

避難アナウンスが地下空間浸水時の避難安全度に与える影響について

関西大学大学院

学生員

○川中 龍児

関西大学環境都市工学部

正会員

石垣 泰輔

1. はじめに

近年の異常気象の影響により、都市部でも水害による浸水のリスクが高くなっている。特に、都市部での水害で懸念されている問題点として地下空間への浸水がある。都市部の地下空間は地下街や地下鉄のように多くの人が利用する施設が多いことから、浸水時の人的な被害は甚大なものになることが予測される。このことから、浸水状況や避難時の利用者の挙動を把握し、浸水対策や避難計画を評価することが重要となる。そこで、本研究では地下空間浸水時の避難シミュレーションによって浸水状況や避難者の挙動を予測し、避難安全度評価を行うことにより、地下空間管理者が避難指示のアナウンスを行った場合に避難安全度どのような影響を与えるかについて検討を行った。

2. 解析手法

浸水解析については、一般的な対象範囲を正方格子に分割する構造格子モデルを用いた。浸水時の避難シミュレーションについては、関根ら¹⁾が開発を行っているモデルを参考に作成した。この際に、浸水時の避難者の歩行速度については性別や年齢層、浸水による流れの影響、避難者の密集度によって変化することが石垣・戸田らの研究で指摘されている²⁾。そこで、既往の研究で行われた実物大模型実験の結果をもとに、浸水による流れの影響や避難者の密集度を考慮して歩行速度を減少させた。

3. 避難安全度評価手法

本研究では、石垣・戸田ら²⁾が提案する単位幅比力を用いて避難安全度評価を行った。単位幅比力とは $M=u^2h/g+h^2/2$ で表わされる値であり、表-1に示すように「自力避難可能」、「自力避難困難」、「自力避難限界」という3つの状態に分類される。自力避難限界状態では手助けなしに移動ができない状態であることから、避難シミュレーションにおいては歩行速度を0.0m/sとして移動できないように設定した。避難安全度の評価方法として、浸水時の避難シミュレーションを行い各避難者が通過した避難経路における最大の単位幅比力を求める。そして、この値を避難者の初期位置の格子における避難安全度とした。これを避難者の初期位置を変更して計算を繰り返し、各格子で最も危険であった単位幅比力の値をその格子の避難安全度とした。



図-1 解析対象地

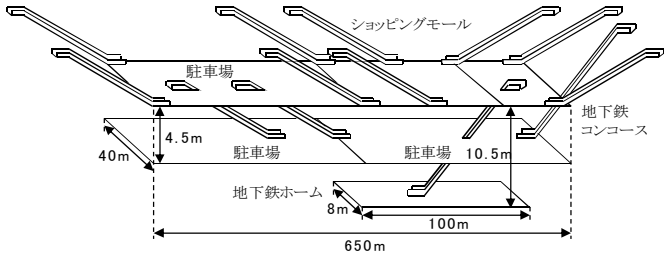


図-2 地下空間構造

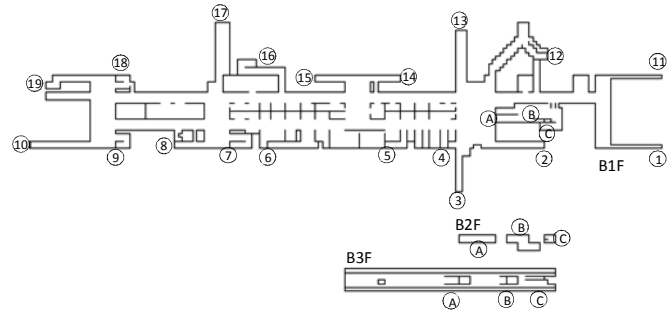


図-3 解析モデル図と階段の位置

表-1 単位幅比力の分類

		単位幅比力 (m ³ /m)	
		自力避難困難	自力避難限界
男性	成人(20歳代)	0.125	0.250
	高齢者(65歳以上)	0.100	0.200
女性	成人(20歳代)	0.100	0.200
	高齢者(65歳以上)	0.050	0.160

キーワード 地下空間浸水, 避難安全度評価, 単位幅比力

連絡先 〒564-0073 大阪府吹田市山手町 3-3-35 関西大学環境都市工学科 TEL 06-6368-1121

4. 解析対象地および条件

解析対象地は図-1 に示す京都市御池地下街を対象とした。対象地は過去に京都大学で鴨川が氾濫したことを想定した浸水模型実験が行われており³⁾、この実験結果を参考に地下街への流入箇所と流入量を決定した。

図-2 に解析対象地の構造を示す。本研究では人が多く存在すると考えられる地下1階東側のショッピングモールと地下3階の地下鉄ホームを対象として解析を行った。図-3 は解析対象地をモデル化した図と階段の位置を示す。避難者のモデルは成人男性とし、他の人と衝突しない程度に混雑していることを想定して0.5人/㎡となるように通路部に配置した結果、地下1階には2192人、地下3階には384人の計2576人となった。本研究では避難誘導は行わず、避難者は自らの判断で避難を開始し、最寄りの出口へ避難するようにした。避難開始の判断基準

として自分の存在する格子内の水深が0.05mを超えるか、地下空間管理者からのアナウンスを受けて避難を開始するかの2つである。すべての避難者が避難完了もしくは避難限界のいずれかの状態になった時点で解析を終了した。

5. 解析結果

図-4(a), (b)はそれぞれ管理者の避難指示のアナウンスがない場合と浸水開始直後に避難指示のアナウンスを行った場合の避難安全度の分布を示している。図からわかるように、アナウンスがない場合では地下1階の東側に存在する人は比較的安全に避難しているのに対し、西側に存在する人は避難困難になることが多い。これは、地下空間の流入が東側に位置する階段から順に西側に向かって浸水するため、東側に存在する人は比較的早期の段階で浸水に気付くのに対し、西側に存在する人は浸水に気付くのが遅れることによって、避難開始が遅れることで避難可能な出口が減少したことが原因である。地下3階については、地下1階に浸水した水の一部が地下3階に流れ込むため、浸水開始時間が遅く地下1階に比べ床面積が小さいことから急激に水深が上昇するために避難が困難となっている。一方で、アナウンスを行った場合は地下1階ではほとんどの場所で安全避難が可能となり、地下3階では危険な場所は通過するが避難が可能となったことが分かる。このように、本研究の手法を用いて避難安全度評価を行うことで、避難指示や避難誘導などがどのように影響を与えるかを視覚的に把握することが可能となった。

6. まとめ

本研究では、浸水時の避難シミュレーションを用いて避難安全度評価を行った。その結果、避難指示や避難誘導などの浸水時の対策の効果を視覚的に把握し評価することが可能となった。

参考文献

- 1) 関根正人・大野龍馬：複雑な構造をもつ地下鉄駅構内の浸水時避難行動解析と避難誘導，水工学論文集，第55巻，pp961-966，2011.2.
- 2) 大西良純・石垣泰輔・馬場康之・戸田圭一：地下空間浸水時における避難困難度指標とその適用，水工学論文集，第52巻，pp841-846，2008.
- 3) 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，pp583-588，2004.

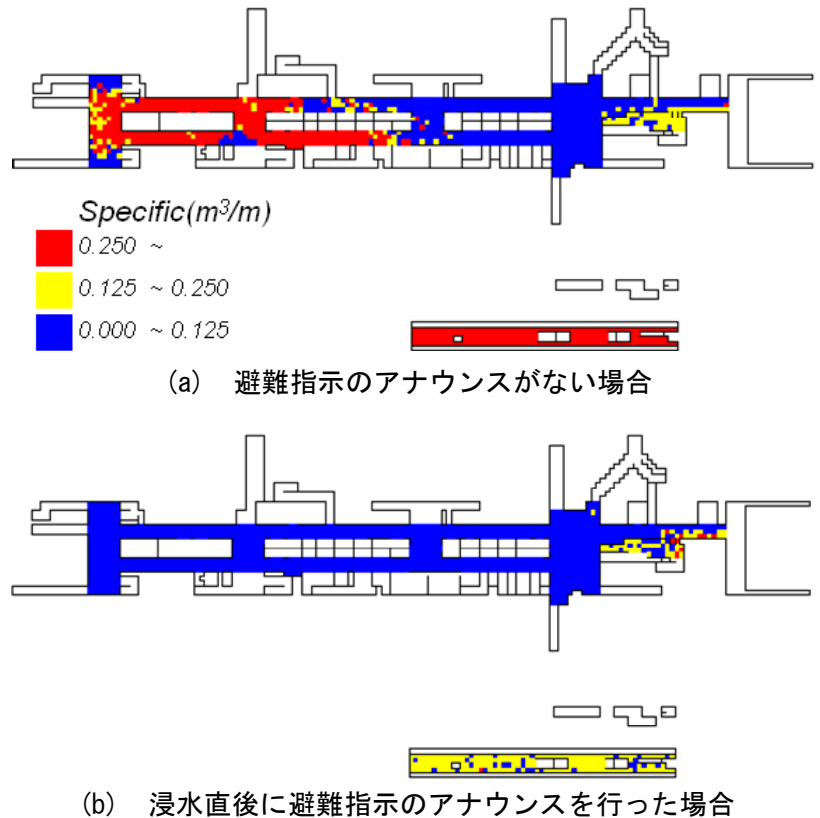


図-4 避難指示のアナウンスが避難安全度に及ぼす影響