

京都市の地下鉄を考慮した浸水解析

中日本ハイウェイエンジニアリング名古屋 非会員 藪下大貴
 中部大学大学院工学研究科 学生員 佐藤大介
 中部大学工学部都市建設工学科 正会員○武田 誠
 中部大学大学院工学研究科 学生員 村瀬将隆
 中部大学工学部都市建設工学科 フェロー 松尾直規

1. はじめに

日本の大都市では、高度な都市化が進んでおり、特に、地下空間の利用が盛んに行われている。一方、近年短時間で大量の雨が降るゲリラ豪雨(局所的豪雨)が多く見られる。さらに、その影響による洪水被害も後を絶たない。2015年の鬼怒川破堤災害や2018年西日本豪雨における小田川の破堤氾濫のように、大雨の影響で堤防が決壊し、大量の水が市街地に流れ込む外水氾濫も生じている。仮に外水氾濫が発生した場合、地下空間に氾濫水が流入し、地下を利用する人々への人的被害だけでなく、経済や鉄道(交通)に大きな影響を与え、都市としての機能が失われる可能性もある。これらのことから、地下空間への浸水対策は重要な課題であり、メカニズムを十分に理解する必要がある。

本研究では、京都市の地下空間を対象とした大規模浸水について検討する。さらに、戸田らの検討結果¹⁾と比較することで、解析モデルの妥当性を検討する。

2. 京都市における地下鉄入口の調査

本研究の実施のためには、地下空間の情報(特に、入口の情報)を入手する必要がある。そのため、京都市の調査を行い、地下空間の入口の場所を確認し、入口の幅、地表面からのステップ高、止水板の高さなどを調査した。実施した地下鉄線路名、駅・地下街、入口の数を表1に示す。また、本研究で対象とした計算領域を図-1に示す。計算格子幅は50mであり、地下鉄線路も約50mで区分した。解析に用いる地下鉄の駅および地下街の面積、地下鉄線路の平面位置はweb情報から入手し、駅の地下鉄線路の高さから駅間で直線近似して線路の高さを求めた。

3. 計算方法および計算条件

本研究では、武田・西田ら²⁾の解析モデルを修正して用いた。河川の計算は行わず、地表面氾濫流をデカルト座標の平面2次元不定流モデルで解析した。また、地下街および地下鉄駅を一つのボックスとして捉え、地表面からの流入・流出を考慮し、地下鉄線路への流入・流出を考慮して水量の収支を計算している。さらに、地下鉄線路の水の挙動はスロットモデルを考慮した1次元不定流モデルで表現した。

表-1 京都市の地下鉄駅と出入口の個数

烏丸線	出入口	東西線	出入口	阪急京都線	出入口	京阪本線	出入口
国際会館	5	太秦天神川	4	西院	5	出町柳	7
松ヶ崎	2	西大路御池	4	大宮	7	神宮丸太町	4
北山	4	二条	3	烏丸	14	三条	14
北大路	6	二条城前	3	河原町	12	祇園四条	6
鞍馬口	2	烏丸御池	8			清水五条	5
今出川	5	京都市役所前	7			七条	6
丸太町	7	三条京阪	6				
烏丸御池	7	東山	2				
四条	4	蹴上	2				
五条	6	御陵	4				
京都	34	山科	7				
九条	4	東野	6	醍醐	3		
十条	3	柳辻	2	石田	4		
くいな橋	2	小野	2	六地藏	4		
					合計	41駅	242箇所

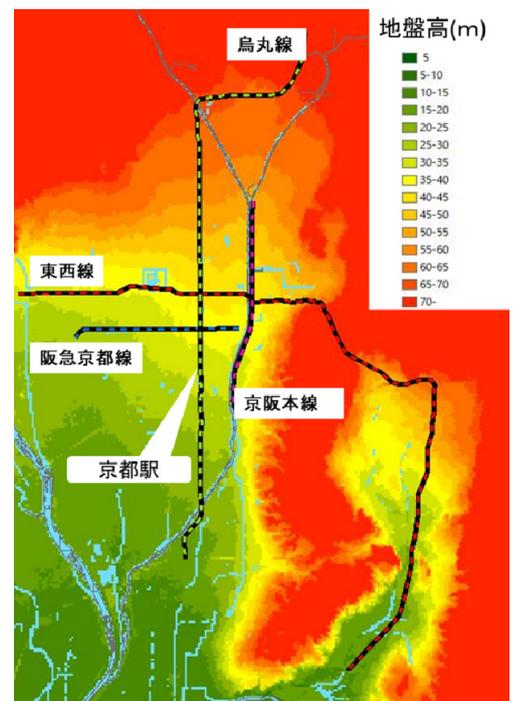


図-1 計算領域

キーワード 都市浸水, 地下鉄, 京都市, 数値解析

連絡先 中部大学, 〒487-8501, 愛知県春日井市松本町 1200 TEL:0568-51-1111 FAX:0568-51-0534

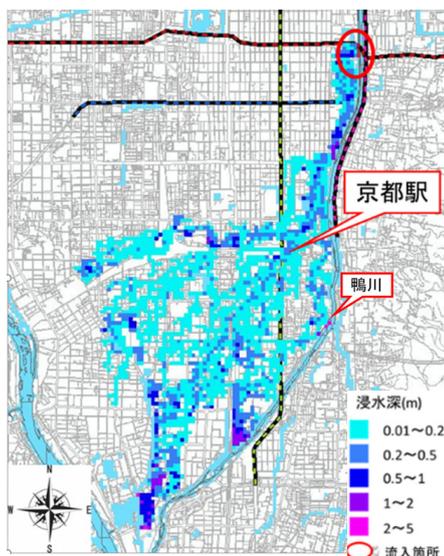
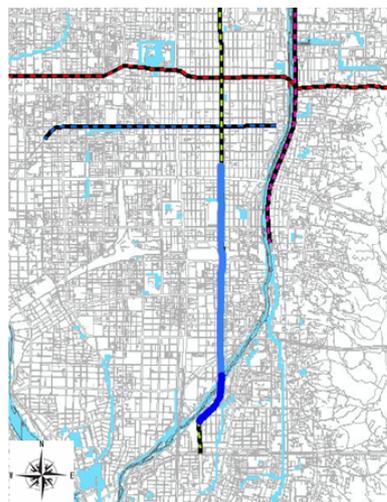
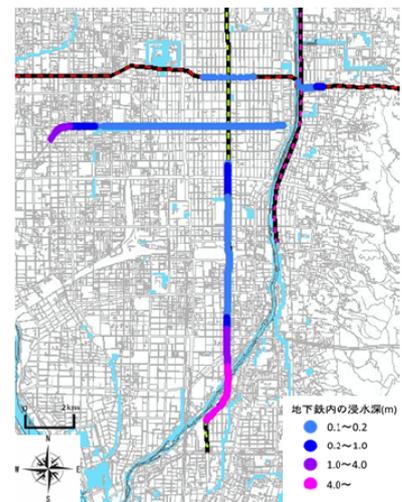


図-2 最大浸水深(地下空間無し)



止水板有り



止水板無し

図-3 最大浸水深(地下空間有り、地下鉄線路)

同様の研究が戸田ら¹⁾により実施されている。ここでは、戸田らと同様に一定流量 50m³/s を三条大橋～御池大橋(約200m)の右岸側の格子に 180 分流入させた。ここでは、地下空間を考慮しない場合と、考慮する場合(止水板有り、止水板無し)の計3ケースの計算を行う。

4. 計算結果および考察

紙面の都合上、図-2 に地下空間を考慮しない場合の最大浸水深を、図-3 に地下空間を考慮した場合(止水板の有無)の計算終了時における地下鉄の浸水深を示す。なお、地下空間を考慮した場合の最大浸水深は考慮していない図-2 とほぼ同様であり、地下への流入があることから、若干の浸水の拡がりの低下および最大浸水深の低下がみられた。計算結果には、鴨川沿いを流下して、京都駅近くで西に拡がりながら南下している様子が示された。また、図-3 から、止水板無しの場合、地下鉄線路への水の流入がみられ、特に、烏丸線の南部では 4m を超える浸水があり線路が水没している様子が分かる。一方、止水板がある場合は地下線路の浸水が大きく低下していることがわかる。

また、計算格子の違いがあるため一致していないが、本計算結果は地上の浸水の様子と地下鉄線路の浸水の様子において、戸田らと同様な結果を示した。さらに、質量保存の観点からの計算結果の妥当性も確認された。

表-2 に流入があった各駅における地下空間への流入水量を示す。今回の条件の下では、京都駅、河原町駅、京都市役所前駅、十条駅から多くの氾濫水が地下へ流入することが分かった。また、止水板を設置した場合、多くの駅で流入を止めることができたが、京都駅の流入は止めることができなかった。このことから、京都駅からの流入に注意を払う必要はあるが、止水板の効果が改めて示された。

表-2 流入箇所と流入水量

止水板無し (単位 m ³)				
五条	京都	十条	京都市役所前	河原町
2	60294	1418	800	10775
止水板有り (単位 m ³)				
五条	京都	十条	京都市役所前	河原町
0	4890	0	0	0

5. おわりに

本研究では、京都の地下空間を対象とした大規模浸水の危険度評価と、戸田らによる計算結果との比較からモデルの妥当性評価を行った。その結果、京都市の鴨川からの越水による浸水特性が明確となり、烏丸線の南部の線路の危険性、京都駅からの流入の様子などが示された。また、戸田らの研究との比較から、本計算の妥当性も示されたと考える。今後、浸水に対する具体的な対策についてより詳細な検討が必要と考える。

参考文献

1) 戸田圭一・大八木亮・井上和也・間島信嗣:都市水害時の地下空間の浸水過程について, 京都大学防災研究所年報第 47 号 B, pp293-302, 2004. 2) 武田 誠, 西田貢士郎, 村瀬将隆, 川池健司:地下鉄を考慮した都市の浸水解析, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第 21 巻, pp.153-160, 2016.