

都市間高速道路における路肩を用いた動的な付加車線運用に関する研究 Efficiency and Safety Impacts of Dynamic Shoulder Utilization on Intercity Motorways

岩永 陽*・田中 伸治**・桑原 雅夫***
Akira IWANAGA, Shinji TANAKA and Masao KUWAHARA

1. はじめに

1.1 研究の背景

近年、我が国の高速道路における渋滞損失額は年間約9400億円に上ると言われている。渋滞が発生する原因は、交通需要が時間帯や曜日によって絶えず動的に変動しているのに対し、供給にあたる交通インフラの容量は固定的で限界があるためと考えることも出来る(図1)。

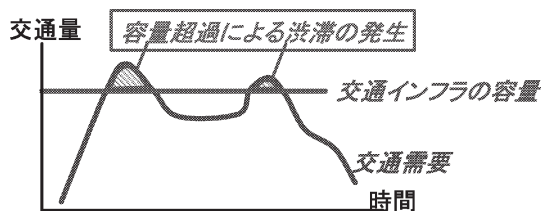


図1 交通需要と供給の関係

これまでは、新規路線建設や車線拡幅などかなりの投資を必要とする渋滞対策が主に採られてきたが、渋滞が発生するのは朝夕ラッシュ時などのごく一部の時間帯である。そこで、もし交通容量を需要に応じて動的に変動させることが出来れば、道路資源を有効利用し、効率的な渋滞緩和の施策が可能になると考えられる(図2)。

1.2 研究の目的

本研究では、交通需要に応じて交通容量を動的に変動させるインフラを「動的インフラ」と定義し、ケーススタディの一つとして、都市間高速道路の単路部ボトルネックを対象とした路肩の動的な付加車線運用の実現可能性について検討する。

ただし、路肩の動的な付加車線運用は、我が国ではまだ実施されていないことから、その効果や影響については不明な点が多い。効果や影響について事前に把握することは運用の質を高め、運用時のリスクを軽減するのに役立つと思われる。そこで本研究では、動的な付加車線運用を導入

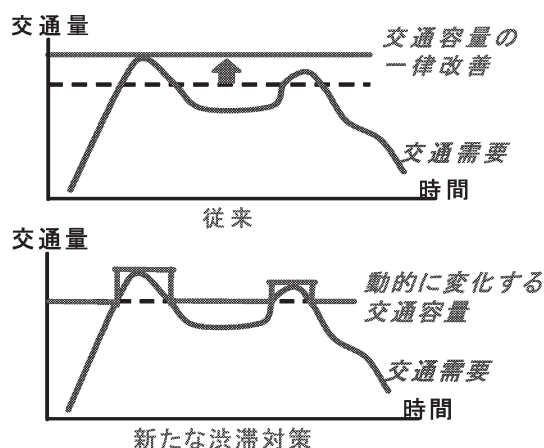


図2 従来(上)と新たな渋滞対策(下)の方針の違い

した際に想定される効果や影響について知見を得ることを目的とする。

2. 付加車線運用方法の提案と導入への課題

路肩の動的な付加車線運用について、海外の事例を参考に以下の様な方法を想定した(図3)。

場所：サグ部などの単路部ボトルネック地点付近

構造：①路肩を車両が走行出来るように補修

②路肩にあらかじめ区画線をマーキング

③非常駐車帯を一定間隔ごとに設置

情報提示方法：可変情報板や可変標識を用いてその時点での路肩走行可・不可を伝達

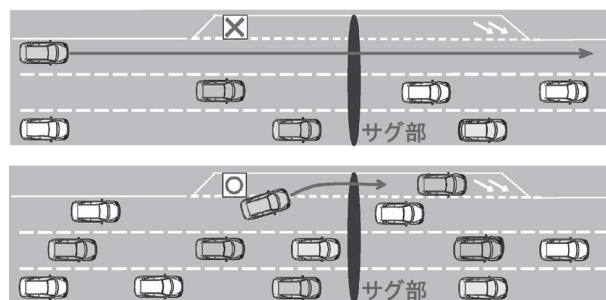


図3 運用イメージ(上：オフピーク時、下：ピーク時)

*東京大学大学院工学系研究科

**東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター

***東京大学生産技術研究所 先進モビリティ連携研究センター

運用時間帯：朝夕ラッシュ時や土休日のピーク時
 管理方法：路肩内で工事や事故および障害物がないかどうかをカメラで監視

現行の路肩の構造や機能を考慮した上で、路肩の動的な付加車線運用を導入するにあたって検討すべき事項として以下のようなものが挙げられる。

1. 渋滞緩和効果（交通容量の増加など）
2. 安全性（合流時の錯綜など）
3. 情報提示方法（容易に認識可能な方法など）
4. 路肩本来の機能の維持（事故車や緊急車への対応など）
5. コスト（工事費や維持費など）

本研究ではこの中でも優先して検討すべきとして1. 渋滞緩和効果と2. 安全性に着目する。渋滞緩和効果に関しては感知器データを用いた付加車線設置効果の分析を、安全性に関してはドライビングシミュレータ実験による路肩開放時のドライバー挙動分析をそれぞれ行う。

3. 渋滞緩和効果分析

付加車線設置により期待される効果として、交通容量改善、渋滞量削減、事故（率）減少の3つが考えられる。本稿では、交通容量改善とそれに伴う渋滞量削減の効果について説明する。

対象地点として、東名高速道路上り綾瀬バス停付近を取り上げた。この地点では、以前はサグ部～大和トンネル間で、頻繁に渋滞が発生していた。そこで、渋滞対策として2003年に綾瀬バス停まで加速車線が延伸され車線数が増加している（図4）。

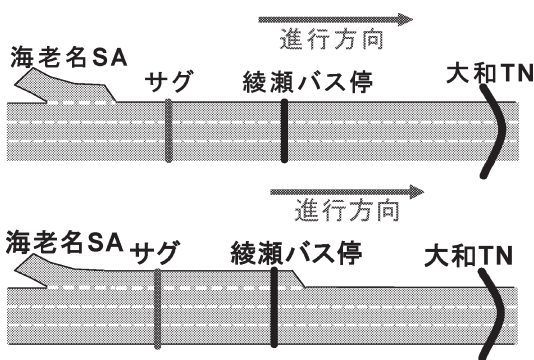


図4 加速車線延伸前（上）と後（下）の道路線形

そこで、付加車線設置効果の分析に綾瀬バス停付近の2000年（延伸前）と2004年（延伸後）の各1年間分の感知器データを用いて検証を行った。

3.1 交通容量改善効果

加速車線延伸前後でのサグ部における可能交通容量5,200台/h¹⁾時の追越車線の交通量を比較すると、延伸前（上）では約2,248台/h、延伸後（下）では約2,063台/hであった（図5）。一般的に、渋滞の発生は追越車線の交

通容量に依存すると言われているため、同じ断面交通量で追越車線の利用台数が減少しているということは、渋滞発生を遅せられる、あるいは渋滞からの復帰を早めることができる可能性を示唆している。

また、延伸後において、下流の大和トンネルがなくボトルネックがサグ部になると仮定した場合、少なくとも追越車線では延伸前に捌けていた2,248台/hを延伸後も捌けると考えられるため、約185台/h（約3.5%）の交通容量増加を最低限見積もることが出来る。さらに、車線利用率が断面交通量5,200台/h時のまま変わらずに、追越車線の交通量が2,248台/hとなった場合、断面交通量は5,560台/h程度となり、約360台/h（約7%）の交通容量増加を期待することが出来る。

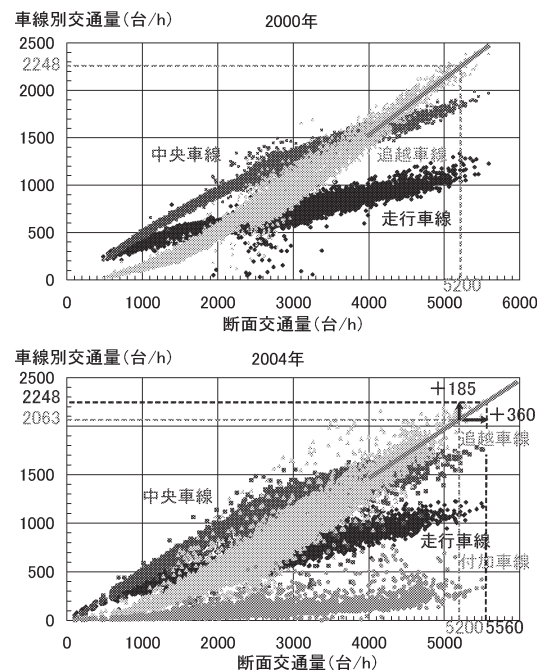


図5 可能交通容量時の追越車線利用台数（延伸前：上 延伸後：下）

3.2 渋滞量削減効果

次に、交通容量が増加することで渋滞軽減にどの程度の効果があるか、2004年2月のある日曜の渋滞を例に試算した。渋滞軽減効果の試算を行うための設定は以下の通りである。

- ・ 渋滞の影響が出ていないサグ部より上流地点の累積通過台数からサグ部の交通需要を推定
- ・ 渋滞は交通需要が交通容量を超えた時刻に発生
- ・ 渋滞発生後の容量増加分は渋滞発生直前と同じ（実際には、渋滞に伴い車線利用率が均等化し、主に付加車線の利用が増えて、渋滞発生直前より増加分は大きくなると考えられるが、どの程度増加するか未知な為）
- ・ 渋滞後交通容量は低下しない（実際には、渋滞後の交通容量は渋滞発生直前よりも

研究速報

かなり落ちるが、ボトルネックである下流の大和トンネルの影響により、サグ部における正確な渋滞後の交通容量が不明な為)

- ・ 延伸前の交通容量：433.3台/5分(可能交通容量5200台/h)
- ・ 延伸後の交通容量①：448.8台/5分(+185台/h)
- ・ 延伸後の交通容量②：463.3台/5分(+360台/h)

図6は累積図の渋滞が発生した時間帯を拡大したものである。延伸前の場合、渋滞継続時間110分であるのに対し、延伸後の場合、①では80分であり約27%の短縮、②では30分であり約72%の短縮という大きな渋滞削減効果が確認された。

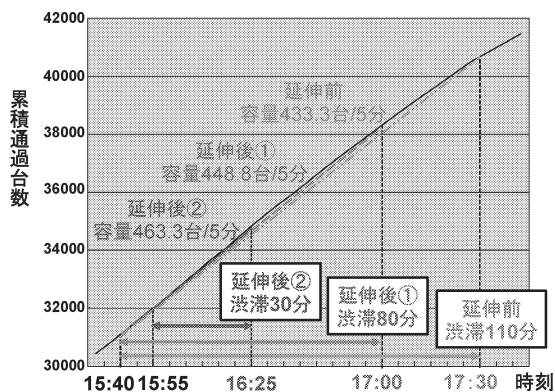


図6 延伸前後での渋滞時間の比較

このように、付加車線を設置することによる渋滞緩和効果は非常に大きいと思われる。

4. 付加車線運用時の安全性分析

4.1 ドライビングシミュレータ実験の概要

路肩の動的な付加車線運用を行った際に、運用区間を通過するドライバーがどのような挙動をとるかドライビングシミュレータを用いて安全性評価実験を行った。実験区間は、東名高速道路下りの横浜町田ICから大和トンネルまでの約5.5kmを選定し、途中にある大和サグの前後1kmの計2kmの路肩で付加車線運用を行っている状況を想定した。

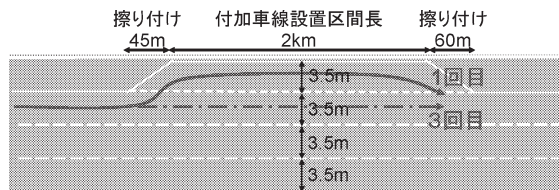
付加車線運用の形態としては、高速道路の主な付加車線方式である登坂車線のパターンと付加追越車線のパターンの二つが想定され、図7のような付加車線道路を作成し、実験を行った。実験の設定は以下の通りである。

- ・ 付加車線運用時を想定し、交通量が多く混雑した交通状況
- ・ 走行ルートは実験中に指示

4.2 安全性の評価方法と分析結果

付加車線運用の安全性の評価指標として、車線減少部通過時と通過後における前方車とのTTC、最接近距離、アンケートの3つを取り上げた。本稿では、この中のTTC

①登坂車線パターン



②付加追越車線パターン

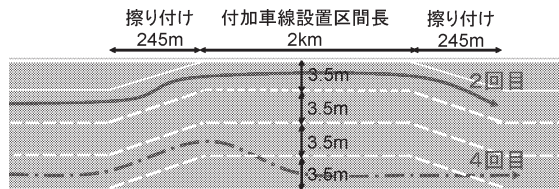


図7 2つの運用形態と実験走行ルート

を紹介する。

TTCとは、Hayward²⁾によって提唱された衝突までの時間を表す指標であり、2台の車両が回避行動を伴わずに、その時点での角度と速度を維持して進行すれば、何秒後に衝突するかで定義される。最大値は無限大、最小値は0秒(衝突)である。

実験データから算出したTTCとその発生頻度の関係を表したのが図8である。本研究では、反応時間1.0秒に操作時間1.0秒を加えた2.0秒を基準値として設定した。全ケース中、TTC = 1.87秒というケース(走行順番3回目、登坂車線パターン、車線減少部通過後)が一つ存在した。

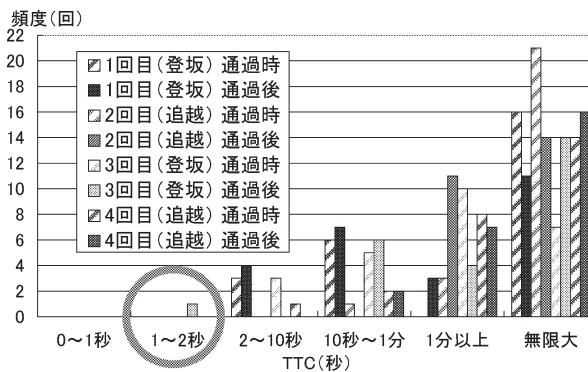


図8 TTCの頻度分布

このケースでは重大なコンフリクトが起こっていた可能性があるため、ビデオで実験の様子を確認した。その結果、前方車が本線に合流後、ドライバーモデルの設定に則り、車間距離を望ましい値まで開けるため減速していたことが判明した(図9)。そのため、瞬間的にTTCが小さくなったと考えられる。このような状況は、実際の高速道路でも車線変更の場面などで見られるため、安全上大きな問題にはならないと思われる。

加えて、その他のケースは全て基準値をクリアしていることから、付加車線運用が重大なコンフリクトを引き起こす可能性は低いと考えられる。

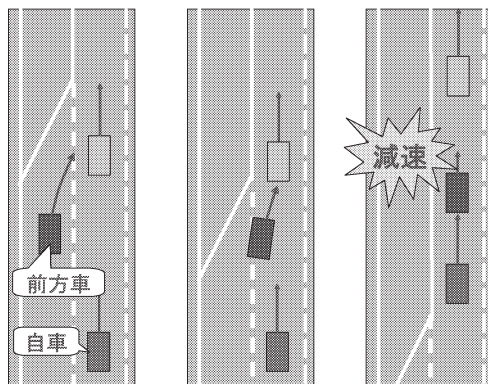


図9 TTC = 1.87 秒が発生した状況

5. 結 論

本研究では、交通需要に応じて交通容量を動的に変動させる「動的インフラ」を提案し、ケーススタディの一つとして路肩の動的な付加車線運用の実現可能性について渋滞緩和効果と安全性の2つの観点から考察を行い、知見を得た。渋滞緩和効果については、路肩の付加車線運用によって

期待される渋滞量削減、交通容量改善という2つの効果について分析を行い、付加車線運用により大きな渋滞緩和が見込まれることを確認した。安全性については、ドライビングシミュレータを用いて路肩の付加車線運用の安全性をTTC、最接近距離、アンケートという3つの評価指標で分析を行った結果、ドライバーの挙動に特に目立った変化は見られず、重大なコンフリクトが発生する可能性は低いことがわかった。

今後の課題として、渋滞緩和効果については、新たな地点に付加車線を設置した場合の一般的な効果を試算出来るように事例数を増やす必要があり、安全性については、分析結果の信頼性向上のために被験者数を増やすとともに、より現実に近い状況下での安全性を検討するために、走行ルートを被験者に任せた自由走行実験を行う必要があると考えられる。さらに、付加車線運用の切り替え時に付加車線利用車を強制的に本線に戻す際の安全性についても検証を行う必要があるだろう。

(2007年3月15日受理)

参 考 文 献

- 1) 社団法人交通工学研究会：交通容量データブック 2006, 2006年2月
- 2) Hayward, J.C. (1972). Near-miss determination through use of a scale of danger. Highway Research Record, 384, 24-34