

バス乗降感応信号制御導入におけるバス走行改善に関する研究*

室井寿明**・福田敦***

By Toshiaki MUROI**・Atsushi FUKUDA***

1. はじめに

市街地における路線バスの走行状態を改善する方法として、バス優先・専用レーンとバス優先地点感応制御を組み合わせたPTPSが導入されており、成果を挙げている¹⁾。しかし、我が国における市街地の道路は両側2車線である場合が多く、特に主要バス路線の道路であるにも関わらず、バス優先レーンやバス専用レーンの設置が困難なケースも多く見られる。平成11年度の道路交通センサスデータによると、首都圏において平日1日で100便以上のバスが走行する道路は529あるが、そのうち両側3車線以上ある道路は、約半数の275である。さらにバス優先レーンが設置されている道路は54、バス専用レーンが設置されている道路は46しかない。

したがって、バス優先・専用レーン等のハード的施策以外の方法によるバス走行改善が求められている。そこで筆者ら²⁾は、バス停での乗降時間と近傍の交差点の赤時間を連動させることで、バスの旅行時間を削減させる信号制御を提案し、実際の路線を対象として本制御を導入した場合のバス旅行時間削減効果及び一般交通への影響を推計した。その結果、本制御による効果は得られたが、信号交差点からバス停までの距離や、バスの運行頻度などが各停留所で異なることから、本制御がどのようなバスの運行状況においても導入効果が同じように得られるとは限らないことが明らかとなった。

*キーワード：交通容量、交通制御、公共交通運用

**学生員、日本大学大学院理工学研究科社会交通工学専攻

(千葉県船橋市習志野台7-24-1-221A、

TEL&FAX047-469-5355)

***正員、工博、日本大学理工学部社会交通工学科

(千葉県船橋市習志野台7-24-1-221A、

TEL&FAX047-469-5355)

そこで本研究では、仮想ネットワークを設定し、本制御を導入した場合の効果をシミュレーションソフトによって算出し、どのようなバス運行状況において導入効果が高いか把握することを目的とする。

2. バス乗降感応信号制御

本施策は、両側2車線でかつ交通量が多く、交差道路からの流入車両が多いバス幹線道路上で、信号交差点の近傍にバス停留所が位置するような状況を対象とする。このような道路では、バスが停留所に停車している間は後続車がバスを追越できず、有効でない青時間が発生する。そこで本施策は、バスが停留所に停車した場合の有効でない青時間を短縮し、次のサイクルで青時間を延長させ、有効でない青時間を減少させることで、交通容量への影響を抑えながらバスの走行時間削減を図る。概念図を図-1に示す。

通常の信号制御

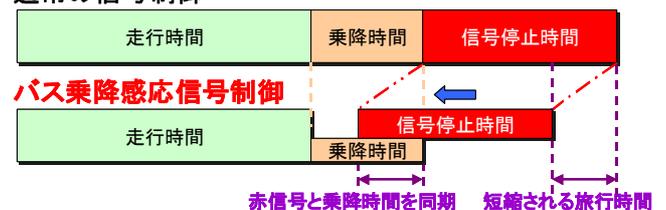


図-1 バス乗降感応信号制御

3. 分析方法

(1) 想定するネットワーク

本研究で扱う仮想ネットワークを図-2に示す。交差点の間隔を250mとして信号交差点を設置し、主道路側の交通量はピーク時を想定して600台/時と設定した。また、本施策は道路幅員が狭く、バスベイが設置できない箇所への導入を想定しているため、両側2車線で右折専用車線は設けないこととし

た。以上のネットワークにおいて、主道路側の片方向のみに本施策を導入した場合のシミュレーションを実施した。

(2) シミュレーションの設定条件

本研究では、実際のバス運行状況は利用者数や停留所、運行頻度などが異なることを考慮し、1) バス停での1時間あたり乗車人数を変化させたパターン、2) 交差点からバス停までの距離を変化させたパターン、3) 1時間あたりバスの運行本数を変化させたパターンについてシミュレーションを行った。また、従道路側からの流入交通量がどの程度の場合に本施策の効果があるか明らかでないため、4) 主道路の流入交通量に対する従道路の流入交通量の割合についても感度分析を実施した。具体的なシミュレーションパターンを表-1に示す。

また本研究では、実際の交差点では交通状況に応じて交差点飽和度を算出し、理論的に信号サイクルが長などが設定されていることを考慮して、①各流入部別交通量から現況の交差点における交差点飽和度および信号サイクル長などを算出し、②方向別交通量などからシミュレーションに必要なODを決定し、③同じODを用いて現況と本施策導入後をシミュレーションによって算出した。本研究の評価手法のフローを図-3に示す。

(3) 評価手法

バス乗降感応信号制御導入後の評価には、バス停での乗降や信号制御など、複雑な交通状況を考慮するために、動的なシミュレーションソフトを用いることが有効であると考えられる。

そこで本研究では、マイクロシミュレーションソフトウェアParamicsを用いて、現況の信号制御とバス乗降感応信号制御導入後の、①式(1)に示すような全流入方向の遅れの総和と、②式(2)に示すような総旅行時間を算出して比較し、評価を行った。

$$D = \sum Pd_a - \sum Bd_a \quad \dots (1)$$

ここで、

D: 全流入方向の遅れの総和 (秒)

Pd_a : 流入方向aの現況の信号制御による遅れ (秒)

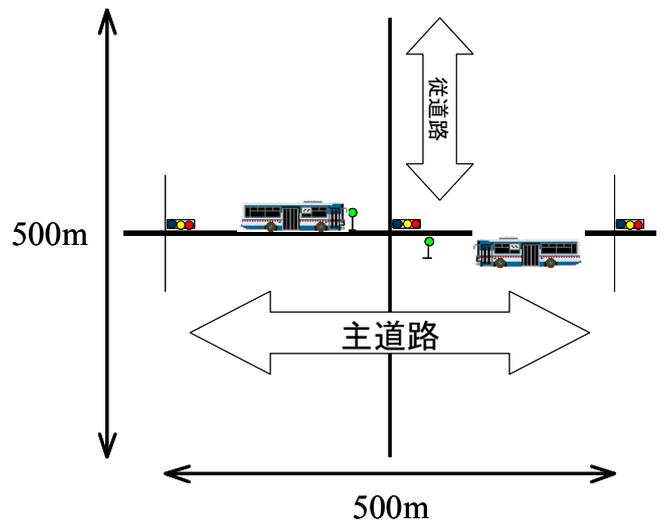


図-2 仮想ネットワーク

表-1 シミュレーションパターン

項目	計算パターン	計算回数
バス停での1時間あたり乗車人数(人/時)	10,40,70,100	4
交差点からバス停までの距離(m)	10,30,50,70	4
バスの1時間あたり運行本数(本/時)	6,9,12,15,18	5
主道路の流入交通量に対する従道路の流入交通量の割合(%)	30,60,90	3
合計	$4 \times 4 \times 5 \times 3 =$	240

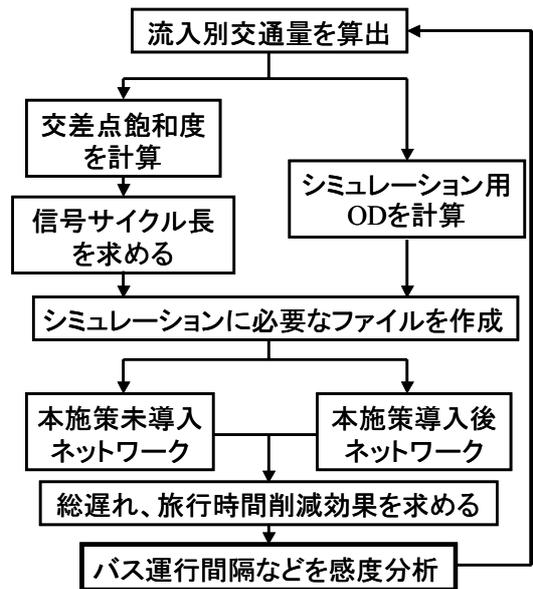


図-3 シミュレーションのフロー

Bd_a : 流入方向aのバス乗降感応信号制御導入による遅れ(秒)

$$T = \frac{\sum PV_i}{PV} - \frac{\sum BV_i}{PB} \quad \dots (2)$$

ここで、

T: 1台あたり旅行時間 (秒/台)

PV_i : 車両iの現況の信号制御による旅行時間 (秒)

BV_i : 車両iのバス乗降感応信号制御導入による旅行時間(秒)

PV : 現況の信号制御時の車両総台数(台)

PB : バス乗降感応信号制御時の車両総台数(台)

4. シミュレーション結果

(1) 全流入方向の遅れの総和

全流入方向の遅れの総和について、現況とバス乗降感応信号制御時の差をとったものを、表-2から表-5、および図-4から図-7に示す。なお、遅れの総和の差が正であれば、本制御導入による効果があることを表わしている。

(i) 1時間あたりバス乗車人数

表-2および図-4から、1時間あたりバス乗車人数にさほど関係なく総遅れ時間の差が得られていることが得られた。これは、乗車時間に関係なく青時間の変化長を一定としたためと考えられる。今後は、バスの乗車人数に応じた青時間の変化長を定める必要がある。

(ii) 交差点からバス停までの距離

齊藤ら³⁾によると、交差点からバス停までの距離が近いほど交通容量が低下することから、バス停までの距離が近いほど本施策導入の効果が高いことが予想された。しかし、図-5または表-3を見ると、バス停までの距離と遅れ時間の差はあまり関係がないことが得られた。これも(i)と同様、交差点からバス停までの距離に関係なく青時間の変化長を一定としたためと考えられる。

(iii) 1時間あたりバス運行本数

図-6および表-4から明らかなように、1時間あたりのバス運行本数が増加するにつれて、総遅れ時間の差も大きくなっていることが得られた。これはバスの運行頻度が上がるほど、本制御が機能する可能性が上昇するため、結果としてバスの運行頻度が高い路線ほど本制御の導入効果が高くなったことが言える。

(iv) 主道路交通量に対する従道路交通量の割合

表-5を見ると、従道路交通量の割合が主道路交通量の90%の時に、総遅れ時間の差が減少しているのが分かる。本研究では、バス乗降感応信号制御が機能する条件として、残り青時間がある一定時間、

表-2 バス乗車人数を変化させた時の総遅れの差(平均值、単位:秒)

乗降者数			
10人/h	40人/h	70人/h	100人/h
5472	4224	8743	2701

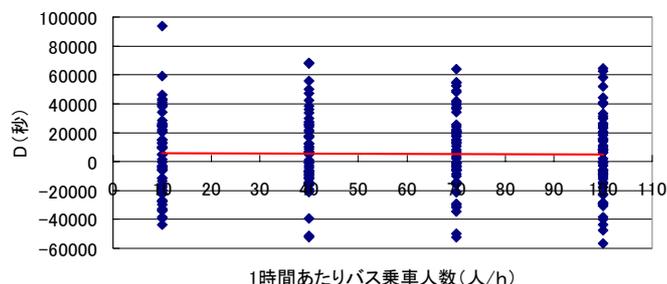


図-4 バス乗車人数を変化させた時の総遅れの差

表-3 バス停までの距離を変化させた時の総遅れの差(平均值、単位:秒)

交差点からバス停までの距離			
10m	30m	50m	70m
4993	3508	7444	5196

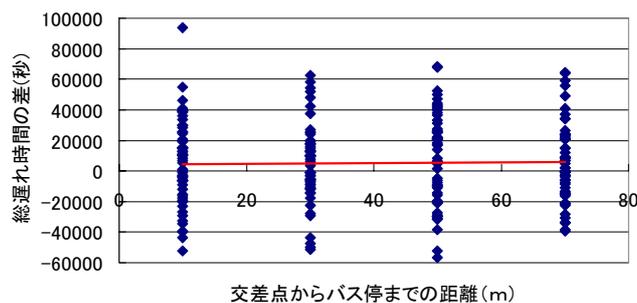


図-5 バス停までの距離を変化させた時の総遅れの差

表-4 バス運行本数を変化させた時の総遅れの差(平均值、単位:秒)

運行頻度				
6本/h	9本/h	12本/h	15本/h	18本/h
1821	2865	3320	8148	10272

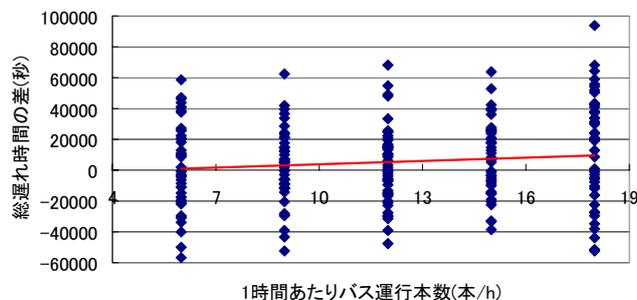


図-6 バス運行本数を変化させた時の総遅れの差

本研究では残り青時間が10秒以内でバス停に到着した場合に本施策が作動するように設定した。したがって、従道路からの交通量が多くなれば、信号サイクル長は長くなる傾向になり、本制御が作動する可能性が減少してしまったためと考えられる。

(2) 総旅行時間

図-8、図-9にそれぞれバスの1時間あたり運行本数と、主道路交通量に対する従道路交通量の割合を変化させた時の、バスの総旅行時間について見たものを示す。本制御導入によって、全流入方向の遅れは改善されたが、旅行時間で見た場合は遅れと比較すると改善効果が低い結果となった。具体的には、平均するとバス1台あたり0.2秒の短縮であり、ほとんど本制御導入の効果がなかった。その理由として、右折専用車線を設けられない道路を想定したにもかかわらず、シミュレーションで設定した交通量が600台/時と多かったため、本施策導入の交差点が改善できても、近接する交差点で先詰まりが発生したために、旅行時間としては効果が得られなかったことが考えられる。

5. おわりに

本研究では、両側2車線のような道路規格が低く、信号交差点の近傍にバス停留所が位置するような状況を対象として、バスが停留所に停車した場合の有効でない青時間を短縮し、次のサイクルで青時間を延長させ、有効でない青時間を減少させることで、交通容量への影響を抑えながらバスの走行時間削減を図るバス乗降感应信号制御を提案し、導入効果について検討を行った。

その結果、本施策導入による効果が確認できたが、前後の交差点の交通状況によっては先詰まりを発生させてしまうことが明らかとなった。その場合は本施策導入による効果が大きく減少してしまう結果も得られた。

今後の課題として、バスの乗車人数に応じた青時間の変化長の設定などが挙げられる。

表-5 従道路交通量を変化させた時の総遅れの差 (平均値、単位：秒)

従道路比		
30%	60%	90%
696	692	374

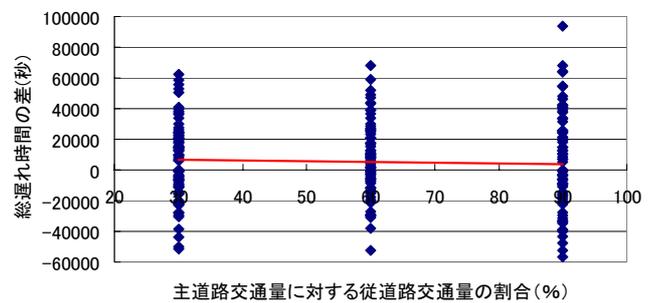


図-7 従道路交通量を変化させた時の総遅れの差

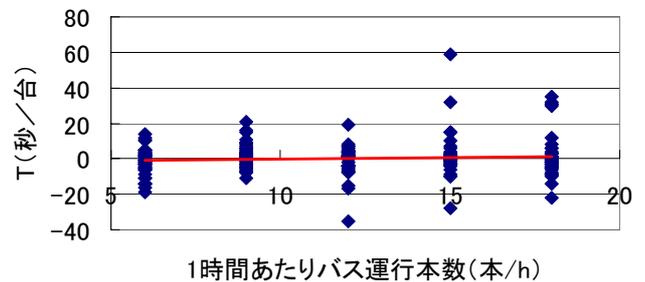


図-8 バス運行本数を変化させた時のバスの総旅行時間

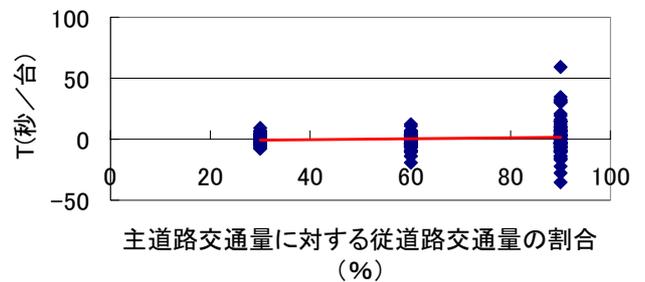


図-9 従道路交通量を変化させた時のバスの総旅行時間

参考文献

- 1) 上野隆一・中村文彦：セットバック専用レーンによる交通改善の検討、土木計画学研究・講演集、No. 23(2)、pp. 399-401、2000.
- 2) 室井・福田・山口：バス乗降感应信号制御導入におけるバス走行改善に関する研究、第59回年次学術講演会
- 3) 斉藤威：各種交通条件が信号交差点の交通容量に及ぼす影響、科学技術警察研究所報告交通編、Vol. 21、No. 1、pp. 1-12、1980.