



|              |  |
|--------------|--|
| Title        | 矩形板の圧壊挙動に関する研究   |
| Author(s)    | 村上, 瞳尚   |
| Citation     | 大阪大学, 2004, 博士論文   |
| Version Type |  |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/45010">https://hdl.handle.net/11094/45010</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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

|            |   |
|------------|---|
| 氏名         | むら<br>村<br>かみ<br>上<br>ちか<br>睦<br>ひさ<br>尚      |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)  |
| 学位記番号      | 第 18738 号                                     |
| 学位授与年月日    | 平成 16 年 3 月 25 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      | 矩形板の圧壊挙動に関する研究                                |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 矢尾 哲也<br>(副査)<br>教授 富田 康光 教授 村川 英一 |

## 論文内容の要旨

本論文は、船体上甲板や船底外板などの連続防撓パネルの中の 1 枚の板部材（矩形板）を対象として、面内圧縮荷重のもとでの座屈・塑性崩壊挙動を、2 次座屈現象も含めて明らかにするために行われた基礎的な研究である。まず始めに、2 次座屈に伴って発生する飛び移り現象を追跡するために、動的影響を考慮した弾性大たわみ解析の基礎式を新たに導き、これに基づく一連の動的弾性大たわみ解析、また、有限要素法を適用した動的弾塑性大たわみ解析を実施している。同時に、動的効果の確認のために静的な解析も実施している。

本論文の構成は、以下の通りである。

第 1 章では、本研究が実施されるに至った背景を説明し、本研究に関係した従来の研究成果を調査した結果を示した後、本論文の構成を述べている。

第 2 章では、矩形板の座屈・塑性崩壊挙動を再現するための基礎式を示している。まず、動的な弾性大たわみ解析を解析的に実施するための基礎式を新たに定式化している。続いて、動的な弾塑性大たわみ解析を実施するための有限要素法の基礎式の定式化を示している。

第 3 章では、2 次座屈が発生しない場合に問題を限定し、面内圧縮荷重を受ける矩形板の座屈・塑性崩壊挙動に関する従来の研究成果を整理してまとめている。すなわち、座屈強度や圧壊強度に影響を及ぼす初期たわみと残留応力に関する情報、座屈強度に対する諸因子の影響を示している。さらに、矩形板が座屈した後に示す崩壊挙動について、幅広板と細長板に分けて説明している。

第 4 章では、面内圧縮荷重を受ける矩形板の 2 次座屈現象について明らかにするために、動的な弾性大たわみ解析を実施し、1 半波モードの初期座屈が生じる場合の極大点型 2 次座屈、2 半波以上の波数で初期座屈が生じる場合の分岐型 2 次座屈挙動について、初期たわみや溶接残留応力の影響も含めて明らかにしている。また、有限要素法を適用して一連の動的弾塑性大たわみ解析を実施し、座屈・塑性崩壊過程で発生する 2 次座屈現象について明らかにしている。

第 5 章では、本論文で得られた研究成果をまとめて、本論文を総括すると共に、今後解決すべき課題を示している。

## 論文審査の結果の要旨

近年、船体構造に高張力鋼が広範に用いられ、計算機を駆使した設計の合理化と相まって、板厚が減少している。その結果、船体構造に発生する応力が高くなる傾向にあり、座屈が発生し易くなっている。そこで、高張力鋼を有効に利用するために、板が降伏しない範囲内での弾性座屈の発生を許す座屈許容設計の概念も、一部では検討され始めている。この場合、座屈後の挙動を正確に把握することが重要となる。

本研究では、このことに関連して、初期座屈後に発生する2次座屈現象に注目し、その動的挙動を解明するために基礎式の導出および一連の解析を実施している。

本論文で得られた主な成果は次の通りである。

- (1) 矩形板の座屈・塑性崩壊挙動を再現するための基礎式を示している。まず、動的な弾性大たわみ解析を解析的に実施するための基礎式を新たに定式化している。さらに、飛び移り現象に伴う動的効果を明らかにするために実施する動的な弾塑性大たわみ解析を、有限要素法を用いて実施するための基礎式の定式化を示している。
- (2) 面内圧縮荷重が矩形板の短辺方向に作用する場合と長辺方向に作用する場合に分けて、2次座屈を伴わない座屈・塑性崩壊挙動について、従来得られている知見を整理して示している。すなわち、実構造物中の矩形板に発生している溶接初期不整の基本的な性質について、文献調査の結果に基づいて明らかにすると共に、幅広板では初期たわみ量に応じて圧壊強度が下がること、一方、細長板では、初期たわみの最大値ではなくて座屈モード近傍の初期たわみ成分の大きさが圧壊強度の低下に対して支配的であることを示している。
- (3) 面内圧縮荷重を受ける矩形板の2次座屈を伴う座屈・塑性崩壊挙動について説明している。まず、解析的手法に基づく動的弾性大たわみ解析の定式化の妥当性を、計算結果を有限要素法解析の結果と比較することにより確認している。つぎに、初期座屈モードの初期たわみは2次座屈強度を高めること、一方、2次座屈モードの初期たわみは初期座屈強度を高めること、さらに、境界条件が固定に近くなると、2次座屈強度が低下することなどを明らかにしている。また、同一のモードの2次座屈強度に対しては、①アスペクト比が大きいほど、②周辺の境界条件が固定に近づくほど、③パネル中央の圧縮の残留応力が大きいほど、2次座屈強度は低下することを明らかにしている。さらに、最終強度に達した後の耐力低下過程で、弾性的に除荷した部分で飛び移りを伴う波形変化が生じる場合があることを示すと同時に、このような現象を静的な解析では再現できないことを確認している。

以上のように、本論文は、船体構造などの連続防撃パネルの防撃材で仕切られた1枚の板部材が1方向に面内圧縮荷重を受けて座屈・塑性崩壊する場合を対象として、まず、2次座屈が発生する前に圧壊する場合の座屈・塑性崩壊挙動について、従来得られている知見を整理して纏めている。つぎに、新たに定式化した解析的手法および有限要素法を適用して静的/動的な弾性/弾塑性大たわみ解析を実施し、初期座屈発生後の2次座屈挙動について、初期たわみや溶接残留応力の影響も含めて明らかにしている。これらの成果は船舶海洋工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。