

阪神高速道路の車両接触・追突事故対策による 交通流制御効果

西 剛広¹・宇野 巧²・玉田 和也³・井上 徹⁴・劉 冰⁵

三浦 嘉子⁶

¹非会員 阪神高速技研株式会社 技術部技術課 (〒530-6123 大阪市北区中之島3丁目3番23号中之島ダイビル23F)
E-mail:takehiro-nishi@hanshin-tech.co.jp

²非会員 阪神高速道路株式会社 保全交通部システム技術課 (〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号)
E-mail:takumi-uno@hanshin-exp.co.jp

³正会員 阪神高速道路株式会社 保全交通部システム技術課 (〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号)
E-mail:kazuya-tamada@hanshin-exp.co.jp

⁴非会員 阪神高速技研株式会社 技術部技術課 (〒530-6123 大阪市北区中之島3丁目3番23号中之島ダイビル23F)
E-mail:toru-inoue@hanshin-tech.co.jp

⁵正会員 阪神高速技研株式会社 技術部技術課 (〒530-6123 大阪市北区中之島3丁目3番23号中之島ダイビル23F)
E-mail:hyo-ryu@hanshin-tech.co.jp

⁶正会員 株式会社富士通交通・道路データサービス (〒105-7123 東京都港区東新橋1丁目5番2号汐留シティーセンター)
E-mail:y-miura@jp.fujitsu.com

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いる。中でもカーブ区間における施設接触事故に対しては、効果的な対策実施とともに対策効果の継続に向けた取り組みを行ってきており、大幅な事故削減を継続できている。

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・実施が急務となっている。

本稿は、車両接触及び追突事故について、事故原因分析、安全対策の立案、対策効果の検証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の実施により事故原因を推察するとともに、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提案し実施された。また、安全対策実施前後の事故発生状況より、対策区間の事故削減状況を確認した。

さらに、路面表示がどのように交通流に影響したのかを、株式会社富士通交通・道路データサービスより提供頂いた商用車プローブデータを用いた交通流分析を実施し、路面表示による交通流制御効果を検証した。

Key Words: Hanshin Expressway, Vehicle to vehicle collision, Traffic safety measure, Traffic flow control, probe-based data,

1. 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いる。中でもカーブ区間における施設接触事故に対しては、効果的な対策実施とともに対策効果の継続に向けた取り組みを行ってきており、大幅な事故削減を継続できている。

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・実施が急務となっている。¹⁾

本稿は、車両接触及び追突事故について、事故原因分析、安全対策の立案、効果検証事例を記したものである。

具体的には、まず3号神戸線上り中之島西出口付近（以下、中之島西出口付近）を対象とした事故原因分析の実施により事故原因を推察した。

次に、推察した事故原因に対応する対策として、区画線の変更並びに路面表示等による交通流制御を立案した。

なお、本対策は既に現地施工がなされているため、対策実施前後の事故発生状況より、対象区間の事故削減状況を確認した。

さらに、事故が削減した路面表示等における交通流制御等について、どの対策がどの程度交通流を制御したのかを中之島西出口付近に加え、同種の安全対策を展開した、3号神戸線上り 摩耶出口付近（以下、摩耶出口付近）を対象として分析した。分析にあたっては、株式会社富士通交通・道路データサービスより提供頂いた商用車プローブデータを用いた車線変更状況と対策実施位置の関係を把握した。

2. 中之島西出口付近の車線運用

中之島西出口付近は、阿波座合流部を先頭とする自然渋滞が多発している区間（図-2）であるとともに、事故が多発している区間であった。

中之島西出口付近までは2車線区間であるが、その下流にある阿波座合流部手前では1車線に絞られている。車線数が減少する、中之島西出口・西長堀出口間で右車線を絞り左車線に合流させる運用を行っており、阿波座合流部（環状線方面）へ向かう車両は事前に左車線による傾向にあった。（図-1）

また、阿波座合流部の上流に位置する中之島西出口は、左車線から分岐する出口となっているため、中之島西出口で流出する車両についても左車線による傾向にあった。

このように、当該区間では環状線方面へ向かう車両と、中之島西出口で流出する車両の両方が左車線に集中する運用となっていた。

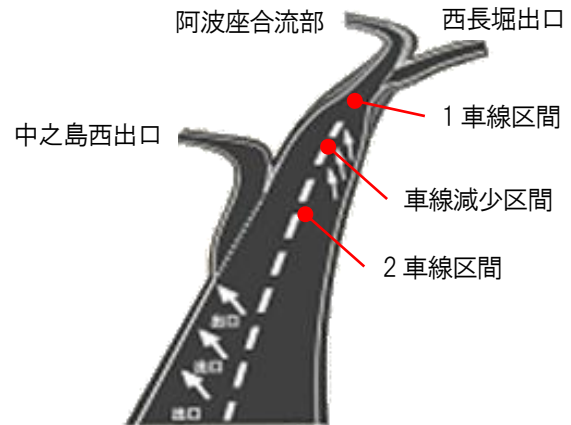


図-1 中之島西出口付近の車線運用



図-2 中之島西出口周辺の渋滞状況図（平成 27 年 11 月 平日平均）

3. 中之島西出口付近における事故原因分析及び安全対策の立案

(1) 事故原因分析

平成27年度における中之島西出口付近の事故発生状況を見ると、阿波座合流部から姫島入口手前にかけて事故が多発している。(図-3)

また、当該区間における事故発生状況について、平成26・27年度の事故詳細が把握できた事故(追突及び車両接触事故のみ)を整理したものを図-4に示す。

当該区間では、左車線において追突事故が集中している。また、左車線から右車線への車線移行に伴う事故も多く見受けられる。さらに、当該区間では死亡事故も散見されている状況にある。

さらに、当該区間では前述のとおり、左車線へ交通が集中しており、阿波座合流部先頭渋滞を助長させていることも推察される。阪神高速道路では、これまでの検討で渋滞時における事故率が非渋滞と比較して約8倍高いことを知見として得ている。

これらを勘案すると、当該区間における左車線の追突事故は、渋滞が助長されていることによるものと推察される。

また、左車線から右車線への車線移行中に伴う事故については、左車線に交通が偏っていることで、車線間に速度差が発生しており、車線移行時の事故リスクが高いことにあると推察した。

したがって、当該区間の事故原因は、左車線への交通の偏りにあると推察した。



図-3 中之島西出口周辺の事故発生状況 (平成 27 年度)

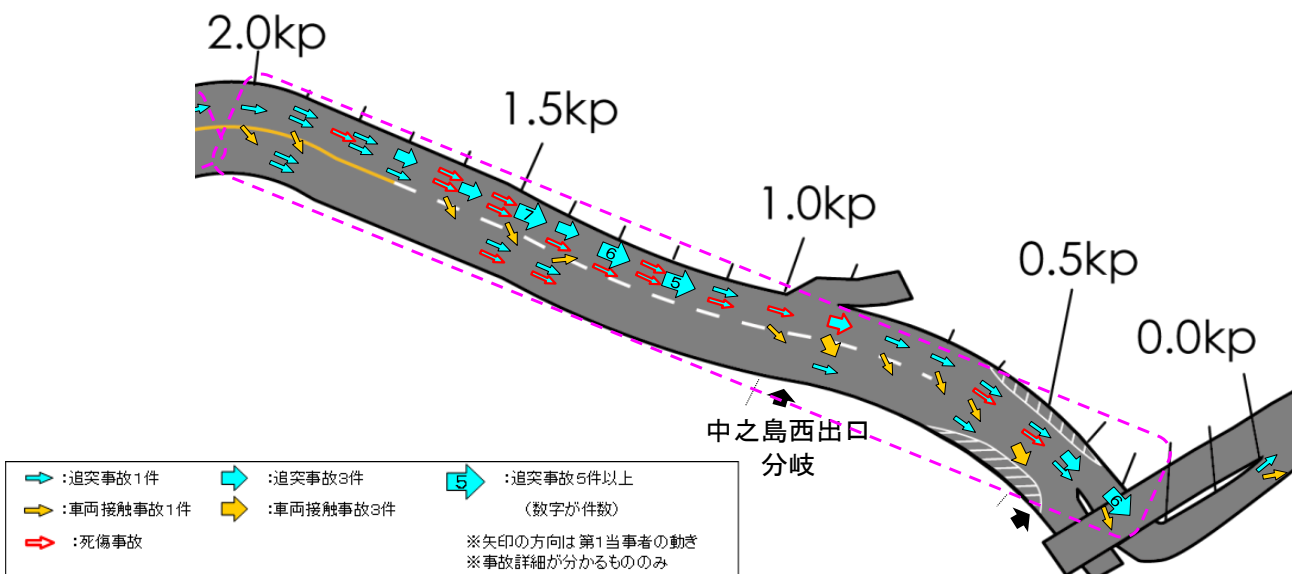


図-4 中之島西出口付近の事故発生状況 (平成 26・27 年度 追突・車両接触事故のみ)

(2) 安全対策の立案

当該区間の事故原因に対して、車線減少部の合流方法を従来の左車線に合流させる運用から、右車線に合流させる運用を立案した。(図-5)

さらに、中之島西出口手前で、車線別に路面表示による方面案内を設置し、中之島西出口流出車両と環状線

方面へ向かう車両を整流化させる対策も兼ねている。

(図-6, 図-7)

本対策により、従来左車線に集中していた車両を分散することができ、渋滞緩和並びに事故削減に寄与すると考えた。

なお、本対策は平成28年11月に現地施工が行われた。

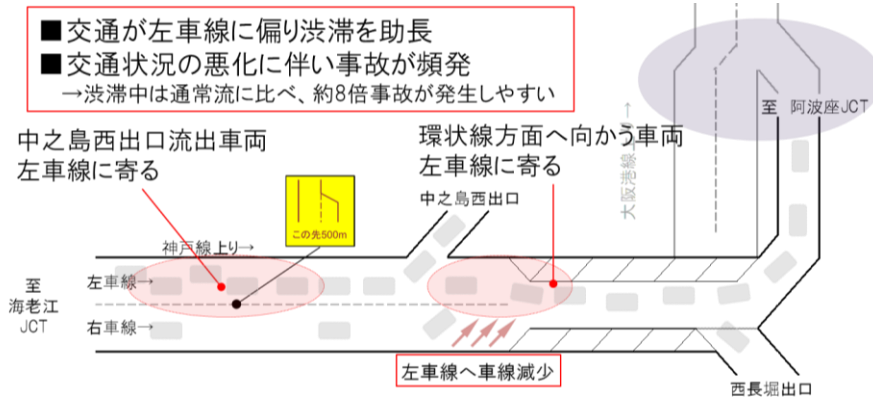


図-5 中之島西出口付近の車線運用

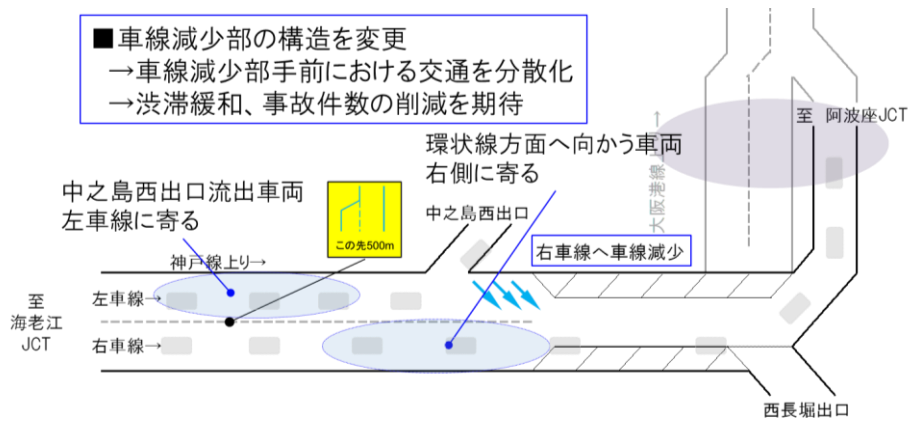


図-6 中之島西出口付近の安全対策

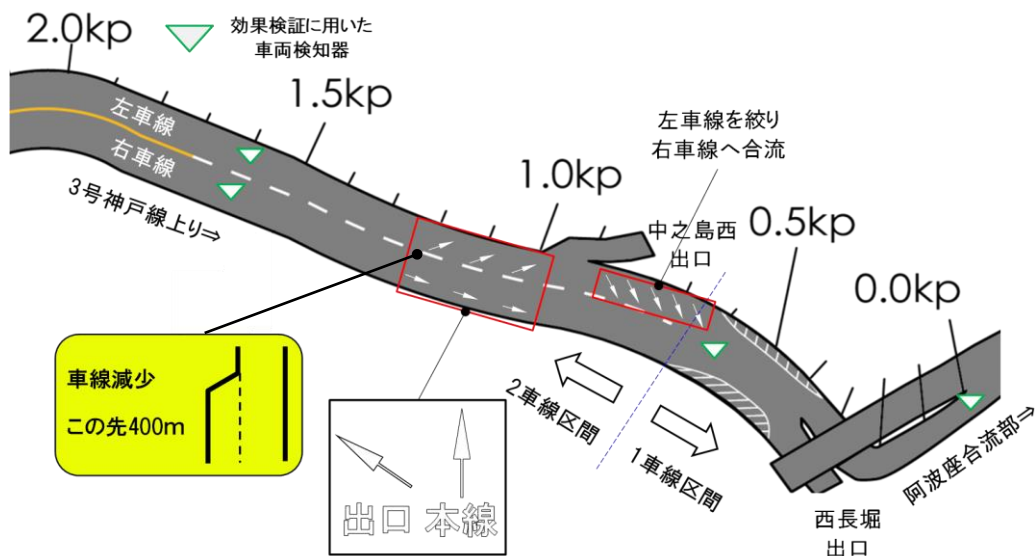


図-7 中之島西出口付近の安全対策（詳細）

4. 中之島西出口付近における対策効果の検証

実施した安全対策の効果検証を行った。効果検証にあたり、対策実施により想定される効果と検証方法を以下に整理する。

■ 渋滞緩和に関して

- ・ 右車線に環状線方面、左車線に中之島西出口へ向かう車両が分散し渋滞が緩和
→ 交通量の車線分担率より交通の分散化を評価
→ 当該区間の渋滞時間より渋滞緩和を評価

■ 事故削減に関して

- ・ 交通が分散されることで、車線間の速度差が緩和し、車線変更時の追突事故及び車両接触事故が減少
→ 当該区間の事故発生状況より事故削減を評価

なお、効果検証では分析対象期間を以下とした。

- ・ 対策前：平成 27 年 12 月～平成 28 年 2 月
- ・ 対策後：平成 28 年 12 月～平成 29 年 2 月

(1) 渋滞緩和に関する効果検証

a) 交通の分散化について

本対策により、左車線に集中していた交通が分散したのかを把握するため、対策前後における海老江出口・中之島西出口間（1.6kp）における右車線の車線分担率を整理した。（図-8）

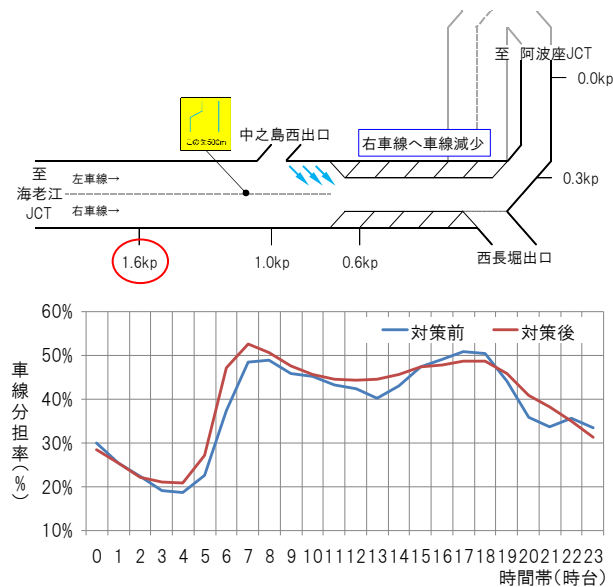


図-8 車線分担率の変化 (1.6kp, 右車線)

対策後、右車線の車線分担率が一部の時間帯を除き微増傾向を示しており、特に6時台においては車線分担率が約10%上昇している。

対策により、左車線に集中していた交通が幾分右車線へ分散されたと考えられる。

b) 渋滞緩和について

本対策により、左車線に集中していた交通の分散が確認された。これに伴って当該区間の渋滞状況がどのように変化したかを把握するため、海老江出口・阿波座合流部間（3.2～0.0kp）の渋滞時間を整理した。（図-9）

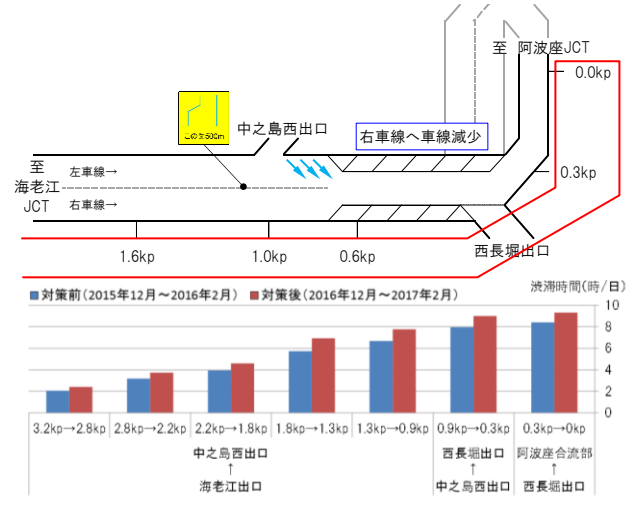


図-9 海老江出口・阿波座合流部間の渋滞時間

本対策により、中之島西出口・西長堀出口間の車線減少部における合流方法を変更しており、0.6kp～0.0kp付近の1車線区間は対策前と同じ運用である。したがって、対策により渋滞時間に変化が現れる区間は、3.2～0.6kpを含む海老江出口・西長堀出口間のみである。

しかしながら、対策後いずれの区間においても渋滞時間が増加している。

これは、阿波座合流部もしくはそれよりも下流側の渋滞状況が悪化しており、その影響が当該区間に及んでいるためと考えられる。

このように、当該区間は阿波座合流部を含む下流側の渋滞悪化による影響を受けている可能性があるため、本対策の効果を直接的に渋滞状況で評価することは困難であることが分かった。

したがって、渋滞緩和の効果検証については、交通状況（走行速度）を確認することで検証することとした。

交通状況（走行速度）による効果検証は対策前後における海老江出口・阿波座合流部間における区間速度を0.0、0.6、1.6kpのそれぞれの地点で整理した。

図-10は、各区間における速度の度数分布を、対策が打たれる前の期間（対策は平成28年11月に実施）である平成27年4～10月とその前年同期である平成27年4～10月を比較したものである。

平成28年4～10月では、いずれの地点においても、前年同期に比べ速度の度数分布が左側にシフトしていることが分かる。

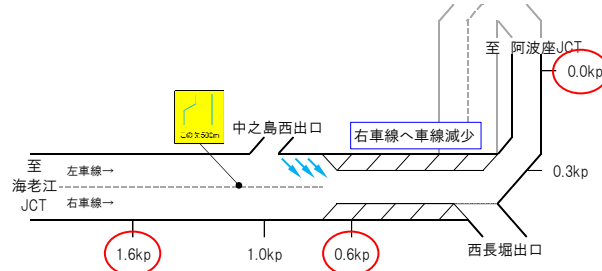
これは、阿波座合流部を含む下流側の渋滞悪化による影響を示しているものと考えられ、本対策を評価する際には、この影響を踏まえて評価を行う必要がある。

図-11は、対策前後における速度の度数分布である。

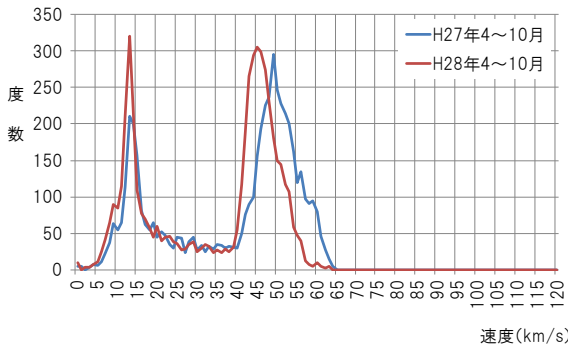
0.0kp及び0.6kpについては、対策後の分布が左側にシフトしており、阿波座合流部を含む渋滞状況の悪化による影響を受けていることが伺える。

一方で、車線減少部の合流方法を変更した区間にある1.6kpについては、対策前後で速度の度数分布がほぼ変動していない。

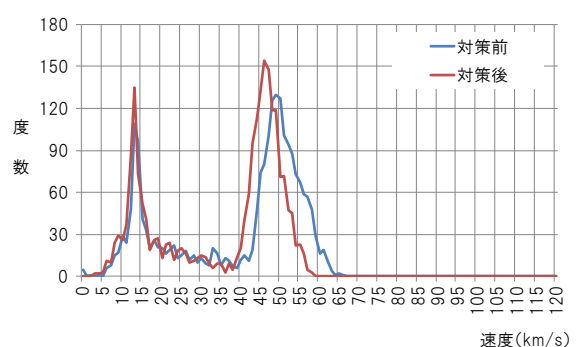
これは、対策により交通の分散化が図られ交通状況が改善した結果、上流側（0.0kp及び0.6kp）の区間よりも速度低下が抑制されたと考えることができる。



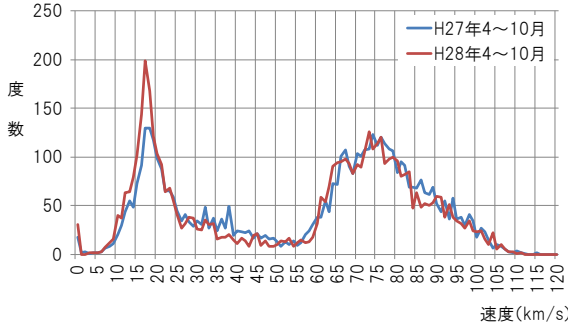
西長堀出口→阿波座合流部間(0.0kp)の速度の度数変化



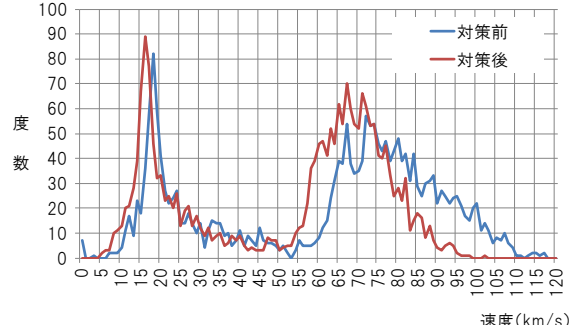
西長堀出口→阿波座合流部間(0.0kp)の速度の度数変化



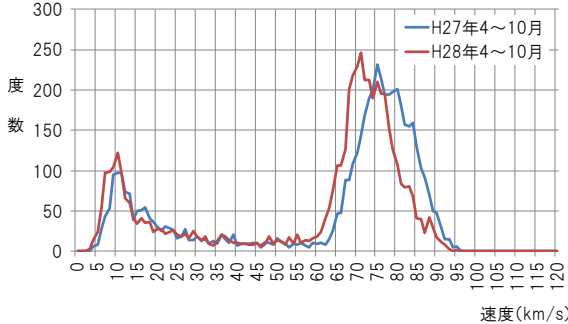
中之島西出口→西長堀出口間(0.6kp)の速度の度数変化



中之島西出口→西長堀出口間(0.6kp)の速度の度数変化



海老江出口→中之島西出口間(1.6kp)の速度の度数変化



海老江出口→中之島西出口間(1.6kp)の速度の度数変化

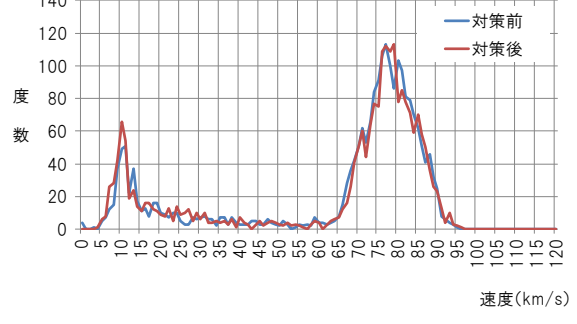


図-10 海老江出口・阿波座合流部間の速度の度数変化
(平成 27 年 4～10 月、平成 28 年 4～10 月)

図-11 海老江出口・阿波座合流部間の速度の度数変化
(対策前後)

(2) 事故削減に対する効果検証

a) 車線間速度差の緩和について

左車線への交通集中の分散化に伴い、車線間の速度差が緩和したのかを把握した。効果検証として、海老江出口・中之島西出口間 (1.6kp) における左右車線の速度差を整理した。(図-12)

対策後、時間帯にかかわらず、車線間の速度差が小さくなっていることが分かった。

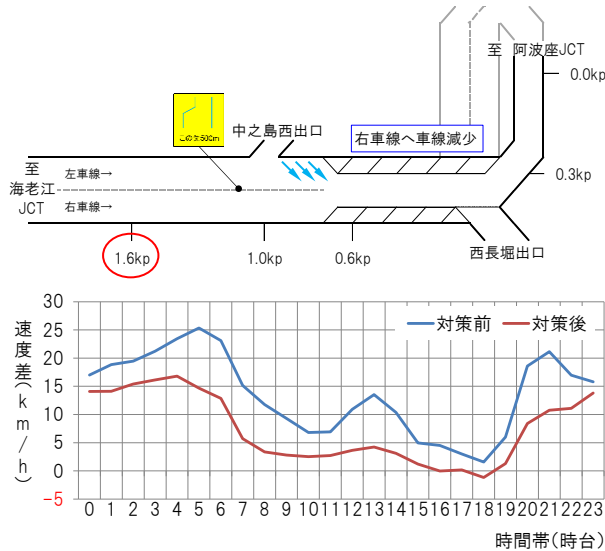


図-12 1.6kp (海老江出口・中之島西出口間) の車線間速度差の変化

b) 事故発生状況の変化

車線間速度差の緩和により、車線変更時の事故が削減されたのかを把握した。

なお、対策により削減される事故を車線変更時の隣接車両との車両接触事故、車線変更前後の後続車との追突事故と想定した。なお、効果検証にあたっては、阿波座合流部を含む下流側の渋滞悪化を踏まえた評価が必要である。

対策前後における1.7kp~0.0kpにおける事故発生状況を図-13及び図-14に整理した。

車両接触事故については、対策前後の期間で確認できた事故件数が少なく、対策による効果を評価するには時期尚早であると考えられる。

追突事故については、阿波座合流部を含む下流側の渋滞悪化による影響を受けているにも関わらず、対策後の事故件数が減少している。特に1.2kp~1.0kpにおける事故減少が特徴的であり、対策による効果と考えられる。

しかしながら、1.6kp、1.3kp、0.9kpは事故が2件以上増加しており、事故の発生場所が推移した可能性も考えられる。よって、今後は前述の区間における傾向を把握するとともに、本対策による影響であるかを精査し、必要に応じて追加対策を講じる必要がある。

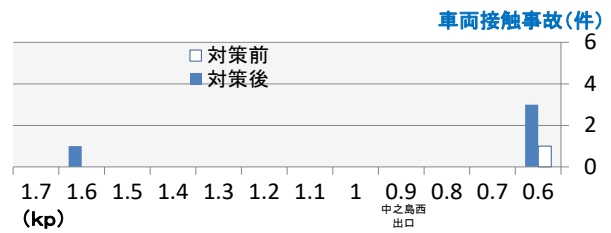


図-13 車両接触発生状況の変化

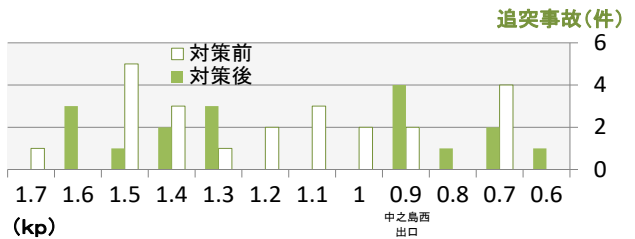


図-14 追突事故発生状況の変化

また、対策による事故リスクの変化を把握するため、民間プローブデータを用いて当該区間における急減速発生率を確認した。

データは、株式会社富士通交通・道路データサービスの商用車プローブデータを用いた。対象期間は、対策前を2015年12月、対策後を2016年12月とした。

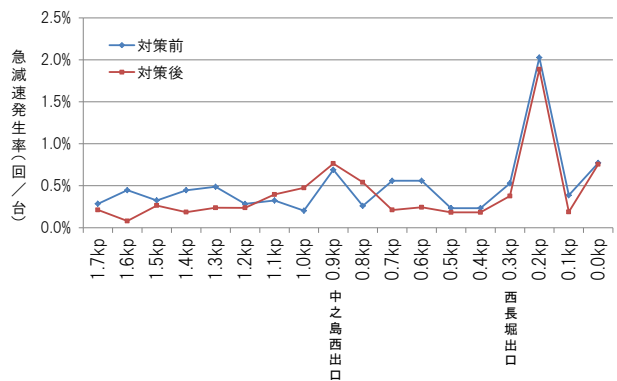


図-15 急減速発生率の変化

対策後、中之島西出口付近を除き急減速発生率が減少傾向を示している。(図-15)

中之島西出口付近は、車線減少部の運用方法を変更した箇所であり、現状はその運用方法が定着していないため、急減速発生率が増えたと考えられる。しかし、その前後の区間については、対策により事故リスクが減少したと考えることができる。

5. 路面表示等による交通流制御効果

中之島西出口付近の交通安全対策は、中之島西出口流出車両と環状線方面へ向かう車両の両方が左車線に偏っていた交通を、看板と路面表示により右車線へ分散させることで、中之島西出口付近で多発する車両接触及び追突事故を削減するものである。

これまでの対策効果の検証で、車線間速度差の緩和による車線変更時の事故削減が対策による効果であることが概ね把握できたが、設置した路面表示や看板の対策毎にどの程度交通流を制御できたのかは把握できていない。

冒頭でも触れた通り、阪神高速道路における車両接触及び追突事故の交通安全対策は喫緊の課題であり、今後本対策を水平展開するにあたり、これらの対策によりどの程度交通流を制御可能かを把握することは重要である。

(1) 対象とする交通安全対策

路面表示等による交通流制御効果の分析は、これまで対象としてきた中之島西出口付近の交通安全対策に加え、摩耶出口付近の交通安全対策²⁾を対象とする。

詳細は後述するが、摩耶出口付近の交通安全対策は、中之島西出口付近の交通安全対策を応用した対策となっており、摩耶出口付近で多発する車両接触及び追突事故を削減する目的で、摩耶出口の上流側に路面表示を設置し、交通を分散させ事故削減を狙う対策となっている。

いずれの対策も事故削減を目的として、事故多発区間よりも上流側で交通流を制御するものであり、交通流を制御する対策として、路面表示等を用いた比較的簡易な対策である。

a) 摩耶出口付近の渋滞原因

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するケースが多発している。出口渋滞が本線まで延伸すると、本線の車両挙動が乱れ、摩耶出口直前の本線部分で、車両接触及び追突事故が多発していた。

当該区間の抜本的な対策としては、摩耶出口渋滞の解消が考えられるが、既に交差点の改良が実施されており、これ以上改善は困難な状況にあった。

b) 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-16に示す。摩耶出口直前で左車線（第1車線）から右車線（第2車線）への車両接触事故が多発しており、その後方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。

追突事故については、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/日であるのに対し、左車線の走行台数が19,700台/日となっており、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分かる。

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分かる。

上記より、摩耶出口付近の事故原因としては、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。

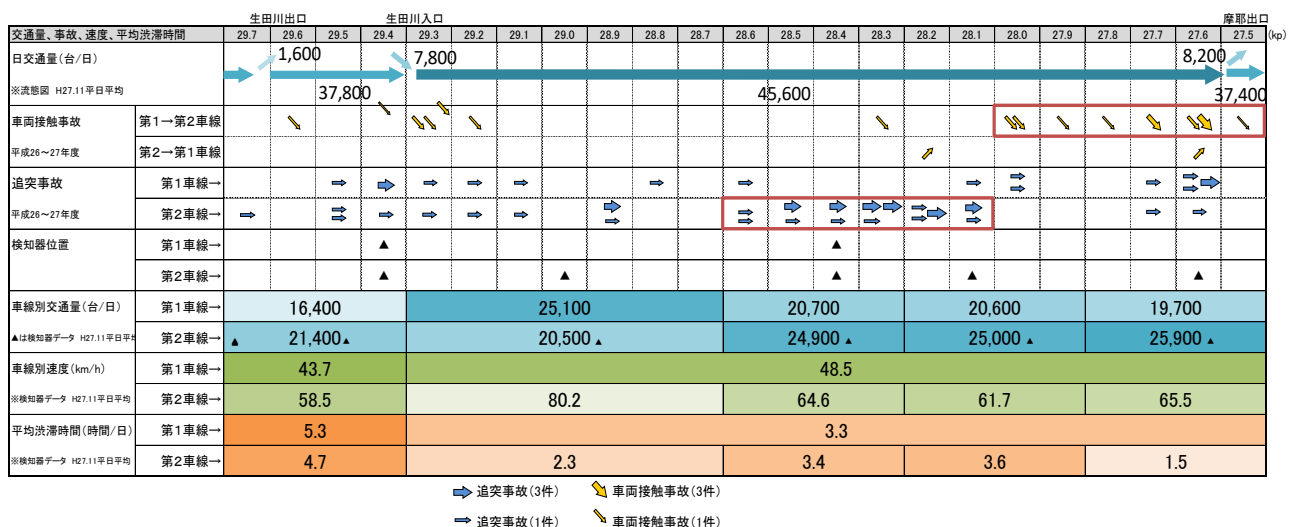


図-16 摩耶出口付近における事故発生状況（平成26・27年度）

c) 摩耶出口付近における安全対策の立案

推察した事故原因に対して、摩耶出口を利用せずに左車線を直進する車両の車線変更位置を、摩耶出口直前から上流側へ促す対策が有効であると考えた。車線変更位置を上流側へ促す対策としては路面表示とし、設置位置は急なカーブ区間ではないこと、事故が多発していないことを確認した上で選定した。

路面表示は摩耶出口直前より、上流側である29.1kp付近、30.3kp付近において、摩耶出口が左側にある旨の表示「摩耶」を走行車線に設置し、追越車線には直進を意図した表示「本線」を設置した。

また、生田川出口より手前となる30.3kp付近においては、生田川出口が左側にある旨の表示「生田川」も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、表示「生田川」のみを設置した。(図-17)

なお、本対策は平成29年5月に現地に施工された。

d) 摩耶出口付近における対策効果の検証

対策効果の評価にあたり、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-18)

事故件数については、摩耶出口直前の区間(28.4～27.0kp)で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は、車線変更を促した区間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と考えられる。

上記より、車線変更を促す対策の効果が発現しており、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、事故件数が減少したと考えられる。

なお、車線変更を促した区間においても、事故は増加していないことから、対策による悪影響はなかったと言える。

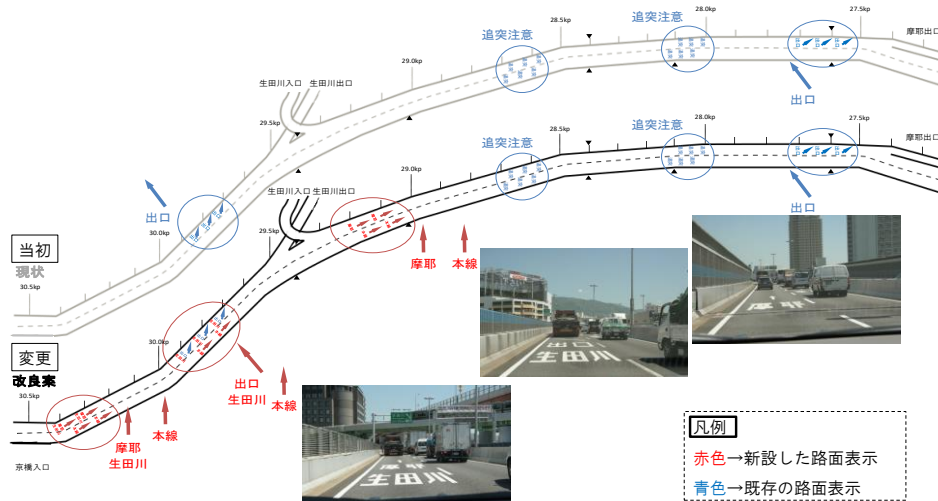


図-17 摩耶出口付近の安全対策

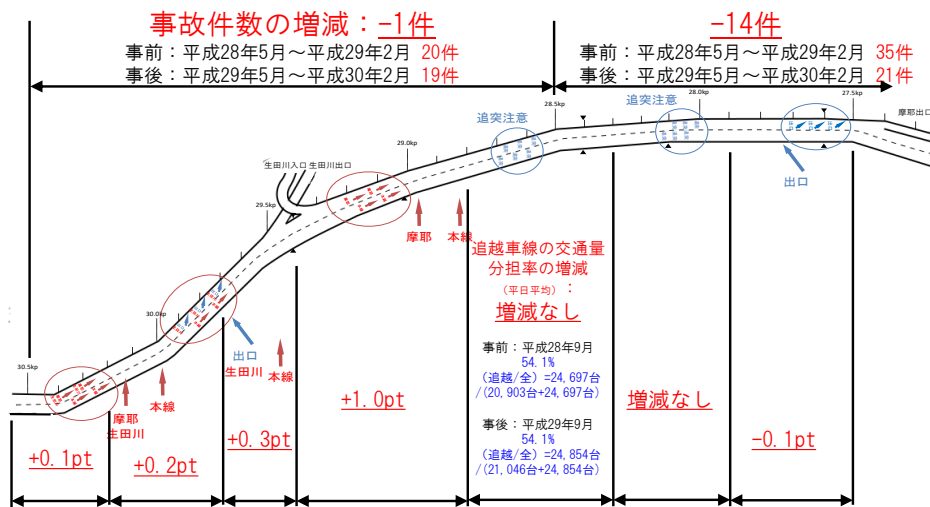


図-18 摩耶出口付近における安全対策効果の検証

(2) 路面表示等による交通流制御効果の検証方法

中之島西出口及び摩耶出口付近にて実施した路面表示等を用いた安全対策による交通流制御効果の検証方法としては、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ることで行った。

なお、データは株式会社富士通交通・道路データサービスより提供頂いた商用車プローブデータを用いた。

a) 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、富士通製の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・上下の加速度が収集可能である。

今回、阪神高速道路と富士通交通・道路データサービスの共同研究仕様として、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イ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の検知、左右加速度データは急カーブや急ハンドルの検知、白線検知データは車線変更の検知といった活用が可能である。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。

b) 車線変更位置の特定

白線検知データは、「車両の左端から左側白線までの距離」「右端から右側白線までの距離」をそれぞれ車載器カメラの画像認識により推定したもので、白線を踏み越えた場合は負の値が現れる。基本的には、左右それぞれで負の値が交互に現れた場合は「車線変更」を行っている可能性が高く、左右のどちらかだけが負の値の場合は単なる「はみ出し」と考えられる。ただし、白線が無い区間を走行する場合や渋滞時において前方車両によって白線が隠れる場合などはデータがしばらく空欄 (ロスト) になるため、この場合は「車線変更」か「はみ出し」かを判断することは難しい。(表-1)

以上の特徴を踏まえて、本分析では、

- 1) 左右ともに正の値で始まる
- 2) 左右の負の値が途中で入れ替わる
- 3) 左右ともに正の値で終わる

という3つの条件を全て満たす場合のみ正常な車線変更を行ったものとみなし、負の値が左右入れ替わった瞬間を車線変更地点とした。

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		

(3) 検証結果

今回検証に用いた商用車プローブデータの取得期間は表-2に示すとおりである。

中之島西出口付近の安全対策は平成28年11月 (2016年11月) に完了しており、今回のデータ取得期間では対策前後の検証には足りないため、プローブデータより得られた車線変更状況の確からしさ、対策後の車線変更状況と対策位置より交通流制御効果を確認するのみに留まった。

一方、摩耶出口付近の交通安全対策は、平成29年5月に対策が完了しているため、対策前後比較が可能となっており、対策による交通流制御の検証を行った。

【中之島西出口付近】

確認事項

- ・プローブデータより得た車線変更状況の確からしさ
- ・路面表示等による交通流制御効果の確認

対策実施：平成28年11月8日完了

検証期間：平成28年11月～平成29年10月

(11月1～8日は除外)

【摩耶出口付近】

検証事項

- ・路面表示等による交通流制御効果の検証

対策実施：平成29年5月7日完了

検証期間：平成29年1月～8月

対策前：平成29年1月～4月

対策後：平成29年5月～8月 (5月1～7日は除外)

表-2 商用車プローブデータ取得期間

年月	車両数	摩耶出口付近	中之島出口付近
2016.11	334台	○	○
2016.12		○	○
2017.01		○	○
2017.02		○	○
2017.03		○	○
2017.04		○	○
2017.05		○	○
2017.06	○	○	
2017.07	334台 内、129台は継続	○	○
2017.08		○	○
2017.09			○
2017.10			○

a) 中之島西出口付近における車線変更状況

中之島西出口付近における車線変更状況より、プローブデータから得られた車線変更状況の確からしさを確認した。

中之島西出口付近における安全対策の位置と車線変更状況を図-19に整理した。

■黄線区間付近の傾向

当該区間には黄線（車線変更禁止）区間が存在しており、この区間の前後では車線変更が多く、特に黄線区間終了直後に車線変更が集中する傾向がある。

一方で、黄線区間中央部は車線変更が抑制されている傾向がある。

黄線区間は車線変更が禁止されている区間であり、上記のような挙動は実態に即した挙動であり、プローブデータより得られた車線変更状況の確からしさを示していると考えられる。

ただし、黄線区間中央部には野田カーブ（R=240）が存在しており、車線変更の抑制が黄線であるかカーブ区間であるかの判断は難しい。

■中之島西出口付近の傾向

中之島西出口が存在する0.9kpでは、左車線への車線変更が集中する傾向にある。

この場所で考えられる左車線への車線変更としては、右車線から左車線への車線変更、左車線から出口ランプへの車線変更が挙げられる。

ここで、0.9kpにて左車線に車線変更した車両を確認すると、全てが中之島西出口を利用している挙動であった。

上記のような挙動は、出口分岐部では実態に即した挙動であると考えられ、プローブデータより得られた車線変更状況の確からしさを示していると考えられる。

ただし、分岐部では車線変更の方向の解釈に留意が必要であることが分かった。

b) 中之島西出口付近における交通流制御効果

中之島西出口付近の対策後の車線変更状況より、対策による交通流制御効果を検証する。

なお、中之島西出口付近では、車線減少を案内する看板、左車線が出口、右車線が本線を案内する路面表示が1.1~1.0kpに設置されている。

■中之島西出口付近における左車線への車線変更の特徴

前述のとおり、中之島西出口直前（0.9kp）に集中する車線変更は、出口退出に伴う車線変更であることが分かった。

黄線区間付近より下流側において、0.9kpの次に左車線への車線変更が多いのは1.4kpであり、1.3kpに設置されている分岐案内看板による車線変更であると考えられる。この看板は対策を実施する以前より設置されていたものであり、今回の対策による効果とは考えにくい。実際の挙動に即した車線変更であることが考えられ、プローブデータより得られた車線変更状況の確からしさを示していると考えられる。

■中之島西出口付近における右車線への車線変更の特徴

黄線区間付近より下流側において、右車線への車線変更は1.0~0.8kpで多い。今回設置した看板・路面表示は1.1~1.0kpに設置されており、この案内により車線変更が促された可能性が考えられる。

また、今回の検討区間の中で最も車線変更が顕著に表れている区間でもあり、対策の有効性が伺える。

また、これらの効果は、設置位置よりも下流側に発現する傾向にあることも示唆されている。

ただし、今回設置した看板、路面表示は中之島西出口及び車線減少部直前に設置されており、上述した車線変更全てが対策による効果とは言えない。

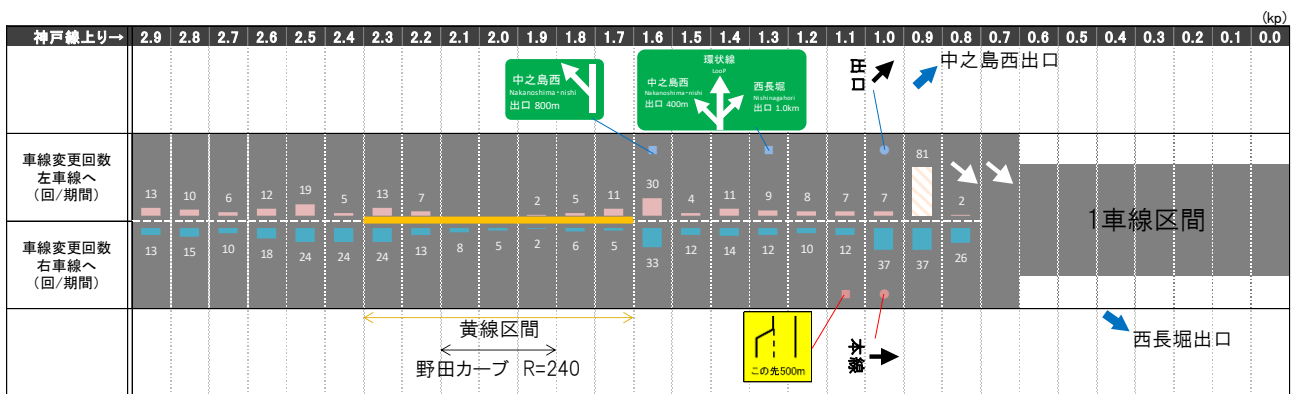


図-19 中之島西出口付近における車線変更状況【対策後】

c) 摩耶出口付近における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より、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-20に整理した。

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。

■路面表示による交通流の変化（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で多かった。

対策後、左車線への車線変更は、路面表示を設置した①の区間では増加しており、その下流である生田川出口手前で減少した。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した。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した。

■路面表示による交通流の変化（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で多かった。

対策後、右車線への車線変更は、路面表示を設置した

①の区間では増加しており、その下流である生田川出口手前で減少した。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した。③の区間では、車線変更の増加は見られない。

また、28.0～27.5kpの摩耶出口手前では車線変更が減少している。

■路面表示による交通流制御効果

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おり、路面標示により摩耶出口付近よりも上流側における車線変更が促されていることがわかる。

また、路面表示を設置した区間または路面表示を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。

さらに、最も上流側の路面表示①の区間における左右両方向、およ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増加が顕著である。

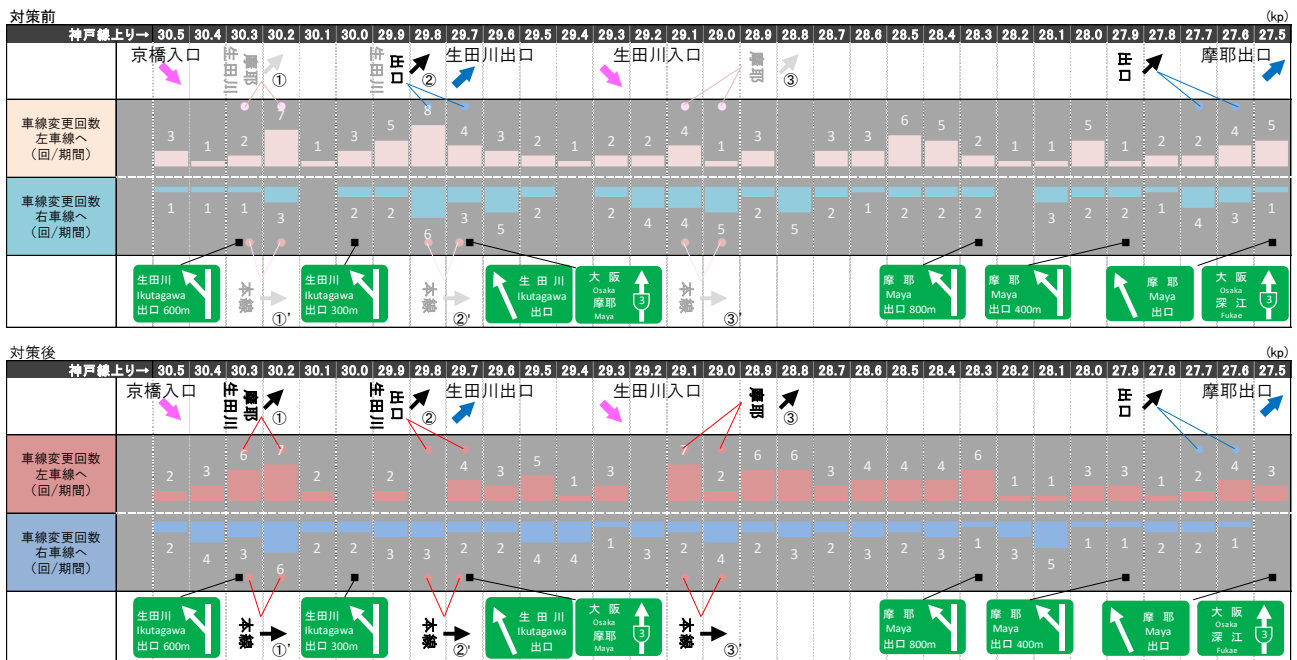


図-20 摩耶出口付近における車線変更状況【上段：対策前 下段：対策後】

6. まとめ

今回、阪神高速道路において課題として残されている車両接触及び追突事故について、これらの多発する中之島西出口及び摩耶出口付近を取り上げ、事故原因分析、安全対策の立案、対策効果の検証例を紹介した。

中之島西出口及び摩耶出口付近における車両接触及び追突事故の原因は、渋滞末尾や交通集中を嫌った出口直前で発生する車線変更であると推察している。

推察した車両接触及び追突事故原因の対策として、路面表示を用いた案内により、出口直前で発生する車線変更を上流側に分散させるといった交通流を制御する対策を中之島西出口及び摩耶出口付近に実施した。

対策効果としては、中之島西出口及び摩耶出口付近ともに、事故の多発する出口直前区間での事故減少を確認した。

また、対策として実施した路面表示がどのように交通流に影響を与えているかを、株式会社富士通交通・道路データサービスより提供頂いた商用車プローブデータより車線変更状況を整理し、実施した交通安全対策位置と重ね合わせることで確認した。

結果、路面表示の設置した位置に対応して車線変更状況が変化しており、路面表示による交通流制御効果が確認された。

7. おわりに

車両接触と追突事故は阪神高速道路のみならず全国的な悩みであると認識する。今回の安全対策の考え方や対策そのものが、この悩みに直結すれば幸いである。

また、今回活用した株式会社富士通交通・道路データサービスより提供頂いた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であった車線変更状況を把握することができた。

プローブデータから得られる車両挙動はこれまでより多彩かつ密なものとなっており、これまで困難であった、あらゆる交通問題を解決できる可能性がある。

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、日本の高速道路をより安全・安心・快適なものとす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、商用車プローブデータの整理、分析にご協力頂くとともに、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が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.

VEHICLE TO VEHICLE COLLISION PREVENTION BY CONTROLLING TRAFFIC FLOW ON THE HANSHIN EXPRESSWAY

Takehiro NISHI, Takumi UNO, Kazuya YAMADA, Toru INOUE, Bing Liu,
and Yoshiko MIURA

Hanshin Expressway has been focusing on safety measures as one of the mission of the company. And, in fact, the number of accidents on the Hanshin Expressway has decreased. However, analysis of the causes of collision and planning of safety measures remain as issues.

This paper introduces accident cause analysis for collision, idea of safety measures, and effects of safety measures. In addition, the safety measures to be introduced is a measure to control the traffic flow using the road marking.

Finally, effect of the safety measures on traffic flow was verified using probe data. The probe data is the behavior of a freight vehicle provided from Fujitsu Traffic & Road Data Service Limited.