

高速道路シミュレーターへの 適用を念頭においた 交通状態別の事故率に関する考察

甲斐 慎一郎¹・平井 章一²・Jian XING³・成嶋 晋一⁴・堀口 良太⁵

¹正会員 株式会社アイ・トランスポート・ラボ (〒101-0052 東京都千代田区神田小川町3-10)
E-mail:kai@i-transportlab.jp

²正会員 株式会社高速道路総合技術研究所 (〒194-8508 東京都町田市忠生一丁目4-1)
E-mail:s.hirai.aa@ri.nexco.co.jp

³正会員 株式会社高速道路総合技術研究所 (〒194-8508 東京都町田市忠生一丁目4-1)
E-mail:xing@ri.nexco.co.jp

⁴非会員 株式会社高速道路総合技術研究所 (〒194-8508 東京都町田市忠生一丁目4-1)
E-mail:s.narushima.aa@ri.nexco.co.jp

⁵正会員 株式会社アイ・トランスポート・ラボ (〒101-0052 東京都千代田区神田小川町3-10)
E-mail: rhoriguchi@i-transportlab.jp

高速道路の事故率については、かねてから渋滞状態、非拘束状態、臨界状態といった交通状態との関連性が指摘されている。一方、大規模な高速道路ネットワークを用いた交通シミュレーターが実用化され、その計算結果を元にした指標を用いて、今後、新規事業等の評価検討を実施することが期待されている。

高速道路シミュレーターにより算定される交通量や走行速度を元に、交通状態を判定し、事故率の原単位を掛け合わせることであれば、交通安全性に関する評価も実施可能になるものと考えられる。また、交通シミュレーターを用いることにより、道路の平面線形といった、より詳細な条件を考慮して事故発生件数を推定することが可能となる。

本研究では、高速道路シミュレーターを用いた交通安全性評価を実施することを目的とした全国高速道路ネットワークにおける交通状態別、平面線形別の事故率を算定し、その結果について考察を行った。

Key Words : traffic accident, accident rates, inter-urban expressways, traffic flow state, simulation

1. はじめに

高速道路の交通状態別の事故率については、かねてから「渋滞状態」、「非拘束状態」、「臨界状態」といった交通状態との関連性が指摘されている¹⁾²⁾。ここで言う「非拘束状態」とは、他の車両によって制約を受けずに個々の車両が自由に走行できる、交通流率が低い状態のことを示す。対して、「臨界状態」とは、交通集中渋滞が発生する直前の交通流率が高い状態のことを示す。

表-1は、既往文献¹⁾²⁾における東名高速道路と首都高速道路における交通状態別の事故率の一例を整理の上示したものである。いずれの事例においても、非拘束状態とそれ以外で事故率に大きな差が発生していることが伺える。したがって、高速道路の交通安全性評価を行う場合、

表-1 既往文献¹⁾²⁾における高速道路の交通状態別の事故率

参考文献	区間	事故率[件/億台年]		
		渋滞状態	非拘束状態	臨界状態
1	東名高速道路 三ヶ日 IC~小牧 IC	316.1	7.7	396.3
2	首都高湾岸線 明かり部 トンネル部	300	46	121
		471	60	146

事故発生時の交通状態を考慮することは重要であると考えられる。

一方、東日本高速道路(株)、中日本高速道路(株)、西日本高速道路(株) (以下、NEXCO3社) 及び(株)高速道路総合技術研究所では、都市間高速道路ネットワークにおける様々な交通施策評価を行うことを目的とした交通シミュレーション (以下「ENS: 高速道路ネットワークシ

ミュレーション」という)を開発している³⁾。

従来の交通量配分等の交通量予測手法と比較した場合の特徴の1つとして、交通シミュレーションは、時々刻々の交通量、交通状態の変化、および個々の車両の存在位置などが表現可能なことが挙げられる。そのため、交通事故発生件数の予測など、交通安全性の評価についても、従来のように日交通量に対して画一的な原単位ではなく、渋滞発生の有無や道路線形の違いといった要素を考慮した原単位を用いて評価することが可能となる。

そこで、本研究では、ENSを用いた交通安全性評価を実施することを目的として、交通状態別の事故率を算定し、その結果について考察を行った。さらに、車両感知器の勢力範囲を基本とした集計区間に対して、「S字カーブ」、「左カーブ」、「右カーブ」、「緩カーブ」とった平面線形の判定を行い、線形別の事故率についても考察を行った。

なお、本研究で使用した事故データは、NEXCO3社の各社調べの平成21年から平成25年の5年間のものを用いた。

2. 交通状態別の事故データの集計

(1) 交通状態の境界となる交通量・速度の設定

交通状態別の事故データの集計にあたり、感知器データを用いて作成したQV図の「渋滞領域(状態)」「非拘束領域(状態)」「臨界領域(状態)」の境界となる交通量を設定した(図-1)。これは、交通事故が発生した地点、時点に対応する感知器の交通量データを基に、事故発生時の交通状態を判定し、状態別に事故件数を集計するために必要となるものである。

設定にあたっては、各領域に対応するデータが観測された関越自動車道上り線の花園一本庄児玉間59.3KPの2013年1年間の感知器データを用いてQV図を作成の上設定した。QV図の形状から、6車線区間における「臨界領域」と「非拘束領域」の境界の交通量は400台/5分、「非拘束領域」と「渋滞領域」の境界の速度は60km/hとした。

なお、4車線、暫定2車線区間における境界の交通量は、前述の6車線区間の最大交通量が約480台/5分であったことから、各区間で観測された最大交通量の約83% $(400/480=0.83)$ の値とし(表-2)、境界の速度は同一の60km/hに設定した。

表-2 車線数別の臨界領域境界の交通量

車線数	最大交通量 (台/5分)	低減率	臨界領域境界 (台/5分)
6車線	約480	83%	400
4車線	約350		290
暫定2車線	約120		100

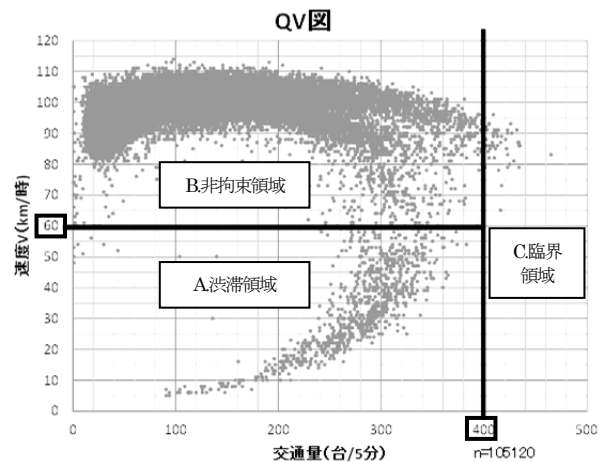


図-1 QV図と各交通状態との対応および境界値

(2) 事故データと感知器データの結びつけ

次に、事故件数と走行台キロの集計区間を設定し、当該区間の交通量を計測する感知器データとの結びつけを行った。集計区間は、NEXCO3社が管理する2011年度末時点の高速道路を対象に、感知器の勢力範囲である約2kmピッチを基本として設定した。なお、約2kmピッチで感知器が設置されていない路線についても、同様に約2km単位で集計した。

感知器は、東名、名神高速道路などの大都市を連絡する路線および大都市近郊においては前述の通り約2kmピッチで設置されているが、郊外部においてはインターチェンジ間に1箇所のみ設置、もしくは未設置の路線も存在する。

車線数別に集計区間と感知器の対応状況を見ると、6車線道路においては感知器が2kmピッチで対応する区間が全体の90%存在するのに対し、暫定2車線の道路においては、感知器が2kmピッチで対応する区間は全体のわずか14%であり、感知器非設置区間も32%存在する(表-3)。

表-3 車線数別の集計区間と感知器の対応状況

集計区間	暫定2車線	4車線	6車線
感知器が2kmピッチで対応する区間(数)	319 (14%)	2,613 (37%)	985 (90%)
感知器が2kmピッチで対応しない区間(数)	1,236 (54%)	2,942 (42%)	106 (10%)
感知器非設置区間(数)	746 (32%)	1,496 (21%)	5 (0.5%)

したがって、感知器が2kmピッチで対応する区間のみを分析の対象とした場合、特に暫定2車線区間においてサンプル数の不足が懸念される。その対策として、事故発生地点から離れた地点の感知器データを代わりに適用する場合、「渋滞状態」の判定をそのまま適用すると、事故発生地点の交通状態を過少評価(渋滞がその地点まで伸びていなかったのに伸びたと判定)してしまう可能性がある。

そこで、感知器が2kmピッチで対応しない区間については、IC間の代表感知器データを用いて走行台キロを求めることとし、交通状態の判定については、感知器が2kmピッチで設置されていない区間では交通集中渋滞が起きる可能性が低いことを鑑み、渋滞・非渋滞を区別せずに「渋滞領域(状態)」「非拘束領域(状態)」を合わせて「非拘束領域(状態)」として扱うこととした。

また、感知器非設置区間については、交通統計を基にして走行台キロを算定し、交通状態はすべて「非拘束領域(状態)」と仮定した上でデータを作成した。

3. 平面線形別の事故データの集計

前項で設定した集計区間に対し、別途、NEXCO3社が管理する道路管理データベースとの突合せを行い、平面線形の情報を付加した。集計区間は約2kmピッチであるため、異なる半径のカーブが複数含まれる区間も発生する。

そこで、平井⁴⁾の研究を参考に、表-4に示す4つの区分に分類した。平面線形のカーブの判定の閾値を平面曲線半径1,000mとし、1,000m以上のカーブ、緩和曲線、直線しか存在しない集計区間はすべて「緩カーブ(区間)」とした。また、1つの集計区間に1,000m未満の左右のカーブがそれぞれ1つ以上存在する場合は「Sカーブ(区間)」とした。なお、基となる平面線形データが不明な集計区間については、分析対象から除外した。

表-4 平面線形区分の一覧

区分	定義
緩カーブ	半径1,000m以上のカーブ、緩和曲線、直線しか存在しない(区間)
左カーブ	緩カーブを除くと半径1,000m未満の左カーブしか存在しない(区間)
右カーブ	緩カーブを除くと半径1,000m未満の右カーブしか存在しない(区間)
Sカーブ	半径1,000m未満の左カーブ、右カーブが区間内に各1か所以上存在する(区間)

表-5は、車線数別・平面線形別に集計区間数を示したものである。特徴的な結果として、4車線区間で「Sカーブ」と判定された区間が多いことが挙げられる。

表-5 車線数別・平面線形別の集計区間数

区分	暫定2車線	4車線	6車線
緩カーブ	1,607 (78%)	4,626 (69%)	742 (81%)
左カーブ	139 (7%)	533 (8%)	55 (6%)
右カーブ	132 (6%)	518 (8%)	62 (7%)
Sカーブ	187 (9%)	1,056 (16%)	56 (6%)

これは、現状で暫定2車線のままとされている区間は、比較的近年に建設されているため、急カーブをなるべく回避した設計とされていることが、4車線区間と比較し

て「Sカーブ」区間の割合が低い理由と考えられる。また、6車線区間については、大都市近郊に多く存在することから、山間部の「Sカーブ」に相当する区間が少ないことが理由として考えられる。

4. 交通状態別・平面線形別の事故率の算定

(1) 車線数別・交通状態別

車線数別・交通状態別の事故率の算定結果を図-2に示す。事故率は、軽微な物損事故等も含んだ「総事故」と「死傷事故」の2種類を算定した。

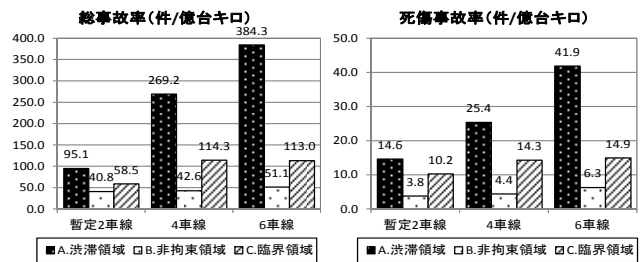


図-2 車線数別・交通状態別の事故率

全体的な傾向として、交通状態別の事故率の高さは「渋滞領域」>「臨界領域」>「非拘束領域」の順となっている。これは、後藤²⁾が首都高速道路を対象に算定した事故率の傾向と一致している。また、車線数別で見ると、いずれの領域についても概ね「6車線」>「4車線」≥「暫定2車線」の順となっている。

(2) 平面線形別・車線数別・交通状態別

次に、3.で設定した平面線形データ別に、車線数別、交通状態別の総事故件数、死傷事故件数、走行台キロ(表-6)を集計し、総事故率(図-3)、死傷事故率(図-4)を算定した。

総事故率に関して、「緩カーブ」区間においては、車線数に関係無く「渋滞領域」の事故率が突出して高くなっている。一方、「左カーブ」「右カーブ」「Sカーブ」区間については、「暫定2車線」区間のみ「渋滞領域」の事故率が、他の交通状態と比較した場合に最も高い数値となっていない。死傷事故率についても同様な傾向となっている。

吉井⁵⁾の研究によると、4車線区間と比較した際の暫定2車線区間の交通事故発生リスクに関して、「車両移動が制限されることによる事故軽減効果が、(危険回避可能なスペースが)限定されたスペースであること、交通密度が大きくなることといった事故増大効果よりも大きいということが示された」とされており、カーブの区間に於いてそれが大きく表れているものと推測される。

また、「6車線」の「Sカーブ」区間は、臨界領域の

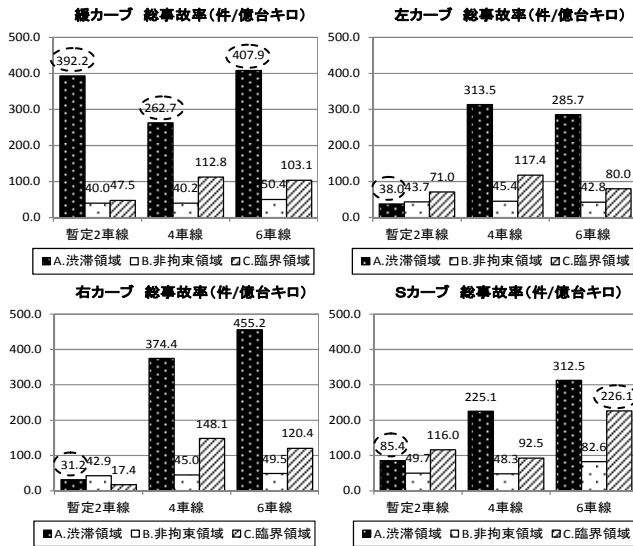


図-3 平面線形別・車線数別・交通状態別の総事故率

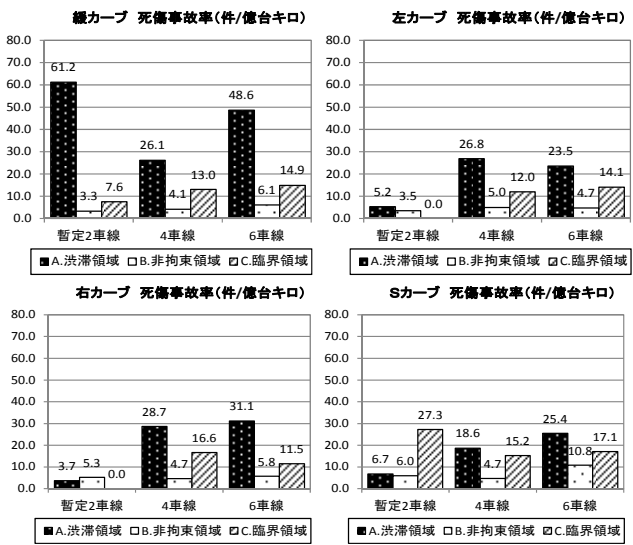


図-4 平面線形別・車線数別・交通状態別の死傷事故率

総事故率が「2車線」, 「4車線」区間と比較して約2倍高くなっている。大口ら¹⁾の研究によると, 「臨界領域では片側3車線のうち追越車線に交通が集中し, 追越車線には極めて高密度な車群が形成される。この車群の中で極端に短車間距離で追従していることが主要な事故要因のひとつと想定される」とあり, 「Sカーブ」区間のように, ハンドル操作が特に要求される箇所においては, その傾向が顕著であるものと推測される。

5. まとめと今後の課題

本研究では, ENS を用いた交通安全性評価を実施することを目的とした交通状態別の事故率を算定し, その結果について考察を行った。その結果, 交通状態の違いにより, 適用すべき事故率にも大きな違いが表れることがわかった。

さらに, 平面線形別で考察した場合, 「暫定2車線」のカーブ区間において「渋滞領域」の事故率が他の条件と比較して低いことや, 「6車線」のS字カーブ区間における「臨界領域」の事故率が高いことが明らかになった。

今回, 既往研究での成果を基にこれらの要因を類推したが, より確かな要因の特定のためには, 事故類型を確認し, 該当する事故に差異が見られるかどうかを確認する必要があると考える。また, 今回の検討では道路線形の影響として平面線形のみを考えたが, 今後, 縦断線形も考慮していく必要がある。

さらに, ENS への適用の観点で言えば, 今後, 積雪寒冷地において冬期とそれ以外の期間で事故率を変えるなど, 適用条件の細分化を進めていくことが考えられる。

参考文献

- 1) 大口敬, 赤羽弘和, 山田芳嗣: 高速道路交通流の臨界領域における事故率の検討, 交通工学 Vol.39, No.3, pp.41-46, 2004
- 2) 後藤秀典, 田中淳, 赤羽弘和, 割田博: 都市内高速道路のトンネル区間を対象とした事故分析, 第25回交通工学研究発表会論文集, 2005年10月
- 3) 平井章一, Jian Xing, 高橋亮介, 堀口良太, 白石智良, 小林正人: 都市間高速道路ネットワークを対象とした交通流シミュレーションの開発, 土木計画学研究・講演集, Vol.50 (CD-ROM), 2014
- 4) 平井章一, Jian Xing, 林祐志, 大近翔二: 都市間高速道路における事故多発箇所の特徴分析, 第34回交通工学研究発表会論文集, 2014年8月(研究論文)
- 5) 吉井稔雄: 暫定2車線道路区間における交通事故発生リスクに関する研究, 高速道路と自動車 第55巻 第7号, pp.45-47, 2012年7月

(2016.4.22 受付)

表-6 車線数別・平面線形別・交通状態別の事故件数および走行台キロ (H21~H25の5年分の合計値)

集計区間	車線数	カーブ	総事故件数 (件)			死傷事故件数 (件)			総走行台キロ (億台キロ)		
			A. 渋滞領域	B. 非拘束領域	C. 臨界領域	A. 渋滞領域	B. 非拘束領域	C. 臨界領域	A. 渋滞領域	B. 非拘束領域	C. 臨界領域
2		緩	109	7,241	44	17	592	7	0.3	181.0	0.9
		左	58	825	10	8	66	0	1.5	18.9	0.1
		右	17	771	3	2	95	0	0.5	18.0	0.2
		S	38	1,229	34	3	148	8	0.4	24.7	0.3
4		緩	7,853	65,366	614	781	6,701	71	29.9	1,625.0	5.4
		左	1,123	8,712	78	96	951	8	3.6	191.7	0.7
		右	1,437	8,356	107	110	866	12	3.8	185.6	0.7
		S	1,316	27,565	73	109	2,700	12	5.8	570.7	0.8
6		緩	6,089	22,198	705	725	2,679	102	14.9	440.6	6.8
		左	438	1,364	34	36	151	6	1.5	31.9	0.4
		右	542	1,679	42	37	196	4	1.2	33.9	0.3
		S	958	2,784	159	78	365	12	3.1	33.7	0.7

Analysis of Accident Rates Classified by Traffic Flow State for Safety Evaluation of an Expressway Network Traffic Simulation Model

Shin-ichiro KAI, Shoichi HIRAI, Jian XING, Shin-ichi NARUSHIMA
and Ryota Horiguchi

The objective of the analysis is targeted to provide input data of accident risk for safety evaluation of traffic operation schemes with an Expressway Network traffic Simulation (ENS) model. With the input data, the ENS model is able to estimate the expected number of accidents by multiplying vehicle kilometers obtained from the output of the ENS model by the accident risk. Since accident rates are influenced by highway alignment and traffic flow state such as “congested-flow”, “free-flow” and “transitional-flow”, this paper calculates accident rates by traffic flow state and horizontal alignment for two-lane two-way section, dual two-lane and three-lane sections of entire Japanese expressway network based on archived data of highway alignment, vehicle detectors and accidents.