

高速道路での車線利用率平準化による渋滞対策に関する研究*

A Study on a Measure against Motorway Traffic Congestion by Balancing Lane Utilization of Traffic*

原田 秀一**・深瀬 正之**・前島 一幸***・Jian XING****・瀬古 賢司*****

By Syuichi HARADA**・Masayuki FUKASE**・Kazuyuki MAEJIMA***・Jian XING****・Kenji SEKO*****

1. はじめに

東日本高速道路(株)関東支社管内の高速道路は、年末年始、お盆、行楽シーズンなどの交通混雑期において大規模な渋滞が発生しており、早急な渋滞対策が求められている。

このような背景のもと、ハード的対策と比べ比較的安価でできるソフト的渋滞対策が注目されており、近年では、渋滞先頭位置を知らせ速度回復を促す情報提供による渋滞対策¹⁾⁻³⁾や、さらなる渋滞軽減を目指した交通需要マネジメント⁴⁾等も進められている状況である。

本研究では、新たな渋滞対策として、多車線高速道路では渋滞発生直前に追越車線へ交通が偏り追越車線から渋滞が発生することに着目し、追越車線への車線変更を抑制させ走行車線の利用を促進させる車線利用率の平準化実験を実施した。この実験は、平成18年より現在も継続して実施している。本論文は、車線利用率の平準化実験の概要及び結果、渋滞抑制効果について検討する。

2. 研究背景

多車線高速道路では、交通量レベルが増加するにつれて、利用者は希望速度を保とうとするため追越車線へ交通が偏る傾向がみられる⁵⁾⁻⁶⁾。その結果、追越車線の車線利用率が、2車線高速道路で60%程度、3車線区間では40~45%程度(図-1)と、他の車線に比べ高い傾向となり、結果、追越車線から渋滞が発生することが知られている。

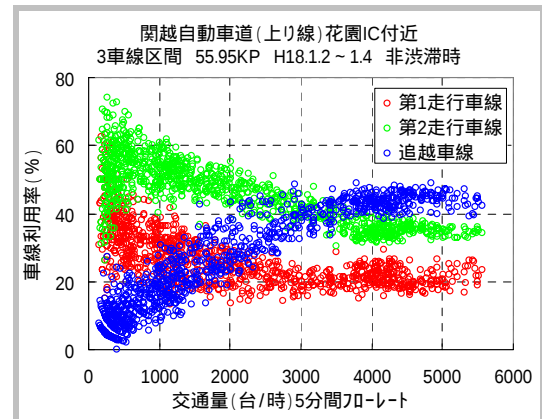


図-1 交通量と車線利用率の関係(片側3車線区間)

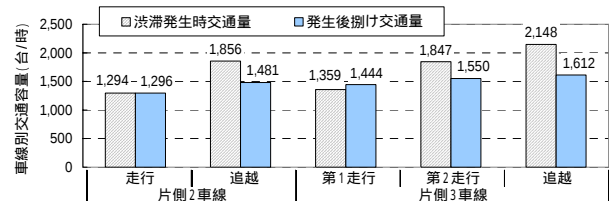


図-2 多車線高速道路における車線別交通容量⁸⁾

追越車線利用の偏りを矯正するために、高速道路単路部ボトルネックの渋滞対策として、ボトルネック区間もしくはその直近上流に付加車線を設置し、その有効性が確認されている⁷⁾。

また、多車線高速道路では、渋滞発生直前の交通容量(渋滞発生時交通量)と比べ、渋滞発生後の交通容量(渋滞発生後捌け交通量)が低い傾向にある⁹⁾。この交通容量を車線別(図-2)にみると、走行車線ではその傾向が見られておらず、これは前述した追越車線から渋滞が先に発生していることと関係し、走行車線ではまだ交通容量に達していないことを踏まえ、LED情報板や車載器を用いてキープ・レフトを促すことにより、追越車線利用の偏りを是正することが考えられる⁹⁾⁻¹¹⁾。本線門型LED標識によるキープ・レフト促し情報提供に対するWEBアンケート調査の結果によると、左への車線変更割合がかなり高いことが分かった¹¹⁾。しかし、いずれの研究も提案に留まり、実際の高速道路での車線利用率平準化実験の実施及び効果検証は行っていない。

そこで、追越車線利用の偏りを是正することにより、

*キーワード: 交通流, 交通容量, 交通情報, 車線利用率

** 非会員, 東日本高速道路(株) 関東支社
(埼玉県さいたま市岩槻区加倉260,
TEL 048-758-6509 FAX 048-758-7181)

*** 非会員, (株)高速道路総合技術研究所
(東京都阿田市忠生1-4-1,
TEL 042-791-1638 FAX 042-791-3717)

**** 正会員, 工博, (財)高速道路技術センター
(東京都港区芝4丁目17番5号 田町プレイス3階
TEL 03-6436-2089 FAX 03-6436-2097)

***** 非会員, 大日コンサルタント(株)都市交通計画部
(岐阜市藪田南3-1-21)

渋滞発生を抑制できる可能性があると考え、2005年から東北高速道路と関越自動車道でこの車線利用率の平準化実験を行い、車線利用率の平準化と渋滞軽減効果が確認された¹²⁾。本論文は、2005年1月から2008年1月までの約3年間に上記の両高速道路で行われた車線利用率平準化の実験結果を取りまとめたものである。

3．実験概要

高速道路での渋滞発生箇所の多くは、ICおよびJCT合流部から下流側2km付近であり、これらの箇所では走行車線に合流した車両の車線変更が頻発し、その挙動による追越車線への車両集中が渋滞発生に深く関与している。また、車線間格差を是正するため、本線走行中の追越車線の車両を左車線へ車線変更させることは、実際には難しいと予想された。そこで、IC合流車両の追越車線への車線変更を抑制し、走行車線走行を促す情報提供を行う実験を行うこととした。

今回実験対象箇所は、交通繁忙期に渋滞発生回数が多いボトルネックで、そのボトルネックがICの下流側2km以内かつIC合流交通が比較的多い下記の3箇所を実験対象として選定した。

- ・関越自動車道（上り線）渋川伊香保IC付近（2車線）
- ・東北自動車道（上り線）矢板IC付近（2車線）
- ・関越自動車道（上り線）花園IC付近（3車線）

そのIC合流交通に対し、本線合流後ボトルネック付近まで走行車線をそのまま維持させ、追越車線への車線変更を抑制させるため、図-3～5に示すような情報提供を行うこととした。

この実験は、表-1に示すとおり、渋川伊香保IC付近を対象にH18.2から実施され、その後矢板IC付近でH19.2から、花園IC付近ではH19.1から実験を実施している。

表 - 1 車線利用率平準化実験の実施期間（時期）

箇所	LED標識 タイプ・数	表示内容	実験期間(時期)
渋川 伊香保 IC	標識車2台	左車線キープ 渋滞予防○km	H18.2～H19.1 GW、お盆、スキーシーズン
	簡易標識2基	左車線キープ 渋滞予防○km	H19.2～H20.1 GW、お盆、スキーシーズン
矢板IC	仮設標識2基 標識車1台	左車線 走行願います	H18.11～H20.1 GW、お盆、秋シーズン
花園IC	仮設標識2基	このまま左車線 左側走行願います	H19.1～H20.1 GW、お盆、スキーシーズン



実験状況写真

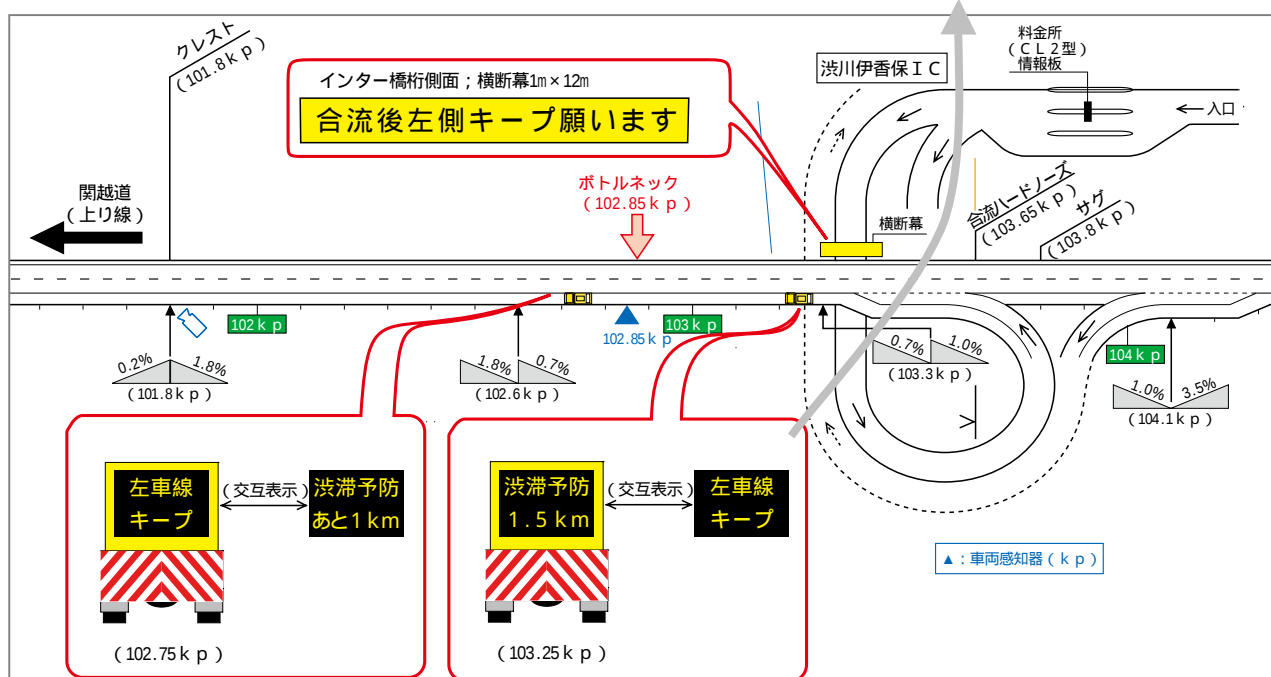


図 - 3 車線利用率平準化実験概要（渋川伊香保IC）

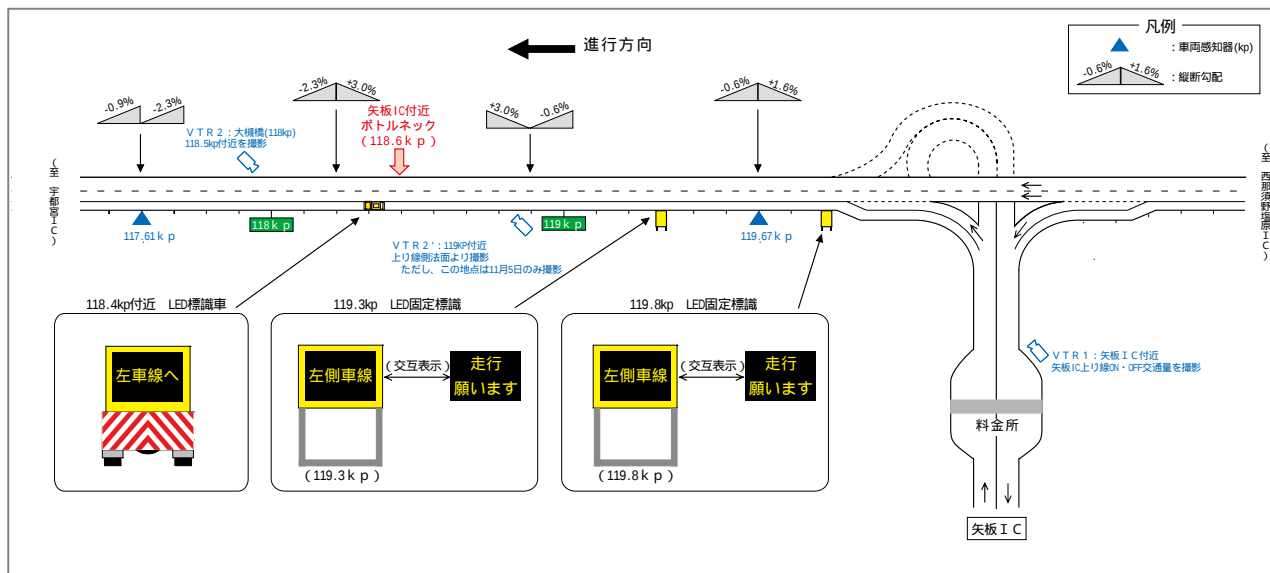


図 - 4 車線利用率平準化実験概要 (矢板IC)

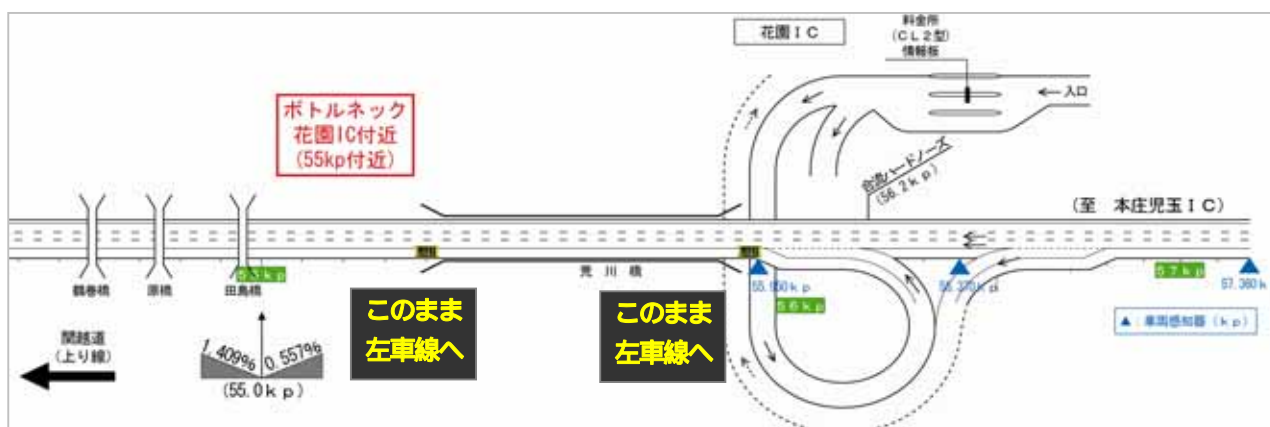


図 - 5 車線利用率平準化実験概要 (花園IC)

4. 実験結果

(1) 交通量と速度の関係

通常、渋川伊香保ICの渋滞は102.85KP付近で発生し、約3,000台/時以上の交通量が観測されると、速度が低下し30分程度経た後、渋滞状態（速度40km/h以下）に至る傾向にあった（図-6）。しかし、実験時では、同程度の交通量が観測されても速度が低下するものの速度は60km/hを推移し、渋滞には至らず、渋滞発生を遅らせる結果が見られた（図-7）。なお、16:15以降の渋滞は先祭り渋滞によるものである。また実験を継続する中で、同様な傾向が16回中9回確認され、視認性の高いLED標識車を用いた実験に限れば4回すべてで渋滞に至らない傾向が見られており、LED標識車での実験は、この状況が1~2時間程度継続している場合も見受けられた。

なお、本論文では、高い交通量レベルが観測されても、この速度が低下し30分程度経た後においても、渋滞状態（速度40km/h以下）に至らず速度60km/hを推移する傾向を「渋滞発生遅らせ効果」と定義している。

表-2に他の実験箇所も含め、これまで継続して行った実験の内容、LED標識での表示内容、実験回数、および実験にて「渋滞発生遅らせ効果」が発生した回数を示す。

渋川伊香保ICでの実験では、LED標識タイプを標識車から簡易標識に変更した結果、上記の傾向がみられたのは半分程度であった。また、同じく2車線区間の矢板ICでの実験では、9回中8回において、同様な傾向を確認した。一方、3車線区間の花園IC付近での実験では、同様な傾向がみられたが、この傾向が見られたのは半分程度であり、速度60km/h程度を推移する時間は渋川伊香保ICほど継続性は見られなかった。

表 - 2 車線利用率平準化実験結果一覧

箇所	LED標識タイプ・数	表示内容	実験回数 (渋滞発生遅らせ回数)
渋川伊香保IC	標識車2台	左車線キープ 渋滞予防○km	4 (4)
	簡易標識2基	左車線キープ 渋滞予防○km	12 (5)
矢板IC	仮設標識2基	左車線 走行願います	9 (8)
	標識車1台	このまま左車線 左側走行願います	11 (5)

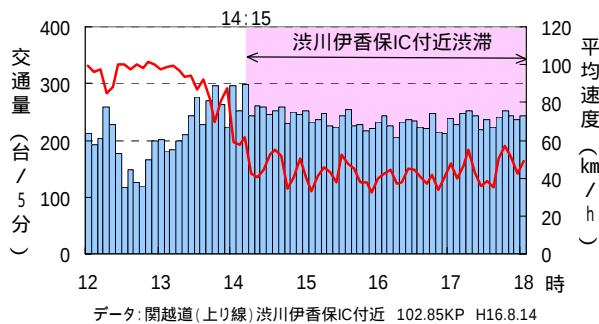


図 - 6 交通量速度変動図（通常時：渋川伊香保IC）

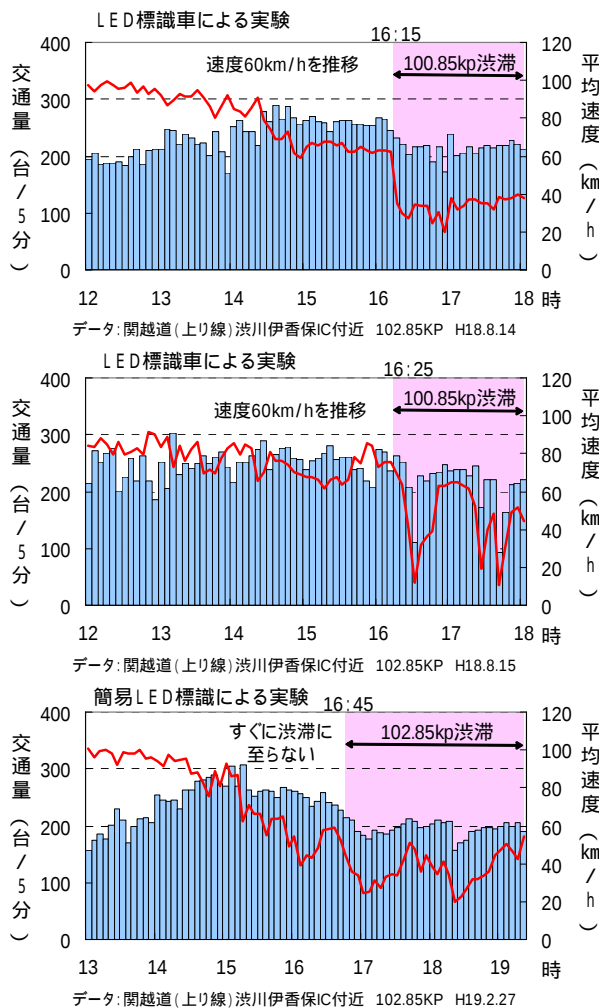


図 - 7 交通量速度変動図（実験時：渋川伊香保IC）

（２）交通量と車線利用率の関係

通常時と実験時のランク別交通量と車線利用率の関係を、図-8に示す。

渋川伊香保ICや矢板ICでの実験結果をみると、交通量3,000台/時程度の走行車線の利用率は通常時の約60%に比べ、実験時が約58%と走行車線の利用率が約1～2%増加し、追越車線交通量が減少傾向にあった。

また、花園ICでの実験結果をみると、交通量5,000台/時以上の走行車線の利用率は通常時の約22%に比べ、実

験時が約24%と走行車線の利用率が約1～2%（約100台/時）増加し、追越車線交通量が減少傾向にあった。また、矢板ICでの実験においても、交通量3,000台/時以上における通常時の走行車線の利用率が約41%に対し、実験時では約43%と走行車線の利用率が約2%増加傾向にあった。

なお、車線利用率の変化に関して、渋川伊香保ICや花園ICでは5%有意にて有意差が確認されたが、矢板ICでは有意差は確認できなかった。

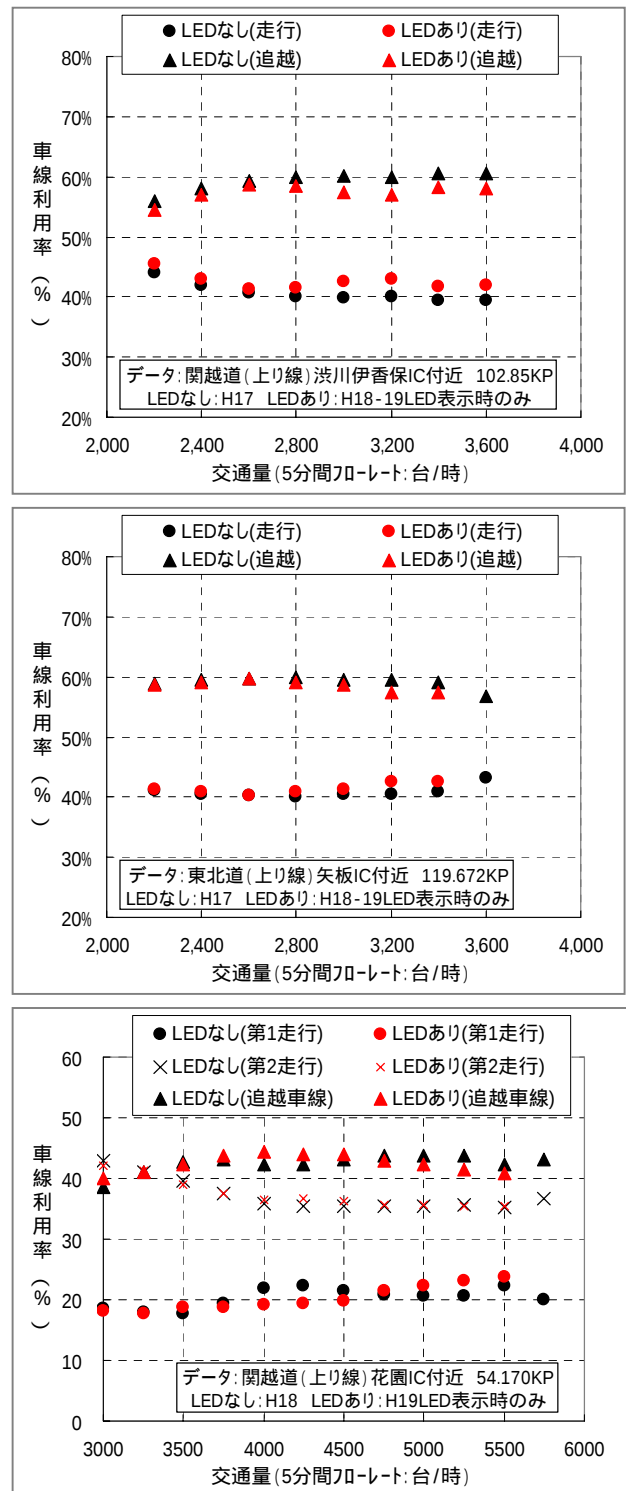


図 - 8 交通量と車線利用率の関係
（上段：渋川伊香保IC，中段：矢板IC，下段：花園IC）

(3) 合流車の車線変更状況

花園IC付近を対象とした実験時および非実験時にて、花園IC合流交通の車線変更状況に着目し、VTR調査によって読み取った地点別交通量割合を、比較日を図-9、実験時を図-10、その両日の比較結果を図-11に示す。

なお、このVTR調査読み取りでは、渋滞発生直前の交通状況を把握するため、70台/分(4200台/時)以上の交通量が観測されている時間帯のみ抽出し、その地点別交通量読み取ることとした。

54.6KP付近の走行車線の利用交通割合をみると、比較日では約48.6%に対し実験日は約52.4%と、約3.8%増加傾向が見られる。これは、LED標識付近の55.8KPから55.6KPにかけ走行車線から右側車線への車線変更台数が減少していることが大きな要因となっており、この情報提供によりIC合流車両が走行車線を維持しているのがわかる。

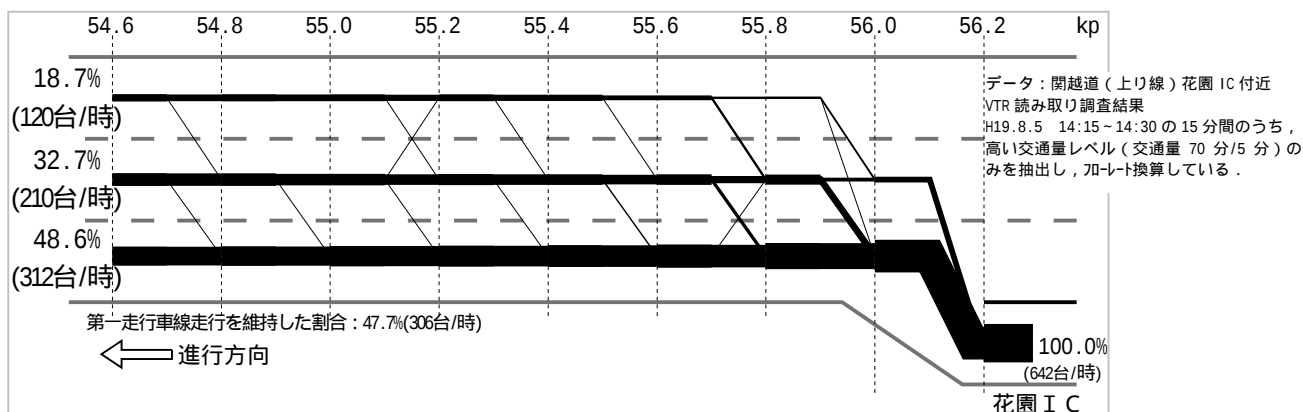


図 - 9 花園IC合流車両の地点別交通量割合（比較日）

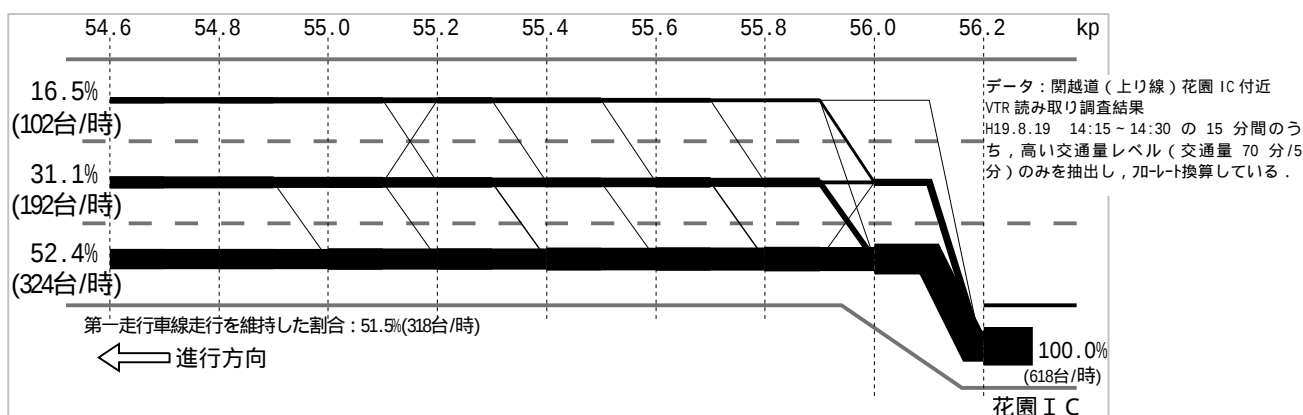


図 - 10 花園IC合流車両の地点別交通量割合（実験日）

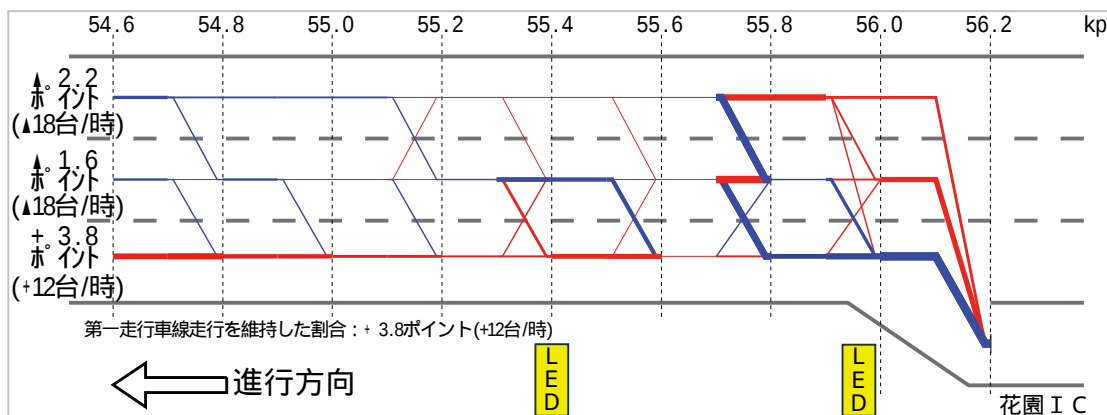


図 - 11 花園IC合流車両の地点別交通量割合（比較日と実験日の差分）

(4) 本線交通の車線変更状況

同じく花園IC付近を対象とした実験時および非実験時にて、花園IC付近の本線交通（合流車両含む）の追越車線への地点別車線変更状況をVTR調査によって読み取った結果を、第2走行車線から追越車線への車線変更台数を図-12、追越車線から第2走行車線への車線変更台数実験時を図-13、その差分を図-14に示す。

比較日の第2走行車線から追越車線への車線変更変更台数は330台/時に対し、実験日では282台/時と減少しており、特にLED標識付近で車線変更台数が減少している傾向にある。

また、追越車線から第2走行車線への車線変更では、比較日に対し実験日のほうが多い傾向にあり、結果、図-16に示すとおり、追越車線の増加台数が減少していることに繋がる。

よって、このLED表示により、第2走行車線から追越車線への車線変更台数を減少させ、結果、追越車線の車線変更の増加を軽減させていることがわかる。

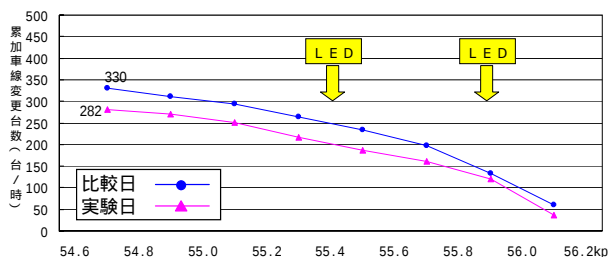


図-12 花園IC本線交通の車線変更台数
(第2走行車線から追越車線への車線変更台数)

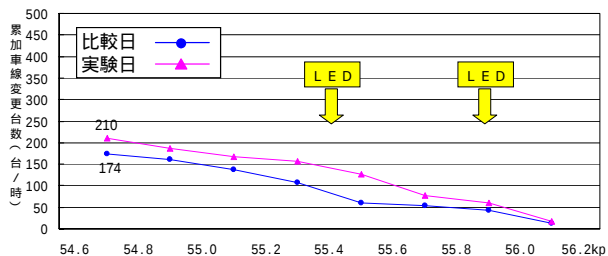


図-13 花園IC本線交通の車線変更台数
(追越車線から第2走行車線への車線変更台数)

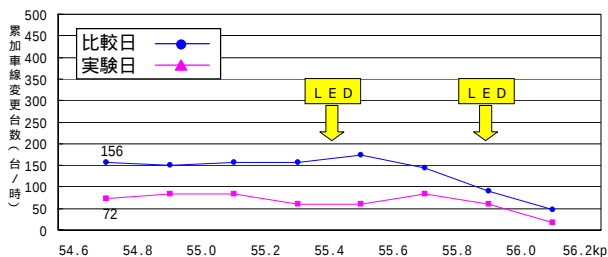


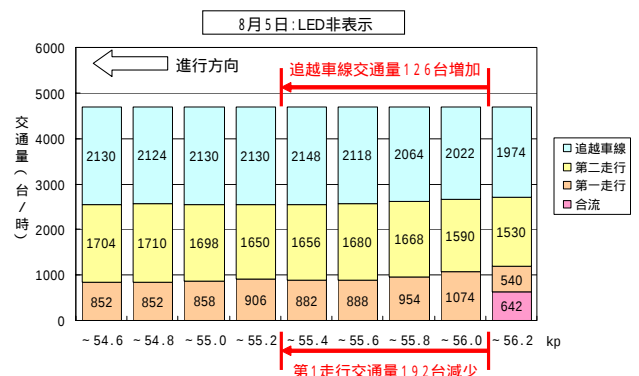
図-14 花園IC本線交通の車線変更台数
(差分図：追越車線の車線増加台数)

(5) 本線交通の地点別交通量の変化

同じく花園IC付近を対象とした実験時および非実験時にて、花園IC付近の本線交通の200m毎の地点別交通量をVTR調査によって読み取った結果を、比較日を図-15、実験時を図-16に示す。

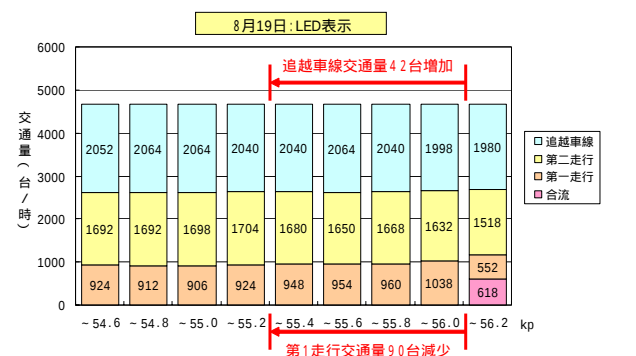
花園IC合流部（56.2kp）からボトルネック（55.4kp）までの車線別交通量に着目すると、第1走行車線交通量がこの区間で、比較日では192台/時減少に対し実験日では90台/時減少と、102台/時第1走行車線交通量が増加傾向にある。これは、前述した車線利用率の増加傾向とも一致している。その影響により、追越車線交通量は、比較日が126台/時増加に対し実験日が42台増加と、追越車線交通量を減少させることに繋がっている。

また、合流部手前の56.4kpから56.2kpに着目すると、合流部手前200mの地点で、第1走行車線利用交通が約100～150台右側車線へ車線変更（避走）している。



データ：関越道（上り線）花園IC付近 VTR読み取り調査結果
H19.8.5 14:15～14:30の15分間のうち、高い交通量レベル（交通量70分/5分）のみを抽出し、70-レート換算している。

図-15 本線交通の地点別交通量（比較日）



データ：関越道（上り線）花園IC付近 VTR読み取り調査結果
H19.8.19 14:15～14:30の15分間のうち、高い交通量レベル（交通量70分/5分）のみを抽出し、70-レート換算している。

図-16 本線交通の地点別交通量（実験日）

(6) ボトルネック交通容量

通常時と実験時の渋滞発生時交通量（渋滞発生直前15分間フローレート）を、図-17（渋川伊香保IC）、図-18（花園IC）に示す。この累加構成率をみると、LED非表示時に比べLED表示時では、花園ICでは約4,300～4,500台/時といった低い交通容量が観測されにくくなっていることがわかる。

つまり、この左車線キープ表示により、低い交通容量による渋滞発生を抑制している傾向にある。ただし、花園ICでは高い交通容量も観測されていないことも事実であり、今後もデータ蓄積からこの累加構成率の変化を確認していく必要がある。

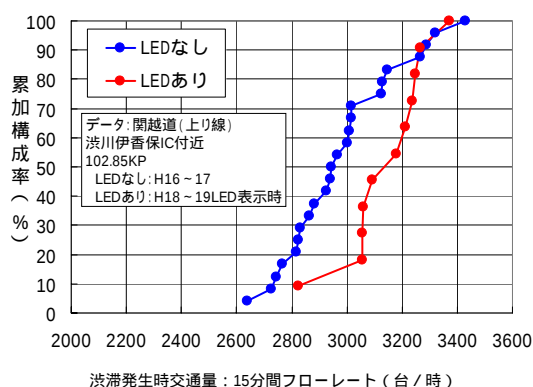


図-17 渋滞発生時交通量の比較（渋川伊香保IC）

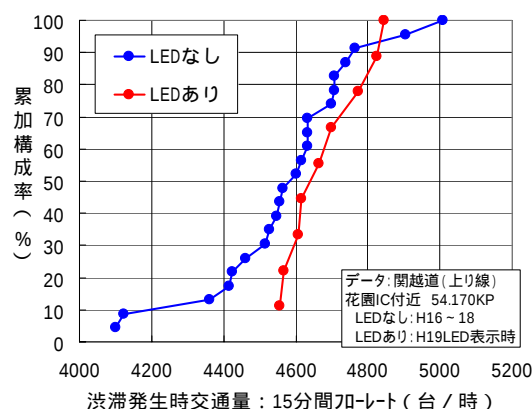


図-18 渋滞発生時交通量の比較（花園IC）

(7) 交通量ランク別渋滞発生割合の変化

通常時と実験時の交通量ランク別渋滞発生割合の変化を図-19（渋川伊香保IC）、図-20（花園IC）に示す。ここでいう渋滞発生割合とは、観測された非渋滞時の需要交通を交通量ランク別に区分しランク別交通量出現回数を算出し、渋滞発生時交通量の各交通量ランク別の出現回数により除算することにより、各交通量ランク別の渋滞発生割合を算出したものである。

交通量ランク4,400～4,600台/時をみると、比較日に

比べ実験日の渋滞発生割合がやや低い傾向にあり、これは前述したこのランクでのボトルネック交通容量が観測されにくくなったことが要因である。

逆に、交通量ランク4,800台/時以上では、実験日のほうが渋滞発生割合が高い傾向にある。これは、実験対象日は、交通繁忙期で大規模な渋滞発生が予測されている日に実施していること、また交通量出現回数や渋滞回数のサンプル数が少ないことによることも考えられるため、さらにデータ蓄積が必要である。

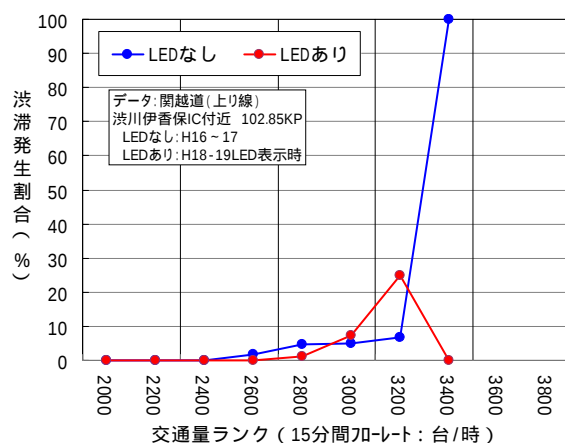


図-19 比較日と実験日の渋滞発生割合（渋川伊香保IC）

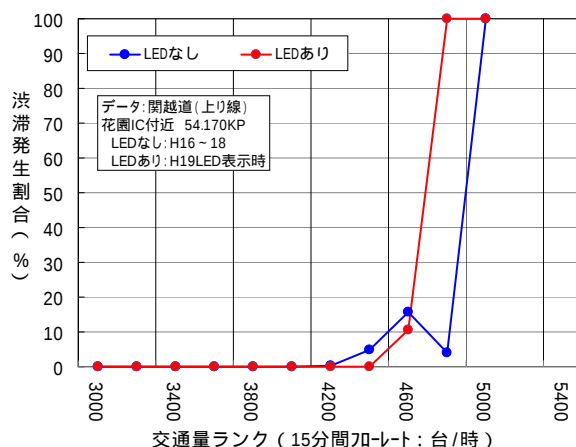


図-20 比較日と実験日の渋滞発生割合（花園IC）

5. 実験結果のまとめ

- ・高い交通量レベル観測後、渋滞に至らず走行速度60 km/h程度で推移する傾向が見られた。この傾向は、実験期間中において、2車線区間で約9割、3車線区間で約5割の日にて確認した。
- ・実験時の走行車線の利用率が通常時に比べ、平均で約1～2%増加し、車線利用率の平準化傾向を確認した。
- ・IC合流車両の右側車線への車線変更台数が減少傾向にあり、また本線交通においても追越車線の車線変更台数が減少傾向であった。
- ・相対的に低い交通容量が確認されなくなり、結果と

してボトルネック交通容量が平均100～150台/時増加傾向にあった。

- ・LED表示時では低い交通量における渋滞発生割合が非表示時より低い傾向があったが、高い交通量においては逆にその割合が高い傾向が見られた。これについては今後データの蓄積により再確認が必要である。

この車線利用率の平準化の実験から、LED標識による左車線キープを促す情報提供により、追越車線への車線変更台数を減少させることにより車線利用率が平準化し、その結果、低いボトルネック交通容量が観測されなくなり、交通容量の平均値が増加するため、ボトルネック付近での低い交通需要における渋滞発生を抑制するまたは遅らせる効果があることを確認した。

キープレフト情報提供により、追越車線の車群間のギャップへの車線変更を抑制するため、ギャップ間が大きいままとなり、減速波が上流に伝播しにくいとため、渋滞に至らず速度60km/h程度を推移する結果となったと考えられる。今後は、ギャップ間の車線変更台数が減少したかという観点からさらに研究を進めていくとともに、さらにデータを蓄積し、渋滞発生割合という観点からもその効果を確認していき、この対策が他のボトルネックにおいて汎用性のある対策になるか研究していきたい。

最後に、本研究を進めるにあたり、「関東支社管内の渋滞に関する技術検討委員会」における内山久雄委員長をはじめ、委員の方々には、多大なるご指導をいただいた。心から感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 山田芳嗣, 阿部重雄, 長瀬博紀: LED表示板を活用した渋滞対策, 第23回交通工学研究発表会論文報告集, 2003.
- 2) Y. Saito, J. Xing, Y. Nonaka, T. Ishida, and H. Uchiyama: An experimental study on mitigation of expressway traffic congestion with LED information board, Proc. of the EASTS (CD-ROM), Vol.5, pp. 91-928, 2005.
- 3) Jian Xing, Hideki Takahashi and Toshio Takeuchi: Increasing Bottleneck Capacity through Provision of Bottleneck Location Information, Proc. of the 11th WCTR (CD-ROM), 2007.
- 4) 亀岡弘之, 馬淵一三, 長瀬博紀, 高橋秀喜, 佐藤久長: 料金TDMによる渋滞対策報告～東名お正月限定早朝割引～, 交通工学, Vol.42, pp.100-108, 2007.
- 5) 栗原光二, 日置洋平: 4車線高速道路の利用実態と交通容量改善策, 土木計画学研究・講演集, No.17, pp.563-566, 1995.
- 6) 栗原光二: 6車線高速道路の交通機能分析, 土木計画学研究・講演集, No.17, pp.587-590, 1995.
- 7) 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, No.12, pp.731-738, 1995.
- 8) 高速道路の交通容量に関する調査総括報告書(日本道路公団委託), 社団法人交通工学研究会, 平成7年度～平成10年度.
- 9) 東北自動車道の渋滞対策に関する技術検討報告書(日本道路公団東京管理局東局委託), 財団法人高速道路技術センター, 平成16年3月.
- 10) 牧野浩志, 大内浩志, 平沢隆之, 山田康右: 高速道路サグ部における渋滞対策のためのAHS円滑化サービスの開発に向けた取り組み, 高速道路と自動車, Vol.39, No.7, pp.54-58, 2006.
- 11) 畠山秀人, 山田康右, 前田雅人, 市川博一: ITSを活用した高速道路サグ部渋滞対策の実現に向けた取り組み, 交通工学, Vol.41増刊号, pp.38-45, 2006.
- 12) 原田秀一, 深瀬正之, 前島一幸, 佐藤久長, 瀬古賢司: 車線利用率平準化による高速道路の渋滞対策効果検証, 交通工学, Vol.42, No.5, pp.74-79, 2007.

高速道路での車線利用率平準化による渋滞対策に関する研究*

原田 秀一**・深瀬 正之**・前島 一幸***・Jian XING****・瀬古 賢司*****

本研究では、多車線高速道路の新たな渋滞対策として、渋滞発生直前の追越車線での交通の偏りを矯正することを目指し、追越車線への車線変更を抑制させ走行車線の利用を促進させる車線利用率の平準化実験を実施した。本論文は、車線利用率の平準化実験の概要及び結果、渋滞抑制効果検証結果について述べた。

A Study on a Measure against Motorway Traffic Congestion by Balancing Lane Utilization of Traffic*

By Syuichi HARADA**・Masayuki FUKASE**・Kazuyuki MAEJIMA***・Jian XING****・Kenji SEKO*****

This paper addresses the results of some experiments of a new type of measure against traffic congestion on multilane intercity motorways. The measure aims to correct the concentration of traffic and to reduce traffic volume in inner lane by providing suggestive 'keep-left' information with LED displays.