

IV-301

ダイナミックトラフィックシミュレーションモデルの再現精度に関する考察

東京大学生産技術研究所 正会員 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

過飽和の道路ネットワークを対象としたダイナミックトラフィックシミュレーションモデルが開発され、実際の道路ネットワークへの適用例も報告されている。しかしながら、シミュレーションモデルの再現性については、十分な検討がなされていない。また、仮にモデルの再現性が良くても、「入力データに誤差が含まれる」、「パラメータの設定が不十分である」といった場合には、高い再現性を得ることは出来ない。そこで、結果を解釈する際には、こういった影響によってどの程度結果が異なるのかについて理解しておくことが必要である。本稿では、パラメータの設定に焦点をあて、多くのネットワークシミュレーションがパラメータとして扱う交通容量の設定値が、結果に与える影響について、待ち行列理論を用いた簡単な考察を加えた後、実際のネットワークを用いて分析を行う。

2. 待ち行列理論を用いた考察

ここでは、待ち行列理論を用いて、ボトルネックにおける point queue を仮定した場合の損失時間について考える。到着交通の累積を折れ線 abcdef に、出発交通の累積を折れ線 abdef によって示した図1のように、時刻 T_1 から需要がボトルネックの容量を超過し渋滞（待ち行列）が発生し、時刻 T_2 にその渋滞が解消した状況を想定する。この時、ボトルネックの交通容量 μ を $d\mu$ 減少させた場合には、総損失時間 C は dC (式1) だけ増加し、時刻 t にボトルネックを通過する交通の遅れ時間は dT (式2) だけ増加する。

$$dC = \frac{1}{2} \cdot (T_2 - T_1)^2 \cdot \left(1 + \frac{d\mu}{\mu - \lambda}\right) \cdot d\mu \quad (1)$$

$$dT = (t - T_1) \cdot \frac{d\mu}{\mu} \cdot \left(1 + \frac{d\mu}{\mu}\right) \quad (2)$$

μ : ボトルネックの交通容量

λ : 渋滞解消時刻 T_2 における流入交通流率

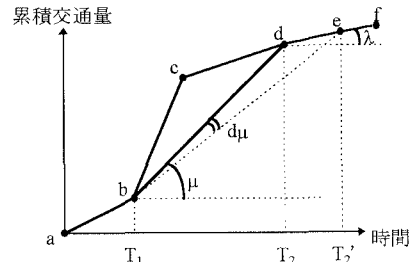


図1 累積曲線

3. 実際のネットワークを用いた分析

3. 1 対象ネットワークおよびその交通状況

対象とするネットワークは図2に示す首都高速道路3号線ネットワークである。交通データは平成2年10月18日のセンサーデータを使用し、OD交通量は同日の調査をもとに推定された第20回首都高速道路交通起終点調査結果¹⁾を用いる。



図2 首都高速道路3号線ネットワーク

3. 2 シミュレーションの適用結果

シミュレーションモデルには SOUND モデル²⁾を用いて、交通状況の再現を行った。図3に、用賀から谷町に至る旅行時間を、センサーによる実測旅行時間と比較した図を示す。ここで示す旅行時間は、同時刻における各リンクの所要時間をたし合わせるによって算出した。図から、高い精度で交通状況が再現されていることが確認できる。また、各リンクの30分平均の速度では、実測からの誤差が平均13km/hであった。なお、図2のa~dは、断面通過交通量が容量値に達している時間帯を持つ（ボトルネックである）ことを示している。表1に各ボトルネック箇所において、5分単位で、断面交通量が設定容量値の99%以上となる時間帯を示す。

キーワード：ダイナミックシミュレーションモデル、感度分析、パラメータ設定
連絡先：106-8558 東京都港区六本木7-22-1, TEL: 03-3402-6231, FAX: 03-3401-6286, E-mail: yoshii@nishi.iis.u-tokyo.ac.jp

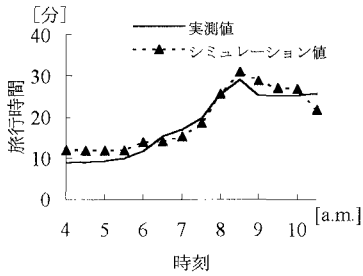


図3 旅行時間の比較（用賀→谷町）

表1 需要超過している時間帯

BN	5時	6時	7時	8時	9時	10時	渋滞継続時間
a							2:10
b							2:50
c							1:55
d							2:20

■ 渋滞（容量値×0.99<交通量） □ その他

3. 3 感度分析

4箇所のボトルネックについて、設定した交通容量値をそれぞれ単独に変化（±1%、±5%、±10%）させてシミュレーションを実行した場合に、午前4時から11時までに発生した交通が、発生してから各ボトルネックを通過するまでに費やした総旅行時間の変化を示したのが表2である。表より、いずれのボトルネックについても、容量を増大させた場合よりも、容量を減少させた方がより大きな変化が生じることを読みとれる。特にc、dでは、+5%と+10%の結果にほとんど差が見られない。これは、設定容量が需要交通量を上回り、そのボトルネックを先頭とする渋滞が発生しなくなったためと考えられる。

表2 総旅行時間の変化

		単位 [千台・分]						
BN	90%	95%	99%	100%	101%	105%	110%	
a	356	296	259	250	242	211	179	
b	594	476	409	398	390	362	356	
c	615	538	501	495	496	495	495	
d	326	289	268	263	263	260	256	

さらに表3には、ボトルネック容量を99%にした場合（ $d\mu = 0.01$ ）の総損失時間の増加量と式(1)から計算される増加量を、表4には、渋滞発生から1時間経過後にボトルネックを通過する車両について、ネットワークの最上流に位置する用賀を発生してからボトルネックを通過するまでに要する旅行時間の増加量と式(2)から計算される増加量を示す。

総旅行時間の増分に関しては、下流に位置するボトルネックc、dの容量値を変化させた場合には、概ね計算値と同じ結果を得たが、上流に位置するボトルネ

ックa、bを変化させた場合には、計算値より大きい値となった。両地点においては、交通量が容量値を下回った時刻（図1の T_2 に相当）が、需要交通量が容量値を下回ったのではなく、下流側のボトルネックから延伸する渋滞がその地点に達した時刻（そのため断面を通過する交通量が容量値を下回る）であるため、すぐに容量値が回復しないことが原因である。

旅行時間の増分については、上流側ボトルネックa、bについては概ね計算値と同じ結果を得たが、下流側ボトルネックc、dでは計算値と大きく異なる値となった。これは、交通状況が変化することにより、途中のオンランプから流入してくる車両との前後関係が入れ替わり、ボトルネックを通過する順番が変わってしまうことが原因である。

このように、ボトルネックの位置関係やネットワーク形状によって、容量値の変化が結果に与える影響は異なるということを確認した。

表3 容量値を1%減少させた場合の総旅行時間の増分
単位 [千台・分]

BN	シミュレーション結果	計算値 (式1)
a	9.06	4.54
b	11.48	10.27
c	5.62	5.72
d	4.56	4.56

表4 容量値を1%減少させた場合の
渋滞発生から1時間経過後の旅行時間の増分
単位 [分]

BN	シミュレーション結果	計算値 (式2)
a	0.55	0.61
b	0.68	
c	0.51	
d	0.10	

4. まとめと今後の課題

本稿では、シミュレーションパラメータである交通容量の設定値による結果の違いについて調べ、設定値を大きくした場合よりも小さくした場合の方が結果に与える影響が大きいことを確認した。また、総損失時間については、下流側のボトルネックで待ち行列理論から推定した計算値とシミュレーション結果とがほぼ一致し、上流側のボトルネックでは相違が生じた。また、旅行時間では、その反対の結果を得た。今後は、他の要因の影響分析、ネットワークを対象とした分析を行う。

参考文献

- 1)首都高速道路公団：第20回首都高速道路交通起終点調査報告書（平日編）
- 2)吉井、他：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Vol30.No.1、pp33-41、1995.1