

9 次世代造船システムの構想

平方 勝*, 松尾 宏平*, 谷口 智之*, 竹澤 正仁*

Concept for future shipbuilding systems

by

HIRAKATA Masaru, MATSUO Kohei, TANIGUCHI Tomoyuki
and TAKEZAWA Masahito

Abstract

Due to the severity of the environment surrounding Japan's shipbuilding industry, it is necessary to establish a stable management base for the shipbuilding industry and strengthen international competitiveness. The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism discussed with the Future of the Marine Industry Group the future of Japan's shipbuilding and marine industry, such as changes in maritime clusters and value-added areas. To support the development of Japan's shipbuilding industry while paying close attention to technological innovations such as digitalization, the National Maritime Research Institute organized the Next-generation Shipbuilding Design System Study Group. We propose a concept for future shipbuilding systems using the discussions of this group as our basis.

* 産業システム系

原稿受付 令和2年4月30日

審査日 令和2年6月5日

1. はじめに

我が国の造船業を取り巻く環境は、以前にも増して、非常に厳しい状態が続いており、造船業の安定した経営基盤の確立と国際競争力強化は喫緊の課題である。国土交通省においても、海事クラスターや付加価値領域の変化など、我が国造船・船用工業が向かうべき将来像について、「海事産業将来像検討会」で議論を行ってきた。このような産官学が一体となった海事産業の将来像に関する議論の流れ、デジタル化など技術革新の動きを注視しながら、我が国造船業の発展を支えることを目的に、海上技術研究所が事務局となって、「次世代造船設計システム研究会」（以下、研究会という）を設置した。

研究会は、大学、造船所、船用機器メーカー、日本船舶技術研究協会、日本海事協会、システムベンダー等が会員となり、国土交通省海事局 海洋・環境政策課、船舶産業課がオブザーバーとなり開催された。研究会は、令和元年11月から2ヶ月にわたって、4回開催された。第1回から第3回は、テーマに沿った講演と意見交換を行った。第4回は、それまでの議論を踏まえて全体取りまとめの議論を行った。

大型ロット発注への対応や設計・開発リソースの集約等を念頭におくと、従来ライバルと位置付けていた同業他社とのアライアンスが大きな武器になり得、そのためには情報共通基盤の整備が必要と考えられる。本稿では、想定することの困難であったライバル社との連携も有り得るといった社会システムの変革をも含むものとして次世代造船システムの構想を検討した。

2. 造船業を取り巻く現状

2.1 韓国・中国との競争状況

現在、韓国、中国の造船所は巨大グループに集約している。韓国・中国の大手造船所は、日本と比較して大規模な造船設備（ドック・船台）を保有しているほか、従業員数、敷地面積の規模も大きい。一方、我が国造船所は、経営統合等にむけた動きがあるものの、韓国・中国のような2大グループ化までには至っていない。

このような海事産業の実態をうけて、国土交通省では、「海事産業将来像検討会」を開催している。本検討会では、我が国の造船・船用工業等の海事産業は、国際的な物流手段の確保は言うに及ばず、国内における地域の経済、雇用を支えてきたこと、海洋立国としての我が国の社会経済の基盤を提供してきたこと、経済成長や安全保障に貢献してきたことを踏まえて、将来に向けた方策を検討してきた。そのなかで、造船業における企業間連携、協業、統合の促進他、多方面にわたる議論を行い、その検討結果を取りまとめ中である。

2.2 デジタル化を踏まえた技術革新の流れ

現在、第4次産業革命といわれるように、デジタル化を中心とする技術革新が国際的に広がっている。アナログをデジタルに変換するデジタイゼーション、業務プロセス全体を完全にデジタル化し、既存サービスの付加価値向上、業務の効率化等を目指したデジタイゼーション、さらにその先に、経営の仕組みやビジネスを作り替えることを目標にしたデジタルトランスフォーメーションの動き等が、海事分野でも話題になっている¹⁾。

造船所での設計は、基本計画から基本設計、詳細設計、生産設計へと進んでいく。3次元CADをベースにPLM (Product Life Cycle Management)と一体となったソリューションを提供するサービスがある。設計の上流工程で作成したデジタルデータを下流工程で追加・更新する。上流工程から下流工程におけるデジタルデータの一貫性が、業務効率を向上させることにつながる。これは、デジタイゼーションによる業務プロセスの変革である。また、CADシステムの特徴や、業務効率等の面から、設計段階に応じて異なるCADシステムを用いる場合もある。このようなケースでは、円滑なデータ連携を行うためのAPI (Application Programming Interface)等が必要になってくる。一体となったソリューションも、設計段階に応じて異なるCADシステムを用いる場合も、設計部署を超えたデータの連携を円滑に行うことによる業務効率化、設計リードタイムの短縮化など、設計プロセス全体の最適化の観点から、設計・建造を見直していくことは必要である。

デジタル化の動きは、建築業においても、積極的な取り組みが進んでいる²⁾。造船業は、一品受注産業である。そして膨大な数の部品を取り扱う。また、船舶の構造部材寸法等を決定する機能設計は、ブロック分割、すなわち造船所のクレーン能力等施設の影響、工程設計等と関連する。そのため、設計上流段階において、他の構造製品以上に建造を意識した設計を行う必要もある。これは、造船設計の特徴の一つと考える。一品受注産業である建築業など、類似する業界のデジタル化の動きは、造船業界のデジタル化において、参考になると考える。

韓国、中国の造船所は、生産性向上を目的に、システムベンダーと協力して、生産シミュレーション等のデジタル化に積極的に取り組んでいる^{3), 4)}。

3. 課題と解決策

我が国の造船業は、韓国、中国の造船業と比較して国際競争力（特に、価格競争）において、厳しい状況にある。これに打ち勝つためには、安定した経営基盤を取り戻し、国際競争力強化のために生産性向上を目指して、直面する課題を解決していく必要がある。そこで、我が国造船業界が直面する課題を整理し、その解決策の検討結果を以下のとおりまとめた。

経営上、売り上げをいかに上げるか、これは至上命題であるが、価格と建造量をいかにコントロールするかにかかる。価格面での改善を行うにあたって、バーゲニングパワーをねらった共同調達、受注量の確保など規模による改善と固定費の削減、生産性の向上など効率面での改善が考えられる。

ここでは、コスト競争力強化と生産性向上の二つを課題とした。これら二つの課題を解決することで、適正な受注機会の確保、例えば、大型ロット発注ははじめ顧客への選択肢の充実が実現できると考える。

コスト競争力を強化するためには、研究・開発、営業・引き合い、設計、調達、建造と様々な段階での課題と解決策が考えられる。我が国の造船における課題として、研究・開発、設計段階では、人材不足が原因と考えられる設計工数の増加が挙げられる。このような課題には、現在、造船所毎に取り組んでいる開発・設計を共同で行うことが解決策の一つと考える。また、ロット受注に我が国造船所が対応できていないとの懸念もある。このような受注機会を逸失しないためにも、共同営業、共同調達は一つの解決策である。韓国・中国

の造船業が巨大グループ化する国際事情を考慮すると、期待される解決策の一つであり、それを実現するためのアライアンス体制整備が必要と考える。

また、契約段階のような初期段階では、不確定な項目が多い中で精緻な見積を作成する必要がある。そして、見積もりを超えるコスト増を引き起こさないように、プロジェクト管理を徹底する必要がある。不確定な因子を含んだ計画モデルを精緻なものにモニタリングを通じて修正していく必要がある。プロジェクト管理を徹底することを目的に、デジタルツインの実現が挙げられる。ここでは開発・設計から竣工までを対象にした工場デジタルツインを解決策の一つと考える。

3.1 アライアンス体制

解決策の一つに、アライアンス体制を挙げる。図-1は、アライアンス体制のイメージである。ここでは、船舶の発注ごとにアライアンスの組み合わせが柔軟に行える運用をイメージしている。この仕組みを機能させるためには、ファシリテーターが必要と考える。受注段階から船用メーカーと情報共有を行うことによって、造船所・船用メーカー双方の工程管理に改善がみられると考える。そこで、造船所だけでなく、船用メーカーも参加することを考える。

アライアンスにて受注する場合、既存の工場施設能力をベースに考える必要がある。そのため、ブロック分割位置も可能な限り揃える必要があると考え、建造する造船所の工場施設能力が同程度であることを前提にする。そして、生産設計図面を可能な限り同一にすること、すなわちファシリテーターが建造する造船所の能力を把握した上で、アライアンス間で同一の生産設計図面を作成することが必要である。

現在、各造船所で使用しているCAD等のシステムは様々であるが、計画・設計・調達・建造にわたって必要なデータ、情報を連携できるようにしなければならない。そのためには、図面内の名称等の標準化（コードの体系化）と情報連携基盤（APIを作成してCADデータ等を連携していく仕組み）を並行して整備する必要があると考える。

アライアンスの組み方は、営業、調達、開発、設計、建造、様々な段階で行い、柔軟性をもって、各社の建造計画に合わせて行うことが望ましいと考える。

共同営業・共同調達を考えた場合、仕様書等の統一化、調達品発注書等の統一化が考えられる。共同設計の場合、設計標準の統一化、図面名称等の標準化が考えられる。共同建造の場合、工作要領、工作標準の統一、部品の標準化、規格化（鋼板サイズ、小組部材等）等の標準化等が必要であると考える。

建築業界では、BIM (Building Information Modeling) を推進している。BIMは、コンピュータ上に作成した主に3次元の形状情報に加え、室等の名称・面積、材料・部材の仕様・性能等属性情報を併せ持つ建物情報モデルを構築するシステムであり、設計から施工、維持管理のプロセスの標準化・共通化に向かっている²⁾。参考となる取り組みだと考える。

最近の製造業は、BOM (Bills of Materials) を構築し、管理する動きがある。大量の部品を取り扱うこと、数多くの船用メーカー、協力会社等と大量の図面・情報をやりとりすることを考えると、造船において、BOMを整備することが求められる⁵⁾。艤装品の手配等の効率化等、生産効率を改善することが期待できる¹⁾。

3.2 工場デジタルツイン

造船所の課題に、受注時の精緻なコスト算出、手戻りによる工程遅延防止等が挙げられる。設計の上流でPDCAサイクル(plan-do-check-act cycle)を何度も廻し、リスクの早期発見と対策の立案、造船現場への設計情報の提供などが求められる。そこで、コスト競争力強化に向けた取り組みに加え、生産性向上にもつながる対策の一つに、図-2に示すような工場デジタルツインを考える。

工場デジタルツインは、①初期段階における精緻、最適な生産計画、コスト算出のために、建造シミュレーションによる計画(Plan)を行う。緻密な計画を立てることが求められるため、建造シミュレーションモデルを改善していくことを考える。そこで、②建造過程のモニタリングによる管理に加え、③分析、④改善等が行えることを考える。シミュレーション等計画を行うCyber空間と現場工程にあたるPhysical空間のツインを構成し、工程管理を徹底する。緻密な計画通りの建造を行うことでコストアップを回避することを目指す。短納期建造による国際競争力強化にもつながると考える。

現在、離散イベントシミュレータによるシミュレーションが市販システムに導入されている。韓国、中国造船所の中には、これらを利用しているとの報告もある^{3),4)}。現場に負担をかけないため、IoT等を活用した工場内モニタリングの実用化、その後の分析・評価(改善)等を含んだ全体見直しが求められる。そのなかで、AI技術の導入、開発も必要と考える。

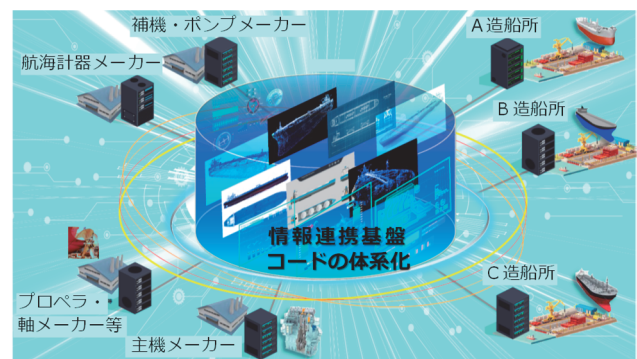


図-1 アライアンス体制

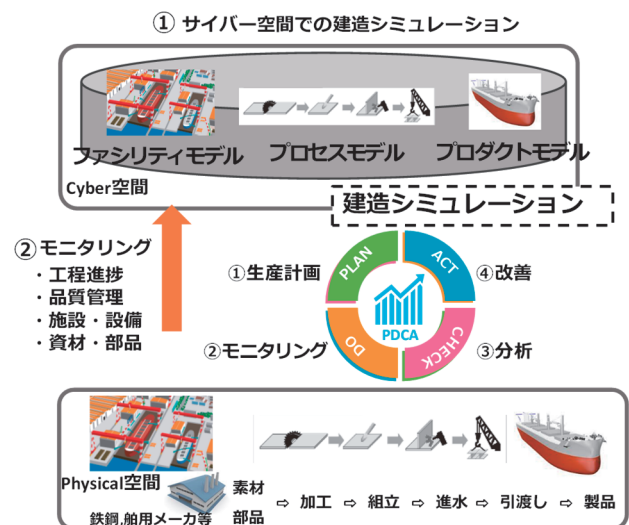


図-2 工場デジタルツイン

4. おわりに

我が国造船業の国際競争力強化を実現すべく、海上技術安全研究所が主導して産官学による研究会を設置した。本研究会では、「造船 CIMS の教訓を踏まえた次世代設計システムのあり方」、「デジタル化等最近の技術革新の動向」、「海事産業の将来像」、「建築業の動向」、「CAD 等システムの最新動向」をテーマに議論を行った。日本造船業の国際競争力強化に向けては、各社の競争力強化に向けたより一層の取り組みに加え、アライアンスを組んで受注機会を増やすことも一つの選択肢と考えられる。今後の取り組みについて、以下の通り提言する。

1. 設計の長期化によるコストアップを抑えるため、新船型船の図面共有に向けて、図面に記載される名称等種々の標準化（コードの体系化）
2. アライアンスを組む際に、標準化を踏まえた情報連携基盤（データの相互連携）、調達・部品管理を円滑に行うための BOM 等の構築
3. 手戻り低減による追加のコストの抑制ならびに生産効率・品質の向上のために、PDCA サイクルの管理を確実にする。そのための、初期段階における精緻、最適な生産計画を可能とする計画シミュレーション技術の整備。さらには、モニタリングによる予実管理、分析・評価を踏まえた改善を行う工場デジタルツインの構築

海上技術安全研究所は、我が国造船業の国際競争力強化に向けて、リードタイム短縮に加え、大型ロット発注や設計リソースの集約への対応を可能とする情報連携基盤の整備の課題を解決するために、造船所の生産性向上に焦点を当てた研究開発を進めていく予定である。

謝辞

本調査研究にあたり、海上技術安全研究所が主催した「次世代造船設計システム研究会」での議論によるところが大きく、関係各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 平方勝：次世代の造船設計システム構想，日本船舶海洋工学会東部支部ワークショップ『AI/IoT を活用した設計・生産技術』，（2020）（予定）
- 2) 洪流，志手一哉：BIM を中核としたサプライチェーンに関する考察—DOI の活用に着目して—，日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸），（2019），pp.117-118
- 3) D. K. Lee et.al.：Simulation-Based Work Plan Verification in Shipyards, Journal of Ship Production and Design, Vol.30, No.2（2014），pp.49-57
- 4) Y.-K. Jeong et.al.：Shipyards Block Logistics Simulation Using Process-centric Discrete Event Simulation Method, Journal of Ship Production and Design, Vol.34, No.2（2018），pp.168-179
- 5) 田村嘉弘，白井徹，梶原一友，太田弘，古川和則：造船 BOM（部品表システム）の構築と活用による艤装品の管理と整流化，三菱重工技報 Vol.47 No.3（2010），pp.108-113