

造船における板取り

横田 金典, 黒田 啓之

1. まえがき

商船の構造材料としては、通常鋼材が使用されている。そして1船での使用量は、数千tから数万tにもおよぶ。また、構成部材数も簡単な形状のものから複雑な形状のものまで、大小取混ぜて数万個にもおよぶ。

そのため船舶建造の各工程で鋼材の歩留りを向上させ、鋼材費を節減する努力がなされている。なお、商船に使用される鋼材は、鋼板と型钢の2種類に大別されるが、7～8割が鋼板で占められる。そしてその使用枚数は、1船で1,000～5,000枚である。

次に、造船における板取り作業システムについて述べるが、本システムは、2つのシステムに大別される。1つは、鋼材の発注寸法を決定し、発注作業を行なう鋼材発注システムであり、他の1つは、現図（最終部材形状の決定作業）完了後の鋼材引当より、切断情報を作成するまでの作業を行なう切断情報作成システムである。

これは、造船業が個別受注生産であるゆえ、原則として各船ごとに設計から切断情報作成までを行なう生産システムが採用されていること、および製鉄所への鋼材発注より納入までに約2カ月を

要することに起因している。

そこで本稿では、造船における鋼板を対象として、発注システムおよび切断情報作成システムについて紹介し、各工程において、歩留り向上のため実施されている具体的手法について述べることにする。

2. 鋼板発注システム

2.1 発注システムの特徴

造船業は、生産形態が個別受注生産であり、建造される船の形は、通常船の使用目的に応じて1船ごとに異なっている。そのうえ使用される鋼板は、1船だけをとりあげても図1に示すように板厚が多岐にわたっている。

そのため、標準寸法材を採用すれば、大量に残材が発生するので、多くの造船所では、各船ごとに設計図より鋼板1枚ごとに発注寸法を決定し、製鉄所より購入する方式を一般的に採用している。

また、製鉄所における鋼板の製造には、約2カ月が必要とされるので、鋼板納入日より約2カ月前に発注しなければ加工に間に合わないことになる。近年、マーケット事情により、船の受注から完工までの日程は、ますます短縮される状況にあり、鋼板は現図が完了してから発注していたのでは到底加工開始には間に合わない。

そこで鋼板発注は、設計の早期段階で行なわれるので、その要領について述べる。船体構造は、

よこた かねのり, くらだ ひろし

三菱重工業㈱ 神戸造船所 造船工作部

〒652 神戸市兵庫区和田崎町 1-1-1

一般に船の外形を構成している外板と内部構造を構成している内構部材に分類されるが、各々で発注寸法の決定要領が異なっている。前者は、設計の早期段階で3次元の正確な形状がわかっているため、これを2次元に部材展開した後発注寸法を決定している。一方、後者については、スケール1/100の取材用設計図（最終設計図作成途中にお

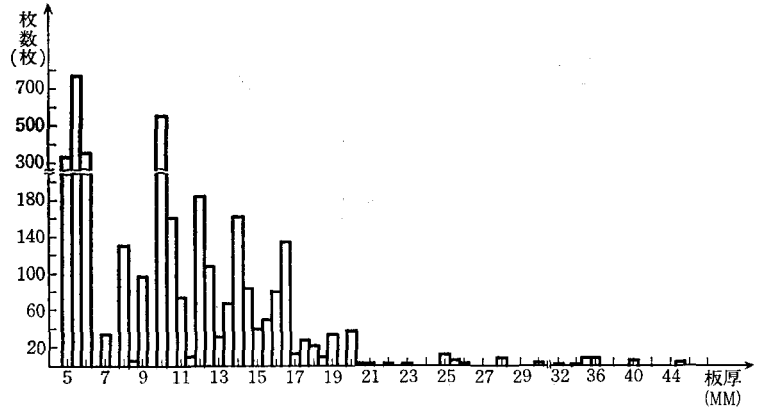


図1 特定船の使用鋼板分布

ける板取り用の図面)より、個々の部材寸法を読み取り、ラフなネスティング（部材配置）を行ない、発注寸法を決定している。また、取材用設計図は、その後の設計進展により、変更があり得るが、部材形状の変更により、発注済鋼板に入らないケースも発生する。このようなケースに対処するために、1船ごとに、使用されている鋼種、板厚別に何種類かの寸法の鋼材を予備材として、同時に発注している。

造船における鋼板の発注フローを図2に示す。

2.2 発注単位と寸法の決定

船舶の建造には、ブロック建造法が採用されている。この方式は、1船を100~200個のブロックに分割し、個々のブロックを屋内工場で作成した

後、船台あるいは建造ドックでブロックを順次つなぎ合わせていく建造法である。したがって、工場における生産管理単位は、通常ブロックが使われている。図3にブロック分割図の例を示す。

また、加工ステージにおける鋼板の流れを円滑にし、工場内のストック量を少なくして、無駄を省くために、鋼板は加工される装置の組合せにより、「加工系列」と呼ばれる系列に分類されている。図4に加工系列の例を示す。

上述のとおり、鋼板は加工工程で1船ごと、ブロックごと、加工系列ごとに区分され管理されるため、発注も同じ単位で行なわれる。

前項で述べた内構部材発注時におけるラフネスティングは、各部材をブロックごと、加工系列ご

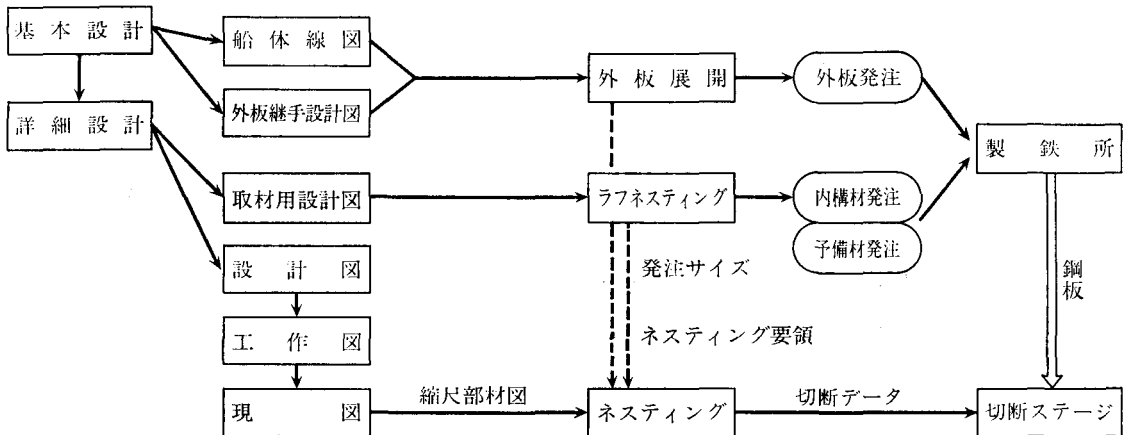


図2 鋼板発注フローチャート

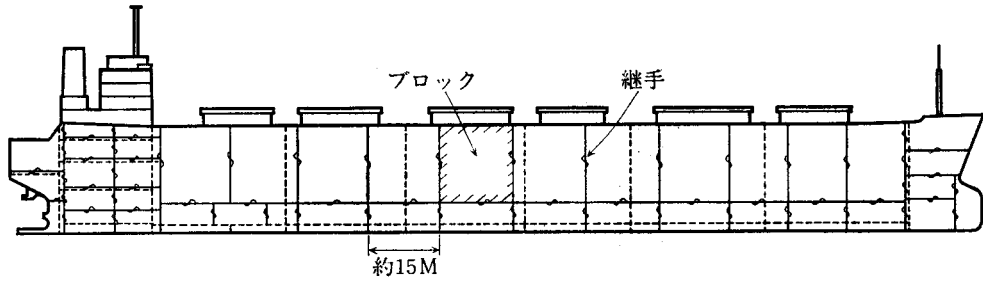


図3 ブロック分割図の例

と、板厚ごとに分け、大物部材を先に、順次、小物部材を配置し、残材の発生を少なくする手法により、カッティングプランと呼ばれる板取図を作成し、製鉄所の製造可能寸法と造船所の購入寸法制限とを考慮して、各鋼板の発注寸法を決定している。

カッティングプランのサン

加工系列	加工フロー	搬出先
1	NCマーキング→NC緩曲切断	→組立ステージ
2	NCマーキング→NC緩曲切断→曲げ加工	→組立ステージ
3	NCマーキング→NC型切断	→組立ステージ
4	NCマーキング→NC型切断→曲げ加工	→組立ステージ

図4 加工系列の例

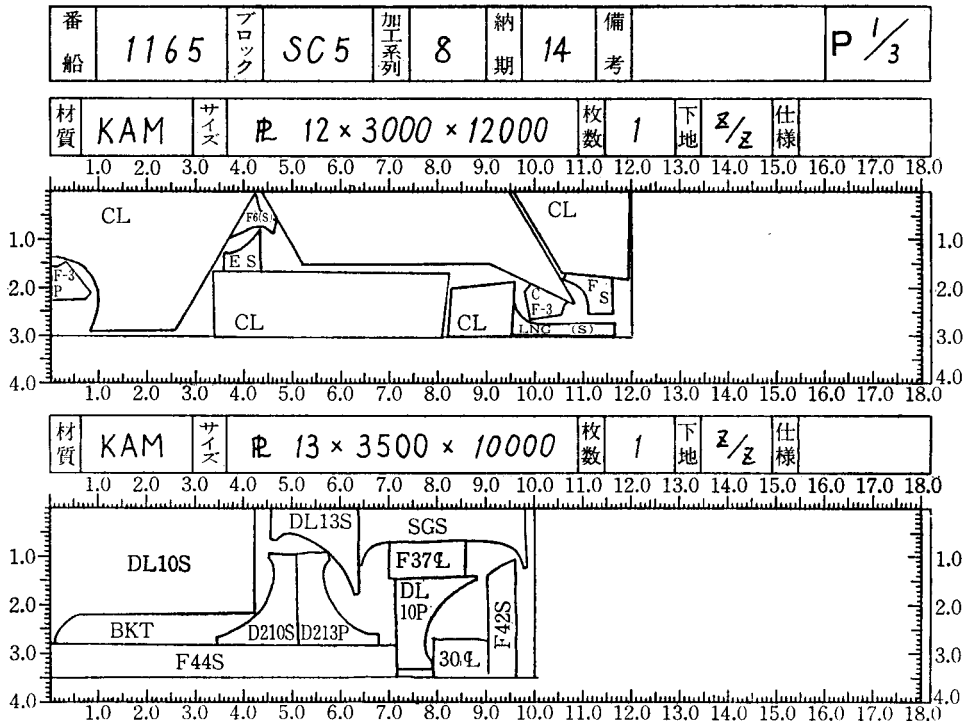


図5 カッティングプラン (ラフネスティング) の例

ブルを図 5 に、製鉄所の鋼板製造可能寸法および造船所の鋼板購入寸法制限例を図 6 に示す。

カッティングプラン作成時、各部材は、設計図で示される形状に、加工および組立工程上必要な部材板耳伸し代等工作情報の検討結果が折り込まれる。このカッティングプランは、マニュアルで作成されるが、現図完了後の本ネスティングのさい、ガイドとして用いられる。

このように手間をかけて、発注寸法をキメ細か

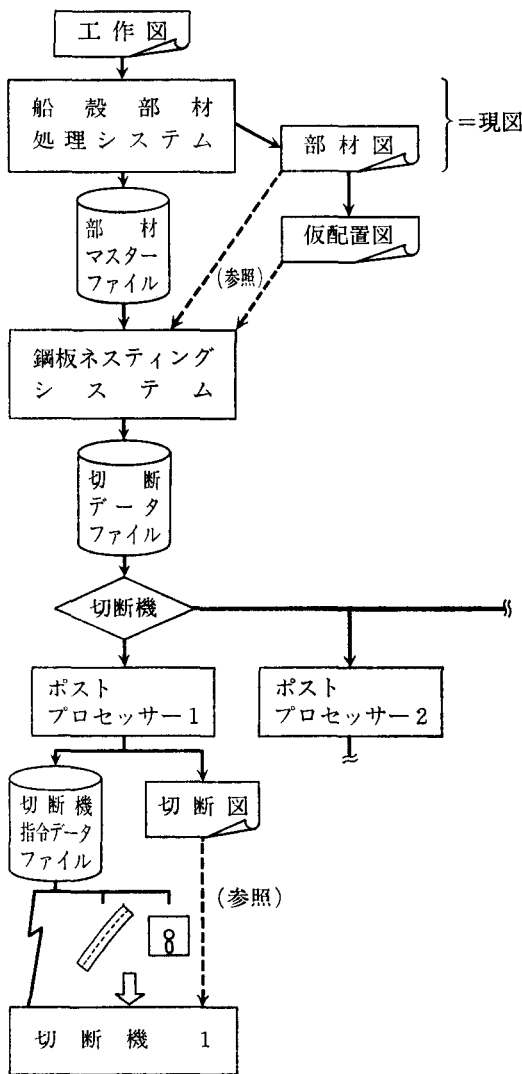


図 7 切断情報作成システムフロー

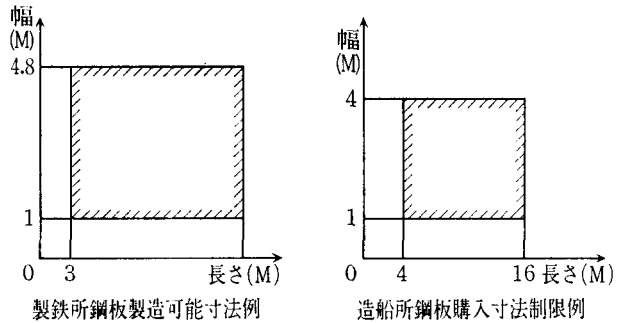


図 6 製造可能寸法例と購入寸法制限例

く鋼板 1 枚ごとに決定するのは、残材の発生を極力少なくし、歩留りを向上させるためである。

また、部材寸法が大きく異形の場合には、大きな残材が発生する。このような場合には、部材に適切な継手を設けて部材を分割することによって、残材の発生を少なくすることを検討する。

すなわち、継手を設けることによって残材が減少する効果と継手の溶接に要する工数増を比較のうえ最適解を求める手法を採用している。

3. 鋼板切断情報作成システム

3.1 システムの概要

切断情報作成システムのフローを図 7 に示す。本システムに要求される主要機能は、当然のことながら、残材の減少であるが、あわせて NC (Numerical Control) 切断機稼働率向上のための、対称あるいは同型切断の拡大、切断日直前に発生する設計変更への柔軟な対応および数種類の切断機（仕様、設置時期の差による入力データの相違する切断機）への対応が迅速に行なえることである。

以下に、システムフローにしたがって各作業の概要を述べる。

3.2 工作図作成

設計図が完成すると、これをもとに工作情報を付加した工作図が作成される。

工作図には、加工および組立手順とそれに

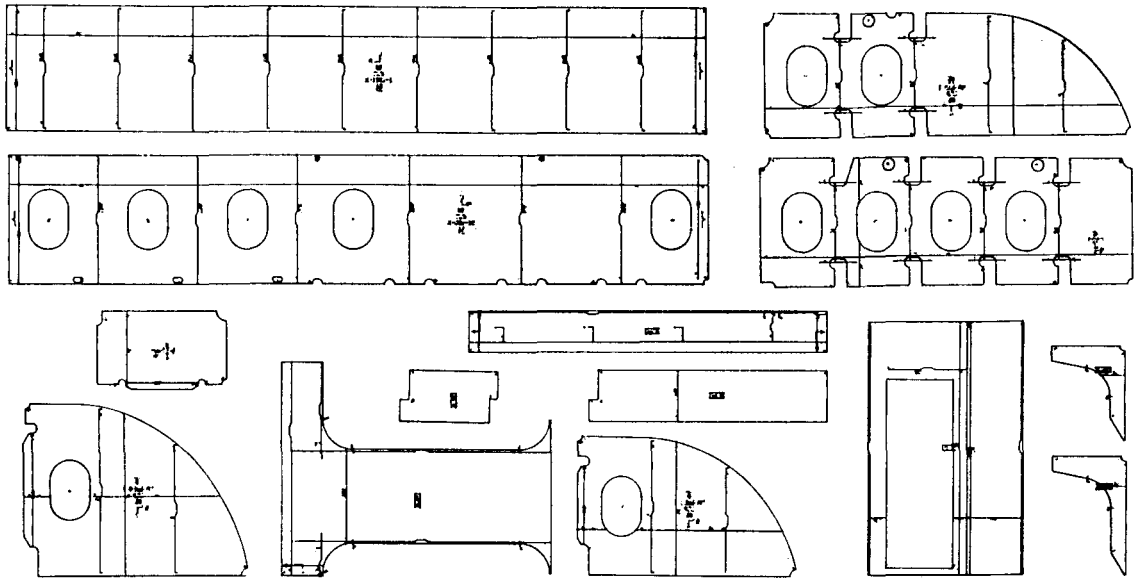


図8 部材図(単品ごと)の例

じた部材板耳伸し代等の情報が記入されている。

3.3 単品部材データの作成

工作図にもとづいて、部材単位最終形状が決定されるが、この作業は、「船殻部材処理システム」と呼ばれる電算システムによって行なわれる。本システムにより作成される単品部材データは、部材マスターファイルに登録される。同時にこのデータは、自動製図機に送られ、1/10または1/25スケールの部材図が作画される。部材図の例を図8に示す。

3.4 仮配置図の作成

次にチェックされた部材図は、発注時に定められた寸法の鋼板(発注済鋼板で引当材と呼ばれる)に対応する縮尺フィルムの上に、発注時作成されたカッティングプランを参考にしながら、大物部材を先に、順次小物部材までが仮配置される。このさい、発注時より部材形状が変更となり、配置不能となった場合には、引当材に変えて、予備材、余剰材あるいは、残材(後述)が振当てられる。なお、不用となった引当材は、余剰材として、予備材と同等に管理されている。

3.5 部材配置データの作成

次のステップは、仮配置図をもとに、部材配置(ネスティング)データを作成する作業である。

その方法としては、NC切断機が導入された初期の頃は、仮配置図をもとに座標読取機を使って部材の特徴点を鋼板の座標系で読み取り、NC指令データを作成していた(座標読取方式)。その後、言語方式、グラフィックディスプレイによる対話方式、および自動ネスティングへと改良されつつある。

言語方式は、仮配置図をもとに部材の相対的な位置関係を専用の言語で記述するものである。配置の考え方は、部材の2点をルールに乗せて(セット)鋼板端または、すでに配置された部材に当たるまでルール上を移動(スライド)させる。対話方式も、セット、スライドが基本であるが、アニメーション的な手法(任意な位置へ任意な角度で配置)が追加されている。なお、この場合には前項の仮配置図作成作業は、簡略化される。

自動ネスティングは、試行、改良が加えられているが、船殻構造の複雑な部材形状および発注システムより考えて、そのまま完成させるのはむずかしいと思われる。今後は、自動ネスティング

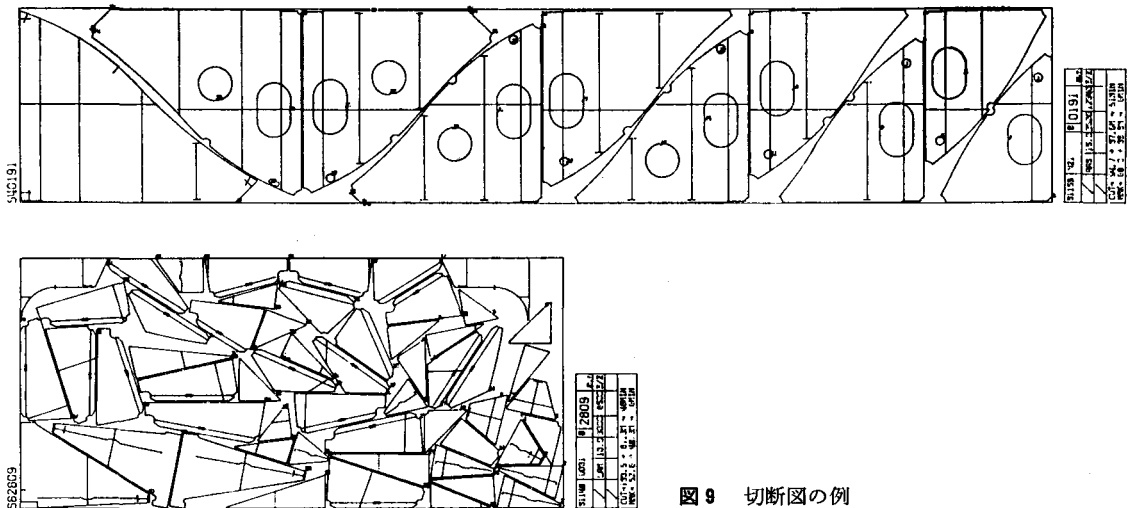


図9 切断図の例

で処理した後、対話方式で部分修正を加える方式が主流になるものと思われる。

3.5 切断データの作成

前項で述べた方法により、部材配置データが作成されると、これをもとに、切断順序、切り込み点の設定等切断情報が追加されるが、この作業は、一般に電算プログラムにより、自動処理されている。

3.6 切断機指令データの作成

各々の切断機に対応する指令データは、上記切断データが、「ポストプロセッサ」と呼ばれる電算システムで変換されたものである。この指令データは、紙テープあるいはフロッピーディスクにアウトプットされると同時に製図機に送られ、切断図が作画される。

この図面は、切断機のオペレーターへのガイド図として、使用される。切断図の例を図9に示す。

4. 残材管理システム

切断情報作成システムでは、当然、残材の発生を少なくする努力がなされているが、やむをえず発生する残材については、鋼種、板厚別にサイズが記録され、予備材および余剰材に準じて管理され、優先して振当てられる。

また、残材は、ネスティングを行なわないで、単品データで切断される小物部材あるいは、小物補機台構造部材などに振当てられるなど、歩留り向上のための工夫がなされている。

5. あとがき

造船における鋼板の板取り作業は、本稿で紹介のとおり、科学的手法にもとづいて実施されているわけではなく、作業者の熟練に頼っているのが実情である。鋼板の歩留り向上のポイントは、多種多様な形状をしている船殻構造部材を発生残材が極力少なくなるように部材配置を行なうことおよび発生残材の有効活用をはかることである。

造船における鋼板のスクラップ率は、船種、船型によって異なるが、約10%程度であり、複雑な部材形状、鋼板の切り代などを考えると一応評価できる数字と考えられる。

今後は、設計CAD(Computer Aided Design)の実用化によって、設計の早期段階における正確な部材形状データをもとにした鋼板発注寸法の決定による歩留りの一層の向上が期待されている。