2—15　　交差点交通制御に関する基礎的研究

広島大学工学部　正員　工博　門田博知
岡　山　県　正員　三上範正
広島大学大学院　学生員　○福田和國

最近、都市域における街路交通は混雑の極に達している。これらの解決策として，平面交差点においては，遅れの減少と交通容量の増加をはかるべく種々の信号制御法が考えられて来た。まず、一つの交差点に着目することによって最適サイクル長，最適スプリットを各信号の局地的条件から定めたが，孤立した交差点の単独定周期制御に対しては遅れを最小にすることが知られいるにもかかわらず，系統制御の場合については必ずしも最小遅れを与えることは考えられない。通過帯という考え方が用いられたが，これは交通状況との直接的な対応が困難なために，たとえば，遅れが小さい，停止回数が少い，待ち行列が短いという保障はない。街路網の系統制御という観点からは，街路とりわけ交差点の容量低下防止という考え方に立つべきであろう。交通の遅れ，停止回数を評価基準とするオフセットパターンの採用は，現在の新しい大規模な系統制御において共通したものである。しかしながら，遅れまたは停止回数を最小にするようなオフセットパターンを求めることは，信号群による停止発進や右左折，合分流をくりかえす交通流の数学的表現がほとんど，不可能であるために，非常に困難である。そこで，シミュレーションによる最適解を求める手法が必要となってくるのである。これまでの交通現象の微視シミュレーションでは，物理的モデルと数学的モデルがあるが，前者は比較的単純な論理によって模擬されるため複雑な走行状態を再現するシミュレーションには適しない。後者が複雑な現象を模擬できるとともに融通性に富んでいる。もちろん我々は後者を採用して研究するわけであるが，　シミュレーションモデルを構成している，基礎的な要素を一つ一つ検討する必要がある。その基礎的な要素は，実際の現象を数学的に取扱いやすくするための“丸め”が必要である。しかしながら，その“丸め”の適合性についてもそのつど検討しなければならない。

今回は，車群を矩形波で表わした場合の理論式をシミュレーションの中に組入れる場合の一つとして、交通流において車群を矩形波と仮定し，信号交差点における車の待ち時間あるいは遅れ時間を求める理論式が提案されているが，現実の車の待ち時間を測定し，この理論式の適応性について述べる。停止信号によって車は当然遅れを受けるが，この場合交差点に到着する車は，減速による遅れ，信号待ちによる遅れ，加速のための遅れを受ける。これらの遅れの総和は　信号の影響を受けて走行するに要する時間と，区間を一定速度で走行するに要する時間との差で表わすものとすれば，交差点付近における車の挙動は，一定速度で走行しているか，あるいは停止線で停止しているかで仮想され，待ち時間を計算することができる。以下に用いる記号は次ぎの通りである。

T：信号周期（sec.）　G：有効青時間　g：G／T　R：有効赤時間

r：R／T　ω：交通が交差点で受ける遅れ時間（veh·sec／sec）

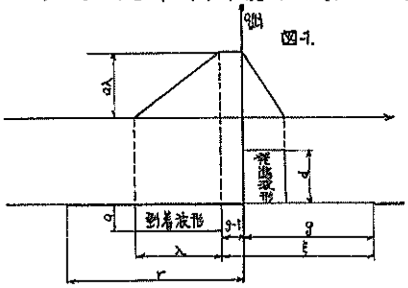
d：交差点における飽和交通量（veh／sec）　a：交差点に到着する車の時間密度（veh／sec）

L：交差点に到着する車群の時間長さ（sec）　λ：L／T

X：車群の最後端が交差点に到着した時点から青時間終了時までの時間間隔（sec）

ξ：$X／T$　　D：交差点間距離（m）　　V：車群最後端の移動速度（m／sec）

待ち時間計算のための仮定として，車群を矩形波で表わし矩形波における瞬間的な交通量をa，車群の時間長をλ，とする。λは区間Dでは変化しないものとする。いま車群の最後端が交差点に到着した時から青時間終了時点までの時間間隔ξとし，いま考えている一地点から進入した車群が交差点で受ける遅れ時間ωとの関係を求める。図-1のように到着波形，発進波形および待ち台数との関係を示す。待台数が0でない時点の発進交通量はdである。時刻tにおける待台数を$q(t)$とすると，tから（$t+dt$）に至る微少時間dtの間に生ずる遅れ時間は$q(t)dt$である，ゆえに$\omega(\xi)$は、



$$\omega(\xi)=\int_0^1 q(t)dt$$

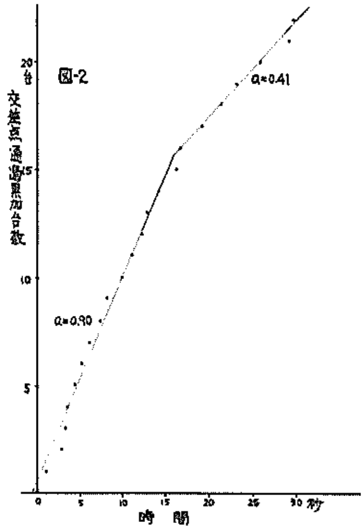
となる。

たとえば図1の場合，

$$\omega(\xi)=(a\lambda\cdot\lambda)／2+a\lambda(\xi-g)+a\lambda\cdot a\lambda／2d$$

$$=a\lambda(\xi-g)+\{a\lambda^2(d+a)\}／2d$$

図1は到着・発進波形と待台数の一例であるが　さらに四種類の場合が考えられるが，紙面の関係で省略することにする。（詳細は参考文献(2)を参照されたい。）



国道2号線庚午北付近において交通を観測したが，観測結果からまず第一にいえることは，dの値が交通量，車群比などといった変動量とは無関係に変化するということである。これは当然のことながら右折車による車線数の減少が大きな原因となっており，待ちを計算する際dについては確率的な処理をする必要がある。図-2には時間　交差点通過累加台数の一例を示しているが，両者の関係を一本の直線で表示できるものがある反面，図-2のように一つの車群として観測された後部で密度の急変が見うけられるものがかなりの数をしめる。これは車群密度の拡散効果と考えるよりも，リンクが短く交通量の多い都市部では，観測区間で形成された車群のほかに右・左折による車の流入によって密度の異る車群が形成されたと考えられる。表-1には待ち時間を計算しているが(A)は複雑な波においてa，dを単一な値として，また(B)はその波の変化に合わせてa，dを段階的に変化させて求めている。この両者から局部的な変化が全体の平均化に大きな比重をしめていることがわかる。つまり単一の矩形波によって車群を表示するより一歩現実に近似させた式を用いて，待ち時間を考慮するのがリンクの特性を十分把握することが出来よう。

表1-(A)

台数	λ	$\omega(\xi)T^2_{9ac}$	$\omega(\xi)T^2_{9b}$
22	0.454	4.9	24.8
21	0.512	508.8	278.8
18	0.429	149.1	172.9
13	0.583	47.7	92.6
18	0.550	185.1	144.9
25	0.502	103.4	73.9
19	0.561	175.3	101.8
		1,174.3	887.7

表1-(B)

台数	λ	$\omega(\xi)T^2_{9ac}$	$\omega(\xi)T^2_{9b}$
16	0.265	38.1	41.7
21	0.550	238.1	278.8
18	0.455	117.1	120.7
13	0.617	58.3	92.6
14	0.536	172.2	122.8
17	0.321	158.3	100.5
19	0.594	144.1	175.3
		928.2	932.4

参考文献 (1)卯正毅 広域信号制御の現状，土木学会誌 Vol.52, No.9 (1967)　(2)桜村俊郎他 系統式信号制御パラメーターに関する一考察，交通工学 Vol.5 No.5 (1970)