

IV-175

走行時間関数のパラメータが交通量配分に及ぼす影響について

愛媛大学大学院 学生員 西谷仁志

愛媛大学工学部 正会員 朝倉康夫

愛媛大学工学部 正会員 柏谷増男

1. 走行時間関数について

本研究では、交通量と走行時間の実測データから、交通量配分の際に一般的に用いられるBPR関数のパラメータ推定を車線数別に行う。また、BPR関数のパラメータ値が均衡交通流に与える影響を調べる。

BPR関数は次式のように表される。

$$t = t_0 (1 + \alpha (q/C)^\beta) \quad \dots(1)$$

ここに、

t : 走行時間      q : 時間交通量  
t<sub>0</sub> : 自由走行時間    C : 可能交通容量  
α, β : パラメータ

筆者らは<sup>1)</sup>これまでに二車線二方向に限定してパラメータ推定を行った。その結果、日本の道路条件に類似しているとされるオランダの修正BPR関数のパラメータ値と比較して、αは0.5~0.7でオランダのα=2.62よりも大きい値であった。また、βも3.0と大きい値であった。

2. パラメータ推定<sup>2)</sup>

(1) データ収集

本研究では、パラメータ推定に必要とされる時間交通量と走行時間のデータに、愛媛県警の車両感知器によって観測された交通量、走行速度のデータを用いる。車両感知器は松山市周辺の94箇所の地点で24時間常時観測されており、そのすべての調査地点について8日分のデータを収集した。

(2) 道路区間の属性の設定

道路区間の属性としてあらかじめ与えるものは、自由走行時間(t<sub>0</sub>)、可能交通容量(C)である。これらの他に、非渋滞時のデータのみに限定するために、渋滞に至る点での走行時間(t<sub>r</sub>)を与えた。これらの値の設定には次の方法を用いた。

交通量、走行速度、交通密度には渋滞領域を含めて次のような関係がある。

$$q = K \cdot V \quad \dots(2)$$

$$V = V_0 - b \cdot K \quad \dots(3)$$

$$q = 2 V_r \cdot K - b \cdot K^2 \quad \dots(4)$$

ここに、

K : 交通密度      V : 走行速度

V<sub>0</sub> : 自由走行速度    V<sub>r</sub> : 渋滞に至る走行速度

b : パラメータ

収集したデータから、地点ごとに式(3)、(4)を推定すれば、t<sub>0</sub>、C、t<sub>r</sub>の値を設定することができる。

(3) パラメータ推定方法

①線形最小自乗法：式(1)に示すBPR関数の両辺の対数をとって線形変換する。すなわち、

$$\begin{aligned} \text{Log}(t/t_0 - 1) \\ = \text{Log} \alpha + \beta \text{Log}(q/C) \quad \dots(5) \end{aligned}$$

αは回帰パラメータから得ることができ、t<sub>0</sub>とt<sub>r</sub>を設定したことにより、次のように定めることも可能である。すなわち、t<sub>r</sub>=t<sub>0</sub>(1+α)より

$$\alpha = t_r/t_0 - 1$$

②非線形最小自乗法：式(1)を次のように書き改める。

$$t/t_0 = 1 + \alpha (q/C)^\beta \quad \dots(6)$$

そして、Newton-Raphson法により自乗誤差を最小にするパラメータα、βの値を繰り返し計算によって求める。

3. 推定結果

本研究では、各地点(94)ごとにパラメータの推定を行い、その安定性を比較するものとした。これは、地点ごとに192(24×8)組のデータが得られたことと、渋滞の発生頻度などの地点属性が異なるため、データをプールして推定することに問題があると考えたためである。

まず、各地点の属性を②により求めた結果を見ると、自由走行速度は規制速度から-2~+10 km/hrの間で変動していた。交通容量はほとんどの道路区間で妥当と考えられる値を示すが、混雑の生じない区

間では非現実的な値が推定された。渋滞に至る走行速度は規制速度のおよそ 1/2 程度の値であった。

提案したパラメータ推定法による結果を比較すると、パラメータ値の変動が最も小さかったのは  $\alpha$ ,  $\beta$  を別個に推定する方法であった。車線数によるパラメータ値の差異については、以下のことがいえる。

①二車線二方向の場合、 $\alpha$  は 0.8~1.0、 $\beta$  は 3.0 であった。この推定値は前回推定した結果<sup>1)</sup>と比較し、 $\alpha$  は 0.6 よりもわずかながら大きく、 $\beta$  はほぼ同じであった。

②多車線では  $\alpha$  は 0.7~0.9、 $\beta$  は 1.5~2.0 であった。パラメータ値は車線数に影響を受けており、 $\alpha$  と  $\beta$  ともに多車線の方が小さくなっている。

#### 4. 走行時間関数のパラメータ感度分析

BPR関数のパラメータが、ネットワークの均衡交通流に与える影響について調べる。

##### (1) 前提条件

計算に用いたネットワークとOD表は、Leblancが用いたSioux Fallsのもの<sup>3)</sup>である。ただし、OD表はネットワークの平均的な混雑率が 1.0 程度となるように調整して用いた。

感度分析の方法は、BPR関数のパラメータ値を変化させ均衡リンク交通量と走行時間の相違を比較するものである。パラメータ値の変化範囲の設定は、従来の研究成果と本研究での推定値をもとに決定した。すなわち、 $\alpha$  について 0.5 刻みに 0.5~2.0、 $\beta$  は 1.0 刻みに 1.0~5.0 とした。また、OD交通量は混雑率によるパラメータ感度の相違を調べるために、配分対象トリップ数を変化させたもの(0.5, 1.5, 2.0 倍)についても別途計算を行った。計算結果の比較に用いた評価指標は、総走行時間と総走行距離およびリンク交通量・走行時間・混雑率の平均と変動係数である。

##### (2) 結果と考察

###### (2-1) 配分対象交通量を固定した場合

①総走行時間は、 $\beta$  を一定とした場合、線形に増加し、増加の傾向は  $\beta$  の値が大きくなるほど強くなる。また、総走行時間の増加率は  $\alpha$  に対する方が  $\beta$  に対するよりも大きい。

②  $\alpha$ ,  $\beta$  の増加と共に総走行距離は大きくなるが、パラメータによる差は小さい。 $\beta$  が一定であれば、 $\alpha$

が大きい程増加量が減少する。

③リンク交通量の平均値は、パラメータによる変化はほとんどないが、変動係数はパラメータの影響を受けている。 $\beta$  を増加させると明らかに変動係数は大きくなるが、 $\alpha$  の変化による差は小さい。

④リンク走行時間の平均値は、 $\beta$  を固定すると  $\alpha$  に比例して増加し、 $\alpha$  を固定すると  $\beta$  について二次曲線的に増加する。走行時間の平均値はほとんど  $\alpha$  によって説明でき、変動係数は  $\alpha$  よりも  $\beta$  に敏感である。リンク交通量がリンク容量の周辺でばらついていると、走行時間は  $\beta$  が大きいほど変動幅が大きくなるためと考えられる。

⑤リンク混雑率は、リンク交通量、走行時間とは逆に、 $\alpha$ ,  $\beta$  が大きい程小さくなる。パラメータ値が大きいと、混雑率が走行時間を説明する割合が高くなり、均衡状態では混雑率の差が小さくなるためと考えられる。パラメータの影響は  $\beta$  の方が強いが、 $\beta$  がある程度大きくなると平均混雑率の差は小さくなる。

全体的に見ると、 $\alpha$  の影響が大きいのは走行時間に関する指標値であり、 $\beta$  の影響が強いのは交通量の変動、混雑率に関する指標である。また、パラメータ相互の影響は、 $\alpha$  が大きいほど  $\beta$  の影響力が発揮される傾向にある。

###### (2-2) 配分対象交通量の影響

①配分対象交通量を 0.5 倍とすると、 $\beta$  に関して、いくつかの評価指標で結果の逆転現象が見られる。配分対象交通量を減らしたことにより、混雑率が約 0.45 となり、走行時間関数における走行時間の立ち上がりが鈍い領域にある。したがって、 $\beta$  が大きいほど走行時間は小さくなるのである。

②配分対象交通量を 1.5倍、2.0倍にした場合、パラメータ値の差による各指標値の変動は、すべてについて(2-1)の場合とほぼ同様の傾向にある。また、交通量が大きくなるにつれて、 $\alpha$  よりも  $\beta$  の影響が大きくなるのがわかる。

##### 【参考文献】

- 1) 朝倉・西谷(1991): 交通量配分に用いる走行時間関数のパラメータ推定, 愛媛大学工学部紀要, Vol12, No2
- 2) 柏谷・朝倉・西谷(1991): 実測データによるBPR関数のパラメータ推定, JSCE中四支部年講概要集
- 3) Leblanc L.J.(1975): An Algorithm for Discrete Network Design problem, Transpn.Sci., Vol.9