

N-21

混雑時の市街地道路における車両挙動シミュレーション

埼玉県 正会員 曾田信行

埼玉大学 正会員 久保田尚

1 はじめに

近年、街地道路において慢性的な混雑の起きているような個所がある。そのような状況に対して対策を講じる際に、シミュレーションによる予測というものが有意義である。そこで本研究では、混雑した市街地道路の交通流シミュレーションを行う際に重要と思われる個々の車両の挙動についての一般化及び、求めた車両挙動モデルによるシミュレーションの作成、検証を行う。

2 車両挙動の一般化について

車両挙動を場合分けするといくつかのものに分けられるが、本研究においては、市街地道路（混雑時）における追従方程式、様子見挙動についての回帰モデルの作成、前車が発進してから次の車が発進するまでにかかる時間である発進遅れ時間のアーラン分布との適合度検定を行った。「様子見挙動」とは我々が名付けたものであるが、前方に赤信号やそれに伴う停止車両などの障害物がある際に、運転者が停止を嫌うという様な意図により、ある程度速度の低い状態で走行をして障害物の無くなるのを待つといった挙動が見られることから、これをモデル化しようとしたものである。また、これらのモデル作成に必要なデータは、大宮駅周辺の国道17号を撮影したビデオ画像から採取した。また追従方程式については減速時、加速時のものと2つの式に分けて表現し、相対速度の正負によってその使い分けをすることとした。回帰モデルによって作成した式を表1、表2に示す。

表1 追従方程式のモデル式

$$\begin{aligned} \text{(減速時)} \quad a_{k+1}(t+T) &= -0.64269 \frac{v_{k+1}^{1.302714}(t+T)}{(x_k - x_{k+1})^{0.700378}} \\ \text{(加速時)} \quad a_{k+1}(t+T) &= 0.344428 \cdot v_{k+1}^{0.485301}(t+T) \cdot (x_k - x_{k+1})^{0.145414} \end{aligned}$$

ただし、 $a_k(t)$ ；k番目の車の時刻tの時の加速度(m/s²) $v_k(t)$ ；k番目の車の時刻tの時の速度(m/s) $x_k(t)$ ；k番目の車の時刻tの時の位置(m)

T；反応遅れ時間(=1秒)

$$\text{追従範囲}(m) \leq \frac{5}{3} \times \text{追従車速度}(m/s) + 10$$

表2 様子見挙動のモデル式

$$v = 0.032231 \cdot x + 5.347425$$

v；走行速度

x；障害物までの距離

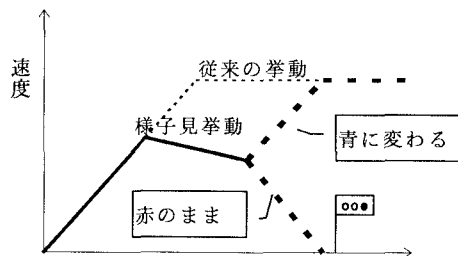
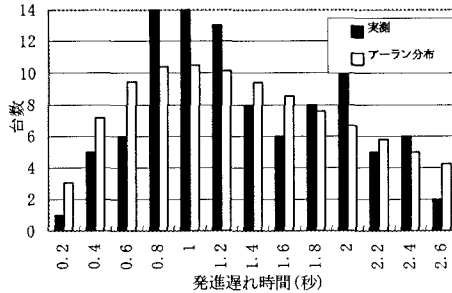


図1 様子見挙動の概念（赤信号に向かう場合）

次に、発進遅れについては、交差点における2台目以降の車両の発進遅れ時間を計測した。適合度検定の結果、図2に示すように $k=2$ のアーラン分布に適合することがわかった。



発進遅れ時間
 黒；実測
 白；アーラン分布 ($k=2$)
 場集団平均推定値 1.27 秒
 母集団標準偏差の推定値 0.61
 $\chi^2=10.67 < \chi^2_{10}(0.05)=25.19$

図2 交差点における発進遅れの分布

3 シミュレーションシステム tiss への組み込み

本研究においては、前述した車両挙動モデルを埼玉大学設計計画研究室において開発された離散型交通流シミュレーション tiss¹⁾ (Traffic Impact Simulation Subsystem) に組み込みを行うという形で作成した。右図が実際にシミュレーション実行した画面（アニメーション）である。従来の tiss においては、車両は単純な等速度（40km/h）運動を行っていたが、これにより車両挙動をリアルに再現できるようになった。

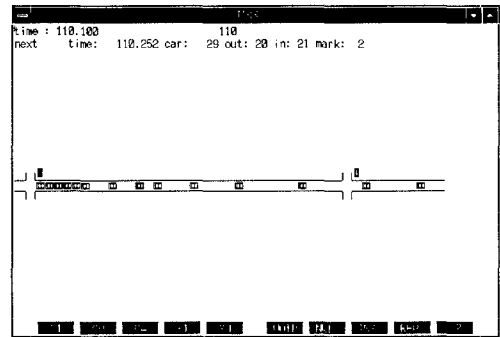


図3 tiss への組み込み（アニメーション）

4 シミュレーションの検証

本研究で作成した交通流シミュレーションの精度を確認するためデータを採取した地点と同様な道路状況を再現してシミュレーションを行った。またシミュレーションによる値と実際の交通現象を比較する具体的な方法としては、両方から得られる $Q-V$ 関係を比較するという方法を用いた。 $Q-V$ 関係は、ある時間内に通過する車の台数とその車の通過速度の平均の関係であり、この関係は個々の車の車間距離と速度の関係によりほぼ置き換えられる関係であるということがその理由である。

ここで右図は実測とシミュレーションによる $Q-V$ 関係であるがこの2つを比較すると、シミュレーションにおける $Q-V$ の方がやや交通量の少な目になってはいるが、ほぼ同様な $Q-V$ 関係を得られることが出来た。

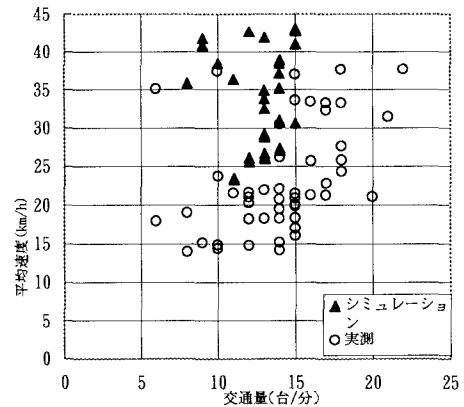


図4 シミュレーションと実測の $Q-V$ 関係

5 まとめと課題

本研究においては、市街地道路のある程度混雑した地域での車両挙動をシミュレーション上において表現することが出来た。また、 $Q-V$ 関係によってその精度を確認するという手法を提案することが出来た。

このシミュレーションは単路部のみでしか試していないので、今後は交差点での挙動モデルと合体させてネットワーク上への拡張を図ることが課題である。

1) 小宮秀彦・久保田尚：交通インパクトスタディのための配分交通量推定方法の検討、土木計画学研究・講演集(1993)p. 151～p. 158