

京都大学大学院工学研究科 正会員 吉井稔雄
京都大学大学院工学研究科 学生員 ○花田祥一
京都大学大学院工学研究科 正会員 北村隆一

1. はじめに

信号制御の最適化、効率的な交通規制の実施、あるいは効率的な TDM 施策を実施するに際しては、ボトルネックにおける需要を正確に把握することが必要となる。

そこで本研究では、ボトルネック交差点に流入する交通を対象とし、全ての需要が「渋滞に巻き込まれることなく自由流速度で交差点に到達することができる」とした場合に実現する交差点流入レート(以下では「真の需要」と呼ぶ)を、交差点上流での旅行時間情報と交差点における交通流量を用いて推定する方法を構築する。

2. 真の需要と渋滞長を利用して推計する需要

これまでにも、ボトルネックと渋滞長を利用して交差点に向かう需要を推計する方法が提案されている。この方法では、渋滞長の変化によって推計される渋滞流中の車両増加量(減少量)を、ボトルネック流入交通量に加える(差し引く)ことによって、ボトルネックに向かう需要交通量としている。しかしながら、例えば、ボトルネックに向かう需要が少ない場合でも、図-1 に示すように渋滞区間の途中で渋滞から抜けていく交通が多い場合には、渋滞長が延びることになり、推計される需要は実際よりも大きくなるので、正確に需要を推定することはできない。

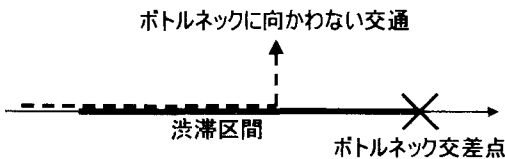


図-1 渋滞長を用いた推定が正しくない状況

3. 推計方法

本モデルの基本的な方針を示す。まず、主要な交差点で渋滞区間を分割する(図-2 参照)。次に、旅行時間情報を用いて、分割した区間ごとに、渋滞流から抜けていく交通量(流出交通量)と渋滞流に新たに加わる交通量(流入交通量)との差を推計する。最後に、各時刻における各区間での流出入交通レートの差に相当する需要レートを、自由流でボトルネックに到着したときの時刻に置き換え、自由流である最上流を加えた全ての区間の需要レートを合計して真の需要とする。以下では、具体的な算出方法を説明する。

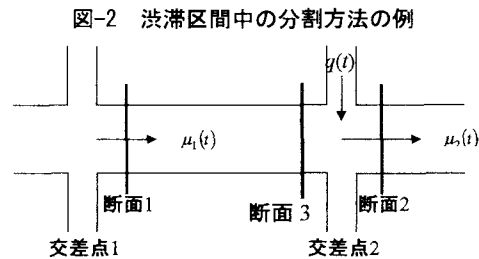
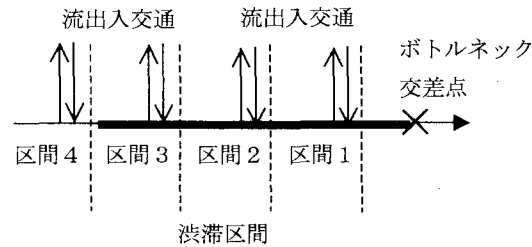


図-2 渋滞区間中の分割方法の例
図-3 渋滞区間中の分割区間の例

分割した各区間を、図-3中の断面1から断面2に至る区間として表現する。ここでは、渋滞流への流入は区間の最下流に位置する交差点のみで行われているものと仮定している。このとき、断面1から断面3までは、流入が無いので、両断面における交通流率が等しいものと仮定する。さらに、当該区間における自由流での旅行時間 T_f は一定、かつ断面1から3の間の区間で交通流量と旅行速度の関係が与えられているものとする

この想定の下、断面1と断面2の通過交通流率、および、車両がこの区間を通過するのに要する旅行時間の時間的な変動から、交差点2にて流出する交通と流入する交通レートの差 $q(t)$ を計算する。以下では、具体的な算出方法について説明する。

短い時間間隔で走行する車両 a と車両 b が断面1および断面2を通過した時刻を測定したとき、それぞれの断面の通過時刻差を計算できる。

$$D_i = t_{ib} - t_{ia} \quad (1)$$

D_i : 断面 i における両車両の通過時刻の差

t_{ij} : 断面 i における車両 j の通過時刻

ここで、断面1と断面3の間では車両の流入が無いとの仮定の下では、この通過時間差の変化は、交差点2で割り込んできた車両のみに起因するものである。

図-4には、断面1と断面2における累積通過交通量を示す。先行する車両 a が各断面を通過する時刻となる図中の点 (A_1, A_2) は観測によって与えられる。

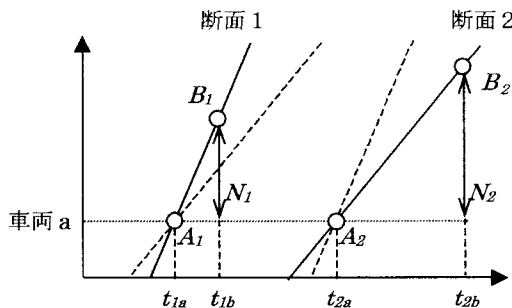


図-4 断面1, 2の累積通過交通量

また、車両 b についても、各断面を通過する時刻となる図中の点 (B_1, B_2) は観測によって獲得される。一方で、各区間で交通流量と旅行速度の関係が与えられているので、旅行時間が観測されれば、各断面での交通流量が推定出来るので、各断面の通過時刻の差に各断面における交通流量を乗じることによって、各断面で両車両の間に割り込んで走行する車両台数 N_i を推定することができる。

$$N_i = \mu_i(t_{ia}) \cdot (t_{ib} - t_{ia}) \quad (2)$$

$\mu_i(t)$: 時刻 t における断面 i の交通流量

この結果より、両断面での両車両の間を走行する車両台数の変化を取ることで、交差点2で流入した車両台数と流出した車両台数の差 N が求められる。

$$N = N_2 - N_1 \quad (3)$$

これより、この時刻 t_{2a} に交差点2から渋滞流に新たに加わる交通と抜けていく交通レートの差分は、

$$q(t_{2a}) = \frac{N}{t_{2b} - t_{2a}} \quad (4)$$

このようにして、各時刻に各区間から渋滞流に流入(流出)する交通需要レートを求めた後に、式(5)にて渋滞の最下流に位置する過飽和交差点における真の需要レート $q_{dem}(t)$ を求める。

$$q_{dem}(t) = \sum_i q_i(t - T_{fi}) \quad (5)$$

$q_i(t)$: 時刻 t において区間 i で渋滞流から流出する交通需要レートと流入する交通需要レートの差分

T_{fi} : 区間 i 内の交差点から過飽和交差点までの自由流旅行時間

4. おわりに

本研究では、交差点の断面通過交通流率と旅行時間情報に基づき、渋滞中の交差点からの流入量を考慮に入れた、過飽和交差点における需要推計方法を構築した。発表会では、推計方法の検証結果についても報告を加える予定である。