

速度抑制情報の適時性に関する効果検証

高島 知之¹・割田 博²・田中 淳³・本多 正明⁴

¹首都高速道路株式会社 西東京管理局（〒102-0093 東京都千代田区平河町2-16-3）
E-mail: t.takashima88@shutoko.jp

²正会員 首都高速道路株式会社 神奈川管理局（〒221-0044 神奈川県横浜市神奈川区東神奈川1-3-4）
E-mail: h.warita1116@shutoko.jp

³正会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 関東支店（〒151-0071 東京都渋谷区本町3-12-1）
E-mail: tanaka-at@oriconsul.com

⁴株式会社オリエンタルコンサルタンツ 関東支店（〒151-0071 東京都渋谷区本町3-12-1）
E-mail: honda@oriconsul.com

首都高速道路神奈川エリアでは、東京エリアに比べ交通事故の発生が少なく、過去10年間で減少傾向にあったが、近年では横ばい傾向であり、平成22年度に約1,200件の交通事故が発生している。そこで要因分析を行った上で、各種の安全対策に取り組んでいる。神奈川エリアにおいては、本線料金所の次に事故が多いのが雨天時の施設接触事故である。雨天時事故は、晴天時や曇天時の事故に比べて5倍の確率で発生しており、特にカーブ区間で発生している。また、特定の場所というよりも、多くの場所で発生する特徴がある。雨天時におけるカーブ区間での主な事故発生要因としては、天候や路面に変化が生じているにも関わらず、十分な減速がされずにカーブに進入（速度超過）することが原因と想定される。対策には速度超過をLED装置等で注意喚起することが考えられるが、情報を出し続けると慣れてしまうため、情報提供のリアルタイム性を重視することが必要である。そこで本稿では、雨天時における事故対策として、設置が容易でコストが安い簡易LED装置を試行的に設置し、天候に応じたリアルタイム情報提供による速度抑制効果について空間的な連続性も含めて検証を行った。

Key Words : traffic phenomenon, velocity survey, traffic safety policy, LED device, velocity control

1. 対策の概要

対象箇所は図-1に示すとおり、首都高速道路狩場線よりのSカーブ上流とした。図-2、図-3に示すように簡易LED装置を設置し、雨天時においてLEDを点灯（一部点滅表示）させた。今回用いたLED装置は、表示する文字やタイミングに関し、遠隔操作によりリアルタイムで制御可能な可搬式のものである。



図-2 対策箇所



図-1 調査箇所



図-3 LED装置の表示内容



図-4 調査箇所（撮影地点）



図-5 各画角と速度計測線

2. 検証方法

簡易LED装置による通過速度の空間的な抑制効果を把握するため、設置箇所付近を中心に、その上下流も含めてビデオカメラ撮影を実施した。撮影地点を図-4に示す。撮影地点は上流より地点①から⑤であり、地点②と③の間にLED装置が設置されている。地点④⑤は、対策効果の空間的な持続性を把握するため、LED装置から650m、約3km下流とした。各地点において設定した画角を図-5に示す。

ビデオ撮影の条件として、天候別での撮影ケース、撮影日時を、表-1に示す。

表-1 ビデオ撮影の条件

天候	ケース	撮影日時
晴れ	LED不点灯	平成23年2月18日(金) 9:40~11:30のうち1時間
雨	LED不点灯	平成23年2月28日(月) 9:30~11:00のうち1時間
雨	LED点灯	平成23年2月28日(月) 7:00~12:00のうち1時間

(1) 解析の前提条件

通過速度の解析は、各地点での全車両の解析と全地点での同一車両を確認した解析の2種類を行った。解析は、晴れLED不点灯、雨LED不点灯、雨LED点灯の3ケースについて、渋滞等による速度低下のない15分間の自由流走行車両を抽出して行った。

(2) 通過速度の解析

各断面の通過速度の計測には画像解析を適用した。速度計測に関する具体的な手法を以下(a)~(c)に示す。

a) 走行車両の認識

図-6に示すとおり、画面下から移動してくる車両を枠として認識し、車種の判別は枠の大きさにより行った。

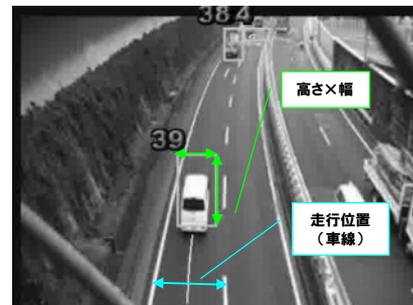


図-6 走行車両の認識

b) 速度の計測

画像中に設定した2断面間距離と、計測した走行車両の各断面の通過時刻により速度を算出した。具体的には、図-7に示すとおり、描写された軌跡の各断面における通過時刻の時間差 T (式1a)と区間距離 L から、速度 V (式1b)を算出した。

$$T = T_2 - T_1 \quad (1a)$$

$$V = L / T \quad (1b)$$

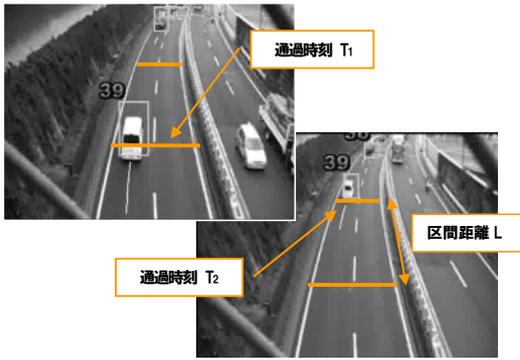


図-7 速度の計測

c) 自由走行車の抽出

前車の影響がない車間として車頭時間が4秒以上を分析対象に設定し、断面通過時刻を用いて自由走行車のみを判別・抽出した。ただし抽出時には後方の車頭時間まではみていないため、後続車にあおられていないか目視により確認した。

なお車頭時間は首都高速道路での調査結果（参考文献3）参照）によると、臨界領域では、1車線あたりの時間交通量が1,200台以上、すなわち車頭時間3秒以下に相当することから、これを参考として、さらに自由流時の状況を把握するため4秒以上と設定した。

(3) 個別車両の空間的な通過速度の解析

情報提供による効果の持続性を把握するため、地点①～⑤の全断面で確認できる同一車両（20サンプル）について通過速度を抽出し、空間的な速度変化を把握した。

全地点での同一車両の確認にあたっては、各ケースにおいて、解析時間内で、車線別・車種別のサンプル数が出来るだけ均等となるように配慮し抽出した。まず地点①で車線毎に自由走行車を選定し、上流側から下流側に順を追って同一車両を確認した。

3. 検証結果

各箇所での画像処理により、車種別・車線別の速度を計測し、ケース毎に速度状況を整理した。

(1) 全車両の通過速度の推移

全地点での同一車両の確認結果を車種別・車線別に整理し、平均速度を算出した。ケース毎の平均速度の結果を図-8に示す。

同図から次のことがいえる。降雨の有無に着目すると、地点②～⑤における「晴れLED不点灯」の平均速度は、「雨LED不点灯」に比べ、3～5km/h高く、晴天時は雨天時より速度が高い傾向であった。いずれのケースにおいても、地点①～②の付近から速度が低下しており、カーブ区間の手前であることも影響し、減速していることが考えられる。

地点毎に雨天時の点灯に着目し傾向をみると、まず地点②の平均速度は、「雨LED不点灯」に比べ、「雨LED点灯」は4km/h低くなった。カーブ区間ということもあり、全体的に速度が低下しているが、LEDを見ることで、通常以上に速度を落としていると考えられる。

次に地点③の平均速度は、「雨LED不点灯」の平均速度に比べ、「雨LED点灯」は6km/h低くなった。地点②よりも速度が低下していることから、LEDを見た後に、さらに減速していると考えられる。

さらに地点④の平均速度は、「雨LED不点灯」の平均速度に比べ、「雨LED点灯」は4km/h低くなった。LEDを見て速度低下した後に、カーブ下流部にあたる地点④でも持続して速度が低下していると考えられる。

一方で、地点⑤の平均速度は、「雨LED不点灯」と「雨LED点灯」であまり差がない。LEDより離れた位置にある地点⑤では、速度低下の効果が持続していないことが考えられる。

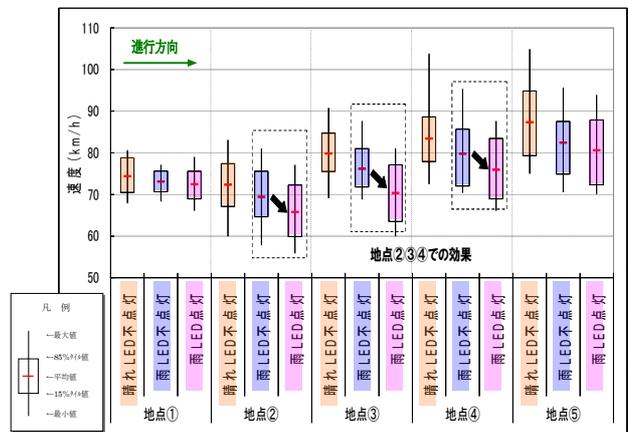


図-8 各箇所での速度変化の状況（全車平均）

(2) 個別車両の空間的な通過速度の推移

a) 車線別の通過速度の推移

前述の全車両の解析結果により、対策による速度抑制効果、及び効果の空間的持続性がみられることを確認できた。そこで図-9では、車線別での個別車両の速度抑制効果を把握するために、各ケースの地点別平均速度を車線別で比較した。

同図から次のことがいえる。車線別に速度を見ると、第一車線に比べ第二車線の方が約10km/h速度が高くなっている。第一車線を走行する車両を見ると、地点②～④では「雨LED点灯」の平均速度は「雨LED不点灯」に比べ4～8km/h低くなった。

第二車線から走行する車両を見ると、地点②～④では、「雨LED点灯」の平均速度は、「雨LED不点灯」に比べ、2～4km/h低くなった。LEDを見たことにより、第一車線の走行車両と第二車線の走行車のどちらも速度が低下している。また第二車線を走行する車両に比べ第一

一車線を走行する車両の方が速度を低下させていると考えられる。

以上よりLEDを視認したあたりから1 kmくらいまでの地点②～④では、両方の車線で同様の傾向を発現した。特に第一車線で4～8 km/h程度の速度低下がみられた。この理由として、第一車線はLEDのそばを通過するので、視覚的なインパクトが強いことや、第一車線は走行速度が低いので減速後の立ち上がりが遅いことが推測される。

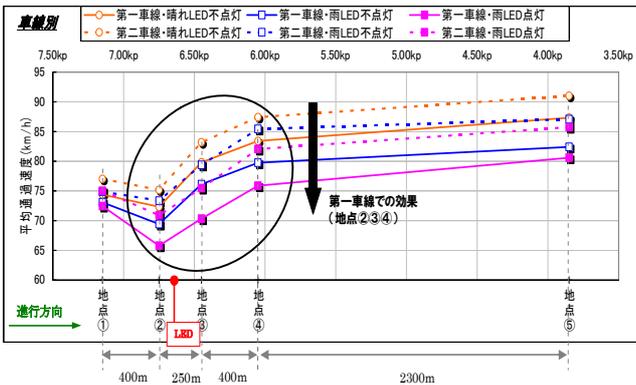


図-9 車線別でみた速度抑制効果（車線別の比較）

b) 車種別の通過速度の推移

図-10は各ケースの地点別平均速度を車種別で比較し速度抑制効果を把握したものである。同図から次のことがいえる。車種別に速度を見ると、両車線とも大型車に比べ小型車の方でわずかに速度が高くなっている。大型車の速度を見ると、地点②～④では「雨LED点灯」の平均速度は「雨LED点灯なし」の平均速度に比べ2～7 km/h低くなった。

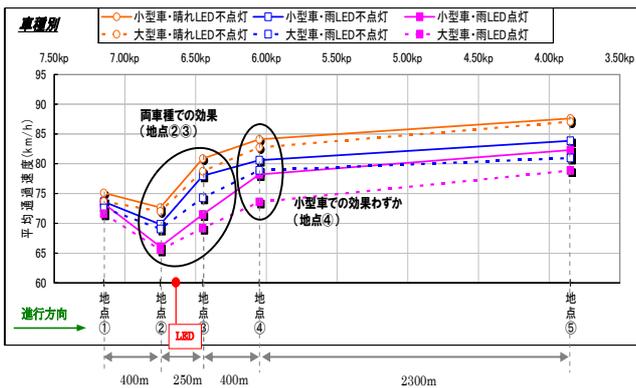


図-10 車種別でみた速度抑制効果（車種別の比較）

小型車の速度を見ると、地点②～③では「雨LED点灯あり」の平均速度は「雨LED点灯なし」の平均速度に比べ2～8 km/h低くなった。ただし地点④で速度が若干回復している。LEDを見たことにより大型車・小型車はどちらも速度低下している。

上記より、LEDを視認後、約1 kmの間に存在する

地点②～④では、両方の車種で同様の傾向を発現しており、車種別による大きな違いは見られなかった。

c) 個別車両の速度抑制効果の持続性

前述までの分析では、各地点で個別車両の速度を平均して比較していたが、ここでは個別車両の速度抑制効果の持続性をより正確に捉えるため、図-11に示すように、最上流地点①に対する各地点での速度低下車両のサンプル数を各ケースで比較した。同様に、図-12は速度上昇車両のサンプル数で比較した結果である。

図-11より、速度低下車両でみると、下流側に進む程、速度低下のサンプル数は少なくなるものの、地点②～④において「雨LED点灯」のケースが、他のケースに比べて最も速度低下のサンプル数が多いことから、地点④までは速度抑制効果が持続していることがわかる。

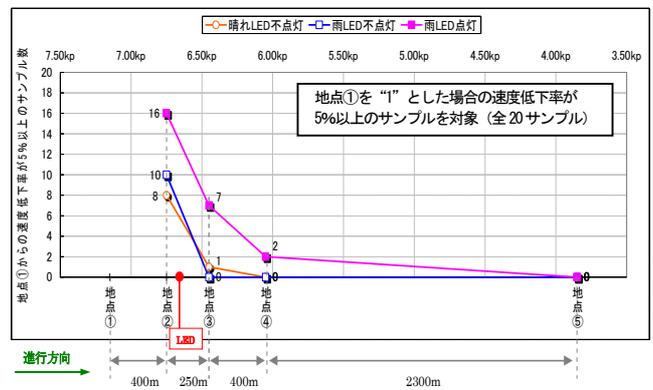


図-11 各地点における速度低下車両のサンプル数の比較

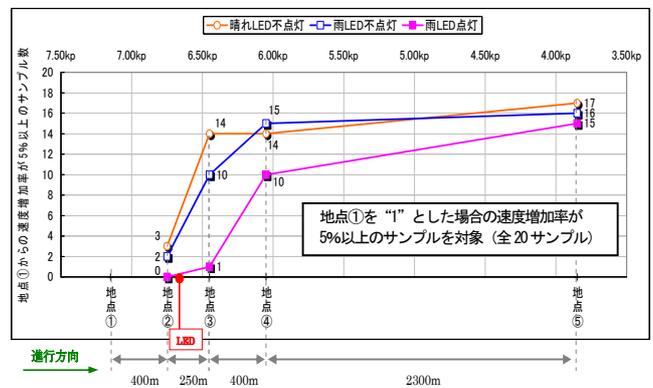


図-12 各地点における速度増加車両のサンプル数の比較

(4) 解析結果を踏まえた効果的な設置方法

以上の解析結果からLED装置の効果的な設置方法について次の3つがいえる。

1つ目は、空間的な効果は1 km程度持続する。これは雨天時にカーブ部で事故が多い箇所等の要対策箇所の1 km程度手前でも、設置条件が整うような箇所があれば適用可能であることを示唆している。またカーブ区間が連続する場合等対策すべき箇所が長い場合にも有効である。

2つ目は、LEDが視認しやすい車線でより効果が発

現しており、かつ大型車にも現状の設置方法で問題はない。これは速度が第2車線の方で高い場合が多く、設置場所があれば、第2車線側に設置するのが有効であることを示唆している。また設置方法は現状どおりで小型車も大型車も対応可能である。

3つ目は、カーブではないが下り坂の手前等の速度を抑制して欲しい区間での活用も考えられる。但し雨天時ではないので、メッセージなどは検討が必要である。

4. おわりに

本稿では、簡易LED装置の設置による速度超過車両への注意喚起対策を試行的に実施し効果を検証した。その結果、雨天時においてLED点灯により4km/h程度速度が低下し、さらに1km程下流においても持続して速度が低下することを確認した。以上から天候に応じてリアルタイムに情報提供を実施することで、空間的な持続性も含めた一定の速度抑制効果があることが検証できた。

また課題として次の3つが挙げられる。

1つ目は、LEDの点滅間隔、明るさ、各看板の設置間隔、時間差点滅（順行・逆行、速度）等による効果の違いを検証すること。特に点滅間隔は、図-13に示すように降雨の強度や危険度を明示することも考えられる。

2つ目は、今回は試行であるため雨天時に人手でリアルタイムに制御し表示しているが、首都高速道路の雨量検知と連動させて表示するシステムを構築すること。

3つ目は、表示し続けた場合に慣れが生じないか等、効果の時間的な持続性を検証すること。

今後は、雨天時における速度超過が原因の事故多発箇

所に対して、本対策を展開することによって、更なる事故抑制に努めていく所存である。

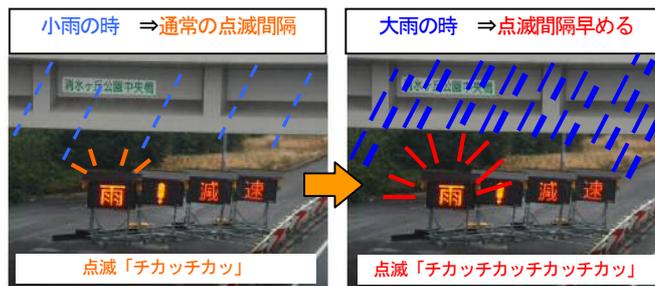


図-13 LED点滅間隔による降雨強度の明示例

謝辞：本稿中のCCTV画像解析は、東京大学生産技術研究所の上條准教授が開発した時空間MRF (Markov Random Field) モデルによる画像解析技術（参考文献1）2）参照）を用いて分析したものである。ここに記し、謝意を表す。

参考文献

- 1) 東京大学生産技術研究所上條研究室HP：
<http://kmj.iis.u-tokyo.ac.jp/>
- 2) 「時空間MRF技術を応用した画像センサの開発」、
阪本禎宏、梶谷浩一郎、内藤文嗣、上條俊介、第12
回画像センシングシンポジウム予稿集、293-297、
2006
- 3) 「都市高速道路のトンネル区間を対象とした事故分
析」、後藤秀典、田中淳、赤羽弘和、割田博、交通工学研究
発表会 2005年11月

(2011.8.5 受付)

VELOCITY CONTROL BY PROVIDING REAL-TIME VERIFICATION ACCORDING TO THE WEATHER INFORMATION

Tomoyuki TAKASHIMA, Hiroshi WARITA, Atsushi TANAKA and Masaaki HONDA

Approximately 1,200 traffic accidents were happened on The Metropolitan Express Way in Kanagawa management area in 2010, and a wide variety of counter measures are being implemented based on factor analysis of the accidents. In the area, the largest number of accidents happens at toll gates, and then, accidental contact into facilities in rainy day comes second.

The accident rate in rainy days is five times higher than the one in clear or cloudy weather especially at curves, and the accidents tend to happen at not specified but at diverse places. The main cause of the accident at curves in rainy days is assumed that the driver takes a corner at the similar speed as per normal, regardless the condition of road surface and the weather is different.

Presumable counter measure is alerting drivers by LED equipments. However, it's needed to provide real-time information not to make drivers acclimatized it.

On the back of above set forth, this paper verified the efficiency of speed control and its special continuity for rainy days by providing real-time information corresponding to the weather using simplified LED equipments as a trial practice which can be set at a low price.