

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 理想化構造要素法を適用した船体二重底構造の崩壊解析に関する研究   |
| Author(s)    | 石橋, 公也  |
| Citation     | 大阪大学, 2007, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/48536">https://hdl.handle.net/11094/48536</a>   |
| rights       |   |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。 |

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

|            |   |
|------------|---|
| 氏名         | 石橋 公也   |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)  |
| 学位記番号      | 第 21234 号   |
| 学位授与年月日    | 平成 19 年 3 月 23 日  |
| 学位授与の要件    | 学位規則第 4 条第 1 項該当<br>工学研究科船舶海洋工学専攻   |
| 学位論文名      | 理想化構造要素法を適用した船体二重底構造の崩壊解析に関する研究   |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 矢尾 哲也<br><br>(副査)<br>教授 大沢 直樹 教授 村川 英一<br>広島大学大学院工学研究科教授 藤久保昌彦 |

### 論文内容の要旨

船舶の全損事故等の重大な損傷事故を防ぐという観点からは、どのレベルの荒天海象まで又はどのレベルの載貨状態まで船体構造が崩壊せずに耐え得るかを把握することが重要である。そのためには、パネルや防撓パネル等の各構造要素の最終強度に加えて、構造要素で構成された構造体の最終強度を推定する必要がある。通常、構造体の最終強度を推定するためには、非線形 FEM による崩壊解析を要するが、コンピュータの計算速度等の実施上の問題により、困難を伴う場合が多い。従って、計算効率に優れた崩壊解析法である理想化構造要素法 (Idealised Structural Unit Method) の開発が望まれている。これまでの ISUM の開発に関する研究においては、ISUM 板要素と防撓材に相当する梁要素を組み合わせた防撓パネルモデルを構築し、このモデルを用いて船体構造の 1 トランス間をモデル化することにより、縦曲げ崩壊解析が ISUM により実施可能であることが確認されている。ISUM 開発の最終目標は、ホールド構造の崩壊解析の実施となるが、当面の目標としては、桁を含む 3 次元的な広がりを持つ構造体への適用が考えられる。

本論文では、非常に大きな貨物荷重と海水圧をそれぞれ内底板と船底外板に受け、さらに、重要な縦強度部材としても働く、船体構造で最も過酷な荷重状態にある二重底構造に着目し、本構造の崩壊解析を実施できる ISUM 解析システムを開発し、その精度を確認することを目的とした。

当システムの開発に先立ち、二重底構造の崩壊解析に用いる ISUM 要素について、次の(1)~(3)に示す改良及び開発を行った。

- (1) 圧縮を受ける ISUM 要素は、最終強度後さらに圧縮を加えた時の耐力の推定精度に問題がある。この推定精度を解消する具体的な方法を検討した。
- (2) 二重底の桁構造には、引張・圧縮荷重に加えて、曲げ荷重、剪断荷重の組み合わせ荷重が働く。特に、曲げ荷重下で発生する座屈に関しては剛性及び強度に影響を及ぼすため、これを再現するたわみ関数を新たに開発した。
- (3) 桁構造には、通行用或いはパイプを通すための開口が必ず設けられている。一般に構造解析において開口を考慮するには、開口形状を再現できるように要素分割を行う必要があるが、要素内のひずみエネルギーの積分法に修正を加えることで、1 つの要素内で開口影響を表す方法を開発した。

次に、ISUMによる二重底構造の崩壊解析システムを開発した。二重底構造の船底外板及び内底板の防撓パネルには、従来の梁要素とISUM板要素の組み合わせを用い、ガーダ及びフロアには、桁構造用に今回開発したISUM要素を適用した。本システムでは、二重底構造の主要目を入力することで、自動的にモデルを作成し、比較的短い時間で解析を実行し、変形図等の解析結果を出力する。また、本システムによる二重底構造の崩壊解析の精度を確認するため、非線形FEM解析を実施し、荷重～変位関係、変形図、応力分布図等の詳細な比較により、ISUMにより二重底構造の崩壊挙動が精度よく推定ができることを確認した。また同時に、詳細な解析結果の観察より、二重底構造の崩壊メカニズムとして、主として上下方向荷重による桁端部の剪断降伏崩壊、曲げ崩壊、主として水平方向荷重による圧壊があることを確認した。

## 論文審査の結果の要旨

通常、構造体の最終強度を推定するためには、非線形FEMによる崩壊解析を実施する必要があるが、コンピュータの計算速度や容量等の問題により、困難を伴う場合が多い、そのため、計算効率に優れた崩壊解析法である理想化構造要素法 (Idealised Structural Unit Method) の開発が望まれている。これまでのISUMの開発に関する研究においては、ISUM板要素と防撓材に相当する梁要素を組み合わせた防撓パネルモデルを構築し、このモデルを用いて船体構造の1トランス間をモデル化することにより、縦曲げ崩壊解析が実施可能になっている。ISUM開発の最終目標は、ホールド構造の崩壊解析の実施となるが、当面の目標としては、桁を含む3次元的な広がりを持つ構造体への適用が考えられる。

本論文では、非常に大きな貨物荷重と海水圧をそれぞれ内底板と船底外板に受け、さらに、重要な縦強度部材としても働く、船体構造で最も過酷な荷重状態にある二重底構造に着目し、本構造の崩壊解析を実施できるISUM解析システムを開発し、その精度を確認している。

当システムの開発に先立ち、二重底構造の崩壊解析に用いるISUM要素について、①圧縮を受けるISUM要素の最終強度後の耐力評価の精度向上に関する考察、②二重底のフロアとガーダを想定したパネル要素の剛性・強度評価への曲げ座屈の影響の導入、③上記パネル要素の剛性・強度に対する開口影響の評価などの開発・改良を行っている。

ISUMによる二重底構造の崩壊解析システムの開発に当たっては、二重底構造の船底外板及び内底板の防撓パネルには従来の梁要素とISUM板要素の組み合わせを用い、ガーダ及びフロアには今回開発した新ISUM要素を適用している。本システムでは、二重底構造の主要目を入力すれば自動的に解析モデルを作成し、比較的短時間で解析を実行し、変形図等の解析結果を出力することが出来る。さらに、二重底モデルに対して非線形FEM解析を実施し、荷重～変位関係、変形図、応力分布図等の詳細な比較を行い、ISUMにより二重底構造の崩壊挙動が精度よく推定ができることが確認されている。また同時に、詳細な解析結果の観察より、二重底構造の崩壊メカニズムとして、主として上下方向荷重による桁端部の剪断降伏崩壊、曲げ崩壊、主として水平方向荷重による圧壊があることを確認している。

以上のように、本論文は船体構造の安全性確保のために必要な最終強度解析のための新しい解析手法を提案するものであり、社会に貢献するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。