

鉄道駅構内における属性別歩行速度分析*

Walking Speed Analysis according to attribute in Railway Station*

(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 秋吉 健**
 (株)企画開発 正会員 山下 良久***
 東武鉄道(株) 正会員 福田 一太****
 東京理科大学 フェロー会員 内山 久雄*****

1. はじめに

近年、首都圏の鉄道ネットワークは形状としては、概成したと言える。そのため鉄道は、便利な交通手段となっている。一方、鉄道利用者の増加により、朝・夕のラッシュ時には都市部の駅中心に慢性的な混雑が発生している。さらに乗り入れ路線の受け入れや新線建設による、駅構内の立体化、複雑化が歩行者の交錯や滞留を引き起こし、駅構内の歩行空間の快適性が損なわれている。また今後、高齢化の進展や日本の国際化に伴い、鉄道利用者の構成割合の変化が考えられ、鉄道駅構内の歩行空間は今まで以上に快適性が損なわれると予想される。そのため誰もが安全・快適に利用できる歩行空間整備を行う必要がある。

しかしながら、現存の駅 整備は断面交通量や面積算定式により行われており、歩行者を一様に捉えているため、歩行者個々人の挙動を反映した整備方法を考えなければならない。例えば、歩行者の挙動を捉える方法として、歩行者シミュレーションモデルの活用が挙げられるが、現存のシミュレーションモデルでは歩行者属性別の挙動を十分に反映させることは出来ず、モデル精度向上の為に歩行者属性別に挙動分析を行うことが必要である。

そこで本研究では、歩行者を行動人数・年齢層・性別毎に分類し、歩行速度と混雑度（空間モジュール）との関係式の算出を行い、今後の鉄道駅の整備や評価を行う上での一助とすることを目的とする。

2. 分析データ

研究対象となるビデオデータは、平成15年10月19日(日)と20日(月)に東武鉄道春日部駅で実施された

*Keywords: 歩行者交通行動, 属性, 空間モジュール

**正会員, (株)オリエンタルコンサルタンツ

[千葉市花見川区南花園1-11-25, TEL: 043(296)3468]

***学生会員, (株)企画開発

****正会員, 東武鉄道(株)

*****正会員, 東京理科大学理工学部土木工学科 教授

歩行者流動調査で得られたものである。分析対象エリアは春日部駅 2 階北側連絡通路で、時間帯は AM.6:30~AM.8:00 の朝のラッシュ時間帯であり、取得した歩行者数は2,684 人であり、使用した歩行速度のデータ数は34,066 サンプルである。

3. 分析方法

本研究では歩行者の属性を考慮するために、歩行者の属性毎に歩行速度を算出している。歩行速度の算出方法は、手動で取得した座標データを用いて 0.5 秒毎に歩行者の移動距離を算出し、それを移動時間 0(5 秒)で除した値を歩行速度としている。またこれまで歩行空間内の混雑度を表す指標として、空間モジュール M が用いられてきたが、これでは人間が混雑に対して感じる感覚量が表現されているとは言えない。そこで本研究では空間モジュール $M[m^2/\text{人}]$ に常用対数を取ったもの $m(=\log_{10}M)[m^2/\text{人}]$ を空間内の混雑度を表す指標として用いることで人間の感覚量を表現している。空間モジュール $M[m^2/\text{人}]$ と $m(=\log_{10}M)[m^2/\text{人}]$ の対応表は表-1 に示す。

表-1 空間モジュールと歩行状況の説明

空間モジュール $[m^2/\text{人}]$	$m(=\log_{10}M)[m^2/\text{人}]$	歩行状況
3.5~	0.54~	遅い歩行者を追い抜いたり、各々が好きな歩行速度を自由に選択出来る状態。
2.5~3.5	0.40~0.54	大部分の歩行者が同じ方向に歩いている流動ならば、他の歩行者を追い抜くことが可能な状態。対向流や交差流の存在する空間では、衝突の可能性がわずかにある。
1.5~2.5	0.18~0.40	各自が歩行速度を選択したり、追い抜いたりする自由度は制限される。対向流や交差流の存在する空間では、衝突の生じる可能性が高い。
1.0~1.5	0~0.18	遅い歩行者を追い抜いたり、衝突を避けることが困難なため、大部分の歩行者は歩行速度が制限され低下する。対向流や交差流に巻き込まれると衝突の危険にさらされ、その動きは極度に制約を受ける。
0.5~1.0	-0.30~0	全ての歩行者は自分の通常の歩行速度では歩けず、足取りも頻繁に変えなければならない状態。

4. 分析結果

図-1~図-5 に各属性の平均歩行速度と混雑度の関係式を示す。グラフ上の数式は回帰分析により求めた多項近似式であり、 R^2 は決定係数である。

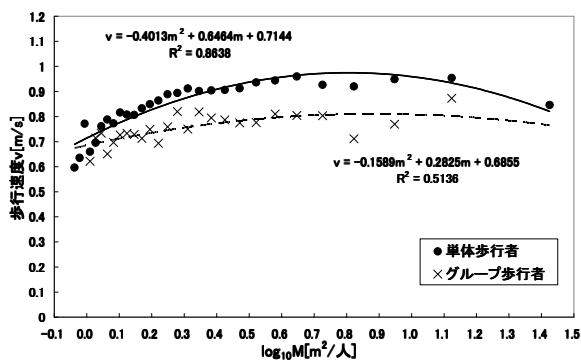


図-1 歩行速度と混雑度の関係式1)

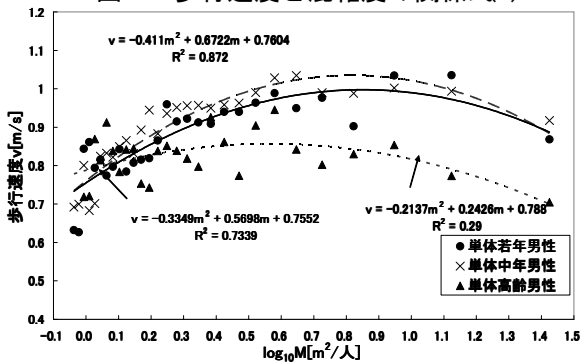


図-2 歩行速度と混雑度の関係式2)

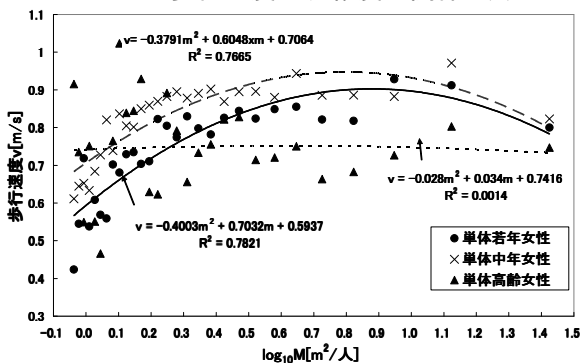


図-3 歩行速度と混雑度の関係式3)

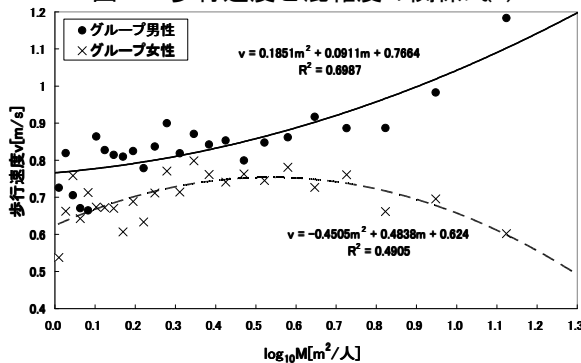


図-4 歩行速度と混雑度の関係式4)

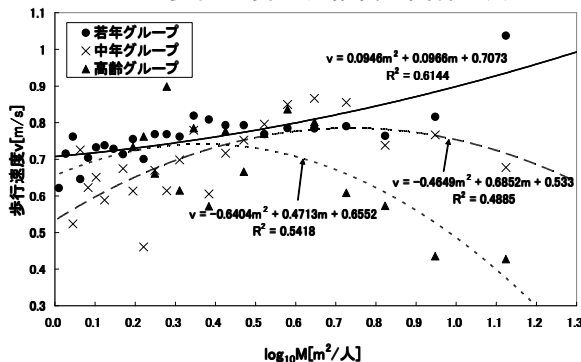


図-5 歩行速度と混雑度の関係式5)

歩行者全体の歩行速度の特徴としては、混雑度が高く自由歩行が困難な状況と混雑度が低く自由歩行が可能な状況下では歩行速度が低く、追い抜き等が可能な自由度のある混雑下での歩行速度が高いことから、各属性の歩行速度 v と空間モジュール m の関係式を二次式で表している。

行動人数毎にみると単体歩行者とグループ歩行者では、単体歩行者の速度が高く、グループ歩行者は行動相手のうち、最も速度の低い歩行者に合わせる傾向があるため速度は低い。

単体歩行者を年齢層別にみると、男女共に中年層・若年層・高齢層の順で歩行速度が高く、高齢層は他の年齢層に比べて速度が非常に低い。次に性別毎にみると、すべての年齢層で女性より男性の歩行速度の方が約0.1m/s大きく、グラフはほぼ同じ形状である。また高齢層では、女性の歩行速度が男性よりも非常に低く、どちらの歩行速度も混雑度に関わらずほぼ一定である。

グループ歩行者は、グループ歩行者全体でみると混雑時も閑散時もほぼ同程度の歩行速度である。また年齢層別にみると若年層と中年層は混雑時よりも閑散時の歩行速度が高いが、高齢層は混雑時よりも閑散時の歩行速度が低い。さらに性別毎では女性より男性の速度が高く、女性は高齢層と同様に閑散時には歩行速度が低下する傾向にある。

5. おわりに

本研究では、各属性の平均歩行速度 v と混雑度 $m (= \log_{10}M)$ の関係式を算出した。これまで歩行速度の関係式は、線形一次式であると判断されていたが、本研究により各属性の歩行速度と混雑度の関係式が非線形(二次式)で表されることを明らかにした。また算出した関係式のうち、単体歩行者の決定係数 R^2 は0.700以上、グループ歩行者の決定係数は0.500前後の結果が得られている。高齢歩行者に関しては決定係数が非常に低く、更なる精度の向上が必要であると考えられるが、個々の属性を細かく分類し得られた本研究の成果は、歩行者シミュレーションモデルの精度向上の一助となる有用な知見となると考えられる。

【参考文献】

- 1) JOHN J. FRUIN: 歩行者の空間～理論とデザイン～, 鹿島出版社, 1974, pp.45-91
- 2) 松田ら: 歩行者属性を考慮した都市内回遊行動における歩行速度についての分析, 交通工学研究発表会論文報告集 No.24, pp.313-316, 2004