

大型車交通を考慮したマクロ交通シミュレータの大規模道路ネットワークへの適用*

Application of The Traffic Simulator Considering Heavy Vehicles to The Large-sized Road Network*

中村有克**・谷口栄一***・山田忠史****・貴田淳司*****

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

1. はじめに

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、貨物車による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とされている。

そのため、大型車交通の走行を明示的に考慮し、周囲の車両へ及ぼす影響をも考慮した交通シミュレータの開発を行った²⁾。さらに、開発した交通シミュレータを阪神高速道路ベンチマークデータの単路部に適用し、現況再現性の確認を行った。

本研究では、開発した交通シミュレータを、大阪府域を模した道路ネットワークに適用し、道路ネットワークにおける交通状況の再現性の確認を行う。さらに、貨物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効果について検討を行う。また、交通シミュレータの現況再現性を詳細に検討するために、阪神高速道路全線の道路ネットワークに、交通シミュレータを適用する。

2. 交通シミュレータの概要

(1) モデルの概要

*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)

*****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)

既存のマクロ交通シミュレーションでは、交通を交通流として表現するため、基本的に個々の車両の交通特性は考慮されていない。それゆえに、大型車交通の影響を正確に反映しているマクロ交通シミュレータは少ないと考えられる。

本研究において用いるマクロ交通シミュレータ LEGATO²⁾ は、車長と車間距離に基づいて車両移動を行うものであり、乗用車交通と大型車交通の相違を表現する交通流モデルが用いられる。交通流特性の一つである速度-車間距離関係を前方走行車両と追従車両の車種の組み合わせによって分類し、大型車交通の影響を明らかにする。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。一般的な交通流特性として用いられる速度-車頭距離関係ではなく、速度-車間距離関係を用いる理由は、車間距離が大型車による他のドライバーへの心理的な影響などを反映していると考えられることや、車頭距離では大型車の車長の大きさが反映されてしまい、車間距離が小さく評価されることにある。LEGATOでは、乗用車と大型車との車間距離の相違が表現可能であり、交通流モデルにおいて前方走行車両と追従車両の車種の組み合わせによって異なるパラメータを用いて、車間距離を与える。これによって、大型車による交通への影響が表現でき、道路ネットワーク上の各リンクで大型車が増減することによる交通流への影響などが考察できる。

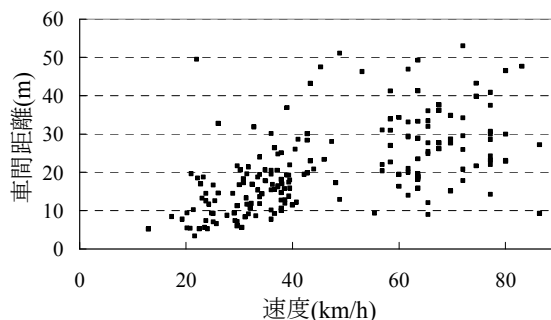
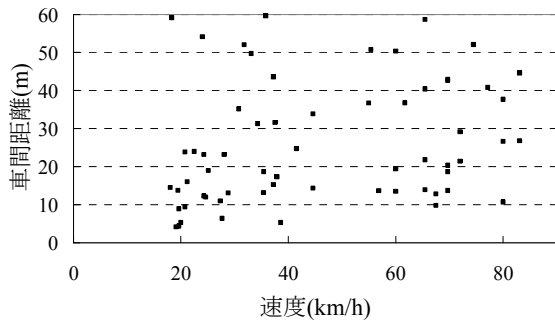
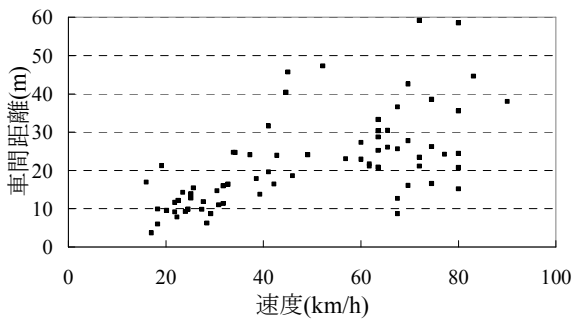


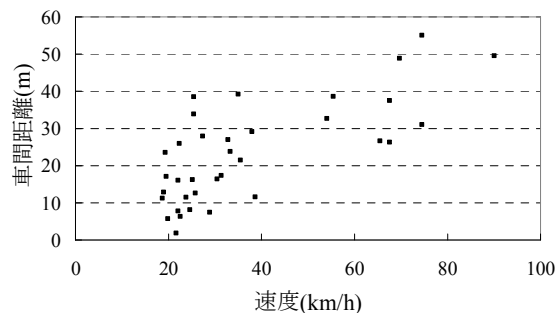
図-1 速度と車間距離の関係(乗用車-乗用車)



図一 速度と車間距離の関係(乗用車—大型車)



図二 速度と車間距離の関係(大型車—乗用車)



図三 速度と車間距離の関係(大型車—大型車)

(2) 交通流モデル

LEGATOの交通流モデルでは、車間距離の算出に、以下のような、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る。

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

v_f : 自由走行速度

k_0 : 臨界密度

速度—車間距離関係は、式(1)において、密度の逆数が車頭距離を表すことを用いて得られる。車間距離の算出にあたって、自由走行速度、臨界密度を車両走行時の前方走行車両と追従車両の車種の組み合わせにより異なる値を与えることで、乗用車交通と大型車交通の相違を表現している。具体的には、自由走行速度は小型車と大

型車の2種類、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。

(3) 経路選択モデル

経路選択モデルは、Dijkstra法による最短経路探索を適用する。その際、大型車は大型車の走行可能なネットワークのみに対して最短経路探索を行うようになっている。さらに、一般道と高速道路を区別するため時間価値を導入した。有料道路の通行料金を車種別に区分された時間価値で除すことによって、料金を時間に換算する。

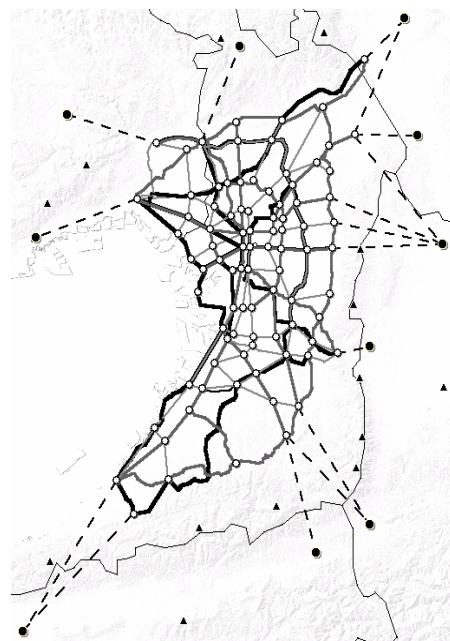
3. 都市内道路ネットワークへの適用

(1) 対象道路ネットワーク

本研究では、図一5に示すような大阪府域の道路ネットワーク(ゾーン数88、ノード数158、リンク数564)をシミュレーションの対象とした。この領域内の全ての国道、高速道路と一部の主要地方道をゾーン間のリンクとし、リンクの交差する点に発生・集中ノードを設置した。ゾーンは、市区町村単位とし、発生・集中ノードが複数存在するゾーンについては、道路交通センサスを参考にして適宜分割した。

(2) ODデータ

本研究では、平成11年度に実施された全国道路交通センサスの現況OD交通量を用いた。道路ネットワークに対し、道路交通センサスのBゾーンのデータに基づいてゾーン間OD交通量を与えた。また、シミュレーションを行うにあたり、車種は小型車と大型車の二種類を考



図一5 対象道路ネットワーク

慮しているため、普通貨物車とバスを大型車と区分し、その他の車種を小型車とした。その結果、総車両数は約540万台であり、そのうち、大型車が約68万台であった。

時間帯別車種別のOD交通量については、24時間のOD交通量に対し時間係数³⁾を適用することで時間帯別OD交通量とした。また、有料道路を考慮するために用いる時間価値は小型車60円/分、大型車100円/分とした。これらの値は、乗用車、小型貨物、バス、普通貨物に区分された時間価値⁴⁾に基づき算出された値である。

(3) 現況再現性

上述の問題設定に対して、マクロ交通シミュレータLEGATOの現況再現性を検証した。交通量の比較対象は、平成11年の道路交通センサスにおける12時間交通量、および、12時間の大型車混入率である。これらについて、高速道路と一般道路を含めた47リンクで比較した結果を図-6と図-7に示す。

これらの結果から、12時間交通量と大型車混入率ともに、ある程度の再現性が確保できたと考えられる。しかし、高速道路においては、交通量が過小に、大型車混入率が過大に推定される傾向が見られる。この結果は、高速道路上で小型車が過小に推定されていることを表している。この結果には、比較箇所の限定性と時間価値の正確性が関係しているものと考えられる。対象道路ネットワークにおいて、1つのリンクに複数の道路が集約されているため、道路交通センサスと正確に一致するリンクが限られている。

(4) 大型車走行規制の評価

次に、大型車に対する交通マネジメント施策の効果について検討するために、図-5中央部のある路線に対して、大型車の走行規制が施行されることを想定し、その影響を考察する。

大型車走行規制を終日実施する場合と実施しない場合を比較すると、大型車走行規制により総走行時間が約1割減少した。大型車走行規制により、大型車の走行経路が分散し、道路ネットワーク全体での交通状況は改善さ

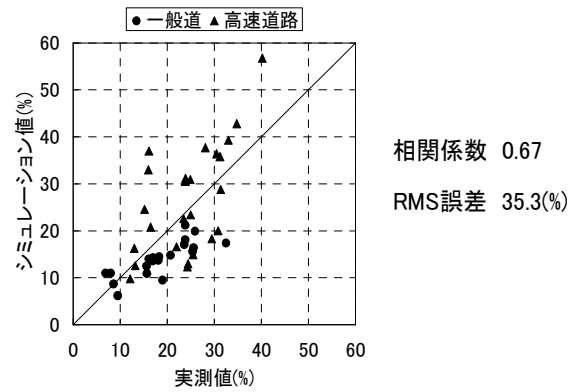


図-7 大型車混入率の比較

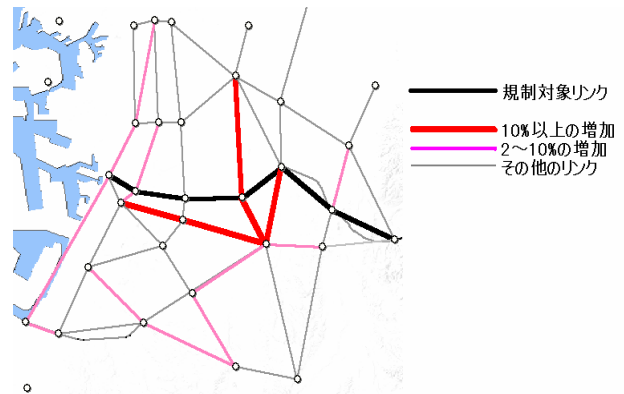


図-8 NOx排出量 (Case 1とCase 2の比較)

れている。しかし、図-8によると規制対象リンクの周辺では、大型車の迂回行動に伴い、NOx排出量が著しく増加する路線がみられる。

4. ベンチマークデータを用いた性能評価

(1) 目的

大阪府域を模した道路ネットワークは、実際の道路ネットワークと比べて、かなり粗い。また、ベースとなるODデータも平日24時間のデータであり、時間帯別ODデータの精度にも疑問がある。これらの点から、より信頼できる道路ネットワークおよびODデータを用いて、マクロ交通シミュレータLEGATOの性能を検証する必要がある。そのため、H6阪神高速道路ベンチマークデータセット⁵⁾を用いて、シミュレータの現況再現性を検討する。

使用データは、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である。車両検知器データは、シミュレーション値を比較するために、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。起終点調査データは、平成6年11月1日の時間帯別車種別ランブ間OD交通量である。

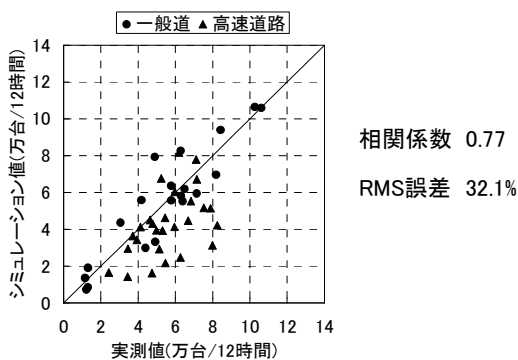


図-6 交通量の比較

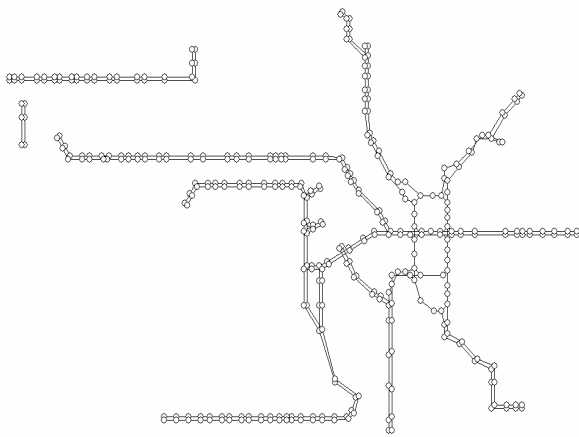


図-9 阪神高速道路ネットワーク図

表-1 推定パラメータ

路線	区間	自由走行速度 (km/h)	臨界密度 (台/km/車線)
環状線	長堀～道頓堀	75	39
	四ツ橋～信濃橋	71	44
池田線	豊中南～加島	84	32
	大阪空港～豊中北	81	31
東大阪線	高井田～森之宮	92	31
	森之宮～高井田	82	35
守口線	南森町出口～南森町入口	93	31
	北浜出口～扇町出口	87	30
松原線	駒川～文の里	75	37
	文の里～駒川	80	34
神戸線	魚崎～深江	81	43
	深江～魚崎	83	35

(2) 対象道路ネットワーク

阪神高速道路のネットワークの作成には、阪神高速道路ベンチマークデータセットにおけるネットワークデータを用いた。ネットワークデータは、本線データとアプローチデータから構成されるが、本研究では、アプローチデータは省略し、本線データのみを用いた。作成した道路ネットワークを図-9に示す。ネットワークはノード数372、リンク数379である。

各リンクのパラメータについては、車両検知器データを用いて推定を行った。本研究において、必要となるパラメータは自由走行速度と臨界密度である。これらのパラメータは、各リンクについて推定を行った。車両検知器データには各リンクの5分ごとの観測データが1日分収められている。これらのデータの中で、時間占有率、平均速度のデータを用いて推定を行った。時間占有率より交通密度を算出し、交通密度と平均速度を用いて最小二乗法によりドレイクの速度-密度曲線を推定した。これによって得られたパラメータの値の一例を表-1に示す。

ODデータについては、起終点調査データにおける時間帯別車種別ランプ間OD交通量を用いた。本研究では、アプローチデータを省略したために、本線ノードにおいて車両が発生・集中するものとした。

(3) 現況再現性

作成したデータを用いて交通流シミュレーションを行い、車両検知器データとの比較を行う。詳細な比較の結果については発表時に示す。

5. おわりに

本研究では、マクロ交通シミュレータLEGATOを用いて、道路ネットワークにおける現況再現性の確認および大型車に対する交通マネジメント施策について基礎的検討を行った。

LEGATOの現況再現性は、12時間交通量および大型車混入率について、比較的良好であった。しかしながら、1時間交通量や5分間交通量に対する検証や各リンク単位での交通量の変動や速度の検証については、まだ不十分である。今後、パラメータの設定や、交通流モデルの改良などを通して、さらなる現況再現性の向上を目指したいと考えている。また、本研究で用いた時間価値についても、より精度を高める必要がある。

本研究では、大阪府を模した道路ネットワークにおいて、大型車の流入規制の効果について検討を行い、総走行時間の減少および周辺道路ネットワークへの大型車の迂回行動を確認した。しかし、一経路の大型車走行規制のみの評価に止まっており、エリアに対する大型車進入禁止施策やロードプライシングなどの施策についても検討したいと考えている。

また、今後は、貨物車交通の特徴および影響を表現することを目指して、交通流モデルおよび経路選択モデルの改良を行う予定である。

参考文献

- 1) 谷口栄一：現代の新都市物流，森北出版，2005。
- 2) 谷口栄一，山田忠史，中村有克：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，土木計画学研究・講演集，Vol32，CD-ROM，2005。
- 3) 佐佐木綱，飯田恭敬：交通工学，国民科学社，1992。
- 4) 国土交通省道路局：時間価値原単位および走行価値原単位（平成15年価格）の算出方法，2003。
- 5) 交通シミュレーションクリアリングハウス：<http://www.jste.or.jp/sim/index.html>