Ⅳ－150　観測リンク交通量を用いた時間帯別ＯＤ交通量の簡易推定手法に関する研究

名城大学　理工学部　正　員　松本　幸正
名古屋工業大学　正　員　松井　寛

１．はじめに　最近の交通をとりまく環境はきわめて多様化しつつあり、従来の日単位の交通需要推計手法ではその変化に対応しきれなくなりだしているのが現状である。朝・夕の出勤・帰宅のピーク時に見られる慢性的な道路渋滞、観光地における交通マヒなど、日単位では捉えきれないよりきめ細かい時間間隔での交通現象の把握が可能なモデル構築の必要性が高まってきている。そこで本研究では、ある時間帯別のＯＤ交通量を、観測リンク交通量のデータを用いて簡便に推定するモデルについて提案する。

２．時間帯別ＯＤ交通量の推定手法　対象地域を二分するよう数本任意にスクリーンラインを設定し、そのスクリーンラインの時間帯別比率（スクリーンラインの日断面交通量に占める各時間帯の断面交通量の比率）、日単位のＯＤ交通量などを用いて、時間帯別ＯＤ交通量を推定する方法について述べる。第Ｋ番目のスクリーンラインの時間帯別比率$F_k{}^t$は、観測リンクフローを用いて、平均的に考え

$$F_k{}^t=\sum_g f_g{}^t/\sum_t\sum_g f_g{}^t/G_k \quad (g\in g_k) \qquad (1)$$

と表される。ここで$f_g{}^t$は第Ｋ番目のスクリーンラインを横切る時間帯別のリンク交通量で、g_kはそのリンクの集合、G_kはリンク数である。いま日ＯＤ交通量をa_{ij}、時間帯別ＯＤ交通量を$x_{ij}{}^t$とし、さらにゾーン$i-j$間のＯＤ交通が第Ｋ番目のスクリーンラインを横切る時１、それ以外は０となるようなダミー変数δ_{ijk}を定義すると、スクリーンラインの時間帯別断面交通量$s_k{}^t$は、式（１）の$F_k{}^t$を用いて表すと

$$s_k{}^t=F_k{}^t\sum_i\sum_j\delta_{ijk}a_{ij} \qquad (2)$$

となる。ここで日単位のＯＤ交通のゾーン$i-j$に関するＯＤ交通量を、日ＯＤ交通量の総和で除したものをゾーン$i-j$間の日単位ＯＤ生起確率であると考える。すなわちある日単位のＯＤトリップがゾーン$i-j$間の日ＯＤをもつ生起確率p_{ij}は、

$$p_{ij}=\frac{a_{ij}}{\sum_i\sum_j a_{ij}} \qquad (3)$$

となる。このp_{ij}は、日ＯＤ表が与えられているため既知である。

次に、推定時間帯別ＯＤ交通量の総和をＴとすると

$$T=\sum_t\sum_i\sum_j x_{ij}{}^t \qquad (4)$$

であり、時間帯別のＯＤ表が得られる同時生起確率Ｐは、時間帯別ＯＤ交通量の生起確率を$q_{ij}{}^t$とすると

$$P=\frac{T!}{\prod_t\prod_i\prod_j x_{ij}{}^t!}\prod_t\prod_i\prod_j (q_{ij}{}^t)^{x_{ij}{}^t} \qquad (5)$$

で定義される。この同時生起確率Ｐが最大となるような$q_{ij}{}^t$を、すなわち$x_{ij}{}^t$を求めればよい。そこで両辺の対数をとり、スターリングの公式を用いると

$$\log P=T\log T-\sum_t\sum_i\sum_j x_{ij}{}^t\log x_{ij}{}^t+\sum_t\sum_i\sum_j x_{ij}{}^t\log q_{ij}{}^t \qquad (6)$$

ここで、各スクリーンラインでの推定時間帯別ＯＤ交通量が断面交通量に一致しなければならないので

$$\sum_i\sum_j\delta_{ijk}x_{ij}{}^t=s_k{}^t \qquad (7)$$

を満たさなければならない。そこで式（７）のもとで式（６）のｌｏｇＰを最大にするため、ラグランジェの未定乗数法を用い、ラグランジェの未定乗数を$\lambda_k{}^t$とすると、ラグランジェ関数Ｌは

$$L=T\log T-\sum_t\sum_i\sum_j x_{ij}{}^t\log x_{ij}{}^t+\sum_t\sum_i\sum_j x_{ij}{}^t\log q_{ij}{}^t+\sum_t\sum_k\lambda_k{}^t\left(\sum_i\sum_j\delta_{ijk}x_{ij}{}^t-s_k{}^t\right) \qquad (8)$$

となる。Ｌを$x_{ij}{}^t$, $\lambda_k{}^t$で偏微分して０と置き、それぞれの式から$x_{ij}{}^t$, $\lambda_k{}^t$を導くと

$$x_{ij}{}^t=T\,q_{ij}{}^t\,e^{\sum_k\lambda_k{}^t\delta_{ijk}} \qquad (9)$$

$$\lambda_k{}^t=\log\frac{s_k{}^t}{T\sum_i\sum_j\delta_{ijk}q_{ij}{}^t\;e^{\sum_{l\neq k}\lambda_l{}^t\delta_{ijl}}} \qquad (10)$$

を得る。ここで式（３）の日ＯＤ表から得られるp_{ij}を用いて$q_{ij}{}^t$を表すモデルを以下のように考える。

モデル①　$$q_{ij}'=\frac{\alpha_i'+\beta_j'}{2}\gamma p_{ij} \qquad (11)$$

ここでq_{ij}'は各ゾーンにおける生起確率であるので

$$\sum_i\sum_i\sum_j q_{ij}'=1 \qquad (12)$$

である。以上のq_{ij}'を式（９）に代入し α_i', β_j' などを表す式を導くわけであるが、式（９）の両辺について、集中側のみ総計し

$$\alpha_i'=\frac{2\sum_j x_{ij}'-T\gamma\sum_j\beta_j' p_{ij}e^{\sum_k\lambda_k'\delta_{ijk}}}{T\gamma\sum_j p_{ij}e^{\sum_k\lambda_k'\delta_{ijk}}} \qquad (13)$$

を得る。次に発生側で総計し

$$\beta_j'=\frac{2\sum_i x_{ij}'-T\gamma\sum_i\alpha_i' p_{ij}e^{\sum_k\lambda_k'\delta_{ijk}}}{T\gamma\sum_i p_{ij}e^{\sum_k\lambda_k'\delta_{ijk}}} \qquad (14)$$

また式（１２）にq_{ij}'を代入し

$$\gamma=\frac{2}{\sum_i\sum_i\sum_j(\alpha_i'+\beta_j')p_{ij}} \qquad (15)$$

となり、各式を用いて繰返し計算を行う。

３．豊田市内での適用事例　今回用いたデータは、昭和５６年度中京圏Ｐ．Ｔ．調査により集計された豊田市内１４ゾーンのカートリップＯＤ表と昭和５５年度道路交通センサスで得られた豊田市内のリンクデータであるが、本適用事例では得られるデータの都合上昼間１２時間のみでの計算を行った。スクリーンラインは任意に６パターン設定し、その本数は２本から４本である。表－１は時間帯別ＯＤ交通量の推定値と実績値の相関係数を示してある。この値から７時台，１８時台以外は、どの時間帯，どのパターンにおいても相関係数の値は０．９２以上を示し、優れた相関性が得られることがわかった。また各パターンごとの差違もかなり小さく、スクリーンラインの設定の違いの影響を受けることが少ないと判断できる。表－２のＰＲＭＳ誤差の値を見てみると、昼間に大きな値を示しているが、このことは昼間の時間帯別ＯＤ交通量の実績値が０台に近いトリップが多数現れてくるためであると思われるが、７時台，８時台などの朝夕の時間帯においては良好な値となっていることがわかる。表４－３は、時間帯別ＯＤ交通量の推定値と実績値の合計比を示してあるが、７時，１８時台での過少、１３時，１４時，１５時での過大推計の傾向が認められるが、このことは先に述べた理由による相対的なものと考えられ、そのことを考慮すればほぼ良好な値であると思われ、またパターン別のレンジの値もあまり大きくないようであり、全体として、スクリーンラインの設定の差違の影響を受けにくく、安定した推定結果が得られることがわかった。

４．今後の課題　本研究においては実績リンク交通量のデータを用い、時間帯別ＯＤ交通量を簡便に推定する方法について提案を行ない、７時台などを除いて有意な推定結果が得られることがわかったが、今後はその７時台の推定精度を上げるモデルの開発や、地域移転可能性などについて検証していく必要がある。

表－１　推定値と実績値の相関係数

	ＰＴ１	ＰＴ２	ＰＴ３	ＰＴ４	ＰＴ５	ＰＴ６
７	0.7555	0.7560	0.7451	0.7351	0.7534	0.7514
８	0.9756	0.9756	0.9771	0.9761	0.9772	0.9773
９	0.9646	0.9650	0.9619	0.9626	0.9631	0.9629
１０	0.9289	0.9283	0.9248	0.9265	0.9303	0.9300
１１	0.9510	0.9502	0.9537	0.9541	0.9515	0.9514
１２	0.9669	0.9636	0.9637	0.9595	0.9614	0.9588
１３	0.9422	0.9417	0.9422	0.9423	0.9425	0.9423
１４	0.9544	0.9542	0.9587	0.9577	0.9613	0.9618
１５	0.9511	0.9513	0.9508	0.9539	0.9507	0.9521
１６	0.9620	0.9621	0.9557	0.9624	0.9585	0.9589
１７	0.9435	0.9427	0.9395	0.9451	0.9466	0.9461
１８	0.8600	0.8601	0.8565	0.8544	0.8593	0.8603
全時間	0.8888	0.8908	0.8841	0.8826	0.8886	0.8864

表－２　推定値と実績値のＰＲＭＳ誤差

	ＰＴ１	ＰＴ２	ＰＴ３	ＰＴ４	ＰＴ５	ＰＴ６
７	0.8222	0.8426	0.9888	0.9047	0.7990	0.7185
８	0.7302	0.7296	0.7434	0.7684	0.7672	0.7665
９	1.2661	1.2458	1.1685	1.1978	1.2466	1.2689
１０	1.2412	1.2053	1.1521	1.1511	1.2581	1.2420
１１	1.1382	1.1205	1.0656	1.0415	1.1530	1.1355
１２	1.0667	1.1327	1.1024	1.0802	1.1018	1.1641
１３	1.4072	1.3777	1.4069	1.3266	1.4140	1.3805
１４	1.5924	1.5663	1.4743	1.5300	1.5640	1.5505
１５	1.2785	1.2608	1.2364	1.2296	1.2175	1.2749
１６	1.6832	1.6958	1.7013	1.7074	1.7020	1.8087
１７	0.7336	0.7413	0.6985	0.7451	0.7085	0.7079
１８	1.0548	1.0546	0.9971	1.0228	1.0178	1.0333
全時間	1.2049	1.1987	1.1772	1.1743	1.1991	1.2131

表－３　推定値と実績値の合計比

	ＰＴ１	ＰＴ２	ＰＴ３	ＰＴ４	ＰＴ５	ＰＴ６
７	0.7031	0.7222	0.8294	0.8111	0.7083	0.6472
８	0.8186	0.8164	0.8111	0.8133	0.8290	0.8288
９	1.2436	1.2272	1.1651	1.2047	1.2392	1.2608
１０	1.3243	1.2816	1.2371	1.2502	1.3174	1.3080
１１	1.1993	1.1743	1.1216	1.1106	1.1974	1.1837
１２	1.0657	1.1103	1.1190	1.0536	1.0702	1.1231
１３	1.3638	1.3377	1.3448	1.2836	1.3685	1.3406
１４	1.3610	1.3400	1.3153	1.3482	1.3895	1.3826
１５	1.3726	1.3605	1.3636	1.3632	1.3497	1.4316
１６	1.2109	1.2189	1.1940	1.2435	1.2132	1.2739
１７	0.8218	0.8382	0.8156	0.8335	0.8209	0.8219
１８	0.8025	0.8027	0.7642	0.7703	0.7833	0.7978