

内水氾濫時の大規模地下空間浸水時の安全避難について

関西大学大学院	学生会員	吉川	雅志
関西大学大学院	学生会員	○森本	陽介
関西大学社会安全学部	正会員	川中	龍児
関西大学環境都市工学部	正会員	石垣	泰輔
関西大学環境都市工学部	正会員	島田	広昭

1. はじめに

近年、都市化の進展や地球規模の気象変動の影響と考えられる集中豪雨の発生回数が増加傾向にある。都市部では一般的に時間雨量 50mm 程度の雨水が排水できるように設計されているが、短時間に雨水排水の許容量を超える豪雨が発生した場合には内水氾濫を生じるおそれがある。このような都市型水害から人命を守るためには、避難開始のタイミングや安全な避難経路・避難場所を予め把握しておくことが重要となる。そこで本研究では、安全な避難計画の策定の際の考慮すべき事項を明らかにすることを目的に、大規模地下空間を対象とし、マルチエージェントモデルを用いた浸水時の避難行動解析を行った。

2. 大規模地下空間全体を対象とした予備解析

対象地は図-1 に示した、井上ら¹⁾の研究で検討されている「梅田地下街」とした。地下空間浸水については井上らと同様に 2008 年岡崎豪雨時を対象とした。対象とする地下街に、混雑度が 0.125 人/m² となるように人を配置し、避難者は全員高齢女性とした。避難開始の条件として、自身の存在する格子の水深が 0.3m を超えると避難を開始するように避難行動解析を行った。避難困難度評価については、大西ら²⁾の研究によって提案された「単位幅比力」を用いた。解析結果を図-2 に示す。赤くなっている場所が、避難者が避難限界状態となり、その場に留まっている場所である。緑の枠で囲んだ範囲内で、最も多く避難限界状態となった人が確認されたため、この範囲を解析対象領域とし、様々な条件で解析を行った。

3. 接続ビルを避難所として考慮した避難行動解析

(1) 解析条件

予備解析の結果から決定した解析対象領域で、混雑する状況下での避難の様子を検討するために、混雑度 (人/m²) を 0.125, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0 の 5 ケースに設定した。また、地下空間に存在する接続ビルを避難所とすることの有用性を検討するために、接続ビルを避難所として考慮した場合と、考慮していない場合の 2 ケースを設定し、合計 10 ケースの解析を行った。

避難開始の条件として、避難者の存在する格子の水深が 0.02m 以上になると避難を開始するように設定している。避難者は全員、自力での避難が困難となるのが最も速い高齢女性としている。避難者の通常歩行速度 (非浸水時の歩行速度) を、高齢女性の歩行速度である 0.8m/s として、避難者の存在する格子内の浸水状況や近傍の人との距離によって変化させた。避難困難状態 (単位幅比力=0.08m³) では手すりや他人の補助がないと歩行できない状態であるため歩行速度を 0.0m/s としてその場に滞留するようにした。

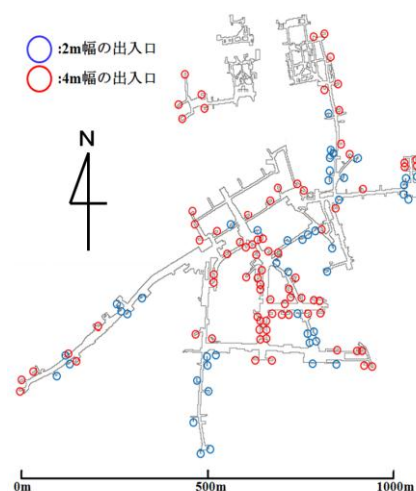


図-1 地下街の出入口

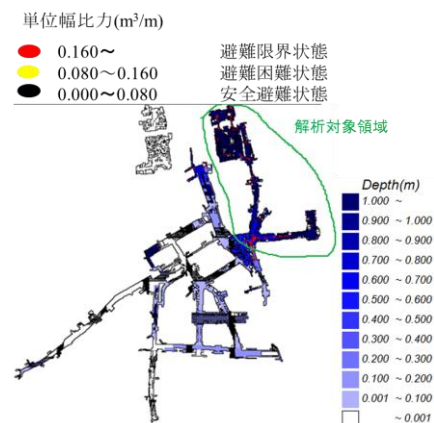


図-2 予備解析の結果と解析対象領域

キーワード 大規模地下空間, 避難, 混雑度, 接続ビル, 単位幅比力

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3 丁目 3 番地 35 号 TEL 06-6368-1121 (内線 5890)

(2) 解析結果

図-3 に解析終了時($t=120\text{min}$)の避難成功率を示す。青い線が接続ビルを考慮していないケースの結果、赤い線が接続ビルを考慮したケースの結果である。接続ビルを考慮していないケースでは、混雑度の増加に従って、避難成功率は低下している。混雑度の最も低い $0.125\text{人}/\text{m}^2$ のケースと、最も高い $1.0\text{人}/\text{m}^2$ ケースを比較すると12%の差があった。

接続ビルを考慮したケースでも、同様に混雑度が増加すると、避難成功率は低下している。しかし、混雑度の最も低いケースと、最も高いケースの差は5%と小さくなっている。

以上より、混雑度の高いケース程、接続ビルを考慮した時の避難成功率向上効果が高いことが確認できた。

(3) 避難困難度評価

図-4 に接続ビルを考慮していないケースと、考慮しているケースの浸水開始から1時間36分後の、対象領域内の人全員が避難限界状態となった様子を示す。混雑度 $0.125\text{人}/\text{m}^2$ のケースでは図中のaの位置のみで、人が滞留を起こしている。混雑度 $0.5\text{人}/\text{m}^2$ のケースではbの位置で新たに滞留が発生している。混雑度 $1.0\text{人}/\text{m}^2$ のケースではcの位置で新たな滞留が発生し、全体の滞留の規模が大きくなっている。以上のことから、混雑度が大きくなると、人の滞留が発生する場所が増加するので、避難成功率が低下することがわかった。

接続ビルを考慮していないケースと、考慮しているケースを比較する。a,cの位置の近くには接続ビルが存在するが、bの位置の近くには接続ビルは存在しない。近くに接続ビルが存在する場所では、滞留は解消されている。

4. おわりに

本研究では、地下空間浸水時の、混雑する状況下での避難の様子を詳細に検討するとともに、地下の接続ビルを避難所とすることの有効性を検討した。その結果、混雑度が増加すると、人が滞留を起こす場所が増えるため危険であるが、接続ビルを避難所とすることで、避難者を分散して避難させることができ、滞留を解消できることが明らかになった。

参考文献

- ・井上知美・川中龍児・石垣泰輔・尾崎平・戸田圭一：内水氾濫による大規模地下街の浸水過程と避難の安全性に関する検討，水工学論文集，第55巻，pp973-978，2011.
- ・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.

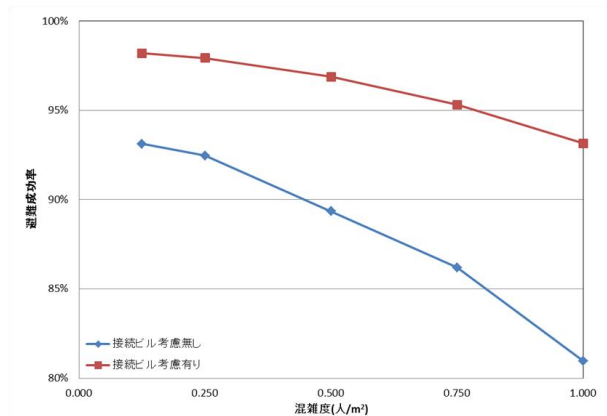


図-3 各混雑度の避難成功率

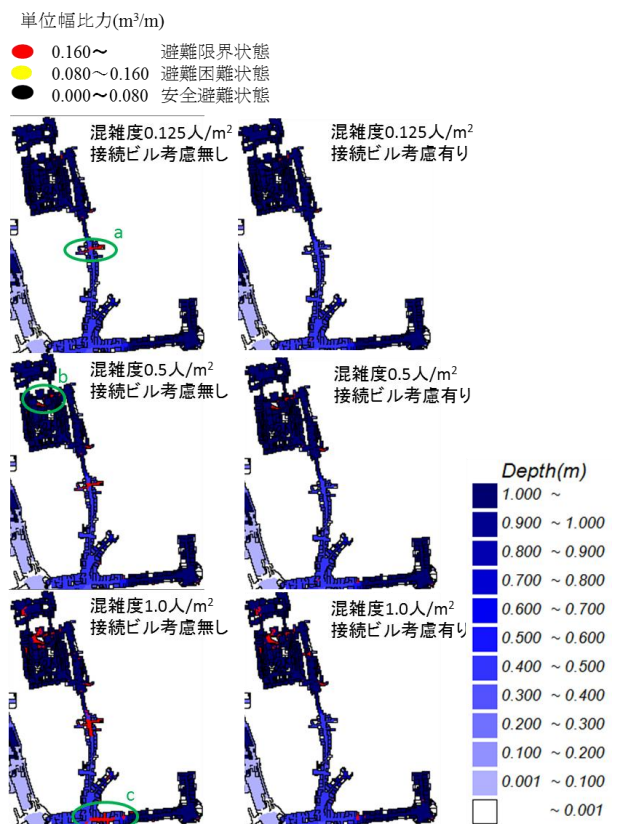


図-4 各混雑度の避難困難度評価