

造船工作法

川崎重工業KK* 造船工作部船殻課長 吉田俊夫

1. 緒言

戦後10年間の造船界をかえりみて、その工作法の進歩は正に一驚に値するものがある。このことは船体、機関の



第1図 昭和31年10月6日川重第七船台にて進水した45,000DWT 鉄石及油輪送船

両面にわたっていいうることである。ここでは紙面の都合上主として船体工作技術の戦後10年間の進歩について概観してみたいと思う。

もとより船体工作技術の進歩向上は船質を向上し、工期を短縮し、かつ建造費を節減することにある。いいかえればよい船を多量に安く造るということである。

さて船体建造は設計を経て工作の分野

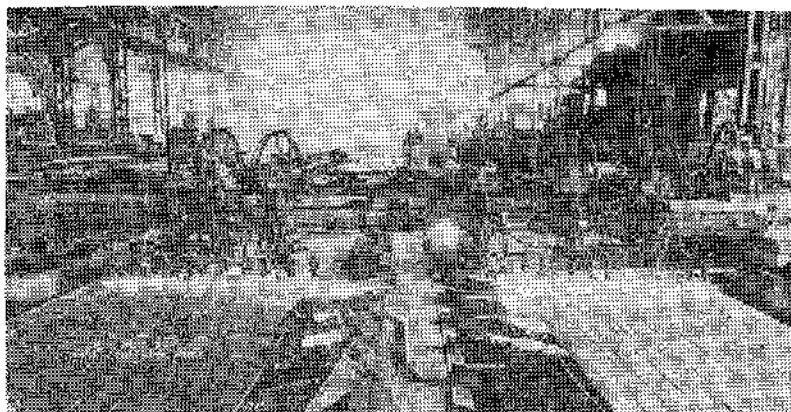
に移ると現図、展開より始まって加工、組立、鉸紙、熔接等の種種の工作過程を経て完成されるのであるが、われわれはこれを大きく3つの過程に分割しようと考えているのである。すなわち第1はCutting, 第2はConveying, 第3はConnectionである。現図、展開、野書、切断および撓鉄加工は第1のCuttingに属し、取付、鉸紙、熔接等は第3のConnectionに属し、第1と第3の中を取持つのが第2のConveyingである。

これを簡単に要約すれば切つて、運んで、継ぐという3つの主要な作業を如何に上手に、多量に、経済的に行うかということが船体工作技術の向上を考える根本的な概念となるのである。

2. Cutting

Cuttingの技術の中核をなすものはガス切断法である。このガス切断法は次に述べる熔接技術とタイアップして、第2次大戦中米国において非常な発達を遂げたものである。第2図に示すのは大型フレームプレナーにて同時に10数個所の平行切断を行っているところを示すもので、熔接のためのV開先、X開先も本機によつて同時に作製することが出来る。この他キヤデット、およびウイーゼル（国産）等の半自動切断機が使用され機械的加工に比しはるかに優る切断精度と切断速度を発揮している。さらに最近液状酸素の使用が普及して液状の酸素より直接水分を含まない、いわゆるDry Oxygenの実用化が行われて以来酸素純度の向上と相俟つて切断技術の進歩向上をますます進めている現状である。

かくて従来造船所加工工場にあつたシヤリング、ボ



第2図 大型フレームプレナーによる鋼板の切断加工状況

* 神戸市生田区東川崎町2

ンチング、エツダプレーナー、スカーフイングマシン等数十のいわゆるマンモスマシンはことごとく撤去され、Gas Cutting Machineに換えられて行つたのである。

3. Connexion

近代造船における接合技術は熔接である。従来造船所の作業を万雷の如き鉋鉋の響きと形容していたのであるが、現在では音のない船台に熔接の火が燃えて……と変つてきた。戦前においてはわが国は世界で最もすぐれた造船国として自他ともに許していた。古くは明治時代その造船技術を英国に学び次第に自らの力を発揮するに至つたのであるが、平賀讓海軍造船中将を初めすぐれた造船技術者が輩出しその優位性を世界に誇つたわけであるが、その船体を接合する根本技術は鉋鉋をもつて構成された船体建造技術に対して最高の水準に達したのである。武蔵、大和初め多数の航空母艦、潜水艦等に遺憾なくその技術が発揮されたのである。ところが第2次世界大戦を境として鉋鉋法は熔接法に切換えられた。

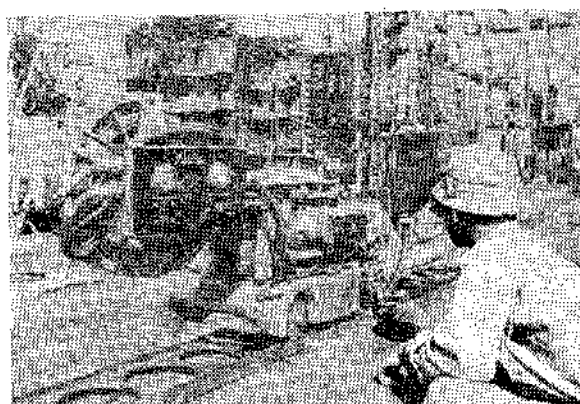
船体工作上の重要な問題として第1に Strength, 第2に Weight Saving, 第3に Water Tightnessがあげられるが、熔接は鉋鉋に比しこの3つの何れにも優れている。第1のStrengthでは熔接手効率は鉋接手効率に比し30~40%大である。第2のWeight Savingについては2万~3万屯のタンカーを例にとつて見ると全熔接船は同型の全鉋鉋船に比し約20%弱の重量軽減が可能である。第3のWater Tightnessでは熔接構造は数段の優位性をもっている。しかし熔接が今日大量に使用されている根本原因は上述の如き船の使用性能を高めることのみにあるのではない。戦後これに加うるに更に建造期間の短縮、建造費の節減が熔接を造船に採用せしめた要因であることは大戦中米造船界の果たした役割ならびに実績を考えると容易にうなづくことが出来るのである。

今日如何なる薄板にせよ、厚板にせよ熔接により形成された接手の効果を疑うものは誰もいないのであるが、その影には熔接性のある鋼材の研究を見逃すことは出来ない。

米国は第2次大戦中4,694隻の熔接構造の戦時標準船を建造したのであるが、その中12隻が航海中あるいは停泊中何の前ぶれもなく真二つに切断され、また総件数にして6,162件におよぶ大小の亀裂破壊を起している。これが対策のため海軍長官を頭とした対策研究委員会が作られ、戦後数年間におよぶ研究の結果主としてその原因が鋼材にあることが分つた。これがいわゆる鋼の脆性破壊に対する研究であつて、その後切欠脆性ならびに低温脆性の改善による鋼の熔接性向上が計られたのである。

現在熔接性良好なる鋼の研究は41kg/mm²から次第に

程度を高め52, 55, 60, 80kg/mm²さらに米国、欧州においては100kg/mm²におよぶ Weldable High Tensile Steel へと進められている。



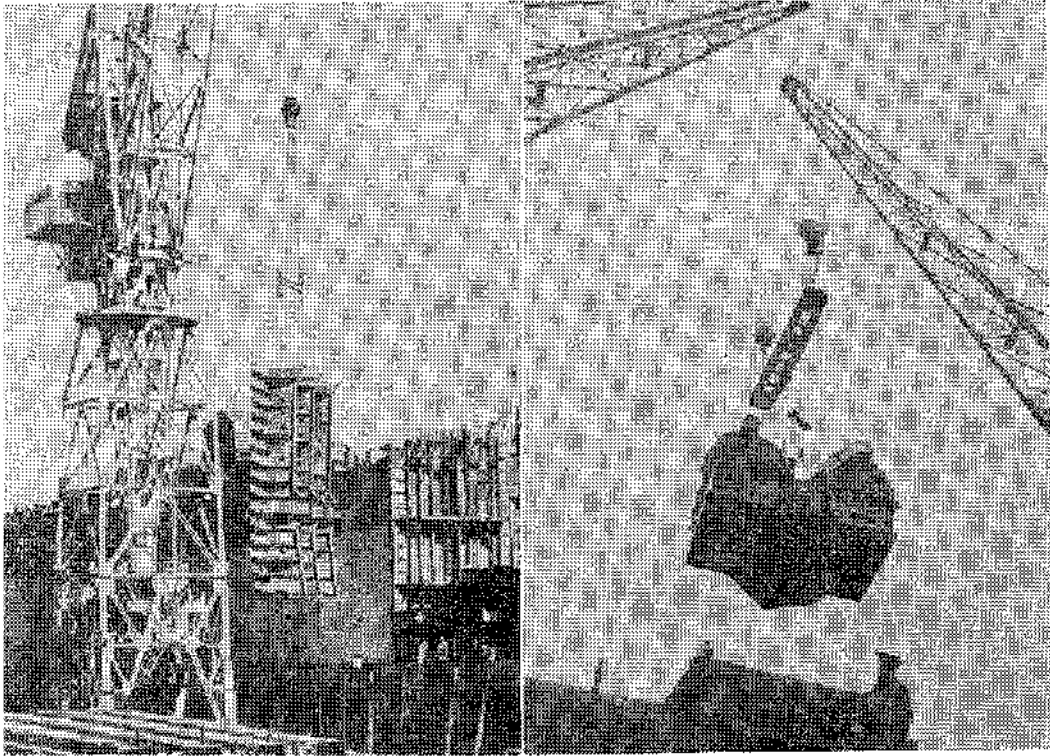
第3図 リンデ製U E型2,000A自動熔接機

第3図は2000^A能力のリンデ社製U E型自動熔接機を示す。昭和25年わ国に初めて自動熔接機が米国より輸入され、全国の熔接関係者はそのすばらしい性能に一驚し、これにより船体建造費の30%が節減できると称したものである。しかし当時わが国の鋼材はいわゆる Sulphur Banded Steel であつたので Sulphur Crack の問題に突当り一時日本における自動熔接の実用すら危ぶまれた時代がある。しかし前述の鋼の改善に伴い、この問題も自然にとけ去つて現在では自由にその性能が発揮されるに至つている。なお現在特筆されるものは大径熔接棒の実用がある。自動熔接にしろ、大径熔接棒にしろ、これらの実用は主としてその経済性によつてゐることは勿論である。

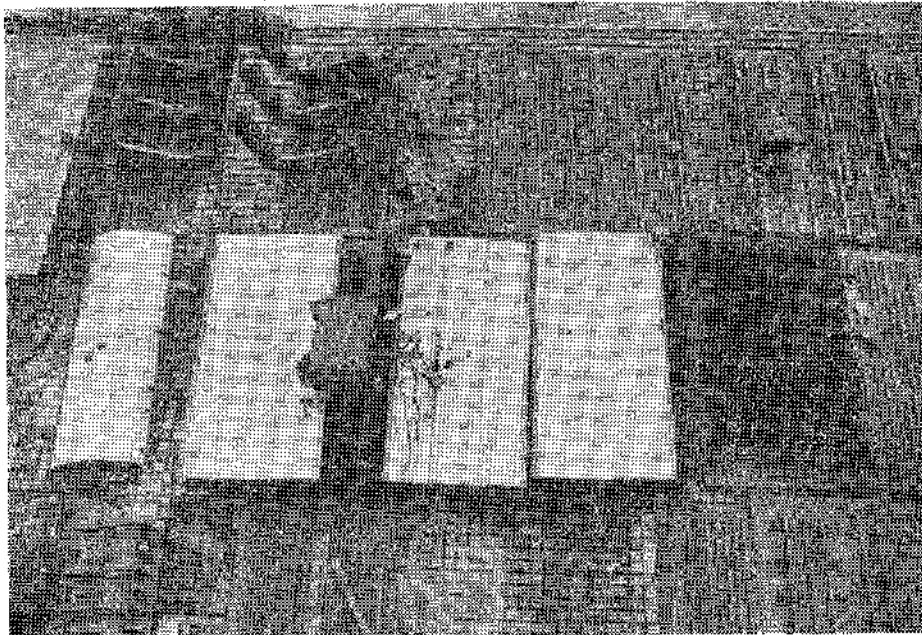
造船所における熔接法に対する研究は主としてButt接手に集中されているかの如く思われるが、造船における接手の中Butt接手はその全量の15%を占めるにすぎないのであり、85%は Fillet (隅肉) 形状の熔接である。今日隅肉熔接に対する研究は深溶込熔接法あるいは高能率熔接法の名において必死に進められているのはこれがためである。かように熔接に関する研究の分野は鋼材の研究を初めとし熔接棒自体、熔接装置、熔接施工法各分野にわたり更に深くかつ更に広く純科学的にあるいは実用的に進められているのである。これらの事実を熔接の研究が進むにつれて生産性という点においてますますその優位性を発揮できるということに起因するのである。

4. Conveying

Cuttingの作業と Connexion の作業の中間を取扱つのが Conveying である。鉋鉋時代においては運搬とは個々の部材を運ぶことであつた。いいかえれば運搬能力は5Tあるいは10Tの比較的小能力のクレーンの数によつて



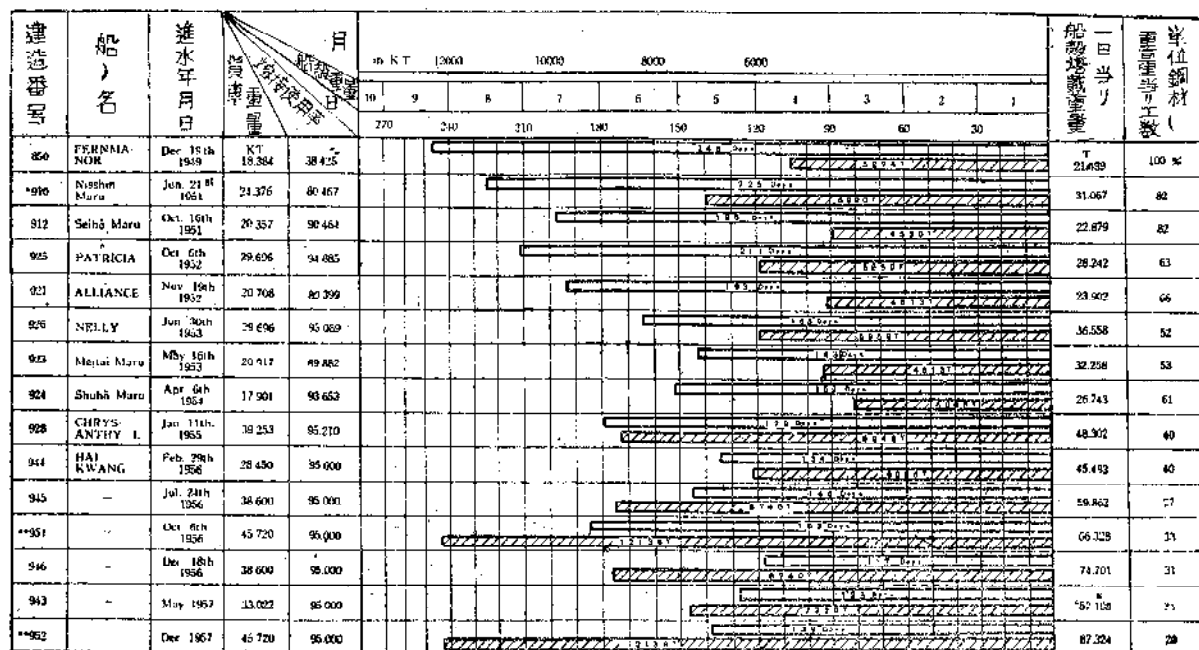
第4図 左 50T大型ブロックを運搬中の80Tクレーン
右 80T及び50Tクレーン2台相吊にて125T主機減速車室を積込中の所（進水前）



第5図 Assembling Stageにおける屋外定盤上で船体各ブロックが整然と生産されている状況

左右されていたものである。戦後米国におけるリバティ船建造に際して2台のクレーンの相吊をもつて、60Tブロックの現場搭載実況を紹介されたことがあるがわれわれはこれを見て驚歎したものである。第4図は80Tクレーンにて45,000 DWT 鉱石および油輪送船の50T外板ブロックを搭載中のものと、125T の主機減速車室を進水前に積込んでいるものを示している。

わが国においても戦後運搬の観念は合理化され、小さい材料は小能力のクレーンによりこれが順次assembleされて大型ブロックになるにつれてこれに匹敵する大型クレーンを装備するようになったのである。造船業とは運搬業なりと誰かがいつたが近代化された新しい意味で運搬は最も重要な造船技術の1つである。



注：白欄 船台期間(日)
斜線部 鋼材重量(噸)

定数

第6図 溶接使用率による大型油送船建造時の生産性向上の成果

5. 生産管理

前述の項において工作の複雑なる諸々の技術を Cutting, Connection, Conveying という3つの項目に集約して考えた。これが各々ガス切断、大型クレーンあるいは溶接という主要な3つの技術形式に表現された時、その複雑性のため科学的生産管理は不可能であるといわれた船体建造過程が極めて容易にすつきりとした生産管理方式に整えられてきたのである。

今日代表的な生産管理の方法として Stage Control System があげられる。これは全工程を Development Stage, Fabrication Stage, Subassembling Stage, Assembling Stage, Erection Stage の5段階に分けている。船体建造の技術者はこれらの各段階に従って最も合理的な生産計画を樹立し、質的に量的に最終的には最も経済的に生産を行っているのである。第5図は Assembling Stageにおける屋外での定盤上で船体各プロットが整然と生産されている状態の一例を示すものである。第6図は最近数年間における船体の使用鋼材重量と船台期間の関係ならびにこれに費した工数の低下の状況を表にして示したものである。

6. 結 言

がように船体建造技術について述べたのであるが、これにより近代造船工作法の概念を少しでも掴んでいただければ幸いである。

現今のわが国造船界は大戦による海運能力の復興、世界的なタンカーブーム、世界海運界の船舶の新陳代謝の時期と相つづブームに幸いされて非常な好況期にある。この時期を迎え各造船所では老朽設備の一新、外国の進歩せる諸技術の吸収に努力した結果、戦後わずか10年にして諸外国に比肩しうる造船技術を取りもどすことが出来たのであるが、H進月歩の溶接技術は絶えず造船工作法の各頁を書きかえつつあり、一度研究、技術の向上を怠れば容易に数年のへだたりが生ずる状態にある。吾人はこのことをよくかみしめ絶えざる努力を生産性の向上にふり向け、昔日の国際的な指導的地位を取りもどすべく専心して行きたいと思う。

(12頁の続き)

課せられた期待は大きいのである。

最後に原子力船 A-powered ship について簡単に述べて本稿を終ろう。非常に特殊な船、例えば潜水艦のようなものは既に実現されているが、採算を無視した軍艦は別として、一般の商船にこれを実現させるのは特別の条件を具えた船でなければ難しい。すなわち碇泊口数に比べて航海日数が充分長く、しかも出力15,000馬力以上の大型船ならば採算がとれそうである。従ってこのような条件を満足する船は現在のところタンカーまたは大型客船に限られている。米国土院では最近原子力の第一船の建造許可を与えたから、2年後には原子力推進の第1号の商船が実現するのではないと思われる。