

高速道路における車群特性と事故危険性に関する研究*

A Study of Platoon Characteristics and Traffic Accidents on an Expressway

落合 剣人** 大蔵 泉*** 中村 文彦**** 矢部 努*****

Kento OCHIAI**, Izumi OKURA***, Fumihiko NAKAMURA****, Tutomu YABE*****

1. はじめに

高速自動車道路における交通現象の研究は自動車交通量の巨視的状態量、主に平均速度 - 交通量 - 密度の相互関係等、高速道路の基本的な交通流特性は過去に多くの側面において研究されてきた。しかし前を走行する低速車に追従せざるを得ない状況の車群形成特性等、道路のサービス程度を規定する運転行動や拘束条件等についてはまだ十分には分析されていない。車群形成は、道路においてごく普通に起こる現象である。低交通量領域から高交通量領域に至るまでほとんどの領域において、程度の差はあるものの車群は形成され、ほとんどの車両が車群走行を経験している。

一方交通事故には多くの要因が関与する。過去の研究では交通量と事故率の関係について分析が行われてきた。しかし交通量のみが交通パターンを代表するものではなく、状態を表現するにも限界がある。

そこで本研究では、高速道路における車群特性の分析を行うと共に、交通量のより詳細な状態量を示すものとして車群を用い、車群パラメータを事故発生メカニズムを説明する因子として導入し、事故分析を行い、車群の拘束性が事故に与える影響を説明することを目的とする。

2. 過去の研究と本研究の位置付け

現在、車群に関する研究は車群の定義、車群構成台数分布に関する研究や交通流における車群の特性

等に関する研究が行われている。

車群の定義、車群構成台数分布に関する研究では、SURASAK ら¹⁾が平均相対速度法と指数分布モデルより、限界車頭時間を求め、追従車基準の提案を行っている。また交通流における車群の特性に関する研究としては、伊木ら²⁾が東名高速道路を対象として車群比、車群構成台数と交通量の関係及び大型車の影響について分析を行っている。更に SURASAK らは、車群パラメータモデルの推定や事故と車群との関連可能性について言及している。

本研究はこれら既存の研究の定義を踏まえ、首都高速道路を対象として車群パラメータにより車群特性の分析を行い、東名高速道路における分析結果との比較考察を行う。また車群の拘束性に着目し、交通量のより詳細な状態量を示すものとして車群を用い車群形成の事故に与える影響を実証的に解明する。

3. 分析対象地点及びデータ仕様

(1) 地点の抽出

本研究では、首都高速道路合流部事故多発地点を対象としている。表1の6地点の内、上記3地点(三宅坂、竹橋、神田橋)は本線左側から合流する地点、下記3地点(幡ヶ谷、三軒茶屋、池尻)は右側から合流する地点である。この左側合流、右側合流双方を抽出したのは右側から合流する車両の挙動と左側から合流する車両の挙動が異なると考えられ、事故発生に与える影響も異なると考えられるためである。

キーワード：交通流、車群、事故分析

** 学生員、横浜国立大学大学院工学府
社会空間システム学専攻建設システム工学コース
*** フェロー、工博、横浜国立大学大学院工学研究院
**** 正会員、工博、横浜国立大学大学院環境情報研究院
***** 正会員、工修、横浜国立大学大学院環境情報研究院
(神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5、
TEL045-339-4039, FAX045-339-4039)

表1 分析対象地点一覧

路線	地点名	交通量 (台/日) 1	事故件数 (件/年) 2	事故率 (件/億台* _日)
4号新宿線	三宅坂JCT	60060	26	237
5号池袋線	竹橋JCT	65060	46	387
都心環状線	神田橋ランプ	76740	54	386
4号新宿線	幡ヶ谷ランプ	46230	23	273
3号渋谷線	三軒茶屋ランプ	50630	28	303
3号渋谷線	池尻ランプ	62420	22	193

1 H12年12月平日平均

2 H12年度(500mピッチ)事故件数

(2) データ仕様

感知器データ

感知器データは、各6地点における24時間分の車線別パルスデータであり、合流部前後の各2断面において取得した。パルスデータは24(時間)×2(断面)×4(地点)+24(時間)×3(断面)×2(地点)の計436時間分で、各々車線毎のデータである。

事故データ

事故データはH12年度における事故データを使用した。この事故データには人身事故だけでなく、物損事故も含まれている。データにある項目は、事故の起こった日、時刻、曜日、天候、路面状態、発生路線、発生方向、kp、その地点の道路構造、事故形態、事故行動、走行速度等で、12年度に首都高速道路にて発生した全ての事故が記載されている。

月別時間帯別交通量変動データ

2001年1月～12月までの平均交通量データに基づいて、月別時間帯別の平均交通量を算出した。季節が異なると時間帯によって、交通量の絶対値が異なればその量の影響を考慮しなければならないと考えられるからである。

4. 車群特性分析

(1) 車群の定義

分析において、交通流中の車両は、車群先頭車と追従車に区分される。車群の判定基準は、SURASAKU¹⁾らによる研究を参考にして、乗用車の場合車頭時間にして3秒以下、大型車の場合4秒以下の値を適当と判断し採用した。この基準をもとに、5分間データの集計を行い、基本サンプルとした。この分析においては、単独走行車両は車群構成台数にして1台の車群と定義して分析する。

(2) 横断面分析

車群の特性は、横断面分析及び車線毎の分析から明らかにされる側面がある。両分析を行ったが、各地点の車群の概観を把握する上では横断面分析が適当であると判断し本稿での分析にはこれを用いる。

着目した車群パラメータは、車群流率(単位時間当たりの車群数)、車群構成台数(車群における車両の構成台数)、追従車比率(追従車の比率)である。また、左側合流と右側合流の代表地点として、三宅坂

JCT 合流部と池尻ランプ合流部を図1-1～図1-3にそれぞれ示す。

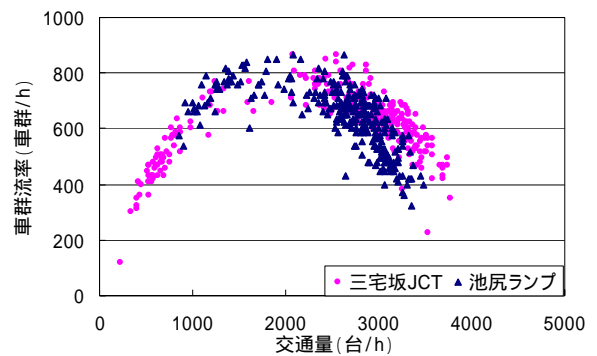


図1-1 車群流率と交通量の関係

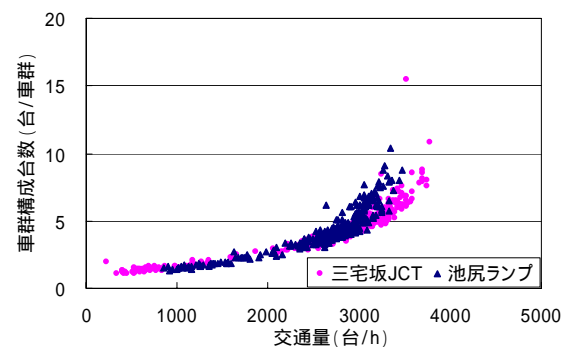


図1-2 車群構成台数と交通量の関係

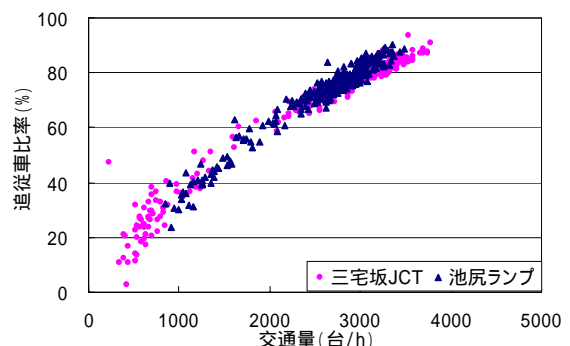


図1-3 追従車比率と交通量の関係

図1-1は、交通量がかなり低い状況でも車群が形成されていることを示している。車群数は交通量の増加につれて次第に増加し、最大になった後、車群数が減少するという傾向が知られる。車群数が最大となるのは断面交通量にして2000～2500(台/hr/2lanes)である。

図1-2は、交通量と車群構成台数との関係を示したものである。交通量が徐々に増えるに伴い、車群構成台数は増えてくるが、自由走行車の比率は高いことがうかがえる。しかし、車群流率が增大するにつれ車群構成台数は急な増加を示す。

車群流率と車群構成台数から、車群形成メカニズムとして以下のような説明が可能となる。交通量が低い場合はほとんどの車は自由走行車として走行するが、交通量が増えるに伴い、希望速度で走行できず、追従せざるを得ない車両がでてくる。従って、交通量の増加に伴い、小規模な車群ができることになる。交通量がさらに増えると、車群同士が結合してさらに大きな車群になり構成台数も増加することになるが、車群数は変化がない。さらに交通量が増えるとさらに車群の結合は進行し、単位時間当たりの車群数である車群流率は減少し、車群構成台数が急速に増加することになる。

図1-3は、交通量が増えるにつれて、追従車比率が増加する傾向が見られる。交通量が交通容量に近づくと追従車比率は100%に近づいていくが、100%にはならない。これは安全上の理由から、ある距離以下には前方車に接近しないという車両が必ず存在するからである。

図1-1～1-3の2地点を比較すると断面交通量にして2000(台/h)までは、ほぼ同様の傾向が見られる。しかし2000(台/h)以上の高交通量時になると3つのパラメータは各々異なる傾向を示す。つまり池尻ランプの方が三宅坂JCTに比べ比較的少ない交通量で、車群の結合が進む様子が推測できる。

(3) 都市間高速と都市内高速の比較

SURASAKら¹⁾の東名高速道路データによる分析結果と本研究の分析結果により、都市間高速と都市内高速の車群形成状況の比較検討を行った。

大きく異なったのは交通量(台/h)である。首都高速道路の最大交通量は、4000(台/h)であるのに対して、東名高速道路は2700(台/h)と約1000(台/h)以上の差が見られた。このことから比較の範囲はあくまで交通量レベルのほぼ同程度の比較的低交通量レベルに限定されることになる。

車群流率に関しては、都市内高速は都市間高速に比べ同程度の交通量時の変動が少なく、ばらつきがあまり見られない。これは都市間高速に比べ、大型車混入率の変動が相対的に少ないため、同規模の車群が形成されやすいと考えられる。車群構成台数は、交通量2500(台/h)付近まではほぼ同様の傾向が見られた。

5. 車群と事故の関係分析

ここでは4.で求められた車群パラメータを事故発生メカニズムを説明する因子として導入し、事故率との関係について分析を行う。使用するデータは、合流部合流後のデータとする。

(1) 事故率の定義

事故率の算出に使用するデータは、時間帯別年平均交通量データと事故データであり、事故発生時の交通量を考慮するため各々1時間の集計データとする。また各時間帯での事故件数が少ないため、交通量を300(台/h)のレンジ及び昼・夜で区切り事故率を算出した。事故率の算出式を以下に示す。

$$\text{事故率(件/億台*日)} = \frac{\sum n}{\sum Q \times 365(\text{日}) \times 0.5(\text{km})}$$

$\sum n$; 交通量レンジ内で発生した事故件数の和(台/h)
 $\sum Q$; 交通量レンジ内における時間帯別平均交通量の和(台/h)

(2) 車群パラメータと事故率

前述した事故率は、事故発生時の時間帯と交通量が考慮されている。一方車群パラメータと交通量の関係は4.で求められており、交通量を介した車群パラメータと事故率との関係が分析可能となる。

着目した車群パラメータは、車群構成台数と追従車比率である。

図2-1、図3-1より左側合流地点(三宅坂JCT、竹橋JCT、神田橋ランプ)の考察を行う。

(a) 三宅坂JCTと神田橋ランプは事故率と車群構成台数及び追従車比率との間に負の相関があることを示している。事故率の高い時間帯は、車群構成台数2～4台の比較的小規模な車群が形成されている状況が推測される。

追従車が増加し、大規模な車群が形成されると車群内の車両の拘束性は高まり一見、事故危険性も高まるように推測されるが、分析結果を見ると、車群化傾向が進むと事故率はやや減少する傾向が見られた。これは、車群が大規模になるにつれ、ドライバーの危険認知度が上がり、また車群の平均速度が相対的に下がる等の要因が考えられる。

(b) 竹橋JCTに関しては、事故率と車群構成台数及び追従車比率との間にあまり相関が見られなかった。これは車群形成状況に違いが見られなかったことを考慮すると、地点の幾何構造条件や交通条件等

の要因が事故に影響しているためと考えられる。

図2-2、図3-3より右側合流地点（幡ヶ谷ランプ、池尻ランプ）に関しては、明示的な結果が得られなかった。昼間に限定して、各合流形態で、事故率の平均値を求めたところ、右側合流の方が、低い値を示した。これは、右側合流が追越し車線側で合流する、つまり相対的に速度の高い状態で合流するため、ドライバーの危険に対する意識レベルの違いが影響しているためと推測される。

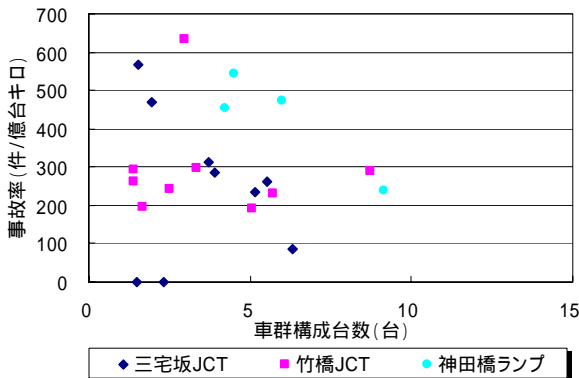


図2-1 事故率と車群構成台数の関係 (左側合流地点)

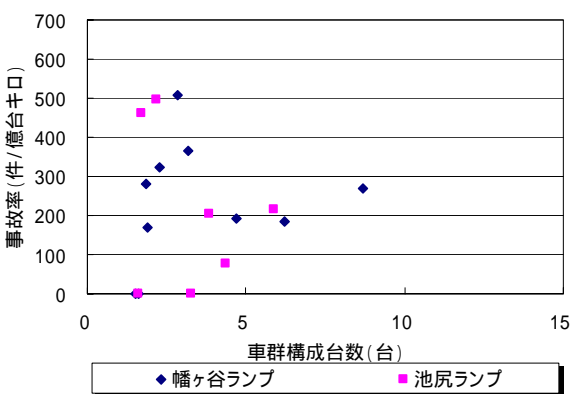


図2-2 事故率と車群構成台数の関係 (右側合流地点)

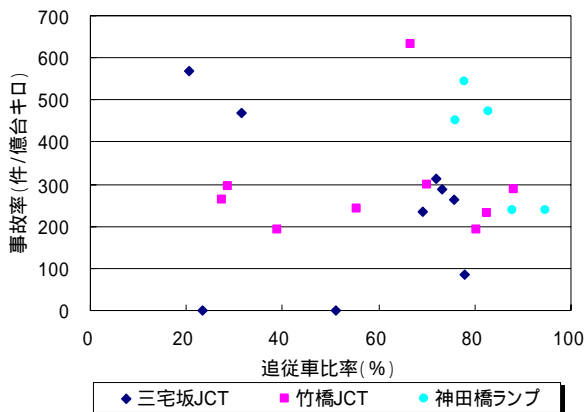


図3-1 事故率と追従車比率の関係 (左側合流地点)

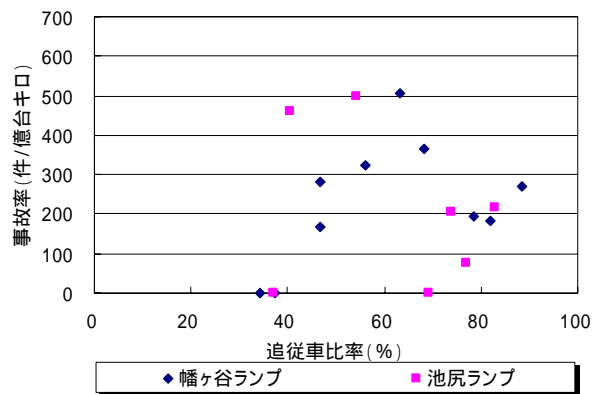


図3-2 事故率と追従車比率の関係 (右側合流地点)

6. まとめ及び今後の課題

- ・首都高速道路における車群特性及び車群形成状況を把握することができた。
- ・都市内高速と都市間高速の比較的低交通量レベル2000 (台/h) 以下における車群特性を比較考察することで、道路特性の違いによる車群形成状況を把握することができた。
- ・車群と事故との関係について、車群化傾向が相対的に進むと、事故率は減少する傾向が見られた。

本研究では、車群と事故の関係分析において、合流後の車群形成の事故に与える影響について分析を試みてきた。しかし合流部における事故は、合流区間上流の車群特性についても議論する必要がある。

今後は、合流区間上流側の交通量の組み合わせに応じた、車群形成状況を把握し、車群同士の合流パターンと事故との関係について検討、及び道路幾何構造条件、交通条件、大型車の影響等について、事故要因として分析、検討していく予定である。

謝辞

データ収集に当たり、非常に御多忙な中ご協力頂いた首都高速道路公団交通管制部管制技術課の関係各位に対し深くお礼申し上げます。また、データ作成に当たり多大なご協力を頂いた東芝ITソリューションの東様に深くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) S.Taweasilp, I.Okura, F.Nakamura : Study of Platoon Characteristics on a Multi-Lane Expressway、土木計画学論文集 No.18、pp.909-918、2001
- 2) 伊木史紀：高速道路の自動車交通流における車群特性に関する研究、横浜国立大学修士論文、2002