

東京大学大学院

学生員 原田雅也

東京大学生産技術研究所

正会員 目黒公郎

1. はじめに： 安全な都市空間や構造物をつくるためには、構造的な強度だけでなく、その施設の利用者の避難安全性を確保することも重要である。特にデパート・地下街・大規模展示場などでは、利用者が施設内の地理に不案内であることも多く、避難しやすい内部構造であることが重要となる。また、災害発生時に効率的な避難誘導を行うことも、被害を最小限度に食い止めるためには不可欠である。

そこで本研究では、避難誘導の影響を考慮できる避難行動シミュレーション手法を提案し、異なる避難誘導が行われた場合の避難行動特性の違いについて、いくつかの基礎的な検討を試みた。

2. 避難行動シミュレーションモデル： 本研究で用いるポテンシャルモデル^{1),2)}について、その概略を2次元モデルを対象として説明する。

ポテンシャルモデルでは、対象空間は大きさ (d_x, d_y) のメッシュに区切られており、個々のメッシュはその場の状況に応じたポテンシャルを持つ。たとえば、出入口や避難誘導灯などは負のポテンシャル、壁や柱などの障害物は正のポテンシャルを生じる。さらに、利用者が「知っている出口」と「知らない出口」に与えるポテンシャルに差を付けたり、歩行速度や情報に対する反応に差を与えるなどによって、個人特性を考慮することもできる。また火災やそれによる煙などが発生すれば、それに応じて正のポテンシャルが発生する(図-1)。すなわちこのポテンシャル場は、避難者ごとに定義され、避難者の位置と時間が変わることにより変化するモデルとなっている。

このようにして決められた対象空間において、それぞれの避難者は、各時間ステップ毎に、周囲の8メッシュの中からポテンシャル値の低い方向を選んで移動し、最終的に出口にたどりつくようになっている。

3. 避難誘導のモデル化： 本研究では避難誘導の影響として、誘導の行われる出口に他の出口よりも低いポテンシャルを与えることとした。これは、出口にとりつけられたスピーカや避難誘導員により「こちらへ避難して下さい」という音声の誘導が行われた状況を想定したものである。

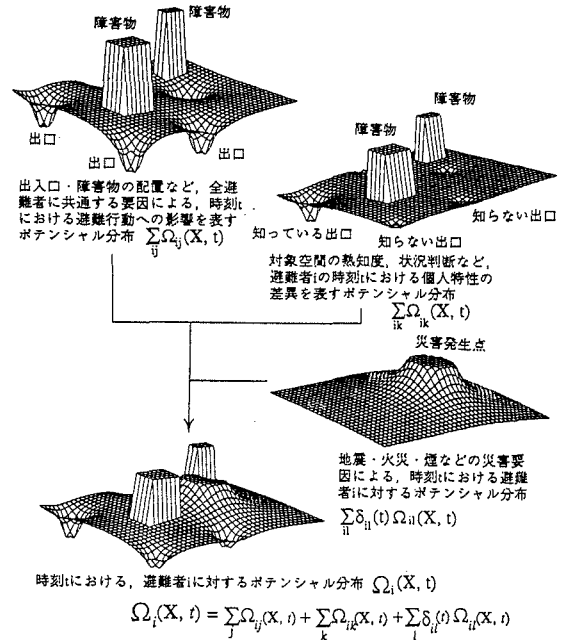


図-1 対象空間のポテンシャル分布

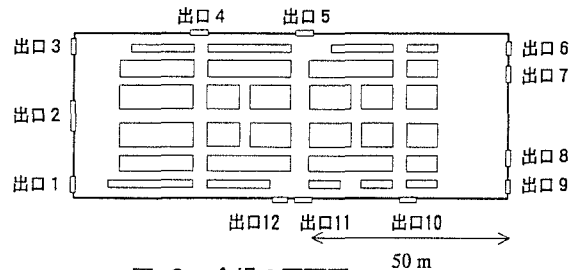


図-2 会場の平面図

表-1 ケースごとの各出口の広さ (m)

出口番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Case I	6	11	6	5	5	5	6	6	5	5	5	4
Case II ~ IV	2	0	変化なし									

キーワード：避難行動、ポテンシャルモデル、避難誘導、安全空間、リアルタイム防災システム

〒106-8558 東京都港区六本木 7-22-1 Tel: 03-3402-6231(内線 2662) Fax: 03-3408-2666

4. シミュレーションの条件と結果

(1) 対象空間と初期配置人数：実在の大規模展示場(図-2、表-1)を対象空間としてシミュレーションを行った。解析の初期条件として与える施設内の利用者分布は、かなり混雑した状況を想定し、図-3(a)に示すように6,000人をランダム配置した。

(2) シミュレーションの条件：初めに、避難誘導が行われなかった場合のシミュレーションを行った(Case I)。図-3(a)~(d)に各時刻における避難者の分布を示す。各避難者がそれぞれの出口に向かって避難していく様子が見られる。

次に、避難誘導の効果を調べるために、「地震や事故で出口2が完全に使用不能になり、かつ出口1の一部が使用不能となって、利用可能な幅が2mになる.(表-1下段)」という条件下で、「避難誘導を行わなかった場合」と「各出口でそれぞれ避難誘導を行った場合」の合わせて12通りのシミュレーションを行い、避難行動特性を分析した。ここでは、それらの中でも特に注目すべき、以下の3ケースについてとりあげることにする。

Case II：避難誘導が全く行われなかった場合

Case III：出口3で誘導が行われた場合

Case IV：一部使用不能となった出口1で誘導が行われた場合

(3) シミュレーション結果：Case I~IVの各時刻における会場内の残留避難者数の変化を表-2に示す。Case IIでは、出口2が使用不能になったため、避難効率が著しく悪化している。一方 Case IIIでは、避難誘導の効果によって、避難効率を上げることができている。逆に Case IVでは、避難誘導を行ったにもかかわらず、かえって避難効率が悪くなっている。これは間口の狭くなった出口1への避難誘導のために、出口の容量を越える避難者が集中してしまったためである(図-4)。

上記の結果のように、避難誘導を行う際は状況に応じた最適な誘導を行う必要があり、間違った誘導はかえって避難効率を低下させ、被害を拡大してしまう可能性があることがわかる。

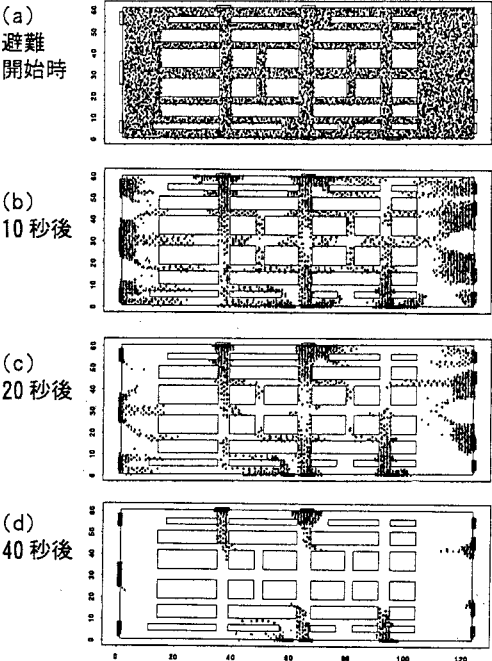


図-3 各時刻における避難者分布 (Case I)

表-2 各時刻における残留避難者数の変化(人)

時間 (s)	Case I	Case II	Case III	Case IV
0	6000	6000	6000	6000
20	2712	3370	3431	3370
40	730	1317	1410	1652
60	14	397	386	1014
80	0	243	41	889
100	0	123	0	769

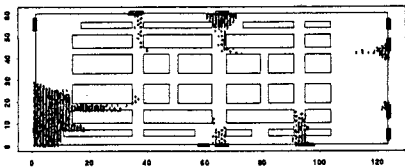


図-4 Case IVの避難者分布 (40 秒後)

5. おわりに：本研究で構築した避難行動シミュレーションは、計画段階の構造物に対しては、より安全な空間設計を実現するためのツールとして利用することができる。一方、既設の構造物に対しては、効率のよい避難によって人的被害を少なくするための、効果的な避難誘導の方法を検討する有力なツールとして利用できるものである。

<参考文献>

1) 横山秀史・目黒公郎・片山恒雄：避難行動へのポテンシャルモデルの応用，土木学会論文集 No. 513/ I -31, pp225-232, 1995. 4.
2) 角雄一郎・目黒公郎・片山恒雄：大規模展示場の避難安全性評価シミュレーション，第 51 回土木学会年次学術講演会概要集，第 1 部, pp736-737, 1996. 9.