

津波による人的被災リスク評価のための群衆避難モデルの開発

著者	宇野 喜之
学位名	博士(工学)
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2020
学位授与番号	12614博甲第568号
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00001995/

博士学位論文内容要旨
Abstract

専攻 Major	応用環境システム学専攻	氏名 Name	宇野 喜之
論文題目 Title	津波による人的被災リスク評価のための群衆避難モデルの開発		

津波は低頻度災害であるため、発生メカニズムの解明は進んでいるものの、次に発生する津波の規模や発生時期を予測することは難しい。そのため対策の検討には被害の生起確率を考慮するリスク評価手法が有効であるが、人的被害は津波発生に関する不確実性に加えて避難行動に関する不確実要因の影響を受け大きく変動する。そこで本研究では、防潮堤や水門などの津波防護施設のほか、避難ビル・タワーの整備や避難経路特性の違いによる被害変化の評価を可能とする高精細の群衆避難モデルを開発し、ケーススタディ地域のリスク評価に適用しモデルの有効性を示した。

第1章では、研究の背景と目的を述べ、本論文の構成を説明する。

第2章では、現状の津波人的被害の評価方法とその課題について述べる。過去の津波被害の経験式や浸水深分布に基づくマクロ的被害推定法は、浸水状況の時間変化や避難行動の差異を十分に反映できない等の課題を有する。一方、数値モデルにより時系列的避難行動を模擬する津波避難モデルは、津波研究や施策分析業務の中で開発が進み一部実務でも活用されているものの限られた被害要因に対する分析に留まっており、様々なシナリオにおける津波被害の変化に適用した事例は少ない。

第3章では、本研究で開発した群衆避難モデルについて説明する。開発した避難モデルは、個別要素型モデルとポテンシャルモデルのハイブリッドモデルである。個別要素型モデルは、個々の避難者の行動を模擬し、避難者同士の衝突回避やグループ行動を表現するとともに、歩行速度や避難開始時刻等の避難行動特性を個々の属性として与えるマルチエージェントモデルである。一方、ポテンシャルモデルは、避難経路を表現するものであるが、地形や避難路の基本特性を反映するだけでなく、避難路の閉塞などの不確実要因や、渡河や避難タワー利用時の海側避難等の影響を解析し被害への影響を分析可能にする。本モデルの妥当性は、堀ら(2015)の手法にならい、避難者群衆の挙動の結果として表れる避難完了率の時間推移を他モデルと比較することにより確認した。開発モデルでは実海岸の避難条件を表現するためポテンシャルマップの空間解像度を1m程度とし、マップ作製作業の煩雑化解消や客観性確保を図るとともに、避難条件変更を容易にするため、電子地図情報GISデータを用いたデータ処理ツールを作成した。さらに、複数の波源モデルの浸水分布図を重ね合わせた浸水リスクマップに基づく、浸水遭遇確率を最小化する避難経路選択手法を新たに提案した。

第4章では、ケーススタディとして人口約4千人の沿岸市町を対象に、複数のシナリオ下で避難モデル解析を行い、津波人的被災リスクを評価した。被害の判定は既往研究にならい浸水深0.5mで行い、人口に対する被害者数の割合で求まる被害率を対策の効果や被害要因の影響を評価する指標とした。津波浸水に関しては、ケーススタディ地域近くの駿河トラフを波源とする東海地震、安政東海地震、5地震総合モデル、南海トラフ巨大地震のMw8.1~9.1の4つの規模のモデル津波に対して、3つの潮位条件、現状6m天端高と7.5~10.5mまで嵩上げた計5ケースの防潮堤および同じ高さの水門の有無を海岸防護施設条件として設定し解析した。避難行動については、同地域で行ったヒアリング調査結果を参考に、移動速度や避難開始時刻を昼夜で変化させた。潮位や昼夜の変化により人的被害が1日の中でも変動し、その変動幅は津波規模の違いと同程度となりうることを示され、特に夜間の避難開始時刻の遅れに留意する必要性が認められた。避難のシミュレーション結果から、被害率の超過確率を示すリスクカーブを作成し、防潮堤や水門の施設整備による被害低減効果、渡河や避難者から見て海側にある避難タワーへの避難の有無の違いによる被害増減、3階建物への避難の効果や避難経路の

閉塞の有無による被害変化を確認した。最後に、新たに開発した浸水リスクマップに基づく避難行動により、南海トラフ巨大地震を除く低地に非浸水域が残る3つのモデル津波では被害率軽減に効果があり、さらに避難ビル・タワーと組み合わせることにより被害率低減効果が高まることが分かった。これらにより、開発した避難モデルがリスク評価だけでなく、避難行動計画等の検討に役立つことが分かった。

第5章では、本研究の結論と今後の課題を述べた。

本研究では、防潮堤や避難等からなる津波防災システムの最適化を目的とした人的被災リスク評価のための群衆避難モデルを開発した。開発モデルで得られる成果は津波避難計画の検討に利用できるとともに、動画などの分かりやすい表現により防災教育にも活用できることが期待され、津波防災対策の合意形成を行う上でも有用なツールであると考えられる。