

2013年度

中小型、内航造船所の3次元 CAD の
連携・共同利用の実証(その2)

—生産性向上と設計技術の高度化のために—

成果報告書(概要版)



2014年 6月

一般財団法人 日本船舶技術研究協会

3次元 CAD の連携・共同利用の実証

1. 実証研究の背景と目的

近年の情報通信技術（ICT）の進展に伴い、インターネットを介した使用環境が整ってきた。3DCAD のシステム自体も改良が重ねられ使い勝手も向上しており、難しいと見られていた中小型、内航造船所でも導入に成功する造船所が現れた。

一方で、中小型、内航造船業界では、設計技術者の高齢化が進んでおり、3DCAD の導入以前に、設計技術者の確保、育成の対策が急務となっている。

本研究では実証運用を行い、3DCAD の連携・共同利用の有効性、実用性を実証することを目的とした。特に 3DCAD 導入に躊躇する大きな要因となっている 3DCAD を扱える設計技術者の不足と、3DCAD は設計時間が大幅に増加するのではとの懸念を定量的なデータにより払拭することを目的とした。

2. 事業計画

本研究は一般財団法人日本船舶技術研究協会（以下船技協と略す）の研究開発促進基金を用いて行った。

本研究は船技協が推進すると共に、株式会社エス・イー・エー創研（以下 SEA 創研と略す）と請負契約を締結し、3DCAD の実証運用のための調査を実施した。

（1）研究目標と期間

① 生産性の向上の実証

設計工数が増加するのではとの懸念を払拭するために、鋼材のネスティング、資材管理表、管一品図作成、管受け台製作図作成等の、生産設計部分まで含めた作業工数を算出して、これを分析して、トータルでの工数を定量的に実証することとした。

② 設計技術の高度化の推進

フロントローディング（事前検討）による機関室配置の高度化、フレックステザインによる新しい標準船のコンセプトの検証を行うこととした。

研究期間は 2013 年 6 月～2014 年 6 月までの約 1 年間とし、概ね図 1 の実証運用スケジュールにて実施することとした。

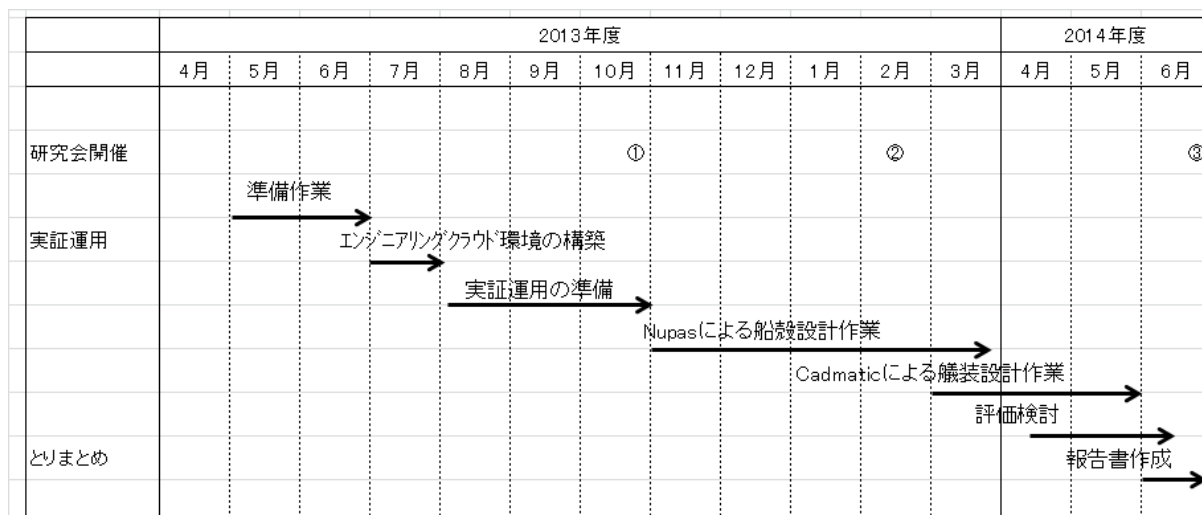


図 1 実証運用の研究工程

(2) 研究体制

下ノ江造船株式会社（大分県臼杵市）
 山中造船株式会社（愛媛県今治市）
 前畑造船株式会社（長崎県佐世保市）
 株式会社エス・イー・エー創研（長崎県佐世保市）
 富士通株式会社
 郵船商事株式会社
 一般社団法人 日本中小型造船工業会
 一般財団法人 日本船舶技術研究協会

(3) 3DCAD 船殻設計の実施方策

実際に山中造船で建造された 499GT 型貨物船「山鋼丸」(先進 CO₂ 低減化船、2011 年建造) をモデル船として選定し、3DCAD による設計を展開することとした。2 次元設計との比較のため、上部構造部を除く主船体部の全てを実施することにした。



図 2 499GT 型貨物船「山鋼丸」(提供：山中造船)

① 船型モデル

鉄道運輸機構および山中造船の承認、協力を得て、図 2 および図 3 に示す「山鋼丸」の主要目表、船体線図、配置図、構造図、計算書等の図面および図書が提供されるものとし、下記 3DCAD モデルを作成するものとした。

- ・主船体船殻構造モデル
- ・機関室配置モデル

② 3DCAD システム

2012 年度に使用した Nupas-Cadmatic 各 1 セットに各 2 セット追加して、合計各 3 セットをエンジニアリングクラウド環境において、連携・共同利用できるものとし、サーバーは引き続き佐世保の SEA 創研に設置することとした。

③ 作成図面、図書

- ・船殻構造モデル (Nupas)
- ・機関室配置モデル (Cadmatic)
- ・重量・重心計算書
- ・鋼材ネスティング図および鋼材寸法表

④ 作業の実施

SEA 創研にて主船体構造部の 3DCAD 化を行い、山中造船にてそのチ

チェック&レビューを行うこととした。

⑤ 作業効率の評価

これらの設計作業時間を計測し、3DCADの習熟度も勘案して、3DCADの設計時間を算出し、従来の山中造船での実績と比較評価することとした。

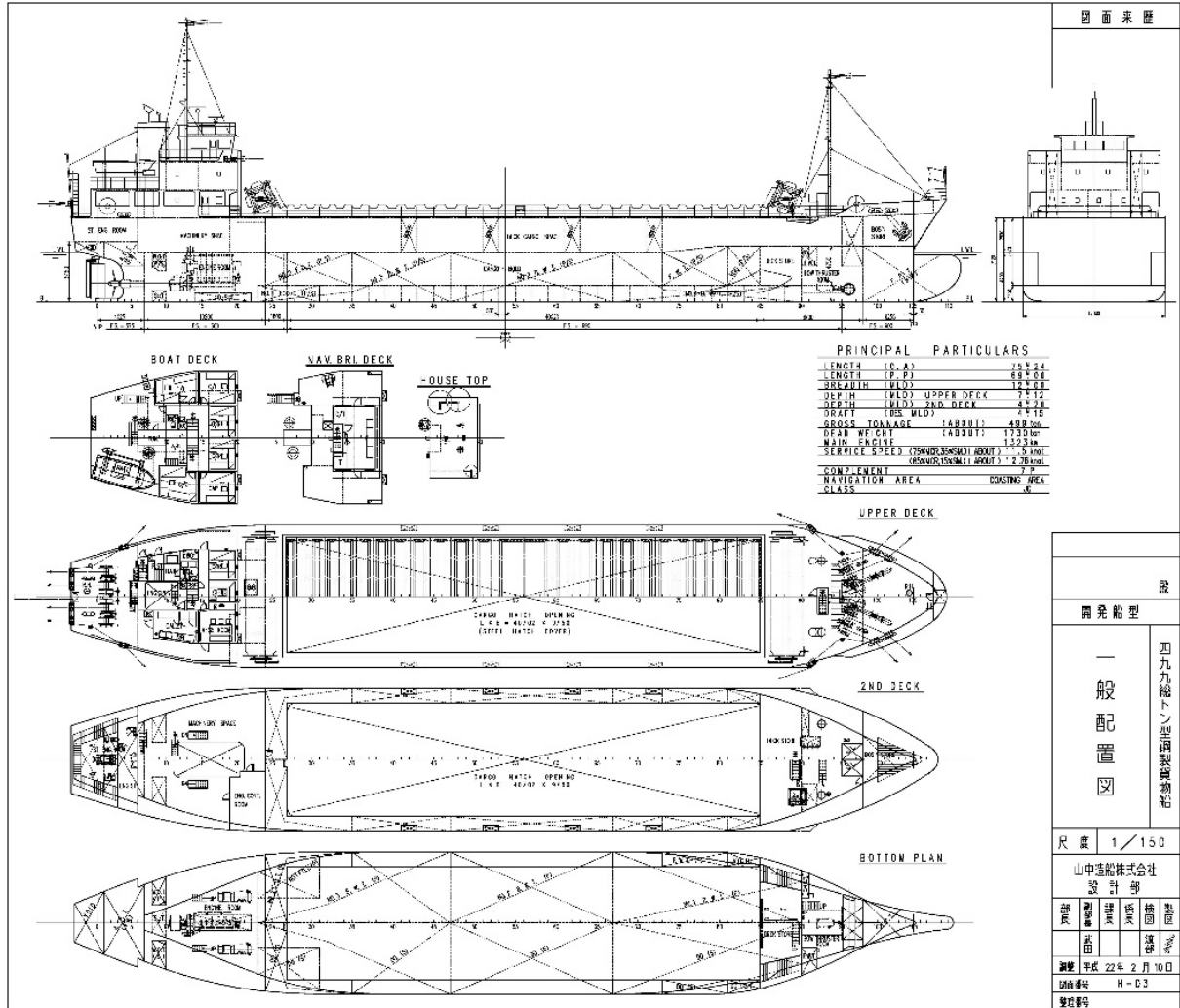


図3 「山鋼丸」一般配置図（鉄道運輸機構、山中造船提供）

(4) フレックスデザインの実証

新しい標準船のコンセプトであるフレックスデザインの検証として山鋼丸をペアレントとし、これをトポロジー理論に基づく連続的変形により修正した船型の性能、構造と艤装配置の合理性および適用限界を確認することとした。新しい標準船のコンセプトとしてフレックスデザインの有効性、実用性を検証することとした。

(5) 機関室配置の検討

3DCAD で機関室配置設計を行う場合の、設計工数を定量的に把握するとともに、従来の2次元設計と比べて、一品図作成等の生産設計も含めて考えれば、それほど大きくはならず、3DCAD の利用は中小型造船においても、生産性向上に有効であることを示す。さらに、3DCAD により、人間工学的な作業性に配慮した、合理的な機関室配置が可能であり、設計技術の高度化にも有効であることを実証することとした。



図4 山鋼丸の機関室（提供：山中造船）

- ① 機関室の3D配置図作成の工数を下記の作業ステージ別に把握する作業はSEA創研と山中造船、前畑造船、下ノ江造船等にて分担し、作業内容と作業時間を分析し、生産設計を含むトータルで大差ないことを示す。
- ・GA、構造図トランスファー
 - ・主要機器配置
 - ・交通装置配置
 - ・配管
 - ・弁、金物、受け台、配置
 - ・管一品図作成

- ・管金物図作成
- ・重量重心計算

② フレックスデザインへの対応検討

今後の研究課題の準備のための、船殻設計と同様に艤装の配置設計、特に配管設計でフレックスデザインがどのようにできるのか、予備検討を行うこととした。

- ・船型、線図変更に伴う、自動追従
- ・船殻構造、BHD 移動に伴う自動追従
- ・機器移動に伴う自動追従

3. 研究結果の概要

(1) 研究会での検討の経緯と結果

2012 年度研究会「内航造船所等の設計技術にかかわる研究会」をスタートした目的は、単に 3DCAD の技術研究や普及促進を目的にしたものではなく、生産性向上と設計技術の高度化を目標に、3DCAD を導入することを契機にして造船技術経営の変革を目指すものであった。従って研究会では設計技術者だけでなく、造船所の経営トップ、関係機関の政策責任者にも参加いただき大所高所からの審議を行った。

現在中小型、内航造船が抱えている課題は複雑、多岐にわたり、これをすれば解決できるといった単純な問題ではないことは明らかであり、従来の「勘と経験」から「理論と分析」に基づく技術経営に変革していくことが重要である。経営の「見える化、測る化」が重要であるとも繰り返し言われてきた。3DCAD を導入すれば直ちにこれらが出来るといほど簡単な問題ではないが、しかし変革をすすめる契機になるのではとの共通認識が得られた。

2013 年度の研究会では造船所およびエンジニアリング会社の設計技術担当者を中心に研究会を構成し、3DCAD 推進の具体的かつ定量的な検討をすすめた。特に 3DCAD は「設計の手間がかかり工数が増大するが、現場工数は減ると言われている効果は未だはっきりつかめない。」との議論については、実際に 499GT 型貨物船の 3DCAD による設計を行い、その作業を通じて集計した設計工数をベースに効果について分析、論議、評価を重ねた。また先駆的に 3DCAD を導入してきた下ノ江造船では、着実な 3DCAD の展開を続けており、3DCAD の本格適用に踏み切って以降の実績報告を聴くことで、実用面での不安もかなり払拭された。

(2) 3DCAD の実証運用

実証運用では図5に示す499GT型貨物船の船殻構造と機関室配置を3DCADにより行い、図6に示すような工数分析を行い、ネスティング等の生産設計、重量重心の集計を含めてトータルで大差ないことを示した。

なお本研究の成果の一部は「エンジニアリングクラウドを用いた3次元CADの共同利用による船舶設計の実証研究」として、船舶海洋工学会の講演会にて講演した。

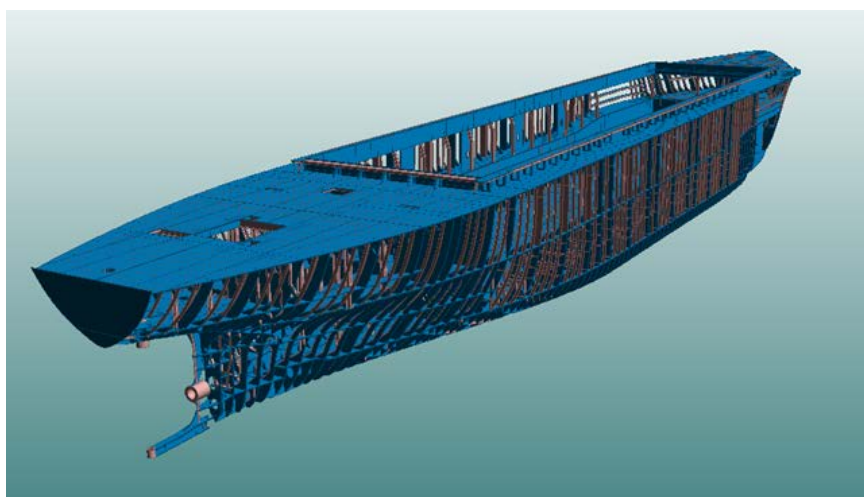


図5 山鋼丸の3DCAD船殻構造図

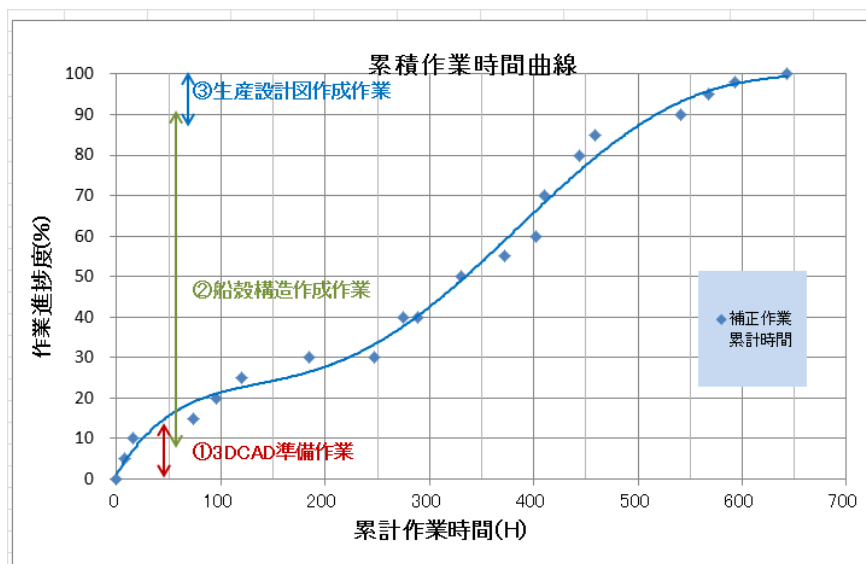


図6 山鋼丸の3DCAD船殻構造図の作成時間

(3) フレックスデザインによる新標準船の実証

山鋼丸をペアレントとして、主要目の少し異なる4船型をフレックスデザインで作成できるかを検討した。図7に示すように同じ499GT型貨物船で主要目が少し異なるだけの場合には十分フレックスデザインが可能であることを実証した。

749GT型まで拡張しようとするとう無理が生じ、高性能、高経済性を確保したままでというフレックスデザインの本来のメリットを損なう恐れのあることが解った。フレックスデザインにより、1つのペアレントから生み出せる船型の限界を見極めることが重要である。

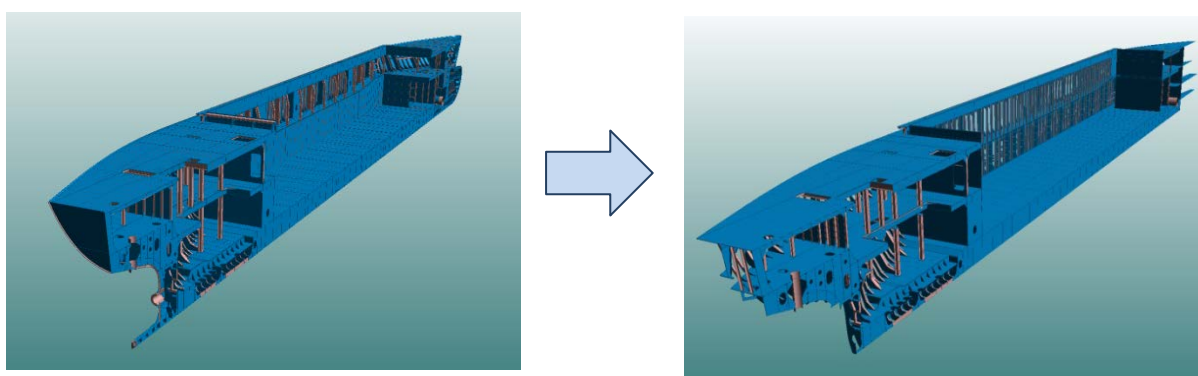


図7 フレックデザインによるペアレントからチャイルドの創出の例

4. 課題と今後の展開

(1) 生産性向上の実証としての生産計画・工程管理

3DCAD の中小型、内航造船所への普及のために 5 つの方策を掲げて推進してきたが、その中で生産計画・工程管理への活用実証は予算および時間的制約のため十分出来なかった。「3DCAD は本当に役立つのか？」という疑問に答え、本当に有効活用していくためには、どうしても必要な課題である。また生産現場の問題であるので造船所の全面協力が必要である。機会をみて造船所の協力を得て取り組んで行くべきと思う。

(2) 設計技術の高度化の推進

3DCAD は CAE への応用により設計技術の高度化という面でも大きな可能性を持っているが、特に中小型、内航造船所にとって、必要な設計技術の高度化とは何かをつめる必要がある。特に近年IMOおよびILOの新基準の居住環境の改善、騒音規制が厳しくなり、費用のかからない高精度の騒音振動解析が必要とされている。CAE への発展課題として有効と思われる。

(3) フレックスデザインの実用化

本実証研究によってフレックスデザインによる新標準船の提案がなされ、その有効性が実証された。この次は実際のプロジェクトとして高性能、高経済性の新標準船の開発を推進し、成功させることが重要である。

(4) 造船設計技術者と 3DCAD オペレーターの専門分業化のための教育

3DCAD を将来に渡って中小型、内航造船所で活用していくためには、造船設計技術者と 3DCAD オペレーターの専門分業化が避けられないが、両者のコミュニケーションを確立する必要がある。このためにはそれぞれの専門技術者の教育とマニュアルの作成が重要である。3DCAD システムの連携・共同利用の実用運用と併行して進めて行くことが重要である。