



Title	Investigations on Hydrodynamic Loads and Dynamics of Debris Entrainment due to Tsunami-Induced Flows
Author(s)	Nallarajah, Renee Josiah
Citation	大阪大学, 2023, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/92972">https://hdl.handle.net/11094/92972</a>
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## Abstract of Thesis

Name ( NALLARAJAH RENEE JOSIAH )	
Title	Investigations on Hydrodynamic Loads and Dynamics of Debris Entrainment due to Tsunami-Induced Flows ( 津波遡上流による流体力と漂流物の挙動に関する研究 )
Abstract of Thesis	
<p>Among the rim countries of the Indian Ocean, Sri Lanka experienced its first devastating tsunami on 26th December 2004. Massive devastation witnessed during this event showed the importance of proper disaster management planning and mitigation measures to reduce the loss of lives and properties, especially since Sri Lanka is vulnerable to natural disasters such as tsunamis. Due to the present active tectonics in the subduction zone beneath Sumatra, tsunamis might occur in the Indian Ocean again by bringing devastation to coastal regions of Sri Lanka, according to the disaster risk index of 2017 published by the Disaster Management Centre of Sri Lanka. Thus, a proper understanding of possible tsunami inundation levels and tsunami-inducing impacts on structures are prerequisites for disaster prevention and management activities. Hence, this thesis explores the disaster management mechanisms and impacts caused to an onshore coastal residential structure by tsunamis.</p> <p>Chapter 1 provides a general background about the tsunami risks and induced forces on an onshore residential structure with the problem statement and the objectives of this study.</p> <p>Chapter 2 summarises the findings of previous research studies in detail to identify research gaps and formulate research methodologies.</p> <p>Chapter 3 explains the numerical simulation carried out to reproduce the 2004 Indian Ocean tsunami for the selected cities in Sri Lanka to identify the inundation levels, extents and vulnerable zones.</p> <p>Chapter 4 describes the details of the tsunami risk assessment conducted for selected cities in Sri Lanka to identify the existing tsunami management and disaster preparedness mechanisms available. Possible policy improvements and suggestions for general improvements are discussed.</p> <p>Chapter 5 reports the experimental investigation conducted to examine the hydrodynamic impacts of the identified actual tsunami conditions during the risk assessment. Hydrodynamic impacts on a free-standing cuboid-shaped structure exerted by tsunami-like waves were evaluated. Further, the parameters measured during the experiments are reported, and the comparisons with empirical formulations are also discussed.</p> <p>Chapter 6 describes experiments carried out to investigate the debris transport mechanism of the floating objects entrained by tsunami-like waves. An open-source optical tracking code was applied to track the debris motion to estimate moving speed and spread and the probability distribution of lateral dispersion. Further, comparative analysis with multiple debris scenarios is discussed.</p> <p>Chapter 7 elaborates on the experimental findings of debris-induced impacts on a free-standing cuboid-shaped structure. Obtained results are explained to understand the debris-structure interaction, types of impact modes and exerted structural response. Further, debris-induced impacts are compared with the hydrodynamic effects.</p> <p>Chapter 8 reports the adopted numerical method to establish a numerical flume to aid the conducted laboratory experiments. Details of selecting a suitable numerical method, governing equations, discretisation and solution schemes, and a calculation domain and the respective boundary conditions are discussed. Further, the comparison of measured and simulated parameters is presented.</p> <p>Chapter 9 describes the derivation of analytical equations of debris motion of single debris, which needed to be incorporated into the developed numerical flume to simulate the debris driftage due to tsunami-like flows. Finally, Chapter 10 concludes this work by summarising the key findings. In addition, some recommendations for future research are emphasised.</p>	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( NALLARAJAH RENEE JOSIAH )			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	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、津波による陸上構造物への被害、および津波来襲時に発生する漂流物により引き起こされる津波被害を軽減することを目的として、津波流体力の特性、漂流物の挙動および漂流物が陸上構造物に及ぼす衝撃力を検討している。外力としては2004年12月のインド洋大津波を想定し、同津波により甚大な被害が生じたスリランカの沿岸域を対象地域と想定している。本論文は第1章から第10章までで構成されている。

第1章では、陸上構造物への津波被害の概要を述べ、研究の目的を示している。

第2章では、津波被害および津波作用力に関する既往の研究成果を詳細に調査することにより、未解明である項目を見出している。各種の設計マニュアルに記載されている算定手法についても調査している。

第3章では、インド洋大津波の伝播および沿岸域への遡上を数値モデルDelft 3Dを用いて計算し、インド洋沿岸各国での観測結果との比較を行っている。スリランカ東部のバットィカロアおよび南部のゴールにおいては津波遡上計算結果を詳細に示し、両都市域における津波浸水深および浸水範囲を議論している。

第4章では、第3章で浸水計算を行ったスリランカ東部のバットィカロアおよび南部のゴールを主な対象地として、津波警報システムや避難場所などの津波対策の現状を調査するとともに、より効果の高い津波対策とするための改善策を提案している。

第5章では水理実験を行い、スリランカでの調査に基づいて設定された4種類の津波高さに対する津波浸水深および遡上流速を測定している。遡上波先端の速度は、先行研究と同程度であることを示している。さらに、漂流物がない条件下において、直方体形状の陸上構造物に作用する津波流体力を測定し、複数の既往の算定式と比較し、浸水深が大きいケースでは一部の算定式の精度が低下することを示している。

第6章では水理実験を行い、陸上構造物がない条件下において、港湾域に留め置かれたコンテナを模した模型が、遡上した津波により漂流する挙動を撮影された画像をもとに測定し、漂流に伴う漂流物の拡散および移動速度の変化を議論している。漂流物の拡散状況および移動速度の変化は、先行研究と同程度であることを示している。

第7章では水理実験を行い、漂流物が陸上構造物に及ぼす作用力を測定し、漂流物がない津波流体力のみの場合との比較を行っている。漂流物による作用力は、浸水深が小さいケースのほうが相対的に影響が大きくなることを示している。

第8章では、前章までに得られた結果に対して、実験では測定できなかった情報の収集、および異なる条件下で特性を議論するために、OpenFOAMを用いた数値的な検討を行い、その再現性を確認している。浸水深や作用流体力の再現性は概ね良好であるが、浸水深低下時の再現性には改善の余地があることを示している。

第9章では、漂流物の挙動を解析的に検討するための理論式について検討し、流体解析と連成して数値シミュレーションを行う可能性に言及している。

第10章では、前章までに得られた結果を総括するとともに、今後の課題を述べている。

以上のように、本論文はスリランカの津波対策の現状分析から、津波による浸水、津波による陸上構造物への作用力評価、および漂流物の挙動解析と作用力評価までの幅広い内容を、実験および数値計算の両面から詳細に検討しており、津波による漂流物が陸上構造物に及ぼす影響に関する有益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。