

神戸大学工学部 正員 枝村 俊郎
 神戸大学工学部 正員 久井 守
 神戸市 正員 ○ 藤井登史雄

1. はじめに

われわれは、先に交通量が不飽和の場合に路線全体の遅れ損失を最小とする最適オフセットを、ダイナミックプログラミングを用いて求めたことがある。¹⁾ 一般に、通常のD.Pの適用されるシステムでは流れの方向が一方に限定されているのが普通であり、交通流はこれが2方向であることに特に注意して最適化を図る必要がある。過去の研究では、この点がかならずしも明確にされていなかった。また、系統式信号制御においてD.Pを適用する場合には、実用上交通流に大きな仮定を設けざるを得ない。われわれの場合は交通流は不飽和流とし、車群は信号交差点で濃縮され、走行中に一定の割合で拡散するという仮定を設けている。本報告は、不飽和流、交通の2方向を考慮したD.Pによる系統式信号の最適化の解法と、その結果としてのオフセットの特徴に関する考察、またシミュレーションによる平等オフセット、優先オフセットとの比較について述べたものである。

2. 路線系統の最適化

制御目的として路線全体の総遅れ時間をとる。車群を単一の方角波と仮定すると、周期、スプリット、発進飽和交通量、車群の広がり係数、交差点間距離、交通量が既知であるとすれば、目的関数は次式で表わすことができる。

$$J = \min_{\substack{\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_N \\ \varepsilon'_1, \dots, \varepsilon'_N}} \sum_{n=1}^N (W_n(\lambda_n, \varepsilon_n) + W_n(\lambda'_n, \varepsilon'_n)) \quad (1)$$

ここに、 λ_n は発進車群長、 ε_n は車群の後端から青時間終了時までの時間を表わし、ともに周期で基準化したものである。またNは正整数、ダッシュは便宜上、上り方向を表す。D.Pを適用する際、遅れの計算式は ε のある範囲で2次式、かつ不連続である。解析を簡単にするために、ここでは入力としての発進車群長 λ を、あるきざみ幅で変化するものとする。交通流の2方向性に留意してD.Pによる定式化を行なうと、最終的に次式のように表わすことができる(記号は図-1を参照)。

$$f_n(\lambda_n, \lambda'_n) = \min_{\varepsilon_n, \varepsilon'_n} (W_n(\lambda_n, \varepsilon_n) + W_n(\lambda'_n, \varepsilon'_n) + f_{n-1}(F(\lambda_n, \varepsilon_n), F(\lambda'_n, \varepsilon'_n))) \quad (2)$$

(2)式は ε_n と ε'_n という2つの決定変数を含んでいるが、 ε_n と ε'_n は互いに独立ではないことを、幾何学的関係から導くことができる。したがって、 ε_n (もしくは ε'_n)のみを決定変数として考えればよい。

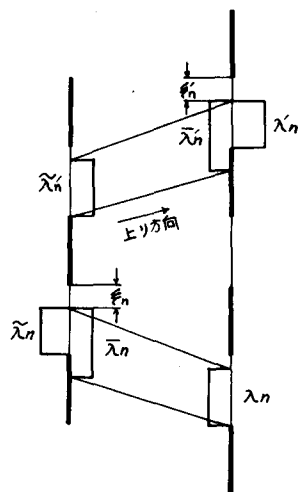


図-1 入力と出力の関係

3. 最適オフセットの特徴

具体的に一つのモデルについて計算を行ない、その最適オフセットにどのような特徴があるかを考察した。路線モデルとして図-2に示すものを用いた。計算条件は、系統速度40km/h、発進飽和交通量0.85/sec、きざみ幅0.25とした。図-3は一例として周期100秒、交通量720台/hの最適オフセットを示している。一般に交通量が少ない場合、D.P.の最適オフセットは平等オフセットに近い値を取る。また車群の変形の特徴は、車群を1つか2つの交差点で濃縮（発進波形を短かく）して、それ以降の交差点を能率よく通過させようとする傾向が見られる。これは発進車群長が短い場合には、交差点で停止を被らずに通過し得る可能性が大きいためである。つぎに交通量の多い場合について調べてみる。図-4は周期100秒、交通量が1440台/hの場合の最適オフセットである。交通量が多くなると車群を濃縮してそれ以降の信号機群を停止を被らずに通過させるという形はとりにくくなり、各区間ごとの最適オフセット、すなわち優先オフセットに近い値をとる。以上のように、全体として、D.P.による最適オフセットは交通量が少ない場合は平等オフセットに近く、増加するにともなう優先オフセットに近いオフセットパターンを示す傾向にある。

4. シミュレーションによる検討

D.P.で求めた最適オフセットが実際の交通流に対してどの程度有効であるかをみるため、シミュレーションによって平等オフセットおよび優先オフセットとの比較検討を行なった。ランダム交通流を用いたこのシミュレーションの詳細は省略するが、シミュレーション実験でわかったことは、交通量の多少にかかわらず、平等オフセットが一般的に優れているということである。図5はシミュレーション結果の一例である。図からわかるように、D.P.による最適オフセットは平等オフセットに比べて、部分的にまさっている場合もあるが、ほぼ等しいか、やや劣る結果となっている場合もあり、一概に優劣はつけ難い。この原因としては、発進波形の仮定を等密度発進としていることが大きいと思われる。また、優先オフセットはほとんどの場合、交通量の多少にかかわらず最も劣る結果となっている。ただし、交通量が多くなると3つのオフセット方式の遅れ損失は次第に収束する傾向をもつ。

- 参考文献 1) 板村俊郎・久井守: D.P.による系統式信号制御の最適化、土木学会第25回年次学術講演会 第4部 PP. 57~58
2) 板村俊郎・久井守・田中絵: 系統式信号制御のシミュレーション、土木学会第24回年次学術講演会 第4部 PP. 235~236

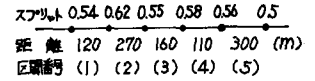


図-2 路線モデル

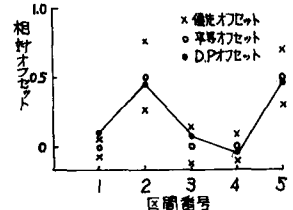


図-3 オフセットの比較

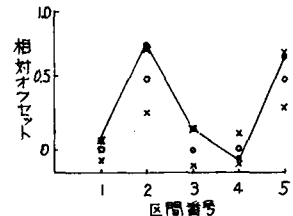


図-4 オフセットの比較

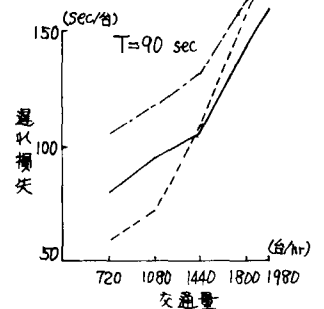
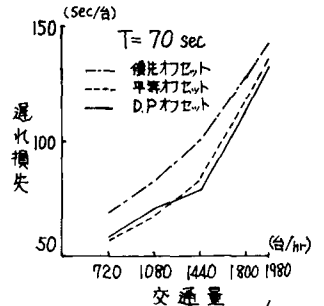


図-5 遅れ損失の比較