

歩行者シミュレーションによる駅構内の施工計画における評価事例

鹿島建設(株) 正会員 ○三田尚貴 天野和洋 中村泰広

1. 背景と目的

既存駅の改良工事において、旅客の安全性、円滑性に関する課題や改善効果を定量的に評価する手段として、著者らは駅構内における様々な歩行者の挙動を再現できる歩行者シミュレーション「Sim-Walker」を開発し、活用してきた¹⁾。本報では、「Sim-Walker」に待ち行列を表現できるモデルを組み込み、駅ホーム上における流動性評価を行った事例2件について報告する。

2. 歩行者シミュレーション「Sim-Walker」

2.1 基本行動モデル

「Sim-Walker」は人の行動や人同士の相互作用を詳細に再現できるマルチエージェントモデルをベースとしており、歩行中の進路選択について「大域的な経路選択」と「局所的な進路決定」の2段階の意思決定機能を有している(図-1)。まず前者において、階段やエスカレータなど選択可能な経路の中から、距離や経路上の人数に基づいて大域的な経路選択を行う。その上で後者により、柱などの障害物や他の歩行者などを回避しながら経路上の希望方向成分が最も長いベクトルを選択することで、最終的な進路を決定する。

2.2 待ち行列モデル

駅ホームでの電車待ちのような、待ち状態の人数と時間を評価する場合には、待ち行列モデルが必要不可欠である。そこで、格子状のセルから構成されるモデル(図-2)を導入した。本手法では、想定される行列の列数分のセルを表現することができる。各セルの中に入る人数も任意に設定可能であり、待ち行列の最後尾に到達した人は、前のセルに空きができた段階で前に進むことができる。

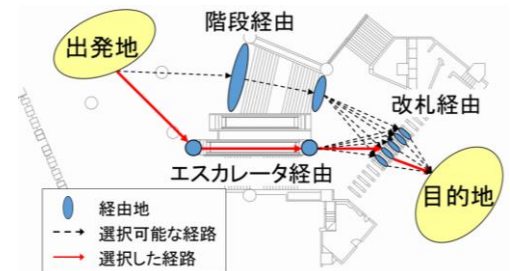
3. 事例①：ホーム通過客がホーム上の流動性に与える影響の検証

3.1 シミュレーション条件

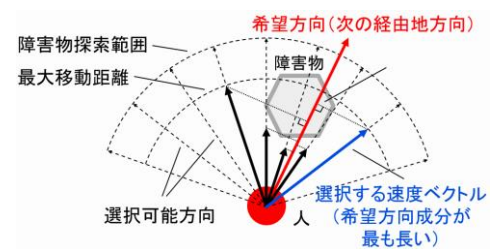
本事例では、列車到着時において、乗換え等に伴うホーム通過客の有無がホーム上の旅客の動線や滞留に与える影響を比較検証した。なお、降車客は改札へ通じる左の階段に向かって退場する(図-3)。

3.2 シミュレーション結果

図-4は、列車到着時の駅ホームの状況をシミュレーションした結果の1シーンである。ホーム通過客の有無によってホーム上の混雑状況に差があることが視覚的にも確認できる。また、図-5にホーム集中度と滞留損失時間のカウンター図を示す。メッシュは $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ として計算した。ホーム集中度はメッシュ毎に旅客密度の時間積分を測定したもので、赤い箇所ほど長時間人の密度が高いことから、利用頻度が高い状態であることを表す。一方、滞留損失時間はメッシュ毎に滞留時間(移動速度が秒速 0.5m 未満)を累計したもので、赤い箇所ほど



<大域的な経路選択>



<局所的な進路決定>

図-1 歩行者行動モデル

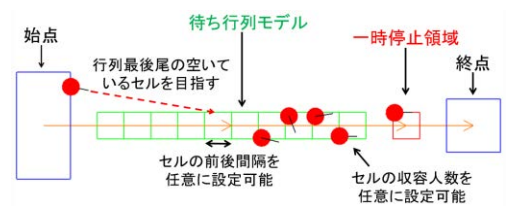


図-2 待ち行列モデル

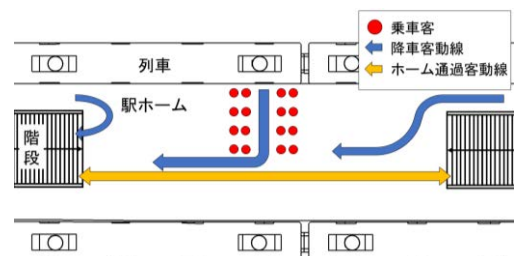


図-3 ホーム上での旅客動線

キーワード 歩行者シミュレーション, 駅, 改良工事, 旅客, 施工計画

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

滞留により低速となる時間が長くなっていることを示す。ホーム密集度では、それぞれホーム中央に利用頻度が高い箇所が確認できるものの、ホーム通過客がいる方がその傾向が強く見受けられる。また、ホーム中央が縞状であるのは、降車客とホーム通過客が乗車待ちの列の間を縫って移動する必要があるためと考えられる。一方、滞留損失時間ではホーム左の階段周辺において階段を上際の移動速度の低下や動線交錯の影響による滞留で長時間低速になっていることが確認できる。

4. 事例②：ホーム上の仮囲いが旅客に与える影響の検証

4.1 シミュレーション条件

本事例では、ホーム上の仮囲いの有無が旅客の移動にどのように影響するのか検証を行った。列車①、②の順に列車が到着し、降車客は左右にある改札に向かって退場する(図-6)。

4.2 シミュレーション結果

図-7 にそれぞれ移動速度と交錯に関するコンター図を示す。移動速度はメッシュ毎の1人あたりの平均移動速度を集計したもので、赤い箇所ほど移動速度が低いことを示す。交錯はメッシュ毎に一人あたりの希望方向と実際に移動した方向の差異の平均を集計したもので、赤い箇所ほど差異が大きく歩きにくい状態であることを表している。ホーム外側に乗車待ちの列があることで空きができたホーム中央において、移動速度が希望速度の秒速1.3mに近い速度となっていることがわかる。一方、交錯では待ち行列に並ぶ乗車客と列車からの降車客との交錯により、列車扉前が歩きにくい状態になっていることが確認できる。また、仮囲いがある方は仮囲い手前に赤い箇所が多く見受けられる。仮囲いにより通路幅が狭くなることから降車客同士で交錯が発生していることを示している。

5. まとめ

本報では、「Sim-Walker」に組み込んだ待ち行列モデルの概要と流動性評価を行った2件の事例を報告した。それぞれの事例で列車待ちの列に待ち行列モデルを適用したことで、乗車客の挙動を表現することができた。

今後、駅ホーム上における待ち行列モデルの精度検証の実施と、駅構内のみならずエレベータホールや食堂などの様々な案件への待ち行列モデルの適用を進めていき、歩行者モデルのさらなる高度化を目指す。

参考文献

- 1) 中村泰広他：駅改良工事における施工中の旅客流動・安全性評価—旅客流動シミュレーション「Sim-Walker」の適用—，土木学会第68回年次学術講演会，VI-271，2013.9.

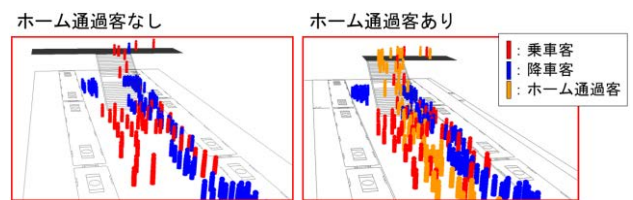
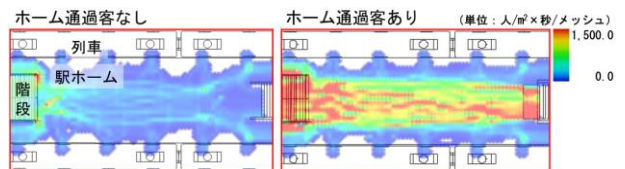
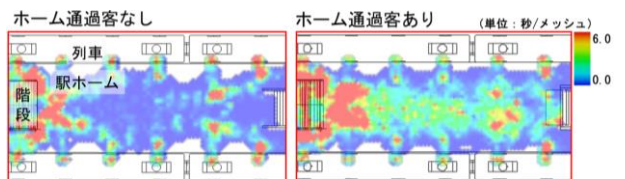


図-4 シミュレーション結果(動画)



〈ホーム密集度〉



〈滞留損失時間〉

図-5 シミュレーション結果(コンター図)

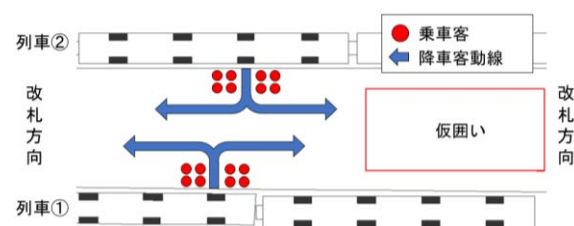
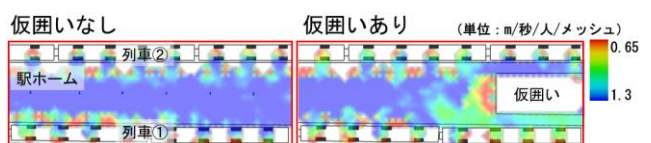
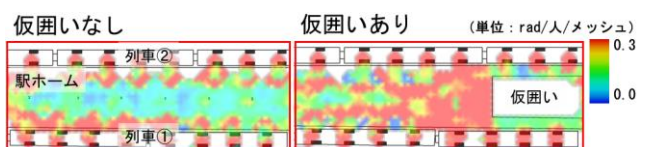


図-6 想定するホーム上での降車客動線



〈移動速度〉



〈交錯〉

図-7 シミュレーション結果(コンター図)