

付加車線の車群化は正効果と工事規制時の擬似付加車線効果に関する実証的研究

Practical Research on Auxiliary Lane Controlling Platoon and  
Temporary Auxiliary Lane Controlling Traffic Lane Distribution

渡辺 亨\*・山岸 将人\*\*・平井 章一\*\*\*

By Toru WATANABE, Masato YAMAGISHI, and Shouichi HIRAI

1. はじめに

高速道路単路部では、トンネル坑口部およびサグ部がボトルネックになりやすい。近年、高速道路単路部ボトルネックの渋滞対策として、車線利用率の均等化の促進やボトルネックの車線数を増やすことを目的にした付加車線設置の有効性が明らかになり、実施例も増えている。

しかし、付加車線の設置による効果として「追従走行から解放し、希望速度を実現しやすい交通条件を提供し、ボトルネックになりにくい体質を作る」車群の分散化が挙げられている3)が、実証的に明らかにされていない。また、交通運用上考えられる4つの付加車線の設置形態とその効果について交通容量、分合流の挙動および交通安全等交通運用の観点から推論し5)、かつ、定量的に分析し、右付加左絞り込みが合理的な車線付加・減少のあり方であることが示されている5)6)。しかし、右付加左絞り込みおよび登坂車線方式以外は、定量的に分析されていない。

本研究では、付加車線の設置効果について車群の分散化を評価指標に、実証データに基づいて定量的に分析した。さらに、右絞り込みの交通運用の形態が高速道路の工事規制区間に出現したので、車線利用率および走行速度変化について車両感知器データに基づいて定量的に分析した。

2. 付加車線設置による車群の分散効果

付加車線を設置することにより、走行車線を走行している車両の一部が付加車線に移動して追越車線利用率の軽減が図られるわけであるが、追越車線から走行車線に移動する車両は、低速車の可能性が高く、車群の先頭車両となっているケースが多いと推察される。また、車群が発生することは渋滞発生および速度低下の引き金となることがよく知られている。そのため、車線利用率は正効果以外に、付加車線設置の効果について、車群の小規模化あるいは、削減・解消といった観点から評価することは、意義があると考えられる。

そこで、東名阪(下り)四日市～鈴鹿(片側2車線)の登坂車線方式・付加車線を対象に、車群の小規模化の観点から分析を行った。車群に含まれるかどうかを決定する車尾時間(観測の都合上、車両の先頭間の時間距離でなく、車両の後部間の時間距離で定義)として、文献7)の調査では、過去の研究において特殊な1事例(8秒)を除き、2～5秒が用いられてきた。今回の研究では、中間的な値である3秒以下の車尾時間を採用した。3秒以下の車尾時間の車両が途切れずに連続して続く集団をひとつの車群と定義した。

(1) 付加車線設置区間の評価

東名阪(下り)四日市～鈴鹿間の付加車線(L=1,000m)で、平成12年10月7日(土)午前8時から10時の約2時間調査を行った。全観測地点の交通量を平均すると、2,800台/時であった。付加車線前後の交通量と車尾時間を観測した。観測時間2時間計における付加車線始点および終点での車尾時間3秒以下の車線別に0.1秒刻みを図一1に示す。

キーワード：交通流、交通容量、付加車線

\* 正会員 M.Sc.日本道路公団試験研究所交通環境研究部

(TEL: 042-791-1621, FAX: 042-792-8650)

\*\* 正会員 日本道路公団試験研究所交通環境研究部

\*\*\* 日本道路公団試験研究所交通環境研究部

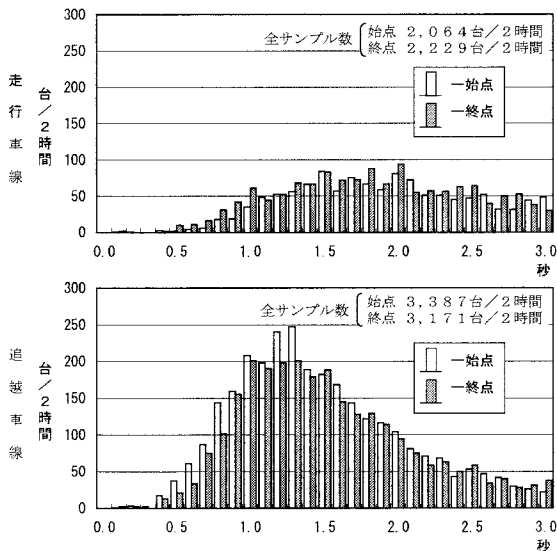


図-1 付加車線始点および終点車線別  
車尾時間分布(3秒以下)  
【東名阪(下) 四日市～鈴鹿(片側2車線)】

追越車線では、2時間計の全交通量に対し、車尾時間3秒以下の占める割合が付加車線始点と比較して、終点で約3%減少している。一方、走行車線では、2時間計の全交通量に対し、車尾時間3秒以下の占める割合が、3～6%増加する傾向にある。

追越車線について、付加車線始点と終点を統計的に比較してみた。車尾時間3秒以下を対象に、平均値で比較すると1.4から1.5秒に増加していたが、標準偏差については、0.6のまま、変わらなかった。

(2) 車群関連指標(車群構成比、車群数、車群当たりの平均台数)の付加車線始点と終点の比較

文献 7)では一定区間の車群数および車群当たりの平均台数が評価指標として採られている。そこで、まず、上述の東名阪の付加車線に対し、観測した合計2時間のデータのうち、途中テープ交換をしたため、15分間の欠測データがあり、15分間隔に分割すると、7個のデータが収集できた。そして、「車群数」、「車群当たりの平均台数」および車両の車群からの解放という点を考慮して、全車両に対する車群に含まれる車両の割合である「車群構成比」について付加車線始点と終点で比較し、増加しているか、減少しているかあるいは増減無しかの3種類にデータを分類した。

追越車線では、車群構成比は7個とも減少していたが、車群数については7個中4個が増加し、2個

は減少し、1個は増減無しであった。車群当たりの平均台数については、減少が7個のうち6個であり、増加したものが1個であった。車群構成比は減少しており、車群規模も小さくなっている。つまり、車群の細分化が図られることで車群数が逆に増加したと推察される。

走行車線では、車群構成比は7個とも増加していたが、車群数については7個中6個が増加し、残りの1個は減少していた。走行車線では、車群構成比、車群数および車群当たりの平均台数は、始点に比べ終点で増加傾向を示す。付加車線設置により、走行車線の実台数が増加することが関係していると考えられる。以上の結果より、付加車線は追越車線の車群を解放する効果も発揮していると考えられる。

### 3. 左付加右絞込み方式および追越車線方式における車線利用率分析

文献 5)6)では、交通量レベルが高い状態において付加車線の始点側で、付加車線を左付加(走行車線側に設置)とし付加車線終端では右絞り込み(追越車線側を絞り込む)とする方式および追越車線方式(追越車線側に設置)については、付加車線終端部で追越車線に交通が集中し、交通容量上のボトルネックとなる可能性があるとの推察されている。現在の日本の高速道路では、このような左付加右絞り込み方式および追越車線方式の付加車線の設置事例は多車線高速道路では存在しないが、車線運用上、擬似的に右側に絞り込む状況が片側3車線区間の工事規制により出現したため、このときの車線利用率について調査を行った。

調査は、平成12年5月29日(月)に行ったが、図-2は、東名高速道路下りの厚木～秦野中井間で行われた工事規制状況、車両感知器の設置状況および平面・縦断線形図である。規制が実施されたのは、午前8:30～11:30の約3時間であった。調査区間は、片側3車線区間の45.7kp～46.6kp(L=900m)に追越車線が規制され、規制区間を挟んで上流側では3車線区間から規制区間にかけて右側絞り込み、下流側では、規制区間から3車線区間にかけて右側分岐(付加)の状況となった。交通状況は4ヶ所の車両感知器で追跡することができ、車両感知器の5分間平均交通

量・速度データを得た。使用したデータは規制時間内（29日の8:30～11:30まで）のものである。観測時間が短く、比較的高い交通量に絞って分析すると利用できるデータ量は少なくなるので、5分間データで分析した。

図-3は、45.5kp（2車線の絞り込み区間の車両感知器）の交通量－車線利用率の関係を示しており、今回の観測データの交通状況である。5分間交通量を12倍し、1時間換算値（5分間フローレート）とし、車線利用率を求めた。最大で、2,700台/時程度の交通量が発生していたが、極端な速度低下は発生しておらず、比較的順調な流れを、保っていた。片側2車線区間の単路部ボトルネック現象が発生する3,000台/時以上の交通量は実現しなかったが、2,736台/時と比較的高い交通量レベルから1,356台/時と比較的低い交通量レベルまでこの時間帯に観測された。右絞り込み直後（200m下流）での観測点では、第二走行車線（内側車線）と第一走行車線（外側車線）の車線利用率は、交通量レベルに関わらず、ほぼ一定で2：1であり、追越車線への偏りがめだった。上位10位の平均時間交通量2,600台/時の交通量レベル（2,328～2,736台/時）で、大型車混入率は調査区間の断面平均で約35%での条件下で、2車線絞り込み区間の上流、2車線絞り込み区間およびその下流の3つの区間に設置されている車両感知器による車線利用率分析を行った。図-4は、その結果を示したものである。

#### （1）右側絞り込み区間での車線利用率の変化

右側絞り込み上流2地点（42.1kp, 43.9kp）の車線利用率は、追越：第二走行：第一走行＝30:46:24であり、ほぼ一定であり、2,600台/時の交通量レベルとしては、通常の3車線区間における車線利用率分布とほぼ同じと考えられる。一方、右側絞り込み直後の45.9kp地点の第二走行（内側車線）：第一走行（外側車線）＝67:33となっている。一般に片側2車線の高速道路においては、約2,000台/時程度の交通量レベルを超えると、追越車線利用率は2車線の全交通量に対し、最大6割強まで達することが知られている3)4)。単路部において、高い交通量レベルでみられる追越車線への交通の偏りが、右側絞り込み状況下でもみられ、付加車線本来の目的である

車線利用率の均等化に反する車線利用率の偏在化が促進されている。

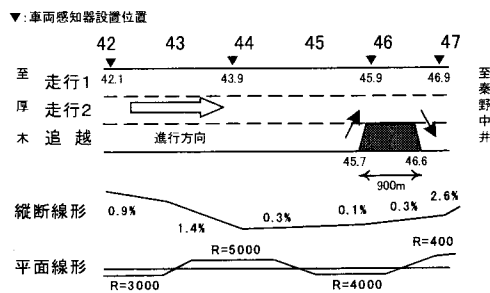


図-2 調査地点概要図

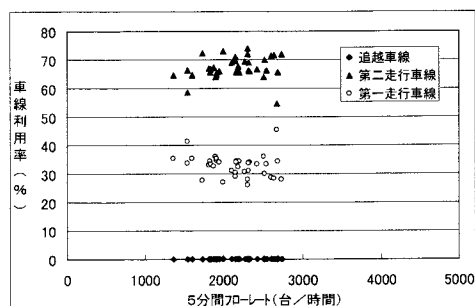


図-3 交通量－車線利用率の関係  
【2車線の絞り込み区間：45.5kp】

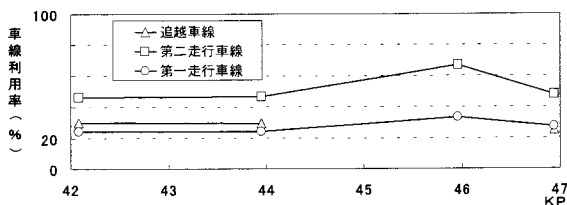


図-4 車線利用率分布  
【2,300～2,700台/時】

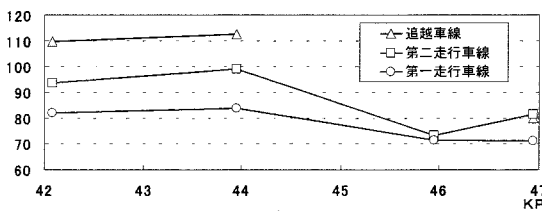
#### （2）右側絞り込み区間での片側断面交通量に対する車線変更交通量の比率

ここで、3車線から2車線に絞り込まれるとき、各車両の車線変更は、内側車線から外側車線にのみ向かいかつ最大でも1回と仮定する。つまり、追越車線（内側車線）にいる車両は、1回の車線変更をしてすべて第二走行車線（内側車線）に移り、第二走行車線（中間車線）から第一走行車線（外側車線）への車線移動の交通量は3車線区間と2車線区間の第一走行車線（外側車線）の車線利用率の差によって求める。以上の仮定に基づき、右側絞り込み区間での片側断面交通量に対する車線変更交通量の比率の試算を行ったところ、片側断面交通量の39%が車

線変更を行っていた。文献 6)では、交通量レベルが高くなると、通常の登坂車線方式の付加車線（路肩側）設置の利用率は 5%程度しかなく、合流部での避走車両の車線変更を加えても最大でも 10%以下と推察され、当方式はかなり高くなっている。

### （3）右側絞り込み区間の車線毎の走行速度分布

図一5は、各車両感知器位置での車線別速度状況を示している。右側絞り込み上流 2 地点（42.1kp, 43.9kp）の 3 車線区間の車線毎の速度分布は、追越（内側）：第二走行（中間）：第一走行（外側）＝110:95:83km/時程度であり、ほとんど変化がない。一方、右側絞り込み区間内では、第二走行（内側）：第一走行（外側）＝73:71km/時となっており、第二走行車線（内側）では、 $\Delta 22\text{km/時}$ 、第一走行車線（外側）では、 $\Delta 12\text{km/時}$ の速度低下を起こしている。大型車混入率は 35%であるが、今回の調査区間は、図一5に示すように縦断勾配は緩やかであり、大型車が速度低下を起こすとは考えられず、平面線形においても速度低下を起こす要因は見当たらない。以上、この速度低下は、工事規制区間の 50km/時の速度規制も一要因と考えられる。しかし、50km/時は、一般的には IC 区間を一単位としてかけられるため、速度規制の影響ばかりでなく、(1)で述べた車線絞り込みによる合流部での追越車線への交通の偏りも大きな要因と考えられる。



図一5 速度分布  
[2,300~2,700台/時]

## 4. まとめ

本研究では、付加車線の設置効果を、片側 2 車線区間の付加車線始点と終点の車群規模の変化によって評価することを試みた。追越車線では、付加車線始点に比べ、終点では車群規模の縮小化がなされ、全交通量に対する車群構成台数の比率が減少していることが確認された。また、車群構成比、車群数および車群当たりの平均台数を評価指標として、付加

車線の始点と終点で比較したが、いずれも追越車線での車群が規模縮小の方向へ向かっていることが示された。そして、付加車線の設置効果として、追越車線の車群を解放していることに寄与していることが確認された。

さらに、様々な付加車線方式が考えられる中で、左付加右絞り込みおよび追越車線方式についての、右絞り込み部が工事規制によって出現したため、このときの交通状況の実態調査を行った。その結果、右絞り込み部で、付加車線（＝追越車線（内側車線））から内側車線（第二走行車線）に車線移動し、内側車線に交通が偏り、車線利用率が高くなり、走行速度も低下しており、交通容量上のボトルネックとなる可能性が示されている。そのため、左付加右絞り込みおよび追越車線方式については、高い交通量レベルでは、不適切であることが検証された。

## 参考文献

- 1) 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 No. 458/IV-18pp. 65-71, 1993 年 1 月
- 2) 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、No.17, pp.556 ~563, 1995 年 1 月
- 3) 栗原光二：高速道路の交通容量改善に関する研究、東京大学博士論文、1998 年 9 月
- 4) 羽山 章・松本晃一：付加車線による渋滞対策に関する研究—トンネル部の交通容量とその渋滞対策—、日本道路公団試験研究所報告 Vol.34(1997-11)
- 5) 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 vol.36, pp.59-69, No.1 2001
- 6) 渡邊 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・講演集、No.23(2), pp.833 ~pp.836, 2000 年 11 月
- 7) Surasak Taweessip, Izumi Okura, Fumihiko Nakamura: PLATOON APPROACH TO MEASURE LEVEL OF SERVICE OF MULTI-LANE EXPRESSWAY、土木計画学研究・講演集、No.23(2), pp.837~pp.840, 2000 年 11 月