土木学会西部支部研究発表会(1989.3)

2車線道路のリンクコスト関数に関する一考察

九州東海大学　正　員◎溝上　章志
九州東海大学　学生員　小林　幾郎
九州東海大学　学生員　玉代勢　孝

1．はじめに

等時間原則に従う配分交通量はある種の非線形数理最適化問題の解として求められるが、この問題の目的関数には単位時間当たりのリンク交通量と平均コストとの関係を表すリンクコスト関数が必要であり、これが各リンクに適切に設定されていなければならない。日本ではオランダで開発された修正BPR関数を用いているが、本来、日本の道路規格に適した関数の開発が必要である。現在、多車線道路については実測データを用いた関数推定がなされた例があるが、2車線道路についてはいまだ明らかにされていない。本研究では2車線道路におけるリンクコスト関数の推定を行うことを目的としている。

2．リンクコスト関数の定式化とその推定方法

本研究では、①本来、時系列的に変動しているリンクaを時間帯iに走行している車両の単位距離当たり所要時間は、平均が$\bar{t}_{ai}$、分散が$\sigma_{a0}(\bar{t}_{ai})$をパラメータとする確率分散に従う確率変数であり、②この分布は時間帯ごとに独立であると仮定する。この仮定は実際の現象からそれほどかけはなれたものではない。

現在、リンクコスト関数として一般的に用いられている関数は米国道路局で開発されたBPR型関数であり、本研究でも、時間帯iの平均所要時間$\bar{t}_{ai}$が

$$\bar{t}_{ai}=t_{a0}\left[1+\alpha\left(\frac{q_{ai}}{q_{a0}}\right)^{\beta}\right] \qquad (1)$$

なるBPR型関数で表されると仮定する。ここでt_{a0}はゼロフロー時の所要時間、q_{a0}は時間可能交通容量、q_{ai}はリンクaの時間帯iの時間交通量である。βは式(1)の曲線のわん曲度、$(1+\alpha)$は時間交通量が時間可能容量に達した時(混雑率$=q_{ai}/q_{a0}=1.0$)のゼロフロー時所要時間t_{a0}に対する倍率を表すパラメータである。一方、リンクaを時間帯iに走行する車両の所要時間の標準偏差関数を、$\bar{t}_{ai}=t_{a0}$のときAとなる減少率がBの単調関数

$$\sigma_{ai}=\sigma_{a0}(\bar{t}_{ai})=A\exp[B(\bar{t}_{ai}-t_{a0})] \qquad (2)$$

と仮定した。

次に、パラメータを推定するの際に、所要時間データを集計ベースで取り扱うか非集計ベースで取り扱うかによって以下の2つの推定方法を提案する。方法1は、所要時間データから時間帯別単位距離当たりの所要時間平均値$\bar{t}_{ai}$と標準偏差σ_{ai}を求め、$\bar{t}_{ai}$とq_{ai}から式(1)のαとβを、σ_{ai}と$\bar{t}_{ai}$から式(2)のAとBを、それぞれ非線形最小二乗法を用いて推定する方法である。方法2は、リンクaを時間帯iに走行するn番目車両の所要時間t^{n}_{ai}が、リンクごとに独立な確率密度関数$f(t^{n}_{ai}|\bar{t}_{ai},\sigma_{a0}(\bar{t}_{ai}))$の確率分布に従うとき、この尤度関数

$$L=\prod_{a}\prod_{i}\prod_{n}f(t^{n}_{ai}|\bar{t}_{ai},\sigma_{a0}(\bar{t}_{ai})) \qquad (3)$$

を最大にするパラメータα、β、A、Bを最尤法を用いて同時推定する方法である。方法1は、$\bar{t}_{ai}$とσ_{ai}を得るためにリンクaの時間帯iを走行する相当数の車両の所要時間サンプルを必要とする。方法2ではすべての実測所要時間がパラメータ推定のための非集計データとなる。しかし、確率変数と仮定した所要時間が時間帯ごとに一定の分布に従うことが保証される数の走行車両の所要時間サンプルが必要である。

3、データ収集とその統計的分析

式(1)におけるq_{ai}は道路区間aの時間帯別交通量の観測より得られる。q_{a0}は多車線道路と二車線道路では算定方法が異なるが、2車線道路の可能交通容量を算出ための補正要因の現況値を入手すれば求めることができる。しかし、上述した2つの推定方法に必要な所要時間サンプルの収集は容易でない。そこで以下に示す調査を行い、時間帯別交通量、道路現況、所要時間サンプルなどのデータ収集を行った。

交通量調査: 24時間にわたって起点と終点で交通状況をビデオに収録し、これを再生しながら各地点の交通量を車種別に集計した。

所要時間調査: 交通量調査で用いたビデオを再生しな

がら、起点と終点を通過する同一車両をランダムに抽出し、通過時刻の差から所要時間サンプルを収集した。夜間帯についてはナンバープレート調査により所要時間サンプルの収集を行った。

道路現況調査：対象道路区間の道路・交通条件を実査により計測した。

調査対象道路は国道57号線であり、この区間は追越し禁止で単位距離当たり約２個の信号を有する２車線道路である。２車線道路における交通量と所要時間の関係を明らかにするために、まず、時間帯別の所要時間サンプルの分布特性を多車線道路（国道57号線東バイパスで片側２車線道路）のものと比較した。その結果、以下のことが明らかになった。①所要時間の平均値、分散とも混雑率の増加関数である。②混雑率が低い時間帯では所要時間の平均値は２車線道路の方が低い。③分散は全体的に２車線道路の方が小さいが、混雑率が大きい時間帯では逆に２車線道路の方が大きくなる。④多車線道路では混雑率が低い時間帯の正規分布仮説が棄却される場合が多いが、２車線道路では各時間帯とも所要時間は正規分布をするといってもよい。

４．パラメータの推定結果とその考察

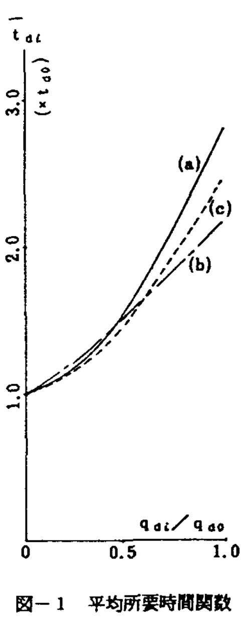
２車線道路は基本交通容量がそうであるように、通常上下両方向でまとめて取り扱われる。しかし、交通量の均衡配分を行うときには一方向のリンク所要時間を両方向の交通量の関数で定義すると均衡計算が複雑になるため、方向別にリンクコスト関数を設定するのが一般的である。そこで、(a)上下方向を別のリンクと見なす場合、(b)上下両方向を一つのリンクと見なす場合、および、(c)多車線道路について、方法２によりパラメータの推定を行った。その結果を表－１に示す。以下、これらの値について考察を加える。まず、２車線道路と多車線道路のパラメータの比較を行う。αとβについては、２車線道路のほうが多車線道路より大きい。これは、次のことを意味している。①混雑率が1.0に達するまでの所要時間の増加率は、混雑率が低い領域では多車線道路の方が大きく、混雑率が高い領域では２車線道路の方が大きい。②混雑率が1.0に達したときの所要時間のゼロフロー時所要時間に対する倍率は、多車線道路より２車線道路の方が大きい。一方、所要時間の標準偏差関数のパラメータについては、Aは多車線道路の方が、Bは２車線道路の方が大きな値となっている。これは、③平均所要時間が小さ

表－１　パラメータの推定結果

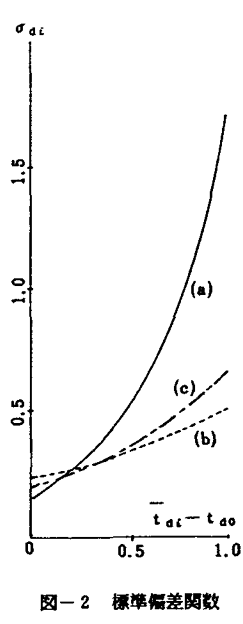
		N	α	β	A	B
２車線道路	(a)	3464	1.78	1.71	0.16	1.03
	(b)	3464	1.45	1.66	0.24	0.34
多車線道路	(c)	1000	1.13	1.14	0.20	0.52

い、つまり混雑率の小さい領域では所要時間の分散は多車線道路で大きく、平均所要時間が増加し混雑率が増すにつれて２車線道路では分散が急激に増加することを示しており、これらの性質は経験的にも妥当な結果と考えられる。

次に、２車線道路を上下方向別、両方向で考えた場合の推定パラメータの比較を行う。αとβは上下方向別に推定した場合よりも両方向で推定した場合の方が小さく、Aの値は大きくなっている。これは、両方向をまとめて取り扱う場合は時間可能交通容量が過大に計算されること、同一時間帯であっても方向別には混雑率が異なるために、上下両方向のサンプルをまとめた所要時間データの平均値は低くなり、分散は大きくなるためである。このことから、２車線道路においても上下方向を別々に取扱うほうがよいと考えられる。



図－１　平均所要時間関数



図－２　標準偏差関数

溝上章志・松井　寛・可知　隆：日交通量配分に用いるリンクコスト関数の開発，土木学会論文集，第410/Ⅳ-10, pp. 104-112, 1989.