

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

関西大学 非正会員 川口 徹矢

関西大学 正会員 ○尾崎 平

関西大学 正会員 盛岡 通

1. はじめに

近年, 異常気象による集中豪雨が増加している. 時間雨量 50mm 以上の年間発生回数は, 気象庁によると, 1976～1985 年で平均 174 回, 1986～1995 年で 184 回, 1996～2005 年で 223 回, 2006～2015 年で 230 回と増加傾向である. 大阪, 東京をはじめ, 大都市には地下鉄利用者, 商業店舗利用者, 勤労者など多くの人が利用している大規模な地下空間があり, 集中豪雨によるそ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)}, その浸水特性や止水板による浸水対策あるいは地下空間からの避難に関する研究が多くなされている. 本研究では, これまであまり研究事例のないシミュレーションモデルを用いた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について検討を行った.

2. 方法

(1) 対象地域

対象地域は大阪府大阪市の海老江処理区であり, 面積は約 1,215ha である. 同処理区内には海老江下水処理場に 60m³/s, 北野, 天満堀川, 出入橋の各抽水所に 28m³/s, 15m³/s, 7m³/s の雨水排水ポンプが設置されている. 内水エリアであり, 降雨のほぼ全量がポンプにより排水される. 本地区の公的な地下街出入口は 130 箇所以上存在し, 複数のビルが隣接しており, 管理者の異なる複数の地下街で形成されている. そこには JR・私鉄・市営地下鉄駅が地上・地下を合わせて 7 駅あり, また, 梅田以外にも地下駅が 11 駅存在している.

(2) シミュレーションモデル

本研究では, 内水氾濫解析に InfoWorks CS 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, 地表面の氾濫を 2 次元モデルとした 1D-2D モデルである¹⁾. 本モデルにより, 下水道管きょ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. 本モデルは, 2011 年 8 月末の豪雨(時間雨量 77.5mm)を用いて検証を行っており, 現地調査を実施した 5 地点における浸水深はおおむね妥当な結果を得ている³⁾.

(3) 検討の手順

改正水防法により, 内水にかかる下水道施設の水位情報の通知・周知制度が創設され, 地下街管理者は水位情報をもとにした止水対策, 避難対策が可能となった. 本研究では第一に水位計をどの地点に設置すべきか検討を行い, 第二に複数の外力ケースによる水位観測をもとにした対応策の有効性を検討した.

(4) 外力条件と評価ケース

第一の水位計の設置位置は, 事前シミュレーションにより, 地下空間の入り口付近において一番に浸水が発生するマンホールの上流管渠とした. その上で降雨条件を時間雨量 30mm から 1mm ずつ増加させ, 感度分析的に降雨と水位との関係を調査し, 管渠内のどの高さに水位計を設置するか検討した. 第二の内水氾濫対策を検討するための降雨条件は 3 つのモデル降雨(降雨ケース①: 降雨強度 60mm×3hr, 降雨ケース②: 同 120mm×1.5hr, 降雨ケース③: 同 180mm×1hr)と 1 つの実降雨(平成 20 年 8 月末豪雨(岡崎豪雨), 時間雨量 146.5mm)を対象降雨とした.

キーワード 地下空間, 内水氾濫, 水位情報, 集中豪雨

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 関西大学環境都市工学部 ozaki_t@kansai-u.ac.jp

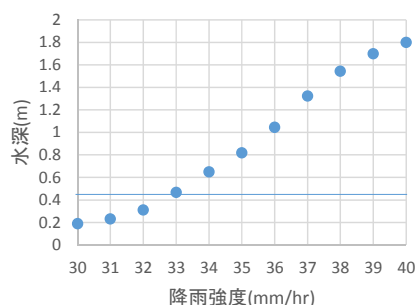


図1 各降雨時の対象管渠の水位

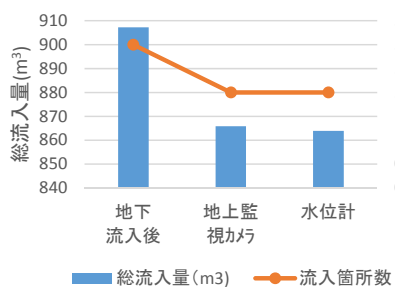


図2 地下への流入量と流入箇所数の比較(降雨ケース①)

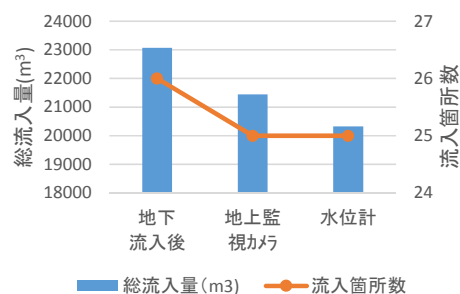


図3 地下への流入量と流入箇所数の比較(降雨ケース③)

水氾濫対策の評価ケースは、今回は止水板を設置し、地下への流入量を軽減することを目的とし、止水板を設置するための行動開始のタイミングを① 地下空間へ浸水が始まった時点から（以下：地下流入後）、② 地内上監視カメラで地上の浸水を確認した時点から（以下：地上監視カメラ）、③ 水位計で閾値を超えた時点から（以下：水位計）の3ケースを評価ケースとした。

3. 結果・考察

水位計の設置位置に関する検討結果を図1に示す。降雨強度が32mm/hrまでは雨水ポンプにより排水が可能であるが、33mm/hr以上の降雨になると、ポンプの排水能力を上回り始める。この降雨強度32mm/hrの時の水深が同管渠の69%にあたるため、水位計の設置位置を同管渠の7割水深の位置とし、止水板設置の行動開始水位とした。

次に、水位計を用いた内水氾濫対策の検討結果について、60mm/hrの降雨強度（降雨ケース①、図2）では、地上監視カメラと水位計を用いることにより、総流入量を5%軽減できているが大差はない。総流入量も小さく、浸水速度が緩やかなため全体的に差がでなかったと考えられる。一方、120mm/hr（降雨ケース②）では、地上監視カメラを用いた場合と水位計を用いた場合、それぞれ総流入量を6%と10%軽減でき、180mm/hr（降雨ケース③、図3）の場合、それぞれ7%、12%の軽減効果が得られた。降雨強度が強くなるほど、その軽減効果が大きくなる結果となった。水位計を用いることで、止水板の設置行動が早くなり、地下街としての浸水軽減効果が大きくなる。また、実降雨の岡崎豪雨の場合でも地下空間への総流入量の軽減効果は、地上監視カメラで6%、水位計で10%であった。

4. おわりに

本研究では、水防法の改正に伴う内水にかかる下水道施設の水位情報の通知・周知制度による効果を定量化した。本検討の結果、水位計を用いた止水板の設置行動をとることで地下空間の浸水被害を流入量ベースで1割程度の軽減効果が得られることが示された。

参考文献

- 1) 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,
- 2) 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, Vol. 55, 2011.
- 3) 尾崎平, 石垣泰輔, 戸田圭一: 高密度商業地域における内水氾濫の脆弱要因に関する考察-2011年8月27日大阪の豪雨を対象として-, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 56, pp. I_1009-I_1014, 2012.

謝辞

本研究は日本学術振興会の科研費（15K01266, 代表: 尾崎平）の助成を得て行った研究の成果の一部である。