

# 付加車線設置による渋滞対策効果と今後の展望

原山 哲郎<sup>1</sup>・深瀬 正之<sup>2</sup>・石田 貴志<sup>3</sup>・野中 康弘<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 東日本高速道路 株式会社 関東支社 千葉管理事務所  
(〒263-0001 千葉県千葉市稲毛区長沼原町177)

E-mail: t.harayama.aa@e-nexco.co.jp

<sup>2</sup>非会員 東日本高速道路 株式会社 関東支社 (〒339-0056 埼玉県さいたま市岩槻区加倉260)

E-mail: m.fukase.aa@e-nexco.co.jp

<sup>3</sup>正会員 株式会社 道路計画 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋2-13-14 マルヤス機械ビル)

E-mail: t\_ishida@doro.co.jp

<sup>4</sup>正会員 株式会社 道路計画 (〒170-0013 東京都豊島区東池袋2-13-14 マルヤス機械ビル)

E-mail: y\_nonaka@doro.co.jp

本研究は、車線幅に比べてより少ない投資で実施できる付加車線設置による渋滞対策に着目し、既往文献よりその効果を整理するとともに、関越道(上)で実施した付加車線事業のうち、渋川伊香保IC加速車線延伸、本庄児玉IC減速車線延伸、花園IC付近付加車線設置を対象とした分析より得られる新たな知見を踏まえて、今後の付加車線による渋滞対策を展望する。具体的には、付加車線による渋滞対策は渋滞発生前の対策として考えられてきた経緯があるが、渋滞発生後の対策効果の有無、付加車線設置により渋滞が先送りされた場合の効果の有無の視点から分析する。

**Key Words : additional lane, congestion mitigation, expressway**

## 1. はじめに

休日やゴールデンウィーク・お盆等交通混雑期には、行楽地を行き来する自動車によって全国的高速道路で交通集中渋滞が多発している。これに対し、東日本高速道路株式会社(以下、NEXCO東日本という)では、情報提供によるTDMの促進<sup>1)</sup>や、LED標識による渋滞発生の抑制を狙った車線利用率平準化対策<sup>2)</sup>、LED標識による渋滞発生後の速度回復促進対策<sup>3) 4)</sup>に代表されるソフト的渋滞対策を実施している。これらソフト対策で、既存のボトルネックを完全に解消することは難しいものの、少ない投資で渋滞を抑制する対策として効果を発揮している。

一方、ハード対策としての車線幅は、交通容量を大きく増加させ、ボトルネックが解消するため、渋滞軽減効果が大きい。最近では、東名高速道路の岡崎地区で既存の路肩を走行車線として運用することで、暫定的に片側2車線の道路を3車線にし、渋滞を大きく軽減させた事例が報告されている<sup>5) 6)</sup>。しかし、路肩を活用することが容易でない場合は、多くの投資を伴って車線を拡幅することになる。ここで、付加車線に着目すると、道路交通条件次第では数kmの車線増で渋滞軽減効果が期待でき、改築費用もIC間の車線幅に比べて低く抑えられる

メリットがあるため、渋滞対策として有用である。

本研究は、車線幅に比べてより少ない投資で実施できる付加車線設置による渋滞対策に着目し、既往文献よりその効果を整理するとともに、関越道(上)で実施した付加車線事業のうち、渋川伊香保IC加速車線延伸、本庄児玉IC減速車線延伸、花園IC付近付加車線設置の3事業を対象とした分析より得られる新たな知見を踏まえて、今後の付加車線による渋滞対策を展望する。

なお、以降において3事業を総称する時は、渋川伊香保IC加速車線と本庄児玉IC減速車線についても「付加車線」とし、個別に扱う時は「加速車線」と「減速車線」と記載する。

## 2. 既往文献の整理

我が国における単路部の交通集中渋滞の多くは、「交通量が増加するにつれて追越車線を走行する車両が増加し、大きな車群がボトルネックにさしかかるとアクセル操作が不十分なため速度低下が生じ、後方へショックウェーブとして伝わることで追越車線から発生する」ことが知られている<sup>7) 8)</sup>。栗原ら<sup>9) 10)</sup>はボトルネック上流に付

加車線を設置することで、ボトルネックにおける追越車線への交通量の偏り(車線利用率の不均衡)を是正する対策を提言し、東名高速道路(上)大井松田ICの加速車線延伸(延長1.8km)によって車線利用率が是正された結果、渋滞が解消したことを報告している。松本ら<sup>12)</sup>は中央道(下)小仏TN上流の付加車線(登坂車線：延長750m)に着目し、当該地点で渋滞が発生していない理由は付加車線による追越車線利用率の低下であることを分析している。付加車線設置位置や付加車線長と車線利用率是正効果の関係性に関して、渡辺ら<sup>13, 14)</sup>は付加車線長と車線利用率是正効果の関係に正の相関があることを複数のボトルネックを対象とした実データより明らかにしている。また、付加車線設置方針として、付加車線の始点は渋滞先頭地点より200m以上上流、終点は渋滞先頭地点を包括することを前提にできるだけクレストまで、付加車線長は1,000m以上が望ましいことを提案している<sup>15, 16)</sup>。Xingら<sup>17)</sup>はマイクロシミュレーションによる分析より、付加車線長は1,000m以上が望ましいこと、付加車線設置位置はサグ底の手前より、縦断曲線部およびその下流側の区間に設置した方が渋滞発生時交通量が高くなることを示している。以上の研究は、いずれも付加車線設置が渋滞発生前における車線利用率是正に寄与することで渋滞発生を抑制できることを明らかにしたものであり、評価指標は車

線利用率、渋滞発生時交通量、車群の大きさ等である。また、付加車線設置によって渋滞が先送りされるような事例はなかった。

これに対し、尾上ら<sup>18)</sup>や森ら<sup>19)</sup>は名神高速道路改築事業の中で一時的に運用された京都南IC(下)の加速車線延伸事業(延長約2km)について分析を行い、下流側に位置する天王山TNの渋滞軽減効果を検証している。ここでは加速車線延伸後の渋滞回数に大きな変化がなかったものの、渋滞量が軽減していることに着目し、交通容量分析より付加車線の設置が渋滞発生時交通量のみならず、渋滞発生後捌け交通量を増加させることを明らかにしている。また、利用者が理解しやすい渋滞軽減効果として、所要時間短縮効果についても言及している。

以上より、付加車線設置による渋滞対策は主に渋滞発生前の対策として考えられてきた経緯があるが、渋滞発生後の対策としても寄与するのか、付加車線設置により渋滞が先送りされた場合にも付加車線事業の効果は発揮されるのか、既往研究による付加車線設置位置・付加車線長と渋滞軽減効果の関係性と整合性があるのか、本研究ではこれらの視点に立脚して分析を進める。なお、暫定2車線区間における付加車線設置効果の報告もあるが、ここでは4車線以上の区間を対象とする。

### 3. 付加車線設置概要

本研究では、関越道(上)の渋川伊香保IC加速車線延伸、本庄児玉IC減速車線延伸、花園IC付近付加車線設置の3事業を対象とする(図-1)。渋川伊香保IC付近は片側2車線、本庄児玉ICと花園IC付近は片側3車線の高速道路である。

図-2~4は付加車線設置位置と付加車線事業が対象としたボトルネックの位置関係を示したものである。既往調査結果からいずれのボトルネックもサグを渋滞原因としていることが判明していたため、各地点の付加車線を次のように設置した。渋川伊香保ICの加速車線は現況の300mから1,900mへと1,600m延伸し、ボトルネックであった102.5kp付近のサグ(上り→上り)の縦断曲線を包括するとともにクレスト先までの区間に設置した。本庄児玉ICの減速車線は現況の200mから1,800mへと1,600m延伸し、ボトルネックであった71.2kp付近のサグ(下り→上り)の縦断曲線を包括する区間に設置した。花園IC付近の付加車線は1,500mにわたって設置し、終点部はクレスト先までとしたが、始点部はサグの縦断曲線の途中に位置する。これは、長大橋(荒川橋：L=532m)の大規模改良を避けたためであり、縦断曲線を包括していないことが他の2箇所と相違する点である。なお、花園IC付近の付加車線は左付加左絞込み(登坂車線と同様の形態)である。



図-1 分析対象地点と付加車線設置概要

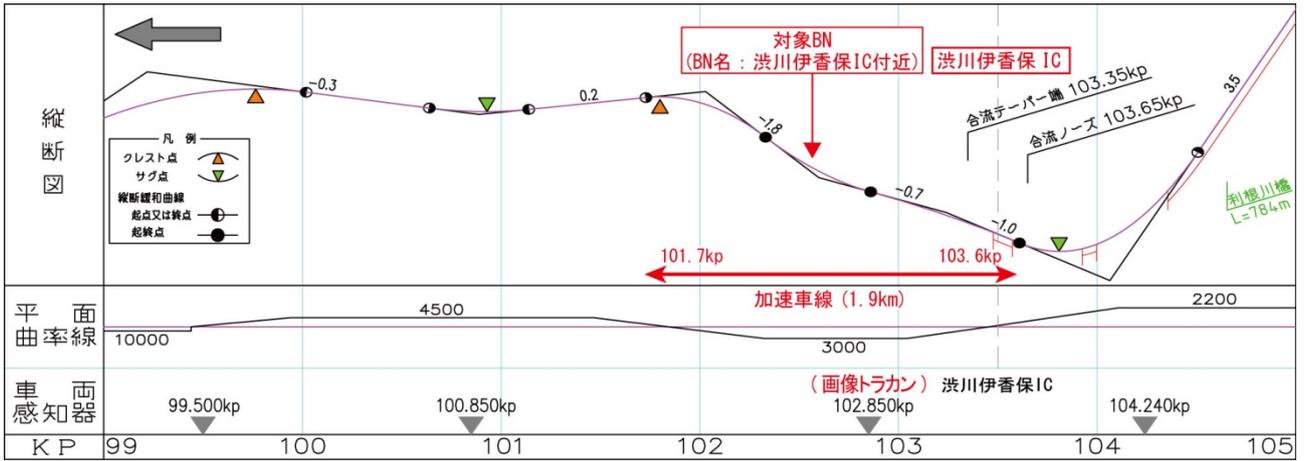


図-2 関越道(上) 渋川伊香保IC加速車線延伸区間と対象ボトルネックの位置関係

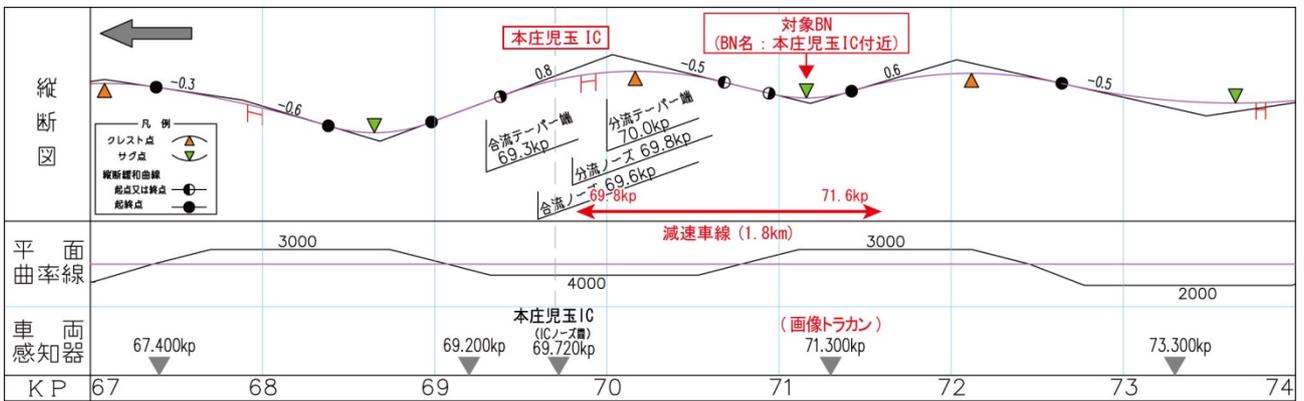


図-3 関越道(上) 本庄児玉IC減速車線延伸区間と対象ボトルネックの位置関係

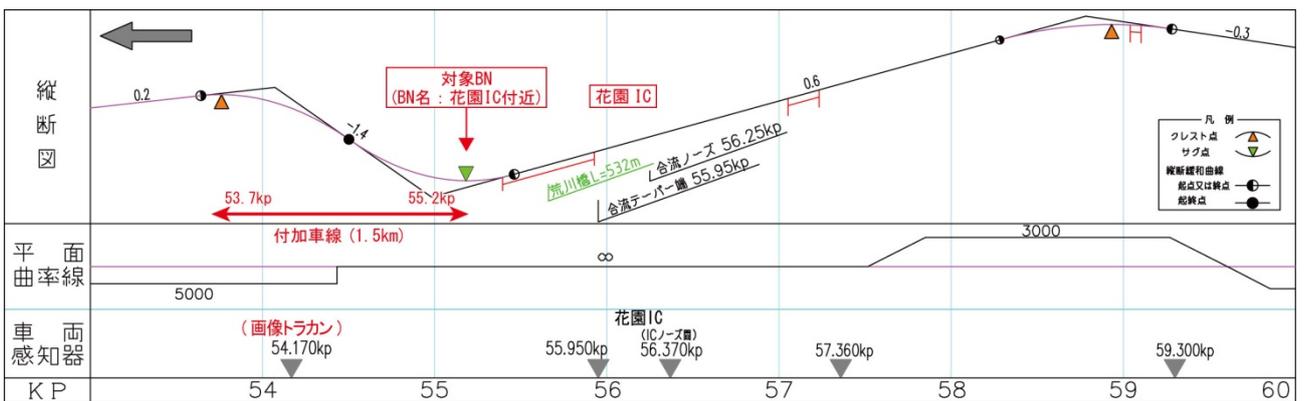


図-4 関越道(上) 花園IC付近の付加車線設置区間と対象ボトルネックの位置関係

#### 4. 渋滞発生状況

##### (1) 分析方法

付加車線設置に伴うボトルネック別交通集中渋滞発生回数と渋滞量の変化を分析する(図-5)。分析にあたっては、1件毎の渋滞が記録されているNEXCO東日本の渋滞統計データを用いる。渋滞統計データは、主に車両感知器の速度データより自動で渋滞を判定するシステムによって生成されている。また、対象期間は付加車線設置前が平成22年1月1日～12月31日(1年間)、設置後が平成23年3月17日～平成24年3月16日(1年間)とする。

##### (2) 渋川伊香保IC付近

加速車線延伸区間に位置する渋川伊香保IC付近の交通集中渋滞は、延伸前に52回/年発生していたのに対し、延伸後は5回/年に減少した。渋川伊香保IC付近のボトルネックは101.9kp～103.4kpの渋滞の総称であり、加速車線延伸後は加速車線に包括された102.5kp付近の渋滞がなくな

なり、103.4kpで5回/年発生している。加速車線延伸によって交通容量が増加した結果、渋川伊香保IC付近のボトルネックの大半を占める102.5kpの渋滞がなくなり、103.4kpの渋滞がわずかに残ったと考えられる。交通量速度変動図を確認した結果、103.4kpで発生した5件の渋滞は、下流側渋滞の疎密波を渋滞として自動判定したものであったことから、加速車線延伸後では渋川伊香保IC付近において交通集中渋滞が発生しておらず、加速車線延伸によってボトルネックが解消したといえる。

一方、加速車線延伸後は吉岡BS付近と駒寄PA付近の渋滞が顕在化し、群馬BS付近と94kp付近の渋滞回数が増加している。そこで、前橋IC～渋川伊香保IC付近の全渋滞に着目すると、渋滞回数は125回/年から112回/年へ10%減少し、渋滞量は1,961km・時/年から1,325km・時/年へ32%減少している。

加速車線を延伸し上流側のボトルネックを解消することができると、例えば渋滞が下流側に先送りされても渋滞軽減効果が大きいことが明らかになった。

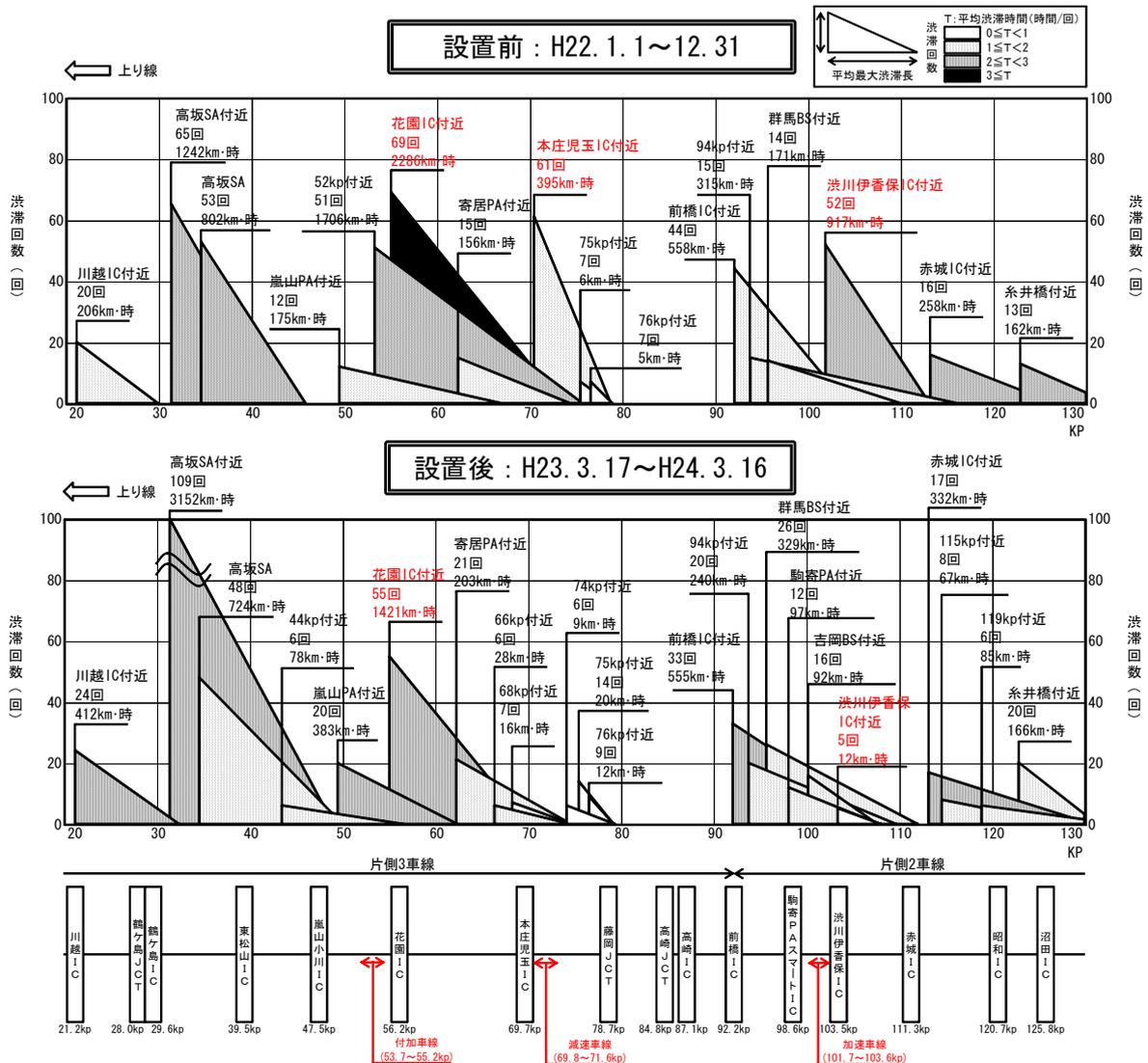


図-5 関越道(上)における交通集中渋滞発生状況

### (3) 本庄児玉IC付近

減速車線延伸区間に位置する本庄児玉IC付近の交通集中渋滞は、延伸前に61回/年発生していたのに対し、延伸後は渋滞が確認されていない。減速車線が本庄児玉IC付近のボトルネックを包括したことで、ボトルネックが解消したと考えられる。

なお、減速車線延伸後において下流側に位置する66kp付近および68kp付近で合わせて13回/年の渋滞が発生し、顕在化しているが、その多くは事故渋滞の影響や疎密波を渋滞として計上したものであった。僅かではあるが、66kp付近または68kp付近を原因として渋滞が発生していることから、今後観測していく必要があると考えている。

### (4) 花園IC付近

付加車線設置区間に位置する花園IC付近の渋滞回数は、付加車線設置前の69回/年から設置後の55回/年へ20%減少し、渋滞量は2,286km・時/年から1,421km・時/年へ38%減少した。また、付加車線設置前は花園IC付近の下流に位置する52kp付近で51回/年の渋滞が観測されているが、これは花園IC付近の渋滞の回復流を捉えたものであり、渋滞検知システム上、渋滞として計上されていたものである。付加車線設置後は、52kp付近で渋滞が検知されていないことから、付加車線によって渋滞発生後の速度回復が促進され、渋滞発生後捌け交通量が増加したことを示唆している。

一方、嵐山PA付近の渋滞は、付加車線設置前が12回/年であったのに対し、設置後は20回/年に増加した。また、高坂SAと高坂SA付近の渋滞も、設置前の118回/年から、設置後の157回/年に増加した。

ここで、鶴ヶ島IC～花園ICの全渋滞をみると、渋滞回数は設置前の254回/年から設置後の244回/年へ4%減少し、渋滞量は6,215km・時/年から5,798km・時/年へ7%減少している。花園IC付近の付加車線設置によって花園IC付近の渋滞が改善し、下流側の渋滞が悪化したものの、区間として渋滞軽減効果がみられた。

なお、NEXCO東日本では上記3事業と同時に高坂SAの下流における付加車線の設置を計画しており、現在事業中である。今後、更なる渋滞軽減が期待される。

### (5) 関越道(上)鶴ヶ島IC～渋川伊香保IC

付加車線3事業全体の効果を確認するため、関越道(上)鶴ヶ島IC～渋川伊香保ICの渋滞発生状況を整理する。付加車線設置前の渋滞発生回数は485回/年であったが、設置後は437回/年へ48回/年、10%減少した。また、渋滞量も8,940km・時/年から7,783 km・時/年へ1,157km・時/年、13%減少した。付加車線設置によって渋滞が先送りされる状況があったものの、付加車線3事業は関越道(上)の渋滞軽減に大きく寄与したといえる。

## 5. 交通容量

### (1) 分析方法

関越道(上)における交通容量分析結果を図-6に示す。交通容量分析では、ボトルネック別に渋滞発生時交通量と渋滞発生後捌け交通量を車両感知器データより判読する。渋滞発生時交通量は渋滞発生直前15分間のフローレート、渋滞発生後捌け交通量は渋滞中のフローレートとしている。渋滞先頭地点が遷移した場合、遷移後は渋滞発生後捌け交通量のみ判読対象とする。また、渋滞統計データに登録されているインシデント渋滞(事故や工事、その他渋滞)と、交通量速度変動図より異常と判断できる渋滞は対象外とし、気象庁ホームページの降雨データより降水量が0.5mm/h未満の場合を晴天とし対象とする。

### (2) 渋川伊香保IC付近

加速車線延伸前の渋滞発生時交通量の平均は、当該区間の主要ボトルネックである前橋IC付近と群馬BS付近、渋川伊香保IC付近が3,022～3,054台/時で同程度であった。一方、加速車線延伸後は渋川伊香保IC付近で渋滞が発生していないため、渋滞発生時交通量が延伸前の3,054台/時以上に増加したと考えられる。また、延伸後に顕在化した吉岡BS付近は分析サンプル数が少ないものの3,198台/時であり、その他ボトルネックより高い。渋川伊香保IC付近の渋滞がなくなり、渋川伊香保IC付近より渋滞発生時交通量が高い吉岡BS付近が顕在化したことで、加速車線延伸による渋滞発生回数軽減効果があったと考えられる。

加速車線延伸前の渋滞発生後捌け交通量の平均は、渋川伊香保IC付近が2,799台/時で最も高く、次いで前橋IC付近の2,696台/時、群馬BS付近の2,414台/時であった。加速車線延伸前に渋滞先頭地点が遷移する現象が多くみられたが、これは渋川伊香保IC付近に比べ、前橋IC付近と群馬BS付近の渋滞発生後捌け交通量が低いためである。加速車線延伸後は渋川伊香保IC付近で渋滞が発生していないため断言できないが、下流側で発生した渋滞の渋滞先頭地点が当該地点に遷移していないことから、渋滞発生後捌け交通量も延伸前より増加したと考えられる。

なお、延伸前に最も渋滞回数が多かった渋川伊香保IC付近の2,799台/時に比べ、延伸後における前橋IC付近の2,497台/時、群馬BS付近の2,520台/時の方が渋滞発生後捌け交通量が低いにもかかわらず、区間として渋滞軽減効果がみられる。これは渋滞の先頭が時間とともに遷移する複合渋滞がなくなったことに起因していると考えられる。具体的には、渋川伊香保IC付近のボトルネックと下流側ボトルネックによる複合渋滞において、渋川伊香保IC付近を原因とした渋滞がなくなることで、渋滞軽減効果が発現したと考えることができる(図-7)。

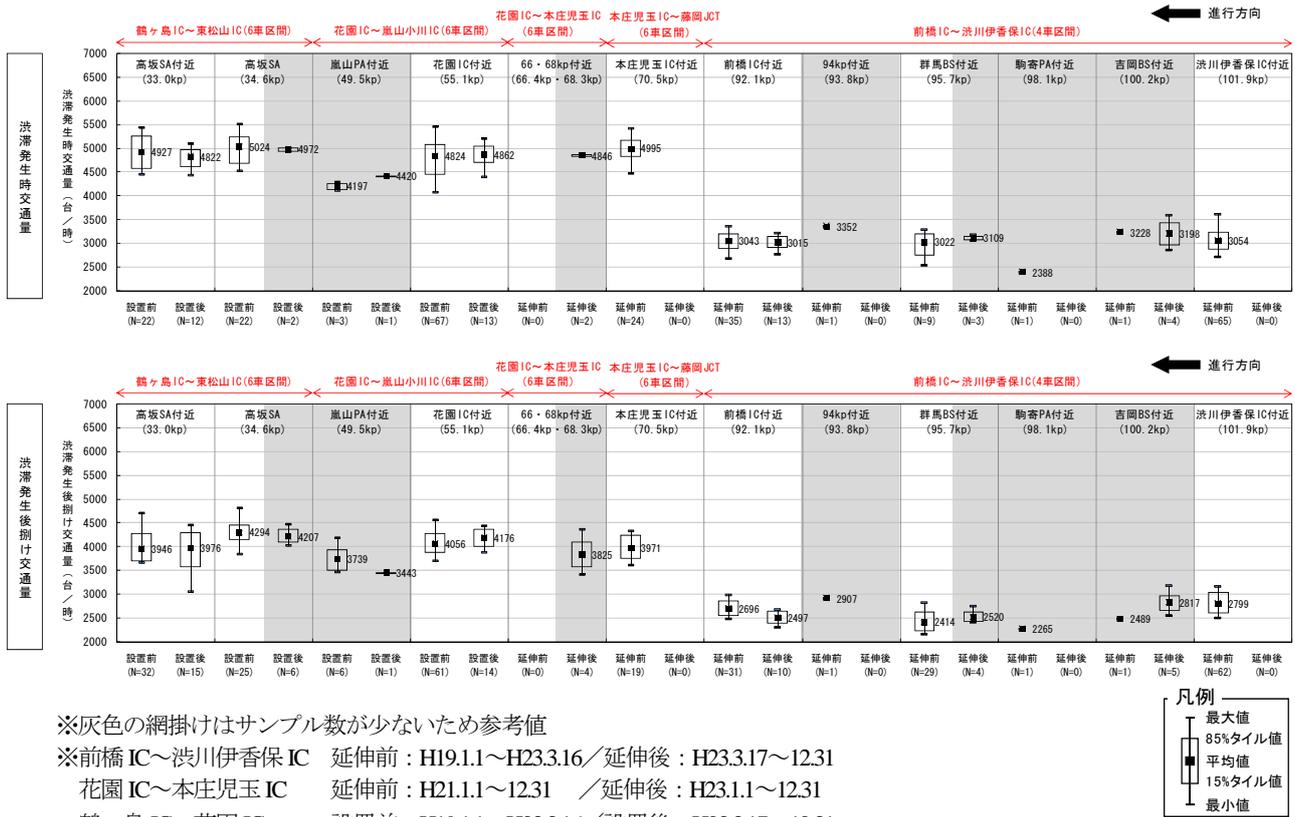


図-6 関越道(上)における主要ボトルネックの交通容量一覧(晴天のみ対象)

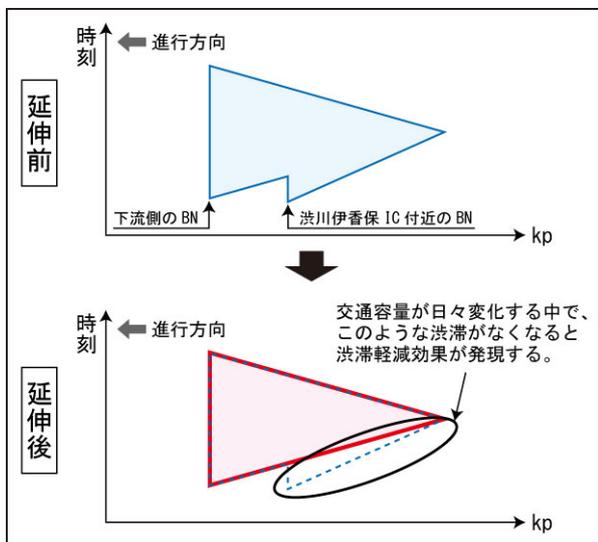


図-7 渋川伊香保IC加速車線延伸による渋滞軽減メカニズム

### (3) 本庄児玉IC付近

減速車線延伸前における本庄児玉IC付近の渋滞発生時交通量の平均は4,995台/時であった。延伸後に本庄児玉IC付近の渋滞が確認されていないことから、減速車線延伸によって渋滞発生時交通量が増加したと考えられる。

また、減速車線延伸前における本庄児玉IC付近の渋滞発生後捌け交通量の平均は3,971台/時であった。延伸後

は本庄児玉 IC 付近の渋滞が解消しており、下流側に交通容量が観測できるボトルネックもないことから、直接的に渋滞発生後捌け交通量を比較できない。

なお、延伸後に顕在化した 66kp 付近と 68kp 付近の交通容量は、サンプル数が少なく統計的な吟味は難しいことから、今後も当該地点の交通容量を観測していく。

### (4) 花園IC付近

花園 IC 付近の渋滞発生時交通量の平均は、付加車線設置前が 4,824 台/時、設置後が 4,862 台/時であり +38 台/時、+1%の微増であった。高坂 SA 付近と高坂 SA は、花園 IC 付近より同等か高い値を観測している。

花園 IC 付近の渋滞発生後捌け交通量の平均は、設置前が 4,056 台/時であったのに対し、設置後は 4,176 台/時であり、120 台/時、3%増加した。前述のとおり付加車線設置後は、花園 IC 付近の渋滞量が大きく減少しているが、これは付加車線設置によって速度回復が促進され、渋滞発生後捌け交通量が増加したことに起因した結果と考えることができる。

付加車線をボトルネックとなるサグの上り坂部に設置すると、渋滞こそ解消されないが渋滞発生時交通量が増加する。また、渋滞発生後捌け交通量が増加することで、渋滞量軽減効果が発現する。

## 6. 車線利用率

### (1) 分析方法

付加車線設置前後の車線利用率は、VTR判読結果と車両感知器データより集計する。集計にあたっては、渋滞が発生する前の交通量が多い時間帯を対象にするとともに、付加車線設置前後において付加車線上流の車線別交通量が同程度の日時を選定する。

### (2) 渋川伊香保IC付近(図-8)

加速車線延伸区間の加速車線利用率は、最大14%であった。また、テーパー端まで残り500mにあたる102.2kpまでは8~11%で推移している。延伸後は合流車の多くが加速車線を十分に利用するようになり、合流機会が増加したことで、延伸前に合流部でみられた避走による追越車線交通量の増加がなくなった。これにより、追越車線利用率は延伸前に比べて最大9ポイント低下した。

渋川伊香保IC付近の渋滞発生時交通量増加は、延伸した加速車線を利用する車両が多くなったことによる、追越車線利用率の低下が大きく影響していると考えられる。

### (3) 本庄児玉IC付近(図-9)

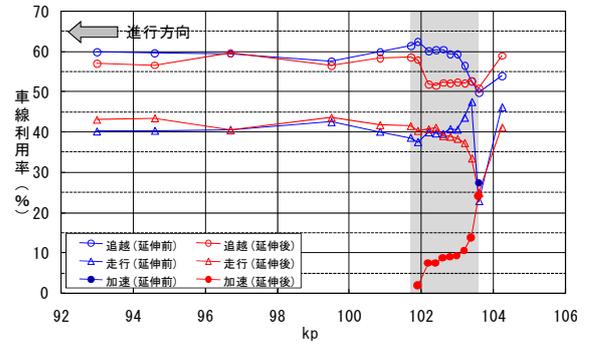
減速車線延伸区間の減速車線利用率は3~4%であった。また、分流車の多くがテーパー端付近から減速車線を十分に利用した結果、第一走行車線利用率も4~5ポイント低下した。一方、追越車線利用率は71.0kpから分流部までで0.3~1.0ポイントの低下にとどまる。

ここで、図-10に示す減速車線延伸区間の車線変更台数を確認すると、左側車線から右側車線への車線変更台数が減少している。具体的には、第一走行車線から第二走行車線への車線変更台数(⑤)が52台/時、第二走行車線から追越車線への車線変更台数(⑥)が76台/時減少している。減速車線延伸に伴い分流車が早い段階で減速車線を利用するようになり、第一走行車線の混雑が緩和されたことに起因した結果と推測される。なお、付加車線設置に伴う総車線変更台数減少効果は、本庄児玉IC減速車線延伸のみならず、渋川伊香保IC加速車線延伸、花園IC付近付加車線設置でも確認している。

本庄児玉IC付近の渋滞発生時交通量増加は、延伸した減速車線を利用する車両が多くなったことによる、追越車線利用率の低下と、車線変更台数の減少が影響していると考えられる。

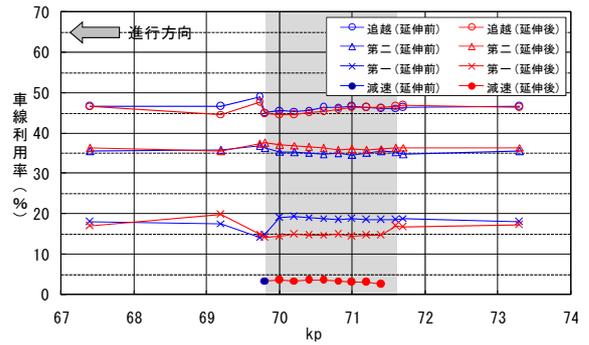
### (4) 花園IC付近(図-11)

付加車線利用率は0.3~0.9%にとどまる。しかし、付加車線設置区間における第一走行車線利用率は2~3ポイント増加し、これに伴い第二走行車線利用率は0.3~1.5ポイント、追越車線利用率は1~3ポイント低下した。



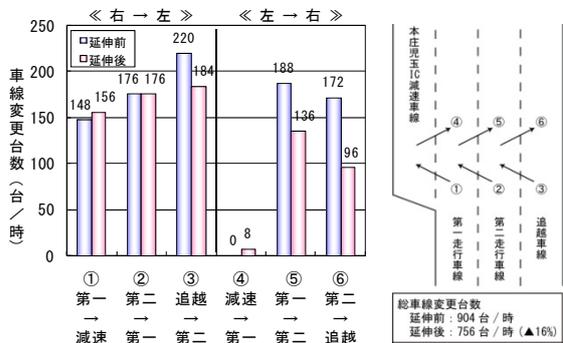
※延伸前：H22.9.19(日) 15:20~15:35 2,976台/時  
 延伸後：H23.5.1(日) 13:45~14:00 3,056台/時  
 ※図中の網掛けは加速車線設置区間

図-8 渋川伊香保IC加速車線延伸前後の車線利用率



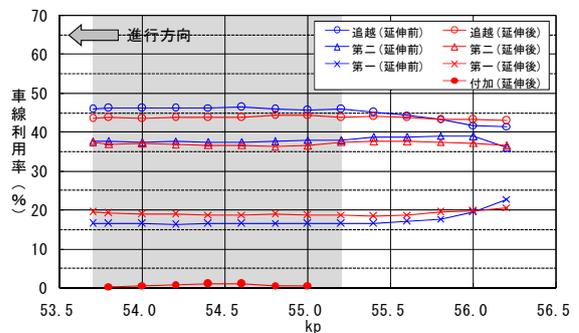
※延伸前：H22.10.11(月・祝) 12:06~12:21 4,276台/時  
 延伸後：H23.1.9(日) 15:34~15:49 4,224台/時  
 ※図中の網掛けは減速車線設置区間

図-9 本庄児玉IC減速車線延伸前後の車線利用率



※対象日時は図-9と同様  
 ※対象区間は69.8~71.7kpの1.9km

図-10 本庄児玉IC付近の車線変更台数



※設置前：H22.9.5(日) 13:46~14:01 4,007台/時  
 設置後：H23.5.1(日) 11:45~12:00 4,134台/時  
 ※図中の網掛けは付加車線設置区間

図-11 花園IC付近の付加車線設置前後の車線利用率

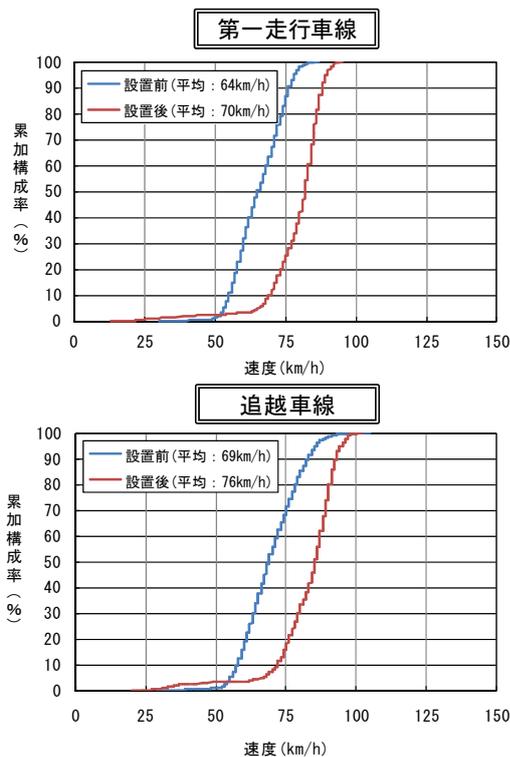


図-12 花園IC付近の渋滞の回復流中速度

花園IC付近の渋滞発生時交通量増加は、付加車線を利用する車両が存在したことによる、追越車線利用率の低下が影響していると考えられる。

次に、渋滞発生後に着目する。これまでの分析で花園IC付近の渋滞は55.950kpの車両感知器で検知する渋滞であり、付加車線設置区間に位置する54.170kpの車両感知器では当該渋滞の回復流を検知することを把握している。付加車線設置後においても花園IC付近で渋滞が発生していることから、このような状況における付加車線利用状況を分析する。具体的には、花園IC付近の渋滞を検知する55.950kpが渋滞(40km/h未満)、かつ付加車線設置区間の下流52.500kpが非渋滞(40km/h以上)の時における、付加車線設置区間54.170kpの交通状況を対象とする。また、事故など特異な状況を排除するため5分間フローレートで3,500台/時以上を対象とする。対象期間は、付加車線設置前が平成22年1年間、設置後は平成23年3月17日～12月31日とする。

付加車線の交通量を集計した結果、渋滞の回復流中は平均97台/時の利用があることを確認した。花園IC付近の渋滞発生後捌け交通量が4,000台/時のときを想定すると、約3%の付加車線利用率と試算される。次に、付加車線設置区間における回復流中の車線別速度を集計した結果、全ての車線で速度が6～7km/h上昇していることを確認した(図-12では第一走行車線と追越車線を代表で掲載)。付加車線設置区間において加速が促進されており、渋滞発生後捌け交通量が増加していることを裏付ける結果である。

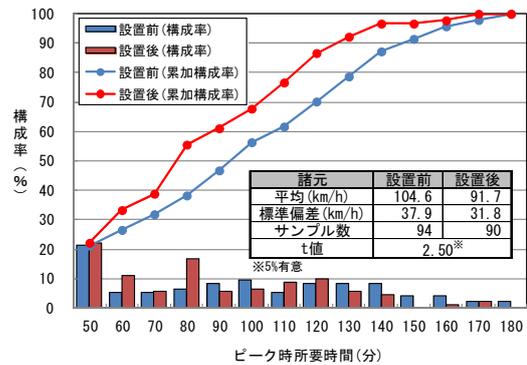


図-13 付加車線設置前後の所要時間

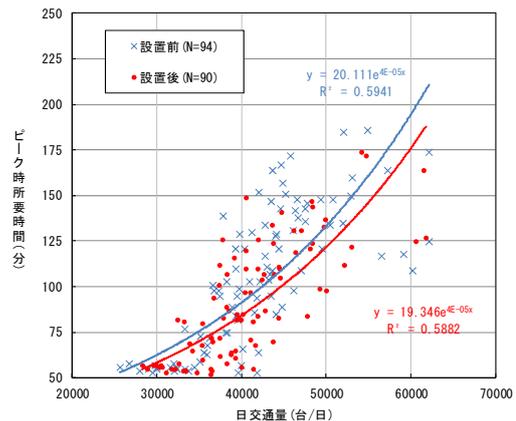


図-14 日交通量と所要時間の関係

## 7. 所要時間

付加車線事業の効果を評価するため所要時間の変化を分析する。対象区間は付加車線3事業を含む関越道(上)赤城IC発・鶴ヶ島IC着の81.7kmとし、対象期間は付加車線設置前が平成22年1月1日～12月31日、設置後が平成23年3月17日～平成24年3月16日の休日(日・祝日)と交通混雑期とする。また、所要時間は日別出発時間帯別に車両感知器の速度データを用いたタイムスライス法で算出し、ピーク時を対象とする。

図-13は、ピーク時所要時間の構成率を集計した結果である。これより、付加車線設置前に比べて設置後の所要時間が短いことがわかる。具体的に平均は設置前の105分から設置後の92分～13分短縮した。また、t検定を実施した結果、t値が2.50であり付加車線設置前後のピーク時所要時間に統計的有意差があることを確認した。

横軸に対象区間の平均日交通量、縦軸にピーク時所要時間をプロットしたものが図-14である。日交通量が増加するにつれて所要時間が増加する様子がわかる。ここで、付加車線設置前後を比較すると、日交通量35千～50千台/日において、付加車線設置前はピーク時所要時間の値が大きいところにプロットされているのに対し、設置後は小さくなっており、同様の日交通量レベルでも設置後の所要時間が短いことがわかる。付加車線設置は関越道(上)の所要時間短縮に寄与したといえる。

## 8. まとめと今後の展望

本研究では、既往文献の付加車線設置効果を整理した上で、関越道(上)の付加車線3事業の効果を分析した。渋川伊香保IC加速車線延伸と本庄児玉IC減速車線延伸では、対象としたボトルネックを包括し交通容量が増加したため、ボトルネックが解消した。これは従来から言われている付加車線設置効果と一致する。一方、花園IC付近では付加車線設置後においても渋滞が依然発生している。渋滞が解消しなかった理由の一つとして、付加車線がボトルネックの縦断曲線を包括していないと考えられる。

渋川伊香保IC加速車線延伸後と本庄児玉IC減速車線延伸後では、ボトルネックが解消したことから渋滞発生時交通容量が増加していることがわかった。また、花園IC付近の付加車線設置では渋滞こそなくならなかったが、交通容量分析結果より、渋滞発生時交通容量がわずかではあるが増加したことがわかった。一方、渋川伊香保IC加速車線延伸後に下流側の渋滞先頭地点が遷移しなかった現象と、花園IC付近の交通容量分析結果より、付加車線設置は渋滞発生後捌け交通容量を増加させる効果があることが本研究では明らかとなった。その結果、渋滞が解消した本庄児玉IC減速車線延伸はもとより、渋滞が先送りされた渋川伊香保IC加速車線延伸や花園IC付近付加車線設置でも、区間として渋滞軽減効果が確認された。これらは、所要時間の短縮効果としても現れており、利用者の利便性向上に寄与している。

本研究の知見を整理すると、付加車線の設置は渋滞発生時交通容量を増加させるのみならず、渋滞発生後捌け交通容量も増加させる。また、ボトルネックの縦断曲線下流に付加車線を設置すると、渋滞発生後の速度回復区間にあたるため、渋滞発生後捌け交通容量が増加し渋滞軽減効果が発現する。さらに、渋滞が付加車線下流側にある次なるボトルネックに先送りされても、交通容量が増加した効果は大きく、区間全体として渋滞軽減効果があることがわかった。

サグを原因としたボトルネックでは、道路構造や交通需要等条件が満たされた場合に、付加車線事業が渋滞対策として有効となる。ただし、適切な付加車線設置位置について一定の示唆は得られたが、ボトルネックに対してどのように付加車線を設置することが渋滞軽減効果を最大にし、費用を最小にできるかの結論は得ていない。今後、その他付加車線事業を実施した際には、同様の分析を通して知見を蓄積していきたいと考えている。また、所要時間のような利用者に分かりやすい指標をもって評価していくことも重要と考えている。最後に、本研究で得られた知見が活用され、事業計画の役に立つことを期待したい。

## 参考文献

- 1) 竹内利夫, 皆方忠雄, 藤川謙, 石田貴志: 高速道路の渋滞予測情報提供による渋滞緩和の可能性に関する考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.34, No.128, 2007.
- 2) 邢健, 鶴元史, 石田貴志, 村松栄嗣: 片側3車線区間におけるLED標識を用いた車線利用率平準化渋滞対策の効果検証, 交通工学研究発表会論文集, Vol.31, pp.167-171, 2011.
- 3) Y, SAITO., J, XING., Y, NONAKA., T, ISHIDA., H, UCHIYAMA.: An Experimental Study on Mitigation of Expressway Traffic Congestion with LED Information Board, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies Conference, Vol.5, pp.919-928, 2005.
- 4) 竹内利夫, 佐藤久長, 皆方忠雄: 高速道路渋滞対策の最前線—サグ部の速度低下による渋滞の緩和を目指して—, 土木学会誌, Vol.91, No.5, pp.60-63, 2006.
- 5) 佐藤久長, 前川利聡, 田中真一郎, 森北一光: 現有道路資産の有効活用による高速道路の渋滞・事故対策の試み, 土木計画学研究・講演集, Vol.43, No.23, 2011.
- 6) 佐藤久長, 前川利聡, 田中真一郎: 東名岡崎地区における新たな渋滞・事故対策の試み, 日本道路会議, Vol.29, No.1016, 2011.
- 7) 越正毅: 高速道路のボトルネック容量, 土木学会論文集, Vol.371/IV-5, pp.1-7, 1986.
- 8) 越正毅, 桑原雅夫, 赤羽弘和: 高速道路のトンネル, サグにおける渋滞現象に関する研究, 土木学会論文集, Vol.458/IV-18, pp.65-71, 1993.
- 9) 栗原光二, 日置洋平: 4車線高速道路の交通実態と交通容量改善策, 土木計画学研究・講演集, Vol.17, pp.563-566, 1995.
- 10) 栗原光二, 日置洋平: 高速道路ボトルネックの交通容量改善策, 土木計画学研究・論文集, Vol.12, pp.731-738, 1995.
- 11) 栗原光二, 羽山章, 安積淳一: ボトルネック対策としての付加車線の効用, 高速道路と自動車, Vol.42, No.7, pp.29-36, 1999.
- 12) 松本晃一, 羽山章, 富高久智: 付加車線設置による渋滞対策効果検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.19, No.2, pp.219-222, 1996.
- 13) 渡辺亨, 山岸将人, 安積淳一, 大口敬: 付加車線の車線利用率は正効果に関する実証的研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.18, pp.927-934, 2001.
- 14) 渡辺亨, 山岸将人, 平井章一: 付加車線の車線利用率は正効果に関する実証的研究(II), 土木計画学研究・講演集, Vol.24, No.2, pp.669-672, 2001.
- 15) 渡辺亨, 逢坂光博, 平井章: 高速道路における渋滞対策としての単路部付加車線のあり方, 交通工学, Vol.38, 増刊号, pp.41-44, 2003.
- 16) 渡辺亨, 野間哲也: 付加車線の車線利用率は正効果に関する影響要因の実証的研究, ITSシンポジウム, Vol.4, pp.73-81, 2005.
- 17) 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, Vol.29, pp.121-124, 2009.
- 18) 尾上一馬, 米川英雄, 榎永清: 付加車線の設置効果, 交通工学, Vol.33, No.6, pp.49-58, 1998.
- 19) 森康男, 米川英雄, 辻光弘: 天王山トンネルの付加車線設置効果, 高速道路と自動車, Vol.42, No.4, pp.18-25, 1999.