

車両感知器データを用いた臨界速度の経年変化に関する研究

横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 学生会員 ○池谷 風馬
 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 正会員 田中 伸治
 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 正会員 中村 文彦
 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 正会員 松行 美帆子

1. 序論

近年、高速道路上における交通流の長期的なモニタリングを行った結果から、同区間においても、交通容量が経年的に減少していることが確認されている¹⁾。この現象に対し、運転行動の一つである、車頭時間の変化に着目し、その要因を明らかにすることを試みた研究が存在する²⁾。一方で、運転行動の経年変化を分析するには、少なくとも2時点以上での車両挙動に関するデータが必要になり、取得の困難さなどから、容量逓減の原因の解明に、運転行動の観点から分析を試みている論文は少ない。

交通渋滞の規模は、交通容量の値と強い関わりをもつ。そのため、交通容量の値が減少することによって、交通渋滞が悪化し、これまでに渋滞が発生していなかった区間であっても交通渋滞が発生すると考えられる。交通計画においても、道路の車線数など、これまで得られてきた交通容量の値を基準値として計画されていることが多く、この基準値と近年の実現交通容量に乖離が生じることによって、安全で円滑な交通流の実現を阻害する可能性が考えられる。

交通工学において、交通容量は式1で算出される。

$$Q = kv \quad (\text{式 1})$$

ここで、 Q : 交通容量, k : 交通密度, v : 臨界速度である。

既往研究より、交通密度と関係が深い車頭時間に着目した研究は存在していることから、本研究は運転行動の変化として、臨界速度に着目し、その経年変化について明らかにする。臨界速度の経年変化が明らかになることで、交通容量の逓減に対する新たな観点を提供できるのではないかと考えられる。

2. kittler 法を用いた臨界速度の判定

車両感知器より得られた交通流データから臨界速度を判定する方法として、本研究では kittler 法を用いる。

kittler 法とは、画像処理に用いる手法の1つで、対象領域と背景領域の濃淡値がともに正規分布に従うと仮定する時に、2つの分布の境界となる閾値を選定する方法である。交通分野においては、非渋滞流と渋滞流の平均速度の頻度分布が正規分布に従うと仮定し、臨界速度(閾値)を定義するため、ボトルネック付近の断面の車両感知器データから得られた速度ヒストグラムに適用した事例があり、良好な判定結果が得られている³⁾。図1は、kittler 法による閾値決定のイメージ図である。

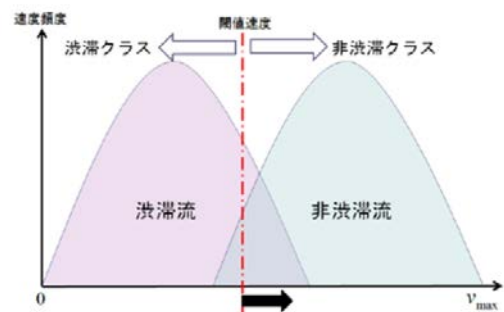


図1 kittler 法による閾値決定のイメージ

本研究では、この kittler 法を用いて、以下の手順で臨界速度を算出した。

- 1) 車両感知器データより5分間交通量を取得し、速度ヒストグラムを作成する。
- 2) 任意の閾値を設定し、その値を境に速度ヒストグラムを2つのグループに分ける。
- 3) それぞれのグループにおいて、速度の平均と分散、度数の比率を算出する。
- 4) 式2に示す誤差識別を評価する式に、3)で求めた値を代入し、評価値を得る。
- 5) 2)-4)までを繰り返し、最小値を臨界速度とする。

$$J(T) = \omega_1(T) \log(\sigma_1(T)/\omega_1(T)) + \omega_2(T) \log(\sigma_2(T)/\omega_2(T)) \quad (\text{式 2})$$

ここで、 J : 評価値, T : 閾値(臨界速度), 1,2: グループ, ω : 度数比率, σ : 分散である。

キーワード：交通流, 臨界速度, 運転行動, kittler 法, 経年変化, 交通容量

連絡先：〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 横浜国立大学交通と都市研究室 TEL 045-339-4039

表 1 臨界速度の算出結果の比較(上段の数値は図 2 に対応している)

[km/h]	①		②		③		④		⑤		⑥	
車線	走行	追越	走行	追越	走行	追越	走行	追越	走行	追越	走行	追越
過去	47		65	63	59	57	61		54	61		62
現在	45		62	62	53	52	59		55	63		64

上記の手順で得られた臨界速度を、同区間の 2 時点
で比較を行い、速度に経年変化が生じているのかを分
析する。

3. 対象地域

実データを用いて、実際の交通流において、臨界速度
に経年変化が生じているか分析を行う。分析データは、
首都高速道路株式会社から提供いただいた車両感知器
データを用いる。これらのデータのうち、過去と現在で
道路形状に変化がない地点を本研究の対象地域として
抽出する。抽出には Google map のタイムマシン機能
を用いる。対象地域は図 2 に示す 6 箇所となった。



図 2 分析対象地域

(首都高速道路株式会社 HP より一部筆者加筆)

全ての分析対象地域において、片側 2 車線の区間と
なっていた。対象日時は過去が 2016 年 7 月 11 日(月)-
15 日(金)、現在が 2019 年 9 月 2 日(月)-6 日(金)のそれ
ぞれ 5 日間である。全日、24 時間分の交通流データを
用いて分析を行う。

4. 臨界速度の算出結果

実データを用いた、kittler 法による臨界速度の算出
結果を表 1 に示す。表内の斜線部分は、過去もしくは
現在においてデータの欠損があり、比較ができなかつ
た車線である。表 1 の結果より、都心環状線や渋谷線
では臨界速度の低下が見られ、最大で 6km/h の低下が
生じている。一方で、新宿線では一部をのぞき、臨界速
度の上昇が見られ、最大で 2km/h の上昇が生じている。

この分析結果より、臨界密度は、大きな変化が生じて
いる区間と変化が生じていない区間があることが示さ

れた。対象区間の道路形状に大きな変化は生じていな
いことから、臨界速度低下に道路形状以外の要因が影
響しているのではないかと考えられる。

式 1 で示しているように、臨界速度の変化は交通容
量の変化に大きな影響力をもつ。交通需要が交通容量
を 10 %程度超過することでも重大な交通渋滞を引き起
こすことから、臨界速度の変化は、交通流を分析におけ
る新たな観点になると考察できる。

5. 結論

本研究は、同区間における臨界速度の経年変化に着
目し、車両感知器データを用いて分析を行った。kittler
法を用いた臨界速度の算出結果から、首都高速道路の
複数地点を対象にした分析では、渋谷線や都心環状線
では臨界速度の低下が見られ、最大で 10%以上低下し
ている区間があることを示した。また、新宿線では多く
の区間で臨界速度が上昇していることを示した。

これらの分析結果より、道路形状以外の部分で臨界
速度の低下に影響を与える要因が存在すると考察した。
また、臨界速度は交通容量の値に大きな影響をもつこ
とから、本研究の分析結果が、今後の交通運用を行う際
に、交通流を分析する新たな観点になると考察した。

謝辞

本研究においては、首都高速道路株式会社様より車
両感知器データ等のご提供をいただきました。ここに
記し、感謝の意を表します。

参考文献

1) 例えば、後藤誠, 石田貴志, 野中康弘: 都市間高速道路
における交通性能の経年変化に関する研究, 交通工学論
文集(特集号A), 5巻, 2号, pp.90-98, 2019

2) 池谷風馬, 田中伸治, 中村文彦, 有吉亮: 実データを用
いた車頭時間のばらつきが交通容量逡減に与える影響
とその対策の提案に関する研究, 第 40 回交通工学研究
発表会論文集, pp.359-364, 2020

3) 白石智良, 赤羽弘和, 小根山裕之, 田中伸治: 都市高速
道路における臨界速度の自動設定法の開発とボトルネ
ック容量分析への適用, 第 32 回交通工学研究発表会論
文集, pp.57-60, 2012