

渋滞時の交通特性とリンク所要時間関数に関する一考察

九州東海大学 正会員 溝上 章志
○九州東海大学 学生員 横山 博
九州東海大学 学生員 園原 俊大

1. はじめに

渋滞時の交通現象解明に関する従来の研究は自動車専用道路上の特定道路区間を対象としたものが大半であり、一般街路を対象とした研究はデータ収集や一般性の導出の困難さのためにほとんど行なわれていない。本研究では、複数の道路区間に対して実施した観測データをもとに、渋滞を含む領域の交通現象の分析と区間所要時間関数の推定を行い、一般街路におけるこれらの一般性を導くことを目的とする。これらの結果は、一般道路における所要時間情報提供を行なうための所要時間予測に適用できる。

2. 交通特性データの収集

本研究では、1992年10月、7時から10時までの3時間、一般国道57号東バイパス下り車線において、始点Aから終点Bの700m区間の両端、および区間中間の歩道橋上に設置した3台のビデオに収録された交通状況を再生することにより、以下の原データを収集した。

- ①終点Bを通過する全車両の通過時刻
- ②A、B両地点を通過するサンプル車両の通過時刻
- ③1分間隔の単位距離当たりの車両の存在台数

①より任意の時間間隔 t の時間交通量、②より時間 t における道路区間所要時間サンプル、③より交通密度を得ることができる。さらに、図-1に示すように時間 t を時間の経過にそって Δt だけスライドさせた $(0, t), (\Delta t, t+\Delta t), \dots, (i\Delta t, t+i\Delta t), \dots, (M\Delta t, t+M\Delta t)$ を i 時間区間とし、各時間区間 $i=0, 1, 2, \dots, M$ に

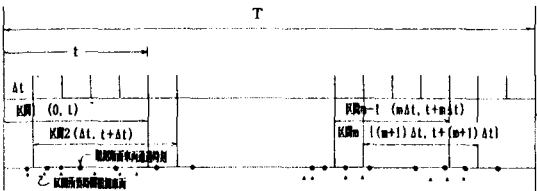


図-1 観測値の収集とデータ作成方法

における単位時間交通量と区間所要時間サンプルのデータ組を①と②の原データより作成する。この操作により、 $(T-t)/\Delta t+1$ のデータ組が作成可能である。これはある種の移動平均値データの作成といえる。ここで T は観測時間である。なお、1987年にも異なる道路区間で同一の方法を用いた交通現象観測を行っている。

2. 可能交通容量と時間最大交通量との関係

任意の単位時間 t とスライド時間 Δt の組合せに対する最大交通流率と道路構造令により算出される可通容量との比較を行なった結果を、1987年の観測データによるものと同時に表-1に示す。いずれの場合も可能交通容量より最大交通流率のほうが小さい値を示す。これより、実際に通過できる時間最大交通量は可能交通容量よりかなり過少であると考えられる。

表-1 最大交通流率と可能交通容量の比較

t	5	10	15	30	60	可能容量
1992	2160	2075	1968	1948	1926	2320
1987	2052	1980	1936	1880	1884	2530

3. 渋滞時の区間所要時間特性値の分析

1987年と1992年の両観測データを用いて算出される1時間交通量と区間所要時間平均値の時間経過に伴う軌跡を図-2に示す。これより、時間交通量と所要時間平均値の関係は $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ という非可逆的な軌跡になること、混雑率が同一であっても渋滞解消時の方が渋滞進行時より所要時間平均値はかなり大きいことが明らかとなった。また、観測データが異なっても軌跡の形状はほぼ一致する。しかし、最大交通量を示すB点、最大所要時間を示すC点の位置が両者で異なる。これは、横軸に物可能交通容量に対する混雑率を、縦軸にはゼロフロー時の所要時間に対する比率と、ともに物理的には決定できない値を用いているためと考えられる。分散についても同様の非可逆的な軌跡が得られるが、バスの方向が両データで逆になるという現象が見られた。

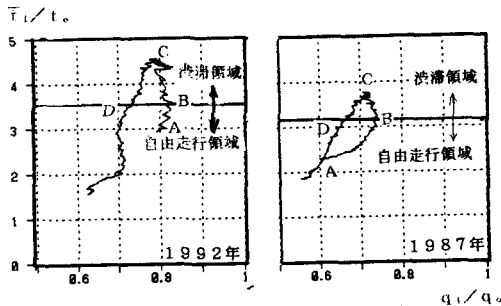


図-2 混雑率と所要時間平均値の軌跡

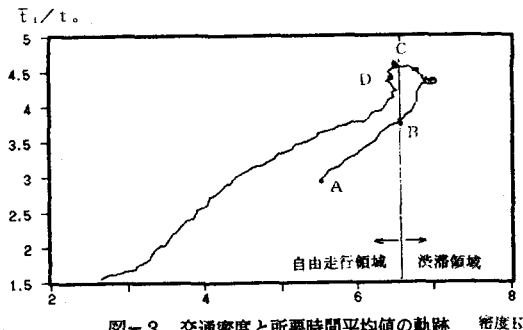


図-3 交通密度と所要時間平均値の軌跡

図-3には交通密度と所要時間平均値の軌跡を示す。A→B→C→Dは図-2の各点に対応しており、密度に対しても所要時間平均値はそのパスが異なる。以上の分析により、所要時間特性値は同じ自由走行領域、渋滞領域であっても、混雑進行時と解消時ではその値が異なることが明らかになった。

4. 渋滞時の所要時間関数の推定

実際の道路上において所要時間予測を行なう場合には、できる限り短時間の観測から1～4のいずれの状態にあるか判別し、その状態に対応したリンク所要時間関数により所要時間予測を行う必要がある。ここでは、各状態は所要時間サンプルの分布の違いに依存すると考えて、これを歪み度と尖り度により簡単に判別することを試みた。その結果、1987年データについては表-2に示すような基準で明確に4つの状態(図-3の1～4)に判別することができた。しかし、1992年データについては一意に判別不可能であった。

表-2 交通状態の判別

1992	歪度	尖度	交通量	1987	歪度	尖度	交通量
1	+	+	一定	1	-	-	増加
2	-	-	減少	2	+	-	減少
3	+	+	減少	3	+	+	減少
4	+	-	減少	4	-	+	減少

この交通状態ごとに区間所要時間の平均値、分散関数の推定を行なう。所要時間観測値を確率変数とし、その確率密度関数を $f(\bar{t}_{a,i}, s_{a,i}^2)$ とすると、 i 時間帯の n 番目所要時間サンプル $t_{a,i}^n$ が得られるときの尤度関数は次式で与えられる。

$$L_a = \prod_{i=1}^n f(\bar{t}_{a,i}, s_{a,i}^2)$$

ここでは、平均値関数を状態1, 3, 4で $\bar{t}_{a,i} = t_{a,0} \{1 + \alpha(q_{a,i}/q_{a,0})\}$ 、2で $\bar{t}_{a,i} = \alpha \exp \beta(q_{a,i}/q_{a,0})$ のように仮定した。分散関数は全状態で $s_{a,i}^2 = \{A \exp B(\bar{t}_{a,i} - t_{a,0})\}^2$ とする。 $t_{a,0}$ はゼロフロー時所要時間、 $q_{a,i}$ は i 時間帯の t 時間交通流量、 $q_{a,0}$ は可能交通容量である。単位時間 t を変化させたときの状態1と2のパラメータ推定値の安定性を図-4に示す。これより、非渋滞時には安定したパラメータ値を得るのに20分以上の t を必要とするが、渋滞領域の渋滞進行時は5分程度の観測で十分である。このことから、 $q_{a,i}$ にそれぞれの状態の t の観測時間に対応する交通流量を用いれば、本モデルは精度の高い所要時間予測が可能となり、所要時間情報提供システムに導入できる。

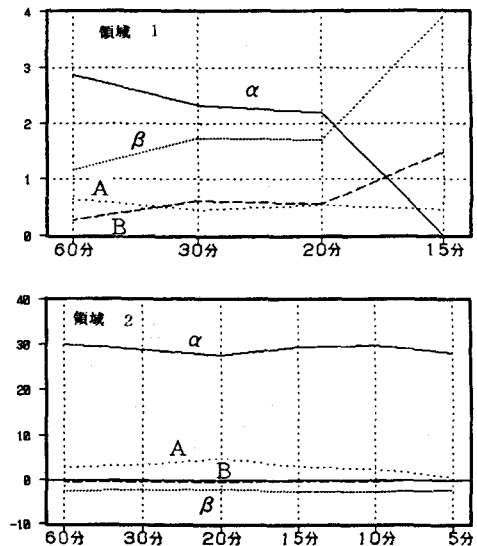


図-4 パラメータ推定値の安定性

5. おわりに

現在、他の複数道路区間における観測データの分析を進めており、一般性の導出を試みている。

〈参考文献〉 溝上・松井・可知：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，No. 401，pp. 99-107，1989。