

IV-120

旅客の歩行現象に関する交通工学的考察

東京理科大学 学生員 ○桜井 章生

東京理科大学 正 員 内山 久雄

日興投信㈱

田中 克哉

1. はじめに

近年、大都市での鉄道網の発達に伴い鉄道駅の利用者が増加し、混雑の激しさが増してきている。また、鉄道の乗降客の他に、新たに鉄道間の乗換を目的とする旅客も加わり、駅内での歩行者の流れが複雑化し、動線の交錯部での歩行者の滞留等も数多く見られる。しかし、駅混雑に対する改善策を講ずる場合、駅施設の拡充は用地面やコスト面での制約が多く簡単に実施出来るものではない。そこで、複雑に交錯した歩行者の流れを現状の駅施設内で整理し、スムーズに流れるように誘導する方策が考えられる。この方策は従来からよく言われてきているが、しかし、対症療法的に歩行者の流れの誘導を行っている駅はいくつかあるものの、総合的に歩行者の流れの計画、誘導を行っている所は少ない。その原因の一つとして、歩行者の流れが定量的に捉えられていないことが挙げられる。

そこで、本研究では鉄道駅での歩行者の流れそのものを分析対象として定量的に把握し、乗換移動も含めた駅混雑緩和のための一つの足がかりを得ることを目的とする。

2. 観測方法

群衆の歩行者の平均歩行速度を V (m/分)、歩行者の群衆密度を ρ (人/m²)、歩行者通路におい

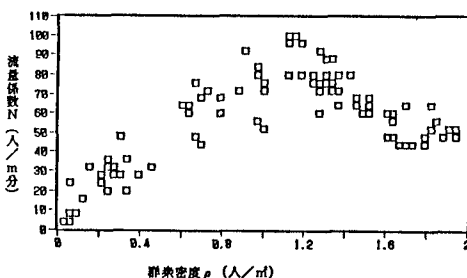
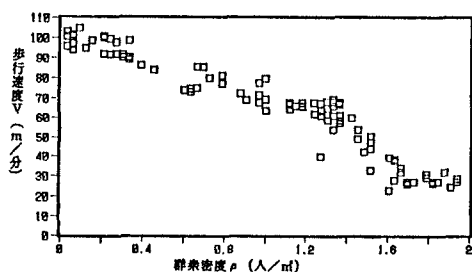
て単位時間あたりの断面歩行者交通量を P (人/分) 単位時間、単位幅員あたりの断面歩行者交通量を流量係数 N (人/m・分) として、歩行者流動の基礎方程式を次の式とする。

$$N = V \cdot \rho$$

また、歩行者の流れは分岐、合流、交錯等があり複雑であるが、本研究では分岐、合流等のない幅員が一定の歩行者通路を考え、そこでの歩行者の流れを一方方向と二方向の二つの場合に単純化して分析を行うこととする。本研究においての観測方法は、この二つの状況が典型的に現れる場所で様々な歩行者数の状態での流動状況をビデオに収録し、それをモニターで再生しつつ、歩行速度、群衆密度、流量係数を測定する方法としている。その際、人間の歩行行動に大きく関係している時間価値や肉体的条件、心理状態の差異をなるべく減らすため、通勤者の多い集団における、特に流れに対し特異な歩行を行っていない20～30歳代の男性をサンプルとしている。

3. 分析結果

群衆密度 ρ と流量係数 N の関係を図-1に示す。これより、流動量は群衆密度が増加するのに伴い増加してゆき、群衆密度が1.1人/m²付近において最大となる。しかし、さらに群衆密度が増加し物理的な歩行空間の余裕がなくなると流れは逆に減少していくことが示されている。

図-1 群衆密度 ρ と流量係数 N 図-2 群衆密度 ρ と歩行速度 V 

次に群衆密度 ρ と歩行速度 V との関係を図-2に示す。群衆密度の小さい時の歩行速度はあまり変化しないが、群衆密度が増加し歩行空間の余裕がなくなるにつれ、歩行速度は減少していく。この結果、歩行速度を群衆密度で説明する実験式は、直線回帰よりも指数回帰の方がその関係を良く表している。

（表-1）

また、流れが一方方向の場合と二方向の場合とを比較すると、群衆密度が小さい時は二方向の歩行速度の減少度は一方向のそれと差がないが、群衆密度が大きくなると二方向の歩行速度の減少度は一方向のそれより大きい（図-3）。これは、群衆密度が小さい時は歩行空間の余裕を利用して歩行者は各々の意志により互いに避けて通行する、いわゆる内部摩擦のない状態であるのが、群衆密度が大きくなり歩行空間の余裕が狭くなるにつれて自由に避けることが出来ず、内部摩擦が発生している状態にあるためと解釈できる。

4. 適用例

JRと東武線の乗換駅である柏駅における朝の通勤ラッシュ時の歩行者数最大の動線は、東武改札口からJR改札口へ移動する動線である。しかし、この動線は他の動線と交錯している。このため、例えばこの動線を他の動線との交錯を減らすように変更（図-4）し、それによる乗換移動時間の短縮時間を上述の実験式で算出し、現状との比較を行った。その結果を表-2に示す。これより一人あたりオフピーク時では7.6秒、ピーク時には17.5秒の乗換移動時間の短縮が期待できることが示される。

5. おわりに

本研究では、実測して得られたデータより鉄道駅での歩行者の移動現象を定量的に把握することができ、基礎的な実験式を提示した。また、これより、駅混雑緩和に際し、駅施設そのものの改善というハード面だけでなく、より交錯の少ない動線への変更といったソフト面での対応による効果を測り得ることが示された。歩行者の流れに関する更に詳しい分析が必要であることはいうまでもないが、こうした考え方は現在の駅混雑の緩和のみならず、今後、鉄道駅

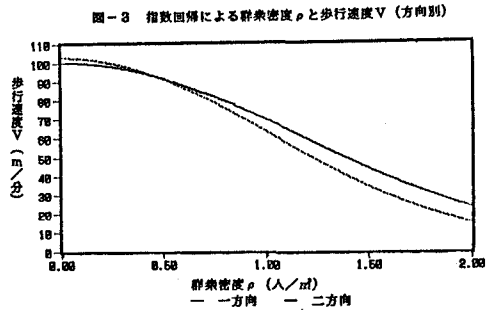


表-1 群衆密度 ρ と歩行速度 V の実験式

流れ方向	回 帰 式	相 関 係 数
一方向	直線： $V = -38.74\rho + 105.62$	0.9487
	指数： $V = 100.3 \cdot \text{EXP}(-0.3612\rho^2)$	0.9544
二方向	直線： $V = -40.97\rho + 109.70$	0.9163
	指数： $V = 103.0 \cdot \text{EXP}(-0.4813\rho^2)$	0.9233

図-4 柏駅朝ラッシュ時の乗換移動動線

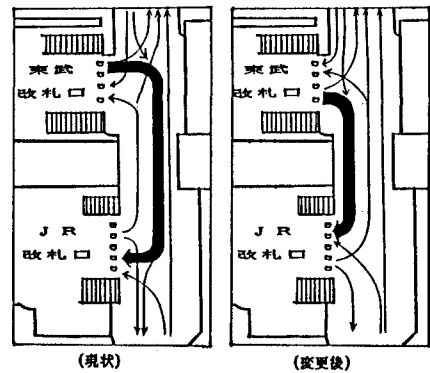


表-2 実験式による乗換移動時間

	実測値	実験式による移動時間推定値		
		現状	動線変更後	短縮時間
ピーク時	70.3	68.5	51.0	17.5
オフピーク時	32.0	28.5	20.9	7.6

（単位 秒）

の施設計画を行う際にも適用されるべきであろう。