

複雑な構造を持つ地下鉄駅からの浸水時避難誘導に関する数値解析

早稲田大学理工学術院 正会員 関根 正人
早稲田大学大学院 学生会員 ○ 大野 龍馬

1. 序論

東京などの大都市では、近年、想定規模を超える豪雨に見舞われることが少なくない。都市には地下鉄・地下街をはじめとした地下空間が開発されており、内水氾濫によってこの空間がひとたび浸水すると、その被害は深刻なものとなる可能性がある。そこで、万一浸水が生じた場合であっても、人命を損なうことのないような対策を練っておく必要がある。具体的には、浸水時においても利用者を安全かつ効率的に地上に移動させるための避難誘導があげられる。本研究では、東京地下鉄溜池山王駅構内の地下空間を対象として、この空間における浸水危険性を調べた上で、どのような避難誘導を行うべきかを数値解析を通じて明らかにすることを旨とする。

関根¹⁾による避難行動解析の基本的な考え方は、次のようにまとめることができる。地下空間が浸水を受けた時にどのような経路をたどって浸水域が拡大するかを数値解析により検討し、どの区域に危険が潜んでいるかを把握する。次に、この結果を踏まえて、この空間の利用者を群集としてあるいは個人としてできるだけ安全かつ速やかに地上へ誘導するためには、どのような経路を通じて誘導するのが望ましいのかを検討する。ここで、最も避けなければならないのは、例えば通勤時間帯のような混雑時に予期せぬ浸水に遭遇して利用者がパニックを起こすことであり、浸水だけでは被害が生じない状態であるにもかかわらず、将棋倒しなどで二次的な被害が引き起こされることである。そのためには、利用者が本能に任せて避難行動をとることを回避させる必要があり、利用者が走ることなく、避難できる最適ルートを探っておき、これに基づき管理者が適切に誘導することが望ましい。今後は、地下空間毎にこのような誘導戦略とでも呼ぶべきものを準備しておくことであると考える。

2. 解析概要

本解析は、溜池山王駅において17時から18時の時間帯に行われた「利用者の移動行動に関する調査」の結果に基づいて行うことにし、検討の結果として、利用者の総数を600人とした。この人数は、上記の時間帯にこの空間に留まっている平均的な利用者数ということができる。ここでは、まず最初に、平常時の利用者の移動を数値的に再現するための助走計算を行い、それに引き続いて避難行動の計算に入るものとした。そこで、浸水に伴って避難行動を開始するまでは、利用者の総数が一定に保つことにした。助走計算は、乱数を用いて利用者の初期位置を設定した後に行われ、15分間にわたって行う。そして、助走計算が完了した時刻を始点として、その60秒後に浸水が開始するものとして、地下空間内の浸水解析を行った。なお、この解析は、地上の内水氾濫解析と連動して行われる。本論文では、この地下鉄駅が浸水被害を受けた1999年の豪雨を対象としており、内水氾濫の解析結果については別論文²⁾にてすでに公表済みである。詳細はそちらを参照されたい。

3. 実験結果と考察

図-1(a)は対象とする地下空間の平面図を描いたものであり、同図中には緑の濃淡によってそれぞれの地点のフロアの高低差が示されている。また、図中の矢印は、筆者らの研究を通じて明らかになった「浸水時に安全に避難するための望ましい経路」を表している。さらに、図-1(b)はこの空間内の浸水深コンター図を表しており、浸水深が最大となった時点(浸水開始から60分後)におけるものである。内水氾濫の解析から、道路上の水が進入する可能性がある連絡階段は図-1(a)の赤丸5番と青丸1番の階段のみであることが判明している。この地下空間の場合には同一フロア内でも微妙な高低差があるため、ここで想定した豪雨の場合にはN線改札付近まで浸水域が広がることはない。また、地下2階の南側(図の右側)のエリアが浸水することはない。このことを踏まえて、浸水域を避けるに利用者を安全に避難させることのできるルートを探ったところ、次のような避難誘導を行うことが望ましいと判断された。すなわち、(1)G線改札付近の区域からG線プラットホーム、N線プラットホームを経て、赤丸の1番の階段からC線のプラットホームの方向へ避難するルート、(2)N線のプラットホームから青丸の4、5

キーワード：浸水、避難行動、地下鉄駅、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

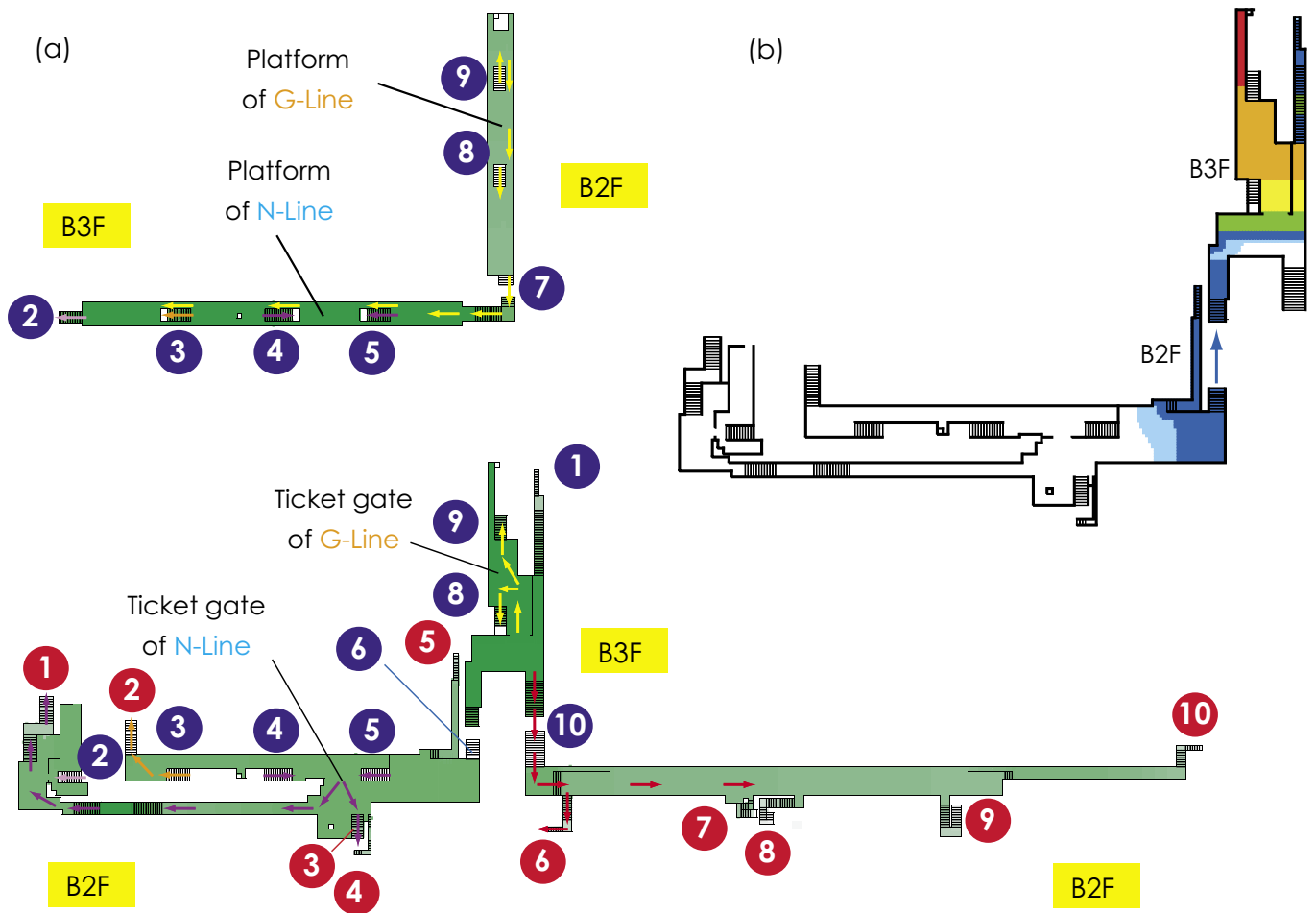


図-1 数値解析の結果：(a) 対象とする地下空間の構造図と解析により明らかになった望ましい避難経路，
(b) 最大浸水時の浸水深のコンター図（浸水開始から約60分後）

番の階段を上方に移動して、N線の改札口を経て赤丸の4番の階段から地上へ到るルート、(3) G線の改札付近から青丸10番の階段を上方に移動して、赤丸6～10番のいずれかの階段を経由して地上へと到るルート、の三つが挙げられる。

4. 結論

本研究では、溜池山王駅を対象として、1999年に経験した豪雨に対する浸水解析を行うとともに、浸水時の避難行動解析を行った。ここで想定した豪雨の場合には進入した水の到達範囲が限られ、浸水規模も危機的なものにはならないと判断された。このため、浸水時の避難誘導もそれほど複雑なものにはならない。しかし、降雨規模がさらに増大し、この空間に進入する氾濫水の流量が増大すると、深刻な事態に陥る危険性がある。すなわち、N線の改札口を越えプラットフォームにまで水が到るようになると、利用者の避難は格段に難しいものとなる。今後さらなる検討が必要である。また、ここでは避難方向を指示して誘導するだけにとどめているが、実際には避難アナウンスを流して避難を促すことも考えられる。ただし、そのタイミングを誤ると利用者のパニックを誘発するおそれもあり、十分な注意が必要である。また、浸水域の危険性の低いエリアがあるならば、そこに誘導することも一案であり、利用者を地上に速やかに避難させることだけが選択肢ではない。

参考文献：

- 1) 関根：複雑な構造をもつ地下鉄駅構内の浸水過程と避難誘導に関する数値解析，水工学論文集，第54巻，907-912，2010。
- 2) Sekine, M. and Nakamura, J.: Numerical simulation of Inundation in underground space in highly urbanized area in Tokyo, Proc. of the 8th. International Conference on Urban Drainage Modeling, 2-C1, 2009.