

Study on Tsunami Hazard and Risk Evaluations, and the Evacuation Analysis Using Vertical Structure in Densely Populated Areas

著者	ABDUL MUHARI
号	57
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	工博第4731号
URL	http://hdl.handle.net/10097/61879

氏名	Abdul Muhari		
授与学位	博士(工学)		
学位授与年月日	平成24年 9月25日		
学位授与の根拠法規	学位規則第4条第1項		
研究科, 専攻の名称	東北大学大学院工学研究科(博士課程) 土木工学専攻		
学位論文題目	Study on Tsunami Hazard and Risk Evaluations, and the Evacuation Analysis Using Vertical Structure in Densely Populated Areas (津波ハザード・リスク評価と高密度人口エリアでの鉛直避難を考慮した避難解析に関する研究)		
指導教員	東北大学教授 今村 文彦		
論文審査委員	主査 東北大学教授 今村 文彦	東北大学教授 田中 仁	
	東北大学教授 越村 俊一		

論文内容要旨

本研究では、人口密集地域における津波のハザードとリスク評価の実用的手法を検討し、その結果を人的被害軽減のための避難計画へ適用できるかについて検討した。我が国だけでなく、多様な建物や土地利用がされている密集地域では、従来の津波解析の中で、どのように地形条件、道路網、土地利用状況などの複雑性を取り入れるかが課題となっている。また、浸水深や流速など、詳細に得られた解析結果を避難計画に利用するためには、どのようなハザード情報を提供するのかが議論されており、東日本大震災などの実態を反映した検討が不可欠である。その検討の内容を以下に示す。

第1章は、序論であり、津波数値計算の解析法、条件、利用についてのレビューを行った。

第2章では、細密なグリッドサイズの解析で使用する拡張型相当粗度モデルを提案した。他の2つのモデルとの比較検討により、最も実用性が高いことを示した。解析手法の検証は、インドネシア・バンダアチエにおける2004年インド洋大津波の浸水深および流速の実測データを利用して実施した。3つのモデル(一様粗度モデル、地形モデル、拡張型相当粗度モデル)を用いて、解析結果の比較を行った。図-1はその事例である。解析結果は、細密なグリッドサイズのERMでは浸水深が小さくなるものの、流速は狭い道に沿って大きくなり、浸水がより遠くまで到達することを示している。ERMによる最適な結果は、平均建物占有率が40%以上の場合に得られた。解析結果は良好であり、浸水深が若干小さくなるものの流速は狭い道路に沿って大きくなり、浸水が広がり現実に近い傾向が示された。これは、特に居住地域内、特に潜在的な避難経路に沿った津波の特性を可視化するための試みである。

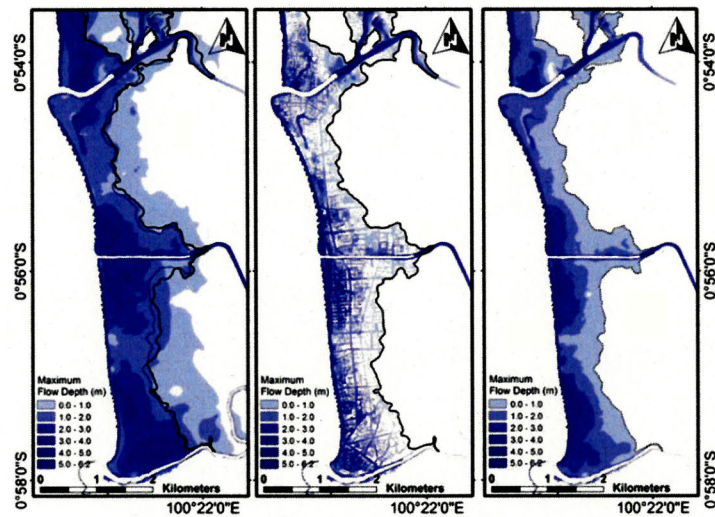


図- 1 3つのモデル（一定粗度モデル，地形モデル，拡張型相当粗度モデル）の比較

第3章では，人的被害評価の手法について検討した．津波影響域内における死者発生の潜在性を決定するため，津波犠牲者指数を適用し拡張版を提案した．この指数は津波の浸水特性と人体の応答という2つの要因を統合している．この結果，避難経路に人的被害の空間分布を示す事が出来た．津波影響域内における死者発生の潜在性を決定するため，津波犠牲者モデルを提案した．このモデルは，津波の浸水特性と，流れの中に置かれた人体の応答という2つの連結した要因を統合している．次いで，津波犠牲者指数（TCi）を潜在的な避難経路に表示するため，潜在的な人的被害の空間分布を使用した．図- 2は，パダン市内での得られた解析結果（津波ハザード）とリスクの分布である．

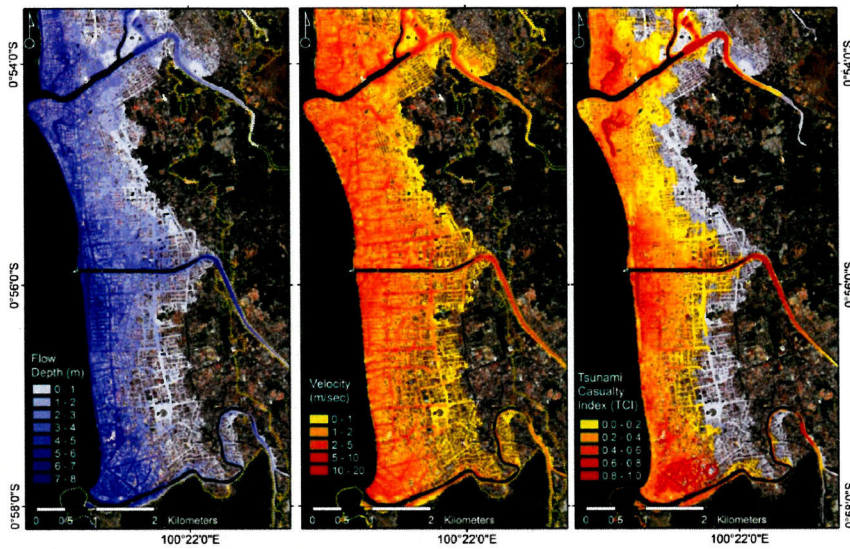


図-2 バダング市での津波ハザードと提案した津波リスクマップ。

浸水域 (左), 津波最大流速 (中), リスクマップ (右)

第4章は、津波避難に関する検討である。まず、津波ハザード・リスクの解析結果をもとに2011年東日本大震災での津波被災の概要をレビューし、迅速な避難の最適な実行例を抽出して避難解析を行った。そのモデルのフローを図-3に示す。結果は良好であり、その成果を元に、津波に曝された歩道橋（鉛直避難）を、潜在的な解決策の1つとして提案できた。津波ハザード・リスクの解析結果をもとに2011年に日本で生じた津波の概要をレビューし、迅速な避難の最適な実行例を抽出する形で、避難解析を行った。津波に曝された歩道橋の性能は、人口の密集した平野部の都市における潜在的な解決策の1つとして提案可能であると評価される。歩道橋の脆弱性を、暴露性（位置）とハザード（津波浸水特性）の意味で明らかにし、一連の数値的検討により、その設置位置、計画高（想定津波）の基準を確立した。しかしながら、歩道橋の人員収容能力により、避難場所としての制約が生じる可能性がある。

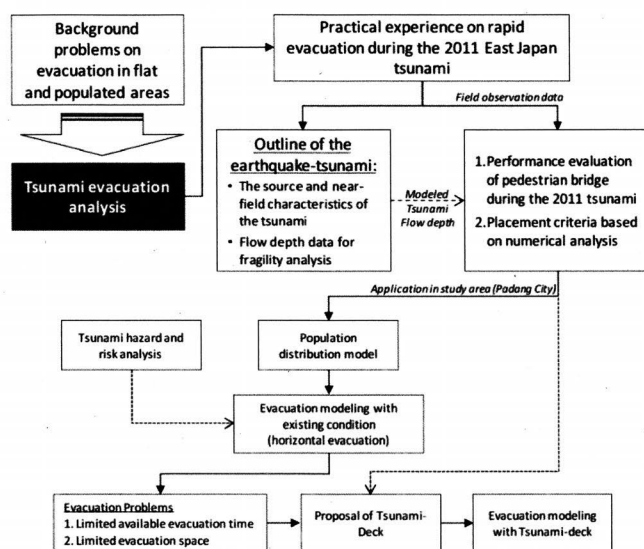


図- 3 津波解析結果を利用した津波避難シミュレーションモデルの検討フロー

第5章では、本研究で得られた結果を整理し、結論を述べている。拡張型相当等価粗度モデルを適用することにより、人口密度の高いエリアでも、津波の浸水状態を高精度に再現・予測することが可能であることを示した。ここで、得られる、津波到達時間、浸水深、流速などを組み合わせた津波犠牲者指数を津波避難計画に検討できる情報として提案した。本研究の成果は、複雑な都市域での津波避難に対して適正な計画を立案できる支援ツールになると期待される。

論文審査結果の要旨

人口密集地域における津波のハザードとリスク評価の実用的手法を検討し、その結果を人的被害軽減のための避難計画へ適用できるかについて検討した。多様な建物や土地利用がされている密集地域では、従来の津波解析の中で、どのように複雑性を取り入れるかが課題となっている。また、得られた解析結果を避難計画に利用するためには、どのようなハザード情報を提供するのが議論されており、東日本大震災などの実態を反映した検討が不可欠である。その内容を以下に示す。

第1章は、序論である。

第2章では、細密なグリッドサイズの解析で使用する拡張型相当粗度モデルを提案した。他の2つのモデルとの比較検討により、最も実用性が高いことを示した。手法の検証は、インドネシア・バンダアチエにおける2004年インド洋大津波の浸水深および流速の実測データを利用して実施した。解析結果は良好であり、浸水深が若干小さくなるものの流速は狭い道路に沿って大きくなり、浸水が広がり現実に近い傾向が示された。

第3章では、人的被害評価の手法について検討した。津波影響域内における死者発生の可能性を決定するため、津波犠牲者指数を適用し拡張版を提案した。この指数は津波の浸水特性と人体の応答という2つの要因を統合している。この結果、避難経路に人的被害の空間分布を示す事が出来た。

第4章では、津波避難に関する検討である。まず、津波ハザード・リスクの解析結果をもとに2011年東日本大震災での津波被災の概要をレビューし、迅速な避難の最適な実行例を抽出して避難解析を行った。結果は良好であり、その成果を元に、津波に曝された歩道橋（鉛直避難）を、潜在的な解決策の1つとして提案できた。

第5章では、本研究で得られた結果を整理し、結論を述べている。

以上の成果により、拡張型相当等価粗度モデルを適用することにより、人口密度の高いエリアでも、津波の浸水状態を高精度に再現・予測することが可能であることを示した。ここで、得られる、津波到達時間、浸水深、流速などを組み合わせた津波犠牲者指数を津波避難計画に検討できる情報として提案した。本研究の成果は、複雑な都市域での津波避難に対して適正な計画を立案できる支援ツールになる。これらは、今後の人的被害軽減策に活用、適用できる成果であり、津波研究の発展へ大きく寄与できると期待できる。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として合格と認める。