

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

原尾 彰¹・糸島 史浩²・邢 健³・熊倉 大起⁴・大畑 長⁵・後藤 秀典⁶

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

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

²非会員 ㈱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

³正会員 ㈱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

⁴正会員 ㈱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

⁵正会員 ㈱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 ㈱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

多車線高速道路サグ部等での渋滞対策として、我が国では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の設置がある。これまで付加車線設置形態として 3 タイプが導入されてきた。付加車線の設置形態を決めるにあたって、道路構造や交通量レベルや大型車混入率といった交通特性に応じて、合理的な運用方法を検討する必要がある。そこで本研究では、ビデオ調査により付加車線設置形態別の交通挙動を把握し、既存のマイクロ交通流シミュレーションモデル上で再現するべく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付加車線の設置形態に関する道路線形別・交通環境別の適用条件を検討した。その結果、交通量レベルが高い場合には渋滞対策として右付加左絞込み方式を、渋滞が発生しないような交通量レベルが中の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最適な結果となった。

Key Words: Traffic congestion measures, Auxiliary lane 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⁾。しかしながら、路線の道路構造や交通量レベル・大型車混入率といった交通特性に応じた合理的な付加車線の運用形態、設置方法については明確な指針などは示されていない。

そこで本研究では 3 つの付加車線設置形態について、ビデオ調査により付加車線形態別に交通挙動を分析し、マイクロ交通流シミュレーションでその挙動を再現するためのモデル・ロジック改良とパラメーター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、道路線形・交通環境の条件を変更することで付加車線の各設置形態の適用条件を検討したものである。

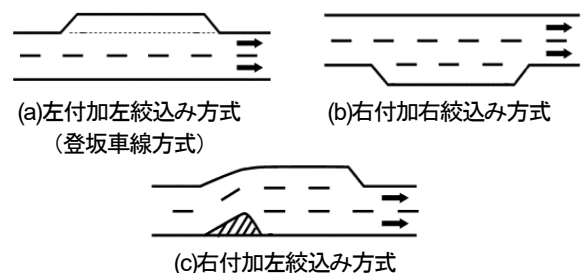


図-1 付加車線の設置形態

2. 国内の付加車線形態に関する調査など

(1) 付加車線形態別の利用実態に関する調査・研究

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。本稿で対象とする3つの付加車線形態の効果と課題を整理したものを表-1に示す。

表-1 付加車線形態別の効果と課題

形態	交通状況*		道路構造	効果：○ 課題：●
	需要	大混率	勾配	
左付加左絞込み	低い ～ 高い	高い	大きい	【円滑性】 ○加速性能が劣る大型車などが左車線へ避譲し、後続車両が希望速度で走行することができる。 ●交通需要が高い場合、内側車線に偏る車線利用率の是正効果は低い。 【安全性】 ●速度の遅い車両が2回車線変更する。
右付加右絞込み	低い	-	-	【円滑性】 【安全性】 ○希望速度の高い車両が右車線から追い越すことが可能。
	高い	-	-	【円滑性】 ○右車線のさらに右側に付加追越車線を設置すると、付加車線区間内では偏った利用率を直接的に分散できる。 ●付加追越車線の終端で絞込むと交通容量上のボトルネックとなる可能性がある。 【安全性】 ●終端で中央車線に復帰する際は、比較的高速な状態でかつバックミラーで後方を確認しながら車線変更しなければならず安全上の問題が大きい。
右付加左絞込み	低い	-	-	【円滑性】 【安全性】 ○希望速度の高い車両が右車線から追い越すことが可能。
	高い	-	-	【円滑性】 ○右車線の右側に付加車線を設置することは、右車線に偏った利用率を直接的に分散でき、終端部下流でも右車線利用率の減少が図れる。 【安全性】 ○速度の遅い車両は1回の車線変更で済む。 ○通常のランプ合流部と同じくバックミラーを見ながら右側への車線変更となる。 ●設置されている事例が少なくドライバーは慣れていない。

※需要：交通量レベル，大混率：大型車混入率

渡辺ら¹⁾は左付加左絞込みによる登坂車線方式の付加車線では、交通量レベルが高くなるに従い追越車線の車線利用率が高まる中で、付加車線の利用率が低いまま推移し、期待する効果が十分に発現されない状況も見られることを示している。川島ら³⁾は、中央自動車道（下り線）多治見IC～小牧東IC間の登坂車線（左付加左絞込み）を付加追越車線（右付加右絞込み）に切り替える車線運用変更を試行的に実施した際の検証結果を報告している。その報告では、付加追越車線運用では、特に相対的に速度が低い大型車の左車線利用が顕著になるとともに、全車でみても左車線の利用率が高くキープレフトが促進されているとの結果が得られている。また、付加追越車線の施行後は施行前の登坂車線方式で見られた中車線より左車線の方が速度が高くなるという傾向が見られなくなった。さらに、車線が受け持つ速度分布がわかれるとともに裾野が狭くなることで車線間速度階層が明確化されたことが示されている。白木ら⁵⁾は、車両感知器データとビデオ撮影を用いて車線利用率、速度及び車群などについて調査し、特定の交通流条件において登坂車線を設置しても2車線区間で形成された車群内の追従車は走行車線に残っている低速車のために十分解放されないことを示し、右付加右絞込み方式の優位性について述べている。森山ら²⁾は、中央自動車道小仏トンネル付近における右付加左絞込み方式の付加車線の運用実験による効果分析を行っている。この報告では、右付加左絞込み方式の付加車線区間内では、ある特定の車線に偏ることなく全ての車線で利用がなされており、左付加左絞込み方式に比べて追越車線利用の偏りを是正する効果が大きいことを示している。邢ら⁶⁾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、両形態の実現する交通容量を比較している。その結果、右付加左絞込み方式の方が高い渋滞発生時交通量が発現することを示している。

(2) 既往調査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ていくことが望ましいと考えられる。路線特性に応じた付加車線形態を選定するためにはそれぞれの形態に適切な道路線形・交通環境の条件に関する知見を得る必要がある。しかし、既往調査・研究においては、定性的な整理はされているものの定量的な評価は実施されていない。また、実証的な分析や交通流シミュレーションを用いた分析では、左付加左絞込み付加車線ともう一つの形態との比較

は実施しているものの、3つの付加車線形態を同時に比較分析したものは見られない。そこで本研究では、各付加車線形態で実施したビデオ調査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を構築する。その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、それぞれの形態の適用条件を明らかにすることを目的とする。

3. 交通流シミュレーションモデルの構築

(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・スキューピ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: ミ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)、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。

a) 左付加左絞込み方式の流出・復帰ロジック

左付加左絞込み方式(図-2)の避譲・復帰挙動を表現するロジックとして、まず、付加車線へ流出(避譲)する車両を図-3にもとづき選定する。流出車両を選定する条件(パラメータ)として、図-4に示す速度別の流出確率を設定する。これは車両発生時に車両毎に与えられた乱数をもとに流出確率を付与し、各車両が流出の判断を行うようにしている。これらの流出条件に合致した車両は図-5に示す流出判断(避譲)ロジックに従い付加車線へ車線変更する。さらに、付加車線へ車線変更した後続車に追い抜かれた後に本線へ復帰する際は、図-6に示す手順で付加車線から復帰する。

b) 右付加右絞込み方式の追越・復帰ロジック

右付加右絞込み方式(図-7)の付加車線においては、

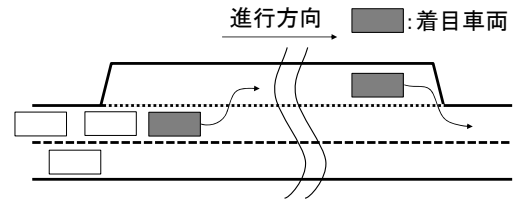


図-2 左付加左絞込みの付加車線形態

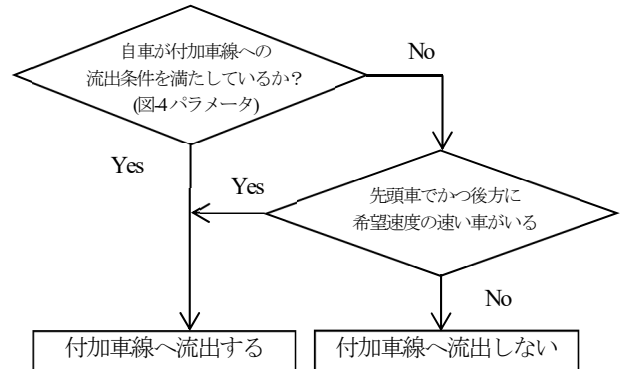


図-3 付加車線への流出車設定ロジック

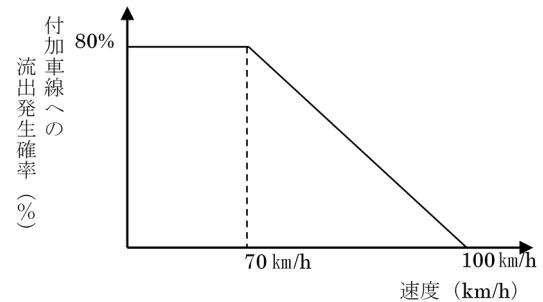


図-4 付加車線への流出確率パラメータ

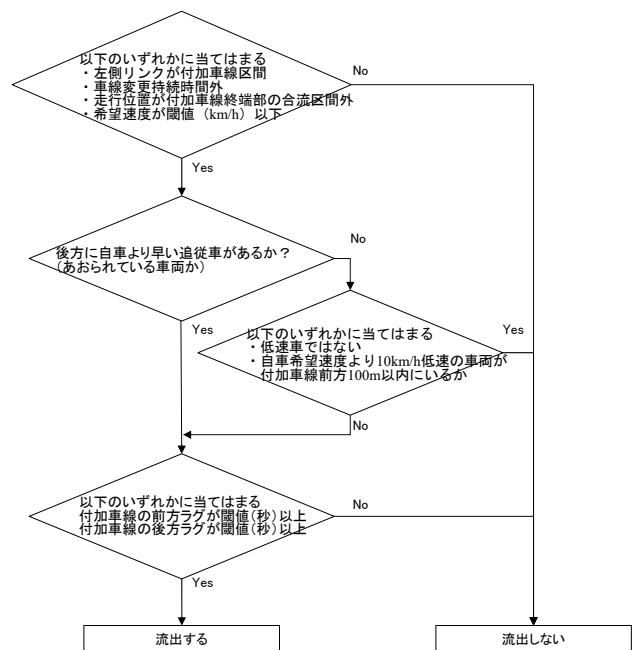


図-5 左付加左絞込みの付加車線部 流出ロジック

前方に低速車が存在する場合、前方車との速度差や付加車線区間内での追越必要距離などをもとに、追い越し判断を行う。図-8 に流出ロジックを示す。なお、復帰ロジックは左付加左絞込み方式と同様である。また、流出した車両は、中車線（第2車線）を走行する車両との位置関係を踏まえ復帰判断を行う。

c) 右付加左絞込み方式の追越・復帰ロジック

右付加左絞込み方式の付加車線では、始端部における

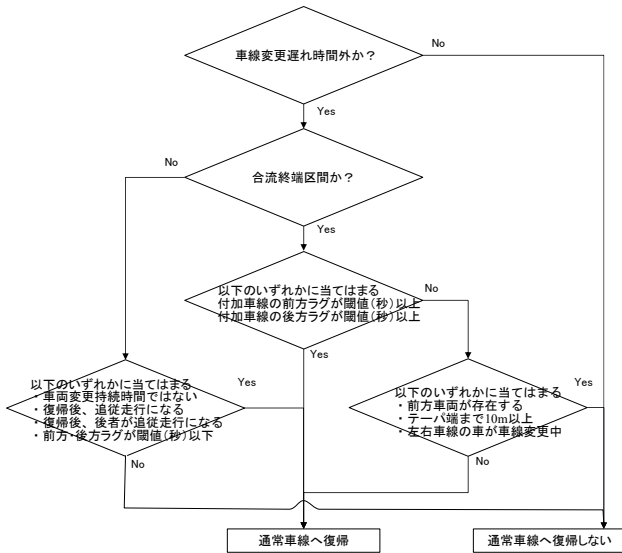


図-6 左付加左絞込みの付加車線部 復帰ロジック

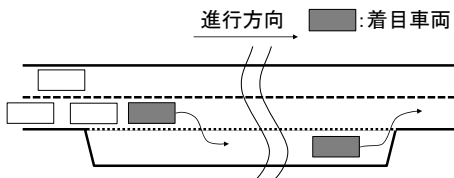


図-7 右付加右絞込みの付加車線形態

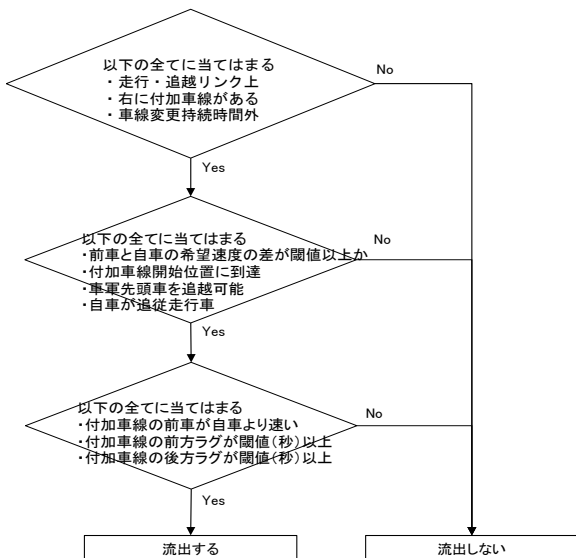


図-8 右付加右絞込みの付加車線部 流出ロジック

流出挙動は右付加右絞込みと同様の流出ロジックを使用し、付加車線の終端部における復帰挙動は左付加左絞込みと同様の復帰ロジックを使用している。

なお、各付加車線形態で適用する流出・復帰ロジックを適用するのは図-9 に示す付加車線部リンクである。ただし、各形態において付加車線区間の終端間際には合流車線リンクを設置する。当該リンクでは追越挙動はとらずに、合流ロジック（合流車は本線とのギャップや前方、後方ラグをみて、本線の中に入れるギャップをみつけ、それに対応した加減速挙動をとる）に従い走行車線に合流させる。なお、本分析での合流車線リンクのリンク長は 1000m とした、これは、本章 3 節に示すビデオ調査で観測した各付加車線形態での付加車線への流出位置が、付加車線終端から 500m~1000m 手前までに流出していたことを勘案して設定した。

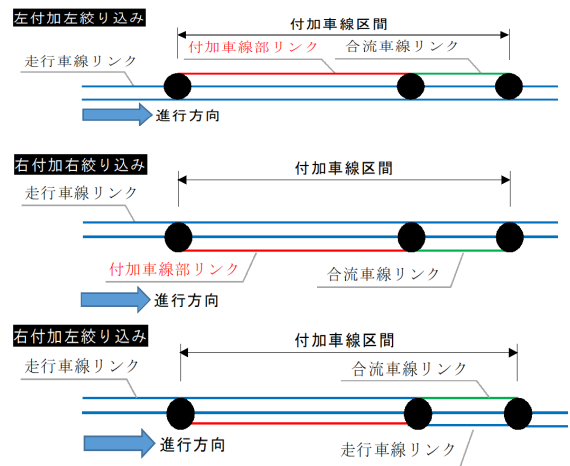


図-9 付加車線区間前後の道路リンク構成

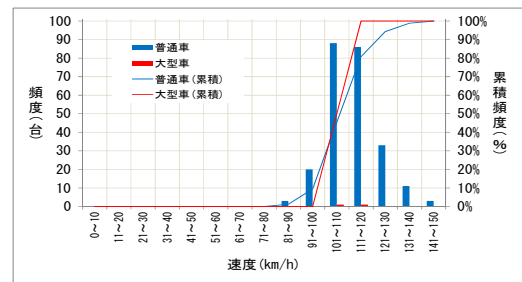


図-10 3つの設置形態での小型車の希望速度分布

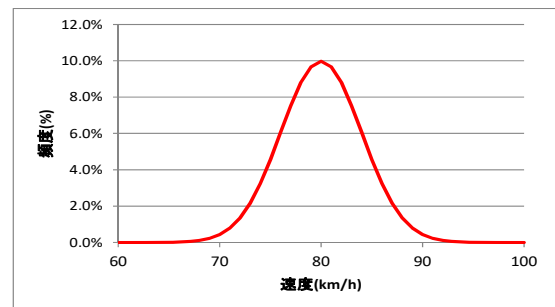


図-11 大型車の希望速度分布

(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、避讓車の速度分布、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。小型車の希望速度分布については、3つの付加車線形態でのシミュレーション条件を揃えるため、同一の希望速度分布(図-10)を用いることとした。

なお、大型車の希望速度分布は、次節で後述するビデオ調査において、大型車が自由流で走行するサンプル数が十分に取得出来なかったため図-11に示す速度分布を仮定している。

(3) 付加車線形態別の現況再現検証

前節までに説明した方法で構築したシミュレーションモデルについて、付加車線形態別に現況再現性を検証する。現況再現に当たっては、表-2、表-3に記す対象区間・日時でのビデオ調査による観測値と比較した。再現性検証の評価指標は表-4とし、これらの指標についても実測値と同様の傾向を再現できていることを確認した。本稿では紙面の都合上、全車種を対象とした各設置形態での車線利用率の再現状況を図-12~図-14に示す。

表-2 ビデオ調査の対象区間

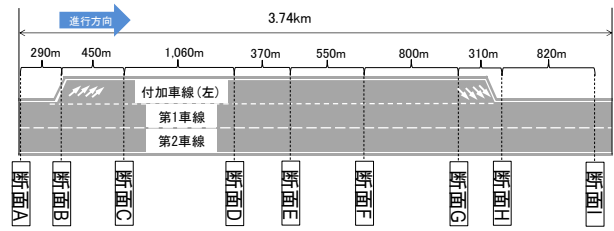
付加車線形態	道路名・区間
左付加左絞込み	中央道多治見IC~小牧東IC(下り線)
右付加右絞込み	中央道多治見IC~小牧東IC(下り線)
右付加左絞込み	中央道八王子JCT~相模湖IC(上り線)

表-3 ビデオ調査の日時と交通量(実績)

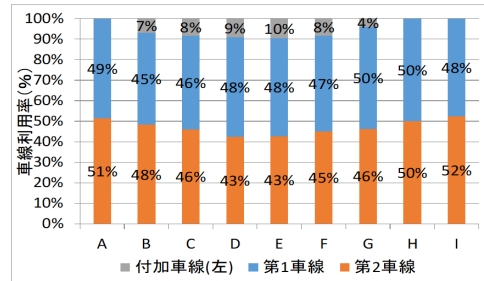
付加車線形態	分析対象日	分析対象時間帯	交通量(実績)
左付加左絞込み	2014年10月12日(日)	16時~17時	2,141台/時
右付加右絞込み	2016年10月23日(日)	15時30分~16時30分	2,996台/時
右付加左絞込み	2010年11月21日(日)	13時10分~13時40分	1,440台/30分

表-4 再現性検証に用いる評価指標

No	評価指標	評価断面
①	時間交通量	始端部
②	車線利用率	各観測段面(始端部上流~終端部下流)
③	走行速度	各観測段面(始端部上流~終端部下流)
④	車頭時間	始端部, 終端部
⑤	車群構成台数	始端部, 終端部



【実測値】(全車)2141台/時



【シミュレーション値】(全車)

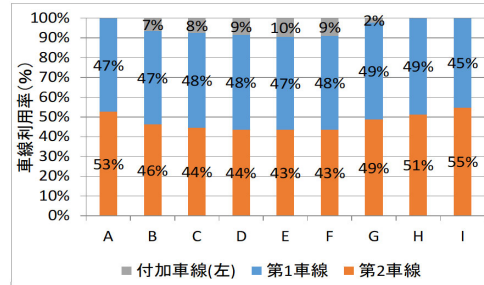
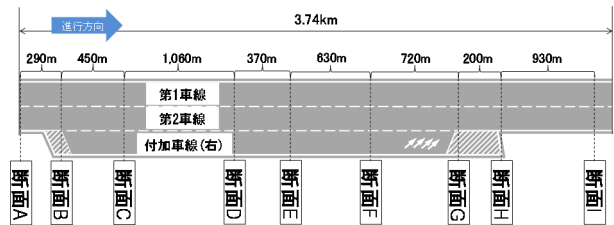
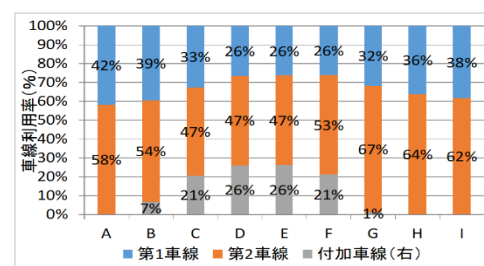


図-12 左付加左絞込み方式の車線利用率の再現性



【実測値】(全車)2996台/時



【シミュレーション値】(全車)

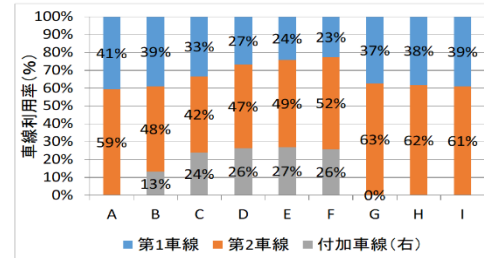
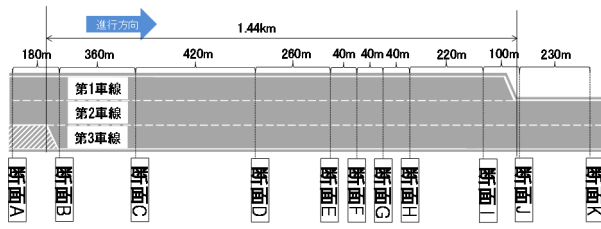
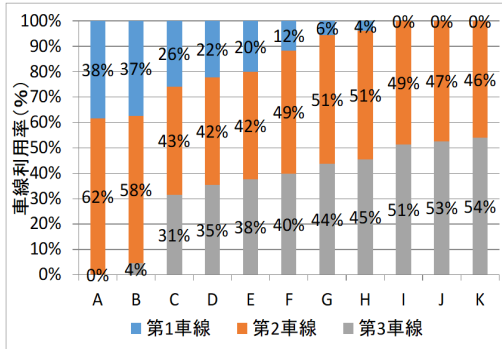


図-13 右付加右絞込み方式の車線利用率の再現性



【実測値】(全車)1440 台/30 分



【シミュレーション値】(全車)

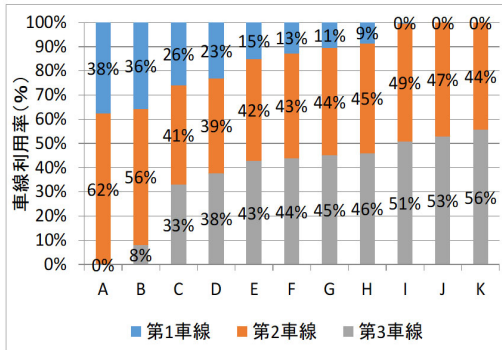


図-14 右付加左絞込み方式の車線利用率の再現性

4. 付加車線形態別の設置検討

本章では、複数の縦断線形・交通条件で交通流シミュレーション計算を行い、各形態の付加車線の効果を比較した。このようにシミュレーションモデルを用いて計算することで、実空間では把握することが難しい複数の条件や設置形態での比較が可能となる。その上で、各条件での合理的な付加車線の設置形態を明らかにすることを旨とし、線形条件や交通条件を複数設定し分析する。

(1) シミュレーション分析内容

シミュレーションの分析条件を表-6に示す。図-15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、縦断勾配差が4%,6%,8%の3ケースを設定した。交通条件については、3,500台/時(交通量レベル:高)と2,500台/時(交通量レベル:中)の2ケースを設定し、大型車混入率を5%,15%,25%の3ケースを設定した。各形態で18ケースを計算している。なお、シミュレーション計算に当たってはトレーニング時間・区間を設定している。分析結果は3回シミュレーション計算した結果の平均値を採用している。表-5に優位性評価の評価指標を示す。交通量レベルが高い場合では、渋滞発生時交通流

表-5 優位性比較の評価指標

評価指標		交通量レベル	
		高	中
円滑性	渋滞発生時交通流率	○	
	渋滞後交通流率		
	渋滞損失時間	○	
	車線別地点速度		○
安全性	急減速追突危険性指標 (PICU)	○	○

表-6 付加車線形態別設置検討のための道路・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	付加車線の設置範囲	付加車線延長
左付加左絞込み	交通量レベル中: 2500 台/h 交通量レベル高: 3500 台/h	5%	4%, 6%, 8%	・サグ底を覆う ・上り坂終端のクレスト後に付加車線の終端を設置する	2.5km (固定)
右付加右絞込み		15%	※勾配差6%: -3%⇒+3%に変化		
右付加左絞込み		25%			

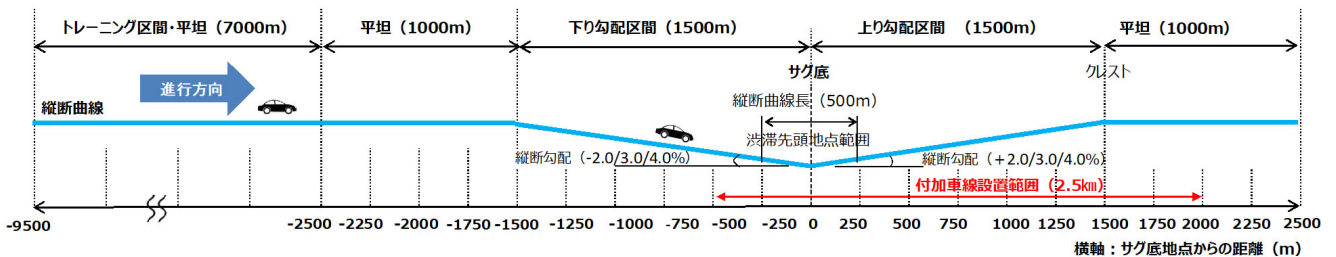


図-15 道路モデルの縦断線形条件

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。交通量中レベルの評価指標は、車線別地点速度、PICUDを用いた。

(2) 分析結果

付加車線形態毎に前述した表-6 に示す道路・交通条件によるシミュレーション計算を実施した。3つの付加車線形態を同一条件下で比較した。以下では交通量が高いレベルのケース、中レベルのケースの順に説明する。

a) 交通量レベル高のケース (3,500 台/時)

交通量レベル高での評価結果を表-7～表-9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。円滑性指標はいずれの指標、いずれの条件でも右付加左絞込み方式が最も良い結果となった。この理由は、交通量レベル高では追越車線の車線利用率が高くなるが、右付加左絞込み方式の付加車線を設置することで、付加車線終端部下流において車線の偏りが改善するためである。なお右付加右絞込み方式は右付加左絞込み方式と比べいずれの条件でも渋滞損失時間が大幅に大きく、渋滞対策としての適用は難しい。加えて、図-16から伺えるように右付加の2方式ではボトルネック位置が付加車線終端部であるのに対し、左付加左絞込み方式ではサグ底地点であった。この結果から左付加左絞込み方式では交通容量改善の効果が小さいといえる。その他の大型車混入率と勾配差でも同様の地点がボトルネックとなっていた。次いで、車線利用率の推移を表-10に示す。左付加左絞込み方式では全般に付加車線の利用率が低い。右付加の2方式ではどちらも速度低下が生じるサグ底0km付近から、低速車線を回避するべく車線変更を行うため付加車線の利用率が高まる。

次に安全性の観点から PICUD にて車線変更に伴う追突危険性を評価した（表-11）。ここでは、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。左付加左絞込み方式では付加車線の利用が少ないため、付加車線無しケースである2車線と同等である。一方で右付加の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負値 PICUD が発生すると考えられる。

以上より、交通量レベル高では、車線変更の整流化への配慮をしたうえで、円滑性の観点から右付加左絞込み方式が適していると考えられる。

b) 交通量レベル中のケース (2,500 台/時)

交通量レベル中、すなわち2,500台/時での交通状況として車線利用率を図-17、図-18に示す。各条件での付加車線区間内のシミュレーション結果を見ると、左付加

表-7 交通量レベル高の評価結果（渋滞損失時間）

交通量レベル 3500台/h			勾配差								
			4%			6%			8%		
			左左	右右	右左	左左	右右	右左	左左	右右	右左
大型車 混入率	大型車 混入率5%	優位な形態	右左			右左			右左		
		損失時間(h)	87	683	5	363	905	71	369	1056	30
	大型車 混入率15%	優位な形態	右左			右左			右左		
		損失時間(h)	549	921	102	697	942	277	1071	1255	519
	大型車 混入率25%	優位な形態	右左			右左			右左		
		損失時間(h)	1397	854	273	1249	925	162	1824	1290	610

表-8 交通量レベル高の評価結果（交通流率（渋滞発生時））

交通量レベル 3500台/h ※勾配差4%大型車混入率5%のみ交通量レベル 4200台/hで算出			勾配差								
			4%			6%			8%		
			左左	右右	右左	左左	右右	右左	左左	右右	右左
大型車 混入率	大型車 混入率5%	優位な形態	右左			右左			右左		
		交通流率(台/h)	3,420	3,044	※3886	3,196	2,936	3,336	2,744	2,924	3,332
	大型車 混入率15%	優位な形態	右左			左左・右左			右左		
		交通流率(台/h)	3,256	2,992	3,448	3,192	2,912	3,224	2,992	2,872	3,188
	大型車 混入率25%	優位な形態	右左			右左			右左		
		交通流率(台/h)	3,224	2,924	3,356	2,888	2,816	3,188	2,864	2,748	3,060

表-9 交通量レベル高の評価結果（交通流率（渋滞発生後））

交通量レベル 3500台/h ※勾配差4%大型車混入率5%のみ交通量レベル 4200台/hで算出			勾配差								
			4%			6%			8%		
			左左	右右	右左	左左	右右	右左	左左	右右	右左
大型車 混入率	大型車 混入率5%	優位な形態	右左			右左			右左・右左		
		交通流率(台/h)	2,712	2,460	※2812	2,556	2,460	3,120	2,220	2,784	2,832
	大型車 混入率15%	優位な形態	右左			右左			右左		
		交通流率(台/h)	2,604	2,388	2,856	2,436	2,448	2,592	2,196	2,352	2,748
	大型車 混入率25%	優位な形態	右左			右左			右左		
		交通流率(台/h)	2,484	2,184	2,544	2,340	2,232	2,724	2,076	2,364	2,784

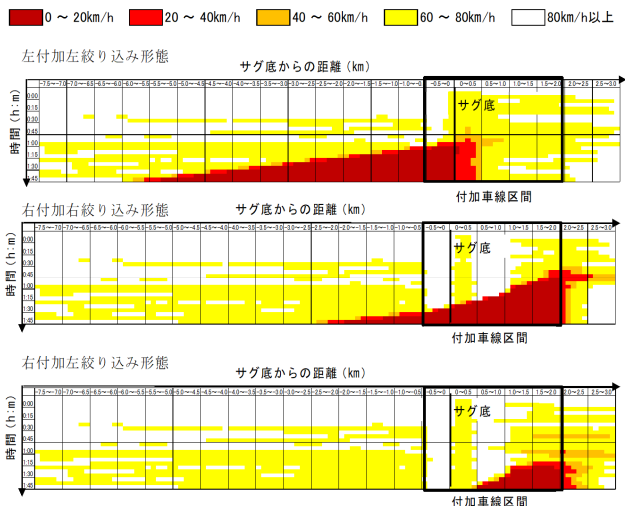


図-16 交通量レベル高の渋滞状況図
(大型車混入率 25%, 勾配差 6%)

左絞込み方式では、いずれの条件でも半数以上の車両が最右車線を利用し偏った車線利用となっている。また最左車線の利用率は、大型車混入率が25%の条件でさえも、10%を下回る著しく低い値であり、道路空間が有効に利用されているとは言い難い。一方で、右付加右絞込み方式では最左車線の利用率が30%近くとなり大幅に改善される。

表-10 交通量レベル高の車線利用率
(大型車混入率 25%, 勾配差 6%)

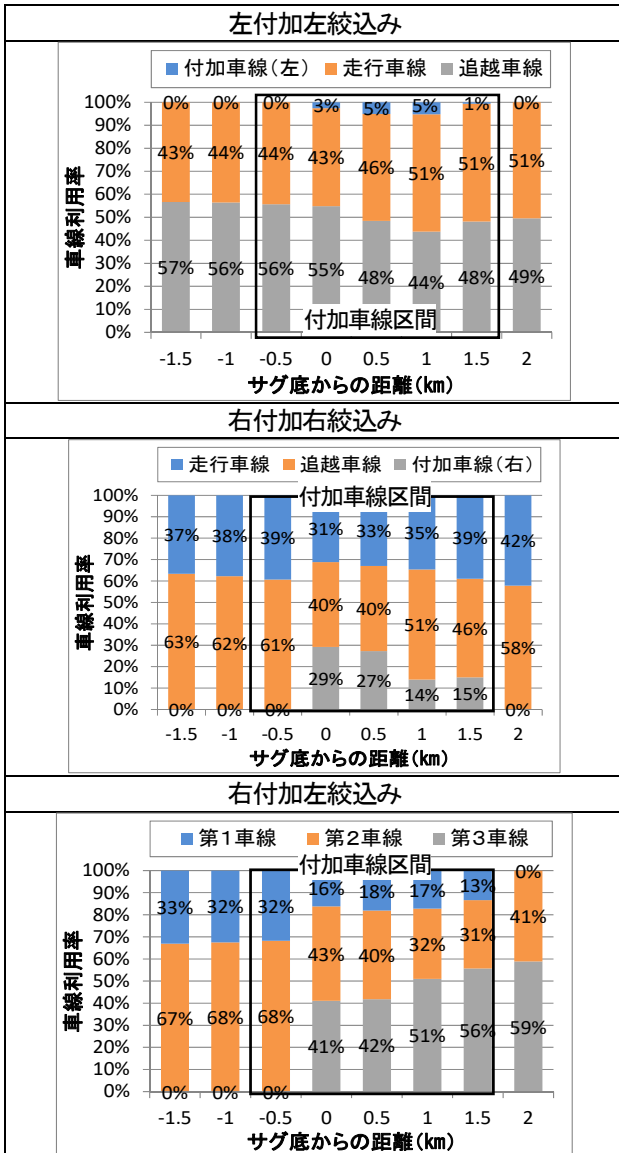


表-11 交通量レベル高の評価結果 (PICUD)
(大型車混入率 25%, 勾配差 6%)

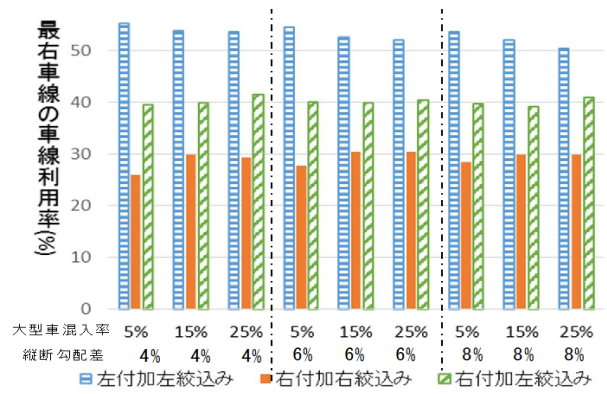
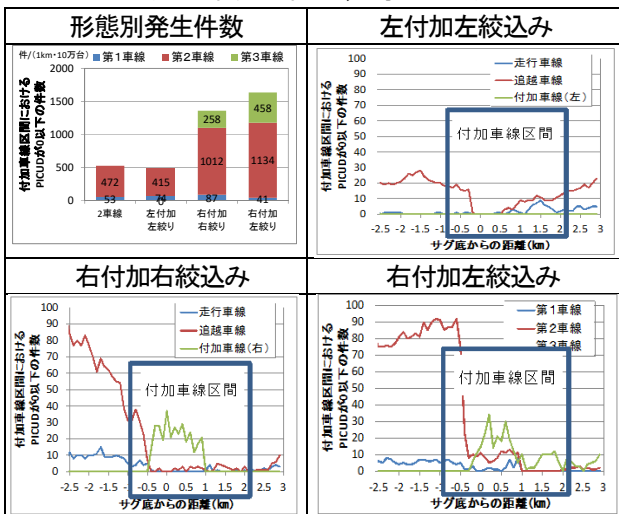


図-17 形態別大型車混入率別 最右車線の利用率
(交通量: 2500pcu/h, 縦断勾配差 6%)

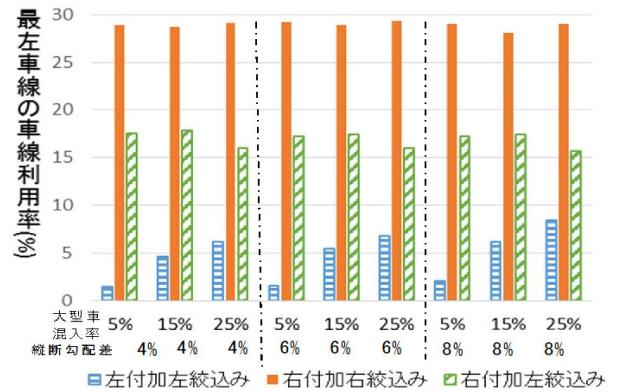


図-18 形態別大型車混入率別 最左車線の利用率

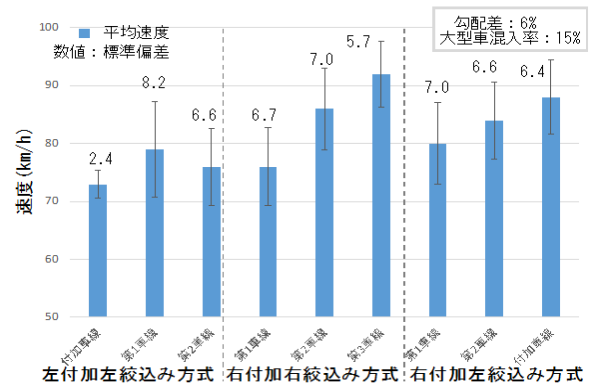


図-19 交通量レベル中での形態別車線別速度

次に、車線別平均速度とその標準偏差を図-19 に示す。左付加左絞込み方式では中央車線の平均速度が最右車線より大きく、キープレフトの観点から望ましくない。一方、右付加右絞込み方式及び右付加左絞込み方式では車線間の平均速度に差が生じ、速度の階層化が図られ低速車のキープレフトが形成されている。これは希望速度に応じて車線を選択的に利用できることを意味し、サービスの向上に寄与する。また右付加右絞込み方式が右付加左絞込み方式と比べ、車線間平均速度により差がある。

また、表-12 に示す PICUD (%) 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

表-12 交通量レベル中の評価結果 (PICUD)

交通量レベル 2500台/h		勾配差									
		4%			6%			8%			
		左左	右右	右左	左左	右右	右左	左左	右右	右左	
大型車 混入率	大型車 混入率5%	優位な形態 PICUD(%)	9.1%	9.2%	9.3%	9.1%	9.2%	9.3%	11.2%	9.2%	9.3%
	大型車 混入率15%	優位な形態 PICUD(%)	左左			左左			左左		
	大型車 混入率25%	優位な形態 PICUD(%)	左左			左左			左左		
	大型車 混入率5%	PICUD(%)	9.1%	9.5%	9.3%	9.2%	9.2%	9.3%	9.5%	9.2%	9.2%
	大型車 混入率15%	PICUD(%)	左左			左左			左左		
	大型車 混入率25%	PICUD(%)	左左			左左			左左		

った地点の比率を示したものである。各形態間で大きな差は確認されなかった。また、勾配差や大型車混入率が変化しても PICUD が大きく変化することもなかった。これは、サグ底付近や付加車線終端部の絞り込み部で PICUD の発生する割合が上昇することから、ボトルネックとなる道路構造に影響を受けたものと考えられる。

以上より、交通量レベル中程度の場合には、車線間速度の階層化が図られるため、サービス水準向上の観点から右付加右絞込み方式が最も適しているといえる。

5. 今後の課題

本稿では、片側 2 車線区間での 3 つの付加車線設置形態について、ビデオ調査をもとに車両挙動を分析したうえで、ミクロ交通流シミュレーションにより、優位な設置形態を複数の交通・線形条件において分析、評価した。交通量レベルが高い場合には渋滞対策として右付加左絞込み方式を、渋滞が発生しないような交通量レベルが中程度の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最適な結果となった。

今後の課題として、実務の観点から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を明らかにすることが望ましい。

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) 白木文康,中村英樹,浅野美帆:高速道路の付加車線区間における交通実態に関する研究,交通工学研究発表会論文集,Vol.30, pp.25-28, 2010
- 6) 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.
- 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, No371/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, No506/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

(2021.10.1 受付)

A Study on the Addition of an Auxiliary lane at Bottlenecks of Multi-Lane Expressways

Akira HARAO, Humihiro ITSHIMA, Jian XING, Taiki KUMAKURA,
Takeshi OHATA and Hidenori GOTHO

In Japan, we add auxiliary lanes to correct lane utilization and increase traffic capacity at the sags of multi-lane highways. There are three types of auxiliary lanes that have been installed in Japan, i.e. left-addition left-closure, right-addition right-closure, and right-addition left-closure. In order to determine the appropriate type of the auxiliary lane, it is necessary to consider the road geometry and traffic characteristics such as traffic volume level or heavy vehicle mixing rate of the target section. In this study, we first obtained the traffic behavior of each type of auxiliary lane from the video surveys. The traffic behaviors were then used to calibrate an existing microscopic traffic flow simulation model. Finally we use the simulation model to examine the applicable conditions for the installation of a auxiliary lane for each road alignment and traffic environment. As a result, the right-addition left-closure type is suitable as a countermeasure against traffic congestion when traffic volume level is high. When the traffic level is moderate, however, it is optimal to apply the right-addition right-closure type to improve the level of service of the traffic flow.