

地下街の避難シミュレーションの構築に関する基礎的検討

中部大学工学部都市建設工学科
昭和土木

正会員○武田 誠
非会員 松井 証輝

1. はじめに

近年、2019年千曲川、2020年球磨川など甚大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も懸念される。仮に、大規模な浸水が都市域で生じれば、その氾濫水は低いところへ流れ広がる。都市には、地下鉄や地下街などの地下空間が存在し、そこへの流入は甚大な人的・経済的な被害を生じさせる。武田ら¹⁾は、名古屋駅前地下街を対象に庄内川の洪水による想定破堤氾濫の数値計算を行い、名古屋駅前地下街への流入と地下街の浸水の様子を検討した。ここでは、単位幅比力による避難困難度指標を用いて避難の様子を考察した。本研究では、地下街の浸水時の避難行動を詳細に検討するために、避難シミュレーションの構築を目的とする。

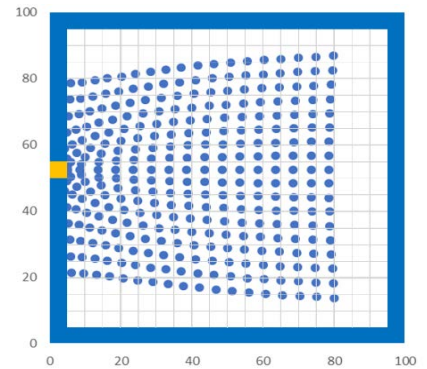


図1 人の移動 (Aの方法)

2. 地下街の避難シミュレーションモデルの検討

2.1 エリアにおける出口への移動

避難シミュレーションについて、これまで多くの研究が行われている²⁾³⁾⁴⁾。ここでは、地下街における避難を対象とし、モデル領域において、個人は現在地から出口まで移動するとし、ある速度（本研究の場合1.4m/sとした）を持って計算時間ステップ毎に個人の移動地点を求めた。

まず、計算領域を5m格子で表現し、その中央に人を配置した。個人の移動する方向は、A出口などの目標の方向と、B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。その結果を図1と図2に示す。Bの場合、図2のように、ある経路に人が集中し、人の移動として不自然と判断した。そこで、出口への移動はAの方法を採用する。

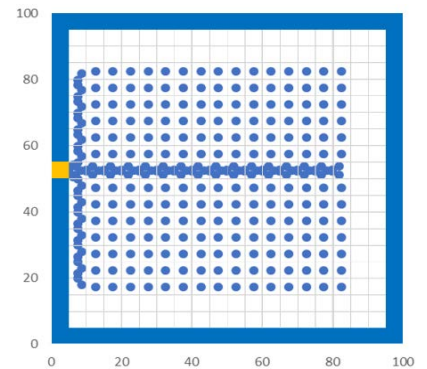


図2 人の移動 (Bの方法)

2.2 通路を伝う移動

つぎに、通路を伝う人の移動を考える。対象領域を図3に示す。本図から通路を伝って、最短距離の出口へ移動する様子を検討する。まず、Aのモデルで出口方向へ移動すると、図4のように、壁の中へ移動してしまうことから、通路を意識した人の移動を検討する必要がある。そこで、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A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を与えて、そこへ移動するようにモデル化を行った。計算結果を見ると、通路を通じて出口への人の移動が示されていたが、わずかに壁に入った人が次の目標となるエリア情報（格子位置情報）が得られずに誤った動きをしていた。そこで、Aの方法で目的地へ向かう人が壁の中に入ってしまった場合、Bの方式で再度移動を計算することで、壁の中へ移動しないよう工夫した。その結果が図6である。本図から、通路を伝って別の出口に移動する人の様子が確認される。

2.3 人の重なるの修正

図6で得られた人の移動の結果には、人の重なりがみられる。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

キーワード 浸水、地下空間、避難シミュレーション
連絡先：中部大学、〒487-8501、愛知県春日井市松本町1200 TEL：0568-51-1111、FAX：0568-51-0534

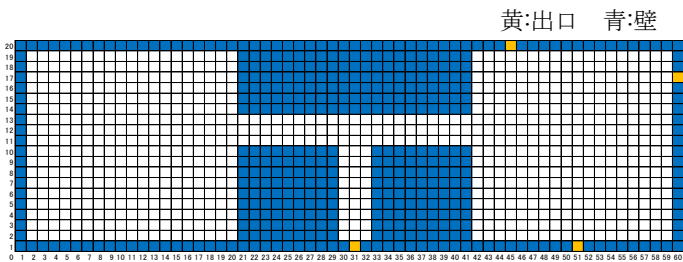


図3 通路が有る場合のモデル領域

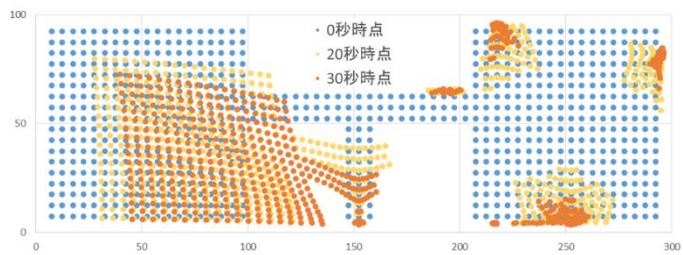


図4 人の移動の計算結果



図5 領域の区分

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。また、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を進行する領域として、該当領域の中心方向へ移動するとした。なお、すべての領域に人がいる場合は、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。紙面の都合上、具体的な計算結果を示すことが難しいが、解析結果の様子をみれば、人の移動速度を低下させたことによる避難時間の増加（図7）や、人の進行方向を変化させたことによる人の移動の拡がりが見られた。

3. おわりに

本報では、地下街を想定し人の移動に関するモデル開発を行った。現状では第一段階の検討であるが、今後、歩行速度の変化や群衆としての影響など、人の移動に関わる様々な要因を考慮して避難シミュレーションの高度化を進めたい。さらに、開発されたモデルを活用して、地下浸水時の避難について検討する予定である。

参考文献

- 1) 武田誠, 鷲山陸, 佐藤大介, 村瀬将隆: 洪水を対象とした名古屋駅前地下街の浸水解析と避難に関わる検討, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第26巻, pp. 37-43, 土木学会, 2021.
- 2) 武田誠, 井上和也, 戸田圭一, 川池健司: 高潮ハザードマップと避難に関する二・三の検討, 第44回海岸工学論文集, pp. 356-360, 1997.
- 3) 関根正人: 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, pp. 907-912, 2010.
- 4) 尾崎平, 河南友也, 檀 寛成, 石垣泰輔: 内水氾濫と避難シミュレーションによる地下空間浸水対策の評価, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第26巻, pp. 8-17, 2020.

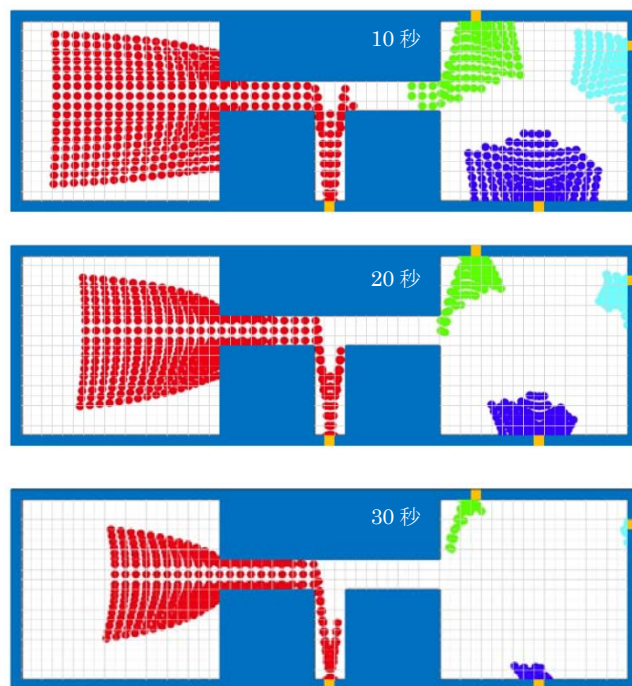


図6 人の移動の計算結果（領域考慮）

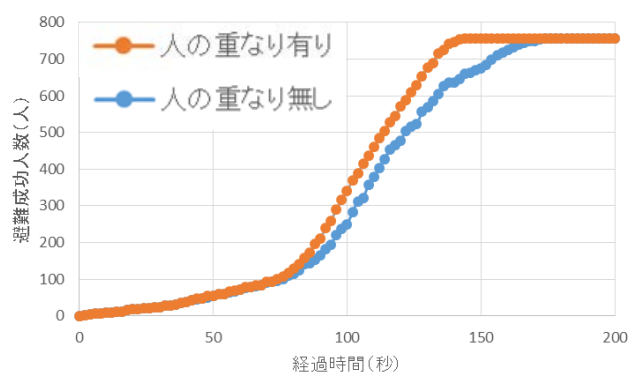


図7 避難成功者の時間変化