

多車線高速道路ボトルネック部における 渋滞対策のための 効果的な付加車線設置方法の検討

熊倉 大起¹・邢 健²・糸島 史浩³・原尾 彰⁴・大畑 長⁵・後藤 秀典⁶

¹正会員 (株)オリエンタルコンサルタンツ 関東支社交通政策部 (〒151-0071 東京都渋谷区本町3丁目12番1号)

E-mail: kumakura-di@oriconsul.com

²正会員 (株)高速道路総合技術研究所 (〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1)

E-mail: xing@ri-nexco.co.jp

³非会員 (株)高速道路総合技術研究所 (〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1)

E-mail: f.itoshima.aa@ri-nexco.co.jp

⁴正会員 中日本高速道路(株) (〒105-6011 東京都港区虎ノ門4-3-1)

E-mail: a.harao.aa@c-nexco.co.jp

⁵正会員 (株)オリエンタルコンサルタンツ 交通運輸事業部 (〒151-0071 東京都渋谷区本町3丁目12番1号)

E-mail: ohhata@oriconsul.com

⁶正会員 (株)オリエンタルコンサルタンツ 関東支社交通政策部 (〒151-0071 東京都渋谷区本町3丁目12番1号)

E-mail: gotoh-hd@oriconsul.com

我が国では多車線高速道路のサグ部等における渋滞対策として、車線利用率の是正および交通容量増加を狙った付加車線対策がある。付加車線の設置形態としては3タイプがあり、これまでの筆者らの調査では、交通量レベルが高い路線における渋滞対策としては右付加左絞込み方式が、渋滞が発生しない程度の交通量レベル中である場合にはサービス水準向上のためには右付加右絞込み方式を適用することが好ましいことが判った。このように対象路線の交通量レベルを踏まえて付加車線形態を選定した後は、ボトルネックに対して付加車線をどのように設置するかなど効果的な設置方法を検討する必要がある。そこで本研究では、マイクロ交通流シミュレーションモデルを用いて、サグ底をボトルネックとする路線への渋滞対策としての付加車線の適切な設置方法(設置位置、設置延長)を検討した。その結果、付加車線はボトルネック区間であると考えられる縦断曲線区間の始端部から上流400mより設置し、かつ、縦断曲線区間の下流端から1.5~2.0km、総延長2.0~2.5km程度となるように設置することが望ましい結果となった。

Key Words: congestion measure, auxiliary lane operational form, micro simulation, level of service, traffic capacity

1. はじめに

1方向2車線以上の多車線高速道路の単路部区間においては、サグ部やトンネル部が交通容量上のボトルネックとなり渋滞や速度低下を引き起こすことが知られている。このような課題への対応の一つとして車線増による直接的なボトルネック容量の拡大や車線利用率の是正、さらには車群の分散(整流化)を狙った付加車線の設置方策がある。片側2車線以上の区間での付加車線の設置形態としては、我が国では図-1(a)に示す登坂車線方式が一般的であるが、十分に機能されていない状況がみられる¹⁾。最近では図-1(b),(c)に示す付加車線設置形態が試行も含めて国内で導入された事例がみられる²⁾。これまでの筆者らの調査では、交通量レベルが高い路線における渋滞対策としては(c)右付加左絞込み方式が、渋滞が発生しない程度の交通量レベル中に対してはサービス水準向上のためには(b)右付加右絞込み方式を適用すること

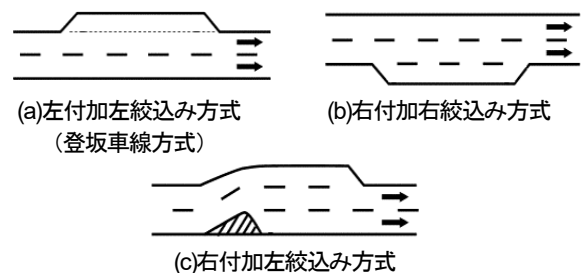


図-1 付加車線の設置形態

が好ましいことが確認された。しかし、付加車線の設置時にボトルネックに対してどのような設置位置や設置延長をどのように設定すれば効果的かは確認されていない。

そこで本論文では、サグ底をボトルネックとする路線への渋滞対策としての付加車線の適切な設置方法(設置位置、設置延長)を把握することを目的とした。まず、

国内に設置される 3 つの付加車線設置形態で調査されたビデオ動画をもとに、付加車線形態別に交通挙動を分析し、その挙動をマイクロ交通流シミュレーションで再現するため、モデル・ロジック改良とパラメータのキャリブレーションを行った。そのシミュレーションモデルを用いて、各付加車線形態の望ましい設置方法を検討した。

2. 既往調査研究のレビューと本研究の位置付け

(1) 付加車線設置形態に関する既往調査研究レビュー

大口ら⁴⁾は片側 2 車線高速道路を例に、図-1 に示す設置形態を含む付加車線について、それぞれの付加車線形態がターゲットとする交通状況と道路構造における効果と課題を整理している。特に、右付加左絞込み方式においては、必要な車線変更は外側車線から中央車線への 1 回のみであるため安全上好ましく、車線変更に十分な延長があれば、車線利用率の是正効果は付加車線長にあまり依存しないと思われるとしている。また、左付加左絞込み方式における車線利用率の是正効果は付加車線長が長いほど大きい、交通量レベルによる違いはほとんどないことを 3 箇所の左付加左絞込み方式の区間を調査・比較することで明らかにしている。さらに、右付加右絞込み方式については、交通量レベルが 2200 台/時の際に、付加車線始端部から 600m 下流の位置において追越車線 25%、第 2 走行車線 50%、第 1 走行車線 25% であり、これは一般的な片側 3 車線高速道路の車線利用率（追越車線 28%、中央車線 47%、外側車線 25%）と同程度であることから、付加車線設置区間内の車線利用率は付加車線の延長によらず区間で一定と仮定することが可能であるとしていた。

渡辺ら¹⁾は交通実態調査に基づき左付加左絞込みにおける望ましい始点位置、終点位置及び設置延長の決定方法について検討している。サグ底付近の渋滞先頭地点範囲をカバーするように、渋滞先頭地点から 200m 上流部から渋滞が解消される地点まで設置するのが望ましいが、設置延長については渋滞軽減効果を考慮するとおおむね 1 km 以上を目安に確保することが望ましいとしている。邢ら⁵⁾はマイクロ交通流シミュレーションを用いて、左付加左絞込み方式と右付加左絞込み方式の付加車線設置区間（1000m）の交通流を再現した上で、付加車線始点位置、終点位置及び設置延長を変更し両付加車線形態で実現する交通容量を比較している。その結果、サグ部での付加車線の設置範囲は 1000m 以上が望ましく、サグ部手前よりも縦断曲線部及びその下流部に設置した方が渋滞時の交通容量が高くなる傾向があることを示した。また、その設置範囲は縦断曲線部始点部付近から縦断曲線部終点部の下流 500m 程度の範囲が効率的であるとしている。さらに、邢ら⁶⁾はマイクロ交通流シミュレーションを用いて道路線形・交通環境を変えながら円滑性・安

全性の観点から付加車線形態別の交通状況を評価した。結果、交通量が多い場合には渋滞対策として右付加左絞込み方式を、交通量が低く渋滞が発生しない場合には交通流のサービス水準向上のため右付加右絞込み方式を適用することが望ましいことを示している。一方で、設置位置、設置延長についての検討は今後の課題としている。

(2) 既往調査研究を踏まえた本研究の位置づけ

我が国では、登坂車線方式の左付加左絞込み付加車線が広く設置されるものの、登坂車線の車線利用は十分でない状況にある。円滑な交通の確保と事故リスクの低減を図るためには、路線特性に応じて左付加左絞込み方式以外の付加車線形態を活用し付加車線の利用を高めることが望ましいと考えられる。既往調査・研究においては、交通流シミュレーションを用いて 3 つの付加車線形態について交通状況・道路構造別に円滑性・安全性のパフォーマンスを評価することで、どのような交通状況・道路構造の場合は、どの付加車線形態が望ましいか、適切な付加車線の形態、その適応条件が検討されている。しかし、サグ底などのボトルネック地点に対する付加車線の設置位置、設置延長などの効果的な設置方法については十分に明らかになっていない。

そこで本研究では、過去に 3 つの付加車線形態で調査されたビデオ動画より付加車線区間での交通挙動を把握し、その挙動を再現する交通流シミュレーション⁷⁾を用いて 3 つの付加車線形態について、付加車線形態毎の“サグ等のボトルネック（位置）に対してどこに取りつけると良いのか”や“交通量に応じて付加車線長を長くする必要があるか”など、具体的な設置方法を検討する。

3. 交通流シミュレーションモデルの構築

本省では本研究で用いた交通流シミュレーションの概説を示す。交通流シミュレーションの詳細は邢ら⁶⁾の論文を参考にされたい。

(1) シミュレーションモデルの概要と行動ロジック

本研究では、松本ら⁷⁾が開発したピリオディック・スキューニング方式のマイクロ交通流シミュレーションモデルである FAMS（Future Advanced Micro Simulator：マイクロ交通流シミュレーションモデル）を用いた。当モデルは走行モデルとパラメータからなるもので、走行モデルは、主に発生・消去モデル、縦方向移動（加減速）モデル、横方向移動（車線変更）モデルからなる。発生・消去モデルは、車両の発生と消去を行う。縦方向移動モデルは、自由走行、追従走行（追従理論）、発進・停止、走行性能（駆動力、走行抵抗、加速度）、曲線部の減速等を行う。ここで用いる追従モデルは越⁸⁾が提案し、邢ら⁹⁾によって推定されたモデルをベースに改良を加えたモデルである。横方向移動モデルは、追越・復帰、合流、分流、織り込み、避走、付加車線区間での流出（避譲・追越）、

表-1 ビデオ調査の対象区間

付加車線形態	道路名・区間
左付加左絞込み	中央道多治見 IC～小牧東 IC (下り線)
右付加右絞込み	中央道多治見 IC～小牧東 IC (下り線)
右付加左絞込み	中央道八王子 JCT～相模湖 IC (上り線)

表-2 ビデオ調査の日時と交通量(実績)

付加車線形態	調査日	調査時間帯	交通量(実績)
左付加左絞込み	2014年 10月12日(日)	16時～17時	2,141台/時 大混率16.9%
右付加右絞込み	2016年 10月23日(日)	15時30分～ 16時30分	2,996台/時 大混率4.8%
右付加左絞込み	2010年 11月21日(日)	13時10分～ 13時40分	1,440台/30分 大混率5.2%

大混率：大型車混入率

復帰を行うものである。

特に、今回は過去に実施された付加車線形態別のビデオ動画を収集し、付加車線区間および前後区間における位置・車線別・車種別の交通挙動を把握した。その上で付加車線区間での流出・追越・復帰など挙動を再現するためのロジックを構築している。

今回のシミュレーション実施時間は1時間を基本とし、評価区間を5.5kmずつ設定した。なお、シミュレーション計算時には評価指標の算出を行う評価区間以外にトレーニング時間・区間を設定している。

(2) 計算パラメータ

本シミュレーション計算にインプットする主なパラメータは、各付加車線設置形態の付加車線区間で実施したビデオ調査の観測値から設定している。主なパラメータとして、単路部の希望速度分布、避譲車の速度分布、速度別希望車間距離、追越時の速度上昇度分布などがある。

(3) 付加車線設置形態別の現況再現検証

前節までに構築したシミュレーションモデルを用いて、付加車線設置形態別に表-1、表-2に記す対象区間・日時でのビデオ調査時の交通状況を再現した。再現した交通状況を評価指標を用いて車種別・車線別に検証した。結果、それぞれの形態において、実測値と同様の傾向を再現できていることを確認した。

4. 付加車線の設置方法の検討

本章では、前述までに構築した交通流シミュレーションを用いて、道路線形・交通量を固定し、複数の始点位置もしくは終点位置・設置延長を変更した場合の渋滞対策としての付加車線形態別のパフォーマンスを評価する。これらの評価を通じて、ボトルネック位置である渋滞先頭地点範囲は、おおむね縦断曲線長区間と一致することが知られているため、付加車線を縦断曲線長の上下流何mまで設置することが望ましいか明らかにする。

表-3 設置方法の評価指標

評価指標		単位	集計範囲・位置
円滑性	渋滞発生時交通流率	台/h	ボトルネック先頭
	渋滞後交通流率	台/h	
	渋滞損失時間※	h	評価区間：5.5km 始点位置：図-2参照 終点・延長：図-6参照
	車線利用率 是正効果	%	付加車線下流
安全性	急減速追突危険性指標(PICUD)	%	始点位置：図-2参照 終点・延長：図-6参照

※評価区間内の一台ごとの渋滞損失時間を集計

(1) シミュレーション内容

交通量レベルが高い路線を対象とするように設定した交通量で計算したパフォーマンスを比較評価し、それぞれの条件下で優位なパフォーマンスを示す始点位置もしくは終点位置・設置延長を明らかにする。

表-3にシミュレーションの評価指標及び各指標の集計範囲・位置を示す。交通量レベルが高い場合では、渋滞発生時交通流率、渋滞発生後交通流率、渋滞損失時間及び急減速追突危険性指標(以降、PICUD)¹⁰⁾を用いた。PICUDは前方車両が急減速した場合、後方車両が反応遅れを伴って急減速をし、完全に停止した状況での車間距離を表したものであるが、本研究ではPICUDの評価時には、付加車線区間を100m区間に分割し、各地点の通過台数に対するPICUDが0以下をとった車両台数の比率を算出し、最大値を取った地点の比率をPICUD(%)とし、評価した。

(2) 始点位置の分析

a) 始点位置のシミュレーション条件

始点位置のシミュレーションの分析条件を表-4に示す。図-2に示すように1方向2車線のところにサグが存在するときにサグを覆うように付加車線を設置することを想定し、縦断勾配差を6%として設定した。交通条件として、交通量は、渋滞の生じる交通量レベルとして3,500台/時を設定した。また、大型車混入率を15%として設定した。始点位置の検討時には付加車線の設置延長を固定し、サグ底及び縦断曲線長区間に対してどの位置に設置するのが望ましいか分析するため4ケースの始点位置を設定した。

b) 始点位置の分析結果

始点位置の評価結果を表-5～表-8に、渋滞状況図を図-3～図-5に示す。ここで、それぞれの表に記載する左左は左付加左絞込み方式を、右右は右付加右絞込み方式を、右左は右付加左絞込み方式を意味する。

表-4 始点位置分析の道路・交通条件の設定

付加車線形態	交通量レベル	大型車混入率	勾配差	付加車線の取り付け方 (始点位置)	付加車線延長
左付加左絞込み	交通量レベル高：3500 台/h ※渋滞が生じる程度の交通量	15%	6% ※-3%⇒+3% に変化	始点：以下のケースで設定 ケース①サグ底 ケース②縦断曲線区間上流端 ケース③縦断曲線区間 200m 上流 ケース④縦断曲線区間 400m 上流 終点：付加車線延長 (2km) を確保するよう設定	2km (固定)
右付加右絞込み					
右付加左絞込み					

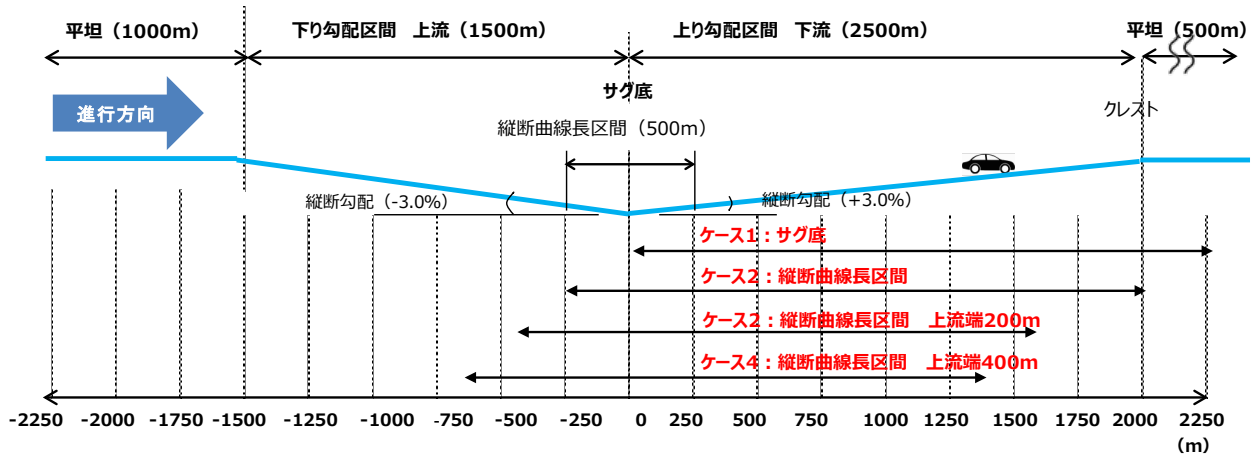


図-2 始点位置分析の道路モデル, 評価区間及びケース設定

表-5 始点位置の評価結果 (渋滞損失時間)

交通量レベル 3500台/h		ケース設定			
		1	2	3	4
付加車線 形態	左付加	ケース2・4			
	左絞込み	1160.0	708.1	754.9	706.5
	右付加	ケース4			
	右絞込み	1029.0	1120.0	1062.0	776.5
	右付加	ケース4			
左絞込み	1397.0	262.5	185.3	115.6	

表-8 始点位置の評価結果 (PICUD)

交通量レベル 3500台/h		ケース設定			
		1	2	3	4
付加車線 形態	左付加	ケース1・2・3・4			
	左絞込み	4.4%	3.8%	3.9%	4.4%
	右付加	ケース1			
	右絞込み	3.8%	4.9%	5.9%	6.8%
	右付加	ケース1			
左絞込み	6.0%	10.0%	9.9%	10.4%	

表-6 始点位置の評価結果 (交通流率(渋滞発生時))

交通量レベル 3500台/h		ケース設定			
		1	2	3	4
付加車線 形態	左付加	ケース2・3・4			
	左絞込み	3057.0	3101.0	3137.0	3131.0
	右付加	ケース1・4			
	右絞込み	3120.0	2784.0	2861.0	3124.0
	右付加	ケース3・4			
左絞込み	2889.0	3208.0	3331.0	3316.0	

0 ~ 20km/h 20 ~ 40km/h 40 ~ 60km/h 60 ~ 80km/h 80km/h以上

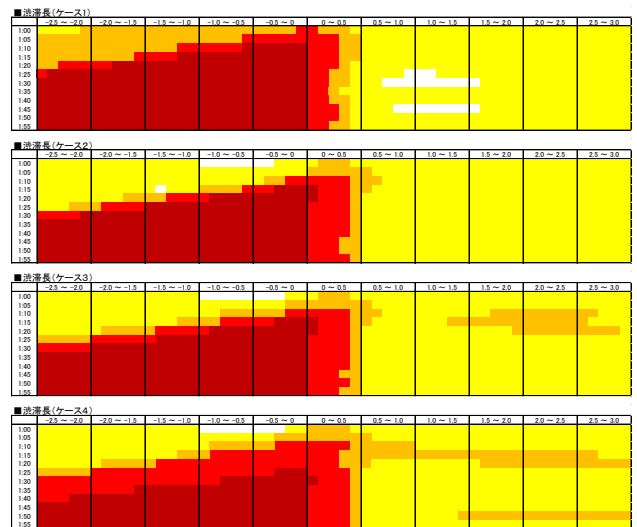


図-3 始点位置毎の渋滞状況図 (左付加左絞込み)

表-7 始点位置の評価結果 (交通流率(渋滞発生後))

交通量レベル 3500台/h		ケース設定			
		1	2	3	4
付加車線 形態	左付加	ケース3・4			
	左絞込み	2320.0	2332.0	2392.0	2428.0
	右付加	ケース4			
	右絞込み	2272.0	2384.0	2360.0	2532.0
	右付加	ケース4			
左絞込み	2332.0	2788.0	3052.0	3156.0	

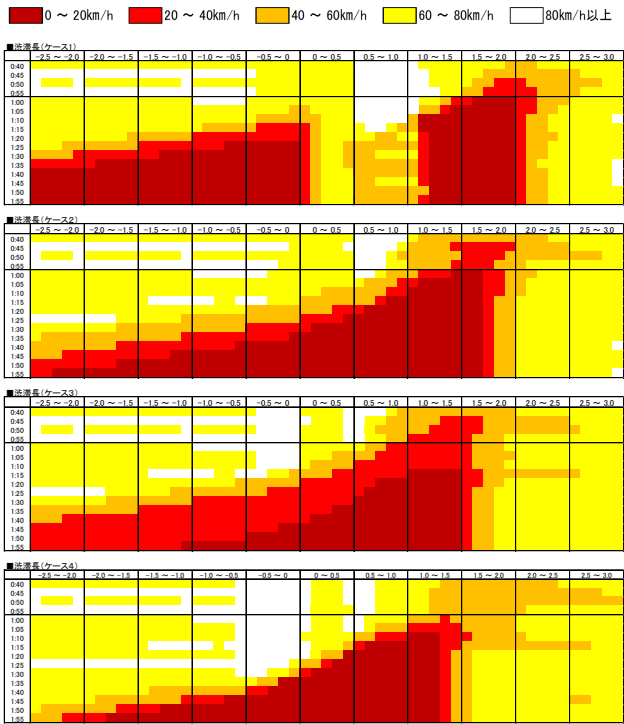


図-4 始点位置毎の渋滞状況図 (右付加右絞り込み)

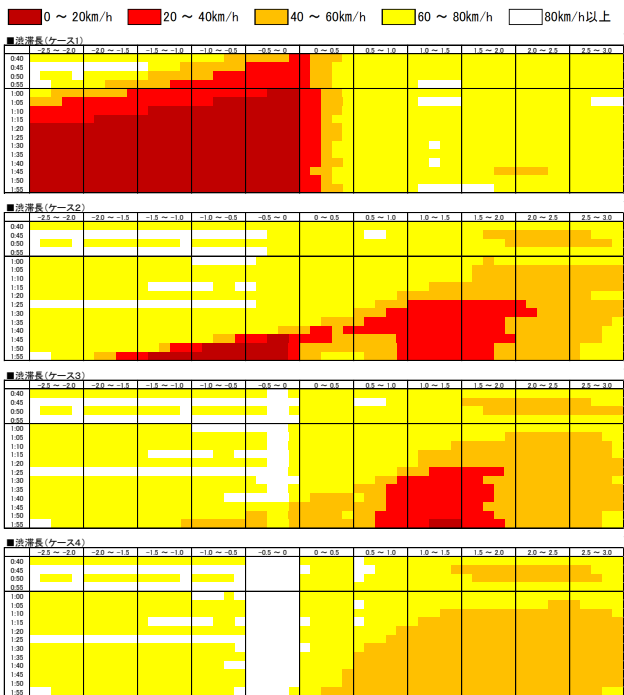
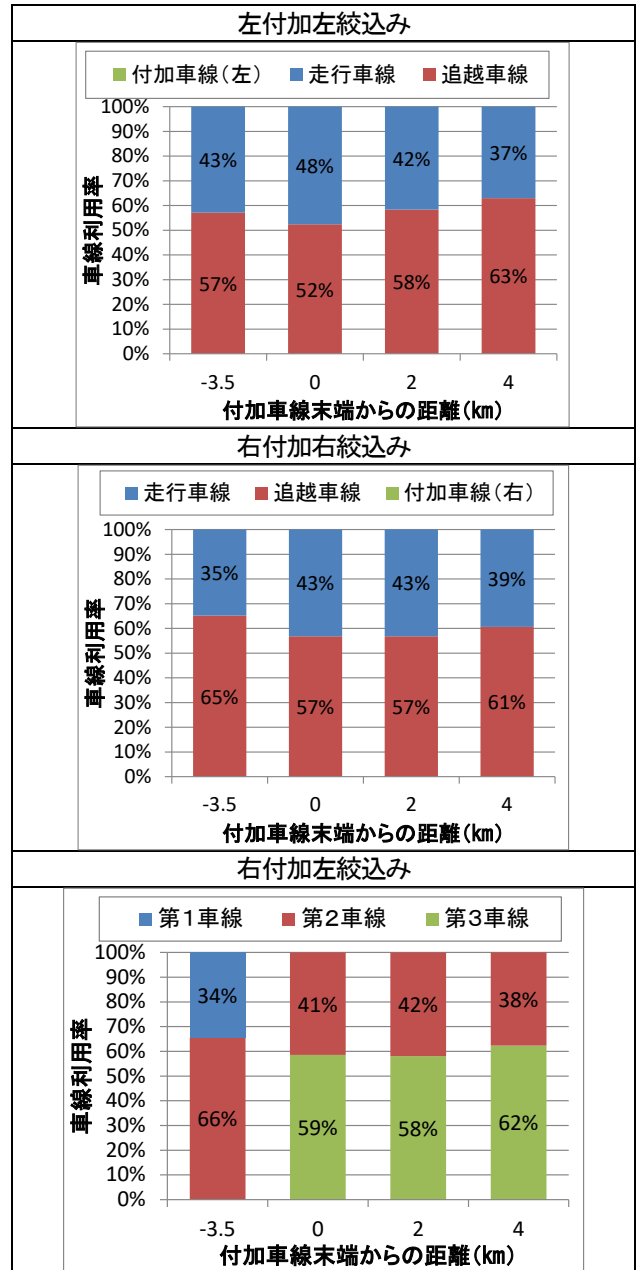


図-5 始点位置毎の渋滞状況図 (右付加左絞り込み)

左付加左絞り込み方式について、ボトルネック位置はいずれの始点位置においてもサグ底から変動はなかった (図-3) . 渋滞発生時交通流率はケース 1 以外の設置ケースのパフォーマンスが良く、発生後交通流率についてはケース 3, 4 でより良い結果となった (表-6, 表-7) . 渋滞損失時間はケース 4 の縦断曲線区間の上流 400m に設置した場合が最も良い結果だった (表-5) .

表-9 付加車線形態別の車線利用率の持続性



右付加右絞り込み方式について、ボトルネック位置はケース 1 ではサグ底付近及び付加車線終端部であり、他ケースでは付加車線終端部であった (図-4) . 渋滞発生時交通流率及び発生後交通流率についてはケース 1, 2 のパフォーマンスが低く、縦断曲線区間の始端側から上流側 400m に設置するケース 4 が最も効果を発揮している (表-6, 表-7) . 渋滞損失時間についてもケース 4 の縦断曲線区間の上流 400m に設置した場合が最も良い結果となっていた (表-8) .

右付加左絞り込み方式について、ボトルネック位置はケース 1 ではサグ底付近であり、他ケースでは付加車線終端部であるものの、ケース 4 では 40 km/h 以下となるような重大な渋滞は発生していなかった (図-5) . 渋滞発

生時交通流率及び発生後交通流率についてはケース 1,2 のパフォーマンスが低く、縦断曲線区間の始端側から上流側 400m に設置するケース 4 が最も効果を発揮している(表-6, 表-7)。渋滞損失時間についてもケース 4 の縦断曲線長区間の上流 400m に設置した場合が最も良いが、ケース 1 と他ケースには大きな差が見られた(表-5)。

なお、右付加右絞り込み方式及び右付加左絞り込み方式ではケース 1 と比較してケース 2 では大きく交通流率が増加している(表-6, 表-7)。これは、サグ底でのボトルネックと付加車線終端部でのボトルネックを比較した際に、付加車線終端部のボトルネックの交通容量が大きいため、ケース 1 で渋滞発生位置が付加車線終端部へ移動したことにより、交通容量が向上したものと考えられる。

続いて、全時間帯を対象に評価区間で PICUD が 0 以下をとった比率を表-8 に示す。右付加右絞り込み方式、右付加左絞り込み方式の 2 方式では、サグ底での速度低下を回避する車線変更に伴い PICUD が発生すると考えられる。そのため、非渋滞時が多くなる右付加右絞り込み、右付加左絞り込みケース 2,3,4 で PICUD が高くなっていると思われる。

また、併せて付加車線形態別の付加車線終点における車線利用改善による容量増加効果を確認した(表-9)。結果、いずれの付加車線形態においても 0.5 km~2.0 km 持続していた。そのため、縦断曲線区間等のボトルネック位置に併せて付加車線を設置することが難しい場合にはボトルネック上流部に付加車線を設置することも渋滞対策として効果があると思われる。

以上より、いずれの付加車線形態においても、付加車線始点は渋滞先頭地点範囲となる縦断曲線長区間を基準として、その最上流地点からさらに上流に 400m の地点が望ましい。また、渋滞対策として設置を検討する場合には、PICUD 以外の指標において優れている。右付加左絞り込み方式を採用し、上記の箇所に設置することが望ましい。

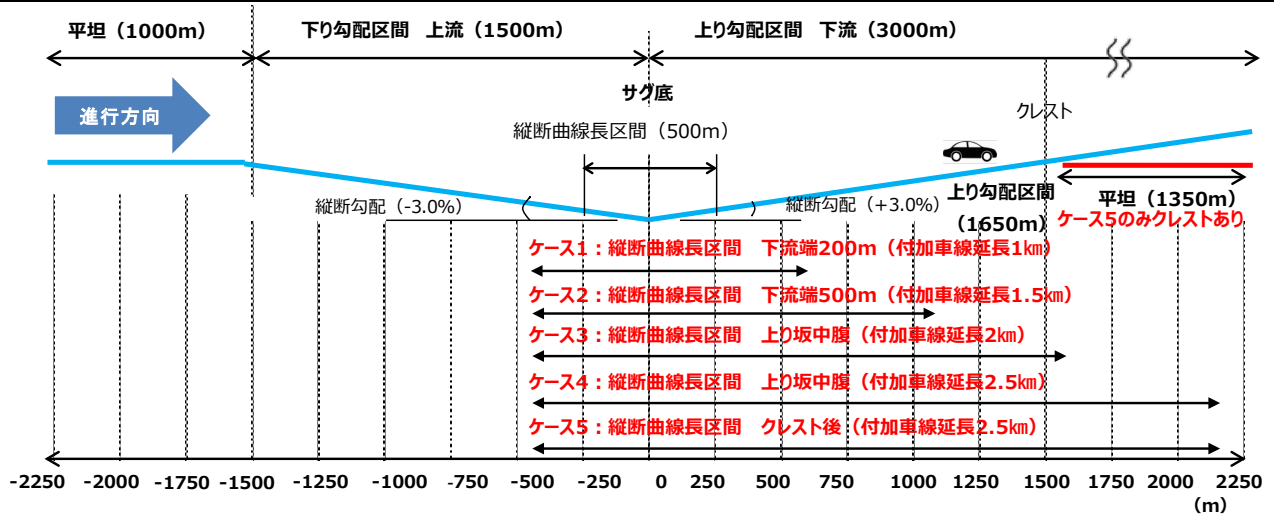
(3) 終点位置・設置延長の分析

a) 終点位置・設置延長のシミュレーション条件

終点位置・設置延長のシミュレーションの分析条件を表-10 に示す。始点位置の分析時と同様に図-6 に示すように 1 方向 2 車線のところにサグが存在するときにサグを覆うように付加車線を設置することを想定し、縦断勾配差を 6% として設定した。また、交通条件・大型車混入率についても始点位置の分析時と同様である。終点位

表-10 終点位置・設置延長分析の道路・交通条件の設定

付加車線形態	交通量レベル	大型車混入率	勾配差	付加車線の取り付け方(終点位置・設置延長)	付加車線延長
左付加左絞り込み	交通量レベル高: 3500 台/h ※渋滞が生じる程度の交通量	15%	6% ※-3%⇒+3% に変化	始点: 縦断曲線長区間の上流端から - 200m に固定	ケース①1km ケース②1.5 km ケース③2 km ケース④2.5 km (クレスト前) ケース⑤2.5 km (クレスト後)
右付加右絞り込み				終点: 以下のケースで設定 ケース①縦断曲線区間下流 300m ケース②縦断曲線区間下流 500m ケース③縦断曲線区間下流 1 km ケース④縦断曲線区間下流 1.5 km (クレスト前)	
右付加左絞り込み				ケース⑤縦断曲線区間下流 1.5 km (クレスト後)	



置・設置延長の検討時には始点位置を固定し、縦断曲線長区間及びクレストに対してどの位置に設置するのが望ましいか分析するため5ケースの終点位置・設置延長を設定した。なお、5 ケースの内 2 ケースでは設置延長を 2.5 km で固定し、終点位置がそれぞれクレスト前後に設置された場合の比較を行うこととした。

b) 終点位置・設置延長の分析結果

左付加左絞り込み方式について、表-12 に示す渋滞発生時の交通流率においては、いずれのケースもサグ底がボトルネックとなり渋滞が発生するため、終点位置および設置延長の違いによる大きな変化はない。ただし、表-11 に示す渋滞損失時間で比較したところ、付加車線延長 1.0 km から 2.0 km にかけて渋滞損失時間が大きく減少し、その後緩やかに減少する傾向にある。また、終端部の道路構造の違い（上り坂と平坦部）による影響を見たところ、平坦部に設置するケース 5 が優位な結果となっていることがわかる。よって、左付加左絞り込み方式では、付加車線の終端部を縦断曲線長区間の最下流地点の先に設置し、設置延長 2.0 km 程度を確保することが望ましい。ただし、ケース 4 と 5 を比較した際に確認されるように下流の縦断勾配が上り坂で速度低下等を引き起こす場合は、付加車線を縦断曲線長区間の最下流地点から上り坂先の平坦区間まで延伸することが望ましい。

右付加右絞り込み方式について、表-12 に示す渋滞発生時の交通流率においては、付加車線の設置延長が 1.5 km 以上となるケース 2,3,5 のパフォーマンスが高い結果となった。さらに、表-11 に示す渋滞損失時間で比較したところ、設置延長 1.5 km（ケース 2）が最も良い結果となっている。また、終端部の道路構造の違い（上り坂と平坦部）による影響を見たところ、平坦部に設置するケース 5 が優位な結果となっていることがわかる。

右付加左絞り込み方式について、表-12 に示す渋滞発生時の交通流率においては、付加車線の設置延長が 2.0 km 以上となるケース 3,4,5 が良い結果となった。さらに、表-11 に示す渋滞損失時間で比較したところ、設置延長 2.0 km（ケース 3）が最も良い結果となった。これは、右付加左絞り込み方式で付加車線が長い設置延長 2.5 km などのケースでは、付加車線中にも関わらず、付加車線か

表-11 終点位置・設置延長の評価結果
(渋滞損失時間)

交通量レベル3500台		ケース設定				
		1	2	3	4	5
付加車線形態	左付加	ケース4・5				
	左絞り込み	876.5	816.3	772.7	751.3	731.7
	右付加	ケース2				
	右絞り込み	1600.8	520.2	906.6	1087.5	813.2
	右付加	ケース3				
	左絞り込み	1454.9	176.7	79.5	203.3	271.1

表-12 終点位置・設置延長の評価結果
(交通流率(渋滞発生時))

交通量レベル3500台		ケース設定				
		1	2	3	4	5
付加車線形態	左付加	ケース2・3・4・5				
	左絞り込み	3011.0	3125.0	3092.0	3099.0	3099.0
	右付加	ケース2・3・5				
	右絞り込み	2772.0	3180.0	3033.0	2912.0	3052.0
	右付加	ケース3・4・5				
	左絞り込み	2833.0	3176.0	3424.0	3246.0	3235.0

表-13 終点位置・設置延長の評価結果
(交通流率(渋滞発生後))

交通量レベル3500台		ケース設定				
		1	2	3	4	5
付加車線形態	左付加	ケース1・2・3・4・5				
	左絞り込み	2392.0	2380.0	2428.0	2452.0	2452.0
	右付加	ケース3・5				
	右絞り込み	2212.0	2336.0	2560.0	2400.0	2608.0
	右付加	ケース3				
	左絞り込み	2268.0	2976.0	3384.0	2796.0	2796.0

表-14 終点位置・設置延長の評価結果
(PICUD)

交通量レベル3500台		ケース設定				
		1	2	3	4	5
付加車線形態	左付加	ケース1・2・3・4・5				
	左絞り込み	4.0%	4.0%	3.8%	3.9%	3.9%
	右付加	ケース1・3				
	右絞り込み	4.2%	7.3%	4.8%	5.2%	8.3%
	右付加	ケース1				
	左絞り込み	4.1%	9.5%	10.5%	10.5%	10.5%

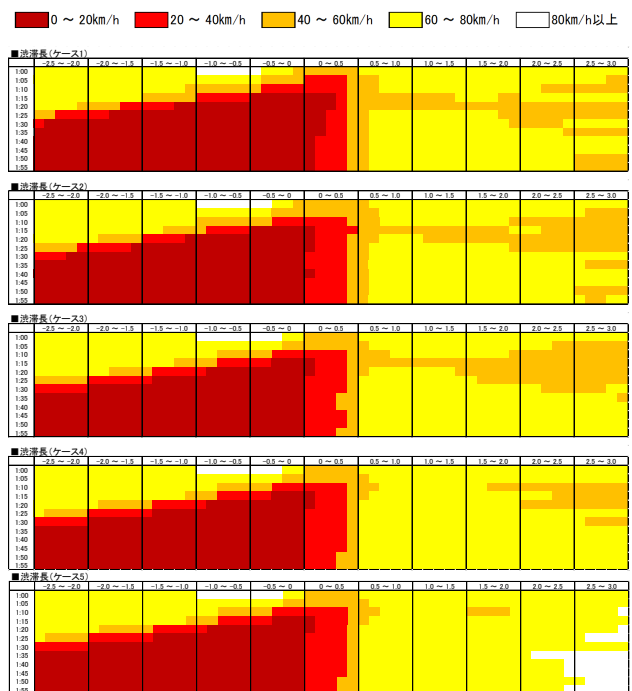


図-7 終点位置毎の渋滞状況図（左付加左絞り込み）

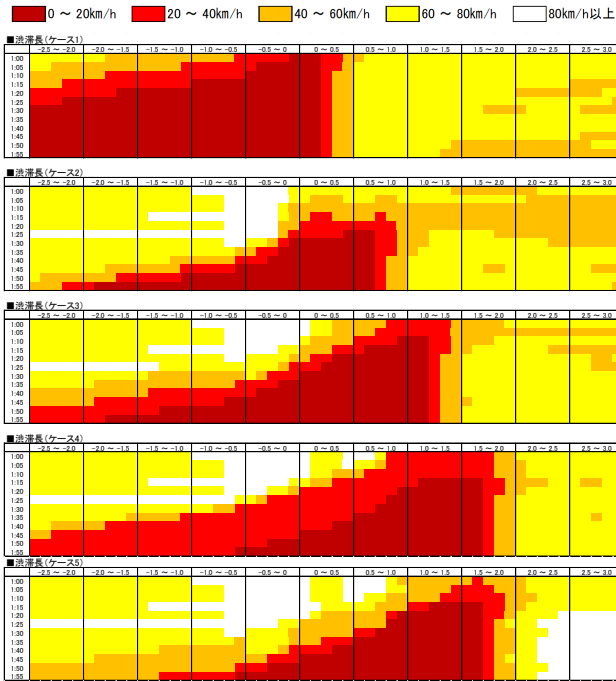


図-8 終点位置毎の渋滞状況図（右付加右絞り込み）

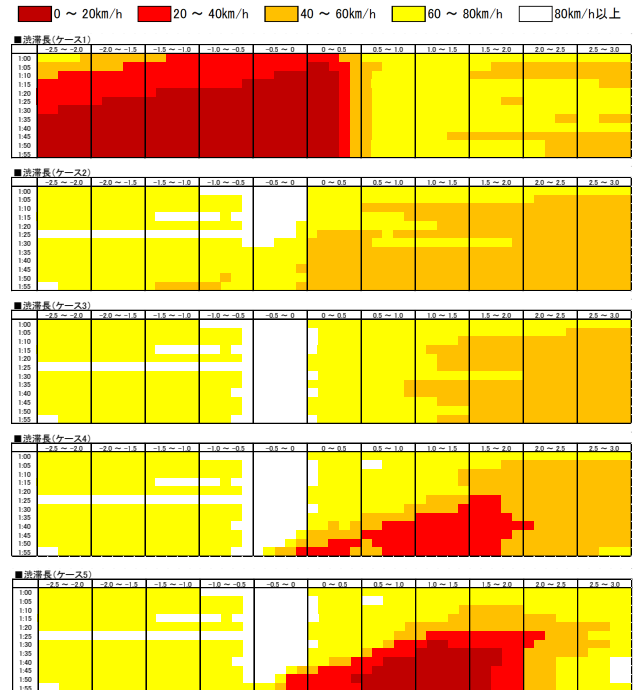


図-9 終点位置毎の渋滞状況図（右付加左絞り込み）

ら走行車線へ戻ってしまう現象が発生してしまうため渋滞損失時間が増加するものと考えられる。

続いて、付加車線区間内でPICUDが0以下をとった発生件数をカウントした結果を表-14に示す。右付加右絞り込み方式、右付加左絞り込み方式の2方式では、サグ底での度低下を回避する車線変更に伴いPICUDが発生すると思われる。そのため、始点部の分析時と同様に非渋滞時が多い右付加右絞り込み、右付加左絞り込みケース2,3,4,5でPICUDが高くなっていると思われる。

以上より付加車線終点は、いずれの付加車線形態においても縦断曲線区間の下流端の先まで設置することを望ましく、渋滞対策として設置する場合には右付加左絞り込み方式が望ましいと思われる。併せて、下流の縦断勾配が上り坂で速度低下を引き起こす場合は、付加車線を上り坂先まで延伸することが望ましい。

5. まとめと今後の課題

本論文では、サグ底をボトルネックとする路線への渋滞対策としての付加車線の適切な設置方法（設置位置、設置延長）を把握することを目的に、ミクロ交通流シミュレーションを用いて、適切な設置方法（設置位置、設置延長）を検討した。その結果、付加車線はボトルネック区間であると考えられる縦断曲線区間の始端部から上流400mより設置し、かつ、縦断曲線区間の下流端から1.5~2.0km、総延長1.5~2.0km程度となるように設置することが望ましい結果となった。

今後の課題として、渋滞の発生しない交通量レベル中における円滑性・安全性の改善のために付加車線を設置

する場合の設置位置の検証や付加車線設置時に必要なすりつけ長の検討などが求められる。

謝辞

中日本高速道路株式会社名古屋支社及び八王子支社には過去に撮影された動画の提供にご協力頂きました。心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 渡辺亨,山岸将人,安積淳一,大口敬: 付加車線の車線利用率是正効果に関する実証的研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.18, No.5, 2001
- 2) 森山陽一, 三橋正彦, 平井章一, 大口敬: 中央道小仏トンネル付近における右付加・左絞込み付加車線形態の運用実験, 交通工学研究発表会論文集, Vol.30, pp.29-32, 2010
- 3) 川島陽子,田中真一郎,近田博之,石田貴志,野中康弘: 片側2車線高速道路における付加追越車線方式の試行運用, 交通工学論文集, Vol.4, No.1, p.B_21-B_30, 2018
- 4) 大口敬,桑原雅夫,赤羽弘和,渡邊亨: ボトルネック上流における車線利用率の矯正効果と付加車線設置形態, 交通工学 36(1), 59-69, 2001
- 5) 邢健, 福島賢一, 川崎洋輔, 田中淳: 高速道路サグ部における付加車線の効果的な設置方法の検討, 交通工学研究発表会論文集, 2009.
- 6) 邢健,大畑長,原尾彰,糸島史浩,熊倉大起,後藤秀典: 多車線高速道路ボトルネック部における付加車線設置方法の検討, 土木計画学研究講演集, Vol.64,2021
- 7) 松本健二郎, 高橋秀喜, 井上淳一, 辻光弘: 織り込み区間長評価のための交通シミュレーションモデルの開発, 土木学会論文集, No. 440/IV-16, pp. 61-69, 1992.
- 8) 越正毅: 高速道路のボトルネック交通容量, 土木学会論文集, №371/IV-5, pp.1-7, 1986.
- 9) 邢健, 越正毅: 高速道路のサグにおける渋滞減少と車両追従挙動の研究, 土木学会論文集, №506/IV-26, pp.45-55, 1995.
- 10) 宇野伸宏, 飯田恭敬, 安原真史, 菅沼真澄: 一般道織り込み部におけるコンフリクト分析と速度調整モデルの構築, 土木計画学研究講演集, Vol.25, 2002

(Received september 30, 2022)

Evaluation of the Installation of an Auxiliary Lane
for Congestion Mitigation on Multi-lane Expressways

Daiki KUMAKURA, Jian XING, Humihiro ITSHIMA, Akira HARAO,
Takeshi OHATA and Hidenori GOTO