

一般共同研究（課題番号：2019G-01）

課題名： 局所地形による津波伝播特性および非地震性津波生成に関する実験的研究

研究代表者： 安田誠宏

所属機関名： 関西大学

所内担当者名： 森 信人

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

研究場所： 京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーおよび関西大学、鹿児島大学

共同研究参加者数： 14 名（所外 8 名、所内 6 名）

- ・大学院生の参加状況： 5 名（修士 1 名、博士 4 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [実験およびデータ整理補助, 3D スキャン計測]

研究及び教育への波及効果について

複雑な沿岸都市モデルにおける複雑な浸水過程や流速場の変化を実験で明らかにすることができた。また、地すべりや山体崩壊を模擬した崩落体の初期位置や斜面勾配が、生成される津波に与える影響について調べた。実験で得られたデータはベンチマークデータとして、数値計算モデルの精度検証に活用されることが期待される。

研究報告

(1) 目的・趣旨

沖合の津波伝播問題は理論的な研究や数値モデル開発が進められており、昨今の沖合観測のグローバル展開との相乗効果で、理解の深化が進んでいる。その一方で、沿岸での複雑な地形や構造物の影響による浸水過程や流速場については課題も残されている。本申請課題では、津波再現水槽を用いて、複雑な沿岸都市モデルにおける浸水の特性について実験的に検討することを第 1 の目的とした。また、火山の噴火活動や、断層運動に起因する地すべりにより生成される津波は、海底地震津波と比較して、発生頻度が極めて低く、未解明な点が多い。地すべり津波は、崩落体と水が相互に干渉した結果生じるため、生成過程が複雑である。地すべりや山体崩壊に伴う津波を対象として水理実験を行い、崩落体の突入条件と、生成される津波の水位や流速の関係を調べることを第 2 の目的とした。

(2) 研究経過の概要

2019 年度に、複雑な沿岸都市モデルにおける浸水の特性について実験的に検討することを目的とし、水理実験を行った。宇治川オープンラボラトリーの津波再現水槽（長さ 45 m、幅 4 m、高さ 2 m）を用い、和歌山県海南市海南地区をモデル化したモデルを用いて浸水実験を行った。市街地を遡上する津波の流速場の構造が、建物からどのような影響を受けるのかを詳細に評価することが目的である。模型縮尺は 1/250、模型の寸法は幅 4.0 m × 長さ 8.0 m である。陸域での流速場と浸水範囲の時空間計測のため、ビデオ画像から可視化を行った。平面流速の画像解析には、黄色蛍光塗料で着色した粒径約 4 mm の発泡粒子（比重：0.01）を用いて可視化し、遡上時の流速分布を PIV 法で推定した。また、赤色蛍光塗料により水を着色し、ブラックライトを用いて撮影されたビデオ画像から、浸水範囲の特定を行った。ピストン型造波装置による孤立波、ポンプを用いて流量一定の流れ造波による長周期波、南海トラフ巨大地震モデルから計算された水位を 1.41 倍（ M_w が想定 +0.1 の時の津波水位の増分）した模擬津波を入射条件とした。画像解析で得られた流速の時空間データと浸水範囲を用いて、浸水過程を解析した。

2020 年度は、地すべりや山体崩壊に伴う津波に関して水理実験を実施した。崩落体が流体、または、剛体である場合を対象とし、崩落体の初期位置や斜面勾配が、生成される津波に与える影響を検討した。勾配が 45° の斜面上に配置した崩落体を落下させることにより、津波を生成させた。斜面開始点から沖側壁面までの長さは 3.0 m である。さらに、自由水面の大変形を伴う流れの解析のために開発されてきた MPS 法を適用した断面 2 次元数値モデル（入部・仲座, 2011）による数値解析を行った。崩落体の初期位置が最も高いケースにおいて津波高さが最も高く、初期位置が低いケースで津波高さが最も低い。すなわち、この場合、崩落体の初期の位置エネルギーが大きいほど、生成される津波高さが大きくなった。また、初期時刻におい

て、崩落体が静水面下にある場合、水面より上にある場合より津波高さが低い。そして、初期時刻に崩落体が静水面下に位置するケースの第1波の津波高さは、崩落体の初期位置が低いケースの約2倍に達した。また、斜面勾配を変えた数値計算の結果、斜面勾配が突入前より緩やかになると津波高さが大きくなるが、ただし、第2波は斜面勾配が変化しない場合と比較して、津波高さがほとんど変わらないことがわかった。

(3) 研究成果の概要

1) 複雑な沿岸都市における浸水過程

浸水過程において波が建物に衝突する際には、1) 主として建物を越流する、2) 建物の形状に沿って流れが分かれる、3) または反射する、の3通りが混在する。人工的な構造物が多数配置される市街地では、3通りの流れのパターンが複雑になる。

2) 流速場

高密度の建物や道路などにより、局所的な流速場は大きく変化する。

3) 崩落体の落下高さ

崩落体の初期の位置エネルギーが大きいくほど、生成される津波高さが大きくなった。初期時刻に崩落体が静水面下に位置するケースの第1波の津波高さは、崩落体の初期位置が低いケースの約2倍に達した。

4) 斜面勾配の影響

斜面勾配が突入前より緩やかになると津波高さが大きくなるが、第2波は斜面勾配が変化しない場合と比較して、津波高さがほとんど変わらない。

(4) 研究成果の公表

- 1) 千田 優, 福井信気, 森 信人, 安田誠宏, 山本剛士: 漂流物と流れ場の時空間計測データを用いた複雑流れ場における津波漂流物挙動の解析, 土木学会論文集B2 (海岸工学), Vo. 76, No. 2, pp. I_313-I_318, 2020.
- 2) 福井信気, 森 信人, Che-Wei CHANG, 千田 優, 安田誠宏, 山本剛士: 沿岸市街地模型を用いた津波・高潮浸水実験と解析, 土木学会論文集B2 (海岸工学), Vo.76, No.2, pp.I_373-I_378, 2020.
- 3) Fukui, N., N. Mori; C-W. Chang, Y. Chida; T. Yasuda, T. Yamamoto, A. Kennedy, Z. Zhang, A. Copp: Physical and Numerical Modeling of Tsunami Inundation in Coastal Urban Area, Proc. of International Conference on Coastal Engineering, 2020.
- 4) Zhang, Z., N. Fukui, Y. Chida, A. Kennedy, N. Mori, T. Yasuda, A. Copp, T. Yamamoto: Subgrid Numerical Modeling of Tsunami and Storm Surge Inundation in A Coastal Urban Setting, Proc. of International Conference on Coastal Engineering, 2020.
- 5) Chida, Y., N. Mori, N. Fukui, T. Yasuda, T. Yamamoto, A. Kennedy, Z. Zhang, A. Copp: Physical and Numerical Modeling for Drift Objects due to Tsunami Inundation in Coastal Urban Area, Proc. of International Conference on Coastal Engineering, 2020.