

道路容量からみた適正容積率の設定に関する研究

森本章倫*・中川義英**

容積率の増加は周辺交通に多大な影響を与えるが、法定容積率が交通量を捉えて設定されれば、都市内の交通流は効率的になり道路の有効利用が計れる。ここでは、「道路容量からみて道路混雑を発生しない容積率」を適正容積率と定義し、その設定の方法を構築した。これによって大都市において、一極集中型の構造では増大する道路交通を処理することは難しく、交通の要所に都市容量を分散させる必要があることを示した。

Keywords : floor-area ratio, bulk regulation, road capacity optimization technique

1. はじめに

大都市における深刻な道路渋滞に対して、今日まで道路の新設・拡幅といった施策で対応してきたが、現状は交通量の増大に道路建設が追いつかず、いまだ道路渋滞は回復の兆しを見せていない。この問題に対して、土地利用という視点からみると都市空間のマクロ・コントロールを行えば、渋滞は改善できると思われる。現在の容積率制度は、都市全体をグローバルに捉えての設定ではなく、現況追認型で決定された感が強い。そこで、都市内の道路容量と容積率の関係を把握し、既存の道路を総量的にみて最大限に活用できる容積率について、一つの考え方を提案することを目的とする。

容積率を大きくすると、その地点からの発生・集中交通量は増大し、それは周辺の道路を占有することで他地域に影響を与える。もし法定容積率が都市全体をグローバルに捉えて設定されれば、都市内の交通流は効率的になり、道路の有効利用が計れるのではないかと。

わが国の容積率に関する研究は、昭和27年の「容積地域に関する研究」^{1),2)}に端を発している。それ以後、交通と容積率のバランスをテーマとしている研究は、交通分布と容積を関連付けている系列と量的なバランスに主眼をおいた研究に大別できる。前者として都市全体の交通分布と容積を扱った八木田^{3),4)}(1956)やネットワークを考慮したゾーン別許容床面積を求めた西村⁵⁾(1976)がある。また、後者として渡部^{6),7)}により街路・容積の総量比較(1954)や郊外駅中心の容積構成と街路設計(1962)がなされた。その後、伊藤⁸⁾(1964)は容積と発生交通量 & 将来予測に関して述べ、山崎⁹⁾(1980)は建築床需要の予測と都市計画道路の限界容量について論

述している。本研究は量的なバランス論ではあるが、交通分布に着眼して道路容量から容積率を検討している点で前者の系列に属する。つまり、本研究では「道路容量からみて道路混雑を発生しない適正容積率」を適正容積率と定義し、その設定の方法について論述する。

本研究は概ね次の4つのステップからなる。

STEP I 面的な混雑度を用いて、メッシュ内の適正な増減交通量を算出する。

STEP II 確率型の交通量分布モデルを構築する。

STEP III 種々の制約条件を設定し、シンプレックス法を用いることでメッシュの適正容積率を算出する。

STEP IV 適正容積率算出のモデルを用いて、仮想都市や東京都心部の適正な都市構造の一つを表示する。

また、本研究では解析にあたっては、500mメッシュを解析単位として用いた。その理由として概ね次の3点が挙げられる。

① ある建物から発生集中した自動車交通トリップが道路を占有するには、歩行距離を考慮しなくてはならない。人が歩行者として快適に歩ける距離は300m程度であるため、概ね500mメッシュを対象ゾーンにしておけば、発生集中量と道路占有の地点が対応してくる。現在用いられている、交通集計のゾーン単位は最小の小ゾーンをとっても一つの行政区を3~9分割したものであり、大きすぎてしまう。

② マクロな都市形態を客観的に捉える際、街路で区分された地域をとるとそれぞれ不定型になり、場所によって整合性に欠けてしまう。

③ 大都市内の交通を対象にした場合、ネットワークの密度が高く、広域に展開しているため面的な相互連帯性が高いと思われる。そこで、都市内交通流は概ねメッシュ単位で解析しても、総合的には誤差は少ないと考えられる。

* 正会員 工修 早稲田大学助手 理工学部土木工学科
(〒169 新宿区大久保3-4-1)

** 正会員 工博 早稲田大学教授 理工学部土木工学科

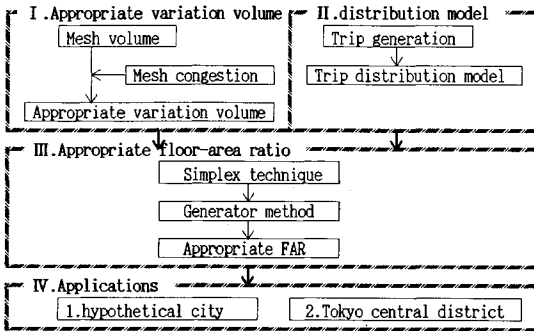


Fig.1 The structure of the study

2. 面的混雑度と適正な増減交通量の設定

(1) メッシュ内交通量と面的混雑度

線的な道路と面的なメッシュ単位の土地利用のバランスを考える際に、都市全体で整合性をとるためには、交通に関しても面的な捉え方が必要である。そこで本研究では交通量において、道路がメッシュ内に与える影響を加味したメッシュ内交通量を用いる。

メッシュ内交通量=

$$\frac{\sum(\text{断面交通量 (台/日)} \cdot \text{道路延長 (m)})}{\text{メッシュ横断距離 (500m)}} \dots\dots (1)$$

道路容量=1車線当り交通容量・車線数 (台/日)
 $\dots\dots\dots (2)$

また、断面混雑度に対して、メッシュ内全体の混雑度を示す指標として面的混雑度 C_a を用いる。

面的混雑度=

$$\frac{\text{メッシュ内交通量 (台/日)} \cdot \text{平均走行距離 (m)}}{\sum(\text{道路容量 (台/日)} \cdot \text{道路延長 (m)})} \dots\dots (3)$$

では、面的混雑度とはどのような性質をもつのか、通常よく使われている断面混雑度と比較して、その性質について明らかにする。式(3)より

$$C_a = \frac{\sum(T_i \cdot l_i) \cdot l'}{\sum(c_i \cdot l_i) \cdot 500m} \dots\dots (4)$$

T_i : 断面交通量 c_i : 一路線の道路容量

ここで、平均走行距離 l' は対象区域内の半径 r に比例すると想定すると、Smeed, R. J. (1964)¹⁰⁾の計算式から、平均走行距離は内々トリップ $1.15r$ 、内外トリップ $1.44r$ 、通過トリップ $1.62r$ となる。本研究では半径 r が $282m$ と短い内外と通過トリップに着目し、その平均である $1.5r$ を平均走行距離とした。つまり、 $500m$ メッシュと同面積の半径が $r=282m$ であるから、平均走行距離は $l'=1.5r=423m$ と設定される。

この場合、面的混雑度と断面混雑度の間には次のような関係がある。

a) メッシュ内に1路線のみ存在する場合

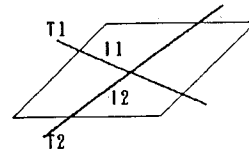


Fig.2 Pattern on two route

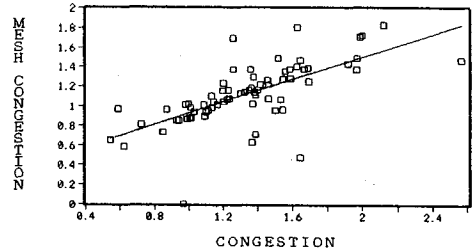


Fig.3 A comparison of area congestion and route congestion

$$\begin{aligned} \text{面的混雑度} &= T'/500c = 423/500 \cdot T/c \\ &= \text{定数 } k \cdot \text{断面混雑度} \end{aligned}$$

面的混雑度 C_a は断面混雑度 C_r の定数 k 倍となり、相対的には等しくなる。

b) メッシュ内に複数路線ある場合 (Fig.2 参照)

$$\text{面的混雑度} = \frac{(T_1 l_1 + T_2 l_2)}{(c_1 l_1 + c_2 l_2)} k$$

仮に $k=1$ とおくと

$$\frac{T_1}{c_1} \leq \frac{T_2}{c_2}$$

ならば

$$\frac{T_1}{c_1} \leq \frac{(T_1 l_1 + T_2 l_2)}{(c_1 l_1 + c_2 l_2)} \leq \frac{T_2}{c_2}$$

複数の路線が1メッシュに存在するとき、上記の2路線の場合と同様に定数 k が1の場合は、そのメッシュの面的混雑度は、断面混雑度の最大値と最小値の間に存在する。また、メッシュ内の各道路延長が等しく ($l_1 = l_2 = \dots$)、各道路容量が等しい場合 ($c_1 = c_2 = \dots$) は、断面混雑度の平均の定数 k 倍が面的混雑度となる。

次に、昭和60年度の道路交通センサスから実際にデータを取り出し、面的混雑度と断面混雑度の実質的な関係を調べるために回帰を行った。

対象地区内の交通量の調査地点73ポイントについて、回帰分析を行ったところ結果は以下のようになった。

$$C_a = 0.58 C_r + 0.35 \quad \text{相関係数} = 0.68 \quad (\text{Fig.3 参照})$$

ただし、センサスの観測点のある路線が1メッシュに複数ある場合には、メッシュ内の道路延長の最も長い路線を抽出した。

(2) 適正な増減交通量

道路混雑度が $1.0 \sim 1.25$ の場合、飽和時間はほとんどの区間で $1 \sim 2$ 時間以下で、何時間も混雑が連続するという可能性が非常に少ない¹¹⁾。そこで、道路容量の設定

にあたり本論では、混雑度 1.25 (C_a) を道路混雑の目標水準として考える。

つまり、式 (3) に $C_a=1.25$ を代入したときの自動車交通量を、メッシュの適正交通量 TS_m として算出する。

$$TS_m = \frac{1.25 \cdot \sum(\text{道路容量 (台/日)} \cdot \text{道路延長 (m)})}{\text{平均走行距離 (m)}} \dots\dots\dots (5)$$

次に適正交通量 TS_m と現況自動車交通量 T_m との差を適正増減交通量 ΔDS_m として算出する。

$$\Delta DS_m = TS_m - T_m \dots\dots\dots (6)$$

本研究では、求める交通量はすべて増減分として捉え、現状の交通量に対してどの程度交通量を増減させれば良いのかという視点から研究を行ってゆく。これは、都心の交通量を扱う際、対象地域の床面積の変動が交通量に影響を与えるとして研究を行っているが、実際は対象地域の床変動とはほとんど無関係な通過交通量 (例：神奈川→(東京経由)→千葉) があるため、実際の交通量の総量は掴みきれないからである。また、実際の交通量の発生・集中メカニズム自身複雑であるため、増減分として捉えた方が予測精度は高くなる。

3. 交通量分布モデル

大都市内の交通を対象にした場合、ネットワークが複雑であり、かつ道路密度が高いため交通量の配分に膨大な計算が必要となってくる。そのため、効率的な計算手法の一つとして連続体モデルが田口¹²⁾ (1978) や佐々木ら¹³⁾ (1988)・飯田ら¹⁴⁾ (1991) により研究された。

ここでは、格子状のネットワークを仮定することで、簡略な連続体型の分布モデルを構築する。つまり、都市内交通流をメッシュ分割し交通流を都市空間における2次元流れとみなして、都市内の任意の点の方向別の流れを求める。

(1) 交通量分布モデル

ある地区の床面積を増減させた場合、当然その地区の発生集中交通量は床面積に伴って変化する。そして、その発生集中交通量の変化により、周辺地区へ交通量の影響を与えることになる。

今、mメッシュの増減交通量 ΔD_m は、mメッシュの床面積の増減にともなう増減発生集中交通量 Δd_m と周辺nメッシュの影響交通量 Δd_{mn} の和で表される。

$$\Delta D_m = \Delta d_m + \sum_{n \neq m} \Delta d_{mn} \dots\dots\dots (7)$$

交通流の分布パターンは中心から波が外側へ拡散するかのよう流れて行くと仮定すると、次のような確率型のモデルが構築される。但し、交通流が伝搬する際に、

① 交通流の方向性と、② 拡散の際のバラツキを考慮してモデルを作成する。

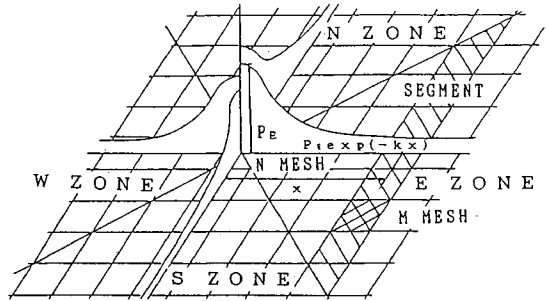


Fig.4 An explanation of distribution model

つまり、 Δd_{mn} は4方向への移動方向性を持ち、移動距離は確率分布に従うものとし、その量はmメッシュの発生集中量に比例するとして、影響交通量の分布を以下のようにモデル化する。まず、都市の2次元面をFig.4のように、4つのゾーンとセグメントに分割する。

次に、発生集中量が増減するnメッシュを中心に対称地域をN, E, S, Wゾーンに区分し、各ゾーンごとに発生集中量 d_m の総和 (U) を算出する。ここで、移動方向性 p を各ゾーンの発生集中の総和 U に比例するように設定する。但し、移動方向性 p の和は1となるようにする。

$$p_N/U_N = p_E/U_E = p_S/U_S = p_W/U_W \dots\dots\dots (8)$$

$$p_N + p_E + p_S + p_W = 1$$

また、mメッシュの存在するセグメントの確率密度を次のように設定する。

$$f(x) = p \exp(-kx) \dots\dots\dots (9)$$

なお x は発生メッシュ中心からセグメントまでの最短距離を示し、 k の値は平均トリップ長^{注(1)}を走行する確率が0.5となるように設定した。

また、セグメント内のmメッシュの交通量はmメッシュの発生・集中交通量 d_m に比例すると仮定すると、

$$\Delta d_{mn} = f(x) \cdot (d_m / \sum d_m) \cdot \Delta d_n \dots\dots\dots (10)$$

$\sum d_m$: mメッシュが存在するセグメント内の総和

Δd_n : nメッシュの床面積の増減に伴う

nメッシュの増減発生集中交通量

これより、nメッシュの発生集中交通量の増減に伴うmメッシュの影響交通量 Δd_{mn} は、式 (9)、(10) より

$$\Delta d_{mn} = p \exp(-kx) \cdot (d_m / \sum d_m) \cdot \Delta d_n \dots\dots\dots (11)$$

となる。よって、式 (7) と式 (11) から、

$$\begin{aligned} \Delta D_m &= \Delta d_m + \sum \Delta d_{mn} \\ &= \Delta d_m + \sum \{ p \exp(-kx) \cdot (d_m / \sum d_m) \cdot \Delta d_n \} \dots\dots\dots (12) \end{aligned}$$

と表すことができる。

注(1)「昭和60年「東京都自動車交通の実態」東京都建設局」によると、区部～区部と区部～多摩の双方を合わせた平均トリップ長は6.824 kmである。

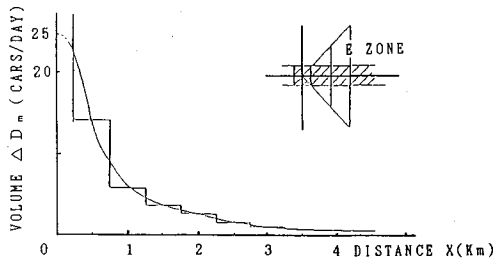


Fig.5 A traffic spread with distribution model

(2) 分布モデルの特性

次に、構築した分布モデルの特性を調べてみる。

n メッシュの増加交通量を 100 とし、m メッシュを含む他のメッシュは変化しないと仮定する。n メッシュの交通量の増加による m メッシュの増加分は、

$$\Delta D_m = p \exp(-0.1016x) \cdot (d_m / \sum d_m) \cdot \Delta d_n$$

$$= 25/4x \cdot \exp(-0.1016x)$$

また、上記の条件の元で、対象地域が全体で a・a メッシュとなっている場合、a を無限に拡張すると、走行による全メッシュの増加交通量は次のようになる。

$$\sum \Delta D_m = \sum (\Delta d_m + \sum \Delta d_{mn})$$

$$= 100 + \sum \sum \{ p \exp(-kx) \cdot (d_m / \sum d_m) \cdot \Delta d_n \}$$

$$= \sum 100 \exp(-0.0254(a-1)) \quad (a=1, 3, 5, \dots)$$

$$= 2018.9$$

つまり、あるメッシュの発生交通量は都市内を走行するため全メッシュに対して、その約 20 倍の影響を与えることになる。

また、昭和 55 年度の対象地区内のデータを用いて、昭和 60 年の交通量を予測し、実測交通量との回帰分析を行った。その結果、予測交通量と実測交通量の相関は 0.96 となり概ね妥当と考えられるが、予測と実測の増減交通量の比較をすると相関は低く現データでは有用性は検証できない。これは、データの精度と制約にも係わるが、今後分布モデルの精密な検証とそれに合わせたモデルの改良が必要であると思われる。

4. 適正容積率の設定

交通量の分布から算出した増減交通量 (式 (12)) が交通混雑を加味した適正増減交通量 (式 (6)) より小さければ、都市内の道路混雑は解消できる。

$$\Delta D_m \leq \Delta D S_m \dots \dots \dots (13)$$

また、増減交通量はそのメッシュの容積率を負にすることはないので、現況容積率による発生・集中交通量 d_m に対して、以下の制約条件を満たさなくてはならない。

$$\Delta d_m + d_m \geq 0 \dots \dots \dots (14)$$

ただし、現況の法定容積率を上限として設定すると式

Table 1 The distribution method of land use composition

Land use pattern	increasing case	decreasing case
fix	$F_m^b(t):F_m^c(t):F_m^r(t)$	$F_m^b(t):F_m^c(t):F_m^r(t)$
transit	$F_m^b(t+\Delta t):F_m^c(t+\Delta t):F_m^r(t+\Delta t)$	$1/F_m^b(t+\Delta t):1/F_m^c(t+\Delta t):1/F_m^r(t+\Delta t)$

F_m^b :Business floor-area F_m^c :Commercial floor-area
 F_m^r :Residential floor-area

(14) は、

$$\Delta d_m \geq \Delta d_m + d_m \geq 0 \dots \dots \dots (15)$$

d_m : 法定容積率からの発生・集中交通量

この条件のもとで都市容量を最大限にするためには、

$$Max \sum \Delta d_m \dots \dots \dots (16)$$

とすればよい。式 (13)~式 (16) 式をシンプレックス法を用いて解くことで、m メッシュ自身の適正増減交通量 Δd_m が算出される。

つぎに Δd_m を次式より床面積に換算し、適正増減床面積 ΔF_m を算出する^{注(2)}

$$\Delta d_m = 0.079 \Delta F_m^b + 0.102 \Delta F_m^c + 0.036 \Delta F_m^r \dots \dots \dots (17)$$

$\Delta F_m^b, \Delta F_m^c, \Delta F_m^r$: 業務・商業・住宅用途の増減延床面積 (m²)

ただし、式 (17) を一意的に解くためには住・業・商の床面積比率をあらかじめ設定しておく必要がある。そこで、次の 2 パターンを設定し、シミュレーションを行う。

Pattern 1: 現況と変わらないものとする (現状固定型)

Pattern 2: 将来土地利用を予測し、設定する

設定された床面積に対して、適正増減発生集中交通量 Δd_m を配分する際には、基本的には設定された住・業・商の比率で、各メッシュに割り振る。しかし、将来予測値を用いたパターンでは、適正増減が減少交通量であった場合は設定値に近づくように逆比率で配分した。

つまり、配分法に関しては $\Delta F_m^b : \Delta F_m^c : \Delta F_m^r$ を Table 1 のように設定した。

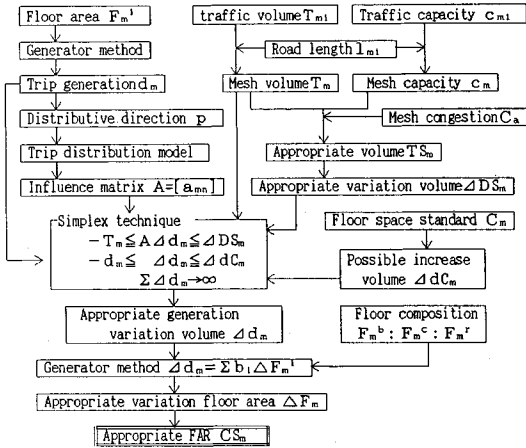
さらに、適正増減床面積 ΔF_m を容積率に換算し、それと現況容積率との和を適正容積率とする。なお、容積率はグロス容積率 (延床面積/メッシュ面積) とする。

適正容積率設定のフローを示すと Fig.6 のようになる。

注 (2) 「中川義英他: 延床面積と交通量の関係の現況, 土木学会年次学術講演集, pp.263~264, 1984」によると東京都心の全手段の PT 発生集中交通量は

$$\Delta d_m = 0.02 \Delta F_m^b + 0.26 \Delta F_m^c + 0.09 \Delta F_m^r + 40367 \quad (R=0.92)$$

であり、これに 63 PT 調査で求められた自動車の交通手段構成比 16.4% を乗じ、東京都の自動車平均乗車人員 1.4 で除した。次に、関数内の定数項をなくすため切片をゼロとして再度、回帰分析を行い用途別の原単位を算出した。



*A=[a_{mn}]:Influence matrix of volume by Trip distribution model

Fig.6 The setting flow of appropriate floor-area ratio

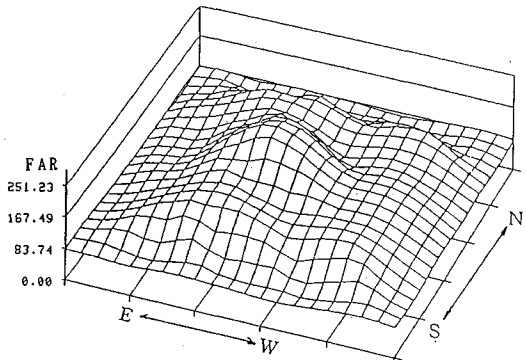
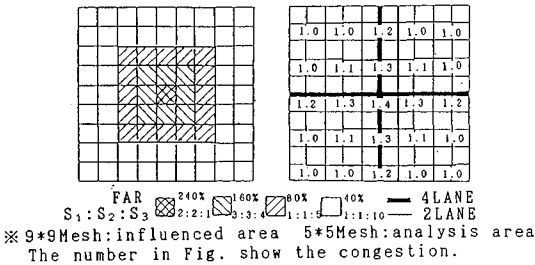


Fig.7 Hypothetical city of one nucleated pattern

5. 仮想都市によるシミュレーション

ここでは、2~4章において構築した適正容積率算出のモデルを実際に仮想都市に当てはめ、シミュレーションを行うことで、交通面からみた理想的な都市形態について考察する。

まず、中心に向かって容積率が40%、80%、160%、240%、混雑率が1.0から1.4へと大きくなる一極集中型の仮想都市 (Fig.7) を設定した。これに適正容積率算出モデルを適用すると、交通混雑が生じない都市形態は中心周辺部に4つの核をもつ多極型の都市となった

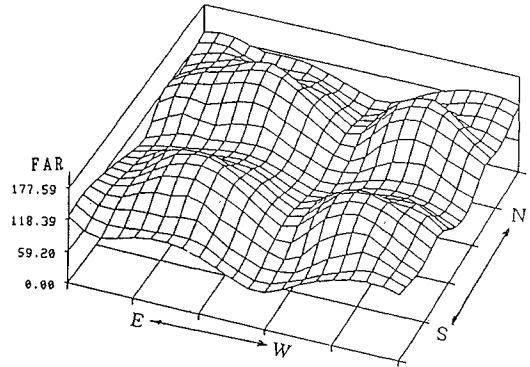


Fig.8 An appropriate urban structure on hypothetical city

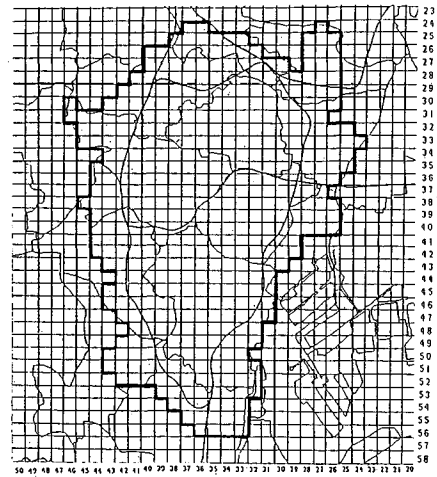


Fig.9 TOKYO central district (The object area of this study)

(Fig.8).

このシミュレーションは仮想した都市の上で、土地利用を固定化 (Pattern 1) して行われた、きわめて簡略化された試行である。しかし、道路混雑の一つの解決策として、従来からいわれている多極分散型都市の有用性を示す数学的説明の一つになるとと思われる。

6. 東京山の手線内への適用

(1) 対象地域と使用データ

対象地域は東京の概ね山の手線内の461メッシュとした (Fig.9参照)。但し、適正容積率算出の中の分布モデルの移動方向性を求める際には、東京23区全域を対象にする。

本研究では建物用途別床面積の基礎データとして、昭和52年、56年、61年の3時点のポイントサンプリングデータを用いる。昭和52年は、「防災都市構造実態調査」を用い、昭和56年、61年のデータは、「土地利用現況調査」を用いている。

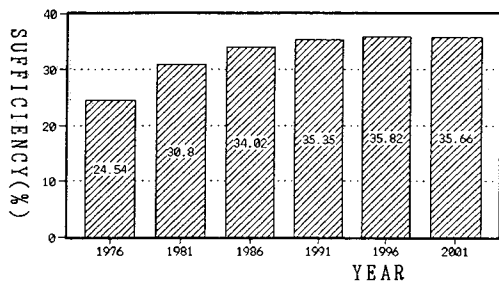


Fig. 10 A prediction of sufficiency of floor-area ratio in TOKYO

また、昭和 60 年の交通量は、「昭和 60 年度道路交通センサス」と「昭和 60 年交通量統計表」から各メッシュ毎の自動車交通量を独自に算出した。混雑度は、地図上から実測した道路延長と車線数より各メッシュ毎に道路容量を求め、メッシュ内交通量の道路容量に対する割合を採用した。

(2) 将来土地利用の予測

ここでは、東京都心部の将来の土地利用形態を予測する。土地利用推移を予測する際、その予測モデルとしては過去の研究からいくつか挙げられる。時系列分析としては線形モデルと非線形モデルが考えられ、前者としては線形成長モデル、後者としては加速度モデル¹⁵⁾や成長率一定モデル(ロジスティク曲線)が一般的である。また、諸条件(所得、タイプ別世帯数等)を利用した数学的均衡モデルや土地利用変更費用を用いた敷地更新モデル等も見られる。

ここでは、マクロ的に推移を把握するため、比較的操作の簡便な時系列モデルを採用した。モデル構造としては線形モデルをカバーし得る非線形モデルを考え、その一例として加速度モデルを用いた。また、予測に関しては 5 年おきの逐次設定を原則とした。

つまり以下の推移モデルを用いて、mメッシュの建物用途別床面積の将来値を予測する。この推移モデルは 3 時点のデータより次のように推移速度と推移加速度を求める。

$$V_m(t) = \frac{F_m(t) - F_m(t-\Delta t)}{\Delta t} \dots\dots\dots(18)$$

$$\alpha_m(t) = \frac{V_m(t) - V_m(t-\Delta t)}{\Delta t} \dots\dots\dots(19)$$

- ここで、 $V_m(t)$: t 年次の変化の速度 (m²/年)
- $F_m(t)$: t 年次の床面積 (m²)
- Δt : t と (t-Δt) 年次の期間 (年)
- $\alpha_m(t)$: t 年次の推移加速度 (m²/年²)

式 (18)、式 (19) を用いると Δt 年後の床面積は、以下のよう表される。

$$F_m(t+\Delta t) = F_m(t) + V_m(t) \cdot \Delta t + (\alpha_m(t) \cdot \Delta t^2) / 2 \dots\dots\dots(20)$$

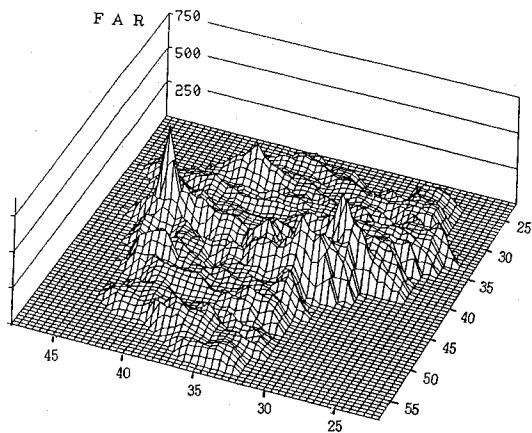


Fig. 11 1986' urban structure in TOKYO

具体的には、昭和 52 年、56 年、61 年ポイント・サンプリング調査の業務、商業、住宅の用途別床面積より 5 年後、10 年後、15 年後である 1991 年、1996 年、2001 年の用途別床面積を逐次予測する。

用途地域に指定される法定容積率を床換算したものに對する充足度を見ると Fig. 10 のようになる。

(3) 道路混雑を緩和する適正容積率分布

次に、実際に東京都心部に適正容積率算出のモデルを適用した場合について考察する。ここでは、容積率設定に對して 2 つのケースを設定し、それぞれについてシミュレーションを行った。

Case 1: 容積率の制限なし

(式 (15) を $\Delta d_m + d_m \geq 0$ と設定)

Case 2: 現況の法定容積率を上限として設定する

(式 (15) を $d'_m \geq \Delta d_m + d_m \geq 0$ と設定)

また、本研究は基本的には現状の道路のままで容積率の適正配置を考えているが、面的混雑度の極めて高い地区は交通量を処理するために、ある程度の道路整備を行わざるを得ない。そこで、適正容積率の設定においては、昭和 60 年現在の面的混雑度が 1.75 以上の地区を抽出し、このような地区は特別に道路拡幅を行うことにする^{注(3)}。

まず、現状(昭和 61 年)の容積率分布を Fig. 11 に示す。これを見ると、大手町周辺が全体的に高く、新宿西口の特出した値が目立つ。また、容積の最高値は新宿西口の 689% となっている。

a) 容積率の制限を設けない場合

適正容積率の設定の際に、法定容積率を制限として設

注(3) 面的混雑度が 1.75 以上になると慢性的な渋滞を引き起こし、それ以上の交通量は流れにくくなる。そこで、該当メッシュ内の最長の路線に對して車線数を両側 2 車線増加させ道路容量の拡大を図る。(全 461 メッシュ中 9 メッシュが該当)なお、上記の道路容量の修正を行わないと、適正容積率設定の際のシブレックス法が解けず、解が算出できない。

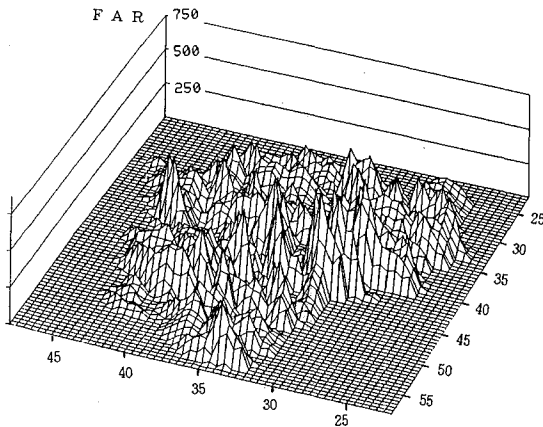


Fig.12 An appropriate urban structure in TOKYO (case 1)

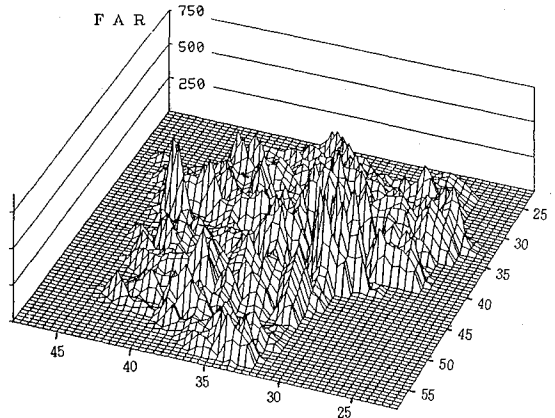


Fig.13 An appropriate urban structure in TOKYO (case 2)

けないということは、建築基準法による高さ制限や日照制限等を考慮しないということであり、現実的な容積計画には不適切である。しかし、都市の更新を既存の法制度以外から検討することは、今後の縦型都市のあり方も含めて、意義のあることだと考えられる。そこで、適正容積率算出のモデルの中で、法定容積率の条件を設定しないでシプレックス法を解いてみる。

ただし、土地利用形態は大きく変化する可能性が高いので、ここではあえて推移後の予測値を用いず、現状固定型 (Pattern 1) で業・商・住の床面積比率を配分する。床面積をこのように配分するという事は、土地利用のバランスを将来にわたって固定化することを示す。つまり、その地区の相対的な特徴をそのまま残して、都市容量自身をメッシュ単位に変動させている。

モデル適用の結果を Fig.12 に示す。

b) 法定容積率による制限がある場合

ここでは、法定容積率を上限として定め、その範囲内で適正な容積率設定を行ってゆく。また、業・商・住の床面積配分では、トレンドモデルによる 2001 年度時点の予測値を用いた (Pattern 2)。

自然に推移した土地利用に対して、適正容積率を配分することは、都市構造の変革が経済原則に比較的対応しながら行われることを意味する。つまり、業務需要が高まった地区には業務ビルを、住宅需要が発生する地区には住宅を配置することを仮定している。ただし、適正容積によって地区内の総量が量的に変動するため、実際に起こる需要と見合う量の床は供給されえない。比較論として、その需要の傾向に対処して行くだけである。

また、これは双方のケースに共通することであるが、適正増減交通量の変動にともなう適正容積率の変動量は原単位の関係で、業務・商業床比率が高いメッシュは容積率変動が少なく、住宅床比率が高いメッシュは大きく変化する。なお、解析結果は Fig.13 に示す。

Table 2 A comparison with FAR of some case

FAR	~100%	~200%	~300%	~400%	~500%	~600%	500%~
1986	159	241	46	12	1	1	1
CASE1	237	122	55	30	11	3	3
CASE2	212	138	58	37	8	7	1

2つのケースのグロス容積率の平均を単純に比較すると、対象地区内の総容量は法定容積率を設定した場合が130%、しない場合が119%となっている^{注(4)}。昭和61年現在のグロス容積率の実測値は131%であるため、どちらも61年時点の都市容量よりも若干の小さい値をとっている。つまり、道路混雑を緩和するために容積率を適正分布させても、混雑率を1.25以下に抑えるためには、山の手線内の総床面積の減少が不可欠となる。現状の容積率は、用途地域に対応して指定された法定容積率と比較した場合、その充足度は40%未満である。しかし、交通インフラ量(道路容量)不足から、すでに総量的にもアンバランスを生じているといえる。

次に容積分布を比較すると、現状の容積率分布に比べて適正容積率は双方とも起伏が激しく、容積率がゼロの部分が多くみられる。特に容積率制限を設定していないケース1の場合は、最高値697%から最低の0%まで各地区において大きく変動している。しかし概して、双方のケースは非常に似通った分布形態をしていることから、適正容積率算出の際に法定容積率自身の制限より、道路容量の制限の方が強く影響したと考えられる。

ただし、今回の法定容積率は建築基準法の斜線制限等を考慮していないので、実際の容積率制限はこれより低くなり、分布形態に影響を与える可能性も考えられる。

注(4) 容積率の上限を設けない方(case 1)が平均容積率が低いのは、土地利用を現状固定型(Pattern 1)に設定したためである。容積率の上限を設けた場合(case 2)で現状固定型にして解析を行うと、case 1と概ね同じ平均容積率となった。

また、大手町周辺の高容積率は各地区に分散され、新宿西口の高層地区は容量規制がかかり、頭打ちされていることがわかる。つまり、都市内の交通インフラを効率的に利用するには一極集中型の都市構造ではなく、各地区に極を分散させた構造が望ましいことを示唆している。

7. おわりに

道路混雑の緩和という課題に対して、本研究は都市内の容積率の適正配置を検討することで対処しようとしている。研究の結果、一極集中型の都市構造では増大する道路交通を処理することは難しく、交通の要所に都市容量を分散させる必要があることがわかった。また、現在の東京都心部の道路交通はすでに総量的にもオーバーフローしており、適切な容量規制が必要であるといえる。これらを通して「都市構造の変革と総量規制の重要性」を数学的なある一面から再認する事ができたといえる。

ただし、今回のシミュレートはモデル操作上多くの仮定の上で行われており、算出された都市像は理想的な都市像の一つの形でしか有り得ず、本当の意味での適正な容積率は多方面からの検討が必要である。

本研究の問題点と課題として以下のことが考えられる。

(1) 発生集中交通量の原単位法の精度

本研究では、床面積から発生集中交通量を算出するマクロ原単位を用いているが、実際問題にその予測精度については地域差が多い。つまり、同じ用途に属しても建物の種類や立っている場所によって発生原単位は異なる。

このような誤差をできる限る回避するためには、各地区単位ごとに発生原単位を設定すればよい。しかし実際問題、上記のような設定を行うには地区単位に集計できる詳細なデータを収集する必要があり、また汎用性の問題からみても、難しい問題である。

(2) ネットワーク問題

研究の前提条件としてネットワークの影響を考えないと仮定したが、その妥当性を検証する必要がある。

簡便なモデル作成を目的としているため、従来型の膨大な計算量を必要とするネットワーク理論ではなく、下記のような方法の検討が考えられる。

- ・ネットワークの分割と階層化による方法
- ・ネットワークの抽出・削除による方法
- ・ネットワークの連続体近似による方法

(3) 交通施設整備との関連

道路混雑の緩和という課題に対して、本研究は都市内

の容積率の適正配置を検討することで対処しようとしている。つまり、近年の交通施設整備の難しさを鑑み、道路の拡幅等は特に考えず、如何に効率よく容積率を設定するかに主眼をおいている。しかし、都市の健全な発展を考える上では、本来交通施設整備と絡めて考えていくべき問題であり、土地利用とのバランスをとることが重要となる。今後の課題として、交通施設整備にともなうコストと、法定容積率を再設定することの経済的な非効率性を比較し検討することで、適切な計画誘導を提案して行かなくてはならない。

最後に、研究作業上の協力を住都公団の浅尾有美子氏や当大学院の村田守氏に、また貴重な助言を早稲田大学の鈴木信太郎先生に頂いた。特記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 容積地域に関する研究会：容積地域に関する研究(1)、都市計画 No.2, pp.72~82, 1952.
- 2) 容積地域に関する研究会：容積地域に関する研究(2)、都市計画 No.3, pp.26~37, 1953.
- 3) 八木田功：市街地構成と交通量に関する研究、都市計画 No.15, pp.13~20, 1956.
- 4) 八木田功：市街地構成と交通量に関する研究(つづき)、都市計画 No.16, pp.10~22, 1956.
- 5) 西村昇：容積計画のための交通施設容量の解析、都市計画 No.88, pp.39~51, 1976.
- 6) 渡部与四郎：街路、容積の相関現象について、都市計画 No.9, pp.34~42, 1954.
- 7) 渡部与四郎・依田和夫・佐藤本次郎：市街地に於ける土地利用と街路の計画設計について、都市計画 No.33, pp.15~19, 1962.
- 8) 伊藤滋：銀座・日本橋地域における建築物容積と発生交通量、都市計画 No.42, pp.2~60, 1964.
- 9) 山崎俊一：容積規制と都市計画道路容量、都市計画 No.112, pp.57~62, 1980.
- 10) Smeed, R.J.: Traffic Problem in Towns, Traffic Engineering and Control, October 1964, November 1964.
- 11) 日本道路協会：道路の交通容量, p.109, 1984.
- 12) 田口東：交通網の分析手法, オペレーションズ・リサーチ, Vol.23, No.12, pp.756~763, 1978.
- 13) 佐佐木綱・朝倉康夫・楊海：連続的空間における単一ODペアに関する交通量配分, 土木計画学研究・講演集 No.11, pp.23~30, 1988.
- 14) 飯田恭敬・朝倉康夫・楊海：ネットワークの分割と連続体近似による交通量配分, 土木学会論文集第425号, pp.165~174, 1991.
- 15) 太田正孝・中川義英・森本章倫：東京中心部における建物床面積の予測モデルに関する研究, 土木計画学研究・講演集 No.12, pp.651~658, 1989.

(1991.6.17 受付)

THE LOCATION OF APPROPRIATE FLOOR-AREA RATIO CONSIDERING THE ROAD CAPACITY

Akinori MORIMOTO and Yoshihide NAKAGAWA

The purpose of this study is to examine a suitable urban structure by considering the road capacity.

This paper includes two contains ; One is to establish an appropriate location model of floor-area ratio with the aim of dissolution of road congestion. The other is to apply the model in a hypothetical city and TOKYO central district.

From the results of the models' application, We propose that one of suitable urban form is the poly-nucleated city and control of the urban capacity is necessary in TOKYO to solve the road congestion problem.
