

蓄積されることになり、それらのデータに基づいて、初期計画時における工数、時数の見積も人工知能等に頼る必要もなくなるものと考えております。

(3) (a)に関しては溶接の順序問題とその処理問題について整理しなければならないことと考えます。つまり、溶接線を主体に考え、溶接線が板と干渉するとき板にカット（かど落し）を生成する。その場合構造物があっても溶接を通したいといった設計要求に基づくものであり、これらの整理が必要であると考えます。

(b)については現システムでは不可能です。溶接方法に「裏金あて」「余盛」という情報定義を加えれば、突合せの場合板の裏側の処理も今後可能である項目であると考えます。ところで、かど落し・スロット等の生成操作に対して(a)は可能か(b)は可能かを議論することが重要でなく、部材の詳細形状はどの様な情報から生成されるのかの概念の整理が大切であると考えております。したがって、今回のような簡単な「かど落し・スロット」の形状生成に関する設計ロジックをシステム内に表現できたことは、造船の常識を明示したことであり意味があることと考えています。

【討論】植木修次君 従来の船殻 CAD/CAM では構造データベースが設計／生産部門の共通データバンクとして存在し、可能な限りの一元化管理を目指しています。このデータベースを核として、目的に応じたモデルを構築しているのが現状です。

本論文ではデータベースの記述がありませんが、この概念はあるのでしょうか。また、モデルは言語の記述文として存在するのでしょうか。

【回答】 本システムでは特にデータベースの構築・モデルの言語記述を特別に意識して開発しておりません。それは「Smalltalk80」をシステム開発言語としておりますのでモデルをオブジェクトとして表現すると即データベースとなりモデルを記述したことになっているからです。従来のシステムではモデルの定義が不明確であるがデータベースが存在しているのに対し、本システムではモデルを明確にしモデルそのものを記述していることになります。しかし今後、他の言語によって実用的なシステム開発を行う場合には十分データベース・モデル記述方法の検討が必要であると考えられます。

63 オブジェクト指向に基づく配管モデル表現に関する研究

【討論】永井冽君 (1) 配管配置設計におけるモデル操作例では、導設操作が概略、詳細にわけられていますが、どのような機能分担を考えておられますか。

(2) 導設の過程で、パイピングエレメント相互の干渉が発生すると思います。その際のチェック方法とモデル表現につきご教示下さい。例えば、干渉関係オブジェクトというようなものを考えることができますか。

(3) 装備設計においては、配管に加えて、ダクト、電線の配置が重要な要素を占めており、しばしば同一画面内に混在し並行作業となります。そこで、ダクト、電線についても、同様のモデル表現ができることが望ましいと思いますが、この点につき著者の御意見をお聞かせ下さい。

【回答】 (1) 概略導設では、配置設計の初期に配管ノード位置を指定して配管ルートを設定、修正する機能を持たせています。詳細導設では、概略導設された配管ルート上にパイプ、バルブ、法兰などのパイピングエレメントを配置、修正する機能を持たせています。

(2) モデル表現と干渉チェックの関係は、モデル内のパイピングエレメントのノード位置属性とパイピングカタログの形状属性より3次元形状を生成し、エレメント同士の干渉をチェックすることになります。プロトタイプシステムでは、形状属性として形状パラメータを持たせており、これによりポリゴンサーフェースを作り、干渉チェックプログラムを介して干渉をチェックすることを考えています。

が、形状属性にソリッド表現を用いれば容易に干渉をチェックすることができます。

また、干渉関係オブジェクトについては、干渉情報を船殻システムなどとの調整に利用することを考えれば、関係オブジェクトとして定義することも有効と考えます。

(3) ダクト、電線の配置モデルの表現については、各オブジェクトの属性の持たせ方を変更すれば、基本的に配管配置モデルの表現方法を利用できると考えています。

但し、電線の場合は、電路（複数の電線をまとめて配線する空間）単位で導設を行うため、電線と電路との関係表現について考慮する必要があると考えます。

【討論】青山和浩君 (1) 船殻構造に配管の系統情報を取り込むために概略導設操作を行っておりますが、その操作方法に関してご質問致します。操作としてキーパイピングのオブジェクトに経路接点の位置を入力して配管モデルを構築しているようですが、入力する位置は船殻構造に対して絶対的位置であるのか、相対的位置であるのかどの様になっていますか。また、この経路接点の情報が後の設計変更にどのように活用されているでしょうかお答えください。

(2) 船殻部材の変更がFig.9のようなものの場合は配管と部材の位置決め関係だけで設計変更に対応しても良いと思われますが、大規模な変更、例えば部材がなくなってしまうとか、新たな部材がついて配管と干渉してしま

う等の変更に対するシステムの処理はどの様にお考えでしょうか。

(3) 配管の位置決めの要素として部材の位置もありますが、配管同士の位置関係も考慮にいれる必要があると思われます。この点はどのようにお考えでしょうか。

【回答】(1) プロトタイプシステムの場合、経路節点の入力は、船殻構造に対して相対的にも、絶対的に行うことが可能ですが、配管モデル内の情報としては絶対的に持たせています。

このようにして設定した経路節点の位置は、各種変更操作に利用されます。この点について、Fig.8 の例で説明させて頂きます。まず、設計者が、変更したい節点とその移動距離、方向を入力します。モデル内で変更する節点に隣接する節点を検索し、節点間の方向と移動方向より隣接する節点の位置を変更させます。この処理をモデル内で繰返すことにより、配管位置の自動変更操作が行われます。このように経路節点の情報は、配管モデル操作において非常に重要な役割を果たしています。

(2) 御指摘のとおり、大規模な変更の場合、位置決め関係だけで自動的に対応するのは、困難な場合が多いと考えます。

このため本システムでは、モデル内の情報を基にできるかぎりシステム内で処理を行い、不足する情報を設計者が対話的に補うという考え方を取っています。例えば、部材がなくなったような場合には、位置決め関係を基に関係する配管要素を表示して、設計者に位置変更及び新たな位置決め関係の付加を要求することになります。

(3) 御指摘のとおり、配管同士の位置決め関係も配管配置設計の過程では存在すると考えます。但し、モデル表現的には、配管同士の位置決め関係は位置決め関係の一つの形態(Smalltalk ではサブクラスで定義する)と考えられるためモデル表現自体への影響は少ないものと思われます。

【討論】 船岡宏一郎君 (1) 関係オブジェクトについて実体と実体間の関係をそれぞれオブジェクトとしているが関係はオブジェクトなのか、例えば接続関係にフランジや溶接を持たせるとなっているが、このフランジや溶接自身をオブジェクトとし、接続関係はそのデータと又、所属関係や参照関係についてもオブジェクトではなく実体物の持つデータと考える方が自然ではないかと考えますがいかがなものでしょうか。

(2) 関係オブジェクトを設けた理由として従来の方法(関係は実体の属性として表現)では関係を利用したモデル操作が煩雑になり、データの不整合を生じる原因にもなっていた。このため実体オブジェクト間の関係を関係オブジェクトとして直接扱うこととしたあるが、両者の特質を実例を上げて説明頂ければ幸いです。

(3) Fig.1 モデル関係図について、位置決め関係につ

いて船殻部材からの関係も必要ではないか(パイピングエレメントへの矢印がない)、何故なら船殻部材が移動した場合にパイプも何らかの移動が必要と考えます。

(4) 関係オブジェクトをもとに対応関係にあるオブジェクトの自動変更は、どの程度可能なのか又、この変更メソッドはどのオブジェクトに持たせるのか、例を上げて説明頂ければ幸いです。

【回答】(1) 本論文のモデル表現については、モデルの統一的表現とデータ処理効率の向上を意識して検討を行いました。例えば、パイプ間の接続関係には、フランジ、スリーブ、溶接などの形態があります。更に、溶接は、溶接種類や開先形状などの属性が考えられます。フランジや溶接自身をオブジェクトとした場合、オブジェクトの種類が増加して、統一的に取扱うことが難しくなると思われます。それより関係という概念をオブジェクトとし、その形態としてフランジ、溶接というものを考えた方が統一的に扱うことができると言えました。更に、溶接のようにデータが属性を持つような場合には、モデルの表現が複雑になると想っています。

以上のような観点より、基本的に関係をオブジェクトとして扱うようなモデル表現を考えました。

(2) 関係オブジェクトを利用したモデル操作について、船殻位置決め関係に基づく変更操作を例として説明させて頂きます。従来の方法では、船殻部材と配管要素との関係は、配管要素の属性として持たせる(船殻部材には持たせない)形態が考えられます。この場合、船殻部材が変更になれば、すべての配管要素を検索して、関係する配管要素を見つけ、位置の変更を行う必要があります。一方、関係をオブジェクトとして独立して持つ場合は、この関係オブジェクト内を直接に検索して、対象となる配管要素を見つけ、位置の変更を行うことができます。

また、関係オブジェクトに関する集計操作(例えば、フランジ枚数や溶接箇所の集計など)も容易にできると考えます。

(3) 位置決め関係のオブジェクトには、その属性として関係する船殻部材とパイピングエレメントのオブジェクトを持たせています。従って、Fig.9 の例のように船殻部材が移動した場合には、それに対応してパイプが移動されるようになっています。

本文内には記述しておりませんが、Fig.1 の矢印は関係情報を検索する方向を示しています。従って、船殻部材は、パイピングエレメントから位置決めされていることを意識せずに作業が行えることを表しています。

(4) プロトタイプシステムでは、Fig.9 のように位置決め関係を利用して対応するパイピングエレメントを並行移動するという程度の自動変更が可能です。今後、この変更処理内に設計者に知識を組込んで、柔軟で、高度な変更処理ができるようにすることを考えています。

また、このように特定のオブジェクトに依存しない操作は、配管モデルの外部(プロトタイプシステムでは、Small-

talk に操作メソッドのためのクラスを設定した)に持たせています。

64 造船 CIMS のための工程設計システムの構築

【討論】青山和浩君 (1) Fig. 11 における中間製品 (Fig. 12 の Draw-2 に対応) の 2-1 等の工程情報に関してご質問致します。下位の中間製品であるトランス板に複数のスティフナー、フェースプレートを配材、取り付け、溶接をしていますが、この一連の作業に含まれる各々の作業(特に溶接)順序はどの様に定義されていますか。

また、ロンジのカラープレート組立の様に、カラープレートの取り付けよりも先にロンジを取り付けるといった作業の先行問題というものを扱うとき、作業順序はどの様に定義されていますか。

(2) 開発されたシステムを今後、日程計画のシステムと接合されると思われますが、獲得した作業情報を日程計画に割り振る時点で問題となる、設備・作業者の時間的制約と(1)で質問した様な作業の部分的順序問題との関連をどの様にお考えでしょうか。

【回答】 (1) 御指摘の詳細な作業手順は、現状の段階では定義しておりません。今回は工程設計の機能と製造管理(特に工程管理)の機能とを切り分けて考えました。御指摘の様な一品単位の作業手順は、工程設計の本質的な機能というより、工程管理の着手統制的色彩が強いと考えます。しかし、最終的には一品単位の作業情報を獲得する事も必要不可欠と認識しております、その為の知識ベースを今後、検討して構築する予定です。具体的に今回の工程設計の獲得範囲は、『3.3』3)に中間製品(所謂、取付手順)の構成単位を決定する因子として定義しました。御指摘の例では、手順上の構造的干渉は無く、設備的制約も無いので作業手順の優先順位は決定されません。

御指摘のカラープレートを一例にして、作業の先行問題の定義方法を紹介させて頂きます。共通ルール群 (FIG. 5-8 を参照) に沿って組立手順を設定して行きますと、カラープレートは FIG. 7 の部品⑥に相当しロンジ(又はトランス板)と対に成って一つの中間製品を形成します。しかし、構造様式に依存した(カラープレートの為の) 固有ルールによってカラープレートは、ロンジと同じ時期に取付る様に設定され、優先順位の無い手順関係になります。

(2) 最終的には、工程設計システムにて獲得された情報は製品モデルとして定義付けられ、日程計画システムではこの情報を基に実施されます。質問の趣旨を工程設計にて定義された情報をどの様に使って、如何に日程計画を立案するのですか、と解釈しまして回答させて頂きます。

最初に、日程計画システムに必要な情報には、大きく工程設計にて定義された情報と、日程計画を立案する為の固有の標準データ、知識があります。後者の日程計画固有情報として、具体的に標準データについては、各中間製品単位の標準作業者数、設備等の資源の数量、標準平準化手法、等があり、知識についてでは、製造管理に於ける管理単位の選定、等が有ります。

次に、日程計画立案のロジックについては、下記の様な処理手順で、現在別途開発中であります。

①日程計画の初期値生成

* 工程系列情報、資源の制約情報、納期制約情報、等の前提条件に基づく自動割付(自動生成)

②初期値の調整

* 前提条件の変更による再スケジューリング

* 日程計画の数案の提供

③数案の日程計画の比較、評価、最終選定

【討論】吉村 隆君 (1) 現状必ずしも整理、体系化されていない組立要領の知識ベース化は難しくかつ重要であると思われます。プロトタイプシステム作成に於ける、ルールの抽出、分類作業の方針、原理等がありましたら御教示下さい。

(2) 今回の工程設計システムでは、施工方式を設定する事により組立要領が生成されますが、施工方式とブロックとの対応付けはどの様な構成に成っているのでしょうか。例えば、一つのブロックに於いても、小組立の段階ではロンジ枠組工法で行い、大組立ではロンジ先付け工法で行う、等が考えられます。本システムを有効に機能させる為、施工方式の定義、設定方法をお教え下さい。

【回答】 (1) 今回構築した知識ベースの中の特に組立手順決定の為の知識表現を一例にして回答させて頂きます。『3.4』にて記述した共通ルールと固有ルール群を次の三つのジャンルに大別しました。

* 一般的な共通知識 (Fig. 8 に相当する通常適応できる知識など)

* 製品構造に依存した知識 (二重底ブロック固有の知識、カラープレートのラップ溶接部の処理など)

* 組立施工法に依存した知識(ロンジ枠組、単板工法など)この様に整理し構造様式、施工法を設定することで必要なルールが自動的に抽出され働く機構に成っています。現状では、知識ベースの量は少なく色々の組合せを考えられ