

津波および高潮による被害リスク推定の実務への適用性向上と高度化に関する研究

本多, 和彦

<https://hdl.handle.net/2324/4784725>

出版情報 : Kyushu University, 2021, 博士 (工学), 論文博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名 : 本多 和彦

論 文 名 : 津波および高潮による被害リスク推定の実務への適用性向上と高度化に関する研究

区 分 : 乙

論 文 内 容 の 要 旨

想定する津波や高潮による浸水を評価するため、とくに複雑な地形や構造物を有する港湾においては、防波堤等の構造物周りで3次元的な流動が生じるため、解析コストが高い3次元非静水圧流体解析モデルを用いる必要がある。また、津波に伴う多数の漂流物の挙動や施設被害等を評価するためには、津波漂流物周りの流動や施設の耐力等を詳細に把握する必要がある。しかし、実務においては、予算や時間が限られていることから、一定の信頼性を有しつつ解析コストを低減した流体解析モデルや施設被害等の概要を把握する手法が求められている。さらに、高潮による被害リスク推定では、既往台風を参考に経験的台風モデルの各種パラメータを設定して高潮推算を実施しているが、実務における現状は、それらパラメータ設定の妥当性を確認できていないことが多い。

本研究では、このような実務での被害リスク推定における諸課題を解決するため、3次元非静水圧流体解析モデルの精度向上を目的とした接続境界処理手法、解析コストの低減を目的とした機械学習を用いた手法を提案するとともに、多数の津波漂流物の挙動や建物破壊等を再現可能な解析手法、防波堤等の津波フラジリティ曲線を提案した。また、経験的台風モデルのパラメータ設定の妥当性の確認に資する最大旋衡風速半径の確率評価式を提案するとともに、最大旋衡風速半径および台風の移動速度の感度分析を実施した。

本論文は、第1章から第8章まで、8つの章で構成されている。各章の概要は、以下のとおりである。

第1章では、本研究の背景と目的について述べるとともに、本研究で用いた津波および高潮の流体解析モデルの概要を示したうえで、本研究の方針および論文の構成について示した。

第2章では、津波および高潮による被害リスク推定に用いる3次元非静水圧流体解析モデルを対象に、複雑な地形や構造物を有する港湾への適用性の向上および妥当性の検証を目的として、各種実験結果との比較検証を行うとともに、解像度が異なる領域間を接続するネスティングの処理手法を提案し、接続境界処理の違いによる解析結果を比較することにより、その提案手法の妥当性を示した。

第3章では、津波に伴う漂流物による被害および建物被害を再現することを目的として、多数の津波漂流物の挙動、および、津波漂流物による建物破壊や道路閉塞をモデル化した解析手法を提案した。これらのモデル化の違いによる解析結果を比較することにより、提案手法の妥当性および提案手法の有無による被害リスク推定結果への影響を示した。

第4章では、津波による港湾施設の被害リスクを簡易に評価することを目的として、東北地方太平洋沖地震津波による港湾施設の被害実績を整理するとともに、被害実績を用いて、第一線防波堤および港湾内の倉庫を対象に、対数正規累積分布関数により回帰した曲線として津波フラジリティ

曲線を提案した。津波フラジリティ曲線のパラメータについて、複数の指標を比較することにより、第一線防波堤では、津波高を設計有義波高で除した指標の妥当性が高く、港湾内の倉庫では、浸水深の妥当性が高いことを示した。

第5章では、経験的台風モデルにおけるパラメータの1つである最大旋衡風速半径の設定範囲の参考となることを目的として、既往の台風の実績値を用いることで、台風の発達期および減衰期といった台風ステージ別に、台風の中心気圧をパラメータとする最大旋衡風速半径の確率的な評価式を提案した。この提案式について、実績値および台風の中心気圧毎の個別の回帰曲線との比較から、一定の精度を有していることを確認し、とくに、台風の中心気圧が950hPa以下については、妥当性が高いことを示した。

第6章では、浸水リスク評価や経験的台風モデルにおけるパラメータ設定の参考となることを目的として、三大湾（東京湾・伊勢湾・大阪湾）内の主要な港湾を対象に、気候変動に伴う海面水位上昇量に応じた高潮推算を実施するとともに、経験的台風モデルにおけるパラメータの最大旋衡風速半径および移動速度による高潮推算結果への影響について感度分析を実施した。これらの結果から、気候変動に伴う高潮浸水に対する脆弱性について、他の湾と比較して、東京湾では、気候変動に伴う海面水位上昇量に応じて、平均浸水深の変化は小さいが浸水範囲が増加するという傾向等を明らかにした。台風の移動速度の高潮偏差への影響については、三大湾では全体的に移動速度の増加に応じて高潮偏差が増加する傾向があり、最大旋衡風速半径の高潮偏差への影響については、名古屋港および三河港において、最大旋衡風速半径が小さくなると、顕著に高潮偏差が増加することを明らかにした。

第7章では、津波および高潮による被害リスク推定に用いる3次元非静水圧流体解析モデルを対象に、その解析コストを低減することを目的として、機械学習の1つであるニューラルネットワークを用いて、流体解析のソルバー部分を代替する手法を提案した。学習過程における教師データは、当該3次元流体解析モデルによる出力値を用いたものである。この提案手法について、一様水深、一様勾配地形および潜堤を有するモデル地形上を伝播する津波を対象に、教師データとの比較により精度検証を実施した。この提案モデルによる解析結果について、一様水深および一様勾配地形においては一定の精度を確認できたが、潜堤を有するモデル地形においては、十分な精度を有していない結果となった。そのため、今後の精度向上に向けた改良点についての考察も示した。

第8章では、本研究の主要な結論を総括するとともに、今後の課題について論じた。