

津波長期湛水被害軽減に向けた下水道施設の重要性確認のための排水シミュレーション

九州大学大学院 学生会員 植木裕人

九州大学大学院 正会員 浅井光輝

1. 緒言

2011 年東北地方太平洋沖地震の津波の影響で大規模な長期湛水が発生し、避難者の捜索活動、救助のための物資輸送、そして災害復旧・復興に支障をきたした⁽¹⁾。長期湛水は低地かつ広域地殻変動による沈降と液状化の危険性が想定される地域であればどこでも発生する可能性がある。長期湛水被害を軽減するには、震災後に下水道を含む排水施設が継続して機能することが必要であり、同施設の耐震化などの強靱化が急務である。しかしながら、耐震化が全く進んでいない地域も多く、早急に対策を進めるべきである。そこで本研究では、徳島市住吉地区を対象地域としてとりあげ、南海トラフ巨大地震津波を想定した津波遡上・排水シミュレーションを実施し、現状施設による排水機能の限界を調査した。

2. 計算手法

図-1 は計算の流れを示したものになる。初めに、津波が堤外から堤内に越流し、地表面から排水路、下水路へと流れ、排水ポンプで堤外へ排水する。堤外の津波計算は津波計算コード JAGURS⁽²⁾を用い、津波が堤外から堤内へ越流する部分は越流公式⁽³⁾⁽⁴⁾⁽¹⁾⁽²⁾を用いて計算している。また、JAGURS⁽²⁾による津波計算の並列化性能を評価した結果、通常 42 時間かかる計算を 4node で並列化した場合 20 時間まで短縮することが出来た。堤内の計算には汎用解析ソフト AFREL⁽⁵⁾を用い、地表面のみならず、排水路や下水路も考慮した。地表面、排水路、下水路間のやり取りはマンホールの存在するメッシュで下水路への流入を行い、管内はスロットモデルを用いて計算している。なお、最大級の津波被害を推定するため、内閣府想定モデルを地震シナリオとし、津波解析を実施した。そこから Okada モデルによる地殻変動量を算出する。

$$q_x \text{ or } q_y = 0.35h_1\sqrt{gh_1} \quad (h_2 < \frac{2}{3}h_1) \quad (1)$$

$$q_x \text{ or } q_y = 0.91h_2\sqrt{g(h_1 - h_2)} \quad (h_2 \geq \frac{2}{3}h_1) \quad (2)$$

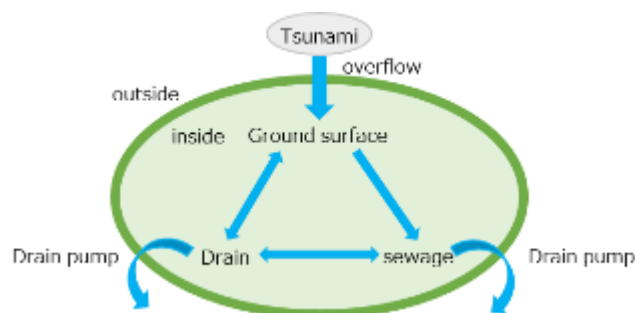


図-1 計算の流れ

3. 入力データ

図-2 の赤線は津波高の波形、青線は潮汐と津波高を合わせた波形である。本研究では図-3 の波形を堤外に入力し計算している。津波のみの場合、最大波高になるのは地震発生から 1 時間ほどだが潮汐データと合わせたことによって最大水位になるのは 7 時間後になっている。

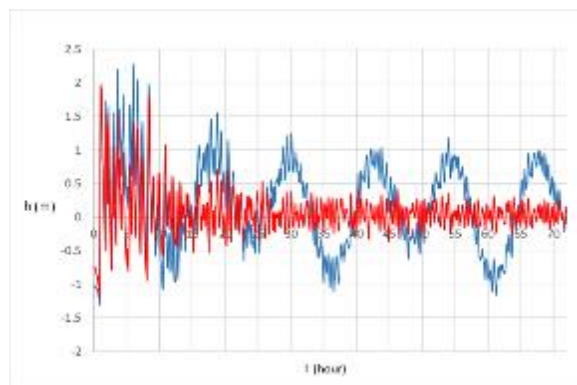


図-2 潮汐と津波

4. 計算結果

本研究では排水機能の重要性を検討するため、排水機能が正常に機能した場合と全て停止した場合の 2 パターンを計算した。

図-3 は干潮時の浸水深分布である。図-3 を見ると正常時と停止時では分布に大きな差がみられ、排水機能が正常に機能すれば長期湛水被害を低減できることを明確に示すことができた。津波の流入箇所は住吉地区内で標高が極めて低い南西、東方向であることが分かった。この箇所には川がつながっており、

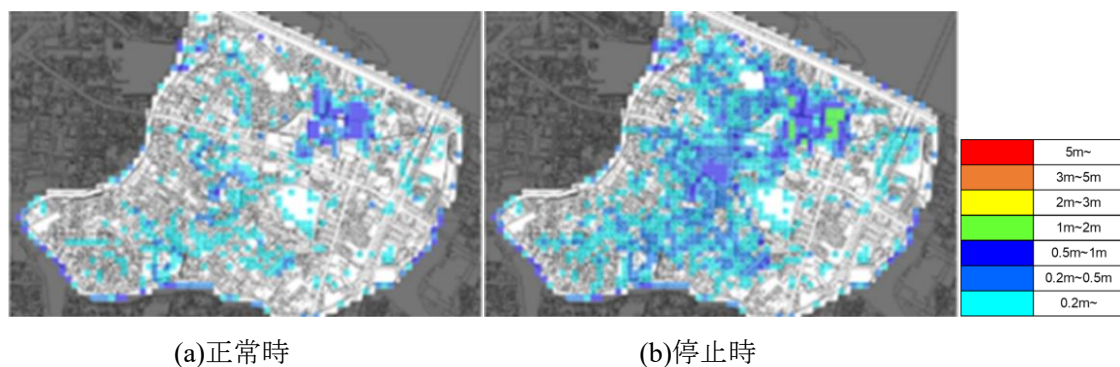


図-3 浸水深分布

そこを遡上してきた津波が低い堤防から越流していると考えられる。地盤沈下により、標高が 0m 以下になる地域があり、その地域では流入水が排水されず湛水することが分かった。その地域は主に田畑であるため直接的な人的被害は少ないものの、農作物に甚大な被害が出ると予想する。

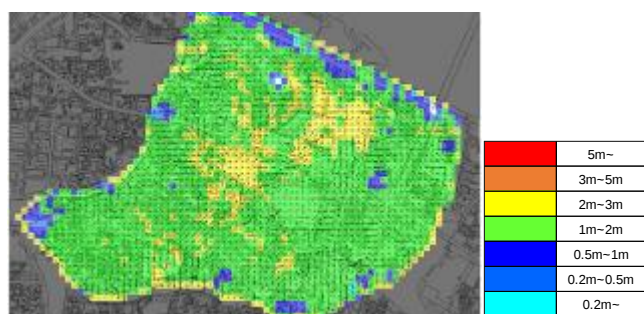


図-4 浸水深分布 (最大時)

図-4 は排水機場が正常に機能した場合の最大浸水深である。広域に渡り湛水深が 1m を超えており、最大の箇所では 3m 近くある。図の状態から排水機場が正常に機能した場合でも流入水をほぼ排水しきるまでに 7 時間ほどかかる。しかし、排水できたとしても満潮時には海水が流入してしまう。また、住吉地区に現存する排水機場の操作基盤は地表から 1m ほどの高さにあり海水が触れると壊れてしまうため、正常に機能する可能性は低い。さらに徳島市では全ての指定避難所で収容人数分の食料や水が確保できているが、県からの物資は陸路などでの輸送が主なため、浸水被害で地域が孤立すると行き届かない可能性も考えられる。たとえ避難できたとしてもこのような被害が考えられる。そのため少しでも被害を軽減するために対策を考える必要がある。

5. 結語

本研究では排水機場が機能しなくなった場合の長期湛水被害拡大の危険性を評価するため、津波遡上現象は津波計算コード JAGURS⁽²⁾を用い、また堤内の排水計算には AFREL⁽⁵⁾を用いることで排水・下水道の機能を考慮した湛水減少のシミュレーションを実施した。特に堤内の氾濫計算のメッシュサイズが大きいため、計算結果の信頼性については引き続き議論が必要であるが、長期湛水被害を低減するには安定した排水機能が必要であることを示すことができた。今後は、同計算結果を元に排水施設の耐震化の優先順位等を提案できればと考えている。

文献

- (1) 東北地方整備局, “津波による湛水は 92%解消しました～緊急排水対策は最終段階へ～”, http://www.thr.mlit.go.jp/Bumon/kisya/saigai/images/34655_1.pdf, 参照 2016-5-26.
- (2) Baba, T., N. Takahashi, Y. Kaneda, K. Ando, D. Matsuoka, and T. Kato, “Parallel implementation of dispersive tsunami wave modeling with a nesting algorithm for the 2011 Tohoku tsunami”, *Pure appl. Geophys.*, Vol. 172 (2015), pp. 3455-3472.
- (3) 本間仁, “底溢流堰堤の流量計数, 土木学会誌 (1940), Vol26, No.6, pp635-645.
- (4) 本間仁, “底溢流堰堤の流量計数, 土木学会誌 (1940), Vol26, No.9, pp849-862.
- (5) 三好学, 田村隆雄, 安芸浩資, 藤田真人, “徳島市上八万地区における降雨量と内水氾濫による浸水被害との関係”, 土木学会四国支部平成 25 年自然災害フォーラム論文集 (2013), pp.66-77.