

神戸大学 枝村俊部
○ 建設省土木研究所 西村正三

§1 まえがき

自動感応式多段系統信号制御におけるパターン選択制御はいくつもの異なる、下り交通量の組み合わせ（交通量パターン）に対して、あらかじめ決められたいくつかのオフセット、サイクル（信号制御パラメータ）の組の中から選んで与えて制御する方法であるが、本研究では、TRNSYTの方法を用い交通波を不定形波で再現して、交通損失を計算し、これを用い、パターン選択系統制御における信号制御パラメータの選択基準の最適化を山登り法で行なった。

§2 交通波と交通損失の評価基準

交通波は、信号周期を50に分割した単位時間内を通過する交通量のヒストグラフとして表わし、車群があるリンクに流入した時の波（流入波）は、そのリンクの上流側の信号交差点から出発する発進波に直進、右左折率を掛け合計したもので表わされる。流入波はリンクを通過する際に個々の車の速度のバラツキにより変形し、全体として平均化する。そのため、次の交差点信号機に到着した時の波（到着波）は流入波を指数平滑法で平均化して得られ、発進波は到着波と信号機の指示、待行列長により決定される。交通損失の評価は、停止回数と待合せ時間の加重平均により行なうものとする。

§3 制御対象の交通量の範囲と目的関数

制御対象の交通量は0から周期長100秒の時の信号機交通容量までとする。この仮定は交通損失の評価基準が低交通量のもの（停止回数、待合せ時間）から高交通量のもの（待行列長等）とは明確に異なり、異質のものを評価しないようにする目的で設ける。そして上り、下り交通量がそれぞれ、この範囲を一樣に変化するものとし、この交通量パターン全体を m 個の信号制御パラメータの組により制御を行なうものとして、この時の交通損失を、交通量パターン全体の領域で合計したものを評価関数として用いる。つまり目的関数を交通量パターン全体の総損失の最小とする。なお、計算の都合上、この交通損失は上り下り10段階で求めた。

$x(y)$ = 周期長100秒の時の信号機交通容量に
対する上り（下り）交通量の飽和度

Σx_y = 上り及び下り交通量の飽和度 x 及び y
であるときの交通損失

Total Loss = 目的関数

$$\text{Total Loss} = \min \sum_{x=0.1}^1 \sum_{y=0.1}^1 \Sigma x_y$$

§4 最適化手法

いま、制御対象路線に n 個の信号機交差点があるとすると

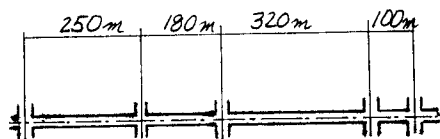


図-1 制御対象路線

表-1 路線信号機データ

路線交通容量	11.2 台/秒
信号機交通容量	0.72 台/秒
経時割合	0.6
流入率	0.1
流出率	0.1
Loss Time	12.0 秒

信号制御パラメータには1個の周期長と、 $(n-1)$ 個のオフセットが存在し、また、この時交通量パターン全体を m 個の信号機制御パラメータの組で制御した場合、交通量パターン全体では、 $m \times n$ 個の信号制御パラメータが存在することになり、そのため、これらを直接決定変数として山登法により最適解を求めるのは不可能である。そこで、本研究では、まず、 m 個の交通量パターンを考え、これについて、それぞれ最適なく交通量パターン全体では最適ではないが m 個の組の信号制御パラメータを求める。次に、この個々に最適な信号制御パラメータによって交通量パターン全体の領域の制御をそれぞれ行ない、交通損失を求め、各交通量パターンについて、 m 個のこの交通損失のうち最小のものを、交通量パターン全体の領域で合計し、目的関数の値を求める。そして、この個々に最適な信号制御パラメータを求めた m 個の交通量パターンを操作変数として、交通量パターン全体での総交通損失の最小化を企てることにした。このようにすれば、交通量パターン全体についての決定変数は交通パターンであるので、上り、下り交通量となり、そのため決定変数は $2m$ 個となり山登法による最適化は可能となる。つまり、最適化手法を m 個の交通量パターンに対する信号制御パラメータの最適化と、交通パターン全体に対する m 個の交通量パターンの最適化という2段階で用いた。

よ = 交通量パターンの番号(よ = 1, 2, ..., m)

$LX_y(LY_y)$ = 個々に最適な信号制御パラメータを求める交通量パターンよの上り(下り)交通量の飽和度

Dx_y = 上り、及び下り交通量がえ、よであるとき、交通量パターンよの最適信号制御パラメータによる損失

$$Z_{xy} = \min D_{x,y}$$

$$D_{x,y} = f(LX_y, LY_y | x, y)$$

$$\text{Total Loss} = \min_{x,y} \sum_{x=0.1} \sum_{y=0.1} \min D_{x,y}$$

$$= \min_{LX_y, LY_y} \sum_{x=0.1} \sum_{y=0.1} f(LX_y, LY_y | x, y)$$

5.5 計算例と考察

計算例として、対象路線、及び、そのデータは図-1と表-1に示すものを用いた。この計算結果は、表-2、図-2のものとなった。しかし、この計算例では目的関数は単峰性とはならなかった。次に、分割数の制御効果を知るために、昭和41年10月25日の神戸市横口交差点の交通量の日内変化(図-2の破線)を用いて交通損失を計算した。この結果は図-3に示す。この図-3から判断できるように交通パターン全体の損失が最小であるものがこの交通量変化に対して最小とはならなかった。これはこの1日の交通量が少なく、目的関数の最小化に最も役立つ高交通量の範囲に入らなかったことによると思われる。このことは本研究の目的と大いに関係があり、ほぼ極端な交通量がたびたび出現しない限り、定時切替段系統制御の方が有効であると思われる。

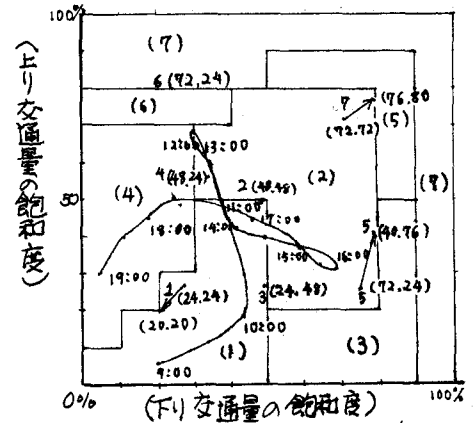


図-2 分割数7の時の選択基準

表-2 分割数と交通量パターン全体の総損失

分割数	総損失
7	5266.1
8	4893.3
9	4622.2
10	4304.1

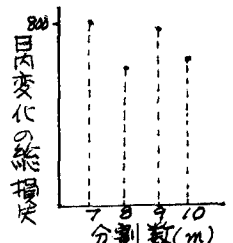


図-3 分割数と日内変化の総損失

5.6 参考文献

- 「TRANSYT」 D.I. ROBERTSON HIGHWAY RESEARCH 1962,
「プロセスシステム」 高松政一郎 日刊工業出版 昭47.