

地上・地下を統合した浸水解析モデルの構築

京都大学防災研究所

正会員 ○川池 健司

京都大学大学院工学研究科

学生会員 深草 新

京都大学防災研究所

正会員 戸田 圭一

1. はじめに

豪雨や洪水氾濫によって都市域の中心部が浸水するとき懸念されることの一つに、地下空間の浸水が挙げられる。地上部での氾濫と比較して、地下空間では浸水可能な床面積が小さいため浸水深が急速に上昇し、避難が困難になる状況が予想されている。しかし、地下空間への氾濫水の流入状況は、地下空間への入口が存在する地点の地形条件や浸水状況に大きく依存しているといえる。そこで本研究では、降雨とその流出から、都市域の地上での氾濫、さらには地下空間での浸水に至る一連の過程を解析するモデルを構築し、それを神戸市中心部の三宮地区に適用した。

2. 解析モデルの概要

これまでの研究において、著者らは平面二次元解析モデルを基にして、非構造格子を用いた地上での氾濫モデル¹⁾、およびポンドモデルを用いた地下空間の氾濫モデル²⁾をそれぞれ開発してきた。本研究では、これら両モデルと流出モデルを用いることにより、降雨およびその流出から、地上の氾濫、さらにそれによって生じる地下空間の浸水までの一連の過程を解析することを可能にした。図1に、本研究で用いた解析モデルの概念を示す。用いた基礎方程式は、kinematic wave モデル、非構造格子による平面二次元氾濫解析モデル、およびポンドモデルのものであり、地上から地下空間への氾濫水の流入量は段落ち式により評価する。

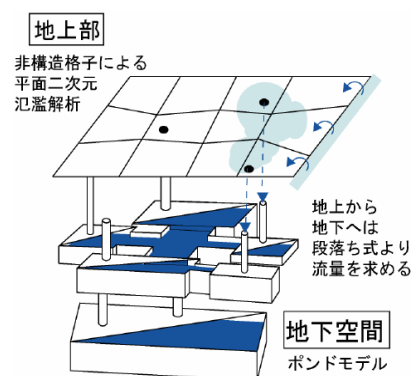


図1 解析モデルの概念図

3. 神戸市三宮地区への適用

上記のモデルを、図2に示すように、神戸市の中心市街地である三宮地区および三宮地下街に適用する。神戸市は六甲山地を背後に抱える人口150万人の斜面都市であり、三宮地区はその中心地として高度に都市が発達している。また、JR線をはじめとして私鉄、地下鉄の各線の駅が集中しており、これらを結ぶようにして三宮地下街が発達している。図3は、三宮地下街を浸水解析する上で用いたポンドとその標高を示している。図より、地上の地形の影響を受けて三宮地下街も大きな勾配を有しており、最も標高の低くなった箇所には地下鉄ホームへの入口があることがわかる。

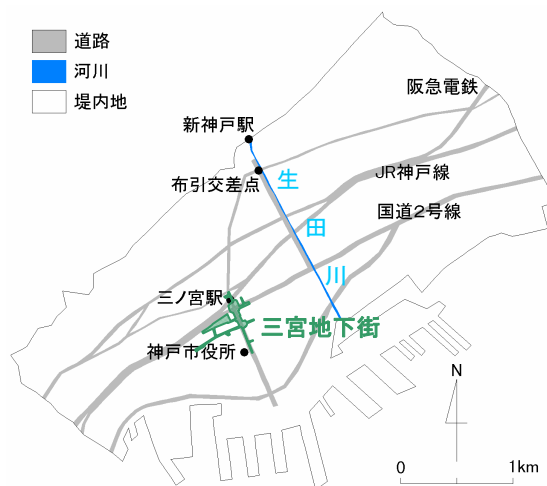


図2 三宮地区と三宮地下街

氾濫を発生させる外力として、本研究では1938年(昭和13年)に神戸市に大被害をもたらした阪神大水害時の降雨、ならびに2000年(平成12年)の東海豪雨災害時の降雨を用いた、生田川からの洪水氾濫と内水氾濫の同時生起を想定する。図4、図5に、それぞれの降雨のハイトグラフを示す。下水道による雨水処理量は、簡単のため神戸市の計画処理量となっている49.1mm/hr(10年確率)の70%に相当する量を、地上の氾濫水から強制的に排水する。三宮地下街には地上へ通じる階段が36箇所あり、これらが地上から地下街への氾濫水の流入口と

キーワード 地下浸水, 氾濫解析, ポンドモデル

連絡先 〒612-8235 京都市伏見区横大路下三栖東ノ口 京都大学防災研究所 TEL 075-611-4396

なる。また、地下街にある4箇所の地下鉄ホームへの入口を通して、氾濫水は最終的に地下鉄軌道上に排出される。

4. 解析結果

図6、図7に、それぞれ阪神大水害および東海豪雨災害時の降雨を用いた場合における、地下街の浸水状況がほぼピークを迎えた時刻での、地上と地下街の浸水深を示す。これらの図より、地下街の浸水深がピークに達する時刻においても、地上の浸水深はそれほど大きいわけではないことがわかる。しかし、地下空間の容積が小さいため少しでも地下への浸水があると、阪神大水害時の降雨を用いた場合で20cm程度、東海豪雨災害時の降雨を用いた場合で30cmを越える浸水が地下街で見られる。地下街の浸水深が30cmを越えるということは、石垣らの実験³⁾より、さらにその下の層に位置する地下鉄駅からの避難が相当困難になることを意味している。

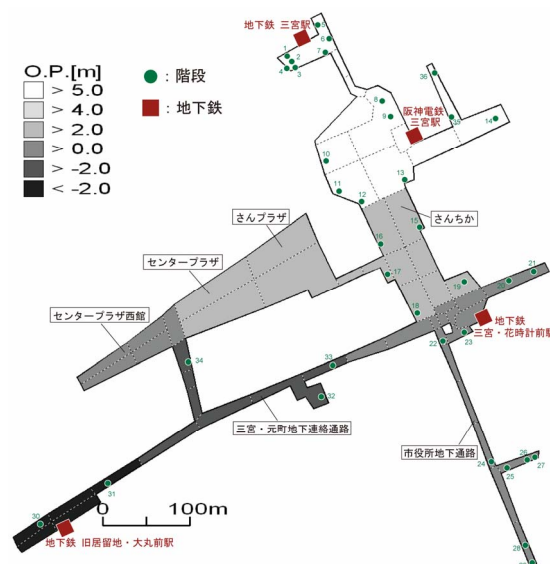


図3 三宮地下街のポンド分割と標高

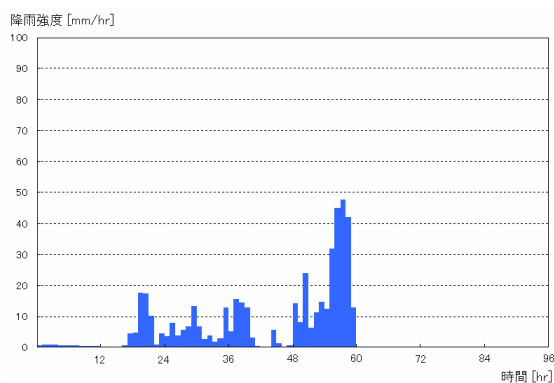


図4 阪神大水害時の降雨

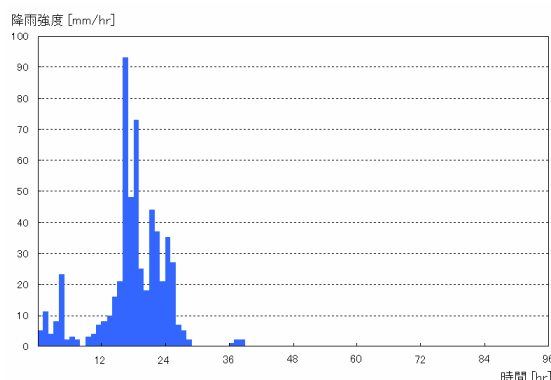


図5 東海豪雨災害時の降雨

5. おわりに

本研究では、降雨およびその流出から地上の氾濫と地下空間の浸水までの、一連の過程を解析するモデルを構築することができた。今後は、異なる降雨パターンに対する浸水状況や、止水板等の対策による浸水抑制効果を検討していく。

謝辞：本研究に協力いただいた京都大学防災研究所の米山准教授、同大学院生の山本氏、ならびにデータ作りに協力いただいた同大学院生（当時）の荒木氏、川本氏、中村氏に謝意を表する。

参考文献 1) 川池他：非構造格子の都市氾濫解析への適用，水工学論文集，44，pp.461-466，2000。
2) 戸田他：複雑な地下空間における浸水解析，水工学論文集，47，pp.877-882，2003。
3) 石垣他：実物大模型を用いた地下空間からの避難に関する実験的検討，水工学論文集，50，pp.583-588，2006。

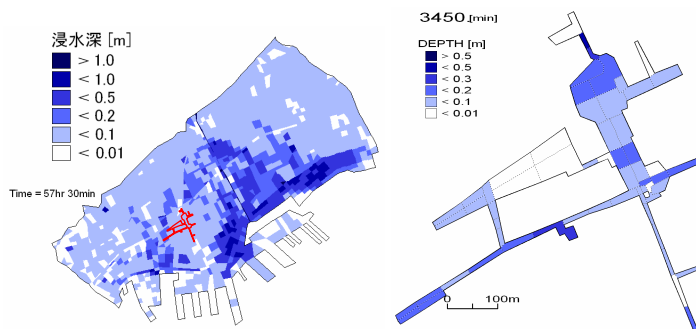


図6 阪神大水害時の降雨による浸水深（57時間30分）

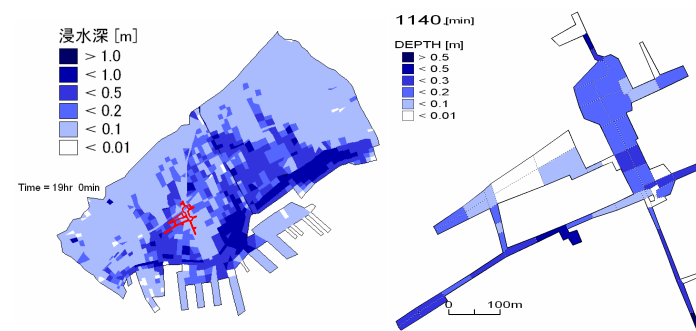


図7 東海豪雨災害時の降雨による浸水深（19時間00分）