

一般共同研究（課題番号：30G-09）

課題名：打上げ・越波・越流遷移過程のモデリングと高潮浸水シミュレーションモデルへの導入・実用化

研究代表者：由比 政年

所属機関名：金沢大学

所内担当者名：平石 哲也

研究期間：平成 30 年 4 月 1 日 ～ 令和 2 年 3 月 31 日

研究場所：京都大学防災研究所および各研究機関

共同研究参加者数：7 名（所外 5 名，所内 2 名）

- ・大学院生の参加状況：1 名（修士 1 名，博士 0 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [モデリングおよびデータ解析補助]

研究及び教育への波及効果について

打上げ・越波推定精度の改善と適用範囲の拡張，越波から越流に至る一連の状態推移を再現できるモデルの構築，高潮浸水シミュレーションモデルへの実装は，高潮・高波災害に関わる学術研究・実務の双方の観点から大きな意義を持つ。

研究報告

(1) 目的・趣旨

近年，沿岸域における中枢機能の集積が進行し，地球温暖化の進行に伴う台風の巨大化も懸念されるなど，高潮・高波災害に対する脆弱化が進んでいる。従来の設計外力を超過し，最大規模までの高潮が発生する最悪の事態を視野に入れ，想定し得る最大規模の高潮を考慮した危機管理・避難警戒体制の実現を図るためには，想定し得る最大規模の高潮により浸水が想定される高潮浸水想定区域を的確に算定することが必須である。

本研究グループでは，今後想定し得る最大規模の高潮・高波に対して，保全施設整備を計画的に進めるための基盤技術開発として，打上げ・越波統合算定モデル（IFORM: Integrated Formula of Overtopping and Runup Modeling）を高度化するとともに，越波・越流遷移過程に拡張して高潮浸水シミュレーションへ導入し，実用に供するモデルを開発することを目的として共同研究を行った。

(2) 研究経過の概要

平成 30 年度は，高潮浸水シミュレーションにおける高潮と高波の相互作用計算フローを明確にするとともに，高潮と高波が同時生起して，打上げ・越波・越流の遷移過程が生じる場合のモデリング手法を考案し，遷移過程において越波・越流量がスムーズに変化する形で合理的な表現が行えるよう従来のモデルを拡張した。また，構築した遷移過程モデルを，高波・高潮・潮汐の相互作用シミュレーションモデルに導入し，想定最大規模の高潮による浸水想定区域算定への適用に向けてモデル拡張と適用性検証を行った。並行して，異なる基準で算定された遡上高統計値間の互換式，IFORM による越波量推定の精度向上，および，バーム地形による減衰効果の組み込みに関する検討を行った。

令和元年度も，引き続き，IFORM の拡張と適用性検証，および，高潮浸水シミュレーションモデルへの適用を進めた。モデルの拡張にあたっては，堤防前面にバーム地形を有する場合を対象とし，遡上高の低減効果や高潮水位上昇の影響についてその特性を明らかにするとともに，遡上低減効果を無次元バーム幅および相対潮位の関数として汎用的な形でモデル化して IFORM に組み込み，その適用性を拡張・検証した。また，越波量推定に用いられる経験式を拡張することにより，従来過小評価傾向が見られた条件における越波量推定精度を向上させることを試みた。これらの結果を北米や欧州で近年実施された水理実験，数値解析結果と比較し，モデルの適用性向上・検証を進めた。また，越波・越流遷移過程における波浪の影響を適切に評価し，波浪の影響や浸水流量の時間変化を再現可能な越波・越流遷移モデルを構築した。そのモデルを，高波・高潮結合シミュレーションモデルに実装し，一連の浸水過程を考慮した浸水シミュレーションを実施して，波浪の影響や遷移過程を考

慮することの重要性、構築された数値モデルの有用性等を示した。

(3)研究成果の概要

1) 打上げ推定の適用範囲の拡張

海岸堤防前面に位置するバーム地形が有する遡上高の低減効果や高潮による水位上昇の影響に関する特性を明らかにし、汎用的な低減係数の形でモデル化して IFORM に組み込み、その適用範囲を拡張した。合わせて、入射波数、遡上波数それぞれで定義された 2%遡上高間の変換を行うための互換表現式を構築した。

2) 越波量推定の精度向上

IFORM において、越波量推定に用いられる経験式を拡張することにより、従来過小評価傾向が見られた条件における越波量推定精度を向上させた。拡張モデルによる推定越波量を国内および国外で行われた水理実験結果と比較し、広範な条件下で実験結果を良好に再現可能であることを検証した。

3) 遷移過程のモデリング

フルスケールで実施された越波・越流遷移実験を基にして、越波・越流遷移過程における波浪の影響を適切に評価し、波浪の影響や浸水流量の時間変化を再現可能な越波・越流遷移モデルを構築した。構築されたモデルに対して、高潮偏差および波の時間変化を与えて、典型的条件下における越波・越流遷移過程の計算を行い、越波・越流重畳場の影響を明らかにした。

4) 高潮シミュレーションモデルへの実装

高波・高潮結合シミュレーションモデルに越波・越流遷移モデルを実装し、単純な海底地形と台風条件のもとで、一連の浸水過程を考慮した浸水シミュレーションを実施して、波浪の影響や遷移過程を考慮することの重要性や構築された数値モデルの有用性を示した。

(4)研究成果の公表

- 1) 間瀬 肇, 由比政年, 金 洙列, 川崎浩司, 水谷英朗, 平石哲也: 高潮浸水シミュレーションに用いる波の打上げ・越波・越流遷移モデル, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.74, No.2, pp.I_553-I_558, 2018.
- 2) 金 洙列, 間瀬肇, 川崎浩司, 由比政年, 水谷英朗, 平石哲也: 打上げ・越波・越流の遷移過程を導入した高波・高潮相互作用モデル, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.74, No.2, pp.I_547-I_552, 2018.
- 3) 由比政年, 市村友希乃, 間瀬 肇, 平石哲也, 川崎浩司, 水谷英朗: バーム地形による遡上高の低減効果特性および IFORM への組み込み, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.75, No.2, pp.I_757-I_762, 2019.
- 4) 由比政年, 大谷直也, 間瀬 肇, 金 洙列, 榎田真也, Corrado Altomare: 打上げ・越波統合算定モデルの越波量推定精度向上に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.75, No.2, pp.I_739-I_744, 2019.
- 5) 間瀬 肇, 金 洙列, 由比政年, 武田将英, 榎田真也, 川崎浩司, 平石哲也, 松下 紘資: フルスケール実験に基づく越波・越流遷移モデルと高波・高潮浸水シミュレーションへの実装, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.75, 掲載確定, 2020.