

松山市域道路網の時間帯別最大容量の推定

愛媛大学工学部 正会員 柏谷 増男
愛媛大学工学部 正会員 朝倉 康夫
○愛媛大学大学院 学生員 和田 拓也

1 はじめに

従来のネットワークの最大容量は、日交通量を対象に日単位での計算を行ってきた。本研究の目的は、松山市域道路網を対象として、時間帯別の最大容量を算出することにある。基本的な考え方は、ネットワークの条件が同じであっても、時間帯ごとにODパターンが変化することにより、最大容量が異なるとするものである。

2 計算方法

(1)時間帯別ODパターン推定法

P-T調査データなどから時間帯別ODパターンの実績値を得ることができなかったため、観測リンク交通量に基づくOD交通量推定法を適用して、時間リンク交通量の観測データから時間帯別ODパターンを推定するものとした。

推定における主な前提条件は、①入力変数のうち時間帯ごとに変化する変数は観測リンク交通量のみであること、②時間帯は相互に独立であることである。用いた時間帯別ODパターン推定法は、残差平方和最小化モデル¹⁾のうち、リンク交通量の残差と発生交通量の残差の和を最小にする発生交通量を求めるものである。この方法は、観測リンク数の影響を受けにくいという利点を持つ。

t時間帯のiゾーンからの発生交通量 $O_i(t)$ は次式により推定される。

$$\begin{bmatrix} O_1(t) \\ \vdots \\ O_n(t) \\ T(t) \\ \nu(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2(1+F_{11}) \cdots 2F_{1n} & -2f_1 & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 2F_{n1} \cdots 2(1+F_{nn}) & -2f_n & -1 \\ -2f_1 \cdots -2f_n & 2\sum(f_i)^2 & 1 \\ -1 & \cdots & -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 2E_1(t) \\ \vdots \\ 2E_n(t) \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

ここに、

$$F_{ij} = \sum_k Q_{kij} \cdot Q_{kji}, \quad E_i(t) = \sum_k V_k(t) \cdot Q_{kij}$$

$T(t) = \sum_i O_i(t)$, $\nu(t)$:ラグランジュ乗数
 Q_{kij} :影響係数, f_i :発生交通量率

$V_k(t)$:観測リンク交通量,
である。最大容量の計算に必要な時間帯別単位OD交通量 $p_{ij}(t)$ は次式で推定される。

$$p_{ij}(t) = O_i(t) \cdot q_{ij} / T(t)$$

q_{ij} :目的地選択確率

影響係数は、既存日OD交通量をネットワークへ等時間配分することにより作成する。発生交通量率や目的地選択確率も、既存の日交通量ベースの値をそのまま用いるものとする。

(2)最大容量計算法

最大容量の定義を、「OD交通量をODパターン一定のもとで漸増させながら道路網に配分し、その段階ごとに交通量が与えられた容量に達したリンクを除去していった場合、トリップ運行が不能なODペアが出現するときの総トリップ数」とする。以下に具体的な計算の手順を示す。

- STEP.1 初期設定
- STEP.2 リンク走行時間の計算とリンク切断判定
- STEP.3 最短経路探索
- STEP.4 ネットワーク非連結性の判定
- STEP.5 OD交通量の負荷
- STEP.6 リンク交通量, 最大容量の更新

用いたリンク走行時間関数は、以下に示すBPR関数である。

$$T_k(V_k) = T_{k0} \cdot \{1 + r \cdot (V_k / C_k)^k\}$$

V_k :リンク交通量, C_k :リンク容量
 T_{k0} :自由走行時間, r, k :パラメータ

STEP.2 では、混雑率 (V_k / C_k) が任意に設定できる値(Rmax)を超過したとき、リンクが切断されたものと判定し、その走行時間を無限大とする。

STEP.4 では、あるODペアについて最短経路上の所要時間が無限大となっていれば、ネットワークは切断され非連結になっていると判断する。このODペアでは、トリップ運行は不可能である。

3 松山市域道路網の評価

(1)インプットデータ

対象ネットワークは、松山都市圏を中心とする現況道路網（セントロイド数 66 個、リンク数 636 本）である。時間リンク交通量の観測値は愛媛県警のデータ（リンク 78 本、15 時間×5 日間）を、既存 OD 交通量には昭和 54 年松山都市圏 PT 調査結果を用いた。

(2)時間帯別 OD パターンの変化

単位時間帯を 1 時間とし、15 時間帯での OD パターンの推定を行った。推定された $T(t)$ と発生確率 $(=O_i(t)/T(t))$ の一部を図 1 に示す。

$T(t)$ の時間変動は朝夕のピークが明らかであり、実現象と対応している。また、5 日間の変化はいずれも類似している。市内中心部と郊外部からの発生確率の時間変化は対称的であり、それぞれのゾーンの特徴をよく表している。

(3)時間帯別最大容量による道路網評価

朝（8～9 時）、夕方（6～7 時）の 2 つの時間帯について、最大容量の計算を行った。事前に行った交通量配分の結果、混雑率が 1.0 を越えるリンクが少なからず見られたことから、リンク切断の判定を行うための混雑率 (V_i/C_i) の最大値 (R_{max}) の値には、表 1 に示すように 1.00、1.25、1.50 の 3 レベルを設定した。1 回の繰り返しでネットワークに負荷するトリップ数は 2,500 台とする。各ケースごとのネットワークの最大容量を表 1 に示す。

R_{max} を大きくすると混雑を許容することになるので、最大容量の値は大きくなっている。また、 R_{max} の値にかかわらず、朝の方が夕方より 2,500～5,000 台少ない。このことから、朝の OD パターンの方が、ネットワークに大きな負担となることがわかる。

$R_{max}=1.0$ とすると、朝 2.0 万台、夕方 2.5 万台でネットワークが非連結となっており、いずれも推定された生成交通量の 28,827 台、29,442 台に達していない。 R_{max} の値を 1.25 まで緩めても、朝は 2.5 万台で非連結網となり、生成交通量に達しない。夕方は生成交通量に近い 3.0 万台で非連結網となる。しかし、 $R_{max}=1.25$ であることから、道路網のサービスレベルは良好でないといみなしてよい。

ネットワークの切断状況を見ると、すべてのケー

スについて大きなカットセットはなく、孤立ノードが点在し非連結網となっている。いずれの場合も、切断リングおよび孤立ノードはネットワークの特定の箇所（市の北部、国道 196 線方面）にあり、交通上のボトルネックとなっていることがわかった。

4 おわりに

本研究では、リンク交通量の観測データを用いて時間帯別 OD パターンを推定し、さらにネットワークの時間帯別最大容量を求める方法を示した。しかし、用いた方法は静的なものであり、交通流の時間的变化を十分に考慮したものとはなっていない。求められた時間帯別 OD パターンについても、曜日・時間が変わることによる発生確率の変化などを調べ、最大容量の値に及ぼす影響を検討する必要があるだろう。

〔参考文献〕

- 1) 土木学会編(1987)：交通ネットワークの分析と計画，第 18 回土木計画学講習会テキスト，pp.109-115

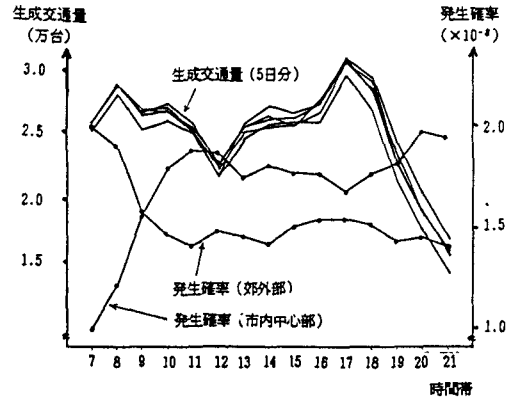


図1 生成交通量、発生確率の時間的变化

表 1 時間帯別最大容量（単位：万台）

ケース	R_{max}	A	B
1	1.00	2.00	2.25
2	1.25	2.50	3.00
3	1.50	3.00	3.50

注1) A：朝（8～9時），B：夕方（6～7時）

注2) 生成交通量 A：28,827台，B：29,442台