

民間プロデータを用いた 需要交通量推計手法に関する考察

神野 裕昭¹・福富 浩史²・栗生 啓之³・竹林 弘晃⁴・砂川 尊範⁵

¹正会員 株式会社建設技術研究所 大阪本社道路・交通部計画室（〒541-0045 大阪市中央区道修町1-6-7）

E-mail:jinno@cie.co.jp

²非会員 株式会社建設技術研究所 大阪本社道路・交通部計画室（〒541-0045 大阪市中央区道修町1-6-7）

E-mail:fukutomi@cie.co.jp

³正会員 株式会社建設技術研究所 大阪本社道路・交通部計画室（〒541-0045 大阪市中央区道修町1-6-7）

E-mail:aou@cie.co.jp

⁴正会員 株式会社建設技術研究所 大阪本社道路・交通部計画室（〒541-0045 大阪市中央区道修町1-6-7）

E-mail:takebays@cie.co.jp

⁵正会員 株式会社建設技術研究所 大阪本社道路・交通部計画室（〒541-0045 大阪市中央区道修町1-6-7）

E-mail:sunagawa@cie.co.jp

効果的かつ効率的な渋滞対策立案には、ボトルネック交差点における真の需要交通量把握が不可欠である。従来、需要交通量算出には、交差点実現交通量、渋滞長、および渋滞区間・非渋滞区間交通密度をもとに算出する手法が利用されてきた。この手法は、渋滞長を正確に把握できることが前提となっているが、信号交差点が連続する市街地道路では、交差点を越えて渋滞車列が漸続するために渋滞長の正確な把握が困難であるという実務上の課題があった。一方、近年、交通渋滞の評価データとして、広域的に継続して、道路の区間毎の旅行速度把握が可能な民間プローブデータが活用されるようになってきている。

本論文は、この課題に対応するために交差点交通量と旅行速度を組み合わせた需要交通量推計手法の構築を試みたものである。さらに、従来の渋滞長を用いた手法と本手法を摘要した場合の需要交通量算出値の差異について考察を加えたものである。

Key Words : Demand traffic flow, Private Probe data, Traffic jam measures, Density, Space mean speed

1. はじめに

(1) 需要交通量と従来の算出方法について

交通渋滞は、交差点の処理能力を上回る交通量が流入してくることにより発生している。渋滞対策立案には、ボトルネック交差点に流入している処理能力を上回る交通量、すなわち需要交通量を把握する必要がある。

一方、ボトルネック交差点において観測される交通量は、交差点流入部の処理能力、すなわち交通容量を上限

とする範囲にある。そのため、渋滞対策の検討に用いる需要交通量は、交通容量を超えて渋滞列として観測される超過交通需要を加えて評価する必要がある。

これまで、実務における需要交通量の算出においては、交差点実現交通量と渋滞長をもとに需要交通量を算出する「交通渋滞ボトルネック対策マニュアル（案）」¹⁾（平成5年3月 財団法人国土技術センター）の手法（以下、渋滞長手法）が利用されてきた。

これは、需要交通量を、「渋滞の影響が無い地点を通

過する交通量」と見なして、交通容量を超える交通量が渋滞列となると想定して導出された式である。

$$\Delta q = Q_i - Q_{0i} \quad (1a)$$

$$\Delta q = q_i - q_{i-1} \quad (1b)$$

$$\Delta q = \Delta L(K_c - K_f) / \Delta t \quad (1c)$$

ここに、 Q_i (台/h)：時刻*i*における需要交通量

Q_{0i} (台/h)：時刻*i*における実現交通量(交差点通過交通量)

Δq_i (台/h)：超過交通需要(渋滞長から求められる交通量)

q_i (台)：時刻*i*において渋滞区間に存在する交通量

ΔL (km)：時刻*i-1*から*i*までに生じる渋滞長の伸び

Δt (h)：時刻*i-1*から*i*までの経過時間

K_c (台/km)：渋滞区間の交通密度

実務では 106 台/km に設定：
関東地整 130 箇所の調査結果、
車頭間隔 9.4m より設定

K_f (台/km)：非渋滞区間の交通密度

実務では 33 台/km に設定：
平均車頭間隔 30m と仮定した
ときの値

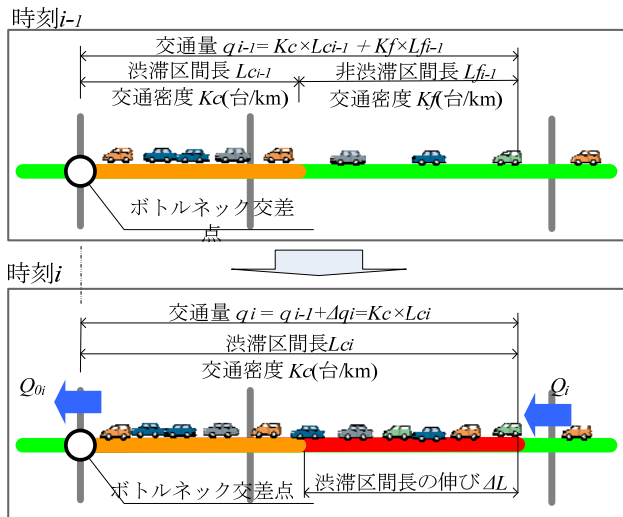


図-1 渋滞長調査に基づく需要交通量の算出イメージ

(2) 実務摘要上の課題

実務で渋滞対策を検討する需要交通量を渋滞長手法で算出する場合、以下の課題がある。

①渋滞長把握が困難：信号交差点が連続する市街地

内の幹線道路においては、交差点を越えて渋滞車列が断続するために渋滞長を正確に把握することが困難である。

②渋滞区間と非渋滞区間の区別が困難：複数の交差点にまたがる渋滞列では、交差点間で渋滞区間と非渋滞区間が混在、渋滞区間と非渋滞区間に分けて交通密度を適用することが困難。

③交通密度の妥当性：渋滞区間の交通密度は関東地整の値、また非渋滞区間の交通密度は仮定の値であり、地域毎の実態を反映したものではない。

特に、実務上は、都市部における交通渋滞は複数の交差点にまたがるのが一般的なため、上記①のために渋滞長調査結果をもとに算出される超過需要交通量が、渋滞している現地の実感と乖離していることが多くその解消が求められている。

(3) 本研究の目的

従来の需要交通量算出手法である渋滞長手法は、もっぱら、渋滞状況を渋滞長調査により把握していた時点において導入されたものである。一方、近年の IT 技術の普及により、民間プローブデータをもとに旅行速度を分析することで、継続的な渋滞状況の把握が可能となっている。民間プローブデータでは、DRM リンク毎の旅行速度を 15 分間隔で入手することができる。

本稿は、この新たに活用可能となった民間プローブデータで計測される旅行速度に着目して、前述の課題を解消可能な新たな需要交通量の推計手法の構築を試みたものである。

2. 新たな需要交通量算出手法の検討

(1) 需要交通量算出手法に求められる要件

需要交通量を精度良く推計することは、交差点を通過出来ない超過需要交通量(Δq)の推計精度を高めることと同義である。

ここで、交差点を通過できない超過需要交通量は、交差点流入部における一定区間に存在する交通量の一定時間経過前後の変動量(差分)として評価可能である(図-1)。ある時刻において一定区間に存在する交通量は、断面交通量(Q)と交通密度(k)、および旅行速度(v)の関係式($Q = k \cdot v$)により推計可能であることに着目して、民間プローブデータで計測される旅行速度データを活用した超過需要交通量の推計手法を検討する。

(2) 旅行速度データと交通量データを利用した需要交通量推計方法

ボトルネック交差点とその渋滞影響区間を対象として、以下の仮定のもと、旅行速度データと交通量データを利

用して需要交通量を推計する手法(以下、旅行速度手法)を提案する。

想定条件

- 着目するボトルネック交差点の渋滞影響区間の最上流には、常に需要交通量が流入できるものと仮定する。
- 通常(非渋滞)時には、ボトルネック交差点における通過交通量は渋滞影響区間最上流の流入交通量(需要交通量)と同一量と仮定する。なお、現時点では中間にある交差点における流入・流出交通量の影響は考慮しない。

q_i (台) : 時刻 i において渋滞影響区間に存在する交通量

K_{ji} (台/km) : 時刻 i におけるボトルネック影響区間内にある DRM リンク j の交通密度

V_{ji} (km/h) : 時刻 i におけるボトルネック影響区間内にある DRM リンク j の旅行速度

L_j (km) : DRM リンク j の LINK 長

なお、厳密には区間毎の交通密度は、渋滞の影響以外にも交通量の変化にともない変動し、この推計手法ではその影響も渋滞による影響に含まれることになる。需要交通量の算出の目的が、渋滞が発生する時間帯における交通流動を対象としていること、すなわち、飽和状態における交通密度を想定していることから、交通量の変化にともない交通密度変動の影響については無視できると考えた。

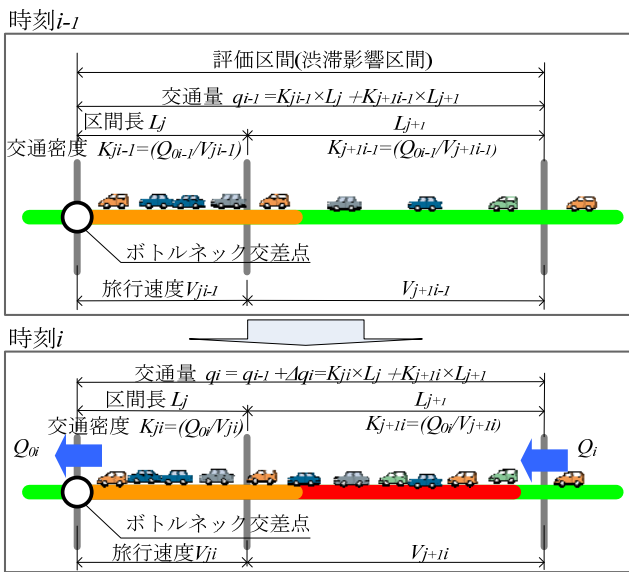


図-2 一定区間における交通量の変動に着目した超過交通需要算出の考え方

需要交通量推計手法を以下のように設定した。

$$\Delta q_i = Q_i - Q_{0i} \quad (1a)$$

$$\Delta q = q_i - q_{i-1} \quad (1b)$$

$$q_i = \sum_{j=1}^n L_j \cdot K_{ji} \quad (2a)$$

$$q_i = \sum_{j=1}^n L_j \cdot (Q_{0i} / V_{ji}) \quad (2b)$$

ここに、 Q_i (台/h) : 時刻 i における需要交通量

Q_{0i} (台/h) : 時刻 i における実現交通量(交差点通過交通量)

Δq_i (台/h) : 時刻 i における超過交通需要(ボトルネックを通過出来ない交通量)

3. 旅行速度手法と渋滞長手法による需要交通量推計結果の比較

(1) 需要交通量算出手法による結果の比較方法

ここでは、旅行速度および交通量データを利用した需要交通量推計手法と、従来の渋滞長を利用した需要交通量推計手法が結果に与える影響を比較分析する。比較には、同一条件で計測した渋滞長、および旅行速度を用いることが望まれる。ここで、従来手法で用いる渋滞長は1日の測定結果である。一方、今回の需要交通量推計手法の旅行速度データとしての利用を想定している民間プローブデータは、1日のデータでは欠損がある時刻、区間があるため、一定期間のデータを平均した旅行速度を用いることになる。そのため、同一条件下の比較とならない。

そこで、今回の比較では、交通実態調査で計測している滞留長と、滞留区間通過時間から算出した旅行速度を用いることとする。この旅行速度と計測交通量から算出した需要交通量と、計測滞留長を渋滞長と見なして算出した需要交通量を比較することにより、同一条件下における需要交通量推計手法の違いによる需要交通量算出結果への影響を特徴を明らかにする。

(2) 分析データ

分析データとして、信号交差点間隔が長いことから長区間の渋滞が計測できた平成 24 年 1 月平日 計測の一般国道の交差点 A(仮称)の交通渋滞とした(図-3)。

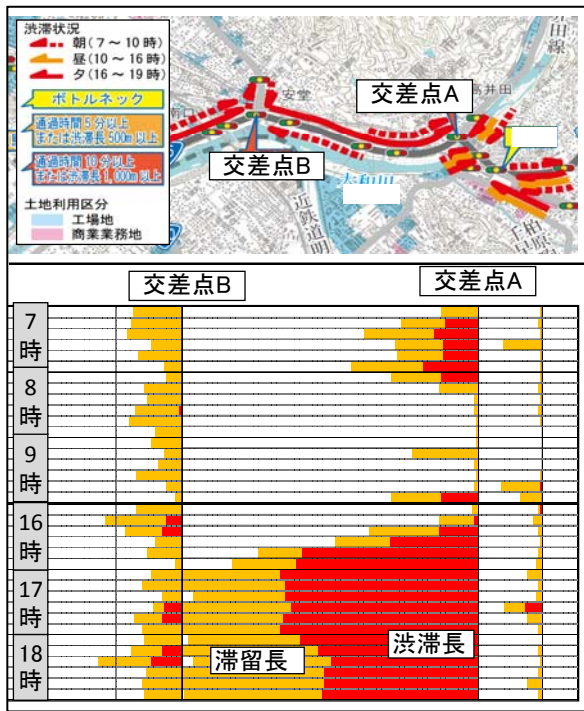


図-3 交差点 A の渋滞長・滞留長の実測値

分析対象区間は、一部時間帯で隣接する交差点 B を越えて渋滞がつながっているが、今回の比較では滞留区間の通過時間が観測できている交差点 A～交差点 B を対象とした。分析データは、以下のように適用した。

- 交通量調査、渋滞調査の計測が 10 分間隔のため、利用データは 10 分値を用いる。
- 10 分間隔の交通量は、当該 10 分における信号青時間の割合で大きく変動する。その影響を低減するために、前後時間帯を加えた加重移動平均値を用いる。
- 非渋滞区間の旅行区速度は計測していない。そこで、当該区間の民間プローブデータを分析した結果をもとに、交通量が比較的多い時間帯における自由流速度として、概ね昼間の最高速度となる $V=30\text{km/h}$ を採用した。

(3) 両手法を用いた超過需要交通量算出結果の比較

図-4に、交差点 A を起点とした滞留長の計測結果と、両手法を用いた超過需要交通量算出結果を示す。

旅行速度手法と渋滞長手法を用いた超過需要交通量算出結果は、一般的には一致している傾向にあるが、部分的には以下のような相違点も見られる。

- ① 旅行速度手法では、渋滞し始める時間帯の超過需要交通量の値が大きく、需要交通量の最大値が大きくなる傾向にある
- ② 一方で、渋滞長が伸びた後の値が小さいが需要交通量の最大値には影響が無い。

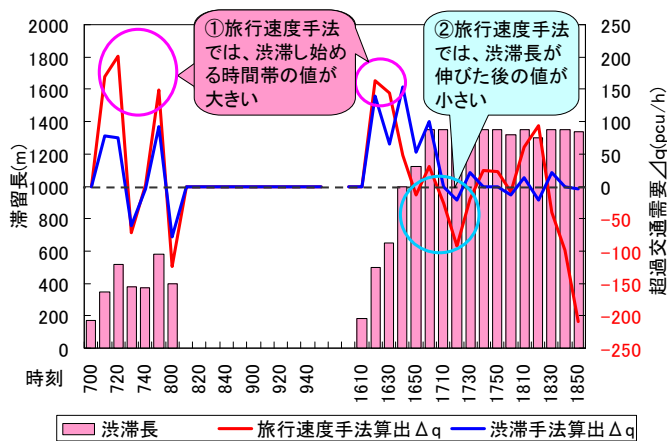


図-4 両手法を用いた超過需要交通量算出結果

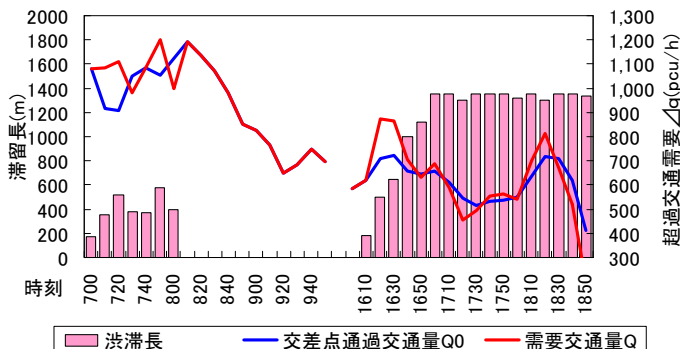


図-5 旅行速度手法による需要交通量算出結果

(4) 両手法で生じる差の考察と渋滞時間手法の適用性の考察

この両手法の差異については、滞留長と滞留区間通過時間の観測精度の影響に加え、旅行速度手法では、超過需要交通量算出に用いる渋滞区間の交通密度を実態にあわせて変化させていることが要因となっていると考えられる。図-6に旅行速度手法で利用した渋滞区間と非渋滞区間における交通密度を整理した結果を示す。

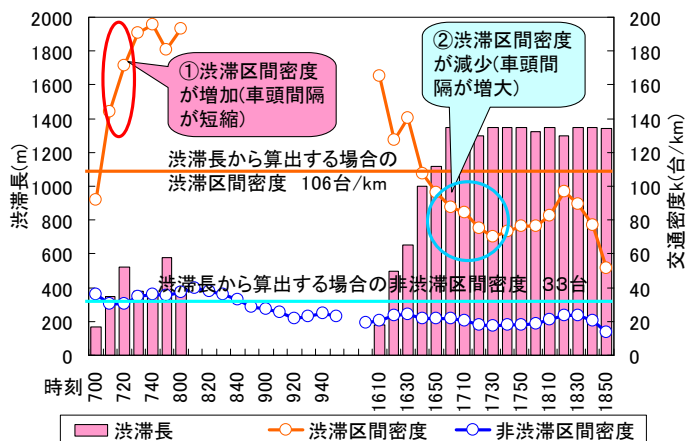


図-6 時間帯別の滞留長と渋滞区間および非渋滞区間交通密度

この結果より、以下のことがいえる。

- 交差点交通量と旅行速度から算出した渋滞区間の交通密度(k)は、時刻によって大きく変動。
- ①旅行速度手法で超過需要交通量が大きくなる時間帯では、渋滞区間の交通密度が増加傾向にあり、②旅行速度手法で超過需要交通量が少なく時間帯では、渋滞区間の交通密度が減少している。
- これより、両手法を用いた超過需要交通量算出結果の差は、渋滞区間の交通密度変動の影響が大きいと考えられる。

そのため、渋滞区間における交通密度を実態に合わせて変化させる旅行速度をもとにした超過需要交通量の算出は、渋滞長手法から算出した需要交通量と同等以上の予測精度が確保できていると評価できる。事項で、渋滞区間における交通密度変化の要因を考察する。

(5) 渋滞時における交差点通過部平均車頭時間間隔

渋滞区間における交通密度の変動が、需要交通量算出結果に影響する。この交通密度の変動要因について、交通密度と概ね反比例する交差点通過部の車頭時間間隔(交通量/青時間)に着目して分析する。図-7に交差点通過部における車頭時間間隔と、交通量との関係を分析した。

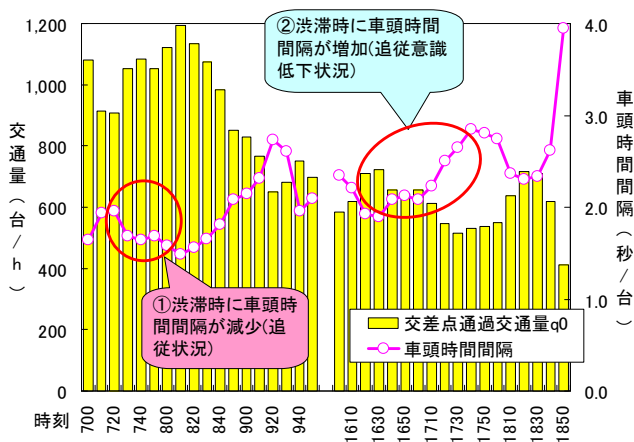


図-7 時間帯別交通量と交差点通過車頭時間間隔

これより、午前に比べ、午後の渋滞時間帯のほうが、車頭時間間隔が大きくなっている、すなわち、交通密度が低下している傾向がわかる。特に、渋滞が伸びる時間帯における車頭時間間隔の変化から、午前、午後の追従特性の違いとして以下の傾向がわかる。

- ① 午前は、渋滞時間帯に車頭時間間隔が減少(追従意識が顕著)
- ② 午後は、渋滞時に車頭時間間隔が増加(追従意識低下状況)

これは、午前と午後におけるドライバーの追従意識が反映されたものと考えられる。図-8に午前と午後におけるドライバーの追従意識が異なると仮定して、渋滞区間の $k-v$ 関係を午前、午後別に分析した。このグラフからは、午前と午後で $k-v$ 関係も異なっており、午前の方が同一速度における交通密度が高い状況がうかがえる。

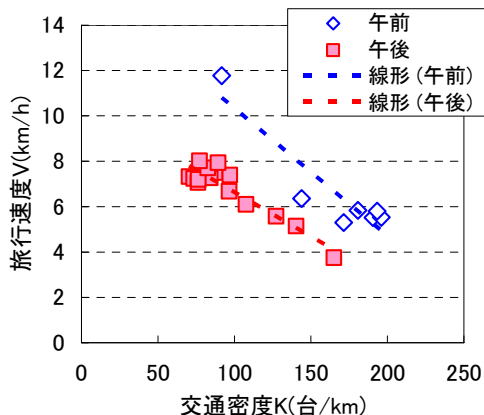


図-8 午前と午後における渋滞区間の $k-v$ 関係

前述したように、旅行速度手法では、このようなドライバーの運転特性を加味した渋滞区間における交通密度の変化を反映した需要交通量推計手法となっていることから、現行の渋滞長手法に比べ同等以上の予測精度が確保できていると評価できる。

4. 民間プローブデータを用いた需要交通量推計手法の提案

前章の分析結果を踏まえて、民間プローブデータの活用した旅行速度を用いた需要交通量推計手法を提案する。表-1に提案する手法とデータ設定手法を、渋滞長手法とあわせて整理した。

5. おわりに

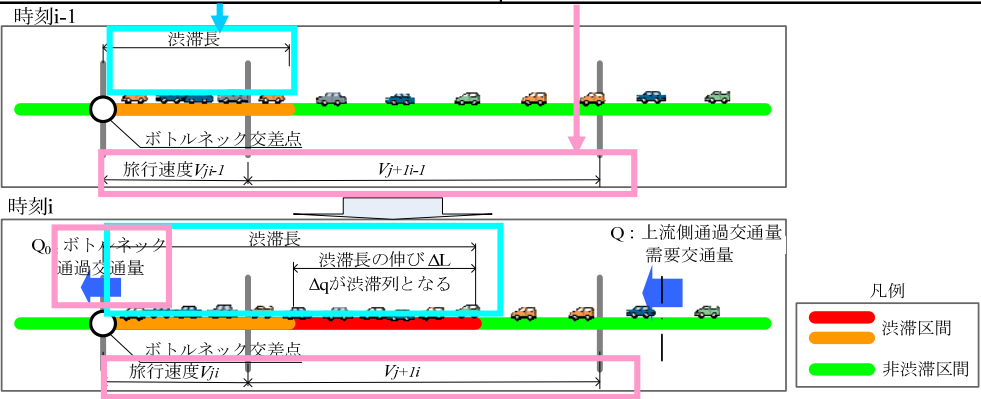
本稿は、新たに活用可能になった民間プローブデータで計測された旅行速度に着目して、新たな需要交通量の推計手法の提案を試みた。新たに提案した旅行速度手法と従来の渋滞長手法を用いた超過需要交通量算出結果を比較することにより、旅行速度手法の特徴として以下を明らかにした。

- 旅行速度手法と、渋滞長手法の算出結果では全般的には一致している傾向にある。
- ただし、旅行速度手法では渋滞し始める時間帯の値が大きい、すなわち、渋滞長手法に比べ需要交通量が大きく評価される。
- これは、ドライバーの運転特性を加味した渋滞区間における交通密度の変化が反映されてい

- ることに起因する。
- また、交差点が連続する都市部でも精度の高く計測されている民間プローブデータ旅行速度

を利用することから、現行の渋滞長手法に比べ同等以上の予測精度が確保できていると評価できる。

表-1 民間プローブデータを用いた需要交通量推計手法

項目		渋滞長手法	旅行速度(民間プローブデータ)手法	
ボトルネックにおける需要交通量の考え方	需要交通量の考え方	ボトルネック通過交通量(台/時)+超過交通需要量(台/時)	同左	
	超過需要交通量の考え方	超過需要交通量は、交差点を通過出来ずに渋滞となつて、滞留している交通量(捌け残り交通量)	同左	
		時刻 $i-1$ から i において、渋滞区間に存在する交通量の変化分を、時刻 i の超過交通需要とする。	同左	
	着目する現象	渋滞長の変化に着目 	ボトルネック通過交通量と渋滞区間の旅行速度の変化に着目	
交通量算出対象とする渋滞区間	時刻 $i-1$ と i のうち渋滞長が長い区間	時刻 $i-1$ と i のうち渋滞区間(速度20km/h以下)となるDRMLINKの長い区間		
利用データ	実測	渋滞長	実測値を利用(10分間隔:1日)	
		断面交通量	—	
	既存データ	区間旅行速度	—	民間プロデータ(15分間隔:任意期間)
		渋滞区間交通密度	106(台/km)(関東地整130箇所の調査結果、車頭間隔9.4mより設定)	$K=Q/V$ (台/km) (交通量、交通密度、旅行速度の関係式をもとに算出)
		非渋滞区間交通密度	一定:33(台/km) (平均車頭間隔30mと仮定して設定)	
推計間隔	10分間隔(実測値)	15分(交通量は10分値を15分値に変換)		
手法の特徴	△ 交差点が連続する都市部では正確な渋滞長観測が困難、需要交通量予測が困難	○ 交差点が連続する都市部においても渋滞長に比較して精度の高い予測が可能		
	△ 渋滞長の観測が必要、調査費用もかかる	○ 渋滞長の観測が不要であり、調査費用が安価		
	△ 交通密度に実測値を用いていないため地域差が反映できない	○ 交通密度は交通量実測値と旅行速度から、地域特性を反映して算出		
	△ 調査区間の年間を代表できる日に渋滞長観測が必要	△ 調査区間の年間を代表できる日に交通量観測が必要		
	民プロデータと交通量を利用した算出方法は、渋滞長調査に基づく需要交通量の算出手法と同等以上の精度で、かつ、安価に需要交通量の予測が可能			

今後は、交差道路の影響の反映等の現地状況を反映した推計手法の検討や、連続する渋滞交差点を同時に改良する場合における需要交通量算出手法等、実務上の適用性向上にむけた検討が必要である。

参考文献

- 1) 「交通渋滞ボトルネック対策マニュアル(案)」平成5年3月財団法人国土技術センター