

IV-359

工事区間における交通制御手法に関する研究¹

北海道大工学部 学生員 坂田秀希 正員 中辻 隆
NKK 正員 松元照幸 鈴木信久

1. はじめに

工事区間の存在は交通渋滞の直接的な原因となることから、区間長の設定および制御手法は交通状況に応じて適切に行わなければならない。これらの解析を行うために交通流シミュレーションプログラムの開発をした。工事区間における交通流を待ち合わせ現象としてモデル化すると、交通状況に応じた青時間延長や打ち切り、或いは発進や減速による遅れをモデル化できないと言った問題が生じる。そこで追従理論を用いたミクロモデルを使い個々の車両の工事区間での走行履歴を時間的変動についても再現できるものとした。また制御方法は、定時式に信号の現示を変更する方式に加えて、誘導員による制御を想定して交通状態に応じて青時間を変化させる方式が用意されている。そこで誘導員制御の、交通量や工事区間長を変化させた時のサイクル長や青信号時間を求め、定時式の信号と比較してみた。

2. 工事区間内の信号設定

1) 有効青時間 工事区間における流入方向を i と j とすると、車両の時間-距離図は図-1 のようになる。サイクル長を C とすると

$$C = 2t_t + G_i + G_j + 2L_s \quad (1)$$

のように表される。ここで t_t は待ち行列最後の車が工事区間を通過するのにかかる時間、 G_j は j 方向の有効青時間、 L_s は発進遅れである。

j 方向から 1 サイクル中に工事区間に入る車の数 N_j は次のように表される。

$$N_j = q_j C = q_j (2t_t + G_i + G_j + 2L_s) \quad (2)$$

ここで、 q_j は j 方向における交通量である。いま飽和交通流率を S 、そして交通量が S 以下と仮定するとその間の j 方向の通過台数 N_j は、

$$N_j = St_j + q_j L_{ej} = S(G_j - L_{ej}) + q_j L_{ej} \quad (3)$$

ここで、 t_j は j 方向の待ち行列が解消するまでの時間、 L_{ej} は延長青時間で、誘導員による制御を行う場合には流入交通量の大きさに応じて延長される。(2) 式と (3) 式より G_j は次式のように求めることができる。

$$G_j = \frac{q_j \left[S(2t_t + 2L_s + L_{ej}) - q_2(L_{ej} - L_{ei}) \right]}{S[S - (q_i + q_j)]} + L_{ei} \quad (4)$$

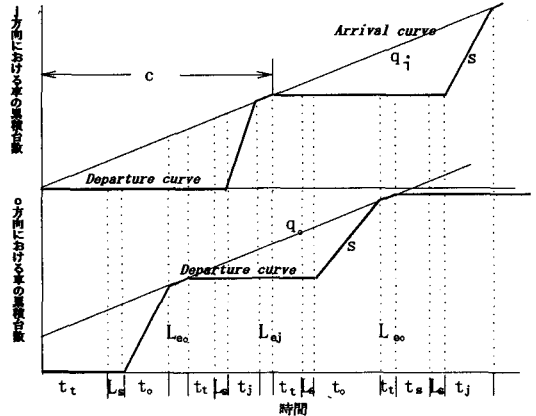


図-1 両方向における車の累積待ち台数状況

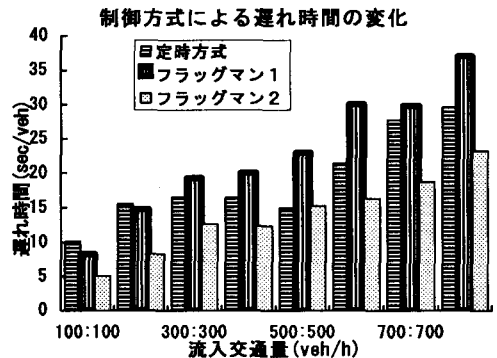


図-2 制御方式と遅れ時間

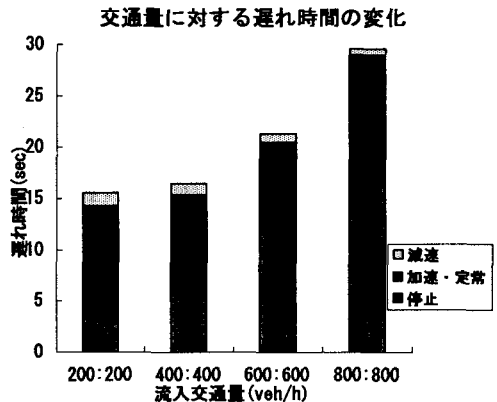


図-3 流入交通量と遅れ時間変化

¹ Traffic Control Scheme in Work-Zone of Two-Way Highway

by H. Sakata, T. Nakatsuji, Faculty of Engineering, Hokkaido Univ. and T. Matsumoto, N. Suzuki, NKK

3. シミュレーション

1) モデル 車両の走行モードとしては、希望速度で走行する先頭車とそれに追従運動する追従車の2つの状態を、運転モードとしてはa) 定速、b) 発進加速、c) 制動減速、およびd) 停止の4つの状態を設定し、それらの組み合わせによって車の挙動が決定されるとした。なお、追従状態においては、追従理論に基づき $(n+1)$ 番目の追従車の加減速度は次式によって表されるものとした。

$$\ddot{X}_{n+1}(t + \Delta t) = \frac{\alpha_0 [\dot{X}_{n+1}(t + \Delta t)]^m}{[\dot{X}_n(t) - \dot{X}_{n+1}(t)]^l} [\dot{X}_n(t) - \dot{X}_{n+1}(t)] \quad (6)$$

2) 遅れ時間 工事区間入り口の待ち行列における停止遅れの他に、工事区間による走行速度低下が引き起こす定常遅れ、区間入り口及び出口前後における加速・減速遅れを求めることができる。

3) 制御方式 定時方式は2. 1) に記した有効青時間を用いる。

誘導員方式は信号現示が青の方向において、誘導員1が車両の待ち行列がある場合、2が工事区間入り口からXm以内に車両が存在する場合、それぞれ青時間を継続する。今回Xの値は50mとした。

4. 解析条件

1) 観測データ 工事区間における、基礎データを得るために、2カ所の工事区間において交通流観測を行った。1つ目は、滋賀県草津市内の一般国道で工事区間長は55m、2つ目は、埼玉県草加市の一般国道で80mである。共に2車線であり、誘導員による、片側交互通行規制が実施されていた。これにより、自由走行平均速度と工事区間平均速度、パラメータ1, mを得た。

2) 流入交通量 今回は両方向の流入交通量が等しい場合のみを解析した。

5. 解析結果

1) 制御方式と遅れ時間 図-2に示すように、誘導員制御の2が最も遅れ時間が短い。これにより、以下の解析はすべて誘導員制御2でおこなった。

2) 交通量と遅れ時間 工事区間長を100mに固定して流入交通量を変化させた遅れ時間の分布を図-3に示す。

3) 工事区間長と遅れ時間 流入交通量を720veh/hに固定して工事区間長を変化させた時の遅れを図-4に示す。区間長の増加に従い、加速と定常遅れの影響が大きくなっていく。

4) 流入交通量と青時間 工事区間長を100mに固定して流入交通量を変化させた青時間の分布を図-5に示す。誘導員方式と有効青時間の差が延長青時間(L_e)である。

6. アニメーション

個々の車両の走行挙動と信号(或いは誘導員)制御のシミュレーションをアニメーションで表示できる。(図-6)

まとめ シミュレーションによってL_eが求められた。この値を、遅れ時間を最小にする最適化手法によって計算された値と比較検討し、シミュレーションにおける誘導員制御の青時間延長の条件を最適化することが今後の課題である。

区間長と遅れ時間

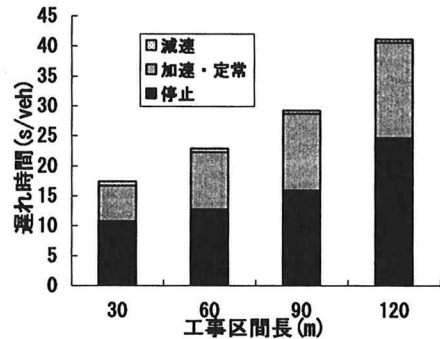


図-4 工事区間長と遅れ時間変化

流入交通量と青時間変化

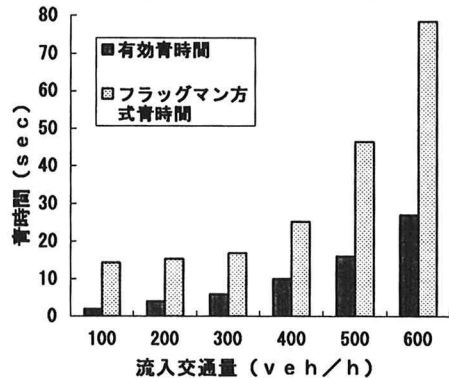


図-5 流入交通量と青時間



図-6 アニメーション実行画面