

車載カメラ情報を含むプローブデータを活用した交通安全 対策に係る交通流制御効果の検証

阪神高速技研(株)技術部技術課	西 剛広
阪神高速道路(株)保全交通部システム技術課	宇野 巧
阪神高速道路(株)保全交通部交通企画課	玉田 和也
阪神高速技研(株)技術部技術課	劉 氷

要 旨

阪神高速道路は「安全」「安心」「快適」を実現する取り組みの一つとして、交通安全対策に取り組んできた。なかでもカーブ区間における施設接触事故に対しては、効果的な対策の実施及び対策効果の持続に向けた取り組みを行い、大幅な事故削減を維持している。

その一方で、車両接触及び追突事故の事故削減については課題として残されており、事故原因の究明とこれに対応した安全対策の立案・実施が必要である。

本稿は、車両接触及び追突事故について、事故原因分析、対策の立案、ならびに効果検証の事例を記したものである。具体的には、事故発生状況及び交通状況等を重ね合わせた事故原因分析より事故原因を推察し、これに対応する安全対策として、路面表示による交通流制御を採用し、対策前後の事故発生状況から事故削減効果を確認した。

さらに、路面表示がどのように交通流に影響したかを、商用車プローブデータを用いて検証した。

キーワード: 阪神高速道路, 追突事故, 交通安全対策, 交通流制御, プローブデータ, 車載器カメラ情報

はじめに

阪神高速道路は「安全」「安心」「快適」を実現する取り組みの一つとして、交通安全対策に取り組んできており、これまでに事故削減に関する成果を上げてきた。

その一方で、車両接触及び追突事故の事故削減については課題として残されており、事故原因の究明とこれに対応した安全対策の立案・実施が急務となっている。¹⁾

本稿は、車両接触及び追突事故が比較的多い、3号神戸線 摩耶出口付近（以下、摩耶出口付近）を対象とした、事故原因分析、安全対策の立案、ならびに効果検証事例を記している。

ここで採用した安全対策は、事故多発区間の事故原因を抑制するために、事故多発区間の上流側に設置した路面表示で交通流を制御しようとするものである。

1. 摩耶出口付近の交通安全対策

摩耶出口は、一般道路接続部における信号の影響等による出口渋滞により、渋滞末尾が本線まで延伸しやすい。この出口渋滞が本線まで延伸することによる、本線の車両挙動の乱れが、摩耶出口直前の本線における、車両接触及び追突事故を引き起こしているものと推察した。

当該区間の抜本的な対策は、摩耶出口渋滞の解消であるが、既に交差点の改良が実施されており、これ以上の改良は困難な状況にあった。

したがって、当該区間の安全対策には、この状況を踏まえ、出口渋滞が発生する状況下で、本線上の事故を削減できる対策が求められた。(図-1)

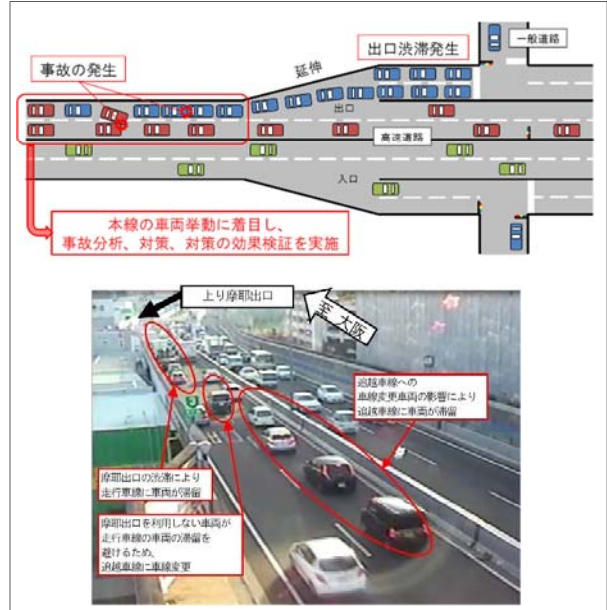


図-1 摩耶出口付近の交通状況

1-1 摩耶出口付近の事故原因

摩耶出口における平成26～27年度における事故発生状況を図-2に示す。摩耶出口直前で第1車線（以下、左車線）から第2車線（以下、右車線）への車両接触事故が多発しており、その上流の右車線で追突事故が多発している。

摩耶出口直前の車両接触事故（図-2の①）については、摩耶出口渋滞を嫌った車線変更に伴うものと考えられる。

その上流側で発生する追突事故（図-2の②）については、摩耶出口渋滞を嫌い左車線から右車線へ車線変更した車両と右車線を走行する後続車両との追突事故、または前述した車線変更に伴う急

減速が伝搬し、これに対応できない右車線を走行する後続車両の追突事故と考えられる。

また、摩耶出口流出台数が8,200台/日（平成27年度平日平均）であるのに対し、左車線の走行台数が19,700台/日（平成27年度平日平均）となっており、摩耶出口流出に関係のない車両が左車線を走行していることも把握された。

さらに、摩耶出口付近では車線間の速度差もあり、車線変更するには危険な交通状況であることも確認された。（図-2の③）

上記を踏まえ、摩耶出口付近の本線部における事故の主たる原因は、摩耶出口渋滞を嫌った、左車線から右車線への車線変更にあると推察した。

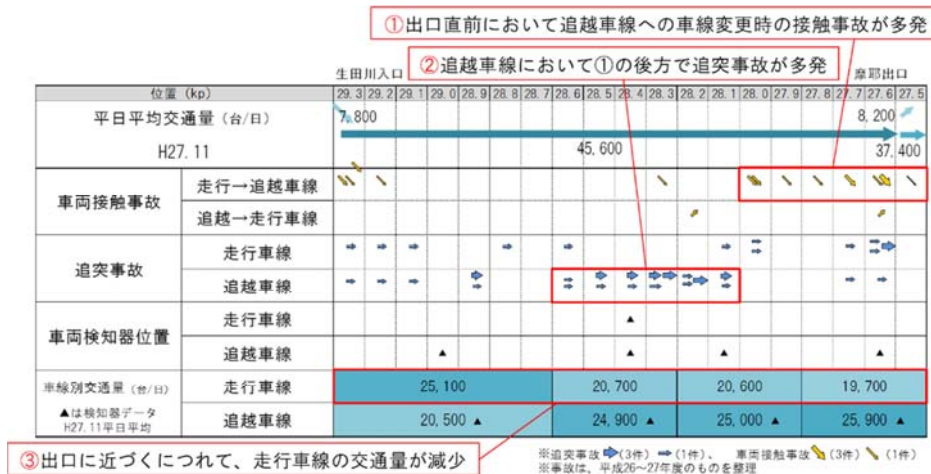


図-2 摩耶出口付近の事故発生状況

1-2 摩耶出口付近における安全対策の立案²⁾

推察した事故原因及び本区間の交通状況を踏まえ、現在の車線変更位置を上流側へ促すことで、摩耶出口付近の車線変更を抑制することにより、事故の削減を図る考えのもと対策を検討した。

車線変更位置を上流へ促す手段として、路面表示の増設を採用した。なお、増設位置は急なカーブ区間でないこと、事故多発地点でないことに留意した。そのうえで、摩耶出口直前より上流側である29.1、30.3kp付近には、摩耶出口が左側にある旨の路面表示「摩耶」を左車線に、右車線には直進を意図した路面表示「本線」を設置した。

また、一つ手前の生田川出口よりもさらに手前の30.3kp付近においては、左車線に「摩耶」に加えて「生田川」を併せて設置しており、生田川出口直前となる29.7kpにおいては、生田川出口を確実に案内するため、路面表示「生田川」のみを設置した。(図-3)

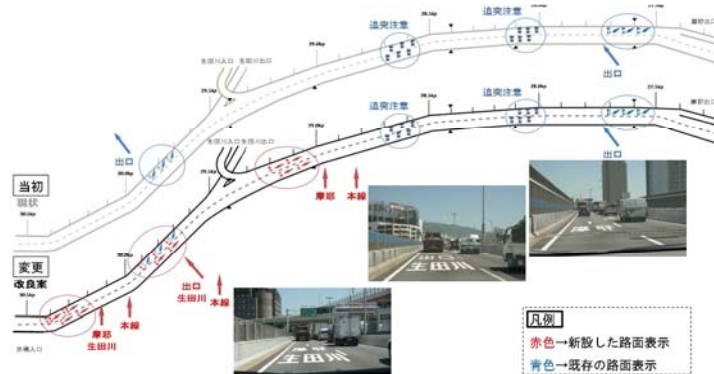


図-3 摩耶出口付近の安全対策

1-3 摩耶出口付近における対策効果の検証

本対策の評価を行うべく、対策後を平成29年5月～平成30年2月、対策前を平成28年5月～平成29年2月として、摩耶出口付近の事故発生状況及び交通状況を整理した。(図-4)

対策後の事故件数は、摩耶出口直前の区間(28.4～27.0kp)で対策前比14件減少、車線変更を促した区間(30.5～28.5kp)で1件減少した。

また、右車線の交通量分担率を、車線変更を促した区間とそうでない区間で比較すると前者で増加量が多いことがわかり、対策により車線変更が促進されたことが一因と考えられる。

これらは、対策によって、摩耶出口直前での左車線から右車線への車線変更が減少した可能性を示唆するものと考えられる。

なお、車線変更を促した区間の事故は対策後も増加していない。よって、対策による悪影響はなかったと推定される。

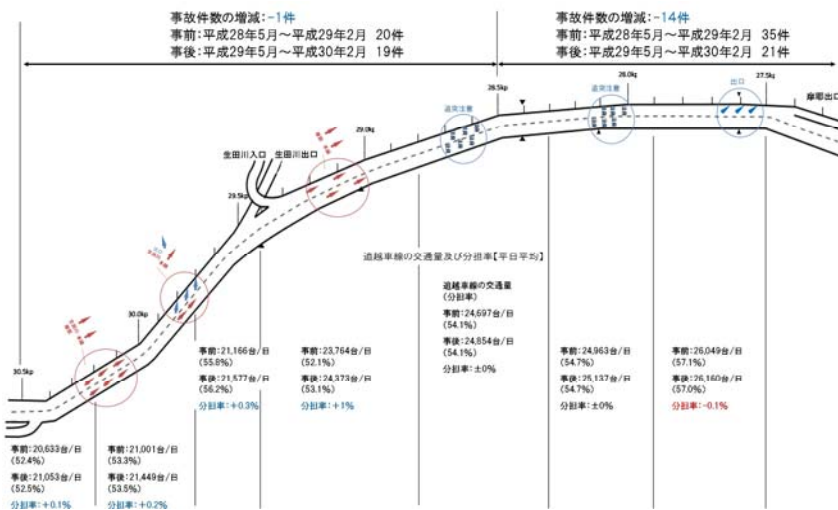


図-4 摩耶出口付近の事故発生状況の推移

2. 交通安全対策の交通流制御効果

摩耶出口付近で多発する車両接触及び追突事故は、本線上まで延伸した摩耶出口渋滞を嫌った摩耶出口付近の左車線から右車線への車線変更が原因であった。

これに対して、摩耶出口付近の車線変更を上流側で促すため、摩耶出口よりも上流側の区間に右車線へ車線変更を促す路面表示を設置し、摩耶出口付近での車線変更及び事故を抑制する対策を実施した。

結果、摩耶出口付近における事故削減及び摩耶出口より上流側における右車線の分担率の向上より、対策による事故削減効果及び交通流制御効果を確認した。

本対策を追突事故や車両接触事故が多発する他の区間への対策として適用するため、設置した路面表示それぞれが、どのように交通流を制御したのかを詳細に分析した。

具体的には、プローブデータより得られる個別車両の車線変更位置と安全対策実施位置を重ね合わせ、対策が車両挙動に与えた影響を把握する手法を採用した。

なお、データは株式会社富士通交通・道路データサービスが収集した商用車プローブデータを用いた。

2-1 商用車プローブデータ

本分析で用いた商用車プローブデータは、株式会社トランスロンの製品であるデジタルタコグラフ（DTS-D1）を搭載した商用車から1秒毎に収集されたデータで、一般的なプローブデータに含まれる日時、緯度、経度、速度といった車両の移動軌跡を示す情報に加えて、加速度センサーから取得した左右・前後・上下の加速度も収集できる。

さらに今回は、阪神高速道路と富士通交通・道路データサービスが実施していた共同研究に特化した仕様として、車載器カメラの画像から算出した白線検知（左右の白線までの距離）、前方車両との車間距離やウィンカー情報などを追加収集し

ている。

前後加速度データは急ブレーキを、左右加速度データは急カーブや急ハンドルを、白線検知データは車線変更の検知をそれぞれ検知しているものと言えることからその分析に活用が可能である。本分析では、白線検知データを基に車線変更を行った地点を特定し、路面表示設置位置との関係を整理した。

表-1 白線検知データの例

時間経過	右車線変更		左車線変更		右はみ出し		ロスト	
	左	右	左	右	左	右	左	右
1秒	83	31	46	66	92	36	54	43
2秒	94	24	5	107	136	16	14	80
3秒	141	-1	-57	169	117	-5	-31	137
4秒	160	-48	187	-75	119	-7	-95	187
5秒	-104	216	102	-23	124	-12	-74	166
6秒	-28	140	72	28	114	-2		
7秒	26	79	48	64	110	2		
8秒	76	46	36	76	102	10		

プローブデータの取得期間と効果検証期間を以下に示す。

表-2 プローブデータ取得期間

年月	車両数	摩耶出口付近
2016 11	334台	○
2016 12		○
2017 01		○
2017 02		○
2017 03		○
2017 04		○
2017 05		○
2017 06	○	
2017 07	○	
2017 08	334台	○
2017 09	内、129台は継続	
2017 10		

【摩耶出口付近】

検証項目

- ・路面表示等による交通流制御効果

対策完了：平成29年5月7日

検証期間：平成29年1月～8月

うち、対策前：平成29年1月～4月

うち、対策後：平成29年5月～8月

(5月1～7日は除外)

2-1 路面表示の交通流制御効果

摩耶出口付近における対策前後の車線変更状況から、路面表示による交通流制御効果を検証した。

摩耶出口付近における安全対策の位置と対策前後の車線変更状況を図-5に示す。

なお、本対策は、摩耶出口よりも上流側で車線変更を促す「摩耶」「本線」の路面表示を①、②、③に設置している。

(1) 交通流制御効果（左車線への車線変更）

対策前、左車線への車線変更は、30.2、29.8、28.5、28.0、27.5kpで多い傾向にあった。

対策後、左車線への車線変更は、路面表示を設置した①の区間では増加傾向にあり、その下流である生田川出口手前では減少傾向となった。②の区間では、路面表示を設置した29.7kpから29.3kpまで車線変更が増加傾向となった。③の区間においても、路面表示を設置した29.1kpから28.6kpまで車線変更が増加傾向となった。

(2) 交通流制御効果（右車線への車線変更）

対策前、右車線への車線変更は、29.8、29.0、28.8、28.1、27.7kpで多い傾向にあった。

対策後、右車線への車線変更は、路面表示を設置した①の区間では増加傾向にあり、その下流で

ある生田川出口手前で減少傾向となった。②の区間では、路面表示を設置した位置よりも下流の29.5kpから29.4kpまで車線変更が増加傾向となった。③の区間では、車線変更の傾向に違いは見られない。

また、28.0～27.5kpの摩耶出口手前では車線変更が減少傾向となった。

(3) 交通流制御効果

摩耶出口付近における安全対策の設置位置と対策前後における車線変更位置を重ね合わせた結果、路面表示の設置によって、車線変更位置が変動していることが傾向として把握できた。

特徴としては、いずれの路面表示においても、設置した区間または設置した区間を含んだ下流側数百mで車線変更が促進される傾向にある。

特に、路面表示①の区間における左右両方向、及び生田川入口合流後の路面表示②の区間における左車線への車線変更の増加傾向が顕著である。

ここで、路面表示①は本線上を走行してきたドライバー、路面表示②は生田川入口から流入したドライバーに対して初めての路面表示であることを考えると、ドライバーに対して初見となる路面表示でその効果が顕著であると言える。

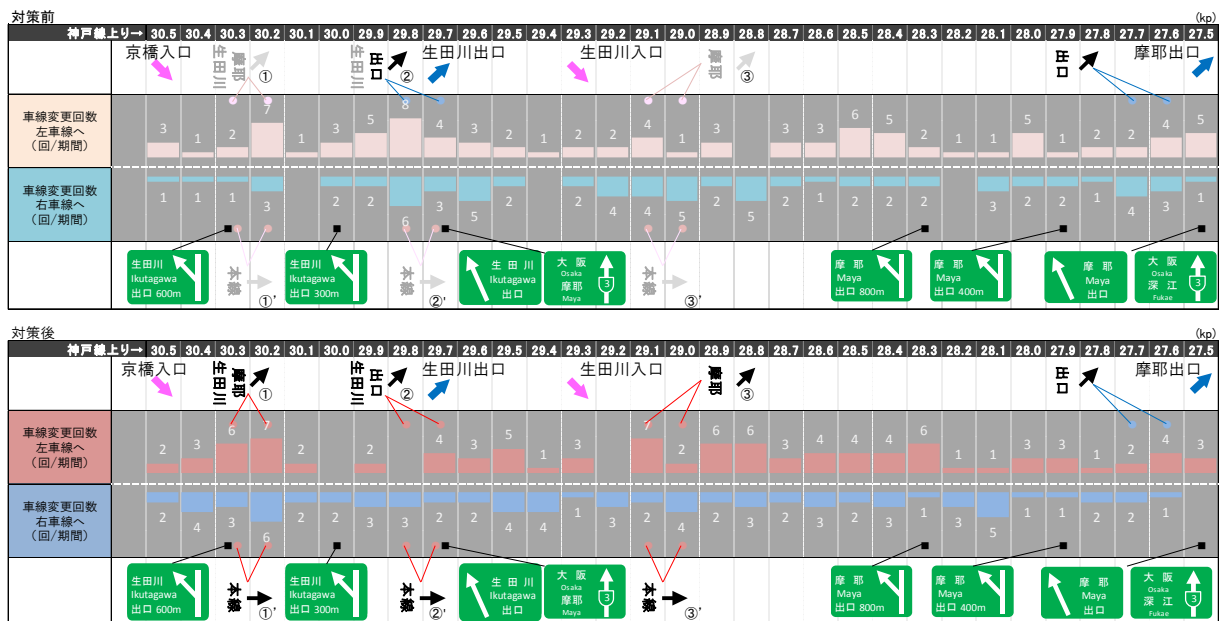


図-5 摩耶出口付近における車線変更状況【上段：対策前 下段：対策後】

3. まとめ

今回、阪神高速道路において喫緊の課題である車両接触及び追突事故について、摩耶出口付近を対象に、事故原因の分析、安全対策の立案、対策効果の検証例を紹介した。

摩耶出口付近における事故原因は、渋滞末尾を嫌い出口直前で発生する車線変更にあると推察した。対策として路面表示を用い、出口直前で発生する車線変更を上流側に分散させる対策を実施した。結果、対策による事故削減効果の可能性を確認するとともに、対策がどのように交通流に影響を与えたかを、商用車プローブデータを用いて確認した。

車両接触及び追突事故は阪神高速道路に限った課題ではないことから、本稿がこの課題解決の一助になれば幸いである。今回、商用車プローブデータを活用することで、これまで分析が困難だった車線変更状況を把握することができた。このこ

とは、このプローブデータを用いることで、あらゆる交通問題を解決できる可能性があることを示したともいえるであろう。

今後も阪神高速道路をフィールドとして得た知見を発信し、日本と世界の道路をより安全・安心・快適なものとしてできるよう貢献していきたい。

謝辞：今回貴重な商用車プローブデータを提供頂いた株式会社富士通交通・道路データサービスの皆様方、また、データの整理、分析、結果の解釈に助言を頂いた、株式会社地域未来研究所の皆様にこの場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 阪神高速道路株式会社：物阪神高速道路の交通安全対策第3次アクションプログラム、pp.3, 2017.
- 2) 今田勝昭, 石原雅晃, 井上徹, 西剛広：阪神高速道路の本線出口付近における事故分析・対策・効果検証に関する一考察, 第57回土木計画学研究発表会・講演集 42-01.

VERIFICATION OF THE EFFECT OF A TRAFFIC FLOW CONTROL SAFETY MEASURE BY USING PROBE DATA INCLUDING VEHICLE CAMERA IMAGE DATA

Takehiro NISHI, Takumi UNO, Kazuya TAMADA and Bing LIU

Hanshin Expressway has been focusing on safety measures as one of the missions of the company, and the number of accidents on the Hanshin Expressway has been steadily decreasing. However, analysis of the causes of collision and planning of their safety measures remain as issues.

This paper describes the accident cause analysis for collision, planning of the safety measure and verification of its effect. The safety measure adopted was the road markings designed to control the traffic flow. Its effect on the traffic flow was verified by using probe data.

西 剛広



阪神高速技研株式会社
技術部 技術課
Takehiro Nishi

宇野 巧



阪神高速道路株式会社
保全交通部 システム技術課
Takumi Uno

玉田 和也



阪神高速道路株式会社
保全交通部 交通企画課
Kazuya Tamada

劉 冰



阪神高速技研株式会社
技術部 技術課
Bing Liu