

高層ビルにおける避難行動シミュレーション

中央大学大学院

学生会員

○ 織田 浩平

東京大学生産技術研究所

正会員

目黒 公郎

1 はじめに

都市空間・施設における利用者の安全性の確保には、構造的に十分な強度を確保することはもちろん、利用者の避難安全性確保のための適切なマネジメントが必要となる。特に、地下街、デパート、大規模展示場などの都市施設においては、不特定多数の利用者が混在するとともに地理に不案内であることも多いので、効果的な避難誘導の重要性が高くなる。

さらに、近年の超高層建築物に代表される多層の建築物における避難計画においては、安全に避難できることが重要であり、ただ単に最短時間や最短経路で屋外に避難できればよいという考え方では対処できない。特に地震後の同時多発的な火災発生時などで、全階同時に避難行動を開始する必要がある場合などは、煙による避難経路の遮断や、避難者が階段部分に集中することによる混乱といったものを考慮する必要がある。

本研究では、コンピュータシミュレーションモデルにより高層建築物における避難時間を算出するとともに、避難時の無用な混乱を生じさせないような避難誘導方法の検討を行う。

2 解析手法

本研究ではポテンシャルモデルに基づいた避難行動モデルを用いてシミュレーションを行った¹⁾。このモデルは対象空間を図1に示すように「物理的な要因」「個人特性」「災害要因」の3つのポテンシャル分布の重ね合わせとして考えることで、異なった個人特性を有する多数の人間の避難行動が簡単に取り扱えるモデルである。

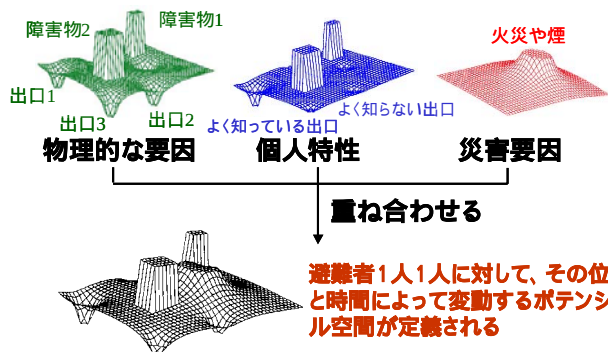


図1 ポテンシャルのイメージ

3つのポテンシャルを重ね合わせることによって、避難者1人1人に対して、その位置と時間によって変動するポテンシャル空間が定義される。このようにして決め

られた対象空間内において、それぞれの避難者は、各時間ステップごとにポテンシャルの低いほうを進行方向として選択し、移動を繰り返すことによって、最終的に出口に辿り着く。

また、それぞれの避難者は自分の周囲のメッシュの混雑度を認知し、その混雑度に応じた速度で避難する。なお、走行による避難速度は歩行速度の経験式²⁾を基にして、図2に示すように2直線で表現することとした。図中の空間モジュールとは、人口密度の逆数で混雑度を示す指標である。

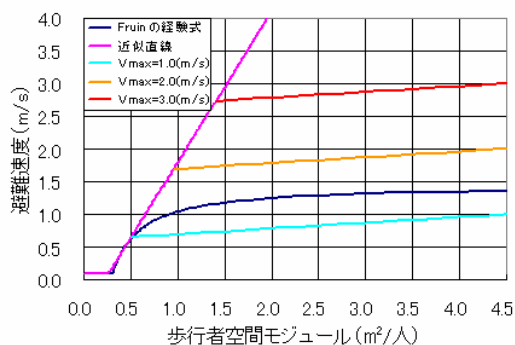


図2 歩行者空間モジュール密度と避難速度

3 対象空間

本研究では、都内で実際に利用されている校舎用建築物を対象空間とした³⁾。この施設は研究・実験施設としての役割を担っているとともに、各種の会議室としても利用されている。なお、この建物は地上14階(高さ59.97m)、建築面積は約19,000[m²]である。

解析に用いた対象空間を図3に示す。この建築物は校舎用建築物ということもあり、6階以下は一般的な高層建築物と特異な構造形式となっている。そこで本研究では、一般的な議論を行うため6階以上のみを解析対象とした。

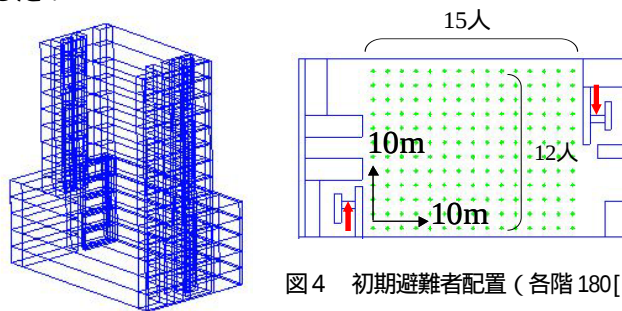


図4 初期避難者配置（各階180[人]）

図3 対象空間（6階から14階を解析対象とする）

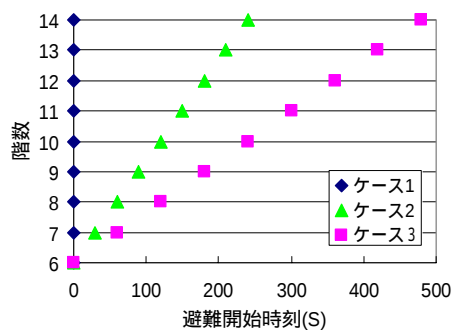
キーワード：避難，シミュレーション，地震防災，ビル

〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1 東京大学生産技術研究所B棟 目黒研究室 Tel:03-5452-6437

4 解析条件

避難者の初期配置は、避難計算用人口算定密度を参考として⁴⁾、各階とも人口密度は $0.25[\text{人}/\text{m}^2]$ 、すなわち各階に 180[人]の避難者が均一的に存在することとする（図4）。また全避難者の初期避難速度は $2.0[\text{m}/\text{s}]$ とし、階段部では速度が 50%低下するものとする。

図5に示すように各階ごとに避難開始時刻を変化させた条件下でシミュレーションを行う。

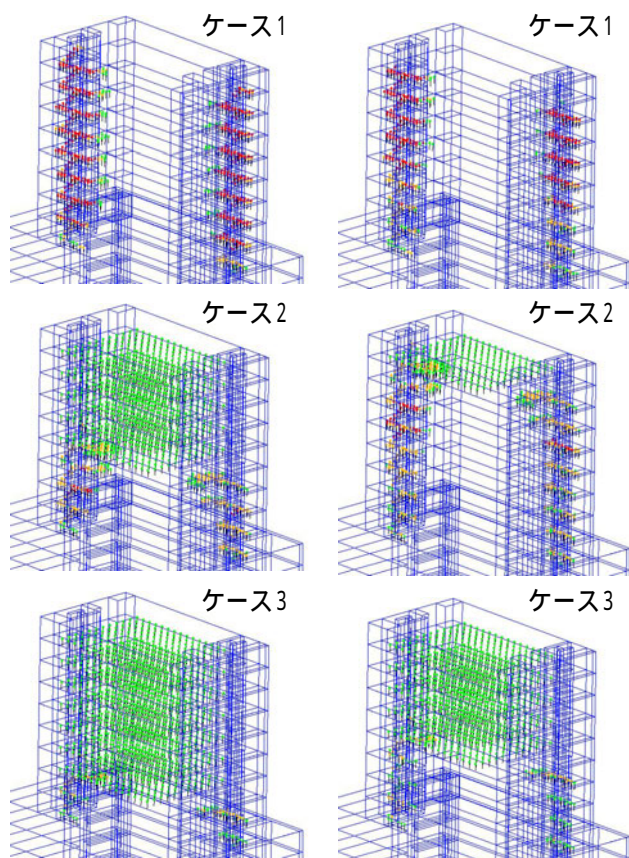


ケース1	全階同時避難開始
ケース2	直下階の30秒後に順次避難開始
ケース3	直下階の60秒後に順次避難開始

図5 シミュレーションケースの概要

5 解析結果

図6に各ケースごとの避難開始から 120 秒後と 240 秒後の残留避難者の分布を示す。



(左)120 秒後の残留避難者分布 (右)240 秒後の残留避難者分布

* 混雑度の増加に伴い緑・橙・赤と避難者の色を変化させている

図6 ケース別の残留避難者分布

また、図7に空間内の残留避難者数の推移および混雑度を示す。ここで言う「混雑度」とは各時間において高密度のため歩行不可能となった避難者数と定義する。

ケース1では、階段部分で避難者が常に混雑している様子がうかがえる。一方ケース2では、避難開始時刻を調整したことで避難者の集中による混雑も比較的少なくなりスムーズな避難行動ができています。残留避難者数の推移を見ても、最終的にはケース2の方がケース1よりも全避難者が避難完了する時間が早いことが分かる。これはケース1では避難者が階段部分に集中したことで、速度低下が生じたためである。

さらに、ケース3のように避難開始時刻を遅くしていくと混雑度は非常に低くなり一見安全な避難行動のように思えるが、総避難時間が長くなってしまった結果となった。火災時など緊急性を要する避難行動時には更なる検討が必要となる。

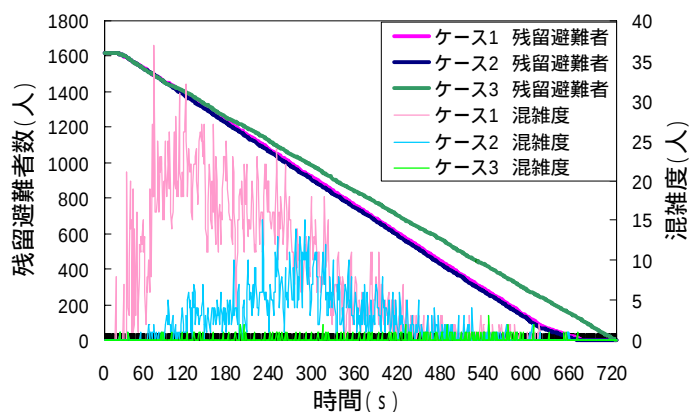


図7 残留避難者数および混雑状況

6 まとめ

本研究では、高層ビルにおける避難行動シミュレーションを行った。全階同時の避難行動は混雑度・避難時間の両面から考えても安全性が低いということが分かった。高層ビルにおける避難行動では、適宜状況に合わせた避難誘導をする必要がある。

災害状況下での人間行動モデルの再現性向上に向け、引き続き検討を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 原田雅也・目黒公郎: ポテンシャルモデルを用いた最適避難誘導のための基礎的研究, 東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻修士論文, 1998.
- 2) Fruin, J. (長島正充訳): 歩行者の空間, 鹿島出版会, 1974.12.
- 3) 中央大学後楽園キャンパス新三号館竣工式実施要項, 2003.3
- 4) 日本建築センター: 新・建築防災計画指針, 1995.7.