

京都大学大学院工学研究科 正会員 後藤 仁志

1. 研究の目的

時代の流れに伴い鉄道は人々が気軽に、そして日常的に利用できる公共の交通機関となってきた。特に現代においては、通勤、通学、買い物に利用されるなど、多くの人々にとってなくてはならないものとなっている。鉄道を使用する際に利用者として望むこととしては、車両や駅舎の快適性はもちろんのことであるが、駅周辺を利用する際の快適さについても見過ごすことは出来ない。

本研究では、最も通行者の集中が予想される時間帯においても、建設予定の新駅の駅前広場が歩行者にとって一定のサービス水準を保つ歩行環境を提供できるか否かの検討を目的に、数値シミュレーションを実施した。

2. シミュレーションモデルの概要

検討には、個別要素法をベースにした群集避難シミュレータ^{1), 2)}を用いた。人間および境界壁は、離散要素として取り扱われ、各要素に作用する（人間-人間）および（人間-壁）の相互作用と、人間要素に作用する自立歩行力を評価し時間発展させることで、群集行動が追跡される。人間要素には、物理的な接触だけでなく心理的な影響を考慮した要素間作用力も働くようになっている。また、今回は、図-1 に示すように粒子を 5 つ連結させた「自転車+人」のモデルを導入した。物理的接触により受ける力は人間要素の場合と同じであるが、心理的な接触領域は人間を模擬した粒子からのみ発生する。

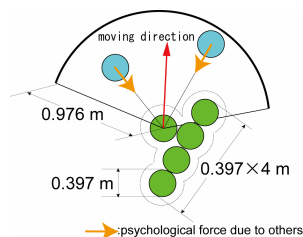


図-1 「自転車+人」のモデル

表-1 シミュレーション一覧

検討ケース	駅利用者数	A-1.2.3の通路幅	データ分析区間	備考
①	8000人	4～7m	A-1.2.3.B.C.D	現計画
②		4m	A-1.2.3	
③		3m	A-1.2.3	
④		2m	A-1.2.3	
⑤	16000人	4～7m	A-1.2.3	
⑥	32000人	4～7m	A-1.2.3	

3. 計算条件及び歩行空間の評価方法

計算是京都市近郊に設置が予定されている鉄道駅の駅前広場を対象に実施した。計算対象領域は、新駅の東側に位置する駅前広場のほか、通行量や動線の錯綜により歩行者のサービス水準が課題となりそうな検討区間を含み、なおかつ列車到着により降車した群集が検討区間までの距離を移動することによる歩行者密度の減少を考慮できるように、改札からの連続的な範囲設定とした。利用者については、通勤・通学主体の帰宅時間のため大人の健常者を対象とし、交通安全上の観点から自転車利用の人は駅周辺では手押しとする。利用者数については、新駅周辺の土地利用状況等と類似した洛西口での観測結果を基に、15 分間のピーク率を求めて 1 日における駅の予想利用者数 8000 人から算出した。ただし、計算の初期状態においては駅前広場に人が存在していないため、15 分間の計算を 2 回連続して実施し、速度や歩行者密度の結果は 2 回目の計算結果を用いた。表-1 に実施したシミュレーション条件の一覧、図-2 に計算対象領域を示す。

なお、今回歩行環境を評価する検討領域は、図-2に示す A1~A3, B~D の区間であり、歩行者密度の評価方法にはサービス水準³⁾を用いた。サービス水準は(人/m²)で表され、A~C が他の歩行者を追い越すことが出来る十分なスペースがある状況、D, E が他の歩行者を追い越す自由は抑制され、速度の低下が顕著となる状況、F は歩行路の容量の限界となっている状況を示す。つまり、サービス水準Cまでであれば、高水準の歩行環境が提供可能な状態と言える。

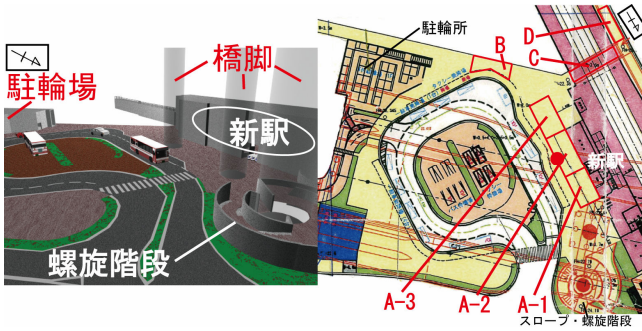
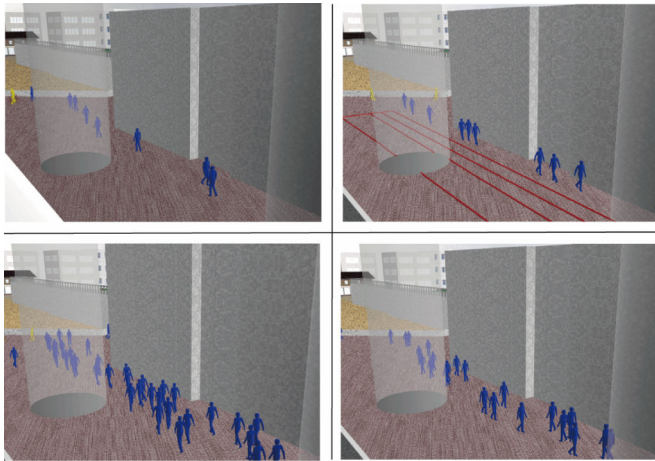


図-2 計算対象領域と検討区間



* 左上から時計回りの順に検討ケース①、④、⑤、⑥(右上図の直線は仮想的な壁を示す)

図-3 スナップショット

4. 解析結果

本研究においては平均歩行者密度と速度の2つの側面から、歩行環境を検討した。図-3に検討ケース①、④、⑤、⑥の区間Aにおけるスナップショットを示す。幅員の減少により、歩行者が直線状に連なって移動する様子や、駅利用者数の増加に伴う混雑がそれぞれの検討ケースにおけるスナップショットの比較により視覚的に確認できる。

表-2に平均歩行者密度および速度を示す。駅利用者数が同じで、幅員が減少した状況の検討ケース①～④に着目する。検討ケース④の区間A-1,2以外の全ての検討区間で、サービス水準がA、もしくはBとなっても平衡速度上限値である1.06(m/s)からの顕著な速度の低下は見られない。一方、検討ケース⑤、⑥に着目すると検討ケース①～④と同様に、密度に関してはそれほど悪くない水準を保持できるが、検討ケース⑥の速度に関しては、顕著な低下が見られる。

これらの点に着眼して図-4に、検討ケース①、④、⑤、⑥の区間A-2で衝突回避をしている人間の割合を時系列で示す。検討ケース①とケース④、⑤、⑥の比較から、他の人間からの影響を受け易くなったため

表-2 平均歩行者密度・速度

* 平均歩行者密度 (人/m ²)				* 平均速度 (m/s)			
検討区間	A-1	A-2	A-3	検討区間	A-1	A-2	A-3
検討ケース①	0.034	0.037	0.024	検討ケース①	1.03	1.04	1.04
検討区間	B	C	D	検討区間	B	C	D
検討ケース①	0.089	0.124	0.157	検討ケース①	1.02	0.95	0.99
検討区間	A-1	A-2	A-3	検討区間	A-1	A-2	A-3
検討ケース②	0.059	0.056	0.047	検討ケース②	1.05	1.02	1.03
検討ケース③	0.079	0.082	0.051	検討ケース③	1.05	0.96	0.98
検討ケース④	0.142	0.165	0.104	検討ケース④	0.88	0.75	1.01
検討ケース⑤	0.072	0.076	0.055	検討ケース⑤	0.91	0.97	0.99
検討ケース⑥	0.199	0.327	0.14	検討ケース⑥	0.72	0.57	0.72

* 〇: サービス水準B 〇: サービス水準C

* 平衡速度の上限値は1.06(m/s)

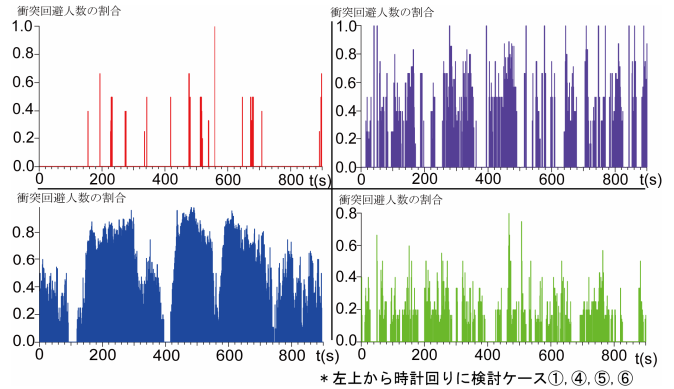


図-4 衝突回避人数の割合

に、速度の低下が起こったことが確認できる。

5. 結論

群集避難シミュレータを歩行環境の検討に活用し、建設予定の新駅の、駅前広場での歩行者流動予測を実施した。現計画案に沿ったシミュレーションの結果、サービス水準の観点から計画の妥当性が確認された。また、計画案に負荷を与えたシミュレーションも実施し、駅前空間の幅員減少や駅利用者数の増加に対する歩行空間の評価も実施した。さらに、結果表示の際にはCGアニメーションが計画の理解に対して有用な支援ツールと成り得ることも示された。今後も、群集避難シミュレータの改良および新たな可能性について模索し続けたい。

参考文献

- 1) 後藤仁志, 原田英治, 久保有希, 酒井哲郎: 個別要素法型群衆行動モデルによる津波時の避難シミュレーション, 海岸工学論文集, 第51巻, pp.1261-1265, 2004.
- 2) 後藤仁志, 原田英治, 久保有希, 酒井哲郎: DEM型群衆行動モデルによる浸水地下街からの避難シミュレーション, 水工学論文集, 第49巻, pp.607-612, 2005.
- 3) 交通工学研究会編: 道路の交通容量, Highway Capacity Manual, (社)交通工学研究会, 1985.