

錯綜事象に着目した事故多発地点の診断に関する実証的研究*

An Empirical Study on the Diagnosis of Black Spots using Conflict Technique *

花井正直** 大蔵泉*** 中村文彦**** 矢部努*****

By Masanao HANAI**, Izumi OKURA***, Fumihiko NAKAMURA****, Tsutomu YABE*****

1. はじめに

従来から、事故危険性を評価する方法としては過去の事故データを収集、整理して分析を行うことが最も一般的だが、事故はそれ自体稀な現象であり、しかもランダムに発生するという特徴から、統計的に意味のあるデータを収集するためにはかなりの多大な時間を要する。さらに、交通量が経年的に変化したり、道路構造が変化するなどの道路交通環境の変動が著しい状況では調査地点の事故発生要因が調査期間中一定であるという保証はない。

そのような背景の下に検討されてきたのが錯綜手法であり、事故と高い相関が見られる交通現象を見つけ出し、これら現象を事故の代替指標として事故の危険性を評価するものである。本研究ではこの錯綜が事故の代替指標としてどのようなケース、事故形態のときに適応でき、その適用限界がどこにあるのかを実際に事故診断に用いることによって実証的に示すことを目的とする。

2. 過去の研究と本研究の位置付け

現在、錯綜に関する研究は特定の事故形態と特定の錯綜と関連の可能性を示す研究や、ビデオ解析システムの発達に伴う、客観的な指標の提案および検討、車線変更挙動のモデル化等が行われている。

事故と錯綜の関連を示す研究では元田¹⁾²⁾がカ

ーブ区間および二輪車の事故に関わる錯綜を示しているほか、錯綜を用いて道路区間の安全性に評価を行っている。客観的指標の提案および検討に関する研究では飯田³⁾らが PICUD という新たな指標を用い、車線変更のモデルを示している。また、若林⁴⁾⁵⁾らは従来から提案されている指標の評価および PTTC という新しい指標の提案を行っている。

本研究はこれら既存の研究を踏まえ、実際に首都高速道路合流部を対象として事故対策プロセスに従い事故要因の検討を行うと共に、事故と錯綜の因果関係を実証的に整理し、実務場面での位置づけおよび適用限界を明確に示すものである。

3. 分析対象地点および使用データ

(1) 分析対象地点

分析対象地点は首都高速道路合流部であり、使用するデータは車両感知機データ、画像データ、事故データである。また、本研究では車両感知機データと画像データが互いにリンクしている必要があるため、地点の抽出は事故多発地点であると同時にビデオ撮影の可能な地点とした。ビデオ撮影は合流部直近の建物もしくは橋上から撮影可能な地点、あるいは ITV カメラが設置してあり、その画角が適当な地点にて行った。ビデオ撮影が可能かつ合流部である地点をピックアップしたものが表 1 である。

また、本研究では右側からの合流と左側からの合流とでは、本線車両に与える影響が異なると考え、左側合流、右側合流両地点を抽出している。

左側合流；三宅坂 JCT、竹橋 JCT、神田橋ランプ
右側合流；幡ヶ谷、三軒茶屋、池尻（すべてランプ合流部）

本稿では、左側合流でかつ JCT 合流部（2 車線同士の合流）であることから、三宅坂、竹橋の 2 地点

キーワード：交通安全、錯綜分析

** 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)

をピックアップし、詳細に分析を行う。

表 - 1 調査地点一覧

路線	地点名	合流	交通量 ¹ (台/日)	事故件数 ² (件/年)	事故率 (件/億台)
4号新宿線	三宅坂JCT	左	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	右	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⁶⁾

(2) 使用データ

事故データ；H12年度(物損事故も含む)発生日時、事故形態、方向、kp等が記載。

車両感知器データ；各6地点、撮影日における24時間車線別パルスデータで合流部前後の各2断面(三宅坂、竹橋は3断面)において取得画像データ；神田橋では建物屋上より撮影、その他5地点はITVの映像を録画し取得。録画時間は各日、9:30~17:30(8時間)の計48時間。

4. 錯綜の定義

本研究では錯綜以下の5種類定義した。各々定義した錯綜に条件を付し、更に危険な錯綜を抽出することを可能なものとした(条件付錯綜)。しかし、この条件付錯綜は一般的な錯綜より発生頻度が低く、正しく分析できない懸念もある。そのため、本研究では条件の無い錯綜と条件付錯綜の2通りを使用して分析を行っている。具体的な定義とそれぞれの条件は以下の通りである。

(1) ブレーキに関する錯綜

合流車に対する合流車のブレーキ
合流車に対する本線車のブレーキ
本線車に対する合流車のブレーキ

また、合流車が車群の状態をなしているときは後方へ向けて回避行動が波及することがあるため、本研究ではこの波及した台数が2台を超えたものを条件付の錯綜として定義した。

(2) ブレーキ以外の錯綜

車線変更

本研究では特に合流部内で起きるものを「車線変更」、合流部手前にて起きるものを「先行避走」とし、2通りで集計を行っている。また、更に危険度の高

い現象として、a)ブレーキを伴ったもの、b)合流部内での左への変更、c)車線変更をした結果、後続車が回避行動を取ったものという3点を条件とし、これらの内、どれか1つにでも当てはまったものを条件付の錯綜とした。

並走

そのまま合流すると本線走行車もしくは側壁に衝突する危険性があると考え、錯綜として定義した。並走した上に回避行動(ブレーキ)を取ったもの、ブレーキに関する錯綜と同様に後続車に影響を与えたものを条件として設定し、これらの内どちらかを満たしたものを条件付錯綜とした。

5. 事故と錯綜との相関に関する分析

(1) データ作成

データの作成は以下のように行った。

形態別の事故数を2時間単位で集計し、その時間の平均交通量から5分あたりの交通量を算出。その5分あたりの交通量と同等の交通量を有する5分間を撮影当日の車両感知器データより抽出し、その5分間の錯綜を集計する。

とをリンクさせ、2時間単位の事故と錯綜が1対1となるようなデータを作成する。

分析は、各事故に関するデータと錯綜に関するデータとの間で相関係数を求め、相関の高かったものを抽出し、上記した3種の結果から求めた相関関係を仮説と照らし合わせ、様々な面から考察する。

(2) 仮説の設定

仮説としては以下の5つを設定した。

- ・ 錯綜の観測は合流部直近にて行われている為、500m区間の事故集計よりも200m事故集計の方が事故との相関が高い。(仮説1)
- ・ 条件付錯綜の方がより危険性の高い状態であると考えられる為、条件の無い錯綜よりも事故との相関が高い。(仮説2)
- ・ 車両接触事故は車線変更に関する錯綜もしくは、本線車と合流車が関わるブレーキに関する錯綜との相関が高い。(仮説3)
- ・ 施設接触事故は並走との相関が高い。(仮説4)
- ・ 追突事故は各ブレーキに関する錯綜と相関が高い(仮説5)

(2) 分析結果および考察

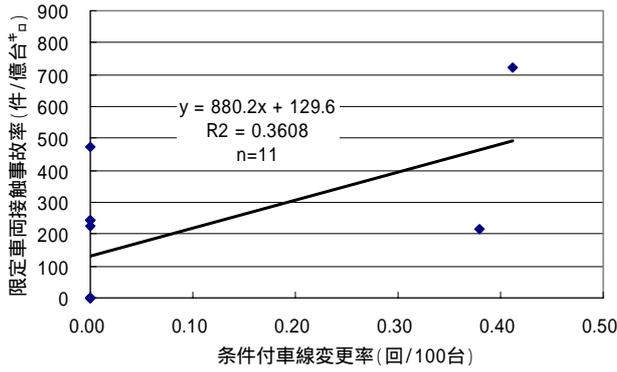


図 - 1 車両接触事故率と条件付車線変更率
(三宅坂 JCT)

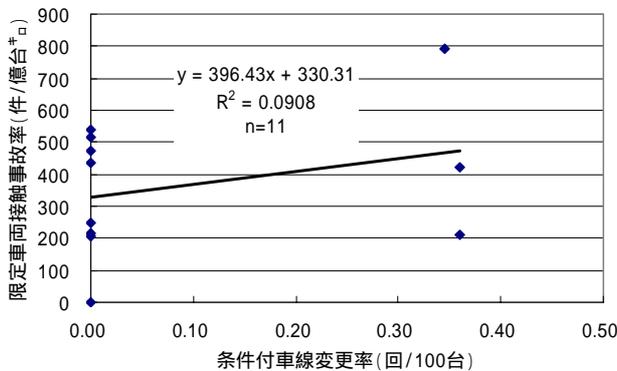


図 - 2 車両接触事故率と条件付車線変更率
(竹橋 JCT)

図 - 1 及び 3 は各々の地点で同じ事故と錯綜の組み合わせの相関関係を独立に求めたものである。三宅坂 JCT では 90% の水準で有意となり、事故と錯綜との相関関係が推察できるが、竹橋 JCT では有意になっていない。これはサンプル数が 11 と少なかったためだと考えられる。これら 2 地点は同じ JCT 合流部であり、左側で合流する地点であるため、2 地点間の条件に差がないものとみなし、データを統合して今後の分析を進めることとする。

表 - 2 相対的に相関の高かった事故と錯綜の組合せ

仮説	目的変数 (Y)	説明変数 (X)	相関係数 (r)
2	施設接触事故率	条件付先行避走率	0.29
3	車両接触事故率	合流車に対する本線車ブレーキ率	0.40*
2,3	車両接触事故率	条件付車線変更率	0.40*
5	追突事故率	本線車に対する合流車ブレーキ率	0.26
1,4	限定施設接触事故率	並走率	0.24
1,3	限定車両接触事故率	合流車に対する本線車ブレーキ率	0.49**
1,2,3	限定車両接触事故率	条件付車線変更率	0.45**
1	限定追突事故率	本線車に対する合流車ブレーキ率	0.36

* 10% の水準で有意なもの

** 5% の水準で有意なもの(図 - 3、図 - 4)

N=22

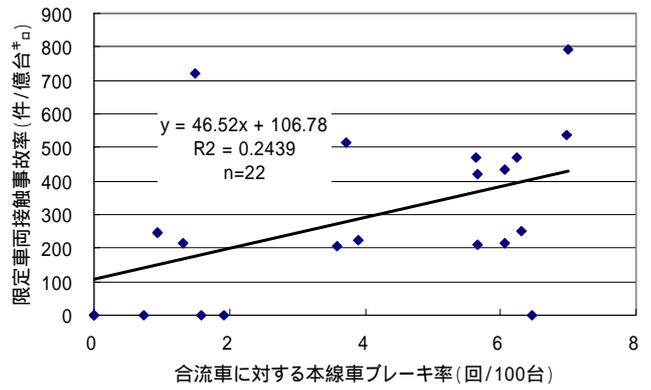


図 - 3 車両接触事故率と合流車に対する直進車ブレーキ

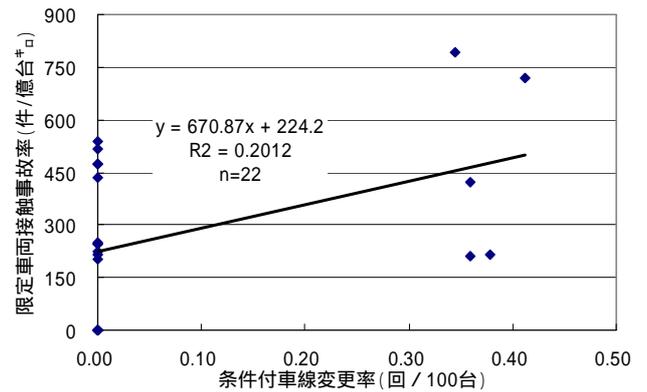


図 - 4 車両接触事故率と条件付車線変更率

表 - 2 は 2 地点のデータを統合し、相関係数を求めた上で、各事故形態に対し最も高い値を示した錯綜現象を抽出したものである。また、その中でも 5% の水準で有意な結果を示したものが図 - 1、図 - 2、である。仮説の検証もこの統合したデータで行う。

表 2 より、仮説 1 のとおり、200m 限定した事故のほうが全体的に高い相関を示した。やはり、500m の区間で集計しても実際に発生している事故は合流部近辺に集中しており、また、錯綜の観測も合流部直近で行っているため、妥当な結果であろう。また、実際に画像で認識できる範囲もこの程度の距離である為、それに合わせた区間の設定が必要であるといえる。仮説の 2 に関しては条件の設定にも幾つかのパターンがあり、その設定の正しさにより結果が異なっているようである。今回の場合、車線変更に関しては条件付の方が有効な結果を示したが、他の錯綜に関しては条件を再検討する余地がある。仮説 3~5 に関しては仮説 3 以外、良い結果を示していない。これら 3~5 の仮説は地点によって特性があるとも考えられる為、今後は各地点における条件面も含め、詳細な考察を行っていく必要がある。

まず相関の高かった事象について考察する。

限定車両接触事故率と合流車に対する本線車ブレーキ率 (図 - 3)

基本的に合流部では本線車両が優先となっており、本線車が合流部においてブレーキをかけることは少ない。だが、逆にいえば本線車がブレーキを踏むということはそれだけ危険性の高まっている状態を指し、車両接触事故との相関に結びついたものと考えられる。条件付の錯綜に関してよい結果が出なかったのは、ブレーキに関する錯綜の条件が後続車への影響、すなわち追突事故に対してのものだったからだと予測される。

限定車両接触事故率と条件付車線変更率 (図 - 4)

車線変更は車両接触事故と直接的に関わっていると考えられる為、より強い相関関係を期待したが、思ったほどの関係は出なかったようである。また、観測している印象として、三宅坂 JCT にて起こる現象と竹橋 JCT にて起こる現象に多少の違いが見られた為かもしれない。三宅坂では本線に合流した車両がそのまま車線変更を行うケースが多かったが、他方竹橋ではそのような現象はほとんど見られず、絶対数も三宅坂のほうが圧倒的に多い。このような違いが相関係数を低く抑えた原因であろう。

6. 分析結果のまとめと今後の課題

上記のように検討を行ってきたわけだが、今後考えていかなければならない問題をいくつか列挙する。

今まではある特定の事故多発地点を抽出し、そこでの錯綜と事故との相関関係をもって様々な検討を行ってきた。本研究でも同様のプロセスを踏み、分析を行った。最終的には違う地点を統合して相関係数を求めたが、各地点における各種条件と錯綜との関連性は否定できるものではない。今後、錯綜と事故との相関を論じる場合、各地点の交通量もしくは車群形成状況、道路線形といった要因を考慮し検討しなければならない。錯綜事象の発生は、交通状況および車群形成状況、テーパ長、曲率、勾配といった道路線形条件によりそれぞれ異なるものと考えられる。本稿では2地点のみの結果であるため、これ以上の踏み込んだ議論をすることはできないが、今後検討の余地がある。

また、そのことは、同じ形態の事故に対しても地点の違いによって検討すべき錯綜が異なってくるということである。本研究においても2地点のデータを統合して事故と錯綜との相関関係を検討したが、今後はデータを統合することの妥当性についても検討が必要と考えられる。

また、本稿にて得られた結果をまとめると以下のようになる。

- ・ 錯綜を用い、分析を行う際には500mと区間を決め付けるのではなく撮影箇所に応じた区間で事故を集計し分析に用いる方が、事故と錯綜が強い相関を示し、関連の深い現象を抽出しやすい。
- ・ 錯綜は地点による条件の違いにより、大きく異なる可能性がある。

今後は残り4地点の分析も含め、相関の高かった個々の錯綜現象と事故との関連をさらに考察すること、有効な錯綜現象の抽出、上記した条件面に関する検討を行い、取りまとめてゆく必要がある。

謝辞

データ収集に当たり、非常に多忙な中ご協力いただ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。

参考文献

- 1) 元田良孝; 錯綜手法に関する研究の概観、交通工学、Vol.27, No.2, pp.35-45, 1992.
- 2) 元田良孝; 錯綜手法に関する一考察、高速道路と自動車、第35巻、第2号、pp.19-23、1992.
- 3) 飯田恭敬、宇野伸宏、井坪慎二、菅沼真澄; 織込部におけるコンフリクト分析と車線変更のモデル化、土木計画学研究・講演集 No24(1), pp.305-308, 2001.
- 4) 若林拓史、高橋吉彦、新美栄浩; 交通流ビデオシステムを用いた交通コンフリクト分析と新しい危険度評価指標の開発、土木計画学研究・講演集、2002.
- 5) 若林拓史、小島紀之、大石理; 交通流ビデオ解析システムの開発と交通コンフリクト解析への適用、土木計画学研究・論文集、Vol.19, pp.765-775、2002.
- 6) 社団法人交通工学研究会; 首都高速道路における交通安全対策の調査研究報告書、2000、1999、1998.