

氏 名	いち い こう じ 一 井 康 二
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3728 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	APPLICATION OF PERFORMANCE-BASED SEISMIC DESIGN CONCEPT FOR CASON-TYPE QUAY WALLS (ケーソン式係船岸への性能型耐震設計論の適用)
論文調査委員	(主 査) 教 授 佐 藤 忠 信 教 授 家 村 浩 和 教 授 井 合 進

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、性能型耐震設計論をケーソン式係船岸に適用する上で解決すべき技術的課題を、模型振動実験、数値解析手法および既往の被災事例との比較により検討したものである。

第1章は序論であり、1995年の兵庫県南部地震における神戸港でのケーソン式係船岸の被害事例に基づいて、設計で対象としていた地震動よりも大きな地震動を受ける場合の係船岸の耐震性能を評価できる方法論の開発が必要であることを述べている。このためには、ケーソン式係船岸の性能型耐震設計法を確立する必要があるので、耐震性能レベルの規定法、その評価法や要求耐震性能レベルの設定法など、現段階において解決しなければならない技術課題をまとめている。

第2章では、地震被災事例を基にして、ケーソン式係船岸の地震被災度の多段階判定基準について検討し、ケーソン高さにより無次元化された海側への水平変形量が、過去の事例における復旧費用との相関性も高く、被災度の評価指標として有用であり、耐震性能レベルを規定するための指標として用いることができることを明らかにした。

第3章では、ケーソン式係船岸の地震時変形性能を評価する方法として、ニューマークの滑動モデルを利用することの妥当性を検証するために、模型振動実験を実施した。その結果をまとめた後、単純な滑動モデルでは実験結果をうまく説明できないことを示し、実験結果に基づいて従来の方法を改良した。また、ケーソン壁はロッキング振動を含む複雑な挙動をするため、改良された滑動モデルでも適用性に限界があることも同時に明らかにした。

第4章では、ケーソン式係船岸の地震時変形性能を評価する方法として、液状化を考慮した有効応力理論に基づく非線形有限要素解析の適用性を検証した。被災および無被災のケーソン式係船岸に対する詳細な数値解析を実施した結果、解析結果が観測事実とよく整合していることから、ケーソン式係船岸の被害評価法として有効応力理論に基づく数値解析法の有用性を明らかにした。

第5章では、上記数値解析法によるパラメトリックスタディを実施した。結果を取りまとめることで、ケーソン式係船岸の耐震性能評価チャートを作成した。また、釧路沖地震および兵庫県南部地震における数多くの事例によりチャートの適用性を検証した。この結果、数十 cm から数 m を超える変形を伴う幅広い被災レベルを的確に評価できることが確認された。

第6章では、提案した耐震性能評価チャートを用いて、種々の条件下におけるケーソン式係船岸のフラジリティカーブを提案した。また、このフラジリティカーブと既往の地震危険度解析の結果を組み合わせることで、ケーソン式係船岸の地震リスク解析が可能となることを明らかにし、鳥取県西部地震における被災事例から、算定した地震リスクが耐震補強の投資判断において有用な指標となりうることを示した。

第7章では、上記の地震リスク解析手法を用いて日本国内の280港における最適な設計震度を算定し、現行の港湾設計基準における設計震度が一定の合理性を有していることを明らかにし、最適な設計震度は施設の供用期間における地震動の遭遇確率を基に算定できることを示した。また、設計震度の算定に用いられている重要度係の意義を地震被災コストの観点から理論付けた。

第8章では、種々の条件下におけるケーソン式係船岸に対し地震リスク解析を実施し、係船岸の耐震性能を的確に評価す

るための、設計入力地震動の設定方法について考究した。この結果、地震リスクに最も寄与する地震動のレベルは対象施設の耐震性能レベルに強く依存しているので、設計地震動のレベルを的確に設定するためには、対象施設の地震リスク特性を考慮しなければならないことを明確にした。

最後の第9章は結論であり、本研究で得られた成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、ケーソン式係船岸の設計法に性能型耐震設計論を適用する上で解決すべき技術的課題を検討したものであって、得られた成果の主たるものは以下のとおりである。

1. 地震時被災事例を基にして、ケーソン式係船岸の地震時の被災度を多段階で評価する指標として、復旧費用との相関性が高い係船岸の海側への水平変形率を用いることを提案した。
2. ケーソン式係船岸の地震時変形性能をニューマークの滑動モデルで評価することの妥当性を検証するための振動実験を実施し、実験結果を基に従来の方法を改良した。
3. 被災および無被災のケーソン式係船岸を対象として、液状化を考慮した非線形有限要素解析を実施し、観測事実との比較を行うことにより、有効応力解析によりケーソン式係船岸の地震時変形性能が精度良く評価できることを明らかにした。
4. 上記数値解析法を用いてパラメトリックスタディを実施し、ケーソン式係船岸の耐震性能評価チャートを作成した。釧路沖地震および兵庫県南部地震における数多くの係船岸の変形事例を用いてチャートの適用性を検証した。この結果、数十 cm から数 m を超える変形を伴う幅広い被災レベルを的確に評価できることが明らかにされた。
5. 提案した耐震性能評価チャートを用いて、種々の条件下におけるケーソン式係船岸の fragility カーブを提案した。さらに、既往の地震危険度解析の結果とを組み合わせることでケーソン式係船岸の地震リスク解析が可能となることを明らかにし、鳥取県西部地震における被災事例から、算定した地震リスクが耐震補強の投資判断において有用な指標となりうることを示した。
6. 上記の地震リスク解析手法を耐震設計で用いる設計震度の最適化問題に適用し、現行基準で用いられている設計震度が一定の合理性を有していることを明らかにした。
7. 地震リスク解析手法を種々のケーソン式係船岸に対し適用し、係船岸の耐震性能を的確に評価するための、設計入力地震動の設定方法について考究した。

以上要するに、本論文は、ケーソン式係船岸の耐震性能や地震リスクの評価手法を提案することにより、ケーソン式係船岸の性能型耐震設計論を展開した研究をまとめたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成15年2月24日に論文内容とそれに関する試問を行った結果、合格と認めた。