

重交通時を対象とした系統信号系の シミュレーション

山口大学工学部 正員 ○久井 守
建設省土木研究所 赤木幸靖

1. はじめに

本研究は、重交通時の路線信号制御の最適化を検討することを最終の目標として、路線信号系の交通流のシミュレーションモデルを作成したものである。本モデルは交通流を圧縮性流体と考えた巨視的モデルであるが、感知器情報を計測することができ、主道路から交差道路への流入を考慮し、また不飽和の場合はもちろん、交差点の容量以上の交通需要があり待ち行列の存在を考慮しなければならないような過飽和時をも取扱うことができるモデルである。

2. シミュレーションモデルの概要

シミュレーションの対象は、図-1に示すような N_s 信号からなる路線である。対象路線の道路条件(信号数(交差点数)、信号区間 k の区間距離 D_k など)、交通条件(主道路の交通需要量 Q_1 (台/s)、交差道路の交通需要量 Q_2 (台/s)、主道路から交差道路への左折流出率、交差道路から主道路への左折流入率、自由速度 V_f (m/s)、各信号区間の飽和交通流率、発進遅れなど)、信号条件(損失時間 A (s/周期)、信号周期 T (s)、信号 i の現示率 π_i 、信号区間 k の相対オフセット γ_k など)は任意に与える。ここに相対オフセットは、青開始時の時間差で対周期比で表す。信号 i の青時間 G_i (s)は $G_i = \pi_i(T-A)$ である。

シミュレーションの基本的方法は次のとおりである。

- 1) 交通流は圧縮性流体として扱う。
- 2) 道路は、主道路および交差道路とも上下両方向それぞれを長さ25mのブロックに分割する。
- 3) 各ブロックの速度と密度の関係は線形と仮定する。
- 4) ブロックの最大密度は道路条件として与える。
- 5) シミュレーションのスキャンサイクル Δt は1ブロックを自由速度で走行できる程度の大きさとし、ここでは $\Delta t=2.0$ sとする。
- 6) 主道路両端および交差道路には、長さ100m(4ブロック)の流入リンクを設ける。
- 7) 主道路および交差道路それぞれの流入リンクへの流入交通はポアソン到着で与える。
- 8) 交差道路から主道路への左折流入交通は歩行者に妨げられることはなく、また交差道路青信号時間において流入させる。
- 9) 主道路から交差道路への左折流出交通は歩行者に妨げられることはなく、また流出車は乱数処理によって決定する。

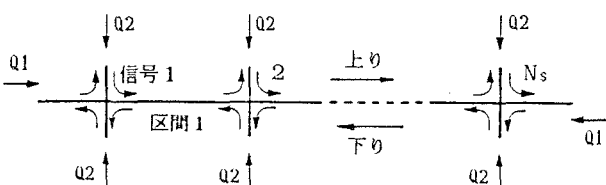


図-1 シミュレーションの対象路線

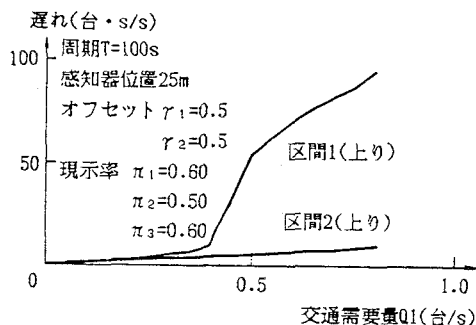
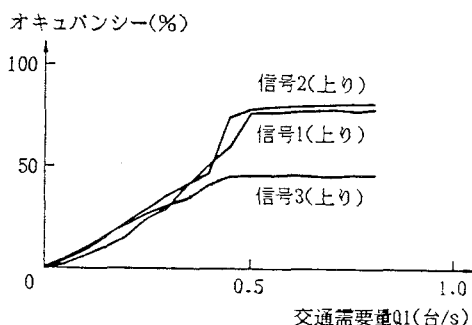


図-2 交通需要量とオキュパンシー・遅れの関係

10) ブロック間移動量は、隣接ブロックの平均速度と上流側ブロックの交通密度の積と仮定する。

11) ブロック間移動処理の結果、最大密度のチェックを行い、逆流計算を行う。

12) 遅れ時間は、信号区間ごとに、存在台数とスキュータイムの積和から自由速度による旅行時間を差し引いて求める。

13) シミュレーションの始めに、各ブロックに初期存在台数を与える。

14) 交差点流入部に感知器を配置し、交通量とオキュパンシーを計測する。

3. 計算例

まず系統制御のシミュレーション結果を図-2～図-5に示す。対象路線は3信号からなる道路で、主道路は片側2車線、交差道路は片側1車線、区間距離は $D_1=400\text{m}$ 、 $D_2=400\text{m}$ である。各交差点の流出率は上下両方向とも10%、 $V_f=12.5\text{m/s}$ 、 $A=10\text{s}$ である。図-2は信号2の現示率が小さく、ネックとなるケースである。図-3以下は $\pi_1=0.60$ 、 $\pi_2=0.65$ 、 $\pi_3=0.60$ である。図-3は区間1の上り方向の遅れと周期の関係である。信号区間の時間距離 $\tau=0/(T \cdot V_f)=n/2$ (n は整数)の付近で遅れが極小になっている。図-4は信号区間1の上下両方向の合計遅れとオフセットの関係である。区間2のオフセットは $\gamma_2=0.5$ としている。図-5は信号2の4流入部の総遅れと現示率 π_2 の関係である。オフセットは $\gamma_1=\gamma_2=0.5$ としている。

このシミュレーションモデルでは、地点感應式制御のシミュレーションも行うことができる。そのシミュレーション結果の1例を表-1に示す。単位青時間 $G_0=2\text{s}$ とし最小青 $G_{\min}$ 、主道路の延長限度青 $G_{\max}$ および交差道路の延長限度青 $G_{c,\max}$ をパラメータとして、主道路2区間および交差道路全流入部の合計遅れ(台・s/s)を総遅れ時間として示している。

今後はいくつかの信号制御方式あるいは制御論理についてシミュレーションを行い、道路交通条件に応じて望ましい制御のあり方を求めることが重要である。

表-1 感應式制御のシミュレーション結果
($Q_1=0.3\text{台/s}$ 、 $Q_2=0.1\text{台/s}$)

$G_{\min}$	$G_{\max}$	$G_{c,\max}$	総遅れ時間
15(s)	70(s)	30(s)	8.0
15(s)	50(s)	20(s)	8.8
20(s)	70(s)	30(s)	11.4

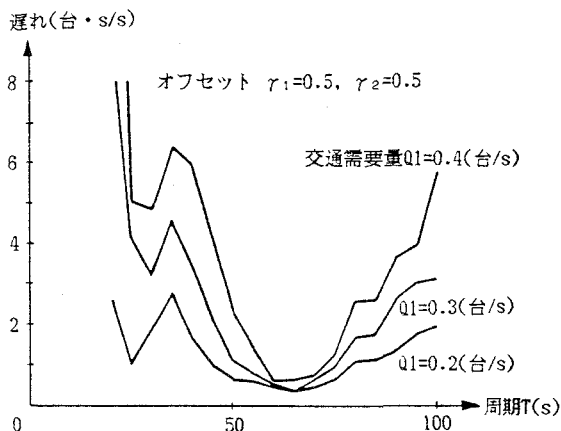


図-3 周期と遅れの関係

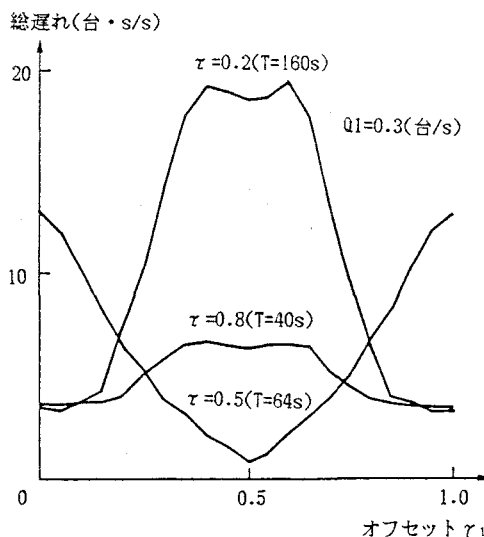


図-4 オフセットと信号区間の遅れの関係

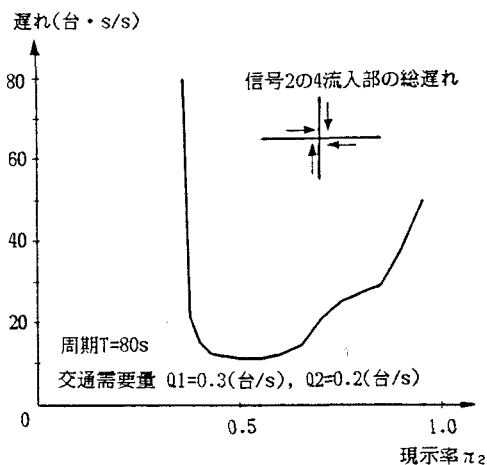


図-5 現示率と遅れの関係