

F1-4

暫定2車線高速道路の単路部自由流時における車両挙動に関する考察

A Consideration of Vehicle Behavior During Free Flow on the Basic Road Section of the 2-Lane Expressway

○吉村将輝¹, 下川澄雄², 青山恵里²*Masaki Yoshimura¹, Sumio Shimokawa², Eri Aoyama²

This paper summarizes changes in the service implementation status of the two-lane expressway, based on vehicle behavior data from multiple locations on the expressway. It became clear that it is necessary to focus on micro-states rather than macro-states like Q-V-K to evaluate the services of two-lane expressways.

1. はじめに

暫定2車線高速道路は、通行空間が制約されることから、4車線区間と比べて自由度が低く、自由流状態であってもサービスの質は低いことが想像される。これに対し、速度サービスの実態と特徴については、これまでも分析は行われているものの、車群の形成などに代表される微視的状态に関する実態は必ずしも明らかにされていない。

これを踏まえ、本研究では高速道路の暫定2車線区間の走行状況を4断面で観測を行い、付加車線終了前後および片側1車線継続時の車両挙動を分析した。本稿ではその一部を報告する。

2. 既往研究のレビュー

暫定2車線高速道路については、吉川ら¹⁾がボトルネックにおける渋滞発生時および発生後の交通量を算出し4車線区間と比較した結果を示すとともに、道路構造との関係性を分析している。また、これに加え車群形成状況をモデル化したシミュレーションによって、上流側に設置した付加車線により車群が解放され、渋滞発生確率が低下することを明らかにしている。石田ら²⁾は、付加車線区間に着目し、付加追越車線とゆずり車線の車群形成の違いをビデオ調査により分析を行っている。成嶋ら³⁾は、ETC2.0プローブデータを用い単路部区間の速度変化を分析し、2車線区間の長さに応じて速度は徐々に低下し、付加車線で回復した速度は長く持続しないこと、またこれは交通量レベルが高いほど顕著であることを示している。

このように、暫定2車線高速道路に関する車両挙動の分析は、走行速度を除けばボトルネックや付加車線区間に限られており、単路部自由流時に着目し、車両挙動に基づくサービスの質の実態を扱った研究はみられない。

3. 調査概要

本研究では首都圏中央連絡自動車道（以下、「圏央道」という）内回り稲敷東IC～稲敷IC間を対象とする。具体的には、付加車線が設置されている最上流の桑山跨道橋（182.9kp）、付加車線終了直後の駒塚橋（181.8kp）および下流の江戸崎第三橋（180.3kp）、江戸崎第一橋（179.7kp）にビデオカメラを設置し観測を行った（Figure 1）。

調査は2023年5月3、4日（ゴールデンウィーク）昼間に実施し、合計約15時間分のデータを取得した。ここから小型車・大型車別に車頭時間と速度を読み取り、これを5分区分りで集計しデータセットとした。

Figure 2は各地点で観測された5分間フローレートと平均速度の関係性を示している。本研究で観測されたデータは概ね400～1,300台/hの範囲であり、片側1車線区間では平均速度も80km/h程度であることから、自由流状況下であることが確認される。

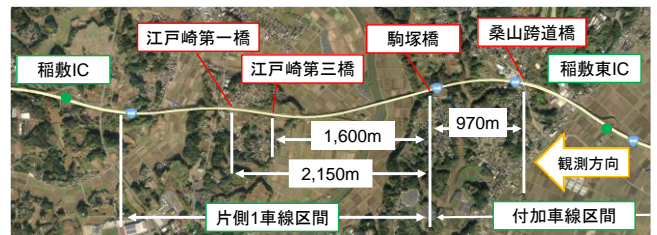


Figure 1. Overview of the Research Section

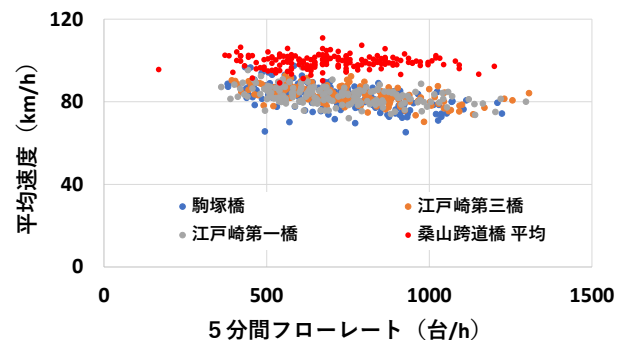


Figure 2. Q-V curves of the Research Points

1：日大理工・院（前）・交通 2：日大理工・教員・交通

4. サービス状態の空間的遷移

Figure 3 は地点ごとの車頭時間が 3 秒未満であった車両割合を交通流率（5 分間フローレート）ランク別に示している。なお、この時の大型車混入率は 5% 未満であり、大型車の影響が少ない状況にある。

この中で、車線減少直後の駒塚橋では桑山跨道橋と比較して 10~20% 程度上昇し、車両の間隔が急激に狭まっていることが読み取れる。この時の速度への影響は、Figure 2 の交通流率-平均速度に表れている。付加車線が設置されている片側 2 車線の桑山跨道橋では交通流率に関係なく平均速度が 100km/h 程度で推移しているが、付加車線終了直後の駒塚橋では交通流率が比較的低い 400~600 台/h 程度でも 10~20km/h 程度低下している。この速度低下の程度は交通流率の増加に伴って大きくなる傾向にある。

一方、片側 1 車線区間では、下流側へ進むほど車頭時間 3 秒未満の割合は、3~20% 程度と指数関数的に増加していることがわかり、片側 1 車線が続くほど車群が形成されていると考えられる。これは個々の車両の自由度の違いによるものであり、片側 1 車線区間が一定程度続くことで、サービスの質が低下していくことがわかる。これに対し、Figure 2 から片側 1 車線各地点の交通流率-平均速度の関係に違いは見られない。このため、自由度が制約される暫定 2 車線区間においては、自由流時であっても走行状態は Q-V-K のような巨視的状态量のみならず、車頭時間などの微視的状态量に着目することが必要であると考えられる。

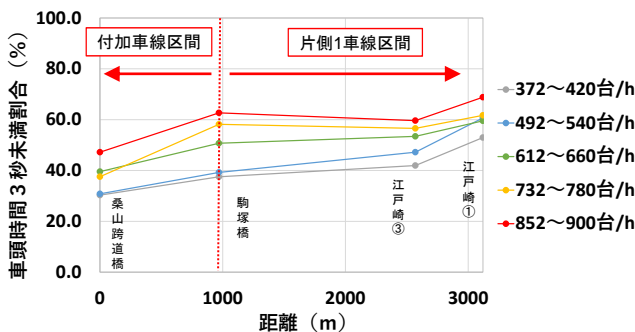


Figure 3. Percentages of Headways less than 3sec.

5. 車群形成状況の推移

Figure 4 は一例として、5 月 3 日 11:15~11:20 の 5 分間（660 台/h）に駒塚橋を通過した全ての車両を対象に、その後下流の 2 地点を通過した時間とその時の速度をプロットしたものである。この中で、横軸の各車両の通過時間差が車頭時間となる。これによれば以下のことが確認される。

- ① 付加車線終了直後の速度が高い車両はやがて前方車群に追いつき減速する。
- ② 反対に、速度が低い車両は前方車両から引き離され、後方に車群が形成される。
- ③ このため車群中の密度は高まり、結果として

Figure 3 にみられるとおり車頭時間が短い車両割合の増加につながる。

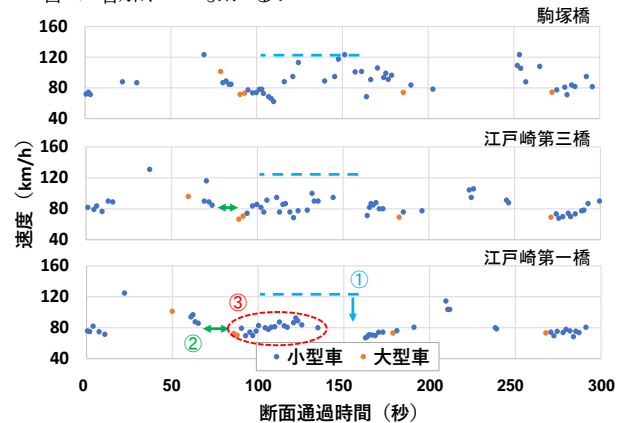


Figure 4. Transition in Platoons of Vehicles During 2-Lane Section (an example of 5min. at 660cars/h)

6. まとめ

自由度が制約される暫定 2 車線高速道路においてサービスの質を評価するためには、巨視的な指標では限界があり、個々の車両挙動を扱う必要がある。本稿では、大型車の影響が少ない交通状態を対象としているが、大型車の増加にともなって、その状況が顕著になることが予想される。そのため、このような交通状況下におけるデータを取得し、さらなる検討が望まれる。

また、本稿では微視的状态を表現するための指標として車頭時間 3 秒未満の値を用いているが、これに加えて追従車頭時間や車群構成率といった指標の適用、Mesoscopic な新たな指標の提案など、サービスの質を評価する指標の検討も行っていきたい。

7. 参考文献

- [1] 吉川良一, 塩見康博, 吉井稔雄, 北村隆一: 「暫定 2 車線高速道路のボトルネック交通容量に関する研究」, 交通工学, Vol.43, No.5, pp.48-58, 2008.
- [2] 石田貴志, 野中康弘, 米川英雄: 「暫定 2 車線高速道路における付加車線設置方式に関する考察」, 第 33 回交通工学研究発表会論文集, pp101-105, 2013.
- [3] 成嶋晋一, 葛西誠, 邢健, 後藤秀典, 辻光弘: 「ETC2.0 プローブデータによる高速道路の暫定 2 車線区間の交通実態分析」, 交通工学論文集, 第 3 巻, 第 2 号, pp. A_125-A_134, 2017.