OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	The Effects of Stepped Slopes on the Hydraulic Performance of Submerged Breakwaters
Author(s)	Suwannarat, Watusiri
Citation	大阪大学, 2023, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/92969
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Form 3

Abstract of Thesis

Name (SUWANNARAT WATUSIRI)	
Title	The Effects of Stepped Slopes on the Hydraulic Performance of Submerged Breakwaters (潜堤表面上の階段状斜面が消波性能に及ぼす影響)

Abstract of Thesis

In the last few decades, submerged breakwaters have been increasingly used as a potential coastal protection and beach control device. Because of the desirable consequences, a submerged crest under the water surface provides better water circulation between onshore and offshore, which improves the water quality nearby shoreline. A low-crest structure also provides multiple benefits such as a low construction cost, coastal erosion reduction, an overtopping reduction and etc. This type of structure also associates with low wave reflection which provides a minimal impact on ship navigation. Besides a significant amount of wave transmission and reflection, a submerged breakwater also preserves the ecosystem and maintains pleasing esthetics, which greatly supports the tourism industry in the coastal area. Whereas, in the fact that a submerged breakwater is not powerful as an emerged breakwater. Therefore, to overcome and achieve more efficiency for wave energy dissipation, several structural geometries have been examined and investigated on the hydraulic performance of submerged breakwaters in many studies.

In this thesis, studies on the influences of a stepped slope on the submerged structure are conducted in computational fluid dynamics (CFD) software, OpenFOAM®, which are investigated under several conditions of waves and structural geometries.

Firstly, Chapter 1 provides the introduction of the research study by introducing the general background and motivation of the structure development.

Chapter 2 mentions related theories and previous research studies about waves, submerged breakwaters and the influences of structural geometries on the ability of wave energy dissipation to acknowledge and indicate the research gap of stepped submerged breakwaters.

Chapter 3 explains research methodology in the numerical model. The processes of numerical simulation are clearly described in detail and also illustrated the specification of model setup and the results of model validation.

Chapter 4 reports the results of numerical simulation to examine the performances of wave energy dissipation. The hydraulic performances of submerged breakwaters were evaluated by the coefficients of wave transmission, wave reflection and wave energy dissipation.

Chapter 5 describes the behavior of wave attenuation through submerged breakwaters. The abilities of wave dissipation were analyzed based on wave breaking and turbulence models, which were illustrated from the viewpoint of the instantaneous wave profiles and the magnitude of turbulent kinetic energy.

Chapter 6 presents the risk-based assessment of scour around submerged breakwaters, which were analyzed by shear stress computation and turbulence characteristics at the seabed. The influences of structural geometries on scour risks were mainly considered and compared.

Finally, Chapter 7 aims to provide conclusions with a concise and comprehensive overview of the research. The contents and the results of the study on the hydraulic performances of submerged breakwaters are emphasized. In addition, some recommendations for future numerical simulation works are also provided.

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　SUWANNARAT WATUSIRI　）			
	（職）		氏　名
論文審査担当者	主 査	教授	荒木　進歩
	副 査	教授	入江　政安
	副 査	准教授	中谷　祐介

論文審査の結果の要旨

本論文は，海岸保全施設の中でも沿岸域に与える影響が比較的，緩やかで，景観を害さない潜堤のうち，その表面を階段状斜面とした形式の消波性能を検討している。階段状斜面を有する潜堤の有用性はほとんど明らかにされていないため，消波性能，および堤体の安定性を損なう要因となり得る堤体周辺での局所洗堀を数値シミュレーションにより検討し，階段状斜面を有する潜堤の有用性を検討することを目的としている。本論文は7つの章で構成されている。

第1章では，東南アジアのタイ王国の海岸の現状を含めた研究の背景，および研究の目的を述べている。

第2章では，台形断面を持つ通常の潜堤，および階段状斜面を有する潜堤に関する既往の研究成果を詳細に調査し，階段状斜面が持つ消波性能に関する未解明の項目を整理している。

第3章では，以降の章での検討で使用する数値モデルOpenFOAMを紹介するとともに，計算領域，各種パラメータの数値，および計算メッシュ等の設定について説明している。また，波浪による水面変動の計算結果を理論波形と比較して検証するとともに，以降の章において検討する各種のステップ高さを持つ階段状斜面の断面形状を選定している。比較のために，ステップのない斜面を有する台形断面の潜堤，および鉛直壁で構成されたケーソン状の矩形断面を有する潜堤を検討断面として加えている。

第4章では，数値シミュレーションにより，階段状斜面を有する潜堤の消波性能を反射率，波高伝達率，およびエネルギー逸散率を指標として評価している。入射波および堤体断面形状を変化させることにより，階段状斜面のステップ高さ，相対天端幅，相対天端上水深，および波形勾配に対する変化を議論している。階段状斜面のステップ高さが小さいほど波高伝達率が小さく，反射率も小さく，結果としてエネルギー逸散率が大きくなることが示されている。

第5章では，数値シミュレーションの結果から堤体周辺における乱流エネルギーを求めることにより，階段状斜面を有する潜堤におけるエネルギー逸散を議論している。乱流エネルギーは入射波が砕波する潜堤沖側で大きくなるほか，潜堤背後においても乱流エネルギーが大きくなることが示されている。

第6章では，数値シミュレーションの結果から堤体周辺における底面せん断応力を求めることにより，堤体の安定性を損なう可能性のある局所洗堀について検討している。小さいステップ高さの階段状斜面を有する潜堤の周辺では，大きいステップ高さの潜堤に比べて底面せん断応力が小さいため，局所洗堀の可能性が低いことが示唆されている。

第7章では，前章までに得られた結果を総括するとともに，堤体の透水性の影響を検討する必要がある等，今後の課題を述べている。

以上のように，本論文は波高伝達率，反射率，およびエネルギー逸散率の結果から，小さいステップ高さの階段状斜面を有する潜堤は消波性能が高い上，周辺地盤の局所洗堀の可能性が低いことを示しており，これまで研究例の少なかった階段状斜面を有する潜堤に関する有用な知見を数多く提供している。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。