

名古屋の地下街の避難シミュレーションに関する基礎的研究

中部大学工学部都市建設工学科 学生会員 北村純平
 中部大学工学部都市建設工学科 正会員 武田 誠
 中部大学工学部都市建設工学科 近藤寛将
 中部大学工学部都市建設工学科 正会員 尾花まき子

1. はじめに

近年、2019年千曲川、2020年球磨川など大規模な浸水災害が多発しており、都市域における大規模な氾濫災害の発生が懸念されている。大都市には地下鉄や地下街などの地下空間が存在し、そこへの氾濫水の流入は甚大な人的・経済的な被害を生じさせる。現在、多くの地下街では外水氾濫を対象とする浸水対策が十分でないことから、避難対策の検討が必要であり、そのための避難シミュレーションの構築が重要とされている。本研究では、松井ら¹⁾により作成された避難シミュレーションのモデルを名古屋駅前地下街に適用し、人の避難行動と照らし合わせて矛盾点が無いかを確認しながらモデルの改良を行った。

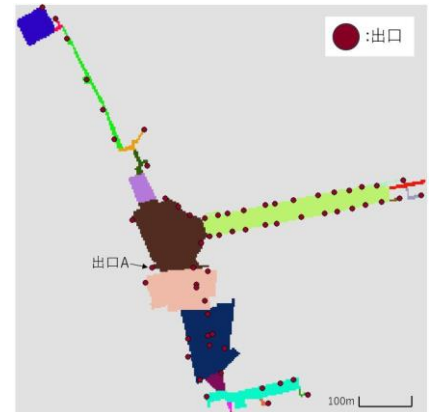


図1 エリアと出入口

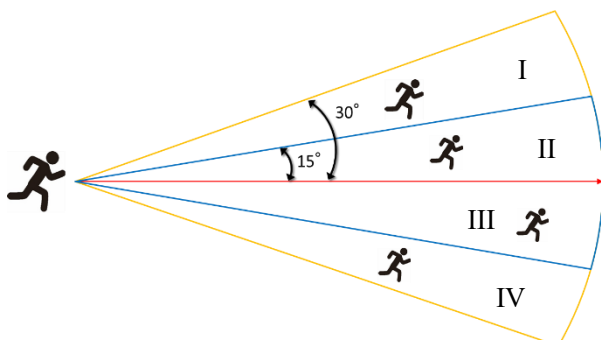
2. 地下街の避難シミュレーションモデルの検討

2.1 モデルの説明

人の移動する方向は、1 出口などの目標の方向と、2 出口毎に計算格子中央の出口からの距離を求め、人の現在地から出口への最短となる隣接格子の中心方向、の2つを考えた。また、エリア毎に番号を付けて、出口があるエリアに人が来たら1の方法で出口に向かい、別のエリアから出口へ向かう場合に、次に進むエリア情報、次のエリアへの目標となる格子位置情報報を与えて、そこへ移動するようにした。また、1の方法で目的地へ向かう人が壁の中に入った場合、2の方式で再度計算することで壁の中へ移動しないよう工夫した。さらに、人の重なりを修正する方法として、①進行方向に人がいる場合には速度を落とすこと、②進行方向を変更することを考慮した。具体的には、進行方向の時計回りの角度-15度~0度、0度~15度の範囲の人の有無を確認し、両区間に人がいない場合は進行方向へ進み、片方の領域に人がいるのであれば、人がいない領域の中心方向へ進行するとした。両方に人がいる場合は、進行方向の時計回りの角度-30度~15度、15度~30度の領域の人の有無を確認し、両方に人がいない場合は、個人に設定された乱数を用いて進行する領域を決め、片方に人がいる場合は人がいない領域に進行するとして、該当領域の中心方向へ移動させた。すべての領域に人がいる場合、全領域の最短距離にいる人の中で最も遠い人の方向へと進むとする。

2.2 名古屋を対象とした避難シミュレーションモデルの検討と課題

このモデルを名古屋駅前地下街に適応した。対象領域を高低差のない平面として考え、3.2m格子で表現し、



進行方向-30°~-15°をI、-15°~0°をII、0°~15°をIII、15°~30°をIVとする。

第1：II,IIIに誰もいない場合は進行方向へ移動する。
 第2：II,IIIのどちらかに人がいれば、人がいないエリアの中央へ移動する。

第3：II,IIIの両方に人がいれば、I,IVへ移動する。両方ともに人がいない場合は、人に乱数(0~1)を与え、0.5以下はIV、0.5より大きいとIに移動し、片方に人がいれば、人がいないエリアの中央へ移動する。

図2 人の重なり回避に関わるモデル化

その中央に人を配置した。また、図1のように63個の出入口を設定し、地形に合わせて19のエリアに分け、計算に用いる接続情報を作成した。格子中央に人(成人、歩行速度1m/s)を配置し、出口Aに移動する解析を行った。その結果は遠くのエリアから移動する様子が見られたが、図3に示すように、接続箇所(例えば、丸の箇所)を境に直線で移動する様子が見られた。これは、人の現在地に一番近い接続格子に移動するようモデル化していることに起因している。そこで、出口までの距離が短くなる接続格子に向かうよう修正を行ったもの(移動方法1)が図4である。本図から領域を越える箇所でも滑らかな人の移動を示している。ただし、多くの人 shortest distance のルートに集まっている様子もみられる。そこで、周り8つの格子の中で最も目的地に近い格子中央に向かうとした解析(移動方法2)を行った。その結果を図5に示す。本図から、出口Aへ向かう人の移動は確認できたが、最短経路への人の集中も見られた。

次に地下街の通路を考慮した人の移動を考える。人を格子の中央に配置し、出口Aへの移動を計算する。移動方法1の結果を図6、移動方法2の結果を図7に示す。両図より、図7の領域aでは人が壁に向かって移動し、くぼみに人が留まっている。また、領域bでは、極端に壁に沿って移動している。図6では壁の人の留まりが少なく最短距離で移動出来ている。したがって、ここでは、移動方法2を用いて検討を行う。図8は検討の一例として、1000人が存在する状況下での、成人(歩行速度1m/s)と高齢者(歩行速度0.6m/s)の最短の出口に避る様子を示したものである。本図から、高齢者が多いほど、避難時間が長くなっていることが分かる。

3. おわりに

本報では、地下街を対象に人の移動に関するモデル開発を行い、名古屋駅前地下街に適用した。浸水時の避難の様子についても考察を進めたいと考えている。

参考文献

松井 征輝, 武田 誠: 地下街の避難シミュレーションに関する基礎的研究, 令和3年度土木学会中部支部研究発表会, II-18, 2022.

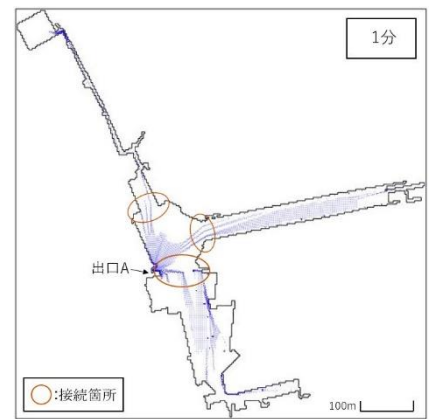


図3 人の分布(移動方法1)

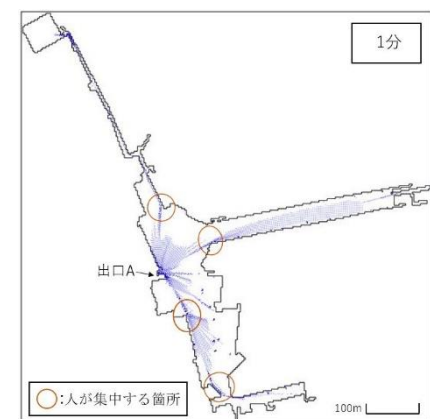


図4 人の分布(移動方法1の修正)

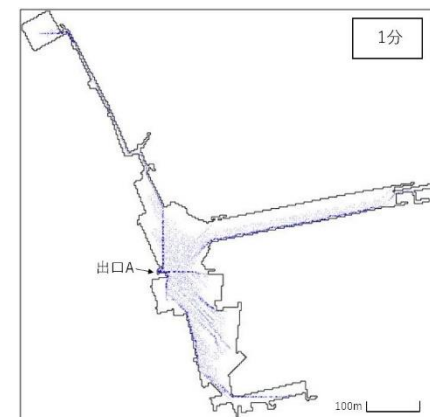


図5 人の分布(移動方法2)

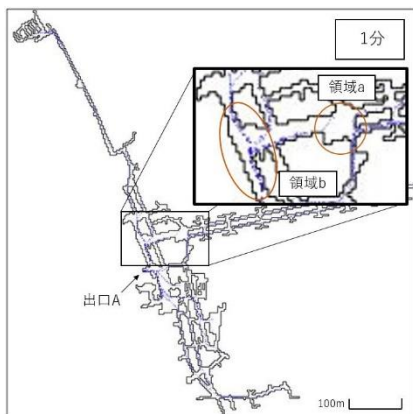


図6 人の分布(移動方法1)
通路を考慮

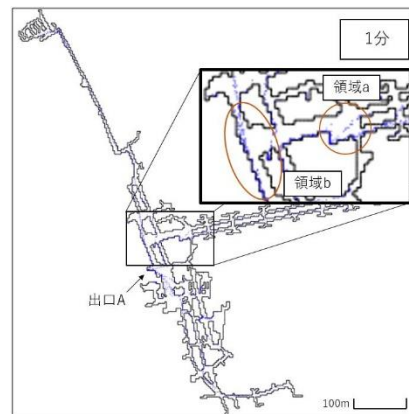


図7 人の分布(移動方法2)
通路を考慮

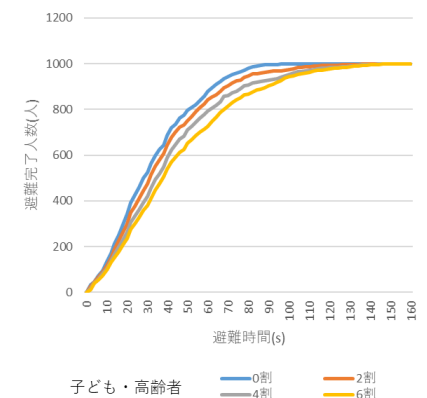


図8 避難成功者数の
時間変化