

IV-384

容積率配分計画からみた道路網最大容量について

愛媛大学大学院 学員 下岡英智
 愛媛大学工学部 正員 柏谷増男
 愛媛大学工学部 正員 朝倉康夫

1. はじめに

これまで筆者らは、道路網最大容量を考慮できる最適土地利用配分モデルを用いて容積率配分計画の研究¹⁾を行ってきた。しかしながら、道路網最大容量を与える道路網の切断状態はいくつか考えられる。そこで本研究では、道路網の種々の状態のもとでの容積率配分計画について考察する。

2. 道路網最大容量モデルについて

一般に道路網最大容量とは、特定条件下(物理的、経済的、環境的な限界条件下)において、道路網全体として受け入れ可能な最大交通量であると定義されている。最大容量を求める方法として本研究では、モデルの定式化の関係から、LPの応用について考えていく。LPモデルの前提条件として、①単位OD表が所与②目的地選択率が所与、③目的地選択率と経路選択率が所与、という3つの場合がある。①の場合では経路交通量が、②の場合では経路交通量とゾーン別発生可能交通量が決定変数となる。しかし、経路交通量を決定変数に持つと、変数の数は全ODペア間の総経路数となり、大規模ネットワークではかなりの数となるので実用的ではない。ところが、③の場合ではゾーン別発生可能交通量のみが決定変数となるので、変数の数は対象地域のゾーンの数と同じとなる。そのため、①、②の場合に比べて変数の数が非常に少なくてすむので、③の場合を採用する。

3. 道路網最大容量を考慮した最適土地利用配分モデル

上に述べた道路網最大容量モデルでは、ゾーン別の発生可能交通量を用いて、各ゾーンでの立地可能床面積をとりあえず決めることはできるが、土地利用効率は考慮されていない。また、LP型の土地利用モデルであるHerbert-Stevensモデルでは、土地利用効率は考慮されているが、道路の容量による制約は入っていない。そこで、この土地利用配分モデルに道路網最大容量モデルを組み込んで、土地利用配分の際に道路網

の最大容量を考慮できるようにしたモデルが(Model 1)である。

(Model 1)

$$\max, \sum_{i \in I, m \in M} b_{im} \cdot X_{im} \quad \dots (1)$$

sub.to

$$\sum_{i \in I} X_{im} = S \cdot D_m \quad \text{for } m \in M \quad \dots (2)$$

$$\sum_{m \in M} X_{im} / u_m \leq N_i \quad \text{for } i \in I \quad \dots (3)$$

$$\sum_{i \in I, m \in M} Q_{ai} \cdot \alpha_m \cdot X_{im} \leq R_{\max} \cdot C_a - V_a \quad \text{for } a \in A \quad \dots (4)$$

$$X_{im} \geq 0 \quad \text{for } i \in I, m \in M \quad \dots (5)$$

ここで、 X_{im} :ゾーン*i*における活動*m*の立地可能床面積、 b_{im} :ゾーン*i*における活動*m*の床面積あたり付け値、 D_m :対象地域全体での活動*m*の総需要床面積基準値、 S :需要床面積パラメータ、 N_i :ゾーン*i*の立地可能面積、 u_m :地区環境条件に基づく活動*m*の容積率、 Q_{ai} :影響係数、 $R_{\max}$:リンク切断判定基準、 α_m :活動*m*の床面積あたりの発生原単位、 C_a :リンク*a*の交通容量、 V_a :リンク*a*の既存交通量。

影響係数は、ゾーン*j*を選ぶ目的地選択率 p_{ij} と経路*k*を選ぶ経路選択率 r_{ijk} を用いて次式より求める。

$$Q_{ai} = \sum_{j \in I, k \in K_{ij}} p_{ij} \cdot r_{ijk} \cdot \delta_{ijk a}$$

ここで、

$$r_{ijk} = \exp(t_{ijk}) / \sum_{k \in K_{ij}} \exp(t_{ijk}) \quad (t_{ijk} = \sum_{a \in A} t_{a0} \cdot \delta_{ijk a})$$

t_{a0} :リンク*a*の自由走行時間

$\delta_{ijk a}$:ODペア*i, j*間の*k*番目経路にリンク*a*が含まれている場合は1、その他は0

(Model 1)は筆者らがこれまでの研究で用いてきたものであり、 p_{ij} 、 r_{ijk} 固定となっている。そのため、ネットワークの最大容量に達した時点でも、あるODペア間では通行可能な経路が残っている可能性がある。

しかし、道路利用者の経路選択を考えると、容量に達していない経路があれば、それを利用することが可能であるから、経路の変更を認めれば、ODペア間は連結されることになる。つまり、式(4)は、代替経路への変更を考慮していないため、道路利用者すなわち立地主体にとっては、かなり厳しい制約となっている。そこで、代替経路の利用を考慮するために、 p_{ijk} を固定したまま、 r_{ijk} の値だけを変更することを認め、少なくとも1つのODペアが非連結となるまで繰り返し計算するようにしたものが、次のモデルである。

(Model 2)

初期設定: 全ODペアについて選択可能経路集合 K_{ij} を求める。 $X_{im}^{(0)}=0$ 、 $V_a^{(0)}=(\text{既存交通量})$ 、 $n=1$ (繰返し回数)とする。

step 1 r_{ijk} を求めて影響係数 Q_{ai} を計算する。

step 2 (Model 1)において $V_a=V_a^{(n-1)}$ として最適解 X_{im}^* を計算する。

step 3 $X_{im}^{(n)}=X_{im}^{(n-1)}+X_{im}^*$
 $V_a^{(n)}=V_a^{(n-1)}+\sum_{i \in I, m \in M} Q_{ai} \cdot X_{im}^*$

step 4 $V_a^{(n)}=R_{\max} \cdot C_a$ となるリンクを含む全ての経路を K_{ij} から除く。

step 5 $K_{ij}=\emptyset$ となるODペアが1つでもあれば計算終了。そうでなければ $n=n+1$ としてstep 1へ。

このモデルは、LPに配分シミュレーションの考え方を導入した形になっており、経路が容量に達すれば順々にそれを除いて r_{ijk} を変更し、(Model 1)を解く構造となっている。その理由は、経路交通量を決定変数としたLPモデルの欠点(変数の多さ)に対応するためである。(Model 2)では、step 2の計算で式(2)、(3)の制約にかからなければ、あるリンクが交通容量に達してそのリンクを含む経路が通行不能となるが、他に経路が存在すれば利用者はその経路を使って目的地に行ける。そのため、(Model 2)で得られる目的関数値は(Model 1)のものより一般的に大きくなる。

(Model 1)、(Model 2)では、土地利用の効率性から考えると、都心部およびその周辺部に多くの床面積が配分され、郊外部に配分される前に最大容量に達すると予想される。これでは、郊外部の容積率指定ができないので、 r_{ijk} だけでなく p_{ijk} をも変更して、全ODペアが非連結となるまで計算することを考える。

p_{ijk} を、以下の考え方で変更する。

・非連結となったODペアの p_{ijk} の値が小さい時は、そのODペア間の交通量は小さく、また、発ゾーンに対する着ゾーンの魅力が小さいためその着ゾーンに行けなくなれば他のゾーンが代替できる、と考え非連結となった目的地を除いて、目的地選択率の値を修正する。そうでない場合には、代替目的地への変更ができないものとし、その発ゾーンでの新たな立地を認めないものとする。

こうすれば、先に都心部やその周辺部に床面積が配分されて、これらのゾーンと郊外部の交通が寸断されても、郊外部ゾーン同士で行き来ができるので容積率指定ができるようになる。この考え方をういて(Model 3)を定式化する。

(Model 3)

初期設定:(Model 2)の初期設定を行い、選択可能目的地集合 J_i を求める。 $p_{ij}^{(0)}=OD_{ij}/O_i$ とする。

step 1 $n \geq 2$ の時 $p_{ij}^{(n)}$ を次のようにして求める。

非連結となったODペアの $p_{ij}^{(n-1)}$ の値がP(目的地選択判定基準)以下の時には、 $p_{ij}^{(n)}=0$ とする。これ以外のODペアについては

$$p_{ij}^{(n)}=p_{ij}^{(n-1)} / \sum_{j \in J_i} p_{ij}^{(n-1)}$$

P以上の場合には、 $N_i=0$ 、 $p_{ij}^{(n)}=0$ とする。

step 2 (Model 2)のstep 1~step 4を実行する。

step 3 非連結となったODペアを J_i から除き、 $J_i=\emptyset$ なら計算終了。そうでなければ $n=n+1$ としてstep 1へ。

4.おわりに

本研究では、容積率配分計画の際の道路網最大容量について議論してきた。これらのモデルを小規模ネットワークに適用し、モデルの挙動や問題点を調べた結果については、講演時に述べる。

《参考文献》

1) 柏谷増男、朝倉康夫、下岡英智：土木計画学研究・講演集 No15(1)、pp443-450、1992年11月