

分割配分法による地下鉄駅の最適避難経路解析

千葉工業大学大学院 学生会員 ○今井 奨
 千葉工業大学 正会員 小宮 一仁
 千葉工業大学 正会員 渡邊 勉
 千葉工業大学 非会員 樋川 剛士

1. 本研究の背景と目的^{1),2)}

地下駅などの地下空間は現在、過密化が進む都市部において、不特定多数の人々が利用する空間として発達している。しかし、地下空間は、閉鎖的空間であるので火災等が発生すると多くの犠牲者を出す可能性がある。従って、地下空間の防災対策は必要不可欠である。また、地震や火災、浸水害などが発生した時、そこに居合わせた利用者が混乱状態になり被害が増大することも考えられる。地下空間の防災対策では、空間構造的な対策とともに、災害時の利用者の行動の予測等も必要がある。利用者の避難行動を考慮し、混乱を生じさせず迅速に避難できる経路を確保することは重要であるが、利用者が実際にどのような経路を選択し避難行動を行ったのかを調査することは困難である。また、地下空間を対象とした災害時の避難行動の再現実験は被験者の安全性や施設の確保などの問題により実施は難しいと考えられる。従って、地下空間における避難行動の予測や避難経路の選定を検討する上で計算機によるシミュレーションが重要な役割を果たしている。避難シミュレーションの研究は情報工学をはじめ、構造工学、土木計画学、建築学などの多くの研究者によって活発に行われており、その多くが個別要素法やセルオートマトン法に基づくモデルを採用している。

本研究では、交通需要予測を行う際に用いられる分割配分法を用いた避難シミュレーション法を提案し、地下空間における緊急避難時の避難者交通に対する最適な避難経路を導き出し、防災対策の基礎的な評価ツールとしての避難者交通流モデルを構築することを目的としている。

2. 分割配分法解析³⁾

本研究では、図-1 に示す地下駅を解析対象とし、2 路線の 4 本の列車から地下駅利用者が一斉避難した場合の流れを解析した。本研究に使用する解析プログラムは、図-2 に示す容量制限付分割配分法を用いたものである。この容量制限付分割配分法とは、配分対象交通量を n 分割(通常は 4~10 分割)し、分割した配分対象交通量を最短経路に順次配分していくものである。第 1 回目の配分については、全ての最短経路における交通量は 0 である。各経路の自由速度に基づいて最短経路を設定し、その経路に分割交通量を配分する。第 2 回目の配分に先立ち、第 1 回目の配分通行量に応じて各経路の旅行速度の修正を行い、第 2 回目の分割交通量配分時の最短経路探索に

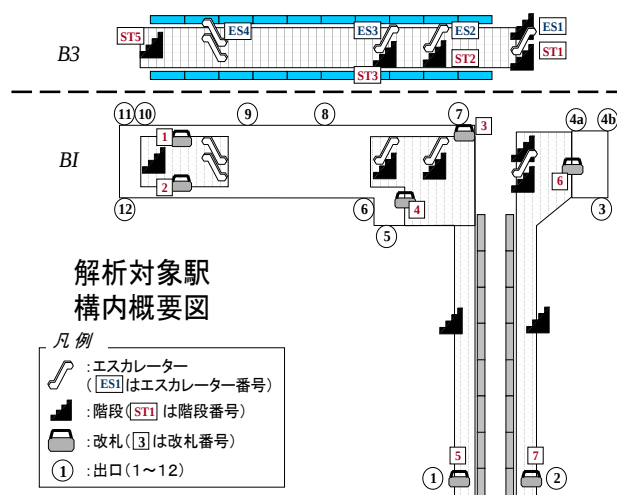


図-1 解析対象駅構内図

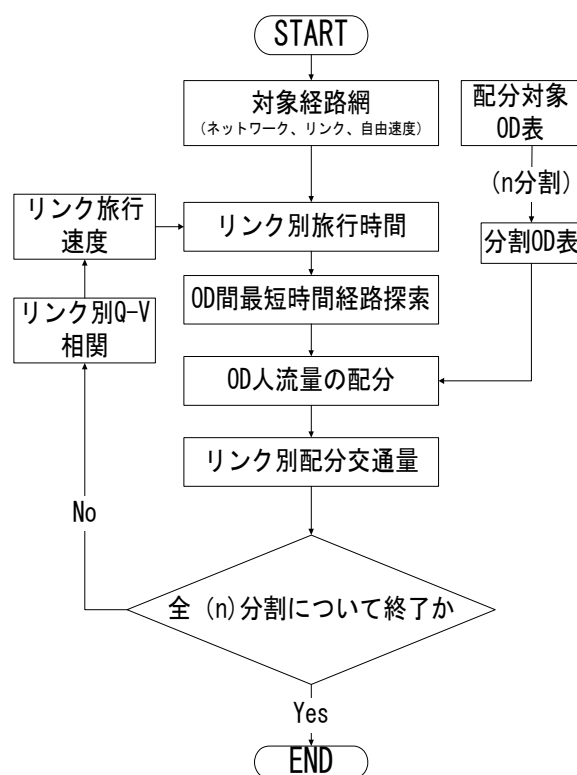


図-2 容量制限付分割配分法手順フローチャート

キーワード 地下鉄駅、避難経路、分割配分法、防災対策

連絡先 〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 TEL : 047-478-0449 E-mail : g0674003MK@it-chiba.ac.jp

用いる。その結果、知られた最短経路に次の分割交通量を配分する。この計算プロセスを分割回数だけ繰り返したところで、配分が完了する。最短経路の交通量(Q)に応ずる平均速度(V)を決定するには、図-3 のような Q-V 曲線が用いられ分割交通量配分時に適用される。本来、Q-V 曲線は図-3 のような曲線をしており、交通量 Q が臨界交通量に達すると、それを変極点として平均速度 V の低下に従い交通量 Q も低下する。これは、渋滞流を表している。本研究の解析では図-4 に示すような実用型に変形した Q-V 曲線を用いた。ここでは、Q-V 曲線を経路設定のための便宜的相対速度として考え、施設通路の幅員によって交通量、走行条件ともに異なるように設定した。本研究で設定する避難者数は、全ての列車で乗車率 150% を想定した。

3. 解析結果と考察

表-1 に分割配分法による解析結果を示す。表中の所要時間は各車両から各出口への平均所要時間である。表-1 に示すように、1 番・2 番出口に直結する改札口(5・7 番改札口)は、多くの B1F の路線の避難者が最短経路で避難することができるために利用する避難者が集まりやすいことがわかる。また、3 番・4 番改札口の周辺も同様のことが言える。これらの改札には、B3F の路線と B1F の路線から避難者が集まるため、その結果、5 番・7 番出口には避難者が集中すると考えられる。さらに、1 番・2 番改札口も周辺が狭いために、相当な混雑が予想される。避難時間に関しては、多数の避難者が利用する 1 番・2 番出口への避難時間よりも 10 番・11 番・12 番出口への避難に時間を費やしているのがわかった。これは、B3F からの避難者が 10 番・11 番・12 番出口を利用するためである。

4. まとめ

本解析で得られた結果は、現状の地下駅の構造における最適避難経路交通流である。従って、乗客全員が冷静に、解析が示す経路を通った場合、最適な避難ができることを示すものである。今後は、乗客の混乱や消燈等の境界条件の変化に対応できるようにさらにモデルを改良したい。

参考文献

1)松田・大塚・樗木・大野, 土木学会, 地下空間シンポジウム論文・報告集-第 8 巻-天神地下街における人間の個性差及び相互作用を考慮した群衆の避難行動シミュレーションに関する研究, pp.19, 2003 年 1 月
2)坪郷・朝位・羽田野, 土木学会, 地下空間シンポジウム論文・報告集-第 9 巻-閉じた空間における浸水時避難行動シミュレーションに関する研究, pp.29-30,2004 年 1 月
3)大蔵, コロナ社, 交通工学, pp.52-53, 1993 年 9 月

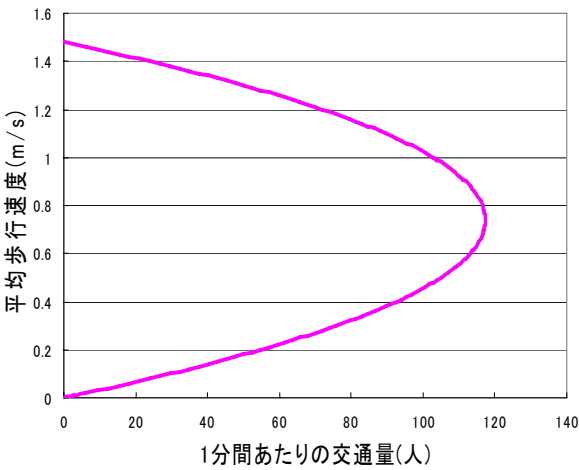


図-3 一般的な Q-V 曲線

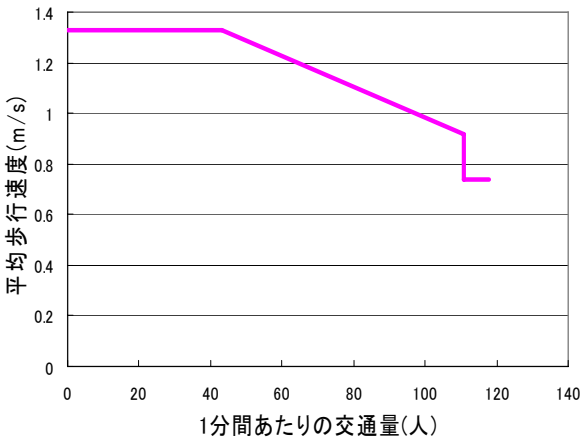


図-4 実用型の Q-V 曲線の一例

表-1 分割配分法解析結果

出口番号	避難者数(人)	所要時間(秒)
1	936	138.8
2	978	137.852
3	577	216.81
4a	475	205.06
4b	442	269
5	825	161.78
6	413	188.55
7	992	188.43
8	308	427.9
9	396	416.15
10	886	212.48
11	232	234.38
12	420	203.48