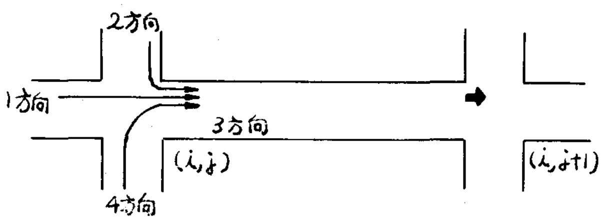
容量の整合性を考慮した信号現示の決定法

信州大学工学部　正員　奥谷 巌
信州大学工学部　学生員　○霜田 宜久

1．まえがき　前回発表した街路網を対象とした信号機の周期やスプリットの決定法[1]では、交差点において相対する信号機のスプリットは等しいものとして扱かわれてきた。しかしこのため対象街路網内の容量の整合性が成立たない場合が多かった。また一般的に考えて交差点に流入する車の台数は方向別に異なり，そのため信号機の青時間の長さは方向別流入交通量に関連させて独立に決定した方が合理的と思われる。そのため，ここでは交差点における信号機のスプリットをそれぞれ独立なものとして扱い，対象街路網内の容量の整合性を考慮しつつ単位時間当り各交差点で捌ける車の台数の和を最大にするという方向で周期やスプリットの決定を行なった。この場合対象街路網内で車をスムーズに流すためには外部での渋滞はある程度やむをえないという立場をとった。さらに右折現示を別に考慮した場合についての周期やスプリットの決定も同様の方向で行なった。

2．流入方向別現示時間決定法

最初に容量の整合性について考える。図−1の（i，j）交差点から（i，$j+1$）交差点において1周期内に捌けきるためには



図−1　交差点

$$ {}_1G_{i,j}\cdot{}_1C_{i,j}\cdot{}_1S_{i,j}+{}_2G_{i,j}\cdot{}_2C_{i,j}\cdot{}_2l_{i,j}+{}_4G_{i,j}\cdot{}_4C_{i,j}\cdot{}_4r_{i,j}+{}_{i,j}g_{i,j+1}\cdot T\leqq{}_1G_{i,j+1}\cdot{}_1C_{i,j+1} \quad \cdots\cdots(1)$$

という条件式が成立たなければならない。ここに${}_NG_{i,j}$は（i，j）交差点のN方向の信号機の青時間の長さ。${}_NC_{i,j}$は同容量。${}_NS_{i,j}$，${}_Nl_{i,j}$，${}_Nr_{i,j}$はそれぞれ（i，j）交差点のN方向の直進率，左折率，右折率である。${}_{i,j}g_{i,j+1}$は（i，j）交差点から（i，$j+1$）交差点へ向かう道路において単位時間に発生吸収される車の量で発生を正とした。Tは周期である。(1)式において不等式を用いず等式を用いると，容量の整合性と同時に${}_NG_{i,j}\cdot{}_NC_{i,j}$により交通量も把握でき，オフセット設定上つごうがよい。街路網の外側における信号機に関しては，最大1周期に流入する台数が捌ければよいのであるから　${}_NG_{i,j}\cdot{}_NC_{i,j}\leqq{}_NQ_{i,j}\cdot T$ ……(2)　という不等式となる。周期はオフセット設定の立場からすべての交差点で等しくとる。また直角方向の信号機が同時に青とならないために　${}_NG_{i,j}+{}_2G_{i,j}\leqq T-L$，${}_NG_{i,j}+{}_4G_{i,j}\leqq T-L$ $(N=1,3)$ ……(3)

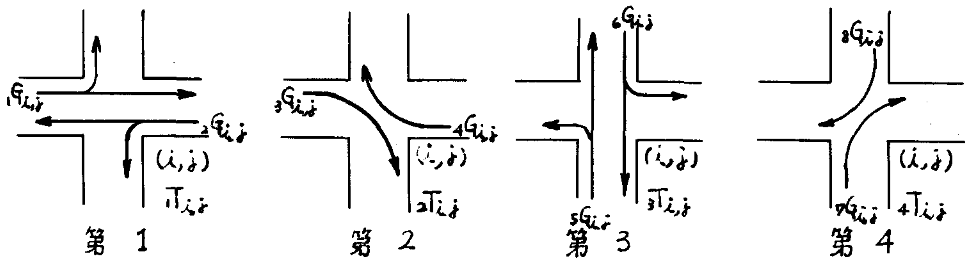
という条件式が必要となる。ここにLは全赤や発進遅れなどによる1周期当りの損失時間である。このような制約条件のもとで，単位時間当り各交差点で捌ける車の台数の総和

$$F=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\sum_{N=1}^{4}{}_NG_{i,j}\cdot{}_NC_{i,j}/T \quad \cdots\cdots(4)$$

を最大にするようなTおよび${}_NG_{i,j}$を求める。この問題は制約条件が線形であり周期Tを定数として

与えれば，目的関数である（4）式も線形となるから，線形計画の問題としてシンプレックス法で解ける。そしてTをいろいろ変化させてFが最大となる時の${}_nG_{i,j}$を求めれば，それが最適な周期とそれぞれの青時間の長さとなる。

3．右折現示を別に考慮した場合　右折現示と直進左折現示とを用いた一般的な現示のパターンとして図－2のような場合を考える。



図－2 現示パターン

図－2に示したように，それぞれの方向の現示の青時間の長さを${}_1G_{i,j}\sim{}_8G_{i,j}$とする。この場合，対になった現示の青時間の長さ，例えば，${}_1G_{i,j}$と${}_2G_{i,j}$は等しくなくてもよい。そして四つのパターンにおけるそれぞれの時間を${}_1T_{i,j}\sim{}_4T_{i,j}$とすると次の式が成立つ。

$$T={}_1T_{i,j}+{}_2T_{i,j}+{}_3T_{i,j}+{}_4T_{i,j}+L\cdots\cdots \quad (5)$$

またパターンの各々の時間内でそれぞれの青時間が終了することから

$${}_{2k-1}G_{i,j}\leqq{}_kT_{i,j}\ ,\quad {}_{2k}G_{i,j}\leqq{}_kT_{i,j}\ \cdots(k=1\sim4) \quad (6)$$

という式が成立たなければならない。外側の信号機に関しては，方向別に最大1周期に流入する車を捌けきればよいのであるから

$${}_nG_{i,j}\cdot{}_nC_{i,j}\leqq{}_nQ_{i,j}\cdot T\cdot{}_nr_{i,j}\ \cdots\cdots \quad (7)$$
$${}_nG_{i,j}\cdot{}_nC_{i,j}\leqq{}_nQ_{i,j}\cdot T\cdot({}_nS_{i,j}+{}_nl_{i,j})$$

ここに${}_nQ_{i,j}$は（i，j）交差点のn方向から流入する交通量である。また内部で渋滞しないための条件として

$$({}_nG_{i,j}\cdot{}_nC_{i,j}\cdot{}_nS_{i,j}+{}_{n'}G_{i,j}\cdot{}_{n'}C_{i,j}\cdot{}_{n'}l_{i,j}+{}_{n''}G_{i,j}\cdot{}_{n''}C_{i,j})\cdot{}_mr_{i,j+1}\leqq{}_{m'}G_{i,j+1}\cdot{}_{m'}C_{i,j+1}$$
$$({}_nG_{i,j}\cdot{}_nC_{i,j}\cdot{}_nS_{i,j}+{}_{n'}G_{i,j}\cdot{}_{n'}C_{i,j}\cdot{}_{n'}l_{i,j}+{}_{n''}G_{i,j}\cdot{}_{n''}C_{i,j})(1-{}_mr_{i,j+1})\leqq{}_{m''}G_{i,j+1}\cdot{}_{m''}C_{i,j+1}\cdots \quad (8)$$

という式が内側の信号機すべてに対して成立しなければならない。この(8)式における不等式も等式として扱かえば，容量の整合性と同時に交通量も把握できオフセット設定上つごうがよい。以上のような条件式のもとで目的関数

$$F=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m}\sum_{n=1}^{8}{}_nG_{i,j}\cdot{}_nC_{i,j}/T\cdots \quad (9)$$

を最大にするような周期Tと各交差点におけるそれぞれの青時間の長さを求める。この解き方も前と同様Tを定数として与え，シンプレックス法によって解く。

4．むすび　この方法によると周期やスプリットの決定と同時に各街路の交通量も把握できオフセット設定上つごうがよい。しかし信号機の数が多くなると実際に計算する場合，変数の数や制約条件式の数が多くなり困難となる。

参考文献

1)　奥谷，霜田：　街路網信号周期とスプリットの一決定法，土木学会中部支部，昭和48年2月