

学生会員 大前浩司

正会員 原田 昇

フェロー会員 太田勝敏

1 研究の動機と目的

空間は、最適を目指して設計される。工学的に設計されるからには、数字を必要とする。ところが、数字を扱う話になると、歩行という交通手段は非常に立場が弱い。

例えば、軌道系交通や自動車交通は線路幅や自動車幅などそれ以上譲歩不可能な数字を有する。ところが一方、歩行交通は多少の不利な条件ぐらゐは交通主体(歩行者)が吸収してしまう。この結果、設計過程において、数字的主張のある他の交通手段に幅をきかされ、歩行者空間は不利であった。本研究は、この風潮に歯止めをかけることを大きな目的としている。

2 歩行者サービス水準

2.1 既存の歩行者サービス水準

既存の歩行者空間の設計基準の代表的なものはフルーインがその著書「歩行者の空間」(1971)で提唱した歩行者サービス水準である。

- サービス水準A: $M = 3.25 \text{ m}^2/\text{人}$ 以上
遅い人を追い抜いたり、好きな歩行速度を自由に選択できる十分な面積がある。
- サービス水準B: $M = 2.3 \sim 3.25 \text{ m}^2/\text{人}$
対抗流や交差流のあるところでは衝突の可能性がわずかにある。
- サービス水準C: $M = 1.4 \sim 2.3 \text{ m}^2/\text{人}$
追い抜きや速度選択の自由は制限される。
- サービス水準D: $M = 0.93 \sim 1.4 \text{ m}^2/\text{人}$
追い抜きや衝突回避は困難で、大部分の歩行者の速度は低下する。
- サービス水準E: $M = 0.46 \sim 0.93 \text{ m}^2/\text{人}$
すべての歩行者が通常の歩行速度では歩けず、足どりに頻繁に変えねばならない。
- サービス水準F: $M = 0.46 \text{ m}^2/\text{人}$ 以下
もはや、コントロールを逸した交通麻痺であると言える。

(M は歩行者空間モジュールと呼ばれ、1人当たりの歩行面積。歩行密度の逆数)

2.2 歩行者サービス水準の考え方

本研究では、歩行者の快適さを次の式で表されるものとして考える。

$$(\text{快適さ}) = \sum_n f_n (\text{物理的要因 } n) + \sum_n g_n (\text{心理的要因 } n) \quad (\text{式 } 2.1)$$

物理的要因: 歩行者に物理的反応を強いる要因

心理的要因: 歩行者に心理的反応を強いる要因

さらに、サービス水準が快適さの変動に基づいて設定されるべきであることを考慮すると、重要なのは、(快適さ)の変動である。(式2.1)の変動を表し、本実験で扱う歩行密度を Σ 記号の外へ出したのが、(式2.2)である。

$$\Delta(\text{快適さ}) = \Delta f_1 (\text{歩行密度}) + \sum_n \Delta f_n (\text{その他物理的要因 } n) + \Delta g_1 (\text{歩行密度}) + \sum_n \Delta g_n (\text{その他心理的要因 } n) \quad (\text{式 } 2.2)$$

フルーインのサービス水準は Δf_1 (歩行密度)が他の要因による変動を凌駕するという仮定のもと成り立つものである。

2.3 既存の歩行者サービス水準の難点

既存のサービス水準の難点は、最高水準でもまだ十分に快適でない、ということである。歩行者は $3.5 \text{ m}^2/\text{人}$ 程度の密度では、物理的制約こそ受けないものの、まだまだゆとりと歩くことはできない。このことは、次の記述より明らかである。

しかし 4 m^2 という面積は歩行の方向と速度にかなりの自由があるとはいえ、混雑していない状態ではないということは注意しなければならない。このような近接した間隔のもとでは肉体的な衝突や速度の制約はほとんど避けることができるとしても、自分の周囲の人々の存在ははっきりと意識するし、それらの人々と絶えず何らかの干渉がある。雑踏のなかを歩くと疲れるのは多少なりとも干渉を被るせいであると心理学者はいつている。(プシュカレフ「歩行者のための都市空間」1973)

つまり、フルーインが水準Aとした範囲をさらに細かく区分する必要がある。このとき、水準

A以上のサービス水準区分に用いる変数は物理的要因ではなく心理的要因である。いくつか考えられる心理的要因のうちの一つの指標として、歩行者が強いられる歩行者相互干渉（歩行者どうしの衝突回避行動）の頻度を扱う。

3 本郷で歩行実験

3.1 実験法

実験目的： g_n （心理的要因 n ）を観測する。

実験では、水準A内で、歩行経路変更として観測されにくいほどにスムーズな衝突回避行動を、実験者に感知できるようにすること、他の心理的要因の影響を最小限に抑えることが必要となる。

実験場所：東京大学本郷工学部 14 号館前
 営団丸の内線本郷三丁目駅前
 実験日時：平成 10 年 1 月 26 日～2 月 9 日
 午後 1 時～午後 4 時
 被験者：大学生 20 人（男 12 人、女 8 人）
 実験手順：① 被験者にまず工学部 14 号館前に設けた 52m のコースを計算問題（2 桁 + 2 桁）を解きながら 2 往復してもらう。片道毎に所要時間と成績を記録し、1 人当たり 4 サンプルとする。
 ② 本郷三丁目駅～本郷通りのコース（長さ 52m、有効幅 4 m）を 5 往復してもらうのを被験者の頭上からビデオ観測する。1 人当たり 5 往復 10 サンプルとなる。
 ③ ビデオで所要時間と歩行者密度、歩行経路変更回数を計測する。

3.2 実験結果

実験の結果分析の末、水準Aを達成する歩行者交通流には、左側通行が自然形成されるものと、そうでないものがあり、それぞれ、異なる性格を示すことが判明した。左側通行発生率 D は、歩行密度 ρ （人/㎡）を変数に（式 3.1）のように表される。

$$D = 1 / \{ 1 + \exp(-22.35\rho + 4.802) \} \quad (\text{式 3.1})$$

左側通行発生率をもとに、歩行状態次の 3 つに区分できる。

1) 歩行密度 $\rho = 0.33$ 以上

$$(M = 3.0 \text{ (㎡/人) 以下})$$

この密度では、左側通行は観測されない。従来の歩行者サービス水準でも B 以下に当たり、（快適さ）変動の主要因は物理的要因である。つまり、歩行者の不満足は歩行経路に表われるとされ、従来から研究が進んでいる。

2) 歩行密度 $\rho = 0.125 \sim 0.33$ （人/㎡）

$$(M = 3.0 \sim 8.0 \text{ (㎡/人)})$$

この段階では、左側通行が発生する場合がある。従来の研究では、歩行者が物理的制約を受けることはないと言われるが、左側通行が自然発生する場合があるところをみると、心理的な相互干渉は免れていない。

左側通行が発生した場合、歩行者に若干の物理的制約が残るが、その代わり回避行動が 2～3 回/分と、少ない。

左側通行が発生しないときは、速度制約は少ないが、回避行動の頻度は大きい。それは（式 3.2）で算出できる。

1 分当りの回避行動数（式 3.2）

$$K \text{ (回/分)} = 0.05334v + 31.10\rho - 4.201$$

歩行速度 v (m/分)
 総歩行者密度 ρ (人/㎡)

3) 歩行密度 $\rho = 0.125$ （人/㎡）以下

$$(M = 8.0 \text{ (㎡/人) 以上})$$

もはや、左側通行も発生せず、物理的制約はない。このランクでも回避行動数を（式 3.2）に従い、歩行速度と歩行者密度で計算できる。しかしその結果は高々 2～3 回/分に過ぎず、このレベルでは、天井の高さ、明るさなどのような他の心理的要因の方が、重要な変数であると考えられる。

4. まとめと今後の課題

本研究は、歩行者の快適さに作用する、ありとあらゆる無視できない要素の一つを扱ったに過ぎないので、今後補足すべき研究は数多い。具体的には、片寄りない被験者集めから、（式 2.1）の洗い直し（はたして快適さが線形式で算出できるか）や、研究対象以外の要因による誤差を扱う手法など、これから解決せねばならない問題である。

参考文献

- ジョン・J・フルーイン「歩行者の空間」 鹿島出版会 1974
- ボリス・S・プシュカレフ「歩行者のための都市空間」 鹿島出版会 1977
- 吉岡昭雄「道路歩行空間の設計に関する交通工学的研究」東京大学学位論文 1979