

## IV-107

## 交通断面に着目した道路網の性能評価法について

大阪府立工業高等専門学校 正員 若林 拓史

京都大学工学部 正員 飯田 恭敬

## 1. はじめに

道路網整備水準の一指標として信頼性を考える。筆者らはこれまで、ミニマルパス・カットを用いた信頼性評価手法<sup>1), 2)</sup>、交通量配分を用いた方法<sup>3)</sup>を提案している。これらの手法には、なお検討改良の余地があるが、現段階では前者には交通容量を明示的に考慮できない欠点があり、後者には配分計算を繰り返し行うために計算量が膨大となる欠点がある。しかしながら、後者の交通量配分の計算過程では、リンク交通量や交通容量を明示的に考慮できるので、この配分時の情報を有効に活用できると有用であると考えられる。本研究では、上述の方法とは別の観点からネットワークの整備水準を評価しようとしている。具体的には、ネットワークの交通断面に着目し、配分時の情報を利用して、断面における交通量や交通容量から信頼度の代替的尺度としてのネットワークの性能評価を簡便に行う方法を提案する。ここで交通断面とは、グラフ理論でいうカットの概念と同じものであり、この断面を横切る交通の諸指標を用いてネットワークの評価指標を求めることを考える。基本的考え方として、ネットワークの断面を、

- (1) その断面のネットワーク全体に占める重要度、
- (2) その断面が円滑な通行機能を有する確率、

で評価し、この評価指標を総合化してネットワーク全体の性能評価とすることを考える。本研究で提案する評価手法は、厳密な意味での信頼性評価法とはならないので、これをここではネットワークの性能評価法と呼ぶこととする。

## 2. 断面の設定と重要度

交通断面とは、グラフ理論でいうカットセットと同じ概念であり、その断面でネットワークが2つの部分に分離・分割されるものと定義する。交通断面は多数存在するが、断面の抽出は重要な断面が洩れ落ちることなく、かつ断面数は少なく、機械的に進めることが望ましい。本研究では、オリジナルネットワークを横断するように双対ネットワークを作成する。双対ネットワークの接続行列を累乗し、外部

ノード間でのミニマルパスを構成リンクの少ないものから1次独立性を考慮して交通断面を設定した。このようにするとオリジナルネットワークのすべてのリンクがいずれかの断面に含まれると同時に、同一リンクが過度に重複して複数の断面に含まれることもないという利点がある。図-1のネットワークを対象とし、このネットワークの南北に外部ノードをもつ双対ネットワークを用いて断面を設定すると、図-2の9つの交通断面が得られた。

重要度は、交通断面を通過する交通指標（トリップ数や台キロ指標）のネットワーク全体での交通指標に対する割合と定義する。用いる交通指標は3種類考える。第1は、単純なトリップ数である。第2は、断面を構成するリンクのリンク長に着目し、それぞれのトリップ数との積和をとる。この指標は、配分結果から容易に計算できるという利点を有し、高速道路等の長い区間長を重視する場合には有効であるが、真の意味でのトリップ長を反映しておらず、またネットワークの表示方法にも依存するという欠

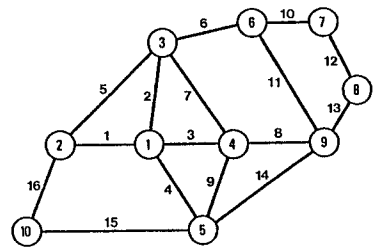


図-1 ネットワーク形状

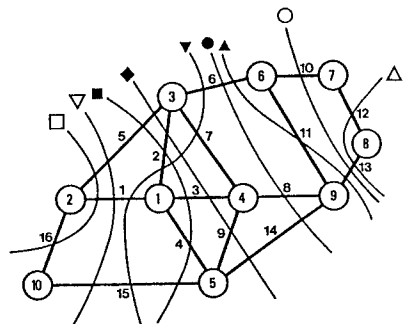


図-2 設定した交通断面（南北方向）

点を有している。第3は、その断面を通過するパスフローに着目する方法である。パスフローからは厳密な意味でのトリップ長が得られるので、このトリップ長とそれぞれのトリップ数の積和をとり、これから重要度を計算する。前者を台キ口指標1の重要度、後者を台キ口指標2の重要度と呼ぶこととする。

### 3. 交通断面が機能する確率

交通断面の構成リンクの交通量、交通容量、リンク信頼度を利用して、その断面が円滑な通行機能を有する確率を求める。断面の構成リンクの交通容量の総和を断面容量と呼ぶこととする。断面を通過する交通量（これを断面交通量と呼ぶ）が断面容量より小さい場合でも、その断面を構成するリンクのいくつかに故障が生じた場合には、その断面は交通需要を円滑に処理できないこととなる。断面を構成するリンクに故障が生じる組合せは、断面リンク数が  $n$  ならば、 $2^n$  個存在する。 $2^n$  個の組合せそれぞれについて、断面内のリンクが機能（円滑な交通サービスを提供できる）していれば1、故障していれば0として真理値表を作成し、リンク信頼度  $r_a$  からそれぞれの事象の発生確率を求める。第  $s$  断面の第  $t$  事象（ $1 \leq t \leq 2^n$ ）の生起する確率  $p_{st}$  は、

$$p_{st} = \prod_{a \in K_s} r_a^{x_{at}} (1 - r_a)^{1-x_{at}} \quad (1)$$

で与えられる。ここに、 $K_s$ 、 $a$  は第  $s$  断面及びリンク番号を表す。また  $x_{at}$  は、

$$x_{at} = \begin{cases} 1, & \text{リンクが機能しているとき} \\ 0, & \text{リンクが機能していないとき} \end{cases} \quad (2)$$

で与えられる2値変数である。またこのとき、断面  $s$  の断面容量  $C_{st}$  は、リンク  $a$  の容量を  $C_a$  として、

$$C_{st} = \sum_{a \in K_s} x_{at} \cdot C_a \quad (3)$$

で与えられる。配分時に得られるリンク  $a$  の交通量を  $x_a$  とすると、この断面の断面交通量  $x_s$  は、

$$x_s = \sum_{a \in K_s} x_a \quad (4)$$

である。以上から断面  $s$  が機能するのは、 $C_{st}$  が  $x_s$  を上回る場合と考え、その確率  $p_s$  は、

$$p_s = \sum_{x_s \leq C_{st}} p_{st} \quad (5)$$

で与えられる。

### 4. ネットワークの性能評価と計算例

断面  $s$  の重要度を  $I_s$  とする。断面容量が断面交通量に対して確保される確率  $p_s$  とともに、ネットワー

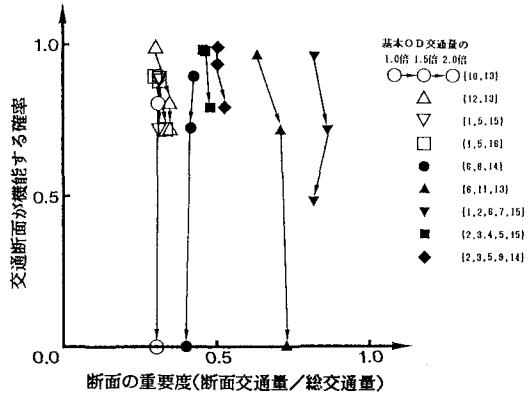


図-3 交通断面が機能する確率と重要度との関係

表-1 ネットワークの性能評価値(南北断面)

| 指標 交通量  | 単位交通量 ×1.0 | 単位交通量 ×1.5 | 単位交通量 ×2.0 |
|---------|------------|------------|------------|
| トリップ数指標 | 0.95359    | 0.81918    | 0.48019    |
| 台キ口指標1  | 0.95474    | 0.82909    | 0.51092    |
| 台キ口指標2  | 0.95339    | 0.81349    | 0.45639    |

クの性能評価値を次式で定義する。

$$P_N = \sum \{ (I_s / \sum I_s) \times p_s \} \quad (6)$$

図-2での交通断面に対し、ODパターンを固定して交通量を増加させ、 $I_s$  (トリップ数指標による) と  $p_s$  の変化をみたものが図-3である。重要度が高いにもかかわらず、交通量の増加に伴って交通機能が急激に低下する断面があることが見出される。ネットワークの性能評価値は式(6)により、表-1のように計算される。交通量の増加に伴って評価値が低下している。これらの指標は大規模な道路網でも計算できるので、簡便な道路網整備水準指標として利用することが可能であると考えられる。

### 5. おわりに

本報告で示した計算例だけでは、本評価指標の特性は十分把握できないので、ODパターンや断面設定の変化に対する検討が今後の課題である。また本手法には、簡便性を追求したために生じた欠点も存在するので、さらに検討を継続したいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 飯田・若林：プール代数を用いた道路網ノード間信頼度の上・下限値の効率的算出法，土木学会論文集（投稿中）。
- 2) 飯田・若林・吉木：ミニマルパス・カットを用いた道路網信頼度の近似計算法，交通工学，Vol.23, No.4, 1988。
- 3) 飯田・若林：ODパターンと道路網パターンの相連による道路網信頼性のマクロ的考察，交通工学，Vol.23, No.3, 1988。