

単路部ボトルネックとなるサグの縦断線形に関する考察

秋田工業高等専門学校	非会員	○佐藤 鴻太
秋田工業高等専門学校	正会員	葛西 誠
秋田工業高等専門学校	正会員	長谷川裕修

1. はじめに

平成 27 年に国道交通省から発表された道路を賢く使う取組では、高速道路における科学的な分析に基づく集中的なボトルネックの解消が謳われている。既に顕在化した容量上のボトルネックに何らかの対策を施すことも重要であるものの、本来的にはボトルネックを生じさせない道路線形を知っておくことも必要であり、将来的には設計要領や基準類として整備することも視野に入れる必要がある。

高速道路単路部の渋滞現象に関する研究は古くは越¹⁾が有名である。サグ等がボトルネックとなり得ることはこの段階から知られていたが、全てのサグがボトルネックとなるわけではなく、見極めが難しい。越¹⁾の後、追従挙動と道路線形の関係に関するいわば微視的な議論²⁾や、車両感知器データ等に基づく巨視的データと道路線形の関係に関する議論等がなされてきた。こうした取り組みは一定程度渋滞先頭となる道路線形を明らかにしてはきたものの、新規路線供用後のボトルネックの形成を防ぐ段階には至っておらず、縦断線形と渋滞先頭地点の関係は議論の余地が残されている。

本研究では、車両感知器データによる渋滞先頭判読ののち、これまでとは異なった観点で縦断線形と渋滞先頭地点との関係を観察することを目的とする。

2. 渋滞先頭地点の判読と縦断線形データの用意

(1) 速度コンター図の判読

本研究では、高速道路単路部の車両感知器データと道路線形データを活用する。2016 年の東北自動車道（上り）黒磯板室 IC-岩槻 IC 間の車両感知器データを用い、速度コンター図を作成する。

速度コンター図から、渋滞の先頭を判読する。一般に高速道路会社が情報提供の際に行っている判断では、1 車両感知器（おおよそ 2km の担当範囲）が 40km/h を下

回っている状態が 15 分間継続したとき、が渋滞と認める基準となる。しかし研究対象区間が 3 車線区間を含み臨界速度がやや高めであることから、ある車両感知器で 60km/h 以下の状態が 15 分以上継続しているときを候補とする。また、一過性の速度低下を拾わないようにするため、2 車両感知器にまたがって低速度領域が形成されていることとする。この 2 つの車両感知器のうち、下流車両感知器の速度は 60km/h を下回っていればよいとするが、上流側の速度感知器速度は 40km/h 未満であることとする。

一方、事故等に伴う渋滞を除くため、上記のように抽出された候補のうち、以下の 2 つの場合は自然渋滞の先頭ではないとする。1 つは、上記のようにして判断された渋滞先頭地点の空間平均速度が極めて遅い状態である。これは車線閉塞を伴う事故渋滞の場合一般に非常に低速な渋滞流が形成されることによっている。もう 1 つは、渋滞先頭と見られる地点の車両感知器の下流側車両感知器が 20m/s(=72km/h)を上回っている場合である。車線閉塞が伴わない路肩規制であっても渋滞先頭からの加速が明瞭であり速度回復がスムーズであることによっている。

抽出される渋滞先頭地点の例を図-1 に示す。赤色は速度 40km/h 未満、橙色は 40～50km/h、黄色は 50～60km/h である。2 地点が渋滞先頭であると判読される。このようにして判読した結果、同区間の 46 サグのうち 19 サグが渋滞先頭地点として抽出される。

(2) 縦断線形データ

縦断勾配データを用いて、下り坂と上り坂から構成されるサグを基本の単位とする。1 つのサグの中に上り坂区間が複数含まれる場合がある。下り坂区間についても同様である。サグを特徴付ける縦断線形パラメー

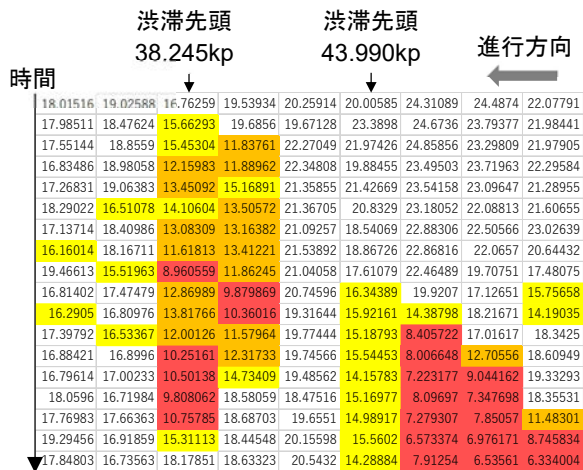


図-1 速度コンター図の1例

タをいくつか用意する。サグの「上り勾配最大値」、サグの「縦断勾配差」、サグの「延長」、サグの「縦断勾配変化率」である。縦断勾配差はサグ内の上り勾配の最も大きな縦断勾配値から、下り坂の最も大きな値を差し引いた値として定義する。サグの縦断勾配変化率は縦断勾配差をサグの延長で除した量とする。

3. 分析

まず素朴にこれらを説明変数として2値ロジスティック回帰分析を行なうと、有意な説明変数は1つも存在しない結果となる。

いくつかの試行錯誤の後、渋滞するサグの1つ上流に存在するサグの縦断勾配変化率が渋滞先頭となるか否かと関連があることがわかった。図-2を見ると、1つ上流サグの縦断勾配変化率が0.4-0.5[%]のときに際立って多いことが見てとれる。

渋滞するサグを1、しないサグを0と置いて、説明変数に1つ上流サグの縦断勾配変化率を採用し、2値ロジスティック回帰を行なう。

パラメータ推定としてはベイズ推定法を採用することとする。推定にはstanと呼ばれるパッケージを用いる。これはハミルトン・モンテカルロ法によって事後分布を推定するものである。この結果、図-3のようにロジスティック曲線によって回帰される。推定の精度を正答率で示すと73%となる。

4. おわりに

事故等イベントデータを活用した精査が必要であり、また縦断勾配変化率も縦断曲線の曲線半径等が用いることができればより精度の高い分析が可能となるであ

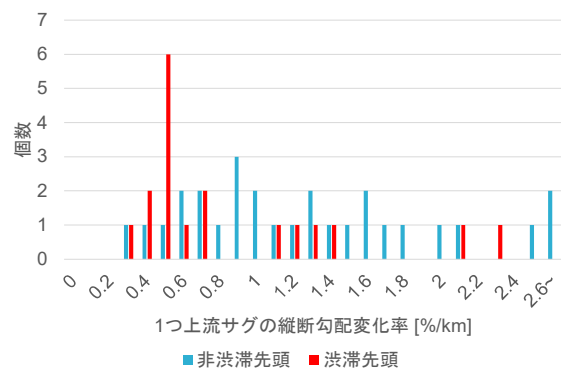


図-2 1つ上流サグの縦断勾配変化率と渋滞先頭個数

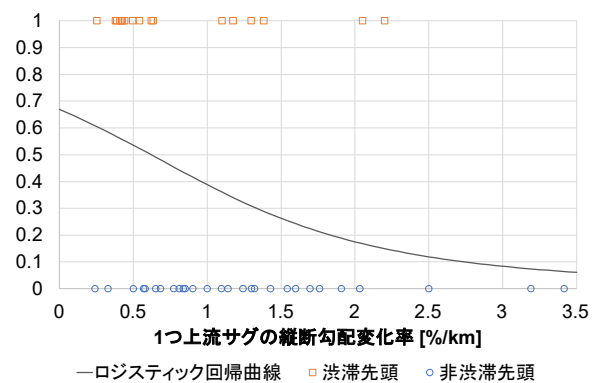


図-3 ロジスティック回帰曲線

ろう。また他路線の検証も当然必要である。しかし、1つ上流のサグの縦断勾配変化率がボトルネックとなりうるかを左右することがもしより確からしいとすれば、これまでの仮説やそれに基づく対策に一石を投じる結果を意味しており、今後の検証の価値が高いと言える。

謝辞

車両感知器データおよび縦断線形データを(株)高速道路総合技術研究所よりお借りいたしました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 越正毅：高速道路のボトルネック容量，土木学会論文集，No.371/IV-5，pp.1-7，1986。
- 2) 尾崎晴男：車両の追従挙動とサグ部の隘路現象，東京大学博士(工学)論文，1994。
- 3) Jian XING, 宇佐見純二, 福島賢一, 佐藤久長: 潜在的ボトルネック交通容量の推定及び交通容量の確率分布を用いた年間の渋滞予測検討，土木計画学研究・論文集，Vol.27，pp.973-981，2010。