

# 阪神高速道路における走光型視線誘導システムの運用と発現効果の体系化について

増本 裕幸<sup>1</sup>・飛ヶ谷 明人<sup>1</sup>・兒玉 崇<sup>1</sup>・北澤 俊彦<sup>1</sup>・鈴木 健太郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 阪神高速道路(株) 計画部 調査課 (〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3)

E-mail: hiroyuki-masumoto@hanshin-exp.co.jp, akito-higatani@hanshin-exp.co.jp

takashi-kodama@hanshin-exp.co.jp, toshihiko-kitazawa@hanshin-exp.co.jp

<sup>2</sup>正会員 阪神高速技研(株) 技術部 技術課 (〒550-0011 大阪府大阪市西区阿波座 1-3-15)

E-mail: kentaro-suzuki@hanshin-tech.co.jp

阪神高速道路 3号神戸線より深江サグ付近では、無意識な速度低下に起因した渋滞が慢性的に発生している。そこで、速度低下の抑制及び速度早期回復を目的とし、平成 27 年 6 月に車両の走行速度に応じて点灯パターンを動的制御できる走光型視線誘導システムを設置した。本システムは、3 台の路側カメラで観測した車両の走行速度に応じて、4 つのブロック毎に異なる点灯パターンで運用できる事が特長であり、この特長を活かし、様々な視点を基に複数の点灯パターンでの運用を試みてきた。

その結果、無点灯時よりも点灯時の方が渋滞時間・渋滞量ともに少ないことと、下流側の点灯速度を速めて捌けを向上させ、ブロック毎の速度状況に応じたきめ細やかな点灯パターンの方が効果的であることが確認できた。

本稿は、同システムの運用と発現効果の関係を整理し、一連の効果検証についてとりまとめた成果について報告するものである。

**Key Words:** サグ部, 渋滞対策, 速度回復誘導灯, 捌け交通量, 阪神高速道路

## 1. はじめに

交通渋滞の影響として、不必要な旅行時間の増大、渋滞末尾での事故リスクの増大というお客さま観点で不利な面が多いことに加え、地球環境・周辺環境への悪影響、経済損失の増大という社会的観点でも不利な面も多い。そこで阪神高速では、平成 26 年策定の「渋滞対策アクションプログラム (H26-H28)」に基づき、様々な渋滞対策に取り組んできた。数ある渋滞箇所の中でも、特に3号神戸線より深江付近では、サグ部を原因とする渋滞が日常的に発生している(図-1)。

サグ部における渋滞対策としては、無意識な速度低下の抑制や、渋滞中の速度回復を期待した速度回復誘導灯(以下、誘導灯)を、平成 27 年 6 月に3号神戸線より深江サグ部(深江～芦屋)に設置し、これまでその運用方法について検討を重ねてきたところである(写真-1)。

誘導灯は、生物が光刺激に反応して移動する性質(走光性)に着目し、車両の進行方向に一定の光刺激を移動させることにより、勾配変化に伴う無意識な速度低下の抑制や、渋滞中の速度回復等を期待した走光型視線誘導

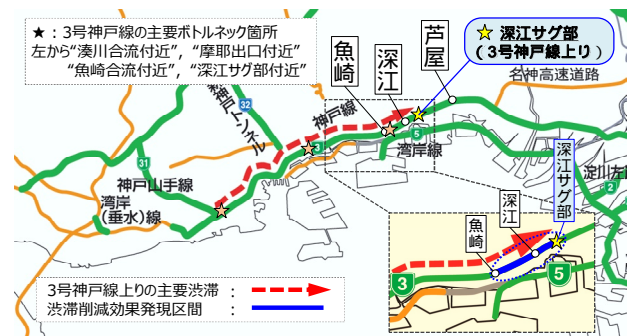


図-1 3号神戸線より主要渋滞概要図



写真-1 速度回復誘導灯：3号神戸線より深江サグ部

システムである。近年は同様のシステムが脚光を浴び、各地の高速道路でも導入事例が増えつつあり、一部では効果も報告されている<sup>1)2)</sup>。とりわけ走行速度より 10~20km/h 程度高い点灯速度での運用が効果的であることも報告されている<sup>3)</sup>。しかしながら、同システムの効果検証事例は少なく、より効果的に上記効果を発現させる点灯パターンに関する知見は乏しい。

そこで、今般、任意区間毎に走行速度に応じて点灯パターンを動的に制御できる誘導灯を開発・設置し、速度低下抑制や速度回復といった渋滞低減に繋がる効果の検証や、渋滞低減効果の高い点灯パターンを見出すことを目的に、複数の点灯パターンの比較による検証を行った。

本稿はそのうち、きめ細やかな点灯パターンの設定による渋滞低減効果が発現されたので、一連の効果検証についてとりまとめるとともに、その結果について報告するものである

## 2. 深江サグ部付近の渋滞状況

深江サグ部は、深江～芦屋間に位置し、近年渋滞の増加が見られるボトルネックの 1 つであり、最大で縦断勾配 2.5% の上り坂を有している (図-2)。

誘導灯設置前である平成 26 年の渋滞状況は、一般的に平均的な交通状況とされる 10 月において、15:00~19:00 頃に速度低下が発生しており、特に 16:00~17:00 頃に顕著である (図-3)。

また、深江サグ部は複数あるボトルネックの最下流に位置し (図-1, 図-3)、約 2km 上流に魚崎合流という別のボトルネックが近接していることから、午後には、深江サグ部で発生した渋滞が、魚崎合流渋滞等を取り込ん

で大きく延伸し、神戸線り全体の旅行時間の増大に大きな影響を及ぼしている (図-3)。特に、通過交通の多い休日や繁忙期には、深江サグ部を先頭とした渋滞は、阪神高速道路で最も激しい交通集中渋滞となっている。

更に、深江サグ部を先頭とする自然渋滞時 (管制員作成の管制業務日誌より) に走行していた商用車の速度状況を見ると、サグ底付近と思われる 20.3kp より少し上流で低速車両の割合が増加し、車両間で速度のバラつきが大きくなる。しかし、20.3kp を過ぎると急激に速度が上昇し、その下流側でもこの傾向は継続しており、深江サグ部のサグ底付近が渋滞の先頭、つまりボトルネックとなって上流側に渋滞が延伸している状況であることがわかる (図-4)。

## 3. 速度回復誘導灯の概要

### (1) 目的

前述の通り、誘導灯は走行性に着目した渋滞低減を目的としたシステムであり、当該区間の走行速度に応じて点灯パターン (点灯速度や点灯色等) を動的に変化させ、上り坂での速度低下抑制による渋滞発生抑制と、渋滞中の速度回復による渋滞の早期解消・延伸抑制による渋滞低減効果を期待するものである。

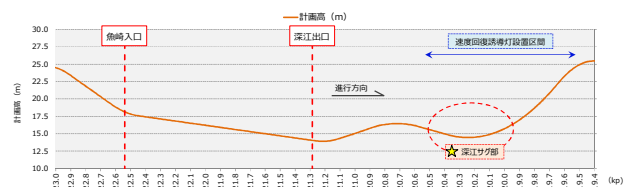


図-2 深江サグ部付近の縦断勾配

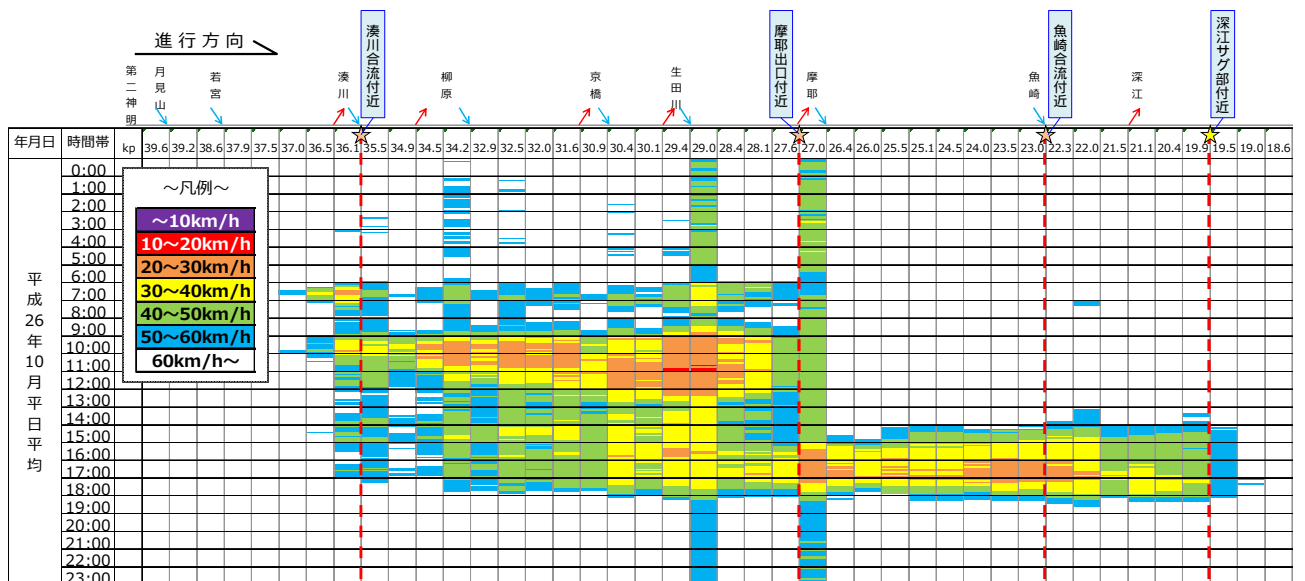


図-3 3号神戸線り速度コンター (誘導灯設置前:平成 26 年 10 月 平日 平均)

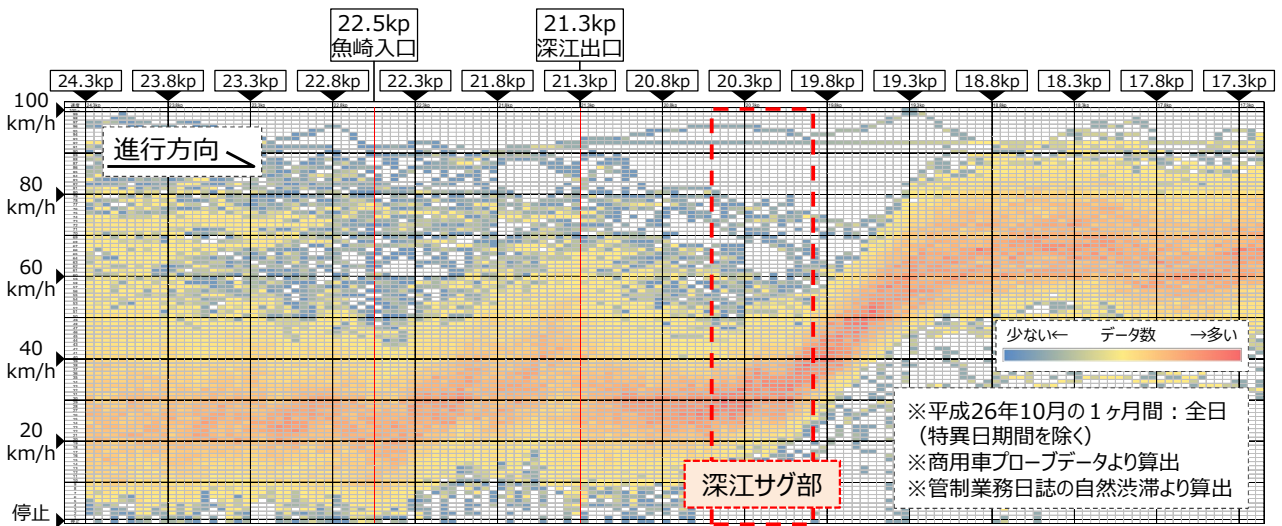


図4 深江サグ部先頭自然渋滞時の速度分布（誘導灯設置前：平成 26 年 10 月）

(2) 誘導灯の機能

車両の走行速度は、道路線形や周囲の環境，更に交通状況（以下，走行環境）の違いによって異なると考えられ，前節の目的を達成する最適な点灯パターンは，設置区間内において共通でないと予想される．よって，走行環境を勘案して個別設定可能であることが望ましいと考えた．以上のことから誘導灯は，きめ細やかな誘導を実装することを目標に，次の 3 つの機能に着目して開発した（図-5）．

a) ブロック毎の独立点灯制御

車両の走行速度は走行環境により異なると考え，4 つに区切ったブロック毎に，それぞれ異なる点灯速度や点灯色・形状・間隔を独立設定可能とした．

b) 速度計測の細分化

点灯条件となる判定速度は，路側に設置した 3 台のカメラ（下り勾配部：カメラ，上り勾配部：カメラ）によって個別に観測された走行速度（画像処理によって 1 分間毎に算出）の中から，ブロック毎に任意のカメラの値を適用可能とした．

c) 点灯パターンの多様化

点灯パターンは点灯速度に加え，点灯色や形状（矩形，矢印），点灯間隔（1 灯 2 消，1 灯 3 消，1 灯 4 消）を変更可能とした．

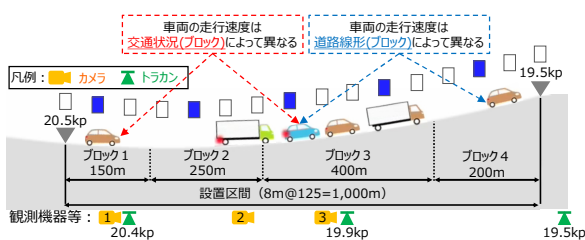


図-5 誘導灯のシステム概要

(3) 設置概要

誘導灯の設置範囲は，サグ底より少し上流側から上り坂の頂上付近（20.5kp～19.5kp）までの 1km の区間とし，走行車線側の高欄上に設置した．設置間隔は，制限速度である 60km/h において，適正な車間時間を 2 秒とした場合の車間距離約 33.3m と，1 灯 3 消で運用した場合の点灯間隔が概ね一致するよう 8m（点灯間隔：32m）とした．また，設置高さは事前に視認性確認を行い，大型車・普通車ともに視認性の良い位置とし，路面から約 1.4m 程度の高さとした．

(4) その他：チャタリング防止機能

チャタリングとは，観測速度が点灯速度の切り替え速度閾値前後を上下する場合に生じる，点灯速度の小刻みな変更のことを言う．この様に，実際の運用していく中で小刻みに点灯速度が変化することで，ドライバーに混乱を与えて悪影響を及ぼす危険性を危惧した．そこで，チャタリング防止機能（例えば，観測速度が 60km/h 以下の場合には点灯速度は 60km/h となり，観測速度が 70km/h を超えるまで点灯速度は 60km/h が維持される）を導入した（図-6）．

但し，パターン C-1 以降は本機能を廃止した

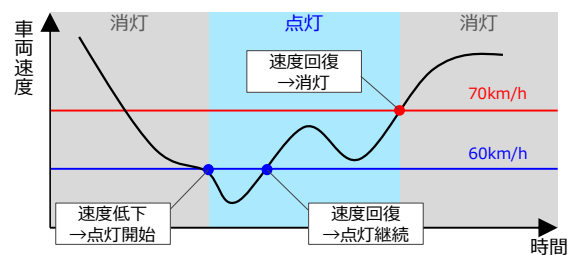


図-6 チャタリング防止機能



#### 4. 効果検証の全体方針

深江サグ部先頭渋滞低減のため、4つのステップで、渋滞低減効果等の比較検証を行いながら段階的に点灯パターンの見直しを図ってきた(図-7)。

ここで、誘導灯はブロック毎の走行環境に対応した点灯速度を点灯できるよう設計したが、当初は、頻繁な点灯速度の変更がドライバーに混乱を与える危険性を危惧し、全ブロック共通で、かつ少ない速度段階数の点灯パターンの検証から始め、渋滞低減効果の発現状況等を鑑みながら、徐々にパターンの内容を拡大・詳細化していく方針とした。なお、本稿では主に、ステップ3までの点灯パターンの比較を通じて明らかになった、効果的な点灯条件の検討と効果を中心に報告する。

**【ステップ1：効果の発現傾向の把握】**  
全ブロック共通の点灯パターンで、判定速度帯数を変化させて、別途設けた無点灯期間との比較による効果の発現傾向を把握する。

**【ステップ2：最適点灯パターンの検証】**  
ブロック毎に点灯パターンを個別に設定し、ステップ1の点灯パターンBとの比較を通じて効果が発現する点灯パターンを検証する。

**【ステップ3：最適パターンでの効果測定】**  
ステップ1,2の結果を踏まえ、より効果があると思われる点灯パターンと無点灯との比較を行い、誘導灯の渋滞低減効果を体系的に整理する。

パターン毎の詳細な設定内容については表-1にまとめて示す。

#### 5. ステップ1の方針と結果

ステップ1では、点灯パターンA,Bについて、別途設けた無点灯期間との比較を通じて効果の発現傾向の把握を行った。

しかしながら、両点灯パターンともに渋滞の発生抑制を期待させる傾向は確認できず、渋滞中の捌け交通量増加には至らず、渋滞の早期解消・延伸抑制効果の確認も

表-1 点灯パターン毎の設定内容(詳細)

点灯パターン名称	判定速度帯数 (点灯の組合せ数)	判定基準				点灯間隔
		速度判定カメラ		点灯速度		
		走行速度帯	カメラ②	カメラ③	カメラ④	
A	2段階 (2通り)	41km/h~	80km/h		1灯3消	
		~40km/h	40km/h		1灯3消	
B	3段階 (3通り)	61km/h~	80km/h		1灯3消	
		41km/h~60km/h	60km/h		1灯3消	
		~40km/h	50km/h		1灯2消	
C-1	3段階 (3通り)	61km/h~	80km/h		1灯3消	
		41km/h~60km/h	60km/h		1灯3消	
		~40km/h	40km/h	50km/h	60km/h	1灯2消
C-2	4段階 (16通り)	61km/h~	80km/h		1灯3消	
		51km/h~60km/h	60km/h	65km/h	70km/h	1灯3消
		41km/h~50km/h	50km/h	55km/h	60km/h	1灯3消
		~40km/h	40km/h	45km/h	50km/h	1灯2消
C-3	5段階 (125通り)	61km/h~	80km/h		1灯2消	
		51km/h~60km/h	60km/h	65km/h	70km/h	1灯2消
		41km/h~50km/h	50km/h	55km/h	60km/h	1灯2消
		31km/h~40km/h	40km/h	45km/h	50km/h	1灯2消
		~30km/h	30km/h	35km/h	40km/h	1灯2消

できなかった<sup>4)</sup>。

更に、ブロック1,2に位置するカメラでの観測速度が、カメラでの観測速度を基に制御される点灯速度との速度差が大きくなったり、逆転して点灯速度の方が低くなる状況も散見された。

また、交通需要は季節変動等により一様でないため、サンプル数確保のために点灯期間と無点灯期間を長期に設定して比較評価しようとする、交通需要の違いが無視できなくなり、単純比較の難しさに課題を残した。

但し、図-8より、渋滞時の速度分布は誘導灯の設置前後で、深江出路の21.3kpより下流側において40km/h以下となるような低速車両が明確に減少している。これは、誘導灯が設置されている20.5kp~19.5kpを走行する車両の速度回復が促進されたことが要因と考えられる。また、平均速度を見ると、深江出路付近の21.3kp~誘導灯設置区間の終端の19.5kpにおいて、誘導灯設置後の速度上昇が顕著であり、概ね4.0km/h程度の上昇となっている。つまり、渋滞中における速度回復や全体的な速度の引き上げという観点では有効であることは確認できた。

#### 6. ステップ2の方針と結果

##### (1) ステップ1の欠点

ステップ1の検証結果を踏まえ、点灯パターンA,Bにおいて効果が発現されない要因として、下記の3つの状況に着目した。

**状況**：点灯速度が観測速度と大きく乖離して低くなる場合がある

**状況**：点灯速度が観測速度と逆転して低くなる場合

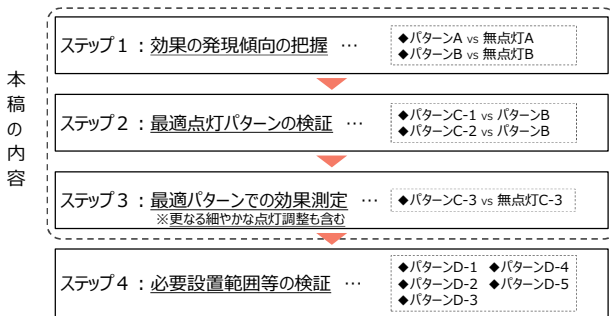


図-7 研究の全体方針

がある

**状況**：渋滞時の速度回復が捌け交通量の増加に結び付いていない

(2) ステップ2の特徴

ステップ1の結果を踏まえて設定した点灯パターンC-1、C-2のうち、点灯パターンC-2について、ステップ1の点灯パターンBから改善した内容を示す。

a) ステップ1の**状況**への対応策

**状況**への対応として、2つの策を講じた。

まず1つ目の対応策は、点灯速度を決定する判定速度帯数を3段階から4段階へ細分化(その1)することで、乖離現象の低減を図った(表2)。

2つ目の対応策は、ブロック毎に速度判定カメラを設定(その1)することでも、乖離現象の低減を図った。ステップ1では、3台のカメラのうち、カメラの観測速度に基づいて、全ブロック共通の点灯速度を決定していた。これは、カメラの設置位置での車両走行速度が、渋滞発生前では3台中最も速度低下している可能性が高いことが理由である。しかし実際は、カメラの観測速度と、カメラの観測速度が大きく乖離、若しくは逆転してカメラの観測速度が低くなっている場面も見受けられ、これでは誘導灯による速度回復が十分機能していない可能性が危惧された。

そのため、上り坂であるブロック3、4は上り坂中腹のカメラで、サグ底前後にあたるブロック1、2はサグ底下流のカメラの観測速度を基に点灯速度を決定す

表2 点灯パターン毎の設定内容(概要)

点灯パターン名称	速度判定カメラ	判定速度帯数	点灯間隔	点灯速度設定の考え方
ステップ1 パターンA (H27.6~)	全ブロック:カメラ③	2段階(2通り) ※全ブロック共通速度	1灯3消	自由走行時及び渋滞時より10km/h程度高く設定
パターンB (H27.11~)	全ブロック:カメラ③	3段階(3通り) ※全ブロック共通速度	1灯3消 ※渋滞時は1灯2消	50km/h台での速度維持、50km/h台への速度回復を勘案して設定
ステップ2 パターンC-1 (H28.2~)	全ブロック:カメラ③	3段階(3通り) ※ブロック別速度設定	1灯3消 ※渋滞時は1灯2消	下流側の点灯速度を高め設定
パターンC-2 (H28.3~)	ブロック1,2:カメラ② ブロック3,4:カメラ③	4段階(16通り) ※ブロック別速度設定	1灯3消 ※渋滞時は1灯2消	下流側の点灯速度を高め設定
ステップ3 パターンC-3 (H28.6~)	ブロック1:カメラ② ブロック2:カメラ② ブロック3,4:カメラ③	5段階(125通り) ※ブロック別速度設定	1灯2消	下流側の点灯速度を高め設定

ることとし、これにより、走行位置の実勢速度に、より対応した点灯速度が提供されることになった(表2)。

b) ステップ1の**状況**への対応策

**状況**への対応として、1つの策を講じた。

対応策は、チャタリング防止機能を廃止し、逆転現象の防止を図った。ステップ1では、3章4節で述べたチャタリングがドライバーに悪影響を及ぼす危険性を危惧していたため、チャタリング防止機能を導入していた。しかしながら、同機能の実装により、速度回復中に点灯速度が走行速度を下回る場合が発生することがあり、かえって速度回復の弊害となる可能性が危惧されたため、事故の増加等がないことを確認したうえで、同防止機能を廃止することとした。

以上、a)~b)の変更により、ドライバーからは、自身の走行速度に概ね対応した点灯速度によって誘導されることになった。

c) ステップ1の**状況**への対応策

**状況**への対応として、1つの策を講じた。

対応策は、捌け交通量増加を期待して、下流側へ進むほど段階的に速度が高くなるような速度設定を行った。

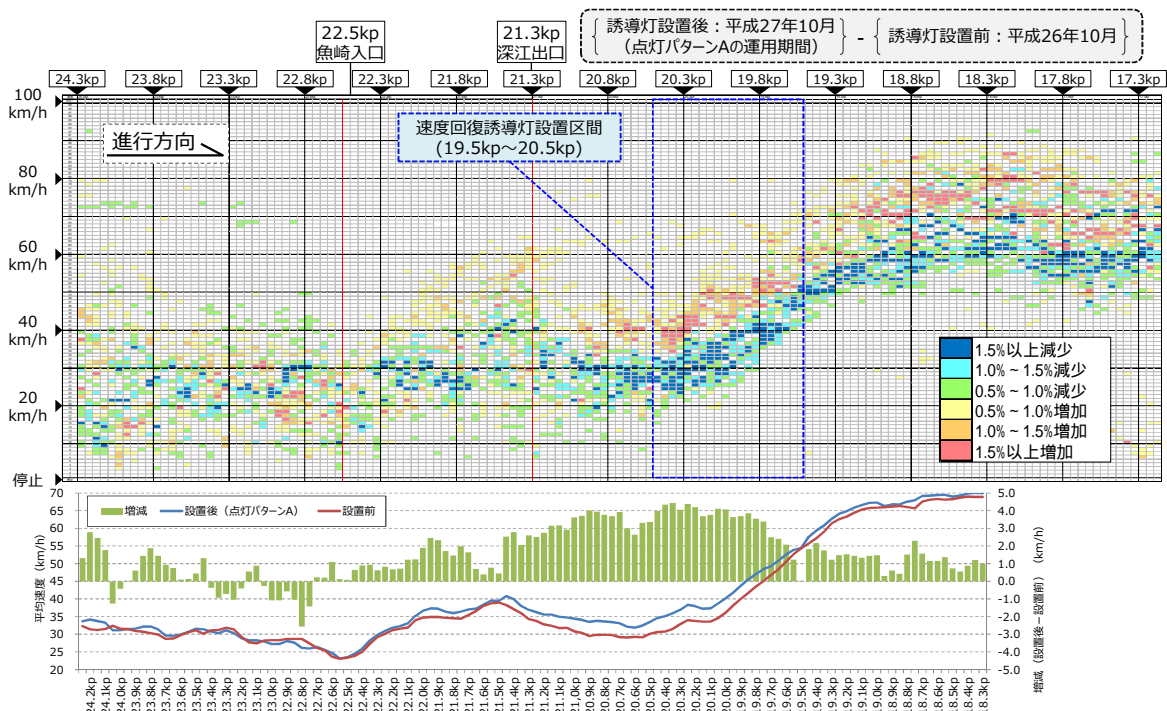


図8 深江サグ部先頭自然渋滞時の速度分布の比較(設置後-設置前)

内容としては、下流側の点灯速度を上流側よりも高く設定し、下流側区間を走る車群の走行速度を全体的に高めることで、上流側も速度回復しやすくなり、結果として、渋滞中の捌け交通量の増加も見込めると考えた。そのため、ブロック 1, 2 は、点灯速度を観測速度の上限に設定する一方で、渋滞先頭付近になると思われるブロック 3, 4 は、観測速度の上限から段階的に、下流側の点灯速度をより高く設定した(表-2)。

(3) ステップ 2 の検証結果

本節では、点灯パターン C-2 と B について比較した結果を示す。なお、検証日等の設定については図-9 に示す。

a) 渋滞時間・渋滞量の比較

検知器断面毎に 8 時間あたりの渋滞時間の比較した結果、誘導灯の設置区間だけでなく、その上流においても減少し、魚崎合流までの間で 2 割～7 割程度渋滞時間が減少した。なお、渋滞時間の減少率は、誘導灯の設置区間の上流側にいくにつれて大きくなっていることもわかった。また、これに伴い、魚崎合流～深江サグ部の渋滞量(渋滞時間×検知器区間長の累計)も約 5 割減少した(図-10, 図-11)。

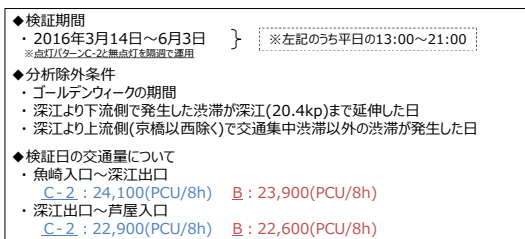


図-9 検証条件 (C-2 vs B)

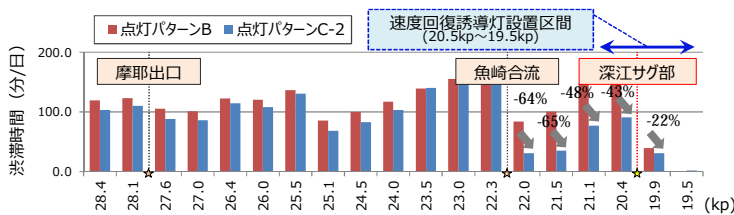


図-10 地点別渋滞時間の比較 (C-2 vs B)

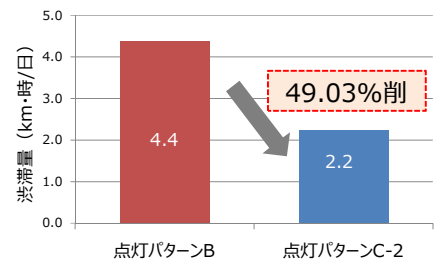


図-11 渋滞量の比較 (C-2 vs B)

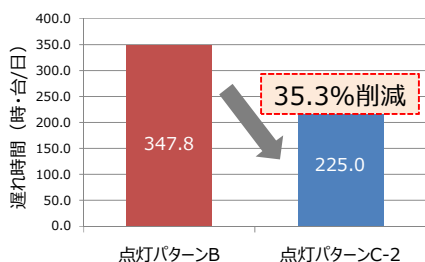


図-12 遅れ時間の比較 (C-2 vs B)

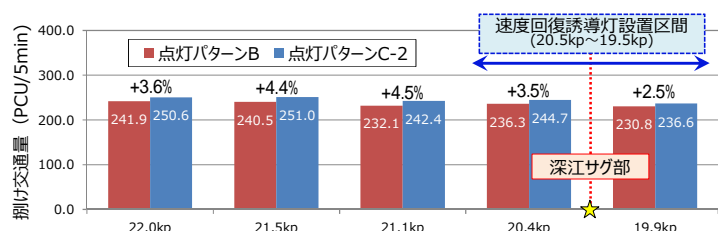


図-13 渋滞中の捌け交通量の比較 (C-2 vs B)

b) 遅れ時間の比較

魚崎合流～深江サグ部における遅れ時間を比較した結果、8 時間交通量はパターン C-2 が僅かに多いにも関わらず、低速度の割合が減少したこともあり、点灯パターン B と比べて点灯パターン C-2 は、遅れ時間が約 4 割減少した(図-12)。

c) 渋滞中の捌け交通量の比較

検知器断面毎に渋滞中の捌け交通量を比較した結果、誘導灯設置区間だけでなく、その上流においても、捌け交通量が 2.5%～4.4% 向上し、前項の検証で確認された渋滞の早期解消・延伸抑制効果を裏付ける結果が得られた(図-13)。

7. ステップ 3 の方針と結果

(1) ステップ 2 からの変更の見直し点

ステップ 1 と 2 の検証結果を踏まえ、変更の効果の発現のために次の見直しを行った。ステップ 3 の点灯パターン C-3 の詳細な設定内容は表-1 に示す通りである。

a) 判定速度帯の細分化(その 2)

6 章 2 節で効果の発現が確認された点灯パターンを判定する速度帯に関して、4 段階から 5 段階へより細分化(その 2)し、乖離現象の更なる低減を図り、更なる効果の発現を図った(表-2)。

b) ブロック毎に速度判定カメラを設定(その 2)

6 章 2 節で効果の発現が確認されたカメラ設定に加え、速度判定を行う対象カメラ数を 2 から 3 へ細分化(その 2)し、乖離現象の更なる低減を図り、更なる効果の発現を図った(表-2)。



c) 点灯間隔の短縮

点灯間隔に関して、点灯パターン A では常時 1 灯 3 消で運用し、点灯パターン B~C-2 までは 40km/h 以下の渋滞時を除いて 1 灯 3 消で運用していた。しかし、ステップ 3 の点灯パターン C-3 以降においては、常時 1 灯 2 消の運用へと変更を行った。当初は、3 章 3 節に示す様に、制限速度である 60km/h において、適正な車間距離に概ね合致する様に、点灯間隔を設定していた。しかし、常に適正な車間距離を保って運転することは難しく、車間距離の大小によっては光の流れを確認できない状況になることがあると考えた。そこで、車間距離が短くなった状況にも対応できる様に、常時 1 灯 2 消の運用に変更し、更なる効果の発現を図った(表 2)。

d) 検証日の設定

渋滞低減効果等の検証として、2016 年 6 月から 9 月までの約 2 ヶ月半において、点灯パターン C-3 と無点灯の比較検証を行った。検証では、季節変動等による交通需要の違いによる影響を抑えるため、隔週で点灯パターンを切り替えて比較することにした。対象時間は平日の 13:00~21:00 の 8 時間とし、渋滞が激しいお盆とシルバーウィークの期間、並びに当該区間の需要交通に影響を

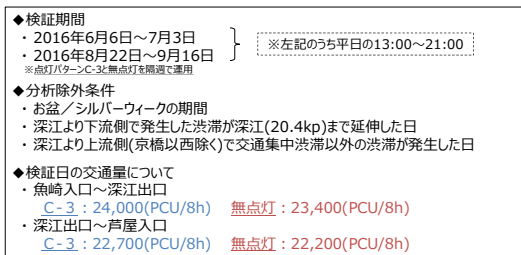


図-14 検証条件 (C-3 vs 無点灯)

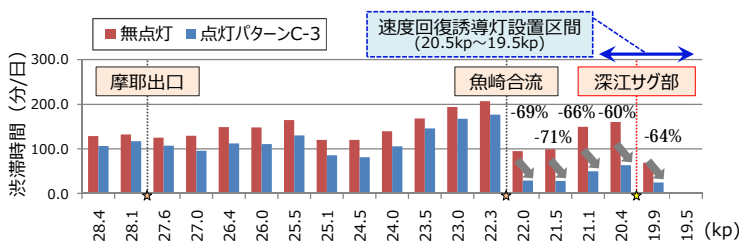


図-15 地点別渋滞時間の比較 (C-3 vs 無点灯)

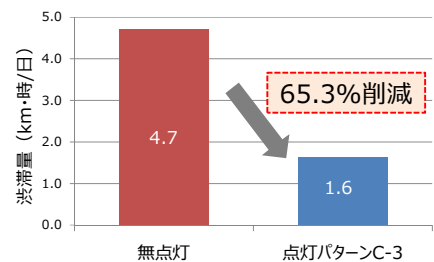


図-16 渋滞量の比較 (C-3 vs 無点灯)

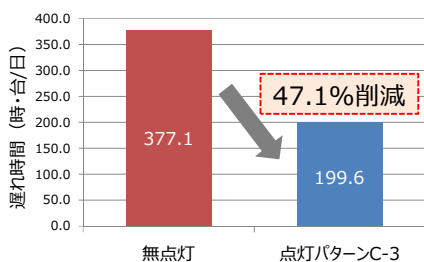


図-17 遅れ時間の比較 (C-3 vs 無点灯)

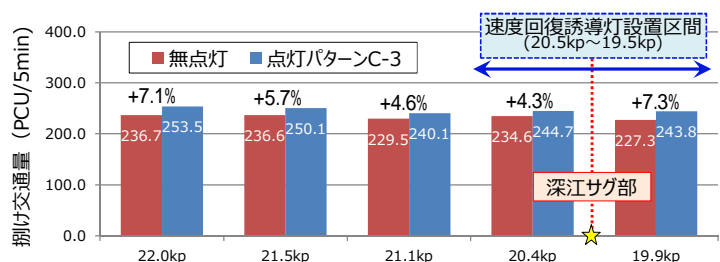


図-18 渋滞中の捌け交通量の比較 (C-3 vs 無点灯)

与えるような前後区間での事故渋滞等の発生日は対象外とした。

この結果、検証対象日は、点灯パターン C-3 が 14 日、無点灯が 13 日となった。また、設定した検証日における平均 8 時間交通量はほぼ同等で、僅かに点灯パターン C-3 の値が上回っていた(図-14)。

(2) ステップ 3 の検証結果

ステップ 3 で検証した点灯パターン C-3 と無点灯についての比較の結果を次に示す。

a) 渋滞時間・渋滞量の比較

まず、渋滞時間については、誘導灯の設置区間だけでなく、その上流においても、別のボトルネックである魚崎合流までの間で、6 割~7 割程度、渋滞時間が減少していることがわかる。なお、渋滞時間の減少率は、誘導灯の設置区間の上流側にいくにつれて大きくなる傾向にある(図-15)。

また、これに伴い、魚崎合流~深江サグ部の渋滞量も約 7 減少した(図-16)。

b) 遅れ時間の比較

魚崎合流~深江サグ部における遅れ時間を比較した結果、8 時間交通量はパターン C-3 が僅かに大きいにも関わらず、低速度割合が減少したこともあり、無点灯と比べて点灯パターン C-3 は、遅れ時間が約 5 割減少した(図-17)。

c) 渋滞中の捌け交通量の比較

検知器断面毎に渋滞中の捌け交通量を比較した結果、誘導灯設置区間だけでなく、その上流においても捌け交通量が向上しており、その割合は 4.3%~7.3% 増となり、渋滞の早期解消・延伸抑制効果が確認できた(図-18)。

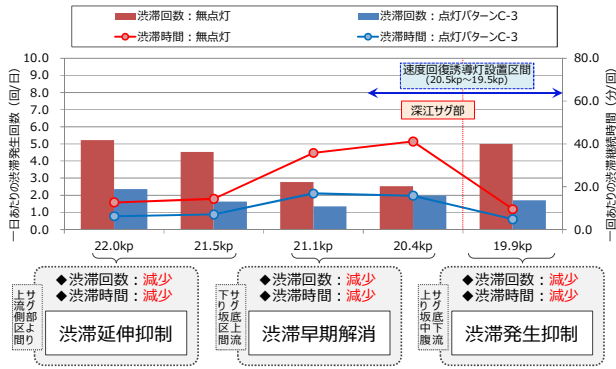


図-19 渋滞回数・渋滞継続時間の比較 (C-3vs 無点灯)

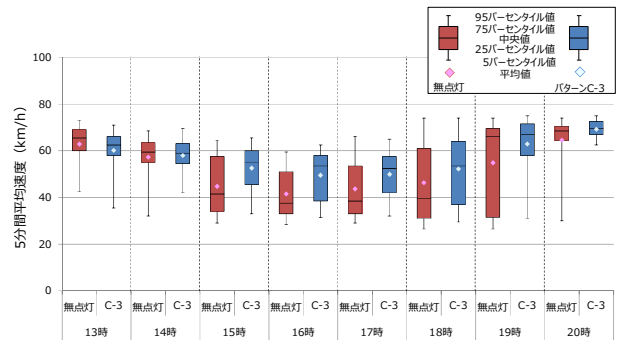


図-20 5分間平均速度分布の時間帯別推移 (C-3vs 無点灯)

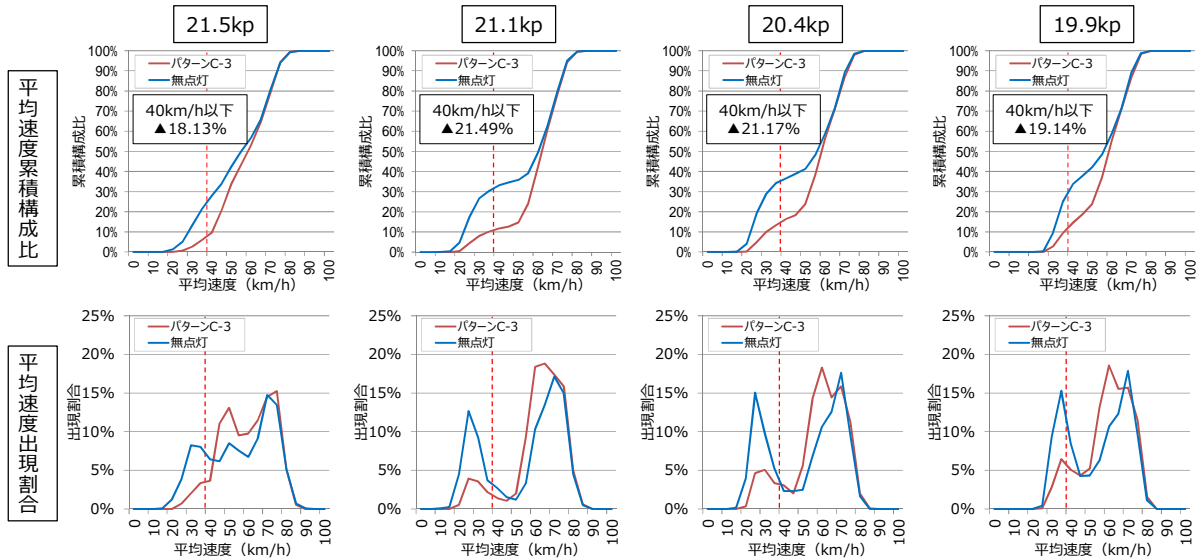


図-21 5分間平均速度分布の地点別比較 (C-3vs 無点灯)

d) 渋滞回数・渋滞継続時間の比較

検知器断面毎に、1日あたりの渋滞発生回数と1回あたりの渋滞継続時間を整理した結果を図-19に示す。

まず、サグ底直上流の下り坂区間の20.4kp, 21.1kpでは、渋滞回数は減少し、特に渋滞継続時間は大きく減少していた。これは、点灯パターンC-2は、渋滞が発生しても早期に解消していることを表している。その結果、前述の日渋滞時間(8時間)の減少に繋がっていると考えられる。サグ部より上流側区間21.5kp, 22.0kpでは、渋滞継続時間は減少し、渋滞回数が大きく減少していた。これは、点灯パターンC-2では、当該断面まで渋滞が延伸しにくくなったことを表しており、その結果、前述の日渋滞時間の大幅な減少に繋がっていると考えられる。

以上より、誘導灯効果により渋滞の早期解消や延伸抑制が図られたことで、渋滞量の大幅な減少を達成できていることが確認できた。

一方、サグ底直下流の上り坂中腹区間に位置する神上19.9kpでは、散発的に発生していた渋滞回数が大きく減少し、渋滞時間も微減しており、誘導灯が上り坂での渋滞発生を抑制している可能性が期待される。

e) 速度分布の比較

上り坂中腹に位置する19.9kpで5分間平均速度分布の時間帯推移を比較した結果、15:00~19:00で速度低下割合が減少するなど、速度低下抑制効果も見られ、前述の検証結果から期待された、上り坂での渋滞発生抑制を更に期待させる結果が得られた(図-20)。

更に、検知器断面毎に5分間平均速度の累積構成割合を比較した結果、誘導灯の設置区間だけでなく、上流側でも低速割合(40km/h以下)が2割程度減少し、速度低下抑制、及び渋滞中の速度回復効果が上流まで及びことが確認できた。これは、渋滞中の捌け交通量の増加にも寄与する結果である。(図-21)。



## 8. まとめ

ステップ 2 において、点灯パターン C-2 と点灯パターン B を隔週で運用して効果の発現を確認し、最適な点灯パターンを見出すことができた。また、ステップ 3 においては、効果の発現が確認された点灯方法を更に見直し、より走行環境に近付けるように、細やかな点灯調整を行った点灯パターン C-3 を、無点灯と隔週で運用して効果の測定を行い、その効果を確認することができた。

それぞれのステップで得られた結果を次に示す。

### 【ステップ 1】

全ブロック共通の点灯速度での運用では、走行環境との乖離により、捌け交通量増加や渋滞の早期解消・延伸抑制効果は確認できなかったが、渋滞中における速度回復や全体的な速度の引き上げという観点では効果が確認できた。

交通需要の季節変動等により、長期間連続した点灯パターン同士の比較が難しい。

### 【ステップ 2】

下流側へ進むほど段階的に点灯速度が高くなるよう速度設定し、点灯速度と走行速度の乖離や逆転の少ない、走行環境の変化に対してきめ細やかな点灯パターンの方が効果的であり、細やかな点灯調整が有効である。

誘導灯設置区間の上り坂での速度低下が抑制されるとともに、渋滞中の速度回復が促進され、低速度割合の減少が上流まで及んでいる。

渋滞中の速度回復による渋滞の早期解消・延伸抑制効果、並びに渋滞発生抑制効果を有する可能性がある。

### 【ステップ 3】

渋滞中の捌け交通量は、誘導灯設置区間及びその上流（深江サグ部～魚崎）において、4.3%～7.3%

増加した。

それに伴い、同範囲での渋滞時間が 6 割～7 割程度減少した。

同様に、同範囲での渋滞量が約 7 割減少した。

交通量全体は微増したにも関わらず、遅れ時間が約 5 割減少した。

今後は、誘導灯の効果発現メカニズムについて更に分析を進めるとともに、ステップ 3 で最も効果の発現が確認された点灯パターン C-3 を標準パターンとして、誘導灯が効果を発揮するうえで必要な設置範囲等の検証を行い、効率的な運用方法について体系的な整理をする予定である。

謝辞：本検討を行うにあたり、阪神高速道路株式会社技術審議会交通技術委員会の先生方には多数の貴重なご意見を頂きました。ここに付記して謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 亀岡弘之, 小根山裕之, 渡部義之, 櫻井光昭: 走光性を活用した路側発光体の動的点滅制御による渋滞緩和の効果検証, 第 33 回交通工学研究発表会論文集, pp.185-188, 2013.
- 2) 鎌田恭典, 渡部聡, 安齋潤哉, 柴田健一: 渋滞対策を目的とした自発光ペースメーカーの開発と運用について, 第 33 回交通工学研究発表会論文集, pp.181-184, 2013.
- 3) 遠藤元一, 中川浩, 深瀬正之, 橋本弾: 東京湾アクアラインの渋滞対策について, 交通工学論文集, 1(4), B\_1-B\_8, 2015.
- 4) 兒玉崇, 飛ヶ谷明人, 増本裕幸, 玉川大: 走光型視線誘導システムにおける渋滞低減効果の高い点灯パターンの検討, 第 54 回土木計画学研究発表会, 2016.

(2017. 4. 28 受付)

## EVALUATING THE EFFECT OF USING THE MOVING LIGHT GUIDANCE SYSTEM ON HANSHIN EXPRESSWAY AGAINST TRAFFIC CONGESTION

Hiroyuki MASUMOTO, Akito HIGATANI, Takashi KODAMA,  
Toshihiko KITAZAWA and Kentaro SUZUKI