

国道1号京都市東山区～山科区間における 事故対策検討について

伊吹 龍馬

¹ 近畿地方整備局 京都国道事務所 管理第二課（〒600-8234京都府京都市下京区西洞院通塩小路下る南不動堂町808）

事故ゼロプランに指定されている「国道1号京都市東山区～山科区間」における交通事故対策事例として、近畿地整管内では設置事例が少ない事故対策メニューに該当する「路面標示対策（三連ドットライン）」や、観光都市京都ならではの対策メニューとして、観光客（国内外とも）に対しても注意喚起を促すことを目的にデザイン検討を行った「ピクトグラム・英語標記入りの注意喚起看板」の導入事例について報告する。また、効果検証の取り組み工夫として、設置する対策工の対策効果を個別に把握すべく、本件では、対策工の整備ステップ状況に応じた効果検証を行っており、本稿では、それら効果検証の取り組み工夫についても報告する。

キーワード 三連ドットライン、ピクトグラム看板、定量的・定性的評価、段階的な効果検証

1. はじめに

国道1号京都市東山区～山科区間（以下、検討区間）は、過去より追突事故を中心とした交通事故が多発しており、平成22年度に「事故ゼロプラン（事故危険区間重点解消作戦）」箇所のひとつとして抽出されている。抽出後、検討区間における交通安全対策として、注意喚起看板や減速ドットライン等を設置するとともに、対策工の維持修繕に取り組んできたが、検討区間の上り線では、対策後も交通事故が残存しており、平成30年度には、車両相互事故による死亡事故も発生するなど、追加対策の必要性が高まった。

上記背景のもと、令和2年度～令和3年度の「京都府道路交通環境安全推進連絡会議」において、検討区間の対策検討協議を行い、令和4年度に対策工を実施するとともに、令和5年度には効果検証を行った。

意」・「下り坂急カーブ速度注意」・「追突多発地点速度注意！」等を設置し、交通事故件数の減少効果を図っていた。しかし、検討区間の上り線では、東山トンネルから検討区間の下流部に位置する新大石道交差点（主要渋滞箇所）までの区間（以下、事故多発区間）において、物損事故が134件/4年（令和元年～令和4年、事故件数は概数である。）と多く残存しているとともに、平成30年には、死亡事故も発生している状況である。

また、検討区間では通過交通量も多く、迂回路も限られている片側2車線区間でもあることから、一度事故が起こると車線規制等の影響により、渋滞の発生が懸念される区間でもあった。そのため、現状の事故件数を減少させるとともに、重大事故が起こる前の未然防止を目的として、事故多発区間における事故対策を検討し、実施した。

2. 検討区間及び導入対策の概要

(1) 検討区間概要

検討区間（図-1）は、京都府京都市と滋賀県大津市を結び、清水山・六条山上を通過する片側2車線、規制速度50km/hの直轄道路（国道1号）である。検討区間には信号交差点が無く、上下線とも長い下り勾配が続き、速度が高まりやすい他、トンネル区間や急カーブ区間も存在しており、ドライバーのハンドル操作等も多いことが特徴である。

これまで「事故ゼロプラン」の対策として、路面標示対策として「減速ドットライン」・「追突注意」・「アローマーク」や、注意喚起看板対策として「追突注



図-1 検討区間位置および事故多発区間

(2) 事故発生要因と対策概要

a) 事故多発区間における事故発生要因

事故多発区間では、東山トンネルを通過した直後に位置する下り勾配の急カーブに進入後、速度が高まった状態で下り勾配の直線区間を通過し、検討区間の下流に位置する新大石道交差点（主要渋滞箇所）に流入するという道路構造面で特徴がある。

本区間では、既往対策として路面標示「減速ドットライン」・「追突注意」・「アローマーク」や、注意喚起看板「追突注意」・「下り坂急カーブ速度注意」等の安全対策が実施済みであるが、下り勾配の直線区間では、既往対策実施後においても、規制速度50km/hに対し、走行速度の85%マイル速度が約60～70km/hと高い速度状況となっている他、新大石道交差点の滞留末尾付近で、前方車両の挙動（停止・減速等）に追従できず、滞留末尾の車両に追突する事故が多発していた。そのため、更なる速度抑制を目的とした追加事故対策を導入することにした。

b) 三連ドットラインの導入

当初、更なる速度抑制の対策の一つとして、ドライバーに振動と音で注意喚起を図る「段差舗装」の導入検討を行っていた。しかしながら、本検討区間では、速度が高く、交通量が多い交通状況下である他、長い下り勾配であるため、段差上を二輪車が走行することにより生じ得る転倒事故リスクの懸念、更には、近隣住居への騒音・振動リスクも考慮した結果、段差舗装の導入は困難であると判断した。

その中、平成29年度に京都府亀岡市の国道9号の事故危険箇所（直線の下り勾配区間）において「三連ドットライン（路面標示）」を施工したことで、追突事故リスクが低減した対策事例を確認した。当該箇所も本検討区間と同様に、沿道に住居が多く立地していることから、振動・騒音を発しない追突事故対策（速度規制）が必要であったため、振動・騒音を発しない速度抑制対策として、「①走行車道幅員が絞られているようにドライバーに実感させ、視覚的に注意を促す」ことや、「②舗装が無い部分を走行しようとハンドル操作を慎重に行う」ことが対策効果として期待できる「三連ドットライン」を施工している。上記2つの特徴により、現地を走行するドライバーは、視覚的かつ心理的に、慎重に運転するようになり、当該箇所では速度抑制が図られ、追突事故リスクが低減している。

上記の京都府内における先行事例の対策効果や、本検討区間における現地特性（直線の下り勾配・沿道に住居が立地）を踏まえ、本検討区間にも「三連ドットライン」を導入し、令和4年度に施工を行っている。（図-2・図-3）。



図-2 事故多発区間における対策位置



図-3 三連ドットライン

c) ピクトグラム・英語表記入り注意喚起看板の導入

「京都府道路交通環境安全推進連絡会議」では、世界的観光都市である京都市ならではの事故対策検討の必要性に着目していた。観光都市京都ならではの対策検討として、日常的に京都府内の道路を運転しないドライバー（国内外の観光客）に対しても、注意喚起を促すことが重要であると判断し、平成30年度より、誰でも注意喚起内容を容易に理解できる対策案として、ピクトグラムや英語表記を取り入れた注意喚起看板（以下、ピクトグラム看板）の検討を進めていた。既往検討では、3種類の注意喚起のピクトグラム看板デザイン案を考案していた。更には、検討した看板デザイン案のうち、最も対策効果を期待できるデザイン案を把握すべく「分かりやすさ」や「目立ちやすさ」の観点について、京都府内の自動車運転者を対象としたアンケート調査を実施している。アンケートの結果、「亀のアニメ風デザインとSLOWDOWNの英語表記を併記（以下、亀のアニメ風デザイン）」したデザイン案が、最も対策効果を期待できる意見があった。

尚、亀のアニメ風デザインが選ばれた理由については、色や絵がアニメ調であるため視認しやすいことや、亀が

ゆったりとした動きを連想させるため、直感的に速度抑制に関する注意喚起デザインであると理解しやすいためであると推測する。

以上の既往検討経緯を踏まえ、本検討区間において、亀のアニメ風デザインによるピクトグラム看板を設置することとし、令和4年度に設置している。(図3・図4)



図-4 ピクトグラム・英語標記注意喚起看板

3. 対策効果検証手法

(1) 段階的な対策工の設置と効果検証

導入した対策「三連ドットライン」および「ピクトグラム看板」の効果検証を行う上で、それぞれの単独対策による効果と、導入した2種類の対策を合わせた効果をそれぞれ把握すべく、各対策を順に設置（STEP1～3：表1）し、対策実施状況に応じた通行車両の速度状況や危険挙動について段階的に検証を行った。

段階的な検証を行うにあたり、まず初めにピクトグラム看板のみを設置（STEP1）した後、三連ドットラインを設置（STEP2）した。三連ドットラインを設置する際、先行で設置したピクトグラム看板については、看板自体をカバーで隠すことで、ドライバー目線では、三連ドットラインだけが設置されていると認識できる状況を確認した。また、最終的には、ピクトグラム看板のカバーも取り外し、両対策工を認識できる状況（STEP3）とした。

表-1 対策工の設置状況

段階	対策 施工日	ピクトグラム 看板	三連 ドットライン
STEP0	①対策前	—	なし
STEP1	①ピクトグラム看板のみ	R5.2.18	あり
STEP2	②三連ドットラインのみ	R5.3.6	なし (カバーで隠す)
STEP3	③ピクトグラム看板 +三連ドットライン	R5.6.15	あり

(2) 対策効果検証内容

対策効果検証として、①速度状況の変化、②急ブレーキ発生回数の変化、③道路利用者意見について、検証を行い、対策効果を把握した（表-2）。

表-2 効果検証内容一覧

効果検証内容・調査	分析条件等概要
①速度状況の変化	【区間分析】 ETC2.0プローブデータ分析 【分析期間】 ・各工事完了直後：平日2週間程度 ＜STEP0＞令和4年10月17日～28日（10日間） ＜STEP1＞令和5年2月19日～3月5日（内7日間） ※22日・24日データに異常が確認され除外 ＜STEP2＞令和5年3月7日～20日（10日間） ＜STEP3＞令和5年6月15日～28日（10日間） 【分析指標】 ・対策実施区間の平均速度、85%マイル速度
	【定点分析】 スピードガン調査 【分析期間(共通)】 ＜STEP0＞令和4年10月24日 ＜STEP1＞令和5年2月22日 ＜STEP2＞令和5年3月7日 ＜STEP3＞令和5年6月20日 【分析指標(共通)】 ・調査箇所の平均速度、85%マイル速度
	【定点分析】 ビデオ調査 (AI画像解析) 【調査方法】 スピードガン調査：現地でスピードガンを用いて車両の瞬間速度を計測 AI画像解析：ビデオ映像からAIで走行車両および、映像内の指定する30m区間を走行した所要時間を判別し、車両の速度を算出
②急ブレーキ発生回数変化	【分析期間】 ETC2.0プローブデータを用いた速度分析と同様 【分析指標】 ・対策実施区間の急ブレーキ発生回数頻度 (回/千走行台キロ) 急ブレーキは-0.3G未満の加速度を対象
③道路利用者意見	【調査方法】 官公庁が配信するSNS・HP閲覧、チラシ広報よりWEBアンケート画面へ誘導 【回答者数】 159名(対策前後ともに検討区間を利用した方) 【収集意見】 対策の認知度・理解度・行動変化・自由意見
	【調査方法】 地元タクシー企業に対するの対面ヒアリング調査 【回答者数】 現地に精通するタクシードライバー2名 【収集意見】 対策の認知度・理解度・行動変化・自由意見

a) ①速度状況の変化

速度状況の変化については、ETC2.0プローブデータによる対策実施区間における速度分析に加え、定点速度評価としてスピードガンを用いた現地計測による速度調査や、ビデオ映像をもとに、AI画像解析を用いた速度調査を実施した（分析区間・位置：図5）。

b) ②急ブレーキ発生回数の変化

急ブレーキ発生回数については、ETC2.0プローブデータを用いて、速度分析と同区間上における急ブレーキ（-0.3G未満）の発生回数を集計し評価した。また、ETC2.0プローブデータの総サンプル数を全体車両台数と仮定した上で、集計した急ブレーキ発生回数を急ブレーキ挙動車両のサンプル数とし、集計区間長で除することで、千走行台キロあたりの評価として、ETC2.0プローブデータ急ブレーキ発生回数の変化を検証した。

c) ③道路利用者意見

道路利用者意見による効果検証として、検討区間を対策前後ともに利用したことがある道路利用者を対象としたアンケート調査や、検討区間を日常的に利用している地元タクシードライバーを対象としたヒアリング調査を、それぞれSTEP3後に実施することで、①速度状況の変化・②急ブレーキ発生回数の変化による定量的評価に加え、定性的評価による効果検証についても実施した。

アンケート・ヒアリング調査では、各対策工における

「対策の認知度（対策に気がついたかどうか）」、「対策の理解度（注意喚起の内容の理解のしやすさ）」、「対策による行動変化（対策に気がついた人が速度を落とす行動をとったか）」について確認するとともに、対策工に対する意見等も把握した。



図-5 速度状況・急ブレーキ発生回数分析区間・位置

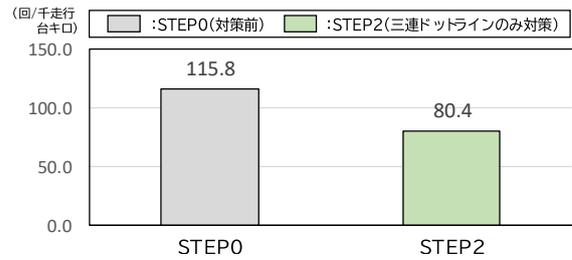


図-7 三連ドットラインによる急ブレーキ発生回数変化

4. 対策効果検証結果

(1) 三連ドットラインの対策効果

a) 速度状況の変化

三連ドットラインの対策効果として、STEP0とSTEP2における速度状況の比較結果を示す(図-6)。対策前後で、平均速度および85%マイル速度については、概ね横ばい傾向にあることが確認できる。ETC2.0プローブデータによる区間分析、スピードガン調査やビデオ調査による定点分析とともに微増・微減の違いはあるものの、同様の傾向(横ばい)を把握することができ、本対策における事故多発区間での速度抑制効果は発現していないことについて確認した。

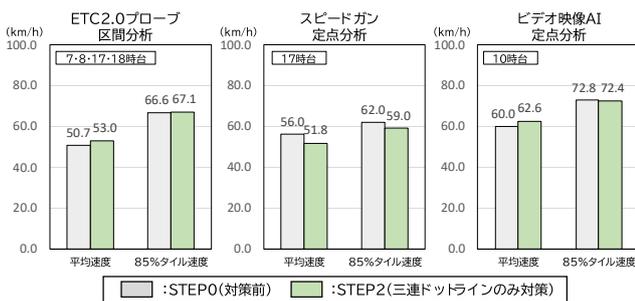


図-6 三連ドットラインによる速度変化

b) 急ブレーキ発生回数変化

三連ドットラインを設置したことによる急ブレーキ発生回数の変化結果を示す(図-7)。ETC2.0プローブデータによる千走行台キロ当たりの急ブレーキ発生回数は減少しており、追突事故リスク等の低減を確認した。

c) 道路利用者意見

三連ドットラインに対する道路利用者意見として、アンケートやヒアリングで得られた意見等を示す(図-8)。

アンケートの結果より、対策に気づいた方は全体の約81%と、多くの方が対策工について認知頂けたことを確認することができるとともに、認知度が高い理由として、「下り坂であるため、視線が下を向く傾向にあり、路面標示に気づきやすい。」といった意見についても把握することができた。また、対策工に気づいたと回答した方の内、約53%の方が、本対策工は速度抑制に関する対策工であることについて理解している他、約61%の方は、実際に減速したとの意見を確認することもでき、具体意見として、「三連ドットの各ドットライン間にタイヤを合わせることに注意が行くことで減速行動をとる。」といった意見を得ることができている。

以上、対策工の認知度・対策工の理解度・行動変容の発現状況の3点より、本対策工を設置することで、ドライバーに対して注意意識を与えることができていることについて把握することができる。

また、ヒアリング調査結果からも、三連ドットラインの対策効果として、「走行位置が明確になり、車線逸脱車等が減り交通の整流化が図られ、車間が広がり、安全性が向上した。」との意見を把握することができている。

加えて、ETC2.0プローブデータによる速度評価の結果、速度抑制効果が発現していないことについて、ヒアリング調査対象者に対して深掘り調査を行ったところ、「交通が整流化したことにより、車間距離が広がり、走行性の向上したことで、事故多発区間における速度は高まっている傾向にある。」との意見も把握することができている。そこで、ヒアリング調査により把握できた走行性の向上要因を裏付けすべく、ビデオデータを再確認した結果、対策前では、車線逸脱走行や急な車線変更を行う車両の存在により、後続車の急ブレーキを促し、車間が狭くなる状況を確認することができたが、対策後では車線逸脱車両等が減り、広い車間で円滑に交通が流れている状況を確認した。

以上、3つの効果検証(速度状況の変化・急ブレーキ発生回数の変化・道路利用者意見)の結果から、三連ドットラインの対策により、ドライバーに対して速度抑制を促すこと自体はできていたが、加速しやすい急な下り坂の道路環境下かつ、交通の整流化等による走行性向上

が起因したことで、総じて速度状況に変化が見られない結果に繋がった一方で、車両逸脱走行や急な車線変更車両が減少したことで、後続車等の急ブレーキ発生回数が減少するとともに、ドライバーへの注意意識も向上していることから、本対策工を設置したことにより事故多発区間上の安全性は向上したものと考える。

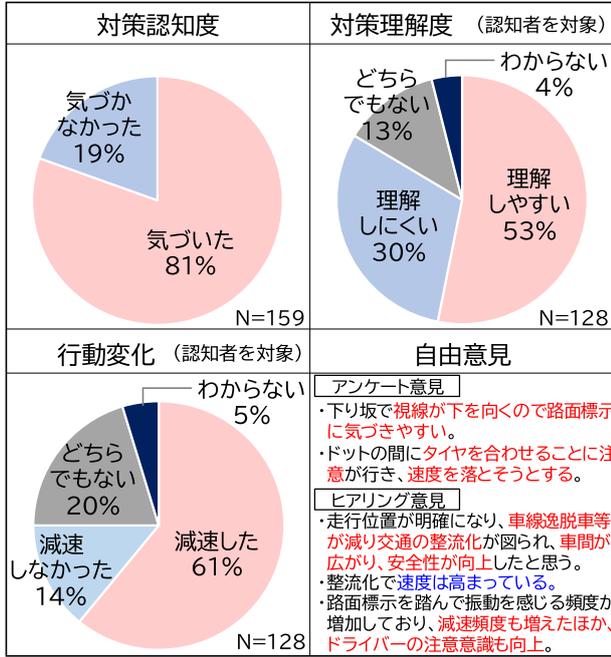


図-8 三連ドットラインに関する道路利用者意見

(2) ピクトグラム看板の対策効果

a) 速度状況の変化

ピクトグラム看板の対策効果として、STEP0とSTEP1における速度状況の比較結果を示す(図-9)。対策前後で、平均速度および85%マイル速度については、ETC2.0プローブデータによる区間分析、スピードガン調査やビデオ調査による定点分析ともに微増・微減の違いはあるものの、同様の傾向(横ばい)を把握することができ、本対策における事故多発区間での速度抑制効果は発現していないことについて確認した。

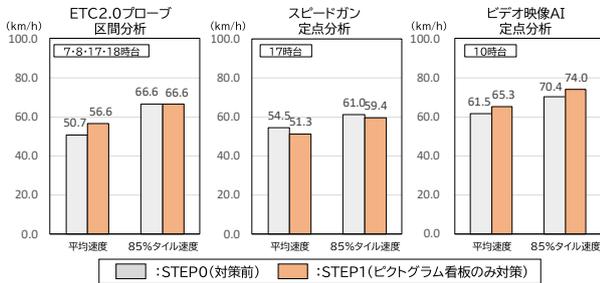


図-9 ピクトグラム看板による速度変化

b) 急ブレーキ発生回数変化

ピクトグラム看板を設置したことによる急ブレーキ発生回数の変化結果を示す(図-10)。ETC2.0プローブデータによる千走行台キロ当たりの急ブレーキ発生回数は減

少しており、追突事故リスク等の低減を確認した。

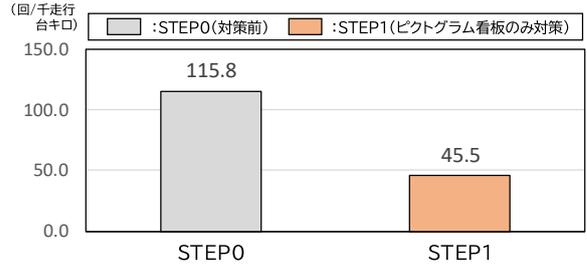


図-10 ピクトグラム看板による急ブレーキ発生回数変化

c) 道路利用者意見

ピクトグラム看板に対する道路利用者意見として、アンケートやヒアリングで得られた意見等を示す(図-11)。アンケートの結果より、本対策に気づいた方は、全体の半数程度に留まるとともに、認知度が低い理由として、「下り坂のカーブ区間では、視線が前方下向きになりやすい。一方で、看板設置位置は車道から逸れているかつ、高い位置に設置されている事から、ピクトグラム看板に気づきにくい。」との意見を得た。一方で、全体の約半数に該当する対策工認知者の内、約66%の方が、本対策工は速度抑制に関する対策工であることについて理解しているとともに、実際に減速された方も、対策工認知者の約半数であることが確認できることから、看板に気づいたドライバーに対しては、注意喚起を促すことが出来ていたことが把握できる。

以上、3つの効果検証の結果から、ピクトグラム看板は、ドライバーに対して注意喚起を促す上では、効果的な対策工であることを確認した。また、本対策工を設置したことで、一部のドライバーは、実際に注意して運転して頂けたことも影響し、安全性の向上(急ブレーキ発生回数の減少)に繋がったものとする。

一方で、対策工について認知頂けていないドライバーも多く残存していることを踏まえると、対策工を検討する際には、看板デザイン検討のみならず、看板設置位置等の検討(例:ドライバーの目線の先になるような位置に看板を設置)も必要であることを把握した。また、アンケート結果より、対策工に対する意見として、「看板の「SLOWDOWN」の英語標記の文字サイズが小さく、走行時の一瞬において、「亀」のピクトグラムだけで、減速を促す注意喚起対策であることを理解するのは難しい。」との意見も確認することができていることから、設置位置のみならず、文字サイズを大きくする・看板に記載する内容をより見えやすく・明確にする等の、看板規格等の検討も必要であり、対策工の認知度を向上させるための検討は、重要な対策検討内容の一つであることについて把握した。

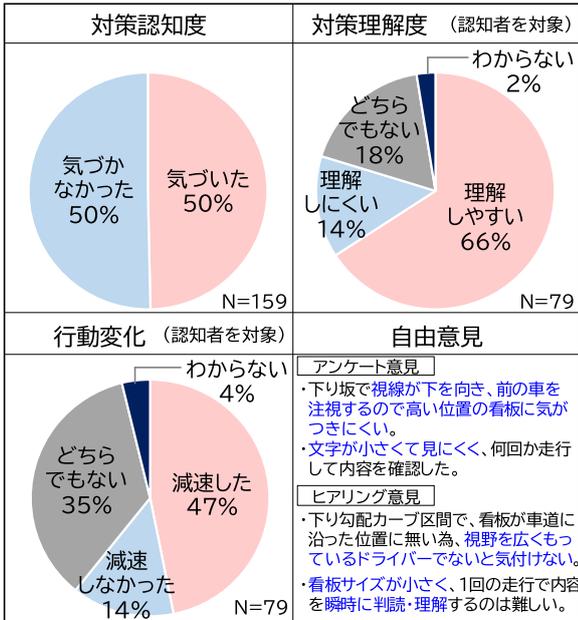


図-11 ピクトグラム看板に関する道路利用者意見

(3) 三連ドットライン+ピクトグラム看板の対策効果

a) 速度状況の変化

三連ドットライン・ピクトグラム看板の両方を設置した段階での対策効果として、STEP0とSTEP3における速度状況の比較結果を示す(図-12)。両対策工を設置した対策後の、平均速度および85%マイル速度については、概ね横ばい傾向にあることが確認できる。ETC2.0プローブデータによる区間分析、スピードガン調査やビデオ調査による定点分析とともに微増・微減の違いはあるものの、同様の傾向を把握することができ、本対策における事故多発区間での速度抑制効果は発現していないことについて確認した。

速度抑制効果が発揮されない理由としては、急ブレーキや車線変更車両の減少効果が影響していると考えられる。アンケートの結果から、過半数以上の方が対策を認知し、実際に減速していることが把握出来ていることを踏まえると、現地のドライバーの多くは、対策自体を認知してはいるが、急ブレーキや車線変更車両の減少により、当該箇所における交通が以前より流動的なものとなり、減速要因が少なくなったためと考える。

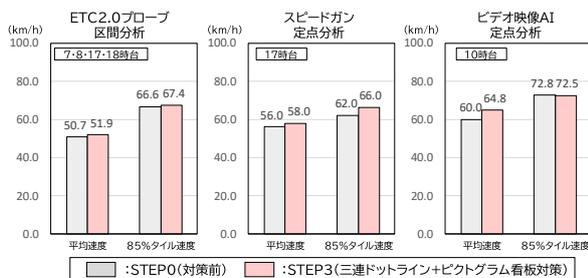


図-12 三連ドットライン+ピクトグラム看板対策による速度変化

b) 急ブレーキ発生回数変化

両対策工を設置した段階での対策効果として、急ブレーキ発生回数の変化結果を示す(図-13)。ETC2.0プローブデータによる千走行台キロ当たりの急ブレーキ発生回数は減少しており、各単独対策と同様に、追突事故リスク等の低減を確認した。

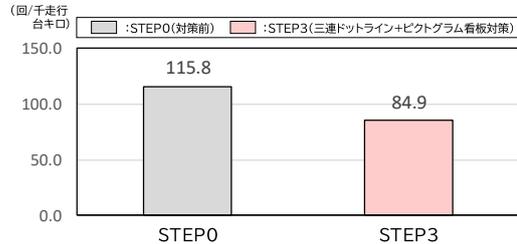


図-13 三連ドットライン+ピクトグラム看板対策による急ブレーキ発生回数変化

5. 結論

本稿では、国道1号京都市東山区～山科区間において検討・導入した先進的な対策事例とその効果に加え、段階的な対策工の設置・段階的な効果検証の取り組み手法について紹介した。

対策効果を把握するにあたり、本事例では、データ分析等による定量的評価のみならず、アンケート・ヒアリング調査による定性的評価も行うことで、データ分析のみでは把握しきれない対策効果(ドライバー目線による道路環境の変化等)や、対策効果が発現していない要因、対策工に対する改良点についても確認することができている。以上を踏まえ、対策効果を把握する際には、定量的評価を行うとともに、必要に応じて、定性的評価による効果検証も実施すべきであることについて把握した。

また、段階的な効果検証を実施したことで、本事例では、対策工ごとに対策効果や課題を明確に確認することもできたことから、本検証手法の有効性についても把握した。

今後、京都府内の事故危険箇所の更なる安全性向上に向け、各種対策検討を進めるにあたり、対策案の立案までの検討に留まらず、対策工の認知度を高める取り組みや、的確に対策効果を把握するための取り組み工夫の検討も重要であると考えられる。

謝辞：効果検証は八千代エンジニアリング(株)に受託いただき、本稿作成にもご協力いただいた。ここに感謝の意を表します。