

IV-181

交通量-密度関係の違いによる交通流シミュレーションの変化

岐阜大学 学生員 ○小川智史

岐阜大学 正会員 宮城俊彦

岐阜大学 正会員 小川圭一

1 はじめに

近年、道路交通需要は増大の一途をたどっている。それに伴い、都市周辺部に位置する高速道路では朝夕の渋滞が恒常化している。また、都市間の高速道路においては、交通混雑期間における渋滞が問題になっている。都市間の高速道路は、都市高速道路と違い車両検知器の設置間隔が長くなっている。そこで、本研究では都市間の高速道路の交通流をより適確に表現するため、疎密波の移動に着目している。

2 交通流シミュレーションモデルの基本構造

2. 1 概要

これまでに開発された多くのシミュレーションモデルはブロック密度法の考え方をを用いている。ブロック密度法は、次のような式で表わすことができる。

$$k_i(t+\Delta t)\Delta x_i = k_i(t)\Delta x_i + f_{i-1}(t)\Delta t - f_i(t)\Delta t \quad (1)$$

$k_i(t)$: 時刻 t におけるセクション i の密度

$f_i(t)$: 時刻 t においてセクション i から流出し、

セクション $i+1$ に流入する交通量

Δx_i : セクション i の長さ

Δt : スキャンタイム

基本的な考え方は、ブロックが受け入れることができる可能交通量と、上流側のブロックからの需要交通量を比較して、小さい方をそのブロックへの流入量とするというものである。本研究では、井上のモデルを基本構造としている¹⁾。

2. 2 モデルの基本構造

交通流中の車両の疎密は、道路の延長方向への密度の波として捉えることができる。疎密波は隣接するセクション間でわずかな密度差があるため発生する。疎密波の伝播速度は次の式で表せる。

$$v_s = (q_{i+1}(t) - q_i(t)) / (k_{i+1}(t) - k_i(t)) \quad (2)$$

i : 上流側のセクション

$i+1$: 下流側のセクション

q_i : セクション i の交通量

k_i : セクション i の密度

この疎密波の伝播速度の正負によってセクションの境界の需要交通量を決定する。

上流、下流のセクションの密度が自由流領域にある場合には、需要交通量は次の式で表わせる。

$$f_i(t) = q_i(t) \quad (3)$$

一方、上流、下流のセクションの密度がともに渋滞流領域ある場合には、需要交通量は次の式で表わせる。

$$f_i(t) = q_{i+1}(t) \quad (4)$$

次に上流側の密度が自由流領域で、下流側が臨界密度より大きく渋滞流領域の場合には、需要交通量は次の式で表わせる。

$$f_i(t) = \min\{q_i(t), q_{i+1}(t)\} \quad (5)$$

逆に上流側の密度が渋滞流領域で、下流側が自由流領域の場合には、需要交通量は次の式で表わせる。

$$f_i(t) = q_{i+1}^{\max} \quad (6)$$

また、受け入れ可能交通量は次の式で表わせる。

$$q_i(t) \leq (k_j - k_{i+1}(t))\Delta x_i \quad (7)$$

k_j : 飽和密度

さらに、上流側のセクションの交通量より流入量が大きくなることはないため、

$$q_i(t)\Delta t \leq k_i(t)\Delta x_i \quad (8)$$

となる。これらに従って、モデルが構築される。

3 Q-K曲線の設定

需要交通量を決定する際、交通量はQ-K曲線上にあるものと考えたことにした。一般的にQ-K曲線は、二次曲線的になることが知られている。しかし、一般的なQ-K曲線を用いることは計算が複雑になると考

キーワード: シミュレーションモデル、疎密波、Q-K曲線

連絡先: 〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学工学部 TEL: 058-293-2443, FAX: 058-230-1528

えられる。そこで、Q-K曲線をモデル化することにした。また、モデル化したQ-K曲線の渋滞領域側の傾きを変化させることによってシミュレーションがどのように変化するかを考察する。そこで、Q-K曲線を次のように設定した。

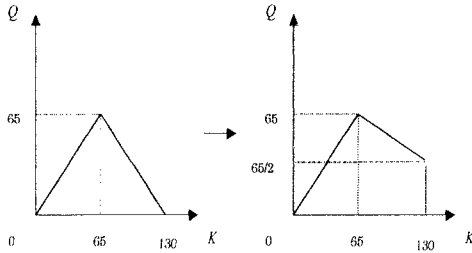


図3-1 Q-K曲線の設定

図3-1は、飽和密度を一定にし、渋滞領域側の傾きだけを変化させていくことを表わしている。

4 簡単なシミュレーションの例

4. 1 基本設定

本研究では、実際のデータでシミュレーションを行わず、数値を無次元化して簡単なシミュレーションを行った。最も上流側のセクションをセクション1とし、下流に向かってセクション2、3、4、5とした。

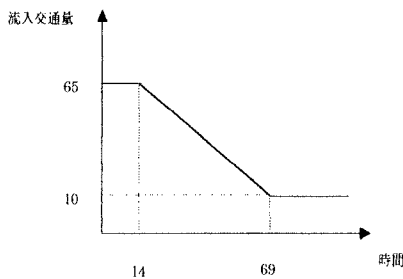


図4-1 セクション1への流入交通量

セクション1への流入交通量は、図4-1のように設定した。また、スキヤンタイムを1とし、セクション長を1と2の場合でシミュレーションを行った。ボトルネックはセクション5の流出量を50に制限することで表現した。

4. 2 シミュレーション結果

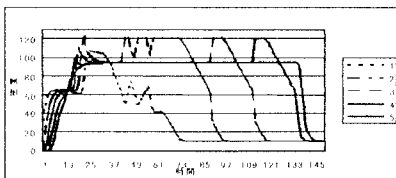


図4-2 密度の変化

シミュレーションの結果を図4-2のように密度の変化で表わした。密度の変化を見てみると、渋滞は下流側から形成され、上流側へと延伸し、逆に、上流側から解消した。この現象は、設定を変化させても同じように発生している。従って、Q-K曲線のモデル化を行っても、渋滞の形成と解消は表現できていると考えられる。

また、渋滞の後尾では、下流側より上流側の密度が高くなる現象が発生している。これは、下流側から密の波が伝播し、上流側から疎の波が伝播してきて衝突した時に発生している。実際の交通流では衝撃波と呼ばれている現象だと考えられる。また、これが原因で極度の渋滞を引き起こすことが知られている。この現象は、渋滞流中のQ-K曲線の傾き小さくすると、顕著に現れるようになった。

表4-1 渋滞継続時間

傾き セクション番号	-1	-0.87	-0.78	-0.68	-0.62	-0.57	-0.52
セクション5	44	51	56	62	65	68	73
セクション4	39	47	52	58	61	65	69
セクション3	35	42	47	53	56	59	63
セクション2	30	35	41	46	49	53	57
セクション1	21	21	21	21	21	21	21

表4-1は、各傾きにおける渋滞継続時間を示している。傾きを小さくすると、渋滞継続時間が長くなる傾向がある。また、セクション長を2にした場合でも、同じような傾向が見られた。

5 おわりに

本研究では、実際のデータによってシミュレーションを行っていないため、車両検知器のデータの適用について考えなければならない。特に、Q-K曲線をセクションごとに設定することは、計算が複雑になるため、モデル化したQ-K曲線をどう適用するかが問題となる。また、Q-K曲線はシミュレーションに影響を与えることが分かった。そこで、これらの交通流の現象を分析することで、より適確に交通流が表現でき、渋滞などの予測ができるのではないかと考えている。

参考文献

- 1) 井上博司: 連続流体による混雑したネットワーク交通流の動的シミュレーション手法、土木学会論文集 No.569/IV-36,85-94,1997