

氏 名	なが お たかし 長 尾 毅
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3599 号
学位授与の日付	平 成 13 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	ケーソン式港湾構造物への信頼性設計法の適用に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 嘉 門 雅 史 教授 高 山 知 司 教授 田 村 武

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ケーソン式港湾構造物への信頼性設計法の適用手法を提案し、現在、港湾構造物の設計に用いられている経験的に定められた確定論的設計法を抜本的に改良して、港湾構造物の定量的な安全性を制御することを可能としたものであって、8章からなっている。

第1章は序論であり、本論文の研究の背景を述べるとともに、研究の目的と位置づけを示し、本論文の内容と構成をとりまとめて、各章のつながりをフローにより示している。

第2章では本論文で用いた信頼性設計法をまとめ、安全性を定量的に評価する際の代表的な手法である FORM (First-Order Reliability Method) による安全性指標の算出方法について述べるとともに、信頼性設計法における3つのレベルのうち、本研究で用いるレベル1およびレベル2の方法について設計法の考え方を展開している。また、信頼性設計法において目標とする安全性水準の設定の考え方を示した上で、コードキャリブレーションの方法について述べている。

第3章ではケーソン式防波堤の外的安定に関する信頼性設計法の適用手法を提案している。まず、波力、自重、摩擦係数などのパラメータが従う確率分布を推定し、現行設計法により設計された防波堤の事例76例をもとにした安全性水準の検討を行った結果、滑動・転倒・支持力の3つの破壊モードを考慮した総合安全性指標の平均値は2.4であった。つぎに、現行設計法と信頼性設計法のそれぞれの平均的な安全性を揃える方法、現行設計法と信頼性設計法の最低水準を揃える方法のそれぞれについて、目標安全性水準を設定し、レベル1およびレベル2の信頼性設計法によるコードキャリブレーションを行い、最適な設計法を提案している。最低水準を揃える方法に基づくキャリブレーション結果では、平均的に2～6%のコスト縮減が可能であることが判明した。さらに、標準的な施設および特殊な施設のそれぞれの設計について、手法の適用分類を示している。

第4章ではケーソン式岸壁の外的安定に関する信頼性設計法の適用手法を提案している。設計震度ケーソン前面潮位、残留水位などのパラメータが従う確率分布を推定し、設計条件を変化させた240例をもとにして現行設計法による安全性水準を検討した結果、総合安全性指標の平均値は1.4であった。この時、地震時土圧とケーソン慣性力の位相差については現行設計法では考慮されていないため、地震による被災例をもとに算出される破壊確率と整合する分布を用いている。つぎに、信頼性設計法による目標安全性水準を設定し、レベル1の方法によってコードキャリブレーションを行って、最適な設計法を提案している。ケーソン式岸壁の耐震設計においては従来より重要度係数が導入されているため、特級、A級、B級のそれぞれについて検討を行った結果、特級及びA級については、現行設計法と比較して数パーセントの建設コストの縮減となることを明らかにした。

第5章では内的安定問題のうち、おもにケーソン式防波堤について、終局曲げ安全性に関する信頼性設計法の適用手法を提案している。中詰土圧などの荷重効果および鉄筋引張降伏強度、曲げ耐力算定精度などの耐力に関係するパラメータの従う確率分布を推定し、設計事例5例をもとにして、現行設計法による安全性水準を検討した結果、安全性指標の平均値は6.0程度と外的安定と比較すると非常に大きく、また安全性指標の下限值も外的安定の平均値を上回ることを明らかにした。

つぎに、ケーソン式防波堤の内的安定と外的安定の安全性水準の相互比較などを通じて信頼性設計法による目標安全性水準を設定し、レベル1信頼性設計法によるコードキャリブレーションを実施し、最適な設計法を提案した。この提案手法を用いることにより、特に側壁について現行設計法よりも鉄筋比を減少させることが判明した。さらに、ケーソン式岸壁の内的安定問題については、現行設計法の妥当性を事例により検証している。

第6章ではケーソン式防波堤を対象に、信頼性設計法を用いた期待総費用最小化手法の適用方法を示している。期待総費用を最小にする安全性を目標安全性水準とする手法について、その適用性を検討した結果、現行設計法と比較して最大5%程度の初期建設コスト及び期待総費用の縮減が可能となることを明らかにした。

第7章では、3章から6章までにおける検討結果を踏まえて、ケーソン式港湾構造物に関する信頼性設計法の適用方法を提案した。

第8章は結論であり、本論文で得られた成果について要約し、今後の課題を整理して示している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、経験的な要素の強い現行の港湾構造物の設計法に対して、ケーソン式港湾構造物に焦点を絞り、確率論を援用した信頼性設計法の有用性を明らかにして、港湾構造物の破壊可能性を定量的に制御しうる新設計法を開発し、その適用性を解析的ならびに実証的に明らかにしたものであり、得られた成果は次のとおりである。

1. ケーソン式防波堤の内的安定に関して、全国に建設されている防波堤の設計事例76例を取り上げた。それらの総合安全性指標の平均値は2.4であったことから目標安全性水準を設定し、レベル1およびレベル2の信頼性設計法によるコードキャリブレーションを行って、確定論的な従来型の設計法と同程度の建設コストで、信頼性の高い構造物を設計する手法を明らかにした。

2. 岸壁の外的安定に関して、鋼材安定の要因パラメータの確率分布を推定し、設計条件を変化させた240例をもとにして滑動および転倒の2つの破壊モードを対象に、現行設計法による安全性水準を信頼性理論により明らかにした。

3. ケーソン式防波堤の内的安定について、従来の安全性水準が外的安定と比較するとやや安全性の余裕度が大きいことを明らかにし、合理的な安全性水準に対応した設計法を提案した。

4. 信頼性設計法により極端に危険な構造物を設計するリスクが減少することに着目し、建設コスト縮減に対応した設計法をも提案した。

5. ケーソン式港湾構造物の安全性を定量的に検討することによって、構造物の種類別安全性水準の差を明らかにした。ISO2394（構造物の信頼性に関する一般原則）の制定などを契機に、現在、港湾構造物の設計に信頼性設計法を導入することが求められていることから、得られた成果は港湾技術基準へ反映される予定である。

以上要するに、本論文は、港湾構造物の代表であるケーソン式構造物の内的・外的安定性に関する確率論的考察に基づく詳細な要因分析によって、信頼性設計法の有用性を実証したものであり、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13年6月11日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。