

一般街路への迂回交通の評価を考慮した都市高速道路の渋滞シミュレーション*

Traffic Simulation Model on Urban Expressways Considering the Influences to Surface Road Conditions*

小川 圭一**・秋山 孝正***

By Keiichi OGAWA** and Takamasa AKIYAMA***

1. はじめに

都市高速道路の交通管理をおこなう場合、高速道路本線上の交通状況のみならず、周辺の一般街路への迂回交通による影響を考慮する必要がある。そのため、交通管理の検討をおこなうための渋滞シミュレーションにおいては、一般街路への迂回交通量の算定についても考慮する必要がある。

本研究では、阪神高速道路堺線を対象とした渋滞シミュレーションをもとに、周辺の一般街路への迂回交通量を評価するためのモデルの拡張をおこなう。具体的には、都市高速道路の流入制御による一般街路への迂回交通量の変化をオンランプの流入待ちスペースをもとに算定する。これを交通量配分により得られた一般街路網の交通量に加算することにより、一般街路での旅行時間の変化を算定する。これにより、都市高速道路の交通制御方法の検討において、一般街路の交通状況への影響を評価できるモデルの拡張をおこなうことを目的とする。

2. 都市高速道路の渋滞シミュレーション

本研究では、土田ら¹⁾、秋山ら²⁾の既存研究による阪神高速道路の渋滞シミュレーションに組み込むことを前提に、一般街路への影響を考慮するためのモデルの拡張をおこなう。ここではまず、前提となる既存研究の渋滞シミュレーションについて示す。

対象路線は、阪神高速道路堺線上り（堺集約料金所一環状線合流部間：全長 11.9km）である。堺線は、堺市安井町を起点とし、大阪市の中心部である浪速区湊町で阪神高速道路環状線に接続している。堺市など大阪府南部の郊外と大阪市都心部とを結ぶ主要道路の1つである。

シミュレーションモデル上では、路線を 500m ごとに 24 の区間に分割し、各区間の交通密度の時間的な変化を推計することにより、路線の動的な交通現象の推計をおこなっている。計算方法は、単位時間（本モデルでは 20 秒）ごとに上流区間から下流区間に流れる車両台数を求める、ブロック密度法と呼ばれるものである。ここで、区間ごとの車両移動台数は、上流区間の流出需要交通量と下流区間の受け入れ可能交通量との関係から求められる。また、区間ごとの交通特性を表すため、車両検知器による計測データにもとづき各区間に交通密度－速度関係（K-V 関係）を定め、これにもとづいて各区間の走行速度を算定している。これにより、各ランプでの流入交通量、流出交通量を入力変数として、本線上の交通渋滞状況、流入車両の本線走行時間、料金所での待ち時間などを推定することができる。

なお、具体的な渋滞シミュレーションモデルの詳細については、参考文献 1), 2)を参照されたい。

3. 一般街路への影響の算定方法

(1) 一般街路網の設定

渋滞シミュレーションを用いて都市高速道路の交通制御の分析をおこなうには、高速道路本線上の交通状況のみならず、周辺の一般街路への迂回交通を含めた、都市道路網を対象にした検討が必要である。そこで具体的な迂回経路として、阪神高速道路堺線とほぼ並行している国道 26 号線・国道 25 号線およ

* キーワード：交通管理，交通制御，交通流，渋滞シミュレーション

** 正会員，博(工学)，
立命館大学理工学部環境システム工学科 講師
〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1
TEL: 077-561-5033, FAX: 077-561-2667

*** 正会員，工博，岐阜大学工学部社会基盤工学科 教授
〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1
TEL: 058-293-2443, FAX: 058-230-1528

び府道大阪和泉泉南線・市道難波境川線を取り上げる。対象道路網の概要を図-1に示す。

(a) 道路ネットワーク

まず、阪神東地区の道路網を対象に交通均衡分析をおこない、1時間ごとの一般街路の交通量、平均速度を求めることとする。ここでは、安田ら³⁾の既存研究を参考に、阪神東地区の高速道路、一般街路の道路ネットワークを作成した。

一般街路については主要幹線道路を中心としたネットワーク表現をおこなった。作成した道路ネットワークを図-2に示す。ここで、◎印のノードはセントロイドを示す。一方、阪神高速道路のネットワークを図-3に示す。オンランプ、オフランプに位置するノードでは、一般街路ネットワークと接続している。この結果、一般街路がノード数 101、リンク数 364、高速道路がノード数 142、リンク数 276、合計でノード数 243、リンク数 640 のネットワークを用いることとする。また阪神高速道路のオンランプは 60 箇所、オフランプは 58 箇所となっている。

(b) OD交通量

OD 交通量の設定は、平成 6 年度全国道路交通センサスのデータをもとにおこなった。ここでは、大阪地区における阪神高速道路の時間交通量の 24 時間交通量に対する比率をもとに、時間帯ごとの OD 交通量の変化を考慮することとし、1 時間ごとの OD 交通量を作成した⁴⁾。

(c) リンクデータ

リンクパフォーマンス関数には BPR 関数を用いた。各リンクのパラメータ値は、阪神高速道路配分システムにおいて設定された Q-V ランク値にもとづいて設定している。また、高速道路料金については、時間価値 80[円/分・台]を用いて所要時間に置き換え、当該リンクの所要時間に付加している。

(2) 一般街路への迂回交通量の算定

つぎに、都市高速道路の渋滞シミュレーションをもとに、一般街路への迂回交通量の算定をおこなう。ここで、一般街路への迂回交通量は、オンランプ上流側の料金所待ちスペースの長さを待ち行列長が超過したときに、到着した車両がすべて一般街路へ迂回するものと仮定した。

まず、阪神高速道路堺線における各オンランプの



図-1 対象道路網

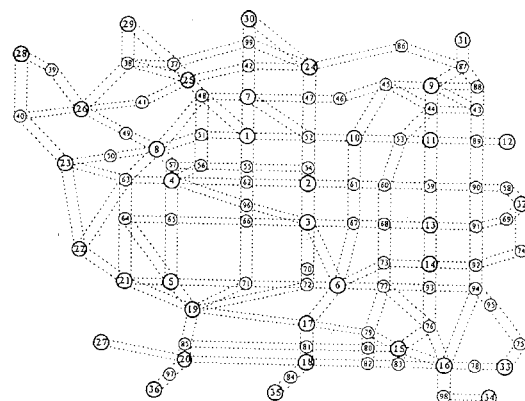


図-2 一般街路のネットワーク

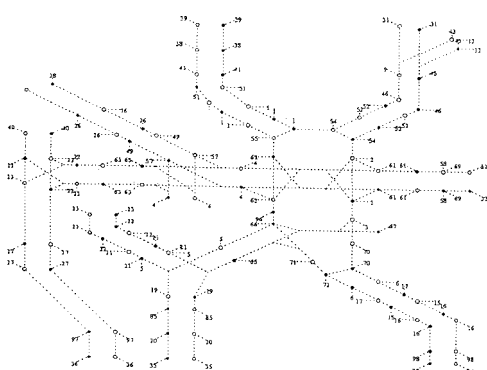


図-3 阪神高速道路のネットワーク

料金所許容待ち台数を、入口近傍の道路構造を考慮して設定する。堺集約料金所では、安井町交差点からの入口と、第二阪和道路からの入口とに分かれている。各々の許容待ち行列長は、安井町からの入口

が 400m、第二阪和道路からの入口が 1,200m と設定した。同様に、住之江オンランプの許容待ち行列長は 300m、玉出オンランプの許容待ち行列長は 500m と設定した。これらの許容待ち行列長と、待ち行列における平均車頭距離をもとに、各オンランプの許容待ち台数を設定する。ここでは、大型車の平均車両長を 8.90m、普通車の平均車両長を 4.97m、平均車間距離を 2.50m と設定している。また、大型車混入率は実測値をもとに、堺集約料金所、住之江オンランプ、玉出オンランプをそれぞれ 0.27、0.42、0.31 と設定する⁵⁾。

これらの設定により、シミュレーションにより求められる単位時間ごとの待ち行列長をもとに、一般街路への迂回交通量を算定する。また阪神高速道路への流入交通量は、迂回交通量に相当する量を減じることとする。

算定された一般街路への迂回交通量を 1 時間ごとに集計し、上述の交通量配分における時間帯別交通量に加算する。これを用いて交通量配分をおこなうことにより、迂回交通量を考慮した一般街路の交通量、所要時間を算定する。一方、迂回交通が発生する分、本線への流入交通量は減少するため、高速道路本線上の交通状況も変化することになる。

(3) 現況再現結果

ここでは、現況交通量にもとづきシミュレーションと交通量配分をおこなった場合の結果をみる。

阪神高速道路堺線と一般街路（ルート 1：国道 26 号線・国道 25 号線、ルート 2：府道大阪和泉南線・市道難波境川線）の 1 時間ごとの平均所要時間の比較を図-4 に示す。午前 6 時台は道路網全体の交通量が少ないため、一般街路がルート 1、ルート 2 とともに 30 分強であるのに対して、高速道路を利用した場合は約 14 分で到着する。ところが午前 7 時台に入ると、交通量が急増するため、高速道路、一般街路とも午前 6 時台に比べて所要時間は約 2 倍を要している。午前 8 時台以降は交通量が緩やかに減少するので、平均所要時間は高速道路、一般街路とも徐々に減少に向かっている。

このように、時間帯ごとの交通量の変化にともなう都市高速道路、一般街路の交通状況の変化を推計することができる。

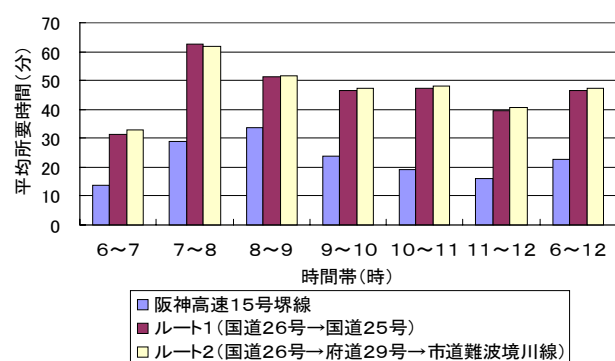


図-4 都市高速道路と一般街路の所要時間の比較

4. 流入制御方法による影響の比較

(1) 対象制御方法

ここでは、構築した渋滞シミュレーションを用いて、都市高速道路の流入制御を対象に、交通制御の影響の検討をおこなう。流入制御は、高速道路本線上の渋滞が発生した場合、オンランプにおいて流入交通量を制限することにより交通渋滞の緩和を図るものである。しかしながら、流入交通量を制限することにより料金所での待ち行列が延伸することから、一般街路にも影響を及ぼすことになる。このため現実的な制御においては一般街路への影響を考慮しながらおこなう必要がある。ここでは、各々の制御方法が高速道路本線上の交通状況に及ぼす影響をみるとともに、一般街路への影響評価もおこなう。比較対象とする流入制御は、以下の方法である⁶⁾。

〔制御 0〕基本ケース（制御なし）：ケース間比較のための基本ケースとする。

〔制御 1〕入路閉鎖ブース制限方式（現行の制御方式）：渋滞の延伸に応じて、制御対象入路と開口ブース数を設定した制御要領にもとづき、制御対象入路の開口ブース数を減少させる。

以下の 3 種の方法は入路流入調整方式と呼ばれる。これは、入路閉鎖ブース制限方式を基本としたブースごとの制御率にもとづいて、ブースを開放した状態で流入する車両の流入間隔を調節する方式である。制御率の算定方法の違いにより、以下の 3 パターンが検討されている⁶⁾。

〔制御 2-1〕入路流入調整方式 1：全制御対象入路で制御率を算定するが、許容待ち台数を超えた場合は当該入路の制御を解除する。

〔制御 2-2〕入路流入調整方式 2：全制御対象入路

で制御率を算定し、入路許容待ち台数を超えた場合でも制御を継続する。

[制御 2-3] 入路流入調整方式 3：許容待ち台数を超過しない入路で制御率を算定する。許容待ち台数を超えた場合は当該入路の制御を解除する。制御を解除した場合、残りの入路に対して必要な流入量を満たす制御率を設定する。

（２）交通状況の比較

つぎに、構築したシミュレーションを用いて、流入制御方法による影響の比較をおこなう。

まず、各流入制御方法における車両 1 台あたりの所要時間の時系列的变化を図-5 に示す。ここで所要時間は、本線上の旅行時間と料金所での待ち時間の和で表される。本線上の旅行時間は、堺本線集約料金所を 5 分ごとに出発する車両の環状線合流部までの所要時間である。最大となる所要時間を〔制御 1〕と比較すると〔制御 2-1〕では微増し、〔制御 2-3〕ではやや減少している。〔制御 2-2〕では〔制御 1〕に比較して約 10 分の減少となっている。

つぎに、都市高速道路、一般街路それぞれについて、すべての走行車両の総旅行時間を制御方法ごとに比較する。これを図-6 に示す。制御方法によって高速道路上の総旅行時間は大きく変動しているのに対し、一般街路の総旅行時間の変化は微小であることがわかる。このため、対象道路網を総合的にみると、全体的には流入制御方法の違いが一般街路に及ぼす影響は、高速道路本線上に及ぼす影響に比べれば小さいことがわかる。たとえば〔制御 1〕と〔制御 2-1〕を比較すると、高速道路本線上の総旅行時間は 6,060[台・時]から 7,703[台・時]に増加しているのに対し、一般街路の総旅行時間は 14,275[台・時]から 14,166[台・時]とわずかな減少にとどまっていることがわかる。

５．おわりに

本研究では、都市高速道路の流入制御などの交通制御方法を反映し、都市道路網全体での評価が可能な渋滞シミュレーションの拡張をおこなった。

今後の課題としては、本研究では料金所で許容待ち台数を超えた交通量がすべて一般街路へ迂回する

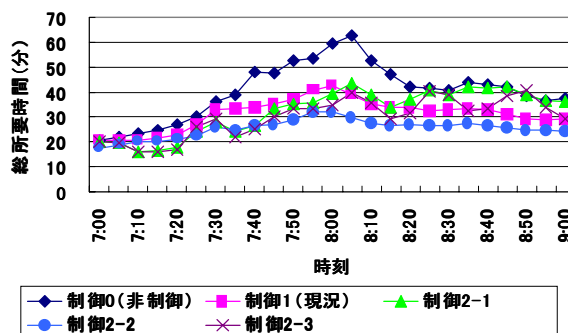


図-5 車両 1 台当たりの所要時間の比較

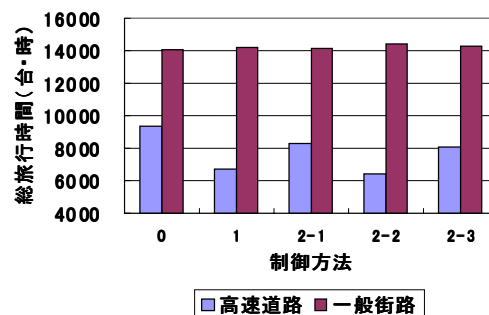


図-6 高速道路・一般街路の総旅行時間の比較

ものと仮定したが、本線上の交通状況や待ち行列長に応じた呼損率の設定や、都市高速道路を利用するか否かを選択する利用者の経路選択行動を内生化したモデルの拡張をおこなうことが考えられる。

謝辞

本研究の計算、プログラム作成に当たっては、岐阜大学工学部学生（現・名古屋市役所勤務）山本具教氏にご協力いただいた。ここに記して感謝の意を申し上げる。またデータの収集に当たっては、阪神高速道路公団、株式会社都市交通計画研究所にご協力いただいた。あわせて感謝の意を申し上げる。

参考文献

- 1) 土田貴義，横山剛士，秋山孝正：渋滞シミュレーションを用いた交通管理支援システムの構築，土木計画学研究・論文集，No.16，pp.879-886，1999.
- 2) 秋山孝正，土田貴義，小川圭一：個別車両挙動を考慮した都市高速道路の渋滞シミュレーションの構築，土木学会論文集，No.702/IV-55，pp.103-115，2002.
- 3) 安田幸司，大藤武彦，秋山孝正：高速道路乗り継ぎ制の適用性に関する検討，土木計画学研究・論文集，No.13，pp.893-900，1996.
- 4) 阪神高速道路公団：第 17 回阪神高速道路起終点調査報告書，1985.
- 5) 阪神高速道路公団，(社)交通工学研究会：阪神高速道路の交通渋滞対策に関する調査研究報告書，1982.
- 6) 武居克兒，雪本雄彦，奥嶋政嗣，大藤武彦：都市高速道路における流入調整方式による入路制御手法の評価，第 21 回交通工学研究発表会論文報告集，pp.233-236，2001.