

ハイブリッドブロック密度法を用いた交通流シミュレーション AVENUEへの排気ガス発生量推定モデルの組み込み

(株)熊谷組 エンジニアリング本部

正会員 堀口 良太
岡村 寛明
土田 達

1. はじめに

本稿では交通流の円滑化対策や交通需要調整などの各種の運用策が環境へ与えるインパクトを評価するツールとして、筆者らが数年来開発してきた交通流シミュレーションAVENUE^[1]に、NO_xおよびCOの発生量推定モデルを組み込んだものを紹介する。AVENUEはこれまでのモデル検証を通して、

- ・渋滞の延伸と解消の速度を厳密に再現できる。
- ・車種その他の属性が管理できる。
- ・車線ごとに各種の交通規制を設定できる。

などの特徴を備え、容易にカスタマイズできる汎用性の高いシミュレータである。

2. AVENUEの交通流モデル

AVENUEはハイブリッドブロック密度法^[2]を基本とする交通流モデルを用いている。これは車両を粒で表現するマイクロモデルと、交通量-密度関数に従って車両密度の管理をするマクロモデルの利点を併せ持っている。すなわちスキャン時間 dt を1秒として、車線ごとに $V_f dt$ の長さで分割されたブロック間で、次式(1)~(5)

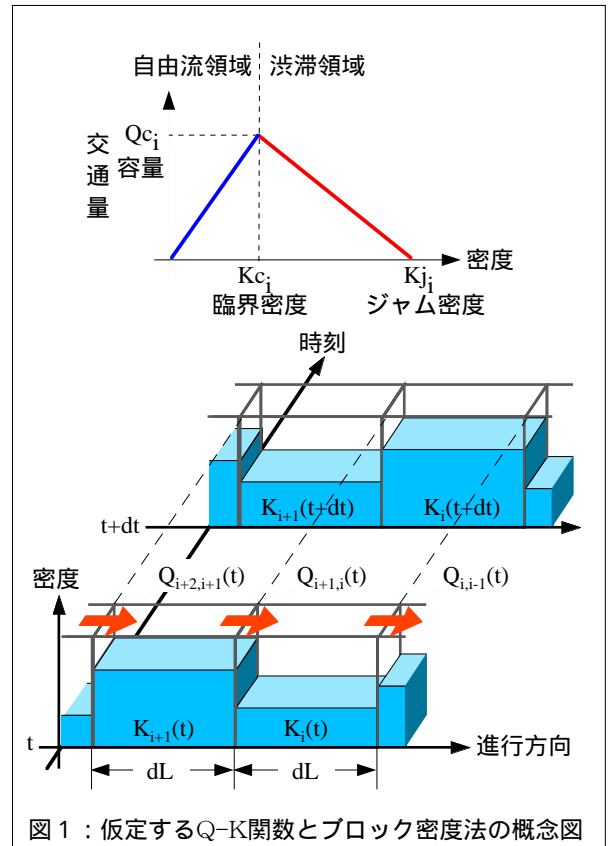


図1：仮定するQ-K関数とブロック密度法の概念図

$$K_{i+1}(t) \leq K_{c_{i+1}}, K_i(t) \leq K_{c_i} \text{ のとき} \quad Q_{i+1,i}(t) = \min\{f_{i+1}(K_{i+1}(t), Q_{c_i})\} \quad \dots(1)$$

$$K_{i+1}(t) > K_{c_{i+1}}, K_i(t) \leq K_{c_i} \text{ のとき} \quad Q_{i+1,i}(t) = \min\{Q_{c_{i+1}}, Q_{c_i}\} \quad \dots(2)$$

$$K_{i+1}(t) \leq K_{c_{i+1}}, K_i(t) > K_{c_i} \text{ のとき} \quad Q_{i+1,i}(t) = \min\{Q_{c_{i+1}}, Q_{c_i}\} \quad \dots(3)$$

$$K_{i+1}(t) > K_{c_{i+1}}, K_i(t) > K_{c_i} \text{ のとき} \quad Q_{i+1,i}(t) = \min\{f_{i+1}(K_{i+1}(t), f_i(K_i(t)))\} \quad \dots(4)$$

$$K_i(t+dt) = K_i(t) + Q_{i+1,i}(t) dt/dL - Q_{i,i-1}(t) dt/dL \quad \dots(5)$$

ここで t : 時刻,

V_f : リンク自由流速度,

$Q_{i+1,i}(t)$: 時刻 t でのブロック $i+1$ と i の間の流量, $K_i(t)$: 時刻 t でのブロック i 内の車両密度,

Q_{c_i} : ブロック i の容量,

dt : 単位スキャン時間,

dL : 単位ブロック長 ($=V_f dt$),

f_i : ブロック i の交通量-密度関数,

により車両密度を漸次改訂していく(図1)と同時に、計算されたブロック間の流量に応じた台数の車両を移動させていくものである。これにより、仮定した交通量-密度関数のもとで厳密に渋滞流を再現することができる。またブロック間で車両を移動させる際に、ブロックに設定した規制に応じて取捨選択することで、各種の規制を表現することができる。

3. 排気ガス発生量推定モデルの組み込み

ここでは森ら^[3]の事例と同様に、東京都^[4]による排出係数の算定方法を用いる。この手法は車両の走行速度を変数として、次式(6)により排出係数を求めるものである。

キーワード：交通シミュレーション、ブロック密度法、AVENUE、排気ガス、大気汚染

連絡先：〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1 (株)熊谷組エンジニアリング本部

Tel. 03-5261-5526 / Fax. 03-5261-9350 / mailto: rhoriguc@ku.kumagaigumi.co.jp

$$E_i = a_i + b_i V^3 + c_i V^2 + d_i V + e_i V^{-1} \quad \dots(6)$$

ここで E_i : 車種*i*の排出係数 [g/km/台] ,

V : 走行速度 [km/h] ,

a_i, b_i, c_i, d_i, e_i : 回帰係数

主要な車種での回帰係数を表1に示す .

AVENUEでは走行速度を陽に計算していないので、車両がブロックを通過したときの所要時間を計測し、ブロック長から区間速度を算出する。この速度をもとに1台ごとのNO_xとCOの排出量をブロック単位で累積させ、総排出量を求めている。ブロックは通常10~20mの区間長を持つので、交差点からの距離などの地点の特徴を反映した計算が可能である。また、車両には車種属性が与えられており、車種の混入率を反映する事ができる。

モデルへの組み込みはオブジェクト指向で設計されたAVENUE Foundation Class (AFC)から、排気ガス算定機能を持たせたブロッククラスを派生させることで、容易に実現できる。また拡散モデルやGISなどとの連携をはかるため、排出強度のメッシュデータを作成する機能を付加している(図2)。

4. 計算機実験

図3に示す2つのケースを用いて計算機実験を行った。ケース1は主方向に対し系統制御がとられており、系統がとられていないケース2に比べ、交通流の円滑化が期待される。図4はそれぞれのケースのNO_x排出量を1時間累計して10mメッシュごとに表示した結果である。ケース2はケース1に比べ走行速度が低いため、NO_x総排出量が若干少ない結果となった。

5. まとめと課題

本研究では開発済みの交通シミュレーションに、NO_xとCOの発生量推定モデルを組み込んだ事例を紹介した。さらに実用に向けて、より現実的な発生量推定モデルの組み込み、拡散モデルとの連携、実データを用いたキャリブレーション、対策案の影響予測などの課題が挙げられる。

【参考文献】

- [1] 堀口：「交通運用策評価のための街路網交通シミュレーションモデルの開発」東京大学学位論文，1996
- [2] 桑原，吉井，堀口：「ブロック密度法を用いた交通流の表現方法について」交通工学，Vol.32，No.4，pp.39-43，1997
- [3] 森，齊藤：「交通制御によるNO_x・CO低減量推定用シミュレーションモデルの開発」交通工学Vol.31，No.5，pp.11-20，1996
- [4] 東京都環境保全局：「自動車からの排出ガス排出係数について」，1985

表1：NO_x, CO排出係数算定式の係数

| 回帰係数 | | 乗用車 | 小型貨物車 | 普通貨物車 |
|-----------------|----|----------|----------|---------|
| NO _x | ai | 5.92e-1 | 2.41e+0 | 3.53e+0 |
| | bi | 6.36e-6 | 1.36e-6 | 0.00e+0 |
| | ci | 1.35e-4 | 3.09e-4 | 0.00e+0 |
| | di | -5.86e-3 | -1.90e-2 | 0.00e+0 |
| | ei | 4.33e-1 | 9.18e+0 | 2.84e+1 |
| CO | ai | 3.85e+0 | 5.03e+0 | 1.61e+0 |
| | bi | -1.07e-5 | 0.00e+0 | 0.00e+0 |
| | ci | 2.37e-3 | 0.00e+0 | 0.00e+0 |
| | di | -1.25e-1 | 0.00e+0 | 0.00e+0 |
| | ei | 1.65e+1 | 6.72e+1 | 2.22e+1 |

