

地上・地下統合浸水解析モデルを用いた輪島市 下水道施設の津波による未想定被害の検討

安田 誠宏¹・山中 明彦²・池本 良子³・宮島 昌克⁴・
森崎 啓⁵・高野 典礼⁶・大谷 卓⁷・岡部 良治⁸

¹正会員 関西大学准教授 環境都市工学部 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3-35)
E-mail: yasuda-t@kansai-u.ac.jp

²正会員 パシフィックコンサルタンツ(株) (〒530-0004 大阪市北区堂島浜1丁目2-1新ダイビル)
E-mail: akihiko.yamanaka@os.pacific.co.jp

³正会員 金沢大学教授 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: rikemoto@se.kanazawa-u.ac.jp

⁴正会員 金沢大学教授 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: miyajima@se.kanazawa-u.ac.jp

⁵正会員 パシフィックコンサルタンツ(株) (〒101-8462 東京都千代田区神田錦町3丁目22番地)
E-mail: hiroshi.morisaki@os.pacific.co.jp

⁶正会員 石川工業高等専門学校准教授 環境都市工学科 (〒929-0392 石川県河北郡津幡町北中条)
E-mail: takano@ishikawa-nct.ac.jp

⁷学生会員 関西大学大学院 理工学研究科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3-35)
E-mail: k438687@kansai-u.ac.jp

⁸非会員 元関西大学大学院 理工学研究科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3-35)
E-mail: k579296@kansai-u.ac.jp

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、多くの下水道施設にも大きな被害を与え、下水管渠、人孔、処理場、ポンプ場等が被害を受けた。管路内に滞水、汚泥堆積が起り、流下機能支障による汚水の溢水や、管路に浸水した津波によるマンホール蓋の飛散も確認された。本研究の目的は、石川県輪島市を対象地として、下水道事業業務継続計画BCPで未想定、津波による下水道施設の被害の可能性を検討することである。標高および道路データを用いた地表面のモデル化、海岸線のモデル化と流入津波水位データの作成、人孔や管渠データを用いた下水道のモデル化を行い、地上・地下モデルを統合して浸水シミュレーションを行った。その結果、広範囲の管渠において、人孔内の水位が上昇している状態になり、マンホール蓋が飛散する可能性が高まることが示唆された。

Key Words : sewer system, BCP, unassumed tsunami damage, integrated inundation simulation model

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、太平洋沿岸部に壊滅的な津波被害を与えた。この津波は、人的な被害や家屋の流失だけでなく、下水道施設にも大きな被害を与えた。管渠の被害は1都10県に及び、被害延長は642 km、施設被害は48処理場、79ポンプ場が稼働停止した¹⁾。東日本大震災においては、地震動による被害、液状化による被害に加え、津波による被害など、被害の要因が多岐にわたった¹⁾。管渠被害では、液状化に

よる被害が顕著で、全体のおよそ9割を占めた。人孔についても、液状化による被害が約7割と高かった。処理場およびポンプ場については、津波による被害が半数以上と多い傾向であった。また、津波によるマンホール蓋の流出被害が数多く確認され、マンホールポンプの制御盤の機能停止被害も起こった¹⁾。管路施設内に滞水、汚泥堆積が起り、流下機能支障による汚水の溢水も確認された。さらに、気仙沼市では、管路内に浸水した津波により、幹線管渠(汚水)のマンホール蓋が飛散し、道路上に大きな水柱が上がる現象が発生した(図-1)²⁾。



図-1 マンホール蓋の飛散の様子²⁾

マンホール蓋の飛散については、過去にゲリラ豪雨によって問題が表面化し、その対策として圧力開放型蓋の導入が進められているが、津波による飛散事例は少なく、対策が十分であるかどうかの検討が必要である。また、地盤沈下、排水機場の損壊、がれきによる排水路の閉塞、停電による揚水ポンプの停止等により、排水が困難になり、湛水状態が長時間継続した。

津波により下水道施設が被災するとトイレが使用不能となるほか、公衆衛生問題の発生も懸念される³⁾。しかし、下水道施設は大部分が地下に埋設されているため、日常生活においてはその存在も軽視され、老朽化の問題や耐震化対策の緊急性について、エンドユーザーである住民の認識が低く、十分な対策がなされていない状況がある。下水道施設ではこれまで、耐震対策を中心に対策が講じられてきたが、津波への備えは十分に議論されていない。さらに、下水道管網の水理計算をする際、降雨以外の津波等による地表面からの流入はあまり検討されていない。

このような背景から、津波による被害が予想される地域においては、陸上の浸水による被害想定だけでなく、下水道施設の被害がどう複合的に影響するかについても検討すべきといえる。本研究で対象とする石川県輪島市においても、津波浸水想定がなされているが、下水道への津波の流入は想定されておらず、下水道施設の被害の可能性は検討されていない。本研究の目的は、下水道管渠に流入した津波による未想定被害を、地上の浸水と地下の下水道管網の統合解析によって推定することである。輪島市の下水道施設を対象にケーススタディを行い、未想定被害が生じる可能性があるかどうかを検討する。

2. 対象地における下水道事業と津波浸水想定

(1) 公共下水道事業

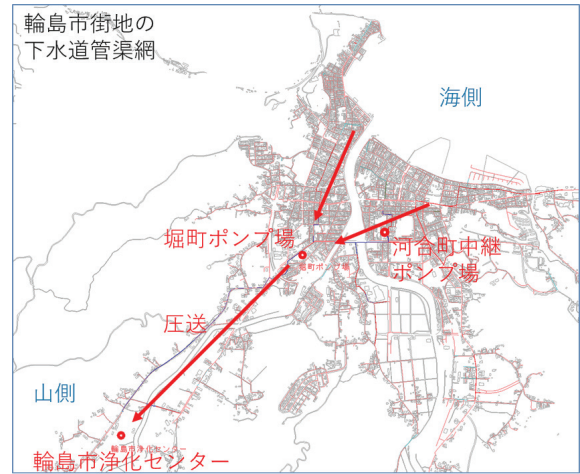


図-2 輪島市下水道管渠網⁴⁾と下水(汚水)の流れ

輪島市の公共下水道事業は、平成6年度より輪島処理区に事業着手して以来、整備が進められ、平成12年6月に輪島市浄化センターの供用を開始している。平成25年度末の下水道処理人口普及率は99.8% (=13,937人/13,970人)である。一方、平成25年度末の全国下水道処理人口普及率は77.0%である。このことから、本研究の対象地である石川県輪島市は、全国の市町村と比較しても、下水道処理事業が広く普及している地域といえる。

輪島市公共下水道事業計画⁴⁾によると、輪島処理区の下水道計画区域は、既成市街地387haである。一般的に、下水の排除方式は、分流式と合流式に大別される。大都市では主に、浸水解消を目的として施工されてきた背景から、合流式を採用しているところが多い。しかし、下水道施設が公共用水域の水質保全という役割を課せられて以来、合流式の雨天時における未処理放流および、初期降雨時における水質悪化等の問題から、分流式を採用する都市が圧倒的に増えてきている。輪島市の場合、雨水については、公共下水道事業以前に整備された雨水排水管等により浸水に対応している。公共用水域の水質保全並びに生活環境の改善を図るための汚水排除計画事業を進めることは急務であり、費用的にも安価で、事業効果の早期達成・投資効率の観点から、分流式を採用している。

輪島市の下水道計画区域、浄化センターとポンプ場の位置、および下水の流れを図-2に示す。輪島地区の汚水処理を担っている輪島市浄化センターは、対象地域の西端に位置する山本町の山裾に位置する。一般的には汚水処理場は海岸付近に設置されるが、輪島地区では標高の高い場所に処理場が設置されている。そのため、対象地には汚水を圧送するためのポンプ場が2つ存在している。1つは河合町中継ポンプ場であり、輪島市の中心を流れている川原田川東側からの汚水を堀町ポンプ場へと圧送するものである。もう1つは堀町ポンプ場であり、河合町中継ポンプ場からの汚水に加え、川原田川西側か



図-3 輪島市津波浸水想定図(能登半島北方沖地震)⁷⁾

らの汚水を輪島市浄化センターへと圧送するものである。それぞれのポンプ場への汚水の集水方法は、いくつかのマンホールポンプによる圧送を含むものの、基本的には自然流下によって集水される。そして輪島市浄化センターで処理された水は、2級河川の鳳至川へと放流される。

(2) 津波浸水想定

石川県輪島市は、能登半島北部に位置しており、その北側は日本海に面している。東日本大震災後に制定・施行された津波防災地域づくりに関する法律により、都道府県知事は、最悪のケースを想定して津波浸水想定をすることとされた。しかし、これまで日本海においては、太平洋側の海溝型巨大地震に比べると、歴史記録や津波堆積物等の地質記録が少なく、想定地震について十分な検証ができていない状況であった。これを受けて、国交省、内閣府、文科省による「日本海における大規模地震に関する調査検討会⁹⁾」により、最大クラスの津波の断層モデルが設定された。石川県⁹⁾はこの断層モデルをもとに、周辺海域で4つの津波波源を想定し、シミュレーションを行い、津波浸水想定区域図(ハザードマップ)を作成した。輪島市輪島地区のハザードマップ⁷⁾のうち、能登半島北方沖を波源とする最大想定のものに、ポンプ場の位置を加筆したものを図-3に示す。この地震のモーメントマグニチュード M_w は7.66、最大すべり量は6.76 mと推定されている。図-3をみると、堀町ポンプ場と河合町中継ポンプ場には、陸上を氾濫する津波は到達しないと想定されていることがわかる。

(3) 下水道事業業務継続計画

輪島市の上下水道課は、下水道事業業務継続計画<地震・津波災害版>⁸⁾(以下、下水道BCP)を制定している。一般的に、下水道事業における業務継続計画とは、地震や津波などの緊急事態において、事業資産の損害を最小限にとどめつつ、事業の中核となるライフラインとしての機能を、継続あるいは早期復旧を可能とするために、平常時に行うべき活動や緊急時における事業継続の

ための方法などを取り決めておく計画のことである。輪島市の下水道BCPには、非常時対応計画、事前対策計画、教育訓練計画、維持改善計画の4つの計画の策定や、下水処理施設の災害への対策、加えてマンホールからの溢水箇所の想定と対策等が記されている。

下水道BCP⁸⁾では、全体の管路延長(97.2 km:耐震化済84.7 km, 未耐震12.5 km)の約16.8%程度は想定地震動(能登半島北方沖地震)による被害が想定されており、特に、輪島処理区の鳳至地区、河井地区付近で比較的大きな被害(30~50%)が想定されている。また、堀町ポンプ場、河合中継ポンプ場、輪島市浄化センターは、想定地震動による被害は軽微で、自家発電機により12時間分の電源の確保が可能であることも記されている。さらに、浸水想定で津波が到達しないと想定されていることから、これらの施設に対する津波対策は策定されていない。一方で、被害想定結果より、鳳至地区においてマンホールからの汚水溢水が想定されており、近傍の河川・水路管理者・水利権者と災害時緊急放流の協議・調整を図っていくとされている。汚水溢水の対策としては、比較的水量が少なく管内貯留ができる箇所では、バキューム車による吸引対応や水中ポンプによって下流のマンホールへ送水を行い、水量が多い箇所や管内貯留ができない箇所では、マンホール周囲に土嚢を用いた仮設水路を設置し、下流のマンホールへ誘導を行う、または、近傍水路等への消毒放流の措置を講じるとされている。

3. 解析方法

(1) 統合浸水解析モデル

本研究では、氾濫解析モデルとして InfoWorks ICM(以下、IW)を利用する。IWは下水道管路網を考慮して、地表面氾濫解析を行うことができるモデルであり、流出解析モデルとしての使用実績も多い^{9~12)}。本研究で用いるモデルは地表面流出モデル、管内水理モデル、地表面氾濫モデルから構成されている。IWにおける解析の流れは、津波により地表面に氾濫水が流れ、考慮している下水管に流入し、下水管が満管になると溢水する。そして、溢水した水の挙動は、地表面氾濫モデルにより計算される。管内水理モデルは、Saint Venant方程式に基づくDynamic Wave法を適用し、管渠内の水理計算を行っている。なお、圧力管状態を計算する際には、下水道管の頂部に仮想のスロットを設けることで、管路流を開水路流として扱うことのできるPreissmannのスロットモデルを用いている。これらの式を式(1)および(2)に示す。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \left(\cos \theta \frac{\partial y}{\partial x} - S_0 + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) = 0 \quad (2)$$

ここで、 Q : 流量 (m^3/s)、 g : 重力加速度 (m/s^2)、 t : 時間 (sec)、 K : 輸送能力、 θ : 管底の水平角、 A : 断面積 (m^2)、 S_0 : 管底の勾配である。地表面流出モデルには単一線形貯留モデルを用いた。貯留式を式(3)に示す。

$$S = kQ \quad (3)$$

ここで、 S : 貯留量 (m^3)、 Q : 流出量 (m^3/s)、 k : 線形貯留係数である。

(2) 地形のモデル化

輪島地区のモデル化にあたって、国土地理院の基盤地図情報¹³⁾を利用した。まず道路線を入力し、次に海岸線を入力した。今回は河川遡上を考慮しないことから、川の内部を非計算メッシュに設定した。図-4に道路線を緑色、海岸線を水色、川の境界線を赤色で示す。そして、地形データとして数値標高モデル 10 m のグリッドデータを使用し、IW により図-5 に示す非構造格子計算メッシュを作成した。IW が任意の点を抽出し、その点の地盤高を周囲の地形データの平均から読み取り、その点を頂点とする三角形メッシュポリゴンが作成される。

(3) 入力津波水位の検討

津波の浸水計算では、上で設定した海岸線における水位の時間変化データを境界条件として入力する。4つの想定地震⁵⁾のうち、対象地に最も大きな被害を与えると想定されている能登半島北方沖地震津波を対象とした。石川県⁶⁾からデータの提供を受けた、この津波による対象地域における最大浸水深を図-6に示す。海岸線における津波水位の時系列データを得るためには、津波波源から津波伝播シミュレーションを行うべきだが、波源初期水位分布が得られなかったため、最大浸水深および浸水範囲と整合性がとれる津波水位の入力条件を模索した。まず、図-6から最大浸水深約 4.5m が得られたので、最大水位が 4.5 m の正弦波を、周期 20分としてIWに入力した。周期は、日本海中部地震津波の検潮記録の周期が 10分から 20分だったという結果¹⁴⁾を参考に設定した。しかし、IWによって得られた浸水深・浸水範囲は、図-6に比べると大幅に小さくなってしまった。そこで、正弦波の周期 20分は変えずに、最大水位を増やして浸水深を計算したが、最大水位を 15mまで引き伸ばしても、図-6の浸水深・浸水範囲より小さい結果しか得られなかった。津波の周期が短すぎるために、津波が流入した途端に波が崩れてしまい、その結果、浸水深・浸水範囲が小さくなってしまったのではないかと推測した。そこで、最大水位の継続時間を変更することにした。試行錯誤の結果、

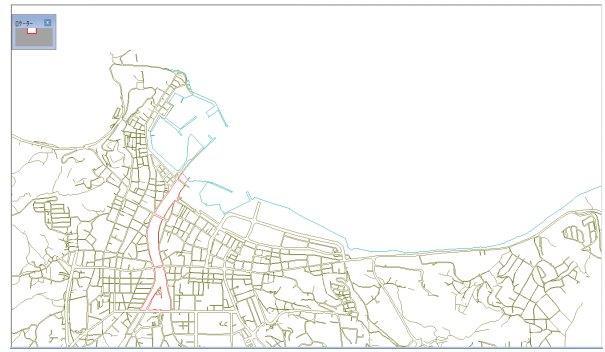


図-4 道路線¹³⁾ (緑) と海岸線 (水色)、川 (赤)

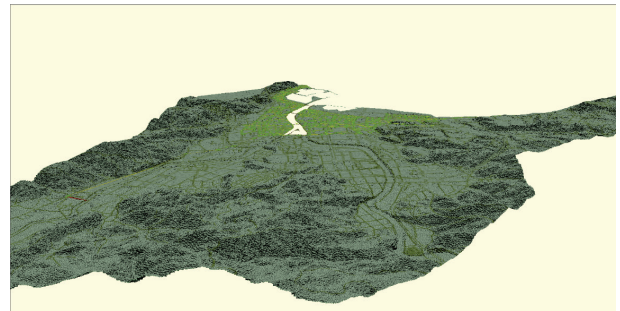


図-5 数値標高10mグリッドデータ¹³⁾から作成した非構造格子計算メッシュ

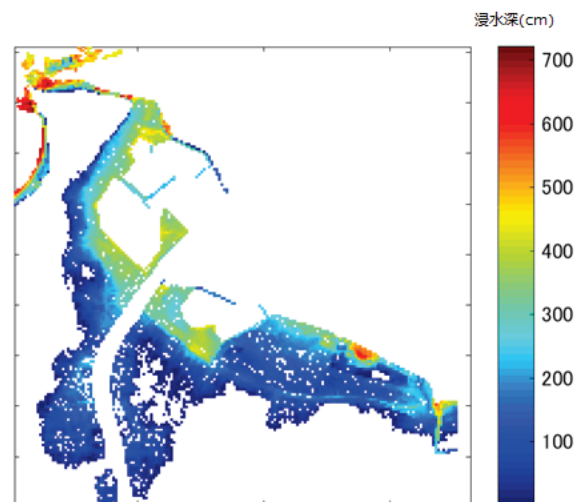


図-6 能登半島北方沖地震津波による最大浸水深⁶⁾

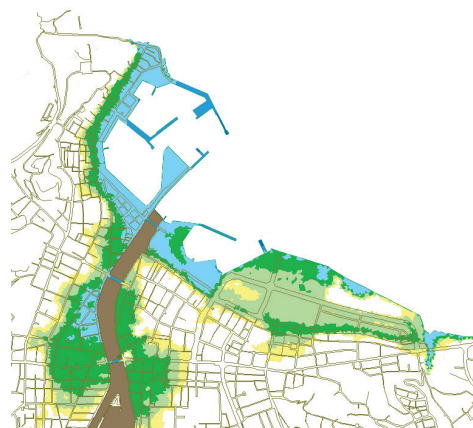


図-7 IWによる最大津波浸水深の再現計算結果

最大水位が 6.0m (浸水深 4.5m+海岸付近の地盤高 1.5m) で、最大水位に達するまでが 10分、その後最大水位が 70分間継続するとした、合計 90分間の水位変化を入力すると、図-7のような最大浸水深・浸水範囲が得られ、石川県による想定と整合性がとれる津波水位の入力条件を決定できた。

地震による地殻変動については、能登半島は断層運動により隆起するが、津波浸水想定においては最悪シナリオを考えるため、隆起は考慮しないとされているので、本研究においても隆起を考慮しない危険側の設定とした。潮位については、日本海側は変動が小さく、輪島において最大 20 cm程度であるため影響は小さく、試行錯誤によって決めた水位の時間変化に内包されると見なした。

(4) 下水道のモデル化

対象地に存在する人孔、管渠、ポンプ場のモデル化について記述する。輪島市から提供を受けたデータのうち、管渠 1本とその上流人孔と下流人孔のデータが 1つになっているものを使用した。管渠については、管径、延長、上流管底高、下流管底高、勾配のデータを利用した。人孔については、直径と位置のデータを利用した。人孔の地盤高は、IWによって地形モデルから推測した値を使用した。また、人孔に必要なデータとして、人孔の底のレベルが必要だが、提供データにはなかったため、人孔に接続されている管渠の管底高を底のレベルとして使用することで対応した。接続されている管渠の管底高が 2つ以上あるものについては、その中で最も低い値を使用した。管渠と人孔のデータ全てをプロットしたものを図-8に示す。解析時間と、管底高等の不完全データの修正の効率化のため、津波による流入が想定されない人孔及び管渠は削減することとした。削減後の下水道ネットワークを図-9に示す。

ポンプ場のモデル化については、ポンプモデルの上流に、ポンプ場の最大容量分の容積を持つノードを作ることによって、ポンプ場の被災を考慮しようと考えた。図-9にポンプ場と処理場の位置を△印で示した。ポンプ場の最大容量や、稼働水位、停止水位は、ポンプ場の図面から推定して決定したため、誤差を含んでいる可能性がある。加えて、管渠のデータにおいて、主に圧送管の管底高のデータが欠落していたため、その部分は上流と下流を辿って、存在する管底高の差を管路延長で比例配分することで補間した。

4. 解析結果および考察

作成した地上・地下統合モデルに、設定した入力津波水位時系列データを与えて、浸水シミュレーションを行

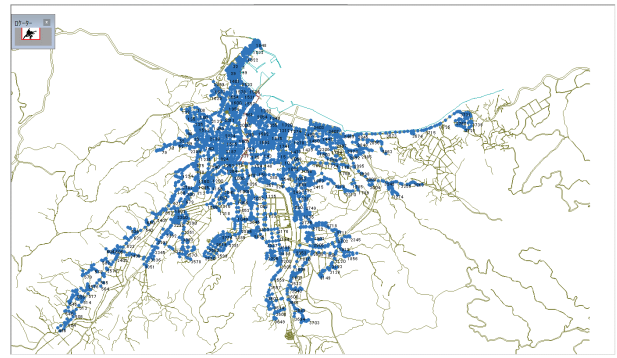


図-8 IWにおける全下水道管渠網

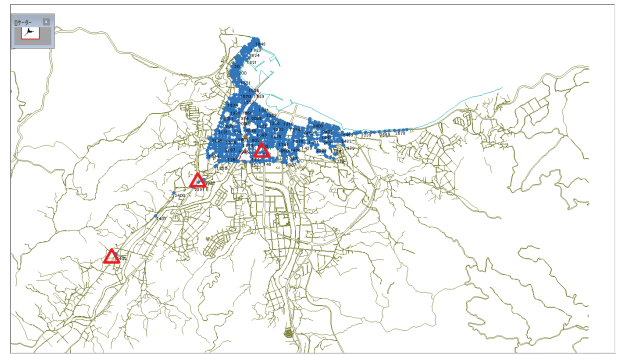


図-9 津波の流入可能性がある下水道管渠網とポンプ場及び処理場の位置 (△印)

表-1 満管率の分類条件

満管率	状態	イメージ
<1	管内水位が管の高さ未満。 動水勾配=管勾配	
1	管渠の上流や下流端における水位が管の高さの上限に達している状態。 動水勾配≤管勾配	
2	管渠の上流や下流端における水位が管の高さよりも高い状態。 動水勾配>管勾配	

った。下水道への浸水状況を、管内水位と管の高さの比率から求めた満管率というパラメータを用いて、図-10に示す。満管率の分類条件は表-1に示すとおりである。図-10において、赤で示した満管率2の管渠は、管渠の上流や下流端における水位が管の高さよりも高く、動水勾配は管勾配より大きい状態である。黄色で示した満管率1の管渠は、管渠の上流や下流端における水位が管の高さの上限に達しており、動水勾配は管勾配より小さい、もしくは等しい状態である。緑で示した満管率が1未満の管渠は、正常状態である。

解析の結果、人孔及び管渠内に津波による流入がみら

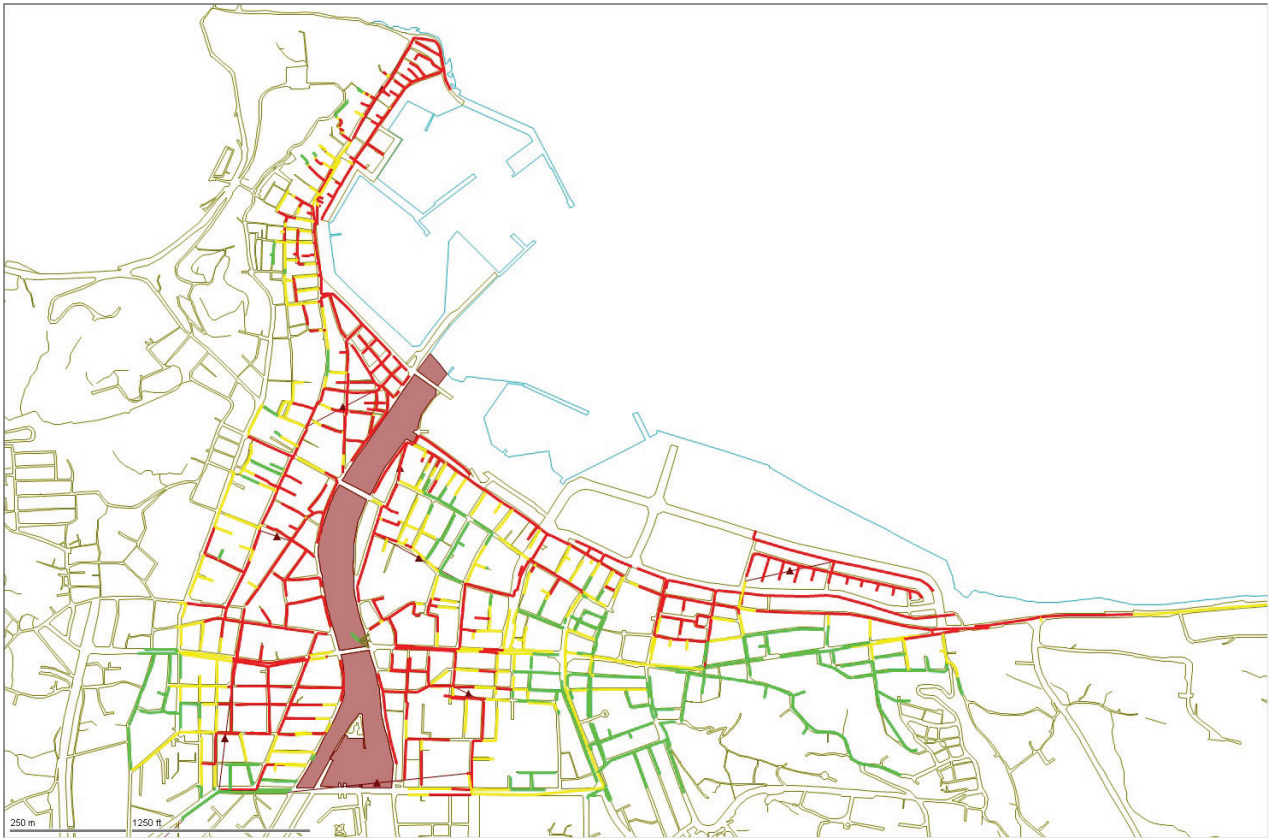


図-10 地上・地下統合浸水解析モデルによる下水道管網への津波浸水シミュレーション結果
(赤：満管率2, 黄：満管率1, 緑：正常状態(満管率1未満))

れ、自然流下によりポンプ場に水が集水され、ポンプ機能により処理場に水の圧送が行われる様子を再現できた。一方で、かなり広範囲の管渠において満管率が2になっており、人孔内の水位が上昇している状態になることが本シミュレーションによって明らかになった。人孔内の水位が上昇する状態になると、空気が圧縮されるため、マンホール蓋が飛散する可能性が、解析結果より示唆される。

5. おわりに

本研究では、輪島市の下水道事業BCPでは想定されていない津波による被害の可能性を検討するために、対象地域のモデル化を行った。まず、対象地域の地盤高を与えて地形の起伏を作成した。次に、能登半島北方沖地震によるレベル2津波による輪島地区の最大浸水深を参考に、海岸線における津波水位の時間変化を作成した。そして、下水道管渠、人孔、ポンプ場をモデル化し、作成した流入津波水位を与えて、地表面と下水道の統合浸水解析を行った。シミュレーションの結果、人孔及び管渠に流入する様子を再現計算することができた。広範囲の管渠において、水位が管の高さよりも高い満管状態になっていることが解析によって明らかになった。人孔内の

水位が上昇している状態になると、空気が圧縮されるため、マンホール蓋が飛散する可能性が示唆された。

今後の課題としては、人孔内の水位の上昇の時系列を詳しく調べて、空気圧縮の危険性について調べる必要がある。また、ポンプ場の非常電源の稼働時間で十分に圧送ができるかを評価するために、流量の時系列の詳細を調べる必要がある。

謝辞：本研究で用いた下水管渠データおよび下水道事業継続計画は輪島市上下水道課から、想定津波による最大浸水深のデータは石川県から提供いただいた。ここに謝意を表す。また、本研究の一部は、2017年度関西大学若手研究者育成経費および関西大学先端科学技術推進機構研究グループ予算(平成29年度)の研究費を受け、その成果を公表するものである。

参考文献

- 1) 下水道地震・津波対策技術検討委員会：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書—東日本大震災における下水道施設被害の総括と耐震・耐津波対策の現状を踏まえた今後の対策のあり方—, 324p., 2012.
- 2) 深谷 渉, 松橋 学, 小野寺知幸, 庄野貴英, 小西康彦：気仙沼市における津波の管路内遡上によるマンホール蓋飛散事例研究, 下水道協会誌, Vol. 51, No. 615, pp.105-112, 2014.
- 3) 安田誠宏, 山中明彦, 宮里直樹, 宮島昌克, 池本良子,

- 清水芳久, 高橋尚裕, 小西康彦, 森崎 啓, 有吉隆宏 : 戦略的な水循環ネットワーク確保のための基礎研究, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol. 71, No. 4, pp.I_915-I_922, 2015.
- 4) 石川県輪島市: 輪島市公共下水道事業計画(輪島処理区)変更協議申出書<下水道法>, 74p., 2014.
 - 5) 日本海における大規模地震に関する調査検討会 報告書, 43p., 2014.
 - 6) 石川県危機管理監室危機対策課: 平成 23 年度石川県津波浸水想定調査報告書, 161p., 2012.
 - 7) 石川県危機管理監室危機対策課: 石川県津波浸水想定区域図 輪島市, <http://www.pref.ishikawa.jp/bousai/tsunami/12wajima/wajima.html>, 2012.
 - 8) 石川県輪島市上下水道課: 輪島市下水道事業業務継続計画<地震・津波災害版>-平成 27 年度版-, 69p., 2016.
 - 9) 公益財団法人日本下水道新技術機構: 流出解析モデル利活用マニュアル(雨水対策における流出解析モデルの運用手引き), 315p., 2017.
 - 10) 石垣泰輔, 戸田圭一, 尾崎 平, 馬場康之, 井上和美: 内水氾濫時における大規模地下空間親水と避難, 京都大学防災研究所年報, No. 54(B), pp.471-476, 2011.
 - 11) 森兼政行, 井上和美, 石垣泰輔, 尾崎 平, 戸田圭一: 地下駅を考慮した大規模地下空間での浸水特性と浸水対応策の効果に関する検討, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 68, No. 4, pp.I_1003-I_1008, 2012.
 - 12) 飯田晶子, 大和広明, 林 誠二, 石川幹子: 神田川上流域における都市緑地の有する雨水浸透機能と内水氾濫抑制効果に関する研究-内外水複合氾濫モデルを用いたシミュレーション解析-, 都市計画論文集, Vol. 50, No. 3, pp.501-508, 2015.
 - 13) 国土交通省国土地理院: 基盤地図情報ダウンロードサービス, <https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>
 - 14) 宇井正和, 丸井信雄: 日本海中部地震における津波と港湾-現地聞き込み調査に基づいて-, 総合都市研究, 第 20 号, pp.133-151, 1983.
- (2017.11.10 受付, 2018.2.1 修正, 2018.2.17 受理)

ESTIMATION OF UNASSUMED TSUNAMI DAMAGE OF SEWER SYSTEM IN WAJIMA CITY BY INTEGRATED OVERGROUND-UNDERGROUND INUNDATION SIMULATION MODEL

Tomohiro YASUDA, Akihiko YAMANAKA, Ryoko IKEMOTO,
Masakatsu MIYAJIMA, Hiroshi MORISAKI, Morihiro TAKANO,
Taku OTANI and Ryoji OKABE

The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake Tsunami devastated not only houses but also sewer systems. It is important to discuss the risk of tsunami damage to sewer systems and to make business continuity plan (BCP) in advance. The purpose of this study is to discuss insufficiency of the BCP and possibility of unassumed tsunami damage in Wajima City. Wajima is facing to the Sea of Japan and assumed possible maximum tsunami inundation by the north offshore Noto earthquake model. The overground modelling uses elevation and road information data, and the underground modelling uses sewer system data, such as size and location of manholes, and length, depth, and gradient of pipes. The integrated overground-underground inundation model simulates the tsunami floods not only on the ground but also into the sewer. The detail analysis indicates not a few pipes were filled by tsunami inundation and water level in manhole became high. High water level of manhole compresses the air and increases the possibility of manhole cover detachment.