

民間プロデータを用いた高速道路の渋滞分析と 交通需要分析手法に関する考察

神野 裕昭¹・荒谷 芳博²・福富 浩史³・粟生 啓之⁴・垣田 友希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 (〒541-0045 大阪市中央区道修町1-6-7)
E-mail:jinnno@cie.co.jp

²非会員 国土交通省 近畿地方整備局 滋賀国道事務所 調査課 (〒520-0803 滋賀県大津市竜が丘4-5)
E-mail:aratani-y86jp@kkr.mlit.go.jp

³非会員 株式会社建設技術研究所 大阪本社道路・交通部 (〒541-0045 大阪市中央区道修町1-6-7)
E-mail:fukutomi@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 (〒541-0045 大阪市中央区道修町1-6-7)
E-mail:aou@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 (〒541-0045 大阪市中央区道修町1-6-7)
E-mail:kikuchi@cie.co.jp

2車線暫定整備の高速道路では、ネットワーク整備の進捗等により交通量が増加し、顕著な交通渋滞が発生している路線がある。これらの路線では交通渋滞を解消し、高速道路としての機能を確保することが望まれる。顕在化している渋滞箇所についてのみ対策を実施した場合には、渋滞箇所が隣接箇所に移動するなど、潜在的なボトルネックが顕在化し、高速道路ネットワークとしての機能が十分に確保できない可能性もある。そのため、適切な対策立案には、高速道路ネットワーク全体の交通需要と交通容量の関係を的確に把握する必要がある。

本論文は、このような背景を踏まえて、既研究で明らかにされている渋滞発生メカニズムに関する知見と、継続的にネットワーク全体の渋滞状況を把握できる民間プローブデータを利用して、渋滞要因を分析・特定する方法について考察したものである。さらに、渋滞対策立案に必要な交通需要を把握するための高速道路ネットワーク(IC区間毎)の交通需要推計手法に関する提案を行っている。

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

1. はじめに

2車線暫定整備の高速道路では、ネットワーク整備の進捗等により交通量が増加し、顕著な交通渋滞が発生している路線がある。これらの路線では交通渋滞を解消し、高速道路としての機能を確保することが望まれる。

そのためには、現況の渋滞発生要因を的確に把握し、必要となる容量拡大目標等を明確にし、渋滞対策を立案する必要がある。また、顕在化している渋滞箇所についてのみ対策を実施した場合には、渋滞箇所が隣接箇所に移動するなど、潜在的なボトルネックが顕在化し、高速道路ネットワークとしての機能が十分に確保できない可

能性もある。そのため、適切な対策立案には、高速道路ネットワーク全体の交通需要と交通容量の関係を的確に把握する必要がある。

ここで、高速道路における渋滞発生メカニズムについては、これまでの研究により概ね解明¹されている。しかしながら、個別箇所における渋滞発生要因の特定には、ビデオ観測調査等をもとにした交通量、旅行速度、車頭間隔等の分析が必要であり、観測調査も含めて多大な費用を要している。一方、近年のIT技術の普及により、民間プローブデータを利用してDRMリンク毎の旅行速度を15分間隔で入手可能である。これにより、安価に渋滞箇所周辺における旅行速度の時間変動を把握す

ることが可能となっている。

本稿は、このような背景を踏まえて、既研究で明らかにされた知見と、継続的にネットワーク全体の渋滞状況を把握できる民間プローブデータを利用して、渋滞要因を分析・特定する方法について考察したものである。

さらに、渋滞対策立案に必要な交通需要を把握するための高速道路ネットワーク(IC 区間毎)の交通需要推計手法に関する提案を行っている。

2. 分析対象区間

本稿では、交通渋滞の激しい2車線の高速道路として国道161号バイパスを対象として分析する。図-1に、分析区間の車線構成と縦断線形の略図を示す。上り線の渋滞は、4車線が2車線区間に絞られた直後に坂本北IC・ONランプが合流し、さらに上り勾配のサグ区間がつな

がる容量低下、交通集中、さらに容量低下が連続する区間を起点に発生している。下り線の渋滞の起点は、2車線区間で仰木雄琴IC・ONランプが合流し、合流後の単路区間が3%程度の上り勾配区間につながる交通集中と容量低下が連続する区間を起点に発生している。

上り線、下り線ともに、渋滞対策検討において検証すべき課題は以下の2点であった。

- 1) 渋滞要因と考えられる IC 合流部、サグ、上り勾配区間において、実際にどこがボトルネックとなって渋滞が発生しているのかを特定すること
- 2) ボトルネックに集中する交通需要と、当該区間の交通容量を推定すること

分析内容、分析結果ともに同様の結論が得られたことから、本稿では、両区間を代表して、上り線の坂本北IC付近を対象に分析手法とその結果をとりまとめる。

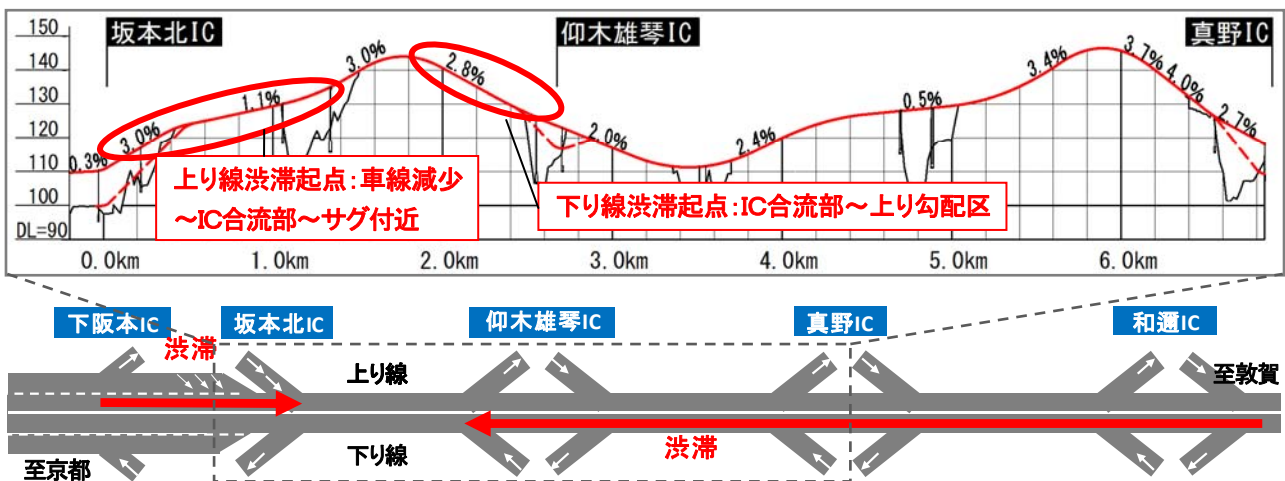


図-1 検討対象区間

3. 民間プローブデータを用いた渋滞要因の特定

(1) 坂本北IC付近における旅行速度の時間変動分析

上り線のボトルネック候補は以下の3箇所である。

- ・4車線が2車線区間に絞られる区間
- ・坂本北IC・ONランプが合流する区間
- ・上り勾配のサグ区間

速度低下は、ボトルネックを起点に発生することから、ボトルネック候補箇所を含む坂本北IC合流部前後区間の民間プローブデータをもとに、15分単位の時間変動を分析することでボトルネックを特定することとした。図-2に、日祝日の1月分のデータをもとに分析した旅行速度の時間変動を示す。速度低下の特徴を示す。

- 1) 坂本北IC合流部を起点に7時台から走行速度が40km/h未満に低下し、その後13時台まで継続する
- 2) 坂本北IC合流部の速度低下に若干遅れて、合流後のサグ区間において速度低下が発生する

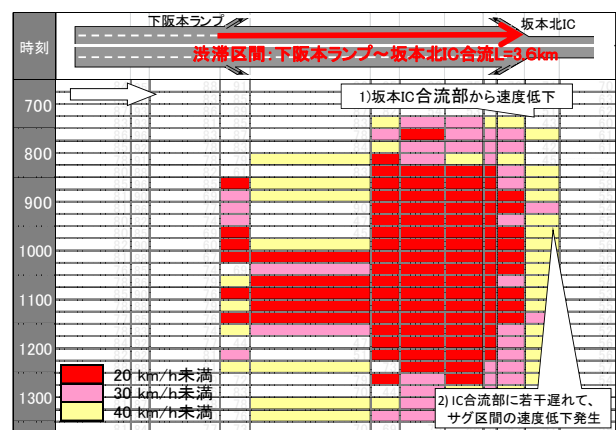


図-2 坂本北IC付近における旅行速度の状況

(2) 旅行速度とIC合流部通過交通量の分析

ボトルネックにおける速度低下が、IC合流部通過交通量に与える影響を検証するために、渋滞区間である坂

本北 IC～下阪本ランプ間の本線旅行速度と坂本北 IC 合流部における本線利用交通量と IC 交通量の関係进行分析した。図-3に示す。交通量については、当該地点にトラフィックカウンターがないことから、旅行速度分析月における日曜に人手観測で調査した結果(15分交通量の1時間換算値)を用いた。

IC 合流部を通過する交通量は、速度低下が始まる7時台が最大で、坂本 IC 合流部の速度低下、およびサグ部の速度低下が始まる段階で低下している。その後一時的に回復する時間帯はあるが、渋滞前の最大交通量(1,400pcu/h弱)を上回ることが無い。

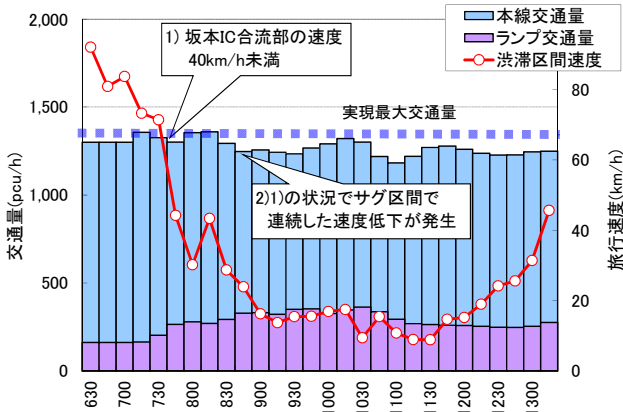


図-3 坂本北 IC 合流部交通量と旅行速度

(3) 渋滞要因の特定

旅行速度と交通量変化、および既研究の知見を踏まえると、渋滞要因は以下のように推定される。

- 湖西道路本線と坂本北 IC から、7時台から坂本北 IC 合流部の交通容量を上回る交通が集中し、渋滞が発生する(本線部の容量超過と同時発生)。



図-4 坂本北 IC 合流部における交通集中

- 遅れてより交通容量が小さいサグ区間にボトルネックが移行し、交通容量はサグ区間容量で規定される。

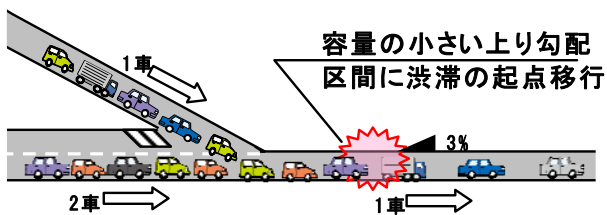


図-5 容量の小さいサグ区間へのボトルネック移行

4. 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、ボトルネック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。

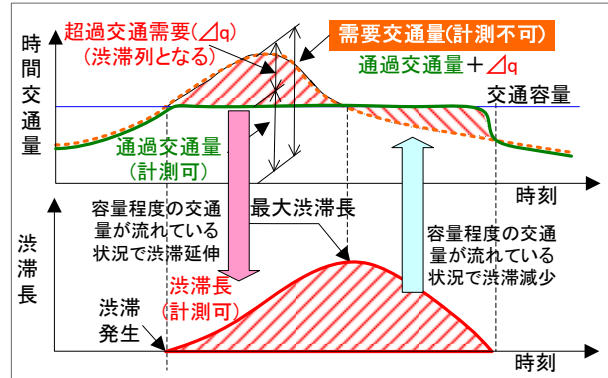


図-6 超過需要交通量と渋滞長の関係

従来、ボトルネックを通過できない超過需要交通量は、渋滞長から算出する手法²⁾がある。この手法では一般道路の実績をもとにして超過交通需要を算出することから、本稿では、以下に着目して民間プローブデータ旅行速度を活用した超過需要交通量の推計手法を提案する。

- 超過交通需要は、ボトルネック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こと
- 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

(2) 旅行速度データを利用した需要交通量推計方法

ボトルネックとその渋滞影響区間を対象として、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。図-7に渋滞影響区間の考え方を示す。

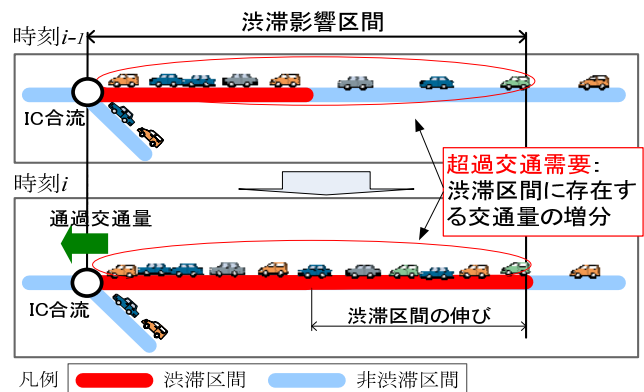


図-7 一定区間における交通量の変動に着目した超過交通需要算出の考え方

想定条件

- 着目するボトルネック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。
- 通常(非渋滞)時には、ボトルネック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

上記の条件のもと、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(ボトル
ネック通過交通量)

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)

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。

(3) 坂本北 IC における需要交通量の算出例

坂本北 IC 合流部における本線交通量と、本線部に
おける旅行速度を元に需要交通量を算出した結果を示す。

渋滞区間に滞留する坂本北 IC 合流部における超過交通
需要は最大 600pcu/h 程度、通過交通量とあわせて
1,900pcu/h 程度となる。なお、本線全体の需要交通量を
算出するためには、坂本 IC の超過需要交通量も加える
必要がある。IC の旅行速度がわかれば、本線と同様の
手法により推計が可能である。

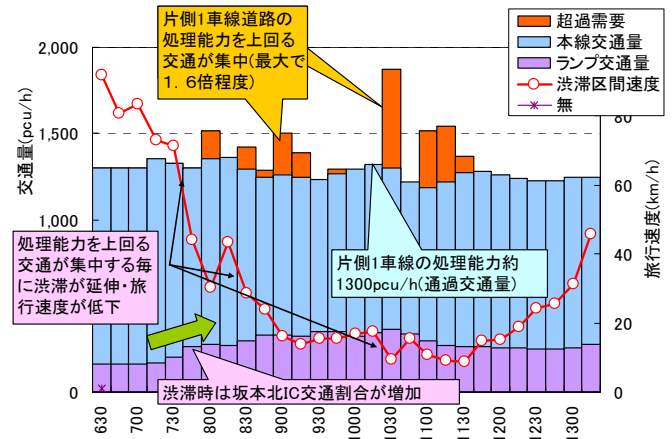


図-8 坂本北 IC 合流部の需要交通量算出結果

5. おわりに

本稿では、民間プローブデータで計測された旅行速度
に着目した高速道路の渋滞要因の検証方法を考察し、ボ
トルネックにおける需要交通量の推計手法を提案した。
本研究では、以下を明らかにできたと考える。

- 民間プローブデータで計測された旅行速度の時
間変動に、既研究で得られたボトルネック区
間の交通容量や渋滞発生等に関する知見を加
味して、渋滞発生要因の特定が可能である。
- さらに、当該区間の交通量計測結果を加えるこ
とにより、高速道路ボトルネックにおける交
通容量と需要交通量を精度高く推定できる。
- 隣接区間における IC 出入交通量がわかれば、
IC 区間毎の需要交通量の推計も可能になり、
効果的な渋滞対策立案が可能となる。

本稿の分析では民間プローブデータ件数を確保するた
めに交通量計測日以外の民間プローブデータも利用した
が、今後、データ数が増えれば同一日時データ利用によ
り、より精度の高い需要推計が可能になると考えられる。
なお、延長が長い DRM リンクでは速度低下時のデー
タ欠損がみられた。これは、ノード間を 15 分間で通過
できる車両が少なくなることから起因していると考えら
れる。

参考文献

- 1) 「交通工学ハンドブック 2008」(一)交通工学研究会
- 2) 「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