶接棒界に於てはガス式スラグ式兩者の長所をとつた折衷型の萬能棒が盛に使用されるのではないかと豫想される。何れにしても溶接とは溶接棒を使つて接手を結合する作業なのであつて溶接棒こそ最も大切なものなのである。その重要性が一般にもつと認められ、優秀な製品が續々生産される機運が強力に醸成されることが切望される次第である。

(筆者・鐵道技術研究所第二部勤務)

(320 頁よりつづく)

題、スクラップの問題等はそれぞれ若干の意見の相違はあつても現在の情勢にあつてはさう大きな問題ではない。

また今井さんはちよつとしか論及しておられないが、コンクリート船の實用上の問題として重大なものは修繕の困難性である。すなわちダメージを生じたときは古い船體と新しい補修箇所との結合性を如何にして確保するかということが差當りのところ妙策はなく、本質的にはただよく粘着してくれと期待するだけである。その他困る問題は機裝品等の取付には船體の骨格から取付の根を出さなければならぬことで、これは暴線の導板の取付にさえ適用される。

従つて船が初期の船殼設計の當時からすべての機裝品取付まで見透して圖面に入れて工事をしておかなければならぬことで、鋼船の工事に慣れたものから見れば實に大變の仕事である。そして機裝變更やら改造工事等は船が出來てからは殆んど不可能に近い。

以上簡単に論及したことと判ることであるが、現在の海運狀況のもとでコンクリート船の建造を海運業者

に慫慂することは全く無暴と云うよりほかない。無電でなければあまりに海運界に對して無知である。

自分等の考えるところによればコンクリート船建造の餘地は現在には全くない。

過去において僅かに戰時中 19 年春から 20 年春にかけてその計畫の妥當性を認めるのみである。すなわちコスト關係は全く或は殆んど無視してよい時代で、ただ材料關係と船腹關係を重視すればよい時代がこれに當るであらう。

以上現下の情勢ではコンクリート船建造政策の不適當なことを述べた。造船技術としてのコンクリート船は一應の實用化の見透しと實績は得ているがなお未解決の點が多々あり、何時かこれが脚光を浴びることも考えられるので、この方面の研究は進めて行きたいと念願する一人である。

終りに臨みいつも變らぬ今井さんの御研究に對する御精進に尊敬の誠を表し、あわせて先輩に對する妄言をお詫びする。

緩曲面分の近似展開についての 一考察

菱田 敏 男
大阪工業専門学校教授

1. 緒 言

船體構成部材のごとく曲面をなす部材を平板上に板取りする場合、如何なる輪廓とすべきか。この爲にいわゆる近似展開法があるが、それは専ら經驗的なもののようで、又これについて議論されたものを筆者の知る範囲では見ない。それらの曲面部材の内、roll や鍛冶加工を必要としないで、船體構成部材の大部分のごとく、いわゆる展開のみで直ぐ取付に廻される緩曲率の部材をなるべく良好に近似展開する上の条件を幾何學的に一二討議する。勿論對象となるのは undevelopable な曲面で、従つて Gauss 曲率は 0 でない。

2. 近似展開の條件

以下に考える函数は悉く解析函数とする。 x, y, z を直交座標、 u, v を曲線座標として近似展開すべき曲面を

$$x=x(u, v), y=y(u, v), z=z(u, v) \dots (1)$$

とし、面分の境界を k 、その内部を r 、 k の方程式を

$$v=v(u) \dots \dots \dots (2)$$

とする。この曲面上の一點 (u, v) を平面上の一點 (u, v) に一對一旦連續に對應させた時、平面上の直角座標 ξ, η は

$$\xi=\xi(u, v), \eta=\eta(u, v) \dots \dots \dots (3)$$

であるとし、境界を k 、その内部を ρ とする。

曲面が developable なる爲の必要かつ充分條件は

$$E=e, F=f, G=g. \dots \dots \dots (4)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{但し } E &= x_u^2 + y_u^2 + z_u^2, e = \xi_u^2 + \eta_u^2, \\ F &= x_u x_v + y_u y_v + z_u z_v, \\ f &= \xi_u \xi_v + \eta_u \eta_v, \\ G &= x_v^2 + y_v^2 + z_v^2, g = \xi_v^2 + \eta_v^2 \end{aligned} \right\} \dots (5)$$

で、 $x_u = \frac{\partial x}{\partial u}$ 等である。

従つて爰に取扱う曲面においては (4) は成立せずして

$$\left. \begin{aligned} e &= E \cdot \sigma_1^2(u, v), f = F \cdot \sigma_2^2(u, v), \\ g &= G \cdot \sigma_3^2(u, v) \end{aligned} \right\} \dots (6)$$

のような形をとる。しかし σ_1 等は一般に常數ではない。

曲面および平面上において、 $v=\text{const.}$ なる曲線に沿う線素の長さは同じ (u, v) および u の増分 δu に對してそれぞれ $\sqrt{E} \delta u$ 及び $\sqrt{e} \delta u$, $u=\text{const.}$ の場合は $\sqrt{G} \delta v$ および $\sqrt{g} \delta v$, この二つの線素の交角の餘弦はそれぞれ $F/\sqrt{EG}$ 及び $f/\sqrt{eg}$ で、面積素はまたそれぞれ $\sqrt{EG-F^2} \delta u \delta v$ 及び $\sqrt{eg-f^2} \delta u \delta v$ である。

曲面の最も良好なる近似展開という意義は種々に定義し得るがここには次の義——兩領域 r および ρ の全領域にわたつて、なるべく相對應する線素の伸縮および交角の増減を最小ならしめるとき展開法——とする。換言すれば

$$\begin{aligned} \iint_{\rho} \left[\left(1 - \frac{e}{E}\right)^2 + \left(1 - \frac{g}{G}\right)^2 \right. \\ \left. + \left(1 - \left(\frac{f}{\sqrt{eg}} / \frac{F}{\sqrt{EG}}\right)^2\right)^2 \right] du dv \\ = \text{極小} \dots \dots \dots (7) \end{aligned}$$

ならしめる函数 ξ, η を決定することに外ならぬ。上式を書き直すと

$$\begin{aligned} \iint_{\rho} \left[(1 - \sigma_1^2)^2 + (1 - \sigma_3^2)^2 \right. \\ \left. + (1 - \sigma_2^2 / \sigma_1 \sigma_3)^2 \right] du dv = \text{極小} \end{aligned}$$

變分法によつて容易に

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 \quad (\equiv \sigma) \dots \dots \dots (8)$$

を得る。今の場合極大の無いことは明かである。

(8) はすなわち等角寫像の必要充分條件である。しかしこれは近似展開の必要條件であつて、等角寫像函数は無數にあるから、その一を決定すべき十分条件が必要である。しかしそれは兩面分の面積を等しくするという条件からは生れない。その爲には $\sigma=1$ を必要とし、換言せば面積を等しくするよう展開せられた展開形は最も良好なものではない。さて

$$\alpha = \xi + i\eta, \beta = \xi - i\eta, (i = \sqrt{-1}) \dots (9)$$

とおき、また微分方程式

$$(F \pm \sqrt{EG-F^2}) du + G dv = 0 \dots (10)$$

の一般解を

$$\zeta(u, v) = \text{const.}, \bar{\zeta}(u, v) = \text{const.} \dots (11)$$

とすれば

$$a = \varphi(\zeta), \beta = \varphi(\bar{\zeta}) \dots (12)$$

にて等角寫像函数 ξ, η の一般解を得ることは周知の通りである。ただし $\zeta, \bar{\zeta}$ はたがいに共軛である。よつて e, f, g を u, β にて書き直し、これを(7)に入れ再び β に関する變分を0と置けば、 ξ, η を定むべき微分方程式と境界條件を得る。すなわち

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial u} \left[\left(1 - \frac{a_u u}{E} \right) \frac{a_u}{E} \right] \\ + \frac{\partial}{\partial v} \left[\left(1 - \frac{a_v \beta_v}{G} \right) \frac{a_v}{G} \right] &= 0, \\ \frac{\partial}{\partial u} \left[\left(1 - \frac{a_u \beta_u}{E} \right) \frac{\beta_u}{E} \right] \\ + \frac{\partial}{\partial v} \left[\left(1 - \frac{a_v \beta_v}{G} \right) \frac{\beta_v}{G} \right] &= 0, \end{aligned} \right\} \dots (13)$$

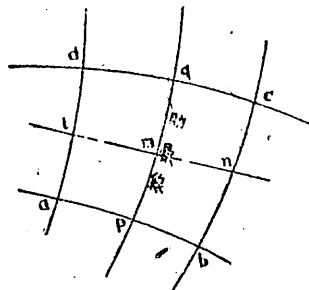
境界條件は境界上にて

$$1 - \sigma^2 = 0 \dots (14)$$

となる。この條件は境界上では曲平兩面の相對應する線素の長さに伸縮なきことを示す。又 σ は曲平兩面の對應線素の伸縮を代表する函数である。

3. 現行展示法の検討及結語

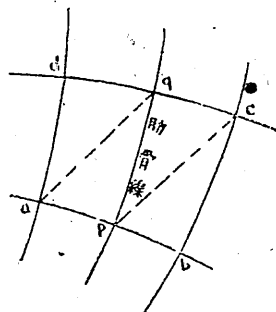
(13)の微分方程式を解き、(14)の條件を満足するような等角寫像函数 ξ, η を決定すれば、 u, v を媒介として曲面を寫像でき、これが最良な展開形となるのであるが、これは一般に困難である。またその場合は σ 従つて相對應する任意の二點間の長さのずれも決り、この σ の程度以上には與えられた曲面にてずれを小さくすることは出来ない。



第1圖

しかし緩曲面であるから、現行展開法によつて得られた形も上のものに近いと考えられたので、上の微分方程式を解くことは必ずしも必要ではなく、従つてここでは現行展開法と上の展開法との條件を比較してみる。

現行展開法では、境界條件は満足せられる場



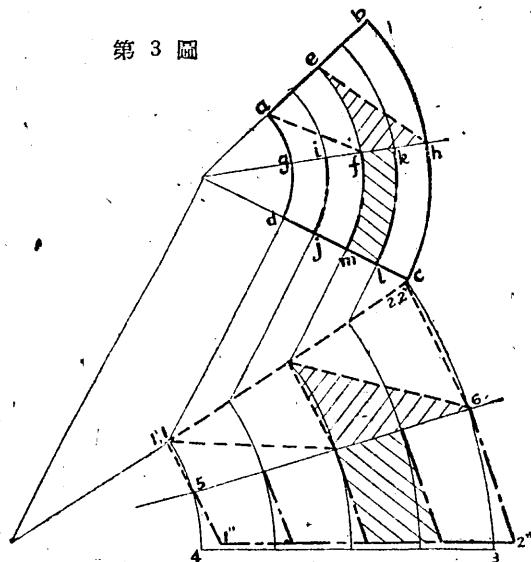
第2圖

合が多く、これに等角寫像の思想を導入し、展開法を選択しもしくはこれを modify すれば改良出来る餘地があると思われる。

例を船體外板に取る。

第1および2圖は現在普通に用いられる二様の展開法でいずれも body plan を示す。展開せられる部分は $abcd$ 、展開法は第1圖の場合は $ap, pb, lm, mn, dq, qc, al, ld, pm, mq, bn, nc$ の實長を求めて行い、第2圖では $ap, pb, dq, qc, ad, pq, bc$ と對角線 aq, dp, pc, bq の實長による。いずれも境界條件は満足せられる。しかし等角寫像の思想よりすれば第2圖の方が良好である。三角形の三邊の實長を用いるからである。

第3圖



$abcd$: 展開さるべき部分。1234: 正確なる展開形。
1'2'65 (點線): 對角線 af, ch を用いた展開形。
1''2''65 (鎖線): gd, ij 等を用いた展開形。

一般に現行の近似展開は、曲面を多くの小さな部分に分割し、その各個を平面と見做し、その各邊を直線としてその實長を求むる畫法を反覆繰返すのであるが、この分割は等角寫像の見地より三角形とした方がよい。この考え方で三角形に分割した場合の展開形とそうでない場合とを、正確なる展開法の知れている圓錐面につき比較すると第3圖の通りである。(終)

木船の縦強度に及ぼすコーキングの影響

原 田 正 道

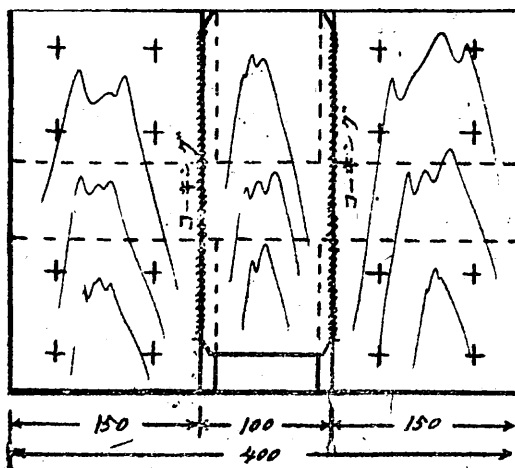
目 次

- 1) コーキングの抵抗力の實驗
- 2) 實船において生ずるコーキングの抵抗力の推定
- 3) 縦強度に及ぼすコーキングの抵抗力の影響
- 4) 結論
- 5) コーキングの効果の時間的推移

1) コーキングの抵抗力の實驗

本誌の第20巻第1號以來「木船の縦強度」という題目で連載されて來た理論は、外板のシームに補されているコーキングの影響を全く省略していたものであります。いうまでもなく、コーキングの目的は水止めにあるのであります。が、たまたまそれが補されている外板のシームにおいて、上下に隣り合っている外板同士に相對的なズリが起つたとすれば、コーキングはこのズリを阻止しようとする抵抗力を發生し、これが木船の縦強度にある程度の影響を與えるだろうということは想像するに難くありません。

果たせるかな前の論文が發表されて以來というもの、色々な會合の席上、しばしばこのことが問題となつたのであります。が、コーキングの抵抗力に関するデータが無かつたために、論議は常に全くの憶測以上に出ることはなかつたのであります。



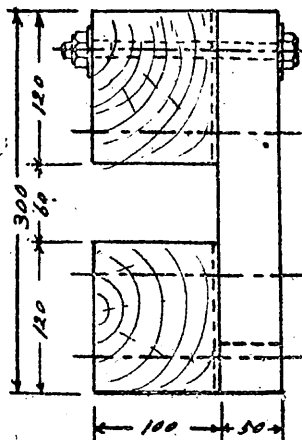
第1圖

今回、きわめて大雑把な實驗ではありますが、コーキングの抵抗力に關する大體の數値の見當を得ましたので、コーキングは木船の縦強度の如何なる項目に對して如何ほどの影響の與えるものであるかという理論的な検討を加えて見たのであります。まずその實驗から話を進めることにいたします。

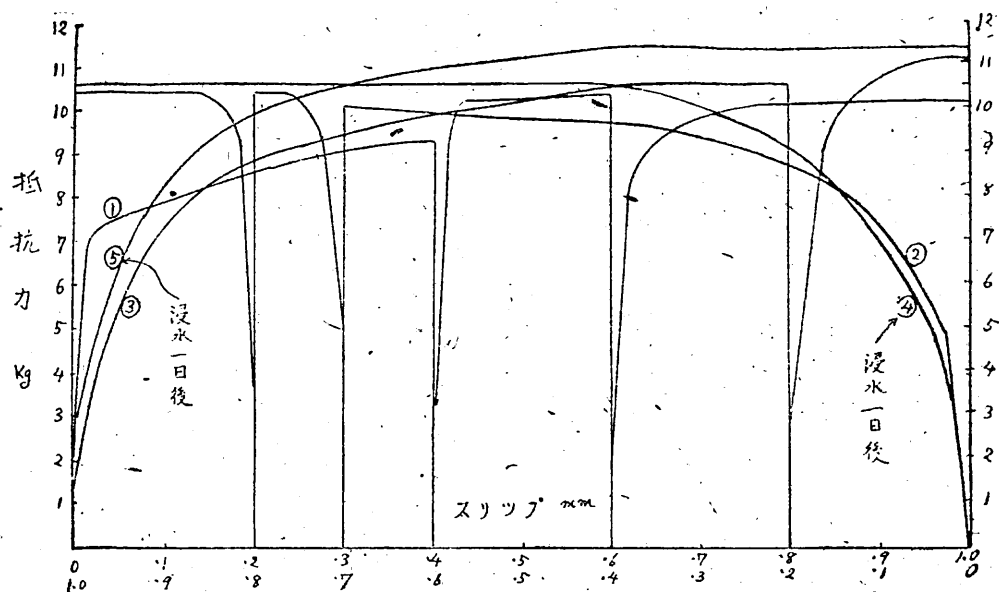
實驗は第1圖のような模型5個について行なわれました。三枚の板の内で兩側の板を裏面にあてた肋骨にしっかりと釘付けにして兩者の間隔の開くことを防いで置き、中央の板との間にコーキングを補したもので、その中央の板を上から下へ、あるいは下から上へと押して、そのズリ量と押す力との關係を求めたのであります。中央の板と肋骨との接觸面は肋骨の肉を殺ぐことによつて空隙を作り、餘分な摩擦力の入つて來ることを少くしてあります。コーキングを補した長さは中央の板の兩縁の合計50cmでその工作は千葉縣勝浦町の大東製作所川津造船工場の棟梁の手で、實船の外板に補すつもりで邪念なく打つてもらつたものであります。

實驗の結果からズリ量と荷重との關係曲線を二つばかり拾ひ上げて第2圖と第3圖とに示しましょう。圖の縦軸はコーキングの單位長さ當りの抵抗力、横軸はスリップであります。

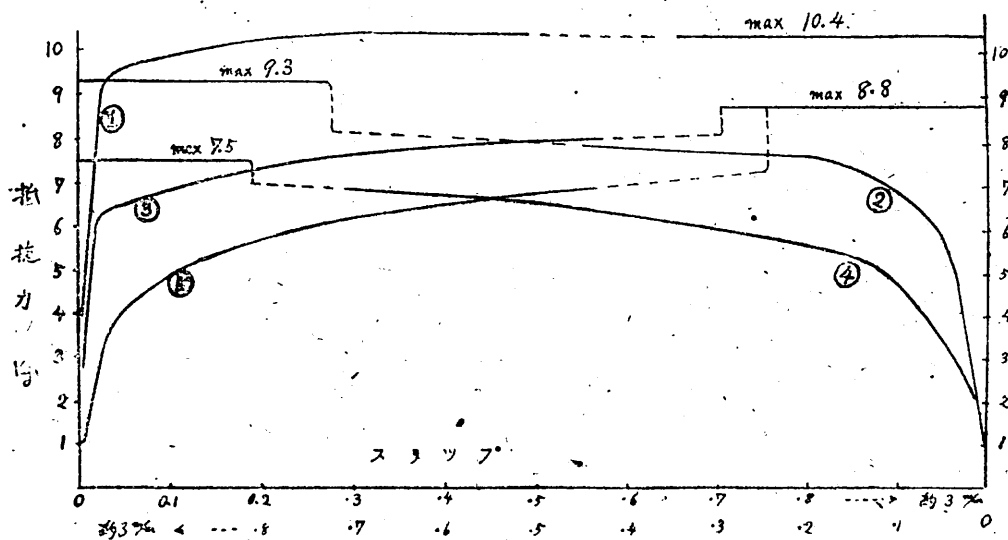
第2圖は、最初中央の板を一方向に押して行つて、曲線(1)のように曲線が平らになつて最



早荷重が上昇しなくなつたところで荷重を零に戻し、再び荷重をかけるという操作を二回まで行いながら全スリップ約1mmに及ぼし、次に押す方向をかえて曲線(2)のように、途中やはり2回荷重を零に戻すことを行いながら全スリップ約1mmで大體初



第 2 圖



第 3 圖

めの位置まで戻し、更に方向をかえて曲線 (3) を得、ここで約 1 日間程水に浸した後、曲線 (4) および (5) を得たものであります。

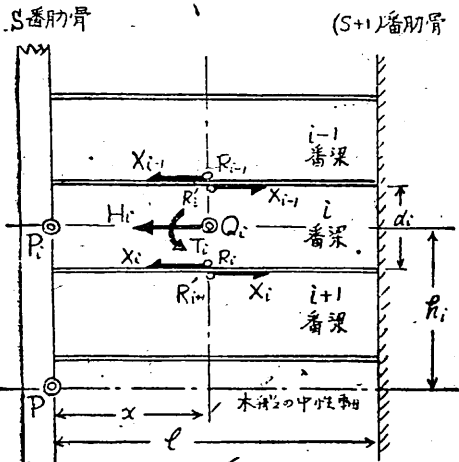
第 3 圖は同様の方法で、押す方向をかえること 5 度に及んだものであります。この模型では抵抗力曲線が全く平らになるのに約 3 mm 近くスリップを要しました。圖面を小さくするために途中を省略して点線で連がりを示してあります。

その他の模型についても大體同程度の曲線が得られております。これ等の曲線を通して見て色々論じ得る点もありましようがなにぶんにも試験片の数が少く、また工作所もただ一箇所、しかもただ一人の棟梁の手になつたものでありますので、これからただちにコーキングの抵抗力に関する一般性質を云々することは少しく亂暴にすぎると思ひますので、深くふれないことに致して置きましょう。

2) 實船において生ずるコーキングの

抵抗力の推定

さて次にには、實際の木船のシームにおいて、どのくらいの抵抗力が生ずるものか、またそれが色々の場所のシームでどのような分布状態を示すものかということの推定に移しましょう。それにはまず色々の場所のシームにおける外板相互のスリップ量を求める必要があります。



第4圖

前に行つたと同様に、木船の各肋骨の間をそれぞれ片持梯子梁で代表させることにします。第4圖はS番肋骨と(S+1)番肋骨に挟まれた船體の、第(i-1)番目、第i番目および第(i+1)番目の縦通材を示したものであります。第4圖において、S番肋骨よりxの距離のところ、i番梁の下縁R_i點と(i+1)番梁の上縁R'_{i+1}點とが相対的に Slip(i, x) のスリップを生じたとします。もしこのところにコーキングが補されてあつたとすれば、そのスリップに應じて第2圖および第3圖のような曲線關係にある抵抗力が生ずる筈であります。それをコーキングの單位長さ當りに X_i(x) としましょう。全く同様に(i-1)番梁の下縁とi番梁の上縁との間にも抵抗力が生じます。

いまi番梁に着目して、その上縁の抵抗力 X_{i-1}(x) と、i下縁の抵抗力 X_i(x) とを合成しますと、i番梁の中性軸上の Q_i 點に働く水平力 H_i(x) と振り力 T_i(x) とに置きかえることが出来ます。すなわち

$$\left. \begin{aligned} H_i(x) &= -[X_{i-1}(x) - X_i(x)] \\ T_i(x) &= -\frac{1}{2} d_i [X_{i-1}(x) + X_i(x)] \end{aligned} \right\} \dots\dots (1)$$

i番梁の徑間の單位長さ當りに(1)式のような荷重を受ける片持梯子梁の解は、かりに X_i が既知の量とすれば、前に「木船の縦強度」中で述べたと全く同様の方法でただちに求めることが出来ます。

たとえば木船の中性軸上のP點の變位位置は、

$$\left. \begin{aligned} \theta &= \frac{l^2}{2EI} \left[\frac{2M}{l} + F + \frac{1}{3} wl \right] \\ \eta &= \frac{1}{2} l \theta + \frac{l^3}{12EJ} \left[F + \frac{1}{2} wl \right. \\ &\quad \left. - \int_0^l \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) \sum_{i=1}^n \frac{3 d_i}{l(1+\epsilon_i)} (X_{i-1} + X_i) l \frac{dx}{l} \right] \\ \xi &= \frac{l}{EA} N \end{aligned} \right\} \dots\dots (e-11)$$

ただし記號は船舶第20卷第1號「木船の縦強度」参照

またたとえばi番梁とS番肋骨との附着點 P_i に生ずる不靜定内力は、

$$\left. \begin{aligned} \frac{2M_i}{l} &= \frac{1}{6} w_i l - \frac{E_i J_i}{EJ} \left[F + \frac{1}{2} wl \right. \\ &\quad \left. - \int_0^l \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) \sum_{i=1}^n \frac{3 d_i}{l(1+\epsilon_i)} (X_{i-1} + X_i) l \frac{dx}{l} \right] \\ &\quad + \frac{E_i I_i}{EI} \left[\frac{2M}{l} + F + \frac{1}{3} wl \right] \\ &\quad + \frac{d_i}{l} \left[\int_0^l \left(1 - \frac{x}{l} \right) - \frac{3}{1+\epsilon_i} \int_0^l \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) \right] \\ &\quad \cdot (X_{i-1} + X_i) l \frac{dx}{l} \\ F_i &= -\frac{1}{2} w_i l + \frac{E_i J_i}{EJ} \left[F + \frac{1}{2} wl \right. \\ &\quad \left. - \int_0^l \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) \sum_{i=1}^n \frac{3 d_i}{l(1+\epsilon_i)} (X_{i-1} + X_i) l \frac{dx}{l} \right] \\ &\quad + \frac{3 d_i}{l(1+\epsilon_i)} \int_0^l \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) (X_{i-1} + X_i) l \frac{dx}{l} \\ N_i &= \frac{E_i A_i}{EA} N + \frac{E_i A_i h_i l}{2EI} \left[\frac{2M}{l} + F + \frac{1}{3} wl \right] \\ &\quad + \int_0^l \left(1 - \frac{x}{l} \right) (X_{i-1} - X_i) l \frac{dx}{l} \end{aligned} \right\} \dots\dots (e-12)$$

またその點の變位量は

$$\left. \begin{aligned} \theta_i &= \theta \\ \eta_i &= \eta \\ \xi_i &= \xi + h_i \theta \end{aligned} \right\} \dots\dots (e-3)$$

これ等の式から少しく計算を進めますとi番梁

の下縁のスリップ $\text{Slip}(i, x)$ を求めることが出来て第 (2) 式のようになります。ただし第 (2) 式は木船の實情に則して決して無理ではないところの若干の省略が行われております。

コーキングが縦強度に影響を持つのは、その上縁とか下縁とかにコーキングを補された部材すなわちたとえば船側外板とか外部腰板のごとき船側部材であつて、甲板とか船底とかのようにその横の縁にコーキングを持つてゐるものは影響を與えません。これ等の船側部材にあつては分布荷重 w_i はその材自身の重さだけで荷物とか水壓とかによるものがありませんから w_i はきわめて小さい値であります。従つてまず w_i の項を省略してあります。

次にこれ等の船側部材では、その板幅 d_i はほとんど相等しいのが普通であり、また相等しくすることが得策であることを論文「木船の縦強度」中で述べて置きましたので、これからの木船ではこれが相等しく造られるであろうとひとりと合點をして、すべての船側部材の d_i を相等しく考えたのであります。 d_i が等しければ當然 ϵ_i もまた等しいのであります。

これ等の省略をした上でスリップの式を書きますと次のようになります。

$$\begin{aligned} \text{Slip}(i, x) = & \frac{\beta^3}{2EJ} \frac{d_i}{l(1+\epsilon_i)} \cdot \\ & \cdot \left[F + \frac{1}{2}wl - \Delta F \right] \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) \\ & + \frac{\beta^3}{12E_i I_i} \left(\frac{d_i}{l} \right)^2 \left[\frac{x}{l} \int_0^l \left(1 - \frac{x}{l} \right) - \int_0^x \frac{dx}{l} \right] \cdot \\ & \quad \cdot (X_{i-1}^* - X_i) l \frac{dx}{l} \\ & - \frac{\beta^3}{12E_{i+1} I_{i+1}} \left(\frac{d_i}{l} \right)^2 \left[\frac{x}{l} \int_0^l \left(1 - \frac{x}{l} \right) - \int_0^x \frac{dx}{l} \right] \cdot \\ & \quad \cdot (X_i - X_{i+1}) l \frac{dx}{l} \\ & - \frac{\beta^3}{4E_i I_i} \left(\frac{d_i}{l} \right)^2 \left[\frac{x}{l} \int_0^l \left(1 - \frac{x}{l} \right) - \int_0^x \frac{dx}{l} \right] \cdot \\ & \quad \cdot \left[\frac{3}{1+\epsilon_i} \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) \int_0^x \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) \right] \cdot \\ & \quad \cdot (X_{i-1} + X_i) l \frac{dx}{l} \\ & - \frac{\beta^3}{4E_{i+1} I_{i+1}} \left(\frac{d_i}{l} \right)^2 \left[\frac{x}{l} \int_0^l \left(1 - \frac{x}{l} \right) - \int_0^x \frac{dx}{l} \right] \cdot \\ & \quad \cdot \left[\frac{3}{1+\epsilon_i} \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) \int_0^x \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) \right] \cdot \\ & \quad \cdot (X_i + X_{i+1}) \end{aligned}$$

$$l \frac{dx}{l} \dots (2)$$

ただしここに

$$\Delta F = \frac{3d_i}{l(1+\epsilon_i)} \int_0^l \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) \sum_{i=1}^n (X_{i-1} + X_i) l \frac{dx}{l} \dots (3)$$

以上の計算はすべて $X_i(x)$ がかりに既知のものとしたときのものでありますが、これは実はまだ未定のものであるわけであります。前節に述べたように $\text{Slip}(i, x)$ と抵抗力 $X_i(x)$ との間には實驗的にのみ知ることが出来るある函數關係

$$\text{Slip}(i, x) = f\{X_i(x)\} \dots (4)$$

があるものでありますから、第 (2) 式の左邊の $\text{Slip}(i, x)$ を第 (4) 式で書きかえれば第 (2) 式は X_i のみの式となり、これを解けば X_i が求められるのであります。その式は x についての積分方程式であり、更に i についての差方程式および和方程式であり、更に函數形 f は第 2 圖や第 3 圖に示されるような複雑なものでありますので、これを解くことはきわめてむずかしいものであります。そこでこの式を利用しながら抵抗力 X_i の値および分希を推定して見ようとするわけであります。

まずスリップの大略のオーダーを知るためにコーキングの影響のない場合の値を求めて見ます。第 (2) 式で $X_i=0$ とすれば、

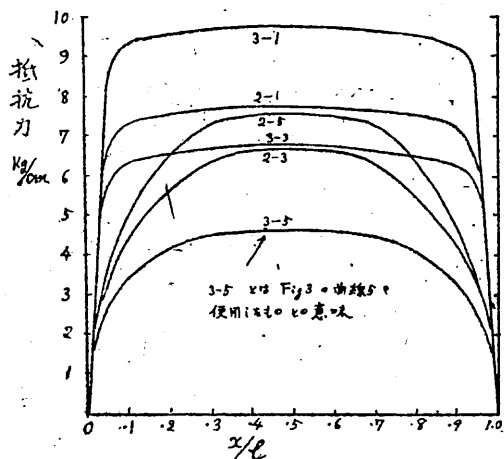
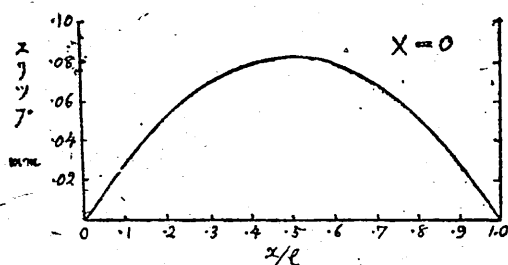
$$\text{Slip}(i, x) = \frac{\beta^3}{2EJ} \frac{d_i}{l(1+\epsilon_i)} \cdot \left[F + \frac{1}{2}wl \right] \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) \dots (5)$$

これは $x=0$ 及び $x=l$ 、すなわち肋骨に固著される處で零で、その中間は x に関して拋物線的の分布をします。その最大値を例の 250 噸型の標準貨物船のホッピング状態で計算して見ます。この船では、最大ホッピング剪斷力 $F=70$ ton、肋骨心距 $l=0.54$ m、第二曲げ剛性 $\frac{EJ}{E_0}=23.820 \text{ cm}^2\text{-m}^2$ 、船側外板も外部腰板も共に $d_i=20$ cm、 $\epsilon_i=2.744$ であります。いま E_0 として松の標準値 $70,000 \text{ kg/cm}^2$ を取れば

$$\max \text{Slip} = 0.0817 \text{ mm}$$

となります。

この時スリップの i 番梁に沿う分布を圖示しますと第 5 圖の上の圖となりこのスリップに應ずる抵抗力の分布を第 2 圖および第 3 圖の曲線 (1), (3), (5) を用いて描いて見れば第 5 圖の



第 5 圖

下の圖のようになります。

この圖で見ますと抵抗力の分布には、平坦な部分がかなりの範囲を占めていることが判ります。そこで次には第一段の近似として抵抗力はすべての處で一定値 X であるとしします。第(2)式および第(3)式で $X_i = X$ とすれば良いのですが、それは船側部材同士のシームにおいてであつて、甲板とか船底とかのシームにおいては $X=0$ であることに注意を要します。

いま船側部材の数を片舷當り m 枚とすると、 m 枚の中の一番上の部材の上縁と、一番下の部材の下縁とでは上の理由によつて $X=0$ でありますから、抵抗力の働く縁の数は(各部材の上下の縁をそれぞれ1本ずつに数えますから)兩舷全體で本で $2 \times (2m-2) = 4(m-1)$ 本であります。従つて第(3)式は

$$\Delta F = 2(m-1) \frac{d_i}{l(1+\epsilon_i)} Xl \dots (6)$$

第(2)式は

$$\text{Slip}(i, x) = \frac{F}{2EJ} \frac{d_i}{l(1+\epsilon_i)} \left[F + \frac{1}{2}wl - \Delta F \right] \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right) - \frac{F^3}{12E_i I_i} \left(\frac{d_i}{l} \right)^2 \left(\frac{1}{2}Xl; 0; 0 \right)$$

$$\begin{aligned} & - \frac{F^3}{12E_{i+1} I_{i+1}} \left(\frac{d_i}{l} \right)^2 \left(0; 0; \frac{1}{2}Xl \right) \\ & - \frac{F^3}{4E_i I_i} \left(\frac{d_i}{l} \right)^2 \frac{\epsilon_i}{1+\epsilon_i} \left(\frac{1}{2}Xl; Xl; Xl \right) \\ & - \frac{F^3}{4E_{i+1} I_{i+1}} \left(\frac{d_i}{l} \right)^2 \frac{\epsilon_i}{1+\epsilon_i} \left(Xl; Xl; \frac{1}{2}Xl \right) \end{aligned} \dots (7)$$

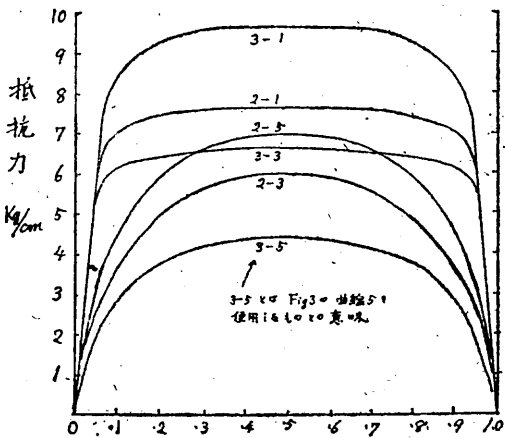
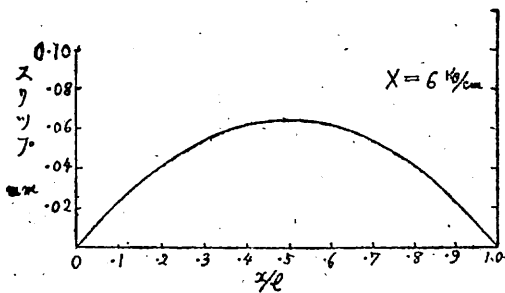
ただし()の内は i がそれぞれ(一番上の; 中間の、一番下から2番目の)船側部材の場合であつて、それ以外では()の内は零となるものであります。

さて第一近似として X が一定値と考えるのでありますが、その X をどのくらいにすべきかということでありします。第5圖から X の平均値を出して見ますと 7 kg/cm くらいの處になります。抵抗力が働けばスリップは第5圖の場合より減少する筈で、従つて抵抗力もこの場合よりは多少低くなります。そこでまず、 $X=6 \text{ kg/cm}$ と假定してスリップを求め直して見ます。250 噸型の船では船側外板の $\frac{12E_i I_i}{E_0} = 6.000 \text{ cm}^2\text{-m}^2$ 、その数は片舷當り7枚、外部腰板の $\frac{12E_i I_i}{E_0} = 7.200 \text{ cm}^2\text{-m}^2$ 、片舷當り8枚でありますから $m=15$ 枚となり、第(6)式から

$$\Delta F = 0.9 \text{ ton}$$

第(7)式から $\max \text{Slip}$ を求めて見ますと、1番上又は下の船側外板とその次の船側外板とのシームで 0.0648 mm 、船側外板同士のシームで 0.0650 mm 、外部腰板同士のシームで 0.0636 mm 、外部腰板と船側外板とのシームで 0.0636 mm となり、まず平均 0.064 mm ぐらいとなります。

そこで $\max \text{Slip} = 0.064 \text{ mm}$ として再び第5圖のようなものを書いて見ますと第6圖が得られます。第5圖に比較して多少スリップが小さくなつたために、抵抗力の分布は肩がとれて来ておりますが、未だ平坦部がかなりの範囲を占めていると見て見られないことはありません。そしてその X の値は大體 6 kg/cm ぐらいが平均となつておりますので、先に假定した $X=6 \text{ kg/cm}$ が妥當な値であつて、この第一近似で大體250 噸型のホッピング状態での70 噸の最大剪断力を受ける場所におけるスリップと抵抗力の分布を與えていると見て差支えなく、またそ



第 6 圖

れを x および i に無関係に、 $X=6 \text{ kg/cm}$ の一定値で置きかえても、さほど亂暴なことではないと考えられるのであります。

3) 縦強度に及ぼすコーキングの抵抗力の影響

コーキングの抵抗力が船側部材同士のシームにおいて $X_i(x)=X$ という一定値であり、それ以外のシームで $X_i(x)=0$ であるとした場合に、木船の縦強度を調べるのに必要な諸公式は次のようになります。

木船の變位量は (e-11) 式より、

$$\left. \begin{aligned} \theta &= \frac{l^2}{2EI} \left[-\frac{2M}{l} + F + \frac{1}{3}wl \right] \\ \eta &= \frac{1}{2}l\theta + \frac{l^3}{12EI} \left[F + \frac{1}{2}wl - \Delta F \right] \\ \xi &= \frac{l}{EA} N \end{aligned} \right\} \dots (8)$$

$$\text{ただし } \Delta F = 2(m-1) \frac{d_i}{l(1+\epsilon_i)} XI \dots (9)$$

i 番梁の左端の不静定内力は (e-12) 式より、

$$\left. \begin{aligned} \frac{2M_i}{l} &= \frac{1}{6} w_i l - \frac{E_i J_i}{EJ} \left[F + \frac{1}{2} wl - \Delta F \right] \\ &\quad + \frac{E_i I_i}{EI} \left[\frac{2M}{l} + F + \frac{1}{3} wl \right] \\ &\quad + \frac{d_i \epsilon_i}{l(1+\epsilon_i)} \left(\frac{1}{2} XI; XI; \frac{1}{2} XI \right) \\ F_i &= -\frac{1}{2} w_i l + \frac{E_i J_i}{EJ} \left[F + \frac{1}{2} wl - \Delta F \right] \\ &\quad + \frac{d_i}{l(1+\epsilon_i)} \left(\frac{1}{2} XI; XI; \frac{1}{2} XI \right) \\ N_i &= \frac{E_i A_i}{EA} N + \frac{E_i A_i h_i l}{2EI} \left[\frac{2M}{l} + F + \frac{1}{3} wl \right] \\ &\quad + (-\frac{1}{2} XI; 0; \frac{1}{2} XI) \end{aligned} \right\} \dots (10)$$

これ等の式から論文「木船の縦強度」と全く同様の手順によつて次の諸式が導かれます。

肋骨と縦強度材との固著釘の固著力は、分布荷重 W の項を省略すれば、

$$\left. \begin{aligned} W_i &= \frac{E_i A_i h_i l}{EI} F - (-XI; 0; XI) \\ Q_i &= \left[\frac{E_i J_i}{EJ} - \frac{E_i I_i}{EI} \right] Fl - \frac{E_i J_i}{EJ} \Delta Fl \\ &\quad - l \frac{d_i \epsilon_i}{l(1+\epsilon_i)} \left(\frac{1}{2} XI; XI; \frac{1}{2} XI \right) \end{aligned} \right\} \dots (11)$$

ただし以上の三組の式で () の内は、 i がそれぞれ (一番上の、中間の、一番下の) 船側部材の場合で、船側部材以外のものでは () の内は零となります。

次に r 番梁の固著点における肋骨の剪断力 S_r と曲げモーメント L_r とは、元來のコーキングのない時の値を $(S_r)_0$ 、 $(L_r)_0$ とし、 r 番梁までの船側部材の片舷當りの数を m' とすれば

$$\left. \begin{aligned} S_r &= \sum_{i=1}^r W_i \\ &= (S_r)_0 + \begin{cases} XI \dots \text{船側肋骨} \\ 0 \dots \text{梁および船底肋骨} \end{cases} \\ L_r &= \sum_{i=1}^r \left[Q_i + W_i (h_i - h_r) \right] \\ &= (L_r)_0 - \Delta Fl \sum_{i=1}^r \frac{E_i J_i}{EJ} \\ &\quad + l \frac{d_i}{l} \left[2(m'-1) - \frac{\epsilon_i}{1+\epsilon_i} (2m'-1) \right] XI \end{aligned} \right\} \dots (12)$$

ただし $m'=0$ に對しは最後の [] 内を零とします

さて前節で推定した抵抗力 $X=6\text{kg/cm}$ を用いて、以下順次に各項目に対する数量的な検討を加えて行くことに致します。

まず第一に木船の變位量に対しては第(8)式でわかるように角變位 θ と水平變位 δ とには何らの影響がなく、鉛直變位の第2項にのみ影響があり、これを $\frac{\Delta F}{F+\frac{1}{2}wl} \times 100\%$ だけ減少させるのであります。250 噸型の標準貨物船においては、剪斷力 $F=70\text{ton}$, $\Delta F=0.9\text{ton}$ でありますから、

$$\frac{\Delta F}{F+\frac{1}{2}wl} \times 100 = 1.3\%$$

の減少であります。かくのごとく木船の變位量に対してはコーキングはほとんど影響なしと断じてよいと考えられるのであります。

次に第(10)式によつて木船の應力に關しての影響を考えましょう。第(2)式および第(5)式から抵抗力 $X_i(x)$ を求める方程式が得られますが、その式の中に入つて来る外力は剪斷力 F のみであります。従つて F の零である場所ではスリップは零で従つて抵抗力 X もまた零であることは明らかであります。

しかし、第10式中の M_i と N_i とは主として木船の曲げ應力を左右するものであります。曲げ應力が重要となる船の長さの中央部分では剪斷力 F はほとんど零に近いので、 X はきわめて小さく、従つてこの附近の曲げ應力に対してはコーキングの影響は考える必要がないことになります。

次に第10式中の F_i は主として F の大きな $\frac{1}{2}L$ 附近の重要な剪斷應力を左右するものであります。今これを次のごとく書きかえて見ます。

$$F_i = -\frac{1}{2}w_i l + \frac{E_i J_i}{EJ} [F + \frac{1}{2}wl - \Delta F + \Delta F_i]$$

但し $\Delta F_i = \frac{EJ}{E_i J_i} \frac{d_i}{l(1+\epsilon_i)} (\frac{1}{2}Xl, Xl, \frac{1}{2}Xl)$ (13)

コーキングの有効な船側部材に対しては F_i の第2項を $\frac{\Delta F_i - \Delta F}{F} \times 100\%$ だけ増大させ、そのかわりに甲板や船底のそれを $\frac{\Delta F}{F} \times 100\%$ だけ減少させるのであります。いかえれば、コーキングのために剪斷應力の一部が、船底や甲板の部材から船側部材へと移しかえられたということです。單に移しかえられただけ

であるということは、各部材から減少する剪斷力は $\frac{E_i J_i}{EJ} \Delta F$ でありますので、その總和は

$$\Delta F \sum_{i=1}^n \frac{E_i J_i}{EJ} = \Delta F$$

であり、一方船側部材において増える量は、

$\frac{d_i}{l(1+\epsilon_i)} (\frac{1}{2}Xl, Xl, \frac{1}{2}Xl)$ であります。が、 $\frac{1}{2}Xl$ のものは兩舷の一番上および一番下の船側部材でその数4枚、 Xl のものは中間の船側部材でその数 $(2m-4)$ でありますから、増える量の總和は

$$\frac{d_i}{l(1+\epsilon_i)} \left[4 \times \frac{1}{2}Xl + (2m-4)Xl \right]$$

$$= 2(m-1) \frac{d_i}{l(1+\epsilon_i)} Xl = \Delta F$$

であり、減少量と増大量が相等しいからであります。

250 噸型で計算しますと、船側部材以外のものでは $\frac{\Delta F}{F} \times 100 = 1.3\%$ の減少、船側部材では一番上または下の船側外板で $\frac{\Delta F_i - \Delta F}{F} \times 100 = 2.8\%$ 増大、中間の船側外板で 6.9% 増大、外部腰板で 5.5% 増大となり、コーキングの影響はせいぜい數% 止りであることがわかります。

次に釘の固著力に対する影響に移ります。水平方向固著力 W は一番上および下の船側部材に於てのみ變化があつて Xl だけ増減させるのであります。250 噸型では一番上の船側外板でコーキングのなかつた時の $W=117\text{kg}$ が $Xl=324\text{kg}$ だけ増加して 441kg と約4倍になり、一番下の船側外板では元來が 99kg であつたものが $Xl=324\text{kg}$ 減少して -225kg と方向を變えて約2倍強となります。然しながら W による釘孔の面壓力は元來低いものでありました故に、これだけの増加があつてもなお問題は起らないのであります。

次に振り固著力 Q はコーキングのない場合に較べて

$$\Delta Q_i = \frac{E_i J_i}{EJ} [\Delta F + \Delta F_i \epsilon_i] l \quad \dots\dots (14)$$

だけ減少します。250 噸型では、船側部材以外では何れも約 1.3% 程度減少し、船側部材では

一番上または下の船側外板で 12.6% 減少, 中間の船側外板で 23.8% 減少, 外部腰板で 20.0% 減少となります。

Q によつて船側部材の釘孔に生ずる面圧力は元來きわめて大きく, 木船の縦強度の中で最も危険な個處でありましたので, これを 20% 前後も減少させ得るということは大いに意義のあることであります。

次に肋骨の剪断力は第(12)式でわかるように梁および船底肋骨では變化なく, 船側肋骨ではいたる所(兩舷の肋骨の和で) XI だけ増加します。250 噸型では片舷の肋骨當り $XI=162$ kg の増加であります。元來の値は外部腰板の上縁附近で 5321 kg でありましたので 3.0% の増加, 中性軸の上の處で元來 5628 kg でありましたので約 2.8% の増加となり, 何れもたいした影響はないことになります。

次に肋骨の曲げモーメントでありますが, 肋骨の曲げモーメントは梁と肋骨との境目附近で最も大きな値をとります。その附近ではそれより上の部材すなわち甲板の $h_i \equiv h_r$ でありますから第(12)式は

$$L_i = \sum_{i=1} Q_i$$

すなわち L_i は甲板部材の Q_i の和となります。これ等の部材の Q_i は前述のごとく何れも約 1.3% の減少でありましたので L_i もまた 1.3% 程度の減少となつてコーキングの影響はきわめて小であります。

なお念のために中性軸附近の値を調べて見ますと, その附近では $\sum_{i=1} \frac{E_i J_i}{EJ} \equiv \frac{1}{2}$, かつ $m \equiv \frac{1}{2} m$ でありますので 250 噸型では L_i の補正值は 19,200 kg-cm となり, 元の値が, -168,360 kg-cm でありましたから約 11% の減少にはなります。しかし中性軸附近では元の値自身が小さな値でありますので考慮に値しないわけであります。

4) 結 論

以上の考察によつて, 木船の外板のシームに補されたコーキングの抵抗力は, 縦強度材と肋骨とを固著する釘の握り固著力を, 船側部材に

おいて 20% 前後減少させる以外には, 木船の縦強度に大した影響を與えるものではないと結論することが出来たわけであります。しかもコーキングの効果というものはきわめて不安定なものであることを考えれば, その効果を頼りにして固著釘の設計を行うということは危険であると考えられます。

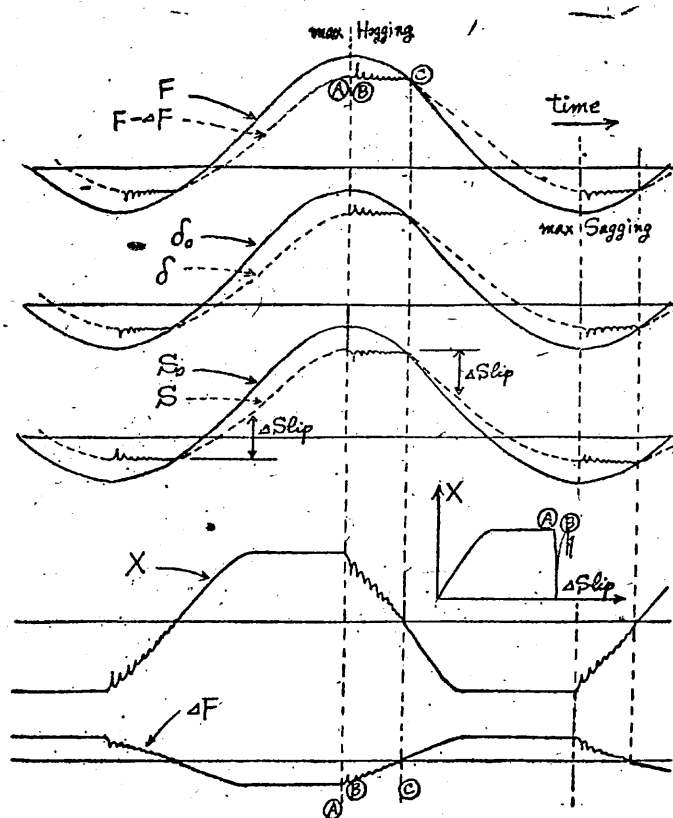
なおこの論文では釘孔の變形を變えて來せんでしたが, 釘孔の變形を考えれば, スリップは今の場合より多少なり増加することは豫想されます。しかしながらスリップと抵抗力の関係曲線の平坦部に掛つて來るため, スリップが増加するほどは抵抗力は増加せず, 木船の縦強度に對するコーキングの寄與はこの論文とたいした變化はないものと考へられるのであります。

5) コーキングの効果の時間的推移

船が波に浮いておりますと, 船に加えられる外力は最大サッキングと最大ホッキングの間を週期的に變化いたします。この變化に應じてのコーキングの効果の時間的推移は一見奇妙な様子を示します。外力がたとえば最大ホッキングに向つて増加して行きますと, 外板のシームのスリップもこれに應ずる抵抗力も増加して行きますが, 最大ホッキングを超えて外力が減少し出す瞬間にスリップも減少を初めますので, スリップの方向が變ることになり, その瞬間に抵抗力は零に戻り, 次いで方向を變えて零より順次増大して行きます。従つて簡単に考えてしまいますと, その瞬間に折角のコーキングの効果が零になつて, 何ら縦強度に寄與しないという結論を得ることになりますが, 実際には最大ホッキングまたはサッキングの所で生じた値が, そのまま暫く一定値を保つた後に減少を始めるという恰好になるものと考えられます。

その状況を模型的に示したものが第7圖であります。以下暫く今まで使つた記號を離れて説明をいたしますが, 外力 F が圖のように時間的の變化をすると, もしコーキングの抵抗がなければこれと同じ位相を保つて木船の縦強度中のある量が ϕ_0 のごとく變化し, 外板のスリップは S_0 のごとく變化します。

しかるに今コーキングの抵抗を考えますと,



第 7 圖

船體に加わる外力 F の内で ΔF だけがコーキングに支持されて、船體の變形を起す外力は $(F - \Delta F)$ になりましょう。そしてこれと 1 對 1 の對應を保つて實際の縦強度量は δ のようにスリップは S のようになります。この S の曲線においてそれぞれ最大ホグgingまたはサグgingから引いた値を $\Delta Slip$ としますと、この $\Delta Slip$ に應じてスリップ～抵抗力曲線から抵抗力 X が求まり、その變化の狀況が圖の X 曲線のようにになります。従つてこの X からコーキングの効果 ΔF が求まり、これと一番上の F 曲線と $(F - \Delta F)$ 曲線との差とが一致する筈であります。

この一巡する圖のどこから話しを始めても良いのでありますが、いま最大ホグgingの A 状態から外力 F が減少し始めるとスリップ S が減少しようとして方向が變るために抵抗力 X が零に落ちようとしています。従つてコーキングの効果 ΔF が零になろうとしますから $(F - \Delta F)$ 曲線が F 曲線まで上昇しようとし、スリップ

S が再び増加しようとし、スリップ～抵抗力曲線の B 點に移ります。このようなことを振動的に繰り返して S 曲線は一定値を保つておりますが、外力 F が次第に減少してやがて抵抗を考えない時の S_0 と、抵抗を考えた時の S とが一致する C 點になりますとスリップは安心して方向をかえ、最大サグgingに向つて行くのであります。

従つて木船の縦強度量 δ は抵抗力のない時の δ_0 に比較して、本論文に述べただけのコーキングの寄與を受けることが出來て、その時間的推移は、頂點において水平な部分を有ししかも外力とはやや位相のずれたような感じのするものになると考えることが出来るのであります。(終)

天然社新刊

波多野 浩著 價 250 圓

航海計器の實用と理論

高 木 淳著 價 250 圓

船舶初等算法

中 谷 勝 紀 著 價 200 圓

船用燒玉機關

—近刊豫告—

小 野 暢 三 著 (10 月下旬)

貨物船の設計

價 350 圓

中 谷 勝 紀 著 (10 月下旬)

船用ディーゼル機關

價 350 圓

小 谷 信 市 著

船用補機

價 未 定

—送料 各 40 圓—

第7章 模型船自航試験

前章において説明したように、船體、その副部および推進器の間には複雑な流體力學的相互作用が存在するから、試験水槽において模型船の抵抗試験および模型推進器の單獨試験を行い、船體の測定抵抗および單獨推進器の測定性能だけに基つて實船の推進性能を推定したのでは明かに不十分である。例えばある與えられた各種の條件に對し抵抗測定試験において最小の抵抗を示した形狀の船體、特に單螺旋船が、これに對する最良の推進器によつて推進される場合に、必ずしも最良の成績、すなわち主機關の最小の出力を期待することはできない。この原因は前章において説明したように、主として船體、副部および推進器の相互作用によつて推進係數が大幅に變化するため、従つて、船の最良の推進性能を得るためには、船體、副部および推進器の形狀などを、模型船と模型推進器との綜合試験を行つて決定しなければならない。この綜合試験の方法は、フルードのいわゆる推進器船後試験から漸次發達して、現在試験水槽において一般に採用されている模型船自航試験にまで進歩したのである。この試験方法は模型船内に小型の電動機を搭載し、これによつて模型推進器を回轉させ、その發生推力により模型船を曳引車とは無關係に、試験水槽内を航走させて、模型船内に搭載してある推進器動力計その他により各種の測定を行うもので、實船の推進状態と相似であるといえる。

模型船自航試験について、著者(24)はかつて詳説したことがあるから、ここでは極めて簡単にその試験の基礎原理だけを述べるに止める。

實船と模型船との寸法比が α の模型船を模型推進器により自航させた場合に、フルードの模型試験法に従つて、對應速度、すなわち模型船の速度に $\alpha^{0.5}$ を乗じた實船の速度において、模型推進器の單位時間における回轉數に $\alpha^{-0.5}$ を乗じた回轉數での實物推進器の推力は式(208)により模型推進器について測定した推力に α^3

を乗じて求められる。一方、模型船の抵抗は縮尺影響、すなわち摩擦抵抗が速度の2乗に比例して變化しないために、模型船の測定抵抗はフルードの相似則に従わず、これを實船に換算する場合の α の冪數は3より小さい數字となる。従つて模型船の自航試験状態は實船の推進状態とは異なり、自航試験は單に模型船の自航點に對する測定を行うものとなつて、實船に對しては餘り價値がないといえる。このようなわけで、模型船の自航試験を行う場合には、模型船の抵抗をつぎに述べるような方法である値だけ減少させておき、これに α^3 を乗じて實船のものに換算することができるようしておかなければならない。この修正を一般に摩擦修正とよび、模型船の自航試験にあたりこれを施せば、その自航状態は實船の自航點に對應するものとなる。

摩擦抵抗を各試験水槽において常用しているアール・イー・フルードの算式によつて推定する場合について、摩擦修正の値を求めてみる。フルードの摩擦抵抗算式は次式で表わされる。すなわち模型船に對しては

$$R_{mf} = \sigma_m \lambda_m \{1 + 0.0043(15 - t)\} A_m V_m^{1.825} \quad \dots\dots\dots (293)$$

式中 R_{mf} , A_m および V_m はそれぞれ模型船の摩擦抵抗、浸水表面積および速度、 λ_m は模型船の長さから決まる摩擦係數、 σ_m および t はそれぞれ試験水槽水の比重および溫度(°C)である。また實船に對しては

$$R_{sf} = \sigma_s \lambda_s A_s V_s^{1.825} \quad \dots\dots\dots (294)$$

式中 R_{sf} , A_s および V_s はそれぞれ實船の摩擦抵抗、浸水表面積および速度、 λ_s は實船の長さから決まる摩擦係數、 σ_s は實船が航行する水の比重であり、なお實船の摩擦抵抗に對しては水温の修正を施さない。フルードの模型試験法によれば、實船の全抵抗 R は次式によつて表わすることができる。但し R_{wo} は實船の造波抵抗、一般には剩餘抵抗、 R_m は模型船の全抵抗

である。

$$\begin{aligned}
 R_s &= R_{sw} + R_{sf} \\
 &= \alpha^3 \frac{\sigma_s}{\sigma_m} (R_m - R_{mf}) + R_{sf} \\
 &= \alpha^3 \frac{\sigma_s}{\sigma_m} \left[R_m - \sigma_m \lambda_m \{1 + 0.0043(15 - t)\} \cdot \right. \\
 &\quad \left. A_m V_m^{1.825} \right] + \sigma_s \lambda_s A_s V_s^{1.825} \\
 &= \alpha^3 \frac{\sigma_s}{\sigma_m} \left\{ R_m - \sigma_m A_m V_m^{1.825} \cdot \right. \\
 &\quad \left. \lambda_m \{1 + 0.0043(15 - t)\} - \frac{\lambda_s}{\alpha^{0.0875}} \right\} \quad \dots\dots\dots (295)
 \end{aligned}$$

従つて模型船の任意の速度 V_m に對する摩擦修正値はつぎのようになる。

$$\begin{aligned}
 \text{摩擦修正値} &= -\sigma_m A_m V_m^{1.825} \cdot \\
 &\quad \cdot \left[\lambda_m \{1 + 0.0043(15 - t)\} - \frac{\lambda_s}{\alpha^{0.0875}} \right] \quad (296)
 \end{aligned}$$

模型船自航試験を行う場合に、豫めこの摩擦修正値を算定し、これに相當する張力を、適當な方法により模型船に、その進行方向に與えれば、實船の自航點において模型船自航試験を行うことができ、その測定結果をフルードの相似則により直ちに實船に換算することができる。なお模型船に張力を與える方法としては、自航模型船の直上をこれとは無關係に走行している曳引車上に設けられた滑車を通じて張られた糸の1端を模型船に固定し、他端に摩擦修正に相當する重錘を吊す方法が普通に採用されている。

このような方法によつて模型船の自航試験を行えば、模型船の抵抗に對する縮尺影響は除去されるが、伴流および模型推進器の縮尺影響はともに解決されていない。模型推進器の縮尺影響は、第4章において述べたように、比較的大型の模型推進器を使用して、ある臨界値以上のレイノルズ數において實驗を行えば、まず縮尺影響は存在しないと考へてよいが、伴流の縮尺影響をなくすることは甚だ困難である。これが解決策として、例えば模型船の中央平行部の後端附近において、胴周に沿つてピアノ線を配置し、船尾部の伴流状態をできるだけ實船のものに相似させる方法などが採用されたこともあるが、これにより、定性的にはともかく、定量的に伴流の縮尺影響を除去することができるとはいえない。しかしながら第6章において説明したように、伴流の縮尺影響は決して著しいものでは

ないから、一應これに對しなら考慮せずに自航試験を行い、その測定結果に基づいてフルードの相似則により實物推進器の性能を計算し、その回轉數だけに對し伴流の縮尺影響として僅かに、例えば單螺旋船に對しては約2%、双螺旋船に對しては約1%ぐらい高目に修正する方法が現在一般に採用されている。

式(293)による摩擦修正値を模型船に施して行つた自航試験の結果に基づいて計算した實船に對する所要馬力、すなわち、實物推進器への傳達馬力に、第1章において説明した傳達效率を使用して軸系の摩擦による損失馬力を加算すれば、所要軸馬力が求められるのであるが、これを海上試運轉において測定した對應速度に對する軸馬力に比べると、大型船においては兩者が大體一致するが、中小型船にあつては前者が後者より小さいのが通例で、しかも船型が小さくなるに従つてその差が著しく増大する傾向が明かに認められる。このような事實に對し數多くの原因をあげることができるが、實船、特に小型船の摩擦抵抗が式(294)による算定値より大きいことも、その主要な原因の一つであると著者は考へている。アール・イー・フルードは模型船のパラフィン面と實船の清淨な外板面とは表面の粗度が等しいとして、これらに對し同一式を使用して摩擦抵抗を算定している。すなわち式(293)および(294)中の摩擦係數 λ_m と λ_s との値は、同一の長さに對し等しくしているのであるが、これは明かに誤である。例えば長さ6mのパラフィン製模型船と鋼製實船との表面を比べれば、前者が後者より遙かに滑かであることは當然であり、従つてパラフィン製模型船の摩擦抵抗に對し λ_m の値が妥當であるとすれば、少なくとも小型實船に對する λ_s の値は小さすぎるといえる。一方、大型船に對しては、外挿法によつて λ_s の値が決められており、海上試運轉において測定した軸馬力が模型船自航試験結果からの換算値とほぼ一致する事實から、 λ_s の値が大體において適當のものであることが想像される。このようなわけで、著者は式(294)を修正して

$$R_{sf} = \epsilon \sigma_s \lambda_s A_s V_s^{1.825} \quad \dots\dots\dots (294a)$$

とおき、模型船自航試験と海上試運轉との多數

の資料を比較検討して、両者が一致するように ϵ の値を決めた。勿論、これら兩者の不一致は實船の摩擦抵抗の算定値が不當であることだけに基づくものではなく、例えば前述の推進器の縮尺影響とか、あるいは空気抵抗の無視とか、その他種々の原因があるのであるが、便宜上、實船に対する摩擦抵抗式に ϵ なる修正係数を挿入して、近似的にすべてを解決しようとしたのである。従つて前式を使用し、式 (296) と同様にして求めた模型船自航試験に対する修正値を摩擦修正値とよぶのは妥當でなく、著者は抵抗修正値といつてゐる。すなわち

$$\text{抵抗修正値} = -\sigma_m A_m A_m^{1.825}.$$

$$\left[\lambda_m \left\{ 1 + 0.0043(15-l) \right\} - \frac{\epsilon \lambda_s}{\alpha^{0.0875}} \right] \quad (296a)$$

著者はこのような見地から船舶試験所において ϵ の値を求めたのであるが、その結果によると、この値は單螺旋船と双螺旋船とを區別する必要がなく、船の長さだけの函數として表わすことができるのを知つた。第29表は ϵ の値を表示したものである。なお ϵ の値は自航試験と試運転との結果が一致するように決めたものであるから、模型船の大きさにも関係があると考えられるので、 ϵ を求めた場合の自航試験資料として使用した模型船の長さの平均値を第30表として掲げておいた。船舶試験所においては長さ 6m の模型船を常用しているのであるが、自航試験用推進器動力計の容量などの制約から、小型船に対しては 6m の模型船を使用することができない場合がしばしばある。

第31表は主要な試験水槽における模型船の自航試験法の要領を一括して表示したものであ

る。なお表中の摩擦修正値欄における F はフルードの摩擦抵抗式によるもの、 $F+Z$ はフルードの摩擦抵抗式によるものをある程度割増したものであり、空気抵抗欄における ρ は空氣の密度、 A は吃水線上の船體、上部構造物などの正面投影面積、 V_w は船體と空氣との相對速度の船の進行方向における分速、 Z は適當な割増を意味するものである。この空氣抵抗に對しては、模型船自航試験を行う場合に、これに相當する力を摩擦修正値から減少させるのである。

曳船、トロール漁船などの曳航狀態に對する模型試験は、その曳索に加わる力に相當する力と、抵抗修正値との差を、模型船にその進行方向と反對の方向に作用させて簡單に行うことができる。

第29表 ϵ の値

船の長さ(m)	ϵ	船の長さ(m)	ϵ
10	1.760	110	1.033
20	1.620	120	1.025
30	1.490	130	1.019
40	1.372	140	1.015
50	1.270	150	1.012
60	1.190	160	1.010
70	1.131	170	1.008
80	1.091	180	1.006
90	1.063	190	1.004
100	1.045	200	1.003

第30表 模型船の長さ

船の長さ(m)	模型船の平均の長さ(m)	模型船の平均の縮尺
10	2.8	1/3.6
20	3.5	1/5.7
30	4.2	1/7.1
40	4.8	1/8.3
50	5.3	1/9.4
60	5.6	1/10.7
70	5.8	1/12.1
80	5.9	1/13.6
90以上	6.0	1/15.0以下

第31表 模型船自航試験法

試験水槽名	摩擦修正値	空 気 抵 抗	調 部	貨物推進器の回転数の修正	傳達效率
ベルリン	$F+Z$	$\frac{1}{2} \rho A V_w^2 \times 1.0$	全部取附ける	+1~2%	造船所に任す
デニ	F	$\frac{1}{2} \rho A V_w^2 \times ?$	全部取附ける	なし	0.98
ハムブルグ	$F+Z$	$\frac{1}{2} \rho A V_w^2 \times 1.0 \sim 1.8$	全部取附ける	+1~2%	0.98~0.97
ハスラー	$F+Z \times_1$	$Z \times_1$	0.6~0.33	なし	
パローリ	F	Z	全部取附ける	なし	
ロディン	F	なし	全部取附ける	なし	
ティント	F	Z (ヒューズの算式による)	0.5	-1~2%	
ワグエンゲン	$F+Z$	Z (ヒューズの算式による)	全部取附ける	+1~2%	0.95
ワシントン	$F+Z$		全部取附ける	約 1%	
ウィー	$F+Z \times_2$		全部取附ける	なし	造船所に任す
船舶試験所	$F+Z \times_3$	なし	全部取附ける	+1~2%	0.97~0.95

備考 *₁ 兩者を加算して 6% *₂ $\alpha=20 \sim 25$ に對し 8% $\alpha=40$ に對し 13%

*₃ 第29表に示すように、 $L=10$ m に對する 76% から $L=200$ m に對する 0.3% まで變化する

鐵筋コンクリート船に関する今井 信男氏の論文について

小野塚 一郎

「船舶」23年6月號(21卷第6號)において今井信男氏は「鐵筋コンクリート船の重要性」について論じられ、輸送力不足の折からこの種船舶の建造を奨励されている。

造船技術者として今井さんはきわめて練達の方であり、又自分の尊敬する先輩の一人であるが、この鐵筋コンクリート船に関する論説には如何にも承服しかねる點が多いので、あえて一文を草して大方の御批判を仰ぎたいと思う。

今井さんは現今の輸送力の不足は船腹の不足に歸せられ、これが増強の方策として鋼船と共に鐵筋コンクリート船の建造を奨めておられる。然らば輸送力の不足或は海上輸送の不振は果して船腹の不足だけが原因であろうか。それは否である。海運の不振は陸運との運賃比較問題、小運送問題、集荷問題等海運と直接關係する事項について敗戦後の異常状態に起因するものが主であつて船腹不足が最大の問題ではない。船腹だけ解決してもコスト問題、燃料問題等を解決しなければ何ともならない問題であることは明白の事實で、終戦後建造された船で繋船されているものがあることが明瞭にこれを物語っている。それで鋼船より更に經濟事情の悪いコンクリート船を持つて來てもこれ等の點が解決されるとは考えられない。

今井さんは「わが國情ではコンクリート船に多少不利な點があつても、それは第二義的のものであつて輸送力を確保することが出來ればその不利益は充分補われると考えられる」と云つておられるが、それは僅少の不利の場合についてであつて多大の不利があつてはコンクリート船の建造は成立すべくもない。この點に關して今井さんはあまりに提灯を持ち過ぎておられはせぬか。

戦時中コンクリート船建造の經驗の教える所によれば今井さんの輕視しておられる或は樂觀しておられる點は全く一方的の希望的觀測と云わざるを得ない。

戦時中昭和19年春からコンクリート船の大量建造は本格的に研究され着々實行の準備が整えられ當初は年間5萬噸計畫であつた。

海軍で建造した第一武智丸は試作船であつて、この計畫の試金石であつたが、建造されたものは單に第一第二武智丸2隻でなく第三以後第6隻まではそれぞれ進水着工の段階にあつたわけである。

この計畫は昭和20年春にいたつて諸情勢から取り止められたが、自分達の見解によればコンクリート船

についてE型程度のものは既に實船も就航し充分の成績をあげ技術的には實用の域に達し、D型級もまた建造するに氣分の準備は完了して見ている。

問題はコストとか所要資材等の問題である。第一はコストの問題であるが、今井さんは鋼船の70~75%ですむと云われるが何を根據としておられるのであろうか。戦時中海軍が第一武智丸に支拂つた船價は單に船體だけで200萬圓を越したと記憶している。いかに武智丸が試作船であつたと云つても當時E型鋼船が機關も含んで竣工價格が70萬圓前後であつたことを思へばてんで問題にならない。E型鋼船が量産性の故に割安であつたことを考へに入れても日本の現在の技術水準では鋼船の2倍以下にすること困難なのではないかと思われる。現在の鋼船の價格ですら既に高すぎて船會社の採算に、引いては國家補償問題に重大な問題がある際にコンクリート船の生れる餘地は全然ないと思わなければならない。

船さえ出來れば金は何とかなると云つたのは戦時中の話で今は金を造ることが大變な仕事である。

次に建造期間の問題であるが今井さんは英國のたゞ一つの文獻の例を引いて鋼船6月コンクリート船4月としてコンクリート船の優位を述べておられるが、之も日本の經驗では全く異なる結果を得ている。鋼船はなるほど現在は6月位がかつてゐるかも知れないが、行方方法をもつてすれば2月ぐらゐで出來ることは戦時計畫造船の實績が教える所である。ところがコンクリート船は到底2月と云ふようなことは考えられず、いかに急いでも4月以上を要するであろう。それは要するに作業が本質的に異つてゐるからでコンクリート船の優位を主張する何物も考えられない。

次に材料問題であるが、コンクリート船は厚鋼板の使用量が少いことにおいてはたしかに鋼船にすぐれてゐる。船體用鋼材の使用實績も武智丸とE型鋼船では總噸當りで50%重量噸當りで75%ぐらゐであるがE型が極端に簡易化した船であることを考へれば一般的にはこの數字はコンクリート船が更に有利になるであろう。しかしその反面木材については型枠を含めば4倍も必要としており、必ずしも優位を誇り得ない。しかしとにかく鋼板は殆んど使わずまた鋼材使用量の少い點は評價してよいと思う。

その他今井さんが云つておられる設備費の問題とか熟練工の問題 セメントと鋼材に對する石炭生産の間
(305頁につづく)

50 呎クルーザー

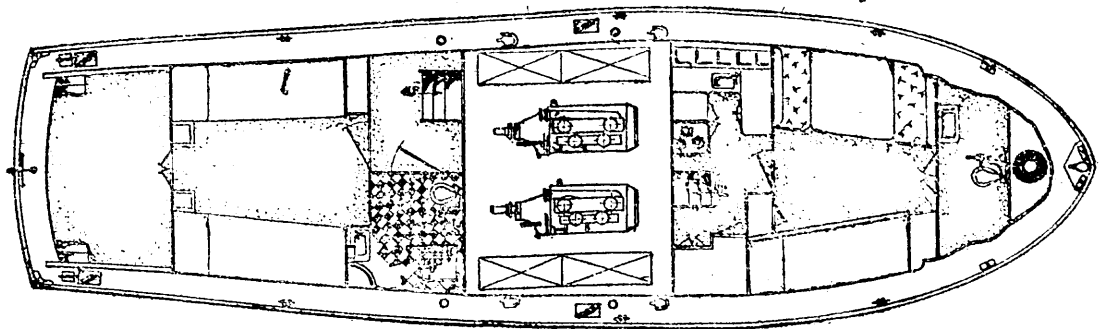
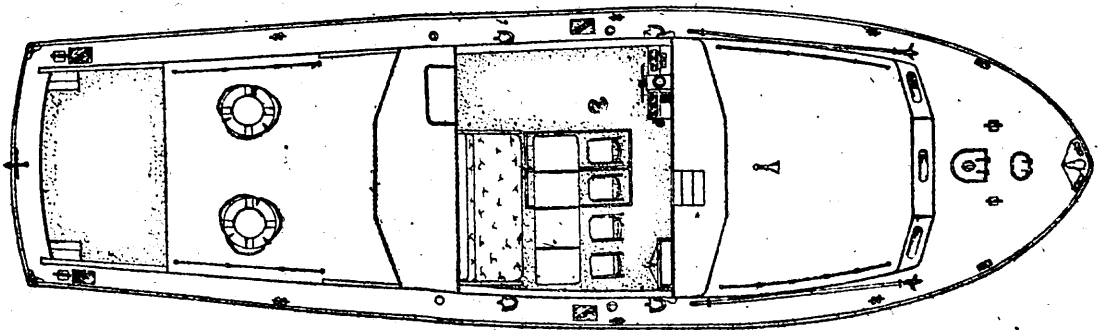
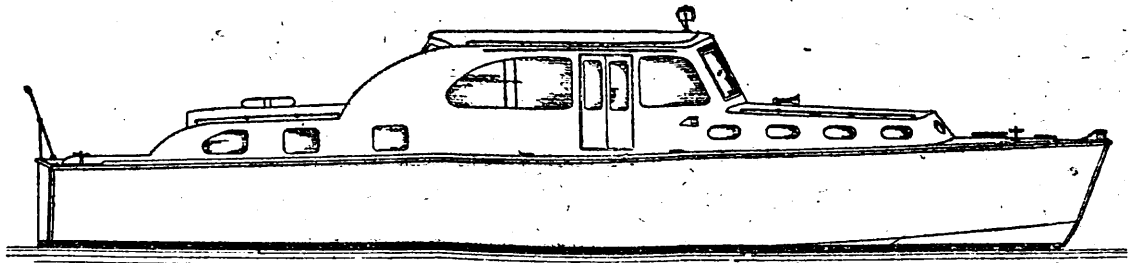
“BOCHO”

本艇は米軍山口軍政部の御注文により、島嶼連絡用として南國特殊造船株式会社王子工場において建造されたものであつて、島嶼には米軍の使用に適するホテルがないので、宿泊設備を船内に要求され、クルーザーの形式を採用することになったものである。船室は総樺造りニス仕上、金物はすべてクロームメッキ、チレンプ張りの椅子、ビロード、絹ボブリンのカーテン、戦後における最豪華艇である。

主要目

全 長	15 米 000
最大幅	4 米 600
深	1 米 900
総噸数	34 噸 25
排水量	14 噸 500
主機関	日野 D A 52 型 80 馬力 ディーゼル機械 2 基
速 力	14 哩
起 工	昭和 23 年 2 月 16 日
進 水	昭和 23 年 5 月 10 日
船 型	

“オメガブレン” 船型は水槽試験による最新の研究と、航洋高速艇の實艇試験の経験とを基として生れた船型であつて、V型船型と丸型船型の特長を兼備し特にその波浪中における性能、波乗りのやわらかさは



比を見ない。

構造

樑の肋骨、縦通諸材は黄銅ボルトおよび銅鉸釘によつて堅固に組立てられて構子状を成し、檣の二重張外板が黄銅木ねじおよび銅鉸釘で、これに取付けられて“テュラビルト・ハル”を形成している。この構造は波浪の打撃に對して、機關の震動に對して最も強力な抵抗力を示す。

一般配置

前部より索具庫、船員便所、船員室、烹炊所、操舵室、およびサロン、通路および化粧室、客室、ユックビットとなり、操舵室およびサロンの下が機關室になっている。

船員室

左舷側はダイネフテとなり、4人分の食卓を成し、夜はたたんでダブルベッドとすることが出来、右舷側の二重寢臺と共に4人分の居住設備をなしている。

操舵室およびサロン

艇前部が操舵所となり、舵輪、燃料ハンドルをはじめ、あらゆる管制装置、あらゆる計器がここに集り、機關の操作もすべてここで行われる。前面の窓には旋回窓を装備して荒天雨中の航行にそなえている。

サロンは8疊敷に相當し、四周の窓は充分に廣くサ

ルームの明るさがある。後部にソファがあり、折ン疊式テーブル椅子を有して8~10人分の食堂となり又テーブル、椅子を片付ければ装備したラジオに合わせてダンスの出来る廣さがある。夜はソファを引出してダブルベッドになる。

化粧室

ステンレスの洗面臺、シャワーおよび船員便所と同型のポンプ式水洗便器がある。

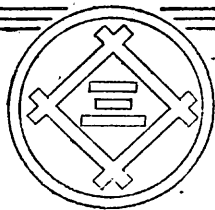
客室

單寢臺2臺を備えるこの室は落ち着いた気分を出すべく室内の塗色も特に他より暗いニス仕上とし、海老茶ビロードのカーテンを使用している。

電氣装置

12ボルト蓄電池8個を有して主機械の起動、點燈其他の電源としている。充電發電機は主機械附の24ボルト300ワット充電發電機2臺の他に24ボルト1,500ワット、ガソリン發電機1臺を應急充電用として準備している。

航海諸燈、碇泊燈、室内燈の他に24ボルト240ワットの探照燈を有するほか、操舵用旋回窓、信號用電氣ホーンを有し、サロンには6球スーパーラジオ受信器を装備している。



事業内容

船舶、船陸用諸機械、車輛、電氣、一般構造物、化學工業用機械、製造並ニ修理

三井造船株式会社

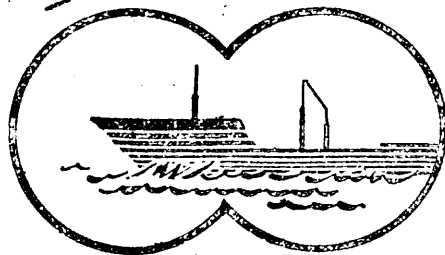
本社 東京都中央区日本橋室町二ノ一

電話日本橋(21)三一九四一七

工場 岡山縣玉野市玉拾番地

電話(玉)一〇、二一、三三一

漁業用双眼鏡



15×80 (三脚付) 捕鯨用、大型船用
14×50 完置 漁業用
7×50 一般航海用
8×30 底引 漁業用
一般個人携行用

双眼鏡、六分儀修理
カタログ贈呈

横濱産業工藝研究所光學部

横濱市中區伊勢佐木町1-1イセビル内
電長者町(3)3124

石川島



船舶造修



貨物船・貨客船・客船
漁船・起重機船 其の他

船用タービン

— 3600 · 2400 · 1700 · 1400馬力 —

主復水器・エアージェクター

ディーゼルエンジン

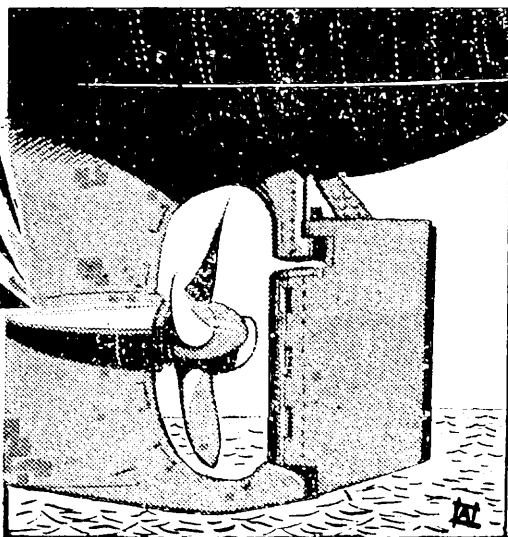
漁船用 120 ~ 250馬力 (標準型)

ターボ補機

發電機・循環水ポンプ・潤滑油ポンプ
給水ポンプ・復水ポンプ・送風機

石川島重工業株式會社

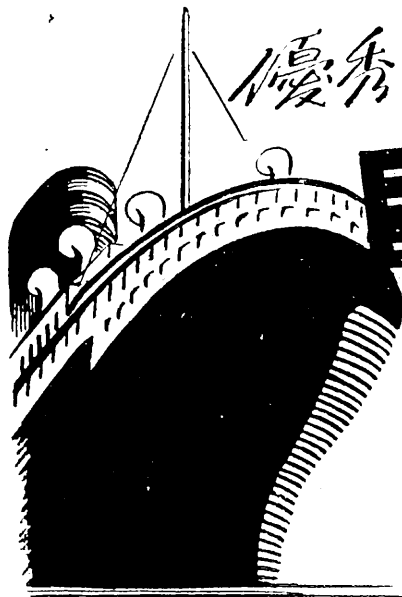
東京都中央区佃島 54 (電) 京橋 (56) 2161 ~ 9



三菱電機

優秀な船舶には優秀な電機品を!

三菱船舶用電機品

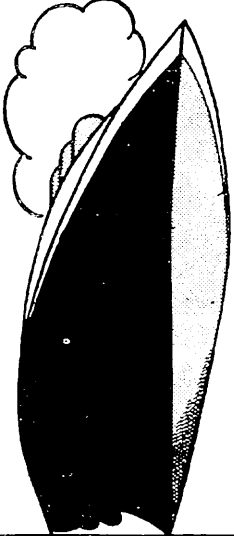


發 配 電 電 暖 火	電 動 揚 操 房 警 報	機 盤 機 舵 機 器 裝 置	電 機 電 揚 繫 補	機 用 動 機 船 機 用 電 動 機	油 電 冷 通 風 機 用 電 動 機	清 動 凍 風 機 用 電 動 機	淨 機 機 機 機 機 機 機
----------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------	--	--	---	--------------------------------------

東京丸ビル・名古屋南大津通り・大阪阪神ビル
福岡天神ビル・仙合田町・札幌南一條

三菱電機株式會社

THE MITSUBISHI HEAVY-INDUSTRIES, LTD.



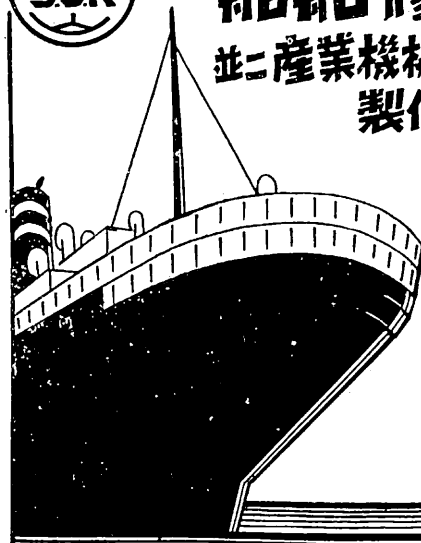
各種船舶ノ建造並修理
船用諸機械製作並修理

本店 東京都千代田區丸ノ内二丁目四
長崎造船所 長崎市飽ノ浦町一丁目
神戸造船所 神戸市兵庫區和田崎町
下關造船所 下關市彦島一、二、三〇
横濱造船所 横濱市西區緑町三丁目
廣島造船所 廣島市南區香町地先
七尾造船所 石川縣七尾市矢田新本部

三菱重工業株式会社



船舶修理 並ニ産業機械、 製作販賣



船舶及漁船の修理
ディーゼル機関及煙玉機関の製作修理
鑄造・鑄鋼品及鍛造品製作

佐世保船舶工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋室町2の1 (三井新館内)
電話日本橋(24)4323 4725
工場 佐世保市元工廠内 電話佐世保(代夫)4~8
大阪事務所 (北濱ビル) 門司事務所 (横橋郵船ビル)

昭和五年十二月二十日第三種郵便物認可
昭和二十三年九月七日印
昭和二十三年九月十二日發行 (毎月一回)

船舶第二十一卷第九號

編輯發行
兼印刷人
東京千代田區神田區幸町二ノ一
能勢行藏
大同印刷株式會社
(東京三三)

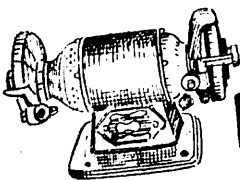
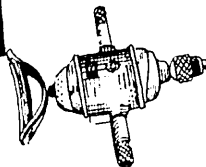
定價 三十五圓
(二年概算四百二十圓)

發行所 東京千代田區內幸町二ノ一二
會社 天 然 社
電話・銀座(57)一六二九番

日立 電動工具



電氣ドリル



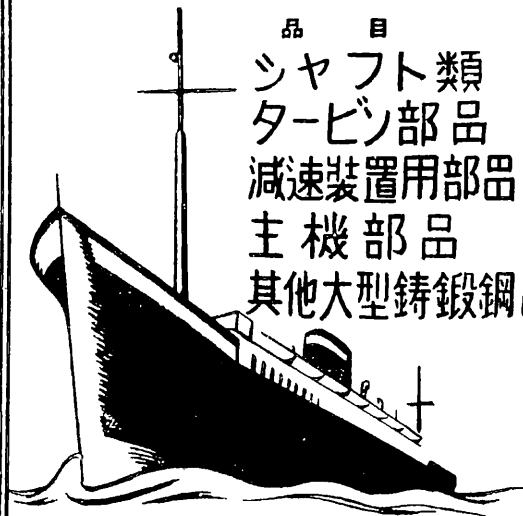
電氣丸鋸
電氣グラインダー

最寄の日立製作所特約店でお求め下さい。

東京 大阪 日立製作所
名古屋 福岡 札幌

日本製鋼の 船舶機械

品目
シャフト類
タービン部品
減速装置用部品
主機部品
其他大型鑄鍛鋼品



日本製鋼所

本店 東京 日本橋高島屋五階
工場 室 蘭 廣 島