

Title	Analysis of Beach Nourishment Effect using Artificial Intelligence
Author(s)	金, 鉉東
Citation	大阪大学, 2020, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/77514
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

Abstract of Thesis

Name (金鉉東 (KIM HYUN DONG))

Title

Analysis of Beach Nourishment Effect using Artificial Intelligence
(人工知能を活用した養浜効果の解析)

Abstract of Thesis

Global warming causes a rise in the sea level, thereby aggravating beach erosion and overtopping on many beaches. When erosion occurs, sand beaches cannot maintain sufficient sand width, and foreshore slopes become steeper from frequent erosion effects, and beaches are trapped in a vicious circle of becoming vulnerable due to incident waves. For this reason, beach nourishment can be used as a countermeasure which simultaneously minimizes environmental impacts. However, beach nourishment is not a permanent solution and requires periodic renourishment after several years. To address this problem, minimizing the period of renourishment must be an economical alternative. In this respect, selecting the optimum grain size of the sand of the beach nourishment is essential.

Numerous previous studies have found that larger grain-sized sand is more resistant to the erosion than using gravel for the nourishment and can extend the period of renourishment. In addition to selecting the optimum grain size of the sand nourishment, determining the durability and maintaining the familiarity of the native sand users should also be considered. Thus, the gravel nourishment can be an optimum method.

Among many gravel nourished beaches, Tuvalu (one of the Pacific island nations facing the threat of disappearing from erosion) is a great example of reducing erosion from storm waves. Under extreme wave conditions, other parts of the Tuvaluan coast massively lost their shoreline; however, the section with gravel nourishment had its damage appreciably less as compared to other nourished areas. In the present study, using the Tuvaluan coast with its cross-sectional of gravel nourishment site, four different test cases with one extra test case were selected for the hydraulic model experiment aimed at discovering an effective nourishment strategy and finding the effective alternative methods. Two types with different mean diameters, sand and coral gravel, were used throughout the experiments in a wave flume.

Numerical simulations were performed to reproduce the gravel nourishment; however, none of such models simultaneously simulate the sediment transport of gravel and sand. Thus, the artificial neural networks (ANN), a deep-learning model, was developed throughout the study using hydraulic model experiments as training datasets to analyze its possibility to simultaneously accomplish the sediment transport of the sand and gravel and supplement the shortcomings of the numerical models.

This thesis consists of five different chapters, chapter 1. Introduction, chapter 2. Field measurement and necessary data investigation, chapter 3. Experiment, chapter 4. Numerical simulations and artificial intelligence, and lastly, chapter 5 with conclusions and discussions.

In chapter 2, the study site was described with historical background. To understand the underlying causes of beach erosion and site-specific morphology after the nourishments to quantify the nourishment performance, bathymetric survey, topographic survey, and wave observation were conducted in the study site, Funafuti, Tuvalu. Gravel nourished areas found to be the protective sections among other sand nourished sections, and from the simple wave test using SWAN, all the sections affect similar wave heights during abnormal wind conditions (e.g., cyclones).

To elucidate the interaction processes, a hydraulic model experiment was conducted, as explained in detail in Chapter 3. Overview of experiment setup, sand profiles, and characteristics of gravel used in the experiment was explained. Four different nourishment styles (Sand berm and beach (SBB), Gravel berm and sand beach (GBS), Buried gravel layer (BGL), and Buried gravel sill (BGS)) with one extra test case (Gravel bag layer (GBL)) were conducted to find out best methods amongst.

Chapter 4 introduces existing cross-shore numerical models (CSHORE, SBEACH, and XBEACH-G) and predict sand transport in the swash zone. Because of the current model's limitation, the artificial neural networks model was introduced and developed to make it suitable to beach profile evolution prediction using various features with datasets obtained from chapter 3.

Lastly, in chapter 5, the results of the overall experimental findings and discussions were briefly summarized.

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (金 鉉 東 (K I M H Y U N D O N G))			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教 授	青木 伸一
	副 査	教 授	西田 修三
	副 査	准教授	荒木 進歩
	副 査	准教授	入江 政安

論文審査の結果の要旨

海岸侵食は、地球温暖化に伴う海面上昇などの影響もあって世界的に深刻度を増しており、対策が急務となっている。近年は、環境面や利用面に配慮して、侵食された海岸に土砂を投入する養浜工法 (Beach Nourishment) が対策工法として用いられることが多くなっている。しかし、養浜は恒久的な対策ではなく、継続的な再養浜が必要であるため、精度の高い地形の将来予測に基づいて経済性を考慮して計画する必要がある。したがって、地形の変形過程を考慮した効果的な養浜の方法を検討することは、海岸保全対策において非常に重要である。本論文では、粗粒材 (礫) を含む砂礫を用いた養浜の効果について、現地調査、水理模型実験および数値シミュレーションによる検討を行ったものである。数値シミュレーションには、すでに実用化されているいくつかのモデルを用いるとともに、本論文では新たにニューラルネットワークモデル (ANN) を構築し、その適用性を論じている。

第 1 章では、研究の背景を述べるとともに、養浜に関する既往の研究について整理している。さらに、これらに基づき、本研究の目的と意義、および研究内容の概要を示している。

第 2 章では、南太平洋の島嶼国の一つであるツバルにある、比較的波浪エネルギーの小さな海岸で行われた粗粒材を用いた養浜事業を対象に、波浪観測、地形測量などの現地調査を行なうとともに、砂礫養浜の経年変化を整理し、その問題点を明らかにしている。

第 3 章では、上記の海岸を対象に、より効果的な養浜方法を検討することを目的として、造波水槽を用いて 1/25 スケールの水理模型実験を行なっている。礫の量や礫層の初期配置の異なる 4 つの養浜断面 (砂のみ、礫と砂、埋没礫層、埋没礫堤) および礫をネットに詰めた袋体として用いた埋没礫層 (砂利袋層) の計 5 ケースについて、それぞれ 2 種類の潮位に対して地形変化の特性および養浜の効果について比較検討している。ここでは、高波浪に対する養浜断面の安定性に加えて、礫の砂浜表面への露出に注目して景観面からも評価しており、砂利袋層を含む埋没礫層の有効性が示されている。

第 4 章では、礫養浜を行なった海浜の地形変化を再現するために、まず既存の数値モデル (CSHORE、SBEACH、および XBEACH-G) を用いた地形変形予測を行っている。これらのシミュレーションモデルでは、砂と礫の輸送を同時にシミュレートするにはモデルの精度が不十分であるため、実験結果の再現性はあまりよくないことを明らかにしている。次に、深層学習モデルである ANN を用いて断面変化を推定したところ、比較的精度良く予測することができ、まだ改良の余地はあるものの、数値モデルの欠点を補う可能性が示されている。

第 5 章では、本研究で得られた成果を結論としてまとめている。

以上のように、本論文では、砂礫養浜の効果的な実施方法について、現地海岸での実例を対象とした水理模型実験を通して、従来検討されていなかった礫の配置方法の違いによる地形の安定性や礫の移動形態への影響を明らかにしている。さらに、養浜地形の変化予測に ANN が適用できる可能性を示している点が新しく、砂礫養浜による侵食対策を考える上で非常に有用な知見を得ている。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。