

業務地区における歩行者空間の施設整備に関する基礎的研究*

A Study on Facilities Preparation of Pedestrian Space in CBD Area*

高石光博**・榛澤芳雄***・小山茂****

By Mitsuhiro TAKAISHI**, Yoshio HANZAWA*** and Shigeru KOYAMA****

1. はじめに

今日の都市計画道路の整備は、旧道については財政等の制約によって道路と用途が一体化せず、区画整理事業のみによって整備がなされてきている。以上のような状況下で高度利用が進展している業務地区に歩行者空間のネットワークを形成するためには、膨大な資料作成が必要である。

建設省地方道路課は、この状況を勘案し、「くらしとみちづくり（地域を限定して歩行者優先の道路、広場を一括整備する補助事業）」を平成7年度予算の概算要求に盛り込むことを明かにし、実施規模を20%～50%程度と定めた。この通達により、今まで行なわれてきた歩行者ネットワークの計画が簡便で大規模なものにすることを可能とした。

しかし、この補助事業を申請するにあたり、対象地区における歩行者ネットワークの有効利用が当然期待されるが、その効果を的確に計測できるシステムはまだ開発されていない。また、現在数多く整備されている空中歩廊・地下街等の立体的な歩行者空間の施設整備の効果は、施設整備後の地区を利用する歩行者の利用実態を分析する必要があるが研究例は少ない。

そこで本研究では、例として立体的な歩行者空間の施設整備が進展している業務地区を取り上げ、歩行者施設の利用実態について分析を行ない、歩行者ネットワークの一部として有効に機能しているかどうか検討することを目的とする。特に立体的な歩行者空間の施設整備が重要視されると考えられる昇降設備（エスカレータ）を対象とする。

2. エスカレータの変遷

エスカレータの原形となるものは1900年のパリ万国博に登場し、わが国では大正3年に商業施設内に設置されたが、本格的な導入は昭和20年代末からであった。この頃、傾斜角30度、運行速度27m/分、有効幅1200mm（踏段幅1000mm）の1200形、有効幅800mm（踏段幅600mm）の800形等の基本が作られた。その後、昭和39年には交通機関への公共投資額の増加によって、駅やターミナルビルへの設置が行われた。昭和40年代に入り、地下鉄駅等においては高揚程エスカレータも登場した。また、増加する歩行者通行量への対応と機能向上によって運行速度は30m/分となり、輸送能力は10%向上、混雑時には運行速度を40m/分に切り替えができるものも現われた。昭和51年には、初めて錦糸町駅前の横断歩道橋にエスカレータが設置された。折しも駅前再開発での人工地盤導入に伴い、エスカレータの設置は積極的に行われ、歩行者ネットワークの一部として機能するようになった。

3. エスカレータの問題点

登場以来、上下移動の主要施設として機能してきたエスカレータだが、歩行者ネットワークに取り込まれ、歩行経路の一部としての機能が要求される中では、次のような問題点が考えられる。

①エスカレータの輸送能力を超える需要発生時に生ずる待ち行列。②待ち行列発生時における錯綜行動。③階段と併設する場合の歩行者の選択行動の不明確。

エスカレータは輸送能力以下の通行量の時は快適性の提供が可能であるが、それを超えた時には歩行経路上のボトルネックとなることが考えられる。また、待ち行列、歩行者の錯綜行動等を考えると、乗降場での滞留空間の確保も必要と考えられる。

* キーワーズ：業務地区、昇降設備、歩行者ネットワーク

** 学生員，日本大学大学院理工学研究科交通土木工学専攻

*** 正員，工博，日本大学理工学部交通土木工学科

**** 正員，工修，日本大学理工学部交通土木工学科

（船橋市習志野台7-24-1，TEL&FAX 0474- 69-5219）

4. 幕張の昇降施設における調査概要

調査は、幕張新都心において朝の歩行者交通が1方向に多く流れる時間帯と、日中の両方向通行量がほぼ変わらない時間帯に、昇降エスカレータと階段が併設された施設の乗降状況をビデオ撮影した。そして、エスカレータ乗り場における交通流の基礎的な要素（歩行者通行量、歩行速度、歩行者密度）の関係を解析する。

5. 調査結果

(1) 歩行者交通量

図-1に、昇り方向施設選択率と5秒間通行量の関係を示す。この場所は、上下方向のエスカレータと階段が併設されている。調査時間はAM8:10～9:46、全昇り方向通行量2409人中2142人と、約9割がエスカレータを利用している。歩行者は5秒間通行量が6人を越えると待ち行列を意識し、階段を選択することが確認できる。図-2に、調査時間AM8:10～9:49における降り方向のエスカレータ乗り場での選択確率を示す。全降り方向通行量3857人中のエスカレータ利用者は約6割の2464人であり、昇りと比較して降りることへの抵抗の低さが伺える。しかし、階段の選択確率は緩やかではあるが、5秒間通行量が増えると増加する傾向にある。歩行者は降りる時のエスカレータの選択意識は昇りに比較して低いが、明らかにその場の混雑状況を考慮し行動していると考えられる。図-3に、エスカレータ乗り場での通行量変化を示す。エスカレータと階段が併設されている場所において、どのように流れるかを示すもので、5秒間毎の通行量の変化である。ほとんどの歩行者がエスカレータを選択しているが、5秒間通行量が9人を超え待ち行列が発生すると階段の選択が行われ、階段通行量の増加に伴いエスカレータ通行量は減少する。通行量がピークを過ぎると階段通行量は減少し、全ての歩行者が再びエスカレータを選択するようになる。このような歩行者流動の現象は歩行者通行量が密、すなわち群状態のときに起こる。通行量がエスカレータの処理能力を上回ると明らかにエスカレータは歩行経路におけるボトルネックとなっている。

(2) 歩行速度・密度の関係

図-4に、昇り方向のエスカレータ乗り場にお

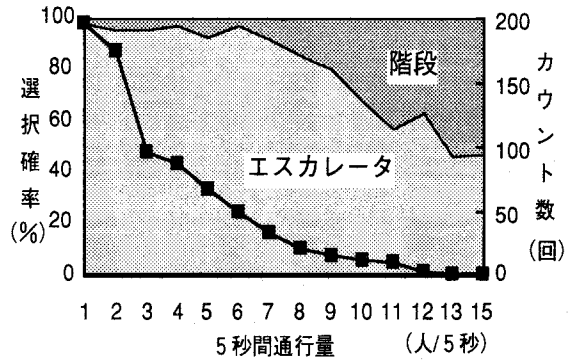


図-1 昇り方向施設選択確率

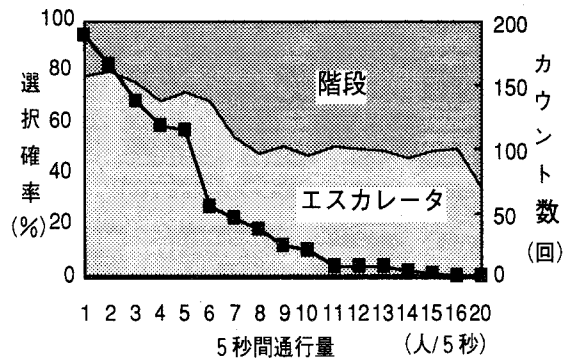


図-2 降り方向施設選択確率

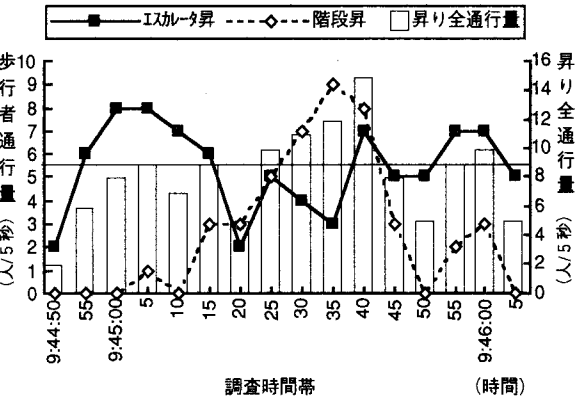


図-3 エスカレータ乗り場での通行量変化

る、歩行者の速度と密度の関係を示す。歩行速度と歩行者密度との関係を一次回帰した結果は0.90を示し、両者には高い相関があると考えられる。回帰式のy切片1.30は自由歩行時の速度を表しており、一般歩道上の歩行者を対象とした既往の観測結果と比較して多少低い値となっている。今回対象とした場所

がエスカレータ乗り場であることを考慮すれば、速度の低下は当然起こる現象である。ここで、方向係数0.38をy切片1.30で割った値は0.29m²/人であり、交通流が停止した速度0状態での歩行者一人あたりの最小空間はかなり高密度である。また、歩行者密度1.5人/m²を境に密度が低い状態とそうでない状態に分けることができる。歩行者密度1.5人/m²というのは、図-1でも示したように階段選択者が現われる歩行者通行量5秒間あたり9人の密度状態である。階段選択者が通行量の増加にともない、歩行速度の低下と歩行者密度が高い状態で階段を選択していることが伺える。

(3) サービス水準の提案

図-5に、昇り方向のエスカレータ乗り場における、歩行者密度ごとの歩行速度の状態を示す。これは、エスカレータ乗り場の密度がどの程度のときに階段選択者が現われるかを示したものである。歩行者密度が0.68人/m²以上で、最大歩行速度の急激な低下が確認できる。また、歩行者密度が1.50人/m²付近を境に、それ以上の密度状態で階段を選択する歩行者が多く存在している。ここでのエスカレータの運転速度は30m/分(0.50m/秒)であり、密度が高くなるにしたがい歩行速度はエスカレータの運転速度に近づき、やがて下回る。階段選択歩行者全体の平均歩行速度は1.13m/秒であり、エスカレータを選択している歩行者の多くはそれ以下で歩行している。

そこで本研究では、エスカレータ乗り場における歩行者密度のサービス水準を、歩行者密度0.75未満のA水準、0.75以上1.50未満のB水準、1.50以上のC水準と、3段階として提案する。A水準では歩行者は自由速度での歩行が可能で、大多数がエスカレータを選択し速度低下はほとんどない自由状態といえる。B水準では、エスカレータに乗るための速度低下は避けられず自由速度での歩行が困難となる。また、待ち行列が形成され始め階段選択者が現われる遷移状態といえる。C水準では、歩行速度はエスカレータの運転速度に影響されるようになり、やがて下回るまで低下する。この状態は、エスカレータに乗る3～4m手前から、エスカレータに乗っていると変わりないほどで、待ち行列に新たに加わる歩行者はほとんどいない。その結果、階段の5秒間通行量がエスカレータを上回るようになり混雑状態といえる。

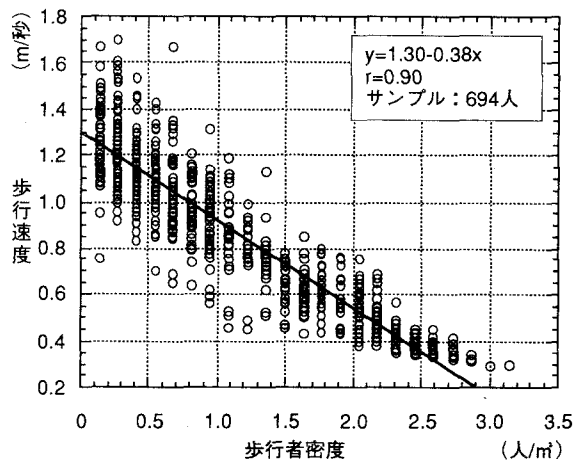


図-4 歩行者密度と歩行速度の関係

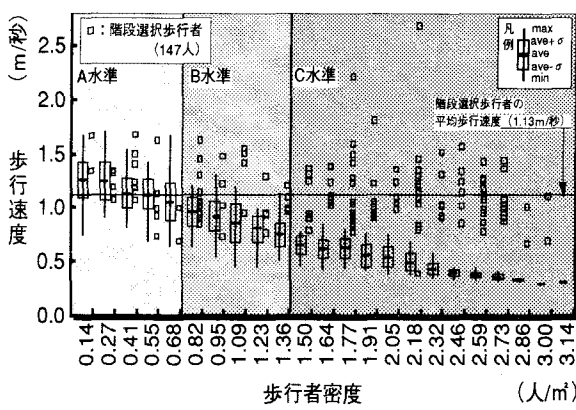


図-5 歩行者密度ごとの歩行速度変化

表-1 エスカレータ乗り場でのサービス水準の提案

サービス水準	歩行者密度 (人/m ²)	現象	状態
A	0.75未満	各個人が自由速度で歩行可能で、大多数の人がエスカレータを選択する	自由
B	0.75以上 1.50未満	エスカレータ乗り場に待ち行列が形成され始め、階段を選択する人が現われる	遷移
C	1.50以上	完全に待ち行列が形成され、歩行速度はエスカレータの運転速度に近づき、やがて下回る。5秒間通行量は階段がエスカレータを上回る	混雑

(4) エスカレータ運転速度

現在のエスカレータの規格は、その幅により800型、1200型などがある。今回調査したエスカレータは、1200型が30m/分の速度で運転されていた。エス

カレータの公称輸送能力は式-1で計算されている。このエスカレータは1時間あたり約6600人の輸送能力がある。これを5秒間の輸送能力に換算すると9.2人である。

$$C = \frac{N \times S \times 60}{B} \quad (\text{人/時}) \cdots (\text{式-1})$$

ただし、実際の交通量計算にはこの値の75%を実行輸送力として用いる。

ここで

C: エスカレータ輸送能力 (人/時)

N: ステップあたりの乗客数 (2人: 1200型)

S: 運転速度 (m/分)

B: ステップの奥行 (0.406m: 1200型)

調査時間AM8:10~9:46で5秒間通行量が9人を越えた時間は44回と、ほぼ1群が通過する際の通行量がピークとなる時であった。この時発生するエスカレータ乗り場の待ち行列を解消する方法として、エスカレータの運転速度を40m/分へ改善した場合を考える。エスカレータの試乗試験を行った研究²⁾によれば、30m/分の運転速度を遅すぎると感じている人が圧倒的に多く、40m/分ではちょうど良いと感じている人が全体の65%を占める。40m/分の速度以上になると恐怖感を抱く人がでてくる。これは、高速運転に習熟すれば問題ないと考えられる。先に示した式-1によると、1200型を40m/分で運転したときの1時間輸送能力は約8800人であり、5秒間では12人である。今回の調査時間中で5秒間通行量が12人を越える時間はわずか6回であり、図-6に示すようにほとんどの混雑状況を緩和できることになる。このようなエスカレータ乗り場での待ち行列発生による混雑は、エスカレータの運転速度と歩行者の自由歩行速度に大きな差があることに原因があると考えられる。エスカレータの運転速度を向上することで通行量の混雑は解消することが可能となる。しかしこれは健常者を基本とした考えに基づくものであるため、公共空間へのエスカレータ設備の導入に際し、高齢者、交通弱者に配慮するなどいくつかの検討すべき項目があると考えられる。

6. おわりに

本研究で調査分析を行なった結果、明らかになっ

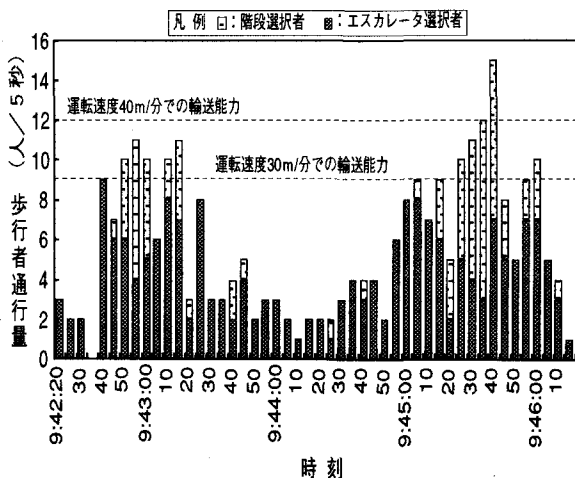


図-6 エスカレータ乗り場の5秒間通行量

たことを次に整理する。①歩行者はエスカレータと階段の併設施設において、エスカレータの選択傾向が強い。②降り方向では、昇り方向に比べて階段への抵抗は低い。③待ち行列発生時には、階段の選択確率が高くなる。④歩行者が群状態で通行する状況ではエスカレータは明らかにボトルネックとなる。

本研究で提案したエスカレータ乗り場におけるサービス水準は、1カ所の調査に基づいたものであり、他の状況における汎用性の検討は行っていない。今後は、型式、運転速度が異なる場所、また、昇降設備が歩行経路上でどのような状況で設置されているかなどの調査を行なう必要がある。さらに、エスカレータなどの昇降設備を効果的に歩行者ネットワークに取り込むための整備方法を検討する必要がある。

なお、本研究は文部省科学研究費（一般研究C、代表：榛澤芳雄、#05650511）を受けた研究の一部である。最後に、本研究を進めるうえで調査に協力していただいた関係各位に感謝いたします。

参考文献

- 1) (財) 建築保全センター：建築保全、No69、1991年1月、PP77~86
- 2) (社) 建築設備総合協会：建築設備、Vol40、No11、1989年11月、PP37~39
- 3) (社) 日本鉄道技術協会：JREA、Vol34、No12、1991年12月、PP28~32