

内水氾濫に伴う都市地下街の浸水過程に関する研究

早稲田大学 正会員 関根 正人
早稲田大学大学院 学生会員 ○河上 展久

1. はじめに

近年、都市水害は増加の一途をたどりつつあり、その傾向として地下空間への被害が拡大してきている。その一方で、都市の地下空間の開発は依然として進み、大都市では地下街や地下鉄が縦横に延びているほか、個人所有の小さな地下空間もその数を増しつつある。こうした現状を鑑み、著者らは、都市における内水氾濫過程のプロセスを数値解析により評価し、地下空間における被害軽減のための対策を模索しつつ研究を進めてきている。

2. 研究概要

著者の解析モデルは、地表面の氾濫流解析、下水道網による氾濫水の排水、地下街における氾濫の拡大過程、これらを総合的かつ簡易的に取り扱うことのできるものである。このモデルは特に街路以外がすべてビルなどの都市施設で占められる大都市域を対象としたものであり、別途精力的に研究を進めている井上・戸田・川池ら¹⁾のものはその対象が異なる。著者のモデルの概要は以下の通りである。詳細は別論文を参照されたい²⁾。

(a) 地表面流解析と下水道網解析

解析対象地域を東京都 JR 新宿駅周辺（図 -1 の太線内）とした。この地域は大ガード下を中心としたすり鉢状の地形になっており、地域内に降った雨は大ガード下へと向かって流れていく。また、大ガード下付近には「新宿地下街サブナード」という地下街への出入口があるため、この地点から地下街浸水が引き起こされる可能性がある。一方、歌舞伎町付近においては Open-book タイプの地形になっており、周辺の雨水が一本の道路に集まってしまう。それだけではなく、その道路の真下には比較的管径の大きな下水道本管があり、地表氾濫水と下水が共に集中してしまう地域となっている。地表流ならびに下水道内の流れの解析は、道路網あるいは下水道網を対象として、拡散波近似に基づいたものとなっている。ただし、下水道に関しては、スロットモデルの考え方を取り入れ、満管状態の流れをも扱えるようにモデルの拡張を行った。

(b) 地下街氾濫解析

「新宿地下街サブナード(以下、サブナードと呼ぶ)」を図 -2 のようにモデル化して解析を行った。サブナードは地下2階構造となっており、地下1階が店舗階、地下2階が駐車場となっている。前報²⁾では、浸水してきた氾濫水の伝播過程を数値解析し考察を加えたが、結論として、「店舗階の被害軽減」という観点から見ると、店舗階に進入した水を効率よく速やかに地下2階に運び去ることが望ましいと考えるが、現地下街では、その連絡階段や店舗の配置の点で必ずしも十分なものは考えられない。そこで、本論文では連絡階段の規模・配置・

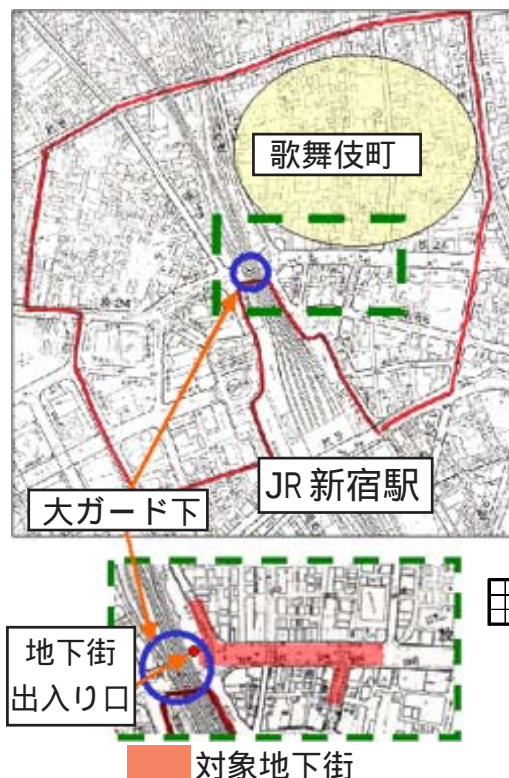


図 -1 計算対象地域

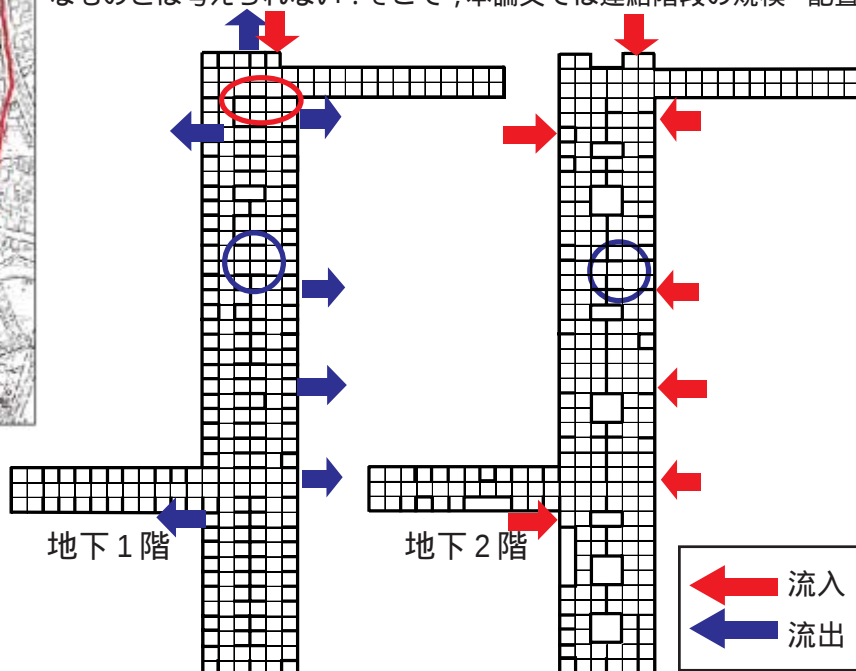


図 -2 対象地下街

キーワード 内水氾濫過程、地下空間、連絡階段、危機管理

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

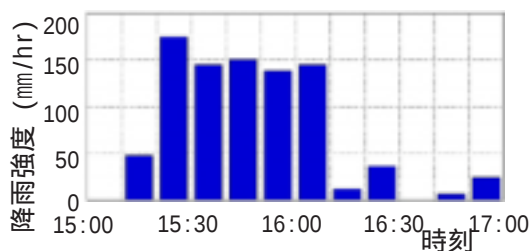


図-3 雨量データ

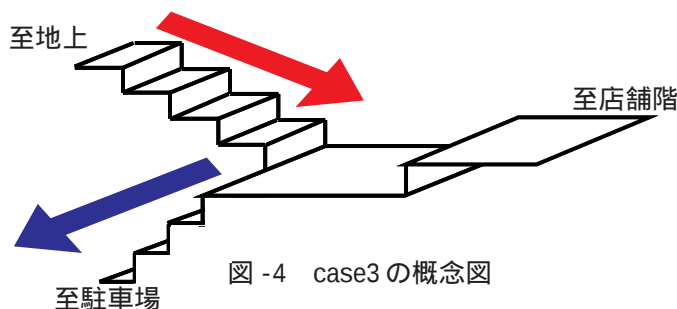


図-4 case3 の概念図

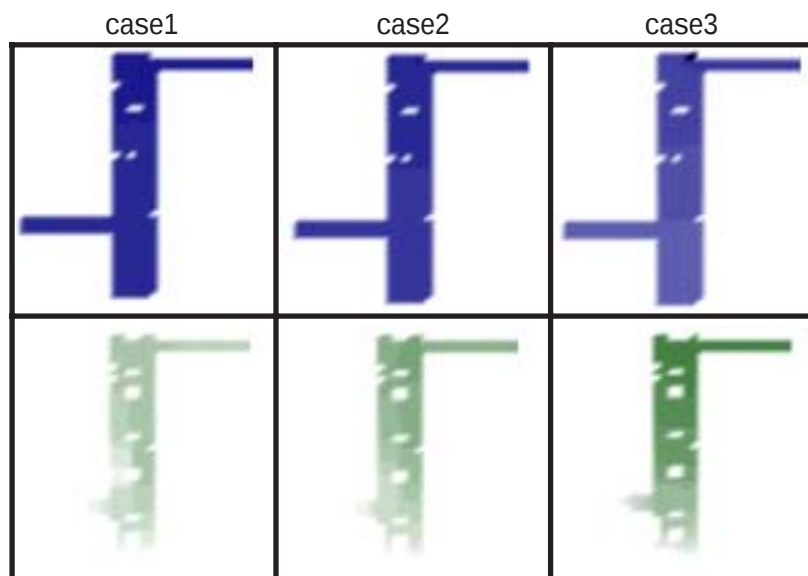
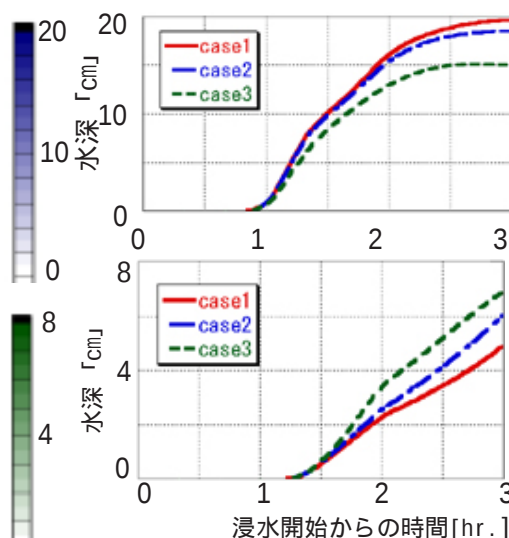


図-5 コンター図(地下街浸水開始から120分後:単位(cm))

図-6 注目点の水深の時間変化:
上段: 地下1階店舗, 下段: 地下2階駐車場

数を変えることにより、どの程度の被害軽減が図れるかに注目した検討を行った。

3. 結果と考察

まず、対象とした雨量データは図-3に示す実績降雨である。まず最初に、全体の傾向について触れておくと、内水氾濫・地下街の浸水過程そのものに前報で報告したものと定性的な違いは見られない。下水道網における状況としては、降雨開始から4,50分後は各所で満管状態が確認されたが、70分頃になると排水されていった。

さて、地下街に関しては、次の3通りの解析結果について説明する。Case 1はこれまで通りのサブナードを再現した解析であり、Case 2は図-2中の楕円部分の壁を取り除き、近傍の連絡階段の幅員を1.25 mから3.0 mに広げた場合の解析であり、さらに、Case 3は、図-4のように地上からの連絡階段の最下段に一段低いおどり場を設け、地上からの階段がそのまま折り返して地下2階へと至ることを想定した解析であり、これらと比較検討する。図-5は各Caseの浸水開始から120分後の地下1階・2階のコンター図である。また、注目点として図-2の○で囲まれた点について時間的な水深の変化を比較したものを地下1階と地下2階とに分けて図-6に示した。水深のコンター図を比較するとCase3の場合に地下2階への水の排出が効率よく行われており、おどり場として設けた凹部の高さが階段1段分の15 cmに過ぎないものの、顕著な効果が得られていることがわかる。

4. おわりに

地下街の各階を結ぶ連絡階段が浸水の際に水の輸送路として果たす役割について検討し、その配置の仕方によって効率よく水を階下に運び去ることが示唆された。しかし、地下1階の実際状況を見てみると、防音・防火などのために連絡階段へつながる箇所には重い扉が立ち塞がっており、浸水時にはこの扉が開いていなければここで検討したような排水機能を期待できない。そこで、豪雨の際には避難警報や止水板設置という作業と同時に連絡階段の扉を開くという作業を対策の行程に組み込むべきではないかと考える。現在、2001年9月の歌舞伎町雑居ビル火災事件に代表されるように、ビル危機管理体制のあり方が問われているが、地下空間における水害に関しても同様のことが言えるのではないだろうか。

参考文献:1)川池健司・井上和也・戸田圭一・野口正人:寝屋川流域を対象とした氾濫解析モデルの高度化, 水工学論文集, 第47巻, p919, 2003 2)関根正人・河上展久:都市の内水氾濫の地下街浸水の被害予測に関わる数値解析, 水工学論文集, 第47巻, p889, 2003