

実測データによるDavidson関数のパラメータ推定

復建調査設計課 正会員○大石浩城
 鹿島建設㈱ 正会員 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. はじめに

代表的な走行時間関数としてはBPR関数とDavidson関数の2つが挙げられる。Davidson関数の理論的特性はよく知られているが、その実証的研究例は少ない。

そこで本研究では、車両感知器による実測データを用いてDavidson関数のパラメータを推定し、その挙動を調べる。

2. Davidson関数¹⁾

Davidson関数は次式で表される。

$$t(q) = t_0 \left\{ 1 + J \frac{q}{c - q} \right\} \quad \dots(1)$$

$t(q)$: 走行時間, q : 交通量
 c : 交通容量, t_0 : 自由走行時間
 J : 遅延パラメータ

Davidson関数は待ち行列理論に基づいて導出された走行時間関数であり、交通量が交通容量を越えないという理論的概念を満たしている。

従来に提案されているパラメータ値は、Davidsonが²⁾推定した結果では $J = 0.0433$ となっている。またM.A. P. Taylorによると、市電の影響を受ける道路区間では $J = 0.3542$ 、影響を受けない道路区間では $J = 0.1892$ と推定されている。²⁾しかし、Davidson関数に設定する交通容量 c の値に関しては全く述べられていない。

3. 使用したデータ

本研究で用いたデータは、愛媛県警が松山市内の主要道路94地点各車線ごとに取り付けた車両感知器によって観測されたものである。観測地点には1方向1車線道路、1方向2車線道路、1方向3車線道路がある。観測内容は交通量 q (台/hr)、平均速度 v (km/hr)、オキュパンシー oc (%)の3つである。観測時間は1時間単位の1日20時間(0:00~3:00, 7:00~24:00)であり、観測日は平日8日間である。

4. Davidson関数のパラメータ推定

(1) 渋滞領域のデータの削除

Davidson関数のパラメータ推定を行う前に、推定に用いるデータのうち渋滞領域のデータを取り除く必要がある。渋滞は、走行時間(走行速度)や交通密度で定義できるが、本研究では走行時間(走行速度)で定義した。また、渋滞を定義する走行時間(臨界走行時間 t_c)を決定する方法としては、交通流の特性から推定する方法を用いた。

交通密度 k とオキュパンシー oc の関係は式(2)で表される。

$$k = a \cdot oc \quad \dots(2)$$

さらに、平均速度 v とオキュパンシー oc の関係は式(3)に示す線形式³⁾で仮定すると、交通量 q とオキュパンシー oc の関係が式(4)で表される。

$$v = v_{max} - a \cdot b \cdot oc \quad \dots(3)$$

$$q = a \cdot v_{max} \cdot oc - a^2 \cdot b \cdot oc^2 \quad \dots(4)$$

v_{max} : 自由走行速度

a, b : パラメータ

臨界走行時間 t_c は、式(4)において交通量 q が最大(平均的最大交通量 q_{max1})となるときの走行時間である。式(3)で推定される v_{max} 、 b の値と、式(4)で推定される v_{max} 、 b の値は明らかに異なる。そこで、式(3)は自由走行速度 v_{max} を推定するために用いる。そして式(4)は、平均的最大交通量 q_{max1} と臨界走行時間 t_c の推定にのみ用いる。

各地点における実測データを用い、式(2)、(3)、(4)をモデルとして重回帰分析を行う。そしてその結果から臨界走行時間 t_c 、平均的最大交通量 q_{max1} 、自由走行速度 v_{max} を求める。

(2) パラメータの推定方法

Davidson関数のパラメータを推定は、非線形最小二乗法に基づく繰り返し計算によって行った。このため、本来のパラメータ J の他に、交通容量 c と自由走行時間 t_0 もパラメータとして推定している。

5. Davidson関数のパラメータ推定結果

(1) 臨界走行時間 t_c の推定結果

各地点ごとに臨界走行時間 t_c を推定した結果、その値は $1/30 \sim 1/15$ (hr/km)程度であり、地点ごとに異なっている。また、自由走行時間 t_0 が大きい地点ほど臨界走行時間 t_c も大きくなる傾向が見られた。

(2) パラメータ推定結果

道路の交通容量に比べ、発生した交通量が特に少ない地点、あるいは、渋滞領域に近い走行時間に対するデータのばらつきが大きい地点では、非現実的なパラメータ値が推定された。このような地点や、重相関係数が小さい地点など、推定結果が信頼できないとみなせる地点を除き、残りの信頼できる地点について以下考察を進める。

良好なデータの例として、地点27-1の観測データと推定結果を図1に示す。この地点の推定結果は、 $c = 950$ (台/hr)、 $v_0 = 49$ (km/hr)、 $J = 0.11$ である。実現最大交通量は、実際の交通の流れから見た交通容量と見なすことができる。そうすると、この地点の交通容量は820(台/hr)程度であるが、推定結果では950(台/hr)と大きく推定された。このように、Davidson関数に設定すべき交通容量は、交通の流れから見た交通容量やBPR関数に設定する交通容量の値よりも大きな値となっている。

実現最大交通量 q_{max2} と交通容量 c の関係を図2に示した。この関係を調べるために、線形式をモデルとして回帰分析を行ったところ、切片は24(台/hr)とゼロに近くなり、傾きは1.3となった。このことから、Davidson関数に設定すべき交通容量は、実現最大交通量の1.3倍程度の値であると言える。

パラメータ J の推定結果について検討する。ほとんどの地点において、パラメータ J は0.05~0.40の値をとっている。この値は、Davidsonが推定した値やTaylorが推定した値とほぼ整合している。また、パラメータ J と交通容量 c の関係、パラメータ J と自由走行速度 v_0 の関係などについて調べたが、特に相互関係は見られなかった。

6. 今後の課題

Davidson関数の形状を最も支配するパラメータ J は、リンクのタイプと沿道状況によって決まる遅延パラメータとされている。本研究では、パラメータ J の値が

0.05~0.40程度であるということが分かったが、その値が、具体的にどのような要因にどのような影響を受けて決まるのかを調べるのが今後の課題となる。

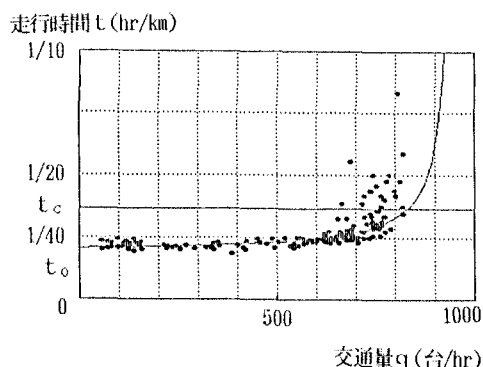


図1 地点27-1の観測データとDavidson関数の推定結果

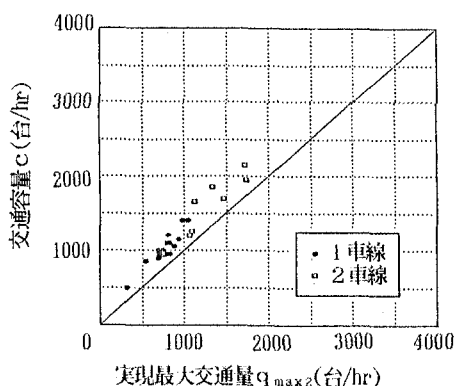


図2 実現最大交通量 q_{max2} と交通容量 c の関係

《参考文献》

- 1) Davidson K.B.: A Flow Travel Time Relationship for Use in Transportation Planning, Proc. Australian Road Res. Board, Vol. 3, No. 1, pp. 183-194, 1966
- 2) Taylor M.A.P.: Parameter Estimation and Sensitivity of Parameter Values in a Flow-Rate/Travel-Time Relation, Transp. Sci., Vol. 11, No. 3, pp. 275-292, 1977
- 3) Greenshields B.D.: A Study of Traffic Capacity, Proc. H.R.B., 14, pp. 448-477, 1935