

CS-148

ポテンシャルモデルによる大規模地下空間の避難安全性解析

○ 鉄道総研(元東京大学大学院) 正 会 員 横山 秀史
 東京大学生産技術研究所 正 会 員 目黒 公郎
 東京大学生産技術研究所 正 会 員 片山 恒雄

1. はじめに

著者らは、ポテンシャルモデルにもとづく避難行動モデル化手法を提案し、大規模地下街の避難行動シミュレーションへの適用性など、基礎的な検討を行ってきた¹⁾。本研究では、避難行動シミュレーションを中心とした大規模地下空間の避難安全性解析手法を提案し、実際の大規模地下駅へ適用した例を示す。

避難行動シミュレーションの最大の特徴は、災害状況・避難者の位置や行動特性・対象空間の構成などの避難条件の変更が容易な点である。条件を変えながらケーススタディを行い、結果を相互比較することで、避難安全性検討上有用な情報が得られると期待できる。本研究では、避難行動シミュレーション結果を、脱出時間・歩行距離・フラクタル次元²⁾などの指標によって定量化し、避難がどれだけ迅速かつ混乱なく行われるかを評価することを試みた。

2. 大規模地下駅の避難安全性解析

東京都内の大規模地下駅である営団地下鉄東西線大手町駅を対象として、避難安全性解析を行った。同駅は、図-1に示すように東西方向に細長い通路状の構造で、改札口は3箇所、出口は12箇所である。要避難者数の算定にあたっては、帝都高速度交通営団が1991年6月に実施した構内流動調査結果を基礎資料とした。午前8時から9時の1時間の利用者約4万人が、駅構内に平均して12分滞在すると仮定し、要避難者数を8000人とした。なお、この時間帯には、5～6分間隔で電車が発着しており、駅構内での滞在時間は比較的短いと考えられる。また、駅の東端にある出口(k)～(p)の6箇所の出口の1時間の利用者は約4000人で、全利用者の約1割である。

避難行動シミュレーションにあたっては、条件を簡略化するため、放送などの手段で全避難者が一斉に避難し始める状況を想定し、全避難者が同時に出口へ向かって避難を開始すると仮定した。なお、この解析では地震・火災などの災害要因の影響は考慮していない。

図-2に、避難行動シミュレーション例を示す。シミュレーション条件は、全避難者の9割が改札口(i)の西側に集中し、行動特性分布は歩行速度1.8m/s, 1.5m/s, 1.2m/sの避難者が1:3:1で分布している場合を仮定した。この図より、駅の西側に多くの避難者が滞留しており、特に出口(e)の付近の滞留解消までに長時間を要していることがわかる。

図-3, 4に、避難者の初期位置・行動特性分布・出口の数などを変えてケーススタディを行った際の、残留避難者数および各出口ごとの避難時間の分布を示す。ここで、ケース(1)は避難者の初期位置として均等分布を仮定した場合、ケース(2)は均等分布した避難者のなかに災害弱者がいる場合、ケース(3)は図-2に示した条件であり、ケース(4)はケース(3)の条件で(e)の場所の出口が使えない場合である。これらの図より、避難時間や各出口の利用者数などはシミュレーション条件により大きく異なることがわかる。特に、通常の避難計算条件に準じた条件であるケース(1)と比較し、実構造物での避難者の初期位置の偏りを考慮したケース(3)では、多くの出口で要避難時間が延びており、さまざまな条件を考慮したケーススタディの必要性を再確認した。

なお、8000人を対象とした避難行動シミュレーションの計算時間は、ワークステーション(HP9000/720)上で約70分で、シミュレーション実時間の約10倍程度であり、計算容量・計算時間の面においても実際の大規模施設の避難行動解析に適用可能と考えられる。

3. まとめ

地下街・地下駅など、多数の避難者が滞在する大規模で複雑な空間における避難安全性解析手法として、ポテンシャルモデルにもとづく避難行動シミュレーションを中心とした手法を提案し、大規模地下駅モデルを対象にモデルの妥当性と適用性を検討した。その結果、避難安全性確保のためには、避難者の分布状況をはじめとする避難条件を変えながら避難行動シミュレーションを行い、詳細に検討する必要があることを再確認した。また、本手法が、計算容量・計算時間などの面においても実際の大規模地下空間の避難安全性解析に適用可能であることがわかった。

参考文献

- 1) 横山・目黒・山崎・片山, 地下街の安全性評価のための避難行動シミュレーション, 第22回地震工学研究発表会, 1993.
- 2) 横山・永田・山崎・片山, フラクタル次元を用いた人間行動動線の定量的分析, 土木学会論文集, No.450/I-20, 1992.

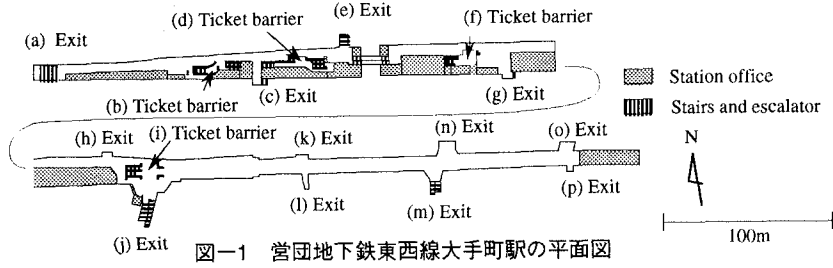


図-1 営団地下鉄東西線大手町駅の平面図

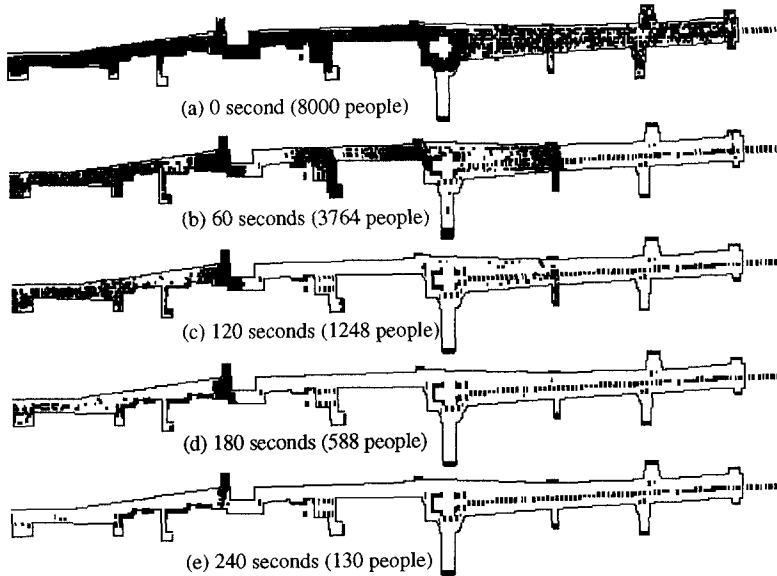


図-2 避難行動シミュレーション例 (避難者数8000人、実際の避難者分布を近似)

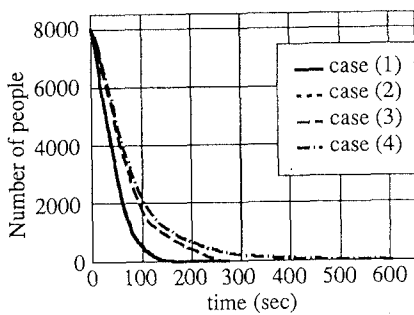


図-3 残留避難者数の変化

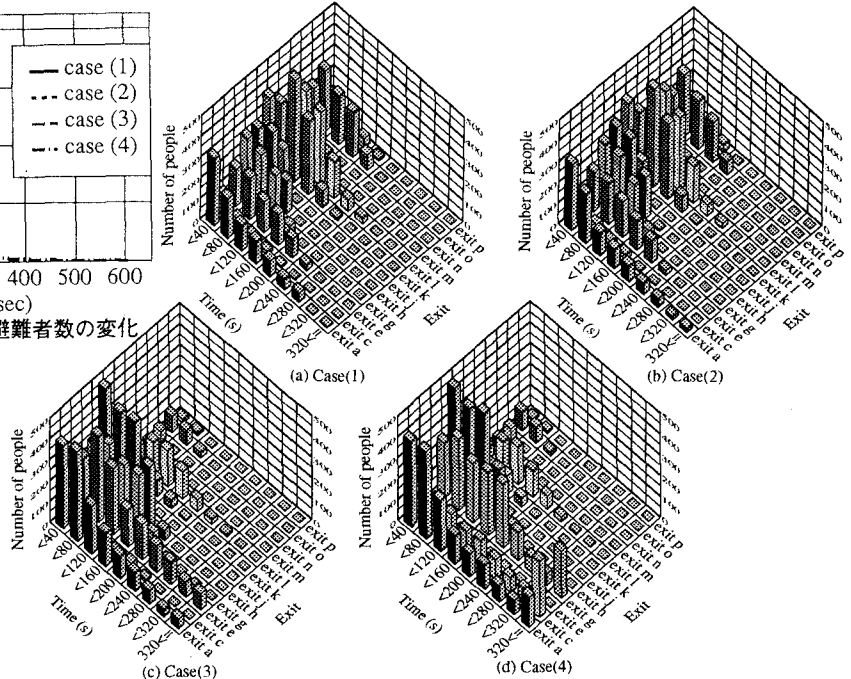


図-4 各出口ごとの脱出時間の頻度分布