

駅前広場バス施設シミュレーションモデル設計に関する研究\*  
A study of Simulation Model of the Bus Terminal

竹内 龍介\*\*,大蔵 泉\*\*\*,中村 文彦\*\*\*\*

By Ryusuke Takeuchi, Izumi Okura and, Fumihiko Nakamura

1,はじめに

(1)本研究の背景

現在大都市郊外型の駅前広場におけるバス乗降施設の混雑が近年 K&R の利用者が増加している等の理由で朝夕のピーク時を中心に混雑が起きている。ここで混雑緩和の方策の1つとして駅前広場の規模を拡張することが考えられるが実際には困難であり、他の方策として広場内にある車両を適切に誘導することにより混雑緩和を図ることが有効であると考えられる。

駅前広場の混雑緩和を目的とした運用代替案を作成し評価を行う場合、実際に運用方法の変更を行うといった直接的な分析を行うことは困難である。そこで代替案の評価を行うために、駅前広場交通シミュレーションの構築が不可欠である。

過去に行われてきた駅前広場のバス運用方法の研究事例として、待ち行列型の簡便モデル(中村1991)があるが、車両の錯綜等の広場内における車両挙動の再現等の応用性に限界があり、車両の挙動を十分に再現できるシミュレーションモデルの開発が必要である。

また最近では ITS 技術の進展に伴い、駅前広場内の状態をリアルタイムで把握して、混雑を緩和するように車両を誘導するといった利用方法の可能性も考えられる。よって ITS を導入した場合の高度な運用方法を考慮した代替案を評価するシステムが必要となる。

(2)研究の目的

そこで本研究では駅前広場バス乗降施設のシミュレーションモデルの作成を試み、運用代替案評価のための課題を整理することを目的としている。

(3)研究の構成

本研究の構成は次の通りである。

\*キーワード 駅前広場

\*\*学生員 横浜国立大学大学院工学研究科  
博士課程前期計画建設学専攻

\*\*\* フェロー会員 工博 横浜国立大学教授

\*\*\*\* 正会員 工博 横浜国立大学助教授

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5

Tel,045(339)4039,Fax 045(331)1707

- 駅前広場バス乗降施設の実態分析とシミュレーションモデル構築上の課題の整理(第2章)
- シミュレーションモデル構築の基本条件の整理(第3章)
- シミュレーションモデル構築の概略(第4章)
- シミュレーションモデルの再現性検討と評価ツールとしての課題の整理(第5章)

(4)調査対象

本研究の調査対象として JR 横須賀線東戸塚駅東口駅前広場を選定した。調査時間帯は朝のピーク時と考えられる朝6:30~8:30の2時間バス乗降スペースのビデオ撮影を行った。なお東戸塚駅の利用者動向は表1に示す。また駅前広場の図面は図1に示す。

表1 東戸塚駅乗降者データ

日平均乗降客数	55600人/日	
端末交通分担率	バス	26.3%
	自家用車	4.6%
	タクシー	0.1%

出典;日平均乗降客数 平成9年版都市交通年報

端末交通分担率 平成7年大都市交通センサス

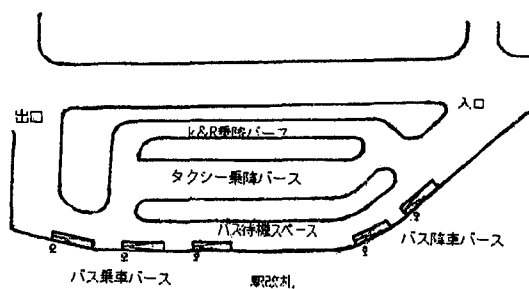


図1 東戸塚駅東口駅前広場図面

2,駅前広場バス乗降施設の実態分析

(1) 施設の状態

バス乗降場に配置されているバスは、正規のバスとして乗車バス(3 バス)、降車バス(2 バス)がある。それ以外に運用上使用されている部分が存在し、その部分もバスとして考えるので降車バスは 8 バス、待機バスは 4 バスとなる。

また降車については車路上で行われているものがあり、緑石沿と車路上のバースに分類する。(表2参照)

表2 バースの設定方法

	正規バース数	車路外の正規でないバース数	車路上のバース数
降車	2	2	4
待機	0	4	0
乗車	3	0	0

(2) バースの占有状況

各バースの利用状況を把握するため降車、待機に着目し停車目的別のバース利用台数及び平均停車時間を集計した。

表3 バース別停車台数、平均停車時間

バース番号	利用台数(台)		平均停車時間(秒)	
	降車	待機	降車	待機
降車バース 緑石沿	21	4	12	112
	22	15	18	162
	23	17	9	127
	24	19	0	122
降車バース 車路上	25	27	0	34
	26	18	0	30
	27	19	3	69
	28	6	1	24
待機バース	31	0	3	0
	32	0	2	0
	33	0	19	0
	34	0	5	0

※バース番号は筆者が便宜上仮定したもの。

停車時間、台数は全データを集計した。

上表より待機位置に降車バースが選択される可能性があることがわかる。この理由としては1回の停車時間が降車目的のみではなく待機目的も含まれていると考えられる。また車路側の降車バースと緑石側の降車バースでの降車時間の平均値が異なることがわかる。理由として待機バースの選択位置については降車位置に影響されることが挙げられる。表4では降車バースの場所により選択する待機バースの選択状況を示している。

表4 待機バース選択時の降車バースの影響

降車場所	待機場所	待機場所		合計(台)
		緑石側降車バース(21~24)	待機バース(31~34)	
緑石側バース(21~24)	緑石側バース(21~24)	39	6	45
	車路側バース(25~28)	3	18	21

(3) ロスタイムの状態

車両が乗車、降車、待機目的以外の何らかの理由で停車した状態を「ロスタイム」と定義し、駅前広場交通施設の評価指標とした。ロスタイムの発生原因としては、車両(バス、タクシー、自家用車)と歩行者、もしくは車両同士によって起こる錯綜がある。その発生場所は車両の合流部、バースの入退場、横断歩道

がある。また駅前広場出口部分で発生する信号待ちや車路上での乗降車目的での停車による渋滞が原因となる場合がある。ロスタイムの発生位置と駅前広場交通施設の関係を図2に示す。ここでロスタイムの時間が長い部分として自家用車とバスの合流部、及び歩行者横断部分が挙げられる。また駅前広場出口部分での信号待ちも影響要因として考えられる。

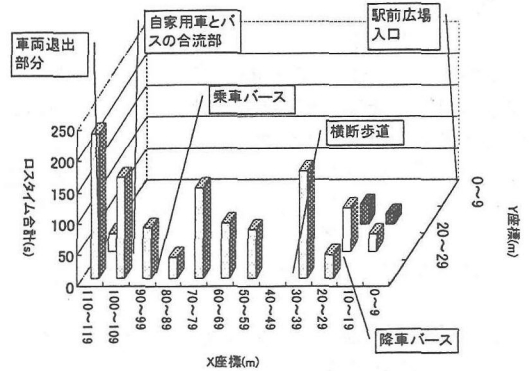


図2 場所別ロスタイムの集計

(4) まとめ

以上の分析結果をふまえて、バースの運用状況は停車目的別により変化があるので、乗車、降車、待機に区分けした検討が必要である。また駅前広場の問題点を把握する尺度としてロスタイムを導入する。

3. シミュレーションモデルの設計概念

第2章で検討した分析結果を踏まえ今回の駅前広場バス乗降施設に関するシミュレーションモデルの設計を行う。

(1) 設計指針

本研究では駅前広場内におけるバス車両の動きの再現性を確保すること。また問題点の尺度としてロスタイムを把握することを目的とする。シミュレーション作成の前提条件として、駅前広場交通施設や車両の停車状態を把握し現況を整理すること。さらに駅前広場内の状況を定量化した指標で示すことがシミュレーションを作成する条件となる。(図3参照)

(2) 生産物流データ WITNESS について

本研究ではシミュレーション作成に生産・物流シミュレータの WITNESS(Lanner Group Ltd.)を使用した。駅前広場内でのバス車両の挙動については、分析目的が単純であることと施設内で検討を完結できることから、必ずしも在来の交通シミュレーションを適用する必要は現段階ではないと考え、本研究では、セル上を対象物が離散的に移動する現象を再現している汎用的なモデルとして WITNESS を用いた。

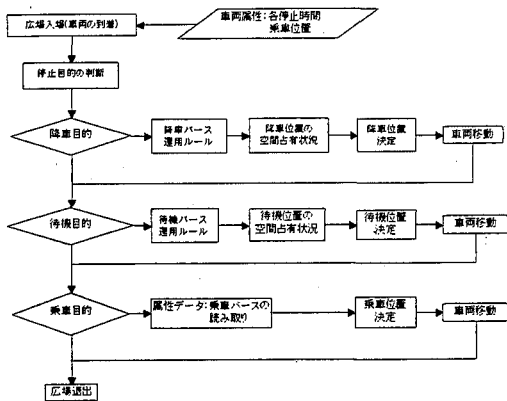


図5 駅前広場車両挙動フローチャート

(4) 評価項目

駅前広場の問題点をロスタイムとして検討し、運用方法を変更した際にロスタイムの低減具合を評価指標として用いる。またバスが広場に入場してから退出するまでの時間である広場滞留時間、及びシミュレーション上で処理した車両の台数を実測値の再現性を評価する指標として用いた。

5. 計算結果

(1) 計算の条件設定

第4章でシミュレーションに必要なパラメータ設定を行ったが実測値とシミュレーション上の条件との整合性を検討し、実際計算に与える条件について以下のように設定する。

① 降車バースの選択条件

A) 観測値で降車バースが車路側の場合はシミュレーション上でも車路上のバースを選択し、緑石側の場合は緑石側を選択する。

B) 車路上での降車時間の最大値が60秒であったので、60秒以下の場合は車路上のバースを選択しそれ以上の場合は緑石側のバースを選択する。

② 速度設定

実測値の中央値が9km/hであり、混雑を想定した条件として7.2kmを設定した。

表6 計算の設定条件

	①	②
	降車バースの選択条件	速度設定
条件1	B	7.2
条件2	B	9
条件3	A	7.2

(2) 計算結果

シミュレーションモデルを計算した結果を表7に示す。これより実測値とシミュレーションの計算値はロスタイムが過大評価されていることがわかる。

表7 実測値とシミュレーションの比較

	処理台数	広場内滞留時間(秒/台)	ロスタイム合計(秒)
実測値	128	287	1201
条件1	127	299	2332
条件2	127	280	2133
条件3	126	289	2575

シミュレーション上でロスタイムが過大評価される原因を検討するため、以下の点について調べた。

- ① 車両の目的別停車による発生ロスタイムの分類
- ② 車両毎の停車回数とロスタイムの発生量
- ③ ロスタイムの発生位置の確認

まず①については降車と待機を同じ場所で行っているバスが誤差の原因と仮定したが、ロスタイムを分類しても、そのようなバスだけが誤差の原因とは特定できなかった。次に②について表8に示すように停止回数とロスタイムの関係が考えられる。原因としてバースの進入退出時に起こす車線変更がロスタイムを過大評価する可能性がある。③については乗車バース側でのロスタイム発生が起こる事がわかった。再現性の問題点としてバースの進入退出時の車両挙動を改善する必要がある。

表8 停車回数とロスタイムの関係(条件3より)

停止回数	1回	2回	3回
データ数	12	58	37
平均(s)	20.7	24.8	34.7

6. まとめと今後の課題

本研究では東戸塚駅朝ピーク時のバス車両のビデオ撮影による挙動観測結果をもとに、離散的セル型のシミュレーションソフトウェアを用いて、バス挙動のシミュレーションを構築した。再現性に関して、処理台数及び滞留時間については良好な結果を得たものの、施設内での車両の挙動などに着目して、再現性を改善した後に、運用代替案の評価ツールとしてモデルの改善を進めることが課題である。

(謝辞)

本研究は、土木学会土木計画小委員会道路利用における効率化検討委員会(東京理科大学内山久雄委員長)WG3の作業成果の一部であり、データ収集解析にご協力いただいた八千代エンジニアリング(株)及びワーキングで指導頂いた愛媛大学の朝倉先生に深く感謝の意を示します。

(参考文献)

- 1) 依田和夫(1986)：駅前広場・駐車場とターミナル 技術書院
- 2) 中村文彦、新谷洋二(1990)：大都市郊外型駅前広場におけるバスバースの運用方法に関する研究、土木計画学研究・論文集 No.8, pp.209-216
- 3) 東急総合研究所(1998)：旅客シミュレーション解析研究報告書

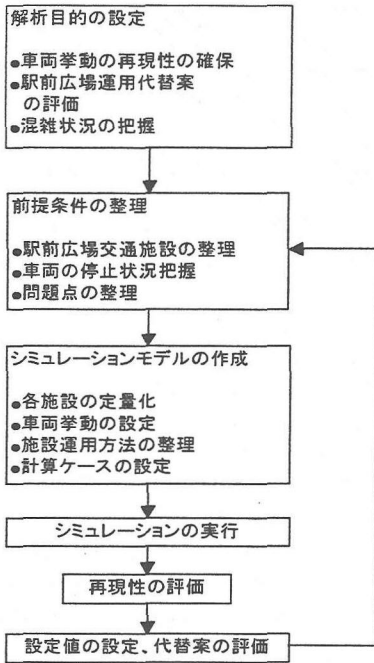


図3 シミュレーションの設計概念

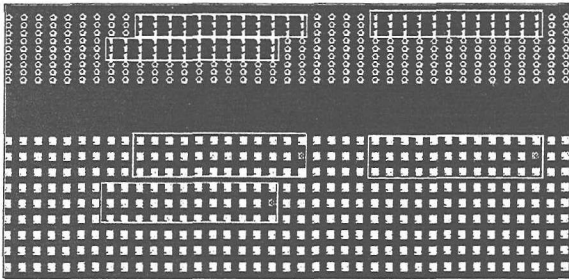


図4 WITNESSを使用したバスバス、車両表現

図4下部分が図1のバス降車バースの部分、車両の走行路に対応している。ここでセルは1m×1mとなっている。車両に関しては車頭部分を”B”という記号で表現している。また上部分の数値では下部分のセルに対応しバスが空間を占有する変数を表現している。バスが空間を占有した場合は”1”となっている。

#### 4. シミュレーションの設計

##### (1) シミュレーションの構築方法

シミュレーションモデルを作成するに当たっての作業課題として、第3章で述べたように駅前広場施設や車両挙動の定量化がある。ここでは①駅前広場交通施設の定量化、②バースの利用方法の定量化があり、この2点について第2章で触れた現況を再現

するシミュレーションを構築する。

##### (2) パラメータ設定

###### 1) 駅前広場交通施設

駅前広場空間を1m×1mのセルで表現する。今回研究対象とした東戸塚駅前広場では2次元座標で表現した場合に斜め方向の車路が存在したため、直線距離を測定し直線に変換した。バースは車頭部分を決定し車両が停車するように設定した。走行路、バース規模については交通工学ハンドブックを参照し、表5に整理した。

表5 各種パラメータ設定

施設名	単位(m)	施設名	単位(m)
バース規模(長さ)	12	車路幅	3
バース規模(幅)	3	車体長	12
バース間隔(乗車)	20	車体幅	3
バース間隔(降車、待機)	16		

※ 小数点以下はメッシュとの整合性を考えて切り上げた。

###### 2) バースの選択方法

駅前広場内での車両の停車目的は降車→待機→乗車と変化していき、各々の目的に合ったバースを選択する方法を検討する。第2章でバース選択状態の整理を行ったが、それに従いシミュレーション上で使用する選択ルールを検討し、以下の条件により設定を行う。なお使用する車両の到着時刻データ及び停車時間データは実測値を用いる。

###### i) バース選択の前提条件

バスの運転手は駅前広場全体全体のバースの停車状況を任意の位置で確認できると設定する。また一旦駅前広場を退出したバスは再び進入することは無く、進行方向より後方のバースは選択できないとする。

###### ii) 降車バース選択条件

- ① 車両の進行を妨げないように車路上より縁石側のバースを優先的に選択する。
- ② 利用客の利便性を向上させるため駅改札付近のバースを選択する。
- ③ 表3より縁石沿のバースで降車した車両は待機時間を含むと考える。①の条件を踏まえ、動線確保のため車路上で降車した車両は同じ位置では待機しないとする。

###### iii) 待機バース選択条件

縁石沿で降車を行った場合、待機位置と降車位置を同一のバースとし、車路上で停止した車両については、待機バースを選択する。

###### iv) 乗車バースの選択

実データを利用する。

###### (3) シミュレーション全体の流れ

駅前広場内バスシミュレーションの構成は図5に示すようになる。