

交通断面とリンク利用率を利用した道路網信頼度解析法

京都大学工学部

正員 飯田恭敬

大阪府立工業高等専門学校 正員 ○若林拓史

大阪府

正員 八尾信彦

阪神電気鉄道

沖西 学

1. はじめに

道路網信頼度解析では、道路網を構成するいくつかのリンクが機能を失っても、代替経路が存在して道路網全体としては機能を維持できる度合を評価することを目的としている。大規模広域道路網を対象とした場合、信頼度解析は一般に多くの計算量を必要とする。しかしながら大規模道路網に対しては、交通計画のための交通量配分が従来から行われおり、この過程では種々の交通指標が得られる。したがって、これらの情報を信頼度解析に利用することができれば有用であると考えられる。本研究では、交通量の配分時情報を利用して、道路網の信頼性を評価する手法の構築を目的としている。具体的には、道路網の交通断面に着目し、配分時の情報と組合わせて、断面における交通量や交通容量等から簡便に信頼度を求める方法を提案する。

2. 基本的考え方

交通断面とは、グラフ理論でいうカットセットの概念と同じものであり、こ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。リンクの信頼度とは、そのリンクが機能している（円滑な走行移動が可能な）確率とし、そうでない場合にはリンクが機能していないと定義する。したがって、断面の信頼度を、その断面が円滑な交通処理機能を有する確率と定義する。本研究では、道路網信頼度を求める基本的考え方として、交通断面を、

- (1) 断面の信頼度、
 - (2) その断面が道路網全体に占める重要度、
- で評価し、この評価指標を総合化して道路網全体の信頼性指標とすることを考える。

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、機械的に行えることが望ましい。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。このようにすると道路網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上下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16個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

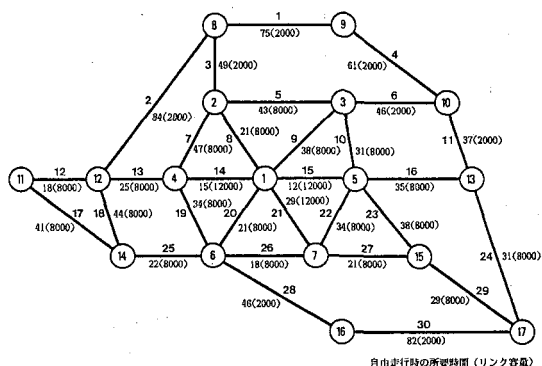


図-1 ネットワーク形状とネットワーク諸元

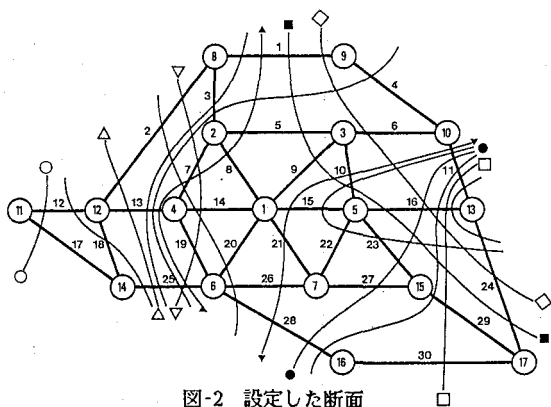


図-2 設定した断面

類考える。第1は、単純なトリップ数である。第2は、断面の構成リンクのリンク長とそれぞれのトリップ数との積和である(台キ口指標1と呼ぶ)。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。第3は、その断面を通過するバスフローに着目する方法である。バスフローからはトリップ長が得られるので、これはトリップ長を考慮した断面の重要度であるといえる。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(台キ口指標2と呼ぶ)。

3. 交通断面の信頼度

交通断面の構成リンクの諸交通指標を利用して、その断面が円滑な通行機能を有する確率を求める。ここでは、以下に述べる2種類の方法を考える。

(1) 方法1

断面の構成リンクの交通容量の総和を断面容量、断面の交通量の総和を断面交通量と呼ぶ。いま仮に、断面交通量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になる。断面を構成するリンクに故障が生じる組み合わせは、断面リンク数が n ならば、 2^n 個存在する。 2^n 個の事象それぞれについて、断面内のリンクが機能していれば1、故障していれば0として真理値表を作成する。リンク信頼度 r_i を与え、各事象それぞれに対し、残存リンクで構成される断面容量と断面交通量の大小関係から断面の信頼度を求める。

(2) 方法2

方法1では断面信頼度を断面容量と断面交通量のみから求めた。この方法では、断面を構成するリンクに故障が生じたり、リンク交通量がリンク容量を超過した場合、その交通は、当該断面中の他の構成リンクに容量の余裕があれば迂回することを意味している。しかし、この方法では、所要時間の大小にかかわらず交通が迂回することとなり、交通の経路選択行動からみれば現実的とはいえない。そこで、実際の交通の経路を考慮するために、リンク利用率を利用する。迂回交通をODごとのリンク利用率に従って、断面の他の構成リンクにその残余交通容量(交通容量と交通量との差で求められる)を考慮しながら再配分する。この計算により、断面の信頼

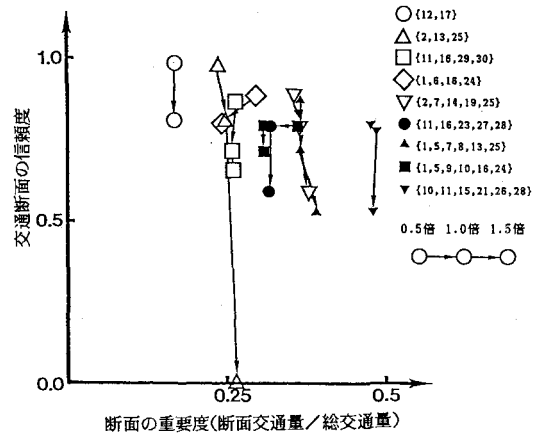


図-3 断面の信頼度と重要度との関係(方法2)

表-1 ネットワークの信頼度

	指標	交通量	単位交通量×0.5	単位交通量×1.0	単位交通量×1.5
方 法 1	トリップ数指標		0.9852	0.9159	0.8051
	台キ口指標1		0.9950	0.9140	0.6119
	台キ口指標2		0.9950	0.9211	0.6243
方 法 2	トリップ数指標		0.8640	0.7738	0.4630
	台キ口指標1		0.8628	0.7736	0.4703
	台キ口指標2		0.8612	0.7735	0.4676

度を求める。

4. 数値計算例

断面 K_s の重要度を I_{Ks} 、断面の信頼度を R_{Ks} とする。ネットワークの信頼度 R_N を次式で定義する。

$$R_N = \sum \{ (I_{Ks} / \sum I_{Ks}) \times R_{Ks} \}$$

図-2の交通断面に対し、ODパターンを固定して交通量を変化させ、 I_{Ks} (トリップ数指標による)と R_{Ks} の変化をみたものが図-3である。この図から交通量の増加に伴って交通機能が急激に低下する断面を発見することができる。ネットワークの信頼度は2種類の計算法により、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。両評価値の差は、一般的には利用されない迂回路の、ネットワーク中に占める割合を示していると考えられる。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。

参考文献 若林・飯田：交通断面に着目した道路網の性能評価法について、土木学会第43回年講第4部, pp. 236-237, 1988。