
超大型船船尾骨材，舵組立機械加工工場の概要

Outline of Assembly and Machining Shops for Sternframe and Rudder of Ultra Large Tanker

池原 恒春 (Tsuneharu Ikehara) 村本 泰 (Yutaka Muramoto) 池渕 俊介 (Syunsuke Ikebuchi) 中川 豊 (Yutaka Nakagawa)

要旨：

水島製鉄所組立，機械加工工場は昭和 44 年 4 月に稼働し 10～20 万 t クラスタンカーの船尾骨材と舵を製造してきた。その後 3 回増設し 49 年 10 月に完成した。その結果，40 万 t クラス製品の製造が可能となり，生産能力も組立 12000 t /年，機械加工 36000 t /年に増大した。主要な設備は以下のとおりである。(1)ビルトアップフロアー：3600m² (2)舵頭材加工専用機：転輪内径 1800mm (3)横中ぐり盤：主軸径 205mm (4)精密心出加工定盤：2132m²

Synopsis：

In order to produce sternframe and rudder of very large tankers (200000D.W.T.), its assembly and machining shops started those operations in April 1969 at Mizushima Works. Afterwards, the shops have been enlarged three times and completed in October 1974. As the result, it became possible to produce sternframes and rudders of ultra large tankers (400000D.W.T.), and the production capacity of these shops has been increased to 12000t/year in assembly and 36000t/year in machining. Principal equipment are as follows: (1) Build up floors: 3600m² (2) Rudder-stock turning machine: inside diameter of ring housing 1800mm (3) Horizontal boring machine: main spindle diameter 205mm (4) Centering surface plate: 2132m².

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

超大型船船尾骨材，舵組立機械加工工場の概要

Outline of Assembly and Machining Shops for Sternframe
and Rudder of Ultra Large Tanker

池 原 恒 春*

Tsuneharu Ikehara

村 本 泰**

Yutaka Muramoto

池 淵 俊 介***

Syunsuke Ikebuchi

中 川 豊****

Yutaka Nakagawa

Synopsis :

In order to produce sternframe and rudder of very large tankers(200 000D.W.T.), its assembly and machining shops started those operations in April 1969 at Mizushima Works. Afterwards, the shops have been enlarged three times and completed in October 1974.

As the result, it became possible to produce sternframes and rudders of ultra large tankers (400 000 D.W.T.), and the production capacity of these shops has been increased to 12 000t/year in assembly and 36 000t/year in machining.

Principal equipment are as follows :

- (1) Build up floors: 3 600m²
- (2) Rudder-stock turning machine: inside diameter of ring housing 1 800mm
- (3) Horizontal boring machine: main spindle diameter 205mm
- (4) Centering surface plate: 2 132m²

1. ま え が き

近年，造船界における船舶の大型化はタンカーを中心に世界的な規模で急速に進展した。20万D.W.T. から27万D.W.T. の巨大タンカーが主役となって，VLCC (Very Large Crude Oil Carrier) 時代をもたらした。そしてこれら巨大船の船体構造のうち最も重要でまた複雑な部分は図1に示す船尾部である。それは鋳鋼品と鋼板の溶接構造物である船尾骨材と舵および鍛鋼品の舵頭材と軸系で構成されている。これらを水島製鉄

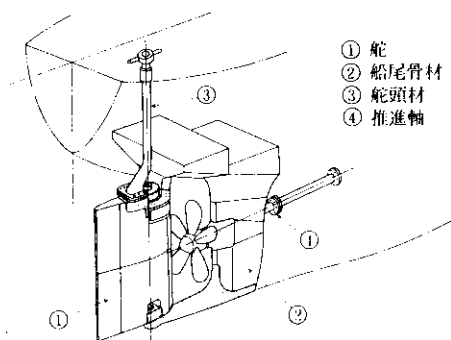


図1 船尾部概略図

* 水島製鉄所鑄鍛部組立課課長

*** 水島製鉄所鑄鍛部掛長

** 水島製鉄所鑄鍛部機械課課長

**** 水島製鉄所鑄鍛部掛長

所組立工場および機械加工工場で、同所鑄鍛鋼各工場および厚板工場で製造された素材より溶接組立、機械加工し、高度の品質をもった製品として出荷している。

船型のマンモス化はさらにエスカレートして40万 D.W.T. 級 ULCC (Ultra Large Crude Oil Carrier) におよび、これらに使用される同

製品の安定した供給と品質水準の向上があらためて必要となってきた。このような需要動向に対処して、20万 D.W.T. 級製品を主対象にした同組立、機械加工工場にあらたに超大型船舶尾骨材、舵の組立、機械加工設備を増強し、昭和49年11月より全面的に移動を開始した。

以下に同工場設備の概要と特長を紹介する。

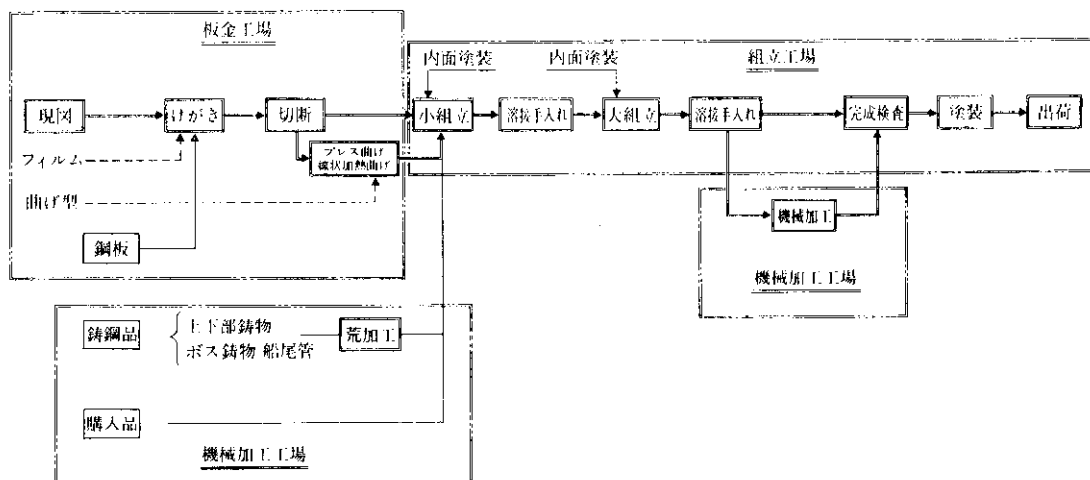


図2 船尾骨材製造工程

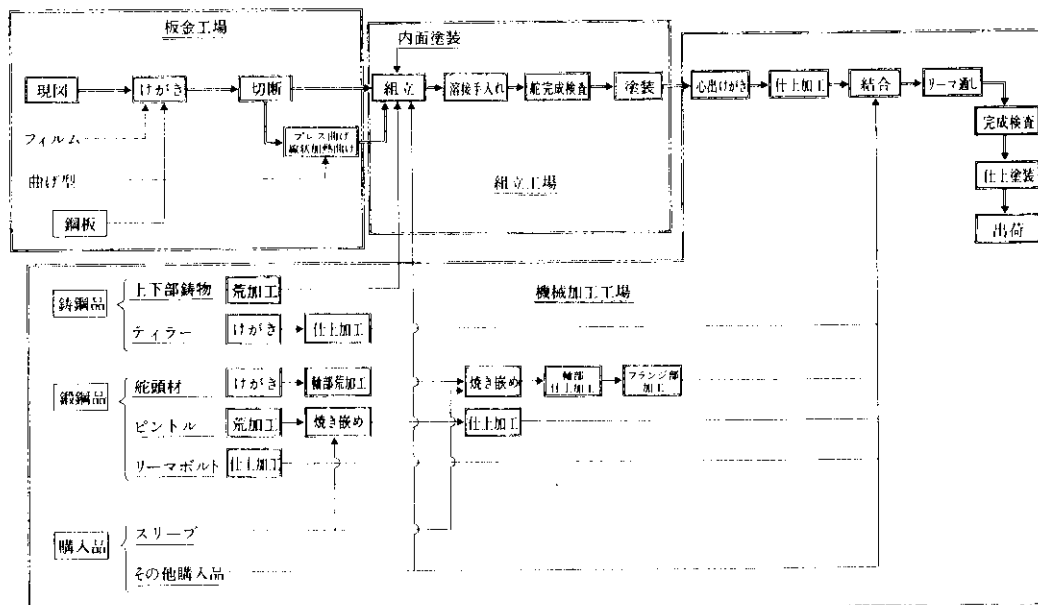


図3 舵製造工程

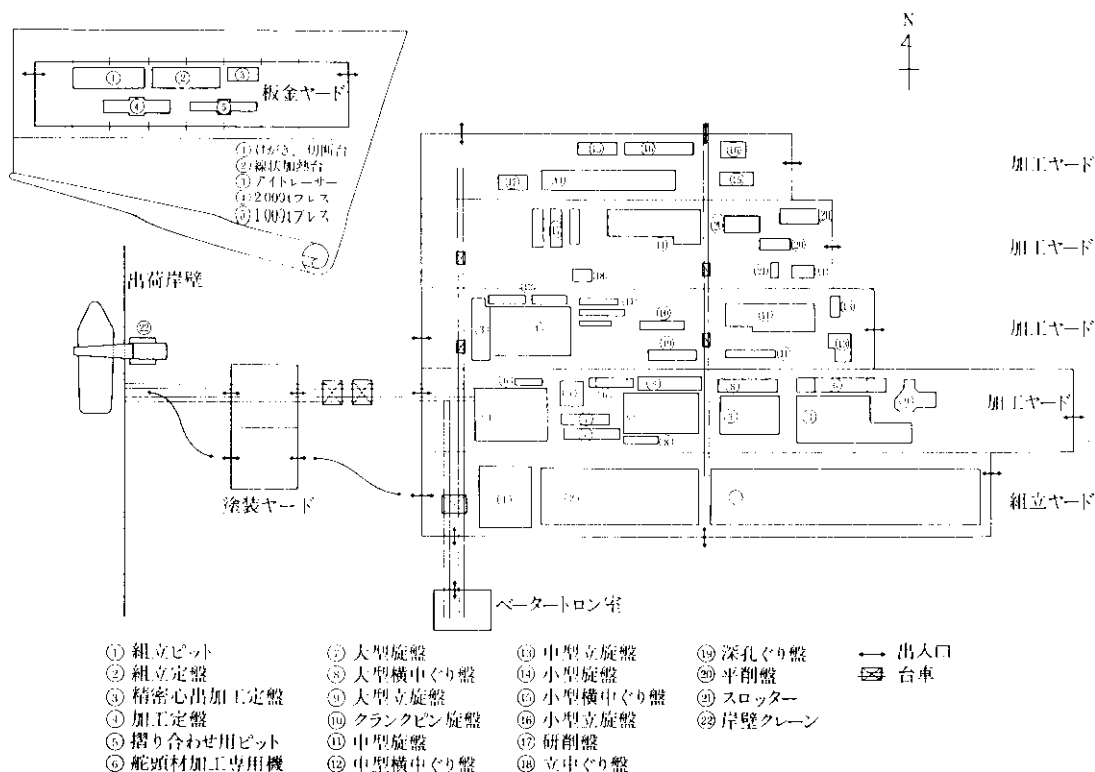


図4 工場レイアウト

2. 製造工程およびレイアウト

当工場の主製品である船尾骨材および舵の製造工程をそれぞれ図2,3に示す。また工場レイアウトを図4に示す。これらの特長を列記すると次のようになる。

- (1) 主要素材は鋼板から鋳鍛鋼品にいたるまですべて水鳥製鉄所内で調達できる。
- (2) 工場レイアウトは、素材の入荷から出荷まで製造工程にもとづく製品の流れに重点をおいたものになっている。
- (3) 組立工場と機械加工工場は隣接しているので、組立工程中の機械加工も製品の流れを乱すことなく行える。
- (4) 複雑な長期工程の管理はすべて標準製造工程および標準時間をもとに合理的にできるようになっている。

3. 組立設備概要

船尾骨材および舵の製造工程にしたがって組立設備の概要をのべる。表1に組立主要設備を示す。

3-1 現図および板金設備

船尾骨材、舵は現図工場において $\frac{1}{50}$ 縮図のライン図をもとに原尺現図 $\frac{1}{10}$ 図にかき表わされる。現図用フローは20万 D.W.T. 級の船尾骨材、舵が同時に4隻分ずつかける大きさになっている。原尺現図でかかれた船尾骨材、舵図をもとにここでは曲り外板の展開作業、プレス作業に使う曲げ型の製作、各部材形状のテトロンフィルムへの写し取り作業などが行われる。

板金工場では厚板工場から送りこまれた鋼板のけがき、切断、プレス曲げ、線状加熱曲げなどの作業が行われる。工場内にはけがき場、切断定盤、1000t プレス、2000t プレス、線状加熱定

表1 組立主要設備

建 屋	設 備	型 式	主 な 仕 様	備 考
現 図 工 場	現図フロアー	—	54m×25m	
板 金 工 場	2000t プレス	4柱式プッシュダウン型 油圧駆動	26.4m×125m×11m高 デーライト 1.8m ヘッド寸法 3.2m×5.1m	
	1000t プレス	4柱式プッシュダウン型 油圧駆動	デーライト 1.4m ヘッド寸法 2.4m×4.6m	
組 立 工 場	組 立 定 盤	—	30m×215m×14m高 20m×59m	深さ 5 m
	〃	—	20m×102m	
	〃	ピ ッ ト 式	20m×18m	
	起 重 機	天 井 走 行 式	200t/20t	
	〃	〃	150t/20t	
	〃	〃	40t/10t	
塗 装 工 場	〃	〃	20t/5t	
	エレクトロスラグ溶接機	A535型	3000A×3電極	
β トロン室			20m×41m	
	放 射 線 設 備	ベータートロン15-150	22m×19m×14m高 150MeV	
	岸 壁 起 重 機	ポストジブクレーン	330t/40t	200t×2台
	積 出 台 車	軌 条 自 走 式	積載重量 400t (幅7m)×(長さ18m)	
	〃	無 軌 条 自 走 式	積載重量 400t (幅5m)×(長さ20m) (幅10m)×(長さ10m)	200t×2台

盤が効率的に配置されている。切断はおもにガス自動切断機を使用するが、同型多量の場合にはアイトレーサーを使う。ここで曲げ加工される鋼板は曲り形状が複雑でかつ最大幅4m、最大板厚80mmと大きい。高精度が要求されるこれらの曲り鋼板を精度よく能率よく処理するため、両プレスの構造はラムおよびベッドが自由に移動、回転できるようになっている。またプレスの前後面にはチルチングテーブルがそれぞれ配置されている。線状加熱曲げ作業は元来加熱線の設定、加熱速度の選択など固有技術におう所が多いが、当工場では現在これらを標準化し技術の安定をはかっている。

3.2 組立および検査設備

板金工場で加工された鋼板は、铸鋼品、鍛鋼品、購入品などとともに組立工場に送りこまれる。これらの材料はまず仕分け場で組立方案にもとづきブロック単位に分類される。組立定盤は舵用、船尾骨材小組立用および大組立用にわかれており、前者では15万 D.W.T.～40万 D.W.T. の舵が5隻分、後者では15万 D.W.T.～40万 D.W.T. の船尾骨材9隻分が同時にビルトアップできるようになっている。また深さ5mのピット内に設置された組立定盤は特に利用度が高く、コンテナ船用船尾骨材などの超大型製品の組立や工程途中における舵の反転作業などに使われている。これらの組立定盤により現在製品最大重量330tまで製作

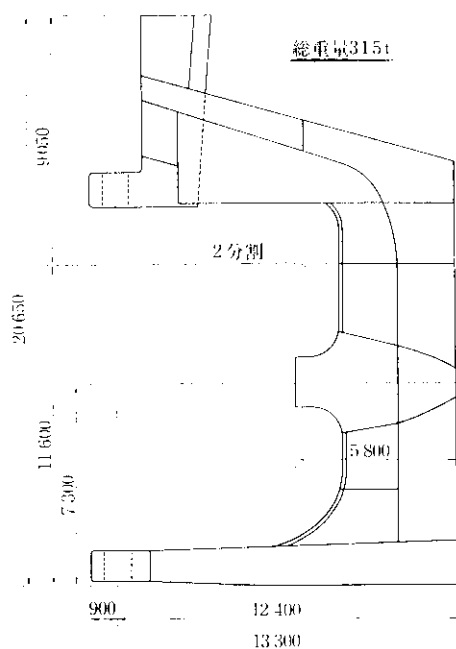


図5 40万 D.W.T. 船尾骨材概略寸法

可能である。図5に40万 D.W.T. 船尾骨材の概略寸法を示す。

溶接作業は製品の構造が複雑であり自動化が非常にむずかしい。そのため溶接作業は手溶接を主体とし、半自動炭酸ガスアーク溶接、潜弧アーク溶接などを部分的に適用している。溶接部に要求

される高度の品質を維持するため、当工場では特に溶接棒の乾燥と溶接施工時の温度管理に重点をおいている。溶接棒の乾燥には12台の乾燥機を棒種別、乾燥時間別に配置し、常に最適の溶接棒が使用できるように配慮している。また温度管理には各種サイズのスリッパヒーターやガスバーナーを用意し、予熱温度、層間温度の管理が確実にできるようにしている。船尾骨材、舵以外の大型鋳鍛鋼品の溶接部は比較的大断面のものが多い。このため溶接にはおもにエレクトロスラグ溶接機を使用している。現在消耗ノズル式で板厚 600mm、板状電極によるエレクトロスラグ溶接では板厚 800mmまでの溶接が可能である。

溶接部の非破壊検査は超音波探傷検査、磁粉探傷検査、放射線透過検査などで行うが、放射線透過検査では板厚50mmまではX線透過検査、それ以上 450mmまではベータートロンによる検査が可能である。ベータートロン室は組立工場に隣接している。製品の搬入には 200t 軌条式台車を使用される。

3.3 搬出および塗装設備

製作された舵は機械加工工場を経て 400t 軌条式台車により、また船尾骨材は組立工場から400t 自走式台車により岸壁へ搬出される。自走式台車は1車輛5軸、40本のタイヤを装備した全油圧駆

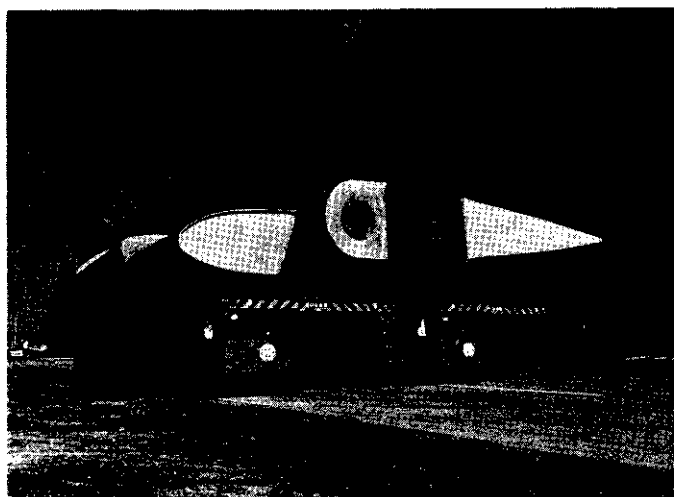


写真1 舵と自走式台車

動方式で縦横に走行可能な構造になっている。組立工場の製品搬出口は 400t 自走式台車が容易に出入りできるよう幅20m、高さ11.5mと大きくなっている。330t のポストジブクレーンが設置されている岸壁（水深 6 m）へは 1000D.W.T. ~1500D.W.T. の船舶が出入りでき、超大型製品の積出しが可能である。

塗装工場は岸壁と両工場間に位置し、工場内は 2つの塗装室に仕切られている。この中には400t 置台およびサンドブラスト装置が設置されている。室内は 1200m³/min の排風機により完全に換気できるようになっている。

4. 機械加工設備概要

主要機械加工設備の仕様を表 2 に示す。当機械工場には、工作機械約 100 台とその付属設備およ

び心出加工定盤 5 面 2 132m², 加工定盤 1 面 575m² が、図 4 に示すように 4 棟 20 950m² の建家に収まっている。各ヤード内の天井走行起重機は、200t, 150t から 5t までの計12台が合理的に配置され、ヤード間の横持ちは 60t 軌条式台車により行っている。この機械工場では、鑄鍛鋼工場ならびに組立工場で製造された鑄鋼品、鍛鋼品、組立品の荒削りから仕上げまでの加工を行っている。

設備全体の特長は、40万 D.W.T. 級の舵、舵頭材、推進軸などの超大型製品から、リーマボルト、ゼンジミアールなどの小型製品までの加工が可能な点である。これら大小の製品を加工するにあたり、とりわけ重要な役割を果たしているのは心出加工定盤である。この定盤は 1 面 2 000mm × 4 000mm、厚さ 430mm の鑄鉄製の精密定盤をそれぞれ 20m × 28m, 16m × 28m, 16m × 24m, 18m × 44m, 18m × 6 m の広さに配列しており、

表 2 主 要 機 械 加 工 設 備

設 備	仕 様	台 数
天 井 起 重 機	加 工 ヤ ー ド 200t/20t, 150t/20t, 60t/10t	3
	〃 60t/10t, 40t/10t × 2	3
	〃 40t/10t, 20t/ 5t × 2	3
	〃 10t, 5t × 2	3
プロペラ摺り合わせ用ビット	10m × 10m × 2.5m	
心 出 加 工 定 盤	632m ² , 560m ² , 448m ² , 384m ² , 108m ²	
旋 盤	ベ ッ ド 上 振 り 2 600φ, 心間 16 000mm	1
	〃 2 200φ, 〃 15 000mm	1
舵 頭 材 加 工 専 用 機	転 輪 内 径 1 800φ, 加工長さ 12 500mm	1
	〃 1 250φ, 〃 8 000mm	1
	〃 1 150φ, 〃 6 000mm	1
ク ラ ン ク ピ ン 旋 盤	転 輪 内 径 1 250φ, 加工長さ 2 210mm	1
立 旋 盤	最 大 加 工 径 13 000φ, 加工高さ 4 700mm	1
	〃 7 000φ, 〃 2 800mm	1
横 中 ぐ り 盤	主 軸 径 205φ, 水平移動距離 13 000mm	1
	〃 160φ, 〃 13 000mm	1
	〃 125φ, 〃 8 000mm	1
	ポ ー タ ブ ル 型 主軸径 125φ	2
深 孔 ぐ り 盤	ベ ッ ド 上 振 り 800φ, 穿孔径30φ~160φ, 穿孔長さ5 000mm	1
研 削 盤	ベ ッ ド 上 振 り 900φ, 心間4 500mm	2

各定盤とも平坦度は $0.05\text{mm}/1\text{m}$ 以内の精度に保たれている。1面あたり18カ所のジャッキにより、常に定盤上から簡単に精度調整できる構造となっている。この定盤上では、舵、舵頭材などの心出しおよび加工、ポータブル機の据え付けなどが行われる。特に舵と舵頭材など大型製品の結合の際には、その能力を最大限に発揮している。

以下、主要製品の加工にしたがって各使用機械を紹介する。

4-1 船用鋳鋼品の加工

船尾骨材、舵の上部、下部铸件は主に荒削り品であり、大型製品は横中ぐり盤、小型製品は立旋盤にて孔および面加工を行う。また、船尾骨材のボス铸件は専用の中ぐり盤を用いて内径および端

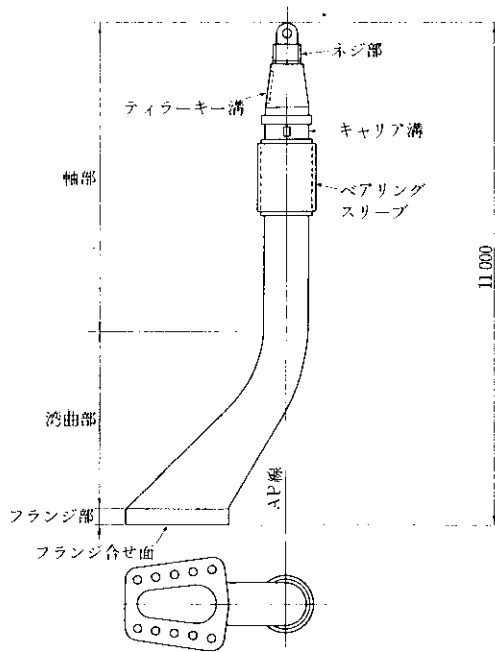


図6 舵頭材概略図

面を加工する。主として使用される横中ぐり盤は、長いベッドと広い心出し加工定盤を有しており、定盤上には常に2個以上の素材を段取りして連続加工している。荒削り加工後の製品の一部は単体のまま出荷されるが、多数のものは組立工場に送られ、船尾骨材、舵に組み込まれる。組立工程中における船尾骨材の孔仕上加工には、隣接する組立工場内で行うためにポータブル型横中ぐり盤を使用している。

4-2 舵頭材の加工

舵頭材の概略形状を図6に、標準加工工程を図7に示す。鍛錬工場にてプレス成形および湾曲部仕上された素材を機械工場に搬入し、定盤上で心出し、けがき作業を行い軸部から加工を始める。軸部の加工において、フランジ部は図のように軸心からの偏心量が大きく、旋盤加工を行うためには心間距離に比較して大きな振りが必要である。このため当工場では、製品を固定し刃物を回転させるクランクピン旋盤型の舵頭材加工専用機を使用している。これはオーエム製作所と共同で設計製作したものである。当工場には3台の舵頭材加工専用機が配置され、その最大能力は軸径1500mm、加工長12500mm、重量150tである。各機械にはテーパ、ネジ加工装置が備えられ、各種のテーパ、ネジが精度よく加工されている。

舵頭材加工専用機による軸部仕上加工完了後、横中ぐり盤によりフランジ部およびキー溝、吊手、吊穴を加工する。舵頭材加工に使用される横中ぐり盤は、フロア型5台とポータブル型3台で、主としてフランジ部をフロア型で、キー溝、吊手、吊穴をポータブル型で行う。フランジ面の

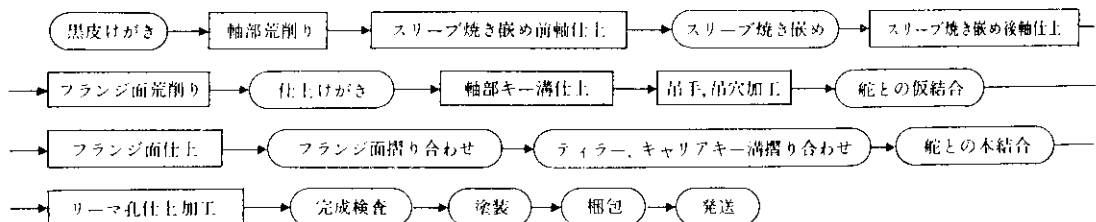


図7 舵頭材標準加工工程

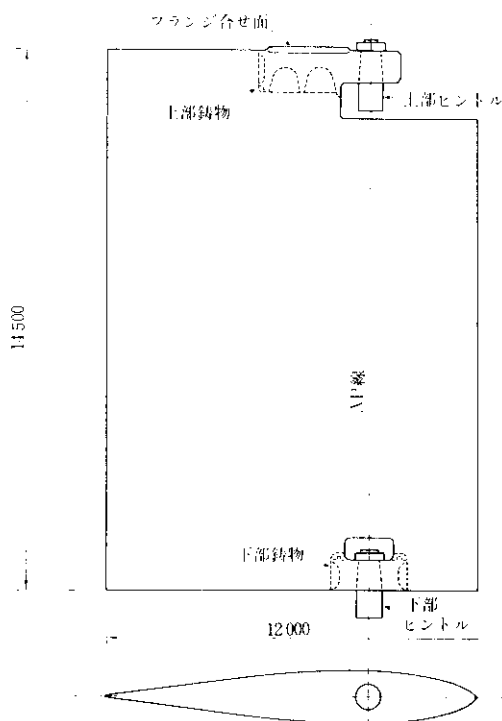


図8 舵概略図



写真2 ポータブル型横中ぐり盤

仕上は高精度が要求されるため、特殊カッターで入念に加工したのち、摺り合わせによる手仕上を行っている。

4.3 舵の加工とリーマ孔加工

舵の概略形状を図8に示す。重量は20万D.W.T.級で100tから150t、40万D.W.T.級では約200tである。加工範囲は上部、下部鋳物のみであり、

主としてフロア型大型横中ぐり盤が使用されるが、超大型製品の場合には安全および能率の両面を考慮してポータブル型を使用する。この場合、素材の搬入後出荷まで製品の移動は全く不要である。

組立完了した舵の上部、下部鋳物は荒削り状態であり、機械工場に搬入後、まず心出し加工定盤上で単体心出しおよびけがき作業を行う。このけがきをもとに、ピントル嵌合用のテーバー孔は自家製の勾配削り装置により仕上を行い、フランジ面加工後のピントル嵌合は現物合わせの手仕上を行っている。フランジ面は舵頭材と同様の精密仕上を行い、舵頭材との合わせ面に2/100mmの隙間ができないようにしている。

舵の単体加工およびピントル嵌合後、舵頭材を結合し、締結用リーマ孔を加工する。加工にはポータブル型万能ボール盤、ファインボーリング装置、ホーニング装置を使用し、ファインボーリング加工およびホーニング加工を行う。

最終工程である完成検査は、加工完了した状態のまま心出加工定盤上で行い、主要検査項目である通り心は、全長20~25mにわたり $\pm 0.3\text{mm}$ の範囲内にあることを確認している。



写真3 舵と舵頭材の結合

4.4 その他の加工製品

以上述べた製品のほかに、舶用品では推進軸、中間軸、ピントルなどの荒削りから仕上加工まで、さらに造船所からの依頼に応じて、推進軸と

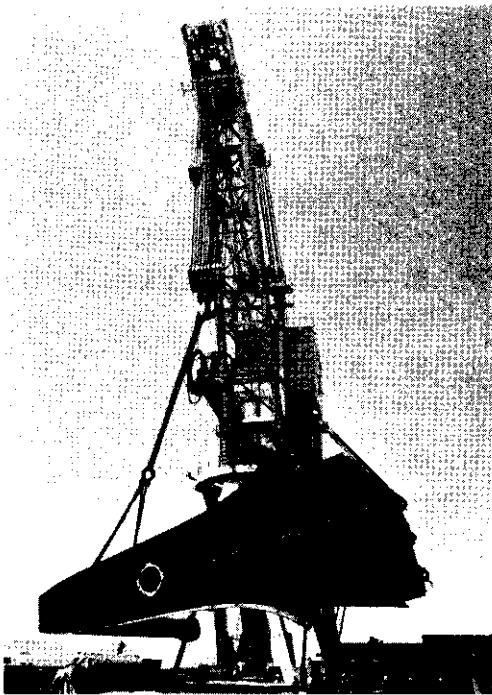


写真4 船尾骨材の出荷

プロペラ、舵頭材とティラーなどの摺り合わせまででかけている。一方陸上品のうち、製鉄機械関係では、高炉のベルならびに吊りロッド、連続铸

造機のピンチロール、圧延機のハウジングおよびテーブルローラー、冷間圧延用ロール、ゼンジミアロール、セメント設備ではタイヤ、ローラー、その他水車軸、電動機軸など各種軸類と多種多様の加工実績を持っている。

5. 操業経過

昭和49年11月全面稼働以来、順調な操業が続けている。現在までに40万 D.W.T. 級超大型船の船尾骨材、舵を各数隻分出荷し、いづれも仕様、検査ならびに工程を満足する結果を得ている。

6. む す び

以上水島製鉄所超大型船舶尾骨材、舵組立、機械加工工場設備の概要を紹介したが、さらに品質ならびに生産性の向上に改善努力をしていきたいと考えている。現在オイルショックなどにより造船業界に大きな需要変動があるが、同工場設備は船舶用以外の一般大型铸鍛鋼品および組立品の製造にも大きな役割を果たすものと思われる。