

造船業におけるCIMSへのアプローチ

伊藤 健

財団法人 日本造船振興財団 造船CIMS開発研究委員会専任チーム
三菱重工業株式会社 船舶・海洋事業本部

日本造船振興財団は国内造船大手7社と官・学の協力を得て、造船業におけるCIMSの在り方、実現の可能性等の検討を行なっている。

このプロジェクトは、過去2年間の日本造船研究協会での基礎研究に引き続き、本年度から3年計画でCIMS実現のための技術的、経済的検討を進め、システムの提案書を作成しようとするものである。造船は一品受注生産による巨大構造物の組立業であって種々の特徴を有するため、他産業とは多少趣の異なるCIMSプロジェクトとなっている。

検討作業は造船CIMSの機能面での核に相当する部分のパイロットシステムを開発するべく、その概念設計段階にあり、巨大システムに於けるRDBの活用、オブジェクト指向の採用、本格的プロトタイプング手法の採用が検討されている。未だ成果を報告する時期ではないが、プロジェクトの概要と目指すところを紹介し、各方面のアドバイスを伺えれば幸いである。

CIMS PROJECT FOR SHIPBUILDING INDUSTRIES

KEN ITO

TECHNICAL COMMITTEE ON CIM FOR SHIPBUILDING
JAPAN FOUNDATION FOR SHIPBUILDING ADVANCEMENT

SENAKU SHINKO BLDG. 15-16, TORANOMON, 1-CHOME, MINATO-KU, TOKYO, 105

The Japan Foundation for Shipbuilding Advancement, in collaboration with Japan's seven major shipyards, universities and the MOT, has been conducting feasibility study studies on, and establishing a conceptual framework for CIM in shipbuilding.

The aim is to produce proposals within three years on how the system should be employed in the future. Since shipbuilding, by its nature, is a specialized tailor-made industry, this project is going to have a slightly different emphasis from those undertaken by other industries.

The time is still not ripe to announce the results of this project. However, we hereby preset a general introduction. Advice from interested parties will be greatly appreciated.

1. 造船業の概要

日本造船業の世界的シェアは今年度上半期で約50パーセントである。しかしながらオイルショック以来の経済低成長時代における海上輸送量の減少のため海運マーケットは低迷を続け、これに引きずられて造船業も一時の最悪の状態は脱したとは言え厳しい不況下にあることは報道される通りである。

海上物流は世界の経済構造に従い変化するが、定常状態では世界経済の増加に従って増大こそすれ消滅するものではなく、船舶の建造も消えることはない。しかしその担い手は時代と共に変化するもので、過去に英国から日本へ劇的な主役の交代があり、同様に今後再度主役の交代があるのか無いのかが云々されている。

今回のプロジェクトは、上記の認識の下、日本の造船業が将来的にも安定した事業であることは出来ないものかとの検討の結果、CIMSの概念が造船の特殊な環境の中でも有効であり、近代産業としての造船を実現する決定的な基盤となり得るとの考えから、実現の具体化検討に入ったものである。

造船業は同じ組み立て業の中でも自動車、飛行機と幾分異なった状況がある。

- ①一品受注産業（＝商談毎に新規設計船であると共に、受注後の客先からの仕様変更が多い）
- ②巨大（＝情報量が膨大かつ扱う製品が巨大。統合的電算処理、自動製造装置実現に困難さ）
- ③溶接（＝熱変形と巨大さが影響して精度保持に限界。自動製造装置の完全適用は非現実的）
- ④船殻（せんこく）と艤装（ぎそう）の混在。（＝素材加工と購買製品との密なる干渉関係）
- ⑤ブロック建造法（＝機能設計の後、生産用のブロックに分割される。モデルの表現が複雑）

尚、船舶には客船、LNG船、一般貨物船など多くの種類があるが、マーケットの規模から見ればタンカー、バラ積み船等の従来からある大型船の占める割合が大きいこと、又、造船所ではこれらの船舶の他に橋梁等の大型構造物を同時建造（プロダクトミックス）することも共通の認識として重要である。

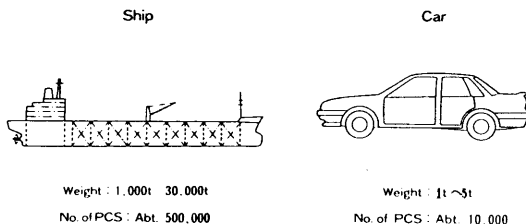


図1 巨大である

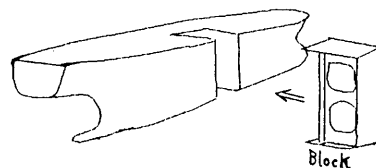


図2 ブロック建造法を用いる

更に少し詳しく造船事業の業務を見てみると、下記の通りである。

(1) 営業

個別受注のため客先の持ち船、荷物の動向、荷主の運搬計画等を把握し、ニーズを設計に流して各々の輸送に対して造船所の提案を示し、商談を具体化する。この際、例えば貨物の量、入港する港の制限（特に喫水制限）、必要船速等が商談毎に異なるため、造船所の手持ちの設計で間に合

うことは少なく、毎回新規設計となる。造船業は過去何度か標準船の販売に努力したが、商談毎に最適設計する場合との経済比較において十分な優位性を発揮出来ず標準船量産体制となることに成功していない。

大型タンカーで一隻約百億円の物件であるが、一品受注の商談を短期間に効率よくまとめるために客先との商談形態も歴史的に成熟し、最初の造船所提案は3枚の書類で始めるのが通例で、次第に客先との調整を行い、契約時には約400枚の仕様書にまとめている。設計システムはこのような営業形態を支援できなければならない。

尚従来の商談での標準的な日程は図3の通りである。後述の通り、人間の柔軟さを百パーセント発揮して実現しているもので、システム化はこの効率達成が最低条件となるため困難さを増している。

(2)設計

基本計画（見積計画）は船舶としての基本的な性能（例えば必要な貨物の重量を支えるに足る浮力、必要船速を確保するための主機馬力等）を確保するためいわゆる設計のスパイラル（図4）を実行し営業の客先との折衝を支援する。この際、極めて短期間に提案書をまとめるために建造実績の中からタイプ・シップを選定し、必要な修正を加えながらスパイラルを早く回す手法が使われる。

製品を如何にコンパクトに使い勝手良く配置するかはどの組立業でも重要であるが、特に船舶においては外形形状（線図）が推進性能に直接影響し、その中に必要な機器が配置できるか否かは設計の最重点項目の一つである。この作業の手順を違えると設計の初期に戻ってしまう危険があり、熟練者の経験が大きく作用する部分である。この意味でもタイプ・シップの活用が永年の経験の中で培われてきた歴史がある。



図3 標準日程

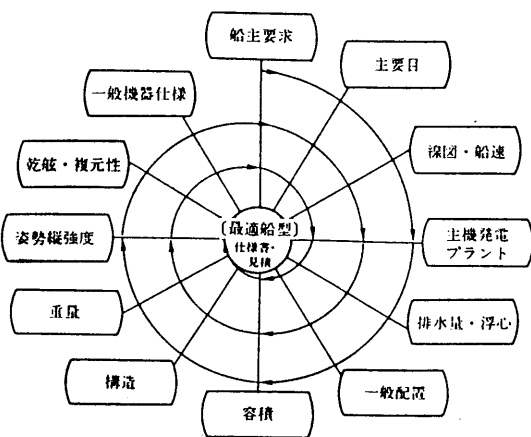


図4 設計のスパイラル

商談がまとまり仕様書が確定した段階から、生産のための展開が開始され、基本設計／詳細設計等の機能設計と共に、生産設計情報を織り込んだブロック分割に基づく各部の形状が決定され、部品としての一品図を作成する現図作業へと展開される。機能設計の中ではFEM等の強度計算が実施され、構造物としての最適化と、各種プラントの設計が同時平行に進行し、相互の修正を織り

込んで矛盾の無い製品データを設計することが追求されている。しかしながら客先の変更要求も加わって膨大なデータの変更・管理が要求され、現状の人間の持つノウハウを主体にした作業形態では限界にあると認識されている。

(3)生産

機能設計が進んでいるころ生産設計部門は現場の設備、人員の制約を考慮して該当する船舶の工程、日程を検討し、必要な項目は設計に流すとともに、詳細設計を終えた図面を基にブロック毎に生産情報を記入する。この部分は設計、生産を通じた全体日程のなかで必要最小限の情報を提供しようとする為、現場での図面解読能力との調和が重要となっている。実際のところ現場作業者の熟練度が設計情報の穴を埋める形で作用し、やっと建造されているのが現実といえる。

又、溶接による鋼材の接合は接着剤等の考えられる他の方法と比較して強度面、信頼性、経済面で多くのメリットを持つが、材料の熱収縮を伴うため製品の精度管理上大きな弱点を持っている。熱影響を見込んで部品を大きめに作り、溶接の順番を指示するなど生産設計の工夫がなされるが、実際の生産現場ではベテランが状況に応じて精度不足の補正を行っているのが実情である。

(4)造船業務まとめ

造船事業は営業、設計、生産の各部門の有機的な連携により、多くの同時並行作業と、矛盾点の柔軟で効率的な調整作業を人間系の特徴を徹底的に機能させて実行している。設計、生産準備の従来型のCAD/CAMの範囲ではシステム化が実現しているが、工程设计部分は上流の設計データの再入力データの修正の頻度とも関連してネックとなりシステム化されていない。生産現場では設計からの図面を解読し、情報不足は経験で補いながら組立の手順を自分で考案し、実行している。

多くの人々が誤解するのだが、造船は新興勢力が急速にキャッチアップできない産業の一つである。というのはこの生産部分のノウハウは幸か不幸か図面に記入しきれておらず作業者の頭脳に負うところが大きいからである。

一方このノウハウを発揮するために現場での作業手順の吟味、作業員への指示、作業単位（例えばブロック）間の連携不十分による手待ち、手直し、さらには設計の変更作業の不備による不具合等々いわゆる非実作業の割合は全作業の50%を超え、この部分を改善できれば造船自体の体質を変革できるほど大きいという認識が更に重要である。

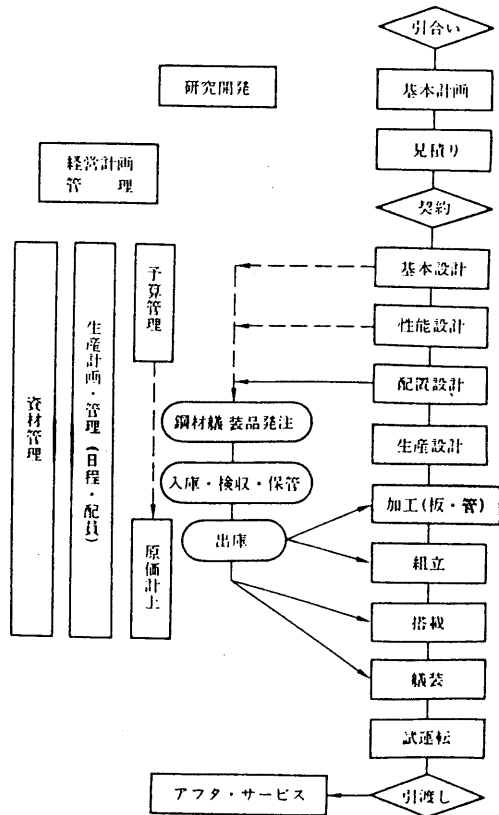


図5 造船業の業務フロー

2. 対応策としての造船CIMS

上記の特徴を持つ造船を10年、15年といったベテランを前提とする労働集約産業の体質を**変革するための方法**として、一般には生販一体をめざす道具として認識されているCIMSの情報統合化の概念が活用できないかというのが造船がCIMSを検討する主要な課題である。すなわち従来の人間系のシステムでは、一品受注生産に起因する分を含め扱う情報量の膨大さの故に実現できなかった船舶の建造情報の詳細定義を電算システムの支援を得て実現し、かつ出来た情報の相互の不整合を解消する、言い替えればベテランの技量を建造現場より上流で発揮させようというシステムで、現場の非実作業を大幅に削減することによってコスト競争力の面での実利を得つつ、造船業の体質改善を目指そうというのである。従って従来の電算システムの限界を感じ、その改善策としてCIMSを取り上げているわけでも、競合会社のリードタイム短縮に対抗するためのCIMSでもないというところが、一般と違うところとも言える。

(1)造船CIMS検討の経緯

- ①日本造船学会で21世紀にむけての技術開発項目の一つとしてCIMSを提案（昭和60年）
- ②日本造船振興財団の造船長期ビジョンの調査研究においてCIMSの必要性（昭和60年）
- ③日本造船工業会のFSでCIMSが重要な開発課題であることを業界で認識（昭和61年）
- ④日本造船研究協会で造船CIMSの概要を検討しその方向性を示唆（昭和62～63年度）
- ⑤日本造船振財団で造船CIMSの技術課題を解決し経済面の評価を行う目的で、CIMSの主要機能をパイロットモデルとして実現するプロジェクトを発足（平成元年～3年度）

(2)開発体制／日程

上記の通り、造船CIMSの検討は産・学・官の関係者を巻き込む形で行われているが、造船業の存続をかけたCIMSへの漠々とした機能要件がまずあり、従来のシステム関係者ではその実現性を言及することに躊躇する大胆な前提を含んでいる。（例えばデータ量は1隻あたり10GBの規模と推定されるが、投資を実現可能な範囲に抑えるためには開発・保守費を従来から大幅に減少（例えば従来の1/10）を目指すこと等々）そのため上記の検討は従来の枠にとらわれない、ユーザ主体の素人を中心に行われ、開発の主力（専任チーム約10名）は造船各社の設計、建造の業務関係者としている。素人集団のシステム開発への大いなる挑戦と言えるかも知れない。

この3年間の日程は次の通り。

平成元年度：パイロットモデルの設計

〃2年度：同上システムのプロトタイプングによる仕様の確定

〃3年度：パイロットモデルの完成、稼働 / 造船CIMSの提案

(3)造船CIMSの基本機能要件

種々の検討でまとめられた造船CIMSの基本的な機能は下記の通り。

- ①船殻／艤装を同一の概念で取り扱い生産情報を十分に処理できること（プロダクトモデル）
- ②巨大なデータに対応すること
- ③組立のプロセスを完全に定義できること
- ④開発・保守の容易さを追究すること（システムの総合的生産性向上の実現）
- ⑤ユーザインタフェースの概念をシステム全体で統一し、開発・保守・利用に益すること

⑥業務のあらゆる場面で高度に人間を支援するエキスパートシステムを活用すること

3. 開発手法

造船CIMSの経済的な評価を現実的なものとするために、開発の総合的生産性を飛躍的に向上させる必要がある。また今後のプロジェクトの展開を推し進めるための、経営トップ等に対する的確なプレゼンテーションも当面実現すべき重要な項目である。

これらの状況の中で、従来のシステム開発の問題点として指摘されている開発時点の目論見と完成品との乖離、その結果生まれる経営トップからみたシステムに関する不信感を一掃することと開発効率の向上を同時に狙ったプロトタイピングの採用が本プロジェクトの大きな特徴をなしている。

すなわち今回の開発対象たる造船CIMSパイロットモデルは造船CIMS全体から見たプロトタイピングであり、技術面での実現性の検証を行うと共に造船CIMSの運用面でのイメージアップ、経営的な位置づけの明確化等々多くの役目を担う。更にこのパイロットモデルの開発に積極的にプロトタイピングの試行を行い、開発部隊としてのシステム開発の効率向上を計ろうというもので、二重のプロトタイピングを形成している。

具体的には次の手順でシステムの開発を進めている。

(1) 構造化分析／試掘

ユーザ要件の分析としては構造化分析を試行し、CASEの評価も兼ねて造船の業務の一部をDFD、DDの作成まで掘り下げてみた。(=試掘と呼ぶ) 本分析法自身はプロジェクトの基本姿勢たる業務のあり方を徹底的に調べた上でのシステム化に良く合致し、開発担当者と業務の専門家との対話を維持発展させるのに有効であった。しかし、従来のシステムから飛躍的に前進したものを構想するという業務要件抽出の現段階での活用は難しく、DDの作成はシステム開発上必須ではあるが、そのタイミングと力点の配分は注意が必要である。

今後開発の要所要所で業務要件を分析し、確認する際に活用していくものと考え、主たる開発手法とはしない方針である。

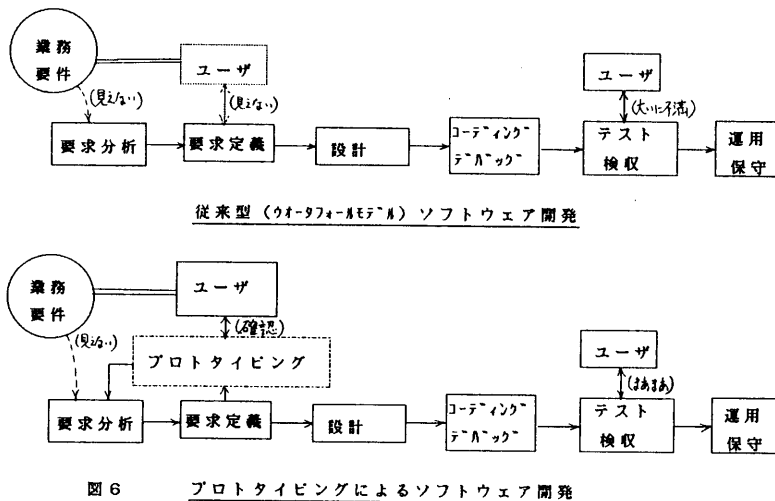


図6 プロトタイピングによるソフトウェア開発

(2)プロトタイピング

プロトタイピングは図6に示すとおりユーザ要件を仕様書の形だけではなく実際に動くものを通して確認し、その後システムの設計を進めるもので、従来の方法がユーザの要件を具現出来ておらず開発完了後にその目論見とのずれを無理に調整し、ユーザのシステム開発への不信を生じていると認識し、これを解消しようとするものであると理解できる。

我々はこの思想にさらに多くの役目を負わせ、新しい巨大システム開発の方法論を展開したいと考えている。

造船CIMSの全体構成は図7を想定している。この全体像を具体的にイメージするためには現状の分析と問題点の抽出、その解決策の提案があり、その個々の解決策をもう一度総合的に捉え直して従来のシステムに囚われない画期的なイメージとする必要があるが、具体的な手順は体系化されておらず、プロジェクト毎に工夫する必要がある。我々はその手段としてもパイロットモデルを活用したいと考えている。

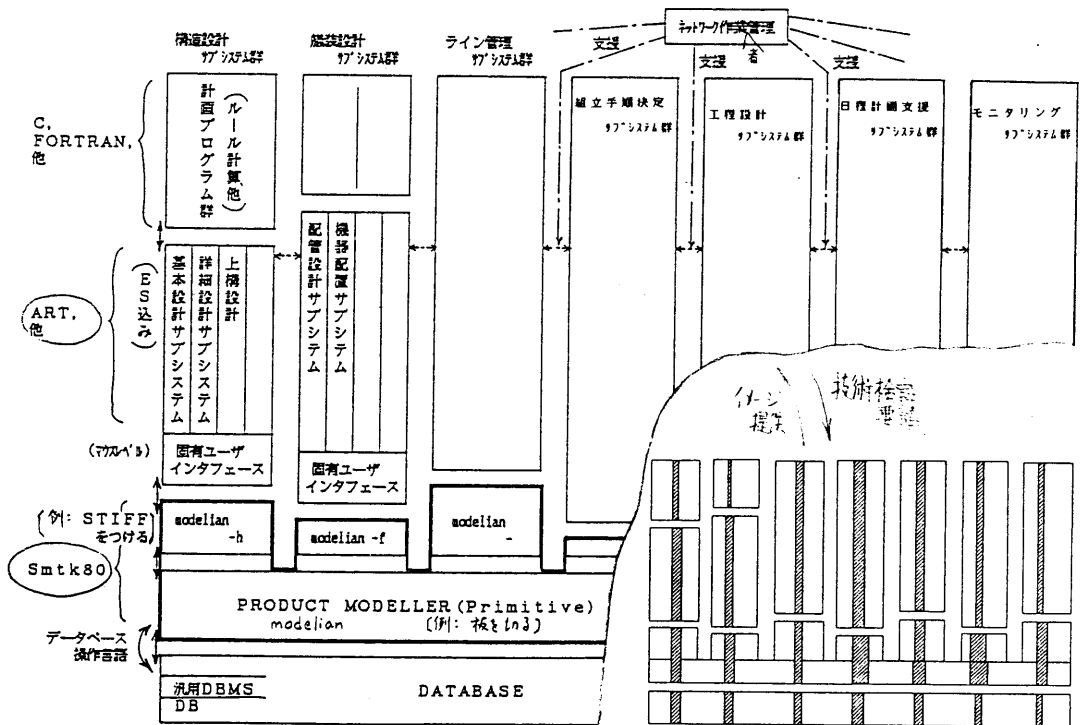


図7 造船CIMS全体構成

(○印は'プロトタイピング'での使用言語)

図8 パイロットモデルの位置づけ

すなわち図8の通りパイロットモデルは造船CIMSの本質を示すいわゆるデモプログラムの意味合も持ち、論理的には造船CIMSの具体的なイメージが出来てからその本質を抽出し、デモのストーリーを考えるべきであるが、システムのカバーする分野が広大であり、しかもそこに従来と飛

躍的に異なる新規性を持たせようとしているため全体像を堅めること自体至難であると言わざるとえない。一方造船CIMSに関する業務担当者、経営トップ、システム関係者との多くの議論の中で、造船CIMSが従来と異なる点、すなわちパイロットモデルで訴えるべき事項、対象とすべき範囲、従ってそのストーリーが共通のイメージとなり始め、造船CIMS本体の検討と同時に並行にパイロットモデルの具体化検討が行なわれ、むしろ双方の提案の調整の中で造船CIMS全体が形作られていくといえる。パイロットモデル、即ち造船CIMS全体からみれば使い捨て型プロトタイプングの部分が全体構想確立にむしろ主導的な役割を果たしているのである。

プロジェクトは今後更に造船CIMSとしての機能要件、CIMS導入後の造船所のあり方、特に組織など業務全体に対する影響を検討し、パイロットモデルで検証すべき技術的な課題を明らかにするが、一方専任チームは現在までに与えられた条件の中で想像力豊かにパイロットモデルのイメージをクリアにしつつ、造船CIMS全体構想作りに寄与して行こうとしている。

4. システムの概要

2章で述べた主要機能を実現するためのシステムとして、又3章で述べたプロトタイプングとしての位置づけを配慮しつつ、パイロットモデルを次の方針で検討している。

(1) 造船CIMSの範囲

一般のCIMの概念は生販一体化を実現し、量産品を一品受注のように扱いたいという要件を満たすための情報システムを言う場合が多いようだが、造船CIMSはその意味では前段階あるとも言え、生産システム内の設計と製造の情報統合化を主体としている。これは2章に述べた造船の現状を認識し、今後の造船業存続の可否を決定する部分として未だシステム化出来ていない生産情報の定義部を中心に考えるからである。図9に造船CIMSの範囲をコンテキストダイアグラムに示す。

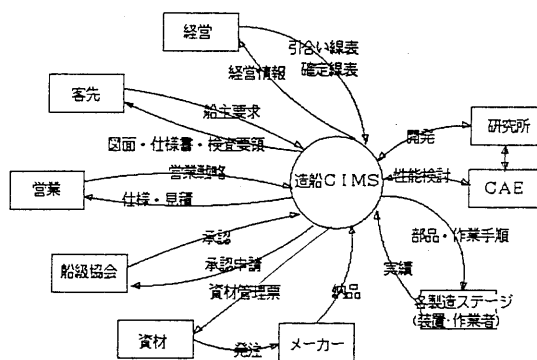


図9 コンテキストダイアグラム

またサブシステムの構成は上記の技術課題とも対応して上記図7を考えている。

パイロットモデルはこの範囲内で最も本質的で、しかも開発の限られたマンパワーで開発可能な部分として配慮され、図10の範囲である。

(2) データベース/モデリング

巨大なデータをワイドル出来、将来のシステム拡張にも対応できるDBとしてRDBを採用する。処理速度の遅さは現状のハードの制約の中で直ちに実用化出来なくてもプロジェクトとしてのメリット、デメリットを報告し、実用システムを提案することで対応する。

図7に示したように膨大なアプリケーション・ソフトが全体として効率的に開発され、保守されるために、造船業務を的確に表現できるモデル操作言語を開発したいと考えている。又データベース操作に関しても必要に応じて造船向けのデータ操作言語を準備する。

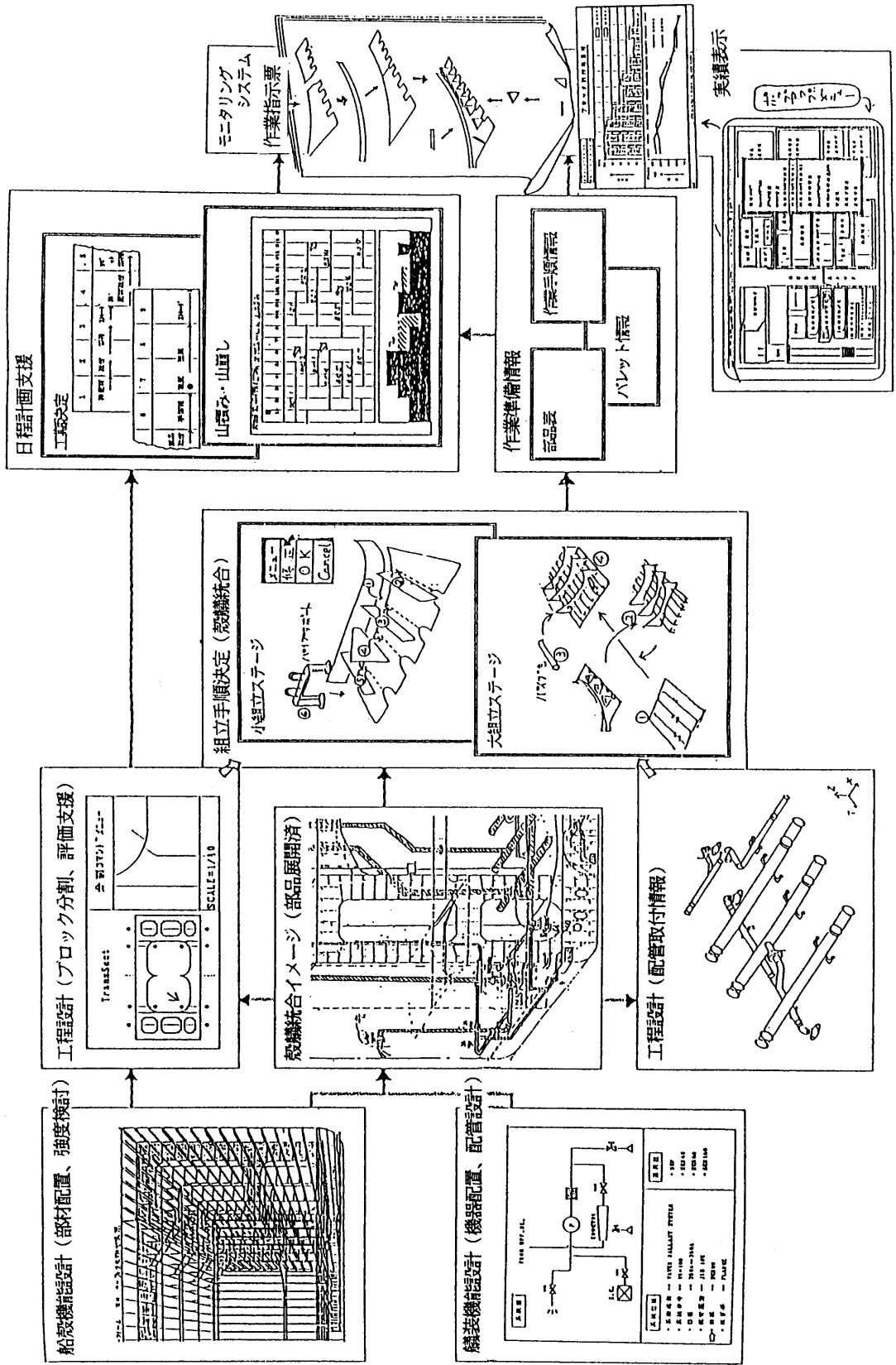


図10 パイロットモデルの対象

例えば図11のパイプの船殻貫通部分に関してパイプ位置の変更に応じて貫通穴が移動する問題に対して効率的にアプリケーションを支援するために、パイプと穴とに関係を定義しておきデータの整合性を維持するために役立てようとするものである。

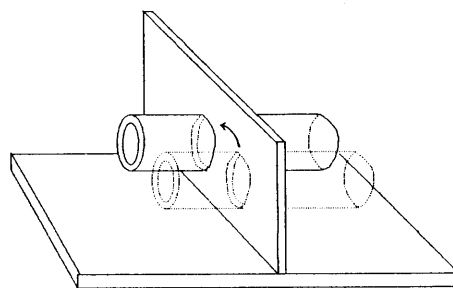


図11 パイプの貫通

(3)アプリケーション

人間が補充してきた柔軟な情報処理を支援するシステムの構築を重点的に考える。すなわち一般的に言えば、可能な部分はエキスパートシステムを縦横に組み込み、従来人間系に頼

った業務を知識ベースに書き写したいわけであるが、現状の技術では100%の信頼度を実現することは困難であるとの認識から、業務担当者に対して可能な限り現実的な提案を行い、ものの決定は担当者に任せることを基本としている。この関係は知識ベースの拡充とともに限りなく自動に近づくものとの期待を含んでいる。

又開発の効率及び利用者の教育等々を十分に意識してヒューマン・インターフェースには大きなウェイトを置き、ウィンドウ関係の標準化の動きなどにも十分なフォローを行なうつもりである。

(4)その他

システムのモジュラリティを高め生産性、保守性を追求するためにオブジェクト指向の採用を考える。特にラビッド・プロトタイピングにも有効であろうとの期待からモデル操作言語の開発言語としてはSmalltalk-80を使用し、状況に依ってObjective-CやC++への書き直しも考える。

又システムの使用機器の機種からの独立を計るため各種国際標準の評価と採用を重視している。

5. まとめ

以上の通り種々の変遷を経て現在のパイロットモデル開発のプロジェクトが進行している。造船CIMSは造船業の体質に直接関係するシステムであり、従って経営の根幹に関わるものである。最終的にはトップダウンで強力に開発を推進しなければならないことは言を待たない。本プロジェクトはそれへ至る過程であって、造船業の体質を変革しなければ業の将来は暗い、という実務レベルの危機感から、その解決策の一つとして造船CIMSの実現性検討を提唱し、各方面の協力を得て青写真を作ろうと言うもので、この後本格システムへどのように展開できるかは、このプロジェクトの成果にかかっている。

素人集団が造船の特徴を十分に捕らえ、最新のシステム技術を借用して業務にとっての夢のシステムを企て、それを百年を越す歴史を持つ造船業の今後の存続のキーとしようとするわけで、その責任は重大であるが、リスクは小さくない。各方面の助言を得て可能性へ向けて全力を上げ取り組みたいと考えている。

尚、本事業はモーターボート競走公益資金による財団法人日本船舶振興会からの補助金を受けて実施されており、同会関係各位に深謝する次第である。