

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 *

谷口栄一**・山田忠史***・中村有克****

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

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。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。

本研究では、はじめに、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。その結果を用いて、乗用車交通と大型車交通の相違が表現できるようなマクロ交通シミュレータを開発・提案する。さらに、開発したシミュレータを用いて、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評価について基礎的検討を行う。

2. 交通流特性の把握

(1) 目的

乗用車交通と大型車交通の走行特性の相違として、車間距離に着目する。両者の車間距離について、相違の存在と程度を確認するために、高速道路上の定点観測カメラの映像を用いて車間距離に関する解析を行った。

(2) 解析概要

解析に用いる定点観測カメラの映像は、阪神高速道路における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、分合流の影響のない区間である。

*キーワード：交通計画評価，物流計画

**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)

交通量や速度が異なる，3地点の映像について解析を行った。

道路上に2点のポイントを定めて測定区間(区間長 = 20 m)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。また，車間距離は，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，その平均値を用いて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。

(3) 解析結果

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図 - 1 ~ 図 - 4 に示す。図中の表題における「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，自由流領域では運転者の特性などにより，かなりのばらつきが生じ，一方，渋滞流領域では，速度が上昇するにつれて車間距離が増加する傾向がみられる。また，追従車両が大型車の場合，

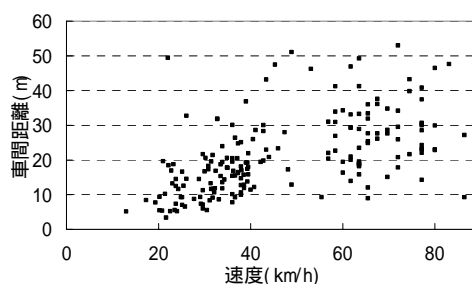


図 - 1 速度と車間距離の関係(乗用車 - 乗用車)

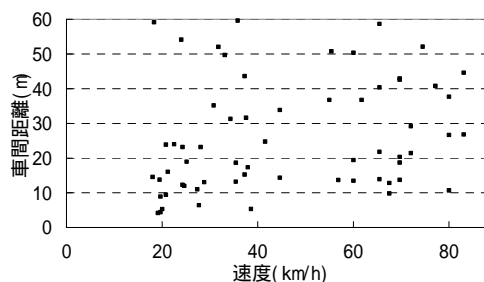


図 - 2 速度と車間距離の関係(乗用車 - 大型車)

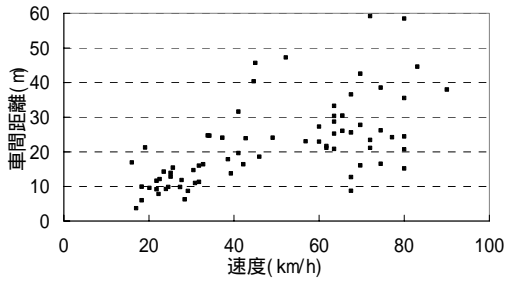


図 - 3 速度と車間距離の関係(大型車 - 乗用車)

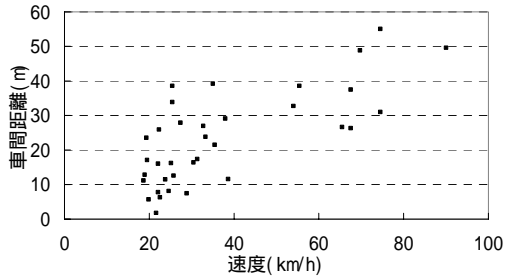


図 - 4 速度と車間距離の関係(大型車 - 大型車)

乗用車の場合と比べて、渋滞領域においてもばらつきが大きくなる傾向がみられる。全体的な傾向として、前方走行車両と追従車両の車種の違いによって速度 - 車間距離の関係に相違のあることがうかがえる。

3. 交通シミュレータの概要

(1) モデルの概要

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。また、既存のマクロ交通シミュレーションのほとんどが、乗用車換算係数(PCE: Passenger Car Equivalent)を用いて大型車の影響を考慮している¹⁾。大型車混入率を用いることによって、交通量 - 交通密度関係を変化させている例も存在する²⁾。

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て、それが周囲の車両へ及ぼす影響をも含めた交通シミュレータの開発を目標とする。

交通シミュレーションモデルは、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、すなわち、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、速度を定める。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。

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より裏付けられる。これら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に応じた車間距離を用いている。

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。

(2) 現況再現性

平成6年の阪神高速道路ベンチマークデータセット³⁾を用いて、開発した交通シミュレータの再現性を検証した。対象区間は、阪神高速神戸線上月見山～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-5)。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の値として用いた。なお、車間距離を決定する方法は、ドレイク⁴⁾の速度 - 密度曲線を基にした速度 - 車間距離関係を用いることとした。

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結果を、交通量について図-6に、平均速度について図-7に示す。交通量に多少の差が存在するものの、シミュレーションによって交通量がよい精度で再現されている(図-6)。また、図-7より、平均速

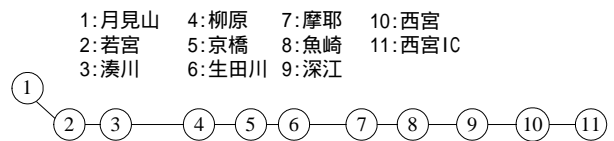


図 - 5 対象ネットワーク(阪神高速神戸線)

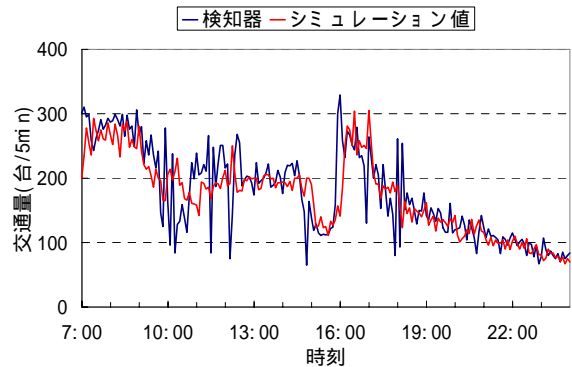


図 - 6 交通量比較(5分間, 月見山～若宮間)

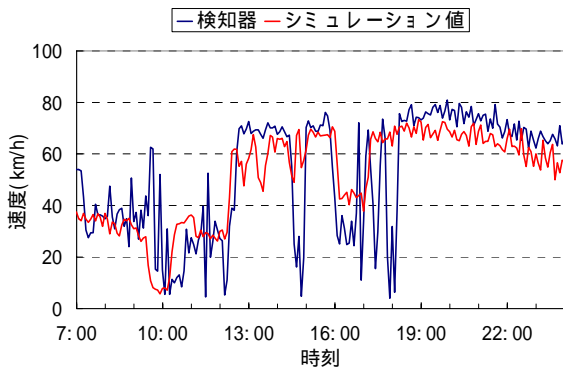


図 - 7 平均速度比較(月見山～若宮間)

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。

3. 大型車に対する交通マネジメント施策の評価

(1) 問題設定

本研究で開発したマクロ交通シミュレータを用いて、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、その効果を評価する。

対象道路ネットワークを図-8に示す。ネットワークはリンク長3 km、ノード数36、リンク数120の格子状とする。また、大型車流入規制が施行されるのはネットワークの中心部と想定し、これを図中の太線で表す。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倍と仮定し、リンクの自由走行速度も他のリンクと比べて小さく設定した。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と設定した。

本研究では、流入規制を実施する地域を2種類想定した(図-9、図-10)。図中の網掛け部分が流入規制地域に相当する。規制地域の周辺リンクは、流入規制を実施しない場合に交通混雑が大きな地域として設定しており、そのエリア周辺の交通状況の改善を目的に流入規制を施行すると仮定する。ネットワーク上の総車両台数は30万台であり、大型車混入率は15%とする。また、流入規制を実施した場合、流入規制地域内のノードにおいて、大型車の発生・集中が不可能となるので、大型車1台を乗用車2台に転換すると仮定して、乗用車の発生・集中に変化させた。

(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

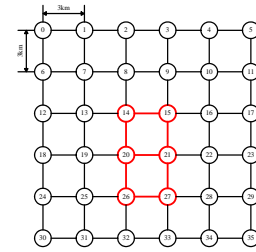


図 - 8 仮想道路ネットワーク

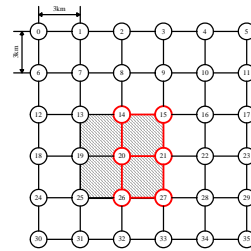


図 - 9 流入規制区域(ケース1)

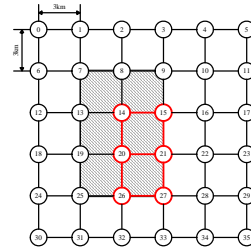


図 - 10 流入規制区域(ケース2)

表 - 1 総走行時間比較

	流入規制なし	流入規制ケース1	流入規制ケース2
乗用車(分)	43,037,087	42,940,726	43,532,724
大型車(分)	8,342,451	10,271,360	11,517,149

いて、交通シミュレーションを行った。計算結果として、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のアウトプットが得られるが、本研究では、特に、ネットワーク上の総走行時間とリンク旅行時間に注目して、施策の効果を検討する。

総走行時間の比較結果を表-1に示す。なお、先述のように、流入規制を行う際、流入規制地域内で発生・集中する大型車については、乗用車に転換して交通シミュレーションを行っている。そのため、表-1では、大型車から転換した乗用車の総走行時間については、大型車の総走行時間に加算している。

流入規制を実施する場合としない場合(ケース1)を比較すると、流入規制の実施により、乗用車の総走行時間が約0.2%減少している。一方、大型車の総走行時間は約19%増加している。この増加量には、大型車から乗用車に転換することが影響しているが、流入規制が施行されることにより、大型車が経路を迂回することも少な

からず関係している。

次に、流入規制を実施する場合としない場合（ケース2）について比較すると、ケース2においては、乗用車と大型車のいずれの総走行時間も増加している。乗用車の総走行時間は約1.1%、大型車の総走行時間は約28%も増加している。ケース1と比較すると、かなりの増加量である。その要因として、流入規制地域が拡大されたことにより、選択できる経路が限定されてしまうので、流入規制地域外において交通状況が悪化したために、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。

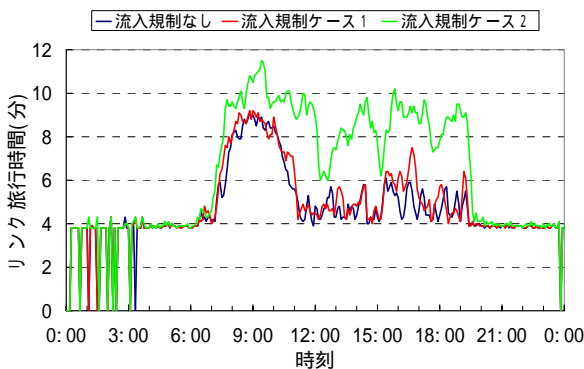


図 - 11 リンク旅行時間(ノード2 ノード3)

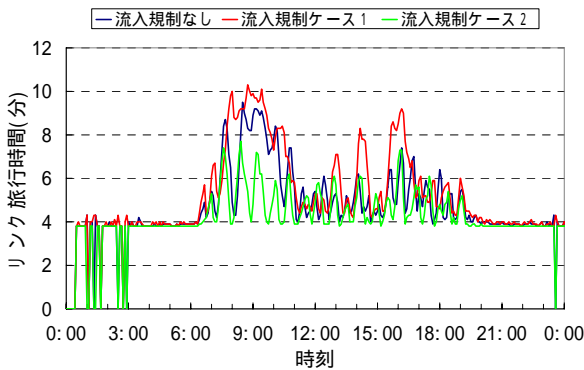


図 - 12 リンク旅行時間(ノード8 ノード9)

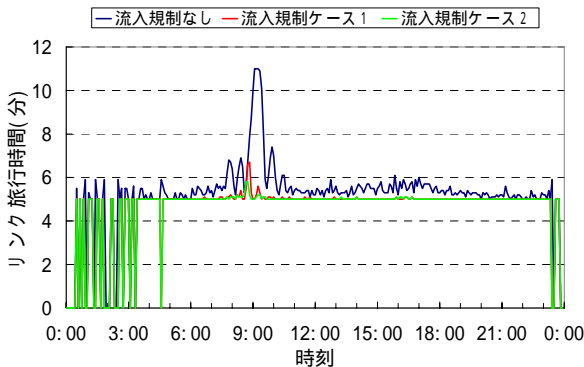


図 - 13 リンク旅行時間(ノード20 ノード21)

上述の考察結果を検証するために、いくつかのリンクについて、リンク旅行時間を比較する。リンク旅行時間に関する比較結果を図 - 11 ~ 図 - 13に示す。

図 - 12における「流入規制なし」と「流入規制ケース2」、図 - 13における「流入規制なし」と「流入規制ケース1」や「流入規制ケース2」の結果から、流入規制が実施されたリンクではリンク旅行時間が減少し、走行環境が改善されているといえる。特に、ノード20からノード21へ向かうリンクに関しては、ピーク時の交通状況が大幅に改善されている。一方、図 - 11における「流入規制なし」と「流入規制ケース2」、さらには、「流入規制ケース1」と「流入規制ケース2」を比較すると、流入規制により走行環境が悪化していることが見て取れる。特に「流入規制ケース2」では、流入規制の実施によって、実施区域周辺部において選択可能経路が限定されてしまい、結果として交通状況が大幅に悪化しているものと推察される。

4. 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を開発し、大型車に対する交通マネジメント施策の評価を行った。開発した交通シミュレータについては、現況再現性について、若干の問題が見られるものの良好であり、大型車の影響を明示的に考慮するという点で有用であると考えられる。交通シミュレータを用いて、大型車流入規制の効果について基礎的評価を行った結果、流入規制地域内において交通状況の改善が見られるものの、規制地域外においては交通状況の悪化も確認された。この結果は、大型車流入規制を実際に行う場合において、対象地域の選定が重要であることを示唆している。

今後は、大型車流入規制について環境への影響も含めてより詳細に、さらには、他の大型車関連施策についても、分析する予定である。また、交通シミュレータそのものについても、精度が向上するように改良を施す必要がある。本研究の目的は、貨物交通施策の効果分析にあるので、貨物交通に特化した分析についても今後進めていく予定である。

参考文献

- 1) 森内正寿, 森田緯之, 吉井稔夫, 小根山裕之, 島崎雅博: 都市内高速道路シミュレーションモデルにおけるパラメータの設定について, 第25回土木計画学研究・講演集, CD-ROM, 2002.
- 2) 馬場美也子, 北岡広宣, 棚橋巖, 寺本英二: 交通流シミュレータNETSTREAMの大型車対応, 情報処理学会研究報告, 2002-ITS-11, pp.211-216, 2002.
- 3) 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>
- 2) 佐佐木綱, 飯田恭敬: 交通工学, 国民科学社, 1992.