



Title	NUMERICAL INVESTIGATIONS INTO PERFORMANCE OF THIN-WALLED STRUCTURAL MEMBERS UNDER CYCLIC LOADS
Author(s)	Shaker, Raafat El-Sayed
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39149">https://hdl.handle.net/11094/39149</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">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	シャケル ラファット エルサイド Shaker Raafat El-Sayed
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 8 5 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 7 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科造船学専攻
学 位 論 文 名	NUMERICAL INVESTIGATIONS INTO PERFORMANCE OF THIN-WALLED STRUCTURAL MEMBERS UNDER CYCLIC LOADS (繰返し荷重を受ける薄肉構造部材の耐荷性能に関する理論的研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 上田 幸雄 教 授 船木 俊彦      教 授 福本 湧士

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、繰返し荷重下における薄肉構造部材の挙動を理論的に明らかにするために有限要素法をもとにした解析法を新たに提案し、これを用いて部材の形態・寸法や材料特性が部材の強度や延性などの性能に及ぼす影響を系統的に検討したものである。

第 1 章では、地震荷重や波浪荷重などの過大な荷重を繰返し受ける構造物の強度を正しく評価するために、繰返し荷重下での構造部材の挙動を十分把握しておく必要があるが、系統的な実験に要する費用は膨大であるために、実験のみに頼った研究には限界があることを指摘する一方、有限要素法などの数値実験の有効性を述べている。

第 2 章では、繰返し荷重のもとでの材料の弾塑性挙動を記述するための理論モデルに関する文献調査を行うとともに、既存のモデルについて評価を行い、実用的なモデルとして非線形複合硬化則に基づいたマルチサーフェスモデルを選び、それを有限要素法に適用するための定式化を示した。

第 3 章では、繰返し荷重を受ける薄肉構造部材の挙動を解析するために開発された、二つの有限要素法プログラムの理論的概要を述べるとともに、I 型桁およびパイプ部材について実験値と計算値の比較を示し、それらの適用性と妥当性を検証した。

第 4 章では、ジャケットあるいはジャッキアップ型海洋構造物の柱部材に注目し、これらパイプ状部材が一定の軸力の作用下で波浪や地震などによる繰返し曲げ荷重を受ける場合の力学的挙動を有限要素法を用いて検討した。特に、繰返し曲げ荷重を受ける部材の挙動に及ぼす軸力の影響、また、板厚や細長比等の幾何学的パラメータ、さらには材料の塑性域における加工硬化特性の影響を、部材の強度および剛性の低下と局部変形の累積という観点から検討した。

第 5 章では、海洋構造物のブレース部材を想定し、両端が単純支持されたパイプ部材が繰返し軸荷重を受ける時の挙動を有限要素法を用いて検討した。部材の幾何学的特性および材料の硬化特性に加えて、繰返し荷重の特性、すなわち、荷重振幅と荷重比の影響について検討を行った。

第 6 章では、塑性関節を柱ではなく梁部材に生じさせることにより、地震エネルギーを梁の塑性変形により吸収するように設計されたフレーム構造の梁部材を対象に検討した。具体的には I 型断面を有する片持ち梁を対象に、フランジおよびウェブの局部座屈発生と強度および延性の低下の関係を明らかにした。さらに、延性の確保という観点から降伏比が低い材料の有効性について検討を行った。

第 7 章では、本論文で得られた結果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、薄板で構成されるパイプや I 型断面部材が波浪や地震などによる繰返し荷重を受ける時に、部材の局部座屈や最終強度および延性の低下を理論的に予測するための有限要素法 (FEM) を提案するとともに、部材の幾何学的特性や塑性領域での材料特性が、部材の損傷や性能低下に及ぼす影響について有限要素法を用いて数値的に検討したものである。

繰返し荷重下での薄肉パイプと I 型断面部材の挙動をそれぞれ解析するために、部材の局部および全体座屈の幾何学的非線形性と共に材料特性にひずみ履歴を忠実に反映できる 2 種類の有限要素法を開発している。

本論文では、繰返し荷重下での構造部材の挙動に対する主たる影響因子として (1) 構造部材の形態, (2) 部材の寸法, (3) 繰返し荷重の形態, (4) 材料の加工硬化特性を取り上げ、構造部材の性能を限界 (最大) 強度, 延性, 吸収エネルギーおよび局部座屈あるいはひずみ集中という観点に注目して評価・整理している。

具体的な構造部材としては、パイプおよび I 型断面梁を対象とし、荷重については、軸力と横荷重が単独あるいは同時に作用する単調増加荷重および異なったパターンの繰返し荷重を想定し、部材の強度・延性の低下および局部へのひずみ集中に深く関連している局部座屈の発生限界条件を明らかにしている。さらに、局部座屈などによる損傷の累積現象は材料の塑性変形特性に依存するため、移動硬化則に基づいた材料モデルおよび非線形複合硬化則に基づいたマルチサーフェスモデルを開発し、材料の硬化特性と繰返し荷重下における部材の損傷との関係を明らかにすると共にこの種の構造部材に必要な材料特性を提示している。

本研究は、薄肉鋼構造部材が、波浪や地震などによる種々の繰返し荷重を受けた時の、損傷と強度的性能を理論的に解明することを目的としており、特に、部材の幾何学的形状および材料の加工硬化特性が、局部座屈の発生や最終強度および延性の低下に及ぼす影響について多面的に検討したもので、繰返し荷重に対する海洋構造物や陸上構造物の性能評価の指針を示しており、構造工学上、貢献するところが極めて大である。よって、本論文は、博士論文として価値あるものと認める。