

内水氾濫時における大阪市中心部の地下空間浸水に関する検討

関西大学大学院理工学研究科	学生員	○草野 魁叶
関西大学大学院理工学研究科	学生員	太田 和樹
関西大学環境都市工学部	正会員	石垣 泰輔
関西大学環境都市工学部	正会員	尾崎 平

1. はじめに

近年、都市部において局所的短時間豪雨の発生頻度が高まっている。また、都市化の進展により不透透域が増加しているため、雨水排除が下水道に依存してしまっている。さらに、都市部では、地下街や地下鉄などの地下空間の利用が進展していったため、地下空間への氾濫水流入の危険性が高まっている。石垣ら¹⁾は、内水氾濫時には、地上の氾濫状態が地下浸水過程に影響することを明らかにしている。浅野ら²⁾は、InfoWorks CS を用いた内水氾濫解析精度の検証を行い、解析精度は高くなったと述べている。寺田ら³⁾は、InfoWorks CS を用いて地下鉄軌道のモデルを構築し、氾濫水が地下鉄軌道を伝播することを明らかにしている。以上の研究では、大阪市の海老江処理区において、地下空間の浸水に対する内水氾濫解析が行われているが、他処理区を対象とした研究は行っていない。そこで本研究では、海老江処理区内と地下鉄路線により接続している大阪市中心部の津守処理区を対象として、InfoWorks ICM を用いてモデルを構築し、対象区域内の大規模地下空間における内水氾濫時の氾濫水の浸水過程や流入量の予測に関する検討を行った。

2. 対象地域の概要

本研究では、大阪市にある処理区の1つである津守処理区を対象地域とした。また、地下空間として、Osaka Metro等の地下鉄駅31箇所(図1)、地下街はクリスタ長堀、なんばウォーク、NAMBA なんなんの3箇所、10箇所の地下駐車場及び5箇所のアンダーパスを対象に検討を行った(図2)。

3. 解析モデルの概要及び解析条件

本研究では、都市下水道と河川流域の両方の統

合解析が可能な InfoWorks ICM を応用して氾濫解析を行った。本モデルは、有効降雨が地表面を流れ、マンホールへの流入量を算出する地表面モデルと、地表面モデルにより算出された各マンホールでのハイドログラフを用いて、Saint Venant 方程式を適用し、管渠内の水理解析を行う下水道管路網モデル、下水道から地表面へ溢れた水の流れを、浅水方程式を用いて解析する地上氾濫解析モデルから構成されている。また、地下空間への流入量を算定するため、地下空間への出入口の幅とマウンドアップ高を現地調査し、出入口モデル(堰モデル)としてモデル化した。なお、本研究では、氾濫水は主に道路を流れるものとして、住区への溢水は考慮していない。また、出入口モデルでは、地下への氾濫水の流入量を算定するが、流入した水については計算域外とし、吐き口から排水することで無視した。主なモデルパラメータは、流出モデル(固定係数法)の流出係数 0.85、初期損失係数 0.071mm、氾濫解析の粗度係数 0.043 とした。外力としては、愛知県岡崎市美合町で観測された「平成 20 年 8 月

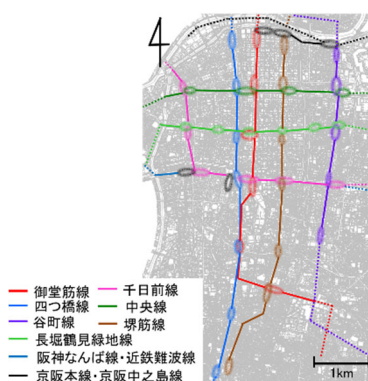


図1 鉄道路線図

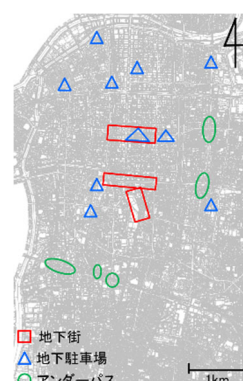


図2 地下駅を除く地下空間

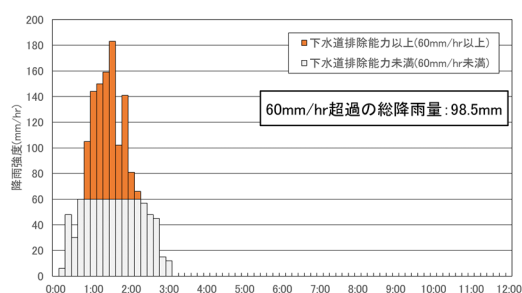


図3 岡崎豪雨のハイトグラフ

キーワード：内水氾濫、短時間豪雨、大規模地下空間、浸水予測

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3番35号 関西大学 TEL 06-6368-1121

末豪雨(以下、「岡崎豪雨」という)を対象とした。降雨データは、気象庁の10分間降雨観測データを1時間降雨強度に変換して利用しており、総降雨量は242.0mmである。(図3)。

4. 地上部における内水氾濫解析結果

本研究における対象区域の集水域面積は約1917haで、降雨総量は約464万m³であった。また、計算対象とした道路面の全体面積は約553haであった。本解析結果の最大浸水面積は約443haとなり、計算対象道路の約80%の範囲が浸水する結果となった。図4に対象区域の最大浸水深の結果を示す。対象区域西側では浸水深が1m以上となっており、内水氾濫時には危険な地域であると考えられる。

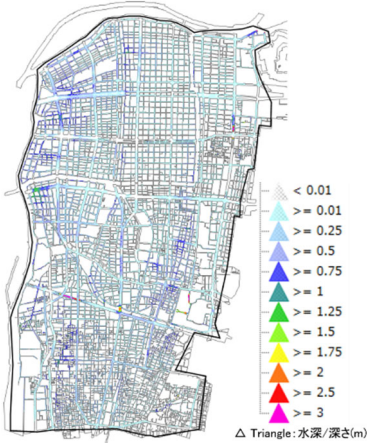


図4 対象区域の最大浸水深結果

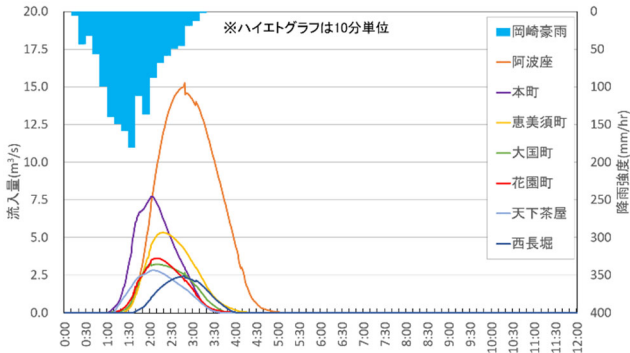
表1 大規模地下空間への流入特性

	流入箇所数 ¹⁾	総流入量 ²⁾
地下鉄駅	84 (261)	280,123m ³
地下街	7 (71)	1,653m ³
地下駐車場	11 (27)	72,699m ³
アンダーパス	5 (5)	22356m ³

1) ()内は、各地下空間の出入口数を示している。
2) 各地下空間への総流入量を示す。

5. 大規模地下空間への流入特性

本研究では、津守処理区内の地下鉄駅、地下街、地下駐車場の出入口及びアンダーパスについてモデル化を行った。表1に大規模地下空間への流入箇所数と流入量を示す。解析の結果、地下鉄駅24駅、地下街3箇所、地下駐車場7箇所、アンダーパス5箇所では浸水が発生していた。また、外力による総流入量の内、各地下空間への流入割合は、地下鉄駅が6.04%、地下街が0.04%、地下駐車場が1.57%、アンダーパスが0.48%であった。地下鉄駅では、図5に示す6駅からの総流入量が、地下鉄駅への総流入量の約74%を占めていた。また、阿波座駅では降雨が終了してから2時間程度は流入に対して警戒する必要があることが示唆された。地下街では3箇所とも流入はあったが、地下鉄・地下駐車場への総流入量は小さい。地下駐車場は、総流入量の約68%が対象区域北西部に位置する靱駐車場に流入していた。さらに、対象区域内の全てのアンダーパスで、降雨ピーク後、約30分以内に高橋ら⁴⁾が求めた脱出限界水深0.56mを越える結果が得られ、危険性が指摘される。



(注) 駅への総流入量が10,000m³を越えていた駅を示している。

図5 地下鉄駅への流入量

6. おわりに

本研究では、大阪市の津守処理区を対象とし、下水道排水施設を考慮した氾濫解析モデルを構築した。解析結果から、内水氾濫時における大規模地下空間への氾濫水の流入特性を明らかにした。今後は、大規模地下空間における氾濫水の挙動を明らかにするために、地下鉄のホームや軌道、地下街のモデル化を行う予定である。

参考文献

1) 石垣泰助・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浸水と避難，京都大学防災研究所年報，第54号B，pp.471-476，2011。
2) 浅野統弘・尾崎平・石垣泰輔・戸田圭一：密集市街地における内水氾濫時の歩行避難および車両移動の危険度評価，土木学会論文集B1(水工学)，Vol.69，No.4，I_1561-I_1566，2013。
3) 寺田光宏・岡部良治・石垣泰輔・尾崎平・戸田圭一：密集市街地における内水氾濫時の地下鉄浸水に関する検討，土木学会論文集B1(水工学)，Vol.72，No.4，I_1357-I_1362，2016。
4) 高橋祐樹・石垣泰輔・馬場康之・戸田圭一：浸水した大規模地下駐車場からの避難に関する検討，土木学会論文集F2(地下空間研究)，Vol.69，No.1，1-10，2013。