

F-3 都市間高速道路における渋滞発生後捌け交通量の低下と車間時間の分布特性

Reduction of the Discharge Flow Rate and the Time Clearance Distribution Characteristics at Intercity Expressway

指導教授 下川 澄雄 森田 緯之

6125 丸山 凱

1. はじめに

都市間高速道路のボトルネックにおける渋滞発生後捌け交通量（以下「DCF」という）は、渋滞発生後から時間が経過するにつれて低下することが知られている。この理由として、越ら¹⁾は渋滞経過時間が長くなるほど渋滞流中での追従意識が緩慢になるためであると指摘している。そのほか、DCFに関する既往研究の多く²⁾³⁾は、車両感知器データの集計結果に基づくものであり、DCFの低下をもたらす追従意識の変化を車間時間などのミクロな観点から説明していない。

そこで本研究では、DCFの低下につながる追従挙動の変化を把握するために渋滞経過時間と車間時間分布特性の関係を明らかにすることを目的とする。

2. 調査概要

首都圏内の都市間高速道路のうち、渋滞発生回数が多く、渋滞先頭付近が観測できる関越自動車道上り坂戸西 SIC～高坂 SA 付近のボトルネックを調査対象として選定した。調査日時は2018年5月27日（日）14:30～16:05、2019年7月15日（月・祝）13:10～15:15とし、観測地点はサグ底から1.2%の上り勾配に変化する地点（33.4KP）とした。付近の跨道橋からビデオカメラにより撮影し、通過車両の速度、車種、車間時間などを計測した。なお、自動二輪車や緊急車両とその前後の車両は分析対象から除いている。

3. DCFの観測結果

図-1は、観測された速度と5分間交通量の変動を示したものである。速度が60km/h以下になった時刻を渋滞開始とし、そのときのDCFはPCEを2.0とすると390pcu/5min前後であった。また、渋滞発生1時間後のDCFは330～350pcu/5minで推移しており、渋滞発生直後と比較して約1～2割低下していることになる。これは越らの既往研究と同程度の低下率である。

4. 渋滞経過時間と車間時間分布の関係

4.1 渋滞経過時間別の比較

図-2、図-3は、渋滞発生から15分経過ごとの車間時間の平均値および各パーセンタイル値を比較し

たものである。これによると、渋滞経過時間が長いほど上下の変動はあるものの車間時間が増加傾向にあることがわかる。また、85%、50%、15%パーセンタイル値での変動特性の違いは確認されなかった。

なお、本研究は渋滞の先頭地点における発進流を観測しているが、厳密に渋滞の先頭地点をピンポイントに把握することは困難であり、実際はわずかに粗密波の伝播が発生している。そのため、車間時間分布の比較においては、粗密波の伝播による車間時間増加の影響を除外するため、速度が30km/h以下となった車両の車間時間は集計対象外としている。

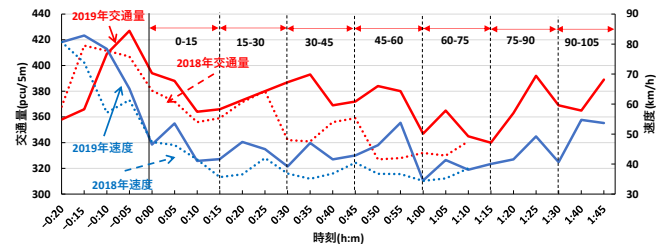


図-1 交通量と速度変化図

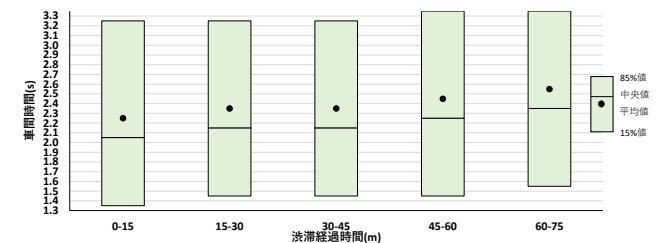


図-2 2018年車間時間代表値

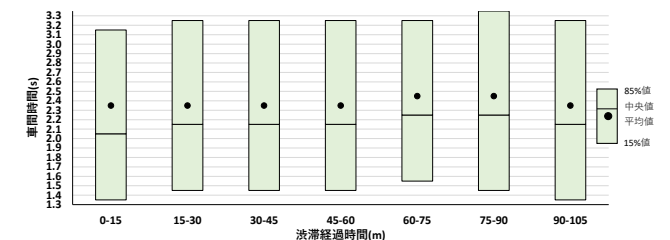


図-3 2019年車間時間代表値

5. 車間時間分布モデルの比較

5.1 分布モデルの検討

次に、渋滞経過時間別に車間時間分布モデルを推定し、そのパラメータを比較することで分布形の変化を確認する。本研究では、車間時間の分布が式(1)に示すガンベル分布に従うものと仮定し、最小二乗法によりパ

ラメータを推定した。

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left\{-\left(\frac{x-\beta}{\alpha}\right)\right\} \exp\left[-\exp\left\{\frac{x-\beta}{\alpha}\right\}\right] \quad (1)$$

ここで、 $f(x)$: 車間時間の確率密度関数、 α : 分布のばらつきを表す形状パラメータ、 β : 分布の位置を示す尺度パラメータ

なお、車間時間の分布形は、ほかにガンマ分布や対数正規分布などが考えられるが、本研究の観測結果に対してはガンベル分布が最もあてはまりが良かったため採用したものである。ちなみに、平均二乗誤差(RMSE)は最大でも0.00553、決定係数は最小でも0.77であり、分布形の適合度は全体的に良好であると考えられる。図-4、図-5はパラメータの推定結果から得られた分布形を比較したものである。特に2018年の調査結果では、渋滞経過時間が増加するにつれ、ばらつきは変わらないまま分布形が少しずつ右側にシフトしていることがわかる。したがって、渋滞後の時間の経過とともに、全体的に車間時間を空ける傾向が生じているものと考えられる。

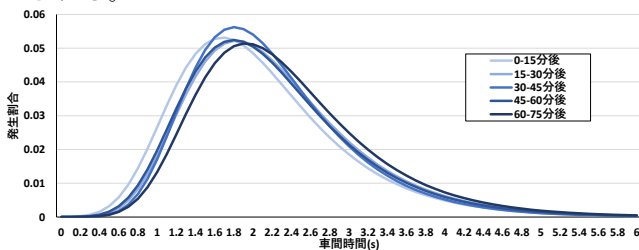


図-4 2018年車間時間モデル分布

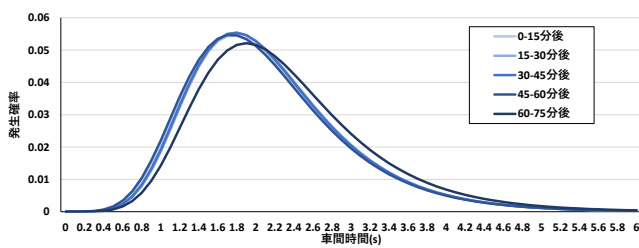


図-5 2019年車間時間モデル分布

5. 2 パラメータ推定結果の比較

図-6、図-7は、渋滞経過時間別で推定された形状パラメータと尺度パラメータの推移を車線別に示したものである。図-6の形状パラメータ α を見ると、変動はあるものの、第2・3車線(L2,L3)において安定して推移している一方、第1車線(L1)は渋滞の経過とともに減少する傾向にある。次に、図-7の尺度パラメータ β を見ると、いずれの調査日も第2・3車線は渋滞経過時間が長くなるほどパラメータ値も増加傾向にあり、第1車線との差が小さくなっている。以上を踏まえる

と、第2・3車線を走行する車両には渋滞発生直後は車間時間を空けずに走行する意識があったものの、渋滞発生から時間が経過し低速での走行が長くなることで追従意識が低下し、車間時間の増加が顕著に表れたものと考えられる。

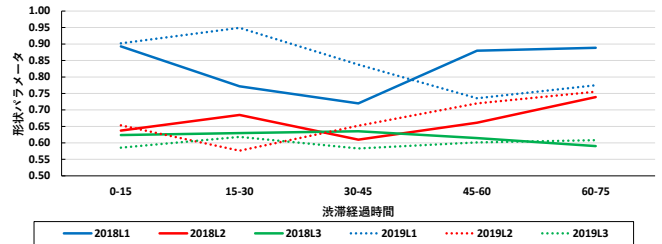


図-6 形状パラメータの推移

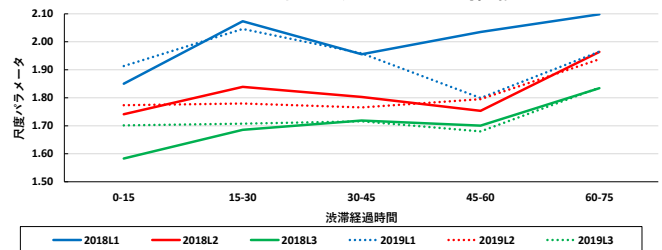


図-7 尺度パラメータの推移

6. おわりに

本研究では関越自動車道のボトルネックにおいて渋滞経過時間と車間時間の分布特性の関係について分析した。その結果、渋滞経過に伴い車間時間が全体的に大きくなり追従意識が緩慢になっていることが確認された。また、その影響は第2・3車線で顕著であることが明らかとなった。なお、車種構成別にも比較をしているが、調査日によって特徴が異なったため車種による影響については把握できなかったことを補足する。

本研究はある特定の2回の渋滞で得られた結果であるため、今後はより多くの渋滞を対象としてさらに分析する必要がある。

参考文献

- 1) 越正毅, 桑原雅夫, 赤羽弘和: 高速道路のトンネルサグ部における渋滞減少に関する研究, 土木学会論文集, No.458, IV-18, pp.65-71, 1993.
- 2) 岡村秀樹, 渡辺修治, 泉正之: 高速道路単路部の交通容量に関する調査研究(下): 高速道路と自動車, 第44巻, 第3号, 2001.
- 3) 大口敬, 片倉正彦, 鹿田成則, 大谷武彦: 高速道路単路部渋滞発生時の交通減少解析, 土木計画学研究・講演集, No.21 (2), 1998.