

IV-251 過飽和交通流の信号遅れ

日本大学大学院 学員 李 光 勲 日本大学理工学部 正員 池之上 慶一郎
日本大学理工学部 正員 安井 一彦

1. はじめに

単独交差点流入部における遅れに関するモデルの大部分は、交通流の状態を非飽和と仮定しているもので、過飽和になると遅れが無限大になるという非現実的な問題を持っている。過飽和状態における遅れの取り扱いは非飽和状態のそれとは異質なもので、現在、過飽和状態に関する研究は数少ない。本稿では、過飽和状態を伴う交差点における遅れを求めるモデルの一つである Ian Catling のモデルを取り上げて、そのモデルの適用性について実証的な検討を行ったものである。

2. 調査の概要

調査地点の選定条件として、交差点間の距離がある程度長くて過飽和の交通需要を計測できる事を考慮し、東京都道、蔵前橋通り、異橋交差点の下り方向流入部を選定し、停止線とその上流 1250 m 地点との間の旅行時間、流入交通量、飽和交通流率、信号現示、待ち行列等、遅れの特性を調べるために必要なデータ収集を行った。

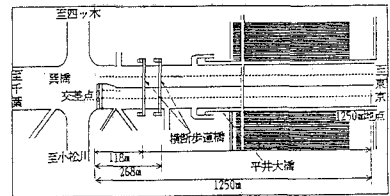


図1 調査地点図

3. 解析結果

3-1 Ian Catling のモデルによる処理

このモデルでは対象時間帯の始点における待ち行列台数 G_0 を零とし、一様遅れ A 、容量 Q 、飽和度 X 、その飽和度の継続時間 t を与えると、遅れ $D(X, t)$ 、待ち行列台数 $G(X, t)$ は、それぞれ (1) 式、(2) 式のとおりになる。また飽和度が 1.0 未満の場合には、待ち行列台数は各飽和度に応じた一定の値に収束するが、その限界値 $G_1(x)$ は、(3) 式のようにになる。

$$\begin{aligned}
 D(X, t) &= A + \frac{N-M}{4Q} \quad \text{..... (1)} & C &= 0.5 \sim 0.6 \\
 & & M &= 2C + tQ(1-X) \\
 G(X, t) &= \frac{(\beta^2 + 2X^2 Q^2 t^2 \alpha C)^{1/2} - \beta}{\alpha} \quad \text{..... (2)} & N &= (M^2 + 8CQtx)^{1/2} \\
 & & \alpha &= 2(Qt - C) \\
 G_1(X) &= \lim_{t \rightarrow \infty} G(X, t) = \frac{CX^2}{1-X} \quad \text{..... (3)} & \beta &= Qt[(1-X)Qt + 2CX]
 \end{aligned}$$

これらを基本として、待ち行列の初期値 G_0 が非零の場合の、任意の経過時間後の行列長及び遅れを、 $X \geq 1$ の場合、又は $X < 1$ で且つ $G_0 \leq G_1(X)$ の場合（ケース a）、 $X < 1$ 及び $G_0 > G_1(X)$ で、且つ $t \leq [G_0 - G_1(X)] / [(1-X)Q]$ の場合（ケース b）、又は $t > [G_0 - G_1(X)] / [(1-X)Q]$ の場合（ケース c）の三つのケースに対して、確定的に算出するアルゴリズムが用いられる。

3-2 Branston の処理式による待ち行列台数の変換

Ian Catling のモデルでは、需要としての車の到着は、停止線の位置で考えられ、待ち行列は停止線からその上流の道路にそって貯溜されるのではなく、停止線上に鉛直に積み重なる形で扱われている。そのため、理論モデルによる待ち行列台数の推定結果と実測結果を比較するために、以下の式による処理を行った。

$$Q_j = Y_j + K_{j-1} d_{j-1} - K_j d_j = (Y_j + Q_{j-1} d_{j-1} / V) / (1 + d_j / V) \quad \text{..... (4)}$$

$$S_i = R_i - K_j d_i \quad \text{..... (5)}$$

S : モデルに対応させるための待ち行列台数 R : 観測された待ち行列台数 i : 待ち行列の観測時間間隔番号
 Q : モデルの定義による停止線での到着台数 d : 到着観測地点と停止線との間の距離
 Y : 待ち行列後尾上流での観測による到着台数 V : 平均走行速度
 K : $Q/V = K$ 、定義による平均交通密度 j : 推定計算タイム・スライス番号

3-3 モデルの検討

図2は遅れに関するモデル値と実測値、図3は待ち行列に関するモデル値と補正実測値を、それぞれの観測時間帯について示している。18日の2、3回目、19日の4、5回目の各最初の値に大きなズレがあるが、これは初期値の計算に当って、与えられた飽和度での初期行列が得られる時間を、信号1サイクルに固定したことによるものである。

モデル値と観測値とをX、Y座標に示すと、図4、図5のとおりである。なおここでは、調査開始時点の最初から行列が伸びていたものを除いてある。これらを見てもわかるように、Ian Catlingのモデルによる値と観測値とは、全般的に近いものとなっている。

遅れについては、モデルの値が観測値より高い傾向と、ややバラツキが大きい傾向が見られる。これについては、モデルの定義による到着流量とBranstonによる修正待ち行列台数は、短い時間間隔での観測待ち行列最後尾位置をそれぞれ基準としなければならないが、本研究では、その基準点を常に停止線上流1250mの位置に固定したことによる誤差が考えられる。

4. まとめ

本研究では、Ian Catlingの遅れのモデルの適用性を試みることによって、信号制御される過飽和交通流の遅れの算出法についてのアプローチを行った。

計算過程における初期化の部分で、本作業に若干の問題があったことによる誤差を除けば、モデルによる計算値と観測値とは総じてよく合うという結果を得た。しかし、より厳密には、モデルによる遅れ値の方が若干高い傾向を示すと共に、交通流の変動に対する感度も実際より高いというようなことがみられた。

今後の課題として、モデルによる計算の妥当性をさらに確かめる必要性があり、そのためには、

Branstonの方法による交通諸量の修正の精度を上げるための観測方法の改善と、交通量の変動に対する遅れの感度について、その構造の、現象と理論の両面からの解明等の研究を深めなければならない。

〈参考文献〉

- 1) Ian Catling, A. : Time-dependent Approach to Junction Delay. T.E.C., pp. 520-523, Nov. 1977.
- 2) Branston, D. : A Comparison of Observed and Estimated Queue Lengths at Oversaturated Traffic Signals. T.E.C., PP. 322-327, July 1978.

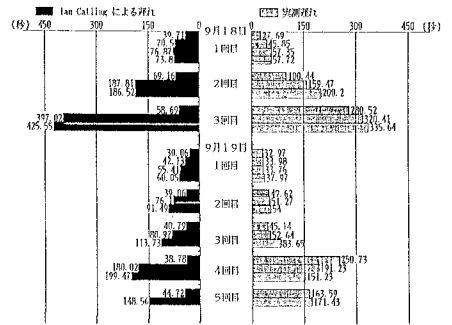


図2 モデルによる遅れと実測遅れ（4サイクル平均）

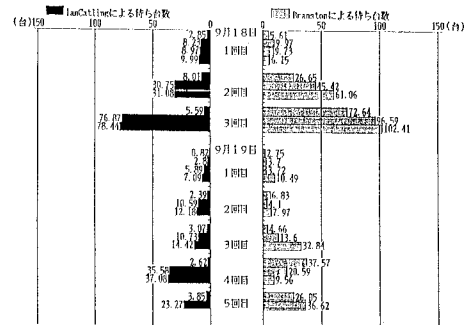


図3 モデルによる待ち行列台数と
Branstonによる待ち行列台数

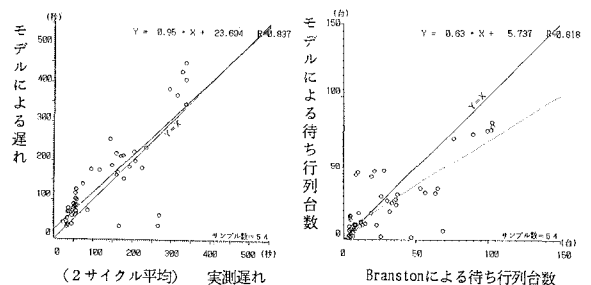


図4 モデルによる遅れと実測遅れの関係 図5 モデルによる待ち行列台数と
Branstonによる待ち行列台数の関係