

名古屋高速道路における交通流シミュレーションシステムの開発*

Development of Traffic Simulation System in Nagoya Express Way

荻野 弘**、中尾健太郎***、竹野政昭****、龍野彰男*****

Hiroshi Ogino, Kentaro Nakao, Masaaki Takeno, Akio Tatsuno

1. はじめに

名古屋高速道路では、利用台数の増加等に伴い、朝夕には料金所を中心に交通渋滞が生じており、ネットワークの早期整備やボトルネック箇所の対策検討が必要となっている。このため、事前に対策効果を予測することや、新たな交通問題を推測することは重要であると考えられる。

このようなことから、名古屋高速道路公社が主体となり、平成7年度から4カ年にわたり、同公社が建設管理する都市高速道路における将来の交通運用状況をネットワーク全体で予測できる交通流シミュレーションシステム(NEWSIM -Nagoya Express Way SIMulation system-)の開発を行った。

本稿は、本シミュレーションの構成、処理方法等の概要、及び検証結果を紹介するものである。

2. モデルの開発目的及び方針

本シミュレーションは、将来の交通状況、特に渋滞状況の予測が可能であること、広域的なネットワークでの予測が可能であること、分合流部等のチャンネリゼーションや料金所ブース等の改良など交通運用方法の評価が可能であることを目的とし開発した。

このようなことから、交通流シミュレーションモデルを開発するに際して、モデルの機能、適用範囲、モデル構造等の開発方針としては、

①分合流部等でみられる車の挙動をできる限り細かく再現できること

②道路構造や交通運用の変更にも対応できる汎用性のある構造とすること

③マクロモデルとミクロモデルの使い分けによる効率性の高い構造とすること

④ユーザーにわかり易いインターフェース及び演算結果のビジュアル化を行うこと

を考えた。また、既存の動的な交通流シミュレーションとして、それぞれの車を流体として扱う流体モデル、個々の車を1台ずつ取り扱う離散型モデル、この中間的なものとして、流体モデルと離散型モデルを組み合わせたハイブリッドモデルに分類できるが、本シミュレーションは、前述のような開発目的及び開発方針から、離散型モデルとして開発した。

3. シミュレーションシステムの概要

(1) シミュレーションの構成

本シミュレーションは、図-1に示すように、シミュレーション本体にあたる「シミュレーションモデル」と、入出力機能を有する「入出力支援システム」に大別される。

予測演算の流れとしては、入出力支援システムの入力データ作成システムで作成させた演算条件、パラメータ等をシミュレーションモデルへ送り、そこで設定された条件下で演算を行う。次に、出力された演算結果(交通量や速度等)を入出力支援システムの集計・図化システムへ送り、このシステムで渋滞状況図等により結果の分析を行うこととなる。

* キーワード: ネットワーク交通流

** 正会員、工博、豊田工業高等専門学校 環境都市工学科
(〒471-8525 豊田市栄生町 2-1 TEL:0565-36-5875 FAX:0565-36-5927)

*** 正会員、名古屋高速道路公社計画部
(〒460-8525 名古屋市中区丸の内 2-1-3 TEL:052-211-1445 FAX:052-223-3574)

**** 正会員、財団法人名古屋高速道路協会技術部
(〒457-0074 名古屋市中区本郷通 6-1-1 TEL:052-823-8088 FAX:052-823-7799)

***** 正会員、株式会社オリエンタルコンサルタンツ
(〒450-0002 名古屋市中村区名駅 2-38-2 TEL:052-564-7712 FAX:052-564-7722)

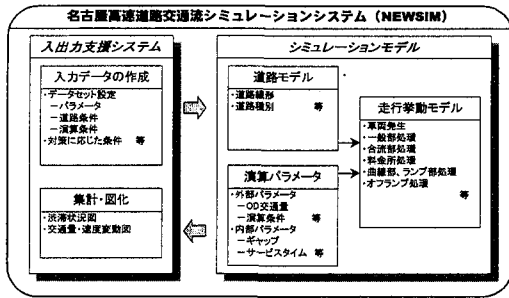


図-1 システムの構成

(2) シミュレーションモデルの概要

シミュレーションシステムの骨格をなすシミュレーションモデルは、車の挙動を表現する「走行挙動モデル」、道路条件等を表現する「道路モデル」、交通現象や車両性能を表現する「演算パラメータ」に大別される。これらについての概要を以下に示す。

(a) 走行挙動モデル

道路モデル上に車を発生させ、その挙動を追跡、記録するモデルである。図-2は、走行挙動モデルにおける車の流れの概略フローを示したものであり、それらの概要を以下に示す。

- ①車両発生；発生リンクにおいて、車の車頭間隔分布に従い、車両を発生させる。
- ②車線変更；一般部における追い越し等の車線変更、及び分流部における車線変更を行う。
- ③合流部；オンランプ部や車線減少部等で合流挙動を行うものであり、合流部の加減速調整、ギャップ処理、ギャップ判定等を行う。
- ④料金所部；料金所部でサービスタイム付与やブース選択等を行うものであり、表-1に示すように、ブース選択を行い、ブース毎にサービスタイムを付与し処理するマイクロモデルと、サービスタイムのみによって容量制御するマクロモデルを作成し、モデルの利用目的によってこれらのモデルを使い分けることとした。
- ⑤曲線部・ランプ部；曲線部及びランプ部等で減速走行を行う。
- ⑥オフランプ平面接続部；オフランプと平面との接続部において、信号制御に伴う流出交通の処理を行う。
- ⑦走行状態判定；前車との車頭間隔により、各車

の走行状態(自由、追従、加速、減速、停止等)を判定する。

- ⑧属性更新；走行状態の判定で得られた走行状態に従い、スキャンタイムに応じた走行距離を計算し、各車の位置を設定する。
- ⑨車両消去；予定の経路を走行し終わった車を消去する。

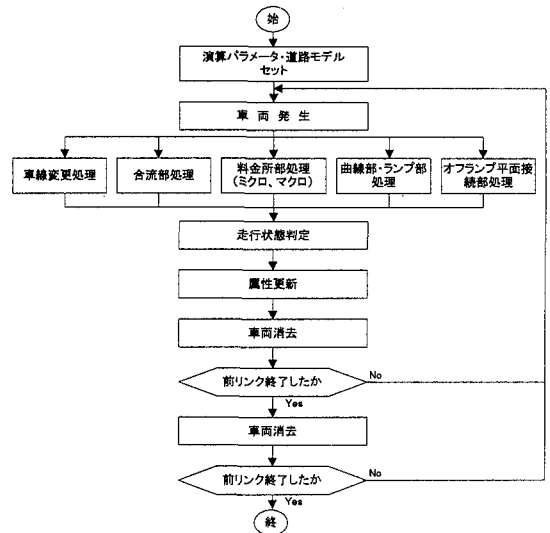
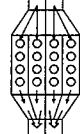
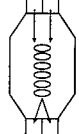


図-2 走行挙動モデルの概略フロー

表-1 料金所の各モデルの内容と利用目的

	マイクロモデル	マクロモデル
再現する内容	①空きブース選択 ②ブース毎の滞留長の表現 ③サービスタイムの付与(7-7補) ・料金収受方式(単、網)の考慮 ・料金支払い形態比率の考慮(現金、ETC、A'ライトカード)	①サービスタイム(遅)の付与
考え方	【料金所部の車の挙動を再現】 	【容量制御】 
主な利用目的	・ブース数の増加に伴う交通状況の変化の予測 ・料金収受形態比率の変化に伴う交通状況の予測 ・料金所からの滞留状況の予測 ・対策の立案、評価	大規模ネットワークを対象に交通状況の予測を行い、今後起こりうる渋滞問題を抽出する

(b) 道路モデル

道路網を表現するものであり、1車線のリンクの

接続により組み立てるものである。図-3は、ランプ合流部における道路モデル化の例を示したものである。

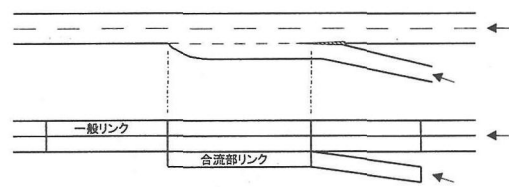


図-3 合流部の道路モデル化の例

(c) 演算パラメータ

追従時、合流時等の種々の交通現象及び判定基準等を表すものである。演算パラメータは、主として道路条件、交通条件に関する外部パラメータと、主として走行挙動モデルに関する内部パラメータに分けられる。表-2は、シミュレーションで用いている主要なパラメータを整理したものである。

表-2 主要な演算パラメータ

種類	演算パラメータ	
外部パラメータ	道路条件に関するもの (道路モデル)	・リンクの接続関係 ・リンクの幾何構造・種別 ・スケジュールテーブル
	交通条件に関するもの	・OD交通量 ・車種分類比率
	その他	・演算時間 ・希望速度 ・信号現示 (オフランプ部)
内部パラメータ	車両発生に関するもの	・発生間隔
	走行性能に関するもの	・加速度 (普通、合流) ・減速度 (普通、強制、合流)
	一般走行に関するもの	・走行挙動変化時の判定基準 (車頭時間)
	車線変更に関するもの	・必要な最小車頭間隔 (前方、後方ラグ) ・車線変更確率
	合流に関するもの	・合流に必要な最小車頭間隔 (前方、後方ラグ)
	料金所に関するもの	・サービスタイム (単一、縦列) ・料金収受形態別構成比率
	曲線部に関するもの	・曲線部における走行速度

(3) 入出力支援システムの概要

入出力支援システムは、シミュレーションモデルの入力とアウトプットの部分を補強することにより、ユーザーが自在に使えるシステムとするために開発したものである。表-3は、入出力支援システムの機能及び内容を整理したものである。

表-3 入出力支援システムの概要

機 能		内 容
入力データの作成	演算条件の設定	演算時間、希望速度等の演算条件を設定する。
	道路モデル作成	あらかじめ使用する道路モデルを用意することによりモデル作成作業の省力化を図る。
	OD交通量の設定	時間OD交通量の作成を支援する。
	対策メニューに応じた演算パラメータの変更	流入調整等による恒常的な渋滞対策時の予測や集中工事時の予測において必要な演算パラメータ等の変更を支援する。(図-4参照)
演算の実施		作成した入力データをシミュレーションモデルに受け渡し、シミュレーションを実行する。
演算結果の集計図化	交通量・速度変動図の作成	任意の断面についての交通量、速度変動図を作成する。
	渋滞状況表示	ネットワーク全体における渋滞状況を表示する。(速度階層別に色分け) (図-5参照)

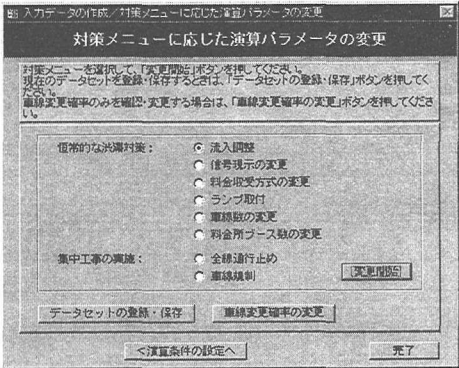


図-4 対策に応じた演算パラメータの変更画面例

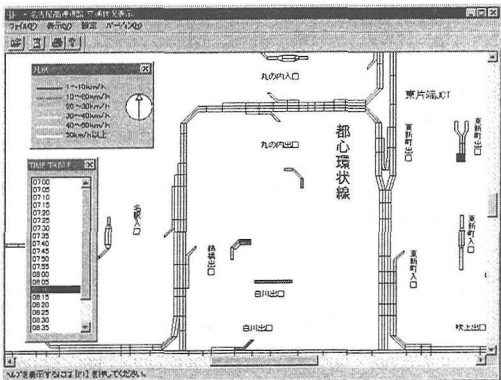


図-5 渋滞状況の表示画面例

4. モデルの検証

モデルの検証は、図－6に示すようにステップに分けて行った。各ステップでの検証結果の概要は、以下のとおりである。

(1) Step-1 道路部位毎の検証

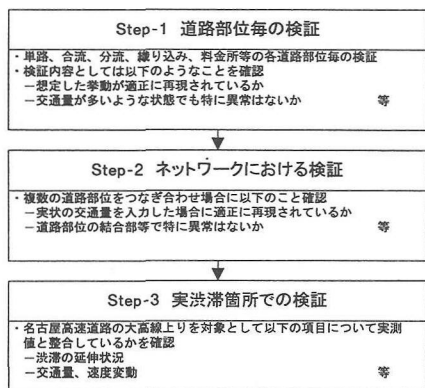
単路部、分流部、合流部、織り込み部、料金所、オフランプ平面接続部の信号といった道路部位において、各区間の走行挙動、特に分合流の挙動や料金所等での捌け台数等が適正に再現されているかどうかをチェックした。検証の結果、分合流の挙動が複雑となる交通量の多い状況等においても、特に異常な挙動がなく、想定した挙動が適正に再現されていることが確認できた。

(2) Step-2 ネットワークにおける検証

複数の道路部位区間で構成される名古屋高速道路における実状のネットワークでの検証を行った。検証の結果、各道路部位の結合がネットワーク全体で良好に行われており、特に異常な挙動がないことが確認できた。

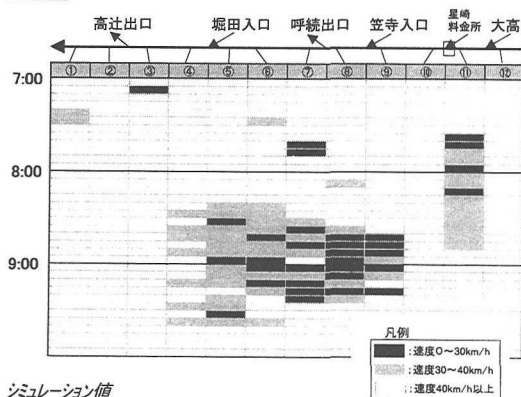
(3) Step-3 実渋滞箇所での検証

名古屋高速道路において、渋滞頻度の高い大高線の上りの渋滞状況等について検証を行った。検証に用いたデータは平成9年10月16日(木)のものであり、当日は、星崎集約料金所と堀田入口合流部から渋滞が発生していた。検証結果は、各ボトルネック箇所から発生する渋滞状況、及び代表断面の交通量と速度の変動状況が実測値と概ね整合しており、妥当性が確認できた。

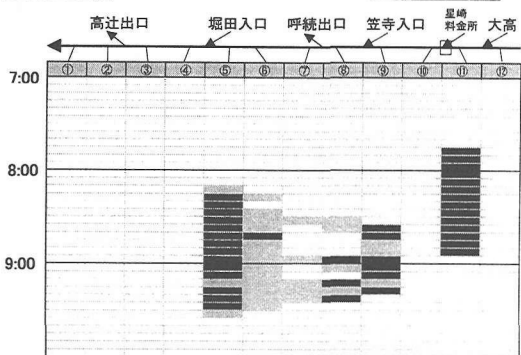


図－6 モデルの検証手順

実測値



シミュレーション値



図－7 実渋滞箇所での検証結果（大高線上り）

5. おわりに

このような検証結果等により、道路部位及びネットワーク全体の検証、入出力支援システムの導入により十分実用レベルに達したと言える。今後さらなる改善が必要とされる課題としては、道路ネットワークの拡大や管制システムの高度化、ITSの進展等に伴い、高速道路網内での経路選択が重要となってくるため経路選択のメカニズムをモデル化することが考えられる。

終わりにあたり、本稿で紹介したシミュレーションモデルは、(財)名古屋高速道路協会が名古屋高速道路公社から委託を受け、平成7～10年の4カ年にわたり設置された名古屋高速道路交通流現象に関する研究検討会（座長 名古屋工業大学教授 松井寛）の研究成果である。ここに検討会委員各位に心から感謝の意を表する。