

1. まえがき 交差点信号制御において、同一現示で制御される各流入部の交通需要に無視できない差がある場合には、いずれかの流入部の青信号時間を早切りした方が当該交差点の交通処理能力を上げて高めることがあることについては広く知られており、かつ既に実行されているが、そうした制御方式の青信号時間の決定手法に関しては明確な理論が現在どこまで見当らない。本研究はこの決定手法の開発を目指したものであるが、単独交差点については若干の考察を既に発表している¹⁾ので、今回は複数交差点を対象とした方法を述べる。

2. 決定手法 便宜上、水平方向にN個、垂直方向にM個の交差点を有する格子状街路網を対象とした場合について考える。まず、各交差点にマトリックス形式の番号を付し、記号を次のように定義する。

$Q_1^{m,n}$: 交差点(m,n)の水平方向西側流入部の青信号時間 $Q_2^{m,n}$: 同東側流入部の青信号時間 $Q_3^{m,n}$: 交差点(m,n)の垂直方向北側流入部の青信号時間 $Q_4^{m,n}$: 同南側流入部の青信号時間 $C_1^{m,n}, C_2^{m,n}$: $Q_1^{m,n}, Q_2^{m,n}$ に対応する交通容量 $C_3^{m,n}, C_4^{m,n}$: 対向方向の青信号時間を早切りした場合の $Q_3^{m,n}, Q_4^{m,n}$ に対応する交通容量 $\tau^{m,n}$: $Q_1^{m,n}, Q_2^{m,n}$ のいずれか大きい方の値 $\tau^{m,n}$: $Q_3^{m,n}, Q_4^{m,n}$ のいずれか大きい方の値 $S_1^{m,n}, S_2^{m,n}, S_3^{m,n}, S_4^{m,n}$: それぞれ $Q_1^{m,n}$ に対応する流入交通の直進率、左折率および右折率 $S_5^{m,n}, S_6^{m,n}, S_7^{m,n}, S_8^{m,n}$: それぞれ $Q_2^{m,n}$ に対応する流入交通の直進率、左折率および右折率 T : 周期 L : 1周期あたりのロス時間

さて、いま対象街路網内部の任意の交差点(m,n)で青信号時間の早切り制御が行なう場合とついで考えてみると、まず街路網内部で交通渋滞を発生させない条件は、交差点(m,n)から交差点(m,n+1)に向かう交通に対応したものであること示すとき次のようになる。

$$C_1^{m,n} \cdot Q_1^{m,n} \cdot S_1^{m,n} - (C_1^{m,n} - C_1^{m,n+1}) \cdot Q_2^{m,n} \cdot S_1^{m,n} + (C_1^{m,n} - C_1^{m,n+1}) \cdot \tau^{m,n} \cdot S_1^{m,n} + \{C_1^{m,n} \cdot S_1^{m,n} - (C_2^{m,n} - C_2^{m,n+1}) \cdot S_1^{m,n} \cdot Q_1^{m,n} + \{C_2^{m,n} \cdot S_1^{m,n} - (C_1^{m,n} - C_1^{m,n+1}) \cdot S_1^{m,n} \cdot Q_2^{m,n} + \{C_1^{m,n} - C_1^{m,n+1}) \cdot S_1^{m,n} \cdot Q_2^{m,n} + (C_2^{m,n} - C_2^{m,n+1}) \cdot S_1^{m,n} \cdot Q_2^{m,n} \cdot \tau^{m,n} - [C_1^{m,n} \cdot Q_1^{m,n} - (C_1^{m,n} - C_1^{m,n+1}) \cdot Q_2^{m,n} + (C_1^{m,n} - C_1^{m,n+1}) \cdot \tau^{m,n+1}] \leq 0 \quad (1)$$

また、街路網の外部部交差点の総外から網内への流入部において、次のような制約条件を設ける。すなわち、交差点(m,1)の西側流入部について具体的に書くと

$$C_1^{m,1} \cdot Q_1^{m,1} - (C_1^{m,1} - C_1^{m,2}) \cdot Q_2^{m,1} + (C_1^{m,1} - C_1^{m,2}) \cdot \tau^{m,1} \leq Q_1^{m,1} \cdot T \quad (2)$$

である。ここに、 $Q_1^{m,1}$ は当該流入部の交通需要量を示すものとする。次に、青信号時間の実現可能条件として以下のような一連の不平等制約条件を設けておく必要がある。

$$Q_1^{m,n} \leq \tau^{m,n} \quad (\nu=1,2) \quad (3) \quad Q_3^{m,n} \leq \tau^{m,n} \quad (\nu=1,2) \quad (4)$$

$\tau^{m,n} + \tau^{m,n} \leq T - L \quad (5)$ 以上、式(1)~式(5)の制約条件の下で、単位時間あたりに街路網全体で捌き得る交通量を意味する次のような目的関数Fを最大にする。

$$F = \left(\sum_{m=1}^N \sum_{n=1}^M \{ \{ C_1^{m,n} - (C_1^{m,n} - C_1^{m,n+1}) \} \cdot Q_1^{m,n} + \{ C_2^{m,n} - (C_2^{m,n} - C_2^{m,n+1}) \} \cdot Q_2^{m,n} \} + \sum_{m=1}^N \sum_{n=1}^M \{ \{ (C_1^{m,n} - C_1^{m,n+1}) + (C_2^{m,n} - C_2^{m,n+1}) \} \cdot \tau^{m,n} + \{ (C_1^{m,n} - C_1^{m,n+1}) + (C_2^{m,n} - C_2^{m,n+1}) \} \cdot \tau^{m,n} \} / T \right) \quad (6)$$

3. 計算例 対象街路網としては図-1に示したような9交差点から成る小規模街路網を考える。図に示した街路網の外部部に矢印とともに示した数値は対応する各流入部からの交通需要量である。また、各交差点に付して示した2つの数値は、それらの交差点の直進率および右折率で、原則としてそれらの値は各流入部で等しいとする。ただし、交差点(2,2)の水平方向流入部および(3,1)の垂直方向流入部の直進率、右折率は $Q_1^{2,2}$ に対応するものが0.6、0.3; $Q_2^{2,2}$ に対応するものが0.55、0.3; $Q_3^{3,1}$ に対応するものが0.55、0.3; $Q_4^{3,1}$ に対応するものが0.65、0.25である。簡単のために、交差点(2,1)、(2,3)、(3,1)、(3,2)で青信号時間の早切り制御が行なうものとした。計算の結果、最適周期($T \rightarrow \infty$)と主Fの最大値の96%を与えるFに対応する最小周期は180秒、青信号時間は表-1のようになった。4. おまけ 最初から早切りする青信号時間を指定すると式(3)および(4)は容易に与えられる。[参考文献] 1) 奥谷 兼、数理計画法による信号機同期スプリットの決定、第30回土木学会全国大会講演要集

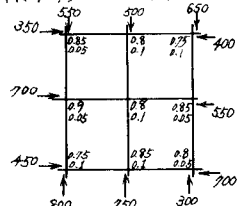


図-1

表-1

Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	C_1	C_2	C_3	C_4	G_1	G_2	G_3	G_4
4.0	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
1.2	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
0.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2