

都市間高速道路 2 車線区間における車群特性に関する研究

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○小川喬之
 京都大学大学院工学研究科 正会員 塩見康博
 京都大学経営管理大学院 正会員 宇野伸宏

1. はじめに

現実の交通流には多様な車両が存在し、各車両の走行挙動特性は一台一台異なる。これによって走行速度の遅い車両に後方車両が追い付いて形成されるのが車群である。越¹⁾はサグやトンネルをボトルネックとする渋滞メカニズムとして「車群がサグの上り勾配あるいはトンネルの入口にさしかかると、追越車線の車群の中に減速波が発生して、後方に増幅伝播し、車群が大きい場合には後尾車はついに追越車線上で停止あるいは徐行するに至る」との仮説を示した。このことを踏まえると、車群は渋滞の発生に大きな影響を与えていると言える。すなわち、ボトルネック近傍における車群形成メカニズムを解明することで、効果的な渋滞対策を講じる一助になると考えられる。

そこで本研究では、都市間高速道路のサグ部近傍の複数の地点で観測された交通流データを用い、サグ部上下流地点、及び車線ごとの車群形成特性を把握する。具体的には、交通量、大型車混入率を説明変数として平均車群台数を推定する一般線形モデルを構築する。そして、そのパラメータを車線間、地点間で比較することで車群特性の違いを把握することを目的とする。

2. データ概要

2.1. 取得データ

本研究では、高速道路片側 2 車線区間として、1994 年 12 月 26 日～1995 年 1 月 9 日、1995 年 4 月 22 日～5 月 7 日、1995 年 8 月 9 日～8 月 22 日の計 46 日間の晴天時、昼間時間帯、非渋滞時を対象に、東北自動車道下り線 93.2kp, 94.0kp, 95.0kp 地点の走行車線、及び追越車線に設置されたループ式車両感知器による交通流パルスデータを用いる。当該地点は、94.0kp のサグ底部をボトルネックとする渋滞が発生する地

点であり、93.2kp 地点はサグ部下り勾配、95.0kp 地点はサグ部上り勾配地点に相当する。

2.2. 車群の定義

本研究では、走行速度によって追従時の車頭時間が異なると考え、先行研究²⁾にて提案した手法を用いて追従車頭時間分布を速度帯ごとに推定し、その分布の 90% タイル値を追従/非追従の車頭時間閾値として算出することで車群の判別基準を決定する。具体的な追従車両を判別する車頭時間閾値を表 1 にまとめる。

表 1 車頭時間閾値

	速度帯(km/h)	70~80	80~90	90~100	100~110	110~120	120~130
93.2kp	走行車線	3.3	3.2	3.8	4.2	4.4	
	追越車線	3.2	2.8	2.6	2.8	3	3.4
94.0kp	走行車線	3.2	3.2	3.8	4.2	4.4	
	追越車線	2.7	2.5	2.6	2.8	3.2	3.4
95.0kp	走行車線	3.8	3.8	4.2	4.4	4.6	
	追越車線	3.2	3	2.8	2.8	3.2	3.4

単位: (sec)

3. 平均車群台数特性の把握

本研究では、車群特性を表す指標として、単位時間 (1 時間) あたりに観測された車群の平均車群台数に着目する。平均車群台数は当該時間帯の交通量レベルに大きく影響を受けることが考えられる。そこで、その関係を概観するため、図 1 に各車線の車線交通量と平均車群台数の関係を示す。これより、平均車群台数は交通量に対して指数関数的に増加する傾向にあることが窺える。そこで本研究では、平均車群台数に影響を与える要因として交通量と、大型車混入率を考え、その 2 つを説明変数とし、平均車群台数の自然対数値を被説明変数とする重回帰モデルを構築する。さらに、交通量や大型車混入率に対する平均車群台数の関係は車線間で異なると考えられるため、交通量、大型車混入率に加え、追越車線ダミーと交通量、並びに大型車混入率の交互作用項を考慮した、式(1)で表される一般線形モデルを適用

キーワード 車群, 交通流, 高速道路, サグ, 大型車混入率

連絡先 〒615-8540 京都府京都市西京区京都大学桂 C クラスター438 号室 交通情報工学研究室 Tel.075-383-3237

する。ただし、大型車混入率は1時間当たりの交通量に対する大型車混入台数の割合として定義される。

$$\ln(\bar{i}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot (x_1 x_3) + \beta_3 \cdot x_2 + \beta_4 \cdot (x_2 x_3) \quad (1)$$

β_0 : 定数項

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$: 係数

\bar{i} : 平均車群台数

x_1 : 交通量[千台/時]

x_2 : 大型車混入率

x_3 : 車線ダミー(走行車線 = 0, 追越車線 = 1)

このモデルは、走行車線における交通量の項のパラメータが β_1 となり、追越車線における交通量の項のパラメータが $(\beta_1 + \beta_2)$ となることを表している。大型車混入率についても同様のことが言える。

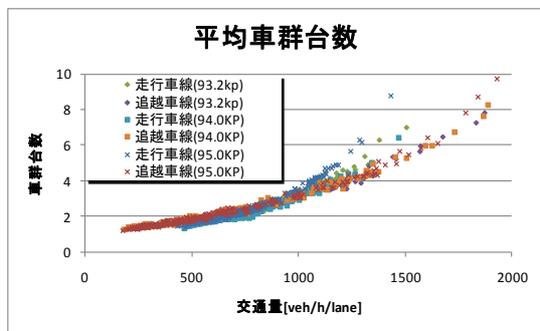


図1 車線別の平均車群台数

表2に各地点のモデル推定結果を示す。モデルの説明力の大きさは、決定係数である R^2 が0.97以上と高く、このモデルがよく当てはまっていることがわかる。ここで、パラメータの推定結果を地点、車線ごとに比較するために、各地点の大型車混入率と交通量のパラメータを車線別にプロットしたものを図2に示す。

表2 モデル推定結果

	93.2kp		94.0kp		95.0kp	
	非標準化係数	t値	非標準化係数	t値	非標準化係数	t値
(定数)	0.01	0.98	0.03	3.16 *	-0.03	-2.57 *
交通量	1.20	105.05 *	1.11	91.69 *	1.29	93.16 *
大型車混入率	-0.53	-18.12 *	-0.49	-15.82 *	-0.43	-13.99 *
交通量×車線D	-0.08	-8.23 *	0.01	0.78	-0.11	-10.31 *
大型車混入率×車線D	0.67	10.14 *	0.65	9.68 *	0.69	10.31 *
F値	4159.84 *		3742.31 *		3575.23 *	
調整済み R^2	0.98		0.98		0.97	

(*p<0.01,**p<0.05)

まず、大型車混入率のパラメータが全地点で走行車線では負、追越車線では正になっていることがわかる。走行車線でパラメータが負になる要因としては、速度差によって前方の大型車に追い付いてしまう一般車両が、追越車線に車線変更することが考えられる。一方で、追越車線に大型車が存在すると、その後方に一般車両による大きい車群が形成されて

しまうため、追越車線では大型車混入率が大きくなると平均車群台数が大きくなると考えられる。さらに、地点ごとに比較すると、95.0kpでは両車線で大型車混入率のパラメータが他の地点に比べて大きいことがわかる。これは94.0kpから95.0kpにかけての上り勾配によって大型車が大きく減速するためと考えられる。

次に、交通量のパラメータに着目すると、94.0kpでは追越車線ダミーと交通量の交互作用のパラメータが統計的有意となり、車線間で差がないという結果になった。他の地点では、車線間でパラメータに差があり、どの地点でも走行車線のパラメータのほうが大きい。一般にボトルネックでは追越車線に交通量が偏って車群が形成され、そこから減速波が生じると考えられている。94.0kp地点でのみ車線間で差がないはその傾向を表しているためと考えられる。また、95.0kpのパラメータが他の地点より大きいのは、上り勾配によって減速する車両が両車線に存在し、大きい車群が発生しやすくなるためと考えられる。

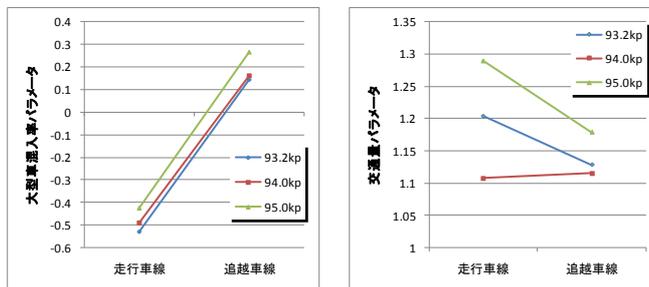


図2 推定パラメータ(左:大型車混入率 右:交通量)

4. まとめと今後の課題

本稿では、平均車群台数が交通量、大型車混入率によって変化していると考え、それらを説明変数として平均車群台数を推定するモデルを構築した。そして、各変数のパラメータを車線別に比較することで、今回対象とした区間で見られる車群形成状況の特性を考察した。

今後は、車群の先頭車両速度にも着目し、車群台数と先頭車両速度の間にある関係から車群形成に関する更なる知見を得たい。

参考文献

- 1) 越正毅：高速道路のボトルネック容量，土木学会論文集，第371号/IV-5，pp.1-7，1986
- 2) 小川喬之，塩見康博，宇野伸宏：走行速度水準を考慮した追従車頭時間分布推定に関する研究，土木学会関西支部平成22年度年次学術講演集 CD-ROM，2010（掲載予定）