

京都大学工学部 正会員 飯田 恭敬

信州大学工学部 正会員 ○中川 真治

1. はじめに

慢性化する交通渋滞、道路網の新規建設の困難、高度化する人々のニーズに対応して道路網を効率的に運用する必要がある。そこで、道路網の整備水準指標として、道路網の運用状態を質的に評価する新しい指標が必要である。本研究では、質的な評価指標として信頼性を考える。

本研究では、信頼性を規定する要因をOD交通量変動と仮定し、OD交通量変動のリンクへの伝達機構について、数値計算と式変形によって交通需要の変動に起因するリンク信頼度推定に関する知見を得るのが本研究の目的である。

2. リンクフロー変動の定式化

まず、以下の諸変数を定義する。

X_{ij} : ODペア(i, j)のOD交通量 (確率変数)

$\bar{X}_{ij}$: ODペア(i, j)のOD交通量の平均値

σ_{ij} : ODペア(i, j)のOD交通量の標準偏差

$\sigma_{(ij), (ij)'}'$: 2つのODペア(i, j), (i, j)'のOD交通量の間の共分散

V_a : リンク a の交通量

$p_{a,ij}$: ODペア(i, j)から見たリンク a の利用率

リンクフローは次のように表せる。

$$V_a = \sum_{ij} p_{a,ij} \cdot X_{ij} \quad (1)$$

ここで、個々のドライバーは日によって経路を変更するが、全体として経路選択状況は大きく変化しないと考えられる。そこで、OD交通量の変動に対してリンク利用率 $p_{a,ij}$ が独立と仮定すると、式(1)のリンクフローも確率変数であり、その平均値 $\bar{V}_a$ と分散 σ_a^2 は次のように表せる。

$$\bar{V}_a = \sum_{ij} p_{a,ij} \cdot \bar{X}_{ij} \quad (2)$$

$$\sigma_a^2 = \sum_{ij} p_{a,ij}^2 \sigma_{ij}^2 + \sum_{ij, (ij)'} p_{a,ij} p_{a, (ij)'} \sigma_{(ij), (ij)'}' \quad (3)$$

なお、以下ではOD交通量の変動を正規分布と仮定する。このとき、OD交通量の線形和であるリンクフローもまた正規確率変数である。

3. リンクフロー変動の計算結果

ここでは、リンクフロー変動を与える式(2), (3)の挙動を分析するため、両式を用いてリンクフローの変動係数 $CV_a (= \sigma_a / \bar{V}_a)$ を計算した。なお、リンク利用率 $p_{a,ij}$ は平均OD交通量 $\bar{X}_{ij}$ に対する等時間配分結果から求める。また、OD交通量 X_{ij} の分散、共分散を与えるために、

$$X_{ij} = (1 + \varepsilon)(1 + \varepsilon_{ij})\bar{X}_{ij} \quad (4)$$

を用いた。¹⁾ 式(4)で $\varepsilon, \varepsilon_{ij}$ はともに正規乱数である。ここでは、 ε と ε_{ij} の平均値は0、標準偏差は全て0.1として計算した。式(4)では、OD交通量は互いに相関を持ちながら、ゾーンに固有な変動をするという状態を想定している。以下では、 ε の標準偏差をSD、 ε_{ij} の標準偏差をSDIJと表記する。

以上の前提に基づいて、図-1に示す格子型道路網に対し、式(2), (3)を用いてリンクフローの変動係数 CV_a を計算した結果を図-2に示す。各リンクを利用するODペアは異なっており、交通状態もリンクによって異なっているが、この図によると、リンクによる変動係数の違いが少ないことがわかる。また、あらかじめ設定したSD, SDIJの値と CV_a が近い値をとることがわかる。

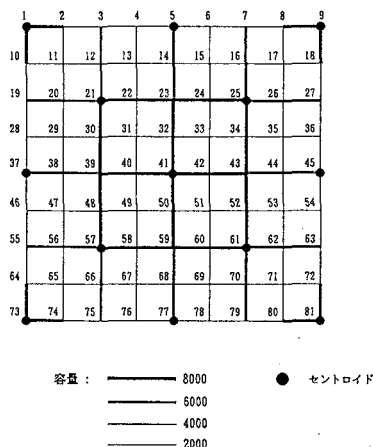


図-1 計算に用いた格子型道路網

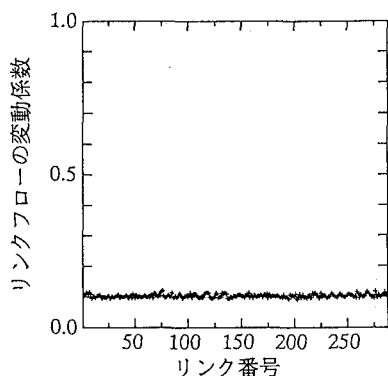


図-2 リンクフローの変動係数

リンクフロー分散 σ_{ij}^2 の構成を図-3に示す。この図は、式(3)の前半部分(σ_{ij}^2 を含む部分、分散項)と後半部分($\sigma_{ij, (ij)'}^2$ を含む部分、共分散項)が σ_{ij}^2 に占める割合を表している。

分散項の占める割合を r_{var} 、共分散項の占める割合を r_{cvr} とおく。図-3によると、ほとんどのリンクで r_{cvr} の方がかなり大きくなっている。これは、あるリンクを利用するODペア (p_{aij} が正) の数が K のとき、分散項は K 個の数の和、共分散項は $(K^2 - K)$ 個の数の和であることによる。さらに、設定したOD交通量変動パターンでは、互いに正の相関をもちつつ変動するため、共分散と分散が同程度の値であることも考えられる。

4. OD交通量変動のリンクへの伝達機構

前章では、OD交通量の変動パターンが一様である場合にはリンクフローの変動係数がほぼ一定値をとることを示した。ここでは、リンクフローの変動係数をOD交通量の変動係数を用いて表現し、両者の関係について定性的な考察を行なう。

ここでは、2つの仮定をおくことにする。

①OD交通量の変動係数はODペアに無関係な一定値 CV_{od} とする。

②変動に関するOD間の相関係数はODペアの組に関係なく一定値 ρ とする。

OD交通量の分散、共分散は CV_{od} と ρ などを用いて次のように表される。

$$\sigma_{ij}^2 = CV_{od}^2 \cdot \bar{X}_{ij}^2 \quad (5)$$

$$\sigma_{ij, (ij)'} = \rho \cdot \sigma_{ij} \cdot \sigma_{(ij)'} \quad (6)$$

式(5)、(6)を式(3)に代入し、さらに(2)を用いる

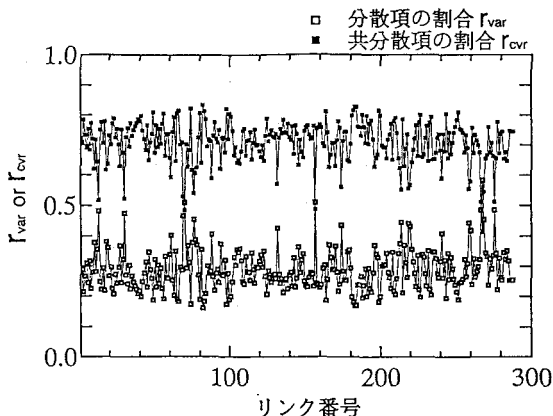


図-3 リンクフロー分散の構成

とリンクフローの変動係数 CV_{ij} は次のように表せる。

$$CV_{ij} = CV_{od} \cdot \sqrt{1 - \frac{B}{A+B} \cdot (1-\rho)} \quad (7)$$

ここに、 A と B は次式で与えられる。

$$A = \sum_{ij} p_{aij}^2 \cdot \bar{X}_{ij}^2 \quad (8)$$

$$B = \sum_{ij, (ij)'} p_{aij} \cdot p_{a(ij)'} \cdot \bar{X}_{ij} \cdot \bar{X}_{(ij)'} \quad (9)$$

式(7)において $B/(A+B)$ は道路網によって決まる正の値であり、OD交通量の変動パターンとは無関係に決まる。したがって、OD交通量変動の相関が強いとき ($\rho=1$) はOD交通量の変動がそのままリンクに伝達され、相関が無いとき ($\rho=0$) は圧縮されて伝達されることがわかる。

5 今後の課題

本論ではリンク信頼度を規定する交通量変動に関する分析を行い、OD交通量変動のリンクへの伝達機構について考察した。今後の課題を以下に述べる。

- 1) 観測データを用いて交通量変動分析を行い、本論の結果の妥当性を検討する。
- 2) 交通量変動を明示した簡便なリンク信頼度の推定モデルを構築する。
- 3) 交通政策による変動のコントロールの効果分析が可能な信頼性評価法を提案する。

本研究の遂行にあたり、大阪府立高等専門学校若林拓史助教授の多大なご協力を頂いた。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 若林・飯田・井上：シミュレーションによる道路網の交通量変動分析とリンク信頼度推定法、土木学会論文集, No. 458/IV-18, pp. 35-44, 1993.