

# 造船CIMの将来像の一考察

橋爪豊\*

## A Study on a Future Image on CIM for Shipbuilding By Yutaka Hashizume\*

### Abstract

At first, this paper presents the progress and a brief guide on the main research projects on CIM for shipbuilding in Japan. Secondary it does the outlines of the researches on CIM for Shipbuilding in Ship Research

Institute. We, in SRI, have mainly studied on the concept design of the future images on CIM for shipbuilding. Those consist of four themes. Finally it presents a view of the future images of shipbuilding.

### 目次

1. まえがき
  2. 造船CIM研究の現状
    - 2.1 造船CIM研究の流れ
    - 2.2 船研における造船CIM研究の現状
  3. 将来の造船CIMについての展望
  4. おわりに
- [参考文献]

### 1. まえがき

現在、大学、学会、シップアンドオーシャン財団をはじめ、各方面で造船CIMの研究が精力的に取り組まれている。<sup>1)2)3)4)5)</sup>

造船界では、当初は造船CIMSという呼称が用いら

れていたが、最近は造船CIMと言われているので、本報告でも造船CIMという呼称を用いる。

CIMとは、Computer Integrated Manufacturingの頭文字をとった略語である。その意味は受注から企画、設計、生産迄のシステムをコンピュータを用いて統合し管理しようということである。

製造業のCIMには二つのターゲットがある。一つは自動化であり、二つ目は情報化である。その製造業の現状と特徴により、自動化と情報化の進展の度合いは変わるが、最終的にはこの二つの達成が目標となる。

造船業は製造業であるが、同じ製造業でも自動車産業とは、大きく異なった特徴を持っている。表-1に造船業と自動車産業の比較を示す。<sup>5)</sup>

製造業のCIMの先進産業と言われている自動車産業は、繰り返し受注生産であり、製造ラインが自動化

\* システム技術部

原稿受付 平成4年4月28日

されており、ロボットもかなり導入され、ラインを流れていくうちに製品が完成することになる。一旦設計案が決定されれば、基本的に設計変更はないが、様々なオプションが設定されており、ユーザーはそのオプションの範囲内で自分の望む車を手に入れる事ができる。

これに対し、造船業の特徴は一品受注多品種小量生産であり、受注から建造、引き渡し迄の期間が長く、建造中の設計変更が避けられない。船は巨大な製品で、部品数も膨大であり、製造工程も複雑である。しかし情報の統合化がなされていないために、建造工程で必要とされる情報を迅速に正確に生成することは、現在の体制では限界にきている。そのため、現在でも工事の手待ち等の非実作業の比率が大きい。生産現場においては、熟練技能者の経験や勘に頼ることが多く、労働集約型産業のイメージを持たれている。

近年、若者の製造業離れが顕著であり、造船業もきつい、汚い、危険の、いわゆる3K産業の代表格とみなされ、企業としての魅力が薄れている。日本の代表的な基幹産業である造船業が、将来にわたって高い国際競争力を維持し、製造業の中で劣後化することなく、魅力ある地位を回復するためには、これらを抜本的に改め、情報の統合化を進め、労働集約型から知識集約型産業への転換をはかることが不可欠である。

本報告は日本における造船CIM研究の現状と、船研における造船CIM研究の内容について概要を説明し、将来の造船CIMの展望について簡単な考察を行った。

## 2. 造船CIM研究の現状

### 2.1 造船CIM研究の流れ

日本における造船CIMに関する研究は昭和60年頃から始まっているが、主なものは次の二つである。

・SR210研究部会（昭和62、63年）<sup>4)6)</sup>

「新世代造船システムに関する調査研究委員会」<sup>2)</sup>

造船CIM構築の方法と可能性について調査し、本格開発に先立ちパイロットモデルの開発を行い、各種要素技術の検証を行うことが有効である等の提言を行い、造船CIM開発のアウトラインが構築された。

・シップ&オーシャン財団の造船CIMプロジェクト（平成元年～3年度）<sup>5)</sup>

「造船CIMSパイロットモデルの開発研究委員会」

造船CIMのパイロットモデルを開発し、総合評価を行うことにより、実用システムのあるべき姿を明確にし、本格開発に向けての提言を行うことを目的として

いる。要素技術として、プロダクトモデル、アプリケーションプログラム、データベース、オブジェクト指向言語、ユーザーインターフェース等の構築及び利用技術を開発している。主な対象は設計と生産部門のCIM化であり、受注から設計、生産部門にいたる迄の情報の統合化、高度化により無駄な作業をなくすことと、エキスパート・システムの導入により未熟練工でもできる船造りを目指した研究が行われている。

### 2.2 船研における造船CIM研究の経過と位置づけ

・SR210と同期して行われた指定研究「新世代造船システムの研究（昭和62年～63年）」<sup>7)</sup>では、新しい造船システムとしての造船CIMの設計概念について、多面的に考察を加えた。まずCIMには一般的に、自動化と情報化（知能化）の二つの側面があることを明かにした。そうして造船CIMの場合は自動化の方向ではなく、まず情報化の方向に進むべきだと提唱し、造船CIMのあるべき概念と使われるであろう技術を示した。

・本報告は現在の平成元年から3年度迄の指定研究「造船CIMSの開発における先導的技術分野の研究」をまとめたものであるが、財団CIMのあとにくる次世代造船CIMで必要になると考えられる将来技術のうち、船舶建造自動化及びマンマシン・インターフェースに関する概念設計と、造船CIMの経済性評価手法、造船基本設計過程への最適設計手法の適用の研究を行った。

以下に、各報告の概要を記す。

①船舶建造自動化に関する一考察（組立手順の自動生成、建造自動化手法の概念設計）<sup>9)12)13)</sup>

将来の造船所では、工場のより知的な自動化が進むと考えられる。現在でも板材の卦書き、切断、溶接等には、自動化は一部導入されているが、数値制御の域にとどまっている。将来は、ロボット自身が判断して作業を行う、いわば知能型のロボットが導入されると考えられる。その為の要素技術として、組立手順の自動生成と、船体建造自動化システムの概念設計の研究を行った。現在の組立作業は、熟練技能者の勘や経験に頼って行われる事が多いが、その中には必ずしも効率的ではない手順が含まれている可能性がある。

組立手順の自動生成手法は、現在の人間による組立作業手順の検証にも役立つ。

組立手順の自動生成手法として、①GPS(General Problem Solver)による方法、②LISPによるエキスパート・システムによる方法、の二つについて検討し

た。GPSをロボットアームに組み込んで、簡単な船体モデルの組立を行った。

また将来造船所で、船舶建造が自動化される場合、建造手順書作成部分と建造部分の作業分担、データベースの仕様、建造方式等の建造自動化手法の概念設計を行った。

#### ②マンマシン・インターフェースの高度化及び造船CIMへの適応の研究<sup>14)</sup>

造船業は受注から設計、生産、引渡しに至るまで、非常に大規模なシステムである。CIM化が進むと造船業の上流から下流までの至るところで、人間とコンピュータ(CRT画面)の対話が必要になる。

またコンピュータを使用する人は、経営者、設計者、工程管理者、技能者と様々であり、使用目的も、レベルも初心者から熟練者まで様々である。それぞれの使用者が、いかに効率よく正確に情報を取扱えるかは、CIM化の成否を大きく左右する。

大規模な製造システムである造船業で、マンマシンインターフェースの果たす役割について考察を行った。

ここではマンマシン・インターフェースを、人間とコンピュータを単に繋ぐものでなく、システム・マネージャーとしての役割を果たすシステム・マネジメント・システムと捉えた。そうしてシステム・マネジメント・システムの構成、機能、使用形態等について概念設計を行い、システム・マネジメントシステムが、造船CIMのような大規模システムのインターフェースとして有効であることを確認した。

#### ③造船CIMの経済性評価手法の研究<sup>10)15)</sup>

造船業のように巨大で複雑なシステムにCIMを導入するためには、莫大な投資額を必要とする。そのため、システムそのものの評価とともに、経済性の評価が欠かせない。ここでは経済性の評価手法について検討を行った。

CIMのもたらす効果は予想外に大きいものであるが、その性格が過去の設備投資と全く異なるため投資の経済性を評価することが難しい。

まずCIMの経済性評価手法の調査を行った。その結果をもとに、従来の、投資額と利益という定量的な経済性評価手法を一步進め、政治、経済など外部要因の影響を受けやすい造船業のCIM化に適した経済性の評価手法として、KSIM法に注目した。このKSIM法を用いて、造船CIMの経済性評価モデルを作製した。KSIM法では競争力や技術力、企業イメージ等、従来の方法では定量化しにくいものもシステム変数として取り扱

え、CIM導入の波及効果を時系列でシミュレーションすることができる。またシステム変数の決定は、参加者がシミュレーション結果を見ながら、討論により決定することができる。

システム変数のパラメトリックスタディを行い、CIM導入に及ぼす定性的効果を把握し、より合理的な投資判断に資するための研究を行った。その結果としてKSIM法が、造船CIMのように、複雑で大規模なプロジェクトの、意志決定手法として有効である事を確認した。

上記①から③の研究については、本報告の後半部で詳述している。この他に下記④の項目についても研究を行ったが、この研究については、近い将来別途報告する予定である。

#### ④造船基本設計における最適設計手法の研究<sup>11)</sup>

設計はルーチンワーク的作業と、設計者の高度な思考を必要とする部分が混在した作業である。在来型の船の設計については、ルーチンワーク的作業が多く、この部分はコンピュータを利用した形態とする事が望ましいが、一般にはまだコンピュータ援用化が遅れている。

基本設計段階におけるこのような作業に、最適設計手法を導入する為の研究を行った。

将来的には設計者の高度な思考を必要とする部分についても、コンピュータ等による支援が望ましい。

### 3. 将来の造船CIMについての展望<sup>4)5)</sup>

今後10数年の造船業のおかれた状況を予想すると、まず建造量は基本的には現状維持と予想されるが、景気の波により大きく変動することも考えられる。

またドック等の建造能力は現状維持と予想される。労働力は現在の主力である大量の高齢者が退職するため、熟練技能者が減少し、未熟練工が増える。また若者の製造業離れと、労働時間短縮の影響により、必要な労働力の確保が困難な局面も予想される。しかし造船CIMにより、エキスパートシステムが導入され、情報の統合化が進めば、工程管理、物流の管理が容易に行えるので、同じヤードで船舶以外の海洋構造物やプラント等の他の重工業製品も混在して生産できるようになり、生産性の向上とも相まって、船舶の建造量変動への柔軟な対応が可能になるであろう。生産部門の技術者は、現在のように工程管理に忙殺されることから開放され、製造工程の改善等、より創造的作業に従

事できるようになると思われる。

造船CIMの導入により、設計と生産部門の情報化は基本的に達成される。またエキスパートシステムが導入され、労働集約型産業から知識集約型産業への転換が進むと予想される。

次世代の造船CIMにおいては、基本的に次のことが行われると考えられる。

#### ①設計部門と開発、研究部門の緊密化、統合化が進む

現在は船級協会のルール・ベース中心の設計が行われているが、将来は数値水槽(CFD)の実用化や船体構造解析技術等の高精度化、標準化が進み、在来船はルール・ベースで、新形式船は、新船体構造設計法(ADDA)による設計へと移行するであろう。また研究で得られた成果が、速やかに造船CIMに取り入れられ実用化される。これによりルール自身も、より合理的になる。

使いやすいユーザーインターフェースが実現され、設計や建造がより効率的に行えるようになる。

将来は生活様式の多様化、余暇時間の増大等が予想される。これに伴い種々の形式の新形式船、高付加価値船の出現が予想される。現在は新形式船の開発にたいしては、大勢の人手と、膨大な費用がかかり、実用化までに長期間かかるが、将来は開発手法、ツールの高度化により、高品質の新形式船を迅速に設計、建造できるようになり、高い国際的競争力を維持できるであろう。

#### ②生産部門では工場の知的な自動化、省人化が進む

しかし自動化といっても一品受注少量生産、巨大で重量物という造船業の特殊性は、将来も基本的に変化はないと思われるため、自動車のように生産ラインの自動化はメリットが少ないと考えられる。将来もブロック等重量物の運搬はクレーン、台車等で行う事は基本的には変わらないと思われるが、自動化の一手段として、クレーン自身を知能ロボット化することが考えられる。組立作業においても、知能化されたクレーンと知能型の組立、溶接、玉掛け等を行う作業ロボットが共同作業を行い、人間は手直し作業、安全確認や監視役となるであろう。これにより技能者は、いわゆる3K(危険、きつい、汚い)の作業から、基本的に解放されることが期待できる。

#### 4. おわりに

日本における造船CIM研究の現状、及び船研報告の概要の説明と将来の展望について簡単な考察を行った。

これらはコンピュータ技術、ロボット技術、解析技術等の高度化、実用化を前提としているので、これらの技術の進展の度合により、次の世代の造船CIMの基本構成が左右されると思われる。またCIM化が進むほど人間の作業自身は単純化するので、CIM化工場における働きがいとは何かについての考察も必要になると思われる。

#### 【参考文献】

- 1) 小山、大和他：プロセスプランニングエキスパートシステムの研究、造船学会論文集、第168号、平成2年12月
- 2) 野本他：タンカーの設計・生産支援システムの構築に関する研究、(造船CIMのための設計・生産情報獲得支援システムの構築(その3))、造船学会論文集、第169号、平成3年6月
- 3) 古賀：造船CIMSのための構造設計過程の表現に関する研究、造船学会論文集第169号、平成3年6月 他多数
- 4) 造船研究協会：新世代造船システムに関する調査研究報告書、SR210、平成元年
- 5) S&O財団：造船CIMSパイロットモデルの開発研究委員会平成元年度&2年度報告書
- 6) 宮本：新しい造船システムの研究開発について、第53回船研発表会講演集、平成元年
- 7) 沼野他：新しい造船システムの設計概念、第50回船研発表会講演集、昭和62年
- 8) 橋爪、金湖：造船CIMSの研究の現状とその将来について、第58回船研発表会講演集、平成3年
- 9) 菅澤、金湖他：General Problem Solver(GPS)による船体自動組立法について、第54回船研発表会講演集、平成元年
- 10) 染谷：造船CIMの経済性を検討するための手法について、第56回船研発表会講演集、平成2年
- 11) 多賀、沼野：造船における最適構造設計におけるシステムのアプローチ、第57回船研発表会講演集、平成3年
- 12) 菅澤他：船体自動組立に関する一考察、第58回船研発表会講演集、平成3年
- 13) 田中、金湖他：造船CIMSにおける船舶建造自動化に関する一提案、第58回船研発表会講演集、平成3年
- 14) 奥住他：造船CIMSのマン・マシン・インターフェースの一考察、第58回船研発表会講演集、平成3

年

- 15) 染谷他：造船CIMSの経済性を検討するための手法について（第2報：定性的効果を評価するための手法について）、第58回船研発表会講演集、平成3年

表-1 造船産業と自動車産業の比較

造船産業	自動車産業
一品受注生産	繰返し受注生産
小量生産	大量生産
生産期間長く、設計変更有り	生産期間短く、設計変更なし
製品が巨大、生産ラインの自動化に不適、治具が動く	生産ラインの自動化に適した製品規模
情報の不備、不整合、伝達遅れが顕著	情報の生成、伝達、変更の容易化、迅速化を実題
熟練技術者、技能者に依存した生産形態	生産ラインの自動化、未熟練工化実現
設計、生産情報の高度化、統合化が最優先課	開発設計の迅速化と販売、生産情報の合化に重点