

京都大学工学部 正員 工修・明神 証

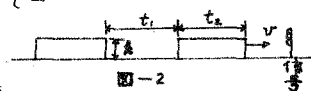
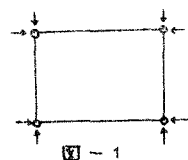
京都大学工学部 学生員 縣 保佑

1. まえがき

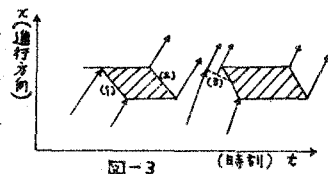
信号交差点に関する従来の研究は、おもに単独信号および系統式信号についておこなわれてきた。現実的には交通信号の設置は、1つの交差点における交通処理を目的としておこなわれるわけであるが、このような信号がいくつか連続してくると、その連続信号系は1つのシステムとしてより高い処理効率を発揮することも要求される。卓越した主交通流をもつ街路にありては系統式信号による処理がきわめて有効であることはいうまでもないが、街路網における全般的な交通量の増大にとともに、系統式信号による処理方式がはたして網全体としての処理効率を最大ならしめているかどうかを検討することが必要となる。従来、系統式信号に関する研究は *through band* 最大を目的としておこなわれてきたが、網全体の処理効率はそこを走行する交通量との関連において検討する必要がある。ここでは、効率の尺度として信号による停止時間の総和をとり、網全体としての処理効率と各信号特性との関係をつかむことおよび与えられた交通量に対してもっとも効率的な各信号の周期、スプリットおよびオフセットを定めることを目的としてシミュレーションをおこなうものである。

2. モデルの概要

設定したシミュレーションモデルを図-1に示すが、たんなる信号交差点網について説明する。まず、外部から各交差点に流入してくる交通流は一定の速度と密度および周期をもっているものとする。すなわち、図-2に示すように1つの交差点に流入してくる車は一定の速度と密度をもって一定時間ごとに流入してくる。 t_1 は車群間の時間間隔、 t_2 は車群の長さ(時間)、 v は走行速度、 k_0 は各車群内の密度である。これらの車群



がある信号交差点に到着して停止・発進をおこなう状況を図-3に示す。図-3において斜線を施した部分は赤信号によって車が止められていることを示す。また、線分(1)、(2)、(3)は停止波、発進波、衝撃波の伝播する状態を表わしており、それぞれつぎの速度をもっている。



$$(1): k_1 v_1 / (k_1 - k_0), \quad (2): k_2 v_2 / (k_2 - k_0), \quad (3): (k_1 v_1 - k_2 v_2) / (k_1 - k_2)$$

ここに v_1, v_2 : 各交差点間の走行速度

k_1, k_2 : 各交差点間の車群内の交通密度

k_0 : 停止時の密度

図-3において斜線を施した部分の面積は「長さ」×「時間」のディメンションをもつが、長さは停止行列の長さを表わすから、 k_0 を乗ずることによって車の台数に換算することができる。したがって、(斜線部分の面積)× k_0 は総停止時間を表わす。しかるに k_0 はすべての交差点につき一定であるとすれば、面積そのものの大きさを停止時間とみなして制御効率の尺度とすることができる。さて、

このモデルでは各交差奥間における走行速度、密度および交差奥間距離を与える。また図-1に示す外周上の各交差点に外側から入ってくる車群に対しては車群長、車群間隔、速度および密度をそれぞれ与える。なお、かんたんのために車は直進のみとし右左折を考えない。

3. 演算手順

演算の主要部分は単一路線上のシミュレーションであるので、この手順の概略を図-4に示すフローチャートに従って説明する。

車群の到着：信号 i から $(i+1)$ への車群の到着はつぎの式で表わされる。

$$\alpha = A_i + d_i/v_i, \quad \beta = B_i + d_i/v_i$$

ここに α, β ：車群の先端、後端の $(i+1)$ への到着時刻

A_i, B_i ：車群の先端、後端の発生時刻

d_i, v_i ： i と $(i+1)$ の間の距離、車群の走行速度

信号奥における状態変化：ある車群が信号に到着したとき信号が赤か青かを判断して停止するか、通過するかを定める。この場合、いろいろの状態が可能である。赤信号によって停止する場合は2つの状態があり得る。図-3の斜線を施した左側の図形と

図-5に示すものである。車群全部が通過できる場合には

は区間速度および密度の変化にともなう衝撃波が生じる。車群の一部が通過し残りが停止する場合には図-6

(i), (ii) の2つの状態を区別しなければならない。これらの

状態はいずれも衝撃波の伝播速度と車群の先端および後端の到着時刻との関係によって定まる。さらに、赤信号で停止中の車群に後続車群が合流する場合、発進直後の車群の後端に後続車群の先頭が追いついて合流する場合を図-7(i), (ii)に示す。

面積計算：これまでにあげたいろいろの状態に応じて、斜線を施した図形の面積を計算する。これらの図形の端点はかんたんな直線式の交点として求められるから、交点を示す式を与えておけば容易に面積を計算することができる。

停止行列長さのチェック：車群の走行を直線式で与えているために赤時間の長い信号奥では停止行列長が急激に増大し、後端が手前の交差奥につくこともある。この状態では一応演算を打ち切る。

全車群についての完了チェック：走行は直線式であるから、演算打ち切りの事態におちいらないければいつかは停止・発進のパターンは同じものがくり返される。このくり返しは不必要なのでそのために必要な全車群数を最初に与えておく。演算はこの車群全部についておこなえば十分である。

全信号についての完了チェック：一連の信号奥すべてについて以上のべた演算が完了するまで演算を続ける。車群の大きさ、先端、後端の発生時刻はすでに計算されているのでそれを持ちこてこれらと同じ計算をくり返せばよい。完了後は信号特性の別のくみ合せについてさらに演算をくり返す。

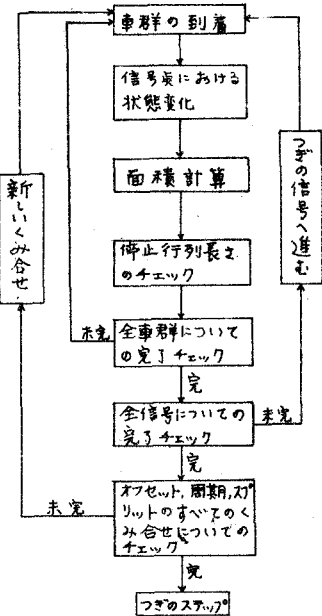


図-4

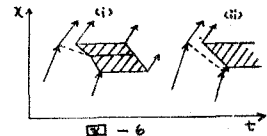


図-6

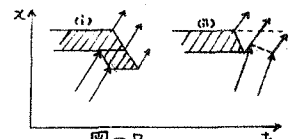


図-7