

変動する流動を踏まえた駅前広場内の歩行者混雑度の推移

神戸市 正会員 小林 有太
広島大学 正会員 ○塚井 誠人

1. 目的

大規模駅の構内や駅前広場では、都市間・都市内交通機関との乗り換えばかりでなく、歩行者が快適に滞留できることが望ましい。しかし駅の歩行環境については、歩行者の経路選択や歩行動線上の交錯¹⁾などに関する研究が蓄積される一方で、滞留空間に着目した研究はあまり行われていない。

本研究では、駅前広場に流出入する歩行者に関して、その短時間の流動量の変動を踏まえて、歩行以外で利用可能な余剰空間を求める手法を提案する。

2. データ書式

1) 滞在時間モデルを用いた歩行者流動の推計

既往研究²⁾を参考に、時間帯別断面歩行者交通量から時空間歩行者 OD 交通量を推計するため、広場内滞在時間モデルを推定する。広場への流入・流出地点を i, j 、流入・流出時刻を s, t とすると、時刻 t 、地点 j の流出交通量推定値 $\hat{Y}(t)_j$ は、流入交通量 $X(s)_i$ と歩行者流出地点分担率 $\hat{p}(t)_j$ を用いて、式(1)で表される。

$$Y(t)_j = \sum_s \sum_i x(s, t)_{ij} = \sum_s \sum_i X(s)_i \hat{p}(t)_{ij} \quad (1)$$

ここで、 $\hat{p}(t)_j$ は、式(2)で表わされる。

$$\hat{p}(t)_j = \hat{Y}(t)_j / \sum_{\substack{t=1 \\ t \neq s}}^m \hat{Y}(t)_j \quad (2)$$

時空間 OD 表は、EM アルゴリズムの手順を用いて推定する。まず、地点別・時間帯別の歩行者流入交通量と経路分担率を所与として、式(1)の関係を満たす歩行者滞在時間を最小二乗法によって推定する。得られた時間帯別歩行者流出量を式(2)に代入して、時点 t において広場内に流入・滞留する歩行者が流出する地点への分担率を更新して駅前広場内の滞在

時間モデルを推定し、流入時点以降に滞留する歩行者数を求める。これらの計算は、回数を m 、パラメータ数を L として、収束条件 $(1/L) * \sum \{(|\beta_{m-1} - \beta_m|) / |\beta_m|\} < \varepsilon$ を満たすまで繰り返す。

2) アーク混雑度の算出

各断面を結ぶ歩行者ネットワークを設定した上で最短経路(二番目経路)を dijkstra 法によって算出し、時空間 OD を経路配分する。以下の分析では、設定したネットワーク上の各アークに着目し、式(3)で定義するアーク n の歩行者空間占有率 r_n を指標として、アーク混雑度を算出する

$$r_n = Q_n / \bar{Q}_n \quad (3)$$

ここで、 Q_n は観測時間内にアーク n を通過する歩行者交通量、 $\bar{Q}_n$ はアーク n の最大容量である。なお、アーク n を通過する歩行者流のうち、交通量の多い方向の歩行者流を主流、少ない方を対向流と定義する。そのうえで、対向流の一部については、主流とすれ違う際に 1 人当たりの歩行空間が増大することを考慮し、歩行者密度の割り増しを行った。一方、アーク n の最大容量 $\bar{Q}_n$ は、式(4)より算出する。

$$\bar{Q}_n = \rho \times h \times v \times t \quad (4)$$

ここで、 ρ は歩行者密度、 h は有効幅員、 v は平均歩行速度、 t は観測間隔である。 ρ は正常に歩行可能な空間密度の上限に相当する値である。本研究では、Fruin³⁾の正常歩行可能な領域面積 (2.5 m²/人) を参考に、0.4 人/m² と設定した。

3. 調査の概要

歩行者交通量調査の概要を表-1 に示す。対象地域は広島駅南口広場である。調査時には地上および地下広場に出入りする全断面に対してコードンラインを設定し、広場に流出入する歩行者をカウントした。

キーワード：歩行空間、歩行者混雑度、滞留

連絡先：〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究院社会環境空間部門

e-mail: mtukai@hiroshima-u.ac.jp

表 1 広島駅南口広場の歩行者通行量調査

調査名	広島駅南口広場および地下広場歩行者交通 量調査
日時	10月22日(土) 16:30~18:30
場所	広島駅南口広場・地下広場
方法	10分毎に断面を通過する歩行者を方向別に 計測
サンプル 数	612 (時間×方向別観測数)

歩行者によって駅前広場が混雑している状況を観測するため、広場から東 1.5km に位置する野球場でプロ野球の試合が行われる日を調査日として、試合開始前 1 時間 30 分～開始後 30 分後まで、10 分ごとに方向別の歩行者通行量を観測した。なお当日は、イベント開催に伴うテントの設置によって、中央階段西側の通路の幅が狭まっていた。

4. 分析結果

式(3)では、主流と対向流の交錯を踏まえて、両交通量を合算する必要がある。本研究では、対向流を 1.8 倍（歩行面積が前後に 1.5 倍、左右に 1.2 倍）して、主流と合算した。流入交通量が観測時間帯をまたいで滞留する状況を表示するために、生存時間分析を適用した。経路分担率の初期値は 2 時間集計値から算出する。滞留時間の分布形にはワイブル分布を採用した。流出交通量の相関係数は 0.94 と高く、モデルの当てはまりは良い。モデルの共変量として、昇降回数が得られた。のパラメータは負であり、地上と地下を移動する（階段を昇降する）経路を利用する者の滞留時間が、短い傾向がみられた。

設定した駅前広場ネットワークを図 1 に示す。同図において、赤線で示す 3 アークについて、空間占有率が 100%を超える時間帯がみられた。時間帯別のアーク別空間占有率の推移を図 2 に示す。一方で、これら 3 アーク以外では空間占有率が 60%を下回り、余剰空間が発生していた。

空間占有率が非常に高いアーク 31 において、混雑を解消するために必要な通路幅の拡張を検討する。空間占有率の最大値が 169%であることから、歩行者の正常歩行に必要な通路有効幅員は、現在の 1.69 倍であり、同アークの有効幅員から拡張量を求めると 1.38m である。ただし、調査日のマツダスタジアムの観客動員率は 6 割程度であったことを踏まえると、実際にはより大きな拡張が必要と考えられる。

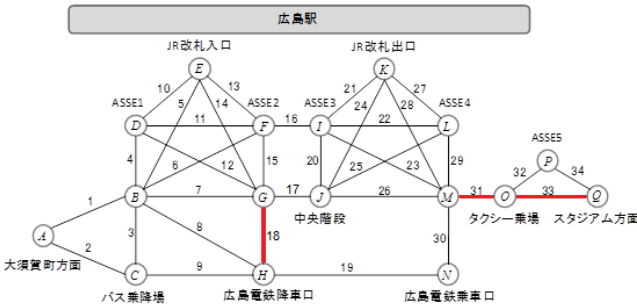


図 1 広島駅南口広場のネットワーク図

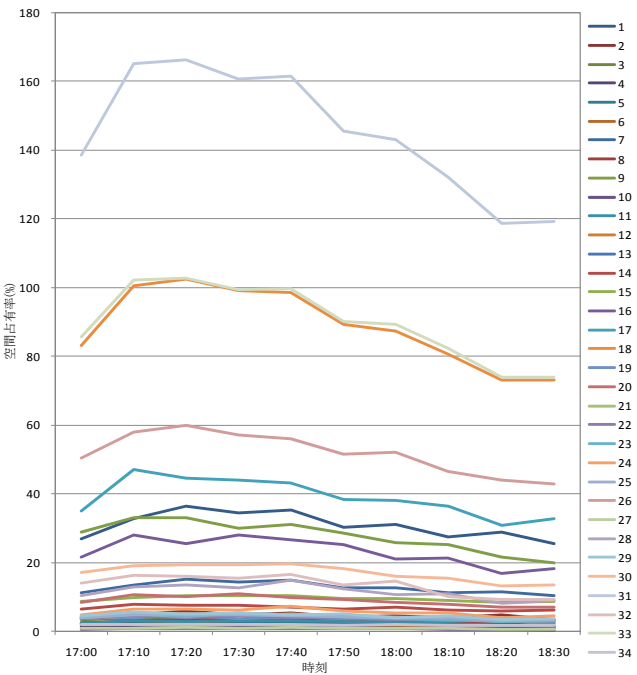


図 2 アーク別空間占有率の時間推移

4. まとめ

本研究では、短時間間隔で収集した駅前広場の交通量データを用いて、駅前広場における歩行者の空間占有率の推移を求める手法を提案した。

今後は、式(3)の歩行者交通量の算出に用いる換算係数に関して歩行者交錯実験を実施する必要がある。

参考文献

- 1) 伊藤雅, 松永弘明: 駅前広場における歩行者流動分析による乗り換え利便性の評価ー広島駅南口を事例としてー, 第 43 回土木計画学研究発表会, CD-ROM, 2011
- 2) 塚井誠人, 辻井啓, 奥村誠: 断面交通量データに基づく滞在周遊行動の分析, 第 32 回土木計画学研究・講演集, 2005
- 3) Fruin, J.: 歩行者の空間ー理論とデザイナーー, 鹿島出版会, 1974