

交通シミュレーションモデルを用いたバス交通政策の評価*

An Evaluation Study on the Bus Priority Measures with Traffic Simulation

佐野可寸志**・松本昌二**・野沢徹***・尾羽根幸****・島田和憲****

By Kazushi SANO, Shoji MATSUMOTO, Toru NOZAWA,

Yuki OBANE, and Kazunori SHIMADA

1. はじめに

高度経済成長期以来の急激なモータリゼーションの進展により、道路交通の需要量は年々増大している。しかしながら、バスの利用者は減少傾向にあり、特に地方部において顕著である。この原因は、利用者の減少がサービスの低下を、サービスの低下が利用者の減少を生むという、悪循環によるところが大きい。

ここ数年、都市または地域レベルの道路交通混雑の緩和を道路利用者の時間変更、経路変更、手段変更、自動車の効率的利用、発生源の調整等によって交通需要（交通行動）を調整するTDM(Transportation Demand Management)や、高度な情報処理システムを軸として交通流の円滑化を目的としたITS(Intelligent Transport Systems)など、ソフト面から交通問題を捉える研究が盛んに行われている。そしてバス交通の運用促進・円滑運行が、交通問題の緩和に大きな効果を挙げることが可能なことから、バス交通に対する期待が高まっている。

本研究では、バス交通需要の増加を促進させるための、バスのサービス水準向上を目的としたバス優先施策¹⁾として、a)車線規制、b)バス優先信号制御、c)流入制限信号制御の3施策に着目した。これらのバス優先施策を実施した際の所要時間の短縮効果について、マイクロ交通シミュレーションモデルを用いた評価を行う。

2. ミクロ交通シミュレーションモデル

本研究で使用するマイクロ交通シミュレーションモデル²⁾は、開発目的の相違から、バス交通およびバス優先施策を考慮していない。そのため、バス交通に対応させ、バス優先施策の再現を可能にするための改良を行った。

(1) バス交通への対応

バスの走行状態を以下に示す3つの分類して、シミュレーションモデルの改良をおこなった。

a)自由走行状態

次に通過するバス停までの距離が制動距離より大きい、またはバス停での乗降客がいない場合。この状態では、一般車両と同様に前方車両との車間距離による速度等の計算手順を経て車両速度を決定する。

b)バス停停止挙動状態

次に通過するバス停までの距離が制動距離より短く、バス停での乗降客がいる場合。車両速度は、制動距離(バス停までの距離)と現在速度によって算定する。

c)乗降客待ち状態

バス停に停止していて、バス利用者の乗降行動が行われている状態。バス停で乗降客を待つ時間は、乗車客数に1人あたりの平均乗車時間を乗じたものと、降車客数に1人あたりの平均降車時間を乗じたもののうちの、大きな方とする。平均乗降時間は中村ら³⁾の研究結果を用いた。

また、バスがバス停で停止している場合、バス後続車両は追い越し行動を行う。この際のバスおよびバス後続車両の挙動を図1に示す。バス停からバス停停止制動距離だけ上流側までの区間をバス追い越し区間と定義し、この区間内でバス追い越し行動を行うも

* キーワード:公共交通計画, 交通計画評価

** 正員 工博 長岡技術科学大学工学部環境建設系

*** 工修 相互技術株式会社

**** 長岡技術科学大学大学院

(〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1

Tel 0258-47-9616 Fax 0258-47-9600)

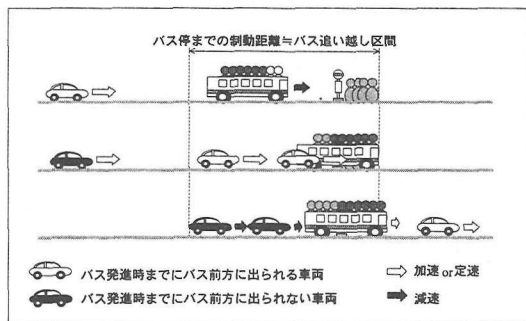


図1 バスおよびバス後続車両の挙動

のとする。

バス後続車がバスの追い越し行動を行う必要条件は、以下の3点である。

- バスがバス停停止または乗降客待ち状態にある。
- バスがバス停を出発するよりも早くバスの前方に出ることができる。
- 側方余裕が十分あるか、対向車線が空いている。

(2)交通施策の再現

対象としているバス交通優先施策は、車線規制、バス優先信号制御、流入制限信号制御の3施策であり、シミュレーション上でこれら交通施策を再現させる。それぞれについては以下に述べる。

a)車線規制

車線規制とは、ある特定車両のみを走行可能にする車線走行規制で、その特定車両の優先度を向上させる交通施策である。車線規制には、バス専用レーン、バス優先レーン、HOVレーンの3種類を想定した。

b)バス優先信号制御

バスの旅行時間が一般車両より長くなる大きな原因は、バス停停止および乗降待ち時間が含まれるためである。乗降待ち時間については、運賃徴収システムの見直しや乗降口のノンステップ化等によって、利用者へのサービス向上とともに、乗降待ち時間の削減は可能⁴⁾である。しかしながら大幅な効果は期待できない。

そこで、交差点での停止時間および停止回数の削減を目的としたバス優先信号制御を行う。バス優先信号制御とは、バスが進路(下流)方向の交差点に到着する時間を予測し、交差点到着までの間に信号現示時間を変更し、バス交差点到着現示とバス通行可能

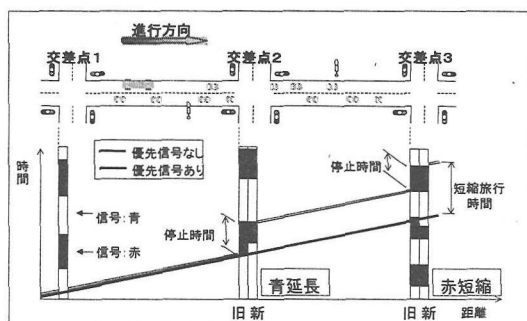


図2 バス優先信号制御の基本概念

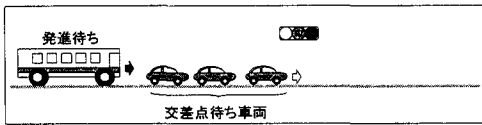
現示を合わせて信号を切り替えることによって、交差点での停止回数および時間を削減させるための信号制御システム⁵⁾のことである。概念図を図2に示す。

ただし、本研究のバス信号制御システム下流交差点が非飽和状態で、さらに下流の交差点で先詰まりが発生していない場合に限り作動させるものとする。バス優先信号制御は以下の2つの手順により行われる。

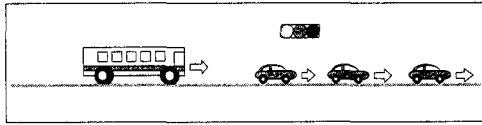
バスが交差点を通過した直後、下流側交差点に到着するまでの時間を予測する。交差点到着予想時間は、バスが自由走行状態で交差点に到着するまでの時間と、バスの前方を走行している全車両が下流側交差点を通過するまでの時間とを比較し、大きな値の方がバス到着予定時間として決定される。また、交差点間にあるバス停で停止および待ち行動を行う場合は、バス停停止時間および発進・停止挙動によるタイムロスが自由走行状態の交差点到着時間に加算される。ただし、バス停での乗降客数は過去のデータから推定する。

交差点到着時間を予測した後、到着予想時間の交差点現示をバスの通行可能現示するための処理が必要となる。信号現示時間の変更は、通行可能現示と到着予測時間の信号現示との相違、また前後の位置関係によって2つに分類される。

まず、図2の交差点2のようにバスが交差点に到着する直前に通行方向の信号が赤になる場合は、バスの通行方向の信号青時間を延長し、非通行方向の信号青時間を短縮することでバスは交差点2を通過できる。また、交差点3のようにバスが交差点に到着する直後に通行方向の信号が青になる場合は、バスの非通行方向の信号青時間を短縮し、通行方向の

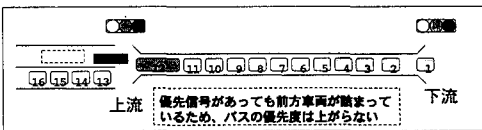


(1) バスが交差点に到着する時刻に信号現示を切り替えた場合

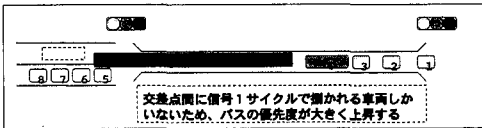


(2) バスの交差点到着時刻よりも交差点が青になってから交差点待ち最後尾車両が倒れるまでの遅れ時間分前に信号現示を切り替えた場合

図3 バス優先信号の切替タイミング



(1) 流入制限信号制御のない場合のバス車両移動



(2) 流入制限信号制御を行った場合のバス車両移動

図4 流入規制信号制御の基本概念

信号青時間を延長することでバスは交差点2を通過できる。

また、バスと下流交差点の間に交差点待ち車両が存在する場合は、図3に示すようにバスの交差点到着予測時間よりもバス前方の交差点待ち車両が倒れる時間だけ早く信号現示切り替えることによって、バスの前方車両発進待ち時間を減少させることが可能となる。

c) 流入制限信号制御

長岡市の長生橋においては、朝のラッシュ時には、東詰め交差点をボトルネックとした渋滞が、橋を越えて数キロに及ぶ（図5）。橋の西詰め迄は2車線（1車線はバスHOV専用レーン）であるが、橋梁部は1車線となっており、そこまで専用レーンを走行してきたバスも、渋滞に巻き込まれてしまう。そこで、特定車両を優先に通行させる方法として流入制限信号制御システムを提案する。

流入制限信号制御とは、上流側交差点を流出する台数を制御することで、下流側の交差点の待ち行列長を調節し、バスやHOV車両を優先的に走行

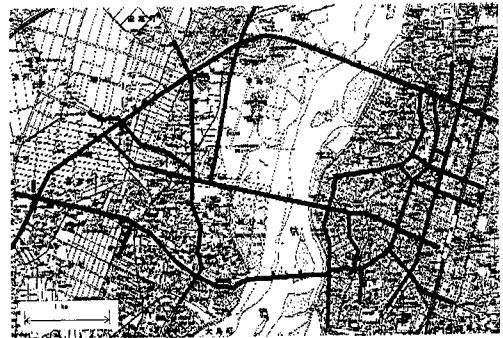


図5 シミュレート対象地域

させるシステムである。図4に流入制限制御の基本概念を示す。

流入制限信号制御を行った場合、一般車両の旅行時間は図4(1)の場合と比較して極端に増加するように見える。しかし、上流交差点での待ち時間は増加するが、交差点間の旅行時間および下流交差点における待ち時間は減少する。つまり、バス以外の車両にとっては渋滞発生ポイントを下流交差点から上流交差点にシフトしただけで、旅行時間に大きな変化はない。

3. シミュレーションの実施

(1) シミュレーション対象地域

長岡市中央部を流れる信濃川を挟んだ東西約 5.5 km、南北約 3.0kmを対象とし、交通ネットワークとしてリンク 172、ノード 70(うち信号交差点 52)を選定した。リンクは交通量が多いか、もしくはバス路線であるものを選び、交差点は全ての信号交差点を選定した。対象ネットワークを図5に示す。

(2) 使用交通量データ

本研究の対象地域には、どの車両がどの時刻にネットワーク内に流入し、どの経路を通るのかといった詳細な時間帯別の交通量データは存在しない。そこで基本となる自動車OD交通量には、平成5年度の長岡都市圏OD交通量推計値を用いた。これを道路交通センサスの各交差点間リンクの断面交通量と今年度に行った主要交差点の分岐率観測調査結果により補正を行った。補正したネットワーク内のOD交通量を、Dial のアルゴリズムを用いて配分し、経路別の交

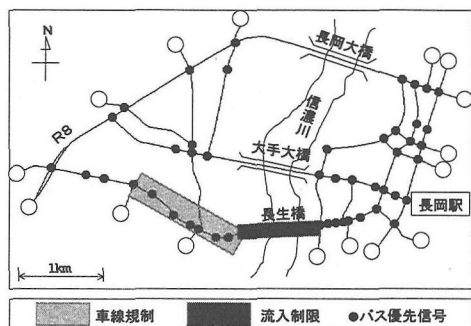


図6 バス優先施策の導入ポイント

通量を決定した。

(3) 対象時間帯

通勤交通により、もともと混雑度の高い平日の午前7時台を挟んで、渋滞の発生から解消までをシミュレートするため午前6時から午前9時までを分析の対象とする。

(4) バス優先施策の導入

バス優先施策の導入箇所を図6に示す。

バス優先信号制御は、ネットワーク内のほぼ全リンクがバスの通行リンクのため、全信号交差点で行う。また車線規制および流入制限信号制御は、図6に記した区間に設置する。この理由は、長生橋の西側は、ネットワーク内で最も渋滞長が長く、片側二車線道路

で車線専用信号があるなど、流入制限信号制御に適した条件が揃っているためである。

バス優先施策導入パターンは、車線規制区間をバス専用レーンに固定し、バス優先信号制御、流入制限信号制御、バス優先&流入制限信号制御をそれぞれ組み合わせたものを設定した。

【参考論文】

- 1) 中村文彦:バス優先方策を取り入れたバス輸送システムの評価に関する研究, 土木計画学研究・講演集 14 (1), pp. 353-358, 1991
- 2) 尼子博章:マイクロシミュレータを用いた交通信号制御に関する研究, 長岡技術科学大学修士論文, 1997.2
- 3) 大城温, 大蔵泉, 中村文彦:運賃収受方法がバス乗降特性に与える影響, 第 52 回土木学会年次学術講演会講演概要集第 4 部, pp.6-7, 1997.9
- 4) 大城温, 大蔵泉, 中村文彦:バス停留所におけるバス乗り込み時間の影響要因に関する研究, 第 51 回土木学会年次学術講演会講演概要集第 4 部, pp.240-241, 1996.9
- 5) 社団法人交通工学研究会:交通信号の手引き, pp.66-68, 1994.7