

A Study on IT Solutions for Ship Design Automation using 3D CAD System

ゴドガテ, スシャント, ハリシュチャンダラ

<https://doi.org/10.15017/1441216>

出版情報：九州大学, 2013, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : スシャント ゴドガテ
Sushant Godghate

論文題名 : A Study on IT Solutions for Ship Design Automation
using 3D CAD System

(3次元CADシステムを用いた船舶設計自動化のための情報技術に関する研究)

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

現在、船舶設計分野において各種の情報技術が重要な位置を占めているが、なかでもCADシステムは広く一般的に使用されている。一方で、ほとんどの造船所では未だ、従来の製図器をCADシステムに置き換えただけの手動による設計プロセスが用いられている。現状のCADシステムは入力作業に多くの時間がかかることや人為的ミスが避けられないといった問題点を抱えており、今後の改善が期待されている。すなわち、これまでに蓄積された設計知識を活用し、設計の自動化を図ることが重要な課題と考えられている。現在でも、3次元CADシステムに各造船所で規定される設計基準等を組込むことにより、船殻の詳細設計や生産設計段階において、ある程度の自動化が実現されているが、多様な部材の組合せごとに適用される設計基準は膨大な数に及ぶため、様々な規則や規定、設計者の経験等が適切に反映されないといった設計エラーが見受けられ、設計効率や生産効率の低下など重大な損害を造船所にもたらしている。

そこで本研究では、船舶設計分野における情報技術として、3次元CADシステムによる設計の自動化に着目し、設計作業の効率化を目指す新たな自動化手法を提案し、その有効性を検証する。ここでは、船殻の基本設計から詳細設計、生産設計までを対象とし、3次元CADシステムに組み込まれた設計ルールによる詳細設計の自動化、船級規則等の確認、見積り計算の自動化システムの構築について具体的に検討する。以下に各章の要旨を示す。

第1章では、船舶設計における情報技術として、3次元CADシステムの利用に関する現状とその問題点について述べる。また、本研究の内容について各章の概要を示す。

第2章では、船殻の詳細設計における設計自動化について調査し、自動化ルールに含まれる不具合点の解決手法を提案する。条材が板材を貫通する箇所には、各部材の寸法に応じてスロットやカラープレートの形状や寸法を適切に設定し、適宜配置する必要があるが、同時に貫通部に直交する条材の端部形状も適切に選択されなければならないが、条材と板材の寸法、配置の組合せは多岐にわたる。予めCADシステムに組み込まれた自動化ルールが想定していないような条件が発生した場合には自動化ルールにより提示される結果は不適切なものとなり、設計者の検査と不具合箇所の手動修正が必要となる。この場合、設計効率が著しく損なわれると同時に、結果の信頼性も低下することとなる。

そこで、膨大な量の自動化ルールに内在する不具合箇所を自動的に特定する手法を、グラフ理論の一種であるペトリネット理論に基づき提案する。ペトリネットを自動化ルールの解析に用いることで、その挙動を視覚的に把握することが容易となり、システムに内在する不具合点の発見と実装

前の修正が可能となる。貫通部のスロットとカラープレートおよび条材端部形状とスカロップの自動設計ルールを対象としてペトリネットに基づく可達性解析を行った結果、既存の自動化ルールに内在する不具合点が発見可能であり、可達性を満足する経路を追加することによって想定される全ての板材と条材の寸法、配置の組合せに対して適切な自動化ルールが構築されることが確認された。

第3章では、3次元CADシステムを用いた設計の自動化手法を二重船殻内の保守・点検用交通路の確認に適用することを試み、その有効性を検討する。交通路の設置には、その安全性を確保するための様々な規則や設計基準が適用される。船殻の基本設計段階において、これらの規則等がすべて満足されている必要があるが、現状では、その確認は設計者が手動で行うため不具合点が見過ごされる可能性が存在している。そこで、3次元CADシステムに船級の該当規則等の確認ルールを搭載し、保守・点検交通路に関わる安全性等の確認を自動化した。これにより、基準を満足しない交通路の該当箇所はCADシステムの表示画面上でハイライト表示され、設計者は不具合箇所を迅速かつ完全に把握することが可能となった。

船舶設計の初期の段階では、建造コストの見積り精度を向上させることが重要な課題となる。一方で、船主の要望、市況の変動をはじめとする様々な要因により設計の変更が生じる場合があり、これらの変更に対応することも求められている。第4章では、3次元CADシステムに組み込まれた自動化ルールにより船舶の見積り計算を自動化する手法を提案する。提案された手法を用いて鋼材重量、溶接長、塗装面積、作業時間を対象として見積り計算を実施し、船倉長さ、これに伴う部品数の増加が建造コストに与える影響について調査した。また、設計変更時にも3次元CADモデルの修正により新たな見積り計算が即座に実施可能であることを確認した。

第5章は結論である。3次元CADシステムに基づく情報技術の導入による船舶設計の自動化について検討を行った結果を総括し、その有用性と今後の課題について述べる。