

ベンチマークデータを用いた道路ネットワークシミュレーションモデルの検証*

Validation of a Road Network Simulation Model Using Benchmark Data Set*

堀口良太**, 桑原雅夫***, 片倉正彦****, 赤羽弘和*****, 尾崎晴男*****

By HORIGUCHI Ryota, KUWAHARA Masao, KATAKURA Masahiko

AKAHANE Hirokazu and OZAKI Haruo

1. はじめに

利用者の立場から、シミュレーションモデルには実際の交通状況を妥当な精度で再現できること、すなわち実データを用いて検証されていることが重要な性質として求められている¹⁾。筆者らは数年来、道路ネットワークでの交通運用策の評価を目的としたシミュレーションモデルAVENUEを開発し²⁾、実データを用いて再現性を確認している^{3),4)}。しかしながら、ネットワークの規模が大きくなり、経路選択の余地が生じると、入力に必要なOD交通量や結果の比較に用いられる旅行速度などのデータを入手することが困難であり、検証が十分に進められなかった。

このような認識から、筆者らはシミュレーションの

開発者および利用者が、そのモデル検証のために共通して使うことができるベンチマーク(BM)データの構築を進めている⁵⁾。本稿ではこのBMデータによるシミュレーションモデル検証の一例として、AVENUEを適用した結果を報告する。

2. ベンチマークデータの構成

BMデータは吉祥寺・三鷹エリアにおいて、平成8年10月30日(水)に実施されたプレートナンバー照合調査の結果を中心に構成される。調査は朝のピーク時を含む7:00~10:00に行われた。主要な交差点の流出入部の合計70地点に観測員が配置され、プレートナンバーと車種および1分単位の通過時刻を記録した。図1にエリア内の観測地点の位置を●印で示す。

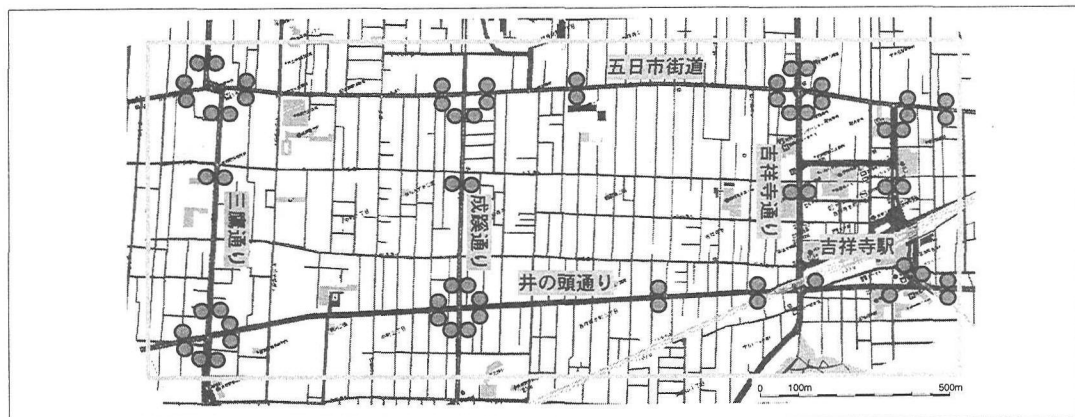


図1: 吉祥寺・三鷹エリアと路側観測地点 (図中の●印)

* キーワード 交通管理, 交通制御, 交通流

** 正会員 工博 (株)熊谷組 エンジニアリング本部
〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1
Tel.03-5261-5526 / Fax.03-5261-9350

*** 正会員 Ph.D. 東京大学生産技術研究所第5部

**** 正会員 工博 東京都立大学工学部土木工学科

***** 正会員 工博 千葉工業大学工学部土木工学科

***** 正会員 工博 東洋大学工学部環境建設学科

有効なデータが収集された時間帯は7:50~10:00で、総通過台数は70,999台であった。BMデータの内容を以下に示す。

1) ネットワークデータと交通規制…リンク長, 交差

点接続関係、車線構成のほか、時間帯別の進行方向規制なども含む。

- 2) 路側観測地点での車両通過履歴…観測結果より、通過時刻の不整合や二重カウントなどを取り除いたもの。1分単位で通過時刻が記録されている。
- 3) 車両の移動軌跡…観測員による読み誤りを考慮したロバストな経路抽出アルゴリズムを構築し⁶⁾、2)を処理した結果、14,953台の経路軌跡が得られた。抽出された経路に含まれる通過履歴データは全体の97.4%となり、ほとんどすべてのデータが使用されている。ここで抽出された経路パターンは930通りであった。
- 4) 時間帯別OD交通量…3)において未使用の通過履歴データを再利用し、経路軌跡と併せて10分単位のOD交通量に集計したもの。総交通量は16,043台となり、需要のあるODペア数は747となった。
- 5) 信号制御履歴…各信号交差点のサイクル長、スプリットおよびオフセットの15分ごとの履歴。
- 6) 飽和交通流率・その他…渋滞の先頭となっている交差点で車頭間隔を計測し、飽和交通流率と大型車の乗用車換算係数を推定した。また数力所で行ったビデオ撮影の映像から、大型車混入率などのデータを読みとっている。

3. AVENUEでのシミュレーション設定

AVENUEはいくつかの経路選択モデルを内包化しており、車両を特定の経路上に走行させることも可能である。本稿の時点では、このエリアでのドライバーの経路選択挙動のモデル化の分析が進行中⁷⁾であるため、車両の経路を指定してシミュレーションを行う。これは経路選択挙動が完全にモデル化されていることと等価である。

シミュレーションに用いるネットワークを図2に示す。エリア外から流入／エリア外へ流出する交通量は端点ノードに割りふられる。主要交差点間は各方向につき1本のリンクで接続されており、細街路における湧き出し・しみ込み交通量はゾーンセントロイドに集約される。AVENUEではダミーノード、ダミーリンクを介さないで、ゾーンセントロイドをネットワークに

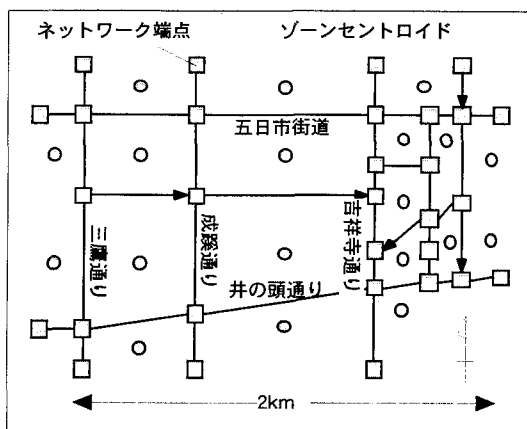


図2：シミュレーションネットワーク

設定することができるため、ネットワーク形状が複雑にならないだけでなく、結果を集計する際のダミーを付加したことによる煩雑な処理を省くことができる⁸⁾。このネットワーク上でBMデータのOD交通量を割り付けると、経路パターンは855通りになる。

このエリア内の信号は感应制御されており、制御パラメータは一定ではない。しかしながら、現バージョンのAVENUEには感应制御のロジックが組み込まれていないため、対象時間帯において観測されたサイクル、スプリット、オフセットの組み合わせで、もっとも持続時間が長いものを、代表的なパターンとして入力している。

またAVENUEはモデルパラメータとして、リンクごとに停止線部の方向別飽和交通流率、単路部の容量、自由流速度を設定する。はじめに、飽和交通流率をBMデータでの値に近いものに設定し、その他のパラメータを適当な値に設定した後、シミュレーションを行い、再現性を確認しながら微調整を行うことを繰り返した。

4. シミュレーション結果の検証

本稿では、路側観測地点65箇所の10分間通過交通量、24リンクに相当する観測地点間での10分ごとの平均旅行速度、およびエリア内の井の頭通りや五日市街道などの主要な路線での10分ごとの平均旅行速度を、観測値とシミュレーション結果で比較し、検証を行っている。

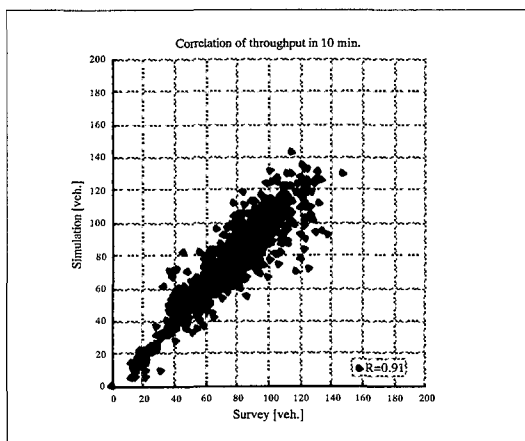


図3：観測地点での10分間通過交通量の相関図

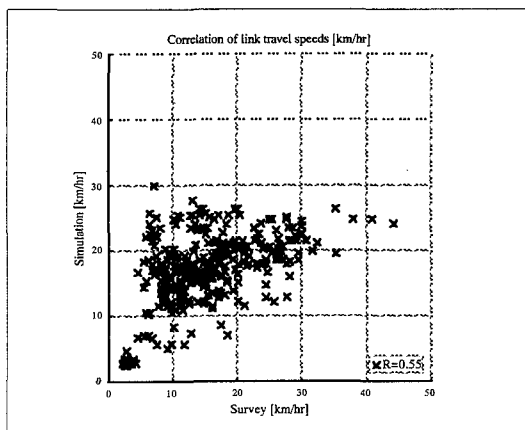


図4：10分間ごとのリンク平均旅行速度の相関図

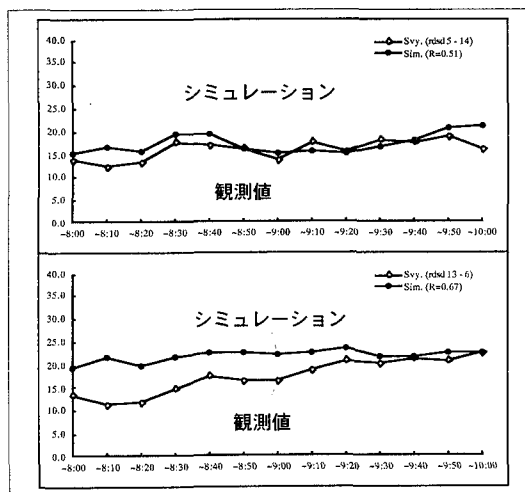


図5：井の頭通り東行き(上)と西行き(下)の旅行速度

図3はBMデータの路側観測交通量とシミュレーション結果の相関図である。相関係数は0.91を示しており、通過交通量の再現性がよいことがわかる。

図4はリンクの平均旅行速度の相関図である。相関係数は0.55と、通過交通量のそれに比べて悪い。これはシミュレーションのパラメータ調整が不十分であることも一因であるが、BMデータにも

- ・旅行速度の観測値を算出する際に、通過時刻が分単位で記録されていることによる離散化の誤差が含まれている
- ・観測員は車群がとぎれた時点で、手元の時計を見て時刻を記録するため、車両の通過時刻が地点ごとに分単位でずれることがある

などの問題が指摘されうる。とくに区間長が短い場合、所要時間が「0分」の車両が多くなり、これらを一律30秒として旅行速度を計算しているため、誤差が大きくなる。

図5～8はそれぞれ井の頭通り、五日市街道、三鷹通り、成蹊通りの10分ごとの平均旅行速度を比較したものである。長い区間で旅行速度を求めると、前述の問題はある程度軽減されると考えられる。シミュレーションでは井の頭通り東域と、三鷹通り南行き、北行きの旅行速度が高くなっており、パラメータの調整が若干不十分であることが指摘されるが、そのほかの路線では比較的良好な再現性を得ている。

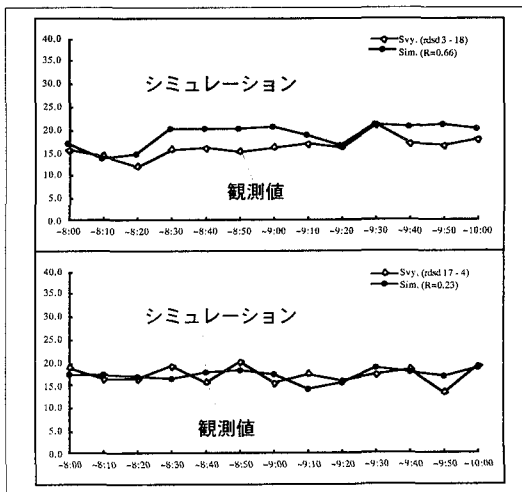


図6：五日市街道東行き(上)と西行き(下)の旅行速度

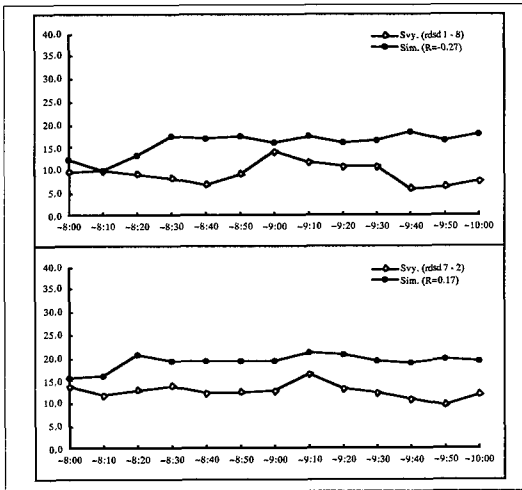


図7：三鷹通り南行き(上)と北行き(下)の旅行速度

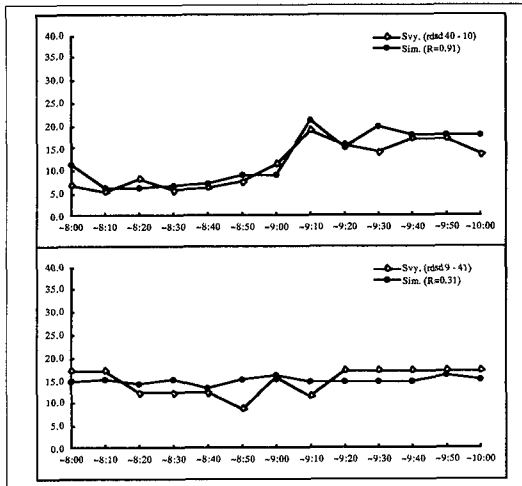


図6：成蹊通り南行き(上)と北行き(下)の旅行速度

5. まとめと課題

本稿ではBMデータを用いたシミュレーションモデル検証の一例としてAVENUEを適用した。今後はAVENUEの検証作業を進めると同時に、各種のモデルで同様の検証作業が可能となるように、データのさらなる分析、整備を行っていく。とくに経路選択挙動の分析は急務の課題である。また、このBMデータはインターネットを通して入手可能な形にする予定であり、わかりやすいドキュメントを備えたホームページを整備していくことも重要な課題である。

参考文献

- 1) 赤羽，他：交通シミュレーションモデルの実用化に向けての課題，土木計画学研究講演集，No. 20 (1)，pp.521-523，1997
- 2) R. Horiguchi *et al* : A Network Simulation Model for Impact Studies of Traffic Management 'AVENUE Ver.2', Proceedings of the Third Annual World Congress on Intelligent Transport Systems, CD-ROM, 1996
- 3) 上野；街路網の交通運用評価のためのオンラインシミュレーションモデルの開発，平成5年度東京都立大学土木工学科修士論文，1994
- 4) R. Horiguchi *et al* : The Model Validation of Traffic Simulation System for Urban Road Networks 'AVENUE', Proceedings of the Second World Congress on Intelligent Transport Systems, Vol. IV, pp.1977-1982, 1995
- 5) 花房，他；交通シミュレーションシステムの再現性検証用データセットの構築，土木計画学研究講演集，No. 20(1)，pp.497-499，1997
- 6) 堀口，他；ネットワークシミュレーション用のベンチマークデータセットの構築～車両経路の抽出，土木学会第52回年次学塾講演会第IV部門論文集，pp.154-155，1997
- 7) 花房，他；交通シミュレーション再現性検証用データセットの構築，土木学会第53回年次学術講演会第IV部門論文集，掲載予定，1998
- 8) 堀口，ほか；路外に起終点を持つOD交通量を扱うシミュレーションのネットワーク表現について，土木学会第53回年次学術講演会第IV部門論文集，掲載予定，1998