The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | THE ROLE AND LIMITATIONS OF NUMERICAL MODELLING IN THE DESIGN AND ASSESSMENT OF LARGE-SCALE STRUCTURES |
| Author(s) | Philip, Esper |
| Citation | 大阪大学, 2004, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/44610 |
| 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

【96】

| | |
|---|---|
| 氏　　名 | PHILIP ESPER（フィリップ エスパー） |
| 博士の専攻分野の名称 | 博　士（工　学） |
| 学 位 記 番 号 | 第　１８２５３　号 |
| 学位授与年月日 | 平成 16 年 1 月 23 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第４条第２項該当 |
| 学 位 論 文 名 | THE ROLE AND LIMITATIONS OF NUMERICAL MODELLING IN THE DESIGN AND ASSESSMENT OF LARGE-SCALE STRUCTURES<br>（大型構造物の構造設計と評価における数値モデル化手法とその適応範囲に関する研究） |
| 論 文 審 査 委 員 | （主査）<br>教　授　橘　英三郎<br>（副査）<br>教　授　大野　義照　　教　授　甲津　功夫 |

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は大型構造物の設計や性能評価におけるモデル化の手法とその適用範囲について論じ、対象とした構造物はいずれも筆者が過去 10 年間にわたり設計を行ってきたものである。第１章では、本論文の背景を述べるとともに、大型の構造物をモデル化するには、設計者が、解決すべき問題点を明確に認識し、それらの挙動を最もよく表す要素モデルや境界条件を選ぶことが重要であることなど、全章を通じて共通している理念を述べている。第２章では、建物が爆破により損傷をうけた際のシミュレーションを行い、モデル化の妥当性を確認している。これらの手法は、そうした建物の修復や、爆破を考慮した安全設計などに有用であると考えられる。第３章では、海底油田や海底ガスを採掘するための海上プラットホームの地震時における挙動を、非線形解析により分析し、特に柱脚部の支持方法に焦点をあて、筆者らの考案した半ピン支持による方式が最も適切であることを見出している。第４章では鉄筋コンクリート造の天然ガス貯蔵タンクを対象とした熱応力解析を行い、弾性設計および限界設計の条件を満たすためのワイヤによる必要締め付け力を算定するとともに、一部のワイヤの損傷や、腐食による劣化の影響も検討している。第５章では、運搬船に載せられた大型クレーンが航海中の揺れにより生じる応力の算定を行い、クレーンおよびその支持部における安全性を評価している。第６章では、ケーソンを支えるベースマットが海底に砂利を盛って造成された不規則な基盤面上に置かれた場合の応力をモンテカルロ法などにより求め、その安全性を評価している。第７章では、複数のセルよりなる海底設置方式のオイルタンクを対象とし、自重や外からの水圧、内部のオイルによる圧力、プレストレス、波浪による荷重等が作用する場合について 300 ケースの複合荷重を想定し、主に、セルとセルが接する不連続曲面近傍の応力分布に着目し、安全性および解析精度を検証している。第８章では圧力容器（PCPV）を対象とし、自重、蒸気圧、熱荷重などの下での、通常の運転条件下での応力、高温下での応力、溶接部が破壊する場合の温度条件などを明らかにしている。第９章で、これらの結果を要約している。

## 論文審査の結果の要旨

大型構造物の設計においては、一般に地震荷重や波浪による荷重、温度応力などの複合的な外力を想定する必要が

あり、支持条件も特殊な場合が多い。したがって、構造物の安全性評価で用いる解析モデルは、それらの複合的な荷重や境界条件をとりこむことが可能で、しかも実挙動を忠実に再現できるような精密なモデルでなければならない。一方において、解析モデルを精密にすると、演算時間が級数的に増大し、数値誤差の累積や数値安定性の低下といった問題が生じる。構造設計者は、そうした相反する要求の中に適切な妥協点を見出してモデル化を行っている。しかし通常そうした技法は個人的な知的ストックとして留まり系統だって公開されることは少ない。本論文では筆者が設計を行ってきた大型構造物のモデル化手法について考究し以下の有用な知見を得ている。

1）建物が爆破により損傷をうけた事故例のシミュレーションを行い、衝撃波のモデル化を行うとともに、被害状況を力学的な立場から解明している。特に床スラブは下の階から上向きに爆風で突き上げられる際に弱いことを見出している。2）資源採掘用海上プラットホームの地震時における挙動を非線形解析により分析し、特に筆者らの考案した半ピン支持法による方式が有効であることを見出している。3）プレストレス鉄筋コンクリート造の天然ガス貯蔵タンクを対象とした熱応力解析を行い、弾性設計および限界設計の条件を満たすための締め付け力を算定するとともに、締め付けワイヤーの損傷や、腐食による劣化の影響を明らかにしている。4）運搬船に載せられた大型クレーンが航海中の揺れにより生じる応力の算定を行い、クレーンおよびその支持部における力学的挙動を明らかにしている。5）ケーソンが不成形な基盤面上に置かれた場合の応力算定にモンテカルロ法の適用が実用的であることを示している。6）海底設置方式のオイルタンクを対象とし、自重や水圧、内部のオイルによる圧力、プレストレス、波浪による荷重が作用する場合について300ケースの複合荷重を想定し、安全性および解析精度を検証している。7）圧力容器を対象とし、自重、蒸気圧、熱荷重などの下での、通常の運転条件下での応力および高温下での応力や溶接部が破壊する場合の温度条件などを明らかにしている。

以上のように、本論文は多様な外力を受ける大型構造物の構造設計と評価における数値モデル化手法を示したもので、構造学、構造動力学の発展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。