

[別紙 2]

審査の結果の要旨

氏 名 Kumar Ajay Asok (クマル・アジェイ・アソク)

第二次世界大戦後において高度に船舶建造を発展させる要因として「ブロック建造法：Modular Construction System」が存在する。この建造法は、大規模な鋼構造物である船舶を複数のブロックに分割することで、造船工場内でそれらのブロックを同時並行的に建造し、ドックや船台における効率的なブロックの搭載組立を実現化するものである。単に、工期短縮などの生産性向上のメリットだけでなく、船舶の溶接変形などの防止など、品質管理においても重要とされる建造方法である。したがって、コスト削減や品質確保などにおいて「良いブロック」を設計することは極めて重要である。しかしながら、現状の造船設計においては、過去の経験や熟練設計者のノウハウに依存する形態が通常であり、システムティックにブロックの設計である「ブロック分割」を実施することが待望されている状況にある。

本研究は、以上の要望に対して、造船設計における「ブロック分割」を高度なコンカレント・エンジニアリングの問題と捉え、船舶の上流設計における不確定な設計情報や建造工程における溶接変形などの不確定な要因を考慮する考え方を整理し、船舶設計の上流段階から「ブロック分割」を効果的に実行できる設計手法を提案するものである。本論文は、全9章から構成されている。

第1章では、「ブロック分割」の重要性および特徴などを整理し、造船設計および建造工程における不確定な因子を考慮する必要性も含め、本研究の背景と進め方に関して述べている。

第2章では、本研究の主題である「ブロック分割」に関する既存研究の概要を分類整理し、問題点を述べることにより、本研究の動機付けおよび重要性を示すと共に、位置付けと着眼点を明確に示している。

第3章では、船舶の初期設計段階を対象に、「ブロック分割」の特徴と目的を整理している。初期設計段階の「ブロック分割」の検討は、後続の詳細設計に大きく影響を与えるため、工場の設備制約や建造性を考慮した出来る限り良い分割案を確定する必要がある。本研究では、初期設計段階における未確定な船舶の構造、艤装情報を対象とした「ブロック分割」を実現するために、情報の未確定に対してファジィ・モデルを適用し、ブロック分割案をファジィ推論を活用して定量的に評価することを提案している。

第4章では、搭載工程および建造工程の建造日程を考慮したブロック分割案の評価方法に関して議論している。初期設計段階における設計情報の未確定性などが起因して、建造時数を正確に見積もることは困難である。さらに、組立手順、溶接作業員などの作業員の割当も未確定である。本研究では、これらの未確定な情報から建造時数を考慮するために、作業時間のバラツキを導入し、そのバラツキを考慮した上での組立手順の導出方法を提案している。

第5章では、ブロックの溶接変形と変形ブロックの修正作業を考慮したブロック分割を評価する方法を議論している。本研究では、溶接変形量のバラツキを考慮するために、作業者のスキルに応じた入熱量のバラツキを考慮し、変形量とそのバラツキを簡易数値計算モデルで算出し、変形の修正に必要な作業量を求める方法を示している。これによって、ブロックの建造に対して溶接による変形量だけではなく変形量のバラツキを考慮した修正作業のバラツキを定量データとして示すことを提案している。さらに、第6章では、ブロックの変形量のバラツキを最小に制御するために、溶接部に対する適切な溶接作業者の割当方法の必要性を指摘し、その割当の最適化手法を提案している。

第7章では、第4章から第6章までのブロック分割と建造日程の議論を踏まえ、ブロック分割案の評価としての建造日程の遅延リスクの考え方について述べている。ブロック分割案から算出される建造工程の日程には、建造時数の不確定性、溶接変形の不確定性などの不確定性が含まれる。これらの不確定性が因子となる建造日程の遅延リスクを定義し、その遅延リスクのリスク・マネジメントに関して議論している。

第8章では、第3章から第7章の議論によって導かれたブロック分割案の生成と様々な不確定要因を考慮したブロック分割案の評価方法の計算機上への実装方法を示し、構築したプロトタイプ・システムの適用によって、本研究の提案の有用性を議論している。

最終章となる第9章では、本研究で得られた知見を整理し、今後の課題を議論している。

本研究は、船舶の建造コストを確定するといっても過言ではない「ブロック分割」という設計問題に対して、コンカレント・デザイン性に起因する不確定性、および溶接変形の不確定性などを考慮する設計手法を提案している。「ブロック分割」という熟練設計技術を、未確定な情報や不確定な物理現象に対してファジィ理論やバラツキを考慮したリスクマネジメント手法などの工学的手法を適用し、システムティックに意思決定できる設計方法を具体的に示している。

本研究が示す成果により、造船設計における設計の高度化、熟練設計者のリタイヤ問題に対する知識マネジメントなどを実現化することが期待でき、より、技術的かつ、コスト的に競争力が望まれる造船設計の実現に期待がもたれる。このように、本研究が示す方法論、成果の効果はきわめて大きいものと評価できる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。