

都市における地下空間の浸水被害に関する数値解析

Numerical Analysis of Inundation Process in Underground Space of Urban Area

関根 正人, 早稲田大学理工学部, 東京都新宿区大久保 3-4-1, sekine@waseda.jp
 ○ 中村 淳, 早稲田大学大学院, 同上
 Masato SEKINE, Dept. of Civil & Env. Eng., Waseda Univ., 3-4-1, Okubo, Shinjuku, Tokyo.
 Jun NAKAMURA, Graduate School, Waseda Univ., 3-4-1, Okubo, Shinjuku, Tokyo.

Inundation process in real underground space of urban area, which locates around both Shinjuku Station and Shibuya Station in Tokyo and was caused by an intensive rainstorm, was investigated hydraulically in the present study. Numerical prediction model was developed on the basis of the conservative equations and the real information about the system of drainage network and road network. In this paper, the expected magnitude of inundation damage as well as the process itself for the above two spaces were compared each other in order to understand the essence of this phenomenon.

1. 序論

近年, 都市域では, 集中豪雨に対する治水安全度が懸念されるような事態が頻繁に起こるようになった。「ヒートアイランド現象」との関連が指摘されるような局地的な集中豪雨が発生するようになり, これが夏季の夕方に都市を襲うといった現象が顕著になってきている。都市域では, こうした豪雨に対して特有の災害が発生する。地下空間の浸水被害がそれである。ひとたび地上が内水氾濫を受けるようなことがあれば, 地下空間が最も甚大な被害を受けることが予想される。ところが, これに対する十分な情報が利用者ならびに管理者に対して与えられているとは言い難い現状にある。そこで, ハードウェアの整備とあわせて, 地下空間の安全度についての検討を早急に行い, その結果を広く一般に周知していくことが求められてきている。

本研究では, 「新宿駅周辺」と「渋谷駅周辺」地域を対象として, 地上の内水氾濫過程ならびに地下空間の浸水過程を数値的に再現する解析モデルを構築し, 浸水被害予測結果を示すとともに, 両者の結果を比較した。本解析では, (1) 限られた区域内の局所的な現象であり, 求められる予測結果が数十メートルかそれ以下の比較的高い解像度を必要とすること, (2) 汎用のパソコンでリアルタイムの予測計算が行えること, などの条件を満足するように留意した。

2. 解析の概要

本研究では, 東京都心部にある代表的な繁華街を抱える新宿駅ならびに渋谷駅周辺を対象として, これらの区域が実際に観測されている集中豪雨に見舞われたときに, その直下に広がる大規模な地下空間にどのような浸水被害が生じる可能性があるかを検討した。本解析では, 道路上の氾濫水と下水道の水のやりとりを「雨水ます」を介して水理学的に解析し, あわせて道路ならびに下水道ネットワークにおける流れを数値的に解析することにした。本解析が依拠する基礎方程式は, 運動方程式と連続式である。道路上の流れについては, 一次元の非定常流として解析を行うことになるが, 本解析では「拡散波近似」に基づきマニングの平均流速式を適用することにより, 平均流速を評価している。下水管内の流れに関しては, 基本的に道路上の流れと同様に開水路流れとして取り扱うが, 満管状態の流れとなる場合はスロットモデルを用いて処理している。雨水ますならびに地下空間への連絡階段への流入水量の評価には, いわゆる段落ちの考え方を適用する。地下空間に関しては計算格子を設定し, その交点における水深を同じく拡

散波近似の考えに従って評価する。

3. 地下空間の浸水過程

新宿駅周辺では, 標高の低い限られた地域において水深 0.7m を超える浸水被害が生じる可能性がある一方で, これ以外のほとんどの区域では, 道路上に水がないか, あったとしてもわずかな深さに過ぎない。このように都市域での内水氾濫被害は大きく二極化すると考えてよい。また, 解析範囲中央に位置するいわゆる「ガード下」と呼ばれる鉄道と道路の交差点部となっている窪地に地下空間への連絡階段が口を開けているため, ここから降雨開始後 45 分ほどで地下空間への流入が開始することが確認された。地下空間の浸水状況について見ると, 新宿地下空間の場合には, 地下 1 階と地下 2 階とを結ぶ階段の幅員が 1.25m と比較的狭くなっているため, 地下 1 階から地下 2 階に向けて効率的に水を運ぶことはできず, 被害が地下 1 階のショッピングモールに集中することになる。

渋谷駅周辺でも同様に地上の氾濫被害は二極化することが確認された。JR 山手線と国道 246 号線の立体交差点付近に位置する地下空間への連絡階段から降雨開始後 30 分ほどで地下空間への流入が開始することが確認された。渋谷地下街の場合, 新宿地下街と比べてスムーズになるように連絡階段が配置されているため, 流入した水が地下空間全体に広がっていくスピードが早いことが確認された。このように, 複層構造を持つ地下空間の場合には, 連絡階段の規模ならびに配置が極めて重要な意味を持つことがわかる。

4. 結論

本研究では, 東京における代表的な繁華街である新宿と渋谷を対象にして, 集中豪雨による内水氾濫過程とその直下に広がる地下空間の浸水過程について検討した。また, 地下空間の構造上の違いが浸水の拡大過程に及ぼす影響についても明らかにした。地下空間の浸水に対する備えとして, 地下空間毎の特性を把握し, いざというときの避難経路を特定しておくことが必要である。また, 地下空間の管理者のみならず利用者もどのような危険が潜んでいるかについての認識を持つことが望ましい。

参考文献

- ・ 関根, 河上, 土木学会論文集, No.789/II-71 (2005).
- ・ 関根, 河上, 土木学会水工学論文集, No.49 (2005).