

現在わが国においては非常に多くの溶接ペンストックが製造されているが、未だその設計、製作時に基準とすべき Code が決められていないため、各注文主と製造者によつてそれぞれ異つた観点に立ち、設計製作が行われ、考え方に混乱を生じていることも少なくないと思う。故に早く統一された思想の下に Code ができることが望

まれるわけである。

文 献

- (1) 藤波恒雄：日本機械学会誌 第56巻 第413号 (昭和28年6月) P. 453～P. 460
- (2) 川崎造船所提供の資料による

## 船 舶 の 溶 接

三井造船株式会社\* 笹 山 徳 太 郎

### 1. ま え が き

終戦以来既に9年を閲するが、其の間にあつて船舶に関する論議を行う場合、主材料である鋼材、及び、船体設計、工作法、さては造船所論から設備さるべき一つの機械に至るまで溶接との関連を度外視しては全く話が成り立たなかつた。

我國は勿論、米・欧の造船、溶接界の学者、技術者は、あらゆる角度から、然もあらゆる問題に亘つて検討し、発表もされて來て居るが、此の分野に於て、研究されねばならぬ問題は、地球の廻転と共に、はてしなく続くが如き現状である。

想ひ起す昭和24年發表された技術白書は、我國溶接技術が、米・欧の夾れに比しやく40年ズレがあるとキメツケて居たが、變劣なる我國工学者の懸命の努力は短年月でよく米・欧・に比肩し得るまでになつて居ると云えよう。

溶接学、技術の驚くべき発達は、船体構造への適用を容易にし所謂、Block 建造法の因をなし、引いては造船所に於ける工場配置、機械に大いなる變革をせざるを得なくしたのであつた。

### 2. 我國に於ける船舶の溶接の概観

日本に於ける溶接の発達をヒモトカンには、旧日本海軍に於ける溶接艦艇の建造推移を知れば凡その概観を知り得よう。

即ち昭和5～6年、元海軍工廠に於て建造された、軍艦、「八重山」に溶接が大々的に応用されたのを手始めに、昭和8年、元横須賀海軍工廠に於て建造された潜水母艦、「大鯨」の溶接使用範圍、是は当時内外を亘じて其の比を見ずと云われたものであつた。

今で云う溶接使用率90%とでも云えようかと思ふ。惜しい事に此の艦の建造上の記録、殊に、溶接施行途上に於ける船体の変形の狀態と、天象に依る船体変形の狀態との關係は、大きい船を溶接で建造する場合貴重な参考となつたと思ふが、終戦のドサクサ時燻却してしまつた。

前者は	水線長	89.00m
	最大巾	10.65m
	基準排水量	1,135t
後者は	水線長	210.00m
	最大巾	19.58m
	基準排水量	13,360t

又今日残つて居る文献を見るに、旧海軍技術官に依つても幾多の貴重な研究実験が行われて居た事が伺へる。

然しながら、昭和7年～8年元海軍工廠に於て建造の巡洋艦「最上」に於ける建造時與と、それにも増して、昭和10年9月突如として起つた第4艦体事件(駆逐艦「初雲」「夕霧」「霞月」空母「龍驤」「鳳翔」等が船体切斷、又は艦橋、飛行甲板、等を圧壊し乗組將兵に多数の犠牲者を出した大事件なるも一般国民には当時真相は秘匿されて居たものであつた)以來旧日本海軍では僅かに戦争末期に潜水艦艇に可成りの溶接を使用した以外に、水上艦艇には甲板に「滑り止めストリップ」を溶接するのさえ慎重であつたと云つた方針が採られたのであつた。

一方当時の商船建造への溶接使用は誠に微々たるものであつた。

我國民間溶接の沿革を尋ねれば、遠く大正3年三菱造船所の福垣氏(故人)、岸武氏(後三井造船に移り而して溶接を確立し現在宇野に健在)等が「スエーデン」に渡り「ケルベルヒ」工場より溶接技術をもたらしたのが嚆矢であつて、其の後藤波孝四郎氏、平石元照氏、岡本

\* 三井造船KK 岡山県玉野市玉

魁氏、三村哲夫氏、佐々木新太郎氏、氏家竹次郎氏、井口庄之助氏、内藤多伸氏、等が草分け当時の民間に於ける溶接学、技術の開拓者であり漸米今日に至る幾多の権威者が輩出して居るのである。

戦時中戦艦 (A・B・……E・型等) 建造には寧ろ現在以上に広く溶接を活用したものであつて、当時急速建造の要請に答へる為、大なる溶接速度を得んと溶接の自動化が考案され〇〇式自動溶接法、△△式自動溶接法、と現在我々が見る“ユニコソメルト”自動溶接とは凡を懸け離れた、日本式自動溶接が宣伝されたものであつて使用した溶接棒は何れも“グリベント、パー”の径8~10%のものに被覆した、長さ1m~2mのものであつた。

我々の工場でも接手線上に細い鋼索を張つて之に前記棒を把持した“ホルダー”2~3台を1人に操作させる簡単な装置を造つて居た所、案外に他所のものに比し実用的であると思はされた今もまだ時めく人に認められ、当時の海軍演習会より授賞された事もあつた。

今の時代ならば誠に奇怪な部類に入れられる事であるが、左様な無茶な溶接をしても大した欠陥を見も聞きもしなかつた事であり、却つて修理に入渠した戦艦船を見て鉄船は熔着船に比し仕來の悪いものだとの感を深めて居たものであつた。

戦後米・欧の文献を入手し、又戦後イチ早く米・欧に飛び出した多くの造船技術者は戦時中を通じての外国造船界の設備、設計、工作技術、材質、殊に溶接に関する機械設備と、応用技術の余りにも懸隔あるに感然ともしては前述の必死の努力ともなつたのである。

### 3. 船体溶接化の必需性と經濟性

船体構造の溶接化が鉄船に比し、運航費削減に役立つ割合は第1表、に示す如く益々熾烈化する。国際運貨競争下に船価切下げに役立つものは如何なるものであれ船主の切望するものであり造船技術者としても是非共

第1表 鉄船、溶接船運航採算比  
横浜-シヤトル間、バラ小麦輸送の貨物船の場合

項 目		全 鉄 船 の 場 合	85%溶接 船の場合
要 目	G. T.	7,000	7,000
	Diesel IIP.	5,000	5,000
	D. W.	9,250	9,800
	積 電	8,050	8,600
航 海 日 数		41.7	41.5
乗 出 船 価		1,123,500	1,056,090
船 船 運 費	間 接 船 費	19,400	18,873
	直 接 船 費	2,982	3,049
	一 航 海 船 船 運 費	31,110	29,684
航 海 諸 費 (港費、水代、油代、 保險、荷役費、其他)		10,704	10,856
運 貨 原 価 合 計		41,814	40,490
積 荷 1KT 当 原 価		5,194	4,708
同 上 比		100	90.6

註、運輸省船舶局編、1953. 造船要覽に依る。

第2表 構造別鉄、溶接船重量比較表

496'-0"×65'-9"×35'-11", の Oil Tanker, に就て

構 造 区 分	鉄船の場合 重 量	溶接船の場合 重 量	重 量 軽 減 % に 対 して
キール、センターガーダー、ステム	94,543	71,096	24.8
縦隔壁、 同付ウェブフレーム	460,774	372,610	19.1
外 板	1,007,416	969,806	3.5
横 隔 壁	469,791	368,500	21.6
肋 骨	494,677	418,274	15.5
内 底 板 及 主 機 骨	102,703	75,200	26.8
サイドタンク内ストリンガー	202,820	141,640	30.2
上 甲 板	597,035	525,335	12.0
船 体 接 合	77,822	60,550	22.2
其 他	653,525	483,271	26.3
合 計	4,161,106	3,486,332	16.2

完全なる船体の熔接化を実現する事は、日本海運の生きる道であると同時に、自己の生きる道でもある。

即ち、船体の熔接化は

- a. 船体重量の軽減をもたらす DW の増加を未だ。
- b. 建造時の工費を軽減、即ち、船価の軽減となる。

等の運航費にもたらす利益は、第1表よりもはつきりして居る。

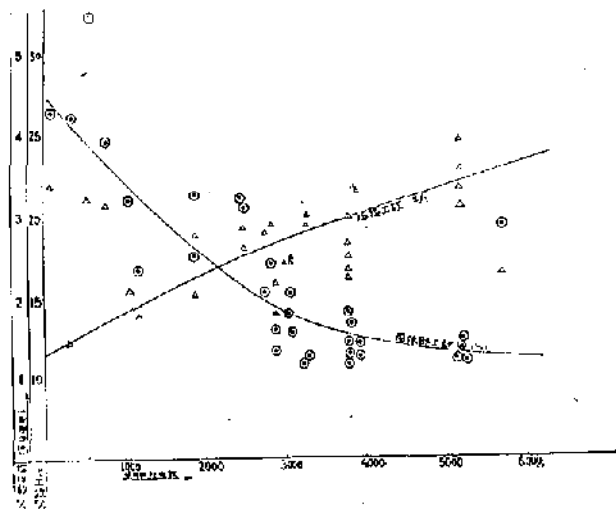
Odense Ship-yard in Denmark, の managing director Mr. E. Ringsted, は第2表、に示す如く、496' - 0" x 65' - 9" x 35' - 11" の Oil tanker, の各部構造に就て鉄鋸、溶接船の重量比較を示し所要鋼材量が16.2%節減出来た事を発表して居る。

又川道造船設計課の亀谷氏は計算により、18,000 DW T, の Tanker で、熔接使用率80%の時の鋼材節約率は11.7%、又熔接使用率100%の時の鋼材節約率は18.6%である事を発表して居る。

我国に於ける造船々価の約20%が鋼材費である実状に鑑み船体の熔接化が如何に切実に要望されて居るかを知らる事が出来る。

尚 Mr. E. Ringsted, は工費に就いては略鉄鋸船と同じであるとして居るが、我々は使用鋼材の節減と構造、工作法の简单化、加うるに配線、加工機械の合理化等に依り所要熔節工費が増大して居るに関わらず総工費が鉄鋸船に比し遙かに遙減して居る事を幾多の事例を以て知るのである。

第1図は熔接使用率の増加して居るに関わらず総工数の減少して居る関係を示す。



第1図 熔接工数と船体部総工数との対応関係曲線

#### 4. 熔接構造船体の建造法に就て

戦後船体構造に大々的に熔接が採用される様になつて来たかもし新發明されたかの様に“Block 建造”と云ふ事を宣ましく云う様になつたが、全く鉄鋸のみで船体を組立て、1居た時代でも極力 Block 建造方式は採られて居たのであつた。第2図後頁は戦前 Shear Strake と Stringer Peate の全鉄鋸 Block で、重量は約 20T ある。

然しながら1本1本肋骨を立て之に外板を1枚1枚取付け鋸着して行く云う建造方式が、鉄鋸船当時には一般に採用されて来たが、溶接を応用範囲に採用した構造になつても4~5年前まではスウェーデン、を除く英國、を始め歐洲の造船所で採用して来た建造方式でもある。

此の様な建造方式を熔接船に採用すると

- a. 船体により大なる内部応力が残留する。
- b. 正常な船型を確保し難い。
- c. 現場熔接が多くなり工作上高い熟練度を要求される。
- d. 現場作業が多くなる為必要以上の工数を要し、工期も長くなり、安全上も不都合なり。

然しながら鋼構造船向きに遣られて居た船種との造船所は工場、機械設備を改変する事なく初期熔接船を建造するには如上の建造法を採らざるを得なかつたのである。

戦前より近代化するスウェーデン、戦後いち早く近代化に着手せる歐洲造船所、昭和24~5年頃より熔接船向きに狂奔せる我國造船所、等は3~4年此の方本格的な所謂 Block 建造法が可能となり採られ来たつたのである。

Block 建造法に就いては数多の文献があるので詳しくは省略するが、此の建造法を能率的にする為には、又、従来の建造法に比し考慮されねばならぬ点としては

- a. 鋼材準備を Block 単位に計画しなければならぬ。
- b. 内業加工工程は勿論、外業工程は Block 単位に計画されねばならぬ。
- c. 内業加工用工作機械配置の合理化を計らねばならぬ。
- d. 瓦脚切換機器、自動電気熔接機を効果的に駆使されねばならぬ。
- e. Block の組合に於て、又、船台上で組立て、行く時変形、狂ひ、を如何に調整し、如何に逃がし、如何に内部応力を残さない様に正しい船型を保たすか、を考慮しなければならぬ。
- f. Block 組合せの場所と Crane の能力並びに運搬能率を考慮しなければならぬ。

第3表 10,000DW 貨物船構造別、重量別ブロック個数

構造区分	ブロック 単重						ブロック 外の 箇 数
	40T 以上	40T~ 30T	30T~ 20T	20T~ 10T	10T~ 5 T	5 T 未満	
二重底		2ヶ	8ヶ	14ヶ			
外板				32ヶ	8ヶ	30ヶ	
シャフト、タ ンケル、ツイ ングタンク				3ヶ	1ヶ	1ヶ	
隔壁			1ヶ	4ヶ	7ヶ	12ヶ	
甲板	1ヶ	1ヶ	11ヶ	28ヶ	19ヶ	9ヶ	
艙、艙、構造		2ヶ	1ヶ		1ヶ	2ヶ	
上部構造			3ヶ	7ヶ	5ヶ		
其の他				2ヶ	3ヶ	1ヶ	
合計	1ヶ	5ヶ	24ヶ	90ヶ	44ヶ	55ヶ	426ヶ

次に各構造別 Block の取付け状況を写真を以て示す。

第3図は、左右舷に亘る二重底構造にして、トンボ作業中にして重量は37T。

第4図、第二甲板 Block で重量19T

第5図、船の「おしり」の一部重量28T

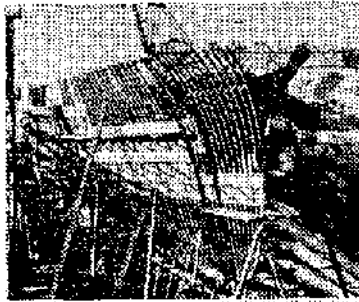
第3表、は最近10,000DWT、優秀貨物船の構造別、Block重量別、Block 個数の一例を示す。

### 5. むすび

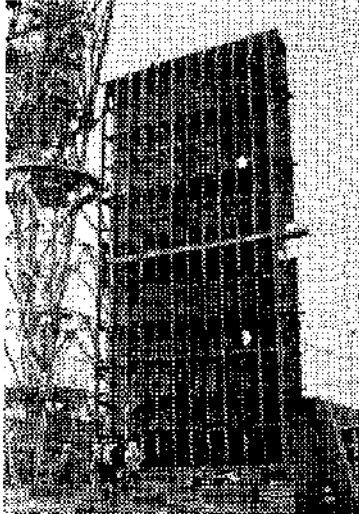
戦時中米國に於て、溶接船を多量に建造し相次ぐ損傷の頻発に悩まされたあげく Board to Investigate The Design and Method of Construction of Welded Merchant Steel Vessels. (現在は Ship Structure Committee) を設置し損傷船の原因を探究すると共に、材料、設計、工作上の損傷防止に有効な対策を考究し数々の発表を行つて居るが、我國でも其等を参考として「前車の轍」を踏まぬ様造船技術者は溶接学者の協力を得て、十二分の研究と覚悟を以て建造に當つて居る。

1~2年来北大西洋、北大平洋、我國近海々上にて船体折損の2~3、の事故を聞くが之等の事故が必ずしも船体構造の溶接化に起因するとは思われないが、何れも建造後7~8年の船である事に思いを致す時、我國で溶接を船体に大々的に採用し始めた第5次船頭、即、昭和26年頃の建造船の実績の損われる昭和32~3年頃溶接の基礎的研究の躍進とは別に船体の溶接化に取つて善かれ、悪しかれ、転期が予期せられるのである。ともあれ、板構造船に比し溶接船の経済的価値が高く評価される反面、思わざる不覚が「溶接ビードの山、谷の一つ一つのシヤの中に」溶接手毎が1ヶ前にあるか、後3にあるか」にある事に心して我々造船技術者は精進しなければならないのである。

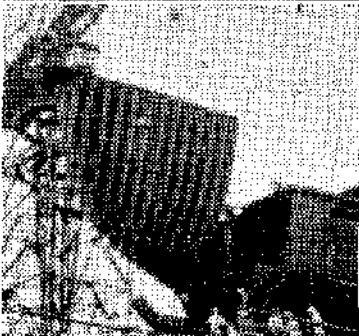
第2図



第3図



第4図



第5図

