

右左折交通を考慮した系統式信号制御の最適化と シミュレーションによる評価

OPTIMIZATION OF THE OFFSETS OF TRAFFIC SIGNAL COORDINATION
CONSIDERING THE TURNING TRAFFIC AND ITS EVALUATION

久井 守*・山下芳夫**

By Mamoru HISAI and Yoshio YAMASHITA

This paper describes the optimization of the offsets of traffic signal coordination by Dynamic Programming. The turning traffic at the intersections, inflow and outflow traffic at the links are taken into account. The cycle length and the splits of each signal are given. The performance index is the total delay of the arterial street. It is assumed that the platoon is represented by a single rectangle.

The delay-minimizing offsets obtained by DP technique proposed here are compared with the bandwidth-maximizing balanced offsets by means of a simplified simulation model and TRANSYT traffic flow model from the viewpoint of delay. As the result, it is found that there is not much difference between the two offsets in light traffic, but that the DP offsets are rather superior to the balanced offsets in heavier traffic.

Keywords : offset, signal coordination, turning traffic, DP

1. はしがき

本研究は交差点における右左折交通がある場合の路線系統制御を対象とし、系統制御の重要な制御パラメーターであるオフセットをDPの手法で最適化し、それをシミュレーションによって評価したものである。最適化のための評価指標は路線全体の総遅れ時間とする。周期、スプリットおよびオフセットの3制御パラメーターのうち、周期および各信号のスプリットは他の何らかの方法で与えられたものとし、各リンクの相対オフセットのみを最適化の対象とする。

総遅れ時間を評価指標としてオンラインでオフセットの最適化を行うためには、何らかの方法で遅れ時間の関数を仮定するか、または遅れ時間を計算するために交通流をモデル化することが必要であると考えられる。たとえばTRANSYTでは実際の交通流を比較的忠実に再現するために不定形の交通流モデルを用いている¹⁾。ただしこのTRANSYTでは全域的な最適解が得られる保証のないのが1つの大きな欠点であろう。一方著者らがこれまで提案してきたDPによるオフセットの最適化²⁾で

は、車群を単一の矩形波で表わすという仮定を用いた。その仮定に関する限り理論的には全域的最適解を求めることができ、また遅れ最小化オフセットだけでなく、通過帯幅最大化オフセットをも求めることができるという大きな利点があった。ただし、この場合のオフセット最適化では交差点における右左折交通はこれを考慮しないという1つの大きな制約もあった。

しかしながら実際の道路では、右左折交通量が無視できない交差点を含んでいるのが普通である。したがって本研究では、これまで提案してきたDPによるオフセット最適化の適用性を高めるために、交通流モデルを改善し、交差点における右左折交通や信号区間途中における発生吸収交通を考慮したオフセットの最適化を試みた。ただしこれまでと同じく車群は単一の矩形波で表わし、最適化はDPの手法によって行う。

本研究では上述のように車群を単一の矩形波で表わすという1つの大きな仮定を設けているため、理論的に求めた最適オフセットについては遅れ最小の観点から評価を行うことが必要である。したがってここではシミュレーションの手法によってDPによる理論オフセットと平等オフセットとの比較を行った。またDPの理論計算において必要な境界条件および諸定数値についても検討を行い、DPによるオフセット最適化の計算方法と

* 正会員 工博 山口大学助教授 工学部土木工学科
(〒755 宇部市常盤台 2557)

** 萩市役所下水道課 (〒758 萩市江向 510)

してひとまず確定した。

2. 交通流の取り扱い

信号交差点では交通流は車群を形成する。この車群流は信号周期を周期とする周期関数となる。本研究では1つの周期内の車群を図-1に示すように单一の矩形波で仮定する。時間単位で表わした車群長を $L(s)$ 、車群内のフローレートを a (台/s) とする。1周期当たりの交通量 Q (台/周期) は

となる。車群の拡散を考慮に入れるために、交差点への到着車群長 L を

と仮定する。ここに L_0 は隣接上流交差点の発進車群長 (s), D は交差点間隔 (m), c は車群の広がりを表わす広がり係数である ($c \geq 0$)。ただし拡散がない場合は $c=0$ とする。

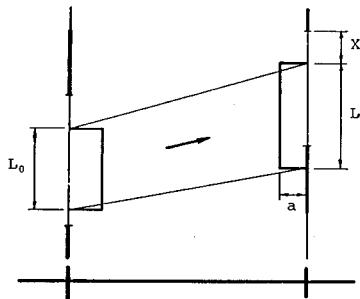


図-1 単一矩形波と拡散の仮定

信号交差点では車群はパタンの変換を受けるが、交差点における右左折がない場合の変換ルールは図-2の(a)～(d)の4通りとし、パタン変換の前後ともに、車群は単一の矩形波と仮定する。これらの仮定はすでに提案した仮定²⁾と同一のものである。図-2のうち、仮定(d)は、赤信号で車群が2つに分割された場合はこれを1つの矩形波に表現しなおすという1つの大きな仮

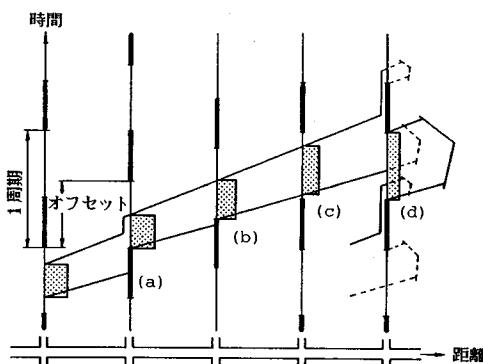


図-2 右左折交通がない場合の車群バタンの変換

定となっている。右左折がない場合は、バタン変換の前後で交通量、すなわち矩形波の面積は変化しない。交差点における遅れ時間 w は、車群が単一の矩形波の場合、車群の到着時点 X の 1 次式または 2 次式で表わすことができる。この遅れ式は、 X を周期で規準化した変数 ξ の関数としてすでに示したとおりである²⁾。 X は図-1 に示すように、車群後端が交差点に到着した時点から青信号終了時点までの時間 (s) である。

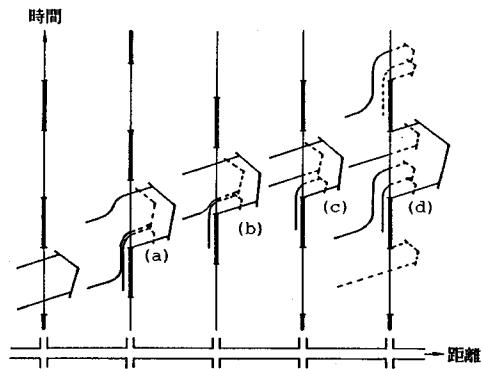


図-3 右左折流入交通がある場合の車群パターンの変換

交差点における右左折交通または信号区間途中での流出入交通がある場合については、次のようにしてモデル化することとする。すなわち隣接上流交差点で、交差道路から右左折によって流入する交通があるか、または信号区間途中で、沿道から流入する交通がある場合は、直進の主流交通に対して、これを副次交通として区別して考え、この副次交通は当該区間のオフセットに関係なくすべて隣接下流交差点の赤信号で滞留し、青信号開始とともに主流交通に先立って当該交差点を発進するものと考える。厳密には必ずしも副次交通がすべて赤信号で滞留するとは限らないが、理論的取り扱いを容易にするためこのように簡略化して考える。右左折がある場合の車群変換ルールを図-3に示す。(a)～(d) の各仮定は図-2 の (a)～(d) にそれぞれ対応している。図-3 に示すように青開始後、副次交通が飽和発進した後、この副次交通の影響を受けながら主流交通が交差点を通過し、その際主流交通と副次交通が合流して新たに1つの主流交通を形成しさらに下流方向へ進むというように考える。

一方、右左折によって交差道路へ流出する交通または信号区間沿道へ流出する交通がある場合は図-4(a)に示すように流出率に相当する量だけ車群のフローレートを一様に減することによってこれを考慮することとする。この考え方は、右左折専用車線がなくかつ歩行者や対向直進車に妨げられることなく、自由に右左折が行われる交差点を想定している。右左折専用車線があり、か

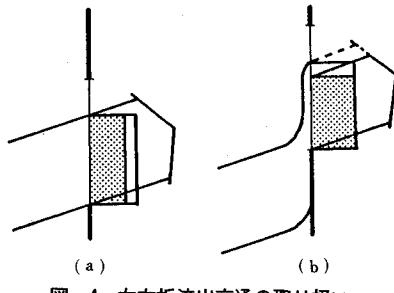


図-4 右左折流出交通の取り扱い

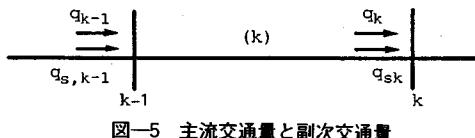


図-5 主流交通量と副次交通量

つその車線の長さが直進交通の妨げにならない程度に十分長い場合には、図-4 (b) の例のように右左折流出率に相当する量だけ発進車群長を短くするというモデル化によってこれを考慮することができ、また逆に右左折交通が後続の直進交通に影響を及ぼす場合については、直進交通のフローレートを小さくし、その分だけ車群長を長くするというモデル化によってこれを考慮することができるが、ここではこれらの扱いはしないこととする。

以上のように考えると、第 k 交差点へ到着する上り方向の主流交通量 q_k (台/s) および副次交通量 q_{sk} (台/s) はそれぞれ次のように表わすことができる (図-5)。

$$q_k = (1 - R_{0,k-1})(q_{k-1} + q_{s,k-1}) \dots \quad (3)$$

$$q_{sk} = R_{1,k-1}(q_{k-1} + q_{s,k-1}) \dots \quad (4)$$

ここに、

$R_{0,k-1}$: 第 $(k-1)$ 交差点または第 k 区間の流出率

$R_{1,k-1}$: 第 $(k-1)$ 交差点または第 k 区間の流入率

下り方向についても同様である。以上のようにして、单一矩形波の仮定を用いたまま、交差点における右左折または信号区間沿道からの流入出を考慮に入れたモデル化が可能となる。

3. DP による定式化と計算法

(1) 定式化

最適化の対象は N 区間、 $(N+1)$ 交差点からなる路線とし、図-6 のように表わす。最適化の目的関数 J は対象路線全区間の総遅れ時間とし、次のように表わす。

$$J = \sum_{k=1}^N \{w_k(\lambda_{k-1}, x_{k-1}, \xi_k) + w'_k(\lambda_k, x'_k, \xi'_k)\} \dots \quad (5)$$

本研究の目的はこの J を最小にする最適決定 ξ_k^* ($k = 1, 2, \dots, N$) を探索することである。式 (5) の w_k は図-7 に示すように第 k 区間上り方向車群が第 k 交

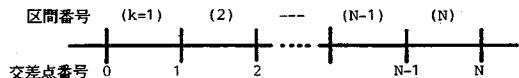
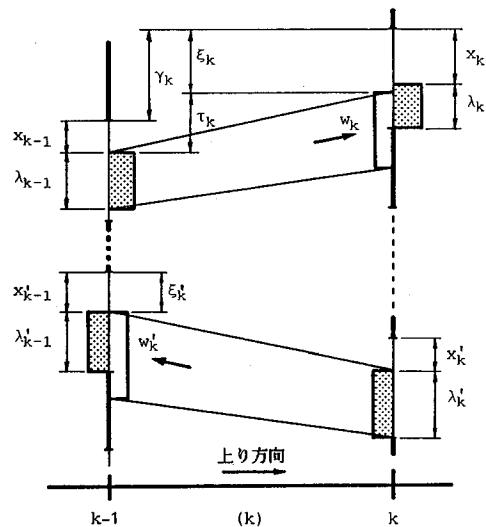


図-6 DP の対象路線

図-7 第 k 区間の車群と遅れ時間

差点でこうむる遅れ時間であり、これは λ_{k-1} 、 x_{k-1} や ξ_k の関数である。 λ_{k-1} は第 $(k-1)$ 交差点の発進車群長、 x_{k-1} は発進車群位置、 ξ_k は第 k 交差点への到着車群位置を表わし、いずれも周期に対する比率で表わす。また、 w_k は第 k 区間下り方向車群が第 $(k-1)$ 交差点でこうむる遅れ時間であり、これは λ_k 、 x'_k や ξ'_k の関数である。

式 (5) を DP の関数方程式で表わすと

$$f_0(\lambda_0, x_0, \lambda'_0, x'_0) = 0 \dots \quad (6)$$

$$f_k(\lambda_k, x_k, \lambda'_k, x'_k) = \min_{\xi_k} |w_k(\lambda_{k-1}, x_{k-1}, \xi_k)|$$

$$+ w'_k(\lambda_k, x'_k, \xi'_k)$$

$$+ f_{k-1}(\lambda_{k-1}, x_{k-1}, \lambda'_{k-1}, x'_{k-1}) \dots \quad (7)$$

$$(k=1, 2, \dots, N)$$

となる。ここに $f_k(\lambda_k, x_k, \lambda'_k, x'_k)$ は、与えられた λ_k 、 x_k 、 λ'_k および x'_k に対して、第 1 区間から第 k 区間までの最適政策を実行したときに得られる最小遅れ時間である。式 (7) における ξ_k と ξ'_k の間には 1 次式の関係²⁾があるので、式 (7) は ξ_k のみに関して最小化すればよい。

DP 計算の結果から最適決定 ξ_k^* ($k = 1, 2, \dots, N$) が求められると、最適オフセット γ_k^* ($k = 1, 2, \dots, N$) は次式で求めることができる。

$$\gamma_k^* = \xi_k^* + \tau_k - x_{k-1} \pmod{1} \dots \quad (8)$$

ここで τ_k は第 k 区間の上り方向の走行所要時間を周期

で規準化したものである。

(2) 計算方法

DP 計算は式(6)および式(7)によって $f_0, f_1, f_2, \dots, f_N$ の順に行う。一般的第 k 区間の計算では、4つの変数 $\lambda_k, \lambda'_k, x_k, x'_k$ および x'_k はそれぞれ、 $(q_k + q_{sk})/s \leq \lambda_k \leq g_k, (q_k + q'_{sk})/s \leq \lambda'_k \leq g_k, 0 \leq x_k \leq g_k - \lambda_k$ および $0 \leq x'_k \leq g_k - \lambda'_k$ の範囲を、 λ_k および λ'_k は $\Delta\lambda$ 間隔、 x_k および x'_k は Δx 間隔の離散量で与える。 s は飽和流量(台/s)、 g_k は第 k 交差点の青時間(対周期比)、 $(q_k + q_{sk})$ は第 k 交差点を発進する上り方向の主流交通量と副次交通量を合計した交通量(台/s)、 $(q'_k + q'_{sk})$ は同じく下り方向の交通量(台/s)である。

式(7)の計算は $\lambda_k, \lambda'_k, x_k$ および x'_k のあらゆる組合せについて行う。 f_k は ξ_k について最小化を行うが、その場合、上り方向の車群パタン (λ_{k-1}, x_{k-1}) から (λ_k, x_k) への変換、および下り方向の車群パタン (λ'_k, x'_k) から $(\lambda'_{k-1}, x'_{k-1})$ への変換の両者がともに、車群変換ルールを満足するような $(\lambda_k, x_k, \lambda'_k, x'_k)$ と $(\lambda'_{k-1}, x'_{k-1}, \lambda_k, x_k)$ のあらゆる組合せと可能な ξ_k の中から $|w_k + w'_k + f_{k-1}|$ を最小にするように ξ_k を決定し、その結果を f_k とする。 ξ_k は $\Delta\xi$ 間隔の離散量として最適化を行う。

(3) 副次交通がある場合の遅れ時間の計算法

交差点の右左折や信号区間途中からの流入交通によって形成される副次交通が隣接下流交差点においてこうむる遅れ時間は計算しない。すなわち、目的関数 w_k あるいは w'_k には副次交通の遅れ時間は含まない。ただし図-8に示すように、交差点発進時に副次交通が主流交通に合流して新たに主流交通が形成された後は、それより下流の交差点では、この新たに形成された主流交通について遅れ時間を求め、それを w_k あるいは w'_k とする。

主流交通の遅れ時間は次のようにして計算する。すなわち図-8に示すように副次交通はすべて赤信号で滞流するものと仮定し、青信号開始直後、主流交通に先立って飽和発進するものと考える。第 k 交差点上り方向の

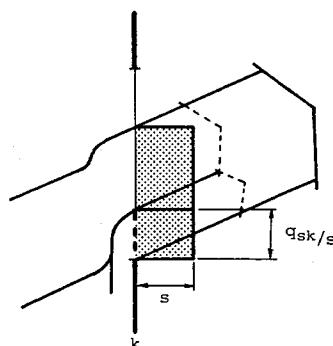


図-8 主流交通に対する副次交通の影響

副次交通量 q_{sk} が発進するのに要する時間は q_{sk}/s である。したがって上り方向の主流交通が第 k 交差点でこうむる遅れ時間 w_k は、第 k 交差点の青時間が $(g_k - q_{sk}/s)$ であるとみなして計算すればよいことになる。

交差点の停止線を発進した交通流が右左折によって交差道路へ流出しましたは信号区間途中で沿道に流出する場合は、与えられた流出率に相当する量だけ発進車群のフローレートを減じて遅れ時間を計算すればよい。

(4) 境界交差点からの流入パターンと広がり係数

DP 計算の最適解は、対象路線両端の境界交差点から対象路線に流入する車群パタンを与えてはじめて確定する。したがってこの流入車群パタンは境界条件として外生的に与える必要があるが、その流入パタンは境界交差点に到着する交通量レベルと到着交通パタンに関係するため、それを単一の矩形波で表現することは必ずしも容易ではない。系統化路線が距離の長い信号区間または車群の存在が認められない信号区間によって区切られた路線の場合、到着交通パタンはランダムまたは一様となるが、交通量が少ない場合は、流入パタンは単一の矩形波とはならない。また系統化路線境界区間の区間距離が短い場合は到着交通は一般に車群を形成すると考えられるが、到着時刻が固定しないため流入パタンは1つに定まらない。いずれにしても単一の矩形波の仮定に立つかぎり、交通量が多い場合は別として、交通量が少ない場合は流入パタンを1つに決めるることは困難である。したがってここではいくつかの流入パタンを与えて DP の理論的最適オフセットを求め、それをシミュレーションで遅れ時間の評価を行い、より小さい遅れ時間を与える流入パタンを用いるという便宜的な考え方で流入パタンを決定した。そのようにして決定した流入パタンは図-9に示すように車群のフローレートを飽和流量に等しくし、車群の位置 x_0, x'_N は総遅れ時間が最小になる位置に設定するというものである。この場合 x_0, x'_N は Δx_0 間隔の離散量として最適探索を行う。

広がり係数については、本来ならば実測に基づいて決

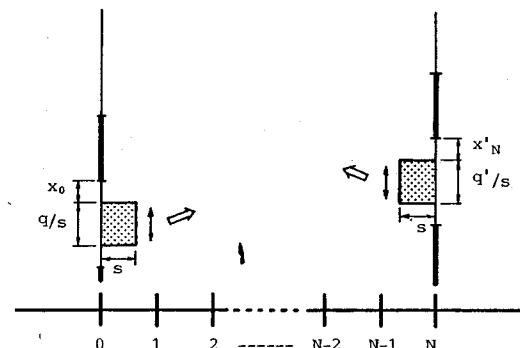


図-9 境界交差点からの流入車群パタンの仮定

定すべきであるが、実際の車群は矩形波ではなく、また車群の拡散は道路・交通条件にも関係することから、広がり係数について詳細な検討が必要である。したがってここでは便宜的な方法であるが、広がり係数としていくつかの値を与えてDPの理論的最適オフセットを求めシミュレーションによって遅れ時間を評価した結果から $c=0$ 、すなわち車群の拡散はないものと考えることとする。これは、区間距離が短い場合、車群の広がりは必ずしも大きくなないことと、多少の広がりを与えて最適オフセットを計算しても、シミュレーションによる評価の結果は必ずしも常に遅れ時間が小さいとは限らず、むしろ傾向としては $c=0$ の場合の方が遅れ時間が小さくなることなどから $c=0$ を用いることとしたものである。

(5) その他の計算条件

対象路線の区間数 N 、各信号区間の区間距離、信号周期 T (s)、各信号の青時間 g_k (対周期比)、各信号区間の上り下り各方向の速度(v, v')、各交差点における上り下り別流出率流入率、および境界交差点からの流入交通量(q, q')は任意に与えることができる。ただし各交差点各流入部の交通量はそれぞれの流入部の交通容量より小さくなければならない。

(6) 計算例

計算例として図-10に示す8信号からなる路線について最適オフセットを求めた。得られた最適オフセットと交通流パタンの一例を図-11に示す。計算条件は

$$\Delta\lambda=0.1, \Delta x=0.1, \Delta x_0=0.025, \Delta\xi=0.025$$

$$s=1\text{台}/s, c=0.0, v=v'=12\text{m/s}$$

であり、交通量および信号条件は

$$q=q'=0.40\text{台}/s, T=80\text{s},$$

$$g_k=0.60 \quad (k=0, 1, 2, \dots, N)$$

である。図(a)は交差点における右左折や沿道からの流出入がない場合であり、図(b)は各交差点の右左折による流出率および流入率が上り下り両方向ともすべて20%の場合である。

表-1は、上下両方向の交通量が等しく、右左折流出入率が20%である場合のDPオフセットの一例である。この表は交通量によって最適オフセットがどのように変化するかを示している。比較のため、この表には平等オフセットと各信号区間の時間距離 τ も同時に示している。オフセット1.0とオフセット0.0は同じ意味で

表-1 最適オフセットの比較 ($T=100\text{s}$ の場合)

信号区間 k	1	2	3	4	5	6	7
区間距離 τ	0.200	0.100	0.167	0.267	0.133	0.233	0.300
DPオフセット	0.600	0.000	0.967	0.567	0.933	0.023	0.400
	0.500	0.000	0.957	0.592	0.788	0.043	0.500
	0.100	0.975	0.927	0.567	0.933	0.893	0.525
	0.150	0.050	0.902	0.667	0.933	0.793	0.625
	0.150	0.910	0.827	0.752	0.868	0.793	0.350
平等オフセット	0.500	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.500

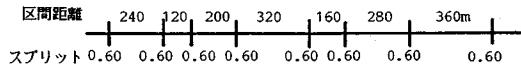
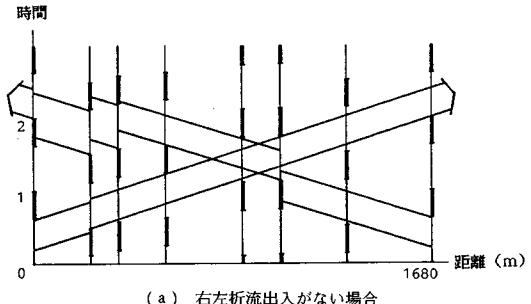


図-10 路線1



(a) 右左折出入がない場合

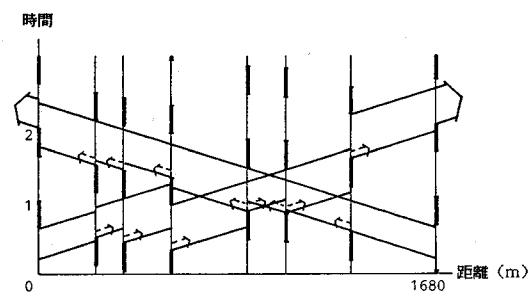


図-11 DPオフセットと交通流パタン (路線1)

あることを考えあわせると、この表から交通量が少ないと平等オフセットが最適となり、交通量が多くなると優先オフセット($\gamma=\tau$ または $\gamma=1-\gamma$)が最適となるという傾向がみられる。この表は $T=100\text{s}$ の場合のものであるが、他の周期についても程度の差はある、ほぼ同様の傾向が認められる。

この計算方法を用いれば、すでに報告したように通過帯幅最大化オフセットも求めることができる²⁾。すなわち総遅れ時間が0という条件で流入交通量 q および q' を最大にするオフセットとして求めることができる。ただし右左折や沿道からの流出入交通量が0、広がり係数 $c=0$ として計算する必要がある。また飽和流量 $s=1\text{台}/s$ とすると、 q および q' がそれ以上上りおよび下り方向の通過帯幅となる。通過帯幅の最大化は、総遅れ時間0を与えるような q および q' を初期値としてDP計算を行い、総遅れ時間が0の場合は交通量を0.02だけ増加させ、総遅れが正に変化すれば、0から正に変化した前後の交通量の間を2分法で計算し、通過帯幅の精度が0.005になるまでDP計算を反復するという計算法によることとする。

図-12に示す路線について求めた平等オフセットは図-13に示すとおりで

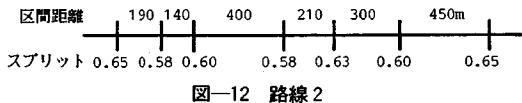


図-12 路線2

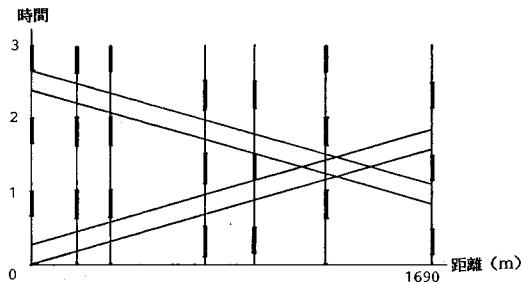


図-13 DPで求めた平等オフセット（路線2）

ある。計算条件は図-11の場合と同様であり、信号条件は周期 $T = 90$ s、各信号の青時間は図-12に示すとおりである。通過帯幅の正解は 0.270 であるが、DP で求めた値は 0.265 である。この差は計算のステップ幅 Δx 、 Δx_0 、 $\Delta \xi$ に起因しており、DP 計算の基本的考え方には起因するものではない。この差は、 Δx_0 および ξ を Δx より小さくとるという条件下では、経験的には $\Delta x/2$ 以下になると考えられる。

4. シミュレーションによる検討

DP によるオフセット最適化においては、車群を単一の矩形波で表わすという仮定を設けた。また、車群変換ルールでは、特に車群が 2 つに分割される場合についてはこれを 1 つの矩形波で表わすという大きな仮定をおかざるを得なかった。したがって、このような仮定に基づいて求めた DP オフセットが他のオフセットに比べて実際に遅れ時間を最小にするものであるかどうかについては何らかの方法で検証を行う必要がある。

したがって、ここでは図-10、および図-12 の路線を対象としていくつかの交通量条件と信号周期について DP オフセットを求め、通過帯法の平等オフセットと比較する。平等オフセットとの比較のみでは必ずしも遅れ最小の観点に立った完全な評価にはなり得ないが、特に不飽和交通の条件下では、平等オフセットは遅れ最小の観点からみてもかなり優れたオフセットと考えられるので、一応ここでの比較の対象とする。比較は独立走行シミュレーションと TRANSYT 交通流モデルによって行った。

(1) 独立走行シミュレーション

独立走行シミュレーションは次のような方法によるシミュレーションである³⁾。

- ① 車は 1 台 1 台扱う。
- ② 片側 2 車線以上の道路を想定し、車は互いに独立

に走行し、追い越し自由とする。

- ③ 各車の交差点到着時刻は、隣接上流交差点の発進時刻に信号区間走行所要時間を単純に加えることによって求める。
- ④ 各車の速度は正規分布で与える。
- ⑤ 車の加減速は考へない。
- ⑥ 交差点において交差道路へ右左折によって流出する車は歩行者や対向直進車に妨げられないとする。
- ⑦ 交差道路から右左折によって流入する車は本線赤時間中に等間隔で流入する。

(2) TRANSYT 交通流モデル¹⁾

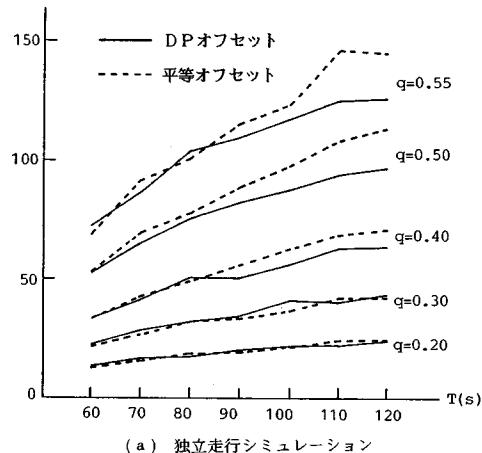
TRANSYT 交通流モデルは世界的に広く用いられているオフライン最適化のための交通流モデルである。

- ① 交通流を流体の流れと考える。
- ② 1 周期を 50 個の時間間隔に分割し、その時間間隔のフローレートによって交差点発進交通パタンおよび隣接下流交差点への到着交通パタンを表現する。
- ③ 車群の拡散は指数平滑によって表現する。
- ④ 信号パラメーターの影響が車群パタンに反映する不定形の交通モデルである。

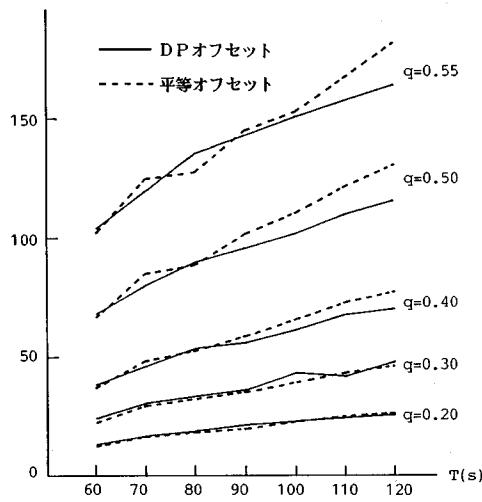
(3) シミュレーション結果

路線 1 のシミュレーション結果を図-14 に示す。図(a)は独立走行シミュレーション、図(b)は TRANSYT 交通流モデルによるシミュレーションの結果である。これらは上下両方向の流入交通量が等しく ($q = q'$)、また各交差点の右左折流出率および流入率は上下両方向ともすべて 20 %とした場合の結果である。これらの図からみると、交通量が少ない場合は DP オフセットと平等オフセットはほぼ同じ遅れを与えるが、交通量が多くなると DP オフセットと平等オフセットの差が大きくなり、全体として DP オフセットの方が遅れが小さくなるという傾向を示していることがわかる。また独立走行シミュレーションと TRANSYT 交通流モデルではほぼ同様の結果を示していることがわかる。

図-15 は道路条件の違いを見るため路線 2 について独立走行シミュレーションを行った結果を示したものである。図-14 の場合と同じく上下両方向の交通量が等しく ($q = q'$)、各交差点の右左折流出率は 20 %とした場合の結果である。この図からみても、やはり交通量が小さい場合は DP オフセットと平等オフセットはほぼ同じ遅れ時間を示し、交通量が多くなると両者の差が大きくなり、全体として DP オフセットの方が遅れが小さくなるという傾向を示している。TRANSYT モデルによるシミュレーションの結果はここには示していないが、独立走行シミュレーションとほぼ同じ傾向を示すという結果を得ている。



(a) 独立走行シミュレーション



(b) TRANSYT モデル

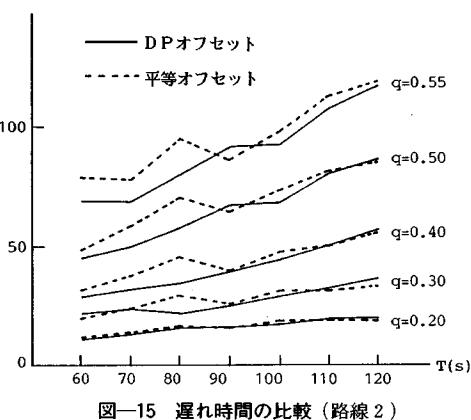


図-15 遅れ時間の比較（路線2）

図-16は路線2について行った独立走行シミュレーションの結果である。上下両方向の交通量は等しいが、右左折流入出は全交差点とも0とした場合の結果である。この図からDPオフセットと平等オフセットの優

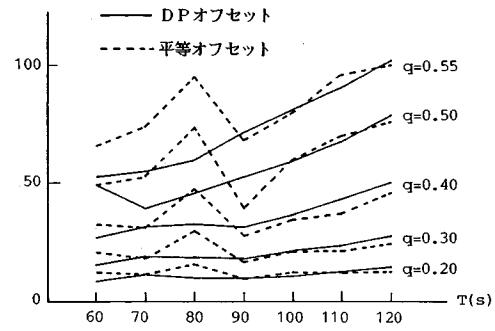


図-16 遅れ時間の比較（路線2）

—右左折流入出交通がない場合—

劣は信号周期によってこもごもありかつ交通量が多くなるに従ってその差が大きくなる傾向が認められる。全体として両オフセットの間には優劣はつけがたいが、ただDPオフセットは平等オフセットのように極端に大きな遅れを与える危険は少なく、その点から考えてオフセットとしては平等オフセットよりDPオフセットの方が好ましいであろう。

以上の結果から、道路条件に関係なく、交通量が少ない場合はDPオフセットと平等オフセットは遅れ最小の観点から優劣はつけがたく、右左折流入出がある場合には交通量が多くなると平等オフセットよりDPオフセットの方が全体的には優れたオフセットであるといえよう。右左折流入出がない場合にはDPオフセットは平等オフセットのように極端に大きな遅れを与えることがないという点からみて、どちらかといえばDPオフセットの方がオフセットとしては優れている。

5. むすび

本研究では、交差点における右左折交通や信号区間途中における流入出交通がある場合の路線系統制御を対象として、路線全体の総遅れ時間を最小にするオフセットをDPの手法で求めた。また得られたDPオフセットを独立走行シミュレーションおよびTRANSYT交通流モデルを用いて通過帯法による平等オフセットと比較した。

本研究を要約すると次のとおりである。

(1) 車群を単一の矩形波で表わし、DPの手法を用いれば遅れ時間を評価指標としてオフセットの最適化を行うことができる。

(2) 対象路線両端の境界交差点からの流入車群のフローレートは飽和レートとし、その車群位置は最適値を求めるのがよい。

(3) 車群の拡散をモデル化してはいるが、実際のDP計算では拡散はないと考えて計算してもほぼ差し支えない。

(4) 交差点の右左折交通や沿道からの流出入交通がない場合には通過帯幅最大化オフセットも求めることができる。

(5) 道路条件、交通条件、および信号条件を任意に与えて計算することができる。

(6) シミュレーションで DP オフセットと平等オフセットを比較した結果、交通量が少ない場合は両オフセットは全体的に優劣はつけがたい。交通量が多い場合は、全体の傾向として DP オフセットの方が優れている。

(7) DP オフセットが平等オフセットより有利となるのは、右左折や信号区間途中の流出入がない場合より流出入がある場合においてであるという傾向がある。

以上のように、DP オフセットはいかなく条件下でも常に平等オフセットより優れたオフセットであるとはいえないものの、全体の傾向として DP オフセットは平等オフセットと同等かもしくはそれより優れたオフセットであることができる。平等オフセットは遅れ最

小の観点からみてもかなり優れたオフセットであると考えられることから、DP オフセットはまづまづのオフセットであると考えてもよいであろう。このようにして得られた DP オフセットはそのまま最適オフセットとして用いてもよいし、あるいは最適化の精度をあげるためにたとえば TRANSYT モデルの初期オフセットとして用いるということを考えられる。

なお、本研究の計算例とシミュレーションは山口大学情報処理センター ACOS 850 によって計算を行った。

参考文献

- 1) Robertson, D. I. : TRANSYT : A Traffic Network Study Tool, RRL Report LR 253, 1969.
- 2) 久井 守 : DP による系統信号の遅れ最小化制御と通過帯幅最大化制御、土木学会論文報告集、No. 371, pp. 125 ~132, 1986 年 7 月。
- 3) 市原 薫・枝村俊郎共編 : 道路施設工学, 森北出版, pp. 204~208, 1976 年 3 月。

(1986.12.27・受付)