

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

1. はしがき

系統制御、あるいは広域信号制御等のうち、予想されるいくつかの交通情況に対応した制御パターンがあらかじめ用意されていて、そのうちのいずれか一つを選択しながら制御を行なうようなシステムでは、制御パラメータ切換えの方式をどうするかという問題^(1,2)のほか、切換えの時期をいつにすべきかという問題が生じる。本文では1日の交通量変動パターンが既知であると仮定した場合、DPによって最適切換え時期の決定が可能であることを示し、さらに切換え回数と制御効果の関係についても考察することにする。

2. DPによる定式化

1日24時間のうち、 N 個の時点で制御パラメータを切換えるとし、 N 回目の切換え時点を x_N とすると、最適切換え時点はDPの簡単な1次元配分過程としてつぎのように定式化できる。

$$f_N(x_N) = \min_i \left\{ f_{N-1}(x_{N-1}) + \sum_{t=x_{N-1}+1}^{x_N} D(P_i, t) \right\} \quad (1)$$

$$f_0(x_0) = 0 \quad x_0 = 0$$

ここに $D(P_i, t)$: 制御パターン P_i を与えたとき、時刻 t における損失(例えば、遅れ、停止回数など)。

P_i : i 番目の制御パターン(オフセット、周期、スプリットの組合せ)。 $i = 1, 2, \dots, M$

M : 用意されている制御パターンの数。

x_N, t : 午前0時を原点とした時刻(分)。

仮定により、時刻 t における交通量は既知であるから、制御パラメータ P_i を与えたときの損失 $D(P_i, t)$ はあらかじめ算定しておくことが可能であるとする。 $N=1, 2, \dots, N$ について(1)式を順次計算すれば、最適な切換え時期を決定することができる。いくつかの交通情況に対応する最適パラメータ P_i を求めることができ、かつ $D(P_i, t)$ が計算できるならば、系統制御のみならずグループを含む広域制御についてもDPの適用が可能である。

3. 計算例

いま図-1に示した5信号からなる路線について、つぎに列举するような前提によって具体的に計算してみる。

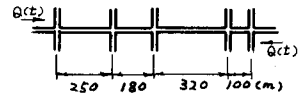


図-1 対象路線

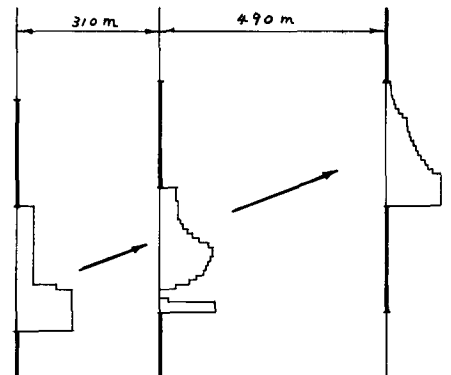
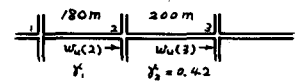


図-2 交通流パターン



遅れ時間

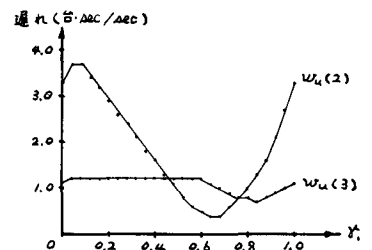


図-4 周期および遅れ

表-1 制御パラメータ

	T_i (sec)	γ_i (%)				Q_i (%)
P_1	32.1	50	48	50	48	38
P_2	41.1	52	48	50	98	42
P_3	45.2	52	46	50	0	44
P_4	66.2	44	2	54	2	50
P_5	85.7	22	98	54	4	52
P_6	105.7	16	8	24	2	54

1). 交通量は上下方向等しく、全線図-6のような変動パターンを示す。

2). 時刻 t_i の交通量 $Q(t_i)$ に対応する制御パターン P_i のうち、周期 T_i (Δt)、幹線方向青時間 G_i (Δt)はそれぞれ次式によって決定し、相対オフセット θ_i は勾配法(FR法)によって求める。

$$T_i = \frac{1.5L + S}{1 - \frac{Q(t_i)}{\pi S}} \quad (2) \quad G_i = \pi(T_i - L) \quad (3)$$

L : ロス時間(12.0 Δt) S : 飽和交通量(4320台/hr)

3). 走行速度 $V(t)$ (km/hr)は次式によって求める。³⁾

$$V(t) = 53.51 - 0.006 Q(t) \quad (4)$$

4). 車群の拡散については、つぎのRobertsonの方法によつた。⁴⁾

$$g'(t + \tau) = Fg(t) + (1-F)g'(t - \tau) \quad (5)$$

$$F = 1 / (1 + 0.25\tau) \quad (6)$$

ここに $g(t)$: 発進車群の発番目時間間隔の交通量

$g'(t)$: 到着車群 (台/ Δt)

τ : 信号区間の旅行時間の0.8倍

ただし、 g, g' は1周期を50分割した時間間隔 Δt ごと

の交通量である($\Delta t = T/50$)。

車群が交差点を通過していくようすを

図-2に例示する(右左折0の場合)。

5). 1交差点での遅れ時間 W (台 $\cdot \Delta t$ / Δt)は

$$W = \sum_{k=1}^{50} (I(k) - O(k)) \Delta t \cdot \Delta t / \tau + \frac{x^2}{4(1-x)} \quad (7)$$

$x = \frac{TQ}{GS}$ (飽和度) $I(k)$: 流入交通量

$O(k)$: 流出交通量

によって求める。第2項は交通量の

ランダム性にもとづく遅れである。遅れの計算例を図-3に示す。 $Q=720, S=3600, T=34$ の場合である。

以上の考え方により、まずいくつかの交通量に対して制御パラメータを求めた(表-1、図-4)。また、 G_i は周期に対する%で示した。オフセットは、平等オフセット、上り優先オフセット、下り優先オフセットなどを初期オフセットとして求めた。結果としては平等オフセットに近いものが多く得られた。制御パターン P_1, P_2 に対して $D(P_i, t)$ を求める図5のようになった。ここでは交通量は20分ごとに段階的に変化するとし、したがって D もこれに対応して20分ごとに求めた。この D を用いて制御パターン切換え時期を求めると図-6のようになった。

図-7には切換え回数 N と遅れ時間 $f_N(x_N)$ の関係を示した。この図から制御効果の递减していくようすをよみとることができる。

4. むすび

本文では制御パターン切換え時の混乱にもとづく損失を考慮しなかった。

この点については今後さらに検討していく必要がある。

参考文献

- 1). 猪瀬博・沢田喬: 道路交通管制, 産業図書, 昭和47年1月
- 2). D. Durand: STRATEGIES FOR AREA TRAFFIC CONTROL: INTERIN TIMINGS, 1972
- 3). 越・武田: 道路交通容量資料の分析, 交通工学, Vol.4, No.5, 1969
- 4). D.I. Robertson: TRANSYT, RRL REPORT LR253, 1969

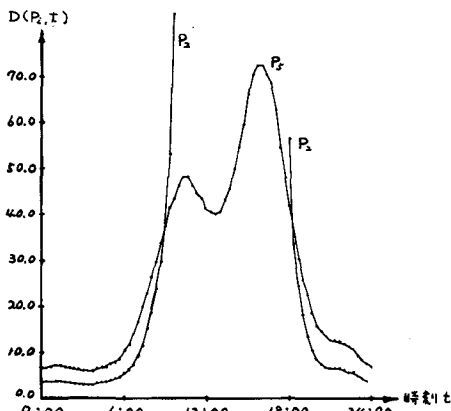


図-5 遅れの時刻変化

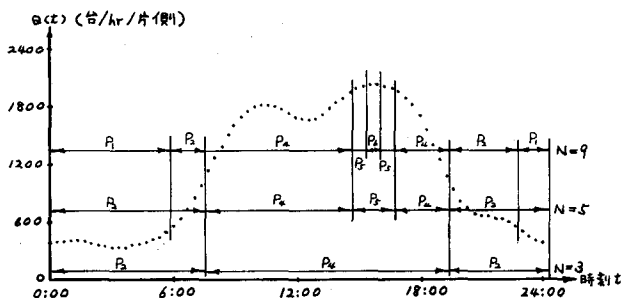


図-6 制御パターンの切換え時期

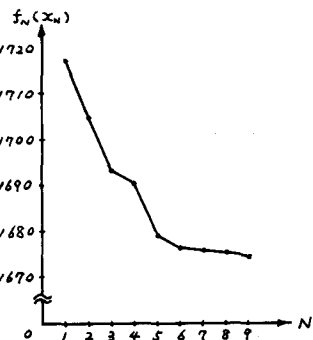


図-8 切換え回数と制御効果