

速度回復誘導灯の渋滞緩和効果を最大化する動的運用手法に関する検討 Developing the Optimal Dynamic Operation Method of Pace-Maker Light for Traffic Congestion Relief

金 進英¹, 石原 雅晃², 兒玉 崇³, 大藤 武彦⁴

Jinyoung KIM¹, Masaaki ISHIHARA², Takashi KODAMA³ and Takehiko DAITO⁴

本研究は、主にサグ部区間で発生する渋滞緩和のために運用する速度回復誘導灯について、渋滞緩和効果が効率的で最大化できる動的な運用方法を構築することを目的とする。サグ部区間における渋滞先頭位置の変動や渋滞範囲が異なる渋滞パターンを考慮して、対象区間を区分するブロック別交通状態を分析することで、渋滞パターン別点灯速度の運用方法設定の必要性について議論する。また、運用した点灯速度設定ケース別交通データをもとに、渋滞パターン別点灯速度と観測交通データの関係性を分析することで、適切な点灯速度を抽出する方法を提案する。最後に、提案した点灯速度の抽出方法に基づいて、速度回復誘導灯運用システムに導入可能な、渋滞パターン別点灯速度の設定値及び点灯速度の運用方法を提案する。

Keywords: 速度回復誘導灯, 渋滞パターン, 渋滞対策, Pace-Maker Light

1. はじめに

近年、高速道路や自動車専用における道路構造上 BN (ボトルネック) の存在による渋滞多発区間において、渋滞緩和または安全の対策として、路側や地面にライトを一定間隔で設置し、走行車両の速度とはいくぶん遅いまたは早い速度で光を進行させる (点灯速度と称する) ことで、ドライバーへ速度維持、加速または減速を促すシステムの導入が増えている。その中でも、サグやトンネルなどのように速度低下による渋滞区間において、ドライバーの速度回復及び速度低下抑制の効果を期待して、ライトで速度を誘導するシステム (運用主体によって名称は様々であるが、本研究では「速度回復誘導灯」と称

する) に着目する。速度回復誘導灯は、ドライバーが無意識のうちに速度低下を起しやすいつまらぬ区間において、走行車両の速度よりいくぶん早い点灯速度を設定することで、走行速度の低下を認知して加速を促進するために導入するシステムである。

このような速度を回復されるためのシステムに関して、効果の検証を行った研究は多数あり、表 1 のようにまとめることができる。この表によると、速度回復誘導灯の主な評価指標は捌け交通量であり、その他に速度や渋滞発生確率、渋滞長・持続時間などがある。ここでレビューをした全研究で、誘導灯の点灯有・無時を比較することで、速度回復誘導灯を運用した場合が各自の評価指標

表 1 速度回復誘導灯の運用区間と運用方法

速度回復誘導灯の運用区間	点灯速度運用方法	評価指標
東名高速道路 宇利トンネル ^{1) 2)}	60、80、100km/h の組み合わせ	捌け交通量、速度
東京湾アクアライン (サグ) ³⁾	自由流: 80~120km/h、 渋滞流: 40~70km/h	捌け交通量、交通流率
阪神高速道路 3号神戸線上り 深江付近 (サグ)	⁴⁾ 渋滞先頭付近: 車両走行速度+10 ~ ^{5) 6)} 20km/h、渋滞区間上流部: 実勢速度	捌け交通量、速度 捌け交通量、渋滞発生確率
首都高速道路 3号渋谷線下り池尻付 近 (合流+上り勾配) ⁷⁾	60km/h	最大通過台数、渋滞損失時間
三陸道上り 利府 JCT 付近 ⁸⁾	70km/h	捌け交通量、渋滞延長、渋滞継続時
東北道上り福島 TN 付近、 下り安達太良 SA 付近	80km/h	捌け交通量、旅行速度、旅行時間

1 正会員, 工学博士, (株)交通システム研究所
〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島 7-1-20 e-mail: kim.jinyoung@tss-lab.com Phone: 06-6101-7001
2 正会員, 阪神高速道路(株)
3 正会員, 阪神高速道路(株)
4 正会員, (株)交通システム研究所

による道路容量の増加と渋滞緩和の効果が確認できたと
言及している。一方、点灯速度の運用方法はそれぞれ異
なっており、検証に際して様々な区間とパターンを定義
して比較をしている。例えば、東名高速道路宇利トンネ
ル¹⁾を対象にしている研究では、運用区間を複数のブ
ロックに分割し、経験値によって60、80、100km/hの点
灯速度の組み合わせをパターン化して、パターン別評価
指標を比較した。東京湾アクアライン³⁾の場合は、自由
流と渋滞流を区分して、それぞれに80~120km/hと40~
70km/hの点灯速度を設定・運用し、実走行速度より+10
~20km/hが最も効果的であると結論した。阪神高速道路
3号神戸線⁴⁾上り深江付近⁵⁾の場合は、渋滞区間は同等
点灯速度に、渋滞先頭位置付近から下流へは段階的に点
灯速度を高めになるよう、観測された走行速度に基づい
て、走行速度より10~20km/h高い点灯速度のパターン
を設定し、最も効果的な点灯速度を見出した。その他に、
首都高速道路⁷⁾と三陸道⁸⁾上り、東北道上/下り⁸⁾では道路
の制限速度を点灯速度として設定をした。しかし、これ
らの研究では、1) 設定した点灯速度のパターンは適切だ
ったのか、2) 最適な点灯速度はなにかについての考察が
行われておらず、大きな課題として指摘される。

本研究では、阪神高速道路の3号神戸線⁴⁾上り深江サグ
付近データを用いて、渋滞緩和効果が効率的で最大化で
きる動的な運用方法を提案することを目的に、当該区間
で発生する渋滞のパターン別に点灯速度を運用する方
法について検討する。具体的には、渋滞パターンを定義
する必要性について議論をし、該当区間で考慮すべき渋
滞パターンを確認する。また、速度回復誘導灯点灯運用
時の実績データに基づいて、渋滞パターン別に適切な点
灯速度を抽出する方法について考察を行う。その結果、望
ましい速度回復誘導灯運用システムとして適用可能な点
灯速度設定値及び点灯速度の算出手法を提案する。

2. 分析の対象区間と使用データ

2.1 分析対象区間

分析の対象区間は、3号神戸線⁴⁾上り深江サグ付近で速度
回復誘導灯が設置されている20.5Kp~19.5Kpであり、
その区間を中心に上流と下流に設置されている車両検知
器データも分析対象にする(図1)。

分析対象区間は4ブロックに区分して点灯を運用して
いる。上流側3ブロックにビデオカメラを配置し、1分
毎に交通量と平均速度を計測して、その値をもとに4ブ
ロックの点灯速度を設定・運用している。なお、ブロッ
ク4の場合はブロック3で観測された交通状況に基づい
て点灯速度を設定している。

ブロック1は-0.6%の下り勾配で、ブロック2は0.6%
の上り勾配になっており、ブロック2の上流側にサグが
存在する。サグ後には長い上り坂がブロック4まで続い
ており、これらの要因が単独、もしくは複合的に起因し
て渋滞が多発する区間である。

2.2 使用データ

分析の対象期間は、速度回復誘導灯運用システムを導
入後の約3年7か月間を対象とする。対象期間では、い
くつかの速度回復誘導灯点灯ケースを試行しており、分
析には運用時間を対象としてデータを整備して分析デー
タとする。

- ・ 対象期間：2015年6月1日~2018年12月31日
- ・ 対象時間帯：13:00~21:00

分析対象期間で整備したデーは、表2に示すとおりで
ある。「速度回復誘導灯」運用システムで得られるカメラ
観測データ(交通量、速度)、点灯記録データ、点灯パター
ンカレンダーを主として、交通管制システムから得られ
る車両検知器データ、管制業務日誌、障害日報、そして
道路構造データである。

本研究では交通集中による渋滞(自然渋滞)のみを対
象にするため、予め管制業務日誌と障害日報から交通事
故や道路工事などによる渋滞が存在する場合はデータか
ら除外した。

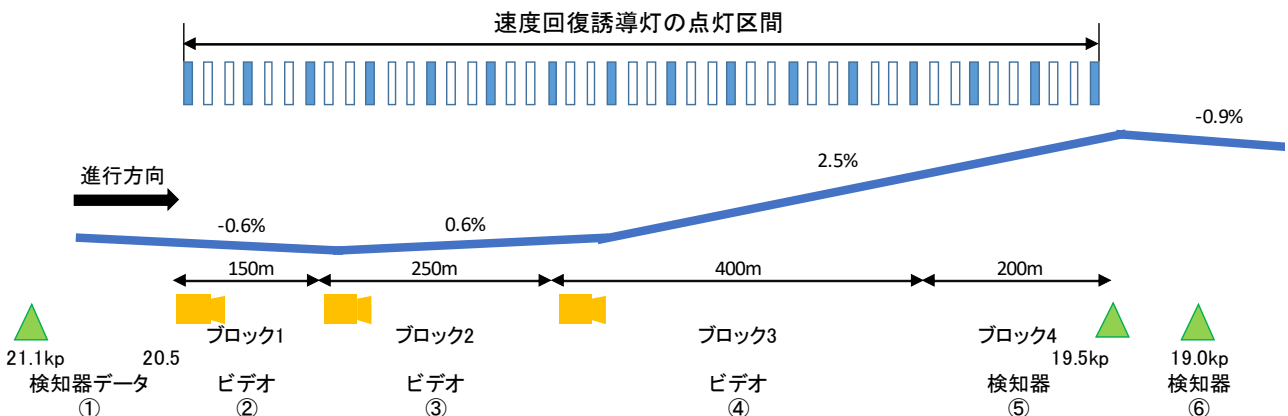


図1 分析対象区間位置図：3号神戸線⁴⁾上り深江サグ付近

表2 使用データの一覧

データ名	空間単位	時間単位	内容
カメラ観測 交通データ	ブロック	1分	交通量、速度
点灯記録データ	ブロック	1分	点灯速度
点灯パターン カレンダーデータ	対象区間	日	点灯パターン
車両検知器データ	JDP	5分	交通量、速度
管制業務日誌	管制区間	都度	交通渋滞データ
障害日報	100m	都度	
道路構造データ	100m		道路構造
カレンダーデータ		日	曜日パターン

3. サグ部における交通特性と渋滞パターン

3.1 ボトルネックの変動

本分析対象区間においては、ブロック1とブロック2の間に存在するサグがBNになって、その地点を先頭に渋滞が多発すると知られている。これを検証するため、分析対象区間を含む21.1kpから19.0kpまでの5つの車両検知器データを用いて、渋滞発生時の交通量と速度を確認した。図2にその結果の一例を示す。車両の進行方向に従って左から右へ5つの車両検知器に基づく交通状況を示しており、最上段は2017年10月4日(水)の6時~10時のグラフであり、中段と最下段はそれぞれ2017年4月28日(金)14時~19時と2017年4月3日(月)15時~19時である。ここで、渋滞は、1分間平均速度が40km/h以下とし、速度が40km/h以下が始まる時点から終わる時点まで縦の実線で表示しており、渋滞持続時間を表している。また、40から60km/h以上へ回復する時点まで縦の点線で示しており、渋滞が終わる実線から点線の

間は渋滞解消時間である。

2017年10月4日は、19.5kpでは7:35から9:05まで渋滞が発生したが、19.0kpでは渋滞が発生していないことから、19.5kpと19.0kpの間が渋滞先頭になったと考えられる。同様に、2017年4月28日と2017年4月3日の渋滞先頭は、それぞれ19.9kpと19.5kpの間と20.4kpと19.9kpの間に存在しており、渋滞先頭位置は変動していることが確認できた。また、2017年10月4日の19.5kpのグラフを見ると、渋滞解消時間は9:05から9:25まで約20分かかり、2017年4月28日の19.9kpでは17:50から18:35の約45分、2017年4月3日の20.4kpでは16:15から16:35の約20分かかっており、渋滞先頭位置、または渋滞長によって渋滞が解消される形態も異なることが分かる。最後に、20.4kpの3日間のグラフを比較すると、同じ場所でも渋滞先頭位置からの距離が異なることで、渋滞持続時間と渋滞解消時間が変動することが確認できる。

以上の結果から、BNの渋滞先頭位置が固定であることを前提とした従来の運用方法は効果的ではないと考えられる。交通状況によって渋滞先頭位置と渋滞程度は動的に変動することを考慮し、渋滞パターン別最適な運用方法を提案することが望ましいと考えられる。

3.2 渋滞パターンの特性

図1の対象分析区間において、速度回復誘導灯運用システムのカメラから観測可能な渋滞パターンを定義するため、データの整備を行った。ここでも、走行速度が40km/h以下を渋滞と定義し、対象区間より下流から発生した渋滞が対象区間まで延伸した渋滞は分析の対象外にするため、19.0kpと19.5kpの検知器データの速度が40km/h以下のデータは分析で除外した。したがって、こ

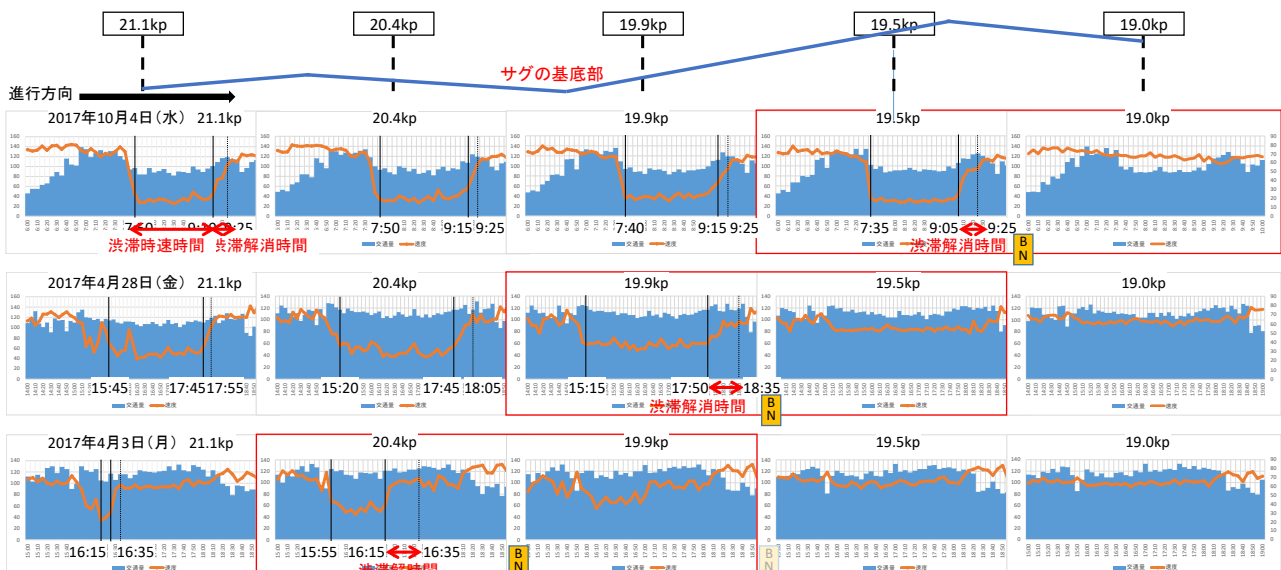


図2 渋滞先頭位置の変動

ここで扱う渋滞時データは、渋滞先頭位置がブロック1から4の間に存在するものである。

以上のデータを用いて、カメラから観測可能な渋滞パターンを定義すると、図3のようにブロック1から3における8個が挙げられる。ここでは、それぞれを渋滞パターン1から渋滞パターン8と称する。渋滞パターン1はブロック1と2の間に渋滞先頭が位置し、渋滞パターン2と3はブロック2と3の間に、渋滞パターン4、5、6はブロック3の下流側に渋滞先頭が位置するものであり、渋滞パターン6が最も渋滞長が長い渋滞パターンである。

また、カメラデータに基づく各渋滞パターンにおける渋滞発生頻度分布を図3に示す。このグラフによると、本区間においては、渋滞パターン3が最も多く発生しており、次いで渋滞パターン6、そして渋滞パターン1の順になっている。すなわち、渋滞先頭の位置もブロック1と2の間だけではなく、ブロック2と3の間とブロッ

ク3の下流に分布していることが確認できる。

3.3 渋滞パターン別交通特性

ここでは、渋滞パターンによって交通特性がどのように異なるかを検証し、速度回復誘導灯の渋滞パターン別運用の必要性について述べる。

渋滞パターン1と3、6は、それぞれ渋滞先頭位置と渋滞長が異なるものの、ブロック1が渋滞している共通点がある。そのブロック1の交通特性を渋滞パターン別に比較するため、図4のように交通データを示す。交通量と速度の散布図を見ると、渋滞パターン1のばらつきが最も多く、渋滞パターン3のばらつきが最も少ないことや、渋滞パターン6では交通量と速度が0に近い領域に多く散布していることなどがわかる。交通量と速度の度数分布図は、渋滞パターン別に比較を見やすくするため、交通量階級は31-33台/分と速度階級は29-30km/hに該当

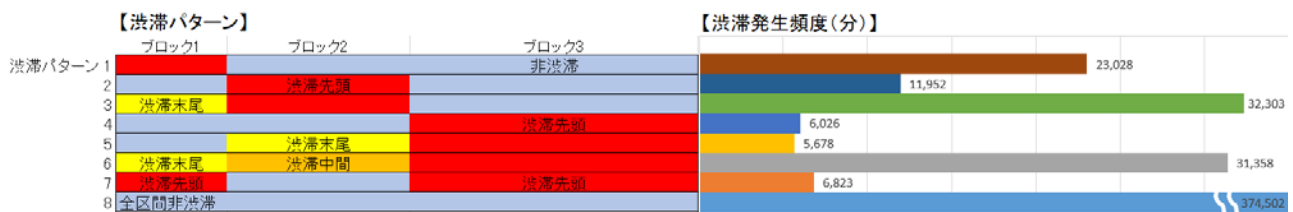


図3 渋滞パターンと頻度分布

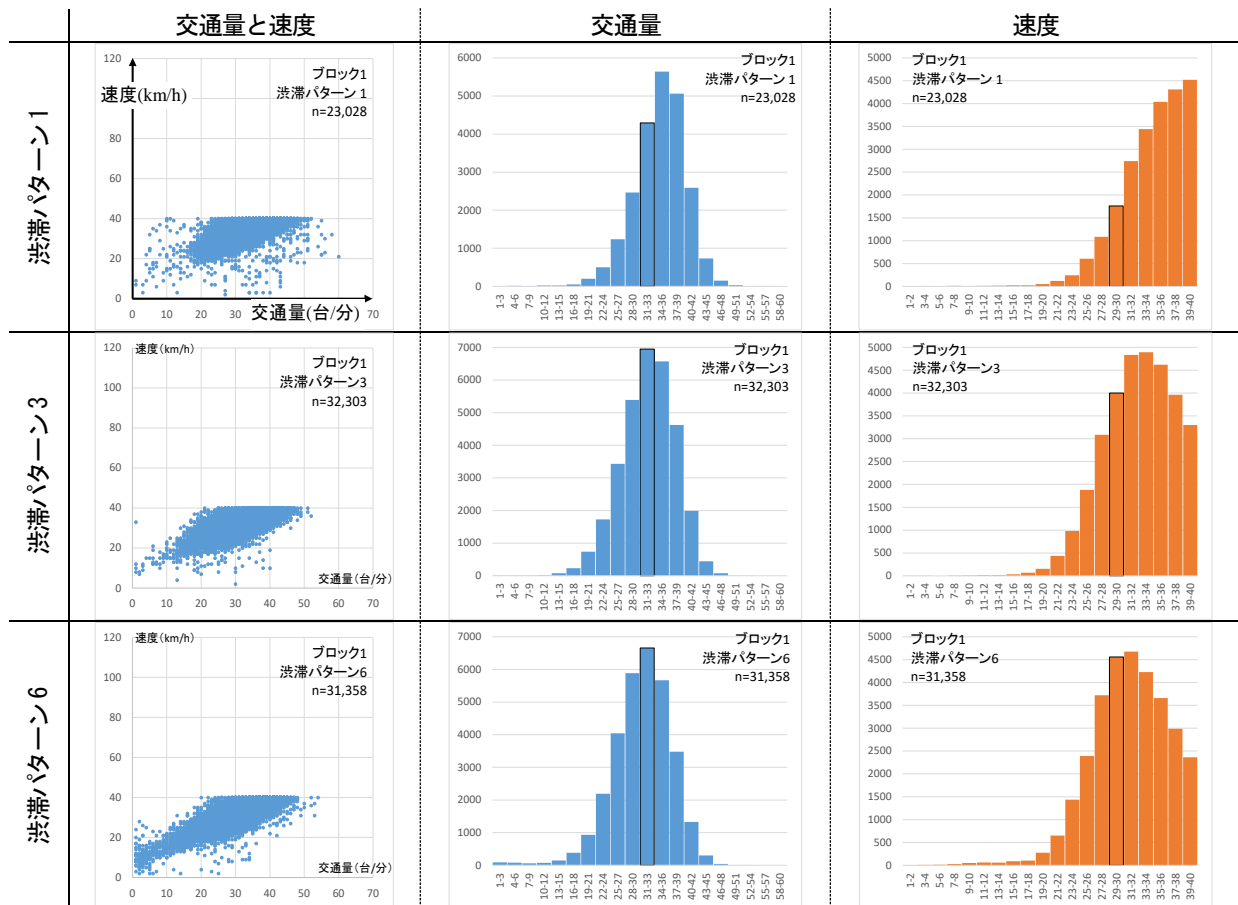


図4 ブロック1の渋滞パターン別交通特性

する度数の棒を黒い線で囲んだ。交通量の分布をみると、渋滞パターン1は右(交通量階級が高い)のほうに、渋滞パターン6は左(交通量階級が低い)のほうに多く分布していることが分かる。速度の分布は交通量と同じ傾向がより明確に表れている。このような渋滞パターン別交通量と速度の基本統計値を表3に示す。渋滞パターン1の場合は、交通量と速度の最頻値と平均値が最も高く、渋滞パターン3と6の順になっている。

以上のことから、渋滞パターン別交通の特性が異なっており、渋滞パターン6のほうが渋滞パターン1より重度渋滞が多いことが推測できる。すなわち、例えばブロック1に速度回復誘導灯を運用する場合も、渋滞パターンによって渋滞の程度が異なることを考慮する必要があると考えられ、本研究では渋滞パターン別ブロック別に適切な速度回復誘導灯の点灯速度を検討して提案する。

表3 ブロック1の渋滞パターン別交通量と速度

渋滞パターン	最頻値		平均値	
	交通量(台/分)	速度(km/h)	交通量(台/分)	速度(km/h)
1	34-36	39-40	34.5	34.5
3	31-33	33-34	32.1	32.5
6	31-33	31-32	30.9	31.3

4. 渋滞パターン別適切な点灯速度

4.1 点灯速度と交通量の関係

一般的に速度回復誘導灯効果の評価指標としては速度と交通量(ここでは渋滞時の交通状況の回復がねらいであるため、捌け台数が対象である)が挙げられる。ここでは、点灯速度による交通量の相違を用いて速度回復誘導灯の効果を検証する。前述したように、速度回復誘導灯の点灯速度を渋滞パターン別ブロック別に設定する場合、該当する渋滞パターンとブロックにおいて点灯速度と交通量の関係を確認することとする。

一例として渋滞パターン6の交通状況を図5に示す。観測速度の階級別に、点灯速度(横軸)ごとに観測された交通量(縦軸)を青色でプロットして、統計値(平均値と、85、95、98パーセンタイル値)をそれぞれ色で区分している。この図から、各観測速度階級において最も交通量が多かった点灯速度がわかり、効果的だった点灯速度を把握することができる。例えば、渋滞パターン6のブロック1では、走行速度が1-10km/hの場合は点灯速度が30Km/hの時の交通量統計値が最も高くなっており、走行速度が11-20km/hの場合もほぼ同じである。走行速度が21-30km/hの場合は目立った差は見られないものの、点灯速度が40Km/hの時の交通量平均値と98パーセンタ

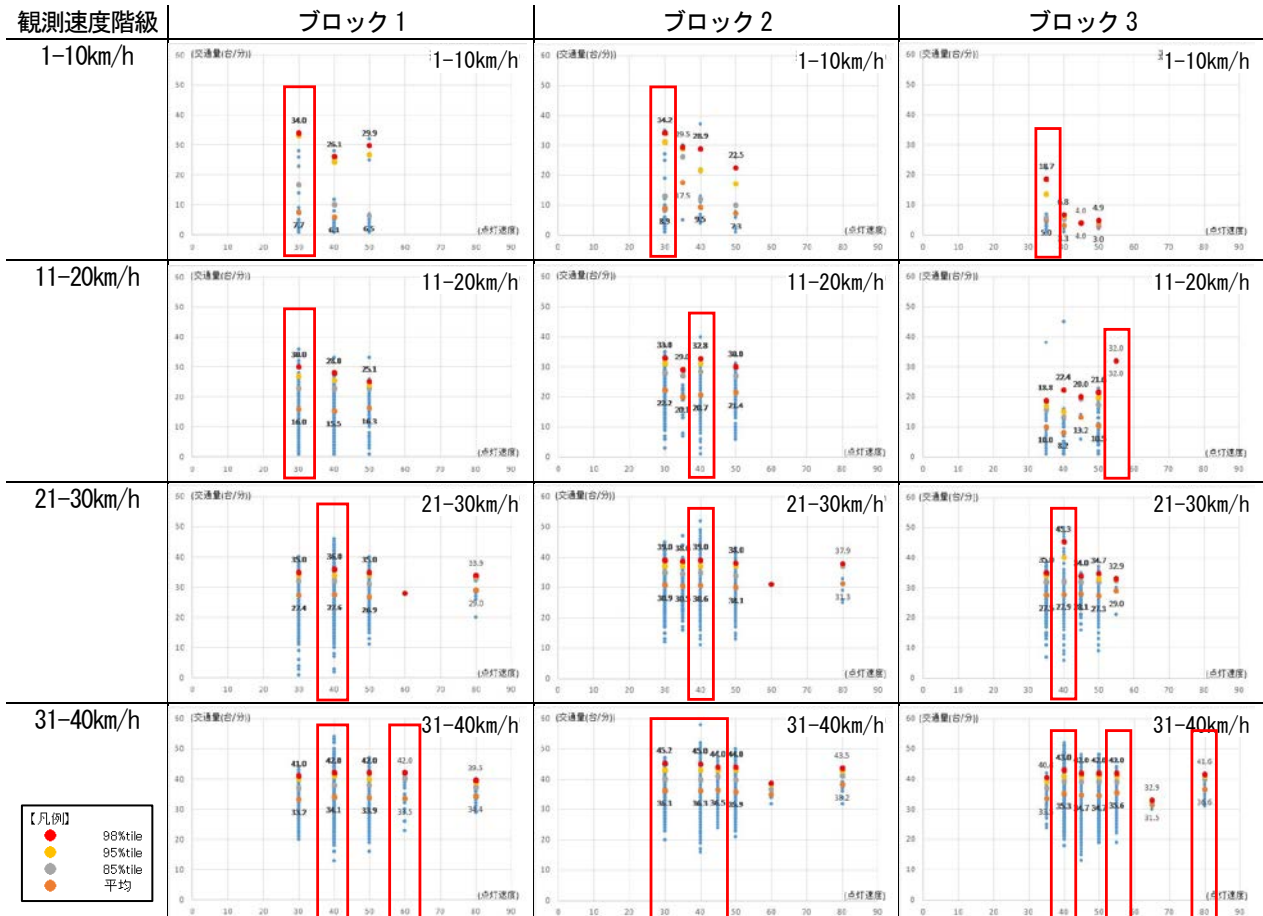


図5 点灯速度と交通量(渋滞パターン6)

イル値と平均値がいくぶん高くなっており、走行速度が31-40km/h の場合も同様である。以上のような点灯速度が該当する渋滞パターンのブロックにおいては最も効果的の点灯速度であると考えられ、点灯速度の設定値に用いることができる。

4.2 統計値に基づいた効果的な点灯速度の抽出

前節では、渋滞パターン別ブロック別に、点灯速度と交通量の統計値の関係を分析することで、最も効果的な点灯速度を抽出する基本的な考え方について言及した。本節では、具体的な点灯速度の抽出方法を説明する。

図5における点灯速度別交通量の統計値を表4に示す。この表には、観測速度の階級別にそれぞれの統計値が一番高い値を橙色で、2番目に高い値を黄色で着色した。この表において、観測速度階級別に交通量(捌け台数)が最大になる点灯速度を抽出する。例えば、観測速度階級1-10km/hの場合は、平均、85、95、98パーセンタイル値が橙色になっている点灯速度30km/hを抽出し、太い枠線で囲んだ。同様に、観測速度階級11-20km/hの場合は点灯速度30km/hを、観測速度階級21-30km/hの場合は点灯速度40km/hを、観測速度階級31-40km/hの場合は点灯速度40km/hを抽出している。ここで、観測速度階級31-40km/hでは点灯速度60km/hも85、95、98パーセンタイル値は最大になっており、望ましい点灯速度を一義的に抽出することは困難である。それゆえに、点灯速度を抽出するための原則が必要である。本研究の対象である速度回復誘導灯の場合は、渋滞先頭になる最下流では走行速度より高い点灯速度を設定することでドライバーへ速度上昇を促し、それとともに上流側にも徐々に走行速度を上げるように誘導することが最も効果的であると考えられる。このような考え方を基に、以下のような原則で点灯速度を抽出することとする。

- ・ 渋滞先頭地点付近の点灯速度は観測速度より高い。渋滞区間の点灯速度は実勢速度と同程度。

- ・ 同じ渋滞パターンの同じブロックにおいては、観測速度階級が高くなると点灯速度も等しいか高くなる。
- ・ 同じ渋滞パターンの同じ観測速度階級においては、点灯速度は下流側ブロックほど高い。

以上のような原則に基づいて、渋滞パターン別ブロック別観測速度階級別に捌け台数統計値から点灯速度を抽出整理したものが表5である。表4で述べたように、渋滞パターン6、ブロック1の観測速度階級31-40km/hでは点灯速度40km/hと60km/hが候補として挙げられる。しかし、上記原則の3番目の内容を考慮するとともに上流であるブロック1では40km/hが妥当であると思われる。

表5の点灯速度は、観測された交通データからは捌け台数が最大の時の点灯速度であるため、該当する条件においては最適な点灯速度であると考えられる。したがって、この表の値を速度回復誘導灯の点灯速度の設定値として提案する。

表4 観測速度階級別点灯速度ランク別捌け台数統計値(渋滞パターン6、ブロック1)

観測速度階級	統計値	点灯速度								
		10	20	30	35	40	45	50	55	60
1-10km/h	平均			7.7		6.1		6.5		
	85%tile			16.7		10.0		6.5		
	95%tile			33.1		24.4		26.8		
	98%tile			34.0		26.1		29.9		
11-20km/h	平均		16.0		15.5		16.3			
	85%tile		23.0		23.0		23.0			
	95%tile		27.0		25.6		24.0			
	98%tile		30.0		28.0		25.1			
21-30km/h	平均		27.4		27.6		26.9		28.0	
	85%tile		32.0		32.0		31.0		28.0	
	95%tile		34.0		34.0		34.0		28.0	
	98%tile		35.0		36.0		35.0		28.0	
31-40km/h	平均		33.2		34.1		33.9		33.5	
	85%tile		37.0		38.0		38.0		40.3	
	95%tile		40.0		41.0		40.0		42.0	
	98%tile		41.0		42.0		42.0		42.0	

表5 速度回復誘導灯の点灯速度の設定値

渋滞パターン	該当渋滞パターン	観測速度階級	ブロック1	ブロック2	ブロック3	ブロック4
1	1	1-10km/h	30km/h	—	—	—
		11-20km/h	30	—	—	—
		21-30km/h	50	—	—	—
		31-40km/h	60	—	—	—
3	2、3	1-10km/h	30km/h	30km/h	—	—
		11-20km/h	30	40	—	—
		21-30km/h	40	60	—	—
		31-40km/h	60	60	—	—
6	4、5、6	1-10km/h	30km/h	30km/h	35km/h	50km/h
		11-20km/h	30	40	55	55
		21-30km/h	40	40	55	55
		31-40km/h	40	45	55	55

4.3 モデル分析による運用パターン設定方法の検証

前節で提案した点灯速度の設定値を速度回復誘導灯のシステムに導入する際に、今後の活用性や拡張性などを考慮すると、その設定値をモデル化したほうがより効率的であると思われるため、表5の値のモデル化を試みた。表5で提案した点灯速度を従属変数とすると、各点灯速度に該当する観測交通量と速度が説明変数として考えられる。しかし、交通量と速度は強い相関があるため同時に説明変数として使うことができないことから、単回帰モデル分析を行うことにした。回帰モデル式は以下の式(1)か(2)のとおりになる。

$$\text{点灯速度}_t^{p,b} = \alpha_{0,t}^{p,b} + \alpha_{1,t}^{p,b} \times \text{観測交通量}_t^{p,b} \quad (1)$$

$$\text{点灯速度}_t^{p,b} = \alpha_{0,t}^{p,b} + \alpha_{2,t}^{p,b} \times \text{観測速度}_t^{p,b} \quad (2)$$

ここで、

α_0 、 α_1 、 α_2 : パラメータ

p : 渋滞パターン

b : 分析区間

t : 時間帯

式(1)と(2)のそれぞれのモデル推定を行い、モデルの重相関係数および決定係数を比較した結果、観測速度を説明変数とした式(2)のほうがモデルの有意性が高いことが確認できた。

モデル式(2)の渋滞パターン別ブロック別パラメータ推定値と決定係数 (R^2) を表6に示す。渋滞パターン6のブロック1の場合は、長い渋滞の末尾に位置するためばらつきが大きい分、モデルの R^2 値も低くなっているものの、他のモデルは R^2 値が高く、比較的精度の良いモデルであるといえる。殆どの α_0 の値が約 25-36 であることから、最低の点灯速度は 25km/h 以上であることが分かる。しかし、

表6 モデルの推定結果

渋滞パターン	ブロック	パラメータ			決定係数
			係数	P-値	
1	1	α_0	25.82	.00	0.90
		α_2	0.88	.00	
3	2	α_0	36.76	.00	0.63
		α_2	0.64	.00	
	1	α_0	-3.70	.00	0.80
		α_2	1.57	.00	
6	4	α_0	34.71	.00	0.96
		α_2	0.69	.00	
	3	α_0	32.89	.00	0.92
		α_2	0.57	.00	
	2	α_0	30.45	.00	0.63
		α_2	0.35	.00	
	1	α_0	34.81	.00	0.27
		α_2	0.15	.00	

渋滞パターン3のブロック1のモデルは、定数項の値が負になっているため、本モデルを実際の運用に適用する際には点灯速度の最低値の制約条件などを考慮する必要がある。

表6のモデル推定結果から表5の設定値を再現できることを確認するため、実際に渋滞が発生した2016年6月12日(日) 18:36-20:42の1分間隔で観測された速度を用いて点灯速度を算出した。まず、1分間隔の全ブロックの速度データを用いて渋滞パターンを判定し、該当する渋滞パターンにおけるブロック別点灯速度を表5の設定値、または表6を使用したモデル推定値を算定する。その結果が図6である。

黒い折れ線は1分間隔に観測された速度で、赤は表5

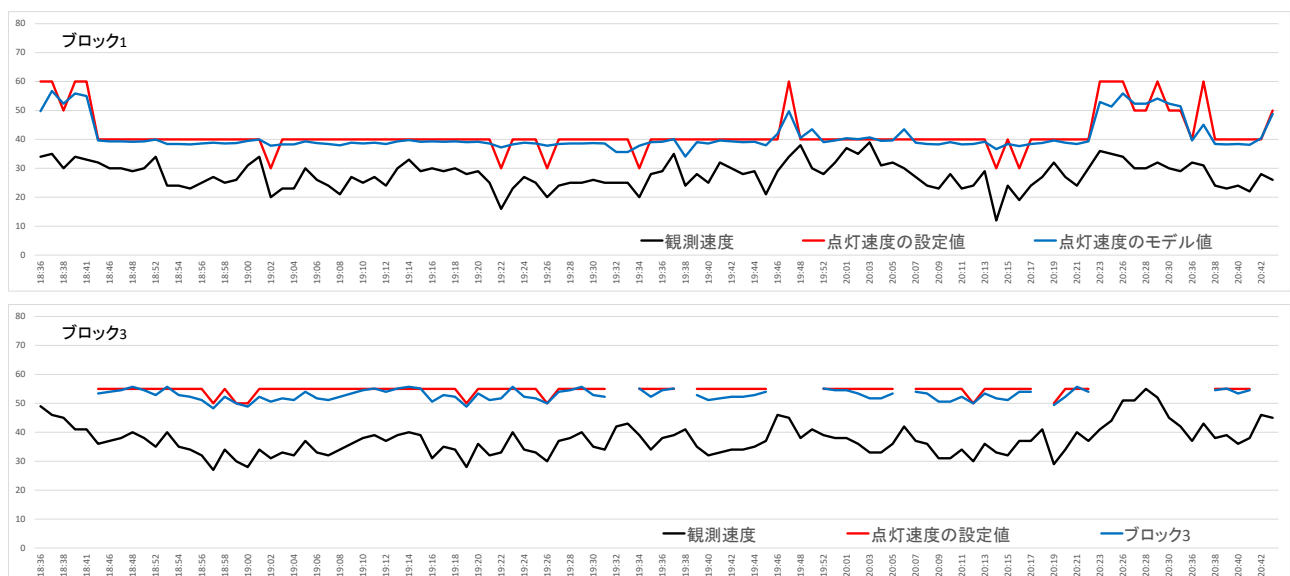


図6 点灯速度の設定値とモデル値

の点灯速度の設定値から算出した点灯速度を、青は表 6 のモデル推定結果から算出した点灯速度を表しており、上段の図はブロック 1 を下段はブロック 3 を示す。一方、点灯速度は渋滞時（観測速度 40km/h 以下）のみ計算を行ったため、ブロック 3 の一部時間帯に欠損が見られる。

決められた設定値から算出した点灯速度（赤い線）よりはモデル式から算出した点灯速度（青い線）のほうが観測速度の値に敏感に変動するように見えるものの、大きな差はなく、モデル式が設定値をうまく再現できていると言える。

5. 速度回復誘導灯の運用手法

以上で提案した手法に基づいて速度回復誘導灯の運用方法を図 7 ように提案する。

まず、対象区間における交通特性を把握するための初期データを収集する。対象区間の様々な渋滞パターンにおいて多様な点灯速度が十分に観測できるように、点灯速度のパターンと運用期間を設定しなければならない。初期データを用いて、図 3 のように対象区間に発現する渋滞パターンと頻度などを分析し、運用対象になる重要渋滞パターンを抽出する。次は図 5 と表 4 のように、渋滞パターン別観測速度階級別点灯速度別交通量の統計値を算出し、表 5 のような渋滞パターン別ブロック別走行速度ランク別点灯速度の設定値を作成して速度回復誘導灯を運用する。一定期間の運用で蓄積データが収集できると、対象区間に発現する渋滞パターンと頻度を再分析することで、速度回復誘導灯の効果及び影響を分析することができる。また、速度回復誘導灯の影響により多頻度発現の渋滞パターンが変わると、交通量の統計値を再計算して点灯速度設定値を再作成するなどのキャリブレーションを行う。一方、ある程度の期間を運営すると、図 7 の①である新たな初期値設定及び初期データを収集する過程から繰り返すことで、運用中である速度回復誘導灯の点灯速度設定値の妥当性を検証することもできる。

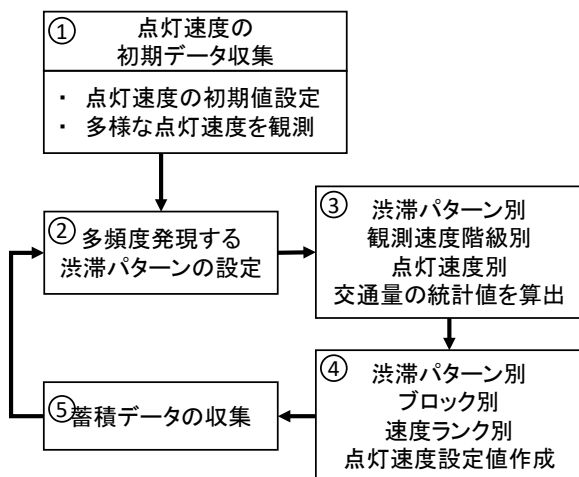


図 7 速度回復誘導灯の運用手順

6. おわりに

本研究は、サグ部付近で発生する渋滞緩和を期待して導入した「速度回復誘導灯」について、これまでの運用結果データをもとに速度回復誘導灯の動的運用方法を設定することを目的とし、速度回復誘導灯の点灯速度が観測された交通データを用いて、捌け台数を最大化する点灯速度運用方法を検討して提案した。

まず、BN の渋滞先頭位置は動的に変動し、同じ区間でも渋滞先頭位置や渋滞長によって速度や捌け台数等の交通状況が異なることを確認した。また、当該区間における渋滞パターンを定義して、渋滞パターン別ブロック別に速度回復誘導灯を運用することを提案した。さらに、交通量と点灯速度の関係を分析することで、効果的な点灯速度の抽出方法と、その方法に基づいた設定値を提案し、点灯速度算出手法を構築した。本研究で行われた点灯速度の設定手順は、サグ区間だけではなく複合的な原因によって渋滞対策が困難である区間においても、ボトルネックの位置を定めることなく運用することが可能であるため、効率的で動的な運用が期待できる。

一方、本研究の対象区間においては速度回復誘導灯の運用期間が短いため、必ずしも十分なデータが得られているとは言えない。今後蓄積される多量のデータを用いて分析を行うことで、本研究で提案した設定手順や設定値に関する妥当性の検証が必要である。

また、今後、交通の特性や道路構造が異なる区間に本研究で提案した手法を適用する際には以下のような点に留意する必要がある。

- ・ 時々刻々変動する渋滞のパターンに対応できる点灯速度を設定するため、全ての「走行速度 Vs 点灯速度」が観測可能な初期点灯速度を設定することが望まれる。
- ・ 速度回復誘導灯の点灯速度は本手法に基づいて繰り返し更新することで、最適な点灯速度に収束させることができる。

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) Kameoka, H., Oneyama, H., Sakurai, M., and Tsuji, M.: Effect of Dynamic Blink Control of Light-Emitting Devices Installed along a Road Shoulder on Congestion Relief, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 11, pp.1919-1930, 2015.
- 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, 第 1 巻, 第 4 号, pp.B_1-B_8, 2015.

- 4) 増本裕幸, 飛ヶ谷明人, 兒玉崇, 北澤俊彦, 鈴木健太郎, 友枝ゆかり, 李竜煥: 阪神高速道路における速度回復誘導灯の効果検証と効率的な運用方法について, 第37回交通工学研究発表会論文集, pp.53-60, 2017.
- 5) 塩見康博, 北村彩菜: 交通容量の経年変動を考慮した速度回復誘導灯設置効果の分析, 交通工学論文集, 第3巻, 第2号(特集号A), pp.A_92-A_100, 2017.
- 6) 田平優太, 塩見康博: 追従時の相対速度変動に着目した走光型視線誘導灯の影響分析, 第59回土木計画学研究発表会・講演集, pp.140-149, 2019.
- 7) 首都高速道路株, 定例会見(平成27年10月22日) 配布資料, ホームページ, 2015.
- 8) NEXCO 東日本: LED 発光パネル(ペースメーカー)を活用した渋滞緩和対策, 道路行政セミナー, 2013.