

車両感知器パルスデータを用いた渋滞発生時交通現象分析*

An Analysis of Traffic Flow Phenomenon at Occurrence of Congestion Using Pulse Data from Vehicle Detectors*

邢健**・鶴元史***・石田貴志****・村松栄嗣*****

By Jian XING **・Motofumi TSURU***・Takashi ISHIDA****・Eiji MURAMATSU*****

1. はじめに

渋滞が発生する直前の交通量、いわゆる渋滞発生時交通量は、その道路が流し得る交通容量として捉えられている。都市間高速道路においては、渋滞発生時交通量を渋滞に至る直前15分間のフローレートとして計測している¹⁾。渋滞発生時交通量の高低は地点によって異なり、車線数や道路線形の影響を受ける。一方で、同一地点であっても、渋滞発生時交通量に分散があること、分散が大きい要因は明暗や天候(降雨の有無)、曜日(平日・休日)であることが既往研究において明らかとなっている^{1)~4)}。しかし、これらを区分してもなお渋滞発生時交通量の分散は大きく、渋滞発生時交通量は日々変動している。

渋滞発生時交通量の分散要因を明らかにすることは、渋滞発生時交通量を定めることに他ならない。渋滞発生時交通量を定めることで、地点ごとに異なる渋滞発生時交通量と道路線形をより関連付けることができるであろうし、ボトルネック現象をより緻密に検証・再現できると考える。これは、今後のボトルネック分析に示唆を与えるとともに、渋滞対策を検討する上で重要と考える。

本研究では、渋滞発生時交通量の高低に与える影響要因を明らかにすることを目的として、車両感知器パルスデータより得られる個々の車両データから、渋滞発生時の交通特性进行分析する。具体的には、渋滞発生時交通量算出対象15分間の車頭時間や車群特性を分析するとともに、これらと渋滞発生時交通量の比較分析を行う。また、上記分析結果を踏まえ、渋滞が発生する瞬間の車群に着

*キーワード：パルスデータ、渋滞発生時交通量、車群特性

** 正員，工博，(財)高速道路調査会 研究部
(東京都港区芝4-17-5田町プレイス，
TEL03-6436-2089，E-mail: jian-x@express-highway.or.jp)

*** 非会員，(財)高速道路調査会 研究部
(東京都港区芝4-17-5田町プレイス，
TEL03-6436-2089，E-mail: m_tsuru@express-highway.or.jp)

**** 正員，修(工)，(株)道路計画 技術部
(東京都豊島区東池袋2-13-14 マルチ機械ビル5階，
TEL03-5979-8855，E-mail: t_ishida@doro.co.jp)

***** 非会員，東日本高速道路(株) 関東支社
(埼玉県さいたま市岩槻区加倉260，
TEL048-758-6509，E-mail: e.muramatsu.aa@e-nexco.co.jp)

目した分析の必要性を論じ、パルスデータを用いた今後のボトルネック分析や渋滞対策検討の重要性を示す。

2. 分析概要

(1) 対象地点

分析対象地点は、関越道(上)花園IC付近のボトルネックとしている。当該ボトルネックは、片側3車線道路で、起点である練馬ICから約55kmに位置し、花園ICより約1km下流にあるサグである。また、パルスデータは、花園IC合流直後にある55.95kpの車両感知器より収集している(図-1参照)。

(2) 対象日

分析対象日は、表-1に示す渋滞が発生した休日の5日としている。対象日には、当該サグで渋滞が発生していること、事故を含めた異常事象がないことを、現場所見やVTRより判読した速度データ等から確認している。

また、渋滞発生時は全て昼過ぎから夕方にかけての時間帯であり明暗の影響がほとんどないこと、非降雨であり天候の影響がないことも確認している。

なお、表-1に示す渋滞発生時刻は、パルスデータより得られた1台1台の時系列速度より判読している。

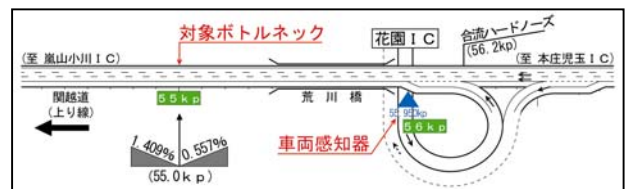


図-1 調査地点位置図

表-1 分析対象日

日付	渋滞発生時刻	渋滞発生時交通量 15分間フローレート (台/時)	天候
4月19日(日)	14:34	4,300	晴
4月26日(日)	15:09	4,676	晴
5月3日(日・祝)	16:05	4,552	晴
5月4日(月・祝)	14:03	5,060	晴
5月24日(日)	15:54	5,468	晴

(3) パルスデータの概要

パルスデータは、ボトルネック1km上流に位置する55.95kpの車両感知器より「各車両の通過時刻データ」として収集している。車両感知器はダブルループ(1つのループの道路方向長さは1.5m, 各ループ間隔は5.5m)で構成されており、各車両の速度はループ間の通過時刻差と距離から算出している。本研究では2つのループの上流側同士および下流側同士から得られる2つの速度の平均値としている(各ループ間距離は7m)。

3. 対象15分間の交通状況

(1) フローレート

図-2はパルスデータより描いた対象日における追越車線の渋滞発生前15分間の時間・台数図である。横軸に各車両の通過時間(図中は経過時間(秒)で表示), 縦軸に累加通過台数をとったものであり、傾きはフローレートとなる。傾きが大きいほどフローレートが高く、傾きが小さいほどフローレートが低いことを表す。また、図中の経過時間900秒(15分)にあたる累加台数が渋滞発生前15分間の追越車線渋滞発生時交通量に相当し、その値が高い日は5月4日と5月24日(約2,150台/時), 低い日は4月19日(約1,750台/時)である。なお、追越車線渋滞発生時交通量と渋滞発生時交通量(車線計)の相関係数は0.96と高く、5日間の両交通量順位も同様であることから、文中では両者を同義としている。

追越車線では、渋滞発生時交通量の高低にかかわらず、どの対象日もフローレートが同様な時間帯が多く、常時2,000台/時以上が出現している。中には、フローレート2,500台/時以上(例えば、5月24日経過時間360~420秒の1分間)も出現している。

一方で、渋滞発生時交通量が低い日には車頭時間が大きい車両が散見される(車頭時間の大きさは図中傾き0の経過時間で表現)。また、極めて大きな車頭時間の車両が存在しないまでも、若干大きな車頭時間の車両を多く含んでいる日もある。これに対して、渋滞発生時交通量が高い日には大きな車頭時間の車両がほとんど見られず、高密度で走行している様子が見てとれる。

走行車線においては、追越車線と異なり常時高いフローレートが出現していないものの、大きな車頭時間の出現状況と車線別渋滞発生時交通量の高低に関する傾向は、追越車線より顕著である。

(2) 車頭時間

パルスデータより得られる各車両の車頭時間と速度をみると、渋滞発生時交通量が低い4月19日は車頭時間が大きい車両が散見され、分散が大きい傾向にある(図-3参照)。一方、渋滞発生時交通量が高い5月24日は車頭時

間が大きい車両は存在せず、分散が小さい傾向にあることが見てとれる。この傾向は、その他日、走行車線も同様である。

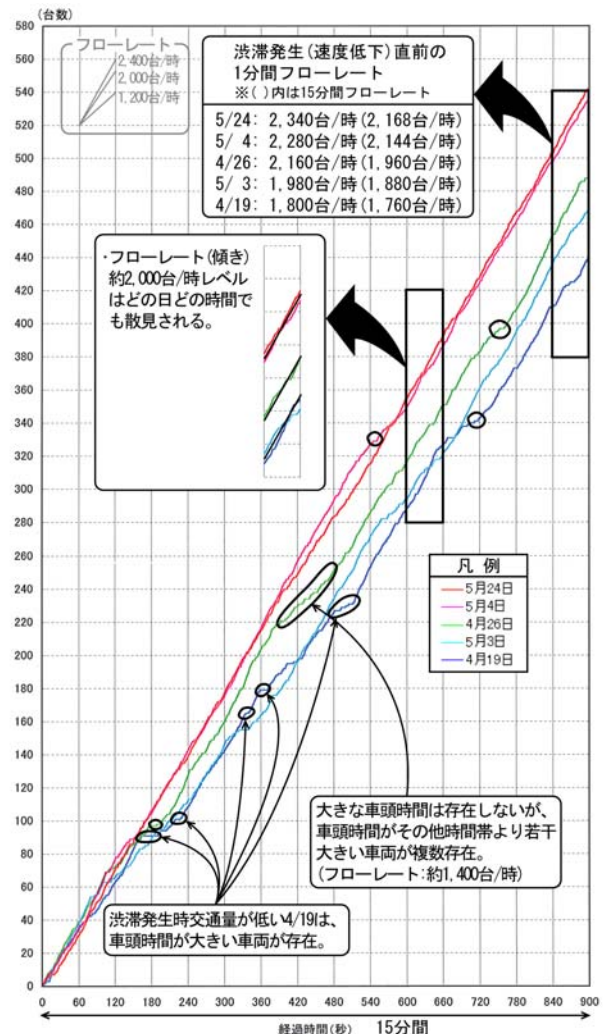


図-2 渋滞発生前15分間の時間・台数図(追越車線)

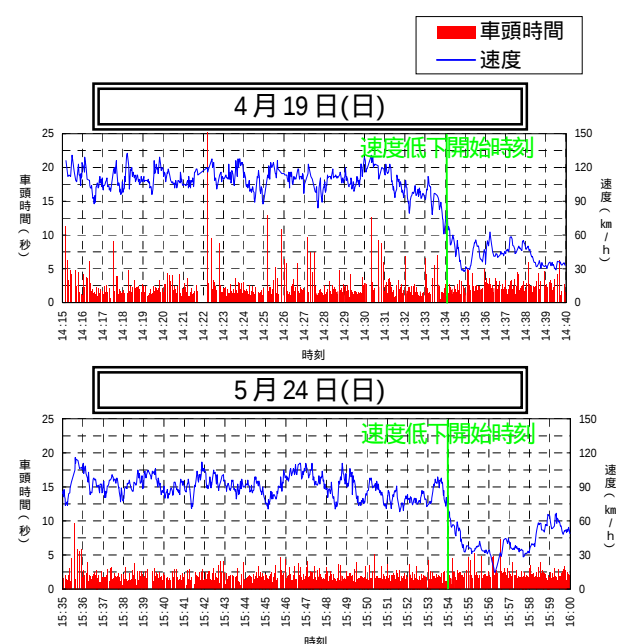


図-3 各車両の車頭時間・速度図(追越車線)

また、図-4に示す渋滞発生前15分間の追越車線における車頭時間構成率をみると、全ての日において1.0～1.5秒のレンジが最も多く25～35%を占める。0～1秒、1.5～2.0秒を含めた車頭時間2秒未満の車両は各日で70%を占める。車頭時間2秒未満の構成状況は各日で同様である。仮に全ての車両が車頭時間2秒で走行した場合、フローレートは1,800台/時であり、常時フローレート2,000台/時以上が出現しているとした前述の結果と一致する。しかし、車頭時間2秒以上になると、その構成状況が各日で異なり、渋滞発生時交通量が低い日では、その構成率が高い。

なお、走行車線では車頭時間の構成状況が各日で同様でなく、追越車線に比べて車頭時間が大きい傾向にあるが、車頭時間と車線別渋滞発生時交通量に関する傾向は追越車線と同様である。

(3) 車群構成状況

既往文献では、車頭時間1.5～5.0秒を車群の切れ目と定義することが多い^{(5)～(6)}。本研究では追越車線を対象としていることも考慮し、VTR等から主観的に車頭時間2.0秒を車群の切れ目と定義している。

図-5に示す追越車線における渋滞発生前15分間の車頭時間別速度をみると、車頭時間2秒以上の車両(車群の先頭車両)は、2秒未満の車両(車群内の車両)より速度が高い傾向にある。この傾向は対象日各々でも同様である。追従している車両は前車の影響を受けるため、車群先頭車両の速度より低くなったと考えられる。車群先頭車によって後続車の速度が支配されている可能性がある。

そこで、追越車線を走行している車頭時間2秒以上の車群先頭車両を対象に、後続車を含む車群構成台数と速度の関係をみると(図-6参照)、車群構成台数13台以下では、車群構成台数が多くなるほど、車群先頭車の速度が低くなる傾向にある。裏を返せば速度が低い車両ほど後続に大きな車群を形成しており、車群先頭車によって後続車の速度が支配されている様子がうかがえる。

4. 渋滞発生時交通量との関係分析

(1) 車頭時間

追越車線の車頭時間と渋滞発生時交通量(車線計)の関係をみると、図-7に示すとおり渋滞発生時交通量が高い場合は低い場合に比べて車頭時間の最大値が小さい。また、85%タイル値や平均値、標準偏差も小さい。

渋滞発生時交通量が高い場合は、全体的な車頭時間とその分散が小さい傾向にあり、渋滞発生時交通量の高低は車頭時間とその分散によって決定されると考えられる。この傾向は、走行車線も同様である。一方、最小値は渋滞発生時交通量の高低にかかわらず一定である。

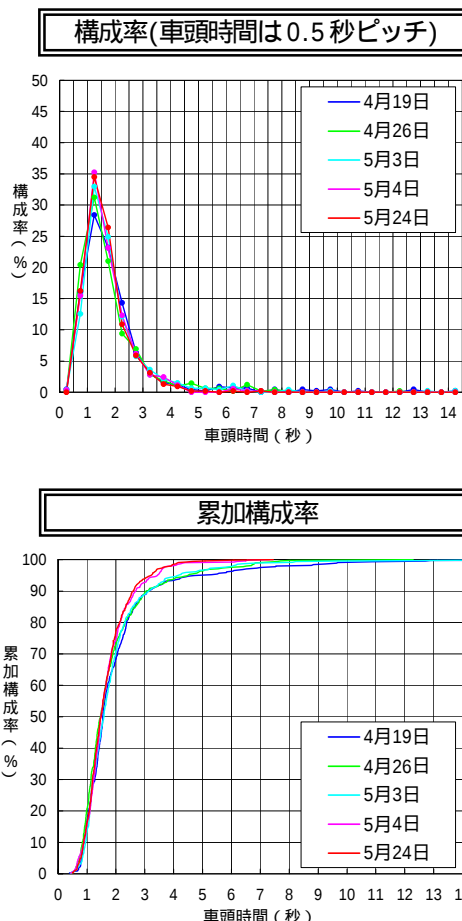


図-4 渋滞発生前15分間の車頭時間構成率(追越車線)

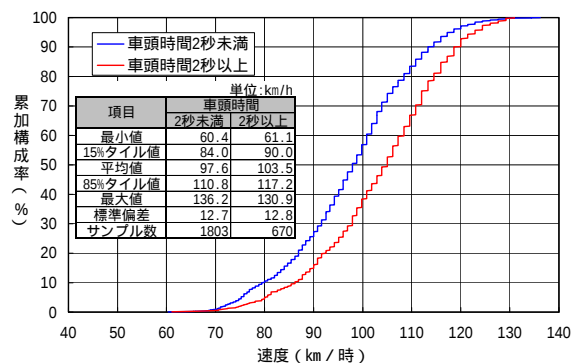


図-5 渋滞発生前15分間の車頭時間別速度の累加構成率(対象5日間計・追越車線)

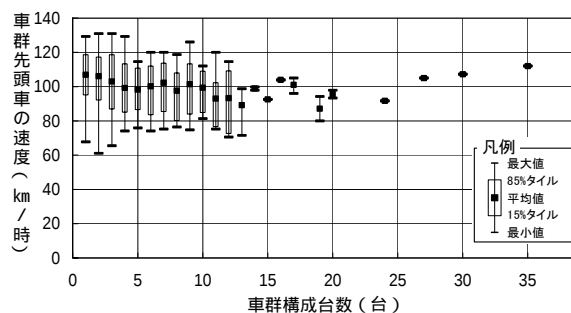


図-6 渋滞発生前15分間の車群構成台数と車群先頭車速度の関係(対象5日間計・追越車線)

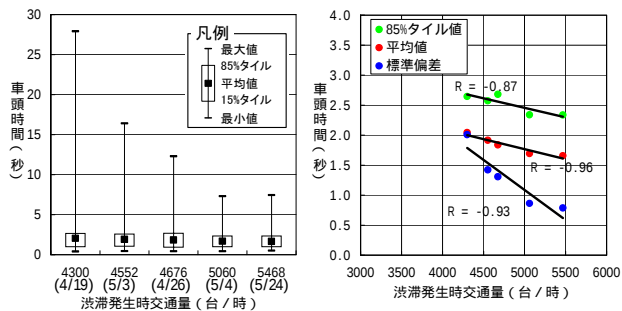


図 - 7 車頭時間(追越車線)と渋滞発生時交通量の関係

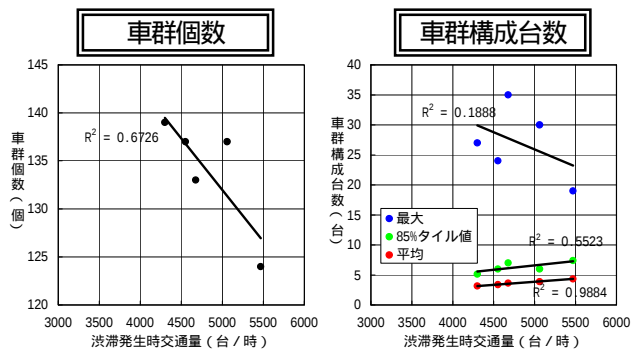


図 - 8 車群構成状況(追越車線)と渋滞発生時交通量の関係

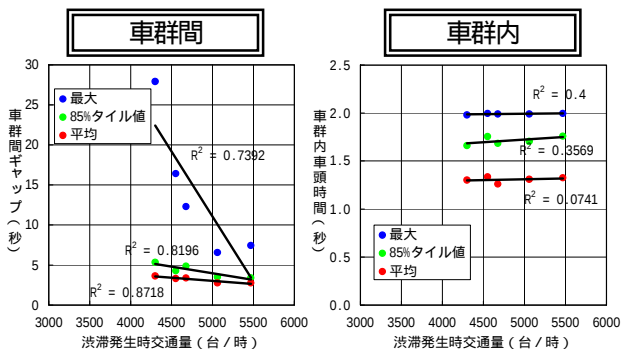


図 - 9 車群間ギャップと車群内車頭時間(追越車線)

(2) 車群構成状況

図-8は、追越車線の車群構成状況と渋滞発生時交通量の関係を表したものである。車頭時間2秒以上を車群と定義していることから、単独走行車も車群としている。

渋滞発生時交通量が高いほど車群の個数が少なく、1車群あたりの車群構成台数が多い傾向にある。渋滞発生時交通量が高い日は、大きな車群が形成され、短い車頭時間の車両が多い状況にある。

また、図-9に示す追越車線の車群間ギャップ(車群先頭車両または単独走行車両と前方車群末尾との車頭時間)および車群内車頭時間をみると、車群間ギャップは、渋滞発生時交通量が高い日ほど小さい。渋滞発生時交通量が高い日は大きな車群が形成され、短い車頭時間の車両が多いのみならず、車群間ギャップも小さい。一方、車群内の車頭時間は渋滞発生時交通量と無関係である。

5. まとめ

本研究は、渋滞発生時交通量の分散要因を明らかにすることを目的として、渋滞発生時交通量算出対象15分に着目し、車頭時間や車群特性を分析している。

分析の結果、対象とした5日間における渋滞発生前15分間の追越車線では常時高いフローレート(2,000台/時以上)が出現し、いつでも渋滞が発生するような状況であること、車頭時間2秒未満(=フローレート1,800台/時)の車両が約7割を占めていることを明らかにしている。

一方で、渋滞発生時交通量の高低は車頭時間や車群構成状況との間に関係があり、渋滞発生時交通量が低い日は車頭時間が大きな車両が散見されること、車頭時間の分散が大きいことを明らかにしている。これは、渋滞発生時交通量が低い日は車群個数が多いこと、1車群あたりの台数が少ないこと、車群間ギャップが大きいこと(車群内車頭時間は変化なし)からも確認している。また、速度が低い車両が大きな車群を形成しており、一種のペースカーの役割を果たしている可能性がある。

以上より、渋滞発生時交通量の高低は、追越車線のみならず走行車線も含めた需要交通量とペースカーの低速車両の到着特性に因るところが大きいとの結論を得た。今後は、対象15分間に着目するのではなく、パルスデータ等を用いた渋滞発生の瞬間に着目した分析が必要であり、これに基づいた渋滞対策を検討することが重要と考える。

参考文献

- 岡村秀樹, 渡辺修治, 泉正行: 高速道路単路部の交通容量に関する調査研究(上), 高速道路と自動車, Vol.44, No.2, pp.31-38, 2001.
- 米川英雄, 森康男, 飯田克弘: 高速道路単路部における交通容量影響要因の基礎的研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.17, pp.915-926, 2000.
- SAITO yasuihiro, Jian XING, Yasuihiro NONAKA, Takashi ISHIDA, Hisao UCHIYAMA: An experimental study on mitigation of expressway traffic congestion with LED information board, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies Conference, Vol.5, pp.919-928, 2005.
- Edward CHUNG, Osamu OHTANI, Hiroshi WARITA, Masao KUWAHARA, Hirohisa MORITA: DOES WEATHER AFFECT HIGHWAY CAPACITY?, Proceedings of the 5th International Symposium on Highway Capacity and Quality of Service, Vol.1, pp.139-146, 2006.
- SURASAK Taweasilp, Izumi OKURA, Fumihiko NAKAMURA: 高速道路多車線区間における車群特性に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.18, pp.9-918, 2001.
- 石田友隆, 桑原雅夫, Edward Chung Majid Sarvi: 都市間高速道路における車群特性に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.26, No.79, 2002