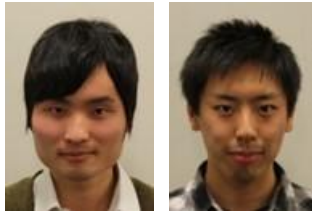


高速道路単路部における車線利用率分析とシミュレーションモデルの構築



H10051 高屋 雄太
 H10061 中村 圭佑
 指導教員 岩倉 成志

1. はじめに

わが国の都市間高速道路における交通集中渋滞の多くは上り坂やサグの単路部で発生している。単路部ボトルネックでは交通量が増加すると、追越車線に車両が集中し、渋滞発生直前の追越車線利用率は60%程度まで上昇する。これにより、単路部ボトルネックでは走行車線に余裕があるにも拘わらず、追越車線から減速波が発生して交通集中渋滞に至る。このような単路部渋滞の解消にむけて追越車線への過度な交通集中を改善することが必要である。

そこで本研究では、追越車線に交通量が偏る要因を明らかにするとともに、交通流シミュレーションを構築して、これらの交通現象を再現する。

2. 分析対象地点

分析対象地点と分析データの概要を表1に示す。当該地点は直線かつ緩勾配の単路区間であり、上流にサグ部がある。本研究では、115.682kp地点の車両感知器から得られるパルスデータを使用する。パルスデータとは、車両1台毎の通過時刻、走行速度、車種(小型車, 大型車)が記録されたデータである。

3. 車線利用率の分析

図1は従前から多用されている車線利用率分析の基本図である。交通量が増加するに従って追越車線利用率が増加する傾向が見てとれる。一方で、同クラスの交通量においても分散が大きい傾向が現れている。たとえば、2500台/時クラスの追越車線利用率は最大で66%、最小で53%であることから、追越車線利用率の下縁の交通状況を常時実現することができれば、追越車線への過度な交通集中を改善することができると思われる。

そこで、本研究では追越車線への交通量偏重は走行車線の状況に影響を受けている可能性があるとの仮説をたて、新たな視点として走行車線の大型車混入率、走行車線の平均速度、走行車線の最低速度などと車線利用率の相関関係を分析する。

分析の結果、大型車混入率との関係性は、図2に示すように交通量が2100台/時クラスのような例外もあるが、走行車線の大型車混入率と追越車線利用

表1 分析対象地点と分析データ概要

対象地点	東北自動車道(上り)矢板IC~宇都宮IC間115kp地点
対象期間	2006年11月3日(土), 0時~24時
天気	晴れ時々曇り
道路構造	上り0.9%, R=∞m, 片側2車線区間

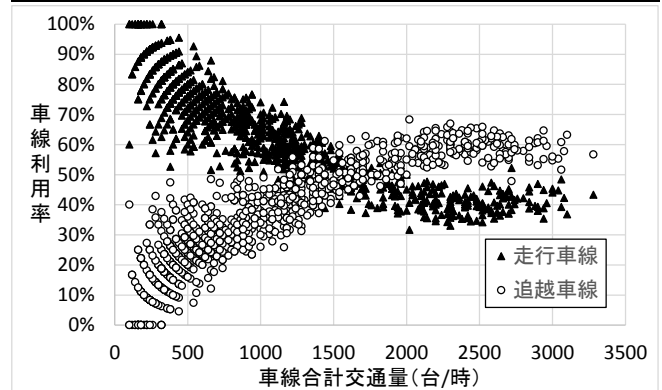


図1 車線利用率と交通量の関係

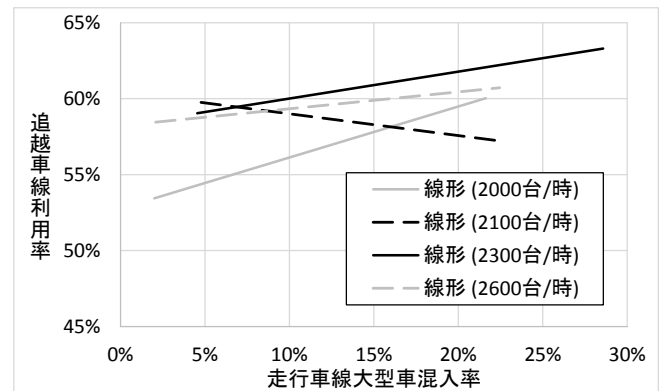


図2 追越車線利用率と大型車混入率の関係

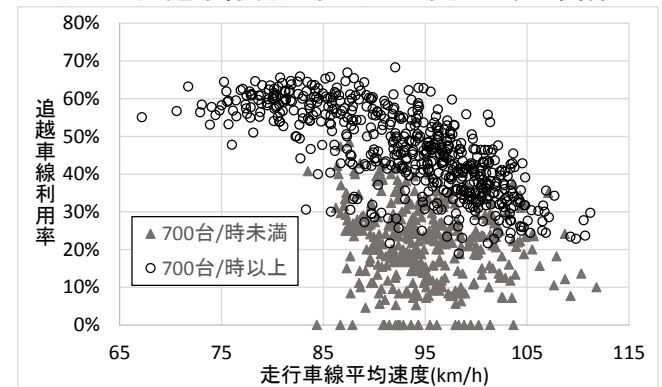


図3 追越車線利用率と走行車線速度の関係

率には正の相関が認められる。また、走行車線の平均速度との関係は、図3に示すように交通量を700台/時クラス以上に限定すれば、負の非線形の関係性が認められる。これらの結果から、大型車混入率を

コントロールすることは難しいが、走行車線速度の引き上げが可能であれば、追越車線偏重を緩和できる可能性があることがわかる。

4. シミュレーションモデルの構築

4.1 モデル概要

単路部 2 車線区間の交通流エージェントシミュレーションモデルを構築する (図 4)。プログラムソフトは、(株)構造計画研究所の artisoc3.0 を使用する。車両はそれぞれ「希望速度・追越挙動・追従挙動・車種 (小型車, 大型車)」の意思を持つ。追従挙動には越らりの追従挙動モデル, 追越挙動には中村ら²⁾の車線変更モデルを基本としたモデルをそれぞれ適用する。

4.2 希望速度の推定

各車両の希望速度はパルスデータより、両車線を含めた前後の車両と車頭時間が 20 秒以上開いた状態で、単独走行している車両を抽出する。分析の結果、希望速度分布は車種別に正規分布に近い形状となり、小型車の平均値 104.6km/h, 標準偏差 12.8km/h, 大型車はそれぞれ 88.3km/h, 8.2km/h を希望速度パラメータとして設定する。

5. 交通シミュレーションの再現性

パルスデータから得られる各種交通状態の指標について、交通シミュレーションでの再現性を検証する。分析方法は、上流 (119.672kp 地点) でパルスデータの「通過時刻・車種・走行速度」と同様の条件で 1 日分の車両を発生させ、6km 下流で計測し 115.682kp 地点のパルスデータと比較を行う。

追越車線利用率分布の再現性検証結果を図 5 で示す。分布形は概ね一致しているものの、50-100 台/3 分では過大推定となっている。そこで、3 分間交通量を 10 台/3 分ごとに分割し、追越車線利用率の平均値について t 検定を行ったところ、t 値は-0.46, 両側検定の P 値は 0.65 となっている。よって、5% 有意で帰無仮説は採択され、再現性が高いことがわかる。また、相関係数は 0.92 となり高い相関が得られている。次に QV の検証結果のうち追越車線の例を図 6 に示す。検証の結果、走行車線・追越車線ともに過小推定となっている。これは各車両の希望速度の推定が過少になっている可能性が考えられる。

6. 車線利用率変動の感度分析

「交通流において、各車両の走行速度が平準化されれば追越車線集中が改善される」と仮説を立て、車両の希望速度の標準偏差を小型車, 大型車ともに 5km/h 小さくし、シミュレーションを行う。車線利用率変動の分析結果 (平均車線利用率) を表 2 に示す。標準偏差の変更前後について t 検定を行った

84	83	82	111	
109	123	119	121	
6km地点 走行車線計測値			6km地点 追越車線計測値	
経過時間(秒) = 1049.30			経過時間(秒) = 1049.30	
走行車線通過台数(台) = 100			追越車線通過台数(台) = 84	
通過速度(km/h) = 95			通過速度(km/h) = 107	
通過車種(1:小型車 2:大型車) = 2			通過車種(1:小型車 2:大型車) = 1	

図 4 シミュレーション 実行画面

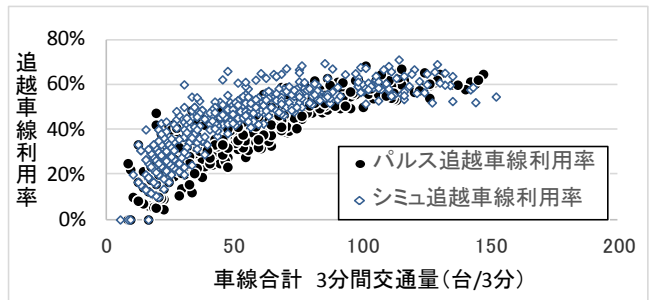


図 5 追越車線平均速度分布の再現性検証結果

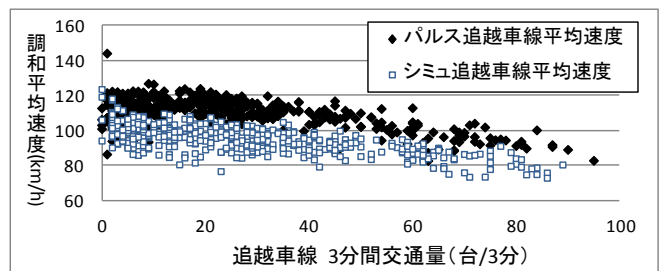


図 6 追越車線における QV の再現性検証結果

表 2 追越車線利用率分析結果

	車線合計 3分間交通量(台/3分)					平均
	91~100	101~110	111~120	121~130	131~140	
標準偏差 変更前	60.3%	60.1%	60.5%	60.7%	60.2%	60.3%
標準偏差 変更後	55.4%	58.2%	55.7%	57.0%	56.8%	56.4%

結果、t 値は 9.05, 両側検定の p 値は 0.01 以下となり、5% 有意で対立仮説は採択される。よって、交通流内において各車両の走行速度が平準化されれば、追越車線への交通集中が緩和される結果となる。

7. まとめ

- (1) 追越車線へ交通集中する要因の一つに、大型車混入率があることがわかった。
- (2) 700 台/時以上の非渋滞流において、追越車線利用率と走行車線平均速度に負の相関がみられた。
- (3) 交通シミュレーションモデルを構築し、交通流内において各車両の走行速度が平準化されれば、シミュレーション上では追越車線への交通集中が緩和されることがわかった。

8. 参考文献

- 1) 邢健・越正毅: 高速道路のサグにおける渋滞現象と車両追従挙動の研究, 土木学会論文集, No.506/IV-267, 1995
- 2) 中村英樹・鈴木弘司・劉俊晟: ドライバーストレスの観測に基づく高速道路単路部におけるサービス水準, 土木学会論文集, No.772/IV-65, 2004.

謝辞: 本研究を行うに際しまして、貴重なデータをご提供頂いた東日本高速道路株式会社, ご指導頂いた株式会社道路計画の野中康弘様, 石田貴志様に謝意を表します。