

地上部と地下空間を統合した都市域の浸水解析

京都大学大学院工学研究科
(株)三井住友建設
京都大学防災研究所
京都大学防災研究所

学生員 ○間島 真嗣
正会員 大八木 亮
正会員 戸田 圭一
フェロー 井上 和也

1. はじめに 福岡水害(1999 年, 2003 年)や東海水害(2000 年)のように都市域で洪水氾濫が起ると地下空間に浸水被害が生じるおそれがある. 本研究では, 先ず JR 博多駅地下空間に着目し, 地上部と地下空間を統合して福岡水害(1999 年)の再現計算を行った. 次に, 京都市のほぼ全域の地上部と地下空間を対象として, 鴨川の溢水氾濫を想定した浸水解析を行った.

2. 解析手法 対象領域を、地上はおもに道路で、地下空間は壁や、地盤高、階層の違いなどによって分割した。本研究では、その分割した各小領域が連結管を通して 3 次元的に接続しているとするポンド(貯留層)モデルを用いた(図-1 参照)^[1]。基礎式として、連続式と、移流項を除いた開水路非定常流式を用いた。これらの式は地上、地下街、地下鉄の区別なく、いずれの水の移動にも用いた。ただし、階段部のように上層から下層へ氾濫水が流下するときは段落ち式を用いた。

3. 福岡水害(1999 年)への適用 図-2 に地上部の対象領域 (面積約 2.8km^2)を、図-3 に地盤高図を示す. 御笠川から JR 博多駅に向かって地盤が低くなることがわかる. 図-4 に JR 博多駅地下空間の概要を示す. 地下鉄軌道空間は、十分大きな容積を持った貯留槽とした. 地下空間の延べ床面積は地下鉄軌道空間を除いて約 $5.2 \times 10^4 \text{m}^2$ であり、容積は約 $16.9 \times 10^4 \text{m}^3$ である.

流入流量として、橋本ら^[2]が求めた越流流量を用いた。図-5 に流入流量の時間変化を、図-6 に流入させる格子を示す。ただし、1 つの格子への流入流量はそれぞれ均等に配分した。計算開始時刻は山王放水路からの越流が始まった1999年6月29日9:00とした。この水害を再現計算するため、下水道による排水(下水道の設計値である52mm/hrの7割に相当する36.4mm/hrで雨水を排水)、地上の対象領域内にあるビル地階への流入(合計約 $6.0 \times 10^4 \text{ m}^3$)、デイトスの地下貯水槽(容量約 $1.3 \times 10^4 \text{ m}^3$)への貯留、歩道から地下街入口への段差および車道と歩道の段差(合計30cm)を考慮した。

図-7 に JR 博多駅前地下街の最大浸水深と 1999 年水害時の浸水実績を示す。最大浸水深図と実績の浸水域を比較すると、浸水域はおおむね一致しているといえる。地下鉄軌道空間に流入した水量

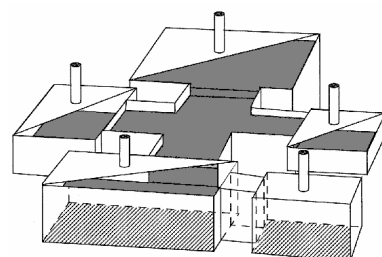


図-1 モデルの概念図

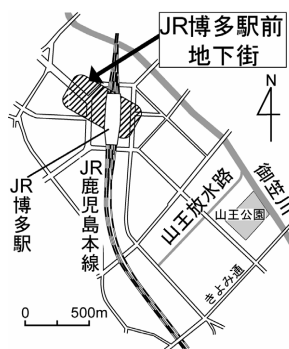


図-2 地上の対象領域

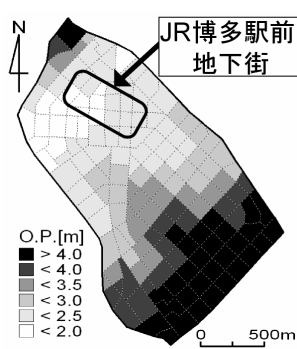


圖-3 地盤高図

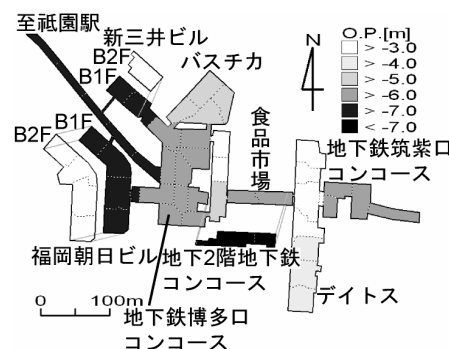


図-4 JR 博多駅地下空間の概要

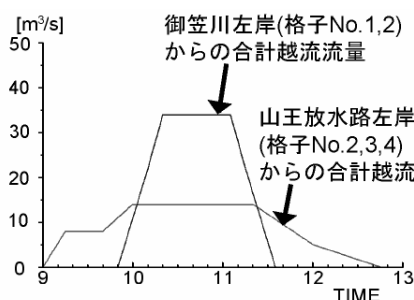


図-5 流入流量の時間変化

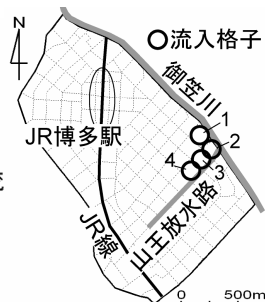


图-6 流入格子

浸水解析, ポンドモデル, 地下空間, JR 博多駅地下街, 京都市域

〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 TEL：0774-38-4137 FAX：0774-38-4147

は計算終了時点(13:00)で約 5000 m^3 であり、実績値では約 1000 m^3 ～2000 m^3 といわれている。

図-8 に地上の最大浸水深および 1999 年水害時の浸水域の実績を示す。計算結果と実績の浸水域の範囲はおおむね一致している。

4. 京都市地上部および地下空間への適用

対象領域(面積約 51.6 km^2)を図-9 に示す。地下空間は京都駅前地下街、京都御池地下街、阪急連絡通路、地下鉄烏丸線、東西線、阪急電車、京阪電車を対象とした。地上の地盤高図を図-10 に示す。京都市は北から南にかけて地盤が低くなっており、それに伴い、地下空間どうしても地盤の高低差が生じている。計算条件として、一定流量 50 m^3/s を計算開始と同時に 180 分間、三条大橋～御池大橋右岸の格子に流入させている。図-11 は計算開始 180 分後の京都市の様子である。地上の氾濫水は京都御池地下街、京都駅前地下街、地下鉄烏丸線に流入する。そして、地下空間の中でも浸水深の大小の違いが現れている。また、地下鉄では、地上の浸水域から遠く離れたところまで浸水域が拡大することがわかる。

5. 結論 福岡水害(1999 年)の再現計算では、

計算結果と実績がおおむね一致した。また、京都市のほぼ全域の地上・地下空間を対象として浸水解析を行った結果、氾濫水が地下鉄軌道を通して地上の浸水域よりも遠く離れたところで地下空間が浸水することがわかった。

参考文献 [1] 井上和也・戸田圭一・川池健司・栗山健作・大八木 亮：地下空間における浸水過程の解析について、京都大学防災研究所年報 第45号B, pp173-184, 2002年4月。

[2] 橋本晴行・朴 埼瑯・渡辺政広：1999 年 6 月福岡水害時に発生した博多駅周辺の洪水および氾濫流の再現計算、自然災害科学 21-4, pp.369-384, 2003 年 2 月。

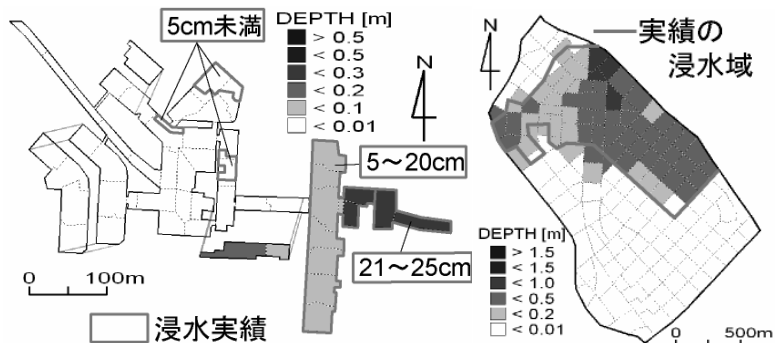


図-7 地下街の最大浸水深図

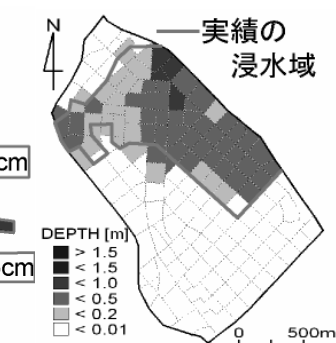


図-8 地上の最大浸水深図

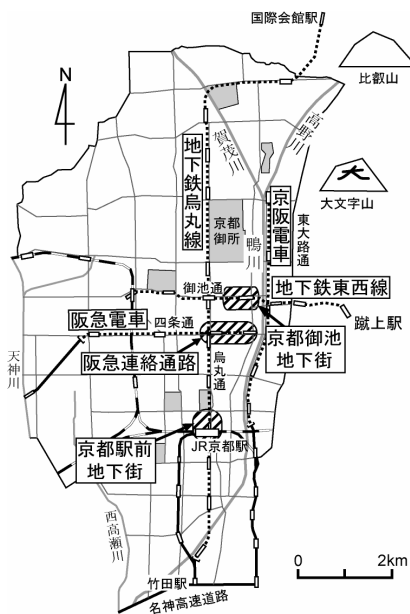


図-9 対象領域

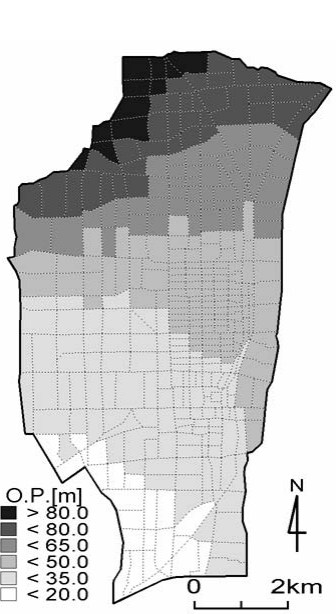


図-10 地盤高図

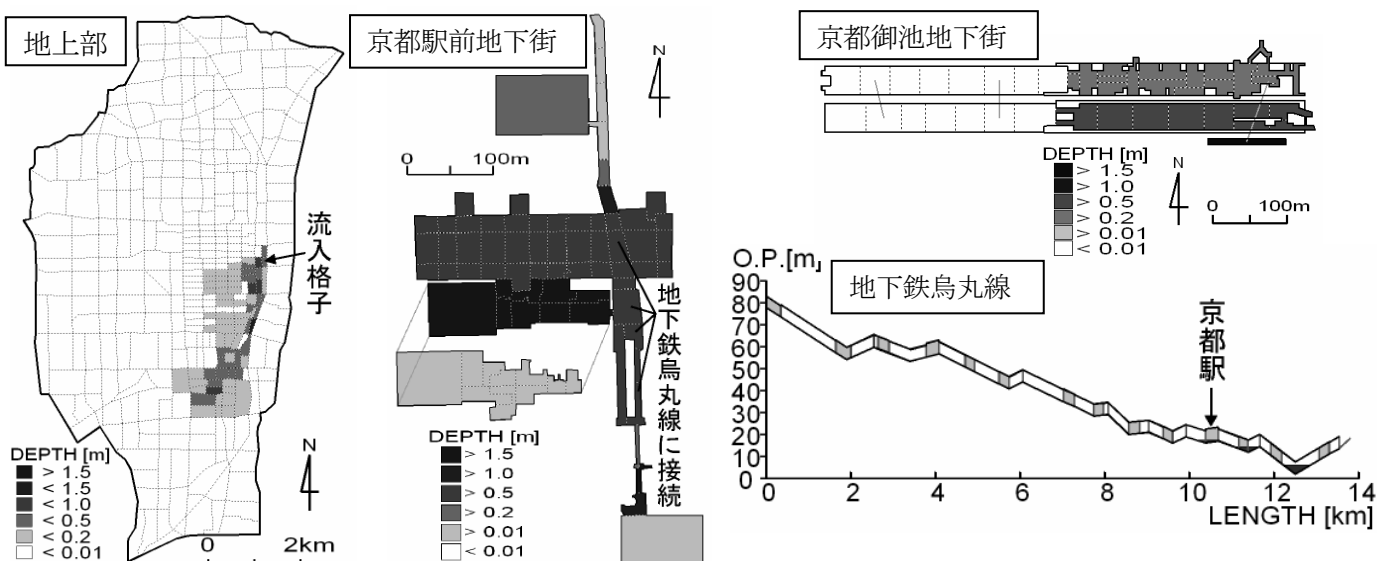


図-11 解析結果(三条大橋～御池大橋右岸から溢水, 180 分後)