

1. 概説

市街地主要街路上の交通規制方式として、従来、系統式信号、自動感应式信号が採用されてきた。系統式信号によれば、当該路線に直交する方向の交通があるていどおさえになることはやむをえないこととされる。都市における全体的な交通量の増加により、交通制御方式も、一つの街路に着目するだけでは制御という目的をはたすことが困難である。街路網全体として交通まひのあこる可能性を最小にするような信号系統について検討することが必要である。本文は、このことを目的として、交差点における交通流の停滯が、その後方の交差点にある信号およびそこを通過してくる交通流とどんな関係にあるかを、交通流内に生ずる衝撃波の考えをもちいて検討しようとするものである。

2. 基本的な考え方

連続した2つの信号を考え、この間での交通の発生・消滅はないものとし、初めの信号 α_1 を通過してくる交通流は図-1に示すように、一定の長さ l_1 の車群から成るものとする。 l_1 の値は信号 α_1 のサイクル長(青時間長)によって定まる。この車群内で各車は一樣な速度 v_1 で走行しており、また1群の交通密度を k_1 とする。

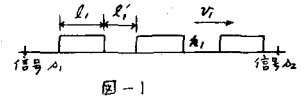


図-1

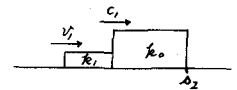


図-2

ある車群が信号 α_2 によって停止させられると、図-2のような密度の不連続な突が発生するものと考え。実際の停滯現象においてこのような不連続突が明確に観察されることはほとんどなく、速度 v_1 の車はしだいにその速度をあととしてつりに停止する一方、交通密度は k_1 からしだいに増大して停止時の最大密度 k_0 に達する。図-2において、このような漸移する部分内のある1突に不連続突(衝撃波)があるものと考えている。この衝撃波の前後において速度は0, v_1 , 交通密度は k_0 , k_1 である。この衝撃波の速度は

$$c_1 = -k_1 v_1 / (k_0 - k_1) \quad (1)$$

で表わされる。

さて、信号 α_2 が赤のときある車群が到着したと仮定すると、発生した衝撃波の位置 x は

$$x = c_1 (t - t') + \alpha_2 \quad (2)$$

ただし

t' : 群の先頭が信号 α_2 に到着する時刻

α_2 : 信号 α_2 の位置を表す座標

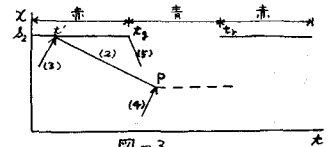


図-3

図-3において直線(3)および(4)はこの車群の先端および後端

の位置を表わしている。仮定により、(3), (4)はそれぞれつぎのように表わされる。直線

$$x = v_1 (t - t') + \alpha_2 \quad (3)$$

$$x = v_1 (t - t') + (\alpha_2 - l_1) \quad (4)$$

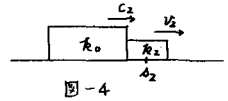
(2), (4)の交点Pの座標(t , x)は $t - t' = l_1 (k_0 - k_1) / k_0 v_1$, $x - \alpha_2 = -k_1 l_1 / k_0$ である。

図-3において点Pから右方へむかって破線で示した直線は1群の車がすべて停止したときの最後部の位置を示す。さて、時刻 t_2 に信号が青になり停滯流は順次発進していく。図-2で仮定したと同様な不連続点を考えると(図-4), その位置は

$$x = c_2(t - t_2) + x_2 \quad (5)$$

ただし $c_2 = -k_2 v_2 / (k_2 - k_1)$

で与えられる。ここで、直線(1)が直線(2)と変わる場合と、点Pから右方へむかってえがかれた直線と交わる場合の2つが考えられる。



〔(1)と(2)とが交わる場合〕: 図-5に示すように、これは流入してくる車群の全部がまだ停止しないうちに、先頭からの発進による衝撃波が伝わり、くる場合であって、停止部分が消滅した後の衝撃波の速度 c_2' は

$$c_2' = (k_1 v_1 - k_2 v_2) / (k_1 - k_2)$$

で与えられるから、この後の衝撃波の位置は

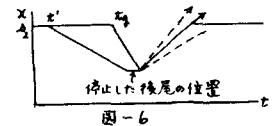
$$x = c_2'(t - t_2) + x_2 \quad (6)$$

ただし (t_2, x_2) : 直線(2), (5)の交点

この衝撃波の消滅する時刻は、直線(4), (6)から

$$t = [(a_1 t_1 - c_2' t_2) - (a_2 - l_1) + x_2] / (v_1 - c_2')$$

となる。直線(4)は、この消滅後の車群の最後部の軌跡を示す。直線(4)と直線 $x = a_2$ との交点、図-5に示す2つの赤信号の開始時刻をよりた方であれば、これまで考えてきた車群内のすべての車がこの青信号内に通過したことを示す。逆に、その交点が右方であれば一部の車はこの青信号まで待たなければならない。すなわち通過できるものとできないものとは点 (t_2, x_2) を通るこは(1)の直線(4)で区別され、直線(4)より下方にある部分は信号 a_2 の手前で停滯することになる。直線(5)はこの停滯によって生ずる衝撃波の位置を示しており、その形は直線(5)の形を a_2 で置きかえたもので与えられる。また直線(3)は直線(3)の a_2 を $a_2 - (l_1 + l_1')$ (l_1 は車群間のきより、したがって $l_1 + l_1'$ は車群間隔)で置きかえたもので表わされる。したがって、直線(2)は直線(3)を先頭として到着するつぎの車群によって生ずる衝撃波の位置を示しており、その形は直線(2)の l_1 を a_2 で置きかえたものに等しい。が、 a_2 は直線(5)と(3)との関係を考慮することによつて容易にえられる。図-5では(5)と(3)とはまじわっていないが、停滯量が増えたと大きくなると交点をもつことになる。このことを実際の現象に対処させてみると、生じている停滯流は信号 a_2 が青になると順次に発進していくが、さらにこれを追って後方からの交通流がかわり、図-5の(6)のごとき衝撃波が発生することを表わしている。さらに停滯量が大きくなると、停滯流の後尾がまだ発進しないうちに後方からの流入があることになる。



〔(5)と(2)とが交わらない場合〕: (図-6), この場合は当該車群はすべて一旦停止したのちふたたび動き出す。詳細は講演時にゆずる。