

高容積地区における歩道整備手法の研究

A STUDY ON SIDE WALK IMPROVEMENT IN AN INTENSIVE LAND UTILIZATION ZONE

小山 茂* 榛沢 芳雄** 福田 敦*** 轟 朝幸****

By Shigeru KOYAMA, Yosio HANZAWA, Atsushi FUKUDA and Tomoyuki TODOROKI

The aim of this paper propose a linear programming model to assignment of the sidewalk area regarding the balance between the sidewalk area and the traffic volume of pedestrians generated from the floor areas in an intensive land utilization zone.

In this time, the multiple regression analysis was applied to estimate the traffics volume of pedestrian. the floor areas, the distributed floor areas and the location of the entrance of the subway station on sidewalk and in the building were chosen as the explanatory variables.

As the result to apply this model in the actual area, the following points became clear,

- 1 The optimal sidewalk area is influenced from the bulk regulation of floor areas.
- 2 The improvement of sidewalk is possible if the balance between the sidewalk and the traffic volume take on a consideration.

はじめに

歩行トリップの比率が非常に大きい中心業務地区において歩道を整備することは、必要不可欠となっている。しかし、このような地区には、様々な施設が集中しており空間の価値が非常に高く、歩道を整備するにあたって、特に次の二つの点を明確に捉える必要がある。

第一は、歩行行動の把握である。この中には、当然歩行者の詳細な歩行行動の分析も含まれるが、特に歩行者交通量を施設との関係において把握する必

要がある。

第二は、歩道面積の評価である。すなわち、歩道のためにどの程度の面積を割り当てるのが妥当であるかということである。この点に関しては、歩行者と他の空間利用者の2つの側面からの評価が考えられる。歩行者の評価としては、快適で安全な歩行状態の達成であり、他の空間利用者の評価としては、経済的に負担できる歩道空間量である。

この条件を踏まえた歩道面積の決定方法については、中心業務地区における歩道面積と建物面積の同時決定の方法として一部既に発表している¹⁾。

本稿では、歩行者の需要推計方法に関して、既存の方法を改善した簡単な推計方法を提案し、先の方法に適用するとともに、実際の地区における適用を試み歩道整備の可能性について若干の検討を行った。

まず研究の手順を示す。1節で従来の歩行者交通量推計方法の整理を行い、2節では、1節で考えられた歩行者推計方法の問題点を改良し本研究に用い

* 正会員 工修 日本大学副手 理工学部
交通土木工学科

** 正会員 工博 日本大学教授 理工学部
交通土木工学科

*** 正会員 工博 日本大学助手 理工学部
交通土木工学科

**** 学生員 日本大学大学院
理工学研究科

(〒274 千葉県船橋市習志野台 7-24-1)

る歩行者交通量推計方法を提案する。そして3節では、歩行者交通施設量と建物床面積の関係を明らかにし、建物床面積当たりの必要歩道面積を求め、4節で建物床面積決定手法を定式化する。建物床面積決定手法では、建て替えにおける建物所有者の利益最大化の問題として定式化した。最後にケーススタディとして仮想街区および実際の街区への適用を行った。

1. 従来の歩行者交通量推計方法の整理

まず現在まで行われた研究の中で歩行者と施設の関係から歩行者交通量を推計した研究について整理する。

歩行者交通量の推計方法としては、大別して一般的な推計方法である発生・集中交通量より求める方法と歩道上の歩行者数を回帰分析により直接求める方法²⁾が挙げられる。

①発生・集中交通量より求める方法

建物床面積(F)当たりの発生集中交通量(T)から歩行者交通量(P)を換算する方法で式(1)となる。

$$P = \alpha \cdot F \cdot T \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し、 α : ピーク時交通量比率

この方法で算出される歩行者交通量を具体的にどの歩道上を歩行している量か推計するためには、自動車交通の需要推計で一般的に利用されている四段階推計方法を適用しなければならない。

しかし、歩行者交通の場合、多くのトリップが短距離を移動しているため分布交通量、及び配分交通量の推計における計算は煩雑となり、実用的ではないと考えられる。

②回帰分析により直接求める方法

回帰分析による方法は、歩行者数を非説明変数、建物床面積、街区の特性を表す要因を説明変数とする回帰式を推計し、歩行者交通量(P')を直接推計する方法であり、式(2)となる。

$$P' = f(F^K; K=1, \dots, n, X^L; L=1, \dots, m) \quad (2)$$

但し、 F^K : 活動Kの建物床面積

X^L : 街区の特性 Lを表す要因

この方法は、簡便であり実用的であるが、建物床面積、歩道面積が変化する場合回帰式のパラメータ

の安定性が問題となる。

2. 歩行者交通量推計方法の提案

2-1 歩行者交通量推計方法の考え方

本研究では、既存の研究の問題点を踏まえ基本的には実用性が高いと考えられる回帰分析による方法を採用するものとし、その推計方法を図-1に示す。

本研究における改良点は次の2点である。

①文献2の事例では、歩道上の歩行者数を航空写真から計測しているが、我が国においては、街路樹・看板等の遮蔽物が多く計測が困難であるため、断面交通量(Q)と歩行者の平均歩行速度(V)から式(3)により歩行者数(P)を推計する。

$$P = Q \cdot \frac{L}{V} \quad \dots\dots\dots (3)$$

但し、L : 歩道長

②文献2においては、建物床面積が大きく変化しないことを前提としており、通過交通量について利用可能な交通機関までの距離のみを考慮すれば良いとしているが、本研究においては、建物床面積の変化等が起きた場合においても歩行者交通量が推計できるよう、通過交通量とその区画から発生・集中する交通量とを明確に分けて考えるものとする。

そこで、ある区画(i)から発生・集中する交通量は、式(2)で求めると考え、通過交通量は、この交通量が他の区画(j)を通過する量であるとする。即ち、ある街区(i)から利用可能な主要交通機関までの全ての経路を求め各区画(i)ごとに、その区画の

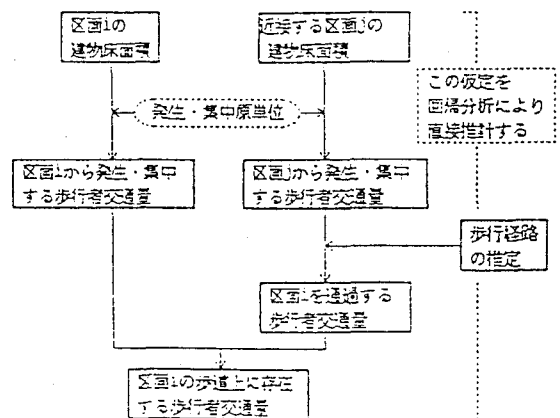


図-1 歩行者交通需要推計方法の考え方

発生・集中交通量がある瞬間に他の区画(j)の歩道上に存在する可能性を、発生・集中交通量の配分比率(ε_{ij})として表し、他の各区画(j)に配分比率に従って建物床面積(f_j)を擬似的に配分することによって通過交通量を表す。この考え方によって、通過交通量を回帰式の説明変数として明示的に取り入れる。配分された建物床面積は、式(4)によって表せる。

$$F = \sum_{j=1}^n \varepsilon_{ij} f_j \dots\dots\dots (4)$$

但し、 $i, j = 1, \dots, n$: 区画 i, j

F_i : 区画 i における配分後の建物床面積

2-2 歩行者交通量調査と施設調査

東京丸の内地区の12街区において、歩行者交通量調査と施設調査を行った(図-2参照)。

①歩行者交通量調査

まずピーク時における歩行者交通量を把握するために調査対象地区で頻繁に利用されているいくつかの街路を対象として歩行者断面交通量の12時間調査を行った。次に、12時間調査で得られたピーク時を基にして調査対象地区の全ての街路で断面歩行者交通量の調査と歩行者速度調査を行った。歩行者速度調査からは、平均歩行速度を求めた。この結果を基にして式(3)により街路における歩行者交通量を推計する。

②施設調査

施設調査は、地区調査(地下連絡通路状況等の歩道以外の歩行者利用施設を調査するもの)、建物調査(トリップ終点における建物床面積、就業者数、用途等を調査するもの)、歩道調査(歩行者が実際に歩行できる歩道面積を調べるもの)によって構成し、区画特性要因を抽出するために行った。

2-3 回帰式の推計

調査結果を基に説明変数として、建物床面積(f_i)、東京駅までの距離(d_i)、歩道上の地下鉄出入口の数(λ_1)、建物内地下鉄出入口の数(λ_2)を用いた。なお建物床面積の用途に関しては、この地区にある建物のほとんどが業務用途であることから単一であると仮定した。また、歩道面積については、本研究が整備を前提としているので要因としない。

本研究における改良点②を確認するため建物床面積については、各区画の実建物床面積(f_i)他の区画

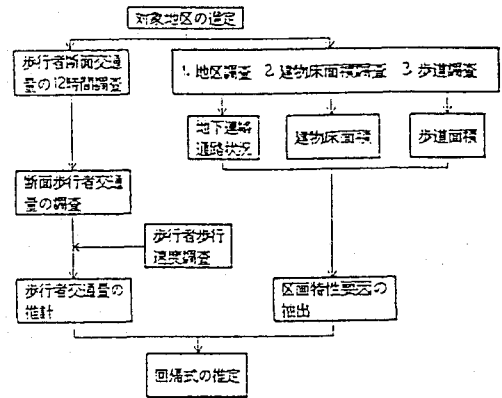


図-2 歩行者交通量推計方法の考え方

表-1 歩行者交通量推計式の回帰結果

説明変数	モデル1	モデル2	モデル3
建物床面積(f_i)	0.219 (0.122)	(F_i)に含む	2.475 (0.727)
配分された建物床面積(F_i)	0.219 (0.553)	—	—
配分された建物床面積(F_i)	—	0.225 (0.962)	—
東京駅までの距離(d_i)	—	—	2.309 (0.567)
歩道上地下鉄出入口数(λ_1)	24.819 (0.811)	20.970 (0.552)	—
建物内地下鉄出入口数(λ_2)	-24.264 (-0.557)	-23.123 (-0.575)	—
定数項	26.552	26.553	-162.594
重相関係数(R^2)	0.971	0.948	0.753

() は、偏相関係数

の配分された建物床面積(F'_i)及び両者を加えた建物床面積(F_i)のそれぞれを用いた場合に付いて比較するものとした。

2-4 回帰分析の結果と考察

回帰分析は、建物床面積と配分された建物床面積を色々と組み合わせた3つのモデルで行った。回帰分析の結果、重相関係数は0.75~0.97となり、歩行者交通量を高い精度で推計できることが確認できた。その結果を表-1に示す。

建物床面積については、配分された建物床面積を考慮したモデル1およびモデル2がともに重相関係数0.95以上となり、建物床面積を考慮しないモデル3に比較してかなり良く説明されており、近接する建物床面積を配分する方法で通過交通量を明示的に取り扱うことの妥当性が確認できた。

3. 歩行者交通量と建物床面積

2. で分析した結果、歩行者交通量を求めるには、建物床面積を扱うことが妥当であることが確認できた。次の問題点としては、歩行者交通量がどれくらいの歩道面積を必要とするかである。これは、前述でも述べたように歩道面積の評価の問題であり、本研究では、2つの立場の違う視点から捉える。

①歩行者の評価

歩行者の評価としては、一人当たりの必要歩道面積の大きさによって求めることができる。推計した歩行者交通量(P)から必要歩道面積(A)への換算は、一人当たりの必要歩道面積(ω)の値をサービス水準として政策的に決定することにより、式(5)により求める。

$$A = \omega \cdot P \dots\dots\dots(5)$$

②他の空間利用者の評価

都心部において、高容積化に伴い、発生・集中する歩行者のための空間を確保することが非常に困難であることから、本研究では、建物を建て替える際に空間の確保を建物所有者に負担させることを提案した³⁾。

その方法は、歩道整備費用を建て替えられた建物から発生する歩行者を支えるために必要となる歩道面積を敷地から一部提供させることによって建物所有者が負担するものとした。すなわち、歩道整備による収入の減少を考えた。これは、歩道面積として敷地を提供することにより、建物所有者の敷地が減少し、それに伴い、本来得られる床面積が減少することになる。この収入の減少分を費用負担とするものである。その他の歩道整備費用としては、歩道建設費用が挙げられる。

しかし、これらの費用を建物所有者に負担させることはかなりの制約となる。そこで床面積の減少を補うことを考える。つまり、建物の上へ減少分を加算できるようにする。これは、容積制限の考え方であり、敷地を提供せずにセットバックにより空地を確保し、この空地を確保したことと同義である。

ここでは、二つのケースを考えることとし、前者の建物所有者に負担のある場合をケース1、後者の負担の少ない場合をケース2とする。このケース別容積改正の考え方を図-3に示す。

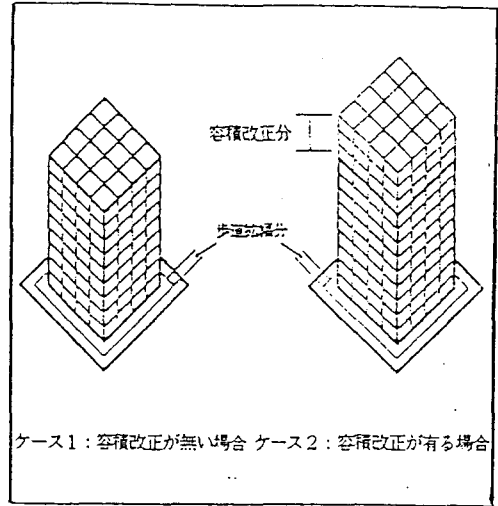


図-3 ケース別容積改正の考え方

4. 建物床面積決定手法の概要³⁾

複数の区画からなる街区における、建物の建て替え後の建物所有者の収益Zの最大化の問題として捉え、線形計画法を用いて定式化を行う。

収益とは、賃貸収入から経常費用、建て替え費用を減じたものから、さらに歩道整備費用を減じたものとして求めることができる。

したがって求める目的関数(Z)の最大化および目的関数は、表-2で表すことができる。

目的関数の式は、第一項が建物の賃貸収入から経常費、改築費を減じたものであり、一般的な建て替え時の投資限界に基づいている。第二項、第三項は、歩道整備費用で、第二項は歩道の確保による床面積の減少に伴う収入の減少分であり、歩道整備面積 $\phi \left(\mu \sum_{j=1}^B \varepsilon_{ij} X_i + \theta \right)$ は、調査に基づき線形回帰によって求めたものである。第三項は、歩道建設費用である。

また制約条件として、まず各区画の収益が建て替え前の収益を下回らないものとして設定した。次に、建築規制による制約として、指定容積率だけを取り扱うものとし、ケース別に設定した。

この建物床面積決定手法は、街区を対象とした高度利用と歩道空間の整合性を図ることができる手法である。

表 - 2 床面積決定手法の一覧表

目的関数	
$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^n \left[\underbrace{\{(E_i P_i - Q_i) - S_i (k + \frac{1-R}{Y})\} X_i}_{\text{収益 (賃貸収入 - 経常費 - 改築費)}} - \underbrace{\tau_i \phi (\mu \sum_{j=1}^n \epsilon_{ij} X_j + \theta)}_{\text{歩道整備による床賃貸収入の減収分}} - \underbrace{\frac{\omega}{Y} \phi (\mu \sum_{j=1}^n \epsilon_{ij} X_j + \theta)}_{\text{歩道建設費用}} \right]$	
S.T. 収益による制約	
$\{(E_i P_i - Q_i) - S_i (k + \frac{1-R}{Y})\} X_i - \tau_i \phi (\mu \sum_{j=1}^n \epsilon_{ij} X_j + \theta) - \frac{\omega}{Y} \phi (\mu \sum_{j=1}^n \epsilon_{ij} X_j + \theta) \geq (E_i P_i - Q_i') F_i$	
建築規制による制約	
ケース1 $X_i \leq \tau_i a^2 - \tau_i \phi (\mu \sum_{j=1}^n \epsilon_{ij} X_j + \theta)$ ケース2 $X_i \leq a^2 \tau_i$	
X_i : 床面積 K : 金利 τ_i : 指定容積率 μ : ウェイト P_i : 改築前の賃貸料	E_i : 床面積有効率 R : 残存率 ω : 単位歩道整備費 θ : 定数項 Q_i : 改築前の経常費
P_i : 賃貸料 Y : 償却年数 ϵ_{ij} : j区画の発生歩行者がi区画を歩く比率 F_i : 改築前の床面積	Q_i : 経常費 ϕ : 一人当たり必要歩道面積 E_i' : 改築前の有効率
S_i : 改築費 S_i' : 改築後の経常費	

5. ケーススタディ

土木学会第43回年次学術講演会³⁾では、定式化した床面積決定手法を用い、仮想街区（スーパーブロックを想定）において試算を行った結果、指定容積率と最適床面積の関係から十分に歩道整備が可能であることが示せた。

今回は、実際の街区への適用を行う。対象街区は、JR飯田橋駅付近の8区画とした。この区画は、駅にも近く、またJRの引込線等があり、有効に利用されていない土地が多く、今後再開発が進められる可能性の大きい地区である。条件として、1区画に1つの建物を建てるとし、8区画における試算と、4区画を1つにまとめ、2区画のスーパーブロック（区画の一辺の長さ約100m）とした場合について検討を行う。

また、この街区には、現状においても歩道が整備されており、試算には実際の街区に整備されている歩道も考慮した。

対象地区のデータは、8区画における試算データとして表-3を用い、2区画のスーパーブロックにおける試算データとして表-4を用いた。また、その他の係数については、仮想街区における試算を基にシミュレーションを行うものとする。試算結果を表-5に示し、街区のイメージを図-4に示す。

表-3 対象街区における基礎データ

区画	敷地(m ²)	延床面積(m ²)	歩道(m)	τ (%)	歩留り(%)
1	1219.14	6383.64	217.96	700	74.8
2	1799.44	8284.18	69.24	500	92.1
3	1873.10	6940.82	366.42	700	52.9
4	1797.58	3870.80	48.20	500	43.1
5	1363.96	9780.90	278.96	700	102.4
6	1355.56	4092.60	42.64	500	60.4
7	1326.84	2727.52	148.28	700	29.4
8	1652.66	4543.88	0.00	500	55.0
合計	12388.08	46624.54	1171.70	—	Ave. 63.8

表-4 スーパーブロックにおける基礎データ

区画	敷地(m ²)	延床面積(m ²)	歩道(m)	τ (%)	歩留り(%)
1	6669.26	25479.44	701.32	700	54.4
2	5698.82	21144.90	469.88	700	53.0
合計	12368.08	46624.34	1171.20	—	Ave. 53.7

表-5 実際の街区における試算結果

指定容積率	ケース	最適総床面積	
		現状8区画	スーパーブロック
現状 (500% 700%)	1	— (m ²)	69814 (m ²)
	2	— (m ²)	75318 (m ²)
改正 (1000%)	1	73651 (m ²)	118560 (m ²)
	2	123580 (m ²)	123580 (m ²)

試算結果によると現状の指定容積率では、建て替え前の建物の歩留りの平均が63.8%であるため、既存の8区画では成立しない。これに対してスーパーブロックを想定した場合は成立が可能であり、再開発等の市街地整備事業と併用することにより本手法が有効であると考えられる。

また指定容積率を100%まで改正することにより、高容積化の促進も図れることがわかる。

6. 結論

本研究では、高度利用と歩道整備の整合性から床面積決定手法を提案し、実際に飯田橋付近によるケーススタディを行った。その結果、本研究の建物床面積決定手法は、収益と建築規制によるそれぞれの制約で、各区画の収益総和の最大化の問題として方程式化できた。この建物床面積決定手法では、2節で求めた歩行者交通量の推計式が床面積と歩行者交通量の関係を必要歩道面積を算定することによって、現在まで、有効な手段のなかった街区における高度利用と歩道整備の問題を明確にできた。また、高度利用の成立については、歩道整備費用の負担方法の違いから2つのケースを制約条件として定式化した。

本研究における成果は、以下の通りである。

①土地の需要と供給の関係から生ずる都市問題の解決の1つの手法として高度利用を位置づけ、高度利用の推進による土地の効率的利用によって、新たな立地空間として地上空間を確保することを提案した。
②高度利用の可能性を検討するためには、高度利用を支える交通施設量との整合性を図る根拠が必要であることを論じ、その方法を示した。実際の都市計画において、高度利用と交通施設量の整合性を図ることは、非常にむずかしい問題であり、特に街区レベルにおける整合性について明確な根拠を与えているものは少ないが、本手法は、この根拠を明確に扱ったものである。

現在の東京における土地問題は、深刻な問題であり、この問題を解決するために多くの将来構想が論議されている。その中には、東京湾の利用、地下空間の利用など様々な構想が含まれるが、これらの構想の本質は、土地をいかに有効に利用し、より良い環境と豊かな暮らしを達成するかにあると考えられる。本研究で提案した高度利用の在り方も、この考

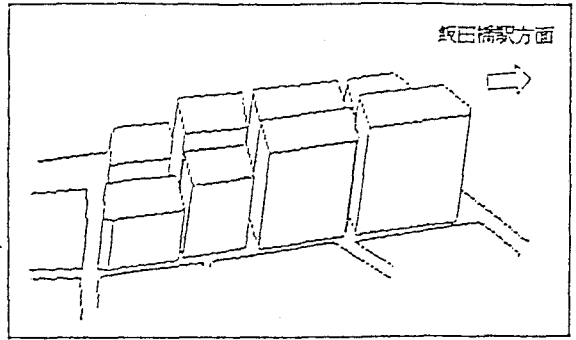


図-4 試算結果に基づいた街区のイメージ

え方を実践していく1つの方法であり、その成立の可能性を研究することの意義は大きいと考えられる。

おわりに

本研究では、次の具体的な課題を残している。

- ①高度利用の成立を建物床面積決定手法で検討したが、この手法は、建物所有者の収益最大化の行動に基づいており、歩道面積算定における歩行者一人当たりの必要歩道面積の設定方法ならびに歩行者の詳細な歩行行動についても検討する必要がある。
- ②高度利用の前提として大量交通機関の導入されているものと考えた。その結果、歩行を主要なイグレス交通の手段と考え、高度利用と歩行者交通施設量の整合について立証したが、他の道路交通手段との整合についても検討する必要がある。

最後に、この研究を基にして、開発にともなう周辺環境、地方都市での適用を今後進めていく予定である。

参考文献

- 1) 福田敦・榛沢芳雄・野村和宏・小山茂：街路と容積のバランスから見た市街地整備のあり方に関する研究，第10回土木計画学研究発表会，pp. 321～327，1987。
- 2) ボリス・S・フシカル/ジェフリー・M・ジェハン：歩行者のための都市空間，鹿島出版会，1977。
- 3) 榛沢芳雄・福田敦・小山茂・轟朝幸：高容積地区における歩道整備の可能性の検討，土木学会第43回年次学術講演会，pp. 52～53，1988。