

交通路線連関の定式化とその応用について

京都大学工学部 正員 天野 光 三

高速鉄道、バス、路面鉄道などの交通機関によって構成される都市交通路線網は、それらの相互乗換えに關する依存度がはなはだ大きい。したがって各地域のゾーンごとに差のある発生・吸収交通量の増加傾向は、これらのゾーンを結ぶ交通路線網の相互依存關係に直接間接に影響された輸送需要の増加を示す。この交通路線の連関關係に着目し、将来における路線網上の交通流動を予測するための一つの方法論を提案する。

(1) 路線連関表

たとえば任意のゾーン m からゾーン n へのトリップに關係のある交通手段として、 $i = 1, 2, 3, 4$ の4種の交通路線が考えられる場合、これらの相互乗換え關係からみて利用しうる経路には種々の組合せが考えられる。すなわち各経路の両端における徒歩も一つの交通手段とみなして発生側を $i = 0$ 、吸収側を $i = 0'$ とし、各トリップについてかならず 0 および $0'$ をつけることとする。この場合、ゾーン m から n に流入する全交通量の利用路線の連関關係を右の表のように示すことができる。

この表において

${}^mX_{ij}^n$: ゾーン m からゾーン n へ流入する
ため、路線 i から路線 j に乗換え
る交通量

$${}^mX_{i\cdot}^n = \sum_j {}^mX_{ij}^n \quad {}^mX_{\cdot j}^n = \sum_i {}^mX_{ij}^n$$

であり、 ${}^mX_{i\cdot}^n = {}^mX_{\cdot i}^n$ が成立する。また、

${}^mX_{0\cdot}^n = {}^mX_{\cdot 0}^n$ はゾーン m から n へ流入する OD 交通量である。さらにこの表において、

${}^mX_{0j}^n$: ゾーン m から n へ流入するため、路線 j を最初に利用する交通量

${}^mX_{i0'}^n$: ゾーン m から n へ流入するため、路線 i を最後に利用する交通量

であり、これらをとれどれ付加価値、および最終需要と考えることにより、上の表は産業連関表と全く同じ構造をもつものと理解することができるので、以下路線連関表と呼ぶ。

なお、ここに掲げた表の要素は ${}^mX_{ij}^n$ であるが、

$${}^mX_{i\cdot}^n = \sum_j {}^mX_{ij}^n, \quad {}^mX_{\cdot j}^n = \sum_i {}^mX_{ij}^n, \quad {}^mX_{ij}^n = \sum_m \sum_n {}^mX_{ij}^n$$

などを要素とする路線連関表を作成することにより、それぞれの目的に応じて次のように路線別の交通量を分析することができる。

(2) 路線連関表による交通流動の分析

上にのべた路線連関表を応用し、たとえばつぎのように交通路線網における交通流動を分析することができる。

乗車 路線	1	2	3	4	$0'$	計
0	${}^mX_{01}^n$	${}^mX_{02}^n$	${}^mX_{03}^n$	${}^mX_{04}^n$	${}^mX_{00'}^n$	${}^mX_{0\cdot}^n$
1	0	${}^mX_{12}^n$	${}^mX_{13}^n$	${}^mX_{14}^n$	${}^mX_{10'}^n$	${}^mX_{1\cdot}^n$
2	${}^mX_{21}^n$	0	${}^mX_{23}^n$	${}^mX_{24}^n$	${}^mX_{20'}^n$	${}^mX_{2\cdot}^n$
3	${}^mX_{31}^n$	${}^mX_{32}^n$	0	${}^mX_{34}^n$	${}^mX_{30'}^n$	${}^mX_{3\cdot}^n$
4	${}^mX_{41}^n$	${}^mX_{42}^n$	${}^mX_{43}^n$	0	${}^mX_{40'}^n$	${}^mX_{4\cdot}^n$
計	${}^mX_{\cdot 1}^n$	${}^mX_{\cdot 2}^n$	${}^mX_{\cdot 3}^n$	${}^mX_{\cdot 4}^n$	${}^mX_{\cdot 0'}^n$	${}^mX_{\cdot \cdot}^n$

- (a)各交通路線エトリップの始終端として利用する交通量(例、最寄駅までのバス利用状況調査など)
- (b)任意の交通路線と他のそれぞれの路線との相互乗換え交通量(例、ターミナル駅の乗換え通路計画など)
- (c)各路線の区間別通過交通量 (例、交通路線施設の増強計画など)
- (d)それぞれの地域間交通の平均乗換え回数 (例、交通路線施設の整備水準を示す地域別指標等)

[3] 将来の路線連関関係の推定

(1) 将来の最終需要を与える場合

産業連関表によって産業間の将来の需要を予測する場合、投入係数を一定と仮定する。同様に、路線網の構成変化や各ゾーンの人口増加率の著しい不均衡がないと想定し、 $a_{ij} = x_{ij}^*/x_j^*$ を一定とする。この場合、前頁の表の各要素の将来値に*をつける

$$\sum_{j=1}^4 a_{ij} x_j^* + x_{i0}^* = x_i^* \quad (i=1, 2, 3, 4)$$

が成立する。 x_{i0}^* は体系の外部から与えられ $x_k^* = x_k^*$, かつ $a_{kk} = 0$ であるから、この連立方程式を解き、次式によって $x_1^*, x_2^*, x_3^*, x_4^*$ 、したがって将来の路線連関表の各要素 $x_{ij}^* = a_{ij} x_j^*$ を求めることができる。

$$\begin{pmatrix} x_1^* \\ x_2^* \\ x_3^* \\ x_4^* \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} -1 & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & -1 & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & -1 & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & -1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} x_{10}^* \\ x_{20}^* \\ x_{30}^* \\ x_{40}^* \end{pmatrix}$$

(2) 各ゾーンの将来の発生・吸収交通量を与える場合

たとえば Fratar 法などの収束計算によってまず将来のOD交通量 x_{ij}^n を求める。つぎに現在の路線連関表の各要素の a_{ij} は、同一のODに關してのみ一定に保たれると仮定し、各OD交通量の増加率を α_{ij}^n とすると、将来の路線連関表の構成要素 x_{ij}^{n*} は次式で表わされる。

$$x_{ij}^{n*} = \alpha_{ij}^n x_{ij}^n$$

$$\text{ここに } \alpha_{ij}^n = \frac{x_{ij}^n}{x_{ij}^n}, \quad x_{i0}^n = x_{i0}^{n*} = x_{i0}^{n*}, \quad x_{0i}^n = x_{0i}^{n*} = x_{0i}^{n*}$$

したがってこの交通圏全域における将来の路線連関表の構成要素 x_{ij}^{n*} は次式となる。

$$x_{ij}^{n*} = \sum_m \sum_n \alpha_{ij}^n x_{ij}^n$$

[4] むすび

この方法はつぎのように応用することができる。まず現在の路線連関表を作成し、つぎに[3]の(1)、または(2)によって将来目標年度の路線連関表を推定する。これに[2]によって分析することにより、たとえば各路線の将来の区間別輸送需要を予測し、この値がそれぞれの輸送容量を超過する区間と、その超過量を知り、交通路線網の整備計画に応用することができる。