

造船 CIM のための設計・生産情報獲得 支援システムの構築

正員 野 本 敏 治*

正員 青 山 和 浩**

正員 田 畑 光 敏***

Computer Aided Information Aquisition System of Design and Manufacturing in Shipbuilding

by Toshiharu Nomoto, *Member*Kazuhiro Aoyama, *Member*Mitsutoshi Tabata, *Member*

Summary

Shipbuilding industry has long been devoting to complete CAD/CAM systems in the stage of design and fabrication. However it is often said even now that elaborating engineering works are needed to manage CAD/CAM systems.

In recent years, the necessity of computer integrated manufacturing system in shipbuilding industry has been recognized in our shipyards. Ship research committee 210 of Japan Shipbuilding Research Association organized the feasibility study of computer integrated design and manufacturing in 1987. In order to integrate CAD/CAM system, product modeling and expert systems were taken as the most important themes in the project.

The aim of our paper is to propose one example of a product model of ship. The model should be as flexible as possible because it is used as a model not only in design stage but also in manufacturing stage.

Object oriented concept is used to represent a ship model. Two types of objects are introduced in our paper. One is body object which states geometrical properties and its attributes. The other is connection object which states the connection relation of body object A with object B.

Concepts of cutting of designed ship structure into pieces and assembling those pieces to a ship block are also introduced here.

It can be said that the ship model proposed here can be used in the design and manufacturing stages.

1. 緒 言

《造船 CIM 構築のためのモデリングの必要性》

近年に於ける計算機のハードウェア・ソフトウェアの発達はめざましいものがあり、これらの発達と共にあらゆる製造業において生産活動の効率化をめざして多くの作業において計算機が利用されているのが現状である。様々な生産活動の中でも、活動の中心となる設計作業では計算機がよく利用され、計算機内部に生産の対象である製品を表現し、その製品に関するあらゆる情報（設計・生産情報）を獲得しようとしてきた。そして今日までに多くの CAD/CAM システムが開発され利用されてきたが、現状では製品が持つ情報の一部分の獲得でおわってしまう場合が多い。

生産活動全体の流れから見た場合、これまでの CAD/CAM は設計から生産までに存在する様々なステップ毎に使用されている場合が多く、現状に於ける CAD/CAM を利用した設計活動では設計という同じ作業においても設計の対象（物ではなく情報）が違えば、その CAD を使って獲得した設計情報は生産活動の情報の流れから外れた存在であり、CAD 間、CAD・CAM 間、そして人と CAD/CAM 間の情報の伝達には人が仲介する必要があるものとなっている。そのために、上流の設計情報から実際の加工情報を生成するような統合的な設計システムになっておらず、製品が持つ情報を完全に計算機内で表現できているとはいえない。

この製品情報の表現方法に関する問題点を解決する目的で、現在の統合的でない設計・生産システムを見直し、CAD/CAM 統合による造船 CIM の構築の実現を柱とした SR210 研究部会が設立された¹⁾。

本論文では、造船に於ける設計・生産システムの各設計・

* 東京大学工学部

** 三菱重工業(株)横浜製作所

*** 石川島播磨重工業(株)東京工場

生産作業に点在する CAD/CAM を統合し造船 CIM 構築を実現するための製品情報の表現方法を考察することにした。木村²⁾・大須賀^{3)~5)}らが研究開発している製品情報の計算機内における表現方法を参考に、オブジェクト指向言語を用いた製品情報を表現するモデリング技術を考察した。特に設計作業で獲得された製品情報を人の介入なしに生産作業にわたすことができるように、製品情報と工作情報とを組織的に計算機上に表現することができるシステムを構築することを目的とした⁶⁾。そして本研究において構築したシステムを System of Design and Assembly for Shipbuilding と名付け、以下では SODAS と呼ぶことにする。

2. モデリング

2.1 形状モデル

計算機内で表現される製品情報として中心的な課題は、製品の形状情報の生成である。つまり、3次元の製品の立体構造をどのように計算機内で表現するかが重要な課題である。この対象とする形状を計算機が処理しやすいようにモデル化して表現することをモデリングと呼び、計算機内で表現される対象の幾何構造の表現を形状モデルと呼んでいる。現在使用されている形状モデルはワイヤーフレームモデル・サーフェスモデル・ソリッドモデルの3つに大きく分類することができる。中でも物体の形状情報を矛盾なく表現できるものとしてソリッドモデルを用いたモデリング技術が機械系分野では確立されつつあり、形状モデルの主流となるモデルになろうとしている。

形状モデル=物体の3次元立体構造を、計算機内で表現したもの

2.2 プロダクトモデル

製品の形状情報を扱う形状モデルはさきに述べたソリッドモデルの登場と CG (コンピュータ・グラフィックス) の技術向上によりソフトウェア・ハードウェアの両面から高いレベルに達しようとしている。しかしながら、形状モデルは製品の完成状態のみに着目しており、それをいかに計算機内で記述するかということだけに興味の中心が置かれている。また、形状モデルに物体の属性を持たせるような努力が払われているものの、多くの場合には物体の形状モデルを中核として技術的属性をそれに付属させるという考え方が中心である。

しかし、現実の設計作業には製品の表面に現われていない情報までを含めて記述する必要がある。木村はこのような意味で記述された物体の情報を有するモデルを「プロダクトモデル」と定義し、設計・生産における製品情報の統一的管理を試みようとしている。

プロダクトモデル=製品の形状情報のみでなく、製品の表面には現れていない情報までを計算機内で表現したもの。

2.3 本システムのプロダクトモデル

本システムでは木村のプロダクトモデルの定義を基に、船体構造を構成する部材の形状情報だけでなく、その構造そのものがもつ情報を部材が持つ情報として表現することを目的としている。

本システムの基本的な構成はオブジェクト指向言語を用いて点・線・面などの形状要素をオブジェクトとして表現し、形状情報を計算機内に記述すると共に、設計した構造が持つ形状以外の情報を属性情報として表現し、形状情報とあわせて製品情報として記述することでプロダクトモデルの表現を試みた。SODAS ではこのプロダクトモデルを Object-Oriented Product Model と名付け、以下では OPM と呼ぶことにする。

3. 本システムにおけるモデリング

3.1 幾何オブジェクト

OPM の形状情報を表現するために、幾何情報の基本要素である点・線・ベクトルをオブジェクトを用いて定義する。それら各々を、点オブジェクト・線オブジェクト・ベクトルオブジェクトと呼び、形状モデルの表現の基本要素とする。

幾何オブジェクト=点・線・ベクトルの幾何学的情報を表現するオブジェクト

3.2 形状オブジェクト

さきに定義した幾何オブジェクトの考え方を発展させ形状情報を表現する基本要素となる頂点・稜線を表現するオブジェクトを定義した。各々を頂点オブジェクト・稜線オブジェクトと呼び、これらのオブジェクトを組み合わせることで3次元形状を表現した。例えば1つの面を表現するには4つの頂点オブジェクトと4つの稜線オブジェクトを用いたが、ここにおける稜線オブジェクトにベクトルオブジェクトを組み合わせることで、定義した面が稜線に対してどちらの方向に存在しているか、また面の表と裏の区別ができるように形状情報に関する曖昧性がない表現方法を定義した。即ち、面の実体は稜線ベクトルの左側に存在するものとし、面の法線ベクトルの存在する側を表面とする。(Fig. 1 参照)

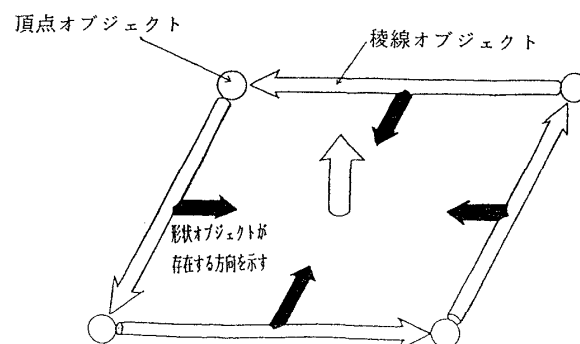


Fig. 1 Shape Object

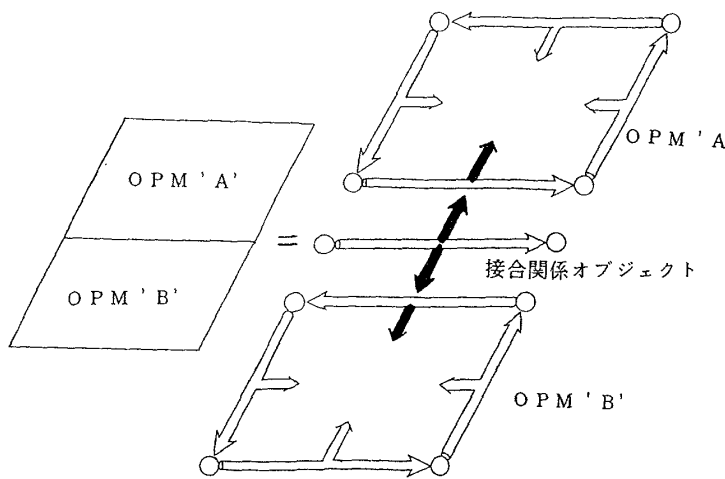


Fig. 2 Structure of Connection Object

形状オブジェクト＝頂点・稜線・面の幾何学的形状情報を表現するオブジェクト

3.3 部材オブジェクト

本システムのモデリングの対象である船体構造は板と骨から成り立っている。SODASでは、これらの部材における特徴的な形状を表現するために、板に関しては、板厚を内部情報としてもつ面形状で表現し、骨（条材）に関しては条材のタイプを内部情報としてもつウェブの面形状で表現することにした。

SODASでは面形状を表現する物に形状オブジェクトを利用し、板厚・タイプなどの情報を内部情報としてもつものとして部材オブジェクトを定義した。

部材オブジェクト＝面形状を形状オブジェクトで表現し板厚・条材タイプなどの内部情報を記述したオブジェクト

3.4 接合関係オブジェクト

部材オブジェクトの定義によって部材情報を表現することができた。しかし、船体構造では板・骨が接合してその構造を構成している。したがって、形状+内部情報だけでは十分な製品情報を表現するプロダクトモデルを表現することはできない。そこでSODASでは、部材オブジェクトの他に接合関係をオブジェクト（もの）として考え、接合関係オブジェクトを定義した。この接合関係オブジェクトと部材オブジェクトとを関連づけることで船体構造を計算機内に表現することにした。この接合関係オブジェクトを表現するには形状オブジェクトの場合と同様に幾何オブジェクトを利用している。このオブジェクトの構成は次のようになっている。(Fig. 2)

接合関係オブジェクト＝幾何オブジェクトで構成されており、2つの形状オブジェクトの接合関係を表現するオブジェクト

この接合関係オブジェクトを定義することによって部材間の接合関係を表現することができ、このオブジェクトを

部材オブジェクトの部材情報とは独立した形で定義する。この接合関係オブジェクトの情報を自分の接合情報として認識した部材オブジェクトは、形状情報・内部情報だけでなく接合情報をもった製品モデルになる。

3.5 OPM がもつ情報

OPMはその形状を表現するものとして形状オブジェクトを定義している。前にも述べたように形状オブジェクトは面（平面）形状を表現しているの、板を表現した部材オブジェクトは板厚や材質等を内部情報としてもつ。条材はそのタイプによって形が決定されるので条材のタイプ（別の表現をすれば条材の寸法情報をまとめたもの）を内部情報としてもつ。さらに接合情報として、3.4で定義した接合関係オブジェクトの情報をもつオブジェクトとなる。

4. 船体構造

4.1 船体設計の特徴

船体構造はそのほとんどが板と骨からなっている板骨構造である。それらの部材の接合によって船体構造ができあがっているが、設計者は上流の設計段階から一つ一つの部品を考慮にいれながら構造全体をとらえているわけではない。むしろ逆に、まず構造全体をとらえて設計が始まるのであり、設計作業が進行するにしたがって個々の部品の設計情報が決定されていくのである。つまり、設計の初期においては部品の概念は無く、詳細設計・生産設計の段階に入ってはじめて部品の概念が出てくるのである。したがって、初期の設計から詳細設計・生産設計へと進められる設計の流れにのることができる製品モデルを実現するためには、はじめは実際の部品として存在しない概念的な部品の表現を考慮した製品モデルを定義しなくてはならない。このモデル化は一般機械のモデル化と大いに異なるところである。

4.2 ユニットの概念

4.1で述べたように船体構造を設計する場合構造全体をとらえて設計し、構造としてどのようなものにしたら設計要求に応えることができるかが重要な検討項目である。今回の論文ではバルクキャリアーの船体構造の設計を対象とするが、バルクキャリアーの場合、二重底構造はどのようなものにするか、また、隔壁部の構造はどうするかなどといった設計の検討が構造設計の初期段階でされる。そして次に設計の最適化を図るために更に設計の詳細化が進められる。そこでSODASでは構造全体の設計にOPMを対応させるために、船体構造の各部に見られる特徴的な構造を一つの構成単位（構造ユニット）としてとらえ、設計者が一つ一つの部材に対して設計しなくても良いような設計システムを構築した。また、構造の構成単位を一つのオブジェクトとして表現し、ユニット（Unit）オブジェクトと定義した。計算機内でユニットが生成されると、そのユニットを構成する部材の形状情報などを持ったOPMが生成さ

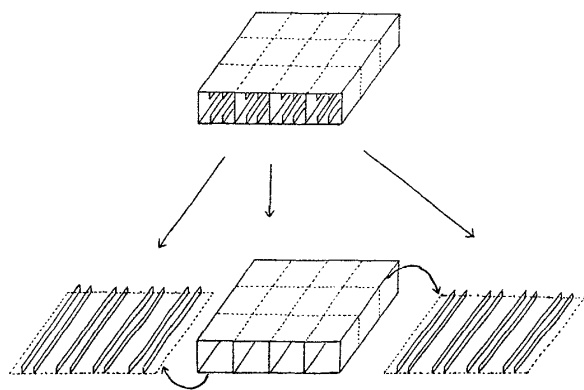


Fig. 3 Double-Bottom Unit

れ、それと同時に接合関係にある OPM 間の接合関係オブジェクトが生成される。つまり、ユニットは構造を構成する部材の形状や接合関係を知っており、OPM の生成や矛盾のない接合関係の生成を管理している。このようなユニットオブジェクトは造船設計の概念を認識しているものであり、また部材と部材との接合関係などを予め理解しているので、実際のインプット作業の面倒さから解放されることにつながる。

例えば、バルクキャリアの二重底構造ユニットは次のように定義する。設計者は二重底構造を構成する部材の形状や部材の接合関係などを意識しなくても、二重底の高さ、幅、長さ、サイドガーダー、フローアの数、間隔などの設計情報をインプットすると、二重底構造を構成している OPM が生成され、OPM 間の接合関係オブジェクトも同時に生成される。(Fig. 3)

ユニットオブジェクト＝構造ユニットを構成する部材オブジェクトをまとめて概念的に一つの物として設計で扱うオブジェクト。ユニットを構成する OPM の生成方法を知っており、生成した OPM の接合関係までも知っているオブジェクト。

5. 船体中央ブロックの設計 《バルクキャリアの設計》

5.1 構造の分類

本論文では SODAS を用いてバルクキャリアの中央部の構造設計について検討した。この中央部を構成する構造ユニットとして以下の物が挙げられる。

主構造

{二重底構造ユニット・ビルジホッパータンクユニット・トップサイドタンクユニット・デッキユニット・サイドフレームユニット}

隔壁構造

{上部ストウールユニット・下部ストウールユニット・バルクヘッドユニット}

本論ではユニットの大まかな分類として、

- ・ボックス型ユニット＝板で囲まれた箱型のユニット
- ・ロンジ型ユニット＝条材が並んでいる構造ユニット

の2つに分け、板と条材ユニット単位では区別することにした。したがって上記に挙げた主構造および隔壁構造は基本的にはボックス型ユニットであり、船体構造の多くの場所で見られるロンジ構造を扱うものとしてロンジユニットを定義することで汎用性を持たせることにした。

二重底の実際の構造の場合は内底板などにはロンジがついているが、SODAS ではこの構造をボックス型ユニットの二重底構造ユニットとロンジユニットの組合せで表現しており、ユニットの組合せを統括管理する物としてストラクチャー (Structure) を新たにオブジェクトで定義し、実際の構造に対応させている。以下ではこのオブジェクトをストラクチャーオブジェクトと呼んでいる。

バルクキャリアの中央部にみられるストラクチャーの分類は以下の通りである。

{二重底ストラクチャー・ビルジホッパータンクストラクチャー・サイドフレームストラクチャー・トップサイドタンクストラクチャー・デッキストラクチャー・バルクヘッドストラクチャー}

5.2 設計による情報の流れ

SODAS では、設計対象であるバルクキャリアを1つのオブジェクトとして表現し、そのオブジェクトの内部情報にストラクチャーオブジェクトをいれている。さきに述べたように各ストラクチャーオブジェクトは自分を構成すべきユニットオブジェクトを知っており、そのユニットオブジェクトは自分を構成すべき部材オブジェクト (OPM) を知っている。このオブジェクトの関係を示すと以下のようになる。(Fig. 4)

設計者は次のような流れでバルクキャリアを設計できる。

- 1) バルクキャリアオブジェクトに設計情報を入力する。設計する中央部の高さ・幅・長さをインプットする。するとシステム内でルールに従って各構造の寸法の初期値が求められる。
- 2) バルクキャリアオブジェクトは自分を構成するストラクチャーオブジェクトに1)で求めた初期値の設計情報を渡す。
- 3) ストラクチャーオブジェクトは2)で与えられた初期値をもとに自分を構成するユニットオブジェクトに設計情報を求め、渡す。
- 4) ユニットオブジェクトは自分を構成する OPM を生成し、同時に接合関係オブジェクトも生成する。
- 5) ユニットオブジェクトに含まれないブラケット等の部材を取り付けたい場合は直接部材 (OPM) を設計してつくり、取り付けたい OPM に取り付ければよい。

5.3 システムにおける構造設計の実例

実際に SODAS での設計及び設計を詳細化したり変更

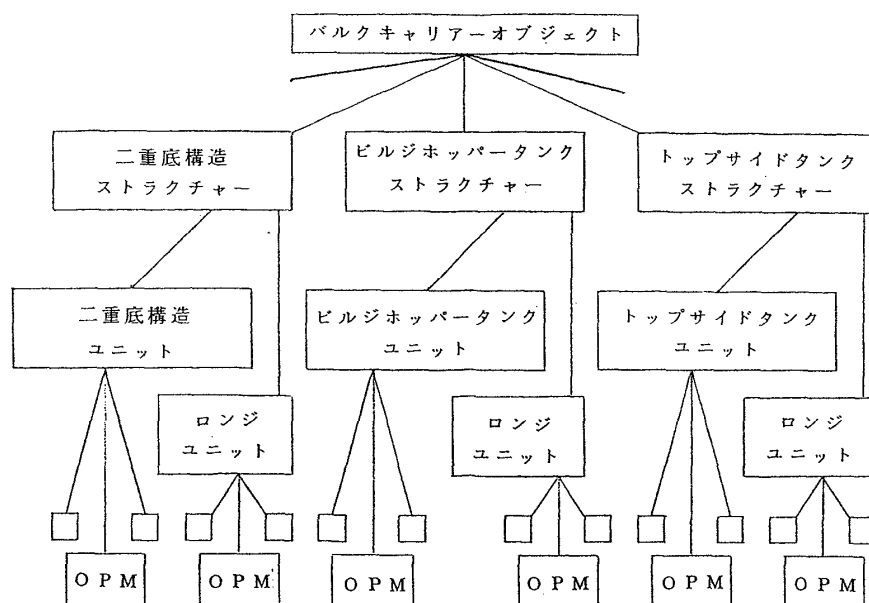


Fig. 4 Objects in This System (SODAS)

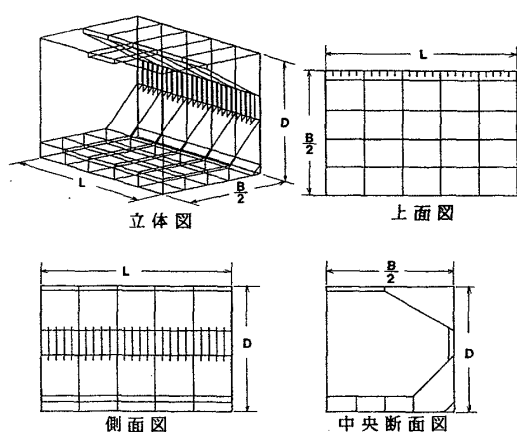


Fig. 5 Design of Initial MidShip Structure

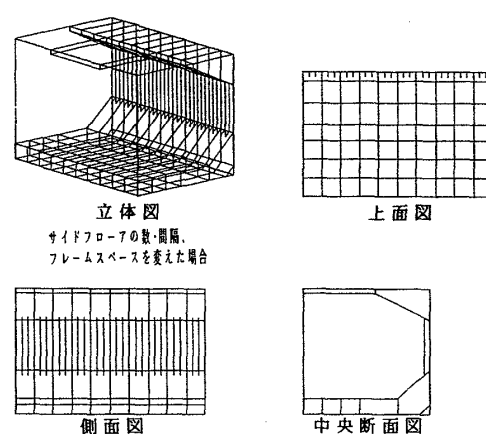


Fig. 6 Design Change of MidShip Structure

する場合について図を参照しながら解説する。

①中央部構造のアウトラインを設計する。

設計者はバルクキャリアーオブジェクトに中央部の L, B, D を入力すると、バルクキャリアーオブジェクトは、この $L \cdot B \cdot D$ より構成されるストラクチャーを生成するのに必要な情報を与え、ストラクチャーを生成する。そして各ストラクチャーはユニットを生成する命令を出し、OPM を生成する。(Fig. 5)

②ストラクチャーの寸法を変更し設計変更する。

設計者は中央部を構成する構造物の寸法 (例えば二重底の寸法・ビルジホッパータンクの寸法等) を入力する。入力された寸法はバルクキャリアーオブジェクトが管理し、構造的寸法に矛盾がないように設計変更される。Fig. 6 はフローの数と間隔・サイドガーダーの数と間隔・ビルジホッパータンクの高さ・トップサイドタンクの深さ・デッキの大きさなどの設計変更をした場合

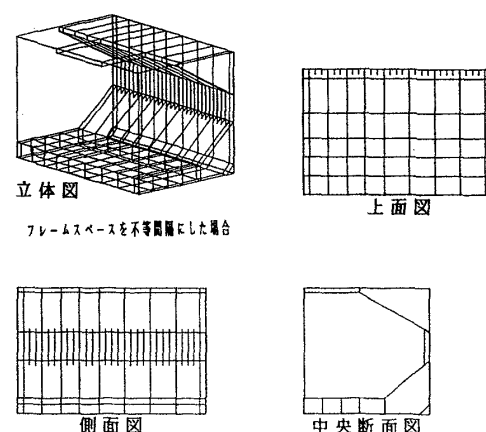


Fig. 7 Change of Floor Space

③フローの間隔が隔壁の前後で変わるように設計変更した場合。(Fig. 7)

④ロンジ構造の設計

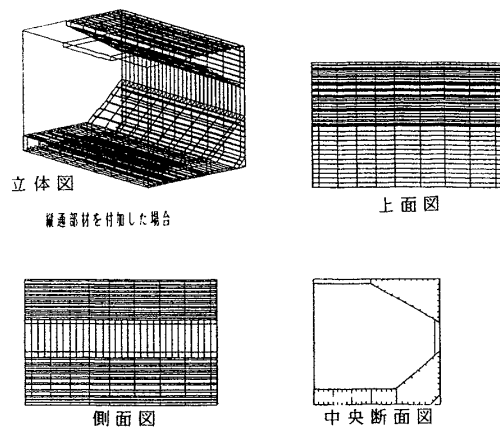


Fig. 8 Design Longitudinal Members

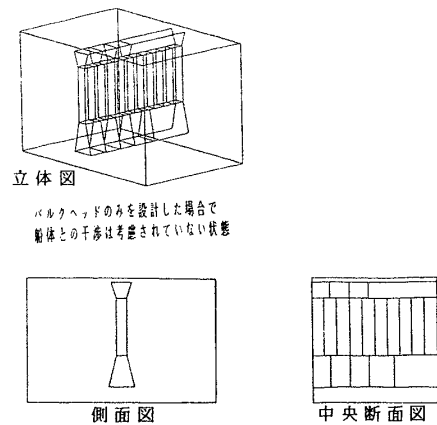


Fig. 9 Design of Bulkhead

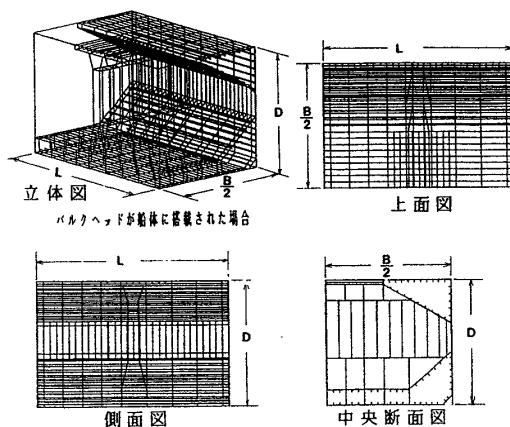


Fig. 10 Load of Bulkhead

バルクキャリアーオブジェクトにロンジの設計情報を設計者が入力すると、バルクキャリアーオブジェクトはストラクチャーにその設計情報を渡し、ストラクチャーがロンジユニットを生成する。そしてロンジが生成される。ロンジの本数と種類を選択して板に取り付けた場合。(Fig. 8)

⑤隔壁部の設計 (Fig. 9)

⑥隔壁部の搭載 (Fig. 10)

6. 工作情報の獲得

6.1 設計における部材情報

これまでに述べてきた SODAS に於ける設計により本論の対象であるバルクキャリアーの中央部の構造を設計することができ、中央部を構成する各部材の部材情報と部材間の接合情報を獲得することができた。しかし、これら獲得された部材情報を実際に中央部を建造する作業の基になる生産情報として利用するには未だ大きな課題が残されている。この理由として次のことが挙げられる。

1) これまでの設計においては構造を構成する部品の設計というよりも構造全体を見渡した設計が主であり、設計

された部材の考え方は実際の部材 (部品) とは違ったものである。

2) 実際の建造では船体中央部を建造する場合、船体中央部を複数のブロックに分けて (ブロック分割) 建造しこれらのブロックを組み合わせる (ブロック搭載) ことによって製作するという建造法が取られている。

本システムにおいてはこれらの問題点を考えるために、構造設計が主要な作業であった前段階の設計で獲得された部材情報を工作に必要な部材情報に変えるために OPM のカットを考えることにした。

6.2 OPM のカット

設計作業によって OPM は自分の形状情報および内部情報、自分が接合している他の部材との接合関係の情報を獲得することができたが、OPM を分割するという行為はこれらの情報の分割、生成である。(Fig. 11 参照) つまり、一つのものが二つに分割されるということは形状情報を考えると新たな形状情報の生成であり、また、内部、属性情報についても矛盾なく二つのものに分け与えられたり、新たに生成されなければならない。ここで、特に注意しなければならないことは接合関係に関する情報の分割である。接合関係オブジェクトを OPM を分割すると同時に分割しなければならない。SODAS における接合関係オブジェクト

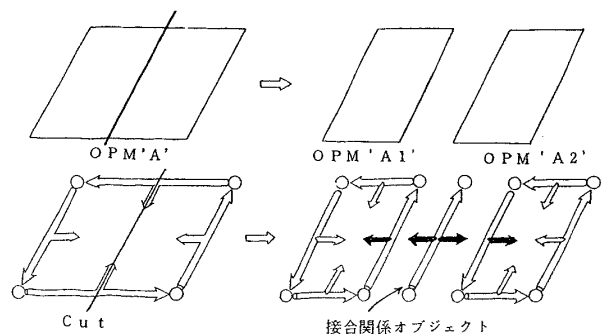


Fig. 11 Cutting of Object-Oriented Product Model (OPM)

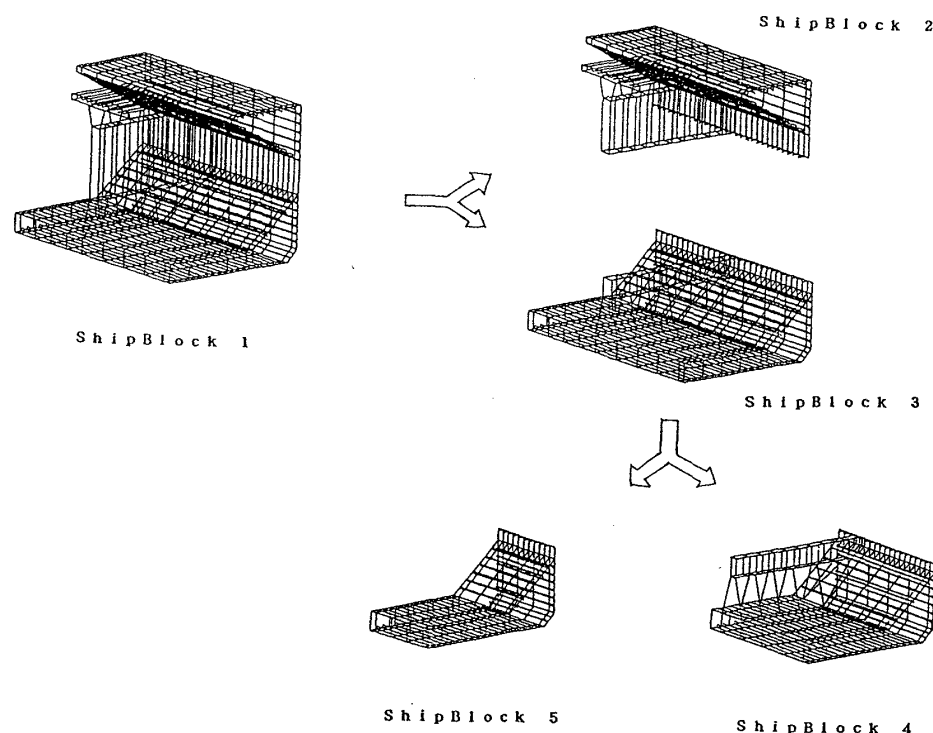


Fig. 12 Cutting of ShipBlock-1

トは形状オブジェクトと同じように幾何オブジェクトで構成されているので、物を分割するのと同様に接合関係オブジェクトを分割することでこの問題に対応している。また、分割されて生成された OPM 同志は分割と同時に接合関係オブジェクトを生成するようなシステムになっている。

6.3 ブロック分割および部品化

船体中央部の構造を設計して獲得した複数の OPM を一つの集合体として考え、本システムではこの OPM の集合体を Ship Block と呼ぶことにする。そして、構造のブロック化による OPM の部品化を計算機内に表現するために、この Ship Block を分割することにした。今回は分割する面を指定し面による分割という簡単な分割モデルを用いることにした。(Fig. 12)

設計者は分割したい Ship Block に対してまず分割面を指定する操作をする。そして、システム内において Ship Block の構成要素である OPM が指定された面で分割され、2つのブロックに分かれる。分割されて新たに生成されたブロックをそれぞれ Ship Block-1, Ship Block-2 とすれば、Ship Block-1 をさらに分割したければ設計者は同様の作業をすればよいことになる。このような作業によって実際の工場で建造する大きさのブロック Ship Block-N が決定される。このブロックを最小単位にまで分割すると OPM は部品化されたことになる。

6.4 アセンブリ

6.3 で生成された Ship Block-N についての工作情報の獲得を目的に、ブロックのアセンブリを計算機内に表現す

ることにする。本システムのアセンブリの基本的な考えは、部品化された OPM が持つ接合関係情報である接合関係オブジェクトを利用して OPM を一つ一つ接合してアセンブリしてゆくことである。そしてこの接合と同時に工作情報を獲得するというものである。

本システムではアセンブリする最終目標の Ship Block-N の組立を計算機内で表現する空間としてアセンブリ空間を定義した。また、OPM の接合関係情報を利用してアセンブリするものとしてアセンブラーオブジェクトを定義して、アセンブリに関する作業 (OPM の接合・工作情報の獲得) 全般を管理させている。さらにこのアセンブラーの機能として以下の2つがある。(Fig. 13)

- 1) Ship Block-1 を構成する OPM をアセンブリ空間 I 内に移動させアセンブリする。
- 2) アセンブリ空間 J の OPM (複数) をまとめて移動し、他のアセンブリ空間 K の OPM (複数) とアセンブリする。

6.3 工作情報の獲得

アセンブラーはアセンブリ時に、基本的には2つの OPM とそれらが持つ接合関係オブジェクトに着目して、一方の OPM を移動してもう片方の OPM 上に取り付ける作業をする。その際に移動させる OPM の重量や、重心を計算して工作情報として抽出する。また、取り付けるときにはその取り付く長さを求め(溶接線長さ)、互いの OPM の位置関係から溶接方向を求め、工作情報として抽出している。また、アセンブリによってできた OPM の集合体をアセ

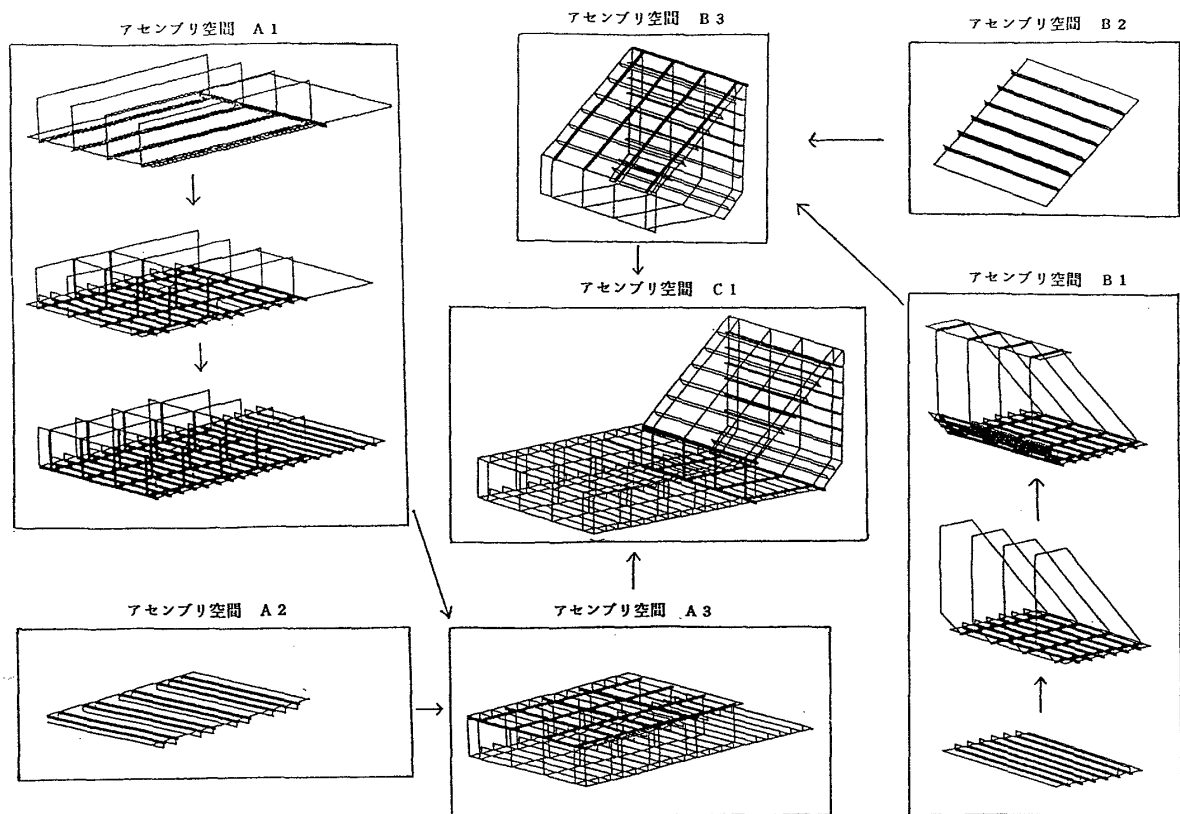


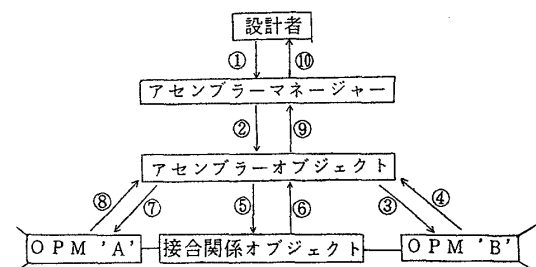
Fig. 13 Example of Assembling ShipBlock-N

ンブリブロックと定義することで、アセンブラーがこのブロックとOPM、ブロックとブロックのアセンブリをすることができるようにした。アセンブリにブロックが絡んでいる場合には移動するブロックの重量や、重心、そして移動後の取り付け作業による取付線の情報を全て求める様になっている。SODASではアセンブラーが獲得したこれらの工作情報の管理者（獲得した情報の整理）としてアセンブリマネージャーオブジェクト（以下、アセンブリマネージャー）を定義し、一つのブロックをアセンブリすることによって獲得された工作情報を管理・整理している。以下に、SODASにおけるアセンブリに関するオブジェクト構成図を示す。(Fig. 14)

7. システムの考察

7.1 モデルの Flexibility

本システムはオブジェクト指向言語を用いたモデリング定義をした。そのモデリングは点・線・ベクトルの幾何情報を持つオブジェクトが基礎になっており、モデルとして曖昧性のない形状表現ができただけでなく、接合関係を表現することができた。そして、このモデリング定義によって構造物の基本設計から詳細設計・生産設計という性質の異なる設計において一つの連続したモデルの実現化を図ることが出来た。それは、これまでのモデルが形状を表現しただけにとどまっていたのに対して製品の形状情報だけで



- ①OPM 'B'にOPM 'A'をつけるというメッセージ
- ②OPM 'B'にOPM 'A'をつけるための
アセンブリオブジェクトを生成し①のメッセージを伝える
- ③OPM 'B'に接合関係オブジェクトの要求
- ④アセンブリオブジェクトに接合関係オブジェクト名を渡す
- ⑤接合関係オブジェクトにOPM 'B'とOPM 'A'の間の
接合情報を要求する
- ⑥接合情報を渡す
- ⑦接合情報をもとにOPM 'A'をOPM 'B'に移動し接合する
メッセージを送る
- ⑧移動、接合の際の工作情報を返す
- ⑨工作情報を管理してもらう
- ⑩工作情報を獲得する

Fig. 14 Formation of Objects in Assembly

はなく結合情報を表現することが出来たからで、設計で獲得された形状情報と接合情報から生産設計で製品を作るための工作情報まで獲得することが出来た。これによって設計から生産までのどのステップにおいてもシステムの使用が可能となった。

7.2 実用可能なシステム

本システムでは船体における様々な構造を分類し整理することで「ユニット・ストラクチャー」という概念を定義した。この概念の導入によりシステムの内部に造船設計や常識や、部材間の関係を記述することが出来た。そのことによってシステム自体が設計する製品の特徴を理解し、設計者は部品一つ一つの設計という面倒なインプットに悩まされることなく設計ができ設計に必要なアウトプットにかかる時間も削減することが出来た。

7.3 部品化 (構造のブロック分割)

本システムではOPMのCut機能をサポートすることで中間製品の生成や部品の生成が可能となった。また、今後Cut方法を工夫することによってどんな分割も可能であり、設計者が希望する中間製品や部品を得ることが出来るシステムの構築の基礎となるシステムができた。

7.3 統合化 (部品の組立)

中間製品に含まれる部品の管理ができていたため、本システムでは部品・中間製品の重量・重心・断面二次モーメント等が求められ、工作時の溶接線長・溶接方向等が求められる。そしてこれらの情報を利用して中間製品または最

終製品の工作順序と工作情報を獲得することができた。また曖昧性のないOPMの形状表現と、部品間の接合を表わす接合関係オブジェクトを用いてFEM解析用の構造データを作成したり、ロボット使用時の干渉チェックや、ティーチングのモデルとして使用できるシステムへの発展性がある。

本論文の作成にあたり有益な議論をいただいた東京大学 小山健夫教授、日本造船研究協会 SR210 部会第1分科会 藤野宏分科会長 (石川島播磨重工(株)) および委員各位に感謝致します。なお、本論文は科学研究費の援助を受けており、合わせて感謝致します。

参 考 文 献

- 1) SR210 部会報告書：新世代造船システムに関する調査研究, 研究資料 No. 393 (社) 日本造船研究協会 1989年3月
- 2) 木村文彦：CAD/CAM 統合化のためのプロダクトモデリングと知識情報処理, 機械学会誌 Vol. 89 No. 815 (1986)
- 3) 大須賀節雄：コンピュータによるモデリング, 精密機械学会誌, Vol. 51 No. 6 (1985)
- 4) 大須賀節雄：データ構造とモデリング技術, 情報処理学会誌, Vol. 27 No. 2 (1986)
- 5) 大須賀節雄：次世代CAD/CAMのための知識処理の応用, マグロウヒルブック (1985)
- 6) 沖野教郎：自動設計の方法論, 養賢堂 (1982)