

地下鉄と接続する地下街の浸水状況評価に関する研究

早稲田大学理工学部 正会員 関根正人

早稲田大学大学院 学生員 ○河上展久

1. 序論

近年増加の傾向にある都市型の豪雨によって、1999年、2003年の福岡県博多駅浸水に代表されるように、大都市圏において地下空間の浸水被害が増加している。浸水する水量としては小規模ながら、地下空間に資産が集中する我が国においては、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、京都大学防災研究所宇治川水理実験所に京都市内模型ならびに地下空間模型が製作され、これを用いた実験的研究が行われたり¹⁾、梅田地下街を対象として数値解析がなされる²⁾など、地下空間の浸水過程の理解に向けた研究が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周辺を対象として内水氾濫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、これまでの手法を1999年に地下街の浸水被害が発生した東京渋谷駅周辺に適用し、その浸水状況を検討するものであり、前述の新宿地下街と異なり地下街から地下鉄への水の流入が懸念される場を取り扱うものである。

2. 研究概要

本研究で対象とする区域は、図-1の太線で囲まれたJR渋谷駅周辺の約1km²の非常に都市化の進んだ地域であり、東西を国道246号、南北をJR線が貫くように通っており、道路以外の土地はすべて都市施設で占められている。ここでは、図-2のように解析範囲内にある細い路地を含めたほぼすべての道路を考慮することで道路ネットワークを構築した。また、本研究で対象とする地下街は、渋谷駅前の通称スクランブル交差点の直下に位置し、JR線、私鉄線、地下鉄線へのアクセスができるため、昼夜を問わず人の往来が途絶えることはない。図-3にはここで対象とする主要な地下空間・連絡通路を示した。地上と地下街とのアクセスには7つの連絡階段(図中の“in 1~7”)が、地下街から地下鉄構内へは4箇所の連絡階段(図中の“in 1~4”)がそれぞれ存在する。この地下街は、床面積が約1800m²と比較的狭いため、少ない流入流量でも比較的大きな浸水深になってしまう恐れがあり、前述の1999年8月29日の集中豪雨、渋谷における観測結果である図-4参照)によって浸水被害を受けた地下街である。さらに、渋谷駅周辺の地形的な特徴について触れると、この駅を中心として周囲を坂道に囲まれた谷底のような地形になっており、解析範囲内に降った雨が駅に向かって流れ集まる傾向にある。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望ましくない条件を想定して、渋谷駅周辺の地表面流の解析ならびに地下街浸水の解析を行い、道路凹部における浸水や、地下街の浸水深、さらには地下街から地下鉄構内へ流入する流量の時間変化など、浸水状況についての検討を行った。

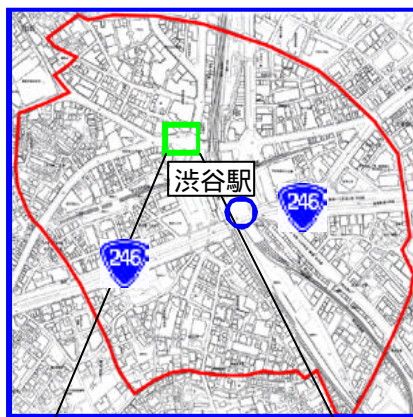


図-1 解析範囲



図-2 道路ネットワーク

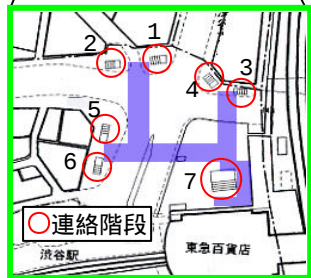


図-3 対象地下街の概要

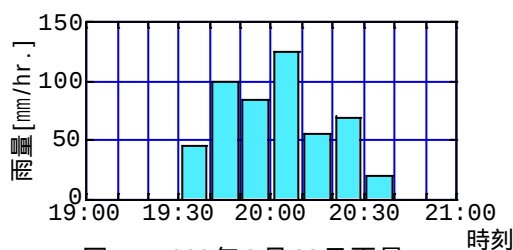


図-4 1999年8月29日雨量

キーワード 地下空間、浸水被害、内水氾濫、数値解析、集中豪雨

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

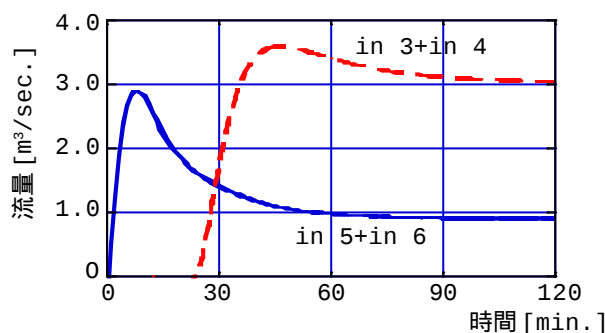


図-5 地表から地下街への流入流量の時間変化

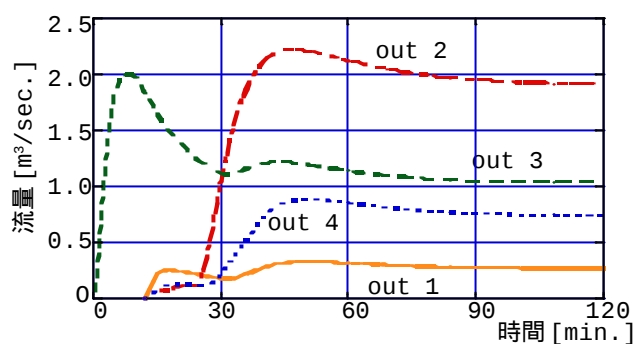


図-6 地下街から地下鉄への流入流量の時間変化

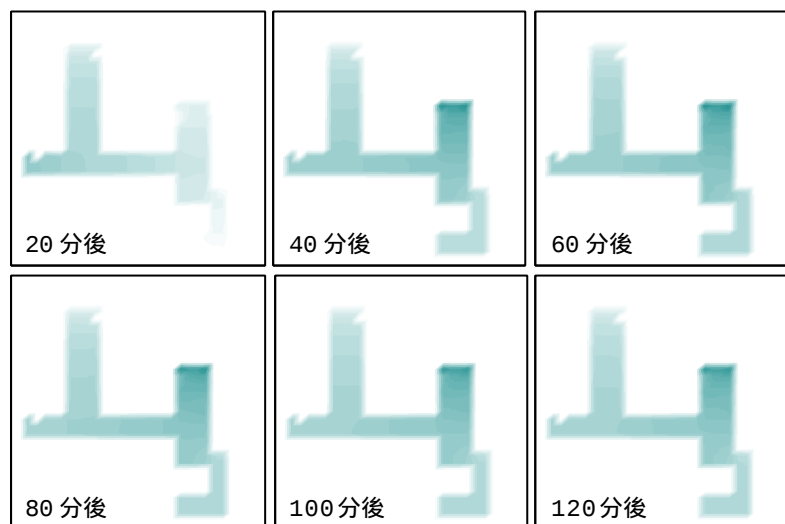


図-7 地下街における浸水深コンター図

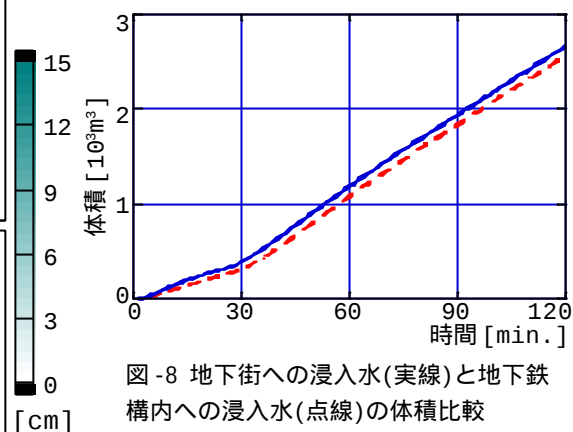


図-8 地下街への浸入水(実線)と地下鉄構内への浸入水(点線)の体積比較

★ 図-5～図-8の時間軸は地下街浸水が開始された時間を0としている

3. 結果

本解析で対象とした降雨は図-4に示した通りであり、総雨量102mm、時間最大雨量99mmという降雨継続時間は短いものの時間最大雨量が非常に大きいという、近年増加傾向にある典型的な都市型の集中豪雨である。参考までに、この豪雨によって東京区部の18河川流域で浸水被害が発生したが、渋谷駅周辺で生じたものは内水氾濫と考えてよい。まず、地表の内水氾濫の状況については、全体的な傾向として前述の通り周辺から渋谷駅に向かい雨水が集められている状況が確認された。図-1に○で示した渋谷駅付近の地点では、降雨開始後40分ほどで水深が1mに達した。この地点は、JR線高架下を国道246号がくぐる窪地になっており、周囲より標高がかなり低くなっている。その他の地点に関しても、鉄道高架下に雨水が集められる傾向にある。一方、地下街の浸水に関して以下の点が確認された。ここでは、各々の連絡階段近傍にある地表面流計算点の水深が50cmを上回ると地下街への流入が開始するものとし、流入流量は段落ちの考え方に従うものとした。地下街への浸水は降雨開始から約30分後に“in 5”と“in 6”の二つの連絡階段から生じた。図-5に地下街への流入流量、図-6に地下街から地下鉄への流入流量の時間変化を、図-7に水深コンター図を、それぞれを示した。図-8は地下街に浸入した氾濫水の総量とそこから地下鉄構内へ流入した氾濫水の総量とを比較したものである。図-5の二つの曲線はそれぞれ“in 3”と“in 4”からの流入量の和、“in 5”と“in 6”との和をそれぞれ表しており、“in 1”、“2”および“7”からの流入は生じなかった。図-6、図-7を見ると、浸水深は場所に異なり、地下鉄構内への流入状況も場所によって大きく異なる。そこで、この地下街ならびに地下鉄の浸水対策あるいは避難誘導を考える際には上記のようなデータを基礎として行うことが望ましい。なお、図-8よりこの地下街へ進入した水のほとんどが地下鉄構内に流れ込むことが予想される。

4. 結論

本研究では、著者らの解析モデルを渋谷駅周辺に適用し、地下鉄構内へと連絡している地下街の浸水被害予測に向けた第一歩を踏み出した。今後は、モデルの高精度化を考慮しつつ、下水道網・都市河川、地下鉄などについての情報を組み込んだ包括的な都市内水氾濫モデルの構築を目指す。

参考文献

- 1) 戸田圭一，井上和也，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。
- 2) 戸田圭一，栗山健作，大八木亮，井上和也：複雑な地下空間における浸水解析，水工学論文集，第47巻，2003。
- 3) 関根正人，河上展久：集中豪雨による都市域の内水氾濫と地下街浸水の被害軽減に関する研究，河川技術論文集，第9巻，2003。