

マクロ交通シミュレーションを用いた大型車交通施策の評価に関する研究*

Assessment of Measures for Heavy Vehicles with Macroscopic Traffic Simulation*

中村有克**・谷口栄一***・山田忠史****

By Yuuki NAKAMURA **・Eiichi TANIGUCHI ***・Tadashi YAMADA ****

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

近年の物流の高度化に伴い、大都市における大型車、とりわけ、貨物車の都市内交通への影響が軽視できなくなっている。このような状況において、大型車に対する交通マネジメント施策が必要とされている。たとえば、欧州の主要都市においては、都市内の大型車走行規制やロードプライシングなどの施策が実施・検討されており、施策の導入事例が今後増加することが予想される¹⁾。したがって、貨物車交通施策の適用が都市内交通に及ぼす影響を、的確に評価することが必要である。

本研究では、乗用車交通と大型車交通の走行特性の相違が表現できるようなマクロ交通シミュレータLEGA TO(Length and GAP based Traffic simulatOr)を提案し、LEGATOを用いて、貨物車交通施策の実施を念頭に置きながら、大型車に対する交通マネジメント施策の評価について基礎的検討を行う。なお、LEGATOの開発に際して、定点観測カメラの映像により、乗用車交通と大型車交通との走行特性の相違を分析する。

(2) 本研究の位置付け

交通シミュレーションは、1970年代より開発が行われ、交通現象分析や交通施策の実施効果の分析・評価などに適用されている。交通シミュレーションモデルは、交通流を連続的な流体として取り扱うマクロモデルと個別の車両の挙動について詳細に取り扱うミクロモデルに大別できる²⁾。

ミクロ交通シミュレーションは、車両挙動や経路選択を詳細に表現できる。車両移動のロジックには、追従モデルが用いられることが多い。追従理論における追従車両の加速度は、反応遅れ時間と前車との速度差に

関係する³⁾。REST, SIMR, tiss-NET, VISITOKなどのモデルがあり、さまざまな事例に適用されている⁴⁾。なお、一般的に、このような交通シミュレーションは、パラメータ数が多く、計算時間を要するために、一般的に、大規模な道路ネットワークへの適用は困難である。

一方、マクロ交通シミュレーションは、交通流を連続的な流体あるいは車群として扱うため、車両移動のロジックが比較的単純であり、大規模な道路ネットワークへの適用が容易である。わが国のマクロ交通シミュレーションは、1970年代のブロック密度法とインプット・アウトプット法の開発に始まり、近年では、AVENUEやSOUNDといったモデルが多用されている^{5),6)}。

AVENUE⁷⁾は、交差点改良や信号制御だけでなく、交通規制、経路誘導、駐車場整備など、地区レベルの交通施策評価も可能である。SOUND⁸⁾は、経路選択機能を内生化し、広域道路ネットワークの交通状況を再現するために開発されたものである。その他のモデルとして、例えばBOXモデル⁹⁾は、ボックス間のフローの受け渡しによってリンクフローを表現する。また、HEROINE¹⁰⁾は、交通管制システムに導入され、リアルタイムでの交通状況の予測に有用である。

大型車の取り扱いが、本研究では重要な意味を持つ。AVENUEでは、車両が離散的に扱われているため、大型車は考慮されている¹¹⁾が、車種ごとに乗用車換算係数が適用されているに過ぎない。BOXモデルにおいても同様に、乗用車換算係数を用いて表現されている。SOUNDでは、大型車については、乗用車換算係数を用いてQ-K関係を修正することで対応されている¹²⁾。本研究では、車両を離散的に扱い、大型車交通の乗用車交通への混入による影響が表現できるようなマクロ交通シミュレータの開発を試みる。このような交通シミュレータを用いることにより、広域な道路ネットワーク上を走行する大型車が、貨物車交通施策によりどのような影響を受けるのか、より詳細に分析可能となる。

2. 交通流特性の把握

乗用車交通と大型車交通の走行特性の相違を把握するために、高速道路上の定点観測カメラの映像を用いて、車

*キーワード: 交通計画評価, 物流計画

**学生員, 京都大学大学院工学研究科
(京都府京都市左京区吉田本町,
TEL075-753-4788, FAX075-752-5303)

*** フェロー会員, 工博, 京都大学大学院工学研究科
(京都府京都市左京区吉田本町,
TEL075-753-4789, FAX075-752-5303)

**** 正会員, 工博, 京都大学大学院工学研究科
(京都府京都市左京区吉田本町,
TEL075-753-4787, FAX075-752-5303)

間距離に関する解析を行った。本研究では、一般的に用いられる車頭距離ではなく、車間距離に注目している。その理由として、車間距離は、他のドライバーへの心理的な影響などを反映しており、大型車が混入することの影響をより的確に表していると考えられること、および、

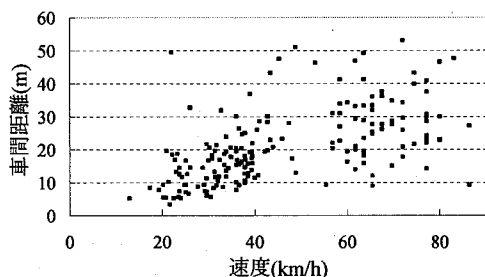


図-1 速度と車間距離の関係(乗用車—乗用車)

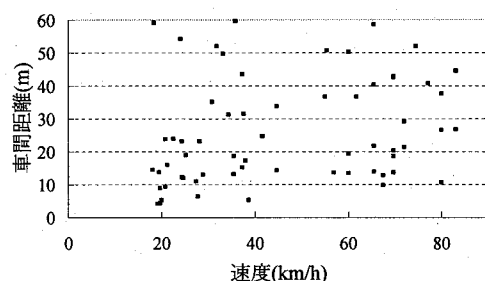


図-2 速度と車間距離の関係(乗用車—大型車)

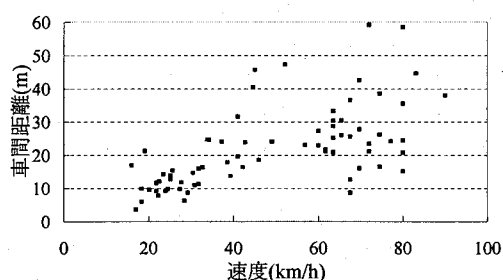


図-3 速度と車間距離の関係(大型車—乗用車)

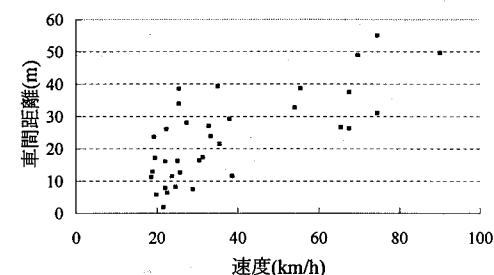


図-4 速度と車間距離の関係(大型車—大型車)

車頭距離では大型車の車長が関係するので、前方走行車両が大型車の場合、車間距離の影響が過小評価される可能性があることが挙げられる。

定点観測カメラの映像は、阪神高速道路の平日昼間のものである。観測地点は、いずれもほぼ直線の区間であり、分合流の影響が無く、交通量や速度が異なる3地点である。道路上の2点を定めて測定区間(区間長=20m)とし、その区間を走行する車両の通過時間を測定することにより、車両の速度を求めた。車間距離については、測定区間の両端において、前方走行車両との車間距離を測定し、その平均値を当該車両の車間距離とした。その際、前方走行車両と追従車両の車種により、車間距離を分類した。

前方走行車両と追従車両の車種ごとに、追従車両の走行速度と車間距離の関係を示したものが、図-1～図-4である。なお、図の表題における「乗用車—大型車」の表記は、前方走行車両が乗用車であり、追従車両が大型車であることを表している。

速度—車間距離の関係については、特に自由流領域で、運転者の特性などにより、かなりのばらつきが生じている。本来、自由流領域では、各車両が自由に走行できるため、車間距離にばらつきが発生するのは妥当であると考えられる。しかし、本研究では、自由流領域において追従挙動と自由走行を区別しておらず、前方走行車両と離れて自由走行している車両の車間距離も含まれている。そのことも、ばらつきの発生に影響しているものと推察される。一方、渋滞流領域では、速度が上昇するにつれて、車間距離に増加傾向がみられる。また、追従車両が大型車の場合、乗用車の場合と比べて、渋滞流領域においても、ばらつきが大きくなる傾向がある。渋滞流領域において車間距離が非常に小さいケースでは、車間距離の正確な計測が困難であった。このことも、ばらつきが生じることの一因であると推察される。

前方走行車両と追従車両の車種の違いによって、速度—車間距離関係が相違するかどうかについて、分散共分散行列の同等性の検定¹³⁾を行った。帰無仮説を「2群の分散共分散行列は等しい」とし、前方走行車両と追従車両の車種の違いを考慮した全6通りについて、有意水準5%で検定した。その結果、3通りのケース(乗用車—乗用車と乗用車—大型車を検定したケース、乗用車—大型車と大型車—乗用車を検定したケース、乗用車—大型車と大型車—大型車を検定したケース)において帰無仮説が棄却され、車種の組み合わせによっては、2群の分散共分散行列は等しくないという結果が得られた(表-1)。すべての組み合わせではないとはいえ、前方走行車両と追従走行車両の車種の違いによって、速度—車間距離関係に相違のあることが示唆された。したがって、前方走行車両と追従走行車両の速度—車間距離関係を車

表-1 分散共分散行列の同等性の検定結果

検定ケース	有意確率	検定結果
乗用車-乗用車と乗用車-大型車	4.11E-07	棄却 (有意確率 ≤ 0.05)
乗用車-大型車と大型車-乗用車	0.000543	
乗用車-大型車と大型車-大型車	0.002409	
乗用車-乗用車と大型車-乗用車	0.642688	採択 (有意確率 > 0.05)
乗用車-乗用車と大型車-大型車	0.18512	
大型車-乗用車と大型車-大型車	0.451307	

種別に分類することは有用であると考えられる。

3. 交通シミュレータの概要

(1) モデルの概要

上述のように、既存のマクロ交通シミュレーションでは、基本的に、個々の車両の交通流特性が考慮されておらず、それゆえ、大型車交通流の影響をあまり正確には評価できないものと考えられる。本研究では、貨物車などの大型車に対する施策を評価するので、乗用車換算係数を用いて交通流全体を表現するのではなく、大型車交通の走行を明示的に考慮した交通シミュレータの開発を目指す。

既存モデルと同様に、本研究で提案する交通シミュレーションモデルも、交通流モデルと経路選択モデルから構成される。交通流モデルにおいては、リンク内の車両移動が表現され、リンク内において下流側にある車両から順次移動する。移動の完了した前方走行車両に対して、移動しようとする追従車両は、前方走行車両との距離だけ進めると仮定して、速度を算定する。その際、算定された速度で走行するにあたって必要とされる車間距離を、速度-車間距離関係から算出することによって、移動距離を求める。速度-車間距離関係については、上述の観測データを基にして、前方走行車両と追従車両との車種の組み合わせにより、異なったパラメータを用いる。これによって、乗用車と大型車の挙動の差異を表現する。リンク上の車両移動に関する計算フローを図-5に示す。

具体的には、自由走行速度は乗用車と大型車の2種類の値を、臨界密度は前方走行車両と追従車両の組み合わせに応じて4種類の値を与える。あるリンクにおける自由走行速度と臨界密度の推定値が、それぞれ80km/h、40台/km/車線とする。このとき、自由走行速度の推定値は乗用車の自由走行速度として、臨界密度の推定値は、前方走行車両が乗用車で追従車両も乗用車の場合の臨界密度として用いる。一方、大型車の自由走行速度は、速度規制や大型車の性能などを考慮して、推定値を基にして72km/hと仮定した。また、上記以外の車種の組み合わせに関する臨界密度については、上述の推定値を基にして、37台/km/車線（乗用車-大型車）、31台/km/車線（大型車-乗用車）、32台/km/車線（大型車-大型車）とした。

大型車を明示的に考慮することの特徴的な点として、乗用車と大型車の車長の相違、車間距離の相違が挙げられる。乗用車と大型車の車長の相違については自明であり、車間距離の相違については、上述の定点観測カメラを用いた調査結果で示された。これらのことについてモデル内では、各車種に応じた車長と、前方走行車両と追従車両の車種の組み合わせに応じた車間距離を用いる。

経路選択には、Dijkstra法による最短経路探索を適用する。その際、大型車については、走行可能な経路についてのみ最短経路探索を行う。

交通シミュレーションを行うための入力値は、主に車両と道路ネットワークに関するデータである。車両データは、OD交通量を基にして、個々の車両に対して、出発時間、発着ノード、車種（乗用車、大型車）、経路選択特性（詳細は後述）、車間距離特性である。一方、道路ネットワークデータは、リンク長、レーン数、自由走行速度（乗用車、大型車）、道路種別である。なお、交通シミュレーションの出力値は、車種ごとの総走行時間、リンク旅行時間、リンク交通量、リンク走行速度などである。

(2) 現況再現性

阪神高速道路のベンチマークデータセット（平成6

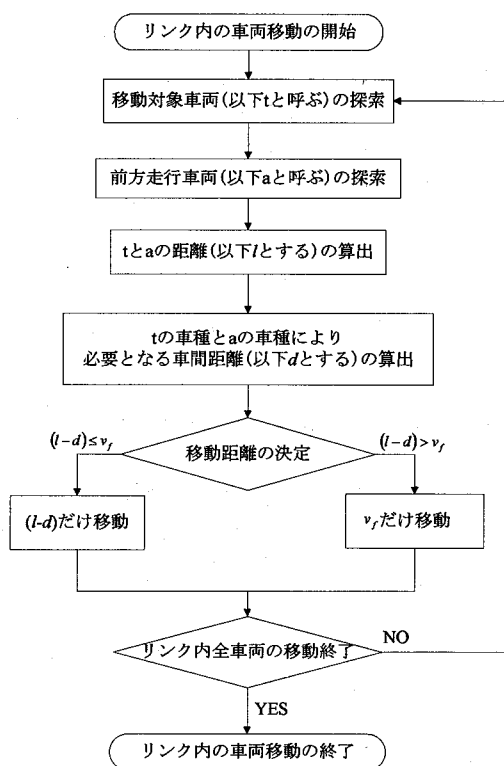


図-5 リンク上の車両移動に関する計算フロー

年)¹⁴⁾を用いて、上記の交通シミュレータの再現性を検証した。対象区間は、阪神高速神戸線より月見山～西宮IC間であり、ベンチマークデータセットの車両検知器データ、起終点調査データ、ネットワークデータを用いた。起終点調査データは1時間ごとのODデータであり、ネットワークはノード数11、リンク数10である(図-6)。車両検知器データは、シミュレーション値と比較するために、さらには、各リンクに関するパラメータを推定するために用いた。シミュレーションを行うスキャンインターバルは6秒とし、入力データに基づき24時間のシミュレーションを行う。シミュレーション上で車間距離を決定する方法には、以下の式(1)のような、ドレイクの速度-密度曲線³⁾を基にした速度-車間距離関係を用いた。

$$v = v_f e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{k}{k_0} \right)^2} \quad (1)$$

v_f : 自由走行速度

k_0 : 臨界密度

対象区間の車両検知器データより、最小二乗法を用いて、ドレイクの速度-密度曲線のパラメータ、自由走行速度、臨界密度を推定した。対象区間において推定したパラメータを表-2に示す。

交通シミュレーションによる出力値と車両検知器データ値の比較を、交通量について図-7、図-8に、平均走行速度について図-9、図-10に示す。なお、以降の交通施策の効果分析において、交通量や走行速度が評価指標の値に大きな影響を及ぼすため、再現性の検証には注意を要する¹⁵⁾ものの、本研究では、交通量と平均走行速度に注目した。

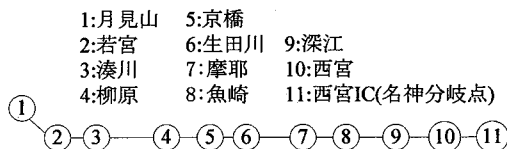


図-6 対象道路ネットワーク(阪神高速神戸線)

表-2 推計パラメータ(対象区間)

区間	自由走行速度 (km/h)	臨界密度 (台/km/車線)
月見山～若宮	70	45
若宮～湊川	73	45
湊川～柳原	77	42
柳原～京橋	71	46
京橋～生田川	71	45
生田川～摩耶	81	43
摩耶～魚崎	81	41
魚崎～深江	81	43
深江～西宮	83	42
西宮～西宮IC	100	43

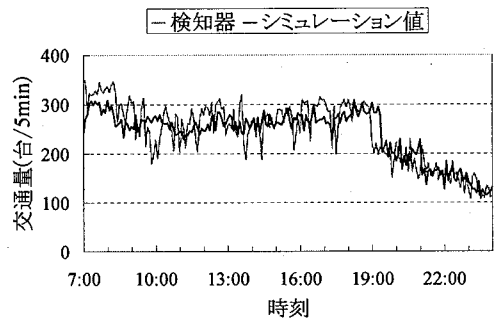


図-7 交通量比較(5分間, 生田川～摩耶間)

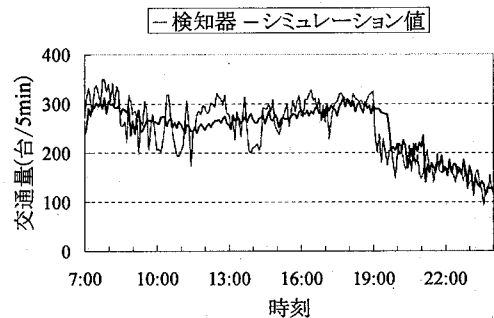


図-8 交通量比較(5分間, 魚崎～深江間)

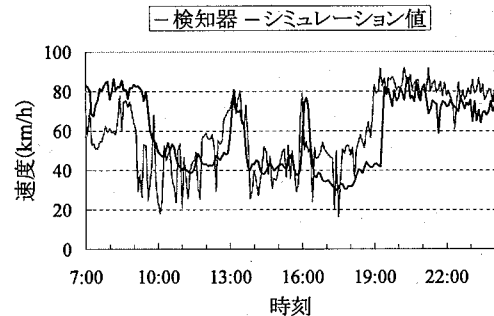


図-9 平均走行速度比較(5分間, 生田川～摩耶間)

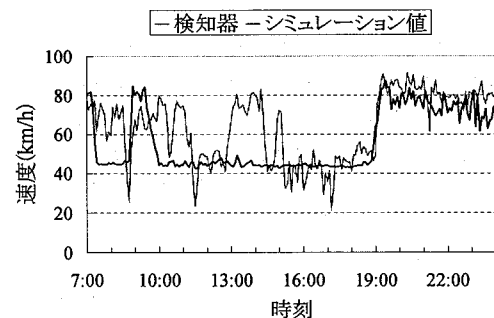


図-10 平均走行速度比較(5分間, 魚崎～深江間)

多少の差異がみられるものの、シミュレーションによって交通量が概ね再現されている(図-7、図-8)。また、図-9より、平均走行速度については、渋滞時の

速度低下や自由走行時の走行速度などにおいて、かなり一致しており、再現性が完全であるとは言えないまでも、ほぼ良好な再現性が示されているといえる。一方、図-10のように、再現性が十分とは言えない区間も存在した。全体的な傾向として、交通量に関しては、全区間において図-7や図-8と同様の精度が得られた。一方、平均走行速度に関しては、上流側の区間（月見山～摩耶間）では、図-9のような良好な結果が得られたが、下流側の区間（摩耶～西宮 IC 間）では、図-10のような結果が一部でみられた。このような結果の原因の一つとして、西宮 IC の先の区間の交通状況が反映されていないために、先の区間において発生するはずの渋滞延伸効果が考慮されていないことが考えられる。しかし、総じて、提案する交通シミュレーションの交通量および走行速度の再現性は、良好であると判断できる。

次に、交通シミュレータの再現性について、LEGATOと既存の手法とで比較する。上述のように、既存の交通シミュレータでは通常、乗用車換算係数を用いて大型車が取り扱われている。そこで、乗用車換算係数をLEGATOに適用し、車種別の車間距離を考慮せず、同様の検証データを用いて交通シミュレーションを行うことにより、車種の相違を明確に考慮してシミュレーションを行うことの効果を調べた。このとき、乗用車換算係数の値を2.0とする、つまり、大型車1台を同時刻に2台の乗用車を発生させることで表現する。このように、大型車を乗用車に換算することで交通シミュレーション上の車両は均質となり、LEGATOの速度-車間距離関係に基づく車両移動手法は、速度-車頭距離関係における車両移動手法と同等のものとなる。したがって、乗用車換算係数を用いたLEGATOは、従来のマクロ交通シミュレータと同様のものであると考えられる。

乗用車換算係数を用いた場合の計算結果を、図-11～図-14に示す。車種別の車間距離を考慮した場合の結果（図-7～図-10）と比較すると、交通量の再現精度には概ね差がないことが見て取れる。一方、平均走行速度については、交通流が自由走行に変化する時間帯に遅れが生じており、車種別の車間距離を考慮した場合と比べて、低精度であることがうかがえる。また、車種別の車間距離を考慮した場合の方が、低速からの一時的な速度上昇の様子が的確に再現されている。これらの点から、車種別の車間距離を考慮した場合の方が、性能に優れると判断される。

4. 大型車流入規制の効果分析

(1) 問題設定

上述のように、乗用車換算係数を用いた手法と比較して、本研究で開発したマクロ交通シミュレータLEGAT

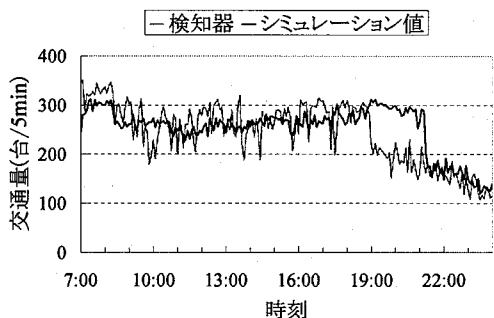


図-11 交通量比較(5分間、生田川～摩耶間、乗用車換算係数を用いた場合)

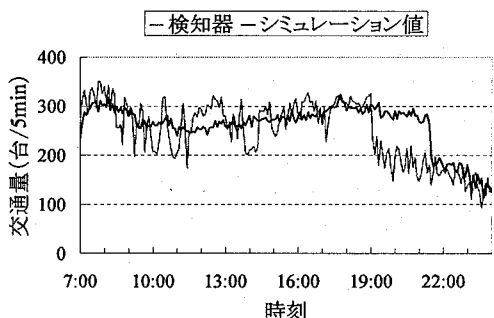


図-12 交通量比較(5分間、魚崎～深江間、乗用車換算係数を用いた場合)

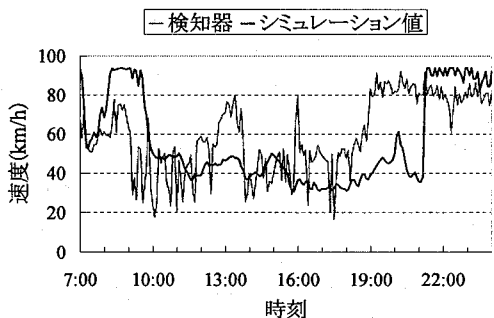


図-13 平均走行速度比較(5分間、生田川～摩耶間、乗用車換算係数を用いた場合)

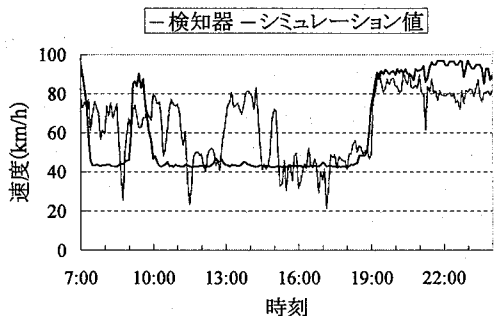


図-14 平均走行速度比較(5分間、魚崎～深江間、乗用車換算係数を用いた場合)

Oは走行速度の再現性に優れており、大型車交通の走行を明示的に考慮している点で、大型車交通施策を評価する際に有用であると考えられる。したがって、LEGATOを用いて、仮想道路ネットワークを対象として、大型車に対する交通マネジメント施策の効果について基礎的検討を行う。具体的な施策として、大型車流入規制に注目し、その効果について評価する。

対象道路ネットワークを図-15に示す。ネットワークはリンク長3km、ノード数36、リンク数120の格子状とする。図中の太線は、対象地域の中心部を表す。中心部のノードにおいては、発生交通量を他のノードの1.5倍とし、リンクの自由走行速度も他のリンクと比べて小さくした。具体的には、自由走行速度を、中心部以外のリンクで48km/h、中心部のリンクで36km/hと仮定した。

本研究では、流入規制を実施する区域を2種類設定する(図-16、図-17)。図中の網掛け部分が流入規制区域に相当する。規制区域内のリンクは、流入規制を実施しない場合に交通混雑が大きな地域であり、そのエリアの交通状況の改善を目的に、流入規制が施行されると想定する。図-16のケース1は、交通混雑が発生している中心部に対して、流入規制を実施した場合である。図-17のケース2は、ケース1で交通状況が悪化した規制区域周辺部のリンクを含んで、規制区域を設定した場合である。いずれのケースも、ネットワーク上の総OD交通量を33万台、大型車混入率を15%、情報利用層の割合を15%と30%の2ケースと設定する。シミュレーションのスキューンインターバルは6秒とし、24時間のシミュレーションを行う。

情報利用層とは、ある一定の時間間隔(5分とする)おきに交通流モデルより得られる旅行時間情報を用いて、Dijkstra法により最短経路探索を行い、走行経路を変更するような車両のことであり、あらかじめ利用経路を決定している経路固定層と区別するために設定した。情報利用層の割合は、VICSの普及率を基にして15%と設定し、その比較対象として、普及が進んだケース(30%)も用いた。

流入規制が実施された場合、流入規制区域内のノードでは、大型車の発生・集中が不可能となる。本研究では、大型貨物車への施策の実施を想定しているので、小型貨物車に転換して流入規制地域内への集配送が行われるものと仮定した。それゆえ、大型車1台が乗用車2台に転換されるものと仮定する。したがって、流入規制を行った場合、乗用車の総走行台数が増加し、大型車の総走行台数が減少する。

(2) 計算結果

流入規制を実施する場合、しない場合のそれぞれについて、交通シミュレーションを行った。施策の交通混雑

および環境負荷に及ぼす影響に注目し、道路ネットワーク上の総走行時間とNOx排出量を用いて、施策の効果を分析する。

道路ネットワーク全体での総走行時間に関する計算結果を図-18に示す。図中のパーセントの数値は、情報利用層の割合を示している。流入規制を実施する場合(ケース1)としない場合を比較すると、流入規制の実施により、情報利用層が15%のケースでは、乗用車の総走行時間が約3%減少している。一方、大型車の総走行時間は約10%増加している。また、情報利用層が30%のケースでは、乗用車の総走行時間が約1%減少し、大型

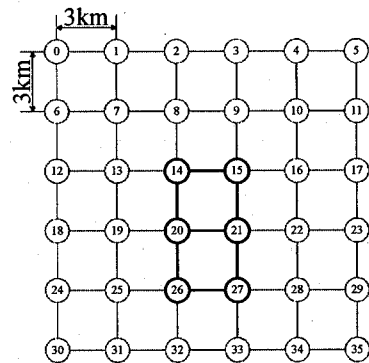


図-15 対象道路ネットワーク

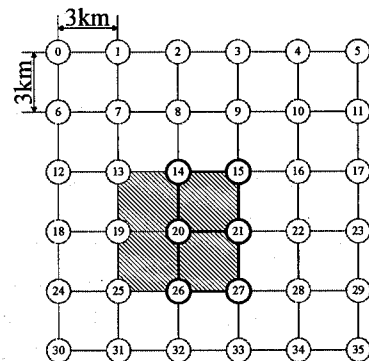


図-16 流入規制区域(ケース1)

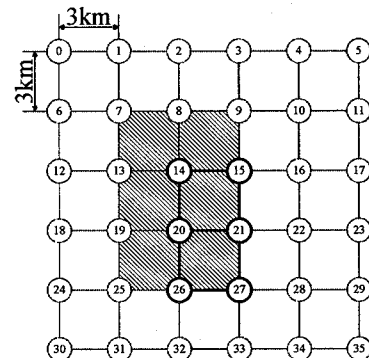


図-17 流入規制区域(ケース2)

□乗用車 ■大型車 ■乗用車(大型車からの転換分)

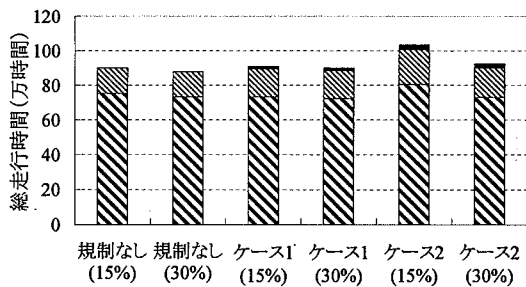


図-18 総走行時間(対象道路ネットワーク全体)

車の総走行時間が約11%増加している。流入規制により大型車に迂回する傾向が見られる一方で、情報利用層の乗用車が規制区域へ積極的に進入する傾向も見られた。これらによって経路分散の効果が期待されるが、情報利用層が30%のケースでは、規制区域内の走行が増大し、走行環境が悪化する。このことが、情報利用層の割合によらず、総走行時間に大きな相違がみられない原因だと考えられる。大型車は規制区域への進入ができないために、台数そのものは減少したが、総走行時間は増加している。その理由として、規制区域を迂回する、あるいは交通混雑の大きい経路を通らざるを得なくなったことが挙げられる。

次に、ケース2に注目すると、情報利用層が15%のケースでは、乗用車の総走行時間が約6%、大型車の総走行時間が約36%増加している。また、情報利用層が30%のケースでは、乗用車の総走行時間にはほぼ変化がないが、大型車の総走行時間が約15%増加している。ケース1と比較すると、情報利用層が15%のケースで、総走行時間が、かなり増加している。その要因として、ケース2では、流入規制区域が拡大されたことにより、大型車の選択可能経路が限定されてしまうので、流入規制区域外の交通状況が悪化するために、乗用車と大型車の双方ともに総走行時間が増加するものと考えられる。とりわけ、情報利用層が15%のケースでは、交通の集中により総走行時間が大幅に増加している。

次に、規制区域内の総走行時間を表-3と表-4に、NOx排出量を表-5と表-6に示す。規制区域内の総走行時間については、情報利用層が15%のケースの方が対象区域内の総走行時間は大きく、規制による改善効果も大きくなる。これは、情報利用層が15%のケースでは、30%のケースと比べて情報を利用する乗用車が少ないために、規制区域内の走行と迂回による経路分散が、結果的に適切に行われたためだと考えられる。

NOx排出量については、ネットワーク全体では流入規制によって増加している。その理由として、大型車の迂回による走行距離の増加が考えられる。流入規制区域内

表-3 総走行時間(規制区域内、情報利用層15%)

	規制なし	ケース1	ケース2
ケース1の区域(時間)	220,207	162,291	-
ケース2の区域(時間)	310,500	-	245,948

表-4 総走行時間(規制区域内、情報利用層30%)

	規制なし	ケース1	ケース2
ケース1の区域(時間)	210,179	164,816	-
ケース2の区域(時間)	303,450	-	251,765

表-5 NOx排出量(規制区域内、情報利用層15%)

	規制なし	ケース1	ケース2
ネットワーク全体(kg)	288	309	338
ケース1の区域(kg)	66	29	-
ケース2の区域(kg)	96	-	45

表-6 NOx排出量(規制区域内、情報利用層30%)

	規制なし	ケース1	ケース2
ネットワーク全体(kg)	287	308	317
ケース1の区域(kg)	65	29	-
ケース2の区域(kg)	96	-	46

の排出量が情報利用層の割合によらず半減していることから、流入規制による規制区域外での環境悪化が示唆されている。

5. おわりに

本研究では、大型車の影響を考慮できるマクロ交通シミュレータLEGATOを開発し、大型車に対する交通マネジメント施策について基礎的評価を行った。開発した交通シミュレータLEGATOについては、現況再現性もほぼ良好であり、大型車の影響を明示的に考慮できるという点で有用であると考えられる。

LEGATOを用いて、大型車流入規制の効果について分析した結果、流入規制区域内において交通状況の改善が見られるものの、規制区域外においては交通状況が悪化することも確認された。この結果は、大型車流入規制を実際に行う場合において、対象区域の選定が重要であることを示している。また、LEGATOを用いることで、大型車の走行が明示的に考慮されることにより、大型車の迂回行動による走行時間の増加やNOx排出量の増加という結果が明確に示された。

今後は、流入規制を含む多様な交通施策について、詳細に、かつ、広範に分析する必要がある。また、貨物車交通の走行特性を明らかにした上で、貨物車交通施策の効果分析も検討すべきである。さらに、交通シミュレータそのものについても、適用範囲を拡大させることなどにより、一層の精度向上を図る必要がある。

LEGATOで用いられるパラメータは、臨界密度と自由走行速度であり、既存の交通シミュレータにおいて用いるパラメータと同じパラメータであるので、その点では、他の道路ネットワークへの適用も可能であると考えられる。ただし、その際には、パラメータ値の移転性、ならびに、パラメータ値を変更する場合の車間距離の正確な観測方法について、十分に検討しなければならない。

車種別の速度-車間距離関係に関する統計的検定の結果から、車種の組み合わせによっては、速度-車間距離関係に有意な差が見られなかった。差が生じる場合と生じない場合を特定するために、今後は、観測箇所やデータ数を増加するなどして、シミュレーションの精度向上に向けて、より詳細に分析する必要がある。

参考文献

- 1) 谷口栄一：現代の大都市物流，森北出版，2005。
- 2) やさしい交通シミュレーション，交通工学研究会編，2000。
- 3) 佐佐木綱，飯田恭敬：交通工学，国民科学社，1992。
- 4) 交通工学研究会：交通シミュレーション適用のススメ，交通工学研究会，2004。
- 5) H.Akahane, T.Oguchi, H.Oneyama: Saga of Traffic Simulation Models in Japan, Simulation Approaches in Transportation Analysis - Recent Advances and Challenges -, R.Kitamura and M. Kuwahara (eds.), Springer, pp.269-300, 2005。
- 6) 赤羽弘和，大口敬，小根山裕之：交通シミュレーションモデル開発の変遷経緯，技術資料37-5，2002。
- 7) 堀口良太，片倉正彦，桑原雅夫：都市街路網の交通シミュレータ-AVENUE-の開発，第13回交通工学研究発表会論文集，pp.33-36，1993。
- 8) 吉井稔雄，桑原雅夫，森田紳之：都市内高速道路における過飽和ネットワークシミュレーションモデルの開発，交通工学，Vol.30，No.1，pp.33-41，1995。
- 9) 飯田恭敬，藤井聡，内田敬：道路網における経路選択を考慮した動的交通流シミュレーション，土木学会論文集，No.536，IV-31，pp.37-47，1996。
- 10) K. Saita, F. Kurauchi, M. Okushima, T. Daito : Establishment of HEROINE (Hanshin Expressway Real-time Observation-based & Integrated Network Evaluator), The 9th World Congress on ITS, CD-ROM, 2002。
- 11) 堀口良太：交通運用策評価のための街路網交通シミュレーションモデルの開発，東京大学学位論文，1996。
- 12) 鈴木裕介，原隆広，桑原雅夫，森田紳之，吉井稔雄：都市高速道路における交通流シミュレーションモデルの適用，交通工学，Vol.38，No.1，pp.56-65，2003。
- 13) 竹内啓：数理統計学，東洋経済新報社，1963。
- 14) 交通シミュレーションクリアリングハウス：<http://www.wjste.or.jp/sim/index.html>
- 15) 堀口良太：動的交通シミュレーションの再現性指標に関する適正性の考察，土木計画学研究・論文集，Vol.20，No.4，pp.983-987，2003。

マクロ交通シミュレーションを用いた大型車交通施策の評価に関する研究*

中村有克**・谷口栄一***・山田忠史****

本論文では、高速道路上の定点観測カメラの映像を用いて、乗用車交通と大型車交通の交通流特性の差異を把握し、それを表現しうるマクロ交通シミュレータLEGATOを開発した。実際の道路ネットワークに適用することにより、LEGATOの現況再現性を確認するとともに、仮想道路ネットワークにおいて大型車流入規制の効果分析を行った。大型車流入規制を行うことにより、規制対象区域においては、総走行時間の減少、および、NOx排出量の削減がみられた。一方、道路ネットワーク全体においては、総走行時間は減少したが、NOx排出量は増加する結果となった。流入規制に関する複数の計算ケースから、対象区域の選定の重要性が確認された。

Assessment of Measures for Heavy Vehicles with Macroscopic Traffic Simulation*

By Yuuki NAKAMURA**・Eiichi TANIGUCHI***・Tadashi YAMADA****

This study aims to develop a macroscopic traffic simulator that can incorporate the characteristics of heavy vehicles for investigating the effects of urban transport measures. The performance of the simulator is identified using a real road network, and then the simulator is applied to a test road network for assessing the influence of access restrictions of heavy vehicles to city centre. Results showed that total travel times and NOx emissions reduce in the restricted area, but increase in the whole road network. The importance of selecting the areas where access restrictions are implemented is also identified.