

溜池山王駅周辺の内水氾濫と地下鉄駅構内の浸水被害に関する数値解析

早稲田大学理工学部 正会員 関根 正人
早稲田大学大学院 学生会員 ○中村 淳

1. 序論

近年、増加傾向にある都市型の集中豪雨により、大都市圏において地下空間の浸水被害が増加している。地下空間に資産が集中するわが国においては、多大な経済的打撃を受ける可能性が極めて高い。こうした現状に鑑み、数値計算による外水氾濫予測に関する研究¹⁾が行われてきたが、これに加えて、最近では実在の市街地と地下街を再現したモデルによる実験的研究²⁾も進められてきている。一方、著者らは高度に都市化された東京新宿駅、渋谷駅周辺を対象として内水氾濫過程ならびに地下街浸水の過程を再現する解析モデルを構築し、被害状況を把握することに努めてきた³⁾。本研究では、これまでの Diffusion Wave 近似に依拠した解析モデルから、Dynamic Wave 近似に基づくものへと改めた上で、1999 年に地下鉄駅への浸水被害が発生した「溜池山王駅周辺」の内水氾濫予測を行うことを目的とする。

2. 研究概要

本研究では、東京メトロ溜池山王駅周辺を対象とし、図-1で示された範囲内の内水氾濫について検討した。解析範囲内には外堀通り、六本木通りといった幹線道路が通っている。また、解析範囲内には溜池山王駅のほか、赤坂見附駅、国会議事堂前駅、六本木一丁目駅などといった地下鉄の駅がある。本解析では対象範囲内にあるすべての道路を考慮して道路ネットワークを構築した。また、この地域には赤坂、乃木坂といった地名が示すように急勾配の坂道が多く、西北から南東に向かい標高が低くなる傾向にある。そこで、この解析範囲内に降った雨は南東方向へ流れていくものと予想される。さらに、外堀通りと六本木通りの交差点付近は、周囲に比べて標高が低くなっており、周囲に降った雨はこの地点に集められることも予測される。この交差点の北側には溜池山王駅構内への連絡階段があるため、地下鉄駅構内へ雨水が進入し被害を引き起こすことが懸念される。本研究で対象とする降雨は、1999 年 8 月 29 日に東京都内で観測された実績降雨であり、そのハイトグラフは図-2に示す通りである。溜池山王駅では、実際にこの集中豪雨によって浸水被害を受けている。図-3はこの駅構内の構造の概要をまとめたものである。本論文では、研究の第一歩として、下水道網が機能しないという最も危険なシナリオを描き、解析範囲内の地表面流の解析ならびに地下鉄駅構内への浸水解析を行い、この条件下で予想される道路凹部における浸水規模や地下鉄駅構内の浸水状況についての概要を把握することとした。

3. 実験結果と考察

図-1には降雨開始 60 分後の地表の各地点における浸水深の分布（ハザードマップ）を示した。あわせて、いくつかの着目地点における浸水深の時間変化についてもあわせて示した。図-1より、解析範囲内のいくつかの地点で浸水深 200mm 以上となることが確認できる。これらの地点は、いずれも急勾配の坂道などによって形づくられた谷底のような地形になっている。解析範囲内にはこのような「小さな谷」のような地形が数多くあり、このような区域に被害が集中することが確認できた。一方、地下街の浸水に関しては以下の点が確認された。ここでは、地上からの連絡階段が面した地表面流計算点の水深が 40cm を超えると、その階段を通じて地下鉄駅構内への雨水の流入が開始するものとした。本解析によれば、駅構内への浸水は降雨開始約 60 分後に二つの連絡階段より生じる結果となった。図-4に地下鉄駅構内の浸水深の分布図を示した。地上からの連絡階段から流入した氾濫水は、最終的に地下 3 階の銀座線改札広場と南北線のホームに集められることが確認できた。

4. 結論

溜池山王駅周辺が想定した規模の集中豪雨に見舞われた場合には、対象地域のいくつかの地点で浸水深 200mm 以上の浸水被害が生じる。また、設置されている防水施設が適切に機能しない場合には、地上から溜池山王駅へと到る連絡階段を通じて氾濫水が駅構内へと流入することは避けられない。しかし、本解析によりその流入経路の特定と浸水のプロセスの概要もあわせて理解されており、浸水被害が生じた場合の避難誘導にこの知見を生かしていくことができるのではないかと考える。

キーワード：地下空間、内水氾濫、浸水被害、集中豪雨、数値解析

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1, TEL 03-5286-3401, FAX 03-5272-2915

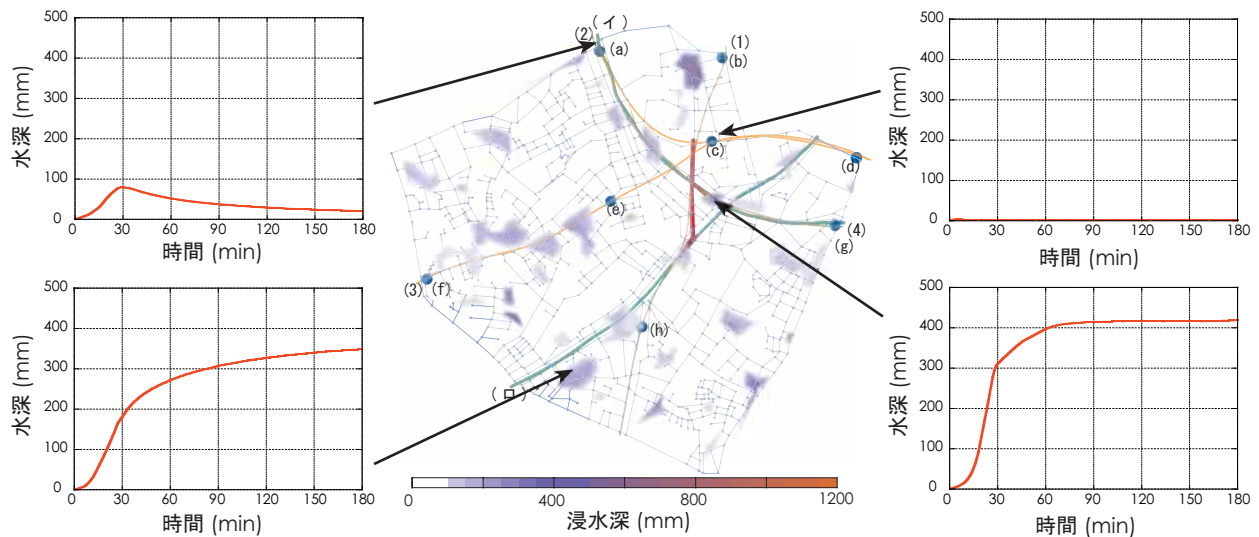


図-1 計算対象領域内の道路ネットワークと着目点における水深の時間変化

図中の赤で示された部分が解析対象地下鉄駅を表す。緑色の線は(イ)外堀通り(ロ)六本木通り、橙色の線は(1)南北線、(2)丸ノ内線、(3)千代田線、(4)銀座線を示す。青●は(a)赤坂見附駅、(b)永田町駅、(c)国会議事堂前駅、(d)霞ヶ関駅、(e)赤坂駅、(f)乃木坂駅、(g)虎ノ門駅、(h)六本木一丁目駅を示す。

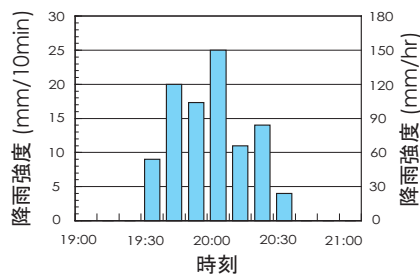


図-2 対象とした実績降雨

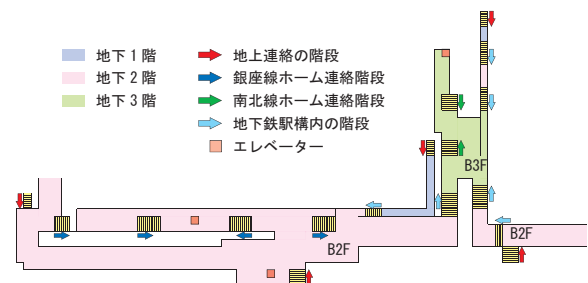


図-3 対象地下鉄駅の概要

階段を示す矢印の向きは階段を下る方向を表す。

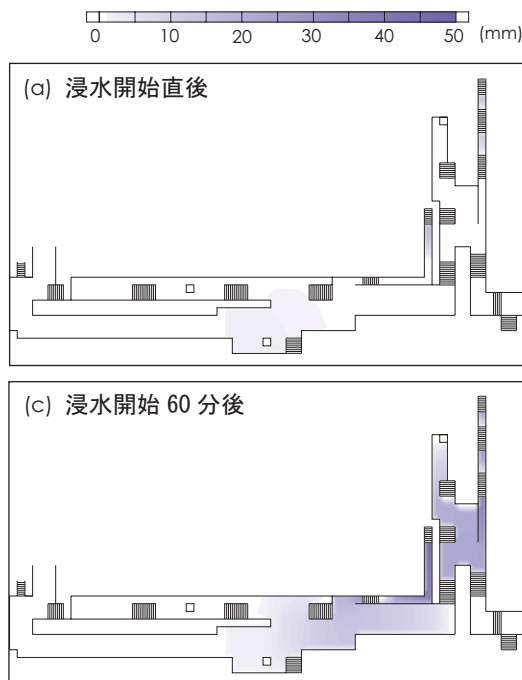


図-4 地下鉄駅構内の浸水深分布図

参考文献

- 1) 真島信嗣, 戸田圭一, 大八木亮, 井上和也: 都市域の地上・地下空間を統合した浸水解析, 水工学論文集, 第49巻, 2005.
- 2) 戸田圭一, 大八木亮, 中井勉, 竹村典久: 複雑な地下空間の浸水実験, 水工学論文集, 第48巻, 2004.
- 3) 関根正人, 河上展久: 都市域における内水氾濫と地下鉄に接続する地下空間の浸水に関する数値解析, 水工学論文集, 第49巻, 2005.