

渋滞側二層型交通量-密度関係のオンライン校正と交通シミュレーションへの適用

Application of an online calibration algorithm of volume-density relationships with dual approximation lines for congested regions to traffic simulation

赤羽研究室 0724258 葉山 耕哲
0924328 矢島 貴雄

1. はじめに

我が国の都市高速道路では、日常的に渋滞が発生し、利用者の旅行時間の損失や安全性の低下をもたらしている。これらの中でも、特に交通事故等の突発事象によって発生する渋滞は、統計的手法による予測が困難であることから、旅行時間の信頼性を著しく悪化させている。

近年、首都高速道路においては、交通流シミュレーションモデル (RISE)¹⁾ を中核とし、突発事象の発生も織り込みつつ短期的将来の交通状況を予測するシステムの開発が進められている。これは、早期に適切な交通運用策を企画し、利用者に迂回等の情報提供を行うことにより、時間損失を可能な限り軽減するためである。

上記の RISE は、車両移動計算に非渋滞側と渋滞側をそれぞれ直線で近似した交通量 - 密度 (以下、Q-K) 関係を用いることにより、複雑な渋滞波の延伸計算を簡略化したアルゴリズムを採用している。このため、首都高速道路のような大規模な交通網を対象とすることが可能である。

本研究では、Q-K 関係における設定断面選択手法の改良と、渋滞時の Q-K 関係を交通量の高低ごとに 3 本の直線で近似して旅行時間推定の再現精度の向上を目指す。さらに各パラメータを、オンラインデータにより自動設定、更新する手法を開発する。

2. 使用データ

表-1 に本研究で扱うデータの様式を示す。

表-1 使用データ

データ収集期間	2009/12/16(水)~2010/3/26(金)
対象感知器区間数	411 区間
対象感知器地点数	1092 地点
取得データ	5 分間交通量交通量[台/5 分]
	5 分間平均速度[0.1km/h]

3. Q-K 関係の設定断面の選択手法

RISE では、複数の感知器設置断面を合わせて 1 道路区間 (リンク) と見なしている。各リンクにおいて Q-K 関係を設定するための感知データを収集する代表断面は、これまで経験的に選択されてきた。本研究では、交通シミュレーションの精度向上を目指し、代表断面を以下の条件で選定することとした。

- ①渋滞時の感知交通量のバイアス誤差率(偏り)が渋滞 -20%~40%の範囲にあること。
- ②Kittler+法²⁾により設定された渋滞流と非渋滞流を区分する臨界速度が、同じ路線の連続した断面にお

ける同感知器の平均値よりから標準偏差の 2 倍以内であること。

- ③①および②を満足する断面中でリンク中心に最も近接していること。

上記①と②は、感知器の精度を一定水準とするための基準である。③は、リンクを空間的に代表する断面として、その中心により近接していることが望ましいとの判断である。

①と②に適合す断面が存在しない場合には、臨界速度の設定状況を、感知交通量と感知速度の散布図上で確認し、条件②に関する再選択を行う。再選択が困難な場合には、隣接リンクにおける Q-K 関係の設定値で補完する。

4. Q-K 関係の設定条件

図-1 は、ある道路断面における感知器データによる Q-K 関係を示している。臨界密度よりも低流量領域が非渋滞域、高密度領域が渋滞側である。首都高速の現状の交通シミュレーションでは、渋滞側も単一の直線で近似している。しかし、交通事故等による突発渋滞発生時には、交流流率が低流量領域で変動し、上記モデルによる交通密度の設定値は実際より低くなる傾向がある。このため、突発渋滞時の渋滞長が過大となり、旅行時間の予測精度が低下すると考えられる。

この改善を目指した既存の研究²⁾では、渋滞側は 2 本の直線で近似しつつも、高流量近似直線は非渋滞側近似直線と臨界密度で交差、高/低流量近似直線で交差するように制約していた。しかし、このような制約は、交通シミュレーション上は不要である一方で、近似精度を低下させるのみである。

このため本研究では、図-1 に示すように、Q-K 関係を上記のように制約せずに設定することとした。ただし、低流量近似直線は高/低流量の境界線と臨界密度より高い密度で交差するように制約した。このような条件でも、Q-K 平面上での目視確認で近似直線が適切に設定されない場合には、以下のように対応することとした。

- 1) 低流量側近似線のみ不適切な場合は、渋滞域全体で単一の近似直線を設定する。
- 2) 高流量近似直線または非渋滞側近似直線のいずれかが不適切な場合には、隣接リンクの設定で補完する。

5. 臨界速度及び高/低流量渋滞閾値の設定結果

当研究室で開発された Kittler+法を、渋滞時の交通量の頻度分布に適用し、高流量渋滞と低流量渋滞とに区分する閾値を設定する。図-2, 3 に、臨界速度、高/低流量閾値のヒストグラムを示す。

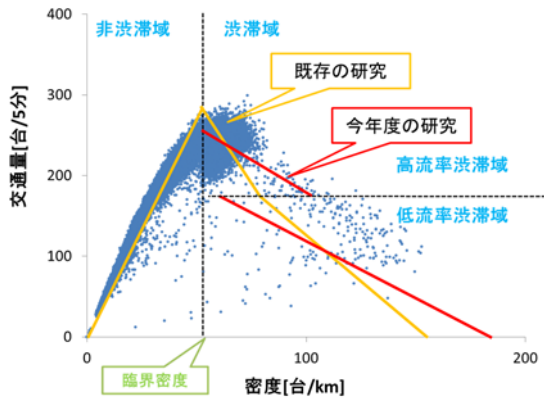


図-1 車両感知器データに基づく Q-K 関係例

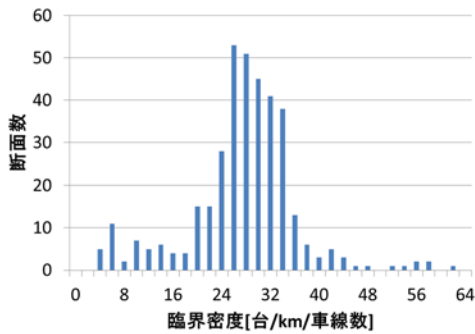


図-2 臨界速度設定値の分布

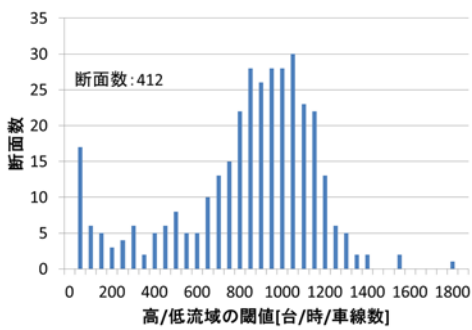


図-3 高/低流率閾値の分布

表-2 再現シミュレーションの設定

シミュレーション範囲	首都高速道路全線
対象時間	2010/2/24/6:50 の地点 で 2 時間の予測

6. 突発事象再現シミュレーションによる精度検証

表-2 に示すように、2010 年 2 月 24 日 6 時 50 分に都心環状線外回りの竹橋 JCT 下流において発生した事故渋滞の再現シミュレーションを実施した。突発渋滞が延伸した路線のみに今回推定した Q-K 関係を設定し、他路線は従来設定のままとした。図-4 は、渋滞時の速度分布を示す。渋滞長について、本研究の QK 設定では、熊野町 JCT まで渋滞が延伸し、現状設定より再現精度が改善されたことが確認された。図-5 に迂回経路の旅行時間についての比較結果を示す。現況の設定と比べ、本研究設定では 7:00 ごろまでの交通集中渋滞時間帯の旅行時間が実測結果に近づいた。7:00 以降も発生時間帯は異なるものの、実測結果の最大旅行時間を概ね再現できた。これは渋滞末尾が熊野町 JCT の上流に延伸し、迂回経路の疎通を妨げているためと推定される。また、渋滞の経路における旅行時間についても、若干の改善が見られた。

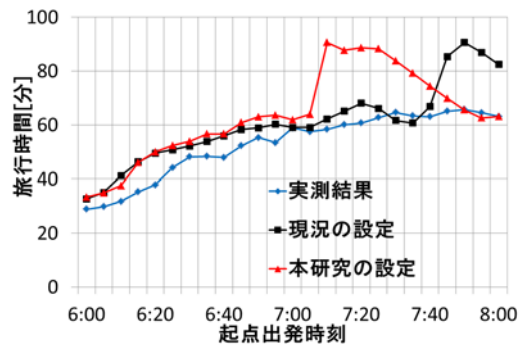


図-5 迂回経路における旅行時間の比較

7. まとめと今後の課題

本研究では、Q-K 関係における設定断面選択手法の改良と、渋滞時の Q-K 関係の改善を行い旅行時間推定の再現精度の向上を目的として行った。渋滞長は概ね、旅行時間には改善が見られた。今後は、パラメータの更なる調整が必要である。

参考文献

- 1) 宗像恵子、田村勇二、割田博、白石智良:首都高速道路におけるリアルタイム予測シミュレーションの開発、29 回交通工学研究発表会論文集、2009。
- 2) 本母正信、佐立亮介:渋滞側二層型交通量-密度関係のオンライン校正、千葉工業大学卒業論文、2012。

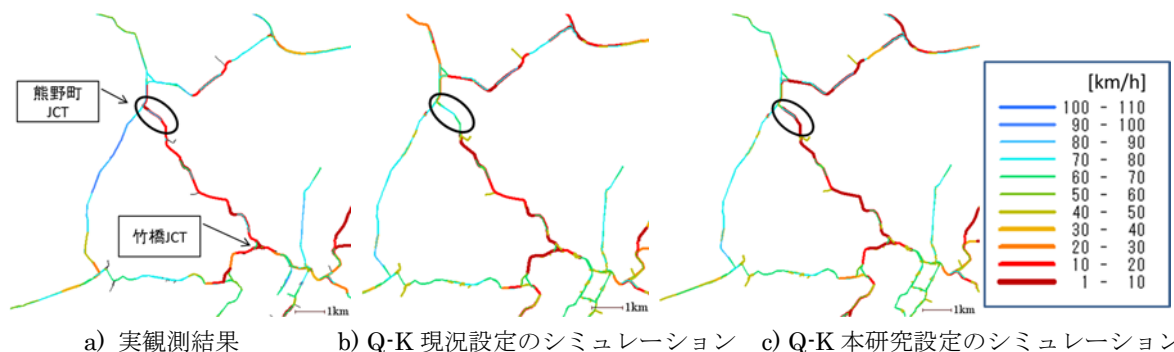


図-4 首都高速東京線における突発渋滞の再現シミュレーションの比較 (2010 年 2 月 24 日 7:30 地点)