IV ～ 11

総待ち時間最小からみた面制御

京大工学部　正員　米谷栄二
〃　〃　○奥谷巌

1. はしがき

都市の幹線道路や中心業務地域では信号交差点が連続しているため、個々の交通信号が影響を及ぼし合い その結果各交差点固有の処理ができなくなる。そこで できるだけ交差点相互の影響を少なくするために 各信号現示に何らかの人為的な連関をもたせることが考えられる。この信号間の関連づけをある特定の方向に すなわちいいかえれば一次元的方向に限定したときこれを系統式制御といい、一方これにたいし街路網全体の信号系を制御対象としたとき 前者の直線的制御にたいし二次元的広がりをもって考えるという意味あいから これを面制御と称している。従来、前者については数多くの論議がなされている反面 後者については 街路網自体が本質的に有する複雑さに災いされてか 今日まであまりその解析例をみない。ここではそうしたことに鑑み 基礎的な立場から最適面制御に関して一接近を試みた。

2. 制御効率の規準

面制御の最適性の規準を何にとるかは、一般には一概に決めにくい。というよりはむしろ それは制御動機に従って弾力的に解釈すべき性質のものであるといいかえた方がよいかもしれない。たとえば 主に待ち行列の後端が隣接交差点に及ぶことに起因するいわゆる交通麻痺状態を解消することが制御の目的であれば、その場合の規準は待ち行列長におくべきであろうし また別の場合には 待ち時間あるいは遅滞時間の方がより好ましいかもしれない。ここでは 上述した意味における交通麻痺はないものとし 待ち時間を制御効率の規準として採用することにする。

3. 制御量

面制御における制御量は 周期、フェーズ、オフセットがその主体である。このうちフェーズというのは1周期に占める進行現示の割り合いであり またオフセットは基準時点からの進行現示開始の時間差を意味する。ここでは これら3つの制御量のうち 周期 フェーズが他の何らかの方法で与えられたものとし 各交差点のオフセットの決定ということに問題をしぼってみよう。そうすると、本問題は街路網全体で発生する総待ち時間を最小とするオフセットパターンの決定という問題に帰着する。

4. 交通量、待ち時間の定常性の仮定

ここでは、交通量 待ち時間に定常性を仮定する。後者の仮定はつぎのようなことを意味する。すなわち、たとえば図-1において A, B両交差点でのオフセットが一組定まれば それに応じて交差点Aで交通量 q_{BA} が被る待ち時間 および交差点Bで q_{AB} が被る待ち時間は時間的にそれほど大きな変動を示さず ほぼ一定値をとるであろうということである。(この仮定はむしろ、q_{BA} の待ち時間と q_{AB} の待

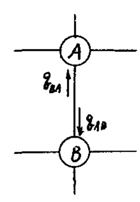


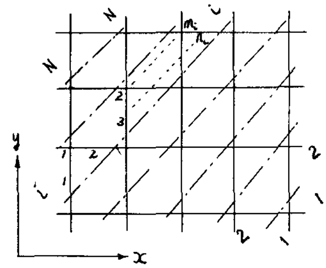
圖-1

ち時間の総和が一定であるといいかえた方がより合理的であるかもしれない）

5．問題の定式化

われわれは先に交差点の最適改良方式に関して、主に経済効率的観点から一提案を行なった[1)]。ここでは　それと類似した手法を応用することによって問題を定式化してみよう。

まず、文字の定義をつぎのように行なう。（図-2参照）



図−2

q^i_{t1}：第 i 区間 t 番目リンクで、第 $(i-1)$ 区間の交差点から第 i 区間の交差点へ向かう交通量

q^i_{t2}　q^i_{t1} の対向交通量

k^i_t　第 i 区 t 番目の交差点でとる政策。y 方向では基準時点から進行信号開始までの時間　x 方向では停止信号開始までの時間とする。いま　当該交差点の信号周期を C^i_t とし、また最適オフセットを τ 秒間隔の不連続格子点で探索するものとするとき、政策 k^i_t をつぎのように約束する。

$k^i_t=0$・オフセットが 0（すなわち、y 方向進行信号の基準時点からのずれが 0、x 方向停止信号の基準時点からのずれが 0）

$k^i_t=1$・オフセットが τ

・

$k^i_t=M^i_t$・オフセットが $M^i_t\tau$　　ただし、$M^i_t=\frac{C^i_t}{\tau}$（正整数）

${}^{j}k^i_t$・第 j 区間 t 番目のリンクの第 i 区間内の交差点の政策（$j=i$ or $i+1$）

$g^i_t({}^{i}k^i_t, {}^{i}k^{i-1}_t, q^i_{ts})$　第 i 区間 t 番目のリンクの両端点における政策が ${}^{i}k^i_t$、${}^{i}k^{i-1}_t$ であるとき、交通 q^i_{ts} が被る待ち時間　$s=1, 2$　なお、この値は実験式、擬態模型等から求める。

$f_i(k^{i-1}_1, k^{i-1}_2 \cdots k^{i-1}_{m_{i-1}})$　第 $(i-1)$ 区間における政策の列 $(k^{i-1}_1, k^{i-1}_2 \cdots k^{i-1}_{m_{i-1}})$ の条件のもとで　第 i 区間〜第 N 区間で最適政策をとった場合のそれらの区間で発生する総待ち時間

そうすると最適オフセットパターン決定の基礎式は　最適性の原理に従ってつぎのようにかくことができる。

$$f_i(k^{i-1}_1 k^{i-1}_2 \cdots k^{i-1}_{m_{i-1}}) = \min_{k^i_1 k^i_2 \cdots k^i_{m_i}} \Big[\sum_{t=1}^{m_i} \Big\{ \sum_{\xi=0}^{M^i_t} \delta(\xi - {}^{i}k^i_t) \sum_{\eta=0}^{M^{i-1}_t} \delta(\eta - {}^{i}k^{i-1}_t) \big(g^i_t(\xi\ \eta\ q^i_{t1}) + g^i_t(\xi\ \eta\ q^i_{t2}) \big) \Big\}$$

$$+ f_{i+1}(k^i_1\ k^i_2 \cdots k^i_{m_i}) \Big]$$　ただし、$\delta(x)$：デルタ関数

上式の関係に従がって　$f_1, f_2, \cdots f_N$ の列を求めれば　容易に最適オフセットパターンを決定できる。

6　むすび　ここでは交通量と待ち時間に定常性を仮定したが　非定常の場合にも上述の手法は拡張できる。また　政策 k^i_t をオフセットのみに限ったが　周期、フェーズもその中に含み入れることは可能である。しかし、その場合には計算上の複雑化はさけがたい。

参考文献

1)、米谷栄二、奥谷巌：経済効果からみた交差点改良について　昭和42年年次学術講演会