

(昭和 50 年 5 月日本造船学会春季講演会において講演)

新しい造船所の計画

—日立造船有明工場—

正員 福田 英夫* 正員 太田 三喜男**

New Shipyard Planning
—Ariake Shipyard of Hitachi Zosen—

by Hideo Fukuda, *Member* Mikio Ohta, *Member*

Summary

The Ariake Yard which is one of eight yards and works belonging to Hitachi Shipbuilding and Engineering Co., Ltd. is a newly constructed shipyard to build large vessels up to VLCC and ULCC.

The fundamental policy on the planning of the yard is to realize the most modern shipyard for building large vessels with high productivity, well in harmony with the community and the natural environment where the yard is situated.

Technical studies and investigations were made as part of the planning under the policy, on more than seventy kinds of subjects.

The shipyard planning began in 1969 and the construction of the yard completed in Oct. 1974, followed by the delivery of a D. W. 235,000 tonner as the first VLCC built at the yard in Dec. 1974.

The results obtained through the technical studies and investigations are reported in this paper.

1 はじめに

日立造船株式会社有明工場は昭和 40 年代後半からの世界的な傾向に対処し、主として ULCC や VLCC の建造を目的として建設された新しい造船所である。

この造船所は造船所のアンマンド化、省力化に関する関係官庁と業界の一致協力した推進気運の中で、つぎのような基本方針のもとに昭和 44 年から計画が進められた。

(1) 現在の技術水準で考えうる限りの高い生産性と船型、船種、建造量などに対する高いフレキシビリティとを指向する。

(2) 魅力ある造船産業の実現を旨すとともに、地域社会や自然との調和を図る。

その後、昭和 47 年運輸省から新造船所の建設が認可され、建設工事が開始されたが、それに併行して昭和 48 年 4 月に一部の操業が開始され、昭和 49 年 10 月に工場が竣工して、同年 12 月建造第一船である 235 型タンカーが完工し、引渡しが行なわれた。

この新しい造船所の工場計画に関して行なわれてきた各種の検討とその結果のうち、主として技術的なものについて概要を報告する。

2 計画の概要

2.1 プロダクションの基本思想

プロダクションの基本思想として、つぎの 2 項目を定め、工場計画をそれにもとづいて行なった。

(1) 生産性の高い工場

* 内海造船(株)

** 日立造船(株)有明工場

- (a) 生産性が高く、競争力をもつこと。
- (b) 労働力不足時代に対応でき、とくに熟練労働者への依存度を最少限にすること。

(2) フレキシビリティの高い工場

船型、船種、生産量などの変化に対応できること。

この基本思想にもとづき、工場計画方針をつぎのとおり定めた。

(1) 生産性に対する方針

- (a) 造船工法の改革とプロダクションのシステム化
- (b) 専用装置の開発
- (c) 作業者の専門化

(2) フレキシビリティに対する方針

- (a) モジュールの設定
- (b) 独立分散方式の工場配置の採用
- (c) プロダクションラインの複数化
- (d) 装置化限界の設定

すなわち、工場内で行なわれるすべてのプロダクションの内容を分解し、タクトシステム、コンベアシステムを採用しうるようにグルーピングし、専門的な生産ライン、生産ステージを設定配置する。このように工場全体の配置を流れ作業化したうえで、それぞれのライン、ステージに対し省力装置を開発し、また作業者を専門化して固定する。

この方法は高生産性をうるための定石であるが、フレキシビリティを少なくする可能性が高く、高生産性とフレキシビリティは本来相矛盾するともいわれている。そこで、生産性をうるための定石をふまえながら、なおフレキシビリティをうるための方法として前述の方針を定めた。

2.2 造船工法の改革とシステム化

工場の詳細計画に入る前に、主要造船工法につき、つぎのような基本方針を定めた。

2.2.1 モジュールの設定

200 型タンカーから 1000 型タンカーにいたる各種船型の試設計を行い、貨物油タンク長さ 50m、トランススペース 5m、ロンジスペース 1m のモジュールで、すべての船型が効率的に設計できることがたしかめられた。これにもとづき、

鋼板寸法；長さ 50m/2×幅 4m

パネルブロック寸法；長さ 50m/2×幅 25m

船首尾ブロック寸法；長さ 50m/3

小組立部材寸法；長さ 標準 20m, 最大 25m

などの各種モジュールを設定し、それをベースとして工場計画が行なわれた。なお、モジュールの変更もある範囲までは吸収しうるよう考慮した。

2.2.2 ドック方式

一般に、造船所においては総時数の 50% 以上がドックおよび岸壁周辺で費されているが、外業作業の能率は内業のその 1/2 以下である。ドックおよび岸壁作業の合理化が最重点たるゆえんである。

合理化の第一は、ドックおよび岸壁作業を減少せしめること、すなわち総組工法の採用であるが、これは次項で述べる。第二は、総組、ドック、岸壁作業のシステム化である。

表 1 船体各部の生産上の特徴

	工 事 の 内 容		400 型必要建造期間 (渠中～岸壁)	必要ステージ数 (6 隻/年の場合)
	船 こ く	ぎ 装		
船尾船体	各種曲りブロック	各種多量	6 月	3
中央船体	多量同種パネルブロック	同種多量	4 月+ α^*	2+ α^*
船首船体	各種曲りブロック	各種少量	4 月	2

注) * 中央船体の時数平準化に必要な期間およびステージ

(1) プロダクションラインの分離とステージの独立

船舶をプロダクション面より分析すると、表1に示すように3種類の部分に分けられる。

列車にたとえれば、船尾船体は機関車、中央船体は複数の貨車に相当する。このように工事内容も建造期間も異なるものを対象にして、従来は単一のステージで1隻単位に組み立てるといった個別生産方式を採用していた。

新工場では、船尾船体と中央船体のプロダクションラインを明確に分離させ、各ライン内に専用の総組工場と年間建造隻数に対応する渠中ステージを配置し、各ステージでは一定の仕事を一時的順序で行なうようなドック方式を研究した。そしてデュアルドック方式を採用した(図1)。

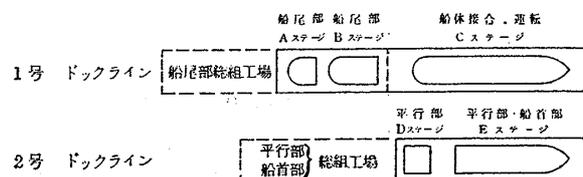


図1 デュアル・ドック配置図

(2) 外業時数の平準化

いわゆる進水前後のアイドルをいかにして防止するかは、システムづくりの1つの要点である。新工場では各プロダクションラインごとに時数の平準化をはかるものとし、各種のシミュレーションの結果つぎの方法をとった。

- (a) 2号ドックラインにアイドル吸収用ステージ(Dステージ)を設ける。
- (b) 船体移動はドックがドライの状態で行なう。
- (c) 総組工法を採用する。

(3) 渠中ぎ装方式の採用

1号ドックラインのCステージを船体接合のほかにも運転ステージとし、出渠後直ちに海上運転を行なうものとしたが、その理由はつぎのとおりである。

- (a) 500型をこえる船舶の台風時における係船方法が未開発である。
- (b) 岸壁よりドックの方が装備率を高めうる。
- (c) 特殊塗装などのぎ装工事量の増大や建造隻数の増大など、将来に対してフレキシビリティをもたせる。

2.2.3 総組方式

ドック内に数百のブロックを1個ずつ搭載して船体を形成し、それにぎ装品を積みこむという個別生産方式が造船業の近代化をさまたげている。総組は表2に示すようなメリットとデメリットをもつが、新工場では船を地上で建造するという基本思想のもとに、そのメリットをあくまでも追求することにし、コンポーネント建造法を採用した。すなわち、単にブロックを地上でつなぎ合わせ、巨大なブロックにして搭載するという旧来のブロック建造法の延長ではなく、二次元のブロックを三次元に組み立てて船体を形成する作業そのものを地上化し、ぎ装品もすべて取りつける——完成された船舶を数十のコンポーネントに分割し、それらを地上でつくり、ドックは単にコンポーネントの接合場所とみなすという考え方を基本とした。

表2 総組のメリットとデメリット

総組のメリット:

(地上作業)

- (1) 作業環境の整備
安全衛生面および作業能率面の優位性
- (2) 生産のシステム化
作業順序、作業面の展開において自由度が大きくシステム的な作業編成が可能
- (3) 組立作業の装置化
- (4) 先行ぎ装の拡大

(渠中作業)

- (1) 渠中作業の単純化
- (2) 時数平準化の容易さ
- (3) 渠中期間の短縮

総組のデメリット:

- (1) 重複作業の発生(運搬、足場、決め作業など)
- (2) 建造期間の増大
- (3) 設備費の増大

コンポーネントの最大重量は700tとし、将来ULCCを連続建造する場合には、2号ドックラインのみ1,400tとすることにした。

この建造法の最大の問題は、コンポーネントの運搬手段である。クレーンによる運搬にはコンポーネントの重量に対する制約があり、クレーン以外の方法は建造船型に対する制約がでてくる。両者を比較して新工場は前者をとり、700tガントリクレーンを採用した。

2.2.4 パネルブロック組立方式

船こく重量の約70%を占める船体平行部のパネルブロックの組立方式をいかに定めるかは、工場基本計画の主要命題の1つである。パネルブロックの組立方式としては、従来よりロンジとトランスをそれぞれ単独で配材する方法、ラインウエルダによる方法、およびわく組立法のいずれかが採用されているが、それらの優劣についての定説はないようである。新工場では

表3 溶接自動化率(自動溶接長m/全溶接長m)
<260型タンカーのHALF TANK>

項目	溶着係数	ロンジ, トランス 単独配材	ライン ウエル ダ	わく組立
ロンジ×スキン	1	0/11760	10770/ 11760	9690/ 11760
ロンジ×トランス	1	0/2700	0/2700	1170/ 1980
スキン×スキン	5	9120/ 9120	9120/ 9120	9120/ 9120
スキン×トランス	1	0/2060	0/2060	0/2060
ガーダ×トランス	1	0/730	0/730	0/730
溶接自動化率(%)		35	75	80

新工場では、「ユニットわく」の概念を計画のベースとした。ユニットわくとは、ガーダーなどを含まないロンジとトランス(または隔壁)のみで構成されるわくのことで、ロンジ挿入と交点の4隅溶接という自動化に適した要素のみからなりたっている。このユニットわくのマスプロダクションを完全に装置化した工場で行ない、1, 2個のユニットわくにガーダーを加えて、ブロックに組み立てるという方式を採用した。

2.2.5 ギ装, 塗装方式

こく・ぎ一体というのは、作業者に船こくとき装の両技能を修得させ、ステージ内のすべての作業を多能的に処理させることではなくて、逆に、船こくとき装の作業者を原則的に分離してもステージ内の各職種にタクトシステムが適用できるように、設計段階から総合的に計画することであると考へた。そして、ギ装, 塗装全般にわたって安全な作業環境と高い生産性が得られるように、船内と渠内との作業量を最少にする計画を、こく・ぎ一体となってすすめた。

すなわち

(i) ブロック分割, 総組形状を船こくの立場のみでなく、ギ装作業の先行, 完成度の拡大と現場継手の極少化をめざして、機器, 系統の配置をあわせて総合的に調整する。立体総組と巨大クレーンのニードがこの検討から生れた。

(ii) 船こく工程の流れをギ装のために止めるという概念ではなく、船こく・ギ装双方の効率のよい日程で作業が消化できるように、こく・ぎ一体のタクトシステムを設計し、きめ細かい作業計画, 工程管理を行なう。この検討から充分なブロック置場やブロックギ装工場を計画した。

(iii) とくにギ装密度が高く、輻輳した装置・系列については、船こく構造と分離したギ装独自の作業床の上に、各種の機能系を集合させたインテグラルユニットをつくるなどにより、総組, 外業ステージのこくぎの混在率を下げ、こくぎの節点を極少にする。また、ユニット工場, 台甲板工場は、大量のユニットやインテグラルユニットの生産に対応できる配置とする。

(iv) ギ装, 塗装全般にわたって、地上と内業における作業の消化率を徹底して高める。作業環境の改善と同時に計画と管理が容易で、高能率が期待できる地上と内業において独立運営できる工場と渠内作業とをあわせて操業度の平準化を図る。

(v) 一般ギ装品の塗装については、塗装品質の向上と均一化のために、表面処理, メッキおよび塗装を一貫して行なうことができる塗装センターを隣接の協力会社におき集中管理を行なう。

2.2.6 NCの適用

船体工作における精度と品質の確保はトータルコストダウンに直結するという体験と実績にもとづいて、その出発点であるあらゆる船体部品のより一層の高精度を指向し、NC切断の範囲を可能な限り拡大することにした。そのため、現状でもっとも高性能と考えられる鋼板用のNC切断機群を採用するとともに、印字, 切断, 仕分けを含む平鋼のNC切断装置を開発した。さらにそれらの制御のために、コンピュータによる階層的な群制御方式を導入することによって、大形コンピュータによる図形処理から鋼材のけがき, 切断までを包含したデータ

つぎの理由でわく組立法を採用した。

(1) カラーレスわく組立法の採用

従来の方法ではロンジとトランスの交点にカラープレートが必要であるが、おびたしいカラープレートの存在が省力化の障害となっている。新工場では、ロンジウェブの厚さより2mm大きくしたトランスのスリットにロンジを挿入する方法が、NC切断による部材の高精度からみて充分可能であることをたしかめ、基本特許を申請するとともに、その実用化をめざした。

(2) 徹底した装置化の推進

全工程を装置化するという観点から比較すると、わく組立法がもっともまざる。表3に示すように現状の溶接自動化率もわく組立法では80%まで可能である。

管理システムを採用した。また、船こくにおける外板曲げ型の設定、ぎ装における 100 A 以下の管材の曲げ加工に NC を適用した。

なお、その他の分野への NC や自動制御の応用に関しても長期にわたって検討を行なったが、現状における投資効果や実用化の時期などから採用を見合わせ、各装置の仕様の中で将来における採用を考慮しておくこととした。

2.3 工場配置

新工場の工場配置は図 2 のとおりであり、この配置の決定にあたっては主としてつぎのような諸条件を考慮した。

(1) 独立分散配置

各ステージともタクトシステム、コンベアシステムを採用したが、これは各ステージの生産対象物をグループ・テクノロジーの手法で分類して生産ラインを設定し、各ステージが最高の生産性を発揮できるスケジュールで生産を行なうものである。したがって前後のステージには工程ギャップを生ずるが、このギャップを吸収するための緩衝地を設け、建屋を独立分散させて配置した。

この緩衝地は、前記の目的以外にあるステージでの工程の混乱の影響を工場全体に波及させない効果をもつ。また、将来の生産対象物の変化に対してもフレキシビリティをもつ。なお、各工場の側面には将来の必要に応じ建屋を 1 棟ずつ増築できるスペースを残した。

(2) 内業工場配置

前述の考え方にもとづいて検討の結果、船こく内業工場については図 3 のような配置を採用した。

内業組立における生産効率を一段と向上させることを目的として、組立工事の内容によって組立ラインを可能な限り細分化し、それぞれに専用の組立用設備を設けた。そして、各ラインの設備が有効に使用され、最適な流れ作業が行なわれるように、組立工事の内容に適した各ラインの寸法を決定した。表 4 は組立ラインを既存工場と比較したものである。

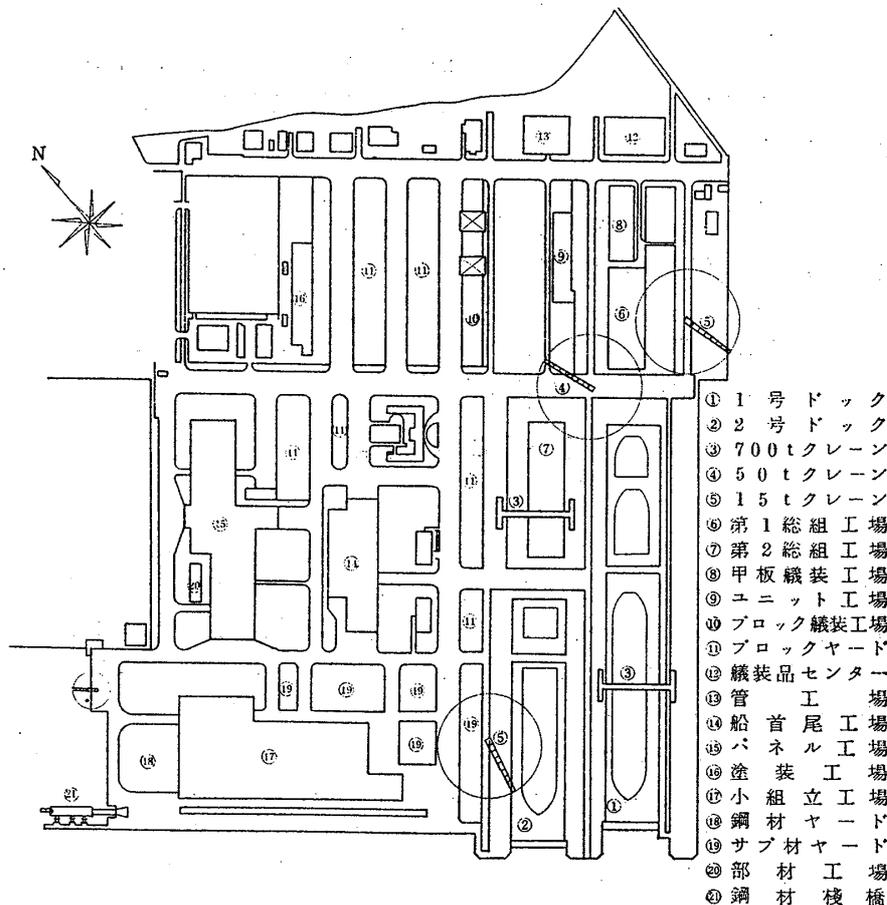


図 2 工場配置図

表4 組立ラインの内訳

ステージ	組立ライン	主な専用設備	既存工場
小 組 立	板 継 定 盤 小 物 定 盤 平行部コンベア 船首尾コンベア 船 首 尾 定 盤	RF-1 裏波溶接機 専用L型クレーン スティフナ配材機, ミサ溶接機 グラビティ溶接用ワーキングブリッジ	無 無 コンベア化されていない 無 有
平行部大組立	パネルコンベア わく組コンベア 板 継 コンベア	肌付装置, ミサ溶接装置 わく組装置, 立向自動隅肉溶接装置 FCB 溶接装置	有 無 有
船首尾大組立	スキッドコンベア 船 首 尾 定 盤	グラビティ溶接用ワーキングブリッジ	コンベア化されていない 有

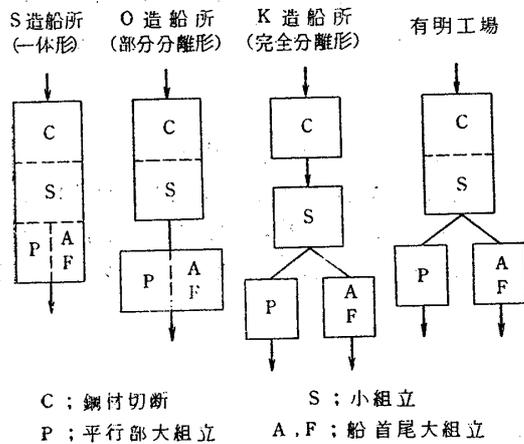


図3 内業工場の配置

(4) 風 向

工場近傍の風向は季節により顕著な傾向をもっており、冬期はNW風、夏期はS風が多い。このため、工場建屋は南北方向に配置することを原則とし、西側の開口は遮閉できるようにした。

(5) 岸壁線および将来用地

岸壁線を将来 VLCC, ULCC 4隻の係船岸壁として利用可能なように考慮した。また、約40万m²の残用地は、岸壁線を含め将来の利用に役立つ形状で残すことに留意した。

(3) 外業工場配置

2基のドックの頭部にそれぞれ専用の総組工場を配置したのは、前述のとおり総組、ドックを通じてプロダクションラインを分離し専門化させるためと、広大な総組面積をとるためである。ドックサイドに広大な総組場を配置することは、ガントリークレーンのスパンがあまりに大きくなり、台風時の振動などの不安な要素が多いと判断した。

1号ドックラインの頭部付近に、ぎ装工場群を配置した。

2号ドックラインの頭部は、将来の巨大構造物の組立などのための余積として残した。

3 船 こ く 内 業

3.1 小 組 立 工 場

3.1.1 鋼材ヤード

近年多くの造船所は、製鋼所との間に鋼材の中継基地をもち、ここで出荷の調整などが行なわれている。新工場の場合にもこのような中継基地が設けられたが、この基地が分担する機能を多くすることによって、造船所側での鋼材の処理工程をできる限り簡略にすることが計画された。すなわち、中継基地にショットプラスタが設置され、鋼材の表面処理が行なわれる。ついで、鋼材は切断日別に仕分けられて、ジャストインタイムに造船所に搬入される。そうすることにより、造船所側においては鋼材のストックが約3日分だけとなり、これらは鋼材置場へ入材されて切断の順序となるように仕分けられた後、切断工程へ出材される。

中継基地からの輸送は、鋼材を積載した台車をフェリーパージで運ぶことにより行なわれる。この方式は、中継基地やそれに隣接した関連企業群から、素材やロンジなどの製品の輸送をドアツードアで行なうものであり、輸送量の増大に容易に対処することができる。

3.1.2 NC 切断機

(1) NC 切断の範囲

鋼板の NC 切断に関する既存工場での7年間の経験から生れた NC 技術が集大成され、鋼材の NC 切断の範囲が可能な限り拡大された。そのため、鋼板についてはその全切断長の96%が機械切断されることになり、手けがき、手切断されるのは4%だけとなった(表5)。また、平鋼防とう材の製作を全自動で行なう NC システムが実用化されることによって、内構つき条材は、その部材本数の78%の製作が自動化された(表6)。

(2) 鋼板 NC 切断機

レールスパン20mのもの1台とレールスパン10mのもの4台の計5台が設置されたが、フル操業時には全機2交替で計画された。

これらは従来の NC 切断機能に加えて、自動けがき、開先加工、3軸制御、吹管自動上下などが可能であるが、すべて同一の仕様にもとづいて設計され、レールスパンが異なるだけである。

制御方式としては、平鋼 NC 切断装置を含めて階層的な計算機制御が採用されており、これについては6.2で詳述する。

(3) 平鋼 NC 切断装置

平鋼から製作される部品の94%を占める防とう材の製作に NC の採用が計画された。そして、切断のみならずその前後の素材や部品の搬送、印字、仕分けなどを一貫して全自動で行なう一連の装置が開発され、素材2枚を同時に処理できるものが3系列設置された。これらの装置も計算機により階層的に群制御される(図4)。

3.1.3 切断定盤

コンベアと固定定盤とについて、素材の位置決め、高速切断、安全、保守、費用などの面で比較検討が行なわれた結果、将来の切断工程の無人化をも指向して、切断原点の設定が容易な固定定盤形式が採用された。そして、油圧押し出し形の鋼板位置決め装置が開発され、全定盤に装備された。

3.1.4 プレス・ローラー

大形ベンディングローラーの長所、および長さ25mの鋼板に対するローラーの大形化の限界に関して各種の検討が行なわれた結果、加工能力2,000t、胴長さ21mのベンディングローラーが採用された。

また、ロンジなどの条材と面材の曲げ加工の自動化に関する基礎的な研究が長期にわたって行なわれ、将来の適応制御などによる自動化を考慮して、条材用ベンダーと面材用3本ローラーの仕様が決定的された。

このようにして設置された5台のプレスとローラーの現状における共通の特長は、すべてが大形であるとともに、主として操作面における合理化と部分的な自動化が図られたことである。

3.1.5 小組立定盤

小組立定盤の約50%の範囲にコンベアが採用され、そこにつぎのような部分的自動化装置が設置された。

(1) 骨材取付機

スチフナやブラケットが小形の磁石で吸着された後、押ボタンの操作によってたて起し、旋回、走行、横行、および押付けが行なわれ、所定の位置に取付けられる。

(2) 面材取付装置

専用の定盤上に置かれた面材が遠隔操作によって定盤ごと昇降した後、油圧ジャッキでウェブ材に圧着される。

(3) ミサ溶接装置

表5 鋼板切断長の内訳
(260型タンカーの場合の切断長比)

項目	有明工場	既存工場
NC けがき切断	72%	47%
平行切断	24	27
手けがき切断	4	26

表6 内構つき条材の内訳(260型タンカーの場合)

項目	素材数	部品数(比率)	切断法
平鋼 防とう材	5,200	23,500 (78)	NC 切断
鋼 面材	800	1,500 (5)	手けがき手切断
形鋼	1,300	5,000 (17)	手けがき手切断

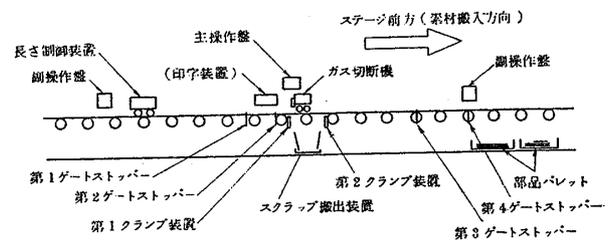


図4 平鋼 NC 切断装置配置図

3.1.6 小組立完成材置場

小組立工場と大組立工場とが分離されているため、小組立された部材のすべてが一旦専用の置場へ搬出されるので、能率的な運搬設備が必要となる。そのため、トラベクレーンが導入され、すべての置場の配置はこのクレーンの走行に合せて設計された。トラベクレーンは技術的に可能な範囲で最大級のものとし、定格荷重 32 t、けた下高さ 18 m、スパン 13.5 m のものが採用された。

3.1.7 小形部品およびジグ・ピースの製作

NC 切断などで素材から発生する端材を再生して小形の部品やジグ、つりピースなどを製作する部材工場が小組立工場とは独立に設けられた。ここでは既存工場における部材工場などの概念が打破されて、近代化と高能率が図られ、主として小形部品の製作用として 20 本の吹管が装備された 2 軸制御の NC 切断機 1 台とジグ・ピースの製作用として光学的な制御切断機 4 台が設置された。

3.2 パネル工場

3.2.1 工場の配置

パネル工場は船体平行部のパネルブロックの大組立が行なわれる専用工場であり、ここを流れるブロックの大きさは 25 m × 25 m に設定された。また、工場内におけるわく組立、板継ぎ、結合およびパネル組立の 4 棟の配置

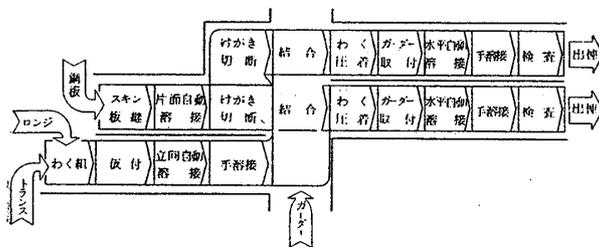


図5 パネル工場の作業の流れ

のしかたとして、考えるあらゆる組合せについて、将来における工場の拡張の難易さ、スペースの利用度、わくが流される順序に対する制約などの面から比較検討が行なわれ、もっとも適切と考えられる工場の配置が決定された。なお、この配置にあたって、わく組立法だけでなくロンジとトランスをそれぞれ単独で配材する組立法も採用できるように配慮された。図5はこのようにして設計されたパネル工場での作業の流れである。

3.2.2 わく組立装置

パネル工場においてわくの組み立てに使用されるこの装置は、ロンジ配材装置、トランス支持装置、およびロンジ挿入装置とで構成され、そのうちロンジ配材装置は、パレット上に立てて置かれたロンジを所定のロンジスペースになるまで移動し、挿入装置まで送り込むものである。

トランス支持装置は、トランスの下部を支持してその直線性を保つ装置と、トランスの側面を支持してその位置を決め、転倒を抑制するためのマジックハンドをもつ一種の門型クレーンとで構成される。

ロンジ挿入装置としては、ピンチローラーでロンジのウェブ面を圧着して挿入する形式が採用された。そして挿入に関する模型実験が行なわれ、スリットの幅をロンジのウェブの厚さより 2 mm 大きくした場合、5 枚のトランスへ 4 m/min の速度でロンジを連続的に挿入するのに必要な推力は 1,500 kg でよいことが明らかになった。ピンチローラーの役目は、挿入に必要な推力を与えることと、ロンジをトランスのスリットの位置で保持しながら挿入中の摩擦抵抗を減少させることである。

3.2.3 自動溶接装置

わくを形成するトランスとロンジとの立向隅肉溶接に対して、炭酸ガスとソリッドワイアを使用するオンシレット上進法により 4 象限を同時に溶接することができる自動立向隅肉溶接装置が採用された。この装置により脚長 7 mm ~ 16 mm の立向隅肉溶接が可能になり、たとえば、脚長 7 mm の場合下進溶接に対して約 3 倍の高能率が得られる。

また、ロンジとパネルとの水平隅肉溶接に対しては、タンデムミサ溶接装置が採用された。この装置によりヒュームとアークの発生がなくなり、工場の作業環境が著しく改善された。なお、脚長 6 mm ~ 12 mm の水平隅肉溶接がワンパスで可能になり、1 人で 2 台の装置を操作することにより従来のグラビティ溶接法とほぼ同等の 30 m/h の能率が得られる。また、このミサ溶接装置はハンドリングの効率化を目的として、クレーン形式のワーキングブリッジに搭載されるが、その際インダクタンスの変動を防止することにより、実作業における溶接性への影響が回避された。

3.2.4 その他の設備

パネル工場内におけるわくの運搬設備として、わく組棟には専用のわく搬送台車が、また結合棟にはわくの揚重用として、4箇所にはフックを有する200tクレーンが設けられた。

また、板継棟におけるパネルの片面自動溶接前の鋼板仮付用として、自走式の仮付溶接目合せ装置が設けられ、仮付作業の能率が端部の拘束溶接を含み、約20%向上するとともに、騒音などに対する作業環境が改善された。

パネルの片面自動溶接後の非破壊検査用として、自走式超音波探傷装置が開発された。4台の装置によって探傷されていく過程は、1台のテレビと4台のオシログラフに表示されるとともに、検出された欠陥は鋼板の上面にけがられる。そのため、従来のX線撮影法に比較すると、全シームの非破壊検査が短時間で可能になり、工程バランスの維持と品質の確保に寄与することが期待される。

最後に、パネル棟にはわくとパネルを圧着するため、エアバックによる肌付装置が設けられ、その操作はワーキングブリッジからつりさげられたスイッチにより行なわれる。

3.3 船首尾工場

船体平行部のパネルブロック以外のものの大組立が行なわれる工場であり、この工場を組み立てられるブロックの大きさは22m×22mに設定された。

工場は従来の形式の固定定盤が設置された棟と、そのパイパスとして曲り外板ブロックの大組立専用で使用されるコンベアラインが設置された棟とに分離された。なお、この工場を組み立てられるあらゆるブロックの出棟は固定定盤の棟から行なわれる。

大組立用のコンベアは、おのおのが22m×22mのスキッド定盤7面よりなり、これらはフリーローラー上をチェーン駆動によって搬送される。この定盤で組み立てられるのは、主として曲り外板ブロックであり、これらはスキッド定盤上に装備され、高さ調整が可能な鋼管製の支持金物の上で組み立てられる。

4 船こく外業

4.1 搭載用クレーン

建造ドックの搭載用クレーンは両ドックに1基ずつとし、将来生産量を増大する際には、現有の2基を片側のドックで使用し、他のドックには新たに1基が設置されるとの前提条件のもとに、700tガントリクレーンの詳細計画が行なわれた。このクレーンの特長はつぎのとおりであり、その主要目を表7に示す。

(1) 速度の制御

1基で700t、2基相づりの場合に1,400tという巨大かつ重量なブロックを確実に揚重して移動し、正確な位置決めを行なうためには、滑らかな加減速と安定した低速運動が要求される。そのため、巻き上げ、横行および走行の制御にワードレオナード方式が採用され、安定した速度制御が可能になった。

(2) 揃速の制御

3個のフックにより巻き上げ、巻き下し、および横行を含む長い移動を行なう場合、ブロックなどのつり荷の姿勢が変わらないことが必要である。そのため、デジタルな揃速制御方式が採用され、とくに、巻き上げ時の揃速については高さの偏差を±1mm以下にすることができる。

(3) 相づり時の揚重制御

従来、ブロックの敷点をつる場合には、つりビームを使用することにより各ワイアの張力を均等にしていった。しかし、巨大なクレーンの場合にはつりビームが大形になり、つり上げる重量や揚程への制約が大きくなる。ここでは2基の相づりの場合にも、各フックの速度やワイアの張力が自動的に調整され、あたかも従来のつりビームと同様の効果が得られる電氣的つり

表7 700tガントリクレーンの主要目

定格荷重	クレーン全体	アイフック下にて750t
	上部トロリ	主巻 2台×375t 補巻 2台×15t
	下部トロリ	主巻 1台×375t 補巻 1台×15t
揚程 (主巻き フック)	全揚程	85m
	上部走行レール	71m
	下部走行レール	14m
レールスパン		115m
走行距離		1,089m (クレーンレール全長)
給電方式		ケーブルリール方式

ビーム制御装置が装備された。なお、相づり時にはこの制御や横行、走行などの制御を含むあらゆる運転が、2基のうちの1基の親クレーンの運転室から1名の運転者が容易に行なえるように設計された。また、2基の相づり時のクレーン間隔については、12.6m から 40m までの任意の距離を選ぶことができる。

(4) 故障への配慮

ドック1基に対してクレーンが1基だけであるため、クレーンの性能だけでなく、その故障に対する配慮に重点が置かれた。そのため、世界的に実績が多い機種が採用されるとともに、故障の早期発見を目的にして、故障警報装置と故障表示盤が装備された。

4.2 総組装置

新工場で採用された総組工法のうち、船体の中央部についてはウィングタンクの大半がU型のブロックとして地上で一体に組み立てられる。

U型ブロックの総組工事は大別するとつぎの4工程よりなる。

- (a) 搭載、位置決め、取付、主構溶接
- (b) 内構溶接、船こく構造検査
- (c) ぎ装
- (d) 塗装

これらのステージは固定されて各工程に固有な作業が行なわれるが、この工法の特長はつぎのとおりである。

- (i) 工作が容易で精度の維持が可能である。
- (ii) 固定したステージで作業を集中して管理することができる。
- (iii) ブロックの運搬が容易である。
- (iv) 既存の装置を十分に活用することができる。
- (v) 船型の変化に対処することができる。

このようなU型ブロックの総組工事を効率よく行なうため、総組タワーとブロック移動台車よりなる総組装置が開発された。

(1) 総組タワー

後述する台車上へ搭載された数個のパネルブロックを位置決めしてU型立体ブロックを形成し、それを保持するものであり、パネルブロックの搭載を容易にするブロックガイド装置、ブロックの位置決めと保持を行なうブロック支持装置、上甲板位置決め装置、ブロック押し出し装置などから構成される。これらの装置は横からの50tまでの外力と風速50m/secの風圧に耐えるように設計された。

(2) ブロック移動台車

総組立された大形立体ブロックをつぎのステージへ移動するための台車であり、2条のレール上にある各3台の台車で、外板と縦隔壁の下部を支持して走行する。そのうち、前後の2台が駆動車で、中間のものが従動車である。各台車は油圧機構をもち、その押し上げ力は各台車につき300tで、押し上げ量は100mmである。定盤の凹凸を吸収するため前後3台の台車の油圧系統は連通式とされ、中間の台車には上限が設けられて荷重の均分が図られた。走行は11kWのモーター4台により、ブロック重量1,000tまでは5m/minの速度で走行でき、直進性能は走行距離30mに対して、左右の変位で±5mm以下である。

(3) 内部足場装置

トランス継手用足場を装置化したもので、走行パンタグラフとユニット足場より構成される。パンタグラフはブロックの下部を走行して任意のステージで展張され、ユニット足場の取付け、取りはずしを行なう。このパンタグラフは足場以外にも多目的に利用される。

4.3 サイドロンジ取付、溶接装置

総組工法が大幅に採用され、とくに船体中央部については、ウィングタンクの大半がU型の立体ブロックとして渠中へ搭載されるので、これに関する渠中の工事はあらゆる渠中工程の中で、いわゆる工程上の節点としての重要な位置を占めることになる。

このようなU型ブロックに関する渠中工事のうち、大きい比重を占めるサイドロンジのブロック継手の工事を対象にした省力設備として、サイドロンジ取付、溶接装置が開発された。この装置は従来、足場職、取付職および溶接職によって行なわれていたサイドロンジのブロック継手に関する工事を溶接職だけで行なうことを最大の

特長とするものであり、作業台つき自動昇降装置、サイドロンジの整面装置および自動溶接装置により構成される。

(1) 作業台つき自動昇降装置

船側外板や縦隔壁のブロック継手に仮設されたガイドレールに沿って、ピン・ラック方式により上下に 33 m/min の速度で自動的に昇降する作業台であり、正味約 2m×2.2m の大きさの作業床をもつ。

(2) サイドロンジ整面装置

前述の作業台の上に設置されるクランプ装置であり、ウェブとフェースのブロック継手の目ちがいを、それぞれ 20 t および 5 t の油圧シリンダーによって矯正して固定する。

(3) サイドロンジ自動溶接装置

前述のサイドロンジ整面装置の上に設置された専用のレールに沿って、ロンジのウェブとフェースのつき合わせ継手を溶接する。ウェブおよびフェースに対するつき合わせ溶接法としては、それぞれ炭酸ガス式片面自動溶接および消耗ノズル式エレクトロスラグ溶接が採用された。

4.4 船体移動装置

2 ドック、5 ステージからなる船こく外業の渠中工事を効率的に遂行するためには、船体を任意の時期に短時間で移動することができ、しかも、船体の一部を仮に水密にしたり、船体の重量を移動装置へ移しかえたりなどの特別な工事を必要としないことが望ましい。

これらの条件を満たす方式として、図 6 のような一種の台車と推進装置からなる船体移動装置が採用された。

船体の各ブロックはこの装置の台車上に搭載されていき、建造中の台車は一種の渠内盤木として使用される。そして、つぎのステージへ移動させる際には、推進装置により VLCC で 18,000 t、ULCC で 40,000 t に達する船体が押し出されて走行する。

このうち、台車には使用荷重が 400 t のものと 800 t のものがあり、その主な特長はつぎのとおりである。

- (i) 100 kg/m のレールと直径 710 mm の車輪との組み合わせで、1 輪あたりの使用荷重が 100 t である。
- (ii) 日照などによる船体の変形量、およびレールの不整量を吸収する目的で、横方向へ摺動する機構をもつ。
- (iii) 偏荷重を均分させる目的で、ゴム製のパッドなどが使用される。
- (vi) 水深約 7 m の海中に 2~3 箇月没水するので、防水防汚構造である。

また、船体を移動させる推進装置は、2 基で 600 t の推力を油圧シリンダーで発生させるもので、つぎのような特長をもつ。

- (i) 左右各 2 基を連動することにより、等速連続運転が行なわれる。
- (ii) 移動速度が 1 m/min と 0.1 m/min の 2 段変速機構である。

これらの装置の製作に先立って、10 台の台車を試作することによって車輪の形式、摺動面の位置、パッドの形と配置などを変えた試験が行なわれ、走行中の摩擦抵抗、台車の直進性、レールの強制変位が横圧へ与える影響、パッドの変形量と受けもつ荷重などの計測と解析が行なわれた。図 7 は船体模型により台車の直進性を計測した結果の一例である。そして、これらの結果から、つぎのような走行性能をもつ装置が設計された。

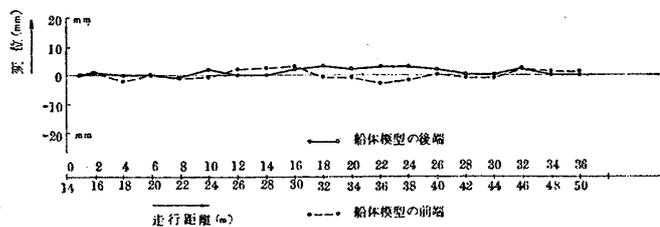


図 7 船体移動台車の直進性

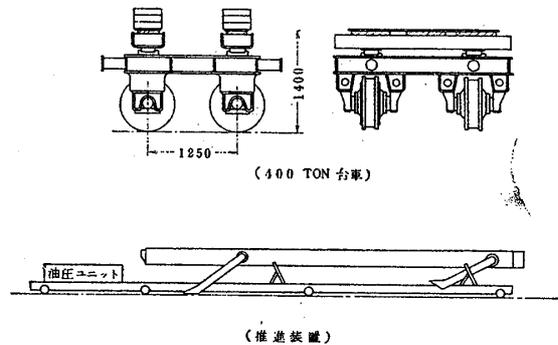


図 6 船体移動装置

(i) 走行中の摩擦抵抗係数は約 0.01 である。

(ii) 走行中の直進性は、走行距離によらず、左右の変位で ± 3 mm 以内である。

(iii) ± 3 mm 程度のレールの不整量は吸収され、走行に支障をきたさない。

4.5 ドックゲート

新工場の建造ドックは干満の差が激しい有明

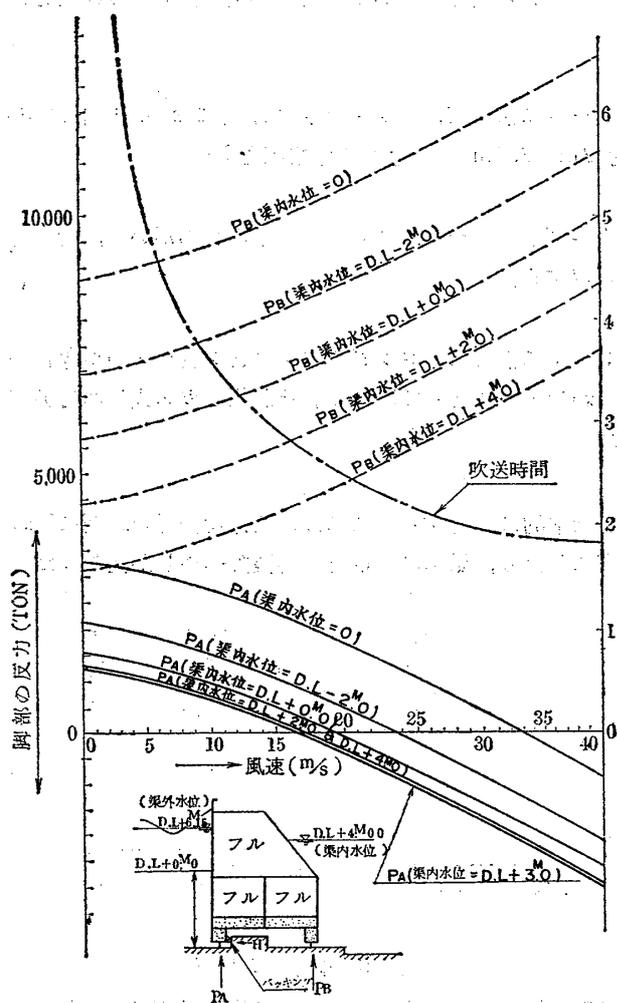


図8 ドックゲート脚部支持反力の変化
(渠外水位が高極潮位 D.L.+6.15 M の時)

海に面しているので、ドックゲートはいかなる潮位においても浮上と着床が可能な形式にすることが必要である。また、ドック内においてすべてのぎ装工事が行なわれた後、補機類の運転のために相当長期にわたって注水されるので、渠内水位が渠外水位より高くなる逆水圧現象が発生し、ゲートは正常水圧だけでなく、大きな逆水圧にも耐えることが要求される。

そのため、ドックゲートには重力式が採用され、その安定性は自重、固定バラストおよびタンク内のバラスト水により確保される。

このゲートは従来のものと異なり、つぎのような特長をもつ。

(i) ドックゲート各断面の脚部に発生する垂直方向の反力 P_A , P_B と水平方向の反力 H とで水圧を受けもち、渠側端は水密用のパッキングが取り付けられる程度の剛性があればよい。そのため、従来のゲートのように渠側端を支持点として、水平方向に発生する水圧による曲げモーメントがないので、ゲート本体の建造費用が低減される (図 8)。

(ii) 逆水圧の際にもゲートの渠側端をドック側へ引っ張る必要はなく、単に水平方向への移動を防止するためのフックをストッパーにセットすればよい。

(iii) ゲート内の下部タンクの容積が大きいので、小さい吃水で大きい浮力を得ることができ、潮高が大きくなってもゲートの開閉が容易である。

(iv) ゲートの開閉の際には 15 個あるゲートのタンクへバラスト水を注排水することによって、浮上と沈下が制御されるが、予備浮力は約 300 t で操作性に富んでいる。

このゲートの安定性については種々の理論的な検討が行なわれた。その結果の一例を図 8 に示す。この検討ではゲートの安定性に対する波の影響を考慮して、風速がベースにされた。計算に使用された波の諸元は、S.M.B (Sverdrup-Munk-Bretschneider) 法により、吹送距離を一定 (34 km) にし、風速を変化させて求められる完全発達波に対するものであり、浅海の影響が考慮されている。また、この波が進行波としてゲートに衝突する際に発生する波圧はサンフルーの簡略公式によって求められた。

5 ぎ 装

5.1 ぎ装, 塗装生産システム

(i) 従来の配管, 鉄ぎ, 木ぎ, 仕上, 電装, 溶接, 塗装などの職種概念を見直して, これらを統合した新しいグルーピングを行ない, 工場別に独立運営ができるようにした。

(ii) 作業の前工程での処理とステージ別, 区画別の管理を徹底することによって, ぎ装品の取付, 据付工事の省力化と作業環境の改善を旨とした。

(iii) 船こくの大ブロック方式, 総組工法の採用に対応したぎ装工作法を追求した。すなわち, 主として機関室, ポンプ室については, 大形の機能別ユニットやインテグラルユニットを採用し, 船体部についてはこくぎを総合したコンポーネントによってブロックぎ装, 総組ぎ装ステージにおける作業完成率を飛躍的に向上させることとした。

(iv) ブロック単位のぎ装塗装作業量を考慮して, ブロックの地上期間や船こくの作業日程を決めるなど, こ

表 8 ステージ別ぎ装工事発生率 (260 型物量比 ; %)

区分	地上ステージ		地上ステージ (合計)	渠中ステージ	備 考
	ブロックぎ装	総組ぎ装			
機 関 室	15	68	83	17	主機, 主軸, 主缶, 発電機を除く重量ベース
船 体	70	14	84	16	錨, 錨鎖, 舵, 操舵機, 甲板補機を除く重量ベース
上 構	30	45	75	25	床, セメントを除く重量ベース
電 装	27	18	45	55	電線長ベース
塗 装	70	15	85	15	使用塗料ベース
合 計	51	31	82	18	取付物量ベース

注) ぎ装品の総重量 2,865 tのうち, 40%はユニットぎ装される。

く・ぎ一体のきめの細かい工程管理を行なうこととした。

(v) ステージ別のぎ装管理を徹底するために, ぎ装機器, ぎ装部材の入荷, 仕分け, パレットへの配材までを担当するグループを独立強化し, その工程管理へのコンピュータの応用を図った。

(vi) 取付, 据付グループとは別に, ぎ装特有の機器, 装置の単体, および系統的な機能を追求するため, 高度の技術や技能をもつ運転グループをもうけ, 製品の性能と精度を保証する体制をつくった。ただし, このグループの作業に要する時数は, 総ぎ装時数の数パーセントにすぎない。

(vii) 塗装作業の標準化, グレードの均一化に関連して, 従来のように多様な塗装系の採用に起因する工作上の諸問題を回避するため, 超大型船に適応した標準塗装系を設定した。

標準塗装系は従来から使用されてきている有機質塗料をベースに, 将来の重防蝕塗装のあり方を配慮して, 無機質系のジソクリッチ塗料を採用する際にもこれに応ずることのできる体制とするために, ショッププライマには無機質系(アルキルシリケート系)のジソクリッチプライマを採用し, その上に適用される塗装系に汎用性をもたせた。そして, この塗装系ではショッププライマの船こく加工の各過程へ及ぼす悪影響を最少限にとどめ, また, 塗装技術として要求される表面処理グレードが, 塗装工場以外でのオープン・サンドブラストを必要としないことに考慮をはらった。

(viii) 管材や一般ぎ装品の塗装については, 塗装品質の向上と均一化, 工場内生産システムの阻害要因の排除を目的にして, それらの表面処理, 防蝕メッキと合わせ, 一貫して行なうことができる塗装センターを隣接の協力会社に置き, 集中管理することとした。

表 8 は新工場における全ぎ装工事のステージ別発生比率であり, 先行ぎ装率は 82% に達している。

5.2 ぎ装情報の管理

すでに従来のぎ装分野においても, 基本設計, 機能設計, 生産設計などからの設計情報と計画, 管理部門からの材料管理情報や工程管理情報などを対象として, 各段階で取り扱われる膨大なデータの蓄積, 検索, 修正, 追加, 削除などを行なうことのできるデータベースシステムが開発されている。

しかし, 前述のようにぎ装品の取付工事がぎ装品に固有の機能系から離れて, 船こくのブロック別, または工事が行わ

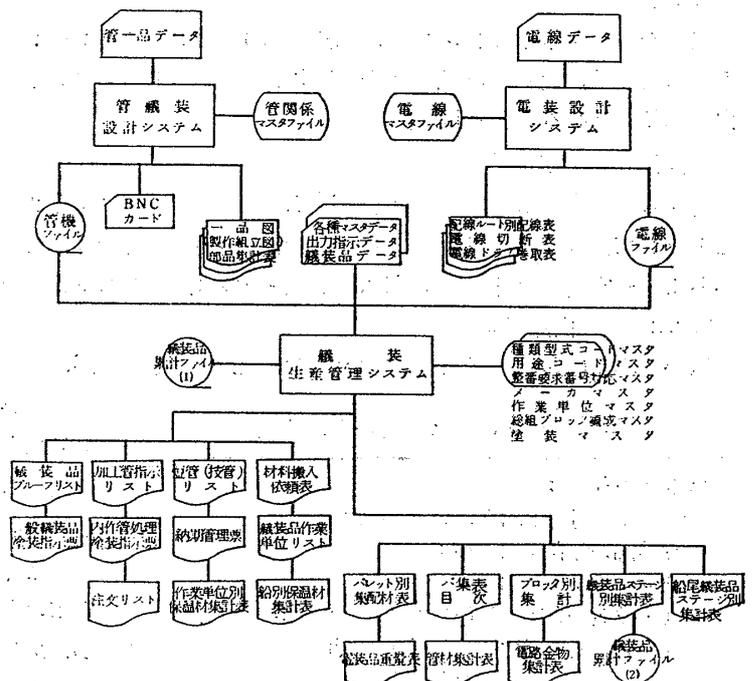


図 9 ぎ装情報管理システムの流れ

れる区画別やステージ別に展開されることになると、ぎ装品の調達や供給が従来と比較できないほど正確に行なわれることが要請される。

そのため、新工場においては船装、機装、電装、および塗装に関するあらゆる情報が統合されるとともに、設計における CAD システムに、NC パイプベンダ用の制御カードの作成や管工場における生産ロットの編成などが含まれ、さらに、ぎ装品の調達、外注、保管、集配材に必要な情報の管理、および各ステージの生産計画の立案、工事の指示、実績の把握などにいたるぎ装情報管理システムが開発された。

図9はこのシステムの流れの概要である。

5.3 ぎ装関連工場および設備

5.3.1 ぎ装品集配センターおよびパレットヤード

船装、機装、電装品を統合して、荷受けから保管、パレットイング、配材まで一貫して行なうことができるぎ装品集配センター (6,000m²) およびパレットヤード (15,000m²) を設け、集配センターには旋盤、フライス盤、ボール盤など必要最少限の機械加工能力をもたせた。

5.3.2 管工場

350A 以上の大径管は加工外注とし、300A 以下の中小径管を対象とした高能率の工場を計画した。

生産ラインは 40A 以下、50A から 100A まで、および 125A から 300A までと口径別に 3 ラインを設け、各ラインとも極力自動化、機械化を図り、流れ作業方式を採用した。そのため、「フランジ先付け、あと曲げ加工」を主体とし 100A までの加工量の多いラインには、フランジ取付機、自動溶接機、NC パイプベンダー、パイプローダーなどを装備した。管工場の広さは加工場、試験場を合せて 4,500m² である。

5.3.3 ユニット工場

組立後のユニットの搬出を容易にするため、50t/25t ドックサイドクレーン下に 4,200m² のユニット工場を計画した。工場内は機室および甲板部のユニットに適合した定盤が半分づつ装備された。

5.3.4 ブロックぎ装工場

地上におけるブロックぎ装専用として、船こくブロックに適した各 30m×30m の定盤をもつ工場を計画した。ブロックの骨材側につくすべてのぎ装品の取付けをこのステージでタクトシステムによって完了させるためのもので、10t 門形クレーンおよび移動上屋を装備した。

5.3.5 甲板ぎ装工場

甲板ぎ装工場は、ぎ装密度の高い機室、ポンプ室および上構ブロックを総組した後、各種機器、装置を据付け、連結ぎ装を行なうため、700t ガントリクレーン下に移動屋根をもつ 40m×120m の工場として計画した。

5.3.6 上構総組工場

船尾を建造する 1 号ドックの渠頭部の 700t ガントリクレーンの下に上構総組工場を設置した。この工場には 2 定盤を設け、比較的長期間を必要とする上構ぎ装工程にフレキシビリティをもたせ、地上ぎ装率のより一層の向上に役立たせることとした。

5.3.7 塗装工場

将来の特殊塗装範囲の拡大を考慮して、塗装作業サイクルを 2 日とし、全ブロックの 50~75% を入棟させることとして、各 32m×40m の 4 室を有する塗装工場を計画した。工場設備としては 2 室を 1 組として空調、集塵および温度調節の各装置を設け、また将来の自動ブラスト装置の増設を配慮した設計とした。

5.3.8 工場内運搬設備

広い工場内における陸上輸送をいかに効率的に行なうかが、円滑な生産の遂行の重要なポイントである。新工場においては単に輸送の効率化のみに固執せず輸送の最適化を図った。そして、特殊運搬機類はそれぞれの部門に所属させ、汎用運搬機のみを集中管理することとした。

表 9 ブロック輸送用台車の仕様

単車時の仕様：
台車寸法；7m×18m×3両
最大積載荷重；220t
ジャッキアップ；500mm
直・並列連結可能（ワンマンコントロール方式）
走行速度；空車 10km/h
満車 4km/h

船こくブロック（最大 400t、平均 200t）用の輸送台車の配備方法については、400t 台車を 2 両とするか、あるいは連結の可能な 200t 台車を 3 両として必要に応じ 2 両を連結する方式とするかについて検討し

た結果、後者の方式を採用した。この台車の主な特長はつぎのとおりであり、その仕様の概要を表9に示す。

- (a) 自走式で、路面の凹凸にかかわらず荷重を均等に支える構造である。
- (b) ジャッキアップ装置を有し、クレーンなしでブロックの受け、おろしが可能である。
- (c) 置場の有効利用をはかるため、直行、横行、および逆行への切換が可能である。

6 コンピュータと制御

6.1 フロント・コンピュータ・システム

新工場の NC 切断機には、自動けがき、開先加工、2軸3軸複合制御などの機構が備えられ、それらに必要な切断用の情報は、既存の切断機の場合よりも非常に複雑になることが予想された。

これに対して、船体の生産設計では図形処理システムを使用して船体構造に関するデータベースが作成されるとともに、内部構造図形の記述が行なわれて、組立図、部品図などの製図情報が作成される。ついで、部品製図情報は鋼板や平鋼の素材わくの中へ配置した形に編集されるとともに、開先、ブリッジ、けがきなどの切断機の動作に関する情報が付加された後、NC 切断情報として、6.2 に記載する NC 切断計算機制御システムに渡される。

その際、400 型タンカーに対して作成される NC 切断テープのみで 4,000 本以上となるなど、船体の生産設計で取り扱われる情報の量は膨大なものと推定された。そのため、データ伝送の端末装置が設けられるだけでなく、自動製図装置やディスプレイ装置などを含むフロント・コンピュータ・システムが採用され、複雑かつ大量な情報の処理を人間とコンピュータとに効率的に分担させることにより、生産設計の省力と高精度化を図ることが計画された。

このシステムはコンピュータとその周辺機器のほかデータ伝送関係装置により構成され、それらの結合状態を図 10 に示す。また、第 1 期のシステムを中心とする船体の生産設計の流れを図 11 に示す。

6.2 NC 切断計算機制御システム

6.2.1 システムの計画

NC 切断の制御については、本格的な階層構造をもつ計算機制御方式を開発することによって、大形コンピュ

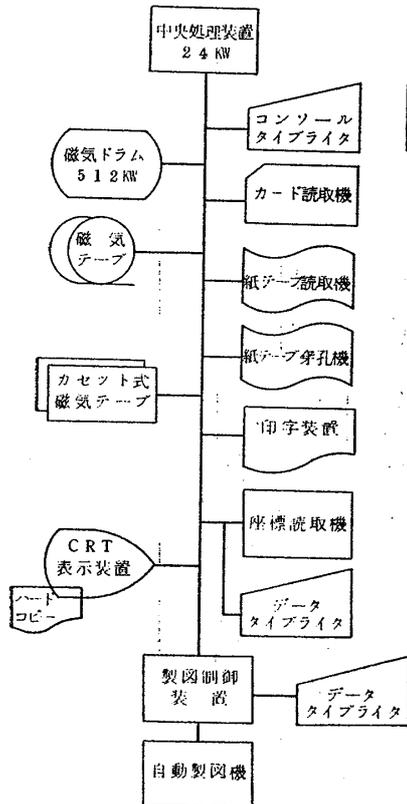


図 10 フロントコンピュータの構成

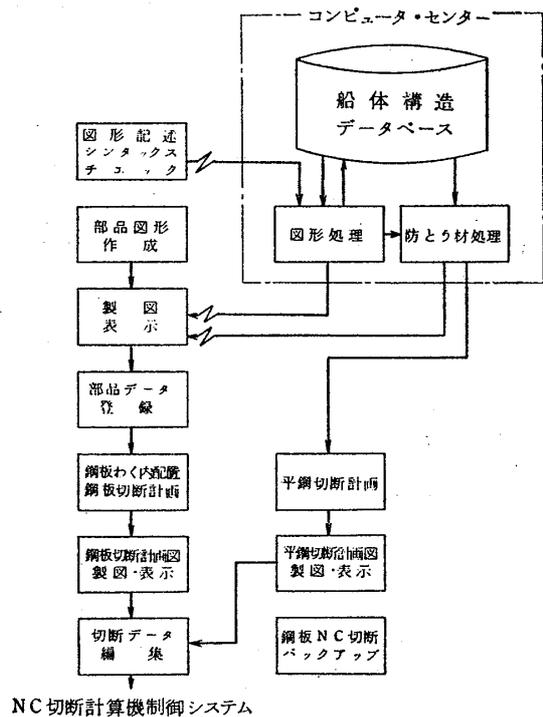


図 11 船体の生産設計の流れ

ータによる図形処理システムからフロント・コンピュータ・システムを経て、鋼材のけがき、切断加工まで一貫して、データをベースに遂行する情報処理システムを採用することが決定された。

そして、この方式が新設工場の鋼材切断という重要な機能に充分耐えうることの確認と切断制御に関する予期できない諸問題の発見とを主な目的として、計算機制御の実用化実験が行なわれた後、新工場のシステムが設計された。

システムは上位計算機、下位計算機群、および切断装置群によって階層的に構成され、その結合状態は図12のとおりである。そのうち、上位計算機は切断データのファイルをベースにし、主としてデータの管理、加工、および分配を行ない、システム全体を制御する。また、下位計算機群は主として諸装置の制御を行ない、切断装置群は自動けがき、および自動ガス切断を実行する。図13はこのシステムの流れである。

6.2.2 システムの特長

システムの特長のうちの主なものはつぎのとおりである。

(1) 階層的(ハイアラキ)なシステム構成であり、切断制御に必要なあらゆる機能が効率的に分担されている。また、通常は全装置が遠隔集中操作によって運転されるが、下位計算機は必要最小限の規模でありながら、単独運転も可能であるため、システム全体が作動不能になることはない。

(2) 計算機による直接制御であるため、信頼性と保全性が格段に向上するとともに、機能の改善や拡張はソ

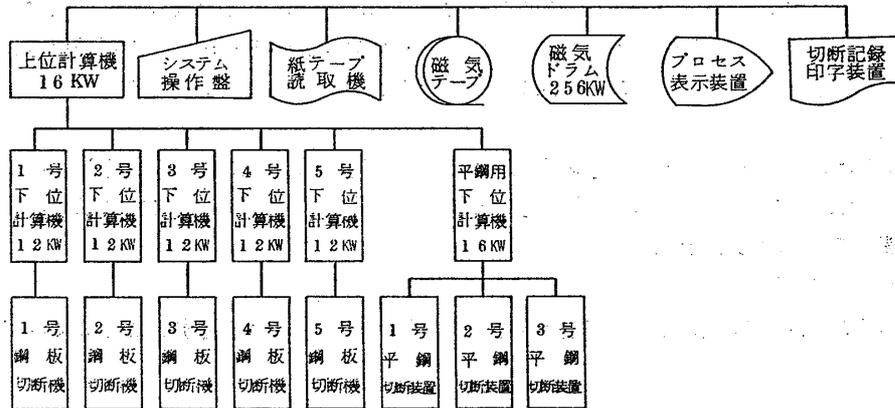


図12 NC切断計算機制御システムの構成

(上位計算機システム)

(下位計算機システム)

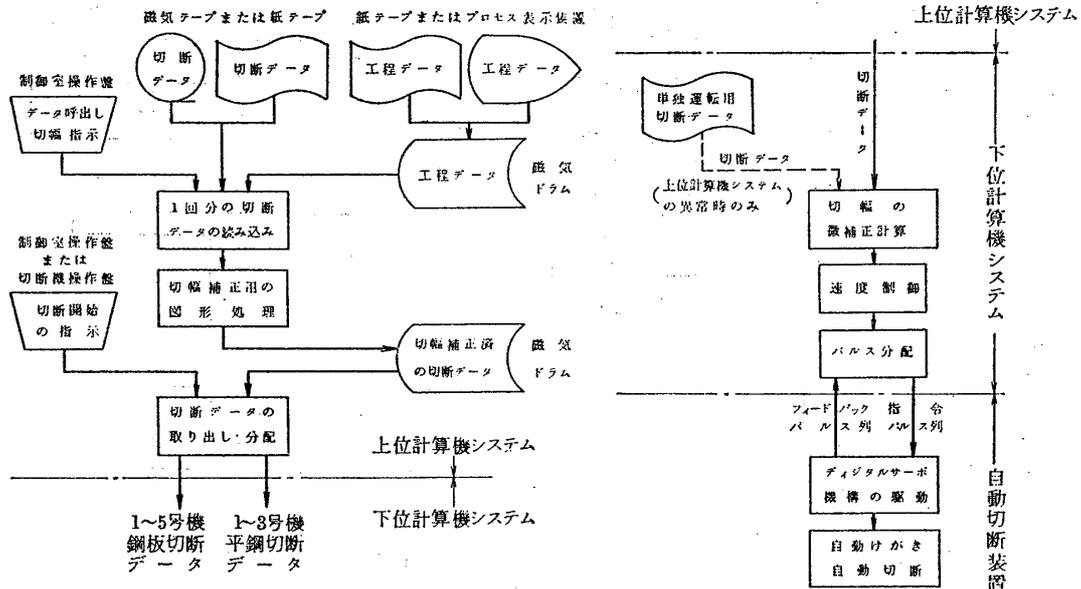


図13 計算機制御システムの流れ

ソフトウェアの修正によって容易に行なわれる。

(3) けがき、切断工程の高能率化を実現するため、複雑な2軸3軸複合制御、任意の位置での制御の中断と再開、任意の部材までの自動運転、スケジューリング運転などが可能である。

(4) 内業切断ステージの鋼板 NC 切断機と平鋼 NC 切断装置のすべてを対象にしたシステムであり、今後の鋼材ヤードのクレーン、コンベアなど、および各種の加工、組立用装置などの制御システムや、生産管理システムなどを含めた統合的な生産システムへ拡張していくことができる。

7 おわりに

昭和 44 年から計画が進められ、昭和 49 年 10 月に竣工した日立造船株式会社有明工場の工場計画に関して行われてきた各種の検討とその結果のうち、主として技術的な事項について概要を報告した。これらをとりまとめるとつぎのとおりである。

(1) 新工場の計画は高い生産性と高いフレキシビリティへの指向をその基本思想とし、造船工法の改革とプロダクションのシステム化に重点を置いて進められた。

(2) 新工場の建造ドックとしては、プロダクションラインの分離とステージの独立、外業時数の平準化、渠中ぎ装などを目的としてデュアル・ドック方式が採用され、船体移動装置や重力式ドックゲートなどが設置された。また、船舶の大部分を渠中ではなく地上で建造するため、船体とぎ装品とで構成される最大 700 t の立体的なコンポーネントによる総組工法が採用され、700 t ガントリクレーン、総組装置などが導入された。

(3) 船体重量の約 70% を占める船体平行部のパネルブロックの内業組立方式としては、カラーレスのわく組立法が採用され、可能な限り装置化されたパネル工場でユニットわくのマスプロダクションが行なわれる。

(4) ぎ装方式としては、工作段階のぎ装を船ごとと分離することにより、ユニットぎ装と先行ぎ装が追求され、ステージぎ装の面からぎ装職種の編成が行なわれた。また塗装については、地上における先行塗装が推進されるとともに、ぎ装品を対象にした塗装センターの設置によって塗装品質の集中管理が図られた。

(5) 船体工作のより一層の高精度化を指向して、NC 切断の範囲が可能な限り拡大され、鋼板だけでなく、印字、仕分けなどを含む平鋼の NC 切断が採用された。また、これらの制御のため、コンピュータによる階層的な群制御方式が導入された。

(6) 工場の配置としては、各工場でそれぞれ最高の生産性が得られるように独立分散形のものが採用された。そのうち内業工場では組立ラインの細分化と専用化が図られ、外業工場ではドックの頭部に専用の総組工場が配置された。

この工場においては、昭和 49 年 12 月、建造第 1 船である 235 型タンカーが完工し、その品質、生産性ともに初期の計画を上まわる結果が得られた。引き続いて VLCC および ULCC の建造が行なわれており、今後造船界が置かれている厳しい環境下において、各種船舶の建造に真価を発揮することが期待される。

最後に、この工場の建設計画に際し、関係官庁ならびに関係各社の各位から一方ならぬご理解とご支援を賜わった。ここに衷心からお礼を申し上げたい。また、工場の計画、建設、操業を通じて、終始熱心なご指導とご指示を賜わった日立造船株式会社 永田敬生社長を始めとする会社幹部の方々、計画と建設に参画された社内外の関係者の方々に厚くお礼を申し上げる。