

IV-373

都市内高速道路の過飽和ネットワークシミュレーションモデルの開発

東京大学生産技術研究所 学生員 吉井稔雄
東京大学生産技術研究所 正会員 桑原雅夫

1. はじめに

本研究では都市内の高速道路網を対象として、経路選択が内生化された、渋滞長や旅行時間の変化をダイナミックに表現できるシミュレーションモデルの開発を行った。

2. 本モデルの特徴

経路選択機能を内生化した動的なモデルとしては、イギリスで開発された SATURN¹⁾や CONTRAM²⁾等があげられるが、いずれも渋滞中の交通密度の管理が十分になされていないといった問題点を抱えている。具体的には、ボトルネックの容量が比較的大きく流率の高い状況(図-1)とボトルネックの容量が小さく流率の低い状況(図-2)との違いについての区別がなされていないということである。



図-1 ボトルネック容量 大



図-2 ボトルネック容量 小

図からわかるように、容量を超過する交通需要は同じにもかかわらず、流率の違いにより、渋滞長は大きく異なってしまう。たとえば、上流側に流入ランプがある場合には、その流入地点まで渋滞がのびている状況とそうでない状況とでは本線とランプからの車双方の旅行時間に大きな違いが生じることになる。ランプ、ジャンクションが近接する都市内高速道路においては、この状況を見捨てることはできない。そこで、本モデルでは、この交通密度を流率と関連づけて管理するモデルの構築を行った。

3. モデルの概要

本モデルは経路選択モデルとシミュレーションモデルとからなり、図-3に示すように、この2つのモデルを交互に繰り返して適用することによって、近似的に均衡交通量の時間変化を得ようというものである。すなわちシミュレーションモデルでは、経路選択モデルによって求められた各経路

の選択率をもとに、与えられた交通量をネットワークに流し、リンク旅行時間を決定する。一方経路選択モデルにおいては、シミュレーションモデルによって得られた旅行時間をもとに、各ODの経路選択確率をある一定時間ごとに改訂するという構造である。

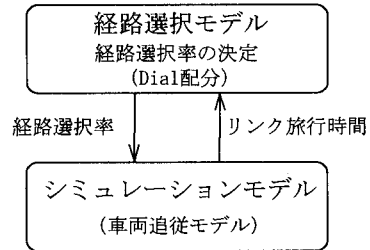


図-3 モデルの概要

3. 1 経路選択モデル

経路選択モデルでは、利用者を、旅行時間に応じて経路を選択する経路選択層と、旅行時間に関係なくあらかじめ経路を決定している経路固定層との2種類に分類し、そのうち経路選択層の割合を α ($0 \leq \alpha \leq 1$)とした。経路選択層については、ある一定の時間間隔おきにシミュレーションモデルから得られる旅行時間を用いて Dial 配分を行い、各経路の選択確率を改訂する。一方、経路固定層については、自由流速度 (60km/h) で移動したときの旅行時間に基づいて経路を選択すると仮定し、経路選択層の配分の時に用いたのと同じパラメータ θ を用いて Dial 配分を行い、各経路の経路選択率を決定する。

3. 2 シミュレーションモデル

シミュレーションモデルでは、各スキャンインターバルごとに、リンクとノードからなるネットワーク上の個々の車両(あるいは車両群)を離散的に移動させる方法を用いた。具体的には、あらかじめ各リンクごとに設定した交通量-交通密度の関係を図-4のような車頭距離-速度の関係に変換し、図-5のようにして、下流に位置する車両から順次、前方の車両との車頭距離に応じた速度で移動させる方法である。さらに、各車両は、新しいリンクに入った時刻を記憶しており、そのリンクから流出する際に、車両がリンクを通過するのにかかった時間を、その時刻におけるリンクの旅行時間として、リンク旅行時間は更新される。

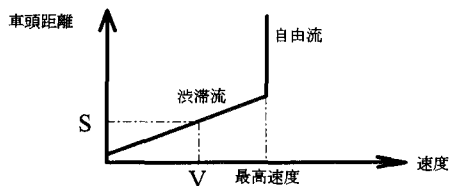


図-4 車頭距離-速度の関係

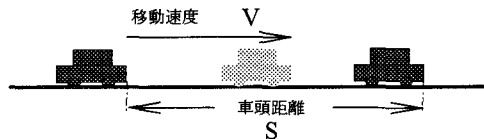


図-5 車両の移動方法

4. 首都高速道路への適用結果

4. 1 経路選択を含まない場合

経路選択を含まないネットワークとして、首都高速3号線の内環→谷町（約12km）についてモデルを適用した。図-6は実測による旅行時間と、シミュレーションによる旅行時間を比較した結果である。このように、経路選択を含まないモデルでは、現実の状況をかなり良い精度で再現できることが確認された。

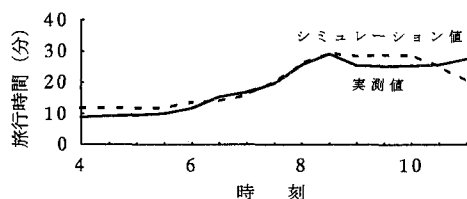


図-6 旅行時間の比較（内環→谷町）

4. 2 経路選択を含む場合

次に、経路選択を含む場合として首都高速道路全線についてモデルを適用した。この際、先に説明した経路選択層と経路固定層の割合 α とDial配分のパラメータ θ を決定する必要がある。この α と θ について感度分析を行った結果が図-7である。縦軸はシミュレーションと実測による総旅行時間の差を示している。

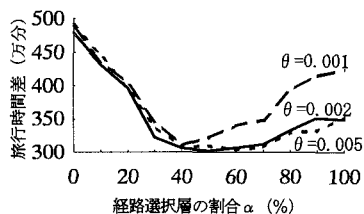


図-7 経路選択層の割合の推定

この結果より、 α は40～60%、 θ の値は0.002

～0.005[1/秒]程度であると判断できる。すなわち約半数の利用者が旅行時間に応じて経路選択しているものと推測される。さらに、 $\theta=0.005$ [1/秒]の場合では、2経路の経路選択において5分の旅行時間差があるとき、経路選択率は約4:1となる。

また、午前8時～午前10時までの、シミュレーションと実測の速度の平均値を各リンクごとに比較した結果、平均速度の相関係数は0.81、平均速度差は3.5[km/h]となった。

さらに、図-8は5号線高島平から都心環状線外回りを経由して1号線羽田に至る路線で、旅行時間を実測値と比較したものである。この図にみられるように、シミュレーションによる旅行時間は、渋滞発生時には実測値よりも大きくなっている、それに対して、渋滞発生後は徐々に実測値に近づき、その減少率は実測に比べて急激である。これは、渋滞時は渋滞発生時に比べて、交通容量が下がることが原因であるものと推測される。

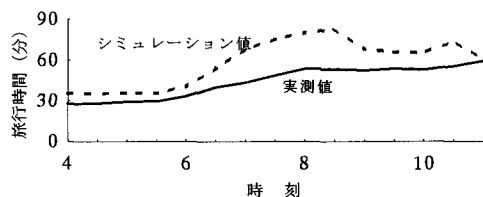


図-8 旅行時間の比較（5号高島平～1号羽田）

5. 今後の課題

今後の課題として

- ・経路選択行動の表現方法の見直し
 - ・一般街路網のモデルへの取り込み
 - ・渋滞による容量低下現象の考慮
- などがあげられる。

最後に、この研究を進めるにあたり、首都高速道路公団の森田紳之次長、計画部調査課、交通管制部管制技術課の方々には資料提供を始め多大な協力を頂きました。ここに改めてお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) D.Van Viet and M.D.Hall : SATURN 8.3-A User's Manual-Universal Version, Institute for Transport Studies, University of Leeds, Nov.1991
- 2) D.R.Leonard, P.Gower, and N.B.Taylor : CONTRAM : Structure of the Model, TRRL Research Report RR178,1989
- 3) 桑原雅夫, 上田功, 赤羽弘和, 森田紳之 : 都市内高速道路を対象とした経路選択機能を持つ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.28,1993.7