

速度変動図を用いた渋滞関連事故分析の提案

澤田 英郎¹・奥野 裕司²・安 時亨³・山岸 肇⁴・寺中 孝司⁵

¹正会員 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) 道路技術部 (〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町5-26)
E-mail:h_sawada@w-e-kansai.co.jp

²非会員 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) 道路技術部 (〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町5-26)
E-mail:y_okuno@w-e-kansai.co.jp

³正会員 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) 道路技術部 (〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町5-26)
E-mail:s-an@w-e-kansai.co.jp

⁴非会員 西日本高速道路(株) 関西支社交通計画グループ (〒565-0805 大阪府吹田市清水15-1)
E-mail:h.yamagishi.aa@w-nexco.co.jp

⁵非会員 西日本高速道路(株) 関西支社交通計画グループ (〒565-0805 大阪府吹田市清水15-1)
E-mail:t.teranaka.aa@w-nexco.co.jp

高速道路における渋滞関連事故の低減のためには、事故と渋滞との関連性の把握が不可欠である。しかし、従来の事故調書による分析では、調書の供述内容があいまいなため、事故発生時の交通・渋滞状況を明らかにすることが困難であった。

そこで、筆者らは事故調書とトラカンデータをを用いて、事故発生前後の時間的・空間的な速度変動を図として表すことで、事故と渋滞との関連性を明らかにする新たな分析方法を提案する。

本稿では、本分析方法の概要を説明するとともに、実際の事故多発区間において適用したケーススタディの結果を用いて、本分析方法の評価も行っている。

Key Words : *traffic accident, congestion, velocity fluctuation, speed profile*

1. はじめに

近年、高速道路のETC休日特別割引制度や無料化社会実験の実施によって高速道路上の交通状況は大きく変化している。その1つが高速道路上の渋滞増加とそれに伴う渋滞関連事故（渋滞中または渋滞最後尾で起きる追突・衝突・接触事故）の大幅な増加である。また、渋滞最後尾への追突事故では、特に大型車が第1当事者（追突する車両）となる場合は、死亡事故等の重大事故につながるケースも多く、その対策は社会的にも強く求められている。

一般的に交通混雑度と事故率（事故件数/億台キロ）は比例関係にある¹⁾など、交通混雑と事故には密接な関係がある。この関係は高速道路でも同様で、既往研究^{2,3)}において、渋滞領域では事故率が高まることが示されている。そのため、渋滞関連事故の低減には、渋滞そのものを緩和・解消する対策が必要となるが、様々な社会的・物理的制約により、的確な渋滞対策の実現が難しい場合も多い。そこで、渋滞対策とは別に、路面標示や標識等の事故対策を別途実施しているのが現状であり、交通混雑期等には、後尾警戒車の巡回等の追加的な対策を実施して、渋滞関連事故の予防に努めているところである。

こうした対策により、一定の事故低減効果が見られるものの、全ての渋滞多発区間で渋滞関連事故が低減できているわけではない。また区間によっては、事故対策を行っているものの明確な効果が表れず、今後の有効な対策工を見いだせない状況もある。

こうした原因の1つに、事故を誘発する要因としての渋滞との関連性を明らかにできていないことが挙げられる。具体的には、これまでの分析方法では、事故発生時の渋滞状況として、事故が渋滞中で発生したのか、渋滞最後尾で発生したのかも明確に分類できず、また事故発生前後の交通流（速度、交通量等）も分析できていないため、的確な地点に適切な対策を講じることが難しい状況が考えられる。

本稿では、こうした状況を踏まえ、事故発生時の渋滞状況及び交通流の変動を明らかにすることを目的に、新たな分析方法を提案する。

2. 渋滞関連事故の分析方法の提案

(1) 既往の分析方法

a) 事故調書による渋滞状況の分析

渋滞関連事故の既往の分析方法として、事故調書

をもとに、事故発生時の渋滞状況に関連する以下の項目を集計する方法がある。

- ・事故発生時の自車の走行速度
- ・渋滞状況（渋滞中、渋滞最後尾、渋滞なし）
- ・事故発生直前の行動（走行中、減速中など）

しかしこの方法にはデータの信頼性の問題があり、具体的には、調査は当事者への聞き取りという個人の主観と記憶に基づくものであるため、客観的な根拠に乏しく、正確な分析が難しいという問題がある。

b) 客観的データに基づく既往の分析方法

客観的データに基づく既往の分析方法として、定点ビデオ映像を用いた分析⁴⁾やドライブレコーダーを用いた分析⁵⁾、あるいはVICSデータを用いた事故渋滞の分析⁶⁾などがあるが、いずれの方法もデータ収集に専用の機器が必要であり、現在、機器が未設置の区間では、過去に遡って分析ができないという問題がある。特に、高速道路では事故の発生頻度が低く、複数年に渡る分析が望まれることを踏まえれば、現存の機器による収集データを活用した分析方法が求められる。

そこで、現在NEXCO西日本が保有する機器を活用できる分析方法として、佐藤ら⁷⁾は、車両検知器データ（以下、トラカンデータと略記する）と事故調書をマッチングする方法を提案している。この方法では、トラカンデータから作成したQKV図に事故調書の渋滞コードを打点することで、QKV図から判断される渋滞状況と事故調書の渋滞状況に相違があることや、QV階層別に事故率を算出することで、渋滞領域では事故率が高くなることを明らかにしている。しかし、この方法では複数の事故データを一括して扱うので、事故と渋滞の関係の概況は分析できるが、個々の事故に対する渋滞との関連性を具体的にかつ詳細な分析が困難であるという問題がある。

(2) 新たな分析方法の提案

a) 分析の流れ（図-1）

- 1) 分析対象区間及び時期に該当する全トラカンデータ（5分間集計値）をもとに、事故調書による事故発生時刻から、事故発生前後の交通データ（速度、交通量等）を整理する
- 2) トラカンの勢力範囲を設定し、1) の交通データから事故ごとに横軸をキロポスト、縦軸を時

- 刻にしたマトリクスで速度変動を表現し、その上から事故発生地点と時刻の交点を事故発生点として打点した速度変動図（図-2）を作成する
- 3) 2) の速度変動図から、事故と渋滞の関連性分析として、表-1に示す判定基準のもと、事故発生時の渋滞状況を把握する
- 4) さらに、1) の交通データをもとに、事故発生時刻及び地点前後の交通流の変動を分析する

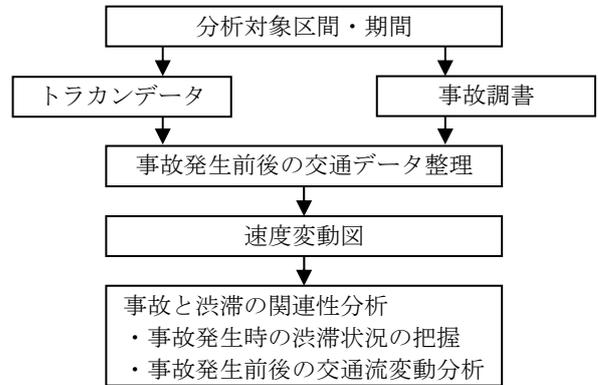


図-1 速度変動図を用いた渋滞関連事故分析の流れ

表-1 渋滞状況の判定基準

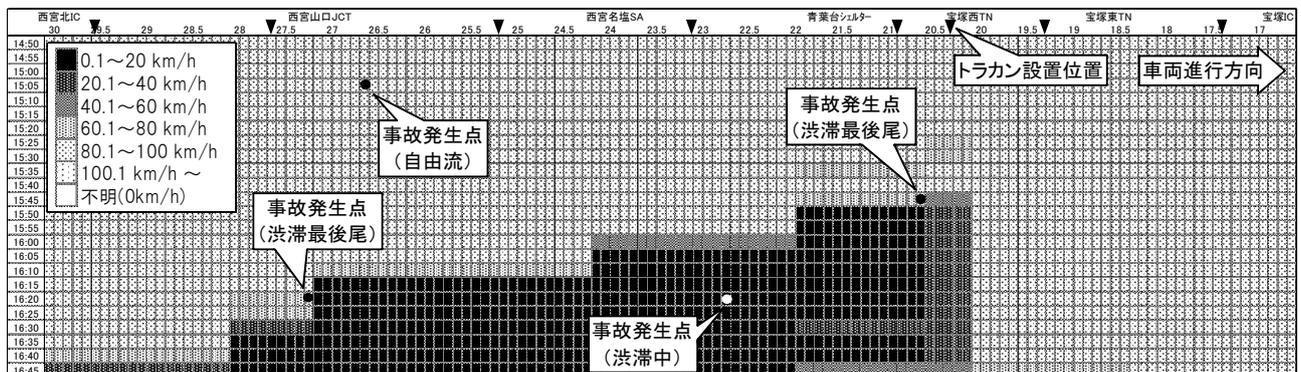
渋滞状況	判定基準
渋滞中	事故発生時刻前から、事故発生地点が連続して低速度域（40km/h以下）にある
渋滞最後尾	事故発生時刻またはその直前に、事故発生地点またはその下流側で自由流から低速度（60km/h以下）への速度変化が見られる
自由流	事故発生時刻前に、事故発生地点またはその下流側で速度低下が見られない

※具体的な判定例は、図-2を参照のこと

b) 提案した分析方法の特徴

本稿で提案する速度変動図を用いた分析方法は、既往の分析方法に比べて、以下の特徴を有している。

- ・事故発生時刻及び地点前後での速度変動が時空間的に明示され、事故発生時の渋滞状況及び事故に関連する交通状況の変化が的確に判断できる
- ・事故発生時刻及び地点の前後の交通状況分析にトラカンデータを用いることで、分析結果の客観的信頼性を一層向上させることができる



※本来は事故発生点は1つだけ打点されるが、上図では判定基準の説明補足のため、複数の事故発生点を打点している

図-2 速度変動図

3. ケーススタディによる評価

(1) ケーススタディの概要

前章で提案した分析方法の有効性等について、実際の事故多発区間におけるケーススタディの実施で評価する。

ケーススタディは、表-2、表-3及び図-3に示す区間を対象に、平成18年から平成21年の4年間で発生した事故に対して行った。また、ケーススタディに用いた具体的なデータの内容は、表-4の通りである。

表-2 ケーススタディ区間の概要

項目	内容
路線・区間	中国自動車道 上り線 西宮北IC～西宮山口JCT～宝塚IC
距離	約13.2km
車線数	3車線（一部4車線：登坂車線設置）

表-3 ケーススタディ区間の交通状況（平成21年）

項目	区間	西宮北IC～西宮山口JCT	西宮山口JCT～宝塚IC
年平均日交通量		46,798台/日	53,359台/日
年平均大型車混入率		28%	27%
年間渋滞発生件数		8件	251件
年間事故件数		43件	222件

※ここでの渋滞は、当該区間を先頭とする渋滞を指す

表-4 分析データの内容

項目	内容
事故調書	・本線上の全事故データ ・飛来物・落下物事故は除外 ・5分以内かつ1km上流以内で起きた複数の事故は多重事故（1件）として処理
トラカンデータ	・機器の設置位置は図-3の通り ・5分間集計値

(2) 評価結果

a) 事故発生時の渋滞状況の把握

事故発生時の渋滞状況（渋滞中、渋滞最後尾）を従来の事故調書から集計した結果と、本稿で提案した速度変動図により判定した結果を図-4に示す。このうち宝塚西トンネル坑口付近（20～20.5キロポスト）に着目すると、事故調書では渋滞中と渋滞最後尾が同数程度の事故件数となっているのに対して、速度変動図による判定では大部分が渋滞最後尾の事故と判定されている。

この相違を評価するため、同トンネル坑口及び坑内で一定期間ビデオ撮影し、当該区間で発生した約20件の事故の状況を映像で確認した。その結果、発生した全ての事故が上流側（トンネル坑内）で発生

した速度低下の伝播に気づかず、前方の低速車に追突する「渋滞最後尾での追突事故」であった。このことから、事故調書に比べて、提案した速度変動図による方法は、高い精度で事故発生時の渋滞状況を判定し、推察できることがわかる。

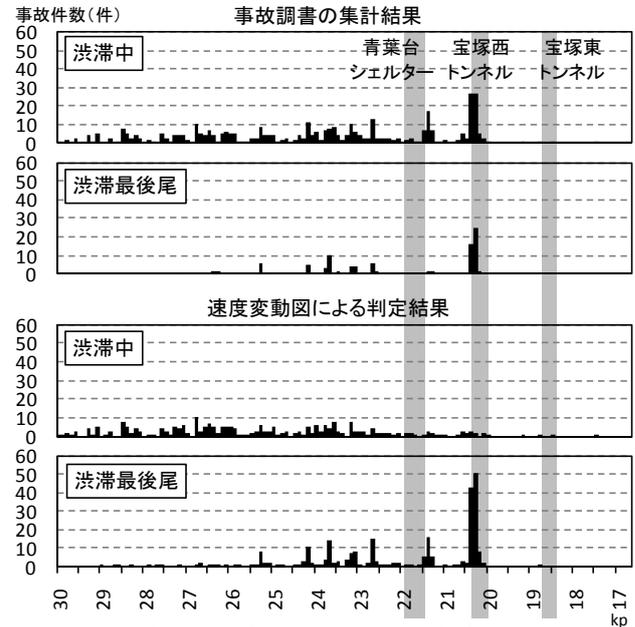
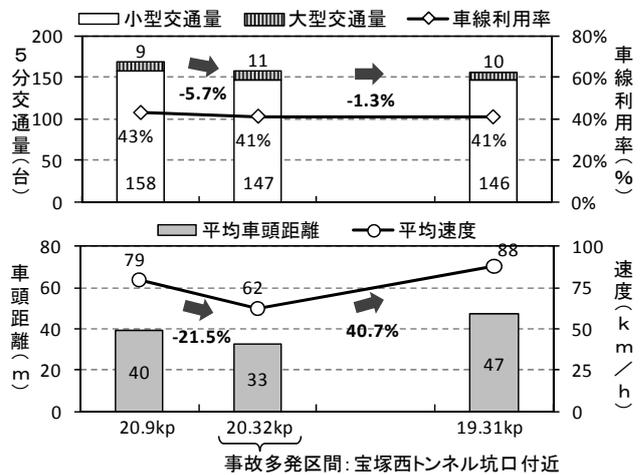


図-4 事故発生時の渋滞状況の判定結果の比較

b) 事故発生前後の交通流の変動分析

上記の渋滞状況の判定から、他の事故に比べて圧倒的に多いことが明らかとなった宝塚西トンネル坑口付近での「渋滞最後尾の事故」に着目し、事故発生前後の交通流を分析した。その結果を図-5に示す。



本区間では全事故の97%が追越車線で発生していたため、これらのグラフは追越車線の結果だけを示している。

図-5 宝塚西トンネル坑口付近での渋滞最後尾への事故発生前後の追越車線の交通流変動

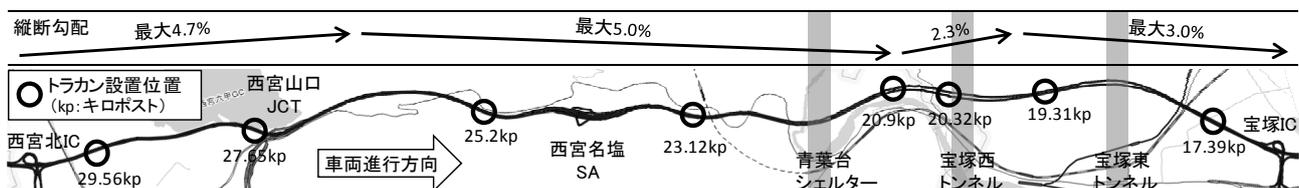


図-3 ケーススタディ区間の縦断勾配及びトラカン設置位置

分析の結果、事故調書だけではわからなかった、事故発生要因としての以下の交通状況を推察することができる。

- ・渋滞発生直前には全車線交通量の約4割が追越車線に集中し、非常に密な交通流が形成されている
- ・上流部からトンネル坑口にかけて速度が急激に低下していることから、トンネル坑内で発生した速度低下のショックウェーブが急速にトンネル坑口まで伝播している
- ・このショックウェーブの認知及び対応の遅れが、トンネル坑口付近での追突事故の直接の要因となっている
- ・なお、上記の認知遅れの原因の1つとして、特に昼間はトンネル手前と内部との明暗差による前方の視認性の悪さが考えられる
- ・また、追越車線の交通量が上流から下流にかけて減少傾向にあることから、上記のショックウェーブを避けるため、追越車線から走行車線への車線変更が誘発されている状況も推察される

4. まとめ

(1) 提案した分析方法の成果

本稿では、事故発生時の渋滞状況及び交通流の変動を明らかにする、速度変動図を用いた渋滞関連事故の分析方法を提案した。

この方法を用いることで、個々の事故発生時の渋滞状況を的確に判定できるとともに、事故の要因となる交通流（交通量、速度等）の変動を客観的データから分析、把握することができる。これによって、渋滞多発区間において、具体的な事故の要因を追究することができ、要因に対応したより効果的で効率的な対策工の立案を進めることが期待できる。

(2) 今後の課題

一方、提案した方法には幾つかの課題も残されており、今後は以下の改善を進めていく必要がある。

- ・トラカンデータは5分間集計値のため、事故発生時刻と交通流データには、最大5分の誤差がある
1分間データあるいはパルスデータの収集、分析方法の検討を進める

- ・NEXCO西日本管内では、トラカンの設置位置が約2kmピッチなので、事故発生地点と交通流データには、最大約1kmの誤差がある
→まずは、トラカンの勢力範囲を現地状況等を踏まえて的確に設定し、誤差を最小化する。その上で、より細かなピッチでの交通流の計測が必要と判断された場合は、簡易トラカン等の新たな交通流計測機器の設置によるデータの補足を検討する
- ・速度変動を表現したマトリクス上に、事故発生地点を打点するための事故発生時刻及び地点のデータは、事故調書の記載内容をそのまま採用していることから、客観的な信頼性の向上が望まれる
→個人の認識や記憶の誤差範囲を予め定めた上で、事故発生時刻及び地点前後のトラカンデータを分析し、実際の事故発生時刻及び地点を逆推定する方法を検討する。さらに、この方法の開発を進め、将来的には、トラカンデータの解析から事故の発生をリアルタイムで自動検知する技術につなげることが期待される

参考文献

- 1) 交通工学研究会：交通工学ハンドブック 2008
- 2) 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，高速道路と自動車，Vol.47 No.5，pp.41-45，2004.
- 3) 前田剛，割田博，岡田知朗，菊池春海：首都高速道路における速度・密度に着目した事故発生状況分析，第28回交通工学研究発表会論文報告集，pp.81-84，2008.
- 4) 萩田賢司，大賀涼，秋葉教充：交通事故映像・原票統合システムの構築と映像解析プログラムの開発，第30回交通工学研究発表会論文集，pp.121-124，2010.
- 5) 伊藤克広，中洲啓太，金子正洋：映像記録型ドライブレコーダーにより収集したヒヤリハット事象の分析，第30回交通工学研究発表会論文集，pp.117-120，2010.
- 6) 椿原拓己，千田哲哉，三浦哲也：VICS データを用いた事故渋滞の分析，第42回土木計画学研究・講演集，CD-ROM，2010.
- 7) 佐藤久長，田中真一郎，森北一光：東名岡崎地区における交通状態別事故発生状況分析，第30回交通工学研究発表会論文集，pp.65-68，2010.

(2011.?.?受付)

ANALYSIS METHOD OF THE RELATIONSHIP BETWEEN TRAFFIC ACCIDENT AND CONGESTION BY SPEED PROFILE ON TIME-SPACE DIMENSION

Hideo SAWADA, Yuji OKUNO, Sihyoung AN, Hajime YAMAGISHI
and Takashi TERANAKA

Understanding the relationship between traffic accidents and congestion is essential to reduce congestion-related traffic accidents. The conventional analysis was based on accident survey sheets consisting of vague testimony. Therefore, it was difficult to clarify the congestion situation at the time when accident occurred. We propose a new analysis method that can clarify the relationship between an accident and congestion by speed profile on time-space dimension, using accident survey sheets and traffic detector data. In this study, we outline the analysis method, apply it to a specific accident-prone section, and evaluate it.