

システム科学研究所 正員 傅 義雄
 京都大学工学部 正員 佐佐木 綱
 京都大学工学部 正員 井上 知之

1) はじめに

従来のOD予測では、ゾーン内々交通量、ゾーン内外交通量の区別なく、同じ方法論で取り扱うことが多い。しかし、ゾーン内々の時間距離の設定に問題があるため、内々交通量予測の適合度が低く、またこれがゾーン内外交通量の予測精度にも影響を及ぼすなどの未解決の問題が残されている。そこで内々率を定義して、1つの内々交通量推定モデルを提案した。¹⁾本研究ではこのモデルの改良を試みる。昭和40年、43年、46年、49年に調査された大阪都市圏22ゾーンの全車種カートリッパのデータに対して、モデルの適合度の検討を行なう。

2) 従来の内々交通量予測モデル²⁾

内々率には発生側と集中側の2通りがあるが、ゾーン*i*の発生トリッパ数、集中トリッパ数、内々トリッパ数をそれぞれ Q_i 、 V_i 、 X_i とすると、発生側の内々率は X_i/Q_i 、集中側の内々率は X_i/V_i と表される。内々率を「発生側内々率と集中側内々率の相乗平均」と定義している。内々率 Y_i は次式で表わされることになる。

$$Y_i = X_i / \sqrt{Q_i V_i}, \quad (i = 1, \dots, n; n: \text{ゾーン数}) \quad (1)$$

2.1 現在パターン法 将来の内々率として現状の内々率をそのまま使用する方法、次式のように表わされる。

$$X_i = Y_i \sqrt{Q_i V_i} = y_i \sqrt{Q_i V_i} \quad (2)$$

y_i : 現在の内々率 $\frac{T_i}{\sqrt{Q_i V_i}}$, T_i : 現在の内々トリッパ数。

Q_i, V_i : 現在の発生トリッパ数, 集中トリッパ数。

2.2 アクセシビリティ法 アクセシビリティが高まれば、周辺の影響力が強まるということであり、その結果内々率は減少する。逆にアクセシビリティが減少すれば、その結果内々率は増大することとなる。すなわち、内々率はアクセシビリティの減少関数である。次の回帰式を考えよう。

$$Y_i = \alpha e^{-\beta A_i / \sum_{j=1}^n V_j} \quad (3)$$

従って、内々トリッパ数は $X_i = \alpha \sqrt{Q_i V_i} e^{-\beta A_i / \sum_{j=1}^n V_j}$ (4)

のように表わされる。ここに A_i はゾーン*i*のアクセシビリティである。

$$A_i = \sum_{j=1}^n (V_j / t_{ij}), \quad (i, j = 1, \dots, n; \alpha, \beta: \text{係数})$$

3) 内々交通量予測モデルの改良

前述のように2通りのモデルを考えてきたが、前者は一番簡単な方法で、内々率が将来も現在も変化しないという仮定の元と、内々トリッパを予測するものである。後者はアクセシビリティのみを説明要因にしているが、内々率がすべてアクセシビリティに依存するというわけではない。アクセシビリティがいくら大きくなって、そのゾーンの吸引力が大きければ内々率は小さくならないであろう。現状内々率 y_i はこの効果が反映されていると考え、式(3)のモデルの中に、現在の内々率を1つの説明変数として付加し、次式の回帰式を考える。

$$Y_i = \alpha y_i^\delta e^{-\beta A_i / \sum_{j=1}^n V_j} \quad (5)$$

従って、将来の内々トリッパ数は $X_i = \alpha y_i^\delta \sqrt{Q_i V_i} e^{-\beta A_i / \sum_{j=1}^n V_j}$, (α, β, δ : 係数) (6)

のように表わされる。

4) 予測式の係数の決定

予測式の係数 δ は将来の内々トリッパ数に対する現在の内々率の影響が予測年数の増加とともに弱くなることを考え、次式で回帰させることにする。

$$\delta_i = a e^{-bt_i} \quad (a, b: \text{係数}) \quad (7)$$

t_i : 基準年次から i 年次を
予測するまでの年数。

しかし、 $t_i=0$ とき $\delta_i=1.0$ のため、 $a=1.0$ である。これを代入すると式(7)は次式となる。

$$\delta_i = e^{-bt_i} \quad (8)$$

実例として、大阪都市圏を対象にこの係数を算出したところ次のようになった。対象としたデータは昭和40年、43年、46年、49年の全国交通情勢調査の大阪都市圏22ゾーンの全車種カートリップのデータである。

まず式(6)において、 y_i は基準年次、 X_i 、 U_i 、 V_i 、 A_i は予測年次の実績値を代入して、最小自乗法により、予測年次によくあうように、 δ_i を求める。それぞれ求めた、 δ_i と t_i を(8)式に代入して、最小自乗法により、 b を求めると

$$\delta_i = e^{-0.0503t_i} \quad (9)$$

になった。残された係数、 α 、 β の値は式(9)により予測年次の δ_i を求めた上で、式(6)により従来のように現在のデータを用いて最小自乗法で決定する。

5) 大阪都市圏への適用

前述のカートリップデータを用いて、モデルの予測値の実績値に対する適合度の検討、さらに、以前に提案したゾーン内々交通量推定モデル(式(4))に対する比較検討を試みる。

表-1に示したようにどの予測についても、予測交通量と実績交通量の相関係数が0.96以上である。その中で6年先、40年から46年への予測が最も高く0.9865であった。誤差の割合をみると、最小はわずか8.33%にすぎず、最大でも15.20%でしかない。全体的にみて非常に安定しており、予測年次までの年数によって、精度が変化しないと言える。一方、式(4)のモデルの計算結果を表-2に示す。相関係数の値は最低0.94、最高は0.97、全体的にみて若干修正モデルより精度が悪い。誤差の割合で見ると、最小の15.43%で今回のモデルの最大の15.20%より高い。 X^2 の値でも今回の提案モデルが以前のモデルより相当よくなっている。

6) おまじ

従来のアクセシビリティのみに依存する形の内々交通量予測式に現況内々率を説明変数として追加した予測式を考えたところ、提案モデル式中のパラメータ δ の算出に当たっては、何回かのデータを必要とする点で問題である。この1つの解決策として類似の都市圏同志の間の δ の値を代用するなどの方法を取ればよいと思われるが、今後さらに検討を加える必要がある。

参考文献 1) 2) 佐佐木綱・伊藤義雄: ゾーン内々交通量の推定モデル, 交通工学, Vol. 12, No. 6, 1977, pp 21~28

表-1 大阪都市圏ゾーン内々トリップ数予測式の諸係数と適合度

予測年次までの年数	基準年次	予測年次	α	β	δ	X^2	相関係数	$\frac{\sum DX(i) }{\sum X^*(i)}$
3	40	43	0.874	0.613	0.860	5,224	0.9846	8.33%
	43	46	0.959	1.95	0.860	8,650	0.9826	10.93%
	46	49	0.979	1.79	0.860	20,736	0.9580	15.20%
6	40	46	0.778	1.14	0.739	10,148	0.9865	12.76%
	43	49	0.924	3.63	0.739	10,838	0.9722	10.37%
9	40	49	0.705	1.59	0.636	10,211	0.9711	10.73%

$X(i)$: 予測値, $X^*(i)$: 実績値, $DX(i)=X(i)-X^*(i)$

$$\text{予測式: } X_i = \alpha y_i^\delta \sqrt{U_i V_i} \exp(-\beta A_i / \sum_{j=1}^n V_j)$$

U_i : 発生交通量, V_i : 集中交通量, A_i : アクセシビリティ

y_i : 現在の内々率

表-2 大阪都市圏ゾーン内々トリップ数予測式の諸係数と適合度

予測年次までの年数	基準年次	予測年次	α	β	X^2	相関係数	$\frac{\sum DX(i) }{\sum X^*(i)}$
3	40	43	0.383	4.38	27,476	0.9352	18.79%
	43	46	0.740	13.9	38,779	0.9396	24.56%
	46	49	0.858	12.8	82,691	0.9738	29.48%
6	40	46	0.383	4.38	33,600	0.9459	23.76%
	43	49	0.740	13.9	25,025	0.9719	15.43%
9	40	49	0.383	4.38	24,974	0.9483	17.91%

$X(i)$: 予測値, $X^*(i)$: 実績値, $DX(i)=X(i)-X^*(i)$

$$\text{予測式: } X_i = \alpha \sqrt{U_i V_i} \exp(-\beta A_i / \sum_{j=1}^n V_j)$$

U_i : 発生交通量, V_i : 集中交通量, A_i : アクセシビリティ