

大規模地下空間における短時間集中豪雨を想定した浸水対策の考察

関西大学大学院理工学研究科
 関西大学環境都市工学部
 京都大学経営管理大学院

学生会員 ○村岡 治城
 非会員 出口 裕正, 正会員 尾崎 平
 正会員 林 倫子, 正会員 石垣 泰輔
 フェロー会員 戸田 圭一

1. はじめに

都市化により地下空間の高度利用・発展が進んだことに伴い、集中豪雨による地下空間の脆弱性が指摘されている。平成27年には水防法の改正、水位周知下水道の制度が創設されるなどその対応がなされ始めている。これまで、地下空間の浸水に関する既往研究では¹⁾²⁾、地下空間の脆弱性の評価や、下水道管渠内の水位情報を基にした内水氾濫に伴う地下空間の浸水対策の検討がなされている。

本研究では、既往研究では検討されていない止水板設置順序の行動ルールや止水板を越えて流入するケースへの対応策について検討を行った。

2. 研究手法

(1) 対象地域と解析モデル

対象地域は大阪府大阪市の海老江処理区とした。海老江処理区の面積は約1215ha、管渠延長は約360km、ポンプ場が3箇所、終末処理場が1箇所となっている。海老江処理区内には、7つの地下街を含む大規模地下空間が広がっている。本研究では、その内の一つであるホワイトイウめだを対象とした。ホワイトイウめだには35箇所の出入り口があり、その内、流入の可能性のある21箇所において³⁾、止水板を設置するものとする。

本研究の外力は、計画降雨である時間降雨60mmを参考に、2倍の120mmの降雨モデルを用いた。総降雨量は172mmであり、継続時間は2時間の中央集中型としている。

この現象を再現するために、下水道管路網を考慮できるモデルが必要である。本研究では、内水氾濫解析にInfoWorks ICMを用いた。内水氾濫解析は、下水道ネットワークを1次元モデル、地表面を2次元モデルとした1D-2Dモデルである⁴⁾。本モデルにより、下水道管渠からマンホールを介して、溢水、再流入する現象を表

現している。なお、本研究では、内水氾濫水は建築物(住区)内には流入せず、道路面のみを流れるとした。

(2) 評価ケース

多数の出入り口を持つ地下街への浸水を防止するためには、各出入り口の止水板設置を行う優先順位を明確化し、効率的に止水作業が行えるよう準備しておく必要がある。本研究の評価ケースを表-1に示す。止水板設置の方法としては、地下街管理者が2人1組となり、地下街への流入可能性のある出入り口を回り、設置していくものとする。設置開始場所は、防災センター、歩行速度は4km/h、止水板の設置にかかる時間は5分とする。止水板の浸水対策効果を4つの観点から評価を行う。4つの観点の詳細を以下に示す。

モニタリング手法は、次の3つの方法で行う。①管渠内の水位モニタリングに基づく方法(以下、「水位計」)。②地上での溢水を確認する監視カメラに基づく方法(以下、「カメラ」)。③地下街への流入が開始したとき(以下、「流入後」)。

止水板設置順序は、次の3つの方法で行う。①既往の内水氾濫シミュレーションの結果を基に、各出入口から地下街への流入時間が最小、かつ、1チームの止水板設置活動時間が30分以内となる条件で計算された設置順序(以下、「最適順」)。②同シミュレーションの結果に

表-1 評価ケース

ケース	相違点	モニタリング手法	止水板の設置順序	止水板設置チーム数	止水板の高さ
0	—	水位計	最適順	6チーム	50cm 完全止水
1-1	モニタリング手法	カメラ	最適順	6チーム	50cm 完全止水
1-2	モニタリング手法	流入後	最適順	6チーム	50cm 完全止水
2-1	止水板の設置順序	水位計	早順	6チーム	50cm 完全止水
2-2	止水板の設置順序	水位計	量順	6チーム	50cm 完全止水
3	止水板設置チーム数	水位計	最適順	2チーム	50cm 完全止水

キーワード 地下空間, 内水氾濫, 集中豪雨, 止水板, 完全止水

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35 関西大学大学院理工学研究科 k912070@kansai-u.ac.jp

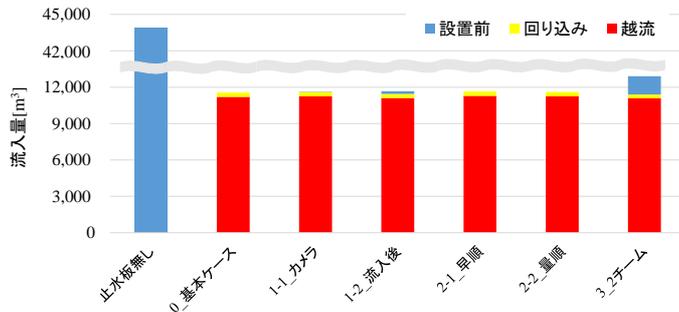


図 - 1 地下空間への流入量比較(止水板 50cm)

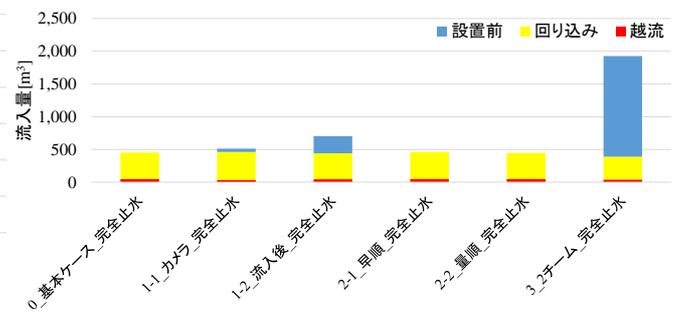


図 - 2 地下空間への流入量比較(完全止水)

に基づき、エリアごとで流入開始の早い出入り口から優先的に設置する順序(以下、「早順」)。③同シミュレーションの結果に基づき、設置担当エリアごとで流入量の多い出入り口から優先的に設置する順序(以下、「量順」)。

止水板を設置する際のチーム数については、基本的には6チームで行うものとする。しかし、短時間集中豪雨の発生時刻によっては、地下街管理者が不足することが予想されるため、設置可能チーム数が2チームの場合においても検討を行うものとする。

止水板の高さは、基本的に50cmとする。しかし、降雨規模によっては50cmの止水板を越えて流入することも考えられるため、流入量が多くなると予想される3箇所出入り口に完全密閉型の止水板を設置するケース(以下、「完全止水」)を追加した。

3. 解析結果および考察

止水板高50cmにおける評価ケースごとの地下空間への流入量を図-1に示す。ここで、「設置前」は止水板を設置する前に流入した水量、「回り込み」は止水板を設置したことにより、本来は流入が発生しない出入り口において流入した水量、「越流」は止水板を越えて流入した水量を指す。結果として、止水板が無いケースと比較し、70～73%の流入量を削減効果が得られた。

モニタリング手法が「水位計」の場合、「カメラ」や「流入後」に比べ、止水板設置開始時刻が15～20分ほど早くなる。それにより「設置前」の流入量を削減できるが、「越流」による流入量が非常に多く、早期設置の効果は見られなかった。また、止水板設置順序による差は生じなかった。これは、6チームで止水板を設置していく場合、1チームあたりの止水板設置箇所が3～5箇所と少なく、移動距離増加の影響がほとんど無いためである。2チームの場合は、止水板を設置しきることが出来ず、「設置前」の流入量が多くなっている。

次に、完全止水を行った場合の流入量を図-2に示す。3箇所の出入り口で完全止水を行うことで「越流」はほとんど発生せず、流入量も止水対策を行わないケースと比較し、95～99%削減することが出来た。

モニタリング手法ごとの違いは、手法にかかわらず越流はほとんど発生せず、「設置前」の差が評価ケースごとの差として表れている。「水位計」は、「カメラ」と比較し11%、「流入後」と比較し36%程度の流入量削減効果が得られた。また、止水板の設置順序による差は生じず、止水板設置チーム数による差は生じた。これらの要因は止水板の高さが50cmのケースと同様である。

4. おわりに

本研究では、内水氾濫時における地下空間の浸水対策から被害低減効果を明らかにした。

本検討の結果、チーム数が多い場合は、モニタリング手法、設置順による流入量の差に大きな違いはない。しかし、夜間など管理者の人数が少なくチーム数が少ない場合は、モニタリング手法の違いにより流入量に差が生じる。また、現状の止水板高50cmの場合には、そこを越流することで、地下空間の浸水量が増加している。本研究では、上位3箇所のみを完全止水することにより、大幅に地下空間の浸水量を軽減できる。

参考文献：1)森兼政行，石垣泰輔，尾崎平，戸田圭一：大規模地下空間を有する都市域における地下空間への内水氾濫水の流入特性とその対策，水工学論文集，第55巻，pp967-972，2011，2)川口徹矢，尾崎平，盛岡通：下水道管渠内水位情報を活用した大規模地下空間の浸水対策の検討，土木学会第72回年次学術講演会講演概要集，CS4-011，2017，3)黄碧蕊，齋藤千夏，尾崎平，石垣泰輔，戸田圭一：降水量の違いが地下空間浸水時の安全避難に与える影響について土木学会第72回年次学術講演会講演概要集，CS4-009，2017，4)濱口舜，石垣泰輔，尾崎平，戸田圭一：記録的水災害に対する大規模地下空間の浸水脆弱性に関する検討，土木学会論文集 B1(水工学)，vol.72，No.4，pp. I_1363- I_1368，2016