



Title	Combined Wall and Trench Systems to Reduce Tsunami Impact on Coast
Author(s)	Silva, Kukulege Bhathisha Akalanka
Citation	大阪大学, 2020, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/77506
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (Kukulege Bhathisha Akalanka Silva)

Title	Combined Wall and Trench Systems to Reduce Tsunami Impact on Coast (堤体と堀の組み合わせによる沿岸域の津波被害軽減に関する研究)
-------	--

Abstract of Thesis

Tsunami is a series of ocean waves that occur often due to subduction earthquakes. The gigantic waves send surges of water, sometimes reaching runup heights of over 30 meters onto land. These wave trains can cause widespread destruction within a very short time frame when they strike ashore. Once generated, tsunamis race across the sea at up to 800 kilometers per hour. And their long wavelengths mean they lose very little energy along the way. When a tsunami strikes a coast, the damage it would cause depends not only on wave energy but also on morphological features of the coastline. Disasters occurred in recent times left important evidences that proves above fact as some affected areas were totally destroyed while some showed very less damage.

Coastal dikes and sea walls are the most popular hard measures that are used as defense structures against tsunamis. Countries like Japan have strongly invested in building such structures along its tsunami vulnerable areas, especially since 2011 Great East Japan Tsunami, which has been identified as one of the largest natural disasters in recent history. Some of these structures can reach a height of 17 meters with a length of several kilometers along the East coast of Japan (Raby, 2015). However, there are increasing concerns of cons to their pros with these massive walls that are built within socially and environmentally sensitive areas.

Due to these concerns, researchers are keenly interested in finding alternative solutions to overcome the negative impacts of conventional tsunami defense structures. Applying submerged structures and also altering the design concepts of conventional onshore seawalls look more practical than adapting totally different types of mechanically operated defenses. In this study, a promising conceptual structure "a wall and trench system" is deeply investigated.

The first two chapters of this thesis is allocated to explain the related literature and to explain the theoretical aspects that are used to develop the study. Chapter 3 is allocated mainly for discussing the first part of the primary study. Submerged wall and trench systems are investigated in this first section to identify their usability as a defense measure against tsunamis. This chapter focuses on several arrangements of submerged wall and trench systems through a numerical model, which is calibrated by physical experiments of a tsunami-like wave transformation. A dam break event is used to model a tsunami-like wave interaction with structures. Resulted wave properties are investigated to identify an optimum solution from the viewpoint of structure configuration. The results clearly show that the submerged wall and trench systems at near-shore can suppress the impact of a tsunami-like waves on the shore.

Combined wall and trench systems at onshore are investigated and discussed in the fourth chapter to identify their usability as a defence measure against tsunami-like waves. This part of the study focuses on several arrangements and geometries of combined wall and trench systems which are located at onshore. The structure system is assessed through a numerical model, which is calibrated by physical experiments on the transformation of a tsunami-like wave generated by a dam break event. Resulted wave properties are investigated to identify the behavior of the wall and trench system from the viewpoint of structure configuration. The results clearly show that the combined wall and trench systems at onshore can suppress the impact of a tsunami-like waves well than a conventional single seawall system.

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (Kukulege Bhathisha Akalanka Silva)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主査	准教授 荒木進歩
	副査	教授 西田修三
	副査	教授 青木伸一
	副査	准教授 入江政安

論文審査の結果の要旨

本論文は、堤体と堀を組み合わせた施設を用いることにより沿岸域での津波被害の軽減を目指し、その軽減効果を数値シミュレーションにより検討している。本論文は5つの章で構成されている。

第1章では、2004年のインド洋大津波による被害および2011年東日本大震災の津波による被害の状況をまとめるとともに、没水型の構造物を含む海岸構造物や海岸保全施設による高波浪または津波の制御効果に関する既往の研究を調査している。これらの調査を通して、研究の目的、すなわち堤体と堀を組み合わせた施設を用いることにより、津波被害軽減を目指すに至った経緯を説明している。

第2章では、第3章および第4章で用いる津波の数値シミュレーションの基礎となる非線形長波方程式およびブーシネスク方程式等の波動理論、数値シミュレーション・モデルの詳細およびモデル中で使用されている手法の詳細、および境界条件等を説明している。

第3章では、堤体と堀を汀線より沖の海中に設置した没水型の施設の津波被害軽減効果を議論している。海中に設置された没水型の堤体は潜堤または人工リーフと呼ばれ、沿岸域における景観を阻害せずに設置可能な海岸侵食対策として各地での施工例があるが、没水型の堤体と没水型の堀を組み合わせることにより津波被害の軽減を目指す施設は例がなく、独創性が高いと評価される。まず、堤体と堀が設置されていない状態において水理模型実験で測定された水位変動および水粒子速度と、同じ条件で実施した数値シミュレーションによる結果を比較することにより、用いた数値モデルが沿岸域での津波の伝播について十分な再現性を確保していることを検証している。その後、再現性が検証された数値モデルにより、堤体の幅、堀の幅、堀の深さ、および堤体と堀の設置間隔を変化させ、陸上での津波浸水深、遡上高さおよび遡上距離を最も効果的に低減できる堤体および堀の形状を検討している。数値シミュレーションは、検証に用いた水理模型実験と同じスケール（縮尺1/80を想定）で行っており、入射津波は汀線付近での波高が実スケールで7mのものを対象としている。得られた結果から、堤体の幅がより広いほど、堀の深さがより深いほど、また堤体と堀の設置間隔が狭いほど、津波遡上高さおよび遡上距離を効果的に低減できることを示している。一方で、堀の幅が、津波の遡上高さおよび遡上距離の低減に与える影響は、有意ではないことを示している。ただし、今回の検討で用いた入射津波より大きい津波が来襲する場合等は、結果の傾向が異なる可能性がある点、および没水型の施設が、津波の遡上高さや遡上距離を劇的に低減するわけではない点には注意が必要である。以上より、構造物による津波対策では大きな問題となる景観の阻害、および海へのアクセス悪化をもたらすことのない没水型の施設により、津波被害が軽減できる可能性を示している点が評価される。

第4章では、汀線付近の陸上部に堤体と堀を設置した施設の津波被害軽減効果を検討している。第3章で検討し

た没水型の施設では十分な効果が得られない場合、または海底地形の変動が激しいために没水型の堤体と堀の維持管理が困難な場合等に設置される施設と理解される。汀線付近の陸上部に設置した堤体と堀による津波被害軽減効果については、2011年東日本大震災の津波来襲の際、宮城県沿岸部の海岸線と平行に存在した貞山運河が津波の減衰に効果があったと考えられたことから各研究機関で研究が進められているが、陸上設置型の堤体と堀に関する既往の研究では検討例がほとんど見られない、堤体と堀の設置間隔についても本研究ではパラメータとして、施設の効果を検討している点が評価される。第4章で用いた数値シミュレーション・モデルは陸上部に設置する施設を対象とするため第3章で用いたものとは異なり、液相（水）だけでなく気相（空気）も含めて解析を行うモデルを用いている。そのため、水理模型実験で測定された水位変動および水粒子速度と、数値シミュレーションによる結果を比較することにより、本章で用いた数値モデルが十分な再現性を確保していることを検証している。その後、堤体の高さ、堤体の幅、堀の幅、堀の深さ、および堤体と堀の設置間隔を変化させ、施設背後での浸水深、遡上流速、および津波遡上距離を最も効果的に低減できる堤体および堀の形状を検討している。第3章と同様に、数値シミュレーションは想定縮尺1/80で実施しており、入射津波は主として汀線付近での波高が実スケールで7mのものを対象としているが、一部の検討ではより大きい津波および小さい津波も対象としている。得られた結果から、入射津波波高が7mの場合は、堤体と堀の設置間隔が5mのときに最も背後での浸水深を低減できることを示している。これは堤体を越流した津波が直接、堀に打ち込む状況となるときに最も効果があるためであり、入射津波の波高が異なる条件においては、堤体と堀の最適な設置間隔が変化する結果も示している。また、堤体の幅が広いほど、堀の幅が広いほど、堀の深さが深いほど、浸水深、遡上流速および津波遡上距離を効果的に低減できることを示している。さらに、堤体（海岸堤防）だけによる津波対策と比較して、堤体と堀を組み合わせることにより堤体の高さを20～30%低下させても同程度の性能が発揮できることを示している。以上より、陸上に設置された堤体と堀を組み合わせた施設が津波被害軽減に有効であることを示しており、特に、非常に天端の高い海岸堤防を設置することにより生じる景観の悪化を、堀の設置により緩和することができる点を示している点は、有用な成果であると考えられる。

第5章では、主として第3章と第4章の結果を総括するとともに、堤体と堀を設置した状態での水理模型実験を行うことにより、数値シミュレーションにより得られている津波被害軽減に関する結果の検証を行う必要性等の課題を述べている。

以上のように、本論文は近い将来の発生が懸念される南海トラフ巨大地震による津波が来襲する日本のみならず、津波が来襲する可能性のある世界各地の被害における津波被害軽減策として、堤体と堀を組み合わせた施設の有効性を検討し、貴重な知見を提供している。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。