

京都大学	博士 (工学)	氏名	辻 尾 大 樹
論文題目	ライフサイクルコストを考慮した沿岸構造物の最適設計法に関する研究		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、沿岸構造物の被覆材と消波ブロック被覆堤に着目し、設計供用期間中における補修費を算出してライフサイクルコスト（以下、LCC と呼称）を最小にする最適設計手法を提案したものである。また、LCC 算出の基となる防波堤の滑動量解析と波浪条件との関係を検討し、設計供用期間中の沿岸外力の変化を考慮する手法を提案したもので、8 章から構成されている。</p> <p>第 1 章は序論であり、土木構造物に関する LCC の算出法や性能設計、また、本論文の主テーマである最適設計ならびに本論文の目的について説明している。さらに第 2 章においては、沿岸構造物の性能設計に関する既往の研究について紹介し、性能設計と仕様設計、信頼性設計法、最適設計法について概説している。最適設計法概念について、被覆材を例にとると、被覆材の質量を重くすると被覆材の単価が高くなるため、一般的に初期建設費は高くなる。しかし、一方で被災を受けにくくなるため補修費は安くなる。最適設計法とは、被覆材、本体工、基礎等の構造物の LCC を算出し、その LCC が最小になる最適な断面諸元を選定するものである。本設計法は、複数の種類の被覆材や堤体諸元を対象にすると、その種類の数だけ最小値が求まり、その中で LCC が最小となる構造物断面を選定する。本論文における主要な内容は、第 3 章から第 7 章に書かれており、その要旨は以下の通りである。</p> <p>第 3 章では、防波堤や護岸の被覆材を対象とする。消波ブロックはモデル護岸を対象とし、被覆石・ブロックは、実際の埋立護岸を対象にして最適設計を実施している。その際、被覆石・ブロックについての被災度算定式がないため、水理模型実験を実施して被災度算定式を導き、それをを用いて最適設計を実施している。消波ブロックに対する最適設計では、設置水深が深くなると最適質量はハドソン式による必要質量と一致する。しかし、水深が浅い場合には、LCC から判断するとハドソン式で求まる質量よりも重いブロックが最適となった。そのため、ハドソン式を用いた設計法では LCC が高くなることが判明する等、実務上、有益な結論を導いた。被覆石・ブロックに対する最適設計では、本論文で提案する最適設計法を用いることで、重量の異なる被覆石や種類の異なるブロックを用いた場合の LCC を比較することができ、最適な断面を決定できることを示した。</p> <p>第 4 章では、消波ブロック被覆堤を対象に、設計供用期間の滑動安定性を満足しつつ、LCC を最小とする最適断面を決定する最適設計手法を提案している。設計供用期間の消波ブロックの補修が期待滑動量と必要堤体幅を小さくでき、補修した場合の LCC を補修しない場合の初期建設費より小さくできることを示し、提案した最適設計法の有用性を示した。</p> <p>第 5 章では、既存の消波ブロック被覆堤を対象とした最適な維持管理手法に関して、適切な維持管理上の補修基準を検討できる手法を提案している。本解析結果では、ブロック半個～1 個程度で頻繁にブロックの沈下補修を行うことが、期待補修費の最小化及び大規模被災時のリスク低減の観点から有効であることを示した。</p> <p>第 6 章では、ケーソン式混成堤を対象として、沖波波浪の極値分布形と年複数回波</p>			

京都大学	博士 (工学)	氏名	辻 尾 大 樹
<p>浪を考慮して防波堤の滑動安定性を評価している。年最大値分布については、50年確率沖波波高が同じであっても、裾長さパラメータ <math>\gamma_{50}</math> や極値分布の形状によって期待滑動量が異なることを示した。年複数回の暴浪来襲を考慮した場合、裾長さパラメータ <math>\gamma_{50}</math> が小さい場合には、従来の年1回の最大波浪を対象とした滑動量解析では、滑動量を過小評価する可能性があり、年間の暴波浪が複数発生数することを考慮した検討が必要であることがわかった。裾長さパラメータ <math>\gamma_{50}</math> が 1.2, 1.3 の場合には、年平均発生数が変わっても期待滑動量はほとんど変わらず、従来通りの年1回の最大波浪を検討対象としても問題がないことを示した。</p> <p>第7章では、地球温暖化による沿岸外力変化を考慮するために、海面上昇、高潮偏差増大、波浪増大に着目し、ケーソン式混成堤の滑動安定性評価と消波ブロック被覆堤の最適設計を実施している。その結果、対象とした3つの沿岸外力のうちでは、将来の波浪増大の影響が耐波安定性に最も影響を及ぼすことがわかり、本論文の計算条件においては、地球温暖化を考慮すると期待滑動量が60~200%増加した。防波堤の設置水深が深い場合に、波浪の影響が大きく、浅い場合は海面上昇と高潮偏差による水位上昇の影響が大きくなり、水深に応じて主に寄与する外力が異なること等、重要な知見が得られた。</p> <p>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ている。</p>			

氏名	辻尾大樹
----	------

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、沿岸構造物の被覆材と消波ブロック被覆堤に着目して設計供用期間中における補修費を算出し、ライフサイクルコスト (LCC) を最小にする最適設計手法を提案したものである。最適設計とは、構造物の初期建設費と設計供用期間内に発生する費用 (補修費, 維持管理費, 撤去費等) を LCC として計上し、LCC が最小となる沿岸構造物の被覆材や堤体幅等の諸元を決定する設計手法である。コスト縮減や合理的な設計、性能設計が求められる今日の社会資本整備において、実用的かつ独創的な研究手法の提案となっている。本論文で得られた主な成果は、次の通りである。

1. 被覆材の補修を考慮した設計手法の確立

被覆材の補修に着目して LCC を算出した点に新規性が見られる。本論文では、沿岸構造物の設計に対して被覆材の補修を考慮して設計供用期間中の LCC を最小化する手法を提案し、異なる被覆材, 本体工の LCC を定量的かつ確率的に算出できる手法を確立した。

2. 被覆材の被災を考慮した防波堤の滑動量解析法の提案

消波ブロック被覆堤のブロック被災を考慮した滑動量解析手法に新規性が見られる。本論文では、設計供用期間中のブロックの被災とそれに伴う波力増大を考慮できる滑動量算定法を提案した。また、本手法を用いて被災事例の再現解析を実施し、本手法の精度を検証することに加え、被災事例の被災要因を明らかにした。

3. 被覆材の維持管理基準が明確化できる検討手法の提案

既存の消波ブロック被覆堤に対する維持管理に対して、これまで曖昧な維持管理基準であった消波ブロック天端の沈下に対する補修を適切に検討できる手法を提案した。この手法により、ブロック半個～1個程度でこまめにブロックの沈下補修を行うことが、期待補修費の最小化及び大規模被災時のリスク低減の観点から有効であることを示した。

4. 地球温暖化に伴う沿岸外力の変化を考慮した設計手法の提案

地球温暖化に伴う沿岸外力として、海面上昇, 台風の強大化に伴う高潮偏差の増大, 波浪の増大に着目し、設計供用期間中の沿岸外力変化の最新の知見に基づいて、防波堤の滑動量解析, 最適設計を実施するとともに、地球温暖化に伴う外力変化の影響を把握できる手法を提案した。

以上、本論文は、LCC 最小化と合理的な沿岸構造物に対する新しい設計法として期待でき、学術上、実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 24 年 2 月 17 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。