

追従車構成率を用いた都市間高速道路の 交通流サービスの質の評価

近田 博之¹・中村 英樹²

¹正会員 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋㈱
(〒460-0003 名古屋市中区錦1-8-11)

E-mail: h.konda.a@c-nexco-hen.jp

²フェロー会員 名古屋大学大学院教授 環境学研究科 都市環境学専攻
(〒464-8603 名古屋市中種区不老町C1-2(651))

E-mail: nakamura@genv.nagoya-u.ac.jp

我が国の高速道路は、交通集中渋滞への対応が喫緊の課題であったため、交通容量に関する研究に主眼が置かれ、これまでサービス水準に関する研究や検討は十分に行われてこなかった。安全かつ確実・快適な移動が本源的な重要なサービスとして求められる高速道路では、渋滞に限らず混雑時をはじめとする交通流のサービスの質の改善に関する施策の実施が必要であり、評価指標の整備は重要な検討課題である。そこで本稿では、従来の評価指標である平均速度、交通密度と、追従状態にあるか否かを表す追従車構成率を比較した。その結果、追従車構成率は交通量に十分な感度があり、車線運用による交通運用状態の違いを表現できることを明らかにし、交通流サービスの質の評価に相応しい指標であることを示した。

Key Words : Intercity Expressways, Quality of Service of Traffic Flows, Follower Percentage, Lane Operation

1. はじめに

サービス水準とは、道路がそのときの交通状況下において運転者に提供するサービスの程度を表し、速度、旅行時間、行動の自由、運転の快適さ・容易さといった多くの評価項目の総合的な尺度と定義される¹⁾。アメリカのHCM²⁾やドイツのHBS³⁾では、平均速度、交通密度、交通量-交通容量比などの評価指標を用いて、6段階(A-F)のサービス水準を設けており、これらは道路の計画設計に活用されている。

一方、日本では、交通集中渋滞への対応が喫緊の課題であったため、交通容量に関する研究に主眼が置かれ、これまでサービス水準に関する研究や検討は十分に行われてこなかった。このため、交通運用状態に基づく道路計画・設計の適用に向けて、旅行時間や旅行速度を評価指標とする性能照査型道路計画設計に関する研究⁴⁾が進められている。

安全かつ確実・快適な移動が本源的な重要なサービスとして求められる高速道路では、渋滞に限らず混雑時をはじめとする交通流のサービスの質の改善に関する施策の実施が必要であり、今後いっそう求められる課題である。また、交通流のサービスの質の改善を図るためには、ドライバーなどの道路サービスを楽しむ主体の認識(利用者認識)を適切に具現化する指標をもって計量する

ことが望ましく、利用者認識に対応した評価指標の整備は、重要な検討課題である。

そこで本稿では、交通運用状態について従来の評価指標である平均速度、交通密度と、追従状態にあるか否かを表す指標である追従車構成率を比較することを通して、交通流サービスの質の評価指標について考察する。

2. 分析方法

(1) 分析データ

本稿では、車両感知器のパルスデータを用いる。このデータは、車両感知器が各車両の通過を検出した時刻を記録したものであり、これより各車両の地点速度、車種、車頭時間などを求めることができる。本稿で使用するパルスデータを検出した車両感知器は、いずれも各車線の路面に埋設されたダブルループコイルで車両を感知する仕組みである。分析にあたっては、車両感知器の誤検知、事故や故障車などのインシデント、工事に伴う路肩や車線規制、雨や雪などの気象事象発生等の情報を使い、データのクレンジングを行っている。

(2) 分析対象横断面

本稿では、表-1に示す4つの横断面を対象とする。片側2車線運用と片側3車線運用の二横断面は、縦断勾配が

表-1 分析対象横断面

地点名称	路線名	車両感知器(kp)	縦断勾配	車線運用	分析対象期間
片側2車	東名阪自動車道(上り)	69.200kp	+0.6%	片側2車線運用	2016.12.01 - 2016.12.31
片側3車	東名高速道路(下り)	299.580kp	-1.5%	片側3車線運用	2015.12.01 - 2015.12.31
左側付加	中央自動車道(下り)	330.220kp	+4.3%	片側2車線+登坂車線運用	2014.12.01 - 2014.12.31
右側付加	同上	同上	同上	片側2車線+付加追越車線運用	2016.12.01 - 2016.12.31

比較的緩やかな単路部であり、片側2車線+登坂車線運用と、片側2車線+付加追越車線運用の二横断面は、縦断勾配が+4.3%の上り勾配区間である。

片側2車線運用の東名阪自動車道は、年平均日交通量が往復で9万台を超える重交通量区間であり、この付近をボトルネックとする渋滞がしばしば発生している。また、片側3車線運用の東名高速道路は、本来片側2車線であった区間において、渋滞対策として時限的・暫定的に狭幅員採用による車線増を行い、片側3車線の道路構造に運用変更を施した区間である⁹⁾。現在は渋滞対策としての役目を終え、2016年10月に片側2車線の道路構造に戻っている。片側2車線+登坂車線運用と、片側2車線+付加追越車線運用の二横断面は、片側2車線+登坂車線であった車線運用を、2016年3月28日より概ね2年間を目途として、片側2車線+付加追越車線運用に試行的に変更している区間である⁹⁾。なお、本稿では、片側2車線運用を「片側2車」、片側3車線運用を「片側3車」、片側2車線+登坂車線運用を「左側付加」、片側2車線+付加追越車線運用を「右側付加」と呼ぶ。

分析対象期間は、いずれの横断面についても12月の31日間を対象とし、片側2車と右側付加は2016年、片側3車は2015年、左側付加は2014年とした。

(3) 本稿における交通流サービスの質の評価指標

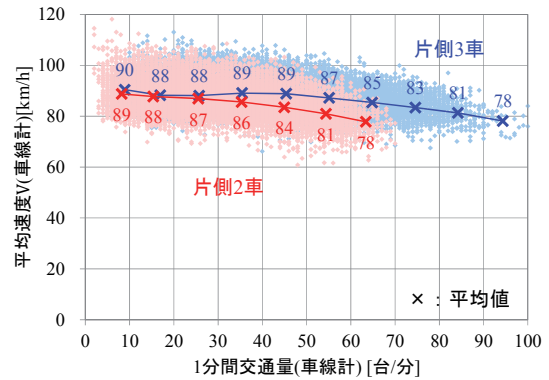
本稿では、式(1)~(3)に示す平均速度 V [km/h]、交通密度 K [台/km/車線]と、しばしば用いられる車頭時間3秒未満を追従車と判定するHCMの方法により求めた追従車構成率 ϕ [%]を対象とする。なお、式(4)に示す交通量-交通容量比 (v/c) が交通量に比例することは自明であるため、本稿では割愛する。

$$V = \frac{Q}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{v_i}} \quad (1)$$

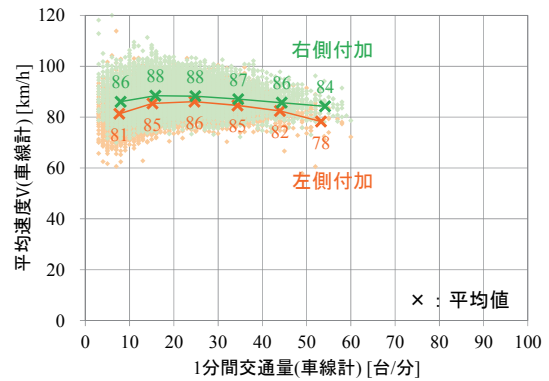
$$K = \frac{V}{Q \times N} \quad (2)$$

$$\phi = \frac{Q_{follow}}{Q} \quad (3)$$

$$v/c = \frac{Q}{Q_c} \quad (4)$$



(a) 片側2車と片側3車



(b) 左側付加と右側付加

図-1 交通量と平均速度の関係

ここに、 Q は1分間交通量(車線計)[台/分]、 v は車両の地点速度の観測値[km/h]、 M は車線数、 Q_{follow} は車頭時間3秒未満の台数[台/分]、 Q_c は交通容量[台/分]、である。

3. 交通流サービスの質の評価指標の比較

(1) 交通量と平均速度の関係

図-1は、交通量と平均速度の関係を示したものである。図のプロットは1分間集計値であり、図中の×印は交通量階層10台/分毎の平均値である。また、図-1(a)に示す赤色は片側2車、青色は片側3車、図-1(b)に示す橙色は左側付加、緑色は右側付加である。なお、これ以降に示す図-2、図-3も同じ方法で描いている。

図-1(a)に示す片側2車と片側3車の平均値をみると、いずれも交通量が高くなるにつれ、平均速度が低下する傾向を確認できるが、異なる交通量階層であっても同じ速

度がみられる。図-1(b)に示す左側付加と右側付加においても同様の傾向がみられ、平均速度は交通量に対する感度が小さく、交通量の増加に伴う交通状況の変化を十分に表現できていない。次に、片側2車と片側3車の比較では、交通量が少ない閑散時は、両者の平均速度は同程度であるが、交通量の増加に伴い片側3車は、片側2車に比べて速度が高くなっている。また、左側付加と右側付加の比較では、いずれの交通量階層においても、左側付加に比べて、右側付加の平均速度が僅かに高くなっている。

(2) 交通量と交通密度の関係

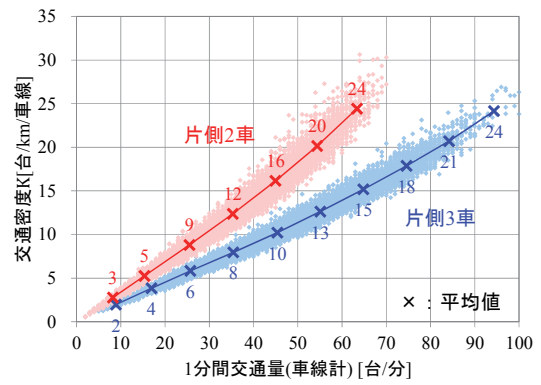
図-2は、交通量と交通密度の関係を示したものである。図-2(a)に示す片側2車と片側3車の平均値をみると、いずれも交通量が高くなるにつれ、交通密度は上昇し、図-2(b)の左側付加と右側付加も同様の傾向を示しており、交通密度は、交通量に対して十分な感度があることがわかる。また、片側2車の交通密度は、片側3車のそれに比べ明らかに高く、さらにその差は交通量の増加に伴い徐々に広がっていることがわかる。一方、左側付加と右側付加の交通密度は、概ね同じ値となっており、明確な差はみられない。

(3) 交通量と追従車構成率の関係

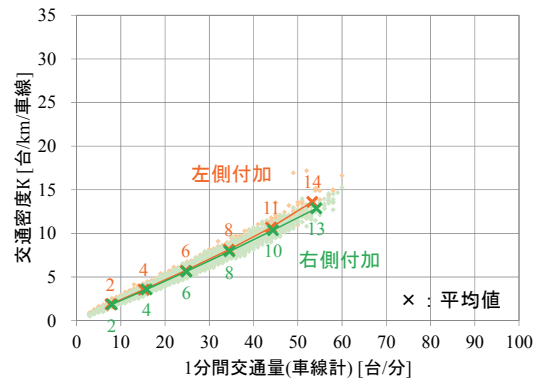
図-3は、交通量と追従車構成率の関係を示したものである。図-3(a)に示す片側2車と片側3車の平均値をみると、いずれも交通量が高くなるにつれ、追従車構成率も上昇し、交通量に対して十分な感度があることがわかる。また、交通量が高くなるにつれ、その差が大きくなっており、車線数の違いを明示できている。

次に、図-3(b)に示す左側付加と右側付加の平均値をみると、1分間交通量が30[台/分]までは、概ね同じ値となっているが、これを超える交通量になると、右側付加の追従車構成率は、左側付加のそれに比べて低いことがわかる。例えば、1分間交通量が40-50[台/分]の場合では、左側付加の追従車構成率の平均値が63[%]であるのに対し、右側付加のそれは57[%]となっている。前述した、合計車線数の異なる片側2車と片側3車の比較のような明確な差はみられないものの、右側付加は左側付加に比べ、合計車線数が同一であるにも関わらず重交通量時において追従状態を軽減する効果があることを示している。

以上のことから、追従車構成率は、平均速度、交通密度といった交通状態量では表しきれなかった左側付加と右側付加の車線運用による交通運用状態の違いを明示できている。また、追従車構成率はドライバーが追従によりストレスを感じるといった利用者認識に関わる要素を扱っており、交通流サービスの質の評価に相応しい指標であると考えられる。

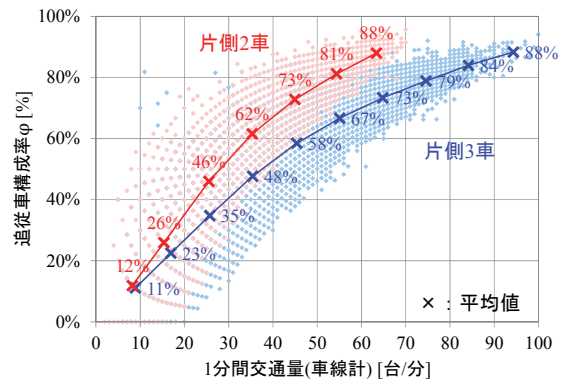


(a) 片側2車と片側3車

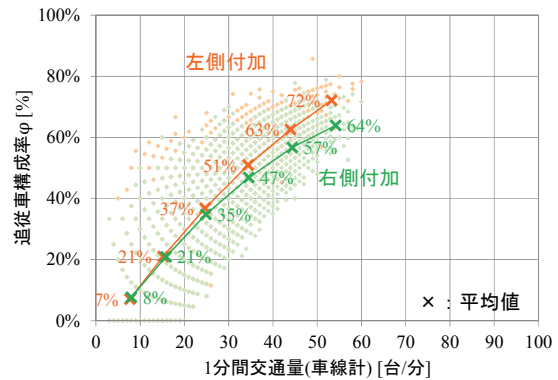


(b) 左側付加と右側付加

図-2 交通量と交通密度の関係



(a) 片側2車と片側3車



(b) 左側付加と右側付加

図-3 交通量と追従車構成率の関係

4. 車頭時間を閾値とする追従車構成率の問題点

車頭時間3秒未満を追従車と判定するアメリカのHCMの方法は、簡便でわかりやすい。しかし、「追従状態を認識する車頭時間はドライバーによって異なること」、**図-4**に示すように「同じ車頭時間であっても、走行速度や先行車の車種に応じて追従状態の程度に差異が生じること」など、単一値を閾値とする追従車の判定は、ドライバー選好のランダム性や、車種や走行速度を無視しているという欠点がある⁷⁾。また、追従状態にあるか否かの判定は、そもそも直接計量することが難しい指標であるため、実際の交通流現象を反映した合理的な手法により客観的に定義することが必要である。さらに、都市間高速道路で観測されている車両感知器データは、一般的に1分間集計値であるため、車頭時間データが必須となる追従車構成率では、道路の計画、設計、管理、運用に、幅広く活用することは難しく、今後の検討課題といえる。

5. おわりに

本稿では、従来の交通運用状態の評価指標である平均速度、交通密度と、追従状態にあるか否かを表す指標である追従車構成率を比較考察した。その結果、追従車構成率は、交通量に十分な感度があり、車線運用の違いを明示できることを示した。一方、車頭時間3秒未満を追従車と判定するアメリカのHCMの方法による追従車構成率は、観測データを得ることが難しいこと、単一値を閾値とする追従車の判定は、ドライバー選好のランダム性や、先行車の車種や走行速度を無視しており、実際の交通流現象を反映した合理的な手法により客観的に定義することが必要であることを述べた。今後は車頭時間データに依らないモデルの開発や、より現実的かつ合理的な追従車の判定方法について検討が必要であると考えられる。

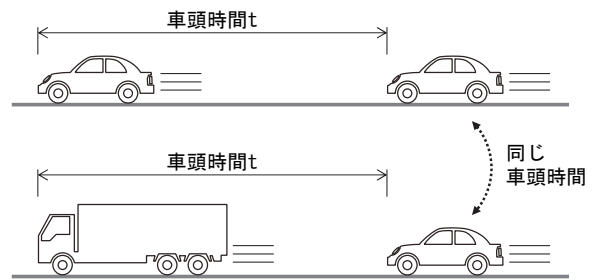


図-4 単一値を閾値とする追従車判定の欠点(先行車の車種)

謝辞：本研究の実施に際して、データの提供など便宜を図っていただいた中日本高速道路㈱名古屋支社の関係各位に深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路の交通容量，丸善，1984.
- 2) Highway Capacity Manual (HCM), Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2010.
- 3) Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV): HBS Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Ausgabe 2001 Fassung 2005, 2005.
- 4) 一般社団法人交通工学研究会：道路の交通容量とサービスの質に関する研究 最終成果報告書，2015.8.
- 5) 前田忍，田中真一郎，森北一光，近田博之：東名岡崎地区暫定3車線運用による交通状況改善効果検証，第32回交通工学研究発表会論文集，pp.35-38，2012.
- 6) 川島陽子，田中真一郎，近田博之，石田貴志，野中康弘：片側2車線高速道路における付加追越車線方式の試行運用，第37回交通工学研究発表会論文集，pp.503-510，2017.
- 7) 中村英樹，小林正人，Jerome L. Catbagan：追従車密度を考慮した往復2車線道路における付加追越車線の設置水準に関する研究，土木学会論文集D3, Vol.67, No.3, pp.270-282, 2011.

(2018.4.27 受付)

EVALUATING QUALITY OF SERVICE OF TRAFFIC FLOWS ON INTERCITY EXPRESSWAYS BY USING FOLLOWER PERCENTAGE

Hiroyuki KONDA and Hideki NAKAMURA