

Title	断面変形に伴う水理機能変化と動的応答を考慮した捨石構造物の設計に関する研究
Author(s)	荒木, 進歩
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3169429">https://doi.org/10.11501/3169429</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名	荒木進歩		
博士の専攻分野の名称	博士(工学)		
学位記番号	第15467号		
学位授与年月日	平成12年3月24日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科土木工学専攻		
学位論文名	断面変形に伴う水理機能変化と動的応答を考慮した捨石構造物の設計に関する研究		
論文審査委員	(主査) 教授 出口 一郎		
	(副査) 教授 村岡 浩爾    教授 中辻 啓二    教授 森 康男 教授 松井 保      教授 西村 宣男    教授 松井 繁之 教授 堀川 浩甫		

### 論文内容の要旨

本論文は、断面変形を許容した捨石構造物の設計法を確立するために、現象の把握のための水理実験および断面変形の予測手法の提案に関する研究の成果をまとめたもので、以下の6章により構成されている。

第1章では、本研究の背景および目的について述べている。

第2章では、捨石防波堤および捨石潜堤を対象とした水理実験を行い、断面変形および断面変形に伴う機能変化についての検討を行っている。その結果から、天端高さ、天端幅により捨石の移動方向や断面形状が大きく異なり、砂浜の断面変形形状とは異なる傾向があること、また潜堤については、断面変形により天端高さが増加することはあっても大きく低下することがないため、最も重要な機能のひとつである透過率が悪化することはないことを明らかにしている。

第3章では、断面変形予測を行う上で重要となる捨石に作用する波力の算定法についての検討を、捨石防波堤に対する水理実験結果との比較をもとに行っている。その結果から、静水面付近で発生する衝撃波力は、波面の角度の把握などの問題はあるものの付加質量の時間変化に基づく方法での算定が可能であること、また、衝撃波力以外の波力成分はMorison式によりまずまずの精度で算定され、Boussinesq方程式による波浪変形計算から得られる流速と組み合わせ入射波条件から波力算定が可能であることも示している。

第4章では、捨石構造物の中で今後の施工例の増加が予想される潜堤を対象を絞り、個別要素法による断面変形計算とBoussinesq方程式による波浪変形計算とを連立させた計算手法を提案している。この手法により計算された断面形状は、相対天端幅が小さい場合は実験結果と異なる傾向を示すものの、それ以外では実験結果との一致が良好であることを示している。また、断面変形が生じても透過波高の変化は小さい傾向が再現されている。

第5章では、現行の設計法では考慮されていない変数のばらつきに注目し、捨石の初期移動に関して信頼性設計法を適用し、移動確率の算定を行っている。さらに、断面変形予測計算に変数のばらつきに関する検討を加えることで計算手法の信頼性を高めている。これらの検討から、捨石の初期移動には抵抗係数のばらつきが大きく寄与すること、捨石の動的応答の考慮、及び波力の動的効果の考慮により波の周期が移動確率に影響を及ぼすこと、また、提案した断面変形予測手法により施工目的や構造物の重要性に応じて性能を明示する性能設計を行うことも可能であることを明らかにしている。

第6章では、得られた結果をまとめるとともに今後の問題点を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、景観面等の長所から施工例の増えている潜堤を主な対象構造物とし、現行の設計法の持つ問題点を改善し、経済的かつ合理的な設計を目指すために、構造物の断面変形の許容と変数のばらつきを考慮した設計法の確立に向けての検討を行ったもので、主要な結果を要約すると以下の通りである。

- (1) 断面2次元の水理実験においては、現行では破壊とされる程度の断面変形、及びそれ以上の断面変形が生じても、潜堤の持つ最も重要な機能である透過率は向上することはあっても悪化することはないことを明らかにしている。さらに、堤体内部に粒径の小さい碎石等で構成される core を持つ構造形式においては、被覆石が飛散しても core 材の急激な流出は見られず、透過率の変化はほとんどないことも明らかにしている。したがって、現行の設計法において、わずかな被覆石の移動も許容されていない1層被覆の形式の潜堤においても、断面変形後も機能を維持するねばり強さがあることが示され、断面変形を許容することの合理性が示されている。
- (2) 断面変形を予測するモデルとして各捨石の動的応答を考慮できる個別要素法を用い、捨石に作用する波力を Morison 式により算定するために Boussinesq 方程式による波浪変形計算から流速を算出し、断面変形計算との相互作用を考慮した計算手法を提案している。従来の断面変形予測手法は小変形のみを対象としたものであり、また実験的または経験的に導き出された算定式であるため断面変形に関わる物理的なメカニズムは考慮されていないが、本手法は一部に係数の決定に関する問題が残るものの、入射波条件から波の変形及び捨石の移動に至るまでのプロセスが物理的な支配方程式により表現されるため、予測精度の向上が期待される。
- (3) 捨石間の摩擦力と捨石どうしのかみ合わせの効果を含めた抵抗係数、及び捨石の粒径を確率変数として、捨石の初期移動に対する移動確率の算定を行い、波力に対する捨石の動的応答の効果、及び慣性力の考慮による入射波の周期の影響が移動確率に顕著に現れることを示している。また、大変形を考慮する際には捨石の初期移動とは異なり、抵抗係数や粒径のばらつきの影響が平均化されて顕著に現れないことを確認した上で断面変形計算を行い、破壊基準の設定によっては必ずしも断面変形が進行するほど破壊基準に近づいていくわけではないこと、すなわち、同一の入射波に対しても初期の断面形状が異なれば変形断面が大きく異なることを示している。

以上のように、本論文は、現行の捨石構造物の設計法の問題点を改善するために、これまでに検討例のない捨石構造物の大変形領域での議論を行っており、水理機能面に着目した設計法への基礎資料を提供するとともに、断面変形と断面変形に伴う水理機能変化の予測手法を提案している。また、これらの検討項目は、急激な機能低下を引き起こさないような粘り強い構造物の開発にも役立つものと期待される。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。