

バス優先レーンのシミュレーションモデルについて

京都大学工学部 正員 天野光三
京都大学大学院 学生員 銭谷善信

1. まえがき

バスレーン設置の効果は数量的に把握されていないため、この効果を解析するシミュレーションモデルを作成し、以下で説明する。

2. シミュレーションモデルの概要

(1). 測定区間 --- モデルの測定区間は、道路の片側方向のみの単路線とし、 L 個のバス停留所にはさまれた区間に分割し、それぞれの区間ごとに区間走行時間を測定する。

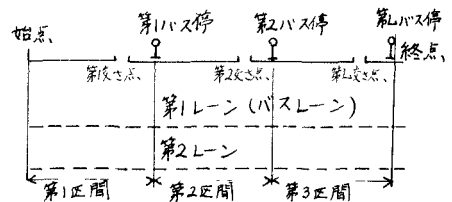


図1 モデルの測定区間の概略

(2). 発生・到着時刻の決定とレーン走行の方法

始点での発生時刻は、一般車では指数分布に基づく車頭時間間隔から、バスでは正規分布に基づく発車間隔から決定する。バスはモデル内の交通状態の定常性を考慮にいれ、一定台数のダミーバスを走行させ、そのあとに計算対象となるバスおよび残りのダミーバスを走行させる。これを発生時刻順にならべると

図2のようになる。バスは第1レーンのみを走行し、一般車は第1レーンまたは第2レーンのいずれかを走行するか、どちらを通るかは乱数から決定し始点を発生時刻順に出発する。

b: 計算対象バスの発生時刻
d: ダミーバスの発生時刻

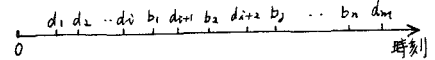


図2 バスの発生時刻

(3). バスおよび一般車の行動仮定 --- 優先レーン

ではバス・一般車とも追いつくしレーン変更もしない。またバスがバス停で停車している時一般車はレーン変更せずにバスの側方を通過できる。この場合一般車はバスの障害を受けて一定時間遅れる。バスの受ける走行障害には、一般車の停滞によるバス停発進が不可能になる場合と、バス停発進時に後方から一般車が走行して来て発進できる安全間隔がなく、発進できない場合がある。前者では停滞がバス停位置より前になるまでバスは停車し、後者は一般車の車頭時間間隔が1秒以上あれば発進する。交差点で信号待ち行列がある場合、①信号が赤の場合、②青信号で最後尾の車がまだ停止している場合、③青信号で最後尾の車が動いている場合の3種類に対しそれぞれに応じた行動をとる。なお最後尾の車が交差点の信号を通過した時点で待ち行列の影響はなくなる。

(4). 区間走行時間の計算法 --- バスおよび一般車の加速度・減速度は時間にかかわらず一定とし、加速時間 t_a 、減速時間 t_b 、一定速度 v での走行時間 t_v 、赤信号での待ち時間 t_r 、信号が青になってから発進するまでの発進遅れ時間 t_d 、の総和を区間走行時間とする。ただしバスは、バス停での乗降による停車時間 t_p を含む。 t_p は降車時間 t_{pd} と乗車時間 t_{pu} のうち大きい方とする。 t_{pu} はバス停への乗客の到着人数をポアソン分布とし、1分間ごとにポアソン乱数を発生させて到着人数を計算し、バスの乗車人数から求める。バスがだんだん運転になった場合、前の

バスのバス停発車時刻を今対象とするバスのバス停到着時刻とする。

(5). 交通量と速度の関係およびバス停での乗客の待ち時間---講演時に説明する。

3. シミュレーションモデルによる効果の解析

解析に当っては、京都回条通りにおける交通調査および資料を参考にした。

(1). モデルによる解析の前提条件---始点から終点まで2.1kmの区間を7区間に分け、各バス停間・交差点間を300m、対象時間帯は午前7時から9時とした。バスは1時間当り計算対象のバス40台、タミ-バス60台、計100台とし、一般車は1時間当り900、1200、1500台の3種を与えた。バス停での平均降車人数は15.24人、同偏差を9.827、バス停への1分間当り到着人数は平均9.528人、バスの始点での平均乗車人数を41.492人、同偏差を18.682とした。交差点の信号の周期は90秒、スプリットは50%、各信号のオフセットを第1から第7まで0、20、40、60、80、100、120秒とした。また発進遅れは先頭車では0.3秒、その他は0.9秒/台で与えた。バスによる一般車の走行障害は8.16秒/台とした。一般車の優先レーン通行率(混入率)を20%と40%の2種類与えた。バスの発車時間間隔の変動係数 V_b を0%、10%、30%の3種与えた。

(2). 解析結果と考察---計算結果の一部を右図3、4、5、6に示す。

図3を見るとバスの総走行時間は、専用レーンの方が優先レーンより約20%短縮されている。また優先レーンでは一般車の混入率が多いほど走行時間は増加する。なお変動係数 V_b が大きいは走行時間は増大する。図4より、乗客の待ち時間は、専用レーンでは優先レーンより約20%減少している。また変動係数が大きくなるほど待ち時間は長くなる傾向にある。優先レーンでは交通量が多いほど待ち時間は長くなる。図5からバスのバス停への到着時間間隔は、専用レーンの方が優先レーンよりも、交通量・変動係数の増加に対する変化が小さい。これは、バス停への到着時間が正確であることを示している。なお優先レーンでは、交通量の変化によるバス間隔の変動が大きく、変動係数が多いほどバスの間隔は短くなる傾向にある。これが、だんご運転の生起とも関連しているものと考えられる。なお、だんご運転の解消には専用レーンの方が優先レーンよりも効果があり、変動係数を小さくすれば、だんご運転の平均生起回数は少なくなる。一方図6から交差点での停滞長は、専用レーン・交通量1500台/時で最大180mほどであり、一般車の不便さはないものと考えられる。以上の考察から、バスのサービス向上には専用レーンの方が優先レーンよりも優れているが、優先レーン内の一般車通行率を減らし、変動係数を小さくすれば、優先レーンでも専用レーンと同じ効果が期待できる。

なお本稿ではバスの台数一定、各バス停の降車人数・バス停到着人数一定としたが、今後これらを変化させて現実のバス路線のバスレーン設置効果なども解析する必要がある。

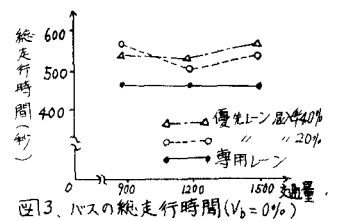


図3. バスの総走行時間($V_b=0\%$)

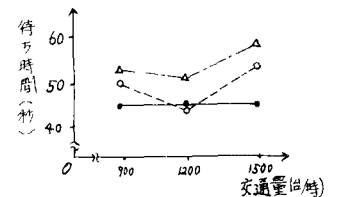


図4. 乗客の待ち時間($V_b=0\%$)

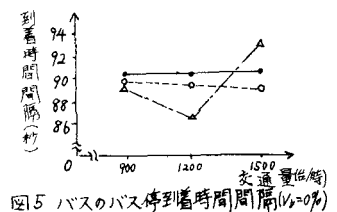


図5. バスのバス停到着時間間隔($V_b=0\%$)

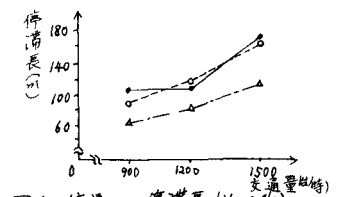


図6. 信号での停滞長($V_b=0\%$)