

IV-290 デュアルモードシステムとしてのガイドウェイバス 運行シミュレーションモデルの開発

名古屋工業大学 学生員 ○道前 京太郎

名古屋工業大学 正員 山本 幸司

1.はじめに

名古屋市は志段味地区開発計画にともない、大曽根－志段味支所間にガイドウェイバスの導入を計画している。このガイドウェイバスとは都市部の渋滞区間では高架構造の専用軌道を走行し、それ以外の郊外部などでは一般道を走行するデュアルモード性を有するシステムである。本研究では、まず一般道走行部、高架専用走行部のシミュレーションモデルを構築するとともに、それらを統合した全路線を対象とするモデル、および高架専用走行部で故障車が発生した場合のモデルを構築する。そして計画立案上不確定な要素である乗客の待ち行列長、待ち時間、バスの乗車率、表定速度等の分析、検討を行う。なお、モデルの構築に際しては離散型シミュレーション言語GPSS/Xを用いる。

2.一般道走行部および高架専用走行部に対するシミュレーションモデルの構築

2-1 基本的設定条件

(1) 乗客の設定条件 ①需要量：志段味地区開発完了時を想定、②ピーク率：地下鉄のピーク率をもとに設定、③到着間隔：1時間毎の発生乗客数をもとに平均発生時間間隔を算出し、それを平均値とする指数分布関数を仮定、④乗車時間：1人当たり1.5秒（固定）、⑤降車時間：平均2.4秒、位相2のアーラン分布関数を仮定。(2) バスの設定条件 ①ダイヤは上下とも始発6:00、終発23:30とし、ピーク時50秒～1分間隔、昼間2分間隔、朝晩3～5分間隔、②駅間および交差点間の走行条件：最高速度40km/h、加速度3.0km/h/sと設定して所要時間を算出。③定員：78人。(3) 駅でのバス、乗客の設定条件 ①バスの挙動：専用高架部では各駅のバスの数を2あるいは3と仮定し、バスは空いている手前のバスより順次進入し客を扱う。客扱い終了後発車するが、前バスにバスがいる場合はそれが発車するまで待ち、前車発車後17秒間は安全間隔を開ける。②乗客の挙動：客は客扱い中の一番前よりのバスに乗車するが、乗車人数が40人（これは客が座席に座ることのできる数）を越えているかどうかを判別し、ある一定の割合で乗車見送りをする。ただし見送り回数は最大2回までとする。乗車見送りをした客は後方バスで客扱い中のバスに乗車し、後方にバスがない場合は次のバスを一番前よりのバスで待つ。一般道走行部の駅ではそれぞれ1バスのみで、乗車見合わせはないものと仮定し、それ以外の仮定条件は高架専用走行部と同じものとする。なお、各駅での最低停車時間は一般道走行部、高架専用走行部ともに10秒とする。(4) 一般車の設定条件 ①発生数：一日約1万台、ピーク時には900台/h、②発生時間間隔：単位時間発生数から平均発生時間間隔を算定し、その値を平均とするポアソン分布を仮定。(5) 一般道に関する設定条件および交差点での車の動き 一般道は全線片側1車線であるとし、交差点は現存の主要な4ヶ所を取り入れ、それぞれ志段味地区側から交差点1,2,3,4とした。また各交差点における一般車の本線との流出入はないものとする。信号交差点へ進入してきた一般車、バスは信号が青か赤かを判別し、青なら交差点を出て待ちから離れる。なお交差点1,2に関しては交差点間隔が短いため、この区間には容量を与えておき、手前の信号を通過することができても交差点容量が一杯のときはその信号で開くまで待つとする。

2-2.シミュレーションの実行及び結果の検討

以上の設定条件に基づき、まず一般道走行部と高架専用走行部のモデルをそれぞれ別々に構築し、シミュレーションを行った。一般道走行部では駅間OD、一般車の発生量などのデータは暫定的に決めたものであるため詳細な結果の検討は行っていないが、設定した乗客数とシミュレーション実行時の発生乗客数とに差がないことや、朝夕のピーク時に渋滞が発生しているなどの結果をみると、このモデルは妥当であると判断できる。高架専用走行部では、バスに乗車することのできる人数を定員の約120%の96人の場合と、100%の78人と設定した2ケースについて、上り下りの両方向のシミュレーションを行った。その結果各駅とも3バス目を利用するバスがないことから、駅施設に関しては3バス設ける必要性は薄いと判断できる。しかし、表1に示すように乗客発生数の多い

B駅では、ケース②で待ち行列長が非常に長くなり、2バースのみでは乗客の安全性という観点からみると疑問が残るもの考えられる。

表1 専用高架上の各駅での最大待ち行列長

駅名	松坂町	G駅	F駅	E駅	D駅	C駅	B駅	A駅
ケース①	71	11	12	19	20	27	33	9
ケース②	77	12	11	15	19	75	251	13

3. 高架専用走行部で故障車の発生した場合のシミュレーションモデルの構築

高架専用走行部は追い越し不可能な専用軌道を走行するため、走行中のバスが故障したときの救援方法の検討がシステムとして主要となる。そこで、故障車の発生した場合のモデルを作成し、そこで発生しうる問題点の分析を行うとともに、事後対策についても検討していく。

3-1 故障車の設定条件

故障車はピーク時（8:30頃）に高架専用走行部の最初の駅間で発生し、次のバスが追いつくまで待ち、故障車は後続バスが押して行き、高架上から排出されると仮定。後続車の設定条件は、故障の程度により異なり、故障が比較的軽微なものとした場合（ケース①～③）は、故障車を救援車が押せる状態になるまでの準備時間を30秒とし、後続バスはダイヤ通りに運行し最高速度などの条件は通常と変えずに設定した。一方、重度の故障が発生した場合（ケース④、⑤）は準備時間は300秒とし、この準備時間中はすべての後続車は停車、始発駅から発車予定のバスは運休措置とする。また後続バスは故障車が高架上から排出されるまで故障車と同じ速度で走行し、高架排出後通常に戻る。以下に故障車の条件を変えた5ケースの設定条件を示す。

ケース①：故障車および救援車ともに乗車を認めない。この2台の最高速度は40km/h。

ケース②：救援車のみ乗車を認める。この2台の最高速度は35km/h。

ケース③：故障車および救援車ともに乗車を認める。この2台の最高速度は30km/h。

ケース④：故障車および救援車ともに乗車を認めない。この2台の最高速度は30km/h。

ケース⑤：ケース④の最高速度を15km/hとした場合。

そのほかの設定条件は基本的設定条件に準ずる。

3-2 シミュレーションの実行および結果の検討

以上の設定条件に基づき構築したモデルを用い、上り方向で故障車の発生した場合の5ケースについてシミュレーションを行った。まず、故障の程度が比較的軽微なケース①～③については、故障車の乗車を認めるケース②、③の方が乗車を認めないケース①に比べて最大待ち行列長が短くなっているのに対し（表2参照）、複数バース利用回数はケース②、③の方が多くなっている。これは故障車の最高速度がケース②、③では遅く設定してあるため、後続車が故障車に追いつき団子状態となって駅に進入するためと考えられる。ケース④、⑤については故障車の影響がかなり大きく現れており、表2に示

表2 各駅での最大待ち行列長

駅名	ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
松坂町	72	75	81	314	314
G駅	111	59	61	127	150
F駅	35	19	27	64	91
E駅	58	39	33	142	225
D駅	69	34	60	157	198
C駅	194	93	95	364	353
B駅	367	318	268	414	469
A駅	13	19	18	34	68

すように各駅での最大待ち行列長については、かなり長いものとなっている。また、複数バース利用回数についても多くなっている。以上のことから故障車の発生した場合、後続車は故障車が高架上にある間は故障車と同じ速度で駅間部を走行し、高架上から排出後はもとの速度に戻る運行形態が適していると考えられる。また、故障の程度が重度の場合はかなりの混雑が予想されることから、駅施設への乗客の進入制限やダイヤの改編が必要であると考えられる。

4. おわりに

今後、高架専用走行部と一般道走行部を結合し、全線を対象とするシミュレーションモデルの開発を行い、折り返し運行する場合や、一般道走行部では路線が複数ある場合などへの拡張を図る。そして乗客の待ち状況やバスの利用状況などを検討するとともに、想定ダイヤの影響、各駅でのバース数の再設定などについても分析を行う。